



**ETUDE DE LA QUALITE DES  
MILIEUX AQUATIQUES DE LA  
BRAGUE – STATION 9**

**IMPACT DES REJETS DE LA  
STATION D'EPURATION DES  
BOUILLIDES SUR LE MILIEU  
AQUATIQUE**

---

**Conseil Scientifique des  
Iles de Lérins**

Association Loi de 1901,  
Agréée « Protection de l'Environnement » et  
« Recherches et Développement »

11, avenue du Commandant Bret – 06400 Cannes  
04.92.99.22.40 / 06.64.28.28.36- csil@free.fr

---

**25 JANVIER 2024**



# ETUDE DE LA QUALITE DES MILIEUX AQUATIQUES DE LA BRAGUE

## IMPACT DES REJETS DE LA STATION D'EPURATION DES BOUILLIDES SUR LE MILIEU AQUATIQUE - STATION 9

### Analyses Biologiques

#### Etude de la macrofaune benthique (IBG-DCE)

#### Etude des micro-algues périlithiques (IBD)

#### Etude des peuplements de poisson (IPR)



| Date       | Nom du rédacteur | Qualité                                        |
|------------|------------------|------------------------------------------------|
| Avril 2024 | Stéphanie PIERRE | Directrice - Docteur en biologie marine        |
|            | Damien LAGRANGE  | Chargé d'études en environnement marin au CSIL |

#### Responsables de l'étude :

Stéphanie PIERRE

#### Participants aux missions de terrain :

Stéphanie PIERRE, Damien LAGRANGE, Elia DRONEAU, Romane TORCHY, Lili BARRETEAU

#### Analyse des résultats, rédaction du rapport :

Stéphanie PIERRE, Directrice du CSIL, Biologiste marin

Damien LAGRANGE, Chargé d'études en environnement marin au CSIL

#### Ce rapport doit être cité comme suit :

PIERRE S., LAGRANGE D., 2024. Etude de la qualité des milieux aquatiques de la Brague – Station 9 – Analyses biologiques - 36 pages.

## SOMMAIRE

|                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CADRE DE L'ÉTUDE .....</b>                                     | <b>6</b>  |
| <b>LE SECTEUR D'ÉTUDE .....</b>                                   | <b>7</b>  |
| <b>MÉTHODE .....</b>                                              | <b>9</b>  |
| <b>1. MESURES PHYSICO-CHIMIQUES IN-SITU .....</b>                 | <b>9</b>  |
| 1.1.Température de l'eau .....                                    | 9         |
| 1.2.Conductivité .....                                            | 9         |
| 1.3.Potentiel Hydrogène : pH (minimum et maximum) .....           | 10        |
| 1.4.Turbidité .....                                               | 10        |
| 1.5.Oxygène dissous et saturation en oxygène .....                | 10        |
| 1.6.Interprétation des résultats .....                            | 11        |
| <b>2. L'ÉTUDE DES DIATOMÉES (IBD) .....</b>                       | <b>11</b> |
| 2.1.Utilisation des Diatomées.....                                | 11        |
| 2.2.Protocole d'échantillonnage et d'analyse .....                | 12        |
| 2.2.1.Caractéristiques principales de l'échantillonnage.....      | 12        |
| 2.3.Préparation des lames.....                                    | 13        |
| 2.4.Détermination et comptage .....                               | 13        |
| <b>3. L'ÉTUDE DES MACROINVERTEBRES BENTHIQUES (IBG-DCE) .....</b> | <b>14</b> |
| 3.1.Protocole d'échantillonnage et d'analyse .....                | 14        |
| 3.1.1.Caractéristiques principales de l'échantillonnage.....      | 15        |
| 3.2.Tri et détermination .....                                    | 15        |
| 3.3.Note IBG .....                                                | 16        |
| <b>4. INDICE POISSON EN RIVIÈRE (IPR) .....</b>                   | <b>16</b> |
| 4.1.Matériel nécessaire .....                                     | 17        |
| 4.2.Protocole .....                                               | 17        |
| 4.2.1.Localisation de la station .....                            | 17        |
| 4.2.2.Réalisation.....                                            | 18        |
| 4.3.Calculs – traitements des données.....                        | 18        |
| <b>RÉSULTATS.....</b>                                             | <b>19</b> |

|                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. LA STATION D'ETUDE.....</b>                                                     | <b>19</b> |
| <b>2. MESURES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU .....</b>                                    | <b>20</b> |
| <b>3. INDICE BIOLOGIQUE DIATOMÉES (IBD) .....</b>                                     | <b>21</b> |
| 3.1.Comparaison de l'indice diatomique entre 2003 et 2024.....                        | 22        |
| <b>4. INDICE BIOLOGIQUE GLOBAL (IBG) .....</b>                                        | <b>23</b> |
| 4.1.Interprétation .....                                                              | 25        |
| 4.2.Comparaison de l'Indice Biologique Global entre 2003 et 2024.....                 | 26        |
| <b>5. INDICE POISSONS RIVIÈRE (IPR) .....</b>                                         | <b>27</b> |
| 5.1.Interprétation .....                                                              | 29        |
| 5.2. Comparaison de l'Indice Poisson Rivière de la station 9 entre 2015 et 2024 ..... | 29        |
| <b>CONCLUSION.....</b>                                                                | <b>30</b> |
| <b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>                                                            | <b>31</b> |
| <b>ANNEXES.....</b>                                                                   | <b>32</b> |

## LISTE DES FIGURES

|                                                                                                                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <a href="#">Figure 1: localisation de la station d'étude sur la commune de Biot</a> .....                                                                                                                    | 7  |
| <a href="#">Figure 2: Dans l'ordre : amont de la station ; station d'échantillonnage ; aval de la station - Brague</a> .....                                                                                 | 8  |
| <a href="#">Figure 3: sonde multiparamétrique et mesures physico-chimiques</a> .....                                                                                                                         | 9  |
| <a href="#">Figure 4: pêche électrique station 9, Brague – 25 janvier 2024</a> .....                                                                                                                         | 18 |
| <a href="#">Figure 5: visuel de la brague à la station 9 le 25 janvier 2024. 1- Station 9 et site d'échantillonnage ; 2- vasque en amont de la station ; 3- blocs de mousse en amont de la station</a> ..... | 19 |
| <a href="#">Figure 6: confluence entre la Bouillide à gauche et de la Brague à droite. En amont de la station 9.</a> .....                                                                                   | 20 |
| <a href="#">Figure 7: répartition des régimes alimentaires de la station 9, Brague – 25 janvier 2024</a> .....                                                                                               | 26 |
| <a href="#">Figure 8: effectif par classes de tailles de l'anguille : <i>Anquilla anguilla</i></a> .....                                                                                                     | 28 |

## LISTE DES TABLEAUX

|                                                                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <a href="#">Tableau I: coordonnées GPS de la station d'étude</a> .....                                                                                                              | 8  |
| <a href="#">Tableau II : grille d'évaluation SEQ-EAU (système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau) des paramètres physico-chimiques (Version 2)</a> .....           | 11 |
| <a href="#">Tableau III: mesures physico-chimiques de la station 9, Brague – 25 janvier 2024</a> .....                                                                              | 20 |
| <a href="#">Tableau IV: classes d'état écologique en fonction des notes IBD</a> .....                                                                                               | 21 |
| <a href="#">Tableau V: Indices biologiques Diatomées (IBD) de la station 9, Brague – 25 janvier 2024</a> .....                                                                      | 21 |
| <a href="#">Tableau VI: comparaison des Indices Biologiques Diatomées (IBD) entre 2003 et 2024</a> .....                                                                            | 22 |
| <a href="#">Tableau VII: Extrait de l'Annexe 1 de l'Arrêté du 27/07/15 : valeurs inférieures des classes d'état, exprimées en EQR, par type de cours d'eau pour l'IBG DCE</a> ..... | 23 |
| <a href="#">Tableau VIII: fiche de synthèse des relevés IPR de la station 9, Brague – 25 janvier 2024</a> .....                                                                     | 23 |
| <a href="#">Tableau IX: comparaison de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBG) entre 2003 et 2024</a> .....                                                                      | 26 |
| <a href="#">Tableau X: classes de qualité de l'indice IPR (selon la norme NF T90-344)</a> .....                                                                                     | 27 |
| <a href="#">Tableau XI: résultats de l'IPR Brague station 9, Brague – 25 janvier 2024</a> .....                                                                                     | 28 |
| <a href="#">Tableau XII: comparaison de l'Indice Poisson Rivière (IPR) en 2015 et 2022</a> .....                                                                                    | 29 |

## CADRE DE L'ÉTUDE

Dans le cadre du traitement des eaux, réalisé sur le site de la station d'épuration des Bouillides (commune de Biot), Suez Eau France, doit réaliser le suivi du milieu récepteur de la Brague par le biais d'indicateurs biologiques : invertébrés aquatiques (IBG), diatomées (IBD) et poissons (IPR) pour être en conformité l'arrêté préfectoral N°2012.102.

La société a donc fait appel au Conseil Scientifique des Iles de Lérins pour les études concernant la qualité du milieu aquatique d'eau douce par l'utilisation des dits indicateurs biologiques. Le protocole proposé par le CSIL répond aux dispositions de l'arrêté du 25 janvier 2010, relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique.

## LE SECTEUR D'ÉTUDE

La station d'étude (station 9) se trouve sur la rivière de la Brague à l'aval de la confluence avec la station d'épuration des Bouillides, sur la commune de Biot. Le plan de situation est donné en figure 1.

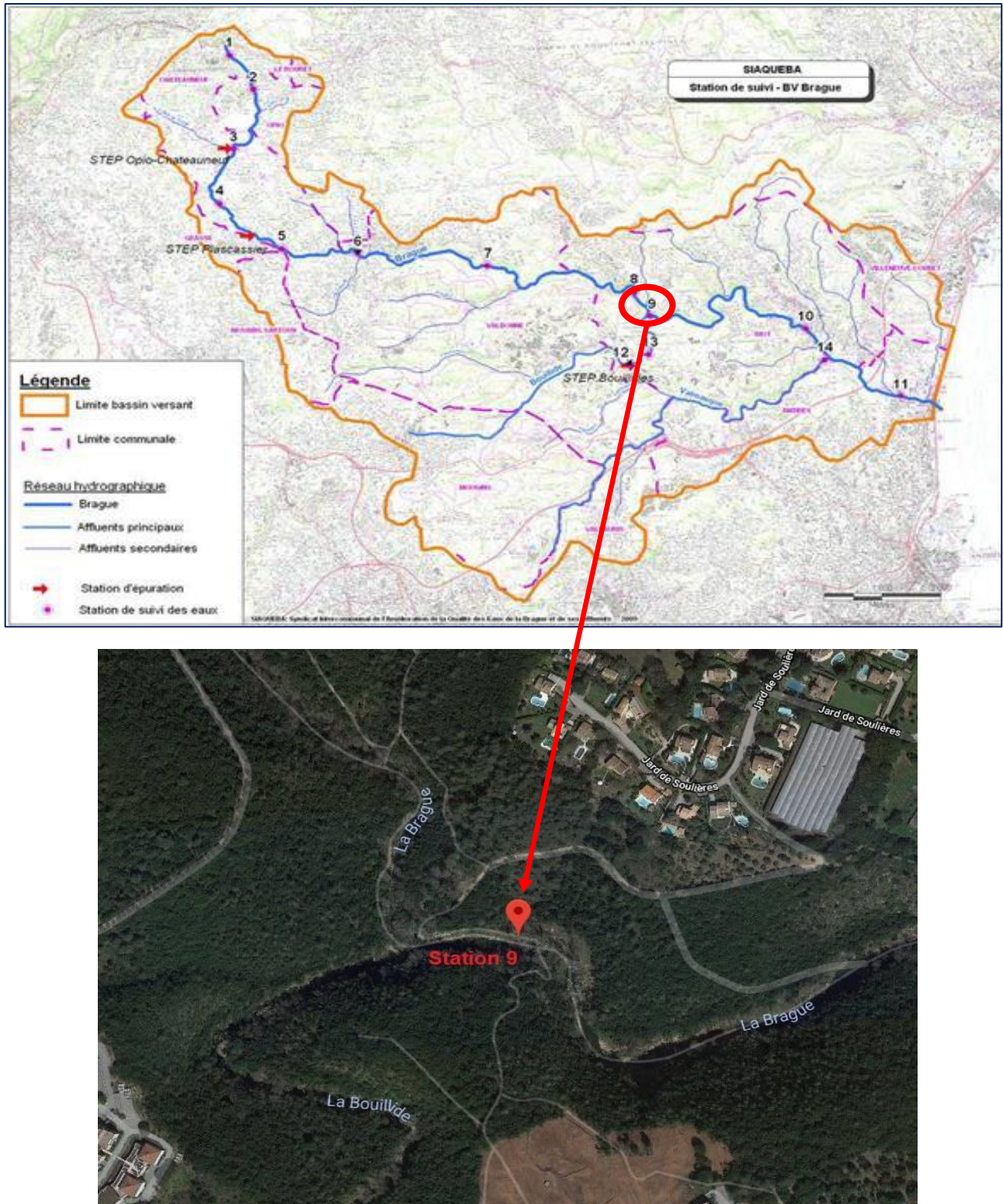


Figure 1: localisation de la station d'étude sur la commune de Biot

Le tronçon de la Brague prospecté est principalement alimenté par la confluence de la Bouillide située en amont de la station d'étude.

Les faciès d'écoulement sur la station s'initient à l'amont par une fosse de dissipation (vasque) qui se succède à une chute. S'alternent ensuite des zones de radiers et plats lents pour finir sur un plat courant. Les berges sont végétalisées avec la présence d'arbres et arbustes. L'environnement du cours d'eau est très naturel avec une ripisylve bien développée (figure 2).

Les coordonnées GPS de la station sont présentées dans le tableau I.

Tableau I: coordonnées GPS de la station d'étude

| Stations | Coordonnées GPS         |
|----------|-------------------------|
| ST 9     | 43° 37.585'N 7° 3.993'E |



Figure 2: Dans l'ordre : amont de la station ; station d'échantillonnage ; aval de la station - Brague

## MÉTHODE

### 1. Mesures physico-chimiques in-situ

Les mesures physico-chimiques ont été effectuées à l'aide d'une sonde multiparamétrique HYDROLAB, selon les normes en vigueur (figure 3). Le boîtier rattaché à la sonde permet l'enregistrement et la visualisation simultanée des données mesurées. Divers paramètres ont été mesurés permettant de définir l'état de santé du milieu.



Figure 3: sonde multiparamétrique et mesures physico-chimiques

#### 1.1. Température de l'eau

La température de l'eau varie naturellement au cours de l'année, mais il est maintenant connu que le déboisement des rives ou les rejets industriels contribuent à l'élever. Or, la température de l'eau affecte la qualité du milieu, notamment parce que l'augmentation de la température de l'eau diminue la concentration en oxygène dissous au détriment de la vie aquatique.

#### 1.2. Conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant électrique. Ce paramètre donne une indication de la concentration totale de l'eau en ions. Comme une grande partie des sels dissous dans l'eau s'y trouve sous forme d'ions (chlorures, nitrates, sodium, calcium, sulfures etc.), la mesure de la conductivité permet donc d'en estimer l'importance. Les variations des concentrations en ions peuvent avoir des impacts sur le milieu naturel notamment en le faisant tendre vers un milieu oligotrophe (faible teneur en azote et phosphore) ou eutrophe (chargé en azote et phosphore). Cette caractérisation du milieu par les ions permet de mettre en évidence les pollutions anthropiques éventuelles.

### **1.3.Potentiel Hydrogène : pH (minimum et maximum)**

Le pH est étroitement lié à la minéralisation de l'eau et est essentiellement influencé par la géologie et l'occupation des sols du bassin versant. Il est principalement fixé par l'équilibre calcocarbonique. Ce paramètre indique le caractère acide ou basique du milieu. Il peut avoir des effets directs ou indirects : des valeurs élevées peuvent provoquer une augmentation de la toxicité de l'ammoniaque et des valeurs basses un accroissement de la toxicité des métaux et des nitrites.

### **1.4.Turbidité**

La turbidité désigne la teneur d'un fluide en matières qui le troublent. Dans les cours d'eau, elle est généralement causée par des matières en suspension et des particules colloïdales qui absorbent, diffusent et/ou réfléchissent la lumière. Dans les eaux eutrophes, il peut aussi s'agir de bactéries et de micro-algues. La turbidité est un facteur écologique important qui peut traduire :

- Une teneur importante (normale ou non) en matières en suspension (suite par exemple à l'érosion, au lessivage de sols fragiles, dégradés ou agricoles labourés) ;
- Une teneur élevée en plancton ;
- Une pollution ou eutrophisation de l'eau, cause éventuelle d'asphyxie (par anoxie) du milieu ou de colmatage des branchies des poissons.

### **1.5.Oxygène dissous et saturation en oxygène**

Ce paramètre est un intermédiaire indispensable entre le monde minéral et organique.

L'oxygène conditionne le métabolisme des organismes. Il intervient dans le processus d'autoépuration et régit les équilibres chimiques de l'hydrosystème. La présence d'oxygène dissous dans les eaux de surface est essentielle au maintien de la vie aquatique. La solubilité de l'oxygène dépend de la température de l'eau, de la pression atmosphérique, du brassage de l'eau, de la respiration des organismes aquatiques, de l'activité photosynthétique de la flore aquatique, ainsi que de l'oxydation et de la dégradation des polluants.

Ce paramètre joue un rôle important dans le processus d'autoépuration des rivières avec le concours des micro-organismes.

Lors d'une pollution organique, les bactéries aérobies vont consommer l'oxygène pour dégrader la matière organique, ce qui provoquera une chute du taux en oxygène dissous.

## 1.6. Interprétation des résultats

Les résultats ont été interprétés au travers du système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau : les grilles d'évaluation « SEQ-EAU ».

Le tableau II présente les valeurs seuils des paramètres physico-chimiques, permettant de déterminer la qualité de l'eau du cours d'eau étudié.

*Tableau II : grille d'évaluation SEQ-EAU (système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau) des paramètres physico-chimiques (Version 2)*

| Classe de qualité         | Très bonne | Bonne | Moyenne | Médiocre | Mauvaise |
|---------------------------|------------|-------|---------|----------|----------|
| T°C (1ère cat. piscicole) | 20         | 21,5  | 25      | 28       |          |
| T°C (2ème cat. piscicole) | 24         | 25,5  | 27      | 28       |          |
| pH (min)                  | 6,5        | 6     | 5,5     | 4,5      |          |
| pH (max)                  | 8,2        | 9     | 9,5     | 10       |          |
| Turbidité (NTU)           | 15         | 35    | 70      | 100      |          |
| Oxygène dissous (mg/L)    | 8          | 6     | 4       | 3        |          |
| Conductivité (µS/cm)      | 2500       | 3000  | 3500    | 4000     |          |

## 2. L'étude des Diatomées (IBD)

### 2.1. Utilisation des Diatomées

Les Diatomophycées sont des algues microscopiques unicellulaires ou coloniales. Elles peuvent être planctoniques ou benthiques. Lorsqu'elles colonisent des substrats durs, elles constituent un recouvrement de couleur brunâtre et leur confèrent un aspect un peu visqueux (voire glissant). Les Diatomées sont caractérisées par un frustule siliceux composé lui-même de deux valves comprenant de nombreuses ornementsations : c'est sur les caractéristiques de ce squelette externe que leur systématique est établie.

Basés sur ces organismes aquatiques et en particulier sur ceux qui colonisent des substrats durs (benthiques), plusieurs indices diatomiques ont été mis au point. En tant que bio indicateurs, ils apportent des informations sur la qualité de l'eau. En effet, selon leur sensibilité aux différentes caractéristiques environnementales comme le degré d'alcalinité, la présence de matière organique, le niveau trophique..., diverses populations de Diatomées vont s'installer, chacune connue pour une valence écologique particulière. C'est de l'ensemble du peuplement que l'indice retirera une note globale exprimant la qualité générale de l'eau de la station. L'indice diatomique utilisé en routine en France et normalisé (**NF T 90-354**) depuis 2000, revu en 2007, est l'IBD.

Les prélèvements des IBD ont été réalisés par le CSIL, les analyses par le laboratoire Bi-Eau.

## **2.2. Protocole d'échantillonnage et d'analyse**

### ***2.2.1. Caractéristiques principales de l'échantillonnage***

La station a fait l'objet d'une observation attentive, permettant le remplissage de la fiche de terrain, mentionnant notamment les coordonnées Lambert (mesure GPS Garmin 620) et les substrats prospectés.

**L'échantillon a été réalisé :**

- Selon les consignes d'application de l'IBD, la récolte de diatomées benthiques s'est faite sur des supports stables, de préférence en faciès lotique, en zone bien éclairée et sur des supports immergés assez longtemps ;
- En présence de seuils, radiers ou micro-barrages, les récoltes se sont faites en tête de radier, sur support dur naturel ;
- La taille des substrats était suffisamment importante pour qu'ils ne soient pas déplacés par les mouvements du courant ;
- La surface échantillonnée était au minimum de 100 cm<sup>2</sup>, sur 5 supports au moins, choisis aléatoirement, en grattant leur face supérieure (brosse, scalpel).

**Le matériel diatomique a été délogé de son substrat et a été :**

- Récupéré dans une boîte plastique à fond clair permettant d'enlever les détritiques visibles (feuilles, brindilles) 1
- Versé dans un petit pilulier en verre (50 ml), dûment étiqueté, avec mention du n° de la station, du nom du cours d'eau, du nom de la commune, de la date de récolte, du nom du préleveur et le conservateur utilisé 2
- La veille des échantillonnages de l'éthanol à 90° avait été ajouté aux flacons (environ 1/3 du flacon).



## 2.3. Préparation des lames

Dans le laboratoire de Bi-Eau, le matériel benthique a fait l'objet d'une préparation suivant les recommandations de la norme IBD (NF T 90-354) et du Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'IBD.

**Les principales phases de traitement des diatomées sont :**

- Oxydation de la matière organique par attaque à l'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (130 vol.) à chaud afin de détruire la matière organique, et de rendre les frustules (squelettes externes en silice) identifiables ;
- Ajout de HCl pour éliminer le calcaire (seulement quand la dureté de l'eau l'exige) ;
- Rinçages successifs entrecoupés de décantations (ou centrifugations si nécessaire) ;
- Séchage et montage sur résine (Naphrax®, indice de réfraction 1.74, résine à indice de réfraction élevé permettant l'observation des valves siliceuses ;
- Etiquetage des lames définitives réalisées en double exemplaire pour chaque échantillon.

Les lames ainsi préparées sont stables (conservation assurée pour au moins une dizaine d'années) et leur lisibilité est celle préconisée dans les consignes élaborées pour la mise en application de l'IBD (répartition homogène, densité optimale, disposition dans la résine sur un seul plan...).

L'étiquette de chaque lame comprend : le n° de la station ; la date de récolte ; le nom du cours d'eau.

Les échantillons bruts et traités de diatomées sont par la suite archivés à Bi-Eau pour une durée de 10 ans.

## 2.4. Détermination et comptage



Le processus analytique (identification et comptage) utilise les prescriptions des normes AFNOR NF T 90-354 et EN 14407. Toutes les lames sont examinées au microscope droit OLYMPUS BX 50 à l'immersion et en contraste de phase. Une bibliographie spécialisée est alors utilisée (en annexe).

Les lames font l'objet d'une détermination spécifique ou infra spécifique à partir de l'observation d'un minimum de 400 valves, afin d'obtenir un inventaire représentatif. L'observation microscopique se fait à l'objectif x100 à l'immersion et en contraste interférentiel. Les identifications de notre échantillonnage sont poussées aussi loin que possible (taxons compris et non compris dans le calcul de l'IBD). Les identifications sont basées entre autres sur la Süßwasserflora (Krammer & Lange-Bertalot 1986, 1988, 1991) et Diatomeen im Süßwasser - Benthos von Mitteleuropa (Hofmann G., M. Werum und H. Lange-Bertalot, 2013).

Le dénombrement par taxon a été saisi sur ordinateur sous forme de code à 4 lettres. Le logiciel OMNIDIA (Lecointe & al., 1993, version 6.1), permet le calcul de différents indices diatomiques

existants, notamment de l'IBD (Indice Biologique Diatomées). Cette note IBD est calculée par l'algorithme de référence du Système d'évaluation de l'état des eaux (SEEE).

Un autre indice de référence, l'IPS, plus ancien et non normalisé, a été fourni pour information, avec les listes floristiques.

### 3. L'étude des macroinvertébrés benthiques (IBG-DCE)

L'analyse a porté sur les invertébrés colonisant la surface des sédiments immergés de la rivière : le benthos, et dont la taille est supérieure ou égale à 500µm : les macroinvertébrés.

Ce peuplement benthique, particulièrement sensible, intègre dans sa structure toute modification, même temporaire, de son environnement (perturbation physico-chimique ou biologique d'origine naturelle ou anthropique). L'analyse de cette faune fournit donc des indications précises permettant d'évaluer la capacité d'accueil réelle du milieu (aptitude biogène).

L'indice biologique global normalisé compatible avec la DCE (IBG-DCE) a été appliqué selon la norme NF T90-350 modifiée par circulaire DCE 2007/22 du 11 avril 2007. Les caractéristiques biocénotiques essentielles du peuplement invertébré prises en compte ont été perçues au travers de l'abondance, de la composition relative et de la nature de la faune récoltée, de sa variété taxonomique et du caractère plus ou moins polluo-sensible des organismes présents. Cette méthode s'est donc intéressée directement aux perturbations par leurs effets et non par leurs causes.

De la même façon, le niveau de polluosensibilité des organismes rencontrés a permis d'évaluer l'importance des perturbations physico-chimiques subies par le peuplement invertébré benthique. Ces derniers constituent un maillon essentiel de la chaîne trophique de l'écosystème aquatique (consommateurs primaires ou secondaires) et interviennent dans le régime alimentaire de la plupart des espèces de poissons. Ainsi, une variation importante de leurs effectifs a inévitablement des répercussions sur la faune piscicole.

#### 3.1. Protocole d'échantillonnage et d'analyse

L'Indice Biologique Global Normalisé (IBG) est la méthode normalisée (NF T90-350) la plus utilisée en France pour estimer la qualité biologique globale d'un cours d'eau par les invertébrés aquatiques. Cependant, depuis la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE), un nouveau protocole a été mis en place pour combiner les avantages des diverses méthodes utilisées jusqu'alors au niveau européen.

Ce dernier protocole a été suivi au niveau de la station 9, les invertébrés aquatiques ont été échantillonnés et analysés selon la circulaire DCE 2007/22 du 11 avril 2007 relative au protocole de prélèvement et de traitement des échantillons des invertébrés. Les prélèvements et les analyses ont été menés par l'association Maison Régionale de l'Eau (MRE).

### **3.1.1. Caractéristiques principales de l'échantillonnage**

#### **- Choix et positionnement des stations**

Le secteur choisi pour l'échantillonnage était représentatif de la zone et ne comportait pas de singularités morphologiques. Le positionnement de la limite amont de la station a été réalisé sur un faciès caractéristique, par exemple en tête de radier.

L'objectif est de prélever la macrofaune benthique, dont les individus ont une taille supérieure à 500  $\mu\text{m}$ , dans différents types d'habitats de la station délimitée, définis de manière générale par la nature du support, la vitesse d'écoulement et la hauteur d'eau.

Au niveau de la station 9, l'échantillon benthique récolté intégrait 12 micro-prélèvements de 1/20<sup>ième</sup> de  $\text{m}^2$  réalisés au filet surber (0,5 mm de vide de maille).

L'ensemble des prélèvements donnait une vision de la diversité des habitats de la station.

Selon la norme expérimentale XP T90-333 du 11 avril 2007, ces 12 prélèvements ont été effectués en 3 groupes de 4 relevés (A - B - C). Ils comprennent :

- Un échantillonnage des habitats marginaux, basé sur 4 prélèvements, qui a permis de garantir une conformité suffisante avec le protocole IBG (A) ;
- Un échantillonnage des habitats dominants avec 4 prélèvements par ordre d'habitabilité décroissante (B) ;
- Un échantillonnage sur 4 supports dominants (C).

L'habitabilité relative de chaque support a été appréciée suivant le type de substrat (11 étant la meilleure, 0 la moins bonne).

La vitesse du courant étant également un facteur important dans la répartition de la macrofaune benthique, les prélèvements ont été effectués dans les différentes gammes de vitesse représentées sur la station.

Un premier traitement des échantillons (élimination des éléments minéraux et organiques grossiers, remise à l'eau d'organismes d'espèces rares après identification, isolement de certains taxons fragiles dans des piluliers identifiés, etc.) a été effectué sur le terrain. Les prélèvements ont immédiatement été fixés à l'éthanol en attendant leur traitement, afin d'éviter tout phénomène de décomposition et/ou de prédation.

Les prélèvements ont été réalisés en l'absence de turbidité anormale ou de crue récente.

### **3.2. Tri et détermination**

Le tri et la détermination ont respecté les directives de la norme expérimentale **XP T90-388**.

La détermination des invertébrés sous forme larvaire, nymphale ou adulte a été réalisée à l'aide de l'ouvrage de référence de détermination « Invertébrés d'eau douce - Systématique, biologie, écologie » de TACHET et coll. (Éditions du CNRS, versions 2003).

L'unité taxonomique maximale retenue a été le genre à l'exception de quelques groupes faunistiques dont l'identification requise est à un niveau plus faible.

Tous les macroinvertébrés aquatiques retrouvés dans l'échantillon ont été comptabilisés, même s'ils n'étaient pas mentionnés dans la liste de la norme. Ils ont ensuite été conservés dans des piluliers pour une période de deux ans, afin d'être accessibles, sans délai, pour toute vérification demandée par le maître d'ouvrage.

### 3.3. Note IBG

L'IBG permet d'évaluer la qualité générale d'un cours d'eau à l'aide de la macrofaune invertébrée inventoriée. Dans la norme de calcul de l'IBG, 152 taxons entrent en ligne de compte et seront susceptibles de participer à la variété totale. Parmi ceux-ci, 38 taxons indicateurs répertoriés en 9 groupes faunistiques, permettent de calculer cet indice. La valeur de l'indice est donnée sous forme d'une note allant de 0 à 20.

A la suite de la publication en mars 2009 du "*Guide technique actualisant les règles d'évaluation de l'état des eaux douces de surface de métropole*", définissant des limites de classes de qualité spécifiques selon les hydroécorégions (HER), repris dans l'arrêté du 25/01/2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement, l'interprétation des valeurs de l'indice IBG (norme 2007) doit désormais faire référence aux hydroécorégions. Ainsi, pour la présente étude, la grille utilisée est relative à l'HER 6 (Méditerranéen).

Certaines familles polluosensibles peuvent présenter un genre ou une espèce plus résistante que les autres aux perturbations. L'équivalent IBG peut alors être surestimé. Nous avons donc évalué la pertinence de cette note à l'aide d'un test de robustesse. Pour cela, le premier groupe indicateur a été supprimé de la liste faunistique et l'équivalent IBG a été déterminé avec le groupe indicateur suivant. Lorsque l'écart entre les deux notes obtenues est important, c'est que l'indice a probablement été surestimé. Nous avons également tenu 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.

## 4. Indice poisson en rivière (IPR)

L'indice poisson rivière (IPR) est un des indices utilisés en France pour utiliser l'ichtyofaune (peuplements de poissons) des rivières en tant qu'indicateur de la qualité de la rivière qui les abrite. Il présuppose que la qualité de la faune piscicole donne une image de l'état écologique général du milieu.

L'IPR vise en particulier à évaluer l'écart existant entre la qualité du peuplement échantillonné par pêche électrique sur un site (dit « station ») et l'écopotentialité piscicole du site (un état de référence qui serait ce qu'on imagine être la population piscicole qui doit être présente s'il n'y a pas d'impact significatif de l'homme sur le milieu).

Les prélèvements et les mesures ont été réalisés par l'association Maison Régionale de l'Eau le 25 janvier 2024.

#### **4.1. Matériel nécessaire**

- Matériel de pêche fixe, type héron : groupe EFKO FEG 2000
- 3 anodes : 2 de longueur 2 m – 1 de longueur 4 m
- Bobines anodes de 100 ou 200 m de long
- 1 cathode 10 m - 1 bobine homme mort - 1 pédale homme mort
- Matériel de pêche portatif, type martin-pêcheur ELT 62-IIHI-F anode, cathode
- 2 filets barrage (amont et aval)
- 8 filets verveux (7 de longueur 4,5 m, hauteur 90 cm, maille 4 mm ; poche 1,6 m / 1 de longueur 8 m, hauteur 1,2 m, maille 4mm ; poche 3,5m)
- 40 nasses à écrevisses modèle AUGUST
- Epuisettes de différentes tailles - bourriches
- Matériel de biométrie (tables, réglets, pesons, balances...)
- Anesthésiant - containers, bacs, seaux – voltmètre – chronomètre – gants - lunettes polarisantes

La méthode de pêche par épuisement permet d'avoir une évaluation qualitative et quantitative du peuplement pisciaire d'un cours d'eau. Elle nécessite que le cours d'eau soit peu profond (moins de 1 m) et accessible en tout point. Une électrode par 5 mètres de largeur moyenne de cours d'eau est généralement requise.



#### **4.2. Protocole**

##### ***4.2.1. Localisation de la station***

La localisation de la station répondait aux préconisations de la norme NF EN 14011 sur l'organisation des pêches électriques. Cette station était représentative des habitats de la portion du cours d'eau étudiée.

La station a été délimitée à l'amont et à l'aval par un filet droit de maille 5 mm, afin d'empêcher tout échappement des poissons entre les passages.

#### 4.2.2. Réalisation

La prospection a été réalisée à une seule électrode sur une longueur de 90 m. Un seul passage a été réalisé. Les poissons ont été pêchés et stabulés dans des viviers en attendant les comptages et les mesures (figure 4).



Figure 4: pêche électrique station 9, Braque – 25 janvier 2024

#### 4.3. Calculs – traitements des données

Pour chaque espèce, il a été possible de calculer une densité à partir de la méthode du maximum de vraisemblance. La méthode de calcul la plus robuste est celle proposée par Carle et Strub. Il a également été possible de calculer l'IPR selon la norme **NF T 90-344**, d'estimer la relation taille-poids et la succession de cohortes.

## RÉSULTATS

### 1. La station d'étude

La station 9 est située sur la Brague légèrement en aval de la confluence entre la Bouillide (où se trouve la station d'épuration des eaux) et de la Brague. Les mesures et prélèvements ont été faits le 25 Janvier 2024 au matin par le CSIL et la Maison Régionale de l'Eau (MRE PACA) dans de bonnes conditions météorologiques.

Au niveau de la station l'écoulement d'eau est continu. L'eau de la Brague présente un aspect visuel piqué et laiteux (figure 5 - 1). De plus, durant la période des relevés de terrain, nous avons observé l'arrivée et l'écoulement le long du fleuve de blocs de mousse (figure 5 - 3). En remontant en amont de la station d'échantillonnage nous avons observé une formation importante de mousse dans la vasque en amont avec une forte odeur soufrée (figure 5 - 2).



Figure 5: visuel de la brague à la station 9 le 25 janvier 2024. 1- Station 9 et site d'échantillonnage ; 2- vasque en amont de la station ; 3- blocs de mousse en amont de la station

Enfin, nous avons observé une forte différence visuelle entre la Brague où l'eau était claire (figure 6 à droite) et la Bouillide où l'eau était piquée et laiteuse (figure 6 à gauche).



Figure 6: confluence entre la Bouillide à gauche et de la Brague à droite. En amont de la station 9.

## 2. Mesures physico-chimiques de l'eau

Les résultats des mesures physico-chimiques effectuées avec la sonde multiparamétrique au niveau de la station 9 sont donnés dans le tableau III.

Tableau III: mesures physico-chimiques de la station 9, Brague – 25 janvier 2024

| ST9 (25 janvier 2024 - 11h) |             |
|-----------------------------|-------------|
| T°C                         | 10,71       |
| pH (min - max)              | 5,26 - 6,86 |
| NTU                         | 2,6         |
| Conductivité<br>(µS/cm)     | 1188        |
| O2 (mg/L)                   | 9,26        |

Selon la grille d'évaluation « SEQ-EAU », la station 9 présente une eau de très bonne qualité pour 4 paramètres sur cinq : la température, la turbidité, la conductivité et l'oxygène. Seule la valeur de pH, d'un minimum de 5,26 qualifie, l'eau de médiocre.

### 3. Indice Biologique Diatomées (IBD)

Pour la présente étude, la grille des classes de qualité relative aux IBD a été utilisée. Le tableau IV présente les valeurs seuils des notes obtenues pour déterminer la qualité de l'eau. Les indices sont notés sur une échelle de 0 à 20.

Tableau IV: classes d'état écologique en fonction des notes IBD

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| Equivalent IBD $\geq 17$            | Très bonne |
| $14,5 \leq$ Equivalent IBD $< 17$   | Bonne      |
| $10,5 \leq$ Equivalent IBD $< 14,5$ | Moyenne    |
| $6 \leq$ Equivalent IBD $< 10,5$    | Médiocre   |
| Equivalent IBD $\leq 6$             | Mauvaise   |

Les résultats des IBD de la station 9 sont présentés dans le tableau V. La liste floristique complète est présentée en annexe 1.

Tableau V: Indices biologiques Diatomées (IBD) de la station 9, Brague – 25 janvier 2024

| La Brague à Biot - 25/01/24                | Station 9 |
|--------------------------------------------|-----------|
| Note IBD (sur 20)                          | 11,8      |
| Note IPS (sur 20)                          | 9,5       |
| Richesse taxinomique (nb. taxons/réc olte) | 29        |
| Indice de diversité de Shannon (bits/ind.) | 3,45      |
| EQR                                        | 0,63      |
| Etat écologique selon l'HER 6              | moyen     |

La station 9 de la Brague à Biot est classée en état écologique moyen, au regard des diatomées benthiques, fin janvier 2024. *Amphora pediculus* (32.9%) occupe le premier rang et reflète des eaux eutrophes peu impactées par la matière organique. Elle est secondée par *Sellaphora nigri* (17.6%) qui tolère des charges organiques élevées et des eaux riches en nutriments. *Nitzschia amphibia*, *Navicula veneta* et *Gomphonema parvulum* (aux 3ème, 4ème et 5ème rangs) confirment la présence de pollution. Le peuplement est varié et composé de 29 taxons.

L'IBD classe les eaux de la station 9 de la Brague état écologique moyen et révèle un milieu stable et diversifié.

La présence des espèces *Nitzschia amphibia*, *Navicula veneta* et *Gomphonema parvulum* confirme la présence de pollution dans ces eaux.

### 3.1.Comparaison de l'indice diatomique entre 2003 et 2024

De précédentes analyses ont été réalisées par le CSIL sur la station 9. Nous observons ainsi une variation de l'IBD de 2003 à 2024 (tableau VI).

Tableau VI: comparaison des Indices Biologiques Diatomées (IBD) entre 2003 et 2024

| Campagnes | IBD  | Etat du cours d'eau |
|-----------|------|---------------------|
| 2003      | 13,7 | Moyen               |
| 2009      | 14,6 | Bon                 |
| 2011      | 14,3 | Moyen               |
| 2014      | 15,4 | Bon                 |
| 2015      | 15,7 | Bon                 |
| 2019      | 14,8 | Bon                 |
| 2022      | 14,8 | Bon                 |
| 2024      | 11,8 | Moyen               |

Nous notons une tendance à l'augmentation constante de la note IBD depuis 2003, à l'exception de l'année 2011 où l'on observe une légère diminution (passant de 14,6 à 14,3/20). Cependant, en 2024, la note IBD chute de 3 points, révélant une qualité d'eau moyenne, tandis qu'elle indiquait une bonne qualité pour les quatre années précédentes.

L'analyse des IBD révèle une variation de la qualité de l'eau à la station 9 depuis 2003, passant de l'état moyen à bon en 2014, avant de connaître une détérioration en 2024, revenant à un état moyen.

Il convient cependant de souligner que la période de collecte des échantillons est relativement précoce pour l'utilisation des indices diatomiques, qui sont généralement appliqués pendant les périodes de basses eaux et principalement en été, lorsque les conditions sont les plus exigeantes.

#### 4. Indice Biologique Global (IBG)

La Brague est un très petits cours d'eau de l'HER Méditerranée (TP6). Les classes de qualité relatives à l'EQR et à la note IBGN sont présentées dans le tableau VII.

Tableau VII: Extrait de l'Annexe 1 de l'Arrêté du 27/07/15 : valeurs inférieures des classes d'état, exprimées en EQR, par type de cours d'eau pour l'IBG DCE.

| Éléments de qualité | HER | Limites des Classes d'État |        |        |          |         |
|---------------------|-----|----------------------------|--------|--------|----------|---------|
|                     |     | Très bon                   | Bon    | Moyen  | Médiocre | Mauvais |
| IBGN en EQR         | 6   | 0,9375                     | 0,8125 | 0,5625 | 0,3125   |         |
| Note IBGN           |     | ≥ 16                       | 14-16  | 14-10  | 10-6     | ≤ 6     |

Les classes de variété se définissent comme suit :

| Classes de variété | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9  | 8  | 7  | 6  | 5  | 4  | 3 | 2 | 1 |
|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|
| Nombre de taxons   | >  | 49 | 44 | 40 | 36 | 32 | 28 | 24 | 20 | 16 | 12 | 9 | 6 | 3 |
|                    | 50 | 45 | 41 | 37 | 33 | 29 | 25 | 21 | 17 | 13 | 10 | 7 | 4 | 1 |

Les résultats 2024 issus des inventaires invertébrés sont présentés dans le tableau VIII. La liste complète est présentée en annexe 2.

Tableau VIII: fiche de synthèse des relevés IPR de la station 9, Brague – 25 janvier 2024

|                             |                                                 |
|-----------------------------|-------------------------------------------------|
| Cours d'eau :               | LA BRAGUE                                       |
|                             | Station : Aval confluence Bouillide (station 9) |
|                             | Localisation : Biot                             |
| Date de prélèvement :       | 25/01/2024                                      |
| Condition de prélèvements : | Moyennes eaux, ensoleillé                       |
| Hydroécorégion associée :   | Méditerranée                                    |
| Taille du cours d'eau       | Très petit                                      |

## CARACTERISTIQUES DES HABITATS PRELEVES

|                                                                                            |        |          | Représentativité des substrats (%) |                                                     | Classes de vitesses   |                   |                       |                   |                       |                   |                       |                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|
|                                                                                            |        |          |                                    |                                                     | N6                    |                   | N5                    |                   | N3                    |                   | N1                    |                   |
|                                                                                            |        |          |                                    |                                                     | > 75 cm/s             |                   | 75>V>25 cm/s          |                   | 25>V>5 cm/s           |                   | V<5 cm/s              |                   |
| Type substrat                                                                              | S      | Sand r e | Superficie relative<br>% estimé    | Domin<br>(D) /<br>Margin<br>(M) /<br>Présent<br>(P) | Ordre<br>hiérarchique | N°<br>Prélèvement | Ordre<br>hiérarchique | N°<br>Prélèvement | Ordre<br>hiérarchique | N°<br>Prélèvement | Ordre<br>hiérarchique | N°<br>Prélèvement |
| Bryophytes                                                                                 | 1<br>1 | S1       | 1                                  | M                                                   |                       |                   | +++                   | A1                | ++                    |                   |                       |                   |
| Spermaphytes<br>immergés<br>(hydrophytes)                                                  | 1<br>0 | S2       |                                    |                                                     |                       |                   |                       |                   |                       |                   |                       |                   |
| Débris organiques<br>grossiers (litière)                                                   | 9      | S3       | 1                                  | M                                                   |                       |                   |                       |                   |                       |                   | ++                    | A2                |
| Chevelus<br>racinaires libres<br>Supports ligneux                                          | 8      | S28      | 1                                  | M                                                   |                       |                   |                       |                   | ++                    | A3                | +                     |                   |
| Sédiments<br>minéraux de<br>grande taille<br>(pierres, galets)<br>(25 à 250 mm)            | 7      | S24      | 15                                 | D                                                   |                       |                   |                       |                   | ++                    | B1                | +                     | B4                |
| Blocs facilement<br>déplaçables (> 250<br>mm)                                              | 6      | S30      | 1                                  | M                                                   |                       |                   |                       |                   | +                     |                   | ++                    | A4                |
| Granulats<br>grossiers 25mm<br>>taille>2 mm                                                | 5      | S9       |                                    |                                                     |                       |                   |                       |                   |                       |                   |                       |                   |
| Spermaphytes<br>émergents de<br>strate basse<br>(Helophytes)                               | 4      | S10      |                                    |                                                     |                       |                   |                       |                   |                       |                   |                       |                   |
| Sédiments fins<br>organiques,<br>"vases" <0,1mm                                            | 3      | S11      |                                    |                                                     |                       |                   |                       |                   |                       |                   |                       |                   |
| Sables <2 mm<br>Limons                                                                     | 2      | S25      | 10                                 | D                                                   |                       |                   |                       |                   |                       |                   | +++                   | B2                |
| Algues bactéries<br>et champignons<br>filamenteux                                          | 1      | S18      | 70                                 | D                                                   |                       |                   | +                     | C3                | ++                    | B4 C2             | +++                   | B3<br>C1<br>C4    |
| Surfaces<br>uniformes dures<br>naturelles et<br>artificielles<br>(roches, dalles,<br>sols) | 0      | S29      | 1                                  | M                                                   |                       |                   | ++                    |                   | +++                   |                   | +                     |                   |

| RESULTAT DE LA CAMPAGNE |                     |                                      |          |
|-------------------------|---------------------|--------------------------------------|----------|
| NOTE IBGN               | 9                   | CLASSE DE QUALITE                    | MEDIOCRE |
| EQR                     | 0,50                |                                      |          |
| Richesse taxonomique :  | 26                  | Classe de variété :                  | 8        |
| Groupe indicateur :     | 2                   | Nombre total d'individus :           | 8776     |
| Taxon indicateur :      | <b>Baetidae</b>     | Densité (nb ind. /m <sup>2</sup> ) : | 21940    |
| Taxon dominant 1 :      | <i>Chironomidae</i> | Représentativité (%) :               | 56,9%    |
| Taxon dominant 2 :      | <i>Asellidae</i>    |                                      | 26,4%    |
| Taxon dominant 3 :      | <i>Caenidae</i>     |                                      | 11,9%    |

#### 4.1. Interprétation

L'indice biologique global normalisé (IBGN) montre une qualité médiocre de la Brague à Biot en janvier 2024, en aval de la confluence de la Bouillide. La note de référence du cours d'eau, établie à 17/20, n'est pas atteinte et s'élève à 09/20. Le taxon indicateur, très pollutolérant (GI=2), est représenté par les *Baetidae* appartenant à l'ordre des éphéméroptères, et présentant une large valence écologique. Ils sont peu sensibles aux baisses d'oxygénation et bénéficient des forts développements algaux observés sur la station, se nourrissant de diatomées et de matière organique fine.

Bien que la qualité de l'habitat semble altérée, la richesse taxonomique (26 taxons) témoigne d'un milieu encore relativement fonctionnel avec une variété modérée (08/14). La station apparaît comme impactée par de la matière organique, favorisant la prolifération des *Chironomidae* (56,4% du peuplement). Les taxons très pollutolérants, *Asellidae* et *Caenidae*, prolifèrent également dans ce milieu (26,4% et 11,9% respectivement). Les aselles sont particulièrement peu polluosensibles et marquent l'impact des dépôts organiques et d'une mauvaise oxygénation de l'eau. La forte prolifération de ces trois taxons polluorésistants influence la densité totale qui est très élevée sur la station (21940 ind./m<sup>2</sup>).

En conséquence sur les régimes alimentaires dominants, la majorité des individus sont des collecteurs, se nourrissant de sédiments fins déposés (83,5% du peuplement) (figure 7). Ils sont suivis par des individus de type fragmenteurs, qui broient les débris organiques ou végétaux (12%). Tous ces individus bénéficient des apports exogènes de matières organiques via la ripisylve et le rejet de la station d'épuration de Sofia Antipolis. Le développement des microphytes vivants semble également stimulé par des apports en nutriments (phosphores, azotes) s'ajoutant à la baisse de débit de la Brague ce qui entraîne une plus forte concentration de l'effluent. Par contre, les filtreurs (2,2%), les brouteurs (1,8%), les prédateurs (0,4%) et les algivores (0,2%) sont beaucoup moins représentés sur la station.

Il est également possible que la station subisse des crises anoxiques en période nocturne selon les forts développements algaux constatés (70% des habitats de la station) et d'après la forte proportion d'individus peu sensibles à l'oxygénation des eaux.

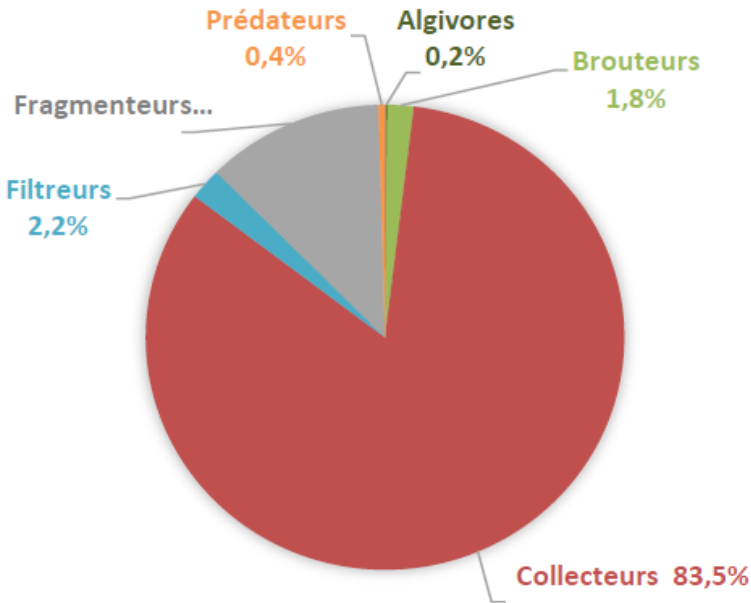


Figure 7: répartition des régimes alimentaires de la station 9, Brague – 25 janvier 2024

4.2.Comparaison de l'Indice Biologique Global entre 2003 et 2024

De précédentes analyses ont été réalisées par le CSIL sur les différentes stations d'étude de la Brague, notamment la station 9. Nous observons ainsi une variation de l'IBG de 2003 à 2024 (tableau IX).

Tableau IX: comparaison de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBG) entre 2003 et 2024

| Campagnes | IBGN | Etat du cours d'eau |
|-----------|------|---------------------|
| 2003      | 6    | Médiocre            |
| 2009      | 5    | Mauvais             |
| 2011      | 6    | Médiocre            |
| 2013      | 12   | Moyen               |
| 2014      | 11   | Moyen               |
| 2015      | 9    | Médiocre            |
| 2016      | 14   | Bon                 |
| 2019      | 11   | Moyen               |

|      |    |          |
|------|----|----------|
| 2022 | 11 | Moyen    |
| 2024 | 9  | Médiocre |

Entre 2003 et 2024, l'IBG montre des fluctuations nettes. Initialement plutôt médiocre voire mauvais jusqu'en 2011, l'indice s'améliore à partir de 2013 pour atteindre un bon état en 2016. Cependant, la situation n'est pas stabilisée, car depuis 2019, l'état est retombé à moyen et a été rétrogradé à médiocre en 2024.

L'IBG présente des variations annuelles au niveau de la station 9. La tendance à l'amélioration observée entre 2009 et 2016 semble s'être inversée depuis. En effet, pour 2024, l'état est retombé à médiocre.

Les taxons très pollutotolérants, tels que les *Asellidae* et *Caenidae*, prolifèrent dans ce milieu, mettant en évidence l'impact des dépôts organiques et d'une mauvaise oxygénation de l'eau.

La station pourrait également être sujette à des crises anoxiques en période nocturne, compte tenu des forts développements algaux constatés (représentant 70% des habitats de la station) et de la forte proportion d'individus peu sensibles à l'oxygénation des eaux.

## 5. Indice Poissons Rivière (IPR)

Pour la présente étude, la grille des classes de qualité relative aux IPR a été utilisée. Le tableau X présente les valeurs seuils des notes déterminant la qualité de l'eau. Les indices sont également notés.

Tableau X: classes de qualité de l'indice IPR (selon la norme NF T90-344)

|               |               |
|---------------|---------------|
| IPR < 7       | Excellente    |
| 7 < IPR ≤ 16  | Bonne         |
| 16 < IPR ≤ 25 | Médiocre      |
| 25 < IPR ≤ 36 | Mauvaise      |
| IPR > 36      | Très Mauvaise |

L'échantillonnage de l'IPR a été réalisé le même jour que l'IBG. La prospection a été réalisée à une seule électrode sur environ 140 mètres avec un seul passage.

Deux espèces différentes seulement ont été capturées avec l'effort de pêche. Il s'agit de l'anguille et de la gambusie. Le tableau des données brutes piscicoles est présenté en annexe 3 et 4.

- **L'anguille Européenne (*Anguilla anguilla*)** est une espèce migratrice amphihaline thalassotoque (reproduction en mer et croissance en eau douce). Elle est considérée comme en danger critique sur les listes UICN. Elle fait d'ailleurs l'objet d'un plan national

d'action en sa faveur. L'anguille se trouve ici avec des effectifs assez réduits avec seulement **9 individus** capturés, malgré la proximité de la mer. Sur ces neuf poissons, sept ont été pêchés sur un petit bras de la Brague qui arrivait au niveau de la confluence et qui ne semblait pas être impacté par les apports de la Bouillide. Les deux autres individus ont été pêchés plus en aval où les masses d'eaux des deux rivières sont déjà bien mélangées. La longueur et le poids moyens de la population (20,2 cm ; 12 g) montrent des sujets plutôt jeunes et de petites tailles comme le suggère l'histogramme de taille (figure 8). Aucun grand adulte n'a été capturé (taille  $\geq 25$ cm).

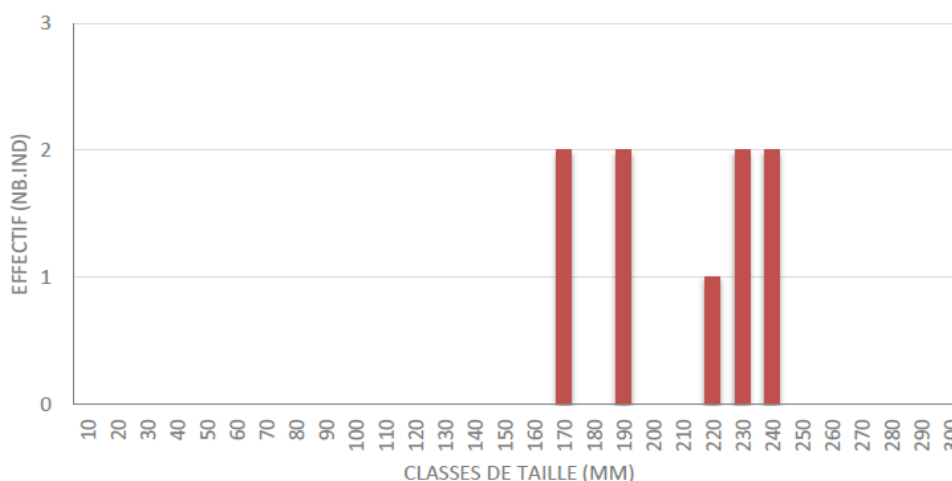


Figure 8: effectif par classes de tailles de l'anguille : *Anguilla anguilla*

L'Anguille est probablement ralentie dans sa colonisation par montaison, par plusieurs ouvrages transversaux situés en aval de la station de pêche, même si certains ont été effacés en 2017 (prise de l'ancien canal de Biot et gués aval). Le comportement des poissons ce jour-là est peut-être dû à un dysfonctionnement ponctuel de la station d'épuration. Les individus ont probablement migré plus loin ou sont remontés plus en amont, comme en témoigne la meilleure efficacité de capture des anguilles dans le petit bras non impacté par les apports de la Bouillide au niveau de la confluence (figure 6 à droite). Les conditions semblaient donc meilleures en amont de la confluence.

- **La gambusie (*Gambusia holbrooki*)** est une espèce invasive, introduite en Europe dans les années 1920 pour contrôler les populations de moustiques anophèles, vecteurs des agents parasitaires du paludisme (Pascal et al., 2006). Il semble que leur comportement agressif et prédateur affecte négativement les populations de petits poissons par la prédation et la compétition (Myers 1967 ; Courtenay et Meffe 1989). Toutefois, les populations françaises ne font l'objet d'aucune mesure de gestion actuellement. Sur la station de la Brague, **144 individus** ont été capturés. C'est un poisson grégaire, tolérant bien la salinité, le manque d'oxygène et les fortes températures. A noter que cette espèce n'est pas prise en compte dans le calcul de l'IPR.

Les résultats de l'IPR sont présentés dans le tableau XI.

Tableau XI: résultats de l'IPR Brague station 9, Brague – 25 janvier 2024

|                               | Métriques d'occurrence       |                                    |                                   |                                   | Métriques d'abondance             |                                      |                                 | Valeur de l'indice IPR |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|------------------------|
|                               | Nombre total d'espèces (NTE) | Nombre d'espèces lithophiles (NEL) | Nombre d'espèces rhéophiles (NER) | Densité d'individu tolérant (DIT) | Densité d'individu omnivore (DIO) | Densité d'individu insectivore (DII) | Densité totale d'individu (DTI) |                        |
| Valeurs théoriques            | 5,856                        | 2,077                              | 1,366                             | 0,024                             | 0,015                             | 0,019                                | 0,214                           | 35,022                 |
| Valeurs observées             | 1,00                         | 0,00                               | 0,00                              | 0,00                              | 0,00                              | 0,013                                | 0,013                           |                        |
| Scores associés aux métriques | 8,34                         | 8,75                               | 5,92                              | 0,09                              | 0,14                              | 1,77                                 | 9,99                            |                        |

5.1.Interprétation

L'IPR indique une classe de qualité mauvaise. En effet, seule l'anguille est prise en compte dans son calcul. Par conséquent, les valeurs observées du Nombre Total d'Espèces (NTE), ainsi que du Nombre d'Espèces Rhéophiles (NER) et Lithophiles (NEL), semblent très faibles voire nulles en comparaison des valeurs théoriques attendues.

L'IPR classe les eaux de la station 9 de la Brague en mauvaise qualité. Le compartiment piscicole est donc en déséquilibre dans ce cours d'eau, par rapport à ce que l'on serait en mesure d'attendre.

5.2. Comparaison de l'Indice Poisson Rivière de la station 9 entre 2015 et 2024

De précédentes analyses ont été réalisées par le CSIL sur les différentes stations d'étude de la Brague, notamment la station 9. Nous observons ainsi une variation de l'IPR entre 2015 et 2024 (tableau XII).

Tableau XII: comparaison de l'Indice Poisson Rivière (IPR) en 2015 et 2022

| Campagnes | IPR    | Etat du cours d'eau |
|-----------|--------|---------------------|
| 2015      | 16,4   | Moyen               |
| 2019      | 9,27   | Bon                 |
| 2022      | 8,76   | Bon                 |
| 2024      | 35,022 | Mauvaise            |

Entre 2015 et 2022, une amélioration de la qualité du cours d'eau à la station 9 a été constatée, on passe, en effet, d'un état écologique moyen à bon. Cependant, nous observons une régression en 2024 avec un recul du cours d'eau à un état écologique mauvais.

## CONCLUSION

Cette étude a été menée dans le cadre du suivi du rejet de la station d'épuration des Bouillides (commune de Biot) dans le milieu naturel. Un suivi du milieu récepteur de la Brague a été réalisé par le biais d'indicateurs biologiques : invertébrés aquatiques (IBG), diatomées (IBD) et poissons (IPR) pour être en conformité l'arrêté préfectoral N°2012.102. Il a été mené le 25 janvier 2024.

Lors des prélèvements, au niveau de la station, le flux d'eau demeure constant. L'apparence de l'eau de la Brague est piquée et laiteuse, avec des blocs de mousse dérivant le long du cours d'eau. La station 9 est située juste en aval de la confluence entre la Bouillide et la Brague. À cet endroit, nous avons remarqué une nette distinction visuelle entre la clarté de l'eau de la Brague et l'aspect de la Bouillide.

Conformément à la grille d'évaluation "SEQ-EAU", à la station 9 de la Brague, les **données physico-chimiques** enregistrées en janvier 2024 ont révélé une **très bonne qualité d'eau** pour 4 paramètres sur cinq : la température, la turbidité, la conductivité et l'oxygène et une **qualité d'eau médiocre**, pour les valeurs de pH.

L'analyse de l'**Indice Biologique Diatomées (IBD)** en 2024, réalisée à la station 9, a révélé un **état écologique moyen** et un milieu est stable et diversifié. L'étude des IBD sur toute la période de suivi montre une fluctuation de la qualité de l'eau à cette station depuis 2003 : passant d'un état moyen à bon en 2014, pour ensuite se détériorer en 2024 et retrouver un niveau moyen. La présence des espèces *Nitzschia amphibia*, *Navicula veneta* et *Gomphonema parvulum* confirme un déséquilibre du milieu.

Il est toutefois important de noter que la période de collecte des échantillons est relativement **précoce** pour l'application des indices diatomiques, lesquels sont généralement utilisés pendant les périodes de basses eaux, principalement en été, lorsque les conditions sont les plus critiques.

L'**Indice Biologique Global (IBG)** a révélé une station présentant une **qualité médiocre**, soumise à des problèmes de pollution organique et trophique. Cette situation se manifeste par un accroissement des matières organiques dans les eaux, avec une prédominance de taxons tolérants à la pollution et peu sensibles à la baisse du niveau d'oxygène. La présence majoritaire de ces taxons peu sensibles à l'oxygénation suggère l'éventualité de crises anoxiques dans le cours d'eau. L'analyse du régime alimentaire des macroinvertébrés a révélé une forte prévalence des collecteurs, se nourrissant de sédiments fins déposés, suivie par les fragmenteurs qui décomposent les débris organiques ou végétaux.

L'IBG présente des variations annuelles à la station 9. Malgré une amélioration entre 2009 et 2016, cette tendance s'est inversée depuis. En effet, depuis 2016, la qualité est passée de bonne à moyenne pour finalement retomber à un niveau médiocre en 2024.

L'**Indice Poisson Rivière (IPR)** a révélé un état écologique **mauvais** pour la station 9, caractérisé par un peuplement très limité pour ce type de cours d'eau. Seules deux espèces ont été capturées lors des efforts de pêche : l'anguille Européenne (*Anguilla anguilla*) et la gambusie (*Gambusia holbrooki*). Cette dernière étant une espèce invasive seule l'anguille est prise en compte dans le calcul de l'IPR, ce qui contribue à la baisse de l'indice. Il semble que les rejets de la station d'épuration de Sofia Antipolis perturbent le compartiment piscicole et affectent la valeur de l'indice. Il est néanmoins important de noter que la période précoce de collecte des échantillons doit également être prise en compte dans l'évaluation de cet indice.

L'IPR a considérablement décliné par rapport au suivi de 2022, passant d'une qualité "bonne" à « mauvaise ».

## BIBLIOGRAPHIE

Courtenay, W. R., Jr. Meffe, G. K. (1989). Small fishes in strange places: a review of introduced poeciliids. Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae). 319-331

Myers, G.S. (1967). *Gambusia*, the fish destroyer. Australian Zoology 13(2): 102.

Pascal, M., Lorvelec, O., Vigne, J.D. (2006). Invasions biologiques et extinctions : 11 000 ans d'histoire des vertébrés en France. Versailles, FRA : Editions Quae, 352 pp.

## ANNEXES

Annexe 1 : liste floristique des diatomées benthiques de la station 9, Brague – 25 janvier 2024 (en pourcentage relatif)

| Taxons                                                                                          | Code  | Nombre | O/oo |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|------|
| <i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow var. <i>pediculus</i>                                 | APED* | 140    | 329  |
| <i>Sellaphora nigri</i> (De Not.) C.E. Wetzel et Ector comb. nov. emend.                        | SNIG* | 75     | 176  |
| <i>Nitzschia amphibia</i> f. <i>amphibia</i> Grunow var. <i>amphibia</i>                        | NAMP* | 37     | 87   |
| <i>Navicula veneta</i> Kützing                                                                  | NVEN* | 23     | 54   |
| <i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>parvulum</i> f. <i>parvulum</i> (Kützing) Kützing            | GPAR* | 22     | 52   |
| <i>Staurosira venter</i> (Ehrenberg) Cleve et Moeller var. <i>venter</i>                        | SSVE* | 20     | 47   |
| <i>Sellaphora saugerresii</i> (Desm.) C.E. Wetzel & D.G. Mann in Wetzel et al.                  | SSGE* | 18     | 42   |
| <i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot var. <i>frequentissimum</i> | PLFR* | 16     | 38   |
| <i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow                                                             | NINC* | 12     | 28   |
| <i>Craticula subminuscule</i> (Manguin) C.E. Wetzel et Ector                                    | CSNU* | 7      | 16   |
| <i>Gomphonema</i> sp.                                                                           | GOMS  | 6      | 14   |
| <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot                                      | RABB* | 6      | 14   |
| <i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot                                                          | NANT* | 5      | 12   |
| <i>Cocconeis euglypta</i> Ehrenberg                                                             | CEUG* | 4      | 9    |
| <i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i> Reichardt & Lange-Bertalot                        | GPRI* | 4      | 9    |
| <i>Nitzschia palea</i> var. <i>debilis</i> (Kützing) Grunow in Cleve et Grunow                  | NPAD* | 4      | 9    |
| <i>Sellaphora atomoides</i> (Grunow) Wetzel et Van de Vijver                                    | SEAT* | 4      | 9    |
| <i>Amphora</i> sp.                                                                              | AMPS  | 2      | 5    |
| <i>COCCONEIS</i> C.G. Ehrenberg                                                                 | COCO  | 2      | 5    |
| <i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg                                                            | CPED* | 2      | 5    |
| <i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov, var. <i>veneta</i>                                   | HVEN* | 2      | 5    |
| <i>Mayamaea permitis</i> (Hustedt) Bruder & Medlin                                              | MPMI* | 2      | 5    |
| <i>Navicula caterva</i> Hohn & Hellerman                                                        | NCTV* | 2      | 5    |
| <i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot var. <i>cryptotenella</i>                          | NCTE* | 2      | 5    |
| <i>Navicula tripunctata</i> (O.F. Müller) Bory var. <i>tripunctata</i>                          | NTPT* | 2      | 5    |
| <i>Nitzschia dissipata</i> subsp. <i>dissipata</i> (Kützing) Grunow var. <i>dissipata</i>       | NDIS* | 2      | 5    |
| <i>Nitzschia microcephala</i> Grunow in Cleve et Moller var. <i>microcephala</i>                | NMIC* | 2      | 5    |
| <i>Navicula gregaria</i> Donkin var. <i>gregaria</i>                                            | NGRE* | 1      | 2    |
| <i>Platessa conspicua</i> (A. Mayer) Lange-Bertalot                                             | PTCO* | 1      | 2    |

## Annexe 2 : liste complète des macroinvertébrés benthiques de la station 9, Brague – 25 janvier 2024

| Ordre                 | Famille                | TAXON SANDRE           | Total A | Total B | Total C |
|-----------------------|------------------------|------------------------|---------|---------|---------|
| Trichoptères          | Hydroptilidae          | <i>Hydroptila</i>      | 1       | 1       | 1       |
| Trichoptères          | Psychomyiidae          | <i>Tinodes</i>         | 0       | 0       | 1       |
| <b>Ephéméroptères</b> | <b>Baetidae</b>        | <b>Baetidae</b>        | 2       | 0       | 3       |
| Ephéméroptères        | Baetidae               | <i>Baetis</i>          | 26      | 43      | 76      |
| Ephéméroptères        | Caenidae               | <i>Caenis</i>          | 114     | 1114    | 269     |
| Coléoptères           | Elmidae                | <i>Oulimnius</i>       | 0       | 18      | 13      |
| Coléoptères           | Elmidae                | <i>Esolus</i>          | 0       | 10      | 2       |
| Coléoptères           | Elmidae                | <i>Limnius</i>         | 4       | 1       | 0       |
| Coléoptères           | Halplidae              | <i>Halplus</i>         | 7       | 9       | 2       |
| <b>Diptères</b>       | <b>Ceratopogonidae</b> | <b>Ceratopogonidae</b> | 1       | 1       | 0       |
| <b>Diptères</b>       | <b>Chironomidae</b>    | <b>Chironomidae</b>    | 972     | 3906    | 2279    |
| <b>Diptères</b>       | <b>Empididae</b>       | <b>Empididae</b>       | 1       | 1       | 1       |
| <b>Diptères</b>       | <b>Psychodidae</b>     | <b>Psychodidae</b>     | 1       | 0       | 0       |
| <b>Diptères</b>       | <b>Simuliidae</b>      | <b>Simuliidae</b>      | 33      | 143     | 65      |
| <b>Diptères</b>       | <b>Tabanidae</b>       | <b>Tabanidae</b>       | 0       | 0       | 1       |
| <b>Diptères</b>       | <b>Tipulidae</b>       | <b>Tipulidae</b>       | 2       | 1       | 0       |
| Odonates              | Calopterygidae         | <i>Calopteryx</i>      | 9       | 0       | 0       |
| Odonates              | Corduliidae            | <i>Somatochlora</i>    | 2       | 1       | 0       |
| Odonates              | Gomphidae              | <i>Onychogomphus</i>   | 1       | 10      | 5       |
| Odonates              | Libellulidae           | <i>Orthetrum</i>       | 1       | 0       | 0       |
| <b>Crustacea</b>      | <b>Asellidae</b>       | <b>Asellidae</b>       | 961     | 1291    | 1062    |
| <b>Crustacea</b>      | <b>Gammaridae</b>      | <b>Gammarus</b>        | 7       | 0       | 0       |
| <b>Hydracariens</b>   | <b>Hydracariens</b>    | <b>Hydracarina</b>     | 1       | 1       | 0       |
| <b>Achètes</b>        | <b>Erpobdellidae</b>   | <b>Erpobdellidae</b>   | 1       | 0       | 0       |
| Achètes               | Erpobdellidae          | <i>Erpobdella</i>      | 0       | 0       | 7       |
| Achètes               | Glossiphoniidae        | <i>Helobdella</i>      | 3       | 4       | 5       |
| Achètes               | Glossiphoniidae        | <i>Placobdella</i>     | 1       | 1       | 0       |
| Bivalves              | Sphaeriidae            | <i>Pisidium</i>        | 5       | 28      | 1       |
| Gastéropodes          | Hydrobiidae            | <i>Potamopyrgus</i>    | 0       | 1       | 0       |
| Gastéropodes          | Lymnaeidae             | <i>Radix</i>           | 5       | 2       | 0       |
| Gastéropodes          | Physidae               | <i>Physa</i>           | 8       | 6       | 1       |
| Planaires             | Dugesidae              | <i>Dugesia</i>         | 2       | 0       | 1       |
| <b>Oligochètes</b>    | <b>Oligochètes</b>     | <b>Oligochaeta</b>     | 9       | 3       | 1       |

Annexe 3 : données d'entrée IPR, de la station 9, Brague – 25 janvier 2024

Données environnementales :

| CODE_OPERATION     | CODE_STATION | DATE       | ALT  | SURF | SBV | DS | LAR  | PENT | PROF | Tjuillet | Tjanvier | BASSIN |
|--------------------|--------------|------------|------|------|-----|----|------|------|------|----------|----------|--------|
| BRA_step_bouillide | BRA9         | 01/06/2022 | 60.6 | 679  | 44  | 16 | 5.23 | 11   | 0.3  | 23.3     | 8.3      | H8     |

Données faunistiques :

| CODE_OPERATION     | CODE_TAXON | RESULTAT |
|--------------------|------------|----------|
| BRA_step_bouillide | ANG        | 47       |
| BRA_step_bouillide | BAM        | 63       |
| BRA_step_bouillide | CHE        | 10       |
| BRA_step_bouillide | VAI        | 11       |
| BRA_step_bouillide | GAM        | 41       |

Données de sortie :

| CODE_OPERATION     | CODE_STATION | DATE | CODE_PAR | LIB_PAR   | RESULTAT    |
|--------------------|--------------|------|----------|-----------|-------------|
| BRA_step_bouillide | BRA9         | NA   | NA       | ALT       | 60.6        |
| BRA_step_bouillide | BRA9         | NA   | 7744     | Score NER | 5,922011333 |
| BRA_step_bouillide | BRA9         | NA   | 7743     | Score NEL | 8,758297999 |
| BRA_step_bouillide | BRA9         | NA   | 7644     | Score NTE | 8,339817202 |
| BRA_step_bouillide | BRA9         | NA   | 7786     | Score DIT | 0,0965868   |
| BRA_step_bouillide | BRA9         | NA   | 7746     | Score DIO | 0,13973547  |
| BRA_step_bouillide | BRA9         | NA   | 7745     | Score DII | 1,7741371   |
| BRA_step_bouillide | BRA9         | NA   | 7787     | Score DTI | 9,99142186  |
| BRA_step_bouillide | BRA9         | NA   | 7036     | IPR       | 35,0220078  |

Annexe 4 : Données brutes piscicoles, de la station 9, Brague – 25 janvier 2024

| Espèce | Nombre | Poids (g) | Type de lot | Longueur totale (mm) |
|--------|--------|-----------|-------------|----------------------|
| ANG    | 1      | 17        |             | 232                  |
| ANG    | 1      | 19        |             | 235                  |
| ANG    | 1      | 15        |             | 215                  |
| ANG    | 1      | 17,5      |             | 225                  |
| ANG    | 1      | 7         |             | 165                  |
| ANG    | 1      | 14        |             | 225                  |
| ANG    | 1      | 8,5       |             | 180                  |
| ANG    | 1      | 6         |             | 160                  |
| ANG    | 1      | 6         |             | 180                  |
| GAM    | 1      | 1         |             | 45                   |
| GAM    | 1      | 1,5       |             | 51                   |
| GAM    | 1      | 1         |             | 44                   |
| GAM    | 1      | 1         |             | 47                   |
| GAM    | 1      | 1         |             | 42                   |
| GAM    | 1      | 1         |             | 48                   |
| GAM    | 1      | 1         |             | 47                   |
| GAM    | 1      | 1         |             | 45                   |
| GAM    | 1      | 1         |             | 45                   |
| GAM    | 1      | 1         |             | 48                   |
| GAM    | 1      | 1         |             | 48                   |
| GAM    | 1      | 1         |             | 45                   |
| GAM    | 1      | 0,5       |             | 42                   |
| GAM    | 1      | 0,5       |             | 37                   |
| GAM    | 1      | 1         |             | 47                   |
| GAM    | 1      | 1         |             | 42                   |
| GAM    | 1      | 1         |             | 47                   |
| GAM    | 30     | 6         | S           | 32                   |
|        |        |           |             | 20                   |
|        |        |           |             | 21                   |
|        |        |           |             | 23                   |
|        |        |           |             | 25                   |
|        |        |           |             | 20                   |
|        |        |           |             | 25                   |
|        |        |           |             | 20                   |
|        |        |           |             | 25                   |
|        |        |           |             | 25                   |
|        |        |           |             | 26                   |
|        |        |           |             | 22                   |
|        |        |           |             | 26                   |
|        |        |           |             | 25                   |
|        |        |           |             | 21                   |
|        |        |           |             | 27                   |
|        |        |           |             | 32                   |
|        |        |           |             | 30                   |
|        |        |           |             | 32                   |
|        |        |           |             | 27                   |
|        |        |           |             | 22                   |
|        |        |           |             | 22                   |
|        |        |           |             | 30                   |
|        |        |           |             | 20                   |
|        |        |           |             | 26                   |
|        |        |           |             | 26                   |

| Espèce | Nombre | Poids (g) | Type de lot | Longueur totale (mm) |
|--------|--------|-----------|-------------|----------------------|
|        |        |           |             | 32                   |
|        |        |           |             | 20                   |
|        |        |           |             | 25                   |
|        |        |           |             | 26                   |
| GAM    | 30     | 6         | S           | 22                   |
|        |        |           |             | 22                   |
|        |        |           |             | 31                   |
|        |        |           |             | 22                   |
|        |        |           |             | 20                   |
|        |        |           |             | 24                   |
|        |        |           |             | 21                   |
|        |        |           |             | 21                   |
|        |        |           |             | 25                   |
|        |        |           |             | 26                   |
|        |        |           |             | 25                   |
|        |        |           |             | 26                   |
|        |        |           |             | 30                   |
|        |        |           |             | 30                   |
|        |        |           |             | 38                   |
|        |        |           |             | 26                   |
|        |        |           |             | 29                   |
|        |        |           |             | 32                   |
|        |        |           |             | 20                   |
|        |        |           |             | 22                   |
|        |        |           |             | 27                   |
|        |        |           |             | 17                   |
|        |        |           |             | 25                   |
|        |        |           |             | 26                   |
|        |        |           |             | 25                   |
|        |        |           |             | 25                   |
|        |        |           |             | 28                   |
|        |        |           |             | 19                   |
|        |        |           |             | 29                   |
|        |        |           |             | 22                   |
| GAM    | 67     | 14,5      | L           |                      |

### Légende

ANG = Anguille

GAM = Gambusie

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| lot S | sous-échantillons d'une trentaine d'individus d'une fraction «X» des captures de l'espèce (50 ou plus si la fraction «X» évaluée est composée de plusieurs centaines d'individus), relativement homogène comptés et mesurés individuellement, et pesés en groupe. Ce sous-échantillon sert de référence pour la distribution en taille du lot L correspondant. |
| lot L | sous-échantillon relié au lot S précédent, correspondant au complément de la fraction «X» pour laquelle tous les individus sont comptés et pesés en groupe.                                                                                                                                                                                                    |