



**apron**

## **Plan national d'actions en faveur de l'apron du Rhône 2012-2016**

### **Action 8: Etude du comportement alimentaire de l'apron du Rhône**

Rapport intermédiaire:  
Secteurs Ardèche et Loue 2014-2015

Université d'Aix-Marseille, juin. 2016



# Etude du comportement alimentaire de l'apron du Rhône (*Zingel asper* L.)

Secteurs Ardèche et Loue 2014-2015

Rapport intermédiaire

**Juin 2016**

Emmanuel CORSE<sup>1</sup>

Gaït ARCHAMBAUD-SUARD<sup>2</sup>

Emese MEGLECZ<sup>1</sup>

Rémi CHAPPAZ<sup>1</sup>

Vincent DUBUT<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Aix-Marseille Université, CNRS  
IMBE – UMR 7263, Equipe EGE  
Centre St-Charles, Case 36  
3 Place Victor Hugo  
13331 Marseille cedex 3

<sup>2</sup> Irstea  
UR RECOVER, Equipe FRESHCO  
3275 Route de Cézanne  
CS 40061  
13182 Aix en Provence cedex 5



(Aix-Marseille  
université)





## **REMERCIEMENTS**

Nous remercions sincèrement tous les personnels de la DIR ONEMA Bourgogne-Franche-Comté, des Délégations Départementales ONEMA du Jura et du Doubs pour leur précieux support logistique et technique lors des captures d'aprons sur la station de Port-Lesney, tout spécialement Patrick Gindre et François Huger. Nous remercions également Pierre Gibert (Irstea), Marianne Georget (CEN Rhône-Alpes), Sébastien Pradelle (CEN Rhône-Alpes), Rémi Grenier (IMBE), Ivan Paz-Vinas et François Chappaz (IMBE) pour leur participation aux campagnes de terrain 2014 et/ou 2015. Nous remercions aussi chaleureusement Patrick Gindre pour les moments conviviaux que nous avons partagés, et de nous avoir fait découvrir les délices de la belle région Franc-Comtoise, ainsi que Roland Brunet pour son accueil chaleureux.

# 1. INTRODUCTION

---

L'apron du Rhône (*Zingel asper*, Linnaeus 1758), est un poisson percidé endémique du bassin rhodanien. Au cours du XXe siècle, suite à des pressions anthropiques fortes, il a connu un fort déclin et a perdu presque 90% de son aire de répartition initiale. Les causes majeures de ce déclin sont liées aux aménagements des cours d'eau qui ont entraîné une fragmentation des habitats et une uniformisation des habitats. Après avoir fait l'objet de deux programmes LIFE, l'apron fait l'objet d'un Plan National d'Action (PNA) depuis 2012 visant à coordonner les efforts de conservation pour cette espèce à l'échelle nationale. Une partie des actions inscrites au PNA vise à améliorer les connaissances écologiques de l'espèce dans le but de mieux orienter les politiques de gestion et de conservation. L'Action n°8 intitulée « Régime alimentaire et utilisation des habitats » fait l'objet des premiers résultats présentés dans ce rapport.

Plus précisément, les objectifs de cette action sont :

- i) de définir la plasticité trophique de l'apron (ex. : ensemble des proies ingérées, variation spatiale et temporelle des proies)
- ii) de déterminer les proies/ habitats d'alimentation privilégiés
- iii) de déterminer l'état de spécialisation trophique des populations
- iv) d'évaluer l'impact des facteurs qui affectent les communautés de proies sur les comportements alimentaires de l'apron (ex. : diversité des habitats, colmatage du substrat)

L'Action 8 vise donc à élargir les connaissances écologiques de l'espèce et à déterminer les facteurs limitants en lien avec la démographie des populations. Ces résultats permettront également de définir les exigences trophiques de l'apron en termes de proies et d'habitats, l'objectif étant de fournir un outil d'aide à la gestion.

Pour répondre à ces objectifs, l'action 8 se base sur l'analyse conjointe du comportement alimentaire des aprons et de certains traits d'histoire de vie (coefficient de condition, croissance). Le comportement alimentaire sera étudié en analysant la nature des proies ingérées par les aprons au regard de la disponibilité potentielle des proies dans le milieu. Durant cette étude, les proies ingérées par les aprons seront identifiées sur la base d'analyses

de l'ADN contenu dans les excréments d'apron. Cette approche permet d'obtenir une identification taxonomique très fine des proies, tout en étant non invasive.

Cependant le protocole moléculaire nécessite une importante phase de développement. En outre, cette démarche nécessite également une construction de la banque ADN de référence qui permettra d'assigner à chacune de ces séquences un rang taxonomique.

L'objet de ce rapport est de dresser un bilan des activités menées en 2015 en lien avec cette action dans la Durance et le Buëch :

- i) les campagnes d'échantillonnage d'aprons et le prélèvement de leurs excréments,
- ii) les campagnes d'échantillonnage des proies dans le milieu,
- iii) développement d'un pipeline bioinformatique pour le traitement des données de séquençages ADN haut débits des proies contenus dans les excréments
- iv) présentation des résultats des campagnes de printemps et automne 2014 sur les stations Les Platanes (Beaume) et Port-Lesney (Loue).

## 2. ECHANTILLONNAGE DES APRONS

---

### A. Zones d'études

Dans le cadre du projet, deux stations de références se trouvant respectivement dans le secteur Ardèche et Doubs ont été choisies pour l'étude du régime alimentaire des aprons. Le choix de ces stations reposait sur plusieurs critères concernant les populations d'aprons qui devaient présenter : (i) une stabilité démographique (ii) une densité relativement importante d'aprons (au vu des suivis de population établis sur plusieurs années).

L'échantillonnage du secteur Ardèche correspond à la station dit des Platanes, qui se trouve sur la rivière Beaume, à proximité de la commune de Rosières (07). Le secteur Doubs a fait l'objet d'un échantillonnage de la Loue (affluent du Doubs) au niveau de la commune de Port-Lesney (39).

### B. Echantillonnage des aprons

Les aprons sont capturés par pêche électrique selon la méthode dite du « barrage d'épuisettes ». Chaque apron capturé fait l'objet de plusieurs mesures et prélèvements sur le terrain :

- 1) longueur à la fourche,
- 2) poids,
- 3) prélèvement d'écailles,
- 4) prélèvement des excréments par massage abdominal (stockage immédiat dans l'alcool).

Les aprons sont ensuite libérés dans la rivière à proximité de leur lieu de capture.

### C. Bilan échantillonnage 2014-2015

Deux campagnes par an (printemps/automne) ont été effectuées pour chacune des deux stations. Le bilan du nombre d'excréments prélevés par campagne est figuré **Tableau 1**. Au total 993 aprons ont été capturés. Un minimum de 30 excréments a été prélevé pour l'ensemble des campagnes durant lesquels le pourcentage de vacuité oscillait entre 0 et 38%, à l'exception de la campagne d'automne 2015 de la Beaume, et ce malgré un nombre importants d'aprons capturés (n=66). Ceci était très probablement dû à un effondrement de la

disponibilité des proies toujours perceptible 15 jours après les évènements hydrologiques exceptionnels qu'a connus la Beaume durant l'automne 2015.

**Tableau 1. Bilan des campagnes d'échantillonnages des aprons et des proies de 2014 et 2015 pour la station des Platanes et de Port Lesney** La campagne de printemps est codée a, celle de l'automne b. Entre parenthèse est indiqué le nombre d'excréments échantillonnés. Le pourcentage de vacuité correspond à la proportion des individus pour lesquels aucun excrément n'a été détecté sur l'ensemble des individus capturés.

Zones d'échantillonnages	Date	Apron (exc)	% vacuité	Ech. Proies
Platanes 2014a	02 au 06/06/2014	35(35)	2%	90 + quali.
Platanes 2014b	27 au 31/10/2014	66(9)	85%	90 + quali.
Platanes 2015a	01 au 05/06/2015	49 (49)	0%	90
Platanes 2015b	20 au 23/10/2015	51 (33)	35%	90
Total		201(126)	37%	360
Port-Lesney 2014a	16 au 19/06/2014	24(21)	13%	90 + quali.
Port-Lesney 2014b	15 au 19/09/2014	49(49)	0%	90 + quali.
Port-Lesney 2015a	06 au 10/07/2015	60(41)	32%	90
Port-Lesney 2015b	07 au 11/09/2015	120(74)	38%	90
Total		253(185)	27%	360
Total	40 jours	993(528)		703 + quali



### 3. ECHANTILLONNAGE DES PROIES

---

Les campagnes effectuées durant les années 2014 et 2015 constituent le futur jeu de données sur la disponibilité des proies présentes pour l'apron. Les objectifs sont d'évaluer la disponibilité des proies pour l'apron en termes de qualité (nature des proies), diversité, abondances, localisations et distributions dans les habitats.

#### A. Zones d'études

Les prélèvements d'invertébrés ont été réalisés dans les stations dites de référence : les Platanes sur la Baume (07) et Port-Lesney sur la Loue (39) (voir Tableau 1).

Afin d'évaluer au mieux les proies disponibles ou potentielles pour l'apron, les stations échantillonnées pour les invertébrés incluent les stations de pêche des aprons.

La station Les Platanes sur la Baume(ou Beaume) comprend une longueur d'au moins 960 m avec une largeur du lit mouillé variant de quelques mètres à plus de 45 m et une altitude de 135 m.

La station de Port-Lesney sur la Loue comprend une longueur d'au moins 1 100 m avec une largeur du lit mouillé variant de quelques mètres à plus de 60 m, et une altitude de 242 m.

#### B. Protocole de terrain et de laboratoire

##### 1) *Echantillonnage de terrain*

Pour évaluer au mieux la diversité et l'abondance des invertébrés, un échantillonnage quantitatif a été effectué dans la diversité des habitats de la station : 90 points de prélèvements ont ainsi été réalisés dans chaque station, à chaque campagne, à l'aide d'un filet de type surber d'une surface unitaire de 0.05m<sup>2</sup>.

Les prélèvements comprenant les invertébrés, les débris végétaux et parfois les substrats minéraux (sable, limon) ont été conservés directement dans une solution d'éthanol à 90% soit dans des piluliers soit dans des boîtes. L'usage de l'éthanol est privilégié car cela autorise une éventuelle analyse de l'ADN des invertébrés pour la banque ADN de proies.

Quelques échantillons qualitatifs de macroinvertébrés sont effectués en supplément des quantitatifs pour être immédiatement analysés et aider à constituer la banque ADN de proies. Ils sont également conservés dans l'éthanol à 90%.

Cet échantillonnage assez densifié des habitats a été réalisé de l'aval vers l'amont de la station, en progressant par transect d'une rive l'autre, avec un nombre variable de prélèvements par transect selon la largeur du lit mouillé (de 1 à 10 points par transects par exemple). Les habitats non accessibles ou trop difficiles à prélever n'ont pas été échantillonnés, notamment ceux dépassant une profondeur de 70 cm ou une vitesse de courant supérieure à 2 m/s.

Pour caractériser physiquement les habitats, des descriptions et mesures ont été réalisées pour chaque prélèvement, selon la fiche d'habitat d'Irstea, disponible en annexe. De nombreux paramètres sont ainsi notés comme la localisation dans les faciès, la granulométrie des substrats, l'état de colmatage, la présence de végétation aquatique, de biofilm, la hauteur d'eau, les vitesses du courant...

## 2) *Les invertébrés au laboratoire*

Au laboratoire, les échantillons qualitatifs sont rincés à l'eau pour le tri, puis sont traités sous binoculaire et microscope pour l'identification. Les invertébrés sont ensuite conservés dans l'éthanol à 90% et conservés à l'abri de la lumière, et pour partie à 4°C en vue des futures analyses ADN.

Les échantillons quantitatifs sont rincés à l'eau sur une colonne de tamis de vide de maille de 2 mm, 1 mm et 0,5 mm, afin de séparer les débris minéraux et végétaux, et permettre un tri plus rapide. Les invertébrés sont identifiés et comptés, et pour certains insectes mesurés en classes de taille. Lorsque les abondances sont trop élevées, un comptage est effectué sans sortir tous les individus, ou bien une dilution est réalisée et une partie seulement des individus est comptée et conservée. Tous les invertébrés extraits de la phase de tri sont conservés dans l'éthanol à 90% dans des contenants étiquetés. Si nécessaire, ils pourront être identifiés plus précisément ou être mesurés plus tard. S'ils n'ont pas été formolés sur le terrain, ils pourront également servir pour la bibliothèque ADN. Les nouveaux invertébrés identifiés au fur et à mesure des campagnes seront conservés au mieux afin de compléter la bibliothèque ADN si besoin.

La longueur totale de certains invertébrés, notamment les insectes, est mesurée et distribuée en classes de tailles.

Les abondances (ou effectifs bruts) des invertébrés peuvent être ramenées à une unité de surface pour être exprimées en densités : nombre d'individus par m<sup>2</sup>.

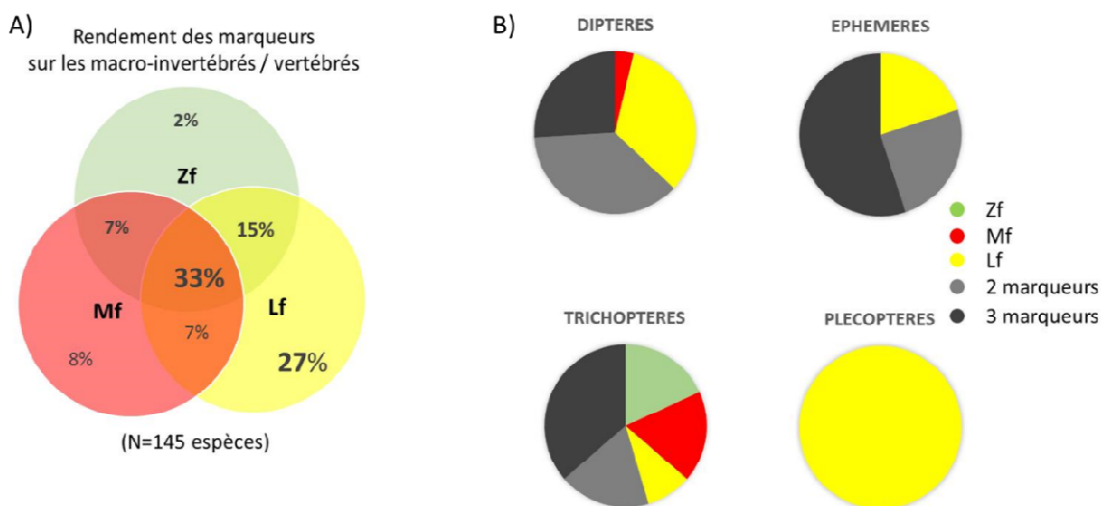
## 4. DEVELOPPEMENT DU PROTOCOLE MOLECULAIRE ET DU PIPELINE BIOINFORMATIQUE

---

Durant l'année 2014, nous avons développé un protocole moléculaire d'analyse des excréments adapté aux organismes insectivores de rivière. Durant l'année 2015, nous avons entrepris de développer un pipeline bioinformatique dans le but i) de nettoyer le jeu de données issu des séquençages hauts débits (Illumina MiseQ) en filtrant le bruit de fond et ii) d'accélérer le processus d'analyse des données en automatisant le tri des séquences (attribution des séquences aux individus) et leurs identifications taxonomiques. Les étapes de l'ensemble du processus d'analyse des excréments (incluant le protocole moléculaire et les détails du pipeline bioinformatique) sont détaillées dans le rapport des études réalisées dans le cadre du PNA apron relative au secteur Durance (Corse *et al.*, 2015)\*.

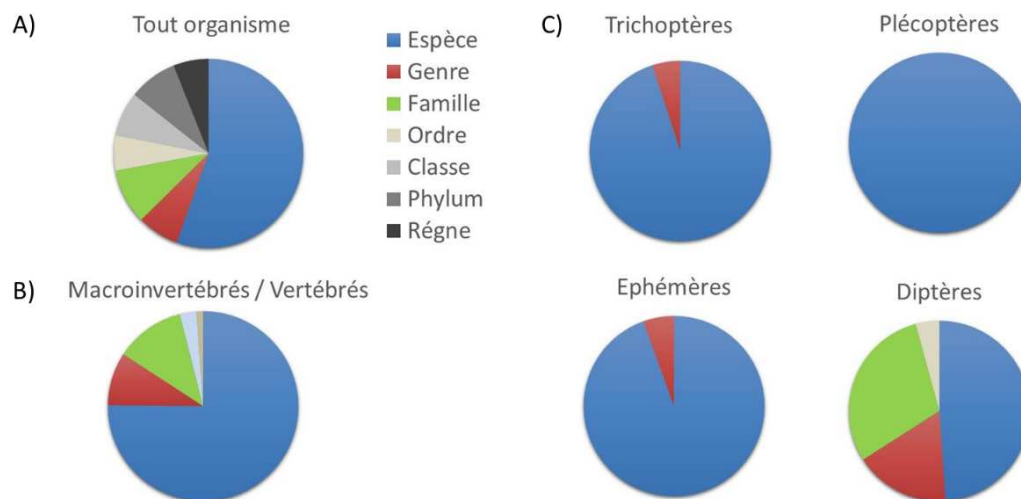
En 2015, le traitement des premiers résultats suggérait que certains insectes étaient mal détectés dans les excréments, augmentant le risque de faux négatifs (absence de détection dans les excréments de la proie alors qu'elle a réellement été ingérée par le prédateur). Cela suggérait que les deux marqueurs ciblant le gène de la Cytochrome Oxydase I (COI) que nous avons développés en 2014 (appelés Zf et Mf) ne couvraient pas l'ensemble des proies potentielles de l'apron, notamment des taxa d'intérêt comme les Perlidae et les gammares. Un troisième marqueur (appelé Lf) a donc été développé au cours de l'année 2015. La **Figure 1** permet de visualiser l'apport de ce troisième marqueur : 27% d'espèces supplémentaires sont détectés par le marqueur Lf. Cet apport concerne l'ensemble des taxa d'intérêt et notamment sur les plécoptères qui ne sont détectés que par ce marqueur.

\* Corse E., Archambaud G., Meglecz E., Chappaz R., Dubut V. (2015). Etude du comportement alimentaire de l'Apron du Rhône (*Zingel asper* L.) Rapport d'étape 2014-2015. Maîtrise d'ouvrage : EDF et le SMAVD. 33p.



**Figure 1 : Complémentarité des trois marqueurs ADN développés pour l'étude.** En A), le diagramme de Venn illustre le pourcentage de recouvrement de l'espèce détectée par les trois marqueurs Zf, Mf et Lf. Ces pourcentages ont été estimés sur 145 espèces détectées dans les excréments d'aprons (tout type de proie confondu) provenant des différentes stations de référence du projet. Les camemberts figurés en B) indique pour les taxa d'intérêt la proportion des espèces détectées par un seul, par deux ou par les trois marqueurs.

La **Figure 2** permet de visualiser les niveaux taxonomiques assignés aux séquences détectées dans les excréments d'apron. Plus de 50% des proies sont identifiées au niveau de l'espèce et environ 75% des séquences sont identifiées au minimum au niveau de la famille (niveau d'identification taxonomique obtenu en général par des analyses de contenus stomacaux). Les séquences assignés à des rangs supérieur à la famille sont principalement des microorganismes (rotifères, diatomées, oomycètes) ou des macrophytes (algues vertes, algues brunes, plantes...). Lorsque l'on considère uniquement les séquences de macroinvertébrés et de vertébrés (c'est-à-dire principalement insectes, crustacés et poissons), l'identification à l'espèce est possible dans 75% des cas. Lorsque l'on considère les Trichoptères, Plécoptères et Ephémères la plupart des séquences sont identifiées à l'espèce (les séquences restantes étant identifiées au niveau du genre). Dans le cas des Diptères, un peu moins de 50% sont identifiés au niveau de l'espèce, le reste étant principalement identifié au genre, à la famille ou à la sous-famille.



**Figure 2 : Capacité d'identification taxonomique des proies détectées dans les excréments.** Les camemberts illustrent la proportion du nombre d'espèces identifiées aux différents niveaux taxonomiques figurés par un code couleur (voir la légende) en considérant l'ensemble des organismes en A) (c'est-à-dire incluant les microorganismes et macroorganismes), et en se focalisant sur les macroinvertébrés / vertébrés en B). Enfin, les camemberts en C) permettent de visualiser la capacité d'identification pour les taxa d'intérêt biologique dans le cadre de notre étude.

## 5. Invertébrés de la Beaume et de la Loue en 2014

---

Les données des deux stations Les Platanes et Port-Lesney et des deux campagnes saisonnières de l'année 2014 sont disponibles, mais encore provisoires pour l'identification à l'espèce de certains taxons.

Les données globales par station sont constituées de la somme des 90 échantillons, soit une surface totale prélevée de 4.5m<sup>2</sup> (90 \* 0.05m<sup>2</sup>). Les abondances (ou effectifs bruts) des invertébrés sont ramenées à une unité de surface pour être exprimées en densités : nombre d'individus par m<sup>2</sup>.

Les invertébrés sont présentés en regroupant les taxons par groupes faunistiques qui permettent de comparer globalement les communautés d'invertébrés ; puis le regroupement des invertébrés est présenté afin de garder une homogénéité de présentation avec les proies effectives de l'apron indiquées dans le chapitre suivant.

Les peuplements d'invertébrés sont comparés globalement, afin d'identifier leurs principales similitudes et différences dans les deux stations. Leurs compositions et structures sont comparées dans leur évolution temporelle, entre les deux saisons printemps et automne 2014.

## A. Bilan global des invertébrés de la Baume et la Loue en 2014

Les densités totales (Tableau 2 et annexe 2) sont élevées dans la Baume Les Platanes au printemps (7 328 individus/m<sup>2</sup>) et dans la Loue Port-Lesney, aux deux saisons (9 246 ind/m<sup>2</sup> et 4 910 ind/m<sup>2</sup>). Rappelons qu'à l'automne 2014 sur la Baume a eu lieu une crue importante ; nous n'avons pas pu décaler plus tardivement nos échantillonnages et nous sommes passés une quinzaine de jours seulement après la crue. Ceci peut être une des raisons des faibles densités totales observées (1 148 ind/m<sup>2</sup>).

**Tableau 2. Bilan de données globales des groupes faunistiques des invertébrés en 2014.**

Cours d'eau Station dates codes station- date	BAUME <i>Les Platanes</i>		LOUE <i>Port-Lesney</i>	
	3 et 4/06/14	29 et 31/10/14	17 et 18/06/2014	17/09/2014
	14PLTA	14PLTB	14PLNA	14PLNB
<b>Densités (inv/m<sup>2</sup>)</b>	<b>7328</b>	<b>1148</b>	<b>9246</b>	<b>4910</b>
richesse GF	17	14	15	13
groupe le plus abondant	Diptères 42%	Diptères 54%	Diptères 43%	Diptères 40%
2ième groupe	Oligochètes 22%	Ephéméroptères 15%	Coléoptères 18%	Coléoptères 19%
3ième groupe	Ephéméroptères 17%	Plécoptères 9%	Ephéméroptères 15%	Ephéméroptères 14%
4ième groupe	Plécoptères 8%	Oligochètes 8%	Crustacés 9%	Trichoptères 14%
5ième groupe	Trichoptères 7%	Trichoptères 7%	Trichoptères 9%	Crustacés 8%

Les deux cours d'eau sont riches de 14 à 17 groupes faunistiques.

Aux deux saisons, la Baume est plus riche, et la Loue présente davantage d'invertébrés.

Sur les deux stations, on observe à l'automne une baisse des richesses et des densités.

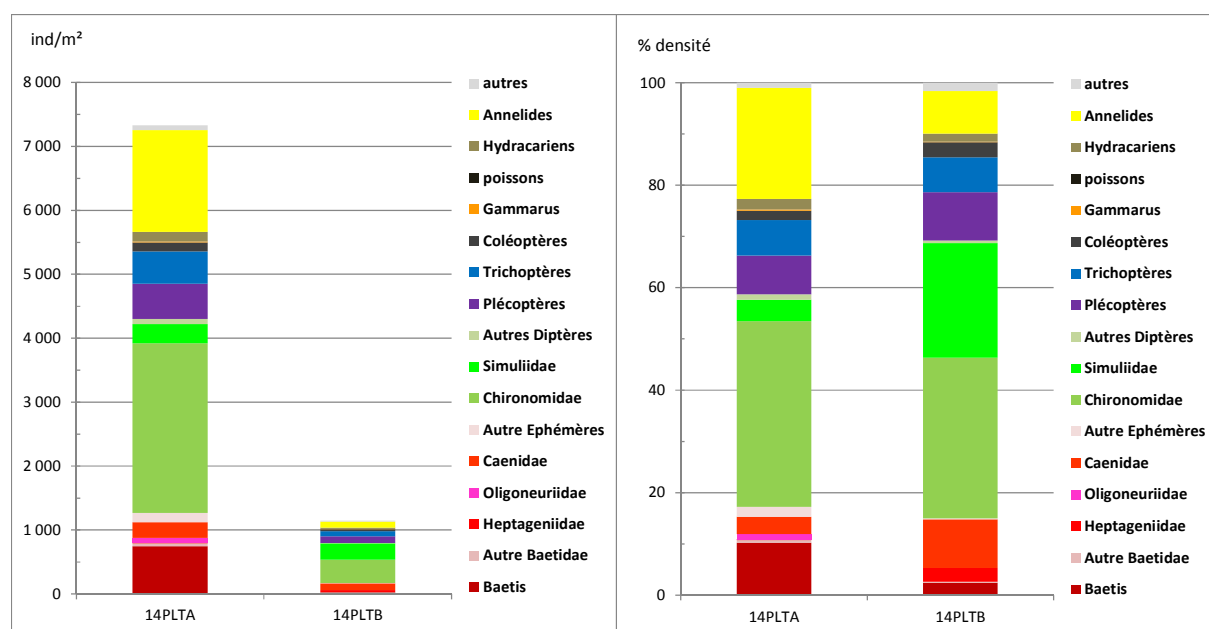
Les deux stations présentent cinq groupes faunistiques abondants (chacun a plus de 8% des densités totales), avec en point commun les insectes Diptères largement dominants dans le peuplement : ils constituent à chaque date au moins 40% à 54% des invertébrés prélevés.

Puis les insectes Ephéméroptères et Trichoptères sont des groupes abondants communs dans les deux stations, les Ephéméroptères devant les Trichoptères, avec des densités équivalentes dans la Baume et la Loue au printemps (1 300 ind/m<sup>2</sup> environ).

Chaque station est caractérisée par une abondance de groupes particuliers : pour la Baume, les non insectes Oligochètes et les insectes Plécoptères, pour la Loue les insectes Coléoptères et les non insectes Crustacés.

## B. Evolution temporelle des invertébrés de la Baume en 2014

Les invertébrés sont regroupés en 16 « catégories » correspondant à différents niveaux d'identification (groupe, famille, genre) utiles pour l'analyse future des proies de l'apron ; leurs densités absolues et relatives sont présentées dans les figures suivantes.



**Figure 3 : Densités absolues et relatives des invertébrés, regroupés en catégories pour la Baume, station Les Platanes, au printemps (14PLTA) et à l'automne (14PLTB) en 2014.**

**Au printemps** 7 328 ind/m<sup>2</sup> sont présents. Le peuplement d'invertébrés est dense, diversifié, avec les Diptères Chironomidae (36%) et les Annelides Oligochètes (22%) fortement dominants. Chez les Ephéméroptères, la famille Baetidae domine, avec le genre Baetis (10%). Cinq autres familles sont présentes : Caenidae (3.3%), Oligoneuriidae (1%), Heptageniidae (0.2%) et parmi les « autres Ephéméroptères » (2.2%) Ephemerellidae et Leptophlebiidae.

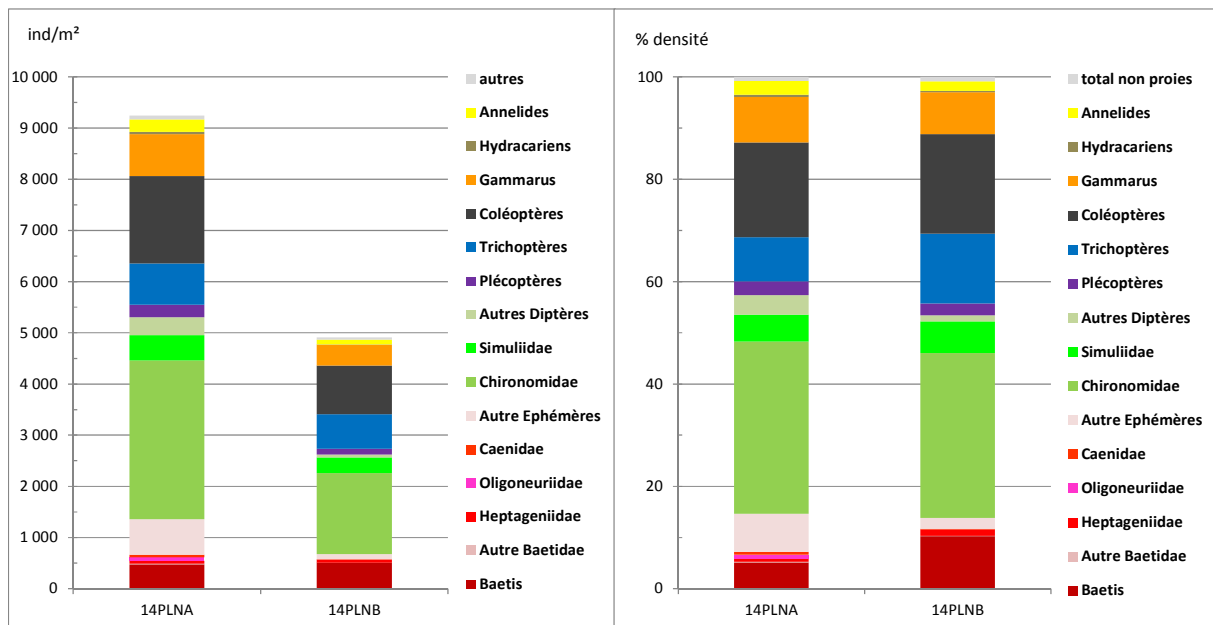
Les Plécoptères (550 ind/m<sup>2</sup>) sont à peine plus abondants que les Trichoptères (507 ind/m<sup>2</sup>), avec trois familles présentes pour les Plécoptères : Leuctridae les plus abondants (7.5%) puis

Nemouridae et Chloroperlidae. Les Trichoptères sont riches de 7 familles avec seulement Hydropsychidae abondant (4.7%).

**A l'automne**, les densités ont fortement chuté : 1 148 ind/m<sup>2</sup>. La composition du peuplement reste similaire, avec quelques changements : augmentation des Diptères Simuliidae (22%), deuxième famille dominante derrière Chironomidae (31%). Chez les Ephéméroptères Caenidae devient prédominante (9.5%), devant Heptageniidae (3%) ; Baetidae a bien régressé (3%) tandis que Oligoneuriidae a disparu. Les autres groupes ont bien régressé en effectifs, surtout les Annélides (8%). Chez les Plécoptères, la famille Capniidae devient prépondérante (8%) et Perlidae est présente. En revanche chez les Trichoptères peu de bouleversement, avec Hydropsychidae (6%) plus abondants que les autres familles.

### C. Evolution temporelle des invertébrés de la Loue en 2014

Les mêmes catégories d'invertébrés sont présentées dans les figures suivantes et permettent la comparaison des deux saisons 2014 dans la Loue.



**Figure 4 : Densités absolues et relatives des invertébrés, regroupés en catégories pour la Loue, station Port-Lesney, au printemps (14PLNA) et à l'automne (14PLNB) en 2014.**

**Au printemps** 9 246 ind/m<sup>2</sup> sont présents. Le peuplement d'invertébrés est très dense et très diversifié, avec de nombreuses familles dans les groupes faunistiques. Les insectes Diptères Chironomidae (3 106 ind/m<sup>2</sup> soit 34% des densités totales) et les Coléoptères (1 710 ind/m<sup>2</sup>,



19%) sont très abondants et fortement dominants. Chez les Diptères, 9 familles sont présentes, avec Simuliidae la plus abondante (5%). Cinq familles de Coléoptères sont présentes, mais la famille Elmidae est de loin la plus dense (18.5%). Chez les Ephéméroptères, la famille Ephemerellidae domine (7%) suivie de Baetidae avec le genre *Baetis* (5%). Six autres familles sont présentes, dont Oligoneuriidae, mais sont peu abondantes. Les Crustacés du genre *Gammarus* (9%) représentent un groupe important avec 820 ind/m<sup>2</sup>. Les Trichoptères sont très riches avec au moins 12 familles, dont une seule est abondante (Hydropsychidae avec 462 ind/m<sup>2</sup>, 5%). Les Annelides et Plécoptères ne représentent que 3% des densités. Chez les Plécoptères, Leuctridae domine et les familles Perlidae et Perlodidae sont présentes.

**A l'automne**, les densités ont diminué de moitié environ : 4 910 ind/m<sup>2</sup>. En effet quasiment tous les groupes ont réduit leurs densités ce qui fait que la composition du peuplement reste très similaire à celui observé au printemps, avec des changements modestes. Les Diptères Chironomidae (32%) restent majoritaires dans le peuplement, accompagnés des Simuliidae (6%). De même les Coléoptères demeurent le deuxième groupe abondant avec la famille Elmidae (19%). Chez les Ephéméroptères, le genre *Baetis* garde les mêmes densités à l'automne (autour de 500 ind/m<sup>2</sup>) mais augmente en proportion (5% à 10%). De même la famille Heptageniidae double de proportion (0,6% à 1,2%) tandis que la famille Oligoneuriidae disparaît. Les Caenidae sont peu abondants aux deux saisons. Les Trichoptères augmentent à l'automne, surtout la famille Hydropsychidae qui augmente un peu ses effectifs et beaucoup en proportion (12%). En automne, d'autres familles de Trichoptères ont des densités plus élevées : Philopotamidae, Brachycentridae. En revanche les Crustacés ont diminué de moitié leurs densités pour une proportion similaire à celle du printemps (8%). Les Annelides montrent une nette diminution en densité absolue et relative (3% à 2%).

## 6. Analyses préliminaires du régime alimentaire des aprons

---

Durant l'année 2014, 21 et 34 excréments ont respectivement été prélevés durant la campagne de printemps de Port-Lesney et Platanes et 9 durant la campagne d'automne de Platanes. Ces excréments ont été analysés en suivant les protocoles moléculaires et bioinformatiques présentés plus haut. Ces résultats font ici l'objet d'une analyse préliminaire en les confrontant notamment avec des données de disponibilité des proies.

Différentes questions peuvent être posées : Observe-t-on une variabilité du comportement alimentaire des aprons entre les deux stations ou entre les deux campagnes de Platanes? Cette variation est-elle corrélée à une évolution de la disponibilité des proies au cours des saisons ? Y a-t-il des proies sélectionnées positivement par l'apron ? Y a-t-il des proies sélectionnées négativement par l'apron ?

### A. Matériel et méthode

A l'issue du processus d'analyse des proies, les informations ont été synthétisées en regroupant les résultats des différentes espèces appartenant à un même type de proie. Ainsi, les espèces ont été regroupées en 3 classes de proies : « Microorganismes » / « Poissons » / « Macroinvertébrés ». Les « Macroinvertébrés » ont eux-mêmes fait l'objet d'une classification plus précise : « Annélides », « Hydracarides », « Gammare », « Coléoptères », « Trichoptères », « Plécoptères », « Simulies », « Chironomes », « Autres Diptères », « *Baetis* », « Autres Baetidae », « Heptageniidae », « Oligoneuriidae », « Autres Ephémères ».

Différentes analyses ont ensuite été conduites à partir de ces données :

1- Calcul de l'occurrence des proies : En écologie trophique, l'occurrence des proies correspond au nombre de fois où une proie a été détectée à travers les différents individus d'une population. L'occurrence repose donc sur des données qualitatives de présence/absence des proies. Nous avons considéré également le nombre de séquence appartenant à un même taxon, qui reflète le nombre minimum d'individus (nmi) par

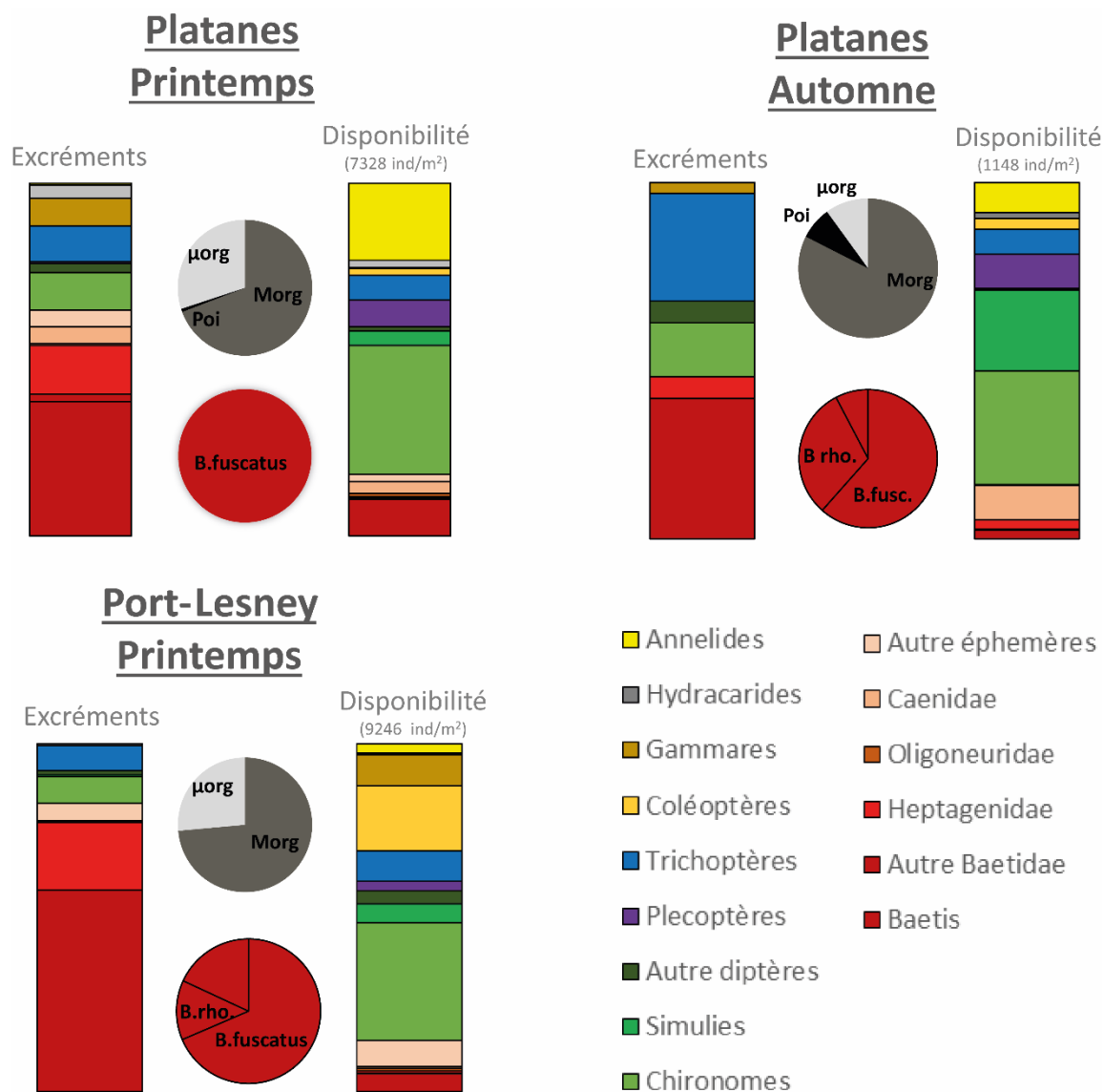
taxon consommé. Ceci nous a permis d'intégrer une dimension semi-quantitative pour calculer le nombre minimum d'individus ingérés pour chacune des proies.

2- Comparaison inter-campagne : Les structures de la diversité des proies ingérées au cours des deux campagnes ont été comparées en utilisant l'indice de Shannon. Cet indice prend en compte l'abondance des différentes proies. Au plus sa valeur est grande, au plus les proies ont une abondance similaire. Nous nous sommes basés pour cela sur les nmi de chacune des proies. Les mesures et les comparaisons de cet indice ont été réalisées en utilisant le module « compare diversities » du logiciel PAST qui y associe une p-valeur.

3- Comparaison avec la disponibilité des proies : Nous avons réalisé un test du chi-deux pour comparer l'abondance relative de chacune des proies dans le milieu (à partir des données de disponibilité des proies) et leurs abondances relatives dans les excréments (basé sur les nmi de chacune des proies).

## **B. Présentation des résultats**

Sur les 65 excréments prélevés durant ces campagnes, 23% des excréments présentaient des différences entre les répliques trop importantes, et ont donc été éliminés au cours du processus de filtration bioinformatique. En moyenne, 75% des séquences étaient des macro-invertébrés, le reste étant principalement soit des rotifères soit des algues, et plus rarement des poissons (Loche franche) en ce qui concerne les campagnes de Platanes (voir **Figure X**). Les comparaisons entre les campagnes du régime alimentaire ou avec la disponibilité des proies se sont basées en ne prenant en compte que les macroinvertébrés.



**Figure 5. Régime alimentaire des populations d'apron et disponibilité des proies durant les campagnes de Platanes (printemps / automne) et de Port-Lesney (printemps) 2014.** Les histogrammes « Excréments » représentent les abondances relatives de chacune des proies détectées dans les excréments au niveau populationnel. Les histogrammes « Disponibilité » représentent les abondances relatives de chacune des proies dans le milieu. Les camemberts en gris représentent les abondances relatives de différents types de proies détectées dans les excréments : μorg=microorganismes ; Morg=Macroorganismes, Poi=Poissons. Seuls les macroorganismes ont été pris en compte pour constituer les histogrammes « Excréments ». Les camemberts rouges correspondent à l'abondance relative des différentes espèces de *Baetis* détectées dans les excréments pour chaque campagne où B.rho=*Baetis rhodani* et B.fusc= *Baetis fuscatus*. Les proies sont codées par couleur dont la légende est en bas à droite.

Les trois campagnes présentent des similitudes en ce qui concerne les proies principales (voir Figure 5): (i) les proies principales de l'apron sont des éphémères représentant en moyenne sur les trois campagnes 65% des proies (ii) les Baetidae représentent une part prépondérante des éphémères ingérées (en moyenne 72%), et plus particulièrement celles du genre *Baetis* et de l'espèce *Baetis fuscatus*, représentant suivant les campagnes entre 61 et

100% des occurrences de *Baetis*. Les Heptageniidae représentent également une part importante des éphémères (en moyenne 19%).

Entre les campagnes de printemps de Port-Lesney et de Platanes, on observe des différences au niveau de la diversité des proies (Test Shannon :  $p=0.001$ ), qui est plus élevée pour la campagne de Platanes (Indice de Shannon,  $D_{\text{PltPrint}}=1,983$ ,  $D_{14\text{PlnPrint}}=1,305$ ). Certaines proies sont en effet détectées sur la station Les Platanes mais sont pas ou peu ou peu été détectées sur la station de Port-Lesney, comme les Hydracariens (Arachnides), les gammares (Crustacés) et les Caenidae (éphémères). On observe également une évolution temporelle significative du régime alimentaire dans la station de Platanes entre le printemps et l'automne (Test Shannon :  $p=0.031$ ). Cette évolution est caractérisée par (i) une diminution de la diversité des proies ( $D_{14\text{PltAut}}=1,460$ ), (ii) une diminution notable de la proportion d'éphémères passant de 65 à 45%, et (iii) une augmentation de l'abondance relative des Trichoptères.

Les tests de comparaison entre le régime alimentaire de l'apron et les données de disponibilité des proies dans le milieu sont systématiquement significatifs (Test de Chi-deux,  $p_{14\text{pltPrint}} < 0.001$ ;  $p_{14\text{pltPrint}} \chi^2 < 0.001$ ;  $p_{14\text{pltPrint}} t < 0.001$ ). Ces résultats révèlent que l'abondance relative des proies du régime alimentaire de l'apron n'est pas représentative de celle du milieu, suggérant que l'apron sélectionne certaines proies. Plus précisément, alors qu'elles représentent une part importante du régime alimentaire de l'apron, les éphémères sont relativement peu abondantes dans le milieu (voir **Figure 5**), suggérant que l'apron exerce sur ces proies une sélection positive. Ceci est également vrai sur d'autres proies exploitées par l'apron sur les deux stations comme les Trichoptères qui sont majoritairement des Hydropsychidae dans la Beaume et des Psychomyiidae dans la Loue. En revanche, des proies très abondantes comme les chironomes sont relativement peu exploitées par l'apron, c'est le cas aussi pour les Coléoptères à Port-Lesney ou les Annélides aux Platanes, ce qui suggère que l'apron opère une sélection négative sur ces proies.

### C. Bilan des résultats préliminaires

Si l'on considère le spectre de proies détectées dans les excréments, les résultats suggèrent que l'apron sélectionne positivement des proies rhéophiles et épibenthiques, comme les éphémères de la famille des Baetidae et celles de la famille des Heptageniidae, ou les Trichoptères *Hydropsyche*. En outre, les données préliminaires du régime alimentaire montrent que certaines proies constituent la base du régime alimentaire des aprons,

indépendamment de la station et de la saison : les éphémères/ Baetidae / *Baetis fuscatus*. A côté de ces proies principales, des proies secondaires varient temporellement ou spatialement.

En revanche, d'autres types de proie peuvent représenter une part non négligeable du régime alimentaire comme c'est le cas dans la population de Platanes, où l'apron exploite une diversité plus grande avec des proies plutôt lénitophiles, préférant les bordures (ex. : Gammaridae, Hydracarides), ou intra-benthiques (ex. : Caenidae). Par ailleurs, le fait que ces proies soient également disponibles dans le milieu à Port-Lesney suggère qu'il n'exploite pas de la même manière les proies dans les deux stations. Ainsi, les variations spatiales du régime alimentaire observées entre les campagnes de printemps de Port-Lesney et de Platanes suggèrent des différences en termes d'utilisation de l'habitat. Pour la suite du projet, l'intégration des données habitats pourront permettre d'évaluer les paramètres du milieu qui pourraient expliquer ces différences (ex. colmatage du substrat, présence de végétation aquatiques ou débris végétaux, vitesse de courant...).

Entre les deux campagnes de la Beaume, on observe une forte diminution de la part des Baetidae dans le régime alimentaire des aprons. Ceci peut s'expliquer par la très faible abondance des éphémères dans le milieu, probablement due au lessivage du substrat occasionné par les deux épisodes de crue cévenole sur ce site qui ont précédé notre campagne. Dans ce contexte de diminution des proies disponibles, l'apron se tourne d'avantage vers les proies secondaires comme les Trichoptères et Chironomes. Cependant, il faut rappeler qu'un fort taux de vacuité (98.5%, voir Tableau 1) a été obtenu durant cette campagne, suggérant que la majeure partie des aprons n'avaient toujours pas pu reprendre une activité alimentaire comparable à celle observée en absence de crue. Les campagnes de 2015, menées en dehors des périodes sous influence de crue, permettront d'avancer sur point.

## 4. PERSPECTIVES

---

L'année 2015 nous a permis de finaliser l'ensemble du processus d'analyse des excréments incluant le protocole moléculaire et la mise en place du pipeline bioinformatique. L'année 2016 sera donc consacrée à la production des données. Il est ainsi prévu d'analyser les excréments des campagnes 2015, notamment afin de les comparer aux patrons observés pour 2014.

En parallèle, la lecture des écailles a été conduite (stage de Master 2 de Gauthier Monnet). L'analyse du comportement alimentaire pourra ainsi être corrélée aux traits d'histoires de vie des aprons (croissance et coefficient de condition).

Un important travail de laboratoire reste à réaliser pour l'année 2016 : terminer le tri des échantillons d'invertébrés, identifier au mieux les invertébrés (à l'espèce pour certains) et disposer de l'information sur les classes de taille des insectes qui seront les proies des aprons.

Le travail de saisie de ces données ainsi que celle des descriptions des habitats seront menés en parallèle à partir du printemps 2016.

Les analyses des communautés, des groupes ou associations de proies, d'espèces particulières seront réalisées sur les jeux de données globaux dans un premier temps.

Dans un deuxième temps des analyses plus poussées pourront être réalisées lorsque toutes les données seront disponibles, notamment en fonction des résultats obtenus par les analyses des excréments des aprons qui orienteront les questions plus précises concernant les proies réellement mangées et leurs habitats.

# Annexes

## Annexe 1 : Fiche de description des habitats des invertébrés

**COURS D'EAU :** **Description des habitats des surbers** PAGE /  
**STATION :** surber = S troubleau = T info protocole :  
**DATE :** / 2015 surface de prélèvement = 0.05 m<sup>2</sup> OU.....  
**ZONE : AVAL / RADIER APRON / AMONT** intervenants : préleveur : scribe  
 mesure des vitesses avec : flowmate : oui/non GPS oui/non autre

<b>n°TRANSECT :</b>	<b>T</b>					
<b>n°prélèvement :</b>						
Heure de prélèvement						
Situation géomorphologique ( <b>FACIES</b> ) (Tête, Milieu, Queue + Radier, Plat, Mouille...)						
Situation dans le lit (CHEnal ou RiveDroite, RG et Rive de Dépôt ou d'Erosion)						
Distance à la Rive Droite (m) <b>RD</b>						
Distance à la Rive Gauche (m) <b>RG</b>						
<b>Largeur mouillée totale (m)</b>						
<b>Distance</b> entre deux prélèvements : long (m)						
transversal (m)						
<b>Substrat</b>	le + gros					
	dominant					
	accessoires					
<b>substrats prélevés :</b>						
Rocher	R > 1m					
Bloc	B > 25.6 cm					
Pierre Grossière	PG > 12.8cm					
Pierre Fine	PF > 6.4 cm					
Cailloux Grossier	CG > 32 mm					
Caillou Fin	CF > 1.6 cm					
Gravier Grossier	GG > 8 mm					
Gravier Fin	GF > 2 mm					
Sable Grossier	SG > 0.5 mm					
Sable Fin	SF > 6 µm					
	Limon					
<b>Sous-couche</b>	le + gros					
	dominant					
	accessoires					
Structure de sous-couche = Ouvert ou Fermé						
<b>Structure</b> substrat (Posé, Enchassé, Intermédiaire, Cimenté, Collé, Tuilé)						
Stabilité (Instab, Peu Stab, Stab, Très Stab)						
<b>Dépôt</b> (épaisseur cm ou % ou oui/non) sable						
	limon					
	vase					
	débris végétaux					
	matière organique fine					
	autre					
<b>Colmatage</b> (%)						
0-25-50-75-90-100%						
Débris végétaux? Racines? Litières? Bois?						
Végétation aquatique prélevée : oui/non						
<b>Végétation</b> aquat: Algu, Bryophytes, Macrophyt						
classes de développement						
0-10-50-90-100 %surface						
<b>Développement biologique</b>						
(Nul, Mince, Epais, Très Epais)						
Régularité de l'écoulement laminaire ou turbulent						
<b>Hauteur d'eau totale (cm)</b>	<b>H</b>					
Pour mesure de vitesse, à h = 3 cm						
vitesse (cm/s)	v =					
à 0.2 h	h =					
	v					
à 0.4 h	h =					
	v					
à 0.8 h,	h =					
	v					

numéro photo

**ID GPS**

Température eau

Végétation riveraine :

Heure

Température air et heure :

régime hydrologique :

météo :



Annexe 2 : Densités des groupes faunistiques (GF) dans la Baume et la Loue aux deux saisons 2014.

Densités absolues	BAUM0614_dens	BAUM1014_dens	LOUE-0614_dens	LOUE0914_dens
Diptères	3038	622	3947	1945
Oligochètes	1589	94	242	88
Ephéméroptères	1264	172	1355	678
Plécoptères	550	108	246	113
Trichoptères	507	78	804	670
Hydracariens	150	19	44	14
Coléoptères	137	34	1710	956
Planaires	45	9	44	22
Crustacés	17	1	820	401
Mollusques	8	0	14	11
Nématodes	7	1	0	
Cnidaires	6			
Odonates	4	1	1	1
Hétéroptères	4	7	13	10
Nemertiens	1	1	0	
Hirudinés	1		3	3
Mégaloptères	0			
Total invertébrés/m <sup>2</sup>	7328	1148	9246	4910
richesse en GF	17	14	15	13

Densités relatives	%BAUM0614	%BAUM1014	%LOU0614	%LOU0914
Diptères	<b>41</b>	<b>54</b>	<b>43</b>	<b>40</b>
Oligochètes	<b>22</b>	8	3	2
Ephéméroptères	17	<b>15</b>	15	14
Plécoptères	8	9	3	2
Trichoptères	7	7	9	14
Hydracariens	2	2	0	0
Coléoptères	2	3	<b>18</b>	<b>19</b>
Planaires	1	1	0	0
Crustacés	0	0	9	8
Mollusques	0	0	0	0
Nématodes	0	0	0	
Cnidaires	0	0		
Odonates	0	0	0	0
Hétéroptères	0	1	0	0
Nemertiens	0	0	0	
Hirudinés	0	0	0	0
Mégaloptères	0	0		



Etude s'inscrivant dans le cadre du PNA Apron, animé par le



Et coordonné par la DREAL Rhône-Alpes



:



Direction régionale de l'environnement  
RHÔNE-ALPES

Partenaires financiers du PNA:

