

---

# Rapport de stage individuel

## 4<sup>ème</sup> année

Les indicateurs biologiques en cours  
d'eau – Etude de cas de leur utilisation  
dans le diagnostic des milieux aquatiques

---

**HYDROSPHERE**

2 Avenue de la Mare, ZI des Béthunes  
95310 SAINT-OUEN-L'AUMONE

**Hydr** **sphère**

Tuteur entreprise :

Pascal FRANCISCO

Tuteur académique :

Vincent ROTGE

Morgane FINIELS

IMA

2019-2020

## Remerciements

Je tiens tout particulièrement à remercier mon maître de stage, M. Pascal FRANCISCO, responsable de l'agence Occitanie, de m'avoir accueillie en tant que stagiaire au sein de la société Hydrosphère et de m'avoir guidée dans mon travail lors des missions de terrain ainsi que pour la réalisation de ce rapport. Un grand merci également d'avoir été aussi disponible pour moi et de m'avoir transmis sa passion pour l'hydrobiologie.

D'une façon plus générale, je remercie l'ensemble du personnel du bureau d'étude Hydrosphère pour leur aide et leurs conseils lors des missions de terrain.

Je remercie également l'équipe pédagogique de Polytech Tours et mon tuteur de stage, M. Vincent ROTGE.

## Table des matières

|   |    |
|---|----|
| Remerciements.....  | 1  |
| Introduction.....   | 3  |
| Présentation du bureau d'études.....  | 4  |
| Présentation générale.....  | 4  |
| Activités.....  | 4  |
| Localisation du site d'étude .....  | 5  |
| Matériels et Méthodes .....   | 6  |
| Phase terrain.....  | 6  |
| Présentation des stations d'étude .....   | 6  |
| Délimitation des stations.....  | 8  |
| Prélèvements en petits cours d'eau.....   | 8  |
| Phase laboratoire.....  | 11 |
| Réception des échantillons.....   | 11 |
| Prétraitement des échantillons .....  | 11 |
| Tri et détermination .....  | 12 |
| Incertitude de tri et de détermination .....  | 13 |
| Conservation des échantillons.....  | 13 |
| Calcul des indices .....  | 13 |
| Calcul de l'indice IBG-DCE et EQR .....   | 13 |
| Test de robustesse .....  | 14 |
| Calculs d'autres indices : Shannon et Weaver (H'), d'équitabilité (J') et de Simpson (S): ..... | 14 |
| L'I2M2.....   | 15 |
| Résultats et discussion .....   | 16 |
| Physico-chimie : mesures <i>in situ</i> .....   | 16 |
| Macroinvertébrés : IBGN et I2M2.....  | 17 |
| Conclusion .....  | 21 |
| Synthèse des résultats .....  | 21 |
| Bilan des compétences.....  | 22 |
| Table des sigles.....   | 23 |
| Table des figures.....  | 23 |
| Tables des tableaux .....   | 23 |
| Annexes.....  | 24 |

## Introduction

En France, depuis quelques années, s'est installée une politique de reconquête des aspects quantitatifs et qualitatifs des cours d'eau suite à une préoccupation grandissante concernant les milieux aquatiques et la ressource en eau. Pour cela, des indicateurs physico-chimiques, hydromorphologiques ainsi que biologiques ont été développés afin d'atteindre les objectifs fixés par la Directive Cadre Européenne.

La société Hydrosphère est sollicitée par des organismes publics ou privés, soucieux de la qualité des milieux aquatiques, notamment pour répondre à des demandes concernant les indicateurs biologiques en cours d'eau. C'est dans ce cadre que j'ai effectué mon stage, portant sur l'étude de cas de l'utilisation de ces indicateurs biologiques dans le diagnostic des cours d'eau. De nombreuses missions ont été réalisées, sur différents sites et pour différents clients. Voici les plus significatives :

- Suivi des aspects qualitatifs et quantitatifs de l'eau par mesure de débit et analyse physico-chimique de l'eau
- Suivi des aspects qualitatifs de l'eau par analyse des macroinvertébrés, des diatomées et du peuplement piscicole avec application des indices Macroinvertébrés Petits Cours d'Eau (MPCE), Indice Biologique Diatomées (IBD) et Indice Poisson Rivière (IPR)
- Description des faciès d'écoulement de différents cours d'eau pour le suivi d'aménagements ou dans le cadre d'études préalables
- Estimation de l'impact sur l'habitat aquatique des modifications de débits sur un tronçon court-circuité suite à la mise en place d'une centrale hydroélectrique

Plusieurs missions ayant été réalisées au cours du stage et dans un souci de respect du format alloué pour la rédaction de ce mémoire, seuls seront développés les indicateurs Indice Biologique Global compatible avec la Directive Cadre sur l'Eau (IBG-DCE ou MPCE) et Indice Invertébrés Multi-Métriques (I2M2) appliqués au site de Bertholène.

C'est donc portée par une volonté d'amélioration et d'évaluation des impacts potentiels d'anciens sites miniers sur leur environnement qu'une ancienne société minière a sollicité Hydrosphère pour la réalisation de campagnes pour l'évaluation de la qualité hydrobiologique du ruisseau des Balaures. Depuis 2015 des campagnes annuelles sont réalisées et mettent en œuvre, sur les stations suivies, l'indice macroinvertébrés Macroinvertébrés Petits Cours d'Eau (MPCE) avec, plus récemment, un calcul de l'Indice Invertébrés Multi-Métriques (I2M2). L'objectif de cette étude est donc de mesurer l'impact potentiel de différents rejets sur le cours d'eau du ruisseau des Balaures suite à l'arrêt du site minier.

Ce rapport présente tout d'abord l'organisme d'accueil puis, précise le matériel et les méthodes employées au cours des missions et enfin, présente les résultats commentés. Il concerne les indicateurs biologiques MPCE et I2M2 appliqués au site de Bertholène situé sur le territoire de la commune de Bertholène dans le département de l'Aveyron.

# Présentation du bureau d'études

## Présentation générale

Hydrosphère est un bureau d'études indépendant en environnement créé en 1998. C'est une société de services qui a pour principal domaine d'intervention l'étude et l'aménagement des milieux aquatiques naturels et artificiels.

Installée à Cergy-Pontoise, elle a ouvert une nouvelle agence à Castanet-Tolosan en novembre 2018. La société réunit aujourd'hui 16 personnes sur trois sites en France métropolitaine (Cergy-Pontoise, Aubagne et Castanet-Tolosan) pour un chiffre d'affaires annuel en 2019 de 1 202 000 d'euros.

## Activités

Le bureau d'études est organisé en différents départements et comporte 4 pôles de compétences (Figure 1).

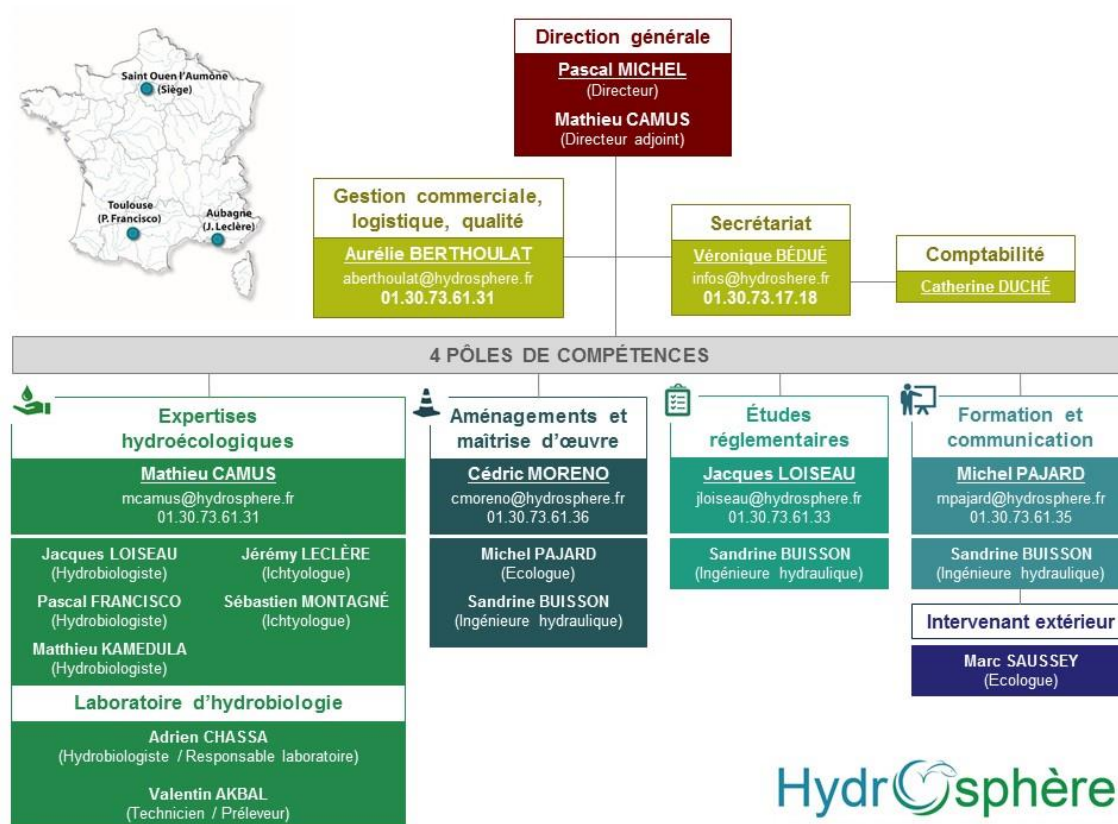


Figure 1 : Organigramme et différents pôles de compétences  
(Source : Hydrosphère)

Hydrosphère intervient sur tout le territoire national et commence également à se développer à l'international. Les différents services proposés dans les pôles de compétences sont les suivants :

- **Expertise et diagnostic**

La société met en œuvre des réseaux de suivis, des évaluations d'impacts et établit des états initiaux. Les protocoles employés exigent une expertise biologique et physico-chimique des milieux aquatiques. C'est pour cela que le personnel est spécialisé en hydrobiologie, ichtyologie et hydrologie.

- **Génie écologique et maîtrise d'œuvre**

Hydrosphère accompagne les Maîtres d'ouvrage dans leurs projets par la conception d'aménagements visant à rétablir les fonctionnalités des milieux dégradés, par le suivi des travaux ainsi que par l'optimisation des délais d'instruction des dossiers réglementaires.

- **Recherche et innovation**

La société souhaite proposer des outils d'investigation et d'interprétation toujours plus performants et assure donc pour cela une activité de recherche et d'innovation technologique.

- **Formation et communication**

Hydrosphère délivre des formations techniques destinées aux gestionnaires et aux personnels techniques afin de diffuser ses connaissances sur les protocoles d'études, la gestion des milieux ainsi que les chantiers écologiques. En parallèle, la société propose des supports de communication pour informer le public.

C'est au sein du pôle « Expertise et diagnostic » du bureau d'étude Hydrosphère à Toulouse que j'ai effectué mon stage de juin à août 2020 sous la responsabilité de M. Pascal Francisco, responsable de l'agence Occitanie.

## Localisation du site d'étude

Concernant le site de Bertholène sur lequel ont été appliqués les indicateurs biologiques MPCE et I2M2, quatre stations, réparties comme suit, ont été analysées sur le ruisseau des Balaures (Figure 2) :

- BET\_AM ; qui fait office de station de référence étant donné sa situation géographique en amont des rejets
- BET\_AV-4 et BET\_AV-5 ; qui sont deux stations situées en aval direct de deux rejets et donc potentiellement impactées
- BET\_AV-10 ; la station la plus en aval qui permet de contrôler le retour à une qualité proche de celle de la station amont

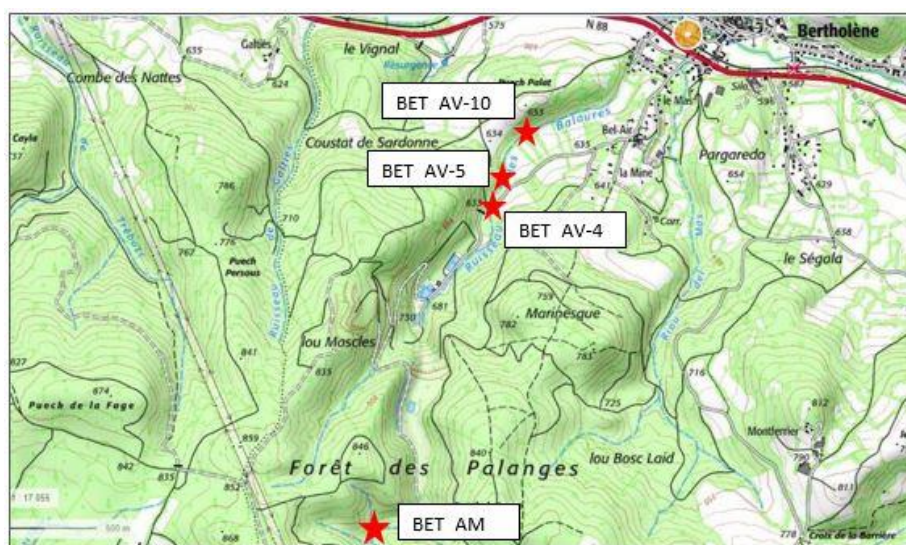


Figure 2 : Carte de localisation des stations  
(Source : <https://www.geoportail.gouv.fr>)



## Matériels et Méthodes

### Phase terrain

Le principe de l'échantillonnage consiste à prélever la macrofaune benthique dont les dimensions sont supérieures à 500  $\mu\text{m}$  dans les différents types d'habitats du cours d'eau, définis de manière générale par la nature du support, la vitesse d'écoulement et la hauteur d'eau.

### Présentation des stations d'étude

Les quatre stations présentées précédemment sont donc suivies depuis 2015. Les résultats de l'année en cours n'étant pas encore accessibles, ce sont donc les données de terrain et résultats de l'année 2019 qui seront présentés et analysés, la mission de terrain s'étant déroulée le 2 juillet 2019 (mesures des paramètres physico-chimiques et relevés biologiques).

La première phase de terrain consiste à déterminer si les conditions du milieu sont propices au prélèvement de macroinvertébrés. Les prélèvements ne sont pas réalisés si :

- Le cours d'eau présente une turbidité anormale et imprévisible ne permettant pas de décrire la mosaïque d'habitats
- Les conditions hydrologiques (profondeur, vitesse excessive du courant) ne permettent pas l'investigation des habitats de la station et que des risques importants peuvent être encourus par l'équipe
- Un évènement hydrologique soudain et exceptionnel, dommageable pour les invertébrés (forte crue, assec...), survient malgré la veille météorologique et hydrologique réalisée préalablement à chaque campagne

Lorsque toutes les conditions sont propices pour mettre en œuvre le protocole, il s'agit dans un premier temps de caractériser de manière générale chaque station afin éventuellement d'utiliser ces observations pour expliquer les résultats obtenus après analyse. Des mesures physico-chimiques sont également effectuées sur chaque station d'échantillonnage à l'aide d'une sonde multiparamétrique de terrain. Les paramètres de la température de l'eau, l'oxygène dissous et le taux de saturation, le pH et la conductivité sont mesurés *in situ* avant les prélèvements de macroinvertébrés.

En ce qui concerne la station BET\_AM, on se trouve sur un secteur forestier avec un fort ombrage et un cours d'eau d'une largeur d'environ 1 mètre. L'eau est limpide et non colorée. Les berges sur ce secteur sont naturelles et inclinées à verticales avec une hauteur allant de 0.5 à 1 mètre. Le lit présente divers faciès d'écoulements tels que des radiers et des plats lenticulaires. La granulométrie et la couverture végétale sont aussi variées. On retrouve en grande majorité des granulats (70% de la surface totale de la station) mais on observe par ailleurs quelques pierres et galets accompagnés de sable et de secteurs plus ou moins vaseux où se déposent des litières.



Figure 3 : Station BET\_AM (Source : Hydrosphère)

En ce qui concerne la station BET\_AV-4, on se trouve également sur secteur forestier et ombragé avec ici une largeur en eau d'environ 1.1 mètre. L'eau est limpide et non colorée mais avec une forte odeur de type STEP. Les berges sur le secteur sont plutôt verticales avec une hauteur variant de 1.5 à 3 mètres. Le ruisseau présente une alternance de faciès d'écoulements de type radiers et plats lenticques. Les substrats sont assez variés allant des bryophytes aux dalles en passant par des pierres, des blocs, des granulats et des zones d'accumulation de litière. Cependant, il faut noter l'existence d'un colmatage, c'est-à-dire d'un dépôt de sédiments fins sur le lit du cours d'eau, non négligeable des substrats sur les secteurs les plus lenticques.



Figure 4 : Station BET\_AV-4 (Source : Hydrosphère)

En ce qui concerne la station BET\_AV-5, le secteur est toujours forestier et la largeur en eau est équivalente à celle de la station précédente. L'eau est légèrement colorée, on observe une couleur rougeâtre avec, comme pour la station BET\_AV-4, un substrat plus fortement colmaté. Les berges présentent une érosion importante et sont verticales avec une hauteur entre 0.8 et 3 mètres. Dans ce secteur, on observe une alternance des faciès d'écoulement avec des radiers, des plats lenticques et quelques courts plats courants. Les substrats durs dominent sur ce secteur et sont assez variés (pierres, blocs, granulats) ; ils sont accompagnés par des éléments organiques tels que des litières, des branchages ou encore des racines.



Figure 5 : Station BET\_AV-5 (Source : Hydrosphère)

En ce qui concerne la station BET\_AV-10 qui est plus à l'aval, le secteur est prairial avec tout de même un fort ombrage et une ripisylve continue et arborée. L'eau est limpide et le fond visible ; le ruisseau est beaucoup moins colmaté que les deux stations aval précédentes. Les berges quant à elles sont plutôt verticales avec une hauteur variant de 0.5 à 1 mètre. Les faciès d'écoulements alternent entre radiers et plats lenticques avec une dominance des secteurs courants. Le substrat est toujours dominé par des pierres et des galets ; les blocs et les granulats grossiers restent présents.



Figure 6 : Station BET\_AV-10 (Source : Hydrosphère)



## Délimitation des stations

Une analyse de chaque site est réalisée afin de vérifier les limites amont et aval de chaque station. Puis la longueur totale (Lt) de la station est définie à partir de la largeur plein bord du lit (Lpb : mesures à l'aide du télémètre laser).

- Sur très petits cours d'eau, Lt = 3 séquences ou 18 fois la Lpb
- Sur cours d'eau petits à moyens, Lt = 2 séquences ou 12 fois la Lpb
- Sur grands cours d'eau, Lt = 1 séquence la plus représentative possible ou 6 fois la Lpb

Au vu de la Lpb des quatre stations, il s'agit uniquement de très petits cours d'eau dans notre cas. On applique donc le calcul  $Lt = 18 \times Lpb$ .

## Prélèvements en petits cours d'eau

Afin de choisir les habitats à échantillonner, les étapes suivantes sont réalisées :

### 1) Estimation de la superficie au miroir<sup>1</sup>

La largeur au miroir moyenne est estimée à partir de transects régulièrement espacés sur le point de prélèvement. Un télémètre est utilisé pour éviter de piétiner le lit mineur avant les prélèvements. Cette largeur au miroir<sup>2</sup> est notée Lm. La longueur totale (Lt) étant déjà définie lors du choix du point de prélèvement.

### 2) Repérage des substrats et estimation visuelle de leur superficie relative

- Identification des types de substrats
- Identification des substrats échantillonnables et non échantillonnables (surface minimum de 1/20 m<sup>2</sup>)
- Estimation du pourcentage de recouvrement superficiel de chaque substrat
- Déduction des classes de recouvrement des substrats sur l'ensemble du point de prélèvement :
  - « dominants » (D) : entre 5% et 100% de surface de recouvrement
  - « marginaux » (M) : entre 1% et 5% de surface de recouvrement
  - « présents » (P) : inférieur à 1% de surface de recouvrement et non prélevé caractère exceptionnel

### 3) Repérage des classes de vitesse et estimation visuelle de leurs superficies relatives

### 4) Remplissage de la grille d'échantillonnage

Les informations sont reportées sur une fiche opération propre à Hydrosphère (Annexe 1) intégrant le schéma descriptif de la station et au moins trois clichés photographiques du point de prélèvement le jour de l'échantillonnage.

Il s'agit ensuite de définir les 12 prélèvements unitaires à réaliser suivant les 3 phases d'échantillonnages :

---

1 Superficie au miroir : longueur mesurée du point de prélèvement multipliée par la largeur au miroir moyenne

2 Largeur au miroir : largeur de la lame d'eau à sa limite supérieure (au contact de l'air), entre les berges, largeurs des atterrissements déduites mais zones d'hélophytes incluses.

- **Phase A : 4 prélèvements élémentaires dans les substrats marginaux (M)** par ordre de priorité (Bocal 1)
- **Phase B : 4 prélèvements élémentaires dans les substrats dominants (D)** par ordre de priorité (Bocal 2)
- **Phase C : 4 prélèvements élémentaires complémentaires dans les substrats dominants** sur les substrats non échantillons dans la phase B par ordre de représentativité surfacique décroissante et/ou retour sur ceux prélevés en phase B après retranchement de 10 % sur leur surface totale (Bocal 3)

Une grille d'échantillonnage permet d'établir le plan prévisionnel d'échantillonnage. Toutes les règles d'échantillonnage décrites dans la norme NF T90-333 de septembre 2016 et dans le guide GA T90-733 sont strictement respectées.

Le plan prévisionnel d'échantillonnage peut être affiné voire corrigé lors de l'échantillonnage, la visibilité de certaines zones du fond du cours d'eau étant parfois réduite. Les normes et leurs guides d'application indiquent des propositions de solutions en cas de difficultés de mise en place du plan d'échantillonnage.

Les prélèvements élémentaires sont décrits par :

- La nature du substrat principal et secondaire
- La classe de vitesse
- La hauteur d'eau
- La présence, l'intensité et la nature de colmatage
- Le type d'échantillonneur

La définition du plan d'échantillonnage se fait depuis la berge dans la mesure du possible et en marchant le moins possible dans le lit du cours d'eau afin de préserver au mieux les habitats présents.

## 5) Prélèvements

Les prélèvements élémentaires sont effectués de l'aval vers l'amont de la station afin d'éviter plusieurs passages et de perturber les points non encore prélevés.

L'appareillage est un filet Surber de 1/20 m<sup>2</sup> de base et de maille 500µm ou un filet haveneau de largeur de base de 25 cm et de même maille. Le matériel est rincé avant et après l'échantillonnage.

### • Pour les zones peu profondes en petits cours d'eau

La partie inférieure horizontale du cadre du filet Surber, matérialisant la surface de prélèvement est posée sur le support constituant le fond du cours d'eau (pierres, galets, graviers), le filet avec l'ouverture face au courant. L'opérateur maintient le filet Surber en place en se tenant derrière l'échantillonneur pendant toute la durée du prélèvement



Figure 7 : Prélèvement au filet Surber (Source : Hydrosphère)

### • Pour les zones plus profondes en petits cours d'eau :



Figure 8 : Prélèvement au haveneau (Source : Hydrosphère)

Le prélèvement est réalisé au haveneau lorsque la hauteur d'eau dépasse la longueur de bras de l'opérateur. L'opérateur effectue des tractions sur 0,5 m ou par plusieurs allers-retours sur une surface équivalente. La surface supplémentaire prospectée par rapport à celle du filet Surber compense la fuite d'une partie des individus.

Lors des prélèvements de terrain que nous avons réalisé, la hauteur d'eau était suffisamment faible pour employer le filet Surber.

## 6) Conditionnement des prélèvements élémentaires

Le contenu du filet est transféré dans un récipient type seau contenant de l'eau. Tous les organismes de petite taille ou agrippés aux mailles du filet sont ajoutés au prélèvement à la main ou à l'aide d'une pince fine. L'opérateur s'assure d'un nettoyage parfait pour éviter des mélanges de faune entre les prélèvements.

Un prétraitement des échantillons est réalisé sur le terrain à l'aide d'un filet conique de maille 250 µm et consiste à éliminer les éléments minéraux et organiques grossiers et isoler certains taxons fragiles dans des piluliers identifiés.

Une fois prétriés, les prélèvements sont conditionnés par échantillons de phase dans **un flacon plastique de 1L, avec cape et bouchon à vis. L'eau excédentaire est ensuite éliminée. Un fixateur (alcool) est immédiatement ajouté** pour éviter tout problème de décomposition et/ou prédation. Le flacon est agité plusieurs fois par retournement (délicatement) afin d'homogénéiser la répartition du fixateur dans l'ensemble du prélèvement.



Figure 9 : Phase de prétraitement des échantillons (Source : Hydrosphère)

Chaque flacon est ensuite identifié par la mise en place d'une étiquette autocollante pré-remplie avant le départ et comprenant :

- Les numéros d'identification uniques (codes internes permettant la traçabilité de l'échantillon) : ID analyse et ID échantillon
- Nom de la rivière
- Le nom du préleveur

L'étiquette est scotchée pour éviter toute détérioration lors du transport et du stockage au laboratoire.

|  |  |
|--|--|
| Hydr@sphère                              |  |
| ID_A : .....                             |  |
| ID_E : .....                             |  |
| Préleveur : .....                        |  |
| Cours d'eau : .....                      |  |
| Conservateur : Alcool                    |  |
| Analyse : MPCE (NF T90-333 – XP T90-388) |  |

Figure 10 : Etiquette d'identification des échantillons (Source : Hydrosphère)

## 7) Vigilance sur les espèces protégées

Certains organismes capturés peuvent être remis vivants dans leur milieu d'origine après avoir été comptabilisés notamment s'ils présentent une valeur patrimoniale. Concrètement, l'identification à l'espèce n'est pas faisable sur le terrain sauf dans certains cas pour de gros individus (et suivant l'habitude de l'opérateur) comme les écrevisses (*Austropotamobius pallipes*), certains mollusques protégés (*Unio crassus*), ainsi que certaines libellules (*Cordulegaster*).

Les opérateurs sont d'autant plus vigilants s'ils connaissent l'existence d'espèces protégées sur une rivière ou dans une zone donnée (référence à la liste des espèces protégées en France diffusée par l'UICN).

Les espèces invasives potentiellement présentes sont signalées sur la feuille de terrain mais ne sont pas remises à l'eau.

### Phase laboratoire

#### Réception des échantillons

Une personne habilitée aux exigences du système qualité réceptionne les échantillons au laboratoire d'Hydrosphère et s'assure que la demande d'analyse et l'état des échantillons sont en adéquation avec les critères d'acceptabilité définis dans la norme NF T90-333 et le Guide d'application GA T90-733. Après enregistrement et vérification des échantillons, la personne habilitée vise et date le bordereau de réception des échantillons. Ils sont ensuite stockés dans une pièce spécifique dédiée en attendant leur traitement. Cette étape se fait dans le respect de la procédure qualité d'Hydrosphère.

#### Prétraitement des échantillons

Les étapes décrites ci-dessous ne sont pas obligatoires, mais elles permettent d'augmenter l'efficacité du tri. Hydrosphère s'attache donc à effectuer les manipulations suivantes :

- Lavage de l'échantillon pour éliminer tous les sédiments fins qui pourraient gêner le tri ultérieur, ainsi que le fixateur de l'échantillon (Ethanol 96%). Ce lavage est effectué sur un tamis de 0,5 mm de vide de maille, sous hotte aspirante.
- Séparation des classes granulométriques de substrats par tamisage sur une colonne de tamis. L'obtention de deux fractions permet de faciliter la phase de tri ainsi que son optimisation.
- Rinçage du ou des tamis, afin d'éviter la contamination de l'échantillon suivant.
- Rinçage et lavage soigneux du pot qui est mis à sécher avant d'être rangé pour une utilisation ultérieure.





Figure 12 : Prétraitement des échantillons (Source : Hydrosphère)



Figure 11 : Prétraitement des échantillons (Source : Hydrosphère)

### Tri et détermination

Le traitement au laboratoire des échantillons récoltés sur le terrain est conforme à la norme XP T90-388 de juin 2010 et respecte les options de l'avant-propos de la norme :

- **Option 2** : établissement d'une liste faunistique avec une abondance estimée par taxon
- **Option B** : détermination au niveau B (en général le genre)

Le comptage et la détermination concernent les formes larvaires, nymphales (dans la mesure du possible) et adultes. Les fourreaux et coquilles vides, les statoblastes de bryozoaires et les gemmules de spongiaires ne sont pas pris en compte.

Chaque refus de tamis est trié. Une partie de son contenu est déposée dans un plat de tri à fond blanc, puis de l'eau est ajoutée afin d'homogénéiser l'ensemble.



Figure 13 : Comptage et détermination des invertébrés (Source : Hydrosphère)

#### • Etape 1 : Analyse du sous-échantillon

Les individus du sous-échantillon sont comptés exhaustivement. Le tri et l'identification sont effectués dans des coupelles, sous une loupe binoculaire. Les grossissements utilisés varient de x6 ou x3 pour le tri. Un grossissement de x45 est utilisé pour la détermination de niveau A et de x 80 pour la détermination de niveau B (genre).

Les individus sont déterminés dans chaque coupelle ; jusqu'à 20 individus minimum pour les taxons de détermination facile. Pour les taxons non déterminables directement dans la coupelle, on sort un nombre suffisant d'individus de niveau A (extraction représentative) : 20 ou 40 taxons selon les familles. Ces taxons sont ensuite déterminés



Figure 14 : Analyse du sous-échantillon (Source : Hydrosphère)

au genre, au plus fort grossissement. Ensuite, les individus sous-échantillonnés sont comptabilisés à la famille (taxons de niveau A). Le dénombrement des taxons sous-échantillonnés est calculé en multipliant par la division de l'échantillon ou de la fraction.

Le reste de l'échantillon ou de la fraction est analysé en totalité sous une loupe binoculaire. Les taxons non sous-échantillonnés sont comptabilisés.

Tous les macroinvertébrés aquatiques trouvés dans l'échantillon sont comptabilisés, même s'ils ne sont pas mentionnés dans la liste de la norme.

- **Etape 2 : Dénombrement des autres fractions**

Si l'échantillon a été fractionné sur une colonne de tamis, chaque fraction est traitée selon le protocole décrit lors de la phase 1.

- **Etape 3 : dénombrement total du bocal**

Le nombre total d'individus dans un bocal correspond à la somme des individus dénombrés ou estimés pour chaque fraction.

Des compteurs mécaniques peuvent être utilisés pour les taxons présents en forte abondance. Le laboratoire possède également un microscope (x100) pour pouvoir observer un montage sur lame et lamelle de pièces buccales, branchies ou griffes en particulier pour les juvéniles.

#### Incertitude de tri et de détermination

La détermination des taxons sensibles ou des espèces dominantes est vérifiée par un expert hydrobiologiste.

En cas de doute sur une détermination, la procédure est la suivante :

- Validation croisée avec un autre spécialiste de l'équipe
- En cas de doute persistant, la détermination s'arrête au niveau de détermination garanti
- Plusieurs photographies sont prises de l'individu
- Si la détermination n'est pas possible à partir des photographies, l'individu est envoyé aux différents contacts de spécialistes

#### Conservation des échantillons

Pour chaque station, trois échantillons témoins sont constitués (1 par phase). Ils comprennent 3 individus de chaque taxon identifié. Les piluliers sont remplis à ras bord d'éthanol à 96%. Les informations suivantes sont reportées sur le pilulier : le numéro unique d'identification (code interne permettant la traçabilité de l'échantillon), l'acronyme du laborantin et la date d'archivage.

Les piluliers témoins sont conservés deux ans conformément au système qualité d'Hydrosphère. A la demande du client, les échantillons peuvent être conservés 5 ans.

#### Calcul des indices

##### Calcul de l'indice IBG-DCE et EQR

L'IBG-DCE est calculé selon la norme NF T90-350, 2004, à partir des listes faunistiques des substrats marginaux (Phase A) et des substrats les plus biogènes (Phase B).

L'IBGN est établi à partir du tableau d'analyse comprenant en ordonnée les 9 groupes faunistiques indicateurs et en abscisse les 14 classes de variété taxonomique. On détermine successivement :

- La variété taxonomique de l'échantillon ( $\sum t$ ), égale au nombre total de taxons récoltés même s'ils ne sont représentés que par un seul individu. Ce nombre est confronté aux classes figurant en abscisse du tableau.
- Le groupe faunistique indicateur (GI) (Annexe 2) en ne prenant en compte que les taxons indicateurs représentés dans les échantillons par au moins trois individus ou 10 selon les taxons.

Le croisement de ces deux paramètres permet de calculer la note indicielle. L'IBG-DCE est également exprimé en EQR (Ecological Quality Ratio), c'est-à-dire l'écart par rapport à la référence.

La note EQR est : *Note exprimée en EQR = (note observée - 1) / (note de référence du type - 1).*

Les valeurs des limites inférieures des classes d'état écologique sont données pour l'IBGN par le tableau 1 ci-dessous.

*Tableau 1 : Valeurs inférieures des limites des classes d'état écologique, exprimées en EQR, par type de cours d'eau pour l'IBGN*

| IBGN                                 | Très bon / Bon | Bon / Moyen | Moyen / Médiocre | Médiocre / mauvais |
|--------------------------------------|----------------|-------------|------------------|--------------------|
| Limite inférieure des classes d'état | 0.92857        | 0.78571     | 0.57142          | 0.28571            |

*Tableau 2 : Valeurs inférieures des limites des classes d'état écologique, par type de cours d'eau pour l'IBGN*

| IBGN note indicielle /20             | Très bon / Bon | Bon / Moyen | Moyen / Médiocre | Médiocre / mauvais |
|--------------------------------------|----------------|-------------|------------------|--------------------|
| Limite inférieure des classes d'état | 14             | 12          | 9                | 5                  |

### Test de robustesse

Certaines familles polluo-sensibles peuvent présenter un genre ou une espèce plus résistante que les autres aux perturbations. La note indicielle peut alors être surestimée. On évalue la robustesse des résultats, c'est-à-dire la pertinence des notes, en supprimant le premier groupe indicateur de la liste faunistique et en déterminant l'IBGN avec le groupe indicateur suivant. Si l'écart entre les 2 valeurs est important, c'est que l'IBGN est probablement surestimé. On tient également compte de la diminution d'une unité systématique correspondant à la suppression du groupe indicateur le plus élevé afin d'apprécier l'impact de la disparition d'un taxon sur la note (diminution lorsque la variété est en limite inférieure de classe).

### Calculs d'autres indices : Shannon et Weaver (H'), d'équitabilité (J') et de Simpson (S)<sup>3</sup>:

Ces trois indices complémentaires aidant à l'interprétation et à la compréhension de la structure du peuplement sont aussi calculés.

<sup>3</sup> Indice de Shannon (H') : SHANNON C.E. et WEAVER W. (1949)

$$i = s$$

$$H' = \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

Indice d'équitabilité (J') :  $J' = H' / H'_{\max}$

Indice de Simpson (S) :  $I = s$  ;  $S = \sum (n_i/N)^2$   $i=1$

- **L'indice de Shannon** : C'est un indice de diversité spécifique des peuplements combinant l'abondance relative et la richesse taxonomique d'un échantillon représentatif. Il varie entre 0 et 5. Un peuplement est considéré comme très diversifié lorsque l'indice de Shannon est supérieur ou égal à 3. Bien que la détermination des taxons ne soit pas poussée jusqu'à l'espèce, cet indice est utilisé au niveau taxonomique imposé par la norme car il permet une bonne approche de la diversité taxonomique de l'échantillon considéré.
- **L'indice de Simpson** : Il atteste du degré de dominance d'un taxon par rapport aux autres. Il varie entre 0 et 1. Lorsque la valeur tend vers 0, le peuplement présente une répartition équitable des taxons et on a une codominance de plusieurs taxons. Lorsque l'indice tend vers 1, le peuplement tend à être dominé par un seul taxon et la répartition des taxons est inéquitable.
- **L'indice d'Équitabilité** : Il renseigne sur l'état d'équilibre des peuplements. Un peuplement est considéré comme équilibré lorsque l'indice est égal à 1. La valeur zéro témoigne d'un déséquilibre.

## L'I2M2

Le calcul de l'indice multimétrique I2M2 peut s'effectuer de deux manières :

- Par internet, sur le site SEEE (<http://seee.eaufrance.fr/>)
- Par le logiciel R (Script I2M2).

La première implique une mise en forme des résultats en format « .txt », la seconde en format « .xls ». Les tableurs de résultats doivent comporter les listes faunistiques par phase (A, B, C) et renseigner, à l'aide des codes Sandres, pour les taxons de la liste faunistique. La typologie nationale du cours d'eau considéré (taille et hydroécocorégion) est également indispensable au calcul de la note.

L'indice I2M2 a été calculé en référence au SEEE ; le tableau 3 ci-dessous présente les valeurs inférieures des limites des classes d'état écologique, exprimées en EQR, par type de cours d'eau. L'hydroécocorégion considérée pour les 4 stations étudiées ici est l'HER 19 « Grands Causses » prise en compte pour un petit cours d'eau, soit P19.

*Tableau 3 : Valeurs inférieures des limites des classes d'état écologique*

| I2M2                                 | Très bon | Bon   | Moyen | Médiocre | Mauvais |
|--------------------------------------|----------|-------|-------|----------|---------|
| Limite inférieure des classes d'état | 0.665    | 0.498 | 0.332 | 0.166    | < 0,166 |

Hydrosphère calcule l'I2M2 et met également en œuvre l'Outil Diagnostic afin de déterminer les probabilités de pressions maximales sur chacune des stations hydrobiologiques. En effet, l'Outil Diagnostic (fondé sur l'ensemble des traits écologiques des taxons du peuplement) permet de déterminer les probabilités de pression de 10 pressions physico-chimiques s'exerçant potentiellement sur la station d'analyse, ainsi que 7 pressions hydromorphologiques. Les résultats s'expriment en probabilité (de 0 à 1), et peuvent aisément être organisés en représentation graphique dite « Radar ».





Figure 15 : Représentation "Radar" de l'I2M2 (Source : Hydrosphère)

Sur cette représentation graphique, pour la station considérée, la probabilité des pressions « Nitrates » et « absence de ripisylve » se détachent plus que les autres pour expliquer les résultats de l'indice I2M2 et des sous-métriques : ASPT, Shannon, Richesse, Polyvoltinisme, Ovoviviparité.

Le tableau 4 ci-dessous présente les différents paramètres pouvant être utilisés par l'outil diagnostic.

Tableau 4 : Présentation des paramètres utilisables par l'Outil Diagnostic

| Paramètres de la qualité de l'eau |                           | Paramètres de la dégradation de l'habitat |                          |
|-----------------------------------|---------------------------|---|--------------------------|
| Abréviation                       | Paramètre                 | Abréviation                               | Paramètre                |
| WQ1                               | Matières organiques       | HD1                                       | Voie de communication    |
| WQ2                               | Matières azotées          | HD2                                       | Ripisylve                |
| WQ3                               | Nitrates                  | HD3                                       | Urbanisation             |
| WQ4                               | Composés phosphorés       | HD4                                       | Risque de colmatage      |
| WQ5                               | Particules en suspension  | HD5                                       | Instabilité hydrologique |
| WQ6                               | Acidification             | HD6                                       | Rectification            |
| WQ7                               | Micropolluants minéraux   | HD7                                       | Anthropisation           |
| WQ8                               | Pesticides                | -   | -                        |
| WQ9                               | HAP                       | -   | -                        |
| WQ10                              | Micropolluants organiques | -   | -                        |

## Résultats et discussion

### Physico-chimie : mesures *in situ*

Lors des relevés biologiques, la température de l'eau, le pH, la conductivité, l'oxygène dissous et le pourcentage de saturation en oxygène ont été mesurés *in situ* simultanément aux relevés biologiques.

Le tableau 5 ci-après résume les caractéristiques physico-chimiques des quatre stations du site de Bertholène.

Tableau 5 : Paramètres physico-chimiques des différentes stations du ruisseau des Balaures

| Paramètres analytiques    | Station<br>BET_AM | Station<br>BET_AV-4 | Station<br>BET_AV-5 | Station<br>BET_AV-10 |
|---------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Température de l'eau (°C) | 17.4              | 17                  | 16.8                | 17                   |
| Oxygène (% Sat)           | 80.81             | 8.5                 | 92.3                | 94.8                 |
| Oxygène (mg/l)            | 7.16              | 93.67               | 8.43                | 8.62                 |
| Conductivité (µs/cm)      | 29.6              | 383.3               | 391.3               | 398                  |
| pH                        | 6.92              | 7.04                | 7                   | 7.7                  |
| Classe de qualité         | Bonne             | Très Bonne          | Très Bonne          | Très Bonne           |

Code couleur et classe de qualité :

| Code couleur | Classe de qualité |
|--------------|-------------------|
|              | Très bonne        |
|              | Bonne             |
|              | Moyenne           |
|              | Médiocre          |
|              | Mauvaise          |

De manière générale, les paramètres physico-chimiques mesurés *in situ* ne présentent aucune anomalie. Il est intéressant de relever que la conductivité sur le secteur de la station amont est faible et donc caractéristique d'un cours d'eau de tête de bassin ne recevant que peu d'apport en éléments minéraux dissous. On constate en revanche que dès la station BET\_AV-4 il y a un enrichissement important en éléments minéraux et que la conductivité ne cesse d'augmenter quand on se dirige vers l'aval du cours d'eau.

### Macroinvertébrés : IBGN et I2M2

Le tableau 6 ci-dessous résume les résultats de l'IBG-DCE pour les quatre stations du site de Bertholène prélevées le 2 juillet 2019.

Tableau 6 : IBG-DCE et I2M2 du site du ruisseau des Balaures

| Station |                      | Station<br>BET_AM | Station<br>BET_AV-4 | Station<br>BET_AV-5 | Station<br>BET_AV-10 |
|---------|----------------------|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| IBGN    | Note éq-IBGN/20      | 16                | 13                  | 13                  | 14                   |
|         | Groupe indicateur    | 9                 | 7                   | 8                   | 8                    |
|         | Richesse taxonomique | 27                | 22                  | 18                  | 23                   |
|         | Robustesse           | 15                | 12                  | 11                  | 13                   |
|         | Note EQR             | 1.074             | 0.857               | 0.857               | 0.928                |
|         | Indice de Shannon    | 2.95              | 2.97                | 2.41                | 3.30                 |
| I2M2    | Note indicielle      | 0.798             | 0.669               | 0.498               | 0.628                |
|         | Richesse taxonomique | 31                | 29                  | 19                  | 28                   |

On constate que la station amont (BET\_AM) possède une classe de qualité **très bonne** pour tous les indicateurs hydrobiologiques mesurés. Tout d'abord, la note IBG-DCE est de **16/20**, soit très bonne. Ensuite, pour la note EQR ainsi que l'I2M2, il en est de même. De plus, la station est caractérisée par le groupe indicateur 9 (GI9) qui est le plus élevé, caractéristique des espèces les plus polluo-sensibles et témoignant d'une très bonne qualité de l'eau et de l'habitat. En parallèle, on remarque que la

robustesse ainsi que l'indice de Shannon (proche de 3) sont très bons aussi et indiquent un peuplement équilibré avec la présence des GI8, 7 et 6 (Annexe 3).

Sur la station positionnée au niveau du premier rejet (BET\_AV-4), on constate une perte de 3 points de la note IBG-DCE, soit une note de **13/20** correspondant à une classe de qualité **bonne**. Ceci s'explique notamment par le fait que le groupe indicateur est un GI7 et que l'on trouve une richesse taxonomique plus faible que pour la station précédente. En revanche, étant donné que la robustesse et l'indice de Shannon (proche de 3) sont très bons, nous sommes face à un peuplement équilibré, c'est-à-dire que les groupes faunistiques indicateurs juste inférieurs au GI7 sont bien représentés. La disparition des espèces les plus polluo-sensibles ainsi que la diminution de la richesse taxonomique peuvent potentiellement s'expliquer par le fort colmatage présent sur la station, moins propice à l'accueil de la faune aquatique à cause de la perte de certains microhabitats. La note de l'I2M2 indique quant à elle une classe de qualité très bonne. Ceci s'explique par le fait que pour ce calcul, les macroinvertébrés récoltés en phase C sont pris en compte et que l'on remarque la présence d'espèce plus polluo-sensibles dans cette phase (Annexe 4).

Concernant la station BET\_AV-5, la note IBG-DCE est la même que pour la station précédente, soit **13/20** et une **bonne** qualité hydrobiologique. Cette note s'explique par la présence d'un GI8. En revanche, le test de robustesse, qui indique une classe de qualité moyenne (11/20), et l'indice de Shannon, inférieur à 3, indiquent un déséquilibre dans le peuplement. Ceci est dû au fait que le GI inférieur au GI8 est le 6 et que les autres groupes faunistiques indicateurs présents sont des 1, 2 et 4 principalement (Annexe 5). Ensuite, la faible richesse taxonomique observée traduit une faible capacité d'accueil pour la faune macroinvertébrée en liaison avec les phénomènes de colmatage des substrats observés sur cette station. L'I2M2 traduit lui aussi une diminution en comparaison aux deux stations précédentes mais présente tout de même un bon état écologique.

Enfin, la station BET\_AV-10, située le plus à l'aval, indique un retour à une classe de qualité **très bonne** avec une note IBG-DCE de **14/20**. De plus, l'indice de Shannon est le plus élevé en comparaison aux autres stations. Ceci s'explique par le fait que le peuplement est très équilibré et présente des individus pour tous les groupes faunistiques indicateurs mis à part le GI5. La richesse taxonomique est supérieure à celle observée sur la station aval 5 et correspond à celle notée sur la station aval 4. Les substrats apparaissent sur cette station plus diversifiés et moins colmatés ; il en résulte une meilleure occupation par les macroinvertébrés. L'I2M2 présente une valeur proche de celle calculée sur la station aval immédiat (BET\_AV4) et traduit un **très bon état** du milieu sur cette dernière station.

La composition du peuplement de macroinvertébrés de chaque station (Figure 16) permet de faire différents constats. On remarque tout d'abord que toutes les stations sont largement dominées par les Diptères, peu exigeants en terme de qualité du cours d'eau puisque très peu polluo-sensibles (groupe faunistique indicateur 1). Néanmoins, les Diptères sont plus représentés sur la station BET\_AV-5 où ils composent 67.2% du peuplement. Les Annélides sont également très largement représentés sur cette station et ont eux aussi de faibles exigences écologiques. Ceci est cohérent avec les résultats des indicateurs IBGN et I2M2, qui traduisent une classe de qualité moins bonne sur cette station que sur les trois autres, et avec les observations de terrain, qui montrent un fort colmatage des substrats ainsi qu'une couleur rougeâtre du substrat qui annonce potentiellement la présence d'une substance non favorable au développement des macroinvertébrés.

Les stations BET\_AM, BET\_AV-4 ainsi que BET\_AV-10, malgré la présence majoritaire de Diptères, présentent une forte abondance de Plécoptères et Ephéméroptères qui sont plus exigeants en termes de qualité du milieu aquatique.

Ces constats concordent donc avec la note indicielle I2M2 qui affecte une classe de qualité très bonne aux stations BET\_AM, BET\_AV-4 et BET\_AV-10 et une classe de qualité inférieure (bonne) à la station BET\_AV-5.

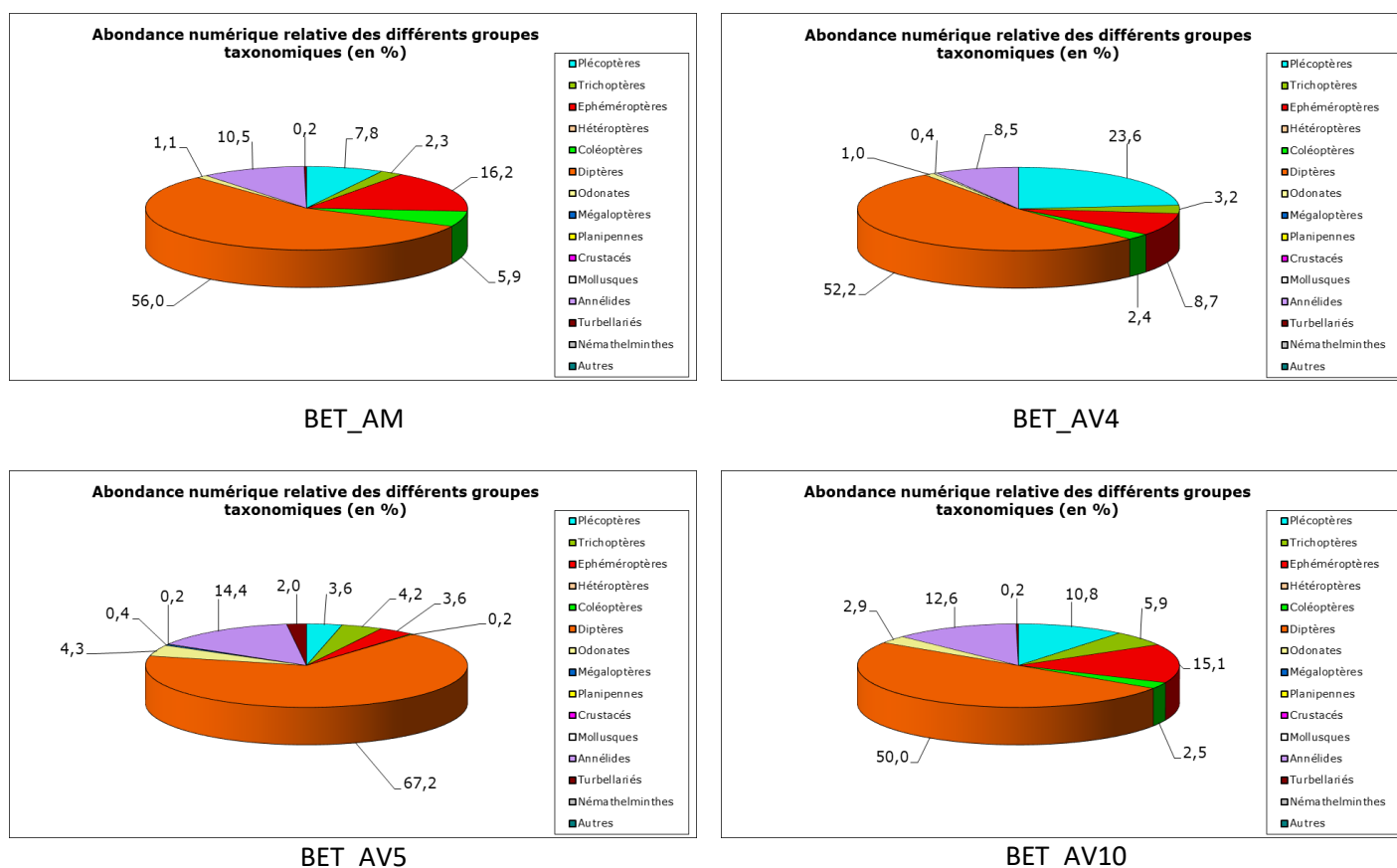


Figure 16 : Composition du peuplement des macroinvertébrés sur le site du ruisseau des Balaures

L'analyse des traits écologiques des peuplements de macroinvertébrés (Figure 17) permet de soulever d'autres constats. Tout d'abord, la station BET\_AV-4 est celle qui présente le peuplement ayant la plus grande affinité pour les milieux oligotrophes, suivi de la station BET\_AV-10. Ceci témoigne du fait qu'il n'y a pas ou peu d'impact du rejet situé au niveau de la station BET\_AV-4 sur le cours d'eau du ruisseau des Balaures. L'impact semble en revanche plus marqué pour la station suivante (BET\_AV-5) où l'on a plus de 30% du peuplement qui présente une affinité pour les milieux eutrophes, c'est-à-dire riches en nutriments. A cela s'ajoute le fait que le peuplement sur cette station présente des organismes considérés comme alphasésosaprophes et polymésosaprophes. Ceci signifie que les macroinvertébrés présents ont une forte affinité pour la matière organique. Les deux critères précédents sont en adéquation avec la dominance des Diptères et Annélides sur cette station.

En ce qui concerne l'affinité au courant, on remarque que la station amont est celle pour laquelle les macroinvertébrés ont le plus d'affinité avec des courants lents (plus de 30% du peuplement). Ceci concorde avec la composition du peuplement. En effet, parmi les familles que l'on retrouve en majorité, on constate que la plupart ont une plus grande affinité pour les courants lents (Limoniidae, Simuliidae, Ephemerellidae, Baetidae ainsi que la classe des Oligochètes). Les courants lents sont favorables au dépôt de vase ou litière ; c'est pour cela que 10.0% et 8.4% des macroinvertébrés ont respectivement une plus grande affinité pour les vases et les litières sur la station BET\_AM.



En ce qui concerne la station BET\_AV-5, c'est celle où l'on trouve le plus d'individus ayant une affinité pour les courants nuls. De même que pour la station précédente, cela concorde avec la présence élevée de macroinvertébrés ayant une affinité pour les vases et la litière (respectivement 11.9% et 8.5%).

Les stations BET\_AV-4 et BET\_AV-10 présentent des individus ayant une préférence pour les vitesses de courants moyennes à rapides. La présence de ces taxons est cohérente avec les observations de terrain qui montraient des milieux plus courants sur ces deux stations.

Pour ce qui est du nombre de générations par an, il est important de souligner que la station BET\_AV-5 est celle où on observe le plus grand pourcentage ayant des organismes avec plus d'une génération par an. Ceci traduit une plus grande situation de stress du milieu. En effet, les organismes ont développé une stratégie de reproduction afin d'assurer la survie d'une part et de garantir l'occupation du milieu d'autre part.

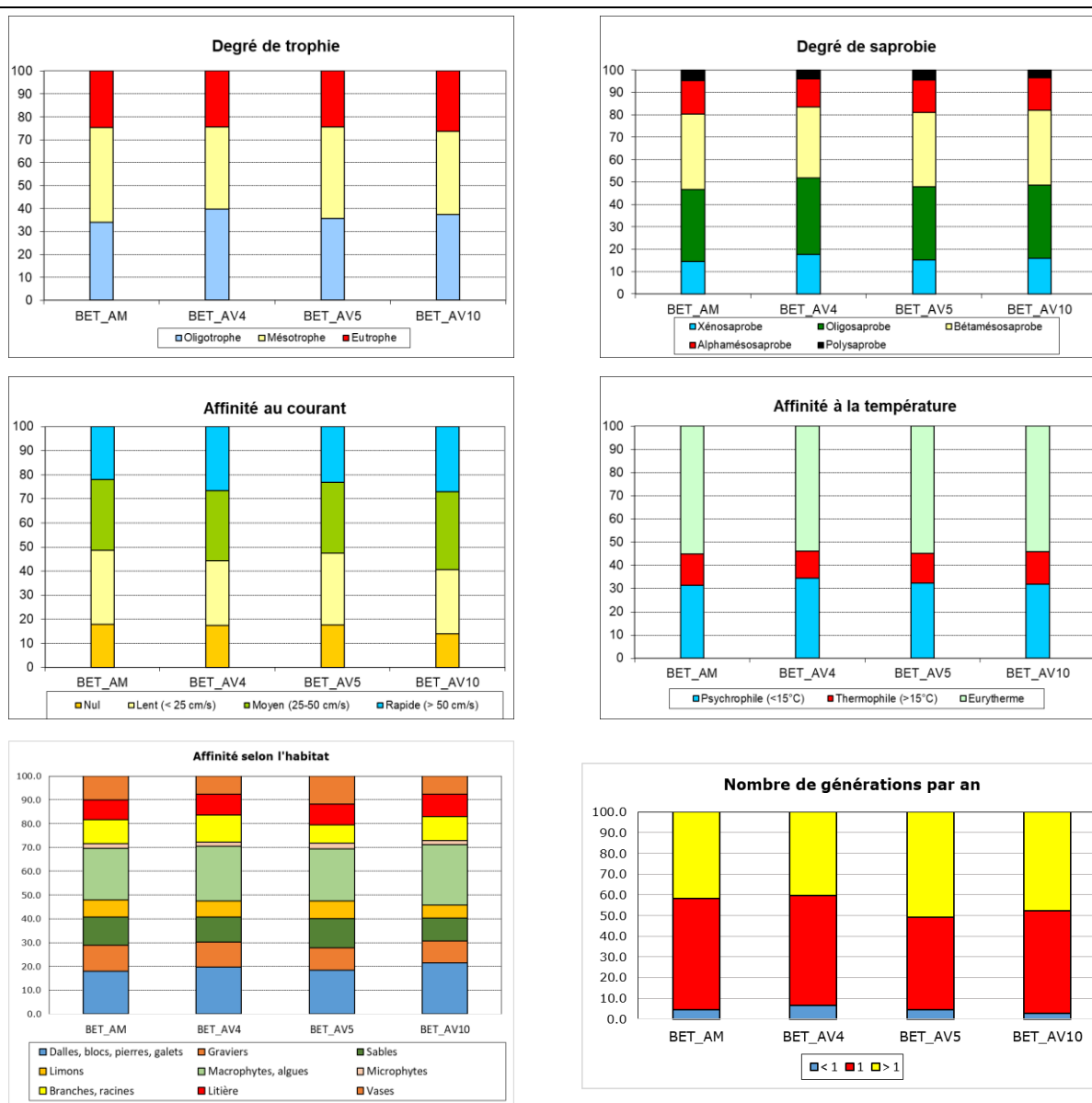


Figure 17 : Principaux traits écologiques du peuplement de macroinvertébrés du site du ruisseau des Balaures

L'analyse des diagrammes en radar liés à l'I2M2 (Figure 18) permet de soulever les pressions auxquelles sont susceptibles d'être soumises les stations. Il est important de noter qu'étant donné la prépondérance de Diptères, qui sont peu influencés par les pressions qui s'exercent sur le milieu, on ne relève, sur l'ensemble des stations, aucun paramètre réellement marquant (c'est-à-dire avec une probabilité  $\geq 0.6$ ). Cependant, on remarque que toutes les stations semblent être influencées par le paramètre « Acidification ». On constate que les trois stations en aval du premier rejet ont toutes une probabilité importante (entre 0.4 et 0.6) de subir une pression sur le paramètre « Matières organiques ». Ceci est probablement dû aux résidus de la phase de traitement de l'ancien site minier pouvant contenir d'éventuels additifs organiques.

On remarque également que la station BET\_AV-5 est celle qui a le plus de probabilité de subir des pressions diverses, notamment en ce qui concerne les paramètres « Matières organiques », « matières azotées », « Acidification », « Pesticides », « Urbanisation » et « Instabilité hydrologique ». Cette station est donc plus sujette à des pressions concernant la qualité de l'eau. Ceci est encore une fois conforme aux résultats des indicateurs biologiques ainsi qu'aux observations de terrain qui indiquaient une couleur rougeâtre et un fort colmatage au niveau du deuxième rejet. En ce qui concerne les pressions sur la dégradation de l'habitat, celles-ci semblent peu probables étant donné l'environnement forestier ou prairial dans lequel on se trouve. L'apparition de ces probabilités de pressions est très certainement due au fait que les individus aquatiques présents sur les stations ont un large spectre écologique et qu'on les retrouve avec de très grandes probabilités dans des milieux anthropisés où l'habitat a été impacté et a entraîné une modification du peuplement macroinvertébré.

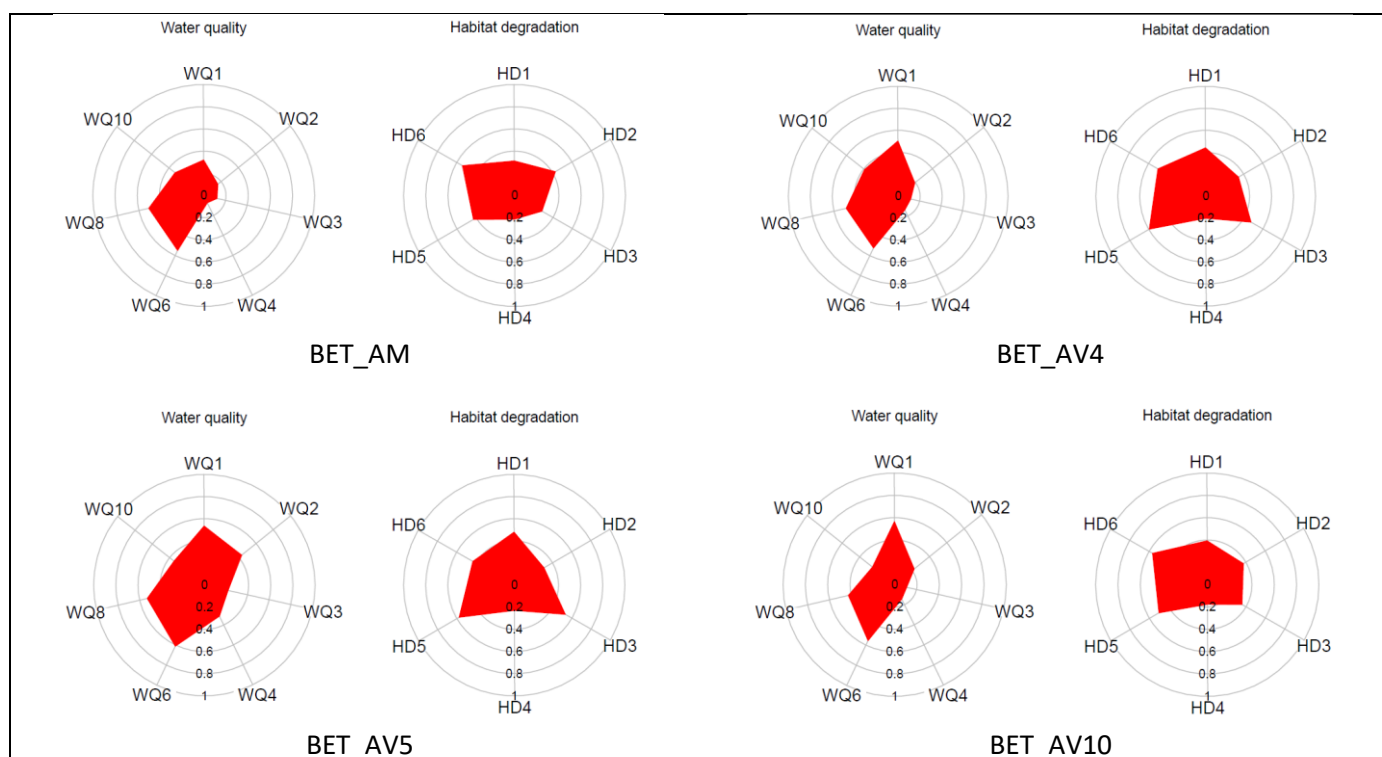


Figure 18 : Diagrammes en radar liés à l'I2M2 sur le site du ruisseau des Balaures

## Conclusion

### Synthèse des résultats

Concernant le peuplement de macroinvertébrés sur le site du ruisseau des Balaures sur la commune de Bertholène en Aveyron, les résultats indiquent une note IBG-DCE **très bonne** sur les

**stations amont et aval**, et une classe de qualité **bonne** sur les **deux stations intermédiaires** positionnées au niveau des rejets. La présence d'organismes des groupes indicateurs 7, 8 et 9 (sur 9 considérés) souligne une bonne qualité physico-chimique de l'eau. La diversité taxonomique diminue légèrement sur les stations intermédiaires (notamment la station BET\_AV-5) mais on constate un retour quasi à la normale sur la station aval. Ceci traduit le fait que l'impact provoqué par les deux rejets situés au niveau des stations BET\_AV-4 et BET\_AV-5 s'atténue progressivement et permet au cours d'eau de retrouver son état de qualité initial (mesuré au niveau de la station BET\_AM).

La structure du peuplement traduit des milieux plus diversifiés et équilibrés sur les stations BET\_AM, BET\_AV-4 et BET\_AV-10 malgré la dominance des Diptères. La station BET\_AV-5 et quant à elle largement colonisée par les Diptères et Annélides, organismes typiques des milieux perturbés et capables de s'adapter au milieu (peu exigeants). Le phénomène de colmatage que l'on observe sur la station entraîne une chute de l'habitabilité, d'où la diminution des taxons et de leur variété.

Enfin, l'analyse des traits écologiques permet la mise en évidence d'un léger impact de l'ancien site minier en ce qui concerne l'apport de matières organiques. En effet, seules les trois stations situées à l'aval sont concernées par une potentielle pression de ce paramètre. Il ressort également que c'est la station BET\_AV-5 qui est la plus sujette aux pressions. La station BET\_AV-4 est quant à elle, présente le peuplement ayant la plus faible affinité pour le degré de trophie et la saprobie.

Malgré tout, le ruisseau des Balaures présente un **bon voire très bon état écologique** et on constate que les pressions exercées par les deux rejets et, notamment celui positionné au niveau de la station BET\_AV-5 tendent, à s'atténuer. En effet, la station la plus aval montre un quasi **retour à la qualité mesurée sur la station amont**.

Finalement, ces résultats comparés à ceux des années précédentes et à venir permettront de s'assurer de l'état écologique du ruisseau des Balaures suite à l'arrêt du site minier. L'objectif étant de préserver l'ensemble des milieux aquatiques.

## Bilan des compétences

Ce stage m'a apporté un grand nombre de connaissances dans le domaine de l'hydrobiologie. J'ai en effet pu mettre en pratique les connaissances théoriques apprises au cours de ma formation via les missions de terrain effectuées. Ceci m'a permis d'avoir une vision plus précise de ce que sont les indicateurs biologiques et notamment l'IBG-DCE.

A cela s'ajoute le fait que ce stage n'a pas seulement été une source d'apprentissage d'ordre scientifique mais également une découverte du milieu professionnel et plus particulièrement du fonctionnement d'un bureau d'études, ce qui m'était jusqu'alors inconnu.

Finalement, cette immersion au sein du bureau d'études Hydrosphère m'a permis de conforter mon intérêt pour l'hydrobiologie et mon envie de travailler dans ce domaine. C'est d'ailleurs pour ces raisons que je souhaite poursuivre ma formation en contrat de professionnalisation avec la société Hydrosphère.

## Table des sigles

**DCE** : Directive Cadre Européenne  
**IBD** : Indice Biologique Diatomées  
**IBG-DCE** : Indice Biologique Global compatible avec la Directive Cadre sur l'Eau  
**IBGN** : Indice Biologique Global Normalisé  
**I2M2** : Indice Invertébrés Multi-Métriques  
**IPR** : Indice Poisson Rivière  
**Lpb** : Largeur plein bord  
**MPCE** : Macroinvertébrés Petits Cours d'Eau

## Table des figures

|   |    |
|---|----|
| Figure 1 : Organigramme et différents pôles de compétences (Source : Hydrosphère) .....   | 4  |
| Figure 2 : Carte de localisation des stations (Source : <a href="https://www.geoportail.gouv.fr">https://www.geoportail.gouv.fr</a> ) ..... | 5  |
| Figure 3 : Station BET_AM (Source : Hydrosphère) .....  | 6  |
| Figure 4 : Station BET_AV-4 (Source : Hydrosphère) .....  | 7  |
| Figure 5 : Station BET_AV-5 (Source : Hydrosphère) .....  | 7  |
| Figure 6 : Station BET_AV-10 (Source : Hydrosphère) .....   | 7  |
| Figure 7 : Prélèvement au filet Surber (Source : Hydrosphère) .....   | 9  |
| Figure 8 : Prélèvement au haveneau (Source : Hydrosphère) .....   | 9  |
| Figure 9 : Phase de prétraitement des échantillons (Source : Hydrosphère) .....   | 10 |
| Figure 10 : Etiquette d'identification des échantillons (Source : Hydrosphère) .....  | 10 |
| Figure 12 : Prétraitement des échantillons (Source : Hydrosphère) .....   | 12 |
| Figure 11 : Prétraitement des échantillons (Source : Hydrosphère) .....   | 12 |
| Figure 13 : Comptage et détermination des invertébrés (Source : Hydrosphère) .....  | 12 |
| Figure 14 : Analyse du sous-échantillon (Source : Hydrosphère) .....  | 12 |
| Figure 15 : Représentation "Radar" de l'I2M2 (Source : Hydrosphère) .....   | 16 |
| Figure 16 : Composition du peuplement des macroinvertébrés sur le site du ruisseau des Balaures ..  | 19 |
| Figure 17 : Principaux traits écologiques du peuplement de macroinvertébrés du site du ruisseau des Balaures .....                          | 20 |
| Figure 18 : Diagrammes en radar liés à l'I2M2 sur le site du ruisseau des Balaures .....  | 21 |

## Tables des tableaux

|  |    |
|--|----|
| Tableau 1 : Valeurs inférieures des limites des classes d'état écologique, exprimées en EQR, par type de cours d'eau pour l'IBGN ..... | 14 |
| Tableau 2 : Valeurs inférieures des limites des classes d'état écologique, par type de cours d'eau pour l'IBGN .....                   | 14 |
| Tableau 3 : Valeurs inférieures des limites des classes d'état écologique .....  | 15 |
| Tableau 4 : Présentation des paramètres utilisables par l'Outil Diagnostic .....   | 16 |
| Tableau 5 : Paramètres physico-chimiques des différentes stations du ruisseau des Balaures .....                                       | 17 |
| Tableau 6 : IBG-DCE et I2M2 du site du ruisseau des Balaures .....   | 17 |

## Annexes

### Annexe 1 : Fiche terrain MPCE

#### Invertébrés - Protocole NF T90-333 CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA STATION

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| <b>ID_ANALYSE :</b>   |   |   |   |
| <b>Cours d'eau :</b>  |   |   |   |
| <b>Nom station :</b>  |   |   |   |
| <b>Commune :</b>  |   | <b>Conservateur :</b>   | Ethanol 96°   |
| <b>Opérateur :</b>  |   | <b>Kit de prélèvement utilisé :</b>   |   |
| <b>Date :</b>   |   | <b>Heure :</b>  |   |
| <b>ID_Echantillons</b>  | Bocal 01 :<br>Bocal 02 :<br>Bocal 03 :<br>Bocal 04 :<br>Bocal 05 :<br>Bocal 06 :  | Bocal 07 :<br>Bocal 08 :<br>Bocal 09 :<br>Bocal 10 :<br>Bocal 11 :<br>Bocal 12 :  |   |
| <b>POINT DE PRELEVEMENT</b>   |   |   |   |
| <b>Coordonnées de la limite</b>                                     | Prise en rive :   | <input type="checkbox"/> Droite <input type="checkbox"/> Gauche   | <input type="checkbox"/> Amont <input type="checkbox"/> Aval  |
| <input type="checkbox"/> Lambert 93 <input type="checkbox"/> WGS 84 | X : .....   | Y : .....   | Altitude : ..... m  |
| <b>Conditions d'observation</b>                                     | <b>Hydrologie antérieure</b>  | Evénement hydrologique :<br><input type="checkbox"/> Modéré stable <input type="checkbox"/> Important <input type="checkbox"/> Exceptionnel <input type="checkbox"/> Inconnu <input type="checkbox"/> Débit |   |
|   | <b>Source</b>   | <input type="checkbox"/> Banque HYDRO <input type="checkbox"/> Vigicrues (GdCE) <input type="checkbox"/> Mandataire <input type="checkbox"/> Autre.....   |   |
|   | <b>In situ</b>  | <b>Hydrologie apparente</b>   | <input type="checkbox"/> Pas d'eau <input type="checkbox"/> Trous d'eau, flaques <input type="checkbox"/> Basses eaux<br><input type="checkbox"/> Moyennes eaux <input type="checkbox"/> Hautes eaux <input type="checkbox"/> Crues débordantes<br>.....<br>..... |
|   |   | <b>Météo</b>  | <input type="checkbox"/> Soleil <input type="checkbox"/> Faiblement Nuageux <input type="checkbox"/> Très nuageux<br><input type="checkbox"/> Pluie fine <input type="checkbox"/> Pluie forte <input type="checkbox"/> Crépuscule                                 |
|   |   | <b>Visibilité du fond</b>   | <input type="checkbox"/> Non visible <input type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Bonne  |
| <b>Ombrage</b>  | <input type="checkbox"/> Nul <input type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Fort |   |   |



| CARACTERISTIQUE DES BERGES   |  |   |
|--|--|---|
|  | Rive Gauche  | Rive Droite   |
| Nature des berges  | <input type="checkbox"/> Naturelles <input type="checkbox"/><br>Artificielles .....  | <input type="checkbox"/> Naturelles <input type="checkbox"/> Artificielles<br>.....   |
| Pente et hauteur   | .....<br>.....   | .....   |
| Environnement  | <input type="checkbox"/> Prairial <input type="checkbox"/> Forestier <input type="checkbox"/> Agricole <input type="checkbox"/><br>Urbain<br><br><input type="checkbox"/><br>Autre.....<br>... | <input type="checkbox"/> Prairial <input type="checkbox"/> Forestier <input type="checkbox"/> Agricole <input type="checkbox"/> Urbain<br><br><input type="checkbox"/> Autre<br>.....   |
| OBSERVATIONS   |  | DIFFICULTE DE REALISATION   |
| .....<br>.....<br>.....<br>.....<br>.....<br>.....<br>.....<br>.....<br>.....<br>.....<br>.....<br>..... |  | Accès aux berges ou zone exondée difficile ou impossible :<br>.....<br>.....<br>.....<br>.....<br>Fond non correctement visible depuis les berges ou dans la rivière :<br>.....<br>.....<br>.....<br>.....<br>Substrat principal difficilement identifiable :<br>.....<br>.....<br>.....<br>..... |

## SCHEMA DE LA STATION

Indiquer : les **limites** amont et aval, le **sens** d'écoulement (flèche), l'**échelle**, les **faciès** d'écoulement, la **surface** des substrats par faciès d'écoulement et l'emplacement des **12 placettes** de prélèvements (cf. PROTEC\_05).

ID\_ANALYSE :

**LEGENDE**  
Vitesse en cm/s

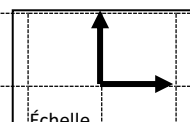
↓ V > 150 (BGN)  
↓ ↓ ↓ 75 < V < 150  
~ 25 < V < 75  
- - - 5 < V < 25  
~ V < 5

**Granulométrie**

□ Vases  
▨ Sable  
▨ Limons  
○ Gravier  
□ Galets  
□ Blocs  
□ Dalles  
△ Marnes, argile

**Couverture végétale**

Y Végétaux émergents  
Y Y Végétaux immergés  
oo Bryophytes  
> Litières, débris végétaux  
# Racines, branchages  
Algues filamenteuses



|   |       |                         |                              |
|---|-------|-------------------------|------------------------------|
| <b>Lpb :</b>  | ..... | <b>Lm :</b>             | .....<br>(Décimale si < 5 m) |
| <b>Lth :</b> 18 fois la largeur de plein bord si <b>Lpb</b> < 8<br>12 fois la largeur de plein bord si <b>8 &lt; Lpb</b> < 25<br>6 fois la largeur de plein bord si <b>Lpb</b> > 25 | ..... | <b>Sm (Lm*Lt):</b>      | .....                        |
| <b>Lt :</b>   | ..... | <b>Smarg (Sm*0.05):</b> | .....                        |

**Lpb** : Largeur plein bord, **Lth** : Longueur théorique station, **Lt** : Longueur totale station, **Lm** : Largeur miroir, **Sm** : Surface miroir, **Smarg** : Surface marginal / en mètres

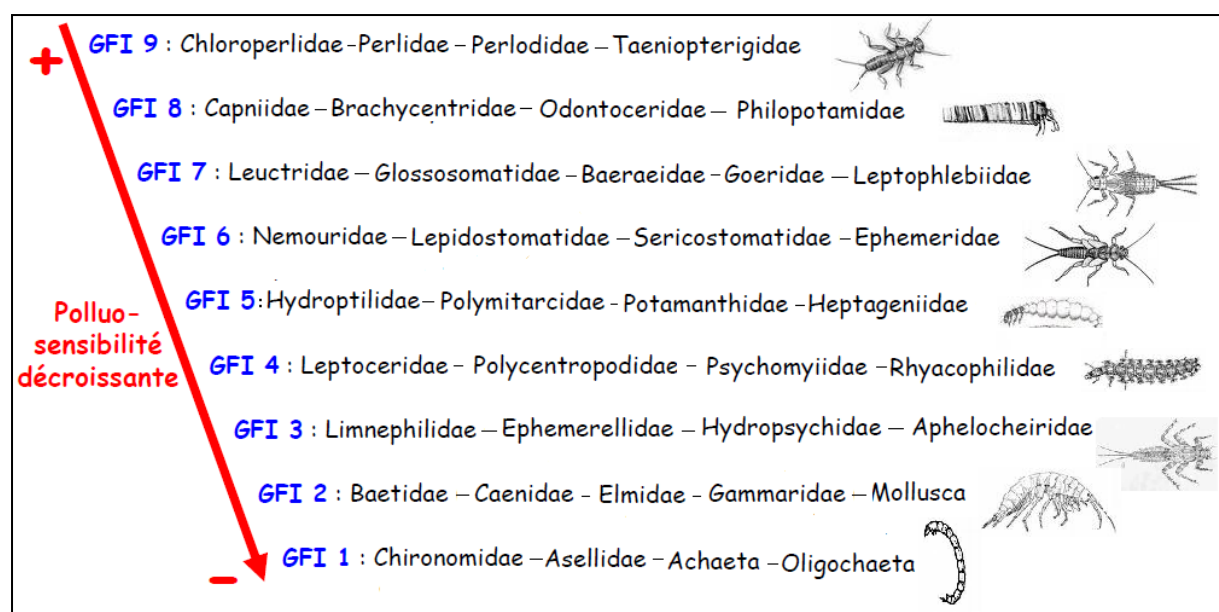
**Invertébrés - Protocole NF T90-333**  
**TABLEAU D'ECHANTILLONNAGE**

| <b>ID_ANALYSE :</b>   |   |   |                  | <b>Vitesses</b> |             |            |           | <b>Prélèvements</b> |                |                |
|---|---|---|------------------|-----------------|-------------|------------|-----------|---------------------|----------------|----------------|
| <b>Nature du substrat</b>   | <b>Substrat<br/>Fraction<br/>-nable</b> | <b>% de<br/>recouvrement<br/>(min 1% - pas<br/>de décimale)</b> | <b>D / M / P</b> | 150 > V > 75    | 75 > V > 25 | 25 > V > 5 | V < 5     | <b>Phase A</b>      | <b>Phase B</b> | <b>Phase C</b> |
|   |   |   |                  | <b>N4</b>       | <b>N5</b>   | <b>N3</b>  | <b>N1</b> |                     |                |                |
| Bryophytes  | /3 <sub>max</sub>                       |   |                  |                 |             |            |           |                     |                |                |
| Spermaphytes immergés   | /3 <sub>max</sub>                       |   |                  |                 |             |            |           |                     |                |                |
| Eléments organiques grossiers<br>(Litières)   |   |   |                  |                 |             |            |           |                     |                |                |
| <input type="checkbox"/> Chevelus racinaires  | /3 <sub>max</sub>                       |   |                  |                 |             |            |           |                     |                |                |
| <input type="checkbox"/> Supports ligneux   |   |   |                  |                 |             |            |           |                     |                |                |
| Sédiments minéraux de grande<br>taille (pierres, galets) (250mm > Ø<br>>25mm)                               |   |   |                  |                 |             |            |           |                     |                |                |
| Blocs (>Ø250mm) inclus dans une<br>matrice d'éléments minéraux de<br>grande taille (25 à 250 mm)            |   |   |                  |                 |             |            |           |                     |                |                |
| Granulats grossiers (25mm-<br>2.5mm)  |   |   |                  |                 |             |            |           |                     |                |                |
| Spermaphytes émergents de strate<br>basse   | /3 <sub>max</sub>                       |   |                  |                 |             |            |           |                     |                |                |
| Vases : Sédiments fins (Ø <<br>0.1mm) avec débris organiques fins   |   |   |                  |                 |             |            |           |                     |                |                |
| <input type="checkbox"/> Sables (< 2mm)   |   |   |                  |                 |             |            |           |                     |                |                |
| <input type="checkbox"/> Limons   |   |   |                  |                 |             |            |           |                     |                |                |
| <input type="checkbox"/> Algues   | /3 <sub>max</sub>                       |   |                  |                 |             |            |           |                     |                |                |
| <input type="checkbox"/> Bactéries et champignons<br>filamenteux  |   |   |                  |                 |             |            |           |                     |                |                |
| Surfaces uniformes dures<br>naturelles et artificielles (roches,<br>dalles, marnes et argiles<br>compactes) |   |   |                  |                 |             |            |           |                     |                |                |

**NBRE FLAcons :**

| Substrats                     | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Bocal                         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Phase (A, B, C)               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Surber (S) ou<br>Haveneau (H) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

Annexe 2 : Liste taxonomique des 9 groupes faunistiques indicateurs



## Annexe 3 : Liste faunistique de la station BET\_AM (campagne du 2 juillet 2019)

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| Opérateur terrain :     | PFR |
| Opérateur laboratoire : | VAK |
| Saisi par :             | VAK |
| Vérifié par :           | PFR |

|                          |             |
|--------------------------|-------------|
| Méthode de prélèvement : | NF T 90-333 |
|--------------------------|-------------|

|                     |                 |
|---------------------|-----------------|
| N° Identification : | INV19_27_BET_AM |
|---------------------|-----------------|

|            |       |
|------------|-------|
| N° Etude : | 19_27 |
|------------|-------|

|                                |                       |                       |     |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----|
| Cours d'eau :                  | Ruisseau des Belaires | Typologie masse d'eau |     |
| Nom et/ou code de la station : | BET_AM                | 19 - GRANDS CAUSSES   | P19 |
| Prélèvement du :               | 02/07/2019            |                       |     |

| G.L.   | TAXONS                          | Sandre | A   | B   | C   | Total<br>N | A + B<br>Taxon IBGN | A + B + C<br>Taxon IBGN | Fréq.<br>% | F. Cum.<br>% |
|--|---------------------------------|--------|-----|-----|-----|------------|---------------------|-------------------------|------------|--------------|
|  | <b>Emb. / ARTHROPODES</b>       | 3135   |     |     |     | 1174       | 0                   | 0                       |            | <b>89,28</b> |
|  | <b>CL. / INSECTES</b>           | 3323   |     |     |     | 1174       | 0                   | 0                       |            | <b>89,28</b> |
|  | <b>O. / PLECOPTERA</b>          | 1      |     |     |     | 102        | 0                   | 0                       |            | <b>7,76</b>  |
| 7  | F. / Leuctridae                 | 66     |     |     |     | 89         | 43                  | 89                      | 6,77       |              |
|  | g. / Leuctra                    | 69     | 7   | 36  | 46  | 89         | 0                   | 0                       | 6,77       |              |
| 6  | F. / Nemouridae                 | 20     |     |     |     | 6          | 2                   | 6                       | 0,46       |              |
|  | g. / Protonemura                | 46     | 2   |     | 4   | 6          | 0                   | 0                       | 0,46       |              |
| 9  | F. / Perlodidae                 | 127    |     |     |     | 7          | 7                   | 7                       | 0,53       |              |
|  | g. / Isopeta                    | 140    | 3   | 4   |     | 7          | 0                   | 0                       | 0,53       |              |
|  | <b>O. / TRICHOPTERA</b>         | 181    |     |     |     | 30         | 0                   | 0                       |            | <b>2,28</b>  |
| 7  | F. / Glossosomatidae            | 189    |     |     |     | 2          | 2                   | 2                       | 0,15       |              |
|  | g. / Synagapetus                | 192    |     | 2   |     | 2          | 0                   | 0                       | 0,15       |              |
| 3  | F. / Hydropsychidae             | 211    |     |     |     | 5          | 5                   | 5                       | 0,38       |              |
|  | g. / Hydropsyche                | 212    | 2   | 3   |     | 5          | 0                   | 0                       | 0,38       |              |
| 3  | F. / Limnephilidae              | 276    |     |     |     | 9          | 8                   | 9                       | 0,68       |              |
|  | sF. / Limnephilinae             | 3163   | 6   | 2   | 1   | 9          | 0                   | 0                       | 0,68       |              |
| 8  | F. / Odontoceridae              | 338    |     |     |     | 4          | 4                   | 4                       | 0,30       |              |
|  | g. / Odontocerum                | 339    | 2   | 2   |     | 4          | 0                   | 0                       | 0,30       |              |
| 8  | F. / Philopotamidae             | 206    |     |     |     | 8          | 6                   | 8                       | 0,61       |              |
|  | g. / Wormella                   | 210    | 6   |     | 2   | 8          | 0                   | 0                       | 0,61       |              |
| 4  | F. / Rhyacophilidae             | 182    |     |     |     | 1          | 1                   | 1                       | 0,08       |              |
|  | g. / Rhyacophila                | 183    | 1   |     |     | 1          | 0                   | 0                       | 0,08       |              |
| 6  | F. / Sericoptomatidae           | 321    |     |     |     | 1          | 0                   | 1                       | 0,08       |              |
|  | g. / Sericoptoma                | 322    |     |     | 1   | 1          | 0                   | 0                       | 0,08       |              |
|  | <b>O. / EPHEMEROPTERA</b>       | 348    |     |     |     | 213        | 0                   | 0                       |            | <b>16,20</b> |
| 2  | F. / Baetidae                   | 363    |     |     |     | 56         | 48                  | 56                      | 4,26       |              |
|  | g. / Baetis                     | 364    | 4   | 44  | 8   | 56         | 0                   | 0                       | 4,26       |              |
| 3  | F. / Ephemerellidae             | 449    |     |     |     | 108        | 90                  | 108                     | 8,21       |              |
|  | g. / Ephemerella                | 450    | 7   | 83  | 18  | 108        | 0                   | 0                       | 8,21       |              |
| 5  | F. / Heptageniidae              | 399    |     |     |     | 23         | 13                  | 23                      | 1,75       |              |
|  | g. / Ecdyonurus                 | 421    | 2   |     | 5   | 7          | 0                   | 0                       | 0,53       |              |
|  | g. / Electrogena                | 3181   |     | 11  | 5   | 16         | 0                   | 0                       | 1,22       |              |
| 7  | F. / Leptophlebiidae            | 473    |     | 2   | 1   | 26         | 17                  | 26                      | 1,98       |              |
|  | g. / Habroleptoides             | 485    |     | 15  | 8   | 23         | 0                   | 0                       | 1,75       |              |
|  | <b>O. / COLEOPTERA</b>          | 511    |     |     |     | 78         | 0                   | 0                       |            | <b>5,93</b>  |
|  | F. / Curculionidae              | 647    | 1   |     |     | 1          | 1                   | 1                       | 0,08       |              |
| 2  | F. / Elmidae                    | 614    |     |     |     | 54         | 44                  | 54                      | 4,11       |              |
|  | g. / Isotus                     | 619    | 1   | 29  | 3   | 33         | 0                   | 0                       | 2,51       |              |
|  | g. / Limnius                    | 623    |     | 14  | 7   | 21         | 0                   | 0                       | 1,60       |              |
|  | F. / Hebididae = Scirtidae (L.) | 634    |     |     |     | 5          | 5                   | 5                       | 0,38       |              |
|  | g. / Helodes                    | 636    | 5   |     |     | 5          | 0                   | 0                       | 0,38       |              |
|  | F. / Hydraenidae (A)            | 607    |     |     |     | 18         | 17                  | 18                      | 1,37       |              |
|  | g. / Hydraena                   | 608    |     | 17  | 1   | 18         | 0                   | 0                       | 1,37       |              |
|  | <b>O. / DIPTERA</b>             | 746    |     |     |     | 736        | 0                   | 0                       |            | <b>55,97</b> |
|  | F. / Atherididae                | 838    | 3   | 9   | 11  | 23         | 12                  | 23                      | 1,75       |              |
|  | F. / Ceratopogonidae            | 819    | 1   |     | 4   | 5          | 1                   | 5                       | 0,38       |              |
| 1  | F. / Chironomidae               | 807    | 324 | 75  | 237 | 636        | 399                 | 636                     | 48,37      |              |
|  | F. / Dicosidae                  | 793    | 1   |     |     | 1          | 1                   | 1                       | 0,08       |              |
|  | F. / Limoniidae                 | 757    | 6   | 8   | 23  | 37         | 14                  | 37                      | 2,81       |              |
|  | F. / Simuliidae                 | 801    | 3   | 26  | 4   | 33         | 29                  | 33                      | 2,51       |              |
|  | F. / Tabanidae                  | 837    | 1   |     |     | 1          | 1                   | 1                       | 0,08       |              |
|  | <b>O. / ODONATA</b>             | 648    |     |     |     | 15         | 0                   | 0                       |            | <b>1,14</b>  |
|  | F. / Cordulegasteridae          | 686    |     |     |     | 15         | 8                   | 15                      | 1,14       |              |
|  | g. / Cordulegaster              | 687    | 7   | 1   | 7   | 15         | 0                   | 0                       | 1,14       |              |
|  | <b>Emb. / ANNELIDES = VERS</b>  | 3327   |     |     |     | 138        | 0                   | 0                       |            | <b>10,49</b> |
| 1  | <b>CL. / OLIGOCHETES</b>        | 933    | 12  | 66  | 60  | 138        | 78                  | 138                     |            | <b>10,49</b> |
|  | <b>Emb. / PLATHELMINTHES</b>    | 3325   |     |     |     | 3          | 0                   | 0                       |            | <b>0,23</b>  |
|  | <b>CL. / TURBELLARIA</b>        | 3326   |     |     |     | 3          | 0                   | 0                       |            | <b>0,23</b>  |
|  | F. / Planariidae                | 1061   |     | 1   | 2   | 3          | 1                   | 3                       | 0,23       |              |
| Nombre total d'individus   |                                 |        | 407 | 450 | 458 | 1315       | 857                 | 1315                    |            |              |
| Variété taxonomique - code SANDRE 6034 / 6254                            |                                 |        |     |     |     |            | 27                  | 28                      |            |              |
| Classe de variété  |                                 |        |     |     |     |            |                     |                         |            |              |
| Groupe faunistique indicateur - code SANDRE 6035 / 6039                  |                                 |        |     |     |     |            | 9                   |                         |            |              |
| <b>MPCE A+B ("Equivalent IBGN") / MPCE 12 - codes SANDRE 5910 / 5912</b> |                                 |        |     |     |     |            | <b>16</b>           |                         |            |              |
| <b>Classe qualité (Arrêté 25/01/2010)</b>                                |                                 |        |     |     |     |            | <b>Tria Bon</b>     |                         |            |              |



Annexe 4 : Liste faunistique de la station BET\_AV-4 (campagne du 2 juillet 2019)

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| Opérateur terrain :     | PFR |
| Opérateur laboratoire : | VAK |
| Saisi par :             | VAK |
| Vérifié par :           | PFR |

|                          |             |
|--------------------------|-------------|
| Méthode de prélèvement : | NF T 90-333 |
|--------------------------|-------------|

|                     |                  |
|---------------------|------------------|
| N° Identification : | INV19_27_BET_AV4 |
|---------------------|------------------|

|            |       |
|------------|-------|
| N° Etude : | 19_27 |
|------------|-------|

|                                |                       |                       |     |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----|
| Cours d'eau :                  | Ruisseau des Belsures | Typologie masse d'eau |     |
| Nom et/ou code de la station : | BET_AV4               | 19 - GRANDS CAUSSES   | P19 |
| Prélèvement du :               | 02/07/2019            |                       |     |

| G.L.  | TAXONS                         | Sandre | A   | B   | C   | Total | A + B           | A + B + C  | Fréq. | F. Cum. |
|---|--------------------------------|--------|-----|-----|-----|-------|-----------------|------------|-------|---------|
|   |                                |        |     |     |     | N     | Taxon IBGN      | Taxon IBGN | %     | %       |
|   | Emb. / ARTHROPODES             | 3135   |     |     |     | 452   | 0               | 0          |       | 91,13   |
|   | CL. / INSECTES                 | 3323   |     |     |     | 452   | 0               | 0          |       | 91,13   |
|   | O. / PLECOPTERA                | 1      |     |     |     | 117   | 0               | 0          |       | 23,59   |
| 7   | F. / Leuctridae                | 66     |     |     |     | 94    | 46              | 94         | 18,95 |         |
|   | g. / Leuctra                   | 69     | 22  | 24  | 48  | 94    | 0               | 0          | 18,95 |         |
| 6   | F. / Nemouridae                | 20     |     |     |     | 21    | 15              | 21         | 4,23  |         |
|   | g. / Protonemura               | 46     | 10  | 5   | 6   | 21    | 0               | 0          | 4,23  |         |
| 9   | F. / Perlodidae                | 127    |     |     |     | 2     | 0               | 2          | 0,40  |         |
|   | g. / Isopete                   | 140    |     |     | 2   | 2     | 0               | 0          | 0,40  |         |
|   | O. / TRICHOPTERA               | 181    |     |     |     | 16    | 0               | 0          |       | 3,23    |
| 3   | F. / Hydropsychidae            | 211    |     |     |     | 1     | 1               | 1          | 0,20  |         |
|   | g. / Hydropsyche               | 212    |     | 1   |     | 1     | 0               | 0          | 0,20  |         |
| 6   | F. / Lepidostomatidae          | 304    |     |     |     | 1     | 1               | 1          | 0,20  |         |
|   | g. / Lepidostoma               | 305    |     | 1   |     | 1     | 0               | 0          | 0,20  |         |
| 8   | F. / Odontoceridae             | 338    |     |     |     | 2     | 1               | 2          | 0,40  |         |
|   | g. / Odontocerum               | 339    |     | 1   | 1   | 2     | 0               | 0          | 0,40  |         |
| 4   | F. / Polycentropodidae         | 223    |     |     |     | 2     | 2               | 2          | 0,40  |         |
|   | g. / Plectrocnemia             | 228    | 2   |     |     | 2     | 0               | 0          | 0,40  |         |
| 4   | F. / Rhyacophilidae            | 182    |     |     |     | 10    | 6               | 10         | 2,02  |         |
|   | g. / Rhyacophila               | 183    | 3   | 3   | 4   | 10    | 0               | 0          | 2,02  |         |
|   | O. / EPHEMEROPTERA             | 348    |     |     |     | 43    | 0               | 0          |       | 8,67    |
| 2   | F. / Baetidae                  | 363    |     |     |     | 37    | 19              | 37         | 7,46  |         |
|   | g. / Baetis                    | 364    | 7   | 12  | 18  | 37    | 0               | 0          | 7,46  |         |
| 7   | F. / Leptophlebiidae           | 473    | 2   | 1   |     | 6     | 4               | 6          | 1,21  |         |
|   | g. / Habrophlebia              | 491    |     | 1   | 2   | 3     | 0               | 0          | 0,60  |         |
|   | O. / COLEOPTERA                | 511    |     |     |     | 12    | 0               | 0          |       | 2,42    |
|   | F. / Dyssidae                  | 527    |     |     |     | 1     | 1               | 1          | 0,20  |         |
|   | sF. / Hydroporinae             | 2393   |     | 1   |     | 1     | 0               | 0          | 0,20  |         |
| 2   | F. / Elmidae                   | 614    |     |     |     | 4     | 3               | 4          | 0,81  |         |
|   | g. / Elmis                     | 618    | 2   |     |     | 2     | 0               | 0          | 0,40  |         |
|   | g. / Limnius                   | 623    |     | 1   | 1   | 2     | 0               | 0          | 0,40  |         |
|   | F. / Hebididae = Scirtidae (L) | 634    |     |     |     | 2     | 2               | 2          | 0,40  |         |
|   | g. / Cyphon                    | 635    |     | 2   |     | 2     | 0               | 0          | 0,40  |         |
|   | F. / Hydraenidae (A)           | 607    |     |     |     | 4     | 3               | 4          | 0,81  |         |
|   | g. / Hydraena                  | 608    | 1   | 2   | 1   | 4     | 0               | 0          | 0,81  |         |
|   | F. / Hydrophilidae             | 571    |     |     |     | 1     | 0               | 1          | 0,20  |         |
|   | sF. / Hydrophilinae            | 2517   |     |     | 1   | 1     | 0               | 0          | 0,20  |         |
|   | O. / DIPTERA                   | 746    |     |     |     | 259   | 0               | 0          |       | 52,22   |
|   | F. / Atherididae               | 838    |     | 1   |     | 1     | 1               | 1          | 0,20  |         |
|   | F. / Ceratopogonidae           | 819    | 4   | 3   |     | 7     | 7               | 7          | 1,41  |         |
| 1   | F. / Chironomidae              | 807    | 85  | 75  | 32  | 192   | 160             | 192        | 38,71 |         |
|   | F. / Dicosidae                 | 793    |     |     | 1   | 1     | 0               | 1          | 0,20  |         |
|   | F. / Empididae                 | 831    |     | 1   | 3   | 4     | 1               | 4          | 0,81  |         |
|   | F. / Limoniidae                | 757    | 5   | 2   |     | 7     | 7               | 7          | 1,41  |         |
|   | F. / Simuliidae                | 801    | 10  | 6   | 29  | 45    | 16              | 45         | 9,07  |         |
|   | F. / Tabanidae                 | 837    |     |     | 2   | 2     | 0               | 2          | 0,40  |         |
|   | O. / ODONATA                   | 648    |     |     |     | 5     | 0               | 0          |       | 1,01    |
|   | F. / Calopterygidae            | 649    |     |     |     | 2     | 1               | 2          | 0,40  |         |
|   | g. / Calopteryx                | 650    |     | 1   | 1   | 2     | 0               | 0          | 0,40  |         |
|   | F. / Cordulegasteridae         | 686    |     |     |     | 3     | 2               | 3          | 0,60  |         |
|   | g. / Cordulegaster             | 687    | 2   |     | 1   | 3     | 0               | 0          | 0,60  |         |
| 2   | Emb. / MOLLUSQUES              | 965    |     |     |     | 2     | 0               | 2          |       | 0,40    |
|   | CL. / GASTEROPODES             | 5123   |     |     |     | 2     | 0               | 0          |       | 0,40    |
|   | F. / Planorbidae               | 1009   |     |     | 2   | 2     | 0               | 2          | 0,40  |         |
|   | Emb. / ANNELIDES = VERS        | 3327   |     |     |     | 42    | 0               | 0          |       | 8,47    |
| 1   | CL. / OLIGOCHETES              | 933    | 12  | 17  | 13  | 42    | 29              | 42         |       | 8,47    |
| Nombre total d'individus  |                                |        | 167 | 161 | 168 | 496   | 328             | 496        |       |         |
| Variété taxonomique - code SANDRE 6034 / 6254                     |                                |        |     |     |     |       | 22              | 27         |       |         |
| Classe de variété   |                                |        |     |     |     |       | 7               |            |       |         |
| Groupe faunistique indicateur - code SANDRE 6035 / 6039           |                                |        |     |     |     |       | F. / Leuctridae | 7          |       |         |
| MPCE A+B ("Equivalent IBGN") / MPCE 12 - codes SANDRE 5910 / 5912 |                                |        |     |     |     |       |                 | 13         |       |         |
| Classe qualité (Arrêté 25/01/2010)                                |                                |        |     |     |     |       |                 | Bon        |       |         |

Annexe 5 : Liste faunistique de la station BET\_AV-5 (campagne du 2 juillet 2019)

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| Opérateur terrain :     | PFR |
| Opérateur laboratoire : | VAK |
| Saisi par :             | VAK |
| Vérifié par :           | PFR |

|                          |             |
|--------------------------|-------------|
| Méthode de prélèvement : | NF T 90-333 |
|--------------------------|-------------|

|                     |                  |
|---------------------|------------------|
| N° Identification : | INV19_27_BET_AV5 |
|---------------------|------------------|

|            |       |
|------------|-------|
| N° Etude : | 19_27 |
|------------|-------|

|                                |                       |                       |     |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----|
| Cours d'eau :                  | Ruisseau des Balaures | Typologie masse d'eau |     |
| Nom et/ou code de la station : | BET_AV5               | 19 - GRANDS CAUSSES   | P19 |
| Prélèvement du :               | 02/07/2019            |                       |     |

| G.L.  | TAXONS                  | Sandre | A   | B   | C   | Total              | A + B      | A + B + C  | Fréq. | F. Cum. |
|---|-------------------------|--------|-----|-----|-----|--------------------|------------|------------|-------|---------|
|   |                         |        |     |     |     | N                  | Taxon IBGN | Taxon IBGN | %     | %       |
|   | Emb. / ARTHROPODES      | 3135   |     |     |     | 422                | 0          | 0          |       | 83,40   |
|   | CL. / INSECTES          | 3323   |     |     |     | 422                | 0          | 0          |       | 83,40   |
|   | O. / PLECOPTERA         | 1      |     |     |     | 18                 | 0          | 0          |       | 3,56    |
| 6   | F. / Nemouridae         | 20     |     |     |     | 18                 | 13         | 18         | 3,56  |         |
|   | g. / Protonemura        | 46     | 1   | 12  | 5   | 18                 | 0          | 0          | 3,56  |         |
|   | O. / TRICHOPTERA        | 181    |     |     |     | 21                 | 0          | 0          |       | 4,15    |
| 3   | F. / Limnephilidae      | 276    |     |     |     | 3                  | 3          | 3          | 0,59  |         |
|   | sF. / Limnephilinae     | 3163   | 3   |     |     | 3                  | 0          | 0          | 0,59  |         |
| 8   | F. / Odontoceridae      | 338    |     |     |     | 9                  | 6          | 9          | 1,78  |         |
|   | g. / Odontocerum        | 339    | 1   | 5   | 3   | 9                  | 0          | 0          | 1,78  |         |
| 4   | F. / Polycentropodidae  | 223    |     |     |     | 2                  | 1          | 2          | 0,40  |         |
|   | g. / Plectrocnemia      | 228    |     | 1   | 1   | 2                  | 0          | 0          | 0,40  |         |
| 4   | F. / Rhyacophilidae     | 182    |     |     |     | 7                  | 5          | 7          | 1,38  |         |
|   | g. / Rhyacophila        | 183    | 1   | 4   | 2   | 7                  | 0          | 0          | 1,38  |         |
|   | O. / EPHEMEROPTERA      | 348    |     |     |     | 18                 | 0          | 0          |       | 3,56    |
| 2   | F. / Baetidae           | 363    |     |     |     | 18                 | 11         | 18         | 3,56  |         |
|   | g. / Baetis             | 364    | 5   | 6   | 7   | 18                 | 0          | 0          | 3,56  |         |
|   | O. / COLEOPTERA         | 511    |     |     |     | 1                  | 0          | 0          |       | 0,20    |
| 2   | F. / Elmidae            | 614    |     |     |     | 1                  | 1          | 1          | 0,20  |         |
|   | g. / Limnius            | 623    |     | 1   |     | 1                  | 0          | 0          | 0,20  |         |
|   | O. / DIPTERA            | 746    |     |     |     | 340                | 0          | 0          |       | 67,19   |
|   | F. / Atheriidae         | 838    | 1   |     |     | 1                  | 1          | 1          | 0,20  |         |
|   | F. / Ceratopogonidae    | 819    |     | 2   | 2   | 4                  | 2          | 4          | 0,79  |         |
| 1   | F. / Chironomidae       | 807    | 152 | 81  | 49  | 282                | 233        | 282        | 55,73 |         |
|   | F. / Empididae          | 831    | 1   | 5   | 3   | 9                  | 6          | 9          | 1,78  |         |
|   | F. / Limoniidae         | 757    | 3   | 1   | 2   | 6                  | 4          | 6          | 1,19  |         |
|   | F. / Simuliidae         | 801    | 11  | 13  | 14  | 38                 | 24         | 38         | 7,51  |         |
|   | O. / ODONATA            | 648    |     |     |     | 22                 | 0          | 0          |       | 4,35    |
|   | F. / Calopterygidae     | 649    |     |     |     | 3                  | 2          | 3          | 0,59  |         |
|   | g. / Calopteryx         | 650    | 2   |     | 1   | 3                  | 0          | 0          | 0,59  |         |
|   | F. / Cordulegasteridae  | 686    |     |     |     | 19                 | 19         | 19         | 3,75  |         |
|   | g. / Cordulegaster      | 687    | 17  | 2   |     | 19                 | 0          | 0          | 3,75  |         |
|   | O. / MEGALOPTERA        | 702    |     |     |     | 2                  | 0          | 0          |       | 0,40    |
|   | F. / Sialidae           | 703    |     |     |     | 2                  | 1          | 2          | 0,40  |         |
|   | g. / Sialis             | 704    | 1   |     | 1   | 2                  | 0          | 0          | 0,40  |         |
| 2   | Emb. / MOLLUSQUES       | 965    |     |     |     | 1                  | 0          | 1          |       | 0,20    |
|   | CL. / GASTEROPODES      | 5123   |     |     |     | 1                  | 0          | 0          |       | 0,20    |
|   | F. / Hydrobiidae        | 973    |     |     |     | 1                  | 0          | 1          | 0,20  |         |
|   | g. / Potamopyrgus       | 978    |     |     | 1   | 1                  | 0          | 0          | 0,20  |         |
|   | Emb. / ANNELIDES = VERS | 3327   |     |     |     | 73                 | 0          | 0          |       | 14,43   |
| 1   | CL. / OLIGOCHETES       | 933    | 20  | 26  | 27  | 73                 | 46         | 73         |       | 14,43   |
|   | Emb. / PLATHELMINTHES   | 3325   |     |     |     | 10                 | 0          | 0          |       | 1,98    |
|   | CL. / TURBELLARIA       | 3326   |     |     |     | 10                 | 0          | 0          |       | 1,98    |
|   | F. / Planariidae        | 1061   |     | 2   | 8   | 10                 | 2          | 10         | 1,98  |         |
| Nombre total d'individus  |                         |        | 219 | 161 | 126 | 506                | 380        | 506        |       |         |
| Variété taxonomique - code SANDRE 6034 / 6254                     |                         |        |     |     |     |                    | 18         | 19         |       |         |
| Classe de variété   |                         |        |     |     |     |                    | 6          |            |       |         |
| Groupe faunistique indicateur - code SANDRE 6035 / 6039           |                         |        |     |     |     |                    | 8          |            |       |         |
| Taxon indicateur  |                         |        |     |     |     | F. / Odontoceridae |            |            |       |         |
| MPCE A+B ("Equivalent IBGN") / MPCE 12 - codes SANDRE 5910 / 5912 |                         |        |     |     |     |                    | 13         |            |       |         |
| Classe qualité (Arrêté 25/01/2010)                                |                         |        |     |     |     |                    | Bon        |            |       |         |

Annexe 6 : Liste faunistique de la station BET\_AV-10 (campagne du 2 juillet 2019)

|                                |                       |                          |             |
|--------------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------|
| Opérateur terrain :            | PFR                   | Méthode de prélèvement : | NF T 90-333 |
| Opérateur laboratoire :        | VAK                   |                          |             |
| Saisi par :                    | VAK                   |                          |             |
| Vérifié par :                  | PFR                   |                          |             |
| N° Identification :            | INV19_27_BET_AV10     | N° Etude :               | 19_27       |
| Cours d'eau :                  | Ruisseau des Balaures | Typologie masse d'eau    |             |
| Nom et/ou code de la station : | BET AV10              | 19 - GRANDS CAUSSES      | P19         |
| Prélèvement du :               | 02/07/2019            |                          |             |

| G.L. TAXONS   | Sandre | A   | B   | C   | Total<br>N         | A + B<br>Taxon IBGN | A + B + C<br>Taxon IBGN | Fréq.<br>% | F. Cum.<br>% |
|---|--------|-----|-----|-----|--------------------|---------------------|-------------------------|------------|--------------|
| Emb. / ARTHROPODES  | 3135   |     |     |     | 387                | 0                   | 0                       |            | 87,16        |
| CL. / INSECTES  | 3323   |     |     |     | 387                | 0                   | 0                       |            | 87,16        |
| O. / PLECOPTERA   | 1      |     |     |     | 48                 | 0                   | 0                       |            | 10,81        |
| 7 F. / Leuctridae   | 66     |     |     |     | 6                  | 0                   | 6                       | 1,35       |              |
| g. / Leuctra  | 69     |     |     | 6   | 6                  | 0                   | 0                       | 1,35       |              |
| 6 F. / Nemouridae   | 20     |     |     |     | 40                 | 29                  | 40                      | 9,01       |              |
| g. / Protonemura  | 46     | 2   | 27  | 11  | 40                 | 0                   | 0                       | 9,01       |              |
| 9 F. / Perlodidae   | 127    |     |     |     | 2                  | 1                   | 2                       | 0,45       |              |
| g. / Isoperla   | 140    |     | 1   | 1   | 2                  | 0                   | 0                       | 0,45       |              |
| O. / TRICHOPTERA  | 181    |     |     |     | 26                 | 0                   | 0                       |            | 5,86         |
| 3 F. / Hydropsychidae   | 211    |     |     |     | 4                  | 2                   | 4                       | 0,90       |              |
| g. / Hydropsyche  | 212    |     | 2   | 2   | 4                  | 0                   | 0                       | 0,90       |              |
| 3 F. / Limnephilidae  | 276    |     |     |     | 4                  | 1                   | 4                       | 0,90       |              |
| sF. / Limnephilinae   | 3163   |     | 1   | 3   | 4                  | 0                   | 0                       | 0,90       |              |
| 8 F. / Odontoceridae  | 338    |     |     |     | 11                 | 5                   | 11                      | 2,48       |              |
| g. / Odontocerum  | 339    |     | 5   | 6   | 11                 | 0                   | 0                       | 2,48       |              |
| 4 F. / Rhyacophilidae   | 182    |     |     |     | 7                  | 5                   | 7                       | 1,58       |              |
| g. / Rhyacophila  | 183    | 1   | 4   | 2   | 7                  | 0                   | 0                       | 1,58       |              |
| O. / EPHEMEROPTERA  | 348    |     |     |     | 67                 | 0                   | 0                       |            | 15,09        |
| 2 F. / Baetidae   | 363    |     |     |     | 60                 | 48                  | 60                      | 13,51      |              |
| g. / Baetis   | 364    | 15  | 33  | 12  | 60                 | 0                   | 0                       | 13,51      |              |
| 7 F. / Leptophlebiidae  | 473    |     |     |     | 7                  | 4                   | 7                       | 1,58       |              |
| g. / Heptophlebia   | 491    | 3   | 1   | 3   | 7                  | 0                   | 0                       | 1,58       |              |
| O. / COLEOPTERA   | 511    |     |     |     | 11                 | 0                   | 0                       |            | 2,48         |
| F. / Dryopidae  | 610    |     |     |     | 1                  | 0                   | 1                       | 0,23       |              |
| g. / Dryops   | 613    |     |     | 1   | 1                  | 0                   | 0                       | 0,23       |              |
| F. / Dryadidae  | 527    |     |     |     | 2                  | 2                   | 2                       | 0,45       |              |
| sF. / Hydroporinae  | 2393   |     | 2   |     | 2                  | 0                   | 0                       | 0,45       |              |
| 2 F. / Elmidae  | 614    |     |     |     | 4                  | 2                   | 4                       | 0,90       |              |
| g. / Dupophylus   | 620    |     |     | 1   | 1                  | 0                   | 0                       | 0,23       |              |
| g. / Elmis  | 618    |     | 2   | 1   | 3                  | 0                   | 0                       | 0,68       |              |
| F. / Helophoridae (A)   | 603    |     |     |     | 1                  | 1                   | 1                       | 0,23       |              |
| g. / Helophorus   | 604    | 1   |     |     | 1                  | 0                   | 0                       | 0,23       |              |
| F. / Hydranellidae (A)  | 607    |     |     |     | 3                  | 1                   | 3                       | 0,68       |              |
| g. / Hydranella   | 608    |     | 1   | 2   | 3                  | 0                   | 0                       | 0,68       |              |
| O. / DIPTERA  | 746    |     |     |     | 222                | 0                   | 0                       |            | 50,00        |
| F. / Atherididae  | 838    | 2   |     | 2   | 4                  | 2                   | 4                       | 0,90       |              |
| F. / Ceratopogonidae  | 819    | 1   |     | 1   | 2                  | 1                   | 2                       | 0,45       |              |
| 1 F. / Chironomidae   | 807    | 72  | 15  | 45  | 132                | 87                  | 132                     | 29,73      |              |
| F. / Dicosidae  | 793    | 1   | 1   | 1   | 3                  | 2                   | 3                       | 0,68       |              |
| F. / Empididae  | 831    | 1   | 3   | 3   | 7                  | 4                   | 7                       | 1,58       |              |
| F. / Limoniidae   | 757    |     | 4   |     | 4                  | 4                   | 4                       | 0,90       |              |
| F. / Rhagionidae  | 841    |     | 1   |     | 1                  | 1                   | 1                       | 0,23       |              |
| F. / Simuliidae   | 801    | 9   | 31  | 28  | 68                 | 40                  | 68                      | 15,32      |              |
| F. / Tipulidae  | 753    |     |     | 1   | 1                  | 0                   | 1                       | 0,23       |              |
| O. / ODONATA  | 648    |     |     |     | 13                 | 0                   | 0                       |            | 2,93         |
| F. / Calopterygidae   | 649    |     |     |     | 10                 | 9                   | 10                      | 2,25       |              |
| g. / Calopteryx   | 650    | 9   |     | 1   | 10                 | 0                   | 0                       | 2,25       |              |
| F. / Cordulegasteridae  | 686    |     |     |     | 3                  | 2                   | 3                       | 0,68       |              |
| g. / Cordulegaster  | 687    |     | 2   | 1   | 3                  | 0                   | 0                       | 0,68       |              |
| Emb. / ANNELIDES = VERS   | 3327   |     |     |     | 56                 | 0                   | 0                       |            | 12,61        |
| 1 CL. / OLIGOCHETES   | 933    | 2   | 19  | 35  | 56                 | 21                  | 56                      |            | 12,61        |
| Emb. / PLATHELMINTHES   | 3325   |     |     |     | 1                  | 0                   | 0                       |            | 0,23         |
| CL. / TURBELLARIA   | 3326   |     |     |     | 1                  | 0                   | 0                       |            | 0,23         |
| F. / Dendrobaenidae   | 1071   |     |     | 1   | 1                  | 0                   | 1                       | 0,23       |              |
| Nombre total d'individus  |        | 119 | 155 | 170 | 444                | 274                 | 444                     |            |              |
| Variété taxonomique - code SANDRE 6034 / 6254                     |        |     |     |     |                    | 23                  | 27                      |            |              |
| Classe de variété   |        |     |     |     |                    | 7                   |                         |            |              |
| Groupe faunistique indicateur - code SANDRE 6035 / 6039           |        |     |     |     |                    | 8                   |                         |            |              |
| Taxon indicateur  |        |     |     |     | F. / Odontoceridae |                     |                         |            |              |
| MPCE A+B ("Equivalent IBGN") / MPCE 12 - codes SANDRE 5910 / 5912 |        |     |     |     |                    | 14                  |                         |            |              |
| Classe qualité (Arrêté 25/01/2010)                                |        |     |     |     |                    | Très Bon            |                         |            |              |



**POLYTECH<sup>®</sup>**  
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS  
37200 TOURS

Morgane FINIELS

2019-2020

Les Indicateurs Biologiques en cours d'eau (IBD, IBMR, IBG-DCE et IPR) : Etude de cas de leur utilisation dans le diagnostic des milieux aquatiques de type cours d'eau

**Résumé** : Le présent document est un **rapport de stage** faisant état de l'ensemble des **missions et activités** qui ont été effectuées dans le cadre du **stage de 4<sup>ème</sup> année**. Il comprend une présentation succincte de la **structure d'accueil**, rappelle le **sujet**, précise la **méthode de travail** suivie et présente les **résultats** ainsi que leur **analyse**.

**Mots Clés** : Bureau d'étude, Rapport de stage, Milieux aquatiques, Hydrobiologie, Indicateurs biologiques

Hydrosphère :

2 Avenue de la Mare, ZI des Béthunes  
95310 SAINT-OUEN-L'AUMONE

Tuteur entreprise :

Pascal FRANCISCO

Responsable de l'Agence Occitanie

Tuteur académique :

Vincent ROTGE

Hydrsphère



**POLYTECH<sup>®</sup>**  
TOURS



université  
de **TOURS**