



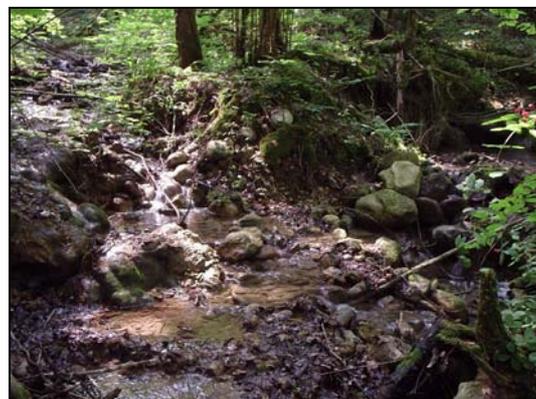
« Le Villaret »
2092, route des Diacquenods
74370 SAINT-MARTIN BELLEVUE
Tel 0450468755
Fax 0450469051
Federation.peche74@wanadoo.fr

DESS "Qualité et
traitement des eaux"
Option Systèmes
aquatiques et Bassin
Versant



Faisabilité de réintroduction de l'écrevisse pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*) en Haute-Savoie.

- Etude de sites potentiels -



TIOZZO Julien

Maître de stage :

Mr CAUDRON Arnaud

Fédération de pêche de Haute-Savoie.

Jury

Mr VERNEAUX Jean
Mr BADOT Pierre-Marie
Mr DEGIORGI François
Mr BLONDE Jean-Louis

Tuteur de stage, professeur, Université de Franche-Comté
Professeur, Directeur de DESS, Université de Franche-Comté
Directeur de stage, Maître de conférence, Université de Franche-Comté
Maître de conférence, Université de Franche-Comté

Avril-Septembre 2004

Référence rapport : FDP74.04/03

N°1292 OTE

Remerciements

Au terme de cette étude de six mois, je tenais à remercier toutes les personnes ayant contribué à la réalisation de ces travaux, aux relevés de terrains et à la confection de ce rapport:

La Fédération de Haute-Savoie pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, en la personne de son président Mr O.Fregolent, pour m'avoir accueilli au sein de la structure, mon maître de stage Mr A.Caudron, pour sa sympathie, ses conseils pratiques, de rédaction, et surtout pour avoir mis à ma disposition tous les moyens nécessaires au bon déroulement de cette étude et de mon projet. Mr P.Huchet qui m'a permis de rapidement intégrer cette équipe si chaleureuse, pour ces multiples conseils, et avoir su m'encadrer, et m'orienter tout en me laissant libre dans ma démarche et mes travaux. Le technicien Mr A. Large qui n'a jamais été avare de son temps (et dieux sait qu'il m'en a donné) lorsque j'avais besoin de bras, ainsi que mon collègue stagiaire Mr J-P Vulliet pour son aide, mais surtout pour m'avoir permis d'éviter bon nombre d'erreurs et de pertes de temps inutiles grâce à ces précieux conseils. Le secrétaire Mr A.Terraz, pour les multiples services rendus, mais surtout pour avoir toujours su créer cette ambiance chaleureuse, autour de nos pauses café.

N'oublions pas le dieu vivant des astacidae qui auras su m'éclairer lors de chacune de mes interrogations, il se reconnaîtra.

Je tenais à féliciter, toute cette équipe, soudée, volontaire, passionnée, efficace et motivée, que cela soit dans le travail comme dans la vie de tous les jours, je leur souhaite plus que tout d'atteindre leurs objectifs et de réaliser leur projets.

Je tenais aussi à remercier cette même équipe, frères de passion, amis pêcheurs dans l'âme, pour nos multiples discussions, échanges, conseils et anecdotes racontées lors de nos repas.

Mr J.Verneaux pour son aide précieuse concernant la détermination du benthos qui m'a parfois posé problème.

Mr F. Degiorgi, pour ces conseils, son soutien et ces encouragements.

Les gardes CSP de la brigade de Haute-Savoie qui ont su mettre la bonne humeur au sein des locaux.

Mr Jean-Noël Resh, pour m'avoir aimablement fourni des listes faunistiques.

Et enfin mes collègues étudiant du DESS qui ont partagé les mêmes aventures et difficultés que moi lors de ces six mois, et qui m'ont permis par les quelques week-end passés ensemble de tenir, loin de chez moi.

Résumé

Dans le cadre de l'établissement d'un plan de conservation de l'espèce « écrevisse à pieds blancs » autochtone (*Austropotamobius pallipes*) sur la Haute-Savoie, la FDP74 (fédération de pêche de Haute-Savoie) a entrepris une étude de faisabilité de réintroduction de cette espèce sur des milieux vierges en astacidae et peu anthropisés.

Dans un premier temps 15 cours d'eaux répartis sur 4 des 8 principaux bassins versants de Haute-Savoie, ont été sélectionnés pour leurs potentialités apparentes, après avoir recueilli un certain nombre de témoignages des acteurs locaux, et des gardes privés et commissionnés.

Puis une analyse physico-chimique printanière des 15 sites a permis d'en retenir 5 : Quatre sur le bassin du Fier : le Creux de Nantisse, le Creux de Berluz, le Nant des Frasses, le Ruisseau de Lagnat ; et un du bassin Lémanique: le Ruisseau de Copsy.

Sur ces cours d'eau un diagnostic écologique précis a été effectué en prenant en compte les paramètres suivants:

- Les caractères morphodynamiques et mésologiques.
- La qualité physico-chimique en période estivale critique.
- L'occupation parcellaire du Bassin-Versant et les facteurs de perturbations potentiels.
- La qualité biologique par l'analyse de la macrofaune benthique au genre.
- Et la qualité physique par cartographie d'habitat.

A l'issue de cette phase comparative, seul deux ruisseaux ont été retenus par leurs potentialités à accueillir une nouvelle population d'écrevisses par introduction : Le creux de Nantisse et le creux de Berluz.

Le ruisseau de Copsy ayant subi une forte pollution ponctuelle, le ruisseau de Lagnat étant trop perturbé à la fois pour la qualité de l'eau que pour celle de l'habitat, et une population d'écrevisses pieds blancs étant déjà présente sur le Nant des Frasses, ces trois cours d'eau ont été écartés du plan de réintroduction.

En parallèle à cette étude de sites potentiels, une recherche de populations sources donneuses a été effectuée. Pour cela une étude quantitative de 15 populations d'écrevisses pieds blancs par capture/marquage/recapture a permis d'en sélectionner 2, dont la densité ($> 14\ 000\ \text{ind.}\cdot\text{ha}^{-1}$) et la taille du linéaire de cours d'eau colonisé permettent un prélèvement d'individus sans préjudices au bon fonctionnement de la population.

Ensuite la comparaison par une analyse statistique multifactorielle (ACP), des creux de Nantisse et de Berluz au cours d'eau Haut-Savoyard répertoriés comme sites à écrevisses pieds blancs, nous a permis de sélectionner la population du Lénard comme population source donneuse. Le ruisseau du Lénard étant celui dont la qualité biologique se rapproche le plus de nos sites de réintroduction.

Au bilan nous avons donc 1 site sur lequel nous pourrions prélever des individus sans risques pour la population, et deux sites potentiels pour les y introduire.

Enfin un protocole de réintroduction, a pu être proposé en décrivant le mode opératoire : nombre d'individus, période de prélèvement et de réintroduction, densité de réintroduction, etc.

Abstract

Within the context of planning a project for the conservation of the species of white-clawed crayfish (*Austropotamobius pallipes*) indigenous to the Haute-Savoie, the FDDP74 (Fishing Federation of the Haute-Savoie) has undertaken a feasibility study of the reintroduction of this species in habitats exempt from astacidae and few anthropic activities.

After gathering a certain number of indications from the local population, people implied in river management and guards of the “CSP”, 15 watercourses leading to or from 4 of the 8 river catchments in the slopes of the Haute Savoie have been chosen for their apparent potential to begin with.

Furthermore in spring a physical and chemical analysis of the 15 sites resulted in the retention of 5 sites specifically: four from the Fier river catchment (the “Creux of Nantisse”, the “Creux of Berluz”, the “Nant of Frasses”, the “Lagnat River”) and one from the Lemman Basin (the “Cuppy River”).

A precise ecological survey was done using the following parameters:

- Morphodynamic and mesologic character
- Physical and chemical quality in the critical period of summer season
- Occupancy of the river catchment and potential disturbing factors
- Biological quality through analysis of the Macrobenthos
- Physical quality using cartography of habitat

As a result of this comparative phase only 2 watercourses have been retained for their potential to receive a new population of white-clawed crayfish through introduction: the “Creux of Nantisse” and the “Creux of Berluz”.

The “Ruisseau of Cuppy” suffering from heavy incidental pollution, the “Lagnat River” being too disturbed and for water quality as for habitat conditions, plus a population of white-clawed crayfish already present in the “Frasse River”, these three watercourses have been excluded from the reintroduction project.

Parallel to this study of potential sites, a research has been done for donor stock populations. To this purpose a quantitative study of 15 populations of white-clawed crayfish through capture/markings/recapture has led us to choose 2 populations whose density ($< 14000 \text{ ind. ha}^{-1}$) and the river corridor survey of the colonized watercourse permit removal of individuals without compromising the viability of the donor population.

These various parameters to the Creux of Nantisse and the Creux of Berluz will be compared with those of some of the watercourses where the white-clawed crayfish is already present, through a multifactor statistical analysis (ACP). As a result of this comparative phase have been retained for the population of Lénard as population source.

As a result we have 2 sites from which we can remove individuals without risks for the donor populations and 2 potential sites for reintroduction.

Finally a reintroduction protocol describing the procedure, number of individuals, time of harvesting and reintroduction, density of reintroduction etc...

Sommaire

INTRODUCTION

Chap I. Matériel et Méthodes	2
1.1. Présentation de la région et de son réseau hydrographique	2
1.2. Nombre de sites pieds blancs inventoriés	2
1.3. Détermination de la gamme typologique	2
1.3.1. Théorique (NTT)	2
1.3.2. Issue du Macrobenthos (NTM)	4
1.3.3. Niveau typologique ichtyologique (NTI)	4
1.4. Qualité physico-chimique des cours d'eau	4
1.5. Enquête de Bassin versant	4
1.6. Qualité biologique des cours d'eau	5
1.7. Caractérisation de l'habitat	6
1.8. Caractérisation de la faune piscicole	8
1.9. Recherche des populations sources donneuses	8
1.9.1. Méthode d'estimation des populations d'écrevisse	8
1.9.2. Choix des populations sources donneuses	9
Chap II. Résultats	11
2.1. Sélection des cours d'eau potentiels	11
2.1.1. Sélection de 15 cours d'eau	11
2.1.2. Analyse physico-chimique des 15 cours d'eau	11
2.1.3. Fiche d'étude des cours d'eau potentiels à une réintroduction	13
Le creux de Nantisse	14
Le creux de Berluz	20
Le nant des Frasses	26
Le ruisseau de Lagnat	33
Le ruisseau de Coppy	39
2.2. Estimation des stocks existants	44
Chap III. Discussion	45
3.1. Choix des sites de réintroduction	45
3.2. Choix des populations sources donneuses	46
3.2.1. Analyse statistique multifactorielle	46
3.2.2. Choix des populations sources	46
3.3. Proposition d'un protocole de réintroduction	48
3.4. Mise en place d'un suivi à long termes	48
Conclusion	49

Table des illustrations

Figures :

FIGURE 1 : RESEAU HYDROGRAPHIQUE DE HAUTE-SAVOIE AVEC LES COURS D'EAU ETUDIES	3
FIGURE 2: LOCALISATION DU CREUX DE NANTISSE	14
FIGURE 3 : PROFIL TOPOGRAPHIQUE DU CREUX DE NANTISSE.....	14
FIGURE 4 : LE CREUX DE NANTISSE	15
FIGURE 5: LOCALISATION DU CREUX DE BERLUZ	20
FIGURE 6 : PROFIL TOPOGRAPHIQUE DU CREUX DE BERLUZ.....	20
FIGURE 7: CONTRAINTES INFLIGES AU COURS D'EAU.....	21
FIGURE 8 : RUISSEAU DE BERLUZ	21
FIGURE 9 : LOCALISATION DU NANT DES FRASSES	26
FIGURE 10 : PROFIL TOPOGRAPHIQUE DU NANT DES FRASSES	26
FIGURE 11 : BUSAGE DU COURS D'EAU ET REJET URBAINS SUR LE NANT DES FRASSES.....	27
FIGURE 12 : NANT DES FRASSES	27
FIGURE 13: LOCALISATION DU RUISSEAU DE LAGNAT	33
FIGURE 14 : PROFIL TOPOGRAPHIQUE DU LAGNAT.....	33
FIGURE 15 : RUISSEAU DE LAGNAT.....	34
FIGURE 16: LOCALISATION DU RUISSEAU DE COPPY.....	39
FIGURE 17 : PROFIL TOPOGRAPHIQUE DE COPPY.....	39
FIGURE 18: ABREUVOIR A BOVIN SUR COPPY	40
FIGURE 19: RUISSEAU DE COPPY	40
FIGURE 20 : ACP COMPARATIVE DU CREUX DE NANTISSE A 31 SITE A ECREEVISES HAUT-SAVOYARD.	47
FIGURE 21 : ACP COMPARATIVE DU CREUX DE BERLUZ A 31 SITE A ECREEVISES HAUT-SAVOYARD.....	47

Tableaux :

TABLEAU 1: CODIFICATION DIRECTIVE DE L'ESPACE FLUVIAL/TILE POUR ECHANTILLONNER LES BIOCENOSSES BENTHIQUES.....	6
TABLEAU 2 : CODIFICATION DIRECTIVE DE L'ESPACE FLUVIAL/TILE POUR MODELISER L'HABITAT	6
TABLEAU 3 : ATTRACTIVITE DES SUBSTRATS/SUPPORT SELON LOGIQUE IAM	7
TABLEAU 4 : ATTRACTIVITE SUBSTRATS/SUPPORTS SELON LA LOGIQUE ISCA.....	7
TABLEAU 5 : DONNEES PHYSICO-CHIMIQUE DES 15 COURS D'EAU SELECTIONNES	12
TABLEAU 6 : CARACTERISTIQUES MORPHODYNAMIQUES DU CREUX DE NANTISSE.....	14
TABLEAU 7 : OCCUPATION DES SOLS DU BASSIN VERSANTS DU CREUX DE NANTISSE	15
TABLEAU 8 : ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DU CREUX DE NANTISSE	15
TABLEAU 9 : ANALYSE DE LA FAUNE MACROBENTHIQUE ET DES INDICES ASSOCIES	16
TABLEAU 10: COMPARAISON DU BENTHOS PRELEVE ET ATTENDU SUR LA STATION DU CREUX DE NANTISSE.....	16
TABLEAU 11 : MOSAÏQUES D'HABITATS DU CREUX DE NANTISSE	17
TABLEAU 12 : VARIETE D'HABITAT.....	17
TABLEAU 13: INDICE E DIVERSITE ET D'ATTRACTIVITE	17
TABLEAU 14 : BILAN DE L'ANALYSE DU CREUX DE NANTISSE	19
TABLEAU 15: CARACTERISTIQUES MORPHODYNAMIQUES DU CREUX DE BERLUZ.....	20
TABLEAU 16 : OCCUPATION DES SOLS DU BASSIN VERSANTS DU CREUX DE BERLUZ	21
TABLEAU 17 : ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU DU CREUX DE BERLUZ	22
TABLEAU 18 : ANALYSE DE LA MACROFAUNE BENTHIQUE ET DES INDICES ASSOCIES	22
TABLEAU 19 : COMPARAISON DU BENTHOS PRELEVE ET ATTENDU SUR LE CREUX DE BERLUZ	23
TABLEAU 20 : MOSAÏQUES D'HABITATS DU CREUX DE BERLUZ.....	23
TABLEAU 21 : VARIETE DES HABITATS	23
TABLEAU 22 : INDICES DE DIVERSITES ET D'ATTRACTIVITES.....	23
TABLEAU 23 : BILAN DE L'ANALYSE DU CREUX DE BERLUZ.....	25
TABLEAU 24 : CARACTERES MORPHODYNAMIQUES DU NANT DES FRASSES	26
TABLEAU 25 : OCCUPATION DES SOLS DU BASSIN VERSANT DU NANT DES FRASSES	27

TABLEAU 26: ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU	28
TABLEAU 27 : ANALYSE COMPLEMENTAIRE	28
TABLEAU 28 : ANALYSE DU MACROBENTHOS ET INDICES ASSOCIES	29
TABLEAU 29 : COMPARAISON DU BENTHOS PRELEVE ET ATTENDU SUR LE NANT DES FRASSES.....	29
TABLEAU 30 : MOSAÏQUE D'HABITATS DU NANT DES FRASSES	29
TABLEAU 31 : VARIETE DES HABITATS	30
TABLEAU 32 : INDICE DE DIVERSITE ET D'ATTRACTIVITE DE L'HABITAT.....	30
TABLEAU 33 : RESULTATS DES PECHES DU NANT DES FRASSES.....	30
TABLEAU 34 : BILAN DE L'ANALYSE DU NANT DES FRASSES.....	32
TABLEAU 35 : CARACTERES MORPHODYNAMIQUES DU RUISSEAU DE LAGNAT.....	33
TABLEAU 36 : OCCUPATION DES SOLS DU BASSIN VERSANTS DU RUISSEAU DE LAGNAT	34
TABLEAU 37 : ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU.....	35
TABLEAU 38 : ANALYSE DE LA MACROFAUNE BENTHIQUE DU RUISSEAU DE LAGNAT	35
TABLEAU 39 : COMPARAISON DU BENTHOS PRELEVES ET ATTENDUE SUR LE RUISSEAU DE LAGNAT	35
TABLEAU 40 : MOSAÏQUES D'HABITATS DU RUISSEAU DE LAGNAT	36
TABLEAU 41 : VARIETE DE L'HABITAT DE LAGNAT.....	36
TABLEAU 42: INDICES DE DIVERSITE ET D'ATTRACTIVITE DE LAGNAT.....	36
TABLEAU 43 : BILAN DE L'ANALYSE DU RUISSEAU DE LAGNAT	38
TABLEAU 44 : CARACTERES MORPHODYNAMIQUES DU RUISSEAU DE COPPY.....	39
TABLEAU 45 : OCCUPATION DES SOLS DU BASSIN VERSANTS DU RUISSEAU DE COPPY	40
TABLEAU 46: ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU DE COPPY	41
TABLEAU 47 : ANALYSE DE LA MACROFAUNE BENTHIQUE DU RUISSEAU DE COPPY	41
TABLEAU 48 : COMPARAISON BENTHOS PRELEVE ET ATTENDUE SUR LE RUISSEAU DE COPPY	42
TABLEAU 49 : MOSAÏQUES D'HABITATS DU RUISSEAU DE COPPY.....	42
TABLEAU 50 : VARIETE D'HABITATS DE COPPY	42
TABLEAU 51 : INDICES E DIVERSITE ET D'ATTRACTIVITE DU RUISSEAU DE COPPY	42
TABLEAU 52 : BILAN DE L'ANALYSE DU RUISSEAU DE COPPY	43
TABLEAU 53: RESULTATS DU QUANTITATIF DES POPULATIONS EN PLACE	44

Liste des Annexes

(Le volume de ces dernières étant important les annexes sont réunies dans un ouvrage séparé)

- **Annexe n°1** : Cartographies issues de l'étude des bassins versants des cinq cours d'eaux sélectionnées.
- **Annexe n°2** : Cartographies des pôles d'attraction, points de prélèvements et listes complètes de la macrofaune benthique échantillonnée et déterminée au genre pour les Epheméroptères, les Plécoptères, Trichoptères et Coléoptères.
- **Annexe n°3** : Représentation cartographique de l'habitat aquatique des stations.
- **Annexe n°4** : Norme IBGN
- **Annexe n°5** : Protocole d'échantillonnage de la macrofaune benthique en 20 placettes (MAG 20).
- **Annexe n°6** : Répartition biotypologique au genre de la macrofaune benthique sur un cours d'eau.
- **Annexe n°7** : Abaque biotypologique Ichtyologique
- **Annexe n°8** : Protocole d'analyse de la qualité des mosaïques d'habitats à l'échelle stationnelle.

Introduction

A l'aube du XXI^{ème} siècle, l'aire de répartition de l'écrevisse « pieds blancs » a fortement régressé en France comme dans beaucoup d'autres pays, au profit des espèces invasives nouvellement introduites. Cette espèce qui colonisait jadis bon nombre de cours d'eau français, ne présente aujourd'hui que des populations isolées, souvent en régression, et cantonnées pour la plupart à de petits cours d'eau en tête de bassin.

Devenue symbole d'un milieu préservé et de la réhabilitation des cours d'eau les populations astacicoles autochtones apparaissent comme d'excellents indicateurs biologiques (ARRIGNON, 1996). Peu étudiée il y a encore quelques années, l'enjeu patrimonial et l'intérêt culturel qui entoure l'écrevisse, ont fait que cette espèce est devenue aujourd'hui à juste titre l'objet d'attentions toutes particulières.

Elle fait partie depuis peu des espèces d'intérêts communautaires, et est inscrite dans la Directive Habitat 92/43 dite Directive Natura 2000. Elle est aussi protégée aux travers de nombreux textes.

Les connaissances sur l'espèce en Haute-Savoie étant très limitées, c'est dans un souci de préservation et de protection de l'espèce qu'il a été lancé en 2002 par la Fédération de pêche de Haute-Savoie, un plan d'étude composé de deux volets.

Le premier visant à inventorier les populations d'écrevisse autochtones de Haute-Savoie (PELLETAN D. et CAUDRON A., 2003) et (HUCHET P., PELLETAN D. et CAUDRON A., 2003).

Le second à caractériser le milieu où vivent les dernières populations d'écrevisses autochtones, et d'inventorier des sites susceptibles d'accueillir de nouvelles populations.

La réintroduction ne pouvant se faire avec réussite que sur des cours d'eau correspondant de manière précises aux exigences de l'espèce et exempts de perturbations anthropiques prononcées, les qualités biologiques, physiques, et habitationnelles des sites de réintroductions potentiels ont été observées.

Pour cela, après la récolte de données historiques et d'un grand nombre de témoignages, nous pourrions sélectionner certains cours d'eau et les soumettre à une analyse physico-chimique qui nous permettra d'en écarter un certain nombre et de sélectionner les meilleurs d'entre eux. Sur ces derniers sera effectué un diagnostic écologique précis.

Une analyse globale de l'ensemble des résultats de chaque site nous permettra de conclure sur leur état écologique, leurs potentialités, et leurs problèmes éventuels.

En parallèle une estimation des stocks en place sera effectuée afin de déterminer les populations potentiellement sources donneuses pour la réintroduction de l'espèce. Ces dernières seront choisies en fonction de leur effectif et leur stabilité, indispensable pour ne pas les mettre en péril.

Enfin nous effectuerons une mise en parallèle des résultats obtenus sur les sites de réintroduction, avec une matrice de 31 cours d'eaux occupées par des populations d'écrevisses pieds blancs, par analyse statistique multifactorielle (ACP).

Ceci afin de déterminer les cours d'eau à écrevisses les plus proches écologiquement de nos sites de réintroduction et donc, d'optimiser la réussite de ce projet, en transférant les écrevisses dans un milieu récepteur le plus ressemblant possible à leur cours d'eau originel.

Chap I. Matériel et Méthodes

1.1. Présentation de la région et de son réseau hydrographique

Le réseau hydrographique du département de Haute-savoie a un linéaire total de 3800 Km. Il comprend plusieurs bassins versants dont les principaux sont celui du Fier, des Ussets, de l'Arve, du Léman et de la Dranse. (Figure 1).

Chacune de ces rivières présente des affluents de bonne qualité qui seront étudiés, dans le but d'une réintroduction éventuelle de l'écrevisse pieds blancs, ou de l'estimation de stocks des populations d'écrevisses déjà connues et existantes.

1.2. Nombre de sites pieds blancs inventoriés

Au total, 32 populations d'écrevisses pieds blancs et un site d'écrevisses pieds rouges, ont été répertoriés sur ces différents bassins versants depuis 2002, et d'autres restent certainement à découvrir (Figure 1).

1.3. Détermination de la gamme typologique

1.3.1. Théorique (NTT)

Il est déterminé selon la méthode de biotypologie longitudinale (Verneaux, 1977).

En effet toute station morphologiquement et hydrologiquement homogène sur un cours d'eau peut être classée dans un des dix types écologiques définis par Verneaux J. (1977), formant un *continuum* de la source à l'estuaire selon un modèle longitudinal abstrait.

A chaque type écologique est associé un "biocénotype", ou groupe d'espèces dont l'abondance est proportionnelle à leur affinité pour le niveau considéré. On pourra ainsi déterminer la composition optimale du peuplement de la station et la comparer à celle observée pour mettre en évidence d'éventuelles perturbations.

Le calcul du niveau typologique d'une station prend en compte trois grand type de paramètres:

- Les paramètres thermiques (température)
- Les paramètres chimiques (dureté)
- Les paramètres morphodynamiques (section mouillée, pente du lit, largeur du lit mineur).

Il se calcule grâce à la formule suivante:

$$T_{th} = 0,45 T1 + 0,30 T2 + 0,25 T3$$

Où:

$$T1 = 0,55 \theta_{max} - 4,34$$
$$T2 = 1,17 [\ln(d_0.D/100)] + 1,50$$
$$T3 = 1,75 [\ln(S_m / (p.l^2).100)] + 3,92$$

Avec :

θ_{max} : moyenne des températures max des 30 jours consécutifs les plus chauds.
 d_0 : distance à la source en km. D : dureté calco-magnésienne, en $mg.l^{-1}$.
 S_m : section mouillée à l'étiage. p : pente du lit en ‰.
l : largeur du lit mineur.

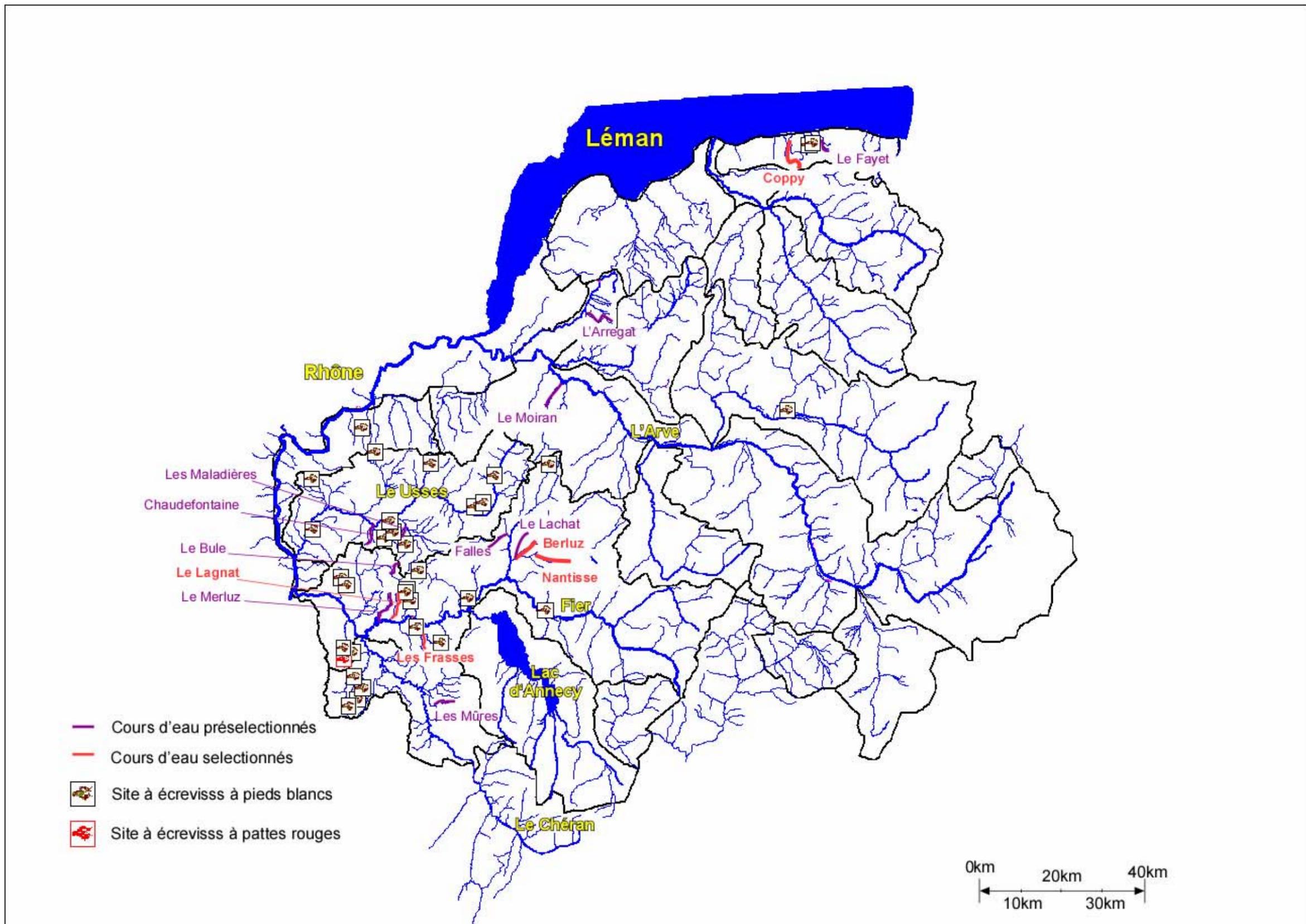


Figure 1 : Réseau hydrographique de Haute-Savoie avec les cours d'eau étudiés

1.3.2 Issue du Macrobenthos (NTM).

Ce dernier se calcule grâce aux preferendums typologiques et amplitude typologique des individus indicateurs prélevés lors de l'analyse de la macrofaune benthique des stations (VERNEAUX J., données non publiées; cf. annexe n°6). Nous appliquerons ici la formule suivante :

$$B.O^{10}_0 = (\sum^n_0 ((tp.a)/ta)) / (\sum^n_0 (a/ta))$$

Avec : tp = typologie preferendum de 0 a 10 ta = amplitude typologique
a = abondance du genre. n = nombre de genre rencontrés.

1.3.3. Niveau typologique ichtyologique (NTI)

Ce dernier ne sera pas calculé en raison de l'absence de données quantitative sur la faune pisciaire. Il peut toutefois être estimé si besoin est, grâce à l'abaque fournie en annexe n°7, afin de confirmer ou remettre en cause nos résultats.

1.4. Qualité physico-chimique des cours d'eau.

La qualité de l'eau a été évaluée sur chaque site par une analyse des paramètres physico-chimiques suivant :

- Température
- Oxygène dissous et taux de saturation
- PH
- Conductivité
- Dureté calcique
- Dureté magnésienne
- Azotes (NO₂, NO₃, NH₄)
- Orthophosphates (PO₄)

Une première campagne de prélèvement a été effectuée en avril 2004 sur les 15 cours d'eau choisis afin de faire une présélection des sites à étudier. Une seconde campagne estivale a été faite sur les 5 cours d'eau retenus.

Les échantillons analysés à l'aide du spectrophotomètre MERCK *spectroquant NOVA 60* et des test *spectroquant* MERCK (1.14752.0001 Amonium test, 1.09713.0001 Nitrat test, 1.14815.0001 Calcum test, 1.14848.0001 Phosphat test, 1.14776.0001 Nitrit test, 1.00815.0001 Magnesium cell test, 1.00961.0001 Total Hardness cell test). Les mesures de température, du pH, de la conductivité et d'oxygène ont été effectuées en même temps que les prélèvements (pH 86 T, OXY 86 T MERCK et conductimètre HANNA instruments).

1.5. Enquête de Bassin versant

Une première étape consiste à scanner la carte IGN, délimiter le bassin versant grâce aux courbes topographiques, puis à reporter sur la cartographie le linéaire du cours d'eau et l'ensemble des informations ayant un intérêt pour l'étude (couverture des parcelles, zones construites, captage, etc....).

En un second temps la prospection de l'ensemble du linéaire du cours d'eau et du bassin versant a été effectuées afin de vérifier les informations issues de la carte IGN, et de les préciser (type de culture, limites de parcelles). Sont noter et repérer tous les facteurs pouvant avoir une influence sur le reste du bassin versant et du cours d'eau (élevage, rejet, STEP, etc....).

Enfin l'ensemble des données ont été informatisées et visualiser sur une carte à l'aide de figurés. Le pourcentage de recouvrement parcellaire en est déduit, afin de déduire toutes les perturbations anthropiques existantes ou envisageables sur le bassin versant.

1.6. Qualité biologique des cours d'eau.

La qualité biologique des milieux a été évaluée au travers de la méthode d'analyse générique semi quantitative des peuplements benthiques (Téléos, 2000) (cf.annexe n°5), permettant ainsi de noter la qualité biologique globale du cour d'eau par l'indice biologique global normalisé (IBGN, AFNOR,1992), et de donner une vision plus précise de l'édifice biologique par l'analyse des différents taxons le composant (au genre pour les quatre ordres d'insectes suivants: Plécoptères (AUBERT J., 1959), Epheméroptères (STUDEMANN D., 1992), Trichoptères (POTHIN., 1985; WALLACE I.D et B., 1990) et Coléoptères (RICHOUX P.,1982) et (TACHET H., 2003).

Par ailleurs, à partir des prélèvements IBGN a été calculé l'indice de capacité biogénique secondaire (Cb2)(VERNEAUX, 1982). Cet indice permet de distinguer les influences des deux principales composantes du milieu aquatique, à savoir la qualité physico-chimique et la qualité de l'habitat, sur la macrofaune benthique.

Une cartographie des "habitats macrobenthos" est réalisée sur chaque station, en procédant de la même manière que pour les pôles d'attractions (cf. ci-dessous). Les habitats sont désignés par le code du substrat suivi du code de la classe de vitesse et celui de la classe de hauteur d'eau (les codes du paramètre vitesse classés en numérique croissant remplaçant ceux initiaux classés en attractivité croissante par soucis de simplification). Les substrats, les classes de hauteurs d'eau et de vitesses sont les suivantes:

Codification des substrats/supports et hiérarchisation de leur attractivité

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

Codification non hiérarchisée des vitesses et des hauteurs d'eau

Codes	Codes initiaux	Vitesses	Codes	Hauteurs
1	V1	<5 cm	H1	<5 cm
2	V3	6 à 25 cm/s	H2	6 à 25 cm
3	V5	26 à 75 cm/s	H3	26 à 50 cm
4	V4	76 à 150 cm/s	H4	51 à 100 cm
5	V2	> 151 cm/s	H5	>100 cm

Tableau 1: Codification directive de l'espace fluvialtile pour échantillonner les biocénoses benthiques.

Les prélèvements sont réalisés en étiage estival à l'aide d'un filet Sürber standard (1/20^{ème} de m², maille 500µm). Les huit premiers prélèvements sont réalisés suivant le protocole IBGN, et les 12 complémentaires sont effectués de manière à prélever toutes les classes substrats vitesses, et les classes de hauteurs les plus représentés sur la station, déterminés à l'aide de la cartographie. Les différents échantillons prélevés sont conditionnés *in situ* et fixés au formol.

Sur chacune des stations sera calculé un indice biologique global normalisé ainsi qu'un coefficient d'aptitude biogène (Cb₂, Verneaux, 1982) (Cf.annexes 4). Ce dernier correspond à la somme de deux indices:

-In : "indice nature" de la faune, exprimant la sensibilité des taxons à la qualité de l'eau.

-Iv : "indice variété taxonomique", reflet- de la richesse taxonomique dépendant à la fois de la qualité de l'eau et de celle de l'habitat.

Et enfin sera aussi calculé le coefficient morphodynamique **m**, caractérisant la diversité et l'attractivité de l'habitat.

1.7. Caractérisation de l'habitat.

Sur chaque station a été réalisée une cartographie des habitats aquatiques par pôles d'attraction (méthode CSP DR 5/ Téléos), méthode permettant de fournir une image de l'hétérogénéité et de l'attractivité d'un cours d'eau à l'échelle stationnelle.

Sur le terrain, les vitesses et les hauteurs d'eau sont mesurées le long de transects, à l'aide d'un courantomètre, d'une jauge graduée, d'un décimètre et d'un topofil. Dans le même temps, les différents substrats composant la station sont relevés sur un fond de carte dessiné à l'échelle. Ces données sont ensuite traitées de la façon suivante : des lignes d'isovitesses et d'isop profondeurs sont tracées par interpolation entre les différents transects. La superposition des trois cartographies obtenues (substrats, hauteurs, vitesses) permet d'obtenir une cartographie des pôles d'attractions. Les pôles y sont décrits par le nom du substrat suivi de la classe de hauteur et de la classe de vitesse.

Les classes de hauteurs d'eau et les vitesses sont les suivantes:

Codification hiérarchisée des vitesses et des hauteurs d'eau

Codes	Vitesses	Codes	Hauteurs
V1	<10 cm/s	H1	<5 cm
V2	11 à 40 cm/s	H2	6 à 20 cm
V3	41 à 80 cm/s	H3	21 à 70 cm
V4	81 à 150 cm/s	H4	71 à 150 cm
V5	> 151 cm/s	H5	>151 cm

Tableau 2 : Codification directive de l'espace fluvialtile pour modéliser l'habitat

Les substrats eux sont accompagnés de leur indice d'attractivité différents pour la faune piscicole et astacicole. Permettant ainsi de calculer un indice IAM (indice d'attractivité morphodynamique (Tableau 3)) qui concerne la faune piscicole, et un indice ISCA (indice spécifique de capacité astacicole (Tableau 4)) plus adapté aux écrevisses.

Les substrats et leurs indices d'attractivités associés sont donc les suivants:

Substrat (CODE)	Attractivité Globale
Branchages, grosses racines (BRA)	100
Sous berges (BER)	90
Hydrophytes immergés (HYI)	80
Sources, résurgences, affluents (AFF)	70
Blocs avec cache (BLO)	60
Galets (GAL)	50
Hélophytes (HEL)	40
Chevelus racinaires, végétations rases (CHV)	40
Blocs sans anfractuosité (BLS)	30
Galets et graviers mélangés (GGR)	25
Graviers (GRA)	20
Galets pavés (GLS)	10
Litières organiques (LIT)	10
Sables (SAB)	8
Éléments fins, limons, vases (FIN)	4
Dalles, surfaces indurées (sans cache) (DAL)	1

Tableau 3 : Attractivité des substrats/support selon logique IAM

Substrat (CODE)	Attractivité Astacicole
Branchages, grosses racines immergées(BRA)	100
Sous berges (BER)	100
Chevelus racinaires, bryophytes (CHE)	90
Galets plats (GAL,p)	90
Galets (GAL)	80
Sources, résurgences, affluents (AFF)	80
Blocs avec caches (BLO)	80
Hydrophytes immergés (HYI)	70
Litières organiques (LIT)	60
Galets et graviers mélangés (GGR)	60
Dalle marneuse ou argileuse fouissable (Dal,f)	50
Hélophytes (HEL)	40
Sables (SAB)	30
Graviers (GRA)	20
Éléments fins, limons, vases (FIN)	10
Galets pavés (GLS)	5
Blocs sans anfractuosité (BLS)	2
Dalles, surfaces indurées (sans cache) (DAL)	1

Tableau 4 : Attractivité substrats/supports selon la logique ISCA

Une série d'indices permet de restituer de façon synthétique les résultats obtenus pour chaque station:

- **Var = variété :**

Nombre de catégories (de substrats/supports) ou de classes (de vitesses et de profondeurs) pour chacune des composantes de la qualité des mosaïques d'habitat.

- **Div = diversité :**

Mesure de la complexité et de l'hétérogénéité quantitative de la répartition des surfaces entre les catégories de chaque composante de la qualité de l'habitat :

$$DIV = - \sum_n^1 Si \times [\log_{10} (Si)]$$

Où : **n** est le nombre de catégories (n = var)

Si est la proportion en surface de chaque pôle d'attraction

L'indice de diversité correspond à un indice de Shannon. Pour pouvoir l'interpréter, il est nécessaire de calculer sa valeur maximale (H'max), qui est celle qu'aurait cet indice sous l'hypothèse d'équirépartition. L'équitabilité (E), rapport entre H' et H'max, est ensuite calculé.

- **IAM : Indice d'Attractivité Morphodynamique**

Cet indice sanctionne la variété des classes de hauteurs d'eau, de vitesses et de substrats/supports ainsi que l'attractivité des substrats/supports pour l'ichtyofaune.

$$IAM = \left[\sum (Si \times Attract.(subs.)) \right] \times Var(subs) \times var(h.e) \times Var(v.)$$

Où :

v.	vitesse
h.e	hauteur d'eau
subs.	Substrat/support
Attract.	Attractivité des substrats/supports
Si	proportion en surface de chaque substrat présent

- **ISCA : Indice Spécifique de Capacités Astacicole**

Cet indice est similaire au précédent mais concerne spécifiquement les écrevisses.

$$ISCA = \left[\sum (Si \times Attract.(subs.)) \right] \times Var(subs) \times var(h.e) \times Var(v.)$$

1.8. Caractérisation de la faune piscicole.

En ce qui concerne l'analyse des populations piscicoles il a été recueilli les données d'une autre étude effectuée sur le département, dont les résultats sont purement qualitatifs.

1.9. Recherche des populations sources donneuses

1.9.1. Méthode d'estimation des populations d'écrevisse

L'étude quantitative des populations a été réalisée par la méthode de capture/marquage/recapture.

Cette technique consiste à prélever de nuit en deux passages la totalité des individus de plus de deux centimètres (Vigneux, com.pers.), observés sur la station d'étude. Chaque

individus est ensuite mesurés, pesés, sexés et marqués avec du verni à ongle, puis remis en eau sur la station.

Deux jours plus tard une autre pêche en deux passages est effectuée, où sont comptés le nombre d'individus marqués et non marqués prélevés, afin d'estimer l'effectif total sur la station grâce à la formule de Petersen. Les individus non marqués sont mesurés, pesés, sexés:

$$M_t / N_T = r_m / R_t$$

Avec : NT : effectif total de la population.
 mt : nombre d'individus marqués au premier passage.
 Rt : nombre d'individus capturés au second passage.
 rm : nombre d'individus marqués capturés au second passage.

$$\sigma^2 = N_t^2 [(N_T - M_t).(N_T - R_t)] / m_t.R_t (N_t - m_t)$$

Les conditions d'application sont les suivantes :

- La population doit être stationnaire.
- La probabilité de capture doit être la même pour tous les individus.
- La recapture doit être un échantillonnage aléatoire.
- Le marquage doit être pérenne, sans influencer la probabilité de capture.

Ces résultats une fois obtenus et rapportés en densité d'individu à l'hectare permettront de déterminer la classe théorique d'abondance de la population (DEGIORGI, com. pers.).

Classe	Densité en individus /ha ⁻¹
Classe 1	0 à 4000 ind/ha
Classe 2	4000 à 7000 ind/ha
Classe 3	7000 à 14000 ind/ha
Classe 4	14000 à 28000 ind/ha
Classe 5	>28000 ind/ha

1.9.2. Choix des populations sources donneuses.

Les populations dites donneuses sur lesquelles des prélèvements pourront être effectués ont été choisit en fonction des paramètres suivants:

-L'abondance numérique des populations devra être minimum de classe 4, soit plus de 14000 individus hectares.

-Leur linéaire colonisé doit être important pour éviter de prélever sur des populations dont la forte densité est due à une concentration anormale. Cela s'observe parfois sur des populations qui fuient une perturbation et trouvent refuge en amont ou sur des affluents de cours d'eau.

-La population doit être saine d'un point de vue pathologique, pour ne pas risquer d'handicaper la colonisation des nouvelles populations, mais aussi afin de ne pas propager un germe quelconque.

-Le prélèvement ne devra pas déstabiliser la population source (densité minimum en classe 4 après prélèvement des individus)

-Elle devra être la plus proche possible géographiquement du site de réintroduction.

-Le cours d'eau qui l'héberge devra être le plus proche possible morpho-dynamiquement du site de réintroduction.

Une fois les sites de réintroduction retenus, leurs paramètres étudiés (physiques, chimiques et biologiques) ont été comparés par une analyse statistique multifactorielle (ACP), à ceux de cours d'eau connus comme sites pieds blancs.

Cela nous a permis de déterminer qu'elles populations d'écrevisses sont les plus aptes à s'adapter sur les cours d'eau de réintroduction. Ceci en choisissant des populations issues de milieu les plus similaires possible au cours d'eau récepteurs.

Chap II. Résultats

2.1. Sélection des cours d'eau potentiels

2.1.1. Sélection de 15 cours d'eau.

15 cours d'eau ont ainsi été sélectionnés sur les différents Bassin Versants du département (Figure 1):

Bassin du Fier :

- Le Creux de Merluz affluent direct
- Le Lagnat affluent direct
- Le Nantisses affluent de la Fillère
- Lachat et Berluz coaffluent de la Fillère
- Le Bule affluent de la Menoge
- Le Nant de Frasse affluent direct
- Le Falles affluent de la Fillère

Bassin des Usses :

- La Maladière affluent direct
- Les Chaudefontaine affluent direct

Bassin du Chéran :

- Le Mûres

Bassin de L'Arve :

- Le ruisseau de la Regat
- Le Moiron

Bassin du Léman :

- Le Fayet affluent direct du Léman
- Le Copsy affluent direct du Léman

2.1.2. Analyse physico-chimique des 15 cours d'eau

Celle-ci à été effectuée en période printanière dans le but d'écarter tous les cours d'eau plus ou moins pollués, ou sur lesquels des doutes pouvaient exister, sachant que l'écrevisse pieds blancs est une espèce particulièrement sensible à la qualité de l'eau (cf. Tableau 5).

Ce qui nous à permis d'écarter dix des cours d'eau de la présélection:

- Huit en raison de taux trop élevés de polluants (NO_2 , NO_3 , NH_4 , PO_4), qui sont le Merluz, le Falles, Le Lachat, La Maladière, Les Chaudefontaine, Le Mûres, Le Regat, Le Moiron.
- Un en raison du faible niveau d'eau et des perturbations évidentes dues au débardage : le Bule.
- Un en raison d'une coupe à blanc survenue sur une partie de son linéaire : le Fayet.

Ont donc été choisis 5 cours d'eau pour une étude approfondie (Figure 1) :

- Le creux de Nantisse
- Le creux de Berluz
- Le nant des Frasses
- Le ruisseau de Lagnat
- Le ruisseau de Copsy

Albanais																
Cours d'eau	Date	Heure	T°Ceau	T°Cair	O2 mg/L	O2sat%	pH	C (µS/cm)	Dureté tot. (mg/L)	Dureté ca++ (mg/l)	Dureté mg++ (mg/l)	NH4+ (mg/l)	NO3- (mg/l)	NO2- (mg/l)	PO3- (mg/l)	
Müres	15-avr-04	9h00	6,4	7,8	12	103%	8,88	470	209	195	14	0,07	8,4	0,09	Problème de matériel	Village non assainit + Zone industrielle
Lagnat	15-avr-04	11h00	7,4	9	12	107%	8,5	540	123	98	24,9	< 0,06	4,6	0,03		Retenu
Bule	14-avr-04	10h50	5,3	8,5	9,7	82%	8,54	500	22	X	22,1	0,16	15,5	0,03		débardage, coupes, et substrat colmaté
Frasse	15-avr-04	10h30	6,8	8	12	102%	8,8	470	159	143	16,4	0,11	9,4	0,12		Retenu
Merluz	15-avr-04	11h20	7,5	10,2	13	113%	8	460	170	142	27,8	0,13	20,5	0,09		difficile d'accès et relativement pollué
Annecy Rivière																
Lachat	14-avr-04	12h20	5,4	9	11	90%	8,66	450	220	196	23,8	0,20	12,3	0,01	Problème de matériel	relativement pollué en ammonium
Maladière	14-avr-04	9h30	5,4	7,3	8,8	74%	8,56	500	17	X	16,6	0,18	12,7	0,19		relativement pollué
Berluz	14-avr-04	12h30	5,7	8,3	10	85%	8,67	460	248	220	27,5	0,09	5,7	0,03		Retenu
Nantisse	14-avr-04	11h53	3,5	7,8	9,6	80%	8,7	250	193	182	11,1	0,12	5,6	0,03		Retenu
Chaufontaine	14-avr-04	8h30	6,9	6,5	9,4	82%	8,5	530	260	230	29,7	0,01	13,2	0,06		relativement pollué
Falles	22-avr-04	15h00	10,6	12	10	103%	8,7	330	Problème de matériel						Zone urbaine non assainit trop près	
Chablais																
Moiran	11-mai-04	10h00	9,1	16,4	X	X	8,8	390	147	127	19,1	0,27	X	0,06	0,16	relativement pollué
Arregat	11-mai-04	11h30	11,6	16,8	X	X	8,6	500	173	143	30,2	0,08	X	0,04	0,19	relativement pollué
Fayet	12-mai-04	14 h 00	13,1	19	8,7	97%	8,1	420	133	87	13,5	0,04	0,7	< 0,01	0,04	Coupe à blanc sur une partie du linéaire
Coppy	13-mai-04	14 h 30	13,1	19	9,3	91%	8,3	370	101	101	16,6	0,05	0,6	< 0,01	0,05	Retenu

Tableau 5 : Données Physico-Chimique des 15 cours d'eau sélectionnés

2.1.3. Fiche d'étude des cours d'eau potentiels à une réintroduction

La présentation des résultats des cinq cours d'eau étudiés est faite sous forme de fiches de description par cours d'eau, dans un but de clarté et de simplicité de présentation des données.

Chacune des fiches comporte :

- La localisation (coordonnées, IGN, etc.)
- Les caractéristiques du cours d'eau et de son bassin (linéaire, altitude, typo)
- L'occupation des sols.
- Les données historiques
- Les observations récentes
- La localisation de la station d'étude
- Les caractéristiques du cours d'eau au niveau de la station d'étude
- Les résultats physico-chimiques
- L'analyse de la macrofaune benthique
- L'analyse de l'habitat (IAM et ISCA)
- Un commentaire général.

Les listes complètes du Macrobenthos, les représentations cartographiques pour l'étude des bassins-versants, l'échantillonnage de la macrofaune benthique, et l'habitat, sont fournies dans l'ouvrage séparé recueillant les annexes si de plus amples informations sont nécessaires.

Le creux de Nantisse

Localisation :

Carte IGN : 3430 OT

Bassin : Fier

Affluent de : La Fillière

Commune : Aviernois

Lieu-dit : Disonche

Orientation : SE-NO

Coordonnées Lambert 2 :

X : 902000 m

Y : 2113000 m



Figure 2: Localisation du creux de Nantisse

Le milieu :

Largeur moyenne : 2 à 3 mètres

Etat de la ripisylve : dense et diversifiée

Eclairement du cours d'eau : moyen

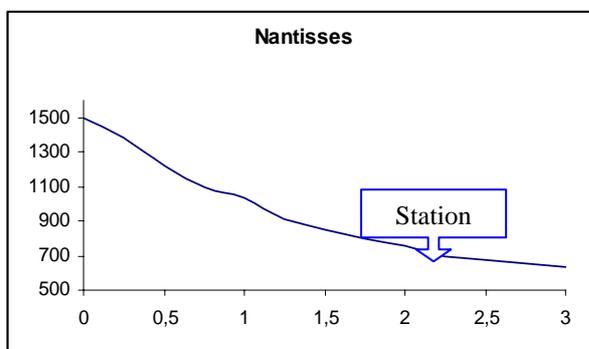
Granulométrie : présence de bloc. Les galets et les graviers sont dominants.

Faciès d'écoulement : alternance radiers-mouilles-escaliers. (MALAVOI J.R., 1989)

Habitat : présence de nombreuses sous-berges, de quelques blocs et de chevelus racinaires.

Géologie : substrat calcaire

Qualité piscicole : nombreuses truites Fario.



Cours d'eau	Nantisse
Altitude de la source (m)	1500
Altitude de l'a confluence (m)	640
Linéaire (km)	3
Pente (%)	28,7
Surface du Bassin (km ²)	4,2

Figure 3 : Profil topographique du creux de Nantisse

Tableau 6 : Caractéristiques morphodynamiques du creux de Nantisse

Données historiques : Aucune

Données récentes : Non colonisé par des Astacidae.

Occupation du sol et obstacles :

Zone habitée	1,66%
Pâturage	16,82%
Maïs	0,42%
Bois	63,60%
Roches	17,50%
Nombre de ferme	5
Nombre de passage d'engins	1
Nombre d'abreuvoir	2

Tableau 7 : Occupation des sols du bassin versants du creux de Nantisse

Commentaire sur les valeurs : Il n'apparaît pas de problèmes majeurs sur ce cours d'eau. Les fermes étant relativement éloignées, et les abreuvoirs peu fréquentés et de taille restreinte.

La station :

Altitude : 745 m **Distance à la source** : 2,2 Km

Surface : 114m² **Longueur** : 32m

Niveau typo : B2 **Eclaircissement**: moyen



Figure 4 : Le creux de Nantisse

Physico-Chimie :

	printemps	été	Classe (Verneaux, Nisbet, 1970)	Commentaire
<i>Date</i>	14 avril 2004	29 juillet 2004	/	
<i>Heure</i>	11h53	16H30	/	
<i>T°C eau</i>	3,5	13,5	/	
<i>T°C air</i>	7,8	19,4	/	
<i>O2 mg/L</i>	9,6	9,3	/	satisfaisante
<i>O2 sat %</i>	80%	96	2	satisfaisante
<i>pH</i>	8,73	8,5	6	Alcalinité moyenne
<i>Conductivité (µS/cm)</i>	250	240	5	Minéralisation moy.
<i>Dureté (Ca++et Mg++mg/l)</i>	X	183,1		Eaux dures
<i>Dureté (Ca++; mg/l)</i>	X	174		Cours d'eau calcaire
<i>Dureté (Mg++; mg/l)</i>	11,1	9,1	4	Sédimentaire calcique
<i>Ammonium (N-NH4; m/l)</i>	0,12	0,14	2	Pollution insidieuse sensible
<i>Nitrate (N-NO3; mg/l)</i>	5,6	6,8	4	Pollution sensible
<i>Nitrite (N-NO2; mg/l)</i>	0,03	0,04	2	Pollution insidieuse
<i>Phosphate (PO4; mg/l)</i>	X	0,03	4	Forte productivité

Tableau 8 : Analyse physico-chimique du creux de Nantisse

Commentaire sur les valeurs : Malgré l'absence de source de pollution (fermes, rejets) sur l'amont du bassin versant, on observe de légères teneurs en polluants.

Analyse de la faune Macroenthique :

La liste complète des taxons observés, les cartographies et la situation des prélèvements se trouvent en Annexe 2.a.

Nantisse date	20 placettes prospectées 12/07/2004
Abondance	1719
Variété générique	40
Variété Plécoptères	5
Variété Epheméroptères	7
Variété Trichoptères	9
Variété Coléoptères	7
% (numérique) de GI >7	4,8
% (numérique) de saprophile	80,5
IBGN	14
Taxon Indicateur	<i>Odontocerum</i> (8)
Variété IBGN	24
Robustesse	13

CB2	14
lv	5,3
ln	8,5
m	15

Tableau 9 : Analyse de la faune macroenthique et des indices associés

			Plécoptère	Epheméroptère	Trichoptère
Niveau typo théorique	2	individu attendu	10	9	24
Niveau typo déduit du benthos	4+	individu observé	5	7	6
Individus au dessus de leur aire répartition		5	1	2	3
			<i>Perla</i>	<i>Epeorus</i>	<i>Glossossoma</i>
					<i>Hydropsychae</i>
					<i>Odontocerum</i>

Tableau 10: Comparaison du benthos prélevé et attendu sur la station du creux de Nantisse

. **Commentaire sur les indices :** Moyen. Bonne variété mais absence des taxons sensibles.

. **Dysfonctionnements :** Taxons les plus polluosensibles (GI 9) peu représentés. Lacune prononcée au niveau des Trichoptères et des Plécoptères.

. **Habitat :**

La cartographie a été réalisée en période d'été et correspond à la station IBGN. Les cartographies se trouvent en Annexe 3.a.

Habitat aquatique de Nantisse					
SUBSTRAT	%	hauteur	%	vitesse	%
Galets/graviers	44,69	1	38,26	1	42,4
Galets	22,98	2	45,90	2	32,2
affluents	9,32	3	15,84	3	24,9
Graviers	8,88	4	0	4	0,5
Blocs avec caches	4,83				
Dalle	4,37				
Sous-berges	1,90				
branches	1,77				
sable	0,67				
hydrophyte	0,59				

Tableau 11 : Mosaïques d'habitats du creux de Nantisse

Var Substrat	10
Var Hauteur	3
Var Vitesse	4
Var pôle	64

Tableau 12 : Variété d'habitat

Diversité	2,051
Diversité optimale	2,060
Régularité	0,9954
Attractivité générale	39,5
Attractivité astacicole	64,0
IAM	4736,2
IAM de référence	4200
ISCA	7683,9

Tableau 13: Indice e diversité et d'attractivité

Commentaire sur les indices : L'habitat, biogène et diversifié, semble favorable aux écrevisses pieds blancs.

. Commentaire général :

Ce cours d'eau qui prend sa source sur le plateau du Parmelan a son linéaire qui peut être divisé en deux tronçons principaux.

Le premier à forte pente et exclusivement forestier est une zone pseudo marécageuse, où se rejoignent de nombreuses résurgences pour former le ruisseau. Ce tronçon est d'un point de vue morphodynamique, en limite amont de l'aire de répartition des écrevisses (forte pente, aspect torrentueux, altitude >1000 m).

Le second à pente plus faible et assurant une plus grande stabilité du lit, traverse des prairies sous couvert forestier. C'est sur celui-ci que portera plus particulièrement l'étude et se trouve la station.

Les résultats des différentes investigations démontrent que :

Aucun problèmes majeurs n'est observé au niveau de l'occupation des sols. Les cultures sont quasi inexistantes, et la totalité du cours d'eau est forestier. Les fermes ne présentent pas de risques majeurs puisqu'elles sont rares et relativement éloignées du cours d'eau. A l'exception d'une coupe effectuée par l'ONF en amont, il ne semble pas y avoir de risques pour une population d'écrevisse pieds blancs.

La qualité de l'eau, par contre, impose un éclaircissement. En effet de légers taux de polluants azotés et phosphatés sont observés sans en avoir découvert l'origine ($[\text{NO}_3^-]=6,18$ mg.l-1 $[\text{NH}_4^+]=0,14$ mg.l-1, $[\text{NO}_2^-]=0,04$ mg.l-1, $[\text{PO}_4^{3-}]=0,03$ mg.l-1). Elle semble être due à la présence de refuges, et de gîtes, sur le plateau du Parmelan, dont les effluents pourraient éventuellement traverser le plateau karstique et contaminer le cours d'eau.

L'analyse du Macrobenthos ne met pas en avant de pollution majeure (IBGN =14 et robustesse de 13), mais l'absence des groupes indicateurs les plus sensibles, laisse perplexe. Le milieu étant frais, montagnard et a substrat pétricole, il est étonnant de ne pas observer de plécoptères comme des *Perlodidae* et des *Perlidae* par exemple. Cela peut certainement s'expliquer par les légers problèmes de qualité d'eau observés. La faible abondance rencontrée paraît normale (1719 individus.m⁻²) vu la situation apicale du cours d'eau.

Si les deux premières placettes réunissent à elle seules plus de 40 % de l'abondance relative, ce n'est dû qu'à la concentration de *Chironomidae*, peu représentés ailleurs comme les autres familles saprophiles en raison de la pauvreté en matière organique fine.

Par contre, la placette n°17 (galets graviers en vitesse de courant >150 cm.s⁻¹) réunit le plus grand nombre de genre (40%). Cela laisse à penser que les genres les plus sensibles se sont réfugiés en zone plus rhéophile. Ce phénomène s'observe généralement dans le cas d'une pollution insidieuse de l'eau.

La faible diversité générique des Limnephilidae par exemple, traduit certainement ce problème de pollution. Si certains genres ne sont pas présents à ce niveau typologique, d'autres comme *Potamophylax*, *Anabolia*, ou *Chaetopteryx* ne prenant leur envol qu'en automne, et trouvés habituellement à ce niveau typo, devraient être présents. De plus la présence d'un seul *Perla* sur la station ne permet pas de contrer cette hypothèse, au contraire. Si le genre est bien présent, sa faible densité (1 ind.m⁻²) prouve la présence d'une perturbation.

L'écart du niveau typologique théorique (NTT = 2) et celui déduit de la macrofaune benthique (NTM = 4+) est ici justifié par l'absence des genres à preferendums typologiques apicaux qui sont aussi les genres les plus sensibles.

En ce qui concerne l'étude de l'habitat, le creux de Nantisse présente un avantage majeur. Sa grande diversité d'habitats (2,05) et la forte attractivité astacicole de ces derniers (64) en font un cours d'eau à grande capacité habitationnelle autant pour les poissons (IAM) que pour les astacidae dont l'ISCA atteint une valeur de 7700.

Ce cours d'eau semble donc correspondre au type de milieu recherché en vue d'une réintroduction d'écrevisses pieds blancs, toutefois des efforts de recherche pour l'amélioration de l'assainissement sont à faire.

Cours d'eau	Nantisse				Bilan
Présence historique de pieds blancs	?				Site potentiel pour une réintroduction
Présence actuelle de pieds blancs	non				
Paramètres	-	=	+	++	
Proximité d'espèces invasives		X			
Occupation des sols			X		
Qualité de l'eau (PH-CH)			X		
Qualité biologique (macrobenthos)			X		
Qualité de l'habitat (IAM et ISCA)				X	

Tableau 14 : Bilan de l'analyse du creux de Nantisse

Le creux de Berluz

Localisation :

Carte IGN : 3430 OT

Bassin : Fier

Affluent de : La Fillère

Commune : Ollières

Lieu-dit : Le Chenet

Orientation : NE-SO

Coordonnées Lambert 2 :

X : 898500 m

Y : 21100 m

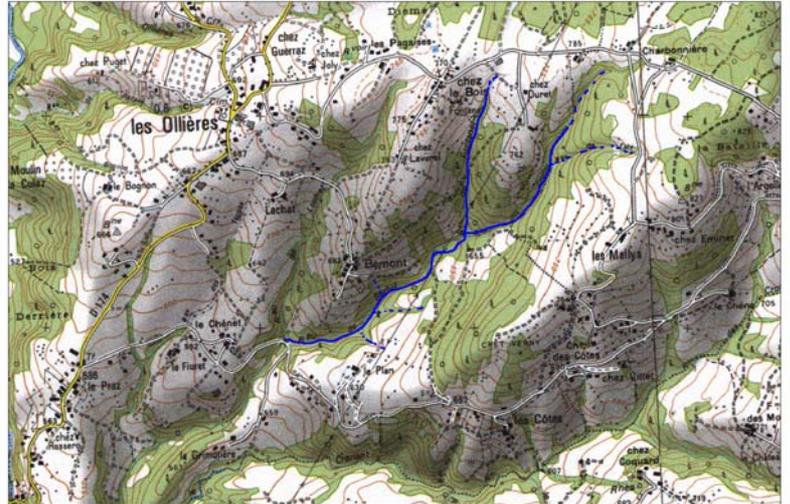


Figure 5: Localisation du creux de Berluz

Le milieu :

Largeur moyenne : 2 mètres

Etat de la ripisylve : dense et diversifiée

Eclairement du cours d'eau : faible

Granulométrie : présence de blocs. Les galets et les graviers sont dominants.

Faciès d'écoulement : alternance radiers-mouilles-escaliers.

Habitat : présence de nombreuses sous-berges et blocs, quelques chevelus racinaires.

Géologie : substrat calcaire

Qualité piscicole : nombreuses truites Fario.

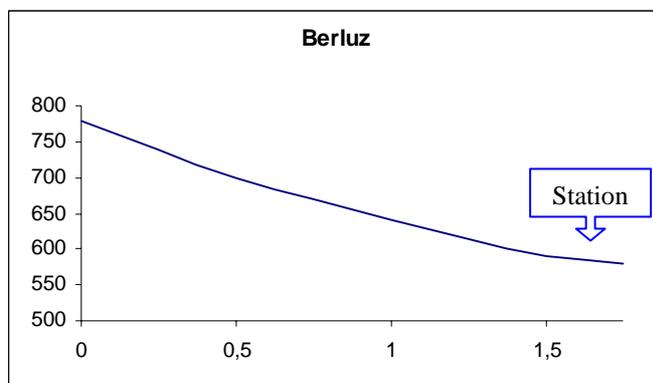


Figure 6 : Profil topographique du creux de Berluz

Tableau 15: Caractéristiques morphodynamiques du creux de Berluz

Cours d'eau	Berluz
Altitude de la source (m)	760
Altitude de l'a confluence (m)	580
Linéaire (km)	1,75
Pente (%)	10,3
Surface du Bassin (km ²)	5,2

Données historiques : Aucune

Données récentes : Non colonisé par des Astacidae.

Occupation du sol et obstacles :

Zone habitée	2,90%
Pâturage	60,21%
Bois	36,29%
Nombre de ferme	6
Nombre de passage d'engins	3
Nombre d'abreuvoir	3
Stockage de bois	4

Tableau 16 : Occupation des sols du bassin versants du creux de Berluz

Commentaire sur les valeurs : Il n'apparaît pas de problèmes majeurs sur ce cours d'eau, mais il existe un risque au niveau du bois exploité par une entreprise de débardage lourde de conséquences (coupe à blanc, passage d'engins, colmatage...).



Figure 7: Contraintes infligés au cours d'eau

a. Coupe à blanc sur le cours d'eau

b. Passage d'engins dans le cours d'eau

La station :

Altitude : 565 m Distance à la source : 1,7 km

Surface : 83m² Longueur : 27 m

Niveau typo : B3

Eclairement du cours d'eau : moyen



Figure 8 : Ruisseau de Berluz

Physico-Chimie :

	printemps	été	Classe (Verneaux, Nisbet, 1970)	Commentaire
<i>Date</i>	14 avril 2004	29 juillet 2004	/	
<i>Heure</i>	12h30	16h45	/	
<i>T°C eau</i>	5.7	15,9	/	
<i>T°C air</i>	8.3	20,8	/	
<i>O2 mg/L</i>	10	8,3	/	satisfaisante
<i>O2 sat %</i>	85	92	2	satisfaisante
<i>pH</i>	8.67	8,29	6	Alcalinité moyenne
<i>Conductivité (µS/cm)</i>	460	380	6	Forte minéralisation
<i>Dureté (Ca-Mg ; mg/L)</i>	X	233,5		Eaux dures
<i>Dureté (Ca⁺⁺; mg / l)</i>	X	208		Cours d'eau calcaire
<i>Dureté (Mg⁺⁺; mg / l)</i>	27,5	25,4	5	Sédimentaire magnésienne
<i>Ammonium (N-NH₄; m / l)</i>	0,09	0,03	1	douteuse
<i>Nitrate (N-NO₃; mg / l)</i>	5,7	6,1	4	Pollution sensible
<i>Nitrite (N-NO₂; mg / l)</i>	0,03	0,03	2	Pollution insidieuse
<i>Phosphate (PO₄; mg / l)</i>	X	0,19	6	Nettement pollué

Tableau 17 : Analyse physico-chimiques de l'eau du creux de Berluz

Commentaire sur les valeurs : Malgré l'absence de source de pollution directe sur le cours d'eau, de légères teneurs en polluants sont observées, certainement dus aux nombreuses fermes et troupeaux présents sur le Bassin-Versant.

Analyse de la faune Macrobenthique :

La liste complète des taxons observés, les cartographies et la situation des prélèvements se trouvent en Annexe 2.b.

Berluz date	20 placettes prospectées 25/06/2004
Abondance	1869
Variété générique	37
Variété Plécoptères	3
Variété Ephéméroptères	8
Variété Trichoptères	7
Variété Coléoptères	3
% (numérique) de GI >7	3,42
% (numérique) saprophile	83,6
IBGN	13
Taxon Indicateur	<i>Odontoceridae</i> (8)
Variété IBGN	20
Robustesse	12

CB2	12,8
lv	4,6
ln	8,2
m	13

Tableau 18 : Analyse de la macrofaune benthique et des Indices associés

			Plécoptère	Ephéméroptère	Trichoptère
Niveau typo théorique	3	individu attendu	12	11	27
Niveau typo déduit du benthos	5+	individu observé	3	8	7
Individu au dessus de leur aire répartition		1	0	0	1
					<i>Hydropsychae</i>

Tableau 19 : Comparaison du benthos prélevé et attendu sur le creux de Berluz

.Commentaire sur les indices : Moyen mais très grande quantité d'*Ephemera danica* rencontrée (87ind/m²). Variété moyenne mais surtout absence des taxons sensibles.

. Dysfonctionnements : Taxons les plus polluosensibles (GI 9) peu représentés. Lacune prononcée au niveau des Trichoptères et des Plécoptères.

. Habitat :

La cartographie a été réalisée en période d'étiage et correspond à la station IBGN. Les cartographies se trouvent en Annexe 3.b.

Habitat aquatique de Berluz					
SUBSTRAT	%	Hauteur	%	Vitesse	%
Galets	32,77	1	42	1	69,61
Galets/graviers	20,41	2	52	2	24,56
Graviers	14,57	3	5	3	5,03
Eléments fins	9,32	4	2	4	0,8
Blocs avec caches	7,99				
Dalle	5,44				
Sous-berges	4,99				
branches	2,74				
Litière	1,53				
Chevelus racinaires	0,25				

Tableau 20 : Mosaïques d'habitats du creux de Berluz

Var Substrat	10
Var Hauteur	4
Var Vitesse	4
Var pôle	57

Tableau 21 : Variété des habitats

Diversité	1,5
Diversité optimale	2,1
Régularité	0,7
Attractivité générale	37,1
Attractivité astacicole	56,8
IAM	5936,0
IAM réf	4000,0
ISCA	9090,9

Tableau 22 : Indices de diversités et d'attractivités

Commentaire sur les indices : Très bonne attractivité et diversité d'habitat sur ce site.

. Commentaire général :

Ce cours d'eau dont le linéaire est quasi totalement sous couvert forestier, est relativement homogène d'un point de vue morphodynamique. Il est alimenté par un affluent d'égale importance au milieu de son linéaire. Exempt de rejets, cultures, et risques à proximité, il semble être propice pour abriter une population de pieds blancs stable.

Seul le passage d'engins de débardages particulièrement destructeurs dans le lit mais de manière locale, et les coupes effectués au sein du bois pourraient poser problèmes (Figure 7). Le risque étant de fragmenter la population et d'empêcher la colonisation stable des deux affluents. Si le site est retenu il faudra donc prendre des précautions envers ces problèmes.

La qualité des eaux semble correcte, malgré une fois de plus des valeurs azotées et phosphatées douteuses ($[\text{NO}_3^-]=6,1 \text{ mg.l-1}$ $[\text{NH}_4^+]=0,03 \text{ mg.l-1}$, $[\text{NO}_2^-]=0,03 \text{ mg.l-1}$, $[\text{PO}_4^{3-}]=0,19 \text{ mg.l-1}$), certainement dues aux fermes éloignées et aux prairies amendées et occupées par du bétail.

Cette anomalie est confirmée par l'analyse du macrobenthos. Celui-ci ne relate pas de problèmes majeurs (IBGN=13 et 12 de robustesse) mais les taxons les plus sensibles étant peu représentés (GI 9 absents, et GI 8 faibles densités), il laisse présager un léger soucis au niveau de la qualité de l'eau. L'équirépartition numérique et taxonomique sur le site montre une bonne qualité et diversité d'habitat.

Le calcul du CB2 qui est de 13 nous éclaire peu. Effectivement, avec un indice de nature de 8,2 mais un indice de diversité de 4,6. On peut penser que le facteur limitant n'est pas ici la qualité de l'eau. L'analyse de l'habitat, sur ce cours d'eau révélant des indices d'attractivité excellent en particulier l'ISCA (9100), on peut donc penser que le souci vient du léger colmatage du substrat néfaste au benthos mais peu dommageable aux écrevisses.

L'écart du niveau typologique théorique (NTT = 3) et celui déduit de la macrofaune benthique (NTM = 5+) est ici justifié par l'absence des genres à préférences typologiques apicaux qui sont aussi les genres les plus sensibles.

Il existe donc un fort potentiel habitational sur l'ensemble du cours d'eau en raison du grand nombre de blocs, galets et sous berges, mais aussi de la grande variété de pôles (57), mais celui-ci reste moyen à l'échelle du microhabitat pour le benthos, en raison d'un léger colmatage.

L'analyse générique, nous permet de penser que l'influence des légères teneurs en éléments azotés et phosphatés reste moindre puisque des genres relativement sensibles comme *Odontocerum*, *Sericostoma* et *Ecdyonurus* sont présents. Seuls les genres les plus sensibles sont absents.

L'ensemble des analyses tend à montrer que sur ce secteur du creux de Berluz, représentatif de l'ensemble du linéaire, le cours d'eau propose un milieu ayant un bon état global, et correspondant au type de cours d'eau recherché. L'affluent étant un point positif pour la stabilité d'une éventuelle future population, qui pourrait se réfugier sur l'un des deux bras en cas de problème. Il faudrait toutefois résoudre le problème de l'entreprise de débardage. Celle-ci représente un grave danger pour une population d'écrevisse, et engendre un colmatage peu favorable au peuplement macrobenthique, dont la qualité se relèverait certainement en cas d'intervention sur ces coupes.

Cours d'eau	Berluz				Bilan
Présence historique de pieds blancs	?				Site potentiel pour une réintroduction sous condition
Présence actuelle de pieds blancs	non				
Paramètres	-	=	+	++	
Proximité d'espèces invasives		X			
Occupation des sols			X		
Qualité de l'eau (PH-CH)			X		
Qualité biologique (macrobenthos)			X		
Qualité de l'habitat (IAM et ISCA)				X	

Tableau 23 : Bilan de l'analyse du creux de Berluz

Le nant des Frasses

Localisation :

Carte IGN : 3331 OT

Bassin : Fier

Affluent de : Fier

Commune : Chavanod

Localisation : Etercy

Orientation : S-N

Coordonnées Lambert 2 :

X : 885250 m

Y : 2105500 m

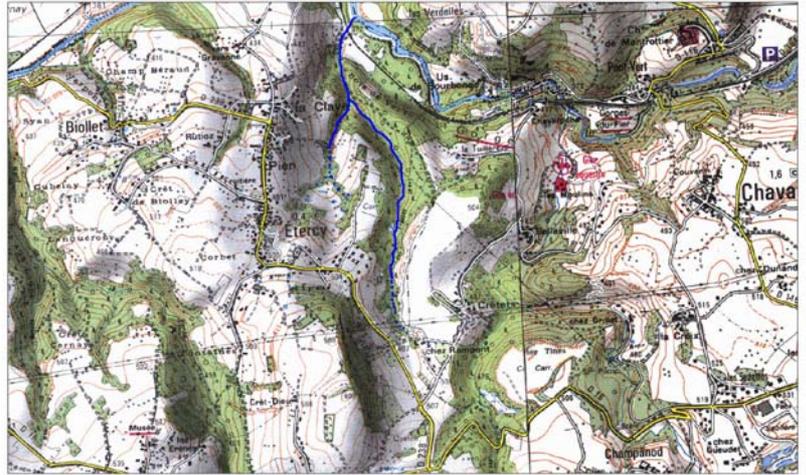


Figure 9 : Localisation du nant des Frasses

Le milieu :

Largeur moyenne : 2-5 mètres

Etat de la ripisylve : Très dense et vieillissante.

Eclairement du cours d'eau : faible

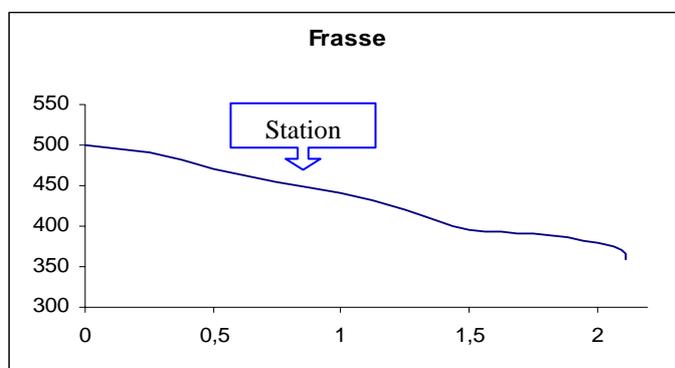
Granulométrie : Les galets et les graviers sont dominants issus de la forte calcification des éléments organiques.

Faciès d'écoulement : alternance plats-mouilles-escaliers.

Habitat : Dominé par une épaisse couche d'éléments organiques calcifiés, et de tuff crevassé.

Géologie : substrat calcaire

Qualité piscicole : nombreuses truites Fario.



Cours d'eau	Frasse
Altitude de la source (m)	500
Altitude de l'a confluence (m)	360
Linéaire (km)	2,11
Pente (%)	6,6
Surface du Bassin (km2)	1,9

Figure 10 : Profil topographique du nant des Frasses

Tableau 24 : Caractères morphodynamiques du nant des Frasses

Données historiques : Aucune

Données récentes : Colonisé par les Astacidae.

Occupation du sol et obstacles :

Zone habitée	11,67%
Pâture	44,94%
Plantation	3,54%
Maïs	5,24%
Autres céréales	1,32%
Bois	29,80%
Zone de marais	3,49%
Nombre de ferme	6
Nombre d'abreuvoir	2
Nombre de rejets	1

Tableau 25 : Occupation des sols du bassin versant du nant des Frasses

Commentaire sur les valeurs : Sur la première partie du ruisseau, colonisée par les écrevisses, il n'apparaît pas de problème majeur. Par contre, son affluent supporte un rejet important et la présence à proximité de cultures, ce qui peut expliquer l'arrêt de la colonisation par les écrevisses pieds blancs.



Figure 11 : Busage du cours d'eau et rejet urbains sur le nant des Frasses

La station :

Altitude : 370 m

Distance à la source : 0,85 km

Surface : 79 m²

Longueur : 25 m

Niveau typo : B3

Eclairement du cours d'eau : faible

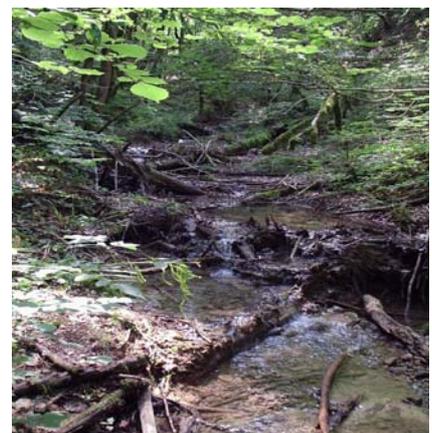


Figure 12 : Nant des Frasses

Physico-chimie :

	printemps	été	Classe (Verneaux, Nisbet, 1970)	Commentaire
<i>Date</i>	15 avril 2004	29 juillet 2004	/	
<i>Heure</i>	10h30	15H15	/	
<i>T°C eau</i>	6,8	17,1	/	
<i>T°C air</i>	8,0	21,8	/	
<i>O2 mg/L</i>	11,8	8,2	/	bonne
<i>O2 sat %</i>	102%	94	1	bonne
<i>pH</i>	8.8	8,5	6	Alcalinité moyenne
<i>Conductivité (µS/cm)</i>	470	460	6	Forte minéralisation
<i>Dureté (Ca-Mg ; mg/L)</i>	X	203,8		Eaux dures
<i>Dureté (Ca++; mg / l)</i>	143	188		Cours d'eau calcaire
<i>Dureté (Mg++; mg / l)</i>	16,4	15,8	4	Sédimentaire calcique
<i>Ammonium (N-NH4; m / l)</i>	0,11	0,01	2	Pollution insidieuse sensible
<i>Nitrate (N-NO3; mg / l)</i>	9,4	13	4	Forte pollution
<i>Nitrite (N-NO2; mg / l)</i>	0,12	0,14	3	Pollution sensible
<i>Phosphate (PO4; mg / l)</i>	0,68	0,36	6	Nettement pollué

Tableau 26: Analyse physico-chimique de l'eau

lieu	Frasse proximité amont affluent	Affluent	Frasse aval (Frasse + Aff)
date	3 août	3 août	29 Juillet
heure	11h00	11h00	15H00
<i>Dureté totale</i>	195	206	203
<i>Dureté (Ca++; mg / l)</i>	177	191	188
<i>Dureté (Mg++; mg / l)</i>	17,8	15,1	15,8
<i>Ammonium (N-NH4; m / l)</i>	0,003	0,001	0,01
<i>Nitrate (N-NO3; mg / l)</i>	14	18	13
<i>Nitrite (N-NO2; mg / l)</i>	0,004	0,005	0,14
<i>Phosphate (PO4; mg / l)</i>	0,21	0,39	0,36

Tableau 27 : Analyse complémentaire

Commentaire sur les valeurs : Les analyses étant faites en conditions discriminantes en aval de la confluence des deux bras, nous pensons que la pollution observée était principalement due à l'affluent chargé par un rejet. Par la suite nous avons effectué des tests complémentaires qui nous laisse penser que la nappe qui affleure à ce niveau est entièrement polluée. Les tests ayant tous étaient dupliqués, une erreur de manipulation est peu probable. Un projet de STEP étant mis en œuvre, espérons que le problème soit résolu sous peu.

Analyse de la faune Macroenthique :

La liste complète des taxons observés, les cartographies et la situation des prélèvements se trouvent en Annexe 2.c.

Frasse date	20 placettes prospectées 10/06/2004
Abondance	1488
Variété générique	33
Variété Plécoptères	3
Variété Ephéméroptères	5
Variété Trichoptères	4
Variété Coléoptères	5
% (numérique) de GI >7	14,9
% (numérique) saprophile	42,3
IBGN	14
Taxon Indicateur	<i>Philopotamus</i> (8)
Variété IBGN	24
Robustesse	13

CB2	13,2
lv	5,1
ln	8,2
m	10,76

Tableau 28 : Analyse du Macroenthos et Indices associés

			Plécoptères	Ephéméroptères	Trichoptères
Niveau typo théorique	2+	individu attendu	11	10	23
Niveau typo déduit du benthos	4	individu observé	3	4	4
Individu au dessus de leur aire répartition		0	0	0	0

Tableau 29 : Comparaison du benthos prélevé et attendu sur le nant des Frasses

. **Commentaire sur les indices :** Moyens. Très grande quantité d'*Ephemera danica* (86 ind/m²) et celle de *Protonemoura* (288ind/m²).

. **Dysfonctionnements :** Taxons les plus polluosensibles (GI 9) peu représentés et une lacune prononcée s'observe pour les trois ordres.

. Habitat :

La cartographie a été réalisée en période d'étiage et correspond à la station IBGN. Les cartographies se trouvent en Annexe 3.c.

Habitat aquatique de Frasse					
SUBSTRAT	%	hauteur	%	vitesse	%
Litière	43,00	1	60,8	1	82,9
Galets/graviers	34,12	2	32,2	2	16,7
Dalle	9,22	3	7,0	3	0,4
Éléments fins	5,83				
Graviers	3,65				
Branches	3,38				
Hélophytes	0,57				

Tableau 30 : Mosaïque d'habitats du nant des Frasses

Var Substrat	8
Var Hauteur	3
Var Vitesse	3
Var pôle	35

Tableau 31 : Variété des habitats

Diversité	1,11
Diversité optimale	1,54
Régularité	0,72
Attractivité générale	17,7
Attractivité astacicole	51,4
IAM	1272,7
IAM réf	3500
ISCA	3704,1

Tableau 32 : Indice de diversité et d'attractivité de l'habitat

. **Commentaire sur les indices :** Indices faible par rapport à ce que l'on pourrait attendre mais certainement biaisé par l'atypicité du cours d'eau (Tuff encroûtant, fort colmatage d'origine naturelle).

Analyse quantitative de la population d'écrevisses

	Cours d'eau : Nant des Frasses					
	Pêche 1 (marquage)		Pêche 2 (recapture)			
	1er passage	2nd passage	1er passage		2nd passage	
			marqués	non marqués	marqués	non marqués
Date	09/08/2004		11/08/2004			
Heure	22 h 30	23 h 15	22 h 15		22 h 40	
Nombre d'individus	19	3	11	9	3	4
Nombre de mâles	11	2	7	8	2	3
Nombre de femelles	8	1	4	1	1	1
Total	22		27			
Estimation du stock	9600 individus/Ha (+/- 21 %)					

Tableau 33 : Résultats des pêches du nant des Frasses

Commentaire sur les valeurs : Cette population est bien établie, stable, et sur un linéaire important (400 -800 m). Toutes les classes de taille ont été observées, mais en raison de la difficulté d'échantillonnage des juvéniles, la population est sensiblement sous-estimée.

De plus aux vues du sex-ratio nettement en faveur des mâles, on peut penser que durant la période d'échantillonnage les femelles étaient cachées à la suite de leur mue. Le stock en est d'autant plus sous-échantillonné.

. Commentaire :

Ce ruisseau qui prend source au sein de deux marais a un profil assez homogène sur l'ensemble du linéaire. Alimenté par un affluent d'égale importance, il est déconnecté du Fier par une chute d'une dizaine de mètres.

L'analyse de l'occupation des sols a révélée plusieurs choses. Tout d'abord il faut préciser que si l'occupation surfacique des cultures est non négligeable, n'oublions pas que le bassin versant est de petite taille. Les quelques champs présents sont donc très vite représentés. De plus la majorité des cultures les plus a proximité du cours d'eau, sont à l'ouest du bassin et proche de l'affluent déjà très endommagé par un rejet de débit conséquent (Figure 11).

Mais ceci n'explique pas les valeurs affolantes, observées lors de l'analyse de l'eau du bras principal. ($[\text{NO}_3^-]=14 \text{ mg.l-1}$ $[\text{NH}_4^+]=0,003 \text{ mg.l-1}$, $[\text{NO}_2^-]=0,004 \text{ mg.l-1}$, $[\text{PO}_4^{3-}]=0,21 \text{ mg.l-1}$). Ces teneurs étant présentes à la fois sur l'affluent, mais aussi sur le bras principal exempts de rejets on peut penser que toute la nappe phréatique est polluée.

Il est possible que le rejet direct de l'affluent ait un impact majeur sur le cours d'eau et la population d'écrevisses pieds blancs découverte sur le site, puisque cette dernière se cantonne en amont de la confluence des deux bras.

Une STEP étant en voie de construction afin de collecter les eaux de villes, on peut toutefois espérer un amélioration de la qualité de l'eau aval et une augmentation du linéaire colonisé par la population.

Il est à noter que le marais qui donne source au cours d'eau, recouvre une partie non négligeable du bassin versant (3,5%). Celui-ci joue un rôle tampon vis à vis des conditions climatochimiques externe ($t^\circ\text{C}$, débit, pollution...). C'est un point extrêmement positif.

Au niveau de l'analyse de la macrofaune benthique comme pour les cours d'eau précédents aucun problème majeur n'est mis en évidence. De bonne qualité globale avec un IBGN de 14 et 13 de robustesse. Les taxons les plus sensibles sont absents (pas de GI 9), mais la grande variété taxonomique relève l'appréciation globale du milieu. Il ne semble pas y avoir de problème d'habitat aux vues de la répartition sur les placettes, malgré la forte dominance des galets-graviers et des dalles.

Ce cours d'eau étant extrêmement atypique (sortie de marais, milieu très calcaire), il est très difficile de tirer des conclusions quand à l'absence de certains taxons. Toutefois la très grande quantité significative d'*Ephemera Danica* ($87.\text{m}^{-2}$) et de *Protonemoura* ($288.\text{m}^{-2}$) nous conforte déjà sur l'absence de toxique et métaux lourds dans le cours d'eau.

On peut penser que l'absence de Trichoptère à fourreau est due à la forte calcification du milieu. En effet tout les corps solides qui sont dans l'eau (feuilles, branches, bryophytes) sont entièrement calcifiés et encroûtés. Il est donc probable que les Trichoptères ne trouvent pas le substrat adéquat pour former leur fourreau et se nourrir car ils sont souvent broyeur décomposeur, mais aussi que la calcification des fourreaux leur porte préjudice. Il est possible que cette précipitation intense et rapide, soit due à activité bactérienne excessive, engendrée par les fortes teneurs en nutriments azotés et phosphatés observées.

De plus la matière organique rapidement calcifiée n'est pas décomposée. Et l'on observe une abondance d'individus saprophile de seulement 47%, ce qui est faible pour un cours d'eau exclusivement forestier et originaire d'un marais. On en déduit donc que la matière organique rapidement encroûtée est peu mise à disposition des individus saprobiaux, ce qui expliquerait, leur faible quantité.

La présence d'un *Isoperla* rassure quand à la qualité de l'eau. Seul et donc en faible densité (1 ind/m²), ce genre sensible n'en reste pas moins présent sur le cours d'eau. Par contre l'absence des autres Plécoptères sensibles (GI 9), peut s'expliquer, par la morphologie du site. En effet, sensiblement colmaté, dominé par les dalles, avec une faible lame d'eau, des températures moyennes élevées (T_{max} = 16,9 C°), et peu de courants, ce milieu ne semble pas adapté du tout à la présence des grands plécoptères particulièrement rhéophiles et pétricoles comme (*Perla*, *Brachyptera*, *Capnioneura*).

L'écart du niveau typologique théorique (NTT = 2+) et celui déduit de la macrofaune benthique (NTM = 4) est ici aussi justifié par l'absence des genres sensibles à preferendums typologiques apicaux.

Les résultats de l'analyse d'habitat semblent convenables pour ce type de cours d'eau. Il faut préciser qu'ils sont certainement sous-évalués pour plusieurs raisons.

Tout d'abord le choix de la station est fait de manière à avoir un site le plus discriminant possible, sans représentativité du reste du linéaire. La station choisit ici à une lame d'eau très étalée par rapport au reste du linéaire.

Ensuite, la majorité de la surface est représentée par des matériaux calcifiés (litière, bois morts...) certainement en raison la très forte activité bactérienne expliquée précédemment. Modélisée ainsi comme galets graviers lors de la cartographie, cela réduit la diversité et biaise le résultat final.

Enfin ce même substrat très atypique, a pour conséquence une divergence entre la hauteur d'eau relevée et celle efficace. En effet il agit comme une éponge, et gorgé d'eau il permet aux écrevisses de s'enfouir sous plusieurs centimètres. Sur la station, la diversité de classe de hauteur d'eau, de vitesse de courant est donc diminuée. Ajouté à l'homogénéité des substrats aggravée par une forte calcification du lit et encore accrue par le faciès particulièrement lentique de la station, on en déduit que l'appréciation de la qualité physique globale du cours d'eau est nettement lésée.

La forte fouissabilité du substrat est d'ailleurs l'une des raisons, du sous échantillonnage évident de la population présente. Les écrevisses sont difficilement détectables, en particulier les juvéniles, pourtant observés. L'étalement de lit allant parfois jusqu'à 5m, porte lui aussi préjudice à l'efficacité d'échantillonnage.

De plus il a été observé aussi une anomalie de sex-ratio en faveur des mâles. Les femelles venant de muer, il y a de grandes chances pour que ces dernières restent cachées.

En raison de ces trois facteurs on en déduit que la population déjà en bonne densité a certainement été nettement sous-échantillonnée, même après trois passages.

Cours d'eau	Frasse				Bilan
Présence historique de pieds blancs	?				Ecrevisse pieds blancs déjà présente
Présence actuelle de pieds blancs	oui				
Paramètres	-	=	+	++	
Proximité d'espèces invasives				X	
Occupation des sols			X		
Qualité de l'eau (PH-CH)		X			
Qualité biologique (macrobenthos)			X		
Qualité de l'habitat (IAM et ISCA)		X			

Tableau 34 : Bilan de l'analyse du nant des Frasses

Le ruisseau de Lagnat

Localisation :

Carte IGN : 3331 OT

Bassin : Fier

Affluent de : Fier

Commune : Hauteville/Fier

Lieu-dit : Lagnat

Orientation : N-S

Coordonnées Lambert 2 :

X : 88 3000 m

Y : 2109000 m



Figure 13: Localisation du ruisseau de Lagnat

Le milieu :

Largeur moyenne : 1 mètre

Etat de la ripisylve : dense et diversifiée

Eclairement du cours d'eau : moyen

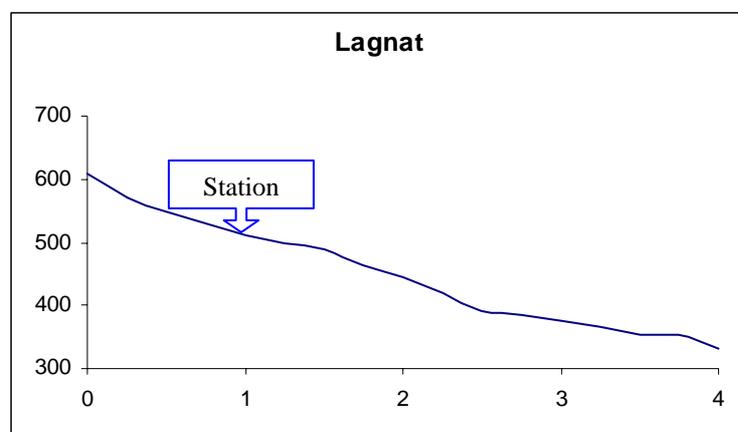
Granulométrie : présence de bloc et graviers mais, les fines et les dalles sont dominantes.

Faciès d'écoulement : alternance radiers-mouilles-escaliers.

Habitat : présence de quelques gros blocs avec caches et de nombreux embacles.

Géologie : substrat calcaire

Qualité piscicole : Truites Fario sur l'aval.



Cours d'eau	Lagnat
Altitude de la source (m)	610
Altitude de l'a confluence (m)	330
Linéaire (km)	4,02
Pente (%)	6,97
Surface du Bassin (km2)	2,9

Figure 14 : Profil topographique du Lagnat

Tableau 35 : Caractères morphodynamiques du ruisseau de Lagnat

Données historiques : Aucune

Données récentes : Non colonisé par des Astacidae.

Occupation du sol et obstacles :

Zone habitée	5,8
Pâturage	76,1
Plantation	0,2
Maïs	3,9
Autres céréales	3,5
Bois	10,6
Nombre de ferme	7
Nombre de passage d'engins	0
Nombre d'abreuvoir	1
Captage de source	4

Tableau 36 : Occupation des sols du Bassin Versants du ruisseau de Lagnat

Commentaire: Si sur la majorité du linéaire il ne semble pas y avoir de problème majeur, c'est surtout sur l'extrême amont et l'extrême aval que de nombreuses observations sont faites.

Au niveau des sources de nombreux détritiques sont présents (batteries, bidons, plastiques, etc..) et un gros amas de fumier est entreposé contre le cours d'eau. De plus le cours d'eau traverse des prairies fortement occupées et amendées, dont les eaux de ruissellements alimentent directement le cours d'eau.

En aval, dans les dernières centaines de mètres, le cours d'eau est entièrement chenalisé afin de faciliter l'écoulement. Ceci en raison de fortes inondations survenues il y a quelques années. On observe dans cette zone de nombreux drains et rejets domestiques.

Enfin dans les dernières dizaines de mètres, des escaliers sur dalle de plusieurs mètres déconnectent le cours d'eau du Fier, dans lequel le ruisseau se jette.

La station :

Altitude : 520 m

Distance à la source : 1,0 Km

Surface : 30 m²

Longueur : 25 m

Niveau typo : B2+

Eclairement du cours d'eau : moyen



Figure 15 : Ruisseau de Lagnat

Physico-Chimie :

	printemps	été	Classe (Verneaux, Nisbet, 1970)	Commentaire
Date	15 avril 2004	29 juillet 2004	/	
Heure	11h00	15H00	/	
T°C eau	7,4	17,7	/	
T°C air	9,0	25,6	/	
O2 mg/L	12,1	7,4	/	bonne
O2 sat %	107	91	1	bonne
pH	8.5	8,26	6	Alcalinité moyenne
Conductivité (µS/cm)	540	550	6	Forte minéralisation
Dureté (Ca-Mg ; mg/L)	X	223,3		Eaux dures
Dureté (Ca++; mg / l)	98	193		Cours d'eau calcaire
Dureté (Mg++; mg / l)	24,9	30,3	5	Sédimentaire magnésienne
Ammonium (N-NH4; m / l)	< 0,06	0,08	1	normale
Nitrate (N-NO3; mg / l)	4,6	11,8	3	Forte pollution
Nitrite (N-NO2; mg / l)	0,03	0,05	2	Pollution insidieuse
Phosphate (PO4; mg / l)	0,43	0,96	5	Nettement polluée

Tableau 37 : Analyse physico-chimique de l'eau

Commentaire sur les valeurs : Des teneurs en polluants anormales et non compatibles avec une réintroduction d'écrevisse.

Analyse de la faune Macroenthique :

La liste complète des taxons observés, les cartographies et la situation des prélèvements se trouvent en Annexe 2.d.

Lagnat date	20 placettes prospectées 10/06/2004
Abondance	2876
Variété générique	34
Variété Plécoptères	3
Variété Ephéméroptères	4
Variété Trichoptères	9
Variété Coléoptères	6
% (numérique) de GI >7	3,16
% (numérique) saprophile	89,0

IBGN	12
Taxon Indicateur	<i>Leuctridae</i> (7)
Variété IBGN	18
Robustesse	12
CB2	8,8
lv	4,0
ln	4,8
m	9,4

Tableau 38 : Analyse de la macrofaune benthique du ruisseau de Lagnat

			Plécoptère	Ephéméroptère	Trichoptère
Niveau typo théorique	2+	individu attendu	11	10	23
Niveau typo déduit du benthos	4+	individu observé	3	4	9
Individu au dessus de leur aire répartition		2	0	0	2
					<i>Neuriclipis</i>
					<i>Ecnomus</i>

Tableau 39 : Comparaison du benthos prélevés et attendue sur le ruisseau de Lagnat

. **Commentaire sur les indices :** moyens, variété faible et taxons sensibles absents.

. **Dysfonctionnements** : Taxons les plus polluosensibles peu représentés (GI 9 absents et GI 8 en très faibles densité) et faible variété taxonomique (18). Une importante lacune au niveau des trois ordres est visible.

. **Habitat** :

La cartographie a été réalisée en période d'étiage et correspond à la station IBGN. Les cartographies se trouvent en Annexe 3.d.

Habitat aquatique de Lagnat					
SUBSTRAT	%	Hauteur	%	Vitesse	%
Eléments fins	37,50	1	59	1	89,51
Dalle	19,17	2	36	2	10,20
Graviers	18,75	3	6	3	0,29
Galets/graviers	11,51				
Blocs avec caches	4,62				
Litière	2,918				
Galets	2,52				
Sous-berges	1,60				
Branches	1,22				
Sables	0,19				

Tableau 40 : Mosaïques d'habitats du ruisseau de Lagnat

Var Substrat	10
Var Hauteur	3
Var Vitesse	3
Var pôle	33

Tableau 41 : Variété de l'habitat de Lagnat

Diversité	1,27
Diversité optimale	1,56
Régularité	0,81
Attractivité générale	15,32
Attractivité astacicole	24,48
IAM	1378,81
IAM réf	2000,00
ISCA	2203,10

Tableau 42: Indices de diversité et d'attractivité de Lagnat

Commentaire sur les valeurs : Des valeurs d'attractivité d'habitats faibles, et en dessous de celles espérées sur ce type de cours d'eau.

. Commentaire :

Le cours d'eau de Lagnat, dont la source est une résurgence, est assez homogène d'un point de vue topographique sur son linéaire.

L'occupation des sols ne met pas en avant de problème majeur sur la partie intermédiaire du cours d'eau. Par contre en partie apicale et au niveau de sa confluence, de nombreuses observations sont faites.

En amont au niveau des sources, de nombreuses perturbations interviennent (habitations, fermes, stockage de fumier, détritiques parfois toxiques,...) et ont une influence évidente sur le reste du cours d'eau.

En aval, dans les dernières centaines de mètres avant la confluence avec le Fier, de nombreux facteurs (chenalisation du lit, nombreux rejets et drains) en font un milieu inhospitalier à l'écrevisse pieds blancs. Cette dernière observation reste de moindre importance, le but n'étant pas de permettre la connectivité avec le Fier, mais de permettre à la future population de coloniser un linéaire le plus important possible. Cette zone caractérisée par des chutes et escaliers sur dalle de plus de deux mètres ne permet pas de toute manière la connectivité du système. Il est intéressant d'ailleurs de remarquer que cela permet d'éviter ou limiter le risque de colonisation des espèces invasives par l'aval du cours d'eau.

Les taux de polluants relevés, très préoccupants ($[\text{NO}_3^-]=12 \text{ mg.l}^{-1}$ $[\text{NH}_4^+]=0,08 \text{ mg.l}^{-1}$, $[\text{NO}_2^-]=0,05 \text{ mg.l}^{-1}$, $[\text{PO}_4^{3-}]=0,96 \text{ mg.l}^{-1}$), en particulier pour les phosphates, n'ont pas pu être expliqués puisque aucun rejet direct n'a été observé. On peut donc encore émettre l'hypothèse d'une pollution diffuse, particulièrement concentrée au niveau de la zone d'habitation proche de la source, et à laquelle s'ajoute les nombreuses fermes, et le stockage de fumier directement au bord du cours d'eau.

L'analyse de la macrofaune benthique ne met pas totalement en avant l'ampleur des problèmes observés pour la qualité de l'eau. Si l'indice IBGN est faible (12 et 12 de robustesse) pour un tel niveau typologique (2+), on remarque ici que le CB2 est beaucoup plus discriminant. Avec une note de 9, il traduit par un indice de variété (Iv) et de nature (In) de 4,5 un problème à la fois de la qualité de l'eau et d'habitat.

Au niveau des taxons les plus sensibles, les GI 9 comme les grands plécoptères sont absents, les GI 8 comme *Odontoceridae*, *Capnidae*, *Philopotamidae* sont présents mais en densité trop faible ($< 3 \text{ ind. m}^{-2}$) pour être représentatifs et indicateurs, et même les GI 7, si ils sont plus représentés avec les *Leuctridae* (76 ind.m^{-2}) sont en densité assez faible. Cette pauvreté en taxons sensibles traduit nettement le problème de qualité d'eau qui sévit sur ce cours d'eau.

De plus, au niveau de l'IBGN, on observe une faible variété (18 taxons) qui peut-être expliquée par un problème d'habitat. Moyenne au niveau générique (34) on remarque que la plupart des genres (22/34) ne sont représentés qu'en très faible densité (< 3 individus), ce qui fait penser à un milieu instable sans cesse remanié. En effet lors du prélèvement de la faune macrobenthique, il a été observé que la station avait été fortement remaniée depuis la cartographie d'habitat. Des atterrissements avaient disparus et d'autres s'étaient formés. On peut donc qualifier ce milieu de très instable. L'inéquirépartition générique des individus sur les placettes semble justifier ce raisonnement.

L'analyse générique par ordre confirme cette hypothèse car on observe de grosses lacunes dans les trois ordres. L'absence de diversité générique de *Limnephilidae* sur ce type de

cours d'eau (seul *Potamophylax* est observé) traduit un problème d'habitat. Mais plus grave encore l'absence d'*Ephemera Danica* pourrait être la cause d'une pollution résiduelle dans les sédiments. En effet lors de l'étude de bassin versants, des batteries et de nombreux bidons ont été observés en amont. Pourtant de nombreux Gammarens particulièrement sensibles aux métaux lourds sont tout de même présents. Il serait donc intéressant ici de faire une recherche de micropolluants dans les sédiments, afin de vérifier si des métaux lourds comme le plomb et autres toxiques ne sont pas contenus par les sédiments.

Il est à noter que la présence observée d'un *Ecnomus* et de deux *Neuriclipis* sur le site est peu probable. La répartition de ces deux genres se trouvant généralement entre B6 et B10, on peut penser que c'est une erreur de détermination.

Le problème d'habitat mis en évidence, peut-être facilement rapproché des événements antérieurs. En effet, suite à une très forte crue en 2001, le lit déjà très creusé, aux berges de molasse abruptes, s'est encore approfondi, facilitant ainsi de nombreux glissements de terrains, qui ont formés par la suite des embâcles de grandes tailles constitués de molasse et de troncs. Ces derniers trop conséquents pour le lit mineur étroit, obstruent en plusieurs sites le cours d'eau. Les berges sans couvert végétal en raison de leur forte pente, sont érodées, et un colmatage important apparaît sur la majorité du linéaire. D'où les pourcentages de recouvrement de 38 % pour les éléments fins et 20 % pour les dalles, relevés lors de l'analyse de l'habitat.

Cette dernière montre bien l'ampleur des dégâts sur la zone concernée qui bénéficie d'un indice d'attractivité faible par rapport à ce qu'il devrait être. En effet en amont, le tuff crevassé et les galets dominent, et plus en aval on retrouve de nombreux blocs, et galets quasiment absent sur la station.

Il faut préciser que malgré les dommages, et la perte prononcée d'attractivité du milieu, le site en comparaison avec d'autres cours d'eau habités par des pieds blancs, offre tout de même un habitat suffisant pour des astacidae.

Cours d'eau	Lagnat				Bilan
Présence historique de pieds blancs	?				Site non retenu
Présence actuelle de pieds blancs	non				
Paramètres	-	=	+	++	
Proximité d'espèces invasives			X		
Occupation des sols		X			
Qualité de l'eau (PH-CH)		X			
Qualité biologique (macrobenthos)		X			
Qualité de l'habitat (IAM et ISCA)		X			

Tableau 43 : Bilan de l'analyse du ruisseau de Lagnat

Le ruisseau de Copsy

Localisation :

Carte IGN : 3528 ET

Bassin : Lémanique

Affluent de : Léman

Commune : Saint-Paul en Chablais

Localisation : Plateau de Gavot ;
il s'agit du cours amont du ruisseau.

Orientation : S-N

Coordonnées Lambert 2 :

X : 930 000 m

Y : 2162500 m



Figure 16: Localisation du ruisseau de Copsy

Le milieu :

Largeur moyenne : 1-3 mètres

Etat de la ripisylve : Dense et vieillissante.

Eclairement du cours d'eau : faible à moyen

Granulométrie : Les dalles, les galets et les graviers sont dominants.

Faciès d'écoulement : alternance mouilles-radiers et ruissellements sur dalle.

Habitat : La majorité de la surface se présente sous forme de tuff crevassé.

Géologie : substrat calcaire

Qualité piscicole : quelques truites Fario.

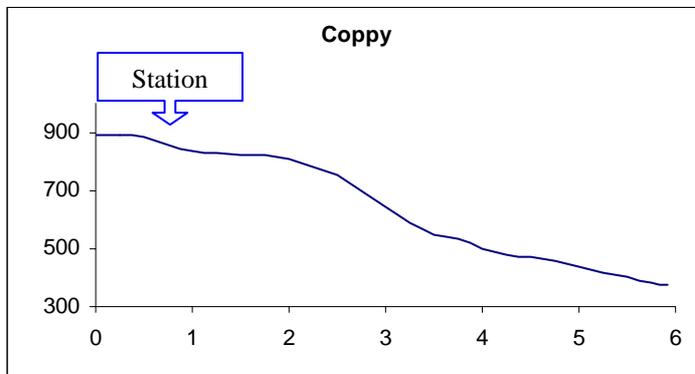


Figure 17 : Profil topographique de Copsy

Tableau 44 : Caractères morphodynamiques du ruisseau de Copsy

Cours d'eau	Copsy
Altitude de la source (m)	890
Altitude de l'a confluence (m)	373
Linéaire (km)	5,92
Pente (%)	8,7
Surface du Bassin (km ²)	6,2

Données historiques : Présence d'écrevisses pieds blancs jusqu'en 1999, disparition à la suite d'une sécheresse critique.

Données récentes : Absence d'astacidae.

Occupation du sol et obstacles :

Zone habitée	12,18%
Pâturage	50,11%
Autres céréales	0,84%
Friche	1,51%
Bois	31,24%
Zone de marais	4,12%
Nombre de ferme	4
Nombre d'abreuvoir	6

Tableau 45 : Occupation des sols du bassin versants du ruisseau de Copsy

Commentaire sur les valeurs : L'amont du ruisseau est représenté par une grande surface de marais potentiellement colonisables par des astacidae (observé dans un marais voisin). Par contre en partie médiane le cours d'eau bordé de pâturage est fréquemment piétiné par les troupeaux qui le traversent et viennent s'y abreuver.



Figure 18: Abreuvoir à bovin sur Copsy

La station :

Altitude : 845 m

Distance à la source : 0,85 Km

Surface : 24 m²

Longueur : 21,5 m

Niveau typo : B2+

Eclairement du cours d'eau : moyen



Figure 19: Ruisseau de Copsy

Physico-Chimie :

			Classe (Verneaux, Nisbet, 1970)	Commentaire
Date	08/09/03	19/07/04	/	/
Heure	14 h 30	19h45	/	/
T°C eau	13.1	16.0	/	/
T°C air	19	20.5	/	/
O2 mg/L	9.3	8.7	/	Bonne
O2 sat %	91	97%	1	Bonne
pH	8.3	9.12	7	Alcalinité forte
Conductivité (µS/cm)	X	370	6	Minéralisation forte
Dureté (Ca-Mg; mg/L)	X	158		Eaux dures
Dureté (Ca++; mg/l)	101	130	/	Cours d'eau calcaire
Dureté (Mg++; mg/l)	16.6	28	5	Roche séd. magnésienne calcique
Ammonium (N-NH4; m/l)	0.05	0.24	2	Pollution insidieuse sensible
Nitrate (N-NO3; mg/l)	0.6	5	4	Pollution sensible
Nitrite (N-NO2; mg/l)	< 0.01	0.10	3	Pollution sensible
Phosphate (PO4; mg/l)	0.05	0.12	6	Nettement polluée

Tableau 46: Analyse physico-chimique de l'eau de Copsy

Commentaire sur les valeurs : Il faut préciser que les résultats estivaux ne sont pas des teneurs continues mais ponctuelles. En effet il semble que ce cours d'eau ait subi un pic de pollution inexplicé.

Analyse de la faune Macrobenithique :

La liste complète des taxons observés, les cartographies et la situation des prélèvements se trouvent en Annexe 2.e.

Copsy date	20 placettes prospectées 19/07/2004
Abondance	3160
Variété générique	27
Variété Plécoptères	0
Variété Ephéméroptères	1
Variété Trichoptères	5
Variété Coléoptères	5
% (numérique) de GI >7	0,03
% (numérique) saprophile	82,31
IBGN	9
Taxon Indicateur	<i>Limnephilidae</i> (3)
Variété IBGN	22
Robustesse	8

CB2	11,4
lv	4,2
ln	7,26
m	13,7

Tableau 47 : Analyse de la macrofaune benthique du ruisseau de Copsy

			Plécoptère	Ephéméroptère	Trichoptère
Niveau typo théorique	2+	individu attendu	11	10	23
Niveau typo déduit du benthos	5+	individu observé	0	2	5
Nbr d'individu au dessus de leur aire répartition		0	0	0	0

Tableau 48 : Comparaison benthos prélevé et attendue sur le ruisseau de Copsy

. **Commentaire sur les indices :** Perturbations flagrante due à un problème de pollution.

. **Dysfonctionnements :** Seul sont présents des taxons peu sensibles ($GI < 3$) et en majorité à préférence saprobiale. Lacune extrêmement prononcée pour les trois ordres due à la disparition de la plupart des taxons.

. **Habitat :**

La cartographie a été réalisée en période d'étiage et correspond à la station IBGN. Les cartographies se trouvent en Annexe 3.e.

Habitat aquatique de Copsy					
SUBSTRAT	%	hauteur	%	vitesse	%
Dalle	29,09	1	34,1	1	49,8
Galets/graviers	28,16	2	55,8	2	43,9
Galets soudés	14,44	3	9,9	3	5,9
Galets	7,08	4		4	0,4
branches	5,89				
sable	5,05				
Graviers	3,47				
Sous-berges	2,98				
Eléments fins	2,59				
Chevelus racinaires	1,00				
Litières	0,26				

Tableau 49 : Mosaiques d'habitats du ruisseau de Copsy

Var Substrat	11
Var Hauteur	3
Var Vitesse	4
Var pôle	55

Tableau 50 : Variété d'habitats de Copsy

Diversité	1,59
Diversité optimale	2,03
Régularité	0,7844
Attractivité générale	22,51
Attractivité astacicole	35,96
IAM	2971,4
IAM réf	2700
ISCA	4746,9

Tableau 51 : Indices e diversité et d'attractivité du ruisseau de Copsy

. **Commentaire :**

Le cours d'eau de Copsy peut être divisé en trois grands tronçons.

Le premier où se situe la station d'étude est à faible pente. Il se trouve sur le plateau de Gavot, où le ruisseau serpente dans les prairies. Le second totalement forestier a une pente beaucoup plus prononcée. Et le troisième enfin qui traverse une zone urbaine, voit sa pente fortement diminuer avant de se jeter dans le lac Léman.

L'étude de bassin versant a dû être limitée aux deux premiers tronçons et une partie de troisième, le reste étant occupés par des propriétés privées et villas dont nous n'avons pas eu l'accès. Mais cette zone très aval n'ayant que peu d'intérêt pour les écrevisses, cela ne porte pas préjudice à nos résultats. Lors des prospections il n'a pas été mis en évidence de problème majeur sur ce cours d'eau. Aucun rejet n'a été observé et très peu de cultures sont présentes sur ce bassin très vaste. Par contre de nombreux abreuvoirs sont à noter en aval du tronçon 1 (Annexe 1.c et Figure 18), le cours d'eau y est souvent piétiné et le lit surdimensionné.

La partie la plus amont du cours d'eau est constituée d'un très grand marais de plusieurs hectares très intéressant pour la réintroduction. Il pourrait être colonisé par les écrevisses, ce qui est le cas pour un ruisseau voisin. Elles y trouveraient un milieu humide, stable, et protégé.

La deuxième campagne d'analyse physico-chimique a mis en évidence une perturbation sévère qui n'était pas présente lors de l'analyse précédente. La macrofaune benthique prélevée le même jour est venue corroborer ces analyses, et a mis en avant la proximité temporelle des événements. En effet si les résultats IBGN sont médiocres pour ce type de cours d'eau (9/20) avec un taxon indicateur de groupe 3 (*Limnephilidae*), il a pourtant été trouvé de nombreux individus morts en cours de décomposition (carapace de Coléoptère, *pronotum* de Trichoptères, fourreaux vides, etc...). Après une enquête approfondie des individus beaucoup plus sensibles et en quantité significative (*Epeorus*, *Ecdyonurus*, *Odontocerum*) ont été observés plus en amont de la station. Si l'origine de la perturbation n'a pas été découverte il a pu être situé avec certitude entre le marais et la station sur un tronçon estimé de deux cent mètres. Une pollution diffuse étant peu probable sur un linéaire si faible, et sans source majeure de perturbation, tout porte à croire que l'origine de cette pollution est ponctuelle (rinçage de cuve, acte de malveillance, etc...)

L'étude de l'habitat donne des résultats tout à fait convenables en particulier pour l'écrevisse (ISCA = 4750). Ce cours d'eau présente donc au niveau de la station, un milieu très favorable aux écrevisses, mais l'épisode passager de pollution observé, exclut malheureusement toute possibilité de réintroduction sur ce cours d'eau.

De plus si l'espèce était encore présente il y a une dizaine d'années, sa disparition fut apparemment causée par un assèchement du cours d'eau, qui pourrait se reproduire.

Pour toutes ces raisons, il semble donc risqué de réintroduire *Austropotamobius pallipes* sur ce cours d'eau.

Cours d'eau	Copsy				Bilan
Présence historique de pieds blancs	oui				Site non retenu
Présence actuelle de pieds blancs	non				
Paramètres	-	=	+	++	
Proximité d'espèces invasives		X			
Occupation des sols		X			
Qualité de l'eau (PH-CH)	X*		X		
Qualité biologique (macrobenthos)	X*				
Qualité de l'habitat (IAM et ISCA)			X		

Tableau 52 : Bilan de l'analyse du ruisseau de Copsy

2.2. Estimation des stocks existants

Durant la saison 2004 nous avons pu estimer les stocks de 11 populations. Il était initialement prévu d'effectuer le quantitatif de 15 cours d'eau mais une population s'est avérée disparue et trois autres ont dûes être ajournées en raison de la forte turbidité de l'eau dues à des glissements de terrains ou à des travaux .

Les résultats des estimations sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Cours d'eau	Nombre d'individus estimés (ind.ha-1)	Biomasse (kg.ha-1)	sex ratio (mâle/felle)	Classe	Linéaire colonisé (km)	Etat de la population
Chamaloup	12833 (+/- 39,9%)	132,8 (+/- 11,8%)	1,3/1	3	1,3	fonctionnelle
Grange Bouillet	625 (+/- 54,7%)	13,7 (+/- 12,7%)	0,15/1	1	0,1	déclin
Bougy	24220 (+/- 22,5%)	215 (+/- 6%)	1,6/1	4	0,5	fonctionnelle
Chenets	11925 (+/- 49,3%)	85,5 (+/- 14,7%)	0,5/1	3	0,92	fonctionnelle
Côte merle	208 667 (+/- 13%)	1133 (+/- 7,7%)	0,8/1	5	0,260 + marais (1ha)	excellant
Tenalles	36529 (+/- 11%)	191 (+/- 3%)	1,15/1	5	0,58	fonctionnelle
Biolley	55583 (+/- 28,6%)	459 (+/- 10,3%)	1,3/1	5	0,09	déclin
Lenard	28500 (+/- 23,9%)	232,9 (+/- 4,5%)	0,8/1	5	2,4	excellente
« Frasses »	9485 (+/- 16%)	123 (+/- 4%)	2,2/1	3	0,4 à 0,8	fonctionnelle
Vergone amont	8571 (+/- 27,6%)	121,7 (+/- 5,3%)	1,85/1	3	1,1	fonctionnelle mais Théoaniose
Vergone aval	29304 (+/- 39,3%)	332,9 (+/- 8,8%)	2,1/1	3	2	fonctionnelle mais Théoaniose

Tableau 53: Résultats du quantitatif des populations en place

Bilan :

- **5 populations** fonctionnelles ont une abondance numérique de classe 4 et 5 sur un linéaire important : « Bougy, le marais de Côte Merle, les Tenalles, et le Lénard, Vergone aval»
- **1 population est anormalement en classe 5** donc en déclin : « Le Biolley » en effet un telle densité réduite sur une linéaire seulement de 90 mètres semble inquiétante. cette population pourrait s'être réfugiée sur cet affluent du Biolley en raison d'épisodes de sécheresses.
- **4 populations fonctionnelles en classe 3** dont deux où la Théoaniose est présente : « Vergone amont» et le ruisseau des Frasses, découvert lors de l'étude. La dernière, exempte de maladie étant le ruisseau des Chenets.
- **1 population en classe 1** certainement en voie d'extinction : « Grange Bouillet »
- **Et 1 population disparues** « le Fornant » (disparition non expliquée d'une population pourtant excellente).

Les populations de Côte Merle, du Lénard et de la Vergone aval semblent donc pouvoir supporter un prélèvement important, sans leur porter préjudice. La population de la Vergone comptant des individus porteurs de la Théoaniose ne seras pas retenue, pour ne pas prendre le risque d'introduire des porteurs. L'épidémie pourrait se propager dans la population, ou contaminer d'autres populations voisines.

Chap III. Discussion

3.1. Choix des sites de réintroduction

De nos cinq cours d'eaux présélectionnés :

Le creux de Nantisse propose un habitat propice à l'écrevisse pieds blancs et ne présente aucun risque majeur au niveau de son bassin versant. Par contre des traces d'éléments phosphatés et azotés dus à une pollution diffuse sont observées dans l'eau et ont un léger impact au niveau de la macrofaune benthique.

Le creux de Berluz lui semble avoir un habitat extrêmement favorable à l'écrevisse pieds blancs, quoique très légèrement colmaté. Très diversifié et attractif, ce cours d'eau semble idéal d'un point de vue physique. Seulement là aussi, des traces d'éléments azotés et phosphatés dus à une pollution diffuse sont observées. Et l'impact sur la macrofaune benthique est d'autant plus flagrant.

Le nant des Frasses, quand à lui présente une situation paradoxale. En effet si l'habitat semble correct, de très fortes teneurs en polluants azotés et phosphatés sont observées. Il est probable que la nappe phréatique soit contaminée. Pourtant une population d'écrevisse pieds blancs y est présente. Mais elle est cantonnée sur le bras principal, l'affluent supportant un rejet d'eaux usées importants. L'analyse de la macrofaune benthique semble correcte et ne reflète pas les fortes teneurs observées.

Le ruisseau de Lagnat semble très perturbé. Tous les paramètres étudiés semblent être contraignant pour une population d'écrevisse. L'habitat est moyen mais surtout instable. La qualité de l'eau est moyenne, en raison de pollutions diffuses et de nombreuses perturbations au niveau des sources, et il est possible que des toxiques soient présents dans les sédiments. L'analyse de la macrofaune benthique met en avant ces deux problèmes (qualité d'eau et qualité de l'habitat), au travers de la faible diversité rencontrée et l'absence des taxons sensibles.

Le ruisseau de Copsy, enfin, s'il semble avoir un habitat favorable, a subi une forte pollution ponctuelle inexplicée. Il est donc difficile d'envisager une réintroduction sur ce dernier, qui de plus a tendance à s'assécher régulièrement sur une partie de son linéaire en période estivale.

Aucun des cours d'eau étudiés n'est donc totalement exempt de perturbations anthropiques. Cependant, celles rencontrées sur Nantisse et Berluz ne semblent pas être incompatible avec l'écrevisse pieds blancs.

Nous retiendrons donc ces deux cours d'eau comme sites potentiels de réintroduction de l'écrevisse pieds blancs, avec un bémol sur Berluz. Une information et une surveillance de l'entreprise de débardage en activité sur le site étant indispensable.

3.2. Choix des populations sources donneuses.

3.2.1 Analyse statistique multifactorielle

Creux de Nantisse : (cf.Figure 20)

Il a été fait le choix de ne représenté que le cercle de corrélation issue des axes 1 et 2 qui apportent à eux seul 60% de l'information.

Le ruisseau de Nantisse confronté statistiquement à la matrice issue de 31 sites à écrevisses de Haute-Savoie, semble être particulièrement corrélé avec les cours d'eau du Lénard, de la Vergone aval, des Tenalles et de Bougy amont.

Anticorrélé vis-à-vis des paramètres physico-chimique, c'est sur la qualité biologique (IBGN, In, Iv, et CB2) que ces quatre cours d'eau semblent s'aligner.

Seul le ruisseau du Lénard ayant une population remplissant les conditions nécessaire détaillées précédemment, c'est lui qui nous servira de population source pour le creux de Nantisse.

Creux de Berluz : (cf.Figure 21)

Ici aussi les axes 1 et 2 portant 60% de l'information à eux deux, nous n'avons pas poussé l'analyse par combinaison du troisième axes avec le premier et le second.

Le ruisseau de Berluz, semble corrélé sur la représentation graphique, au ruisseau du Lénard, des Tenalles et de la Vergone aval. Ici encore anticorrélé avec les paramètres chimiques, ces cours d'eau s'alignent sur leurs paramètres biologiques.

Et encore ici, c'est la population du Lénard qui semble la mieux adaptés à une réintroduction sur le creux de Berluz.

3.2.2. Choix des populations sources

Seule deux des populations étudiées répondent aux critères exigés pour être prélevées. Seront donc retenues comme populations sources donneuses le ruisseau du marais de Côte Merle ou la densité est extrêmement importante, et le ruisseau du Lénard.

Les individus de la première population habitués à un milieu très lentique voir stagnant, l'adaptation sur des milieux dynamiques comme Nantisse et Berluz serait difficile.

Les ACP semblent confirmées ce choix, puisque les ruisseau de Berluz et de Nantisses sont anticorrélés avec celui de Côte Merle vis-à-vis de la nature de la macrofaune adaptée à ces milieux respectifs. Ce dernier cours d'eau issue d'un marais, est particulièrement atypique. Les écrevisses qui y vivent sont loin d'être habituées aux conditions de vie présentes sur nos deux cours d'eau de réintroduction.

Nous choisissons donc que la population d'écrevisses du Lénard seras source donneuse à la fois de Nantisse et Berluz. Ceci qui est tout à fait possible. Cette population ayant une densité estimée de 28500 ind.km⁻² (classe 5) sur un linéaire de 2.4 Km pour une largeur moyenne de 2 mètres, on peut estimer le stock total à environ 13680 individus (+/- 23,9%).

Cette population semble assez stable pour que l'on y effectue un prélèvement de 5 à 10% de la population, ce qui ne la feras pas baisser de plus d'une classe d'abondance numérique.



Figure 20 : ACP comparative du creux de Nantisse à 31 site à écrevisses Haut-Savoie.

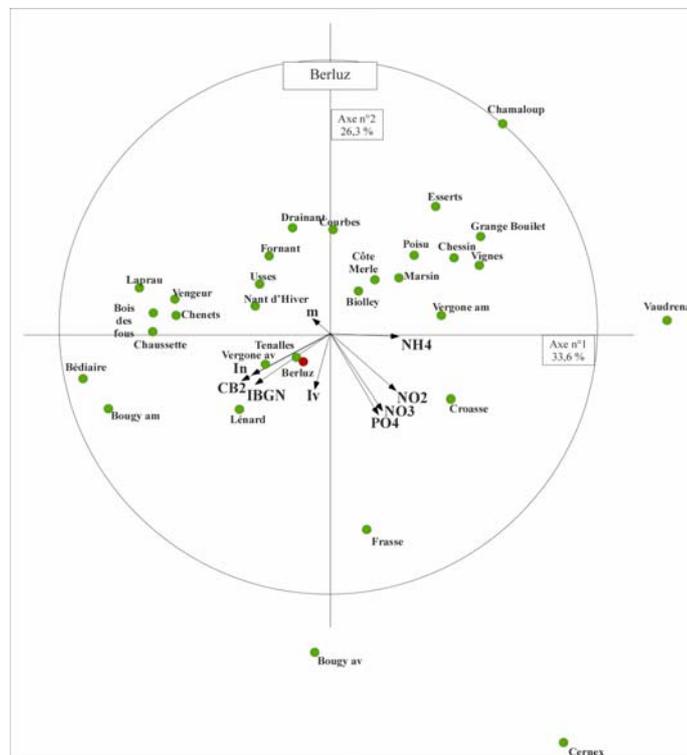


Figure 21 : ACP comparative du creux de Berluz à 31 site à écrevisses Haut-Savoie.

3.3 Proposition d'un protocole de réintroduction

La réintroduction devra se faire selon un protocole établi d'avance afin de parer à tous problèmes éventuels, et pouvoir le réitérer, voir le modifier pour d'autres réintroductions en cas d'échec.

Les étapes principales en sont les suivantes:

- Le prélèvement se fera donc de nuit par capture manuelle directe.
- Les individus prélevés et réintroduits seront soit des femelles grainées, soit des juvéniles. (ce paramètre n'est pas encore défini).
- Le transport se fera dans des cagettes PVC humidifiées avec de la mousse pour protéger les individus. A une température comprise entre 8 et 12°C et en séparant les mâles des femelles et par classe de taille pour éviter les blessures entre individus (Conserving Natura 2000).
- La quantité d'individu prélevés et réintroduit seras déterminée à l'avance, de manière à atteindre sur le site une abondance de classe 3 médiane (10000 ind/km²) sur une superficie de 500 m². (Soit 500 individus).
- La première année sera certainement effectué une première introduction de 100 individus. Un suivit à cours termes de ces individus seras effectué afin de s'assurer de leur survie sur le site.
- Si la population ne semble pas rencontrée de problèmes, l'année suivante 400 autres individus seront introduits.

3.4. Mise en place d'un suivi à long termes.

Dans l'année qui suit la réintroduction il est indispensable de faire un suivi de l'évolution de la population. Des observations seront faites régulièrement afin d'étudier l'évolution du linéaire colonisé par la population, leur état sanitaire, leur croissance et le succès reproducteur.

Dès la troisième année seront effectuées de nouvelles pêches quantitatives pour estimer les stocks en place, et en déduire l'évolution de la densité numérique et pondérale de la population.

Conclusion

A partir de quinze cours d'eau présélectionnés pour leurs caractères potentiels, dix ont été écartés du plan de réintroduction à la suite de la campagne physico-chimique printanière. Ceci en raison d'une qualité d'eau insatisfaisante ou douteuse.

Après analyse des cinq cours d'eau retenus, seuls deux semblent pouvoir correspondre à nos attentes.

Le ruisseau des Frasses étant déjà colonisé par une population d'écrevisse pieds blancs, est exclu du plan de réintroduction. Ce cours d'eau n'aurait de toute façon certainement pas été retenu en raison des problèmes flagrants de qualité d'eau. Certainement engendrés par une contamination de la nappe, des problèmes évidents d'assainissements, infligent à ce ruisseau des perturbations chimiques totalement incompatibles avec une population d'écrevisse pieds blancs pourtant présente, et donc en danger. Nous ne pouvons qu'espérer que la construction de la STEP prévue sous peu, résolve ce problème.

Le ruisseau de Lagnat, semble lui trop perturbé pour accueillir une espèce si exigeante en qualité et stabilité du milieu. En effet, à une qualité d'eau qualifiée de très critiquable, s'ajoute une instabilité évidente de l'habitat. L'analyse de la macrofaune benthique, a permis de mettre en évidence, les conséquences de ces perturbations, en raison de fortes lacunes génériques, comme taxonomique.

Le ruisseau de Copsy, quand à lui, semblait pourtant correspondre aux attentes mais les événements critiques survenue cet été l'exclu au moins temporairement du plan de réintroduction. Une pollution ponctuelle lourde de conséquences, comme celle observée, pourrait se répéter. Il est donc trop risqué de réintroduire une espèce si fragile, comme *Austropotamobius pallipes* sans avoir déterminé l'origine de cette pollution et y avoir remédié.

De plus, les épisodes d'assèchements partiels du cours d'eau étant à l'origine de la disparition de l'espèce sur le site, les risques à prendre sont beaucoup trop importants.

Sur nos deux cours d'eau retenus, le creux de Nantisse et le creux de Berluz, l'habitat particulièrement attractif semble très favorable à l'espèce. Toutefois la macrofaune benthique et les analyses physico-chimiques, semblent mettre en avant de légers problèmes de qualité d'eau.

Si la réintroduction se fait, il faudrait donc préalablement, éclaircir l'origine des ces perturbations qui si elle ne sont pas catastrophiques pourrait si elles s'aggravent le devenir et remettre en cause la réussite du projet.

Il sera aussi nécessaire de mettre en garde et surveiller l'entreprise de débardage qui sévit dans la forêt du ruisseau de Berluz. Le passages des engins dans le lit et le déboisement, pourrait être un frein à la colonisation, et provoquer un colmatage conséquent déjà localement visible, sur ce cours d'eau à faible débit.

Il a été choisit de prélever les individus destinés à être transféré, sur le ruisseau du Lénard. Cette population stable, colonise un linéaire important avec d'excellentes densités, permettant ainsi de ne pas fragiliser la population par un prélèvement modéré.

De plus, elle est exempte de pathogènes et l'analyse statistique multifactorielle, semble révéler une certaine corrélation entre la qualité biologique de ce cours d'eau et celles des creux de Nantisse et Berluz.

Si le choix des cours d'eau de réintroduction (Nantisse et Berluz) et celui de la population source donneuse (Lénard) est bien déterminé, il reste encore à établir plus clairement le protocole de réintroduction. Notamment le stade et la structure de population des individus introduits (femelles grainées, juvéniles, géniteurs, population complète et fonctionnelle)..

Il n'existe que très peu de cas similaires et de données de références sur type de démarche relativement novatrice. Il a donc été tenté de proposer un protocole à la fin de ce mémoire, mais sa faisabilité doit encore être testée.

Enfin, il semble indispensable dore et déjà de prévoir un suivi de l'évolution des deux populations réintroduites afin évaluer l'efficacité de la démarche et de préciser si des modifications sont à y faire.

Bibliographie

ARRIGNON.J, 1996. La pisciculture française d'eau vive et d'étang saumâtre et marine, 123, 34p.

AUBERT J.,1959. Insecta Helvetica.N°1. Plecoptera.

AFNOR, Norme française,1992. Détermination de l'indice biotique global normalisé,9P.

CSP DR 5/ Téléos, 1998, Méthode standard d'analyse de la qualité de l'habitat aquatique à l'échelle de la station.

Conserving Natura 2000, Reintroducing the White-Clawed Crayfish "*Austropotamobius pallipes*". Conservation Techniques Series. N°1. LIFE

Téléos, 2000, DECOURCIERE H., ET DEGIORGI F. Note technique interne. Protocole d'analyse semi-quantitative des communautés benthiques. MAG 20

DEGIORGI F., MORILLAS N., RAYMOND J.C., 1995, Protocole préliminaire des cartographies d'habitats en rivière selon la logique des pôles d'attraction, Rapport CSP DR5, 8p.

HUCHET P., PELLETAN.D et CAUDRON A., 2003. Connaissance sur la répartition de l'écrevisse à pattes blanches. Nature et Patrimoine en Pays de Savoie.25-29,4p.

MALAVOI J.R., 1989. Typologie des faciès d'écoulement ou unités morphodynamiques des cours d'eau à haute énergie. Bull.Fr.Pêche.Piscic. n°315 : 189-210, 21p.

NISBET M. et VERNEAUX.J.,1970. « Composante chimiques des eaux courantes »Annales de Limnologie, t.6, fasc.2,161-190, 29p.

PELLETAN D., 2002. Atlas de répartition des populations d'écrevisses autochtones sur les Bassins du Fier, du Cheran et des Ussets en Haute-Savoie. FDPPMA de Haute-Savoie. Université de Tours, MST IMACOF,2002.65p

PELLETAN D., et CAUDRON A., 2003. Répartition des populations d'écrevisses autochtones sur les bassins versants du Fier, du Chéran, et des Ussets en Haute-Savoie (France). Bulletin n°74, L'astaciculteur de France.

POTHIN F.,1985. BFPP n°299. Gestion des ressources aquatiques.Clefs de détermination des Trichoptères.

RICHOUX P., 1982.Introduction pratique a la systématique des organismes des eaux continentales françaises. N°2. Coléoptères aquatiques (genre : adultes et larves)

STUDEMAN D., LADOLT P., SARTORI M., HEFTI D., TOMKA I., 1992. Ephemeroptera .Insecta Helvetica

TACHET H., RICHOUX P. , BOURNAUD M. , USSEGLIO-POLATERA (P.), 2003. Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie, écologie.587p

VERNEAUX J., 1977 Biotypologie de l'écosystème « eaux courantes ». Déterminisme approché de la structure biotypologique .C.R.Acad.Sc.Paris,t.284.

VERNEAUX J., 1982. Calcul de l'indice de capacité biogénique secondaire (Cb2).

WALLACE I.D., WALLACE B., PHILIPSON ., 1990. A Key to the Case-Bearing Caddis Larve of Britain and Ireland.. Freshwater biological association.