

Rapport de stage pour l'obtention de la 1ère année de Master

**Etude de la qualité du ruisseau de Fenières et de ses affluents
en vue de connaître leur aptitude à accueillir une population
d'écrevisses à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*)**



Anne CHARVET
Août 2011

Maître de stage : Sylvie Duret

Conservatoire Rhône-Alpes des Espaces Naturels

Remerciements

Je remercie Anne Thill d'avoir retenu ma candidature et ainsi permis de réaliser ce stage.

Je remercie ma maître de stage Sylvie Duret pour sa disponibilité, ses conseils, le temps passé à me faire découvrir le ruisseau de Fenières et pour la correction de mon rapport.

Je remercie les « Benjamin » de la fédération de pêche de l'Ain pour leur accueil et leur aide lors du tri et de la détermination. Je remercie plus particulièrement Benjamin Bulle pour avoir répondu à mes questions, m'avoir accompagnée sur le terrain pour les prélèvements d'invertébrés et pour ses remarques sur mon rapport.

Je remercie M. Matty de l'AAPPMA de Thoiry pour m'avoir fait « visiter » le ru de Saint Jean. Je le remercie également ainsi que tous les bénévoles pour leur aide lors de la prospection écrevisses.

Je remercie Anne Wolff pour les renseignements qu'elle m'a donnés au début de mon stage.

Je remercie toute l'équipe du CREN pour leur accueil, leur gentillesse et leur disponibilité.

Je remercie enfin les stagiaires du CREN pour leur bonne humeur et tous les bons moments passés ensemble.

Sommaire

Sommaire	1
Résumé	3
Abstract.....	3
Introduction	4
 I- Contexte de l'étude	 5
1) Localisation du site d'étude	5
2) Gestion du site par le Conservatoire Rhône-Alpes des Espaces Naturels (CREN).....	6
3) Les exigences écologiques d' <i>Austropotamobius pallipes</i>	6
a- Caractéristiques physiques	7
b- Caractéristiques physico-chimiques.....	7
c- Caractéristiques thermiques	7
4) Le but de l'étude	7
 II- Matériels et méthodes	 8
1) Les analyses physico-chimiques	9
a- Matériels utilisés	9
b- Exploitation des données.....	9
2) Les relevés thermiques.....	9
a- Matériel	9
b- Exploitation des données.....	10
3) L'étude des peuplements d'invertébrés	10
a- La méthode	10
b- L'exploitation des résultats	10
4) Le suivi des populations d' <i>A. pallipes</i>	11
a- Matériel et méthode.....	11
b- Exploitation des données.....	12

III- Résultats et discussion	12
1) Les paramètres physico-chimiques	12
a- Le suivi 2011	12
b- Les résultats depuis 2007	13
2) La Température de l'eau	16
a- Ruisseau de Fenières	16
b- Nant de l'Ainé	18
c- Ru de Saint Jean	18
3) Les peuplements de macro-invertébrés.....	19
a- Le ruisseau de Fenières	20
b- Le Nant de l'Ainé	21
c- Le Ru de Saint Jean.....	22
4) Le suivi des populations d' <i>A. pallipes</i>	24
a- Le suivi 2011	24
b- Evolution depuis 2007.....	25
IV- Synthèse : Capacité des cours d'eau à accueillir <i>A. pallipes</i>.....	26
1) Le ruisseau de Fenières	26
2) Le Nant de l'Ainé	26
3) Le ru de Saint Jean	26
Conclusion.....	28
Bibliographie	29
Liste des figures et tableaux	30
Annexes	31

Résumé

Le ruisseau de Fenières et ses affluents le Nant de l'Ainé et le ru de Saint Jean situés au nord-est du département de l'Ain font l'objet d'un suivi annuel de leur qualité physico-chimique et biologique. Ce suivi a été mis en place par le Conservatoire Rhône-Alpes des Espaces Naturels (antenne de l'Ain) en vue de préserver des populations d'écrevisses à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*).

En effet, ces trois cours d'eau hébergeaient des écrevisses jusque dans les années 80. Aujourd'hui, suite à une pollution accidentelle, cette espèce est présente uniquement sur le ru de Saint Jean.

Le suivi consiste en l'étude de plusieurs paramètres : le pH, la conductivité, l'oxygène dissous, les concentrations en nitrates, nitrites, ammonium et orthophosphates, la température, les peuplements d'invertébrés et plus particulièrement les écrevisses à pieds blancs.

Cette étude a pour but la réalisation du suivi pour l'année 2011.

Elle montre que la plupart des paramètres étudiés sur chacun des ruisseaux sont conformes aux exigences écologiques d'*A. pallipes*.

Cependant, elle met en valeur une concentration trop élevée en orthophosphates et une pollution thermique sur le Ruisseau de Fenières.

Bien qu'on observe une pollution un peu élevée en nitrates sur le Nant de l'ainé, au vu des paramètres étudiés, le milieu semble favorable à l'écrevisse à pieds blancs.

Le ru de Saint Jean est toujours le seul à abriter une population d'écrevisses, mais le suivi montre une dégradation de ce ruisseau notamment à cause d'une trop forte concentration en matière organique. Cette étude met également en évidence une pollution en nitrates et des températures parfois très faibles sur le ru de Saint Jean qui risqueraient d'affaiblir la population en place.

Abstract

The Fenières brook and its tributaries (Nant de l'Ainé and Saint Jean brook) are located at the north of the Ain's department. Each year, their physico-chemical and biological qualities are studied. This study has been put into place by the Conservatoire of natural spaces in order to protect white clawed crayfish (*Austropotamobius pallipes*) population. Indeed these brooks sheltered crayfishes until the eighties but they disappear following an accidental pollution. Today they are only present in the Saint Jean brook.

The monitoring consist in studying many parameters : pH, temperature, conductivity, dissolved oxygen and nitrates, nitrites, orthophosphates and ammonium concentrations. The populations of macro-invertebrates and more particularly the white clawed crayfish's abundance are also studied.

This study shows that the most important part of the parameters is in keeping with the ecological needs of *A. pallipes*. But we can see that the orthophosphates concentrations are too high in the Fenières brook and there is a thermal pollution which is not suitable for *A. pallipes*.

A nitrates pollution was detected in the "Nant de l'Ainé", but the environment seems adapted to the white clawed crayfish.

The Saint Jean brook is still the only where crayfishes are present but the monitoring shows that it is damaging because of a too high concentration of organic matter. This study also highlights that this brook is affected by too low temperatures in winter and nitrates pollution. That can weaken the population which is still present.

Introduction

Les activités anthropiques telles que l'urbanisation et les activités agricoles ont entraîné une dégradation importante des milieux aquatiques. Cela est responsable d'une diminution de la biodiversité et de la disparition d'espèces polluo-sensibles. L'écrevisse à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*), espèce autochtone très exigeante vis à vis de la qualité de l'eau, est aujourd'hui menacée en France. En effet, elle fait l'objet de plusieurs statuts de protection. Elle est considérée comme menacée sur la liste rouge de l'Union Internationale pour la Protection de la Nature et est également listée dans l'annexe II et V de la directive habitats.

Afin de préserver les populations encore présentes et de favoriser la recolonisation des cours d'eau où elles ont disparu, différentes actions doivent être mises en place.

Dans ce cadre, le Conservatoire Rhône-Alpes des Espaces Naturels (antenne de l'Ain) a mis en place en 2007 un suivi de la qualité et des populations d'écrevisses sur trois ruisseaux situés au nord du département, dont il a la gestion.

Le but est, à terme, de savoir si la qualité de ces cours d'eau peut permettre d'accueillir à nouveau des populations d'écrevisses et assurer un développement durable des populations encore en place dans un des ruisseaux.

Pour cela, les résultats des analyses physico-chimiques et biologiques préconisées dans le cadre du suivi de la qualité du ruisseau et des populations d'écrevisses à pieds blancs, seront détaillés dans ce rapport, pour l'année 2011.

Tout d'abord, le site et le contexte de l'étude seront décrits. Puis les matériels et méthodes utilisés pour le suivi seront expliqués. Ensuite, les résultats obtenus seront présentés et analysés. Enfin, nous concluons sur la capacité des cours d'eau à accueillir des écrevisses à pieds blancs.

I- Contexte de l'étude

1) Localisation du site d'étude

Le ruisseau et le marais de Fenières sont situés au nord-est du département de l'Ain, dans le pays de Gex sur la commune de Thoiry (voir figure 1 ci dessous).

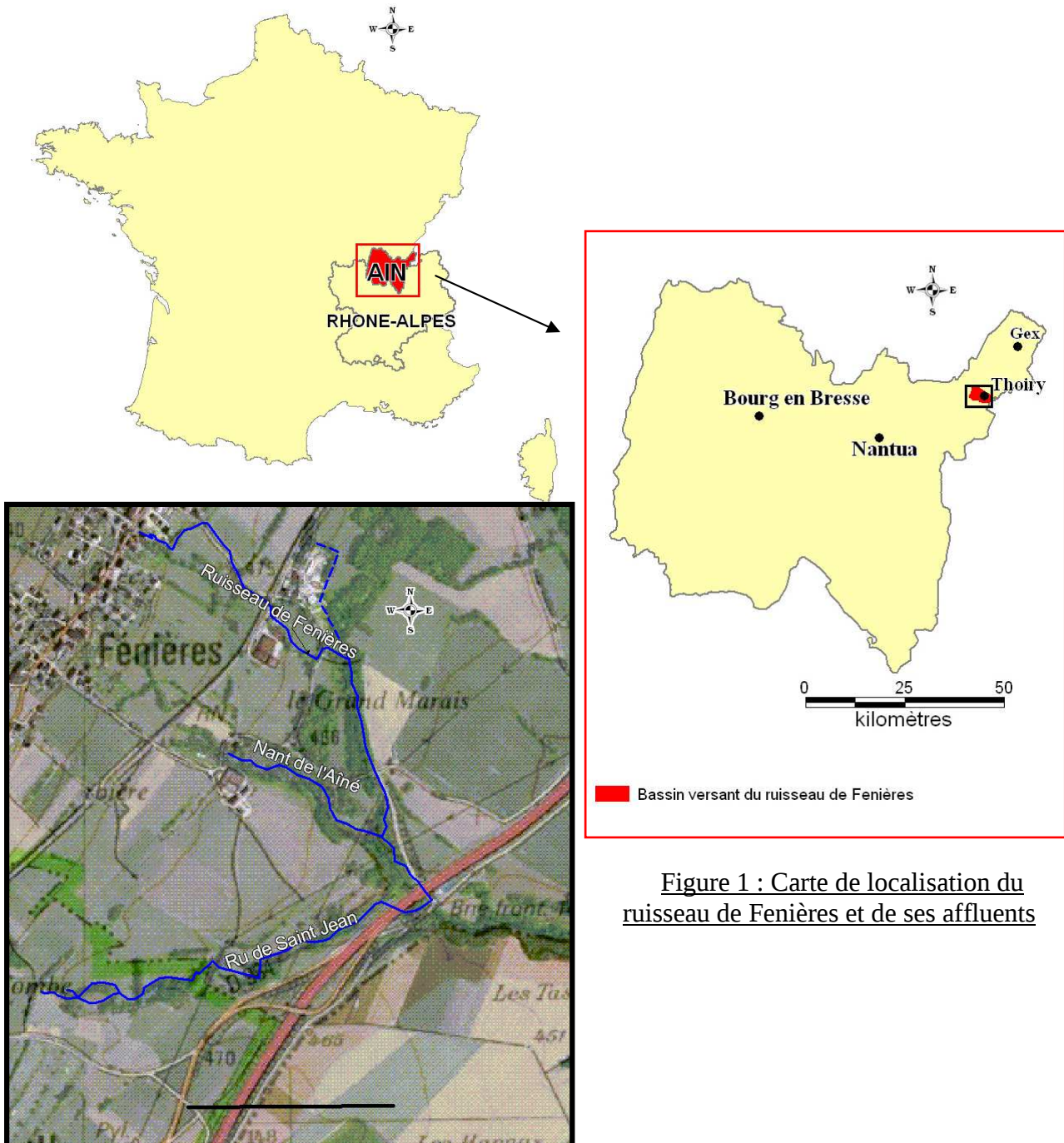


Figure 1 : Carte de localisation du ruisseau de Fenières et de ses affluents

Ce site comprend un cours d'eau principal, le ruisseau de Fenières, qui mesure 1.42 kilomètre de linéaire et deux de ses affluents rive droite : le Nant de l'Ainé (0.45 kilomètre) et le Ru de Saint Jean (1.29 kilomètre). La pente de ces cours d'eau est respectivement de 4.2, 6.6, et 2.7%.

Leur bassin versant est situé au pied de la haute chaîne du Jura. L'amont est constitué principalement de forêts. Le secteur aval (celui concerné par l'étude) est situé dans une zone plus urbanisée puisqu'il comprend le hameau de Fenières. Le Ru de Saint Jean et le Nant de l'Ainé sont quant à eux entourés de parcelles cultivées et pâturées.

Ces ruisseaux subissent des pressions dues à l'urbanisation croissante. L'aval de ces ruisseaux a subi d'importants aménagements suite à la construction de la départementale 884. La confluence a été artificialisée et la création d'un seuil a partiellement déconnecté le ru de Saint Jean et le ruisseau de Fenières.

2) Gestion du site par le Conservatoire Rhône-Alpes des Espaces Naturels (CREN)

Le CREN est une association loi 1901 qui a pour but de conserver la biodiversité de la région Rhône-Alpes.

Il gère ce site depuis 2000 en association avec la commune de Thoiry, suite à la prise d'un arrêté préfectoral de protection de biotope sur le marais de Fenières et une partie du ruisseau en 1998.

Un plan de gestion a été élaboré en 2000 pour une durée de six ans. Il a été renouvelé en 2007, mais concerne une surface plus importante qu'en 2000 (annexe 1). En effet, la zone d'étude actuelle correspond à la partie du bassin versant de Fenières et affluents ayant été intégrée au site Natura 2000 des Crêts du haut Jura entre 2000 et 2007.

Le plan de gestion 2007-2011 concerne le marais et le ruisseau de Fenières et ses affluents : le Nant de l'Ainé et le ru Saint Jean.

Il a trois objectifs :

- Maintenir ou améliorer la qualité des milieux ouverts des marais,
- **Retrouver ou maintenir un milieu aquatique ayant des conditions favorables pour l'Ecrevisse à pieds blancs,**
- Conserver le niveau de fréquentation actuel et privilégier la valorisation pédagogique en dehors du site.

Afin d'atteindre le 2^{ème} objectif, un diagnostic de l'état chimique, biologique et morphologique du ruisseau de Fenières, du Nant de l'Ainé et du ru de Saint Jean a été réalisé en 2007. A la suite de cela, le protocole de suivi des populations d'écrevisse à pieds blancs, de la qualité physico-chimique et biologique dans lequel s'inscrit cette étude a été mis en place. Ce suivi est réalisé chaque année sur une durée de cinq ans. Il permet de connaître l'état des trois cours d'eau et ainsi savoir s'ils sont adaptés au développement des écrevisses à pieds blancs.

Afin de pouvoir évaluer cela, il est important de connaître les exigences écologiques de cette espèce.

3) Les exigences écologiques d'*Austropotamobius pallipes*

L'écrevisse à pieds blancs (fig. 2) est une espèce polluo-sensible. Elle est donc très exigeante quant à la qualité de son habitat.



Fig 2 : photo d'une écrevisse à pied blancs

Les caractéristiques requises (identifiées par différents auteurs) sont les suivantes :

a- Caractéristiques physiques

L'écrevisse à pieds blancs privilégie les zones de courants et nécessite des milieux riches en abris. Les adultes affectionnent tous types de substrats (caches sous berges, roches...). Les juvéniles préfèrent la végétation aquatique et les racines. Un couvert végétal assez dense est apprécié.

C'est une espèce omnivore qui se nourrit principalement d'invertébrés, têtards et poissons et également de végétaux.

b- Caractéristiques physico-chimiques

- Le pH doit être compris entre **6,2 et 8,5**.
- La concentration en nitrates doit être de préférence inférieure à 6 mg/L. Un seuil de tolérance maximal est fixé à **13 mg/L**.
- La concentration en nitrites doit être inférieure à **0,09 mg/L**.
- La concentration en ammonium doit être inférieure à **0,02 mg/L**.
- La concentration en phosphates doit être inférieure à **0,01 mg/L**.
- Les eaux doivent être bien oxygénées, la concentration en oxygène optimale est fixée à **7 mg/L ou 80 %** de saturation.
- Les eaux ne doivent pas être trop riches en matière organique car cela peut entraîner le colmatage des habitats et diminuer la concentration en oxygène dissous.
- La présence de calcium est indispensable puisque que ça lui permet de construire sa carapace.

c- Caractéristiques thermiques

A. pallipes est une espèce sténotherme d'eau froide. La température doit être relativement constante et comprise entre **8 et 19 °C**.

Elles ont besoin d'une température estivale supérieure à 10°C pour pouvoir grandir. Elles peuvent supporter des températures très basses en hiver.

Le cycle de vie de cette espèce est conditionné par la température de l'eau. En effet, l'accouplement a lieu en septembre-octobre, lorsque la température de l'eau baisse et atteint des valeurs inférieures à 10°C. Cinq semaines après, la ponte à lieu. L'éclosion a lieu en juin-juillet, mais les juvéniles restent accrochés aux pléopodes de la femelle jusqu'à leur première mue.

Il faut cependant noter que les caractéristiques évoquées ci-dessus sont données à titre indicatif et que des écrevisses à pieds blancs peuvent être présentes dans d'autres milieux.

Ainsi, ces informations associées aux différentes mesures réalisées permettront de connaître la capacité d'accueil des cours d'eau vis à vis de l'écrevisse à pieds blancs.

4) Le but de l'étude

Le but de cette étude est de réaliser le suivi de la qualité des cours d'eau et des populations d'écrevisses à pieds blancs pour l'année 2011.

Il s'agira d'étudier si les caractéristiques physico-chimiques, biologiques et physiques des ruisseaux répondent aux exigences écologiques d'*A. pallipes* (partie I-3)

Le bilan et l'analyses de l'ensemble des résultats du plan de gestion (2007-2011) ne font pas l'objet de ce stage. Néanmoins, quand les données des années précédentes étaient facilement

exploitables et qu'elles facilitaient l'interprétation des résultats, elles ont été comparées à celles de l'année 2011.

II- Matériels et méthodes

Cette partie décrit les analyses effectuées en 2011 ainsi que les méthodes utilisées.

Les analyses physico-chimiques et les prélèvements d'invertébrés sont effectués sur quatre stations : RF2, NA1, RS1 et RS2 (Figure 3). Les relevés thermiques sont effectués à ces mêmes stations et également sur RF6, RF5 et "Affluents" (figure3).

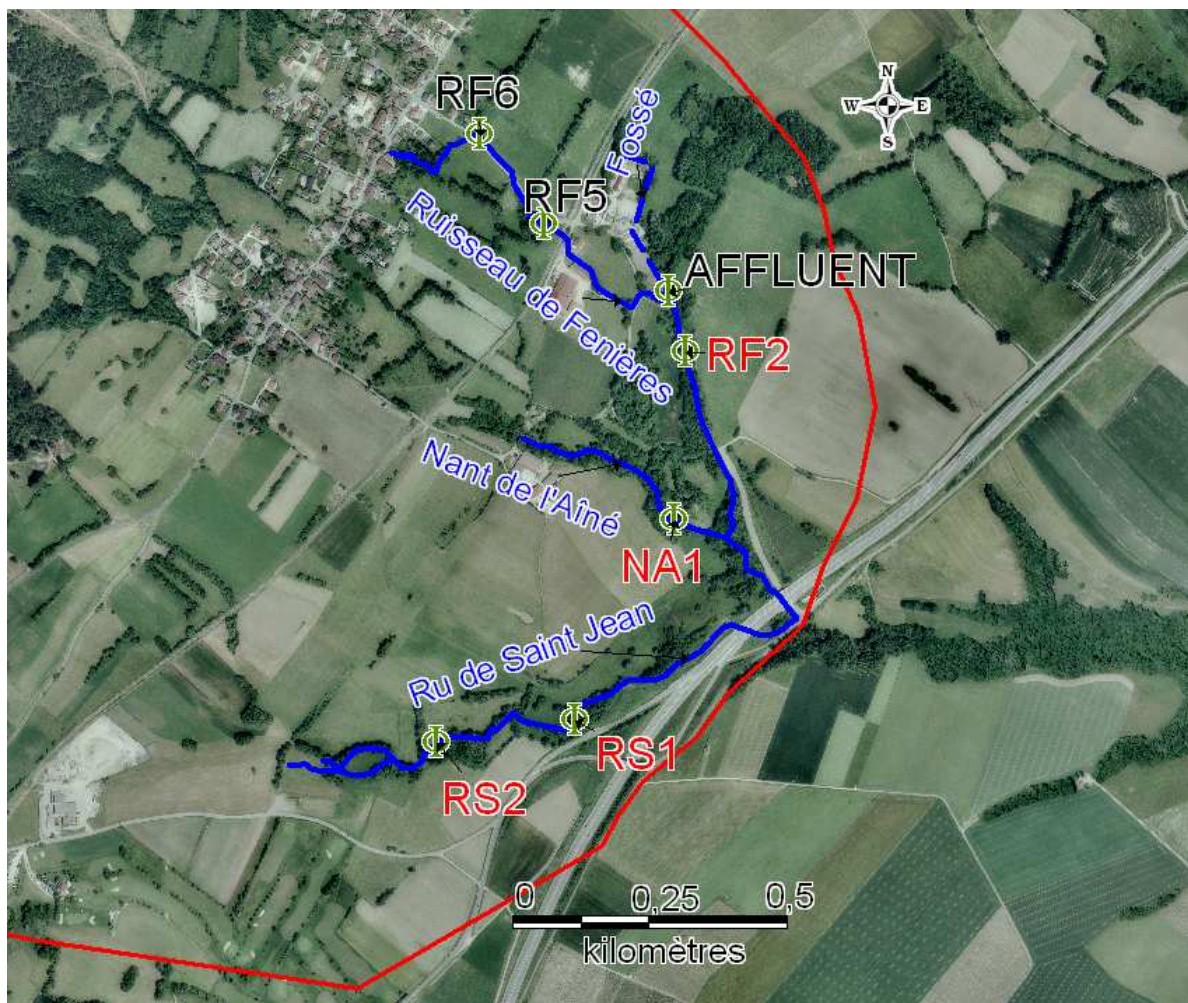


Figure 3: Carte de localisation des sondes thermiques (toutes les stations) et des stations d'analyses physico-chimiques et biologiques (en rouge).

1) Les analyses physico-chimiques

Ces mesures se font pendant l'été puisque c'est l'une des périodes les plus défavorables à la vie des invertébrés (faibles débits, température élevée...). Cela permettra de mieux évaluer les perturbations du milieu.

Les paramètres étudiés sont : la conductivité, la concentration et la saturation en oxygène dissous, le pH et les teneurs en nitrates, nitrites, orthophosphates et ammonium.

a- Matériels utilisés

- La conductivité est mesurée à l'aide d'un pH-mètre-conductimètre de la marque HANNA® Instruments (HI991300.pH/EC/TDS Température).
- L'oxygène dissous et la température ponctuelle sont mesurés avec un oxymètre de marque EUTECH Instruments (EcoScan DO6).
- Les concentrations en nitrates, nitrites, ammonium et orthophosphates sont analysées par le laboratoire d'analyse CARSO. Pour ces dernières, 1L d'eau est prélevé (par station) puis livré au laboratoire.
- Le pH est analysé à l'aide d'un pHmètre.

Les méthodes d'analyses et leurs limites de quantification sont expliquées en annexe 2.

b- Exploitation des données.

Les résultats des analyses physico-chimiques sont comparés au seuil de tolérance des écrevisses à pieds blancs (partie I-3). Cela permettra de constater si le milieu est apte à les accueillir.

On observera si les variations entre les stations sont les mêmes depuis 2007 ou non.

En revanche, il sera difficile d'étudier l'évolution temporelle des paramètres chimiques à chaque station. En effet, elles n'ont pas été faites à la même période et nous ne disposons pas d'informations nous permettant d'attester que les analyses ont été faites dans les mêmes conditions (débits, météo, dates de fertilisation des parcelles riveraines...)

2) Les relevés thermiques

Les données thermiques sont quant à elles enregistrées aux stations RF6, RF5, « Affluent », RF2, NA1, RS1 et RS2 (figure 3).

a- Matériel

Les sondes sont de type HOBO. Elles mesurent la température en continu toutes les heures. Les données seront relevées sur le terrain grâce à un enregistreur dans laquelle est placée la sonde (fig.4). Les informations sont temporairement stockées dans l'enregistreur, puis transférées vers un ordinateur grâce au logiciel Hoboware. Elles sont ensuite exploitées avec Excel.



Fig.4 : Sonde thermique et enregistreur

b- Exploitation des données

Les températures journalières moyennes sont comparées aux valeurs de températures considérées comme optimales pour les écrevisses, afin de voir si ce n'est pas un frein à leur développement.

Les amplitudes thermiques journalières sont également étudiées puisque des amplitudes fortes et brutales peuvent être néfastes à *A. pallipes*. Cela permettra aussi de voir si la pollution thermique observée les années précédentes persiste et s'il n'y en a pas d'autres.

3) L'étude des peuplements d'invertébrés

Des prélèvements d'invertébrés sont effectués sur les stations RF2, NA1, RS2 et RS1 (figure 3) en suivant la même méthode à chaque fois.

Chaque station ainsi que leurs habitats et les points de prélèvements des invertébrés sont cartographiés. Les stations ont une longueur au moins égale à 10 fois la largeur du lit mouillé. Les taux de recouvrement par les substrats et les vitesses d'écoulement sont estimés visuellement.

a- La méthode

Afin de calculer l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN), des prélèvements d'invertébrés sont réalisés selon le protocole MAG 12 (Macrobenthos Analyse Générique sur 12 placettes.)

Pour cela, les huit premiers prélèvements sont effectués selon le protocole IBGN qui prend en compte les couples substrats/ vitesses (Voir norme en annexe 3). Ils permettront d'évaluer la qualité biologique globale des cours d'eau. Les quatre suivants sont réalisés dans les substrats dominants de la station selon le protocole MAG 20 qui prend en compte la hauteur d'eau en plus des couples substrats/vitesses (Annexe 4). Ces prélèvements supplémentaires permettent d'échantillonner plus d'habitats et ainsi d'obtenir des résultats plus représentatifs du peuplement réel.

Chaque prélèvement se fait sur 1/20^{ème} de mètre carré, grâce à un filet surber de maille 500 µm. Chacun d'eux est mis dans un sac étanche et fixé avec de l'alcool à 90°.

Les prélèvements sont triés à l'aide d'un tamis de maille 500 µm et on effectue, lorsque c'est possible, un sous comptage des espèces pouvant être déterminées sans loupe binoculaire.

On stocke les invertébrés triés dans des piluliers contenant de l'alcool.

La détermination se fait grâce à une loupe binoculaire et une clé de détermination (Tachet et Al. 1994). Elle va jusqu'au :

- genre pour les plécoptères, éphéméroptères, trichoptères, coléoptères, hétéroptères, odonates, mégaloptères, lepidoptères, crustacés, mollusques, achètes, turbellariés,
- à l'ordre pour les branchiopodes,
- à la classe pour les némathelminthes et hydracariens.

b- L'exploitation des résultats

➤ **L'IBGN** permet d'évaluer la qualité biologique globale des stations. Il est calculé à partir de la variété taxonomique et du groupe faunistique indicateur des 8 premiers prélèvements de chaque station. Il permet de mettre en valeurs des dysfonctionnements du milieu. Plus la note est basse, plus le milieu est considéré comme perturbé.

➤ **La robustesse** sera déterminée. Elle permet d'évaluer la fiabilité de la note IBGN. Elle consiste à recalculer l'IBGN mais sans prendre en compte le taxon indicateur le plus polluo-sensible.

➤ **Le coefficient d'aptitude biogène** (cb2) sera également calculé. Il prend en compte 92 taxons indicateurs (annexe 5) au lieu de 38 pour l'IBGN, sous réserve d'une abondance suffisante.

Il correspond à la somme de deux indices ;

- I_v qui évalue la diversité du peuplement (influencée par l'habitabilité),

$I_v = 0.22 \cdot N$ (avec N = nombre total de taxons)

- I_n qui caractérise la nature du peuplement (influencée par la qualité physico-chimique).

$$I_n = \frac{\sum_{i=1}^K i_{\max}}{K}$$

$I_{\max}$ = indice de polluo-sensibilité des taxons les plus polluo-sensibles

$K = n / 4$ (avec n = nombre de taxons indicateurs dont l'abondance est supérieure à 3)

➤ **L'indice de Shannon** permet de caractériser la diversité des habitats d'une station en se basant sur la diversité taxonomique.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Avec $p(i) = n_i / N$

n_i = Nombre d'individus du taxon i

N = Abondance totale sur la station

➤ **L'équitabilité** permet d'observer si le peuplement est équilibré ou non.

$$E = H' / H'_{\max}$$

$H'_{\max} = \ln S$ (avec S égal au nombre total de taxons.)

Si $E = 0$: présence d'un seul individu, si H' est maximal alors tous les taxons ont la même abondance. Les peuplements sont alors équilibrés.

➤ L'indice et l'abondance **EPTC** (Ephéméroptères, Plécoptères, Trichoptères et Coléoptères) sont calculés, afin de connaître le nombre de taxons appartenant à ces ordres et leur abondance. Il permet de se faire une idée de la proportion de taxons polluo-sensibles.

➤ L'écologie de certains macro-invertébrés sera également étudiée afin de renseigner sur les caractéristiques du milieu et voir si elle est compatible avec la présence des écrevisses à pieds blancs.

4) Le suivi des populations d'*A. pallipes*

a- Matériel et méthode

La majorité du linéaire du ru de saint Jean est prospectée de nuit, à l'aide de lampes torches. En effet, l'écrevisse ayant une activité nocturne, elle est facilement observable la nuit. Trois groupes de deux personnes parcourent les bords du cours d'eau et comptent les écrevisses. La partie aval du cours d'eau n'est pas prospectée puisqu'elle est constituée d'un tunnel qui ne comporte que très peu de substrat et n'est donc pas du tout favorable aux écrevisses. Une passe à poisson est également présente, elle est régulièrement à sec et ne constitue donc pas un habitat possible.

b- Exploitation des données.

Le but de cette prospection est de voir si les écrevisses à pieds blancs sont toujours présentes et si leur abondance semble comparable à celle des années précédentes.

De plus, elle permet de vérifier si l'écrevisse à pattes blanches est la seule espèce présente ou si des écrevisses non autochtones ont colonisé le milieu.

III- Résultats et discussion

1) Les paramètres physico-chimiques

a- Le suivi 2011

Les analyses physico-chimiques ont eu lieu le 11 et 12 juillet 2011, en même temps que les prélèvements d'invertébrés. Les prélèvements d'eau pour les analyses de nitrates, nitrites, orthophosphates et ammonium ont eu lieu le 9 août 2011 puisque qu'un problème technique a rendu inutilisable ceux effectués le 12 juillet. Pour cette raison, il sera difficile de faire un rapprochement entre les résultats IBGN et les analyses chimiques puisqu'un mois sépare les deux dates de prélèvements. La conductivité n'a pas pu être mesurée car le multimètre ne fonctionnait pas.

La température sera évoquée dans la partie suivante puisqu'elle fait l'objet d'un suivi particulier.

Le tableau 1 ci-dessous récapitule les résultats obtenus.

Tableau 1 : Synthèse des résultats physico-chimiques par station

Ruisseaux		Ruisseau de Fenières	Nant de l'Aîné	Ru Saint Jean	
Stations		RF2	NA1	RS1	RS2
Oxygène	% saturation	105	74	103	96
	mg/L	9,2	6,97	9,9	8,7
pH		7,77	7,53	7,2	7,92
Température (°C)	Eau	18,7	16,5	15,4	17,4
Anions	Nitrates (mg/L)	3,4	10,8	6,6	11,8
	Nitrites (mg/L)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Orthophosphates (mg/l)	0,1	0,03	0,02	0,02
Cations	Ammonium (mg/L)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Heure de prélèvement		18h	18h30	15h	18h

A chaque station, l'ensemble des paramètres physico-chimiques étudiés est conforme aux exigences d'*Austrapotamobius pallipes*.

➤ La concentration en oxygène est parfaitement adaptée aux écrevisses à pieds blancs. Seules la station NA1 présente des valeurs inférieures à celles considérées comme optimales pour l'écrevisse à pieds blancs. Cependant, cela n'est pas limitant pour cette espèce.

➤ Le pH est compris entre 7.2 et 7.92. Il est basique, ce qui est normal pour une rivière s'écoulant sur des dépôts calcaires.

➤ Les teneurs en nitrates varient de 3.4 à 11.8 mg/L respectivement sur les stations RF2 et RS2. Elles sont faibles mais pas caractéristiques des concentrations que l'on s'attend à trouver dans un cours d'eau non impacté par les activités humaines (1mg/L). Elles traduisent une pollution due aux activités agricoles (fertilisation).

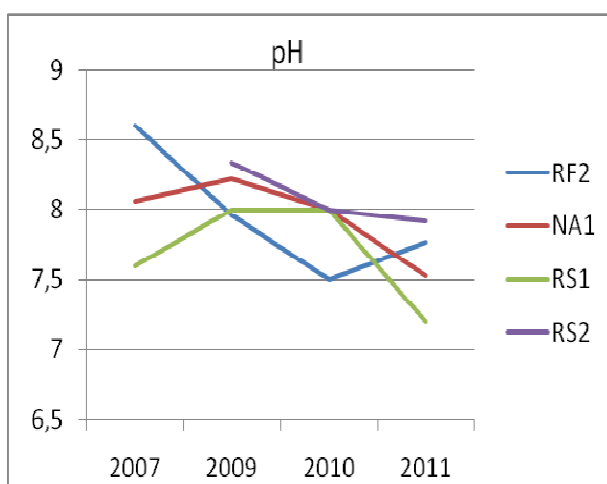
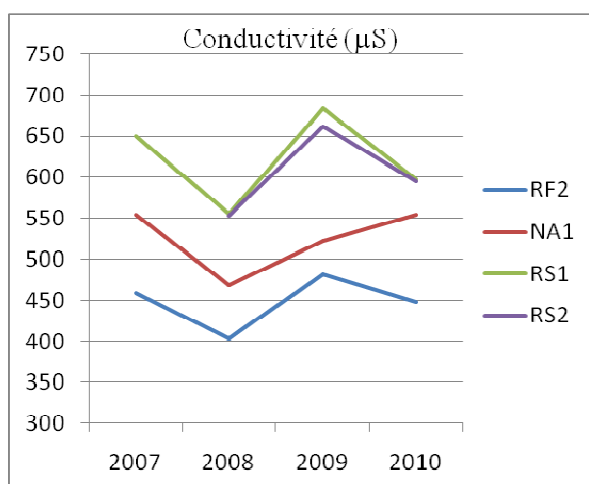
➤ La teneur en nitrites et en ammonium sont inférieures aux limites de quantification (2 et 5 mg/L). Cela ne permet pas de mettre en valeur une éventuelle pollution.

➤ Les concentrations en orthophosphates sont faibles sur toutes les stations sauf sur RF2 où elles sont de 0,1 mg/L. Cela peut provenir soit de rejets domestiques, soit des pratiques agricoles. Les phosphates étant contenus dans la fraction minérale des sols, leur présence dans le cours d'eau traduit une érosion (qui sera éventuellement à gérer si la pollution est bien d'origine agricole).

b- Les résultats depuis 2007

Les graphiques suivants (figure 5) récapitulent les résultats obtenus de 2007 à 2011.

Les concentrations en nitrites et en ammonium n'apparaissent pas puisqu'elles sont toujours inférieures aux limites de quantifications (0.02 et 0.05 mg/L). Leur valeur est donc difficile à interpréter précisément. On notera seulement que ces éléments ne font pas l'objet d'une pollution importante.



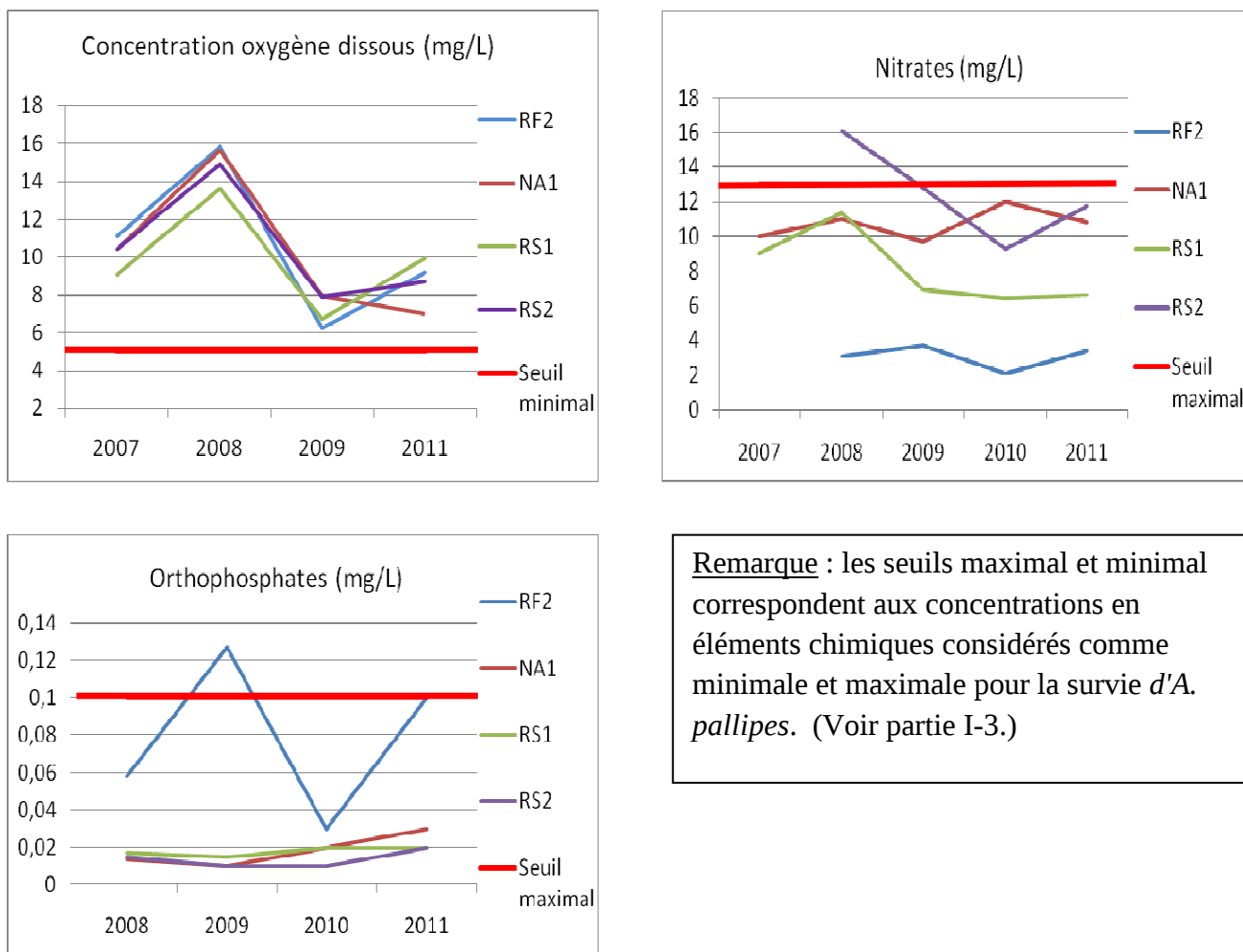


Figure 5 : Graphiques montrant l'évolution des paramètres physico-chimiques à chacune des stations entre 2007 et 2011.

➤ Le ruisseau de Fenières :

Depuis 2007, les valeurs de conductivité et de concentrations en oxygène dissous et nitrates sont tout à fait adaptées à l'écologie de l'écrevisse à pieds blancs. La station RF2 montre chaque année, les teneurs en nitrates les plus faibles. Le pH est également conforme au besoin d'*A. pallipes*, sauf en 2007 où il est légèrement plus élevé. Une valeur trop élevée de pH peut être problématique pour la reproduction. Cependant, des valeurs beaucoup plus basses sont observées depuis cette date, le pH ne semble donc pas être limitant pour le développement de l'espèce.

L'oxygène dissous est faible en 2009 mais reste dans le preferendum écologique d'*A. pallipes*. Ce paramètre variant beaucoup au fil de la journée et des saisons (en lien notamment avec la température et l'activité photosynthétique), une étude plus poussée serait peut être nécessaire (avec plus de mesures) pour vérifier qu'il ne devienne pas limitant.

En revanche, les concentrations en orthophosphates semblent plus problématiques puisqu'en 2009 elles dépassent le seuil maximal toléré par *A. pallipes* (0.1mg/L) et en 2011 elles l'atteignent. Bien que des écrevisses à pieds blancs aient été retrouvées dans des cours d'eau présentant des concentrations en orthophosphates plus élevées que celles observées sur le ruisseau de Fenières, il est important de gérer cette pollution afin de leur garantir un milieu adapté. Cette pollution en orthophosphates peut être due à des rejets directs d'eaux usées dans le cours d'eau. En effet, plusieurs points de rejets ont été localisés à l'amont de la station RF2. Il sera donc important de raccorder au réseau collectif, les personnes ne disposant pas de

système d'assainissement. Des problèmes de branchement au sein du réseau d'eaux usées est possible, un diagnostic du réseau sera nécessaire.

La concentration en orthophosphates s'avère limitante aux écrevisses à pieds blancs. Une gestion de cette pollution permettrait de rendre rapidement le milieu conforme aux exigences de l'espèce.

➤ Le Nant de l'Ainé :

L'ensemble des résultats physico-chimiques acquis depuis 2007 sont compris dans le préferendum thermique de l'écrevisse à pieds blancs. Il faut cependant noter deux choses : la concentration en oxygène dissous relevée en 2009 et 2011 est inférieure à 8 mg/L. Comme pour la station RF2, il faudra peut être un suivi plus complet.

La concentration en nitrates bien que supportable par *A. pallipes* reste élevée. Cette pollution d'origine agricole doit être gérée. Elle provient vraisemblablement de la fertilisation des prairies situées en rive droite et des parcelles agricoles situées en amont.

Au vue de ces cinq années de suivi, la qualité physico-chimique du Nant de l'Ainé est compatible à l'établissement d'écrevisses à pieds blancs.

➤ Le Ru de Saint Jean :

Les paramètres physico-chimiques répondent aux exigences écologiques d'*A. pallipes*. On observe des concentrations en oxygène dissous un peu faibles en 2009 mais tout à fait supportables. Les concentrations en nitrates sont globalement plus faibles sur RS1 que sur RS2. Elles dépassent 13 mg/L sur RS2 en 2008 et sont proches de cette valeur considérée comme néfaste pour *A. pallipes* en 2009. Elles sont globalement assez élevées chaque année au niveau de la station RS2. Cela peut être responsable d'un affaiblissement des populations présentes sur le ru de Saint Jean. Il est donc important de gérer les flux de pollution, notamment ceux provenant des parcelles agricoles situées en amont de RS2.

La physico-chimie présente des résultats favorables à *A. pallipes*. Seules les concentrations en nitrates sont à surveiller afin de s'assurer qu'elles ne nuisent pas à l'espèce.

2) La Température de l'eau

La température est étudiée sur une période de 1 an, les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Synthèse des résultats des relevés thermiques par station.

	Ruisseau de Fenières				Nant de l'Ainé	Ru de Saint Jean	
	RF6	RF5	Affluent	RF2	NA1	RS2	RS1
Début mesures	01/08/2010	01/08/2010	01/08/2010	01/08/2010	01/08/2010	01/08/2010	01/08/2010
Fin mesures	09/08/2011	09/08/2011	09/08/2011	09/08/2011	09/08/2011	09/08/2011	09/08/2011
Température maximum journalière	13,38	16,02	18,38	17,57	17,64	18,27	16,18
Température minimum journalière	8,39	5,45	3,92	6,35	4,10	-1,63	4,31
Température moyenne journalière	10,44	10,85	11,01	11,18	10,83	10,07	10,34
Température maximum	16,33	19,19	21,86	19,76	19,19	20,52	18,62
Température minimum	7,68	5,45	2,94	5,66	3,26	-4,64	3,16
Amplitude maximum journalière	5,58	7,66	10,89	6,40	6,32	11,59	6,91
Amplitude minimum journalière	0,10	0,10	0,31	0,20	0,20	0,30	0,20
Amplitude moyenne journalière	1,49	2,32	3,03	2,66	2,32	4,04	2,56
Nombre de jours dépassant 18°C	0	4	44	15	8	15	2

Sur l'ensemble des stations, on constate que la température de l'eau est maximale en juillet-août et minimale en janvier et février.

Seule la station RF6 a l'ensemble de ses températures journalières moyennes comprises dans le préférendum thermique des écrevisses à pieds blancs. Les autres stations présentent des températures plus basses que celles considérées comme minimales pour *A. pallipes* en janvier, février et mars. En effet, les températures moyennes mensuelles sont comprises entre 6 et 8°C pendant cette période et atteignent 2°C sur la station RS2 en février 2011.

De plus, toutes les stations présentent à certaines heures des valeurs supérieures au préférendum thermique d'*A. pallipes*.

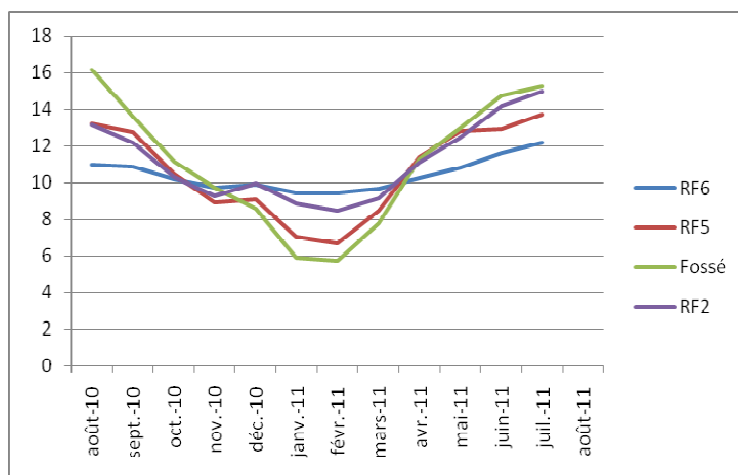
Les températures maximales journalières sont les plus importantes sur la station "affluent" et RS2. Les températures minimales sont observées à ces mêmes stations.

Afin de voir l'évolution des températures sur chaque station, celles-ci seront analysées pour chacun des ruisseaux.

a- Ruisseau de Fenières

Les températures moyennes mensuelles des stations du ruisseau de Fenières sont présentées figure 6.

Sur la station **RF6**, elles restent stables tout au long de l'année et oscillent entre 9 et 12°C. Cela s'explique par la proximité de cette station avec la source. La température du ruisseau à l'amont est principalement influencée par celle des eaux de la source qui reste constante toute l'année. De ce fait, la température constamment fraîche de cette station est adaptée à *A. pallipes*. Bien que peu élevée la température estivale est toujours supérieure à 10°C, valeur nécessaire à leur croissance.



L'**affluent (fossé)** rive gauche du ruisseau de Fenières montre les plus grands écarts de températures entre les périodes hivernales et estivales. La température atteint 16°C en moyenne au mois d'août et redescend à 6°C au mois de février. En effet, l'affluent a un faible débit : la hauteur d'eau et les vitesses d'écoulement sont faibles. L'eau est donc susceptible de se réchauffer ou de refroidir rapidement.

Fig. 6: Températures moyennes mensuelles des stations du ruisseau de Fenières.

A cette station, il faut noter, que la sonde a été retrouvée hors de l'eau (le 10 juin 2011), les résultats ne sont donc pas toujours représentatifs de la température réelle de l'eau.

Sur la station **RF5** les températures varient sensiblement de la même manière qu'à la station « affluent ». Cependant les amplitudes thermiques annuelles sont moins importantes. Cela s'explique par une profondeur d'eau légèrement plus grande au niveau de cette station.

Les températures moyennes journalières varient entre 8 et 13°C ce qui correspond parfaitement aux exigences écologiques d'*A. pallipes*.

La station **RF2** présente des températures basses en hiver par rapport aux stations « affluent » et RF5, cela explique également par une augmentation de la hauteur d'eau à cette station. De fortes amplitudes thermiques sont observées en été montre une moins bonne connexion entre le cours d'eau et la nappe (due à un abaissement de celle-ci). Cela favorise des températures élevées qui ne sont pas toujours comprises dans le *preferendum* thermique d'*A. pallipes*. Cependant, elles sont peu observées et les moyennes journalières sont majoritairement comprises entre 8 et 15°C.

Pour toutes les stations du ruisseau de Fenières, les températures moyennes journalières entrent dans le *preferendum* thermiques de l'écrevisse à pattes blanches. Cependant, les amplitudes journalières sont parfois anormales et non adaptées à A. pallipes.

Pollution thermique :

Sur ces 4 stations on observe des augmentations brutales de la température d'une heure à l'autre (annexe 6). Ce phénomène est néfaste pour *A. pallipes*. Il est observé depuis 2007 et résulte d'une pollution thermique qui semble liée à de forts épisodes pluvieux et à des

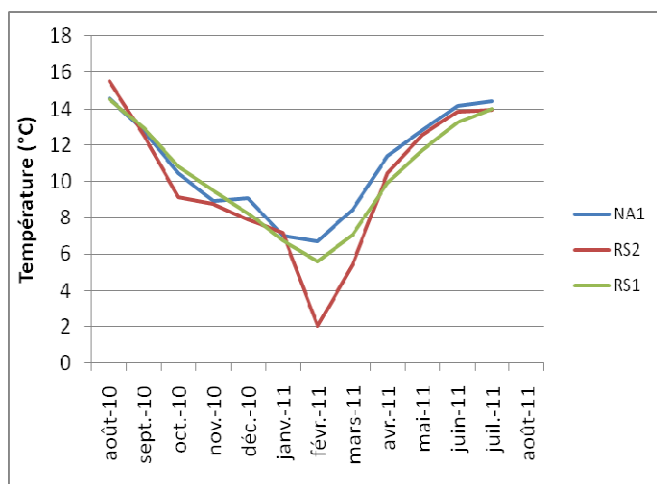
pollutions domestiques (rejets d'eaux usées). En effet, les augmentations de température sont observables à la fois sur RF6, RF5 et RF2.

Cependant les variations de températures n'évolue pas toujours de la même manière d'une station à l'autre ce qui est étonnant si on considère que la pollution provient d'épisodes orageux.

Ces pics thermiques sont observables pendant la période estivale, quand le cours d'eau est le plus sensible aux pollutions (en raison de la diminution du débit et de ses capacités autoépuratoires). Ces phénomènes semblent limiter au ruisseau de Fenières et ne sont pas observables sur le Nant de l'Ainé et le ru de Saint Jean.

b- Nant de l'Ainé

Les températures maximales journalières (Fig.7) restent dans le preferendum thermique d'*A. pallipes*.



On observe ponctuellement des températures assez basses puisque les minimales sont de 3.3°C. Ces valeurs ne sont pas optimales pour *A. pallipes* mais ne sont pas incompatibles avec sa présence puisqu'elle est capable de résister à des températures très basses pendant l'hiver (lorsque son activité est faible). L'amplitude thermique est peu élevée et jamais anormale.

Les températures de la station NA1 sont donc favorables au développement d'A. pallipes.

Fig. 7 : Températures moyennes mensuelles des stations NA1, RS1 et RS2.

c- Ru de Saint Jean

La température de la station RS1 reste relativement fraîche tout au long de l'année (18.6°C au maximum). La température descend en dessous de 8°C la majorité de l'hiver mais n'atteint pas des températures trop basses.

La station RS2 présente des valeurs de température journalière moyenne très faibles en février.

Les températures maximales dépassent les 20°C et l'amplitude thermique journalière est parfois très élevée puisqu'elle avoisine les 12°C au mois d'avril 2011.

Les températures sont assez défavorables aux écrevisses à pieds blancs de février à mars puisque la température de l'eau est très froide et qu'il y a de fortes variations journalières.

Dans l'ensemble les températures sont adaptées à A. pallipes. Cependant, les faibles valeurs enregistrées en février à l'amont du cours d'eau peuvent induire un stress et entraîner la mort de certains individus.

3) Les peuplements de macro-invertébrés

Les prélèvements IBGN se sont déroulés le 12 et 13 juillet 2011, à l'étiage et par temps sec. Le tableau 3 récapitule les résultats IBGN. Les listes faunistiques se trouvent en annexes 7.

Tableau 3 : Synthèse des résultats IBGN par station.

	Ruisseau de Fenières	Nant de l'Aîné	Ru Saint Jean	
	RF2	NA1	RS1	RS2
Variété taxonomique	21	21	19	19
Classe de variété	7	7	6	6
Note IBGN	14	13	7	7
Taxon indicateur	ODONTOCERIDAE	LEUCTRIDAE	ELMIDAE	ELMIDAE
Groupe faunistique indicateur	8	7	2	2
Robustesse	13	12	7	7
Taxon indicateur	LEUCTRIDAE	SERICOSTOMATIDAE	GAMMARIDAE	GAMMARIDAE
Groupe faunistique indicateur	7	6	2	2
Iv	4,62	4,62	4,18	4,18
In	7,26	7,26	7,66	6,45
Cb2	11,88	11,88	11,84	10,63
Indice EPTC	9	11	8	8
Abondance EPTC	175	95	32	77
Abondance totale	5671	5459	4427	2922
Equitabilité	0.27	0.15	0.35	0.31

On constate que le ruisseau de Fenières présente la meilleure note IBGN. Celle du Nant de l'Aîné est de 1 point plus faible mais la qualité reste acceptable. En revanche, les résultats du ru de Saint Jean traduisent une qualité biologique médiocre et leur taxon indicateur est seulement de classe 3.

Même constatation en ce qui concerne le cb2, même s'il est à peu près homogène sur toutes les stations, on constate que l'Iv est plus faible sur le ru de Saint Jean (notamment sur RS2) ce qui met en valeur des habitats de moins bonne qualité. En ce qui concerne la qualité de l'eau, l'In permet de constater qu'elle est également la plus faible sur RS2, mais cette fois elle est la meilleure sur la station RS1. Ce résultat est à tempérer puisque la valeur de In sur RS1 est principalement due à la présence d'*A. pallipes*. Si on le recalcule sans prendre en compte l'écrevisse à pieds blancs, on constate qu'il est le plus faible de toutes les stations (6.05). Il en est de même pour le cb2.

D'une manière générale, on peut considérer que sur RF2, NA1 l'aptitude biogène est sensiblement la même (elle est faible) et qu'elle est légèrement moins bonne sur RS1 et RS2.

Le ru de saint jean présente une quasi absence de taxons polluo-sensibles. En effet, aux deux stations on ne retrouve pas de plécoptère, trois à quatre individus de Trichoptères, zéro à deux Ephéméroptères. L'abondance et l'indice EPTC résultent majoritairement de la présence de coléoptères.

Ils sont plus élevés aux stations RF2 et NA1 puisqu'on observe l'apparition de plécoptères et une plus forte abondance de trichoptères. Sur NA1 la diversité en trichoptères est élevée puisqu'on observe huit genres, par contre les coléoptères ne sont représentés que par un seul individu.

Si on prend en compte l'ensemble des peuplements de chaque station, on constate que la variété taxonomique et l'abondance sont les mêmes sur RF2 et NA1 et qu'elles sont plus faibles dans le ru de Saint Jean. La variété taxonomique est 10% plus faible sur les deux stations, l'abondance est réduite de 20% sur RS1 et presque de moitié sur RS2.

La partie suivante détaille les résultats obtenus station par station :

a- Le ruisseau de Fenières : station RF2 (fig.8)

Description de la station :

Cette station est fortement ombragée. Elle est située à côté du marais de Fenières. Elle présente une grande diversité de substrats puisqu'on peut observer tous les substrats les plus biogènes. La vase domine mais on retrouve également une très forte proportion de sable et graviers. C'est la seule station où des bryophytes sont présentes.

La vitesse varie entre 0 et 25 cm/s.

Etude de la liste faunistique:

Afin d'avoir une vision plus complète du peuplement, cette partie ne sera pas seulement basée sur les huit prélèvements IBGN mais sur les 12.

Les gammares constituent 70% du peuplement total. On constate également la présence importante de *Chironomidae* (25%). Cela montre une forte concentration en matière organique. Ce constat est logique puisque les substrats sont dominés par de la vase. Cependant, on retrouve la majorité des individus de ce taxon dans un seul prélèvement (de vase). Les autres sont observés dans des litières ou du sable. Le colmatage des substrats comme les galets et graviers ne semble donc pas important.

Le taxon indicateur *Odontoceridae* est fortement polluo-sensible et nécessite des milieux oligotrophes. Sa présence indique que le ruisseau est peu impacté par des pollutions en nitrates ou en phosphates.

Les *Elmidae* sont représentés par 4 genres (*Elmis*, *Limnius*, *Riolus* et *Stenelmis*) et constituent 4% du peuplement. La présence de cette famille et de Gammares permet également d'écarter la possibilité d'une pollution importante de l'eau.

En dehors d'*Odontoceridae* et *Leuctra*, il faut noter l'absence de taxons polluo-sensibles.

Comme sur les trois autres stations, on constate l'absence des grands plécoptères (*Perlodidae* et *Perlidae*) qui traduit une dégradation du milieu.



Fig.8 : Photo de la station RF2

Le peuplement est donc fortement déséquilibré, mais il est aussi très instable puisque 44% des taxons sont représentés par moins de trois individus.

Sur RF2, les habitats semblent favorables à A. pallipes puisqu'ils sont variés et qu'on observe la présence de branchages qui permettent de servir d'abris. De plus, les litières et vases remplissent la même fonction et sont une réserve de nourriture pour cette espèce. On observe également des hélophytes, habitat particulièrement favorable pour les juvéniles.

La présence d'un surplus de matière organique ne semble pas défavorable à l'espèce puisqu'on constate la présence de taxons oligosaprophes.

Le ruisseau de Fenières présente des caractéristiques communes aux trois cours d'eau qui sont favorables aux écrevisses à pieds blancs. L'eau y est très calcaire et il y a des dépôts de tuf importants. Cela permet de garantir une certaine concentration en calcium nécessaire aux écrevisses pour construire leur exosquelette.

b- Le Nant de l'Ainé : station NA1 (Fig.9)

Description de la station :



Cette station est très ombragée puisqu'elle est située dans un bois. Une partie des berges rive gauche ont été artificialisées. En effet, des pieux ont été battus dans le lit du cours d'eau et des planches en bois y ont été attachées afin d'empêcher le cours d'eau de changer de lit. Cela a entraîné la formation de caches sous berge.

Le substrat dominant est de la Dalle : le lit du ruisseau est recouvert en majorité de Tuf. Les litières sont également bien représentées. Malgré la dominance du tuf, les substrats sont assez variés puis qu'on retrouve du sable, des graviers, des galets et de la vase. En revanche les substrats végétaux sont absents puisqu'on ne trouve ni bryophytes, spermatophytes ou algues.

Les vitesses de courant varient entre 5 et 25 centimètres par seconde.

Fig.9 : Station NA1

Etude de la liste faunistique :

Le taxon indicateur est *Leuctridae*. On le retrouve en assez forte quantité puisque le genre *leuctra* est représenté par 16 individus et est présent sur 6 des 8 points de prélèvements.

Ce taxon est assez polluo-sensible. Il nécessite des milieux oligotrophes, peu chargés en matière organique. Cela démontre une qualité relativement bonne.

Le peuplement est fortement déséquilibré puisqu'il est dominé largement par les gammarès qui représentent 91.2% de celui-ci.

Les diptères bien que beaucoup moins nombreux sont aussi très présents (347 individus) avec une forte proportion de *Chironomidae*. On retrouve ce taxon fouisseur dans la majorité des prélèvements. Cela révèle la présence de matière organique en forte quantité et traduit un colmatage du substrat. Cependant la présence de taxons oligosaprophes tels que *Leuctra* (16 individus) et *Paraleptophlebia* (25 individus) permet de déduire que la concentration en matière organique reste raisonnable.

On constate la présence de plusieurs taxons polluo-sensibles, notamment des trichoptères tels que : *Brachycentridae*, *Glossosomatidae*, *Limnephilidae*, *Odontoceridae* et *Polycentropidae*. Cependant ces familles ne sont représentées que par un seul individu et ne témoignent donc pas d'un peuplement très stable. Ce constat est renforcé par le fait que près de 40% des genres sont représentés par moins de trois individus.

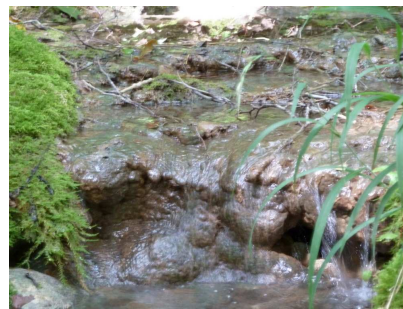


Fig10 : Photo de la station NA1

On constate que les substrats sont variés, cependant la dalle domine (fig.10). Ce substrat n'est pas vraiment favorable à A. pallipes puisqu'il ne constitue ni un abri, ni une source d'alimentation. Cependant, des dalles étaient déjà très présentes lorsqu'il y avait des écrevisses. Cela ne semble donc pas limitant pour l'espèce qui peut coloniser les autres substrats présents. De plus, il y a présence de nombreux branchages et de caches sous berges. Le ruisseau est fortement ombragé, ce qui permet de limiter la température de l'eau en été et constitue des apports de matière organique permettant l'alimentation des écrevisses.

La présence de taxons polluo-sensibles rassure sur la qualité du milieu qui semble donc adaptée à A. pallipes.

c- Le Ru de Saint Jean

- Station RS1 (Fig.11)

Description de la station :

Cette station est ombragée à 50%, la végétation est essentiellement présente en rive droite. Elle est située dans une parcelle pâturée et est soumise ponctuellement au piétinement bovin. Le substrat principal est de la vase mais on trouve également une grande proportion de galets.

Cette station est caractérisée par la présence ponctuellement de racines dans le lit de la rivière et d'hélophytes.

Les vitesses d'écoulement sont faibles et varient de 0 à 25cm/s.

Etude de la liste faunistique:

A cette station on observe 13 écrevisses à pieds blancs sur tous types de substrat (galets, graviers, litières, hélophytes, vases). La présence de cette espèce très polluo-sensible est un gage de qualité du milieu. Cependant, au vu du reste du relevé on ne peut que constater que ce ruisseau est très perturbé. Il est colmaté, composé essentiellement de taxons polluo-résistants et saprobiontes.

En effet, le peuplement est dominé par les gammarès (55%) et par les diptères (40%). On observe sur l'ensemble des substrats un nombre important de *Ptychoptéridae* (1522 individus). Ce taxon, ainsi que les *Chironomidae* et les oligochètes mettent en avant un excédent de matière organique et un colmatage des substrats.

Les gammarès sont absents des prélèvements de vase, ce qui pourrait traduire la présence de polluants dans ce substrat. Mais la présence d'*A. pallipes* dans ce même substrat met en doute cette conclusion.

De plus, les taxons polluo-sensibles sont absents, on observe uniquement un *Goeridae* et 3 *Psychomyiidae*. Cela, additionné à l'absence de plécoptères met en avant une perturbation importante du milieu. La présence d'*Ephemera* et de plusieurs genres d'*Elmidae* (*Elmis*, *Limnius*, *Oulimnius*) permet de garantir une certaine qualité de l'eau. Cependant, ces taxons sont représentés seulement par un à huit individus, ce qui souligne la fragilité de ces peuplements. L'absence des espèces rhéophiles est également expliquée par la prédominance de faciès d'écoulements lenticques au sein de cette station.



Fig.11 : Photo de la station RS1

La station RS1 présente des substrats très diversifiés qui semblent très favorables à A. pallipes puisque c'est au niveau de cette station qu'elle est la plus présente. En effet, les racines, galets, hélophytes et litières semblent très appréciés par cette espèce. Les apports de matière organique dus au piétinement bovin ne semblent pas affecter les populations qui s'en servent de caches et de source de nourriture. Cependant, l'absence d'espèces polluo-sensibles et la prédominance des taxons saprobiontes traduisent un enrichissement beaucoup trop important en matière organique (observable sur le terrain) qui à terme (si ce n'est pas déjà le cas) risque d'être préjudiciable pour A. pallipes. En effet, le colmatage des habitats et la désoxygénation du milieu qu'il entraîne ne le rendra plus apte à accueillir cette espèce.

- Station RS2 (Fig.12)

Description de la station :

Cette station est entourée de champs pâturés mais contrairement à la station RS1, des barrières sont installées pour empêcher l'accès aux vaches. Cela permet de limiter l'impact du piétinement. Cela fait partie d'une étude qui vise à évaluer si le piétinement ne serait pas favorable aux écrevisses dans ce milieu subissant un important colmatage par le tuf.

Elle est située à l'amont immédiat d'une portion de cours d'eau totalement asséchée (au moment des prélèvements.)

Les substrats majoritaires sont de la vase et des litières. Les autres substrats sont principalement minéraux mais très peu représentés. Les zones lenticques dominent.

Etude de la liste faunistique :

Tout comme précédemment, on constate l'absence des taxons les plus polluo-sensibles. Seuls *Sericostoma* (représentés par un seul individu), *Cordulegaster* (15 individus), *Empididae* (5 individus) et *Scirtidae* (67 individus) présentent une sensibilité plus ou moins élevée à la pollution.

Le peuplement est déséquilibré, dominé par des espèces saprobiontes : La proportion de Gammarus, *Chironomidae* et oligochètes est de 92%. Ce qui traduit une surcharge en matière organique.

Aucune écrevisse à pieds blancs n'a été observée, ce qui ne rassure pas sur la qualité habitacionnelle de cette station.



De plus, il faut noter que 65% des taxons est représenté par moins de 10 individus, ce qui démontre la fragilité du peuplement.

La station RS2 présente des substrats beaucoup moins variés que RS1. Ils sont compatibles avec la présence d'A. pallipes (puisque elle est observable à cette station) mais ne sont pas optimales.

L'exclos ne semble pas rendre cette station plus attractive, cependant on retrouve moins de Ptychoptéridae et un peu plus de taxons polluo-sensibles (si on ne prend pas en compte A. pallipes) que sur RS1. Cela pourrait effectivement être dû à un plus faible apport en matière organique.

Fig.12 : Station RS2

4) Le suivi des populations d'A. pallipes

a- Le suivi 2011

La prospection des écrevisses à pieds blancs a été réalisée 7 juillet 2011. Elle a débuté à 22h30 et s'est terminée à 23h30.

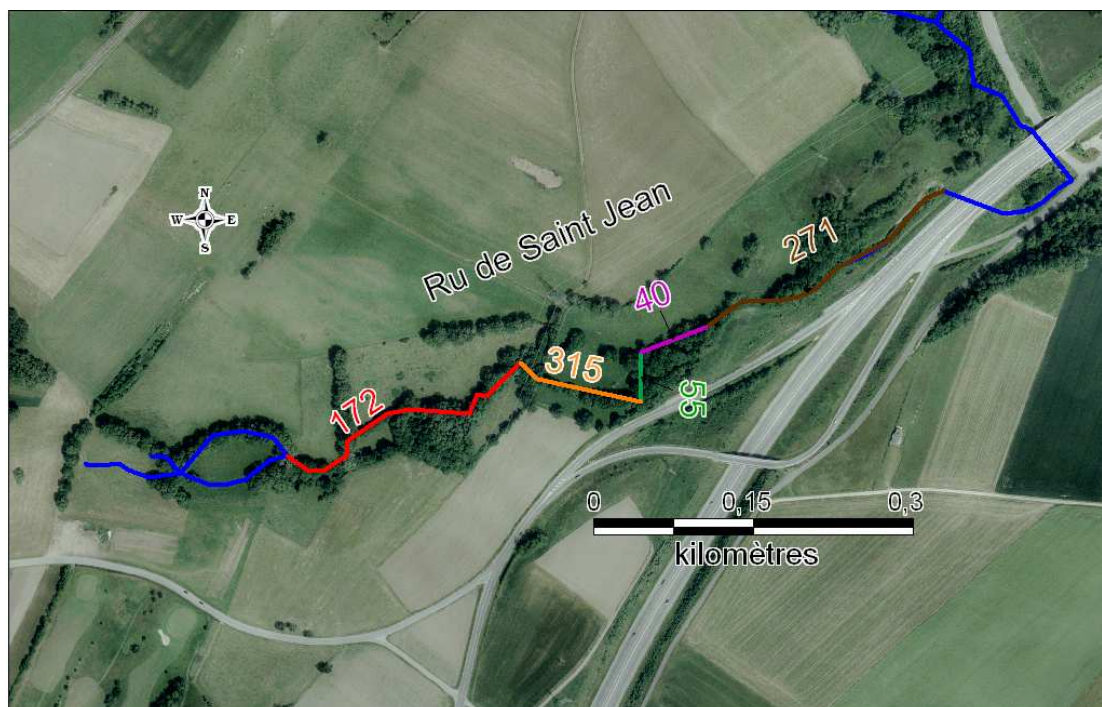


Figure 13 : Nombre d'écrevisses à pieds blancs observées lors de la prospection

Au total, 853 écrevisses à pieds blancs ont été observées sur le ru de saint Jean (figure 13) et aucune autre espèce d'écrevisses ne semble présente.

On a pu constater qu'elles étaient très abondantes sur le ruisseau, surtout sur la partie intermédiaire où 410 écrevisses ont été aperçues sur 250 mètres de linéaire prospecté.

Les secteurs amont et aval présentent une abondance plus faible. Cela est dû à plusieurs choses.

Tout d'abord, il faut noter qu'une importante partie de l'amont du ruisseau est à sec. On observe une alternance entre zones à sec et zones un peu plus profondes où il reste encore de l'eau. Cela explique donc la plus faible présence d'écrevisses dans ce secteur (172 écrevisses sur 275 mètres).

Sur l'ensemble du linéaire, aux endroits où la hauteur d'eau était faible, les écrevisses étaient présentes mais beaucoup était partiellement ou totalement hors de l'eau.

En aval, le nombre d'écrevisses observées est de 271 sur 270 mètres.

La zone où l'exclos est présent a une abondance plus faible que la zone soumise au piétinement bovin. Mais cela n'est pas forcément en lien avec le piétinement, d'autres facteurs entrent en jeu (débits, qualité de l'eau et des habitats...)

b- Evolution depuis 2007

En 2007, une opération de capture marquage (CMR), recapture a été menée sur une station située à 50 mètres en amont de la station RS1. Elle a mis en valeur une très forte abondance des écrevisses ce qui traduit une population bien implantée et viable à long terme en l'absence d'apparition de nouvelles contraintes.

Les campagnes des autres années ont consisté comme en 2011 à une prospection du linéaire.

On constate une augmentation du nombre d'individus observés entre 2008 (185 individus) et 2011. Certains secteurs où elles n'étaient pas présentes en 2008 et 2009, paraissent plus peuplés en 2010 et 2011. L'aval du cours d'eau (de l'amont du pont à la confluence) ne présente aucune écrevisse.

Cependant, ces observations ne nous permettent pas vraiment de conclure précisément sur l'évolution des populations. Une nouvelle opération de Capture, marquage, recapture serait nécessaire à la station utilisée en 2007 afin de pouvoir comparer les résultats.

Au vu des prospections effectuées chaque année, cette station semble située dans le secteur présentant la plus grande abondance d'écrevisses à pieds blancs. Les résultats de la CMR ne seront donc pas forcément représentatifs de l'état des populations sur l'ensemble du cours d'eau.

IV- Synthèse : Capacité des cours d'eau à accueillir *A. pallipes*

1) Le ruisseau de Fenières

Ce suivi a permis de mettre en valeur plusieurs dysfonctionnements sur le ruisseau de Fenières. Tout d'abord, on constate que les concentrations en orthophosphates sont beaucoup trop élevées pour *A. pallipes* ($>0.1\text{mg/L}$). Ensuite, on observe une pollution thermique en été, entraînant une augmentation brutale de la température d'une heure à l'autre. L'écrevisse à pieds blancs ne supportant que de faibles variations de température, ces phénomènes lui sont préjudiciables.

Le ruisseau n'est donc pas apte à accueillir des écrevisses à pieds blancs. Cependant, cette situation n'est pas immuable puisqu'en parallèle les autres paramètres du suivi semblent compatibles avec la présence d'*A. pallipes*. En effet, les habitats observés à la station RF2 présentent une bonne diversité et de nombreuses caches sont observables. De plus, mis à part la pollution thermique, les valeurs de températures sont comprises dans le preferendum thermique de l'espèce.

Si aucune autre perturbation ne survient, une gestion des deux pollutions identifiées (chimique et thermique) devrait, à terme, permettre au ruisseau de Fenières d'accueillir des écrevisses à pieds blancs.

2) Le Nant de l'Ainé

Les résultats du suivi montrent que le Nant de l'Ainé présente à l'heure actuelle des caractéristiques favorables à *A. pallipes*. Une pollution en nitrates est observée mais est limitée et les concentrations mesurées restent compatibles avec les exigences écologiques d'*A. pallipes*. Les températures sont également adaptées à l'espèce puisqu'elles ne sont pas trop élevées et ne subissent que de faibles variations journalières. Les peuplements d'invertébrés sont composés de quelques espèces polluo-sensibles qui montrent que le milieu reste de bonne qualité. Les habitats sont dominés par des dépôts de tuf, ce qui ne semble pas très favorable. Cependant, des substrats variés ainsi que des caches sous berges pourraient constituer des habitats adaptés. De plus, l'écrevisse était présente auparavant et les habitats étaient relativement semblables.

Le Nant de l'Ainé présente au terme de ces cinq années de suivi un milieu assez favorable à *A. pallipes*. En revanche, les concentrations en nitrates sont à surveiller.

3) Le ru de Saint Jean

D'une manière générale, la station RS1 présente une meilleure qualité que la station RS2. En effet, une trop forte concentration en nitrates est observable à l'amont du cours d'eau et peut être néfaste à *A. pallipes*. De plus, certaines températures enregistrées à cette même station sont beaucoup trop basses et risquent de nuire aux écrevisses.

Les peuplements d'invertébrés sont composés essentiellement de taxons polluo-résistants et saprobiontes. Ce qui met en valeur une trop forte présence de matière organique et un colmatage des habitats préjudiciable à *A. pallipes*. On observe une dégradation du peuplement depuis 2007, qui voit la proportion de taxons polluo-sensibles diminuer au profit d'espèces saprobiontes.

Paradoxalement, la population d'écrevisses à pieds blancs semble augmenter depuis 2007.

Les résultats du suivi montrent que l'amont du cours d'eau présente une pollution importante en nitrates et une température parfois peu adaptée. De plus, elle est actuellement soumise à de nombreux assecs. Cela se traduit logiquement par une plus faible abondance des écrevisses dans ce secteur. En revanche, la station RS1 présente de meilleures qualités physico-chimiques et thermiques. Cependant, elle est fortement touchée par une pollution en matière organique (la station RS2 l'est un peu moins). Pour le moment l'abondance en écrevisses à l'air bonne, mais l'évolution du milieu semble devenir très peu favorable à l'espèce. Il faudrait limiter le piétinement bovin également dans la partie aval puisque le piétinement qui paraît favorable pour remettre en mouvement le tuf risque d'entraîner un trop fort colmatage à cause des apports de matière organique.

Conclusion

Le suivi 2011 met donc en évidence plusieurs perturbations déjà observées les années précédentes. En effet, on constate que le ruisseau de Fenières est touché par des pollutions liées aux activités anthropiques. Celles-ci engendrant des fortes concentrations en orthophosphates et des températures non adaptées à *A.pallipes*.

Le Nant de l'Ainé présente des paramètres physico-chimiques adaptés à la vie des écrevisses.

Le ruisseau de Saint Jean semble bien peuplé en écrevisse notamment dans sa partie médiane (RS1). Cependant les résultats physico-chimiques (nitrates et températures) traduisent des pressions sur les populations en place. De plus l'étude des peuplements d'invertébrés ne rassure pas sur le potentiel biogène du cours d'eau. L'enrichissement important en matière organique peut rapidement devenir néfaste à *A. pallipes*.

Suite au constat de la dégradation progressive du Ru de Saint Jean, il faudra peut être envisager une réintroduction des écrevisses à pieds blancs (à partir des populations existantes) sur l'un des deux autres ruisseaux. Cela permettra de protéger les populations présentes qui semblent menacées. En effet, une recolonisation spontanée des ruisseaux ne semble pas envisageable puisque les différents travaux réalisés à l'aval du ru de Saint Jean l'on partiellement déconnectés du ruisseau de Fenières.

Au vu des résultats du suivi, le Nant de l'Ainé paraît le plus apte pour le moment à accueillir une population d'écrevisse. Mais, il sera important de réaliser des études complémentaires et notamment de recenser les habitats disponibles afin de voir s'ils sont favorables à cette espèce.

De plus, il est important de gérer les sources des pollutions identifiées sur chacun des ruisseaux. Des actions on déjà été menées dans ce sens au cours des dernières années (contacts avec les acteurs locaux, amélioration des pratiques agricoles...) mais ne semblent pas suffisantes.

Bibliographie

- AFNOR, 1992. Détermination de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN), 9 p.
- BELLANGER J, 2006. Causes de raréfaction de l'écrevisse à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*) – Pressions exercées en tête de bassin versant. Rapport synthèse bibliographique, université de Franche comté.
- CAGNANT M, 2007. Diagnostic initial pour l'élaboration d'un plan de gestion de l'écrevisse à pattes blanches (*Austropotamobius pallipes*, Lereboullet 1858) sur le site du ruisseau et du marais de Fenières. Rapport, université de Franche comté, CREN.
- TACHET H, RICHOUX P., BOURNAUD M., USSEGLIO-POLATERA, Edition 2006. Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie, écologie. CNRS éditions, 587p.
- TELEOS, 2000. Protocole d'analyse semi-quantitative des communautés benthiques : le MAG20, 4p.
- TELEOS (DEGIORGI F., DECOURCIERE H.), CSP, Fédération de Pêche 70, 2004. Diagnose et gestion des têtes de bassins versants de l'Ognon. L'écrevisse pieds blancs, indicateur patrimonial. Etude complémentaire du contrat de rivière Ognon, 110 p.
- TELEOS, 2006. Analyses des peuplements de macro-invertébrés benthiques de trois ruisseaux du Morvan (life nature).
- THILL A, 2009. Ruisseau et marais de Fenières – Plan de gestion 2007 – 2011. CREN, Agence de l'eau RMC, Région Rhône-Alpes, 30p.
- THILL A, 2007. Ruisseau et marais de Fenières – Protocole de suivi de l'écrevisse à pieds blancs. CREN, 14p.
- THILL A, 2009. Marais et ruisseau de Fenières- Document d'évaluation des risques de perturbation de la qualité des ruisseaux. CREN, 38p.
- THILL A. 2010. Ruisseau et marais de Fenières – Recherche de l'origine de la pollution thermique. CREN. 13p
- THILL A. 2010. Ruisseau et marais de Fenières – Suivi piezométrique. CREN, 10p.
- TRIOLET A-L, 2010. Etude des cours d'eau du site du marais de Fenières pour la préservation d'une population d'écrevisses à pieds blancs. Rapport, Université Lyon I, CREN.
- TROUILHE M-C, 2006. Etude biotique et abiotique de l'habitat préférentiel de l'écrevisse à pattes blanches (*Austropotamobius pallipes*) dans l'ouest de la France. Implications pour sa gestion et sa conservation, Thèse, université de Poitiers.

Liste des figures et tableaux

FIGURES :

Figure 1 : Carte de localisation du ruisseau de Fenières et de ses affluents

Figure 2 : Photo d'une écrevisse à pied blancs

Figure 3: Carte de localisation des sondes thermiques et des stations d'analyses physico-chimiques et biologiques

Figure 4 : Sonde thermique et enregistreur

Figure 5 : Graphiques montrant l'évolution des paramètres physico-chimiques à chacune des stations entre 2007 et 2011

Figure 6 : Graphique des températures moyennes mensuelles des stations du ruisseau de Fenières

Figure 7 : Graphique des températures moyennes mensuelles des stations NA1, RS1 et RS2

Figure 8 : Photo de la station RF2

Figure 9 : Photo de la station NA1

Figure 10 : Photo de la station Na1

Figure 11 : Photo de la station RS1

Figure 12 : Photo de la station RS2

Figure 13 : Nombre d'écrevisses à pieds blancs observées lors de la prospection

TABLEAUX :

Tableau 1 : Synthèse des résultats physico-chimiques par station

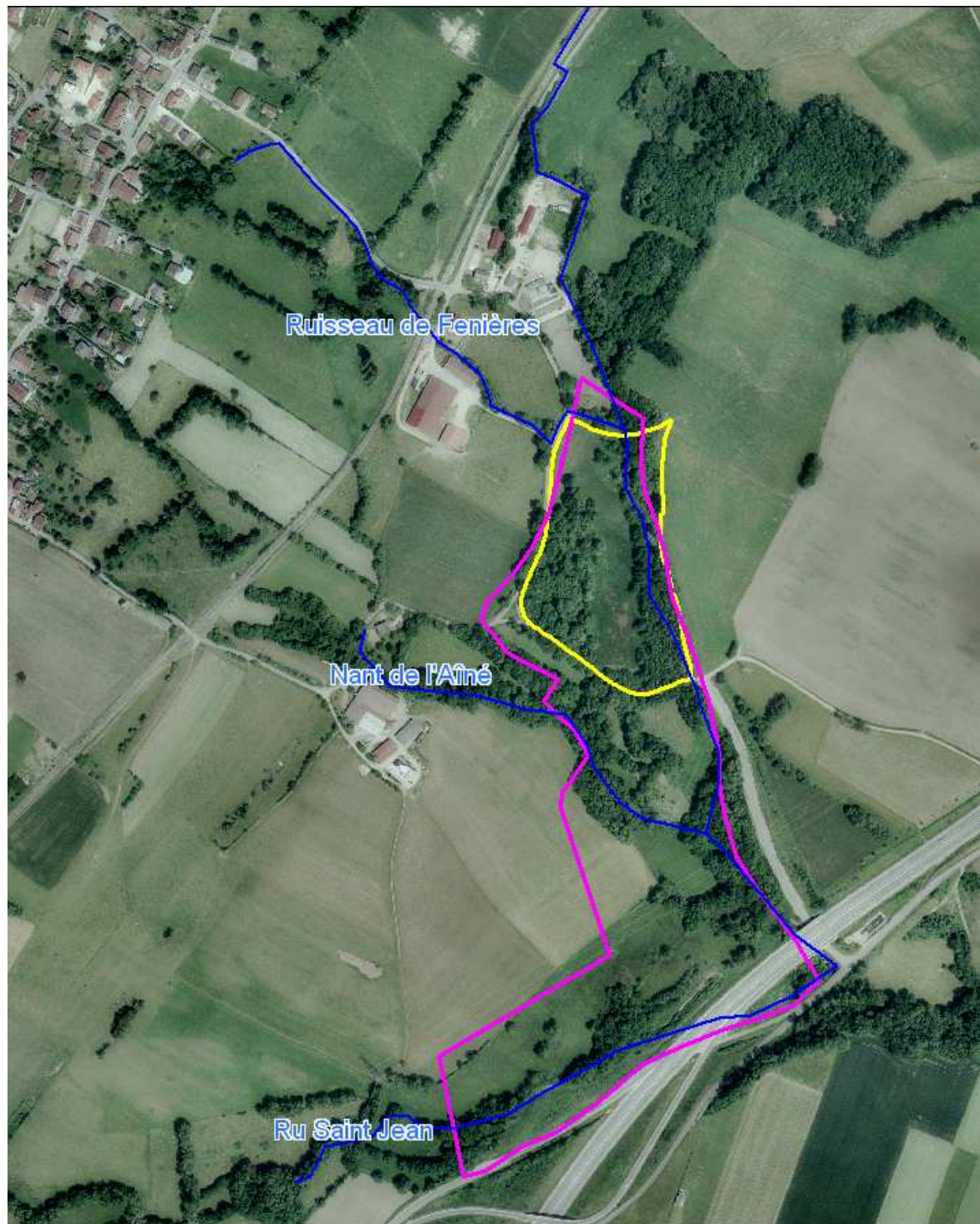
Tableau 2 : Synthèse des résultats des relevés thermiques par station

Tableau 3 : Synthèse des résultats IBGN par station.

Annexes

Annexe 1 : Délimitation du site du d'étude lors du 1 ^{er} plan de gestion et lors du 2 nd plan de gestion	1
Annexe 2 : Méthode d'analyses et limites de quantification.....	2
Annexe 3 : Protocole IBGN	3
Annexe 4 : Protocole d'analyse semi-quantitative des communautés benthiques : le MAG20 (Macrobenthos Analyse Générique 20 placettes).....	6
Annexe 5 : Liste des 92 taxons utilisés dans le protocole cb2 et niveau du groupe indicateur « i » associé.	9
Annexe 6 : Pics de température traduisant une pollution thermique le 08 septembre 2010 et le 26 juillet 2011.....	10
Annexe 7 : Listes faunistiques 2011	11

Annexe 1 : Délimitation du site d'étude lors du 1^{er} plan de gestion (en jaune) et lors du 2nd plan de gestion (en rose).



Annexe 2 : Méthode d'analyses et limites de quantification

Eléments mesurés	Méthodes de mesure	Limites de quantification
Nitrates	Chromatographie ionique	1 mg/L
Nitrites	Spectrophotométrie	0,02 mg/L
Orthophosphates	Spectrophotométrie automatisée	0,01 mg/L
Ammonium	Spectrophotométrie au bleu indophénol	0,05 mg/L

Annexe 3 : Protocole IBGN

1 Domaine d'application

La présente norme décrit une méthode de détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). L'IBGN permet d'évaluer la qualité générale d'un cours d'eau au moyen d'une analyse de la macrofaune qui est considérée comme une expression synthétique de cette qualité générale.

Appliquée à un site d'eau courante considéré isolément, la méthode permet d'en situer la qualité biologique globale dans une gamme typologique générale excepté la zone des sources, certains cours inférieurs des grands cours d'eau et les milieux atypiques tels que les canaux et les zones estuariennes.

Appliquée comparativement (par exemple en amont et en aval d'un rejet), la méthode permet d'évaluer, dans les limites de sa sensibilité, l'effet d'une perturbation sur le milieu récepteur.

2 Principe

Prélèvement de la macrofaune benthique ($\varnothing > 500 \mu\text{m}$) par station selon un protocole d'échantillonnage tenant compte des différents types d'habitat, définis par la nature du support et la vitesse d'écoulement. Tri et identification des taxons prélevés afin de déterminer la variété taxonomique de l'échantillon et son groupe faunistique indicateur.

Détermination de l'IBGN par station, exprimé par une note dont la valeur maximale est 20.

3 Appareillage

3.1 Appareils de prélèvement équipé d'un filet d'ouverture de maille $\varnothing = 500 \mu\text{m}$

Utilisé pour le faciès lotique en échantillonneur du type «Surber» avec une surface de base de $1/20 \text{ m}^2$ (annexe A, figure A.1).

Utilisé pour le faciès lentique en troubleau (annexe A, figure A.2). La prospection au troubleau s'effectue, si possible, par traction sur 50 cm ou, à défaut, par mouvement de va-et-vient sur une surface équivalente (la surface supplémentaire, prospectée par rapport à celle du Surber compense la fuite d'une partie des individus).

3.2 Loupe binoculaire pour l'identification des taxons

4 Échantillonnage

L'IBGN est établi par station. La station est définie comme étant la tronçon de cours d'eau dont la longueur est sensiblement égale à 10 fois la largeur du lit mouillée au moment du prélèvement.

La mise en évidence des perturbations est facilitée dans les situations extrêmes, au moment des basses eaux (débit minimal, température maximale) ou en période critique (rejets, activités humaines saisonnières, etc.).

Les prélèvements doivent être réalisés en période de débit stabilisé depuis au moins 10 j.

4.1 Échantillon

Pour une station, l'échantillon de faune benthique est constitué de huit prélèvements de $1/20 \text{ m}^2$ chacun (volume prélevé pour les substrats meubles : de 0,5 l à 1 l) effectués séparément dans huit habitats distincts parmi les combinaisons définies dans le tableau 1 à remplir pour chaque station. L'ensemble des huit prélèvements doit donner une vision représentative du milieu étudié en respectant la diversité des habitats. Chaque habitat est caractérisé par un couple support-vitesse (S-V).

REMARQUE : à défaut de présence de certains habitats, on peut opérer les prélèvements, suivants les strates, chacune d'elles est prélevée séparément et constitue ainsi un prélèvement à part entière. Par exemple, en l'absence d'habitat lentique dans un torrent de montagne, la surface des blocs est échantillonnée puis, séparément, la surface inférieure et le substrat sous-jacent font l'objet d'un second prélèvement.

4.2 Protocole d'échantillonnage

Les prélèvements sont réalisés à l'aide des échantillonneurs (3.1). Chaque prélèvement est fixé immédiatement sur le terrain par addition d'une solution de formol à 10 % (V/V).

Les vitesses superficielles sont évaluées pour chaque habitat.

Les catégories de supports (S) sont recherchées dans l'ordre de la succession figurant en ordonnée du tableau 1 (de 9 à 0). Cet agencement du tableau recommande de prospecter prioritairement les habitats les plus hospitaliers pour la faune.

Pour chaque catégorie de support, le prélèvement est réalisé pour la classe de vitesse où le support est le plus représenté.

Lorsqu'une station monotone (cours redressé, lit envasé, canal...) ne présente pas les huit types de supports différents, le nombre de prélèvements est complété à huit par des prélèvements réalisés sur le support dominant.

Tableau 1 : protocole d'échantillonnage

Supports	Vitesses superficielles ¹⁾ v (cm/s)	V	V ≥ 150	150 > V ≥ 75	75 > V ≥ 25	25 > V ≥ 5	V < 5
	S	2	4	5	3	1	
Bryophytes	9						
Spermaphytes immergés	8						
Éléments organiques grossiers (litières, branchages, racines)	7						
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets) 250 mm > Ø ≥ 25 mm	6						
Granulats grossiers 25 mm > Ø ≥ 2,5 mm	5						
Spermaphytes émergents de la strate basse	4						
Sédiments fins ± organiques «vases» Ø ≤ 0,1 mm	3						
Sables et limons Ø < 2,5 mm	2						
Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sols, parois) blocs > Ø 250 mm	1						
Algues ou à défaut, marne et argile	0						

¹⁾ Les limites des classes de vitesses sont données à titre indicatif.

1) Les limites des classes de vitesses sont données à titre indicatif.

o Analyse biologique

5.1 Liste des taxons

L'unité taxonomique retenue est la famille à l'exception de quelques groupes faunistiques (embranchements ou classes) faiblement représentés ou dont l'identification délicate, effectuée par des non-spécialistes s'avère peu fiable.

La liste (tableau 2) contient 138 taxons susceptibles de participer à la variété totale (Σt) dont 38 indicateurs qui constituent les neuf groupes faunistiques indicateurs (Gi (tableau 3)). Des regroupements ont été effectués pour les Mollusques et les Achètes.

Les taxons séparés du substrat sont triés et déterminés. Les organismes sont considérés ou comptabilisés sous forme larvaire, nymphale ou adulte lorsque ce dernier stade a une vie immergée. Les fourreaux ou coquilles vides ne sont pas pris en compte.

Tableau 2 : liste des 138 taxons utilisés
(les 38 taxons indicateurs sont en caractères gras) X

INSECTES	HÉTÉROPTÈRES	MOLLUSQUES
PLÉCOPTÈRES	✓ <i>Aphelocheiridae</i>	BIVALVES
✗ <i>Capniidae</i>	<i>Corixidae</i>	<i>Corbiculidae</i>
✗ <i>Chloroperlidae</i>	<i>Gerridae</i>	<i>Dreissenidae</i>
✗ <i>Leuctridae</i>	<i>Hebridae</i>	<i>Sphaeriidae</i>
✗ <i>Nemouridae</i>	<i>Hydrometridae</i>	<i>Unionidae</i>
✗ <i>Perlidae</i>	<i>Naucoridae</i>	
✗ <i>Perlodidae</i>	<i>Nepidae</i>	GASTÉROPODES
✗ <i>Taeniopterygidae</i>	<i>Notonectidae</i>	<i>Ancylidae</i>
	<i>Mesoveliidae</i>	<i>Bithynidae</i>
	<i>Pleidae</i>	<i>Bythinellidae</i>
	<i>Velidae</i>	<i>Hydrobiidae</i>
TRICHOPTÈRES	COLÉOPTÈRES	<i>Limnæidae</i>
✗ <i>Beraeidae</i>	<i>Curculionidae</i>	<i>Neritidae</i>
✗ <i>Brachycentridae</i>	<i>Donaciidae</i>	<i>Physidae</i>
✗ <i>Ecnomidae</i>	<i>Dryopidae</i>	<i>Planorbidae</i>
✗ <i>Glossosomatidae</i>	<i>Dytiscidae</i>	<i>Valvatidae</i>
✗ <i>Goeridae</i>	<i>Eubriidae</i>	<i>Viviparidae</i>
✗ <i>Helicopsychidae</i>	✓ <i>Elmidae</i>	
✗ <i>Hydropsychidae</i>	<i>Gyrinidae</i>	VERS
✗ <i>Hydroptilidae</i>	<i>Haliplidae</i>	ACHÈTES
✗ <i>Lepidostomatidae</i>	<i>Helodidae</i>	<i>Erpobdellidae</i>
✗ <i>Leptoceridae</i>	<i>Helophoridae</i>	<i>Glossiphoniidae</i>
✗ <i>Limnephilidae</i>	<i>Hydraenidae</i>	<i>Hirudidae</i>
✗ <i>Molannidae</i>	<i>Hydrochidae</i>	<i>Piscicolidae</i>
✗ <i>Odontoceridae</i>	<i>Hydrophilidae</i>	
✗ <i>Philopotamidae</i>	<i>Hydroscaphidae</i>	TRICLADES
✗ <i>Phryganeidae</i>	<i>Hygrobiidae</i>	<i>Dendrocoelidae</i>
✗ <i>Polycentropodidae</i>	<i>Limnebiidae</i>	<i>Dugesidae</i>
✗ <i>Psychomyidae</i>	<i>Spercheidae</i>	<i>Planariidae</i>
✗ <i>Rhyacophilidae</i>		
✗ <i>Sericostomatidae</i>		
✗ <i>Thremmatidae</i>		
EPHÉMÉROPTÈRES	DIPTÈRES	CRUSTACÉS
✗ <i>Baetidae</i>	<i>Anthomyidae</i>	OLIGOCHÈTES
✗ <i>Caenidae</i>	<i>Athericidae</i>	NÉMATHELMINTHES
✗ <i>Ephemerellidae</i>	<i>Blephariceridae</i>	HYDRACARIENS
✗ <i>Ephemeridae</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	HYDROZOAIRÉS
✗ <i>Heptageniidae</i>	<i>Chaoboridae</i>	
✗ <i>Leptophlebiidae</i>	✗ <i>Chironomidae</i>	
✗ <i>Oligoneuridae</i>	<i>Culicidae</i>	
✗ <i>Polymitarcidae</i>	<i>Dixidae</i>	
✗ <i>Potamanthidae</i>	<i>Dolichopodidae</i>	
✗ <i>Prosopistomatidae</i>	<i>Empididae</i>	
✗ <i>Siphonuridae</i>	<i>Ephyridae</i>	
	<i>Limoniidae</i>	
	<i>Psychodidae</i>	
	<i>Ptychopteridae</i>	
		DÉCAPODES
		✗ <i>Asellidae</i>
		<i>Astacidae</i>
		<i>Atyidae</i>
		<i>Grapsidae</i>
		<i>Cambaridae</i>

5.2 Détermination de l'indice biologique global (IBGN)

L'IBGN est établi à partir du tableau d'analyse (tableau 3) comprenant en ordonnée les neuf g. faunistiques indicateurs (Gi) et en abscisse 14 classes de variétés taxonomiques.

Tableau 3 : valeurs de l'IBGN selon la nature et la variété taxonomique de la macrofaune

Classe de variété		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Taxons	Σt Gl	> 50	49-45	44-41	40-37	36-33	32-29	28-25	24-21	20-17	16-13	12-10	9-7	6-4	3-1
Chloroperlidae	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
Perlidae															
Perlodidae															
Taeniopterygidae															
Capniidae	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
Brachycentridae															
Odontoceridae															
Philopotamidae															
Leuctridae	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
Glossosomatidae															
Beraeidae															
Goeridae															
Leptophlebiidae															
Nemouridae	6	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
Lepidostomatidae															
Sericostomatidae															
Ephemeridae															
Hydroptilidae	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
Heptageniidae															
Polymitarcidae															
Potamanthidae															
Leptoceridae	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Polycentropodidae															
Psychomyidae															
Rhyacophilidae															
Limnephilidae ¹⁾	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
Hydropsychidae ¹⁾															
Ephemerellidae ¹⁾															
Aphelocheiridae															
Baetidae ¹⁾	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
Caenidae ¹⁾															
Elmidae ¹⁾															
Gammaridae ¹⁾															
Mollusques															
Chironomidae ¹⁾	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Asellidae ¹⁾															
Achétes															
Oligochètes ¹⁾															

1) Taxons représentés par au moins 10 individus — Les autres par au moins 3 individus.

1) Taxons représentés par au moins 10 individus — Les autres par au moins 3 individus.

Annexe A
(informative)

Déterminer successivement :

- la variété taxonomique de l'échantillon (Σt), égale au nombre total de taxons récoltés même s'ils ne sont représentés que par un seul individu. Ce nombre est confronté aux classes figurant en abscisse du tableau 3.
- le groupe faunistique indicateur (GI) en ne prenant en compte que les taxons indicateurs représentés dans les échantillons par au moins trois individus ou 10 individus selon les taxons (voir note tableau 3). La détermination du GI s'effectue en prospectant l'ordonnée du tableau 3 de haut en bas (GI 8 à GI 1) et en arrêtant l'examen à la première présence significative ($n > 3$ individus ou > 10 individus) d'un taxon du répertoire figurant en ordonnée du tableau 3.

Déduire l'IBGN du tableau 3 à partir de son abscisse (Σt) et de son ordonnée (GI). Par exemple :

Si GI = 8 et $\Sigma t = 33$ alors IBGN = 17.

Si GI = 5 et $\Sigma t = 30$ alors IBGN = 13.

Si GI = 3 et $\Sigma t = 14$ alors IBGN = 7.

La note IBGN peut également être calculée par la relation suivante :

$$\text{IBGN} = \text{GI} + (\text{classe de variété} - 1) \text{ avec } \text{IBGN} \leq 20$$

En l'absence significative de taxons indicateurs (3 ou 10 individus), la note IBGN est égale à 0.

6 Procès-verbal d'essai

Le procès verbal d'essai doit indiquer, pour une station :

- la date ;
- la localisation géographique précise (coordonnées Lambert) ;
- l'altitude ;
- la largeur du lit mouillé au moment du prélèvement ;
- la nature du support et la vitesse d'écoulement correspondant aux huit prélèvements effectués sur la station (couples (S — V)) en indiquant l'habitat dominant ;
 - la liste des taxons prélevés en précisant éventuellement leur abondance relative ;
 - la variété taxonomique de l'échantillon (Σt) ;
 - le groupe faunistique indicateur (numéro d'ordre du GI) ;
 - l'indice biologique global normalisé (IBGN).

Pour une représentation cartographique des résultats, chaque tronçon de cours d'eau peut être affecté suivant la valeur de l'IBGN, d'une couleur selon le tableau ci-dessous :

Tableau 4

IBGN	≥ 17	16 — 13	12 — 9	8 — 5	≤ 4
Couleur	bleu	vert	jaune	orange	rouge

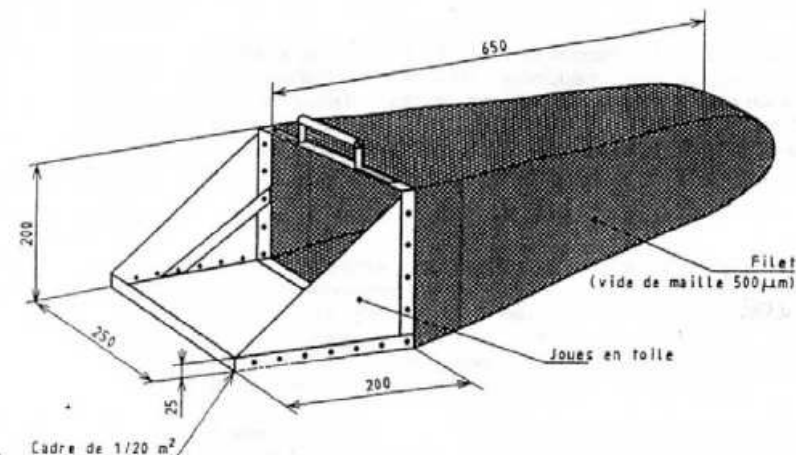


Figure A.1 : échantillonneur de type «Surber»

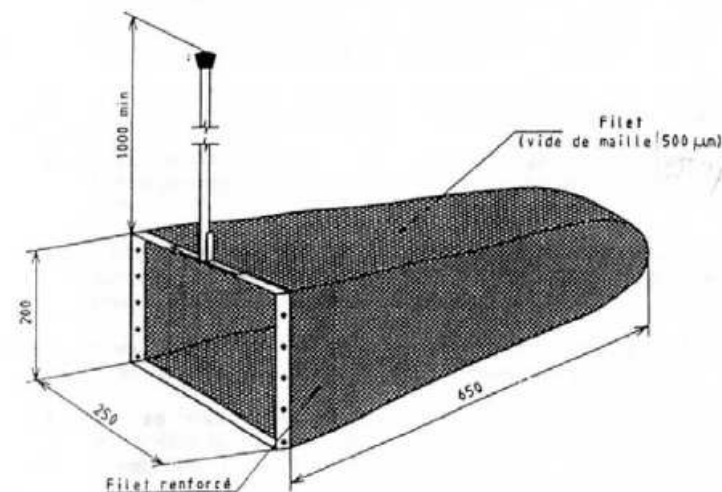


Figure A.2 : échantillonneur de type «haveneau»

Annexe 4 : Protocole d'analyse semi-quantitative des communautés benthiques : le MAG20
(Macrobenthos Analyse Générique 20 placettes)

DECOURCIERE H. (Teleos) et DEGIORGI F. (Teleos et LBE de l'Université FC)

Contexte, objectifs et fondements

Les méthodes d'analyse simplifiée des communautés benthiques, généralement exprimées sous forme indicielle, permettent d'apprécier l'évolution dans l'espace et dans le temps de **l'aptitude biogène globale** des sites d'eau courante. Toutefois, leur degré de sensibilité est insuffisant pour **mesurer quantitativement l'impact** de plusieurs catégories de perturbations affectant le fonctionnement des milieux lotiques à des échelles plus larges ou suivant des mécanismes pernicieux.

BACCHI 1994, PARMENTIER 1994.

Finalisée par TELEOS en 2000, elle est fondée sur une prospection beaucoup plus complète de l'espace fluvial, s'appuyant sur une description fine de l'habitat aquatique et sur une détermination plus poussée des taxons prélevés.

Modalités spatiales : nombre et répartition des prélèvements

Ce protocole d'échantillonnage balaye systématiquement les trois composantes majeures de l'habitat aquatique : nature du substrat, vitesse de courant et hauteur d'eau (Tab), alors que le protocole de l'IBGN ne tient pas compte du dernier descripteur. En outre, le nombre de placettes prospectées, c'est-à-dire de prélèvements élémentaires réalisés au filet Sürber de 1/20 de m², est fixé à 20, contre 8 pour l'IBGN, afin de prospecter une gamme d'habitats plus diversifiée.

Codification des substrats/supports et hiérarchisation de leur attractivité

Codes	Désignation
S9	Bryophytes
S8	Spermaphytes immergés
S7	Éléments organiques grossiers (Litières, branchages, racines)
S6	Sédiments minéraux de grande taille (galets) 2,5 cm à 25 cm
S5	Granulats grossiers (graviers) 0,25 cm à 2,5 cm
S4	Spermaphytes émergents
S3	Sédiments fins +- organiques "vases" ≤ 0,1 mm
S2	Sables et limons < 0,25 cm
S1	Surfaces naturelles et artificielles (Roche, dalle, sols, parois) >25 cm
S0	Algues ou à défaut marne et argile

Codification non hiérarchisée des vitesses et de hauteurs d'eau

Code	Vitesses	Code	Hauteurs
V1	< 5 cm/s	H1	< 5 cm
V3	6 à 25 cm/s	H2	6 à 25 cm
V5	26 à 75 cm/s	H3	26 à 50 cm
V4	76 à 150 cm/s	H4	51 à 100 cm
V2	> 151 cm/s	H5	> 101 cm

Tableau : codification directive de l'espace fluvial pour échantillonner les biocénoses benthiques

Lors de l'échantillonnage, chaque couple substrat-vitesse recensé est échantillonné au moins une fois dans la classe de hauteur d'eau où il est le plus représenté. Dans le cas d'une variété de substrat-vitesse inférieure à 20, les prélèvements sont dupliqués pour les couples dominants dans des classes de profondeurs différentes.

- + préciser la nature du substrat : galets colmatés, sables ou limons, litières ou racines, algues fraîches ou en décompositions, blocs, marne
- + préciser la localisation du prélèvement, la distance à la berge

Niveaux de détermination

Les prélèvements, fixés sur le terrain à l'aide d'une solution de formol à 10 %, ont été tamisés à 500 µm, puis triés et examinés à l'aide d'une loupe binoculaire.

Les Plécoptères, les Ephéméroptères, les Trichoptères, les Coléoptères, les Hétéroptères, les Odonates, les Mégaloptères, les Lépidoptères, les Crustacés, les Mollusques, les Achètes et Turbellariés sont déterminés au genre. Les Bryozoaires, les Cnidaires sont identifiés à la famille, les Branchiopodes à l'ordre, les Oligochètes, les Némathelminthes et les Hydracariens à la classe.

Ex : famille des *Limnephilidae* (Trichoptère) 135 espèces potentielles en France et 36 genres.

Calcul indiciel et analyse semi-quantitative des biocénoses

IBGN et Cb2 avec les 8 premières placettes

Critique et analyse du Mag20

Niveau de détermination : souvent ne présente pas de problème, pour la majorité des groupes
 Nombre de placettes : souvent annoncé trop fort (surtout pour les petits systèmes), alors que les comparaisons de variété et d'abondance montre le contraire :

- Gain de variété générique de 13% de 8 à 12 placettes, et 28% de 8 à 20 placettes, mais forte variation et Abondances avec très forte variation
- 3 séries regroupées : progression de variété générique avec la largeur (type écologique)

- Gain en fonction de largeur

Classes de largeurs	Variété générique moyenne			Gain moyen de Variété générique (par rapport aux 8 pl)		
	8 pl. (IBGN)	12 pl. (DCE)	20 pl. (Mag 20)	8 pl. (IBGN)	12 pl. (DCE)	20 pl. (Mag 20)
<1,5m		35	40	1,00	1,12	1,31
1,5 à 10m		41	45	1,00	1,11	1,23
		45	52	1,00	1,22	1,41

- Gain constant quelque soit la variété générique de base des 8 placettes
- Densité : pas de corrélation linéaire, surtout pour de fortes densités de bases >20 000 ind

Idéalement à court terme vers un Cb2 au genre, avec la prise en compte d'un maximum de taxons, donc vers un prélèvement optimum de la variété : 20 placettes au moins.

Annexe 5 : Liste des 92 taxons utilisés dans le protocole cb2 et niveau du groupe indicateur
« i » associé

i=9

Astacidae (sauf *A. lepdodactylus*)
Beraeidae
Chloroperlidae
Perlidae
Thrematidae

i=8

Brachycentridae
Capniidae
Oligoneuridae
Perlidae
Philopotamidae
Siphonuridae
Taeniopterygidae

i=7

Empididae
Ephemeridae
Glossosomatidae
Helophoridae
Heptageniidae
Lepidostomatidae
Molannidae
Odontoceridae
Polymitareidae
Potamanthidae
Sericostomatidae

i=6

Athericidae
Dryopidae
Halplidae
Helodidae
Hydroptilidae
Leptophlebiidae
Leuctridae
Nemouridae
Osmylidae
Phryganeidae
Polycentropodidae
Psychodidae
Psychomyidae
Rhyacophilidae

i=5

Aeschnidae
Blephariceridae
Bythinellidae
Ceratopogonidae
Cordulegasteridae
Ecnomidae
Elmidae
Gomphidae
Hydraenidae
Leptoceridae
Libellulidae
Limoniidae
Planaridae
Sialidae
Stratymyidae
Tipulidae

i=4

Aphelocheiridae
Calopterigidae
Coeagrionidae
Dystiscidae
Ephemerellidae
Gyrinidae
Limnobiidae
Platynemididae
Simuliidae
Sphaeriidae
Tabanidae
Unionidae

i=3

Caenidae
Corixidae
Dendrocoelidae
Gammaridae
Hydrobiidae
Hydropsychidae
Lymnaeidae
Neritidae
Physidae
Piscicolidae
Viviparidae

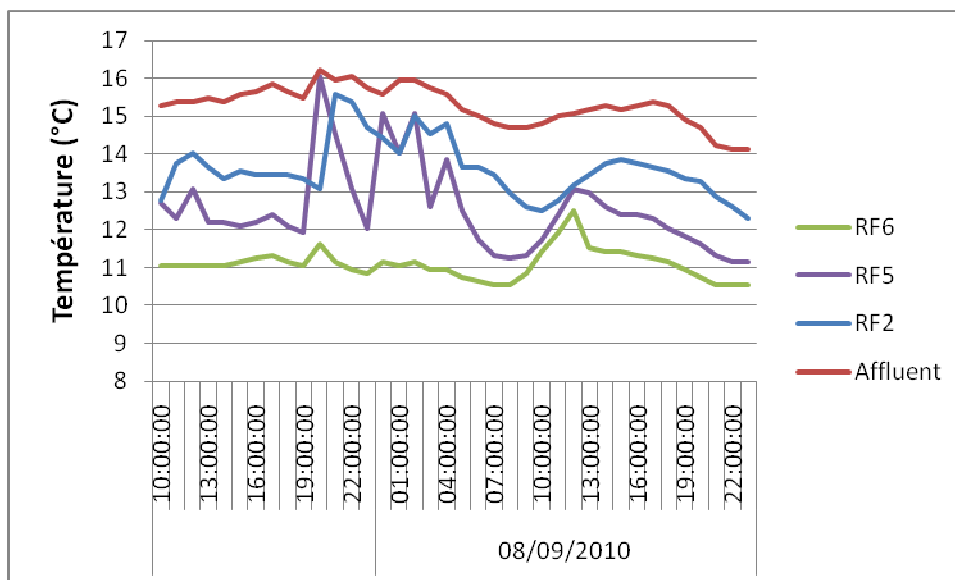
i=2

Atyidae
Ancylidae
Baetidae
Bithyniidae
Glossiphoniidae
Gammaridae
Planorbidae
Valvatidae

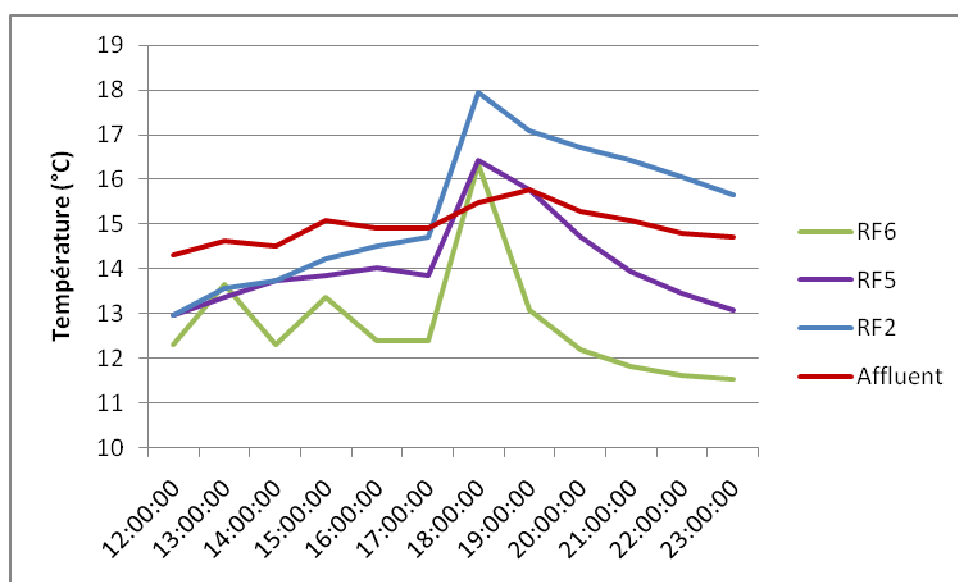
i=1

Asellidae
Chironomidae
Dreissenidae
Erpobdellidae
Oligochètes

Annexe 6 : Pics de température traduisant une pollution thermique le 08 septembre 2010 et le 26 juillet 2011.



Pollution thermique observée le 8 septembre 2010 à 19h



Pollution thermique observé le 26 juillet 2011 à 17h.

Annexe 7 : Listes faunistiques 2011

STATION RF2

IBGN	RF2	numero du prélèvement												Abondance de chaque genre 8 prélèvements12 prélèvements	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
		couples substrat / vitesse/profondeur													
		BRY	LIT	GAL	GRA	FIN	SAB	DAL	HEL	LIT	GRA	FIN	SAB		
TAXONS		N2 H1	N1 H1	N2 H1	N2 H1	N1 H1	N1 H1	N1 H1	N1 H1	N1 H2	N1 H1	N1 H1	N1H2		
PLECOPTERES															
LEUCTRIDAE	Leuctra	2	4		3									9	9
TRICHOPTERES															
LIMNEPHILIDAE	SF. Limnephilidae		11	1	1					19				13	32
	Autre Limnephilinae (1 fil branch)														
ODONTOCERIDAE	Odontocerum	1	1	1	3					10	1		1	6	18
POLYCENTROPODIDAE	Plectrocnemia	1												1	1
COLEOPTERES															
ELMIDAE	Elmis														
	larve	1			1										
	Limnius														
	larve										1				
	Riolus	37					2								
	larve	15	4	25	16		4	1			4		2		
	Stenelmis														
	larve				1									107	114
HYDRAENIDAE	Hydraena	1												1	1
DIPTERES															
CHIRONOMIDAE			4		1	1289	26		29	21	2	54	55	1349	1481
CERATOPOGONIDAE						3						2		3	5
EMPIDIDAE			1											1	1
EPHRYDRIDAE															
LIMONIIDAE		1	1				6			9			8	8	25
PSYCHODIDAE			1											1	1
PTYCHOPTERIDAE			1			1				1		2		2	5
STRATIOMYIDAE										1					1
TABANIDAE									1	1				1	2
HETEROPTERES															
MESOVELIIDAE	Mesovelia								1					1	1
VELIIDAE	Velia												2		2
ODONATES															
CALOPTERYGIDAE	Calopteryx								1					1	1
CORDULEGASTERIDAE	Cordulegaster	1											1	1	2
MEGALOPTERES															
SIALIDAE	Sialis			1		6			5			18	6	12	36
AMPHIPODES															
GAMMARIDAE	Gammarus	235	575	40	760	50	395	175	230	325	450	295	385	2460	3915
BIVALVES															
SPHAERIDAE	Pisidium			2										2	2
OLIGOCHETES				1	4		7		1			1	1	13	15
HYDRACARIENS		1												1	1

STATION NA1

IBGN	NA1	numero du prélèvement											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		couple substrat / vitesse/profondeur											
		LIT	GAL	GRA	FIN	SAB	DAL	LIT	GAL	LIT	FIN	SAB	DAL
TAXONS		N1 H2	N2 H3	N1 H1	N1 H1	N1 H2	N2 H1	N2 H2	N1 H2	N1 H3	N1 H2	N1 H2	N1 H1
PLECOPTERES													
LEUCTRIDAE	Leuctra	2		4		2	1	5	2	4	11		
NEMOURIDAE	Nemoura						1						
TRICHOPTERES													
BRACHYCENTRIDAE	Micrasema											1	
GLOSSOSOMATIDAE	Glossosoma							1					
LIMNAPHILIDAE	SF. Limnephilidae	3		4		2	1	1		5	1		
ODONTOCERIDAE	Odontocerum			1									
POLYCENTROPODIDAE	Holocentropus	1											
SERICOSTOMATIDAE	Sericostoma			1	4	2	1			2	4	1	
EPHEMEROPTERES													
EPHEMERIDAE	Ephemera											1	
LEPTOPHLEBIIDAE	Paraleptophlebia												25
COLEOPTERES													
HYDROPHILIDAE	Laccobius												
	larve						1						
DIPTERES													
CHIRONOMIDAE		142			36	2	4	39	46	8	7	29	1
CERATOPOGONIDAE					1							1	
EMPIDIDAE					2						2		
LIMONIIDAE					9						2	4	
PTYCHOPTERIDAE					6						1		
TABANIDAE		3			2								
HETEROPTERES													
GERRIDAE	Gerris							2	1				
VELIIDAE	Velia	2	2		2		1				2		1
ODONATES													
CORDULGASTERIDAE	Cordulagaster				4								
MEGALOPTERES													
SIALIDAE	Sialis	5		1	5				1	1	7		
AMPHIPODES													
GAMMARIDAE	Gammarus	865	30	480	604	450	70	300	34	422	985	545	176
GASTEROPODES													
LIMNAEIDAE	Radix							1	1				
OLIGOCHETES		7			3		1		4	2			

Nombre de taxons	9	2	6	12	5	9	7	7	7	10	7	4
Abondance	1030	32	491	678	458	81	349	89	444	1022	582	203

Abondance de chaque genre	
8 prélèvements	12 prélèvements
16	31
1	1
	1
1	1
11	17
1	1
1	1
8	15
	1
	25
1	1
269	314
1	2
2	4
9	15
6	7
5	5
3	3
7	10
4	4
12	20
2833	4961
2	2
15	17
21	24
3208	5459

STATION RS1

IBGN		numero du prélèvement											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		couple substrat / vitesse/profondeur											
		LIT	GAL	GRA	HEL	FIN	SAB	LIT	GRA	LIT	FIN	HEL	GAL
TAXONS		N2 H1	N1 H1	V1 H1	V1 H1	N1 H2	N1 H1	N1 H1	N2 H1	N1 H2	N1 H1	V3 H1	N2 H2
TRICHOPTERES													
GOERIDAE	Silo			1									
PSYCHOMIIDAE	Lype							2		1			
EPHEMEROPTERES													
EPHEMERIDAE	Ephemera							1	1				
COLEOPTERES													
ELMIDAE	Elmis		4	3								1	
	larve				2			1	2			1	1
	Limnius												
	larve							2					
	Oulinus												
	larve				1							6	
HYDROPHILIDAE	Hydrophilus												
	larve			1									
SCIRTIDAE	Hydrocyphon												
	larve							1					
DIPTERES													
CHIRONOMIDAE		52	19		2	35	4	17	5	32	19	15	12
CERATOPOGONIDAE											1		
DIXIDAE					1								
LIMONIIDAE				1	2		5		8		1	1	1
PSYCHODIDAE				1									
PTYCHOPTERIDAE		60	85	47	69	171		151	145	27	750	6	11
HETEROPTERES													
MESOVELIIDAE	Mesovelia											19	
VELIIDAE	Velia								2				1
ODONATES													
CALOPTERYGIDAE	Calopteryx	5						1					
CORDULEGASTERIDAE	Cordulagaster			3					5				
MEGALOPTERES													
SIALIDAE	Sialis	2	1						1		1		
AMPHIPODES													
GAMMARIDAE	Gammarus	160	80	480	185	7	250	235	440	104		320	190
DECAPODES													
ASTACIDAE	Austropotamobius	5	1	1		1		4				1	
ACHETES													
GLOSSIPHONIIDAE	Hellobdella								1				
OLIGOCHETES		2	6	3			120						2
	Nombre de taxons	7	7	10	7	4	4	8	12	4	5	9	7
	Abondance	286	196	541	262	214	379	412	613	164	772	370	218

Abondance de chaque genre	
8 prélèvements	12 prélèvements
1	1
2	3
2	2
15	26
1	1
1	1
134	212
1	1
16	19
1	1
728	1522
19	
2	3
6	6
8	8
4	5
1837	2451
12	13
1	1
131	133
19	21
2888	4403

STATION RS2

IBGN		RS2	numero du prélèvement													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
			couples substrat / vitesse/profondeur													
TAXONS		LIT V2H2	GAL V2 H1	GRA V2 H1	HEL V2 H1	FIN V1 H1	SAB V2 H1	DAL V2H1	LIT N1 H1	LIT V1 H2	SAB V1 H1	FIN V2 H3	GAL V1 H1			
TRICHOPTERES																
POLYCENTROPODIDAE	Polycentropus			1										8 prélèvements	12 prélèvements	
														1	1	
PSYCHOMIIDAE	Lype		1											1	1	
SERICOSTOMATIDAE	Sericostoma				1									1	1	
COLEOPTERES																
ELMIDAE	Elmis				3											
HYDRAENIDAE	Hydraena				1		1			1				4	4	
														2	2	
HYDROPHILIDAE	Hyrochara															
					1									1	1	
SCIRTIDAE	Hydrocyphon															
					55		2	2		3			5	59	67	
DIPTERES																
CHIRONOMIDAE		57	6	6	9	35			36	42	1	93	40	149	325	
CERATOPOGONIDAE		1			1	2						1		4	5	
EMPIDIDAE			1							4				1	5	
LIMONIIDAE		1	5		5	4	9			6	4			24	34	
PSYCHODIDAE						1				1				1	2	
PTYCHOPTERIDAE										3	3	4			10	
SIMULIIDAE													4		4	
STRATIOMYIDAE					2									2	2	
SYRPHIDAE							2					1		2	3	
TIPULIDAE					4	3							1	7	8	
HETEROPTERES																
VELIIDAE	Velia											1			1	
ODONATES																
CORDULEGASTERIDAE	Cordulegaster		1		1		3			2	3	5		5	15	
MEGALOPTERES																
SIALIDAE	Sialis	46				12				10		19		58	87	
AMPHIPODES																
GAMMARIDAE	Gammarus	100	285	190	10	10	364	10	7	565	190	495	6	976	2232	
OLIGOCHETES						110	2							112	112	
				</												

