



Fédération Départementale pour la Pêche
et la Protection du Milieu Aquatique
« Le Villaret »
2092, route des Diacquenods
74370 SAINT-MARTIN BELLEVUE
Tel 0450468755
www.pechehautesavoie.com



**Plan de conservation des populations d'écrevisses à
pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*) du bassin
versant des Usses (Haute-Savoie)
- *Diagnostic et propositions de gestion* -**

Référence à citer : HUCHET P., 2007. Plan de conservation des populations d'écrevisses à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*) du bassin versant des Usses (74) – Diagnostic et propositions de gestion – Fédération de Haute-Savoie pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, 102 p. + annexes

Sommaire

INTRODUCTION	1
---------------------	---

Partie 1 : Contexte général et objectifs de l'étude

I) <u>Contexte de l'étude</u>	2
I.1) <u>Présentation du secteur d'étude</u>	2
I.2) <u>Connaissances astacicoles sur le secteur d'étude</u>	2
II) <u>Objectifs de l'étude</u>	3

Partie 2 : Matériel et méthode

I) <u>Investigations menées à l'échelle du bassin versant</u>	5
I.1) <u>Estimation du linéaire colonisé</u>	5
I.2) <u>Enquête de bassin versant</u>	5
II) <u>Investigations menées à l'échelle de la station</u>	5
II.1) <u>Analyse de la qualité physico-chimique de l'eau</u>	5
II.2) <u>Recherche de toxiques dans les sédiments</u>	6
II.3) <u>Métabolisme thermique et typologie</u>	6
II.4) <u>Caractérisation de l'habitat aquatique</u>	7
II.5) <u>Etude du compartiment macrobenthique</u>	10
II.6) <u>Etude quantitative des populations d'écrevisses</u>	11

Partie 3 : Situation de la population d'écrevisses du ruisseau de Vengeur

I) CONTEXTE ET CONTENU DE L'ÉTUDE	12
I.1) <u>Présentation du secteur d'étude</u>	12
I.2) <u>Positionnement des stations d'étude</u>	12
I.3) <u>Bilan des investigations menées sur les stations</u>	13
II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES	13
II.1) <u>Historique des connaissances astacicoles sur le ruisseau de Vengeur</u>	13
II.2) <u>Etude quantitative de la population d'écrevisses</u>	14
II.3) <u>Etude du macrobenthos</u>	15
II.3.1) <u>Station 1</u>	15
II.3.2) <u>Station 2</u>	16

III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION	17
III.1) Caractérisation de l'habitat aquatique	17
III.2) <u>Métabolisme thermique et typologie</u>	18
III.3) <u>Qualité phisyc-chimique des eaux du ruisseau de Vengeur</u>	18
III.4) <u>Qualité du compartiment sédimentaire du ruisseau de Vengeur</u>	19
III.5) <u>Occupation du sol</u>	19
IV. BILAN ET PROPOSITIONS DE GESTION	22

Partie 4 : Situation de la population d'écrevisses du ruisseau de Marsin

I) CONTEXTE ET CONTENU DE L'ÉTUDE	23
I.1) <u>Présentation du secteur d'étude</u>	23
I.2) <u>Positionnement des stations d'étude</u>	23
I.3) <u>Bilan des investigations menées sur les stations</u>	24
II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES	24
II.1) <u>Historique des connaissances astacicoles sur le ruisseau</u>	24
II.2) <u>Etude quantitative de la population d'écrevisses</u>	25
II.3) <u>Etude du macrobenthos</u>	26
III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION	27
III.1) <u>Caractérisation de l'habitat aquatique</u>	27
III.2) <u>Métabolisme thermique et typologie</u>	28
III.3) <u>Qualité phisyc-chimique des eaux du ruisseau de Marsin</u>	28
III.4) <u>Qualité du compartiment sédimentaire du ruisseau de Marsin</u>	29
III.5) <u>Occupation du sol</u>	30
IV. BILAN ET PROPOSITIONS DE GESTION	34

Partie 5 : Situation de la population d'écrevisses du ruisseau de la Ravoire

I) CONTEXTE ET CONTENU DE L'ÉTUDE	35
I.1) <u>Présentation du secteur d'étude</u>	35
I.2) <u>Positionnement des stations d'étude</u>	36
I.3) <u>Bilan des investigations menées sur les stations</u>	37
<i>I.3.1) <u>Ruisseau de la Ravoire</u></i>	37
<i>I.3.1) <u>Ruisseau de Bougy</u></i>	37
II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES	37

II.1) <u>Historique des connaissances astacicoles sur le bassin de la Ravoire</u>	37
II.2) <u>Etude quantitative de la population d'écrevisses</u>	38
<i>II.2.1) <u>Ruisseau de la Ravoire</u></i>	38
<i>II.2.2) <u>Ruisseau de Bougy</u></i>	39
II.3) <u>Etude du macrobenthos</u>	40
<i>II.3.1) <u>Ruisseau de la Ravoire</u></i>	40
<i>II.3.2) <u>Ruisseau de Bougy</u></i>	41
III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION	43
III.1) <u>Métabolisme thermique et typologie</u>	43
<i>III.1.1) <u>Ruisseau de la Ravoire</u></i>	43
<i>III.1.1) <u>Ruisseau de Bougy</u></i>	44
III.2) <u>Qualité physyco-chimique des cours d'eau du bassin de la Ravoire</u>	44
III.4) <u>Qualité des sédiments des cours d'eau du bassin de la Ravoire</u>	46
III.5) <u>Occupation du sol</u>	48
IV. PROPOSITIONS DE GESTION	55

Partie 6 : Situation de la population d'écrevisses du Chamaloup
--

I) CONTEXTE ET CONTENU DE L'ÉTUDE	56
I.1) <u>Présentation du secteur d'étude</u>	56
I.2) <u>Positionnement des stations d'étude</u>	57
I.3) <u>Bilan des investigations menées sur les stations</u>	57
II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES	58
II.1) <u>Historique des connaissances astacicoles</u>	58
II.2) <u>Etude quantitative de la population d'écrevisses :</u>	59
<i>II.2.1) <u>le Chamaloup</u></i>	59
<i>II.2.2) <u>le ruisseau de Grange Bouillet</u></i>	60
II.3) <u>Etude du macrobenthos</u>	61
<i>II.3.1) <u>Le Chamaloup</u></i>	61
<i>II.3.2) <u>Le ruisseau de Grange Bouillet</u></i>	62
III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION	62
III.1) <u>Caractérisation de l'habitat aquatique</u>	62
III.2) <u>Métabolisme thermique et typologie</u>	63
III.3) <u>Qualité physyco-chimique des eaux sur le bassin du Chamaloup</u>	64

III.4) <u>Qualité du compartiment sédimentaire sur le bassin du Chamaloup</u>	66
III.5) <u>Occupation du sol</u>	67
IV. PROPOSITIONS DE GESTION	70

Partie 7 : Situation de la population d'écrevisses du ruisseau des Chenets

I) CONTEXTE ET CONTENU DE L'ÉTUDE	71
I.1) <u>Présentation du secteur d'étude</u>	71
I.2) <u>Positionnement des stations d'étude</u>	71
I.3) <u>Bilan des investigations menées sur les stations</u>	72
II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES	72
II.1) <u>Historique des connaissances astacicoles</u>	72
II.2) <u>Etude quantitative de la population d'écrevisses</u>	73
II.3) <u>Etude du macrobenthos</u>	74
III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION	75
III.1) <u>Métabolisme thermique et typologie</u>	75
III.2) <u>Qualité physyco-chimique des eaux du ruisseau des Chenets</u>	75
III.5) <u>Occupation du sol</u>	76
IV. PROPOSITIONS DE GESTION	78

Partie 8 : Situation de la population d'écrevisses du ruisseau de Cernex

I) CONTEXTE ET CONTENU DE L'ÉTUDE	79
I.1) <u>Présentation du secteur d'étude</u>	79
I.2) <u>Positionnement des stations d'étude</u>	79
I.3) <u>Bilan des investigations menées sur les stations</u>	80
II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES	80
II.1) <u>Historique des connaissances astacicoles sur le ruisseau de Cernex</u>	80
II.2) <u>Etude quantitative de la population d'écrevisses</u>	81
II.3) <u>Etude du macrobenthos</u>	82
III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS	83
III.1) <u>Caractérisation de l'habitat aquatique</u>	83
III.2) <u>Métabolisme thermique et typologie</u>	84
III.3) <u>Qualité physyco-chimique des eaux du ruisseau de Cernex</u>	84
III.4) <u>Qualité du compartiment sédimentaire du ruisseau de Cernex</u>	85

III.5) <u>Occupation du sol</u>	86
IV. PROPOSITIONS DE GESTION	88

Partie 9 : Situation de la population d'écrevisses du ruisseau de Croasse
--

I) CONTEXTE ET CONTENU DE L'ÉTUDE	89
I.1) <u>Présentation du secteur d'étude</u>	89
I.2) <u>Positionnement des stations d'étude</u>	89
I.3) <u>Bilan des investigations menées sur les stations :</u>	90
II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES	90
II.1) <u>Historique des connaissances astacicoles sur le ruisseau de Croasse</u>	90
II.2) <u>Etude quantitative de la population d'écrevisses</u>	91
II.3) <u>Etude du macrobenthos</u>	92
III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION	92
III.1 <u>Métabolisme thermique et typologie</u>	92
III.3) <u>Qualité physyco-chimique des eaux du ruisseau de Croasse</u>	93
III.4) <u>Qualité du compartiment sédimentaire du ruisseau de Croasse</u>	93
IV. PROPOSITIONS DE GESTION	95

Partie 10 : Bilan de la situation sur le bassin des Usses
--

BIBLIOGRAPHIE	98
----------------------	----

INTRODUCTION

L'écrevisse à pieds blancs, *Austropotamobius pallipes* (LEREBOULET, 1858), espèce autochtone en France, colonisait jadis bon nombre des cours d'eau du territoire. Du fait de la pression anthropique croissante s'exerçant sur les systèmes aquatiques, elle a vu son aire de répartition fortement régresser depuis les années 50. On ne compte plus aujourd'hui que des populations isolées, cantonnées à de petits systèmes apicaux.

La réalisation d'un atlas de répartition des populations d'écrevisses autochtones en Haute-Savoie (HUCHET, 2004) a mis en évidence que le département ne faisait pas exception à ce constat. En effet, en 2004, seules 35 populations d'écrevisses à pieds blancs ne colonisant que 0,7% du réseau hydrographique étaient dénombrées sur le territoire haut-savoyard, et un taux d'extinction global de 60% des populations connues était mis en évidence. De plus, la situation de ces populations se révélait précaire dans la plupart des cas.

Aussi, suite à ce constat la Fédération de Haute-Savoie pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique a-t-elle décidée de mettre en place un plan de conservation départemental de l'espèce. Ce plan a consisté en la réalisation d'un suivi pluriannuel des populations d'écrevisses et des milieux les hébergeant, afin d'isoler au cas par cas les causes de perturbations responsables de la régressions de l'espèce, et d'y apporter des solutions par le biais de propositions de gestions étayées.

Le présent rapport expose les résultats des investigations menées sur les sites à écrevisses pallipèdes du bassin versant des Usses dans le cadre du plan de conservation. Après une brève présentation du contexte général et de la méthodologie mise en oeuvre, l'étude de chaque population et du milieu l'hébergeant y est développée au cas par cas. Pour chaque population, des propositions de gestions découlant des conclusions issues de l'étude sont faites. Un bilan global à l'échelle du bassin des Usses est exposé sous forme d'un tableau synthétique en fin de rapport.

Partie 1 : Contexte général et objectifs de l'étude

I) Contexte de l'étude :

I.1) Présentation du secteur d'étude :

La rivière des Ussets prend sa source vers 950m d'altitude sur la commune d'Arbusigny, au niveau de la haute combe humide des Bornes, et conflue avec le Rhône à Seyssel (alt. 270m). Soumis à un climat de type océanique altéré à influence montagnarde, le bassin des Ussets présente un régime pluvial à légère influence nivale. L'étiage estival est particulièrement critique sur l'ensemble du réseau. La rivière des Ussets et ses nombreux affluents ont majoritairement modelé leur cours au sein de plateaux, collines et monts de moyenne montagne, par érosion des molasses sableuses et des moraines. C'est au niveau des points durs géologiques constitués par les calcaires de l'axe Salève-Mandallaz d'une part et du Vuache d'autre part, que l'on observe une morphologie locale en "gorges" plus ou moins profondes. Le réseau hydrographique des Ussets est très dense mais la plupart des affluents sont très courts (de l'ordre de quelques kilomètres de long) et présentent des caractéristiques torrentielles pour la plupart. Ils confluent directement avec les Ussets, tout au long de son parcours. (SDVP 74, 2007)



Figure A : Situation du Bassin versant des Ussets en Haute-Savoie

I.2) Connaissances astacicoles sur le secteur d'étude :

Les connaissances astacicoles sur le bassin versant des Ussets sont récapitulées dans la Figure B.

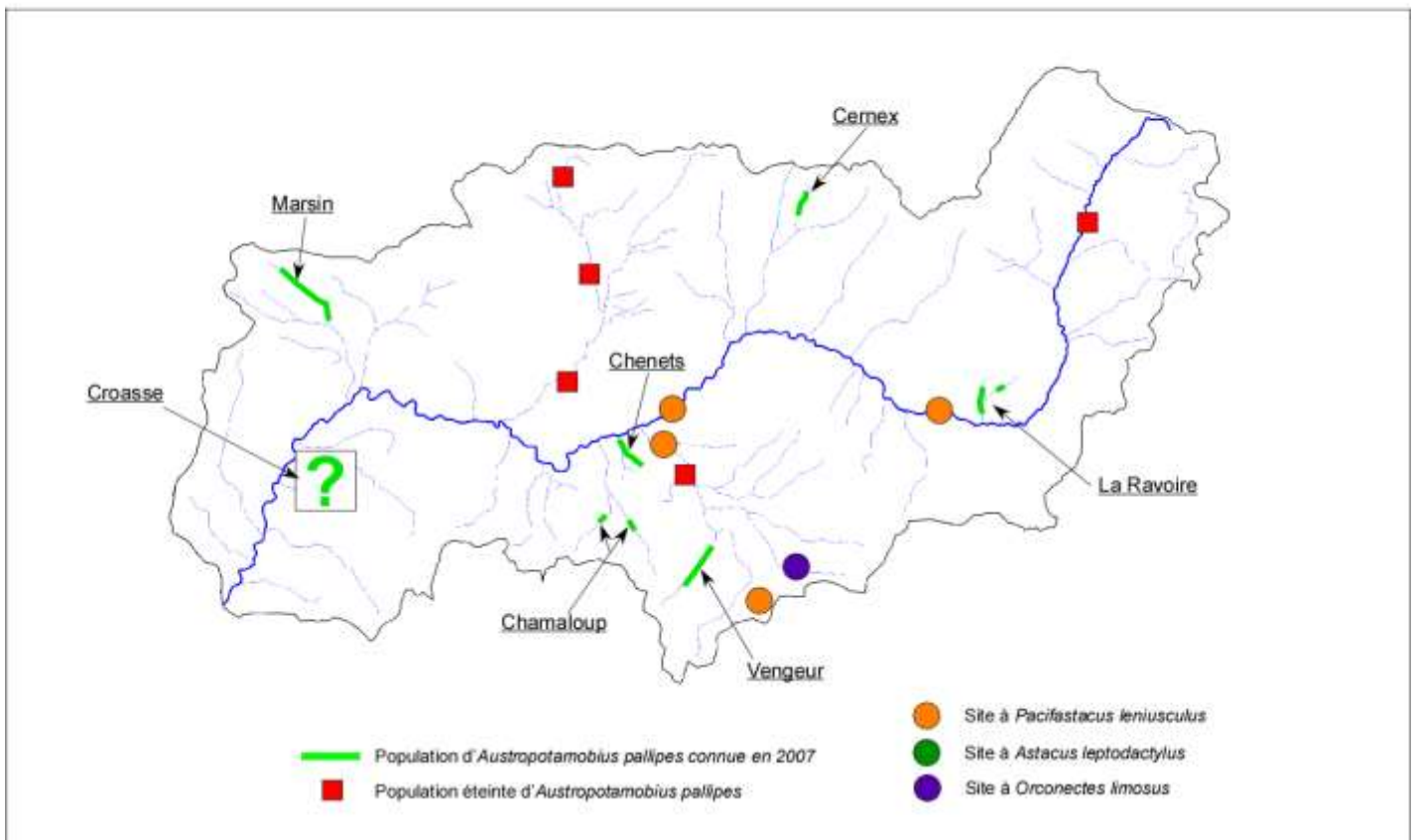
La réalisation de l'atlas de répartition des populations d'écrevisses autochtones en Haute-Savoie, effectuée entre 2002 (Pelletan, 2002) et 2004 (HUCHET, 2004), a permis de

dénombrer sur le Bassin versant des Usse 9 populations d'écrevisses à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*) réparties sur 11 cours d'eau différents.

Les investigations avaient également mis en évidence un taux d'extinction de 50% calculé sur les populations historiques, *id est* citées dans la littérature ou les archives de la Fédération et du CSP.

On notait en outre la présence de 4 populations d'écrevisses signal (*Pacifastacus leniusculus*) et d'une population d'écrevisses américaine (*Orconectes limosus*)).

En 2007, au terme des investigations supplémentaires et du suivi réalisés entre 2005 et 2007, on dénombre sur le bassin versant des Usse 7 populations d'écrevisses à pieds blancs réparties sur 9 cours d'eau différents, suite à la disparition de 2 des populations identifiées en 2004 (Usse, Fornant). Le taux d'extinction global est maintenant de 63 % tandis que le taux d'extinction observé au cours de l'étude est de 22 %.



II) Objectifs de l'étude :

La présente étude a pour but de déterminer l'état de santé de chacune des populations d'écrevisses à pieds blancs identifiées, d'identifier les éventuelles perturbations les affectant et d'en isoler les causes afin d'y remédier, dans le but de pérenniser l'espèce sur le bassin versant.

Pour ce faire est réalisée dans un premier temps une étude complète des cours d'eau colonisés. On obtient ainsi une photographie précise de la situation au temps T1, qui permet

de cerner une partie des dysfonctionnements affectant chacune des populations d'écrevisses. En outre, ce premier bilan constitue un état initial précieux dans le cadre du plan de conservation des populations d'écrevisses.

Cependant, si un instantané constitue une première base de travail pour la conservation des populations, seul un suivi longitudinal des différents compartiments étudiés peut conduire à l'obtention d'un diagnostic précis et robuste. En outre, les résultats de ces premières investigations peuvent conduire au positionnement de nouvelles stations d'étude afin de mieux cerner les causes des dysfonctionnements observés. Les étapes théoriques de cette démarche conservative sont illustrées dans la Figure C :

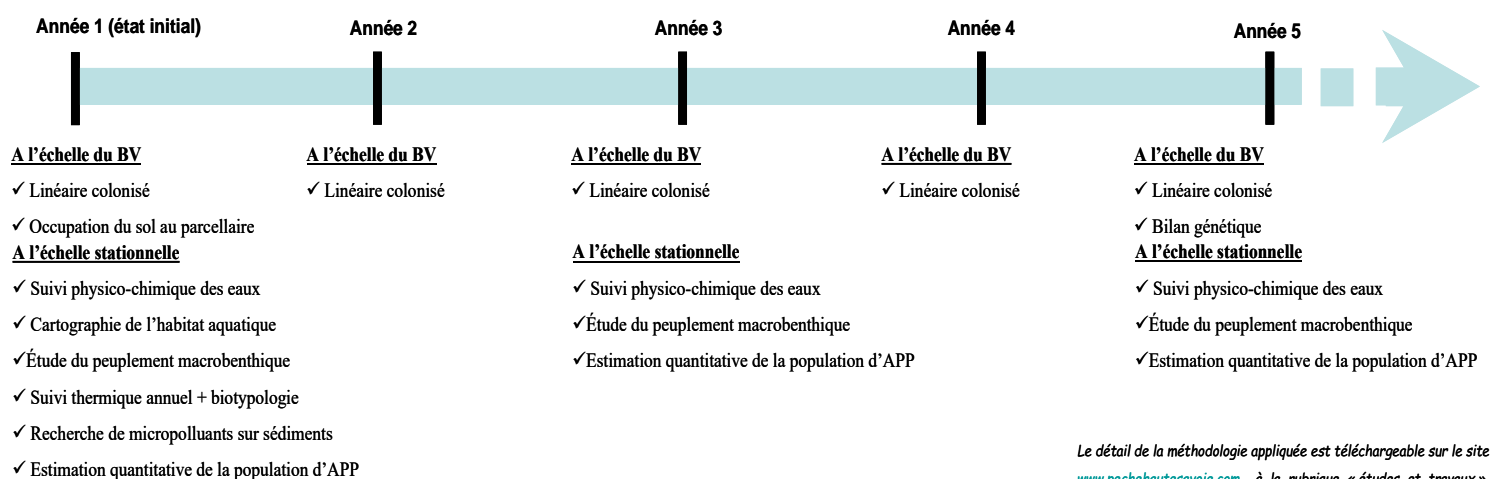


Figure C : Démarche théorique adoptée dans le cadre du plan de conservation des populations d'écrevisses à pieds blancs en Haute-Savoie.

Les résultats obtenus par le biais de ce suivi permettent de définir plus précisément et plus sûrement les orientations de gestion adaptées à chaque cours d'eau hébergeant une population d'APP, à l'échelle de son bassin versant et au cas par cas. Cette démarche a été globalement reprise dans le cahier des charges type pour l'étude des pollutions d'écrevisses autochtones rédigé par le COFEPRA en 2007 (BELLANGER, 2007).

Partie 2 : Matériel et méthode

I) Investigations menées à l'échelle du bassin versant

I.1) Estimation du linéaire colonisé :

L'approche qualitative permet de vérifier la présence ou l'absence d'écrevisses sur un cours d'eau, et de récolter des données descriptives non exhaustives. Dans le cadre de cette étude, la reconnaissance de nuit à la lampe a été choisie, du fait de sa simplicité de mise en œuvre et de son efficacité. En 2002, une approche par point avait été choisie (Pelletan, 2002), mais son biais tient en ce qu'elle comporte le risque de passer à côté de populations colonisant un faible linéaire situé en dehors des points de prospection. Depuis 2004, l'ensemble du linéaire du cours d'eau est systématiquement parcouru à chaque prospection, afin de pallier à ce biais. Ces prospections permettent en outre de fixer de manière précise les limites amont et aval du linéaire colonisé.

I.2) Enquête de bassin versant :

Dans un premier temps, les limites géographiques de chaque bassin versant étudié sont déterminées sur un fond de carte IGN au 25 millième, puis reportées sur l'orthophotoplan du Conseil Général 74. On obtient ainsi une photographie aérienne de la globalité du bassin, sur laquelle est effectuée une délimitation des parcelles, des zones construites et des zones boisées. Dans un second temps la prospection de l'ensemble du linéaire du cours d'eau et du bassin versant est effectuée, afin de vérifier les informations issues de la photographie aérienne et de les préciser (type de culture, limites de parcelles). Sont notés et repérés 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 est retranscrit sous forme cartographique à l'aide du logiciel Canvas 9. Le pourcentage de recouvrement parcellaire en est déduit, ainsi que toutes les perturbations anthropiques existantes ou envisageables sur le bassin versant.

II) Investigations menées à l'échelle de la station

II.1) Analyse de la qualité physico-chimique de l'eau :

la qualité de l'eau a été évaluée sur chaque site à APP 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)

Les échantillons d'eau ont été analysés en laboratoire à l'aide du spectrophotomètre MERCK *spectroquant NOVA M60* et des test *spectroquant* MERCK (1.14752.0001 Amonium test, 1.09713.0001 Nitrat test, 1.14815.0001 Calcium 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 du pH, de la conductivité et d'oxygène ont été effectuées même temps que les prélèvements, à l'aide des instruments suivant jusqu'en 2005 : pH 86 T, OXY 86 T MERCK et conductimètre HANNA instruments. A partir de 2005, ces mêmes paramètres ont été mesurés à l'aide du boîtier multi-sonde *WMR SymPHony SP90M5* et des sondes conductivité/température *SymPHony 11388-372*, pH/température *SymPHony 14002-860* et oxygène *SymPHony 11388-374*.

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau ont été interprétés sur la base d'une synthèse de valeurs issues de la littérature. Cette synthèse se trouve en annexe (Annexe4).

II.2) Recherche de toxiques dans les sédiments :

Deux campagnes d'analyse de la qualité des sédiments ont été réalisées, l'une en décembre 2005, l'autre en juin 2006. Les sédiments fins sont choisis afin de rechercher les contaminations toxiques car ils constituent un substrat à mémoire chimique. Les prélèvements ont été réalisés après une période d'au moins 5 jours de débits stabilisés. Les échantillons ont été analysés par le laboratoire départemental d'analyses de la Drome suivant la méthode semi-quantitative dite des « multi-résidus », méthode permettant d'effectuer un large balayage analytique à moindre coût. L'analyse a également porté sur les métaux suivants : As, Cd, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn. Ces analyses ont été réalisées par le LDA 26.

Les résultats sont interprétés sur la base d'une synthèse bibliographique figurant en annexe 5, et basée sur les valeurs seuil du SEQ lorsqu'elles existent, les concentrations ubiquitaires et les PNEC proposées par l'INERIS, et enfin des valeurs trouvées dans des publications lorsque les différentes valeurs citées précédemment faisaient défaut.

Il est important de noter le caractère ponctuel, aussi bien dans le temps que dans l'espace, des analyses réalisées au cours de cette étude, qui n'intègre donc pas la variabilité spatio-temporelle de la contamination toxique des sédiments. De même, il est important de garder à l'esprit à la lecture des résultats la possible existence de faux zéros, c'est-à-dire de molécules présentes dans l'échantillon à des concentrations inférieures au seuil de détection de l'analyse, mais ayant pourtant un effet toxique reconnu à ces concentrations.

II.3) Métabolisme thermique et typologie :

La température des cours d'eau a été mesurée par l'intermédiaire d'enregistreurs thermiques (Prosensur Stow Away TidbiT Temp logger recording et HOBO Pendant temp alarm). Les résultats obtenus permettront, outre l'analyse des régimes thermiques, le calcul du niveau typologique théorique (NTT) sur chacun de ces sites.

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 peut 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 grands types 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: **Tth = 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.

II.4) Caractérisation de l'habitat aquatique :

Sur chaque station a été réalisée une cartographie des habitats aquatiques selon la méthode dite des pôles d'attraction (protocole 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 double 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'isoprofondeurs 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:

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

Tableau 1 : Codification directive de l'espace fluvial pour modéliser l'habitat

Les substrats et leurs indices d'attractivités associés sont 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
Eléments fins, limons, vases (FIN)	4
Dalles, surfaces indurées (sans cache) (DAL)	1

Tableau 2 : Attractivité des substrats/support selon logique IAM (poissons)

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
Eléments fins, limons, vases (FIN)	10
Galets pavés (GLS)	5
Blocs sans anfractuosité (BLS)	2
Dalles, surfaces indurées (sans cache) (DAL)	1

Tableau 3 : Attractivité substrats/supports selon la logique ISCA (écrevisses)

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. Il fournit une indication sur la complexité de la mosaïque des pôles. Il augmente d'autant plus que le nombre de pôles est élevé et que leur surface se rapproche de l'équirépartition.

- **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

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

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

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

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

II.5) Etude du compartiment macrobenthique :

- Les méthodes indicielles

L'Indice Biologique Global Normalisé (**IBGN**) (norme AFNOR : NF.T. 90.350 1992, 2004) est particulièrement sensible aux modifications de la qualité organique de l'eau et de la nature du substrat. Ainsi le groupe indicateur (GI) renseigne sur la qualité physico-chimique pour les paramètres de pollution classique à dominante organique. Cet outil nécessite une détermination au niveau de la famille. Le calcul de la note IBGN est complété par le calcul de la robustesse de la note IBGN. Celle-ci, calculée en supprimant le premier groupe indicateur de la liste faunistique, permet ainsi de juger l'estimation fournie par la note IBGN.

L'indice d'aptitude biogène, **Cb2** (VERNEAUX 1982), est également calculé. Cet indice plus robuste du fait de sa prise en compte de la densité des taxons (≥ 3 individus) et d'un répertoire faunistique plus important (92 taxons indicateurs) a également l'avantage de distinguer deux indices : l'indice nature et l'indice variété. Leur contribution respective à la note totale apporte une information intéressante quant à la participation de la qualité physico-chimique de l'eau (**In**) ou de l'habitat (**Iv**) sur l'hospitalité du milieu. Afin de faciliter l'interprétation du Cb2, et notamment de l'**Iv**, un **coefficient morphodynamique (m)** est calculé. Il permet d'évaluer la qualité de l'habitat en fonction des couples substrat/vitesse inventoriés sur la station.

Les méthodes d'analyse simplifiée des communautés benthiques, généralement exprimées sous forme indicielle, permettent d'apprécier l'évolution dans l'espace et dans le temps de l'aptitude biogène globale des sites d'eau courante. Toutefois, leur degré de sensibilité est insuffisant pour mesurer quantitativement l'impact de plusieurs catégories de perturbations affectant le fonctionnement des milieux lotiques à des échelles plus larges ou suivant des mécanismes pernicieux. De plus, le niveau de détermination à la famille s'avère souvent trop imprécis pour dégager et différencier certaines causes de perturbations. Compte tenu des limites de ces méthodes, la méthode expérimentale générique semi-quantitative des peuplements benthiques (adaptée de BACCHI 1994) a été mise en œuvre dans un second temps afin d'atteindre les objectifs de la présente étude.

- Protocole d'analyse semi-quantitative du macrobenthos

L'échantillonnage des communautés macrobenthiques est réalisé selon le protocole d'analyse semi-quantitative (adapté de BACCHI 1994, PARMENTIER 1994) finalisé par TELEOS (TELEOS, 2000). Ce protocole est fondé sur une prospection beaucoup plus complète de l'espace fluvial (12 placettes) et sur une détermination générique des taxons prélevés. Il balaye systématiquement les trois composantes majeures de l'habitat aquatique : nature du substrat, vitesse de courant et hauteur d'eau. Lors de l'échantillonnage des stations, chaque couple substrat/vitesse recensé a été échantillonné au moins une fois dans la hauteur d'eau où il était le plus représenté. Dans le cas d'une variété de substrat/vitesse inférieure à 12, les prélèvements ont été dupliqués pour les couples dominants dans les classes de profondeurs différentes.

Afin de disposer de données homogènes sur le territoire, acquises principalement à l'aide de l'application du protocole IBGN, les prélèvements sont effectués comme suit.

- phase 1 : les prélèvements sont à réaliser selon le protocole IBGN.
- phase 2 : le complément à 12 est effectué sur les combinaisons de substrat-vitesse-hauteur non échantillonnées.

Ce protocole nécessite la réalisation préalable d'une cartographie prenant en compte les trois composantes de l'habitat : substrat/support, hauteur d'eau et vitesse. Cette cartographie ainsi que l'échantillonnage doivent être réalisés durant l'étiage. La détermination du macrobenthos a été effectuée au genre pour la majorité des ordres. Ce niveau de détermination paraît être le niveau minimum indispensable pour analyser les structures semi-quantitatives des biocénoses benthiques du fait des divergences d'exigences écologiques au sein d'une même famille d'invertébrés. Ce niveau de détermination générique reste cependant insuffisamment précis mais permet toutefois une bonne approche du peuplement de la macrofaune benthique.

II.6) Etude quantitative des populations d'écrevisses :

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 (pour des raisons de capturabilité, VIGNEUX, com.pers.), observés sur la station d'étude. Chaque individu est ensuite mesuré, pesé, sexé et marqué avec du verni à ongle, puis remis à l'eau sur la station.

Deux jours plus tard une autre pêche en deux passages est effectuée, où est compté le nombre d'individus marqués et non marqués prélevés, afin d'estimer l'effectif total sur la station grâce à la formule de Petersen ajustée par Chapman (1951,1954). Les individus non marqués sont mesurés, pesés, sexés:

$$NT = [(mt + 1) (Rt + 1) / (rm + 1)] - 1$$

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.

Ecart type : $\sigma^2 = [(mt + 1) (Rt + 1) (mt - rm) rRt - rm] / [(rm + 1)^2 (rm + 2)]$

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.). Ils permettront également de calculer une abondance pondérale, ainsi que le sexe ratio de la population.

Classe	Densité numérique	Densité pondérale
Classe 1	0 à 4000 ind/ha	0 à 32 Kg /ha ⁻¹
Classe 2	4000 à 7000 ind/ha	32 à 64 Kg /ha ⁻¹
Classe 3	7000 à 14000 ind/ha	64 à 128 Kg /ha ⁻¹
Classe 4	14000 à 28000 ind/ha	128 à 256 Kg /ha ⁻¹
Classe 5	>28000 ind/ha	> 256 Kg /ha ⁻¹

Tableau 4 : Classes d'abondance théoriques pour l'écrevisse à pieds blancs

Partie 3 : Situation de la population d'écrevisses du ruisseau de Vengeur

I) CONTEXTE ET CONTENU DE L'ÉTUDE

I.1) Présentation du secteur d'étude

Le ruisseau de Vengeur est un affluent calcaire des Petites Usse, elles même affluent des Usse, qu'il rejoint à quelques 1800m de ses sources. Situé sur la commune de Mésigny, il s'écoule, pour la majeure partie de son cours pérenne, au fond d'un talweg boisé fortement encaissé, où il érode fortement le substratum géologique meuble (molasse), y provoquant des glissements de terrain régulier. En ce qui concerne la faune piscicair, il héberge, outre Austropotamobius pallipes, une population de truite fario atlantique peu fonctionnelle (arrêt des alevinages depuis 2006).

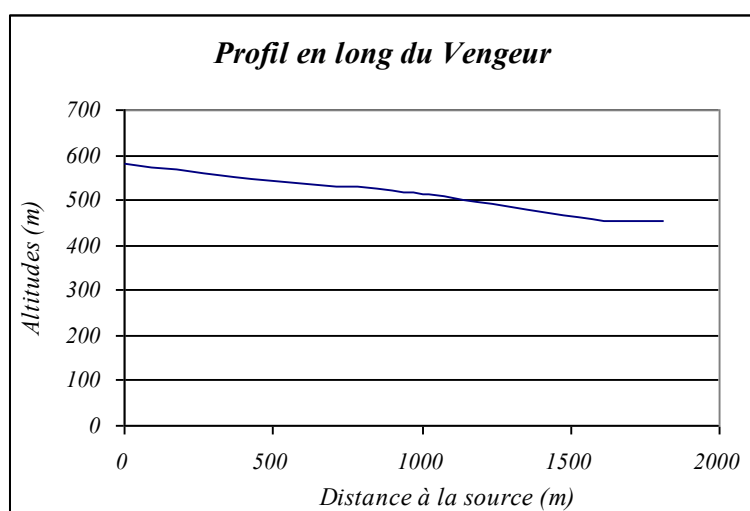


Figure 1 : Profil en long du ruisseau de Vengeur

I.2) Positionnement des stations d'étude



Figure 2 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25 3330 OT)

Deux stations ont été positionnées sur le ruisseau de Vengeur :

- La station 1, mise en place dès 2003, se trouve au cœur du linéaire colonisé par les écrevisses.
- La station 2, positionnée en 2006 afin de réaliser une analyse de macrobenthos supplémentaire, se situe sur l'extrême aval du cours d'eau, en dehors du linéaire colonisé par APP.

I.3) Bilan des investigations menées sur les stations :

Le tableau 5 décrit les différentes actions menées sur les stations 1 et 2, ainsi que leur date de réalisation. Les croix indiquent des actions menées à l'échelle du bassin versant.

	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Prospection nocturne	X	X	X	X		X
Occupation du sol					X	
Physico-chimie		station 1	station 1	station 1		station 1
Analyse de sédiments					station 1	
Sonde de Température						station 1
IAM/ISCA		station 1				
IBGN		station 1				
MAG 12					station 1 et 2	
Quantitatif APP				station 1		station 1

Tableau 5 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau de Vengeur

II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES

II.1) Historique des connaissances astacicoles sur le ruisseau de Vengeur

La figure 3 retrace l'historique des observations d'écrevisses à pieds blancs sur le ruisseau de Vengeur:

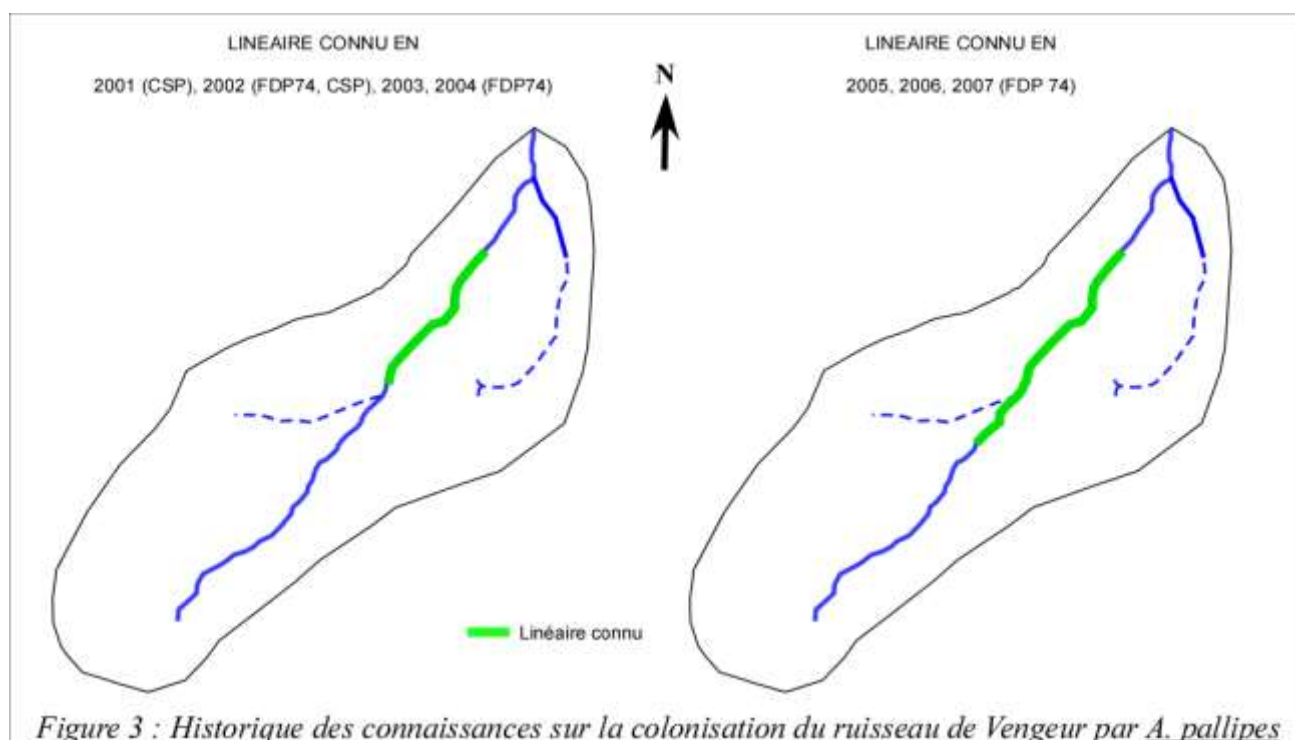


Figure 3 : Historique des connaissances sur la colonisation du ruisseau de Vengeur par A. pallipes

La présence d'écrevisses à pieds blancs sur le ruisseau de Vengeur a été signalée pour la première fois en 2001. En 2002, une prospection par points a permis de délimiter un linéaire colonisé de 720 m, confirmé en 2003 et 2004. Une prospection totale du linéaire réalisée en 2005 a mis en évidence une augmentation vers l'amont du linéaire colonisé le portant à 900 m. Des prospections de vérification menées en 2006 et 2007 ont confirmé la stabilité de ce linéaire.

II.2) Etude quantitative de la population d'écrevisses :

Les résultats du suivi quantitatif de la population d'écrevisses à pieds blancs du ruisseau de Vengeur sont décrits dans le tableau 6 et la figure 4 :

Vengeur - station 1		
Année (surface station)	2005 (50 m ²)	2007 (50 m ²)
Densité	4200 individus/Ha (+/- 32,9 %)	4600 individus/Ha (+/- 55,7%)
Biomasse	76 Kg/Ha (+/- 6%)	99 kg/Ha (+/- 13,3%)
Classe d'abondance	2/5	2/5
Sex ratio	0,6 mâles/femelle	0,7 mâles/femelle

Tableau 6 : Estimations quantitatives réalisées sur le ruisseau de vengeur

Nb d'individus

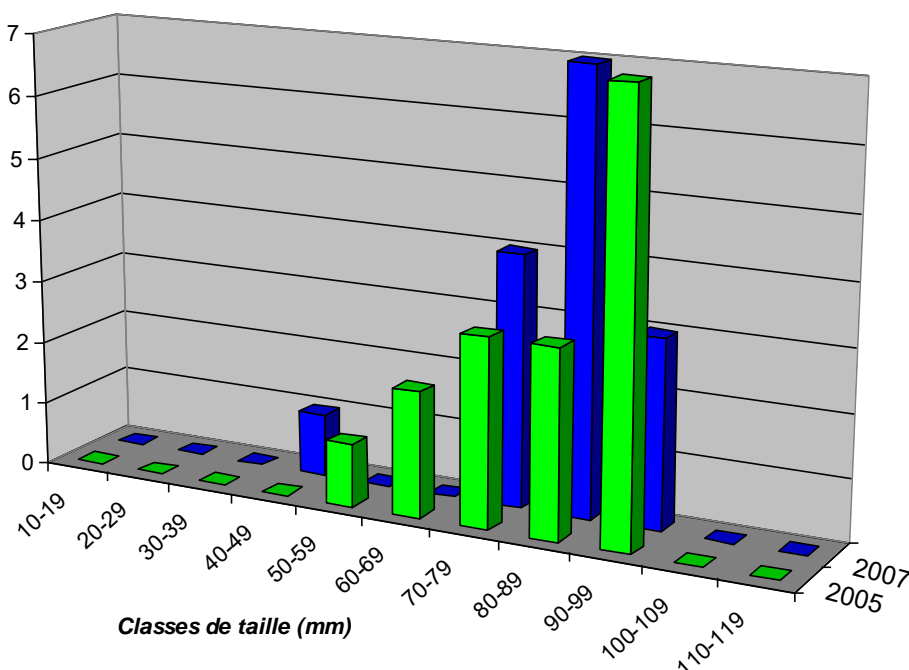


Figure 4 : Répartition des tailles dans la population d'APP du ruisseau de Vengeur

Les estimations quantitatives réalisées sur le ruisseau de Vengeur en 2005 et 2007 témoignent d'une population peu dense (classe d'abondance de 2/5), à la fonctionnalité douteuse (faible recrutement apparent) et vieillissante (prédominance des plus gros individus). Cependant, ce constat doit être en partie tempéré par les difficultés d'échantillonnage rencontrées sur le cours d'eau (activité des écrevisses très aléatoire, difficulté d'échantillonnage des petits individus), qui transparaissent au travers d'écarts types très élevés et d'un sexe ratio légèrement déséquilibré en faveur des femelles. De fait, même si la

densité de cette population est faible, elle est probablement sous-estimée. De plus, la stabilité des résultats dans le temps de l'étude et la tendance à l'augmentation du linéaire colonisé laissent augurer d'une bonne santé globale de la population d'écrevisses à pieds blancs du Vengeur.

II.3) Etude du macrobenthos :

II.3.1) Station 1 :

	Vengeur APP 8 prélèvements 2003	Vengeur APP 12 prélèvements 2006
IBGN	15	14
GI	8 Capniidae	8 Capniidae
Variété	27	23
Robustesse	15	14
Var substrats	6	6
Var vitesses	3	3
Cb2	14	13
Iv	5,7	5,1
In	8,7	8,2
m	13,6 médiocre	10,4 mauvais
Densité (ind/m2)	4398	7085
% taxons repr. par moins de 3 individus	37%	46%
% d'ind. appartenant à des taxons i>7	3% (4 taxons)	3,4% (3 taxons)
% d'ind. appartenant à des taxons saprobiontes	72%	98%
Nb genres plécoptères		3
Nb genres éphéméroptère		4
Nb genres Trichoptère		3
Nb genres Coléoptère		5

Tableau 7 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de Vengeur (station 1)

Les valeurs indicielles calculées sur le ruisseau de Vengeur en 2003 et 2006 témoignent d'une situation similaire. Les notes IBGN sont moyennes, et sanctionnent un peuplement instable, peu varié, au sein duquel les taxons les plus sensibles (GI 9) sont absents. Le Cb2, légèrement plus sévère, indique les mêmes déséquilibres. L'étude des composantes de cet indice permettent d'éclairer ce constat. En effet l'In, qui sanctionne la qualité de l'eau, est satisfaisant, et témoigne d'un peuplement faiblement impacté par une légère pollution. L'Iv et le m sont très médiocres, en particulier en 2006, et mettent en évidence des carences habitationnelles marquées sur la station.

L'analyse semi-quantitative du peuplement 2006 permet d'affiner le diagnostic. Si l'on note l'absence des grands plécoptères sur la station (en particulier les Chloroperlidae, électifs des ruisseaux forestiers), les taxons polluosensibles sont tout de même représentés au sein de l'effectif (*Capnia*, *Odontocerum albicorne*, *Leuctra*, *Protonemoura*, *Ephemerra*). De plus, les taxons saprophiles, exception faite des gammaridae dont la prolifération s'explique par le caractère forestier marqué du ruisseau, sont relativement peu abondants (1.18% de baetidae, 0.35 % de Chironomidae, 0.16% d'Oligochètes, 0.07% de *Pisidium*). Ce constat semble indiquer une qualité d'eau satisfaisante, tant du point de vue minéral qu'organique, seulement légèrement impactée par une probable pollution diffuse d'origine agricole. De même, la présence de plusieurs taxons sensibles aux pollutions toxiques (*Ephemerra*, *Elmis*, *Esolus*) et la forte abondance des Gammaridae (due au caractère forestier du cours d'eau) plaident en faveur de l'absence de flux toxique majeur sur le cours d'eau. De fait, les faibles abondances et variétés observées, tout comme l'instabilité marquée du peuplement semblent devoir trouver leur explication dans un déficit habitationnel du milieu. La présence de taxons

rhéophiles (*Rhithrogena*, *Leuctra*, *Capnia*, Simuliidae) semble écarter tout problème majeur au sein des écoulements. Il semble donc que le facteur limitant le bon développement du macrobenthos soit le colmatage important des substrats par des fines issues de l'érosion de la molasse. L'absence des taxons interstitiels (*Paraleptophlebia*, *Habrophlebia*) semble corroborer cette hypothèse. En outre le caractère exclusivement minéral de ces fines transparaît au travers des très faibles abondances des Chironomidae et Oligochètes.

L'analyse du peuplement macrobenthique colonisant le ruisseau de Vengeur sur la station 1 indique donc un milieu de qualité globale satisfaisante, ne subissant qu'une légère pollution diffuse, les manques constatés au sein des synusies benthiques semblant être principalement imputables au colmatage naturel des substrats par les fines minérales issues de l'érosion de la molasse.

II.3.2) Station 2 :

	Vengeur station 2 12 prélèvements 2006
IBGN	15
GI	8 Odontoceridae
Variété	25
Robustesse	14
Var substrats	8
Var vitesses	2
Cb2	14
Iv	5,5
In	8
m	10,8 mauvais
Densité (ind/m2)	8672
% taxons repr. par moins de 3 individus	32%
% d'ind. appartenant à des taxons i>7	0,6% (3 taxons)
% d'ind. appartenant à des taxons saprobiontes	97%
Nb genres plécoptères	1
Nb genres éphéméroptère	8
Nb genres Trichoptère	6
Nb genres Coléoptère	6

Tableau 8 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de Vengeur (station 2)

L'analyse du peuplement macrobenthique prélevé en 2006 sur le ruisseau de Vengeur aval révèle une légère dégradation par rapport à la station 1. Si les valeurs indices semblent décrire une situation similaire et demeurent satisfaisants, l'analyse de la liste faunistique met en évidence certaines différences.

On note tout d'abord que le rôle pénalisant du colmatage sur la qualité de l'habitat perdure : l'Iv et le m du Cb2 sont très médiocres, les taxons interstitiels sont toujours absents de l'effectif, tandis que la présence de taxons rhéophiles (*Rhithrogena*, *Ecdyonurus*, *Leuctra*, Simuliidae, *Silo*) écarter l'hypothèse de problèmes de débits.

En revanche, des différences apparaissent en ce qui concerne la qualité physico-chimique de l'eau : les taxons saprophiles sont en nette augmentation, tant en ce qui concerne l'abondance (24.7% de Baetidae, 3.56% de Chironomidae) que la variété (apparition d'*Ephemerella*, de *Caenis*, des Tabanidae), témoignant d'une augmentation de la charge

nutrimentielle des eaux par rapport à la station 1. Ce constat se voit confirmé par la disparition de l'effectif de taxons sensibles à la pollution (*Capnia* et *Protonemoura*).

Cependant, on note encore la présence dans le peuplement de taxons polluosensibles (*Leuctra*, *Odontocerum albicorne*, *Ephemera*) qui témoignent d'une qualité d'eau restant tout de même acceptable. De même, la présence sur la station de plusieurs genres d'Elmidae (*Riolus*, *Linmius*, *Oulimnius* et *Elmis*), d'*Ephemera* ainsi que la forte proportion de Gammaridae indiquent l'absence de pollution toxique majeure sur la station.

Il semble donc que le ruisseau de vengeur souffre sur la station 2 d'une pollution diffuse plus marquée que sur la station, probablement du fait de la position de cette station aval qui « verrouille » le bassin versant et intègre par là même l'ensemble de la pollution subie par le cours d'eau. Cependant, la qualité globale du milieu paraît, à travers le crible de l'analyse du macrobenthos, globalement satisfaisante.

III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION

III.1) Caractérisation de l'habitat aquatique :

Descripteurs	Vengeur
Variété des pôles	29
Pôle dominant	GGR12 (20%)
Diversité	1,18
Régularité	0,81
Variété des substrats	7
Variété des profondeurs	3
Variété des vitesses	2
Attractivité générale	18
Attractivité APP	44
ISCA	1848
IAM	773

Tableau 9 : Description de la valeur de l'habitat aquatique du ruisseau de Vengeur (station 1)

La mosaïque d'habitat est composée de 7 substrats, 3 classes de profondeur et 2 classes de vitesse. Cette faible variété globale se voit sanctionnée par des indices médiocres, bien inférieurs à ce qu'ils devraient être.

De plus, la composition quantitative des écoulements met en évidence une certaine uniformité hydraulique (60% des vitesses < 10 cm/s, 79% des profondeurs < 20 cm), qui participe à l'amoindrissement de la capacité biogène du cours d'eau. Cependant, la constatation de l'insuffisance des débits est à tempérer par le fait que la cartographie ait été réalisée au cours de la sécheresse de l'été 2003.

En outre, si, la nature des substrats relevés sur la station (galets/graviers, fines fouissables, litière, sous-berges) est relativement favorable aux écrevisses à pieds blancs, on constate un fort colmatage général des substrats par les fines minérales issue de l'érosion de la mollasse.

III.2) Métabolisme thermique et typologie :

La sonde thermique a été posée sur la station 1, au sein du linéaire colonisé par *Austropotamobius pallipes*.

Ruisseau de Vengeur (14/07/07 au 22/10/07)	T°C	Date
Température journalière maximale	14,4	30/08/2007
Température journalière minimale	6,8	22/10/2007
Ecart journalier maxi	4,4	
Ecart journalier moyen	1,4	
Moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds	13,3	18/07/07 au 16/08/07

Tableau 10 : Principales caractéristiques thermiques du ruisseau de Vengeur

Le métabolisme thermique du ruisseau de Vengeur se révèle tout à fait favorable aux écrevisses à pieds blancs. En effet, la température de l'eau dépasse très rarement les 15°C, la moyenne journalière maximale étant de 14.4°C, ce qui s'inscrit parfaitement dans les exigences de l'espèce (13 à 19°C (Synusie-Eau, 2003)). En outre, les écarts thermiques journaliers moyens ne dépassant pas 1.5°C indiquent un cours d'eau tamponné, jouissant d'une étroite relation avec un aquifère de qualité.

θ max = 13,3°C	T1 = 2,98	Tth = 1,9
d0 = 1 Km	T2 = 1,98	
D = 105,8 mg/L		
p = 63 ‰	T3 = - 0,23	
l = 1,7 m		
Sm = 0,17 m ²		

Tableau 11 : Niveau typologique théorique

Le niveau typologique calculé sur la station 1 du ruisseau de Vengeur inscrit ce dernier dans la gamme actuelle des cours d'eau hébergeant *Austropotamobius pallipes*, à savoir les cours deau apicaux dont la typologie va de B1 à B3. Cependant, la valeur de 1.9 place le ruisseau en limite de la gamme des biotypes originels de l'espèce (B2 à B7, (Téléos, 2004)), ce qui témoigne de son caractère refuge vis à vis l'écrevisse à pieds blancs.

III.3) Qualité physico-chimique des eaux du ruisseau de Vengeur :

Les analyses d'eau ont été réalisées sur la station 1, au sein du linéaire colonisé par *Austropotamobius pallipes*.

Date	Cond (µs/cm)	NO3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NH4 (mg/L)	PO4 (mg/L)	Ca++ (mg/L)	Mg++ (mg/L)	O2 mg/L	O2 sat. %	pH
10/10/2003	476	2,7	0,01	0,01	0,03	78	27,4	9,1	93%	8,2
18/02/2004		4,6	0,02	0,03	0,18	82	24,2			
21/02/2005		3,2	0,03	0,02	0,24					
22/08/2007	216	11,6	0,05	0,37	0,30					

Tableau 12 : Résultats des analyses d'eau réalisées sur le ruisseau de Vengeur (station 1)

Les analyses réalisées sur le ruisseau de Vengeur témoignent d'une bonne qualité de l'eau, les concentrations en éléments azotés et en orthophosphates s'inscrivant dans la gamme de tolérance d'*Austropotamobius pallipes*. On note cependant la présence d'une légère

pollution diffuse, dont l'impact se fait particulièrement sentir en période hivernale, probablement du fait de la baisse des capacités autoépurations du cours d'eau et de sa ripisylve à cette période de l'année (ralentissement du fait de faibles températures de l'eau, végétation en dormance). On note également une nette augmentation des flux polluants à l'automne 2007. Il faut probablement y voir les effets du lessivage massif des sols du fait des précipitations particulièrement importantes ayant eu lieu au cours de cette année.

III.4) Qualité du compartiment sédimentaire du ruisseau de Vengeur:

Vengeur station 1 - Juin 2006								
	Résultats	Unité	Pollution légère	Pollution nette	CU	PNECsed	Autre	Bilan
METAUX								
Arsenic	2,8	mg/Kg ps	0,7	7				pollution légère
Cadmium	< SQ	mg/Kg ps	0,7	4,2				
Chrome total	51,2	mg/Kg ps	5,2	52	< 100			pollution nette
Cuivre	6	mg/Kg ps	1,9	19	< 50	0,8		pollution légère
Mercure sur produit sec	< SQ	mg/Kg ps	0,13	0,7	< 0,4	9,3		
Nickel	16,5	mg/Kg ps	1,6	16	< 20	4		pollution nette
Plomb	6,9	mg/Kg ps	4,1	41		6,8		pollution légère
Zinc	44,7	mg/Kg ps	124	271	70 à 140			pollution légère
HPA								
Benzo(a)pyrène	10	µg/Kg ps	5	50				pollution légère
Benzo(b)fluoranthène	14	µg/Kg ps	50	500				présence
Benzo(g,h,i)perylène	28	µg/Kg ps	50	500	< 500			présence
Indeno(1,2,3,c,d)pyrène	18	µg/Kg ps	50	500				présence

Tableau 13 : Résultats des analyses de sédiments sur le ruisseau de Vengeur (station 1)

Le compartiment sédimentaire du ruisseau de Vengeur présente, au vu des résultats de l'analyse réalisée en 2006, une qualité satisfaisante. En effet, peu d'éléments ont été identifiés, et la plupart à l'état de traces. On note toutefois que les concentrations en Nickel et en Chrome avoisinent le seuil de pollution nette proposé par le SEQ. Ce constat qui, tout comme les traces de HAP, de Zinc et de plomb décelées à l'analyse, trouve son explication dans le lessivage des routes et surface urbanisées du bassin et dans les retombées atmosphériques, ne semble pas être rédhibitoire quant à la présence d'écrevisses à pieds blancs dans le cours d'eau.

III.5) Occupation du sol

Les tableaux 14 et 15 récapitulent l'ensemble des informations issues de l'enquête de bassin versant réalisée en 2006 sur le bassin du ruisseau de Vengeur:

	Surface (Ha)	Recouvrement %
Zone construite	7,03	3,0
Forêt, bois	70,32	30,0
Plantation	0,52	0,2
Prairie, pâture	95,31	40,7
Mais	27,8	11,9
Autres céréales	29,98	12,8
Culture maraîchère	3,07	1,3
TOTAL	234,03	100

Tableau 14 : Occupation du sol sur le bassin versant du ruisseau de Vengeur

	Nombre
Exploitation agricole	1
Centre équestre	1
Décharge sauvage	1
Station de Pompage	1

Tableau 15 : Perturbations ponctuelles relevées sur le bassin versant du ruisseau de Vengeur

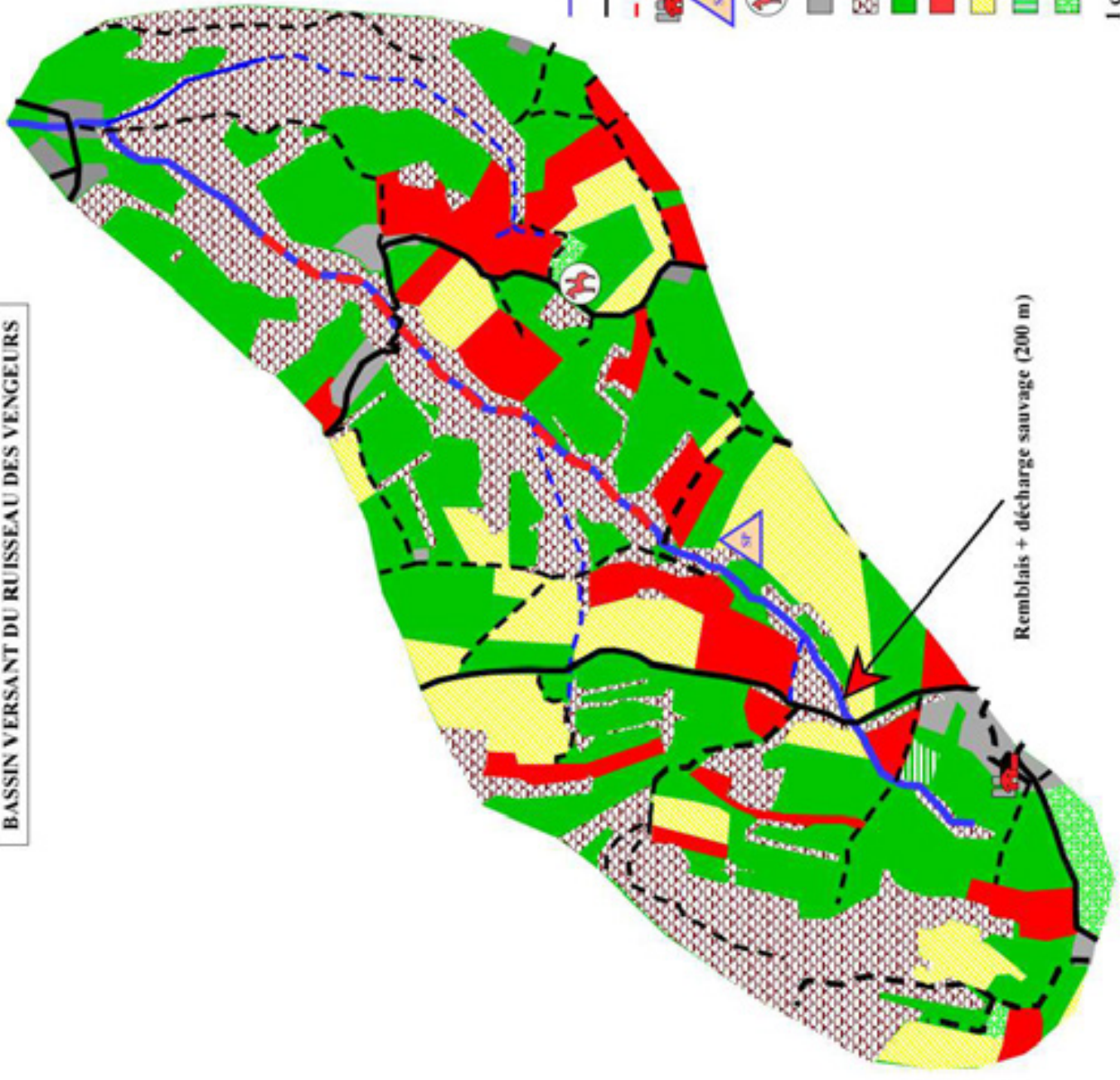
Le bassin versant du ruisseau de Vengeur présente, à travers l'analyse de l'occupation du sol, une vocation agricole marquée. En effet, la surface allouée au pacage (40.7%) et aux cultures céréalières (24.7% dont 11.9% de maïs) est largement majoritaire. En outre, on note une très faible proportion zone urbanisée (3%). De fait, il semble que la pollution diffuse subie par le cours d'eau ait une origine principalement agricole.

Par ailleurs, il apparaît que cette pression s'exerce surtout sur la moitié amont du cours d'eau, la moitié aval bénéficiant du rôle tampon d'un boisement riparial dense couvrant les pentes du talweg dans lequel elle s'écoule.

De fait, la limite amont de colonisation du ruisseau de Vengeur semble trouver son explication dans les effets conjoints d'une ripisylve clairsemée et dans la présence de culture céréalière (en particulier de maïs) en bordure directe de cours d'eau. Vient s'ajouter à ce constat la présence d'une décharge sauvage dans le lit mineur du ruisseau au niveau d'une zone de remblais.

La limite aval de colonisation, quant à elle, ne semble pas être due à une perturbation anthropique (pas de rejet, pas de modification physique de type rectification ou busage), mais plutôt à l'effet de la forte érosion exercée par le cours d'eau sur sa roche mère (substrat molassique) et aux micro glissements de terrain réguliers ayant lieu dans le talweg, qui induisent un colmatage important des substrats dont l'intensité augmente à mesure que l'on va vers l'aval du ruisseau, et qui finit par devenir rédhibitoire vis-à-vis des écrevisses (forte charge en MES).

BASSIN VERSANT DU RUISSEAU DES VENGEURS



- Cours d'eau
 - Voie de communication
 - linéaire colonisé par les écrevisses
 - Exploitation agricole
 - Station de pompage
 - Elevage équin
 - Zone construite
 - Forêt, bois
 - Prairie, pâture
 - Maïs
 - Autres céréales
 - Plantation
 - Cultures maraichères
- 1 cm = 92 m (Format A3)

Figure 5 : Cartographie de l'occupation du sol sur le bassin versant du ruisseau de Vengeur

IV. BILAN ET PROPOSITIONS DE GESTION

La situation de la population d'écrevisses à pieds blancs du ruisseau de Vengeur semble assez claire au vu des résultats obtenus.

Il apparaît que le cours d'eau constitue un milieu refuge pour les écrevisses, et propose des conditions naturelles moyennement favorables à l'espèce : niveau typologique en limite de la gamme élective originelle de l'écrevisse pallipède, fort colmatage des substrats et instabilité des conditions habitationnelles due à des micro glissements de terrain réguliers. Il semble que la population d'APP hébergée par le ruisseau soit une relique de la population qui colonisait autrefois l'ensemble du bassin des Petites Usses, et qu'elle trouve plus dans le ruisseau Vengeur un ultime refuge qu'un milieu apte à son bon développement. Elle apparaît donc déjà fragilisée en dehors de toute perturbation anthropique.

En outre, à cette fragilité naturelle de la population viennent s'ajouter les impacts d'une pollution diffuse agricole et d'un milieu amont dégradé (ripisylve impactée, forte pression agricole, décharge sauvage), empêchant la colonisation de la cette partie du cours d'eau.

De fait, les écrevisses se maintiennent péniblement sur la partie aval préservée par le fort boisement du talweg dans lequel s'écoule le ruisseau, les pressions naturelles et anthropiques qu'elles y subissent entravant le développement optimal de la population.

Si la pression naturelle exercée sur l'espèce ne peut être endiguée, il convient en revanche d'intervenir sur les causes anthropiques :

- En limitant la pression agricole sur l'amont du ruisseau par la mise en place de bandes enherbées en bordure de ruisseau au niveau des zones de culture.
- En restaurant la ripisylve aux endroits où elle a été supprimée sur ce même cours amont.
- En enlevant la décharge sauvage et en interdisant tout dépôt ultérieur.
- Et enfin, en limitant l'apparition de toute autre source de perturbation potentielle.

Il conviendra également de veiller au maintien de la qualité du boisement du talweg au fond duquel s'écoule la partie du cours d'eau colonisée par *Austropotamobius pallipes*.

Partie 4 : Situation de la population d'écrevisses du ruisseau de Marsin

I) CONTEXTE ET CONTENU DE L'ÉTUDE

I.1) Présentation du secteur d'étude

Le ruisseau de Marsin est un ruisseau calcaire affluent direct des Usse, qui prend sa source sur le plateau de la Semine. D'une longueur totale de 5400 m, il draine un bassin versant de 855 Ha situé à cheval sur les communes de Chêne-en-Semine et de Vanzy. Il reçoit en rive droite les eaux de deux affluents principaux, le ruisseau de Chêne-en-Semine et le ruisseau de la Bidolle. Un kilomètre après sa naissance sur le plateau de la Semine, la pente du Marsin marque une nette augmentation sur la partie médiane de son cours, pour s'infléchir à nouveau lorsqu'il rejoint la plaine alluviale des Usse. Il s'écoule sur la majeure partie de son cours, exception faite du dernier kilomètre, au fond d'un talweg boisé plus ou moins encaissé.

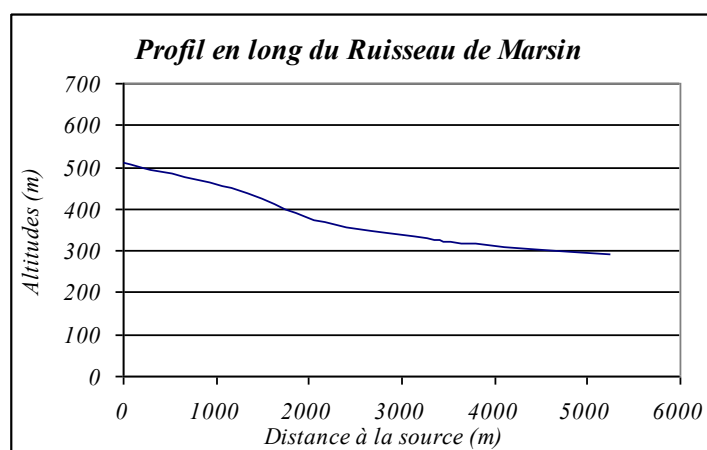


Figure 6 : Profil en long du ruisseau de Marsin

I.2) Positionnement des stations d'étude



Figure 7 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25)

Deux stations ont été positionnées sur le ruisseau de Marsin. La station 1, mise en place dès 2003, est située au cœur du linéaire colonisé par l'écrevisse à pieds blancs. La station 2 a été placée en 2006 pour un complément d'analyses sur l'aval du cours d'eau, en dehors du linéaire colonisé par *Austropotamobius pallipes*.

I.3) Bilan des investigations menées sur les stations :

Le tableau 16 décrit les différentes actions menées sur les stations 1 et 2, ainsi que leur date de réalisation. Les croix indiquent des actions menées à l'échelle du bassin versant.

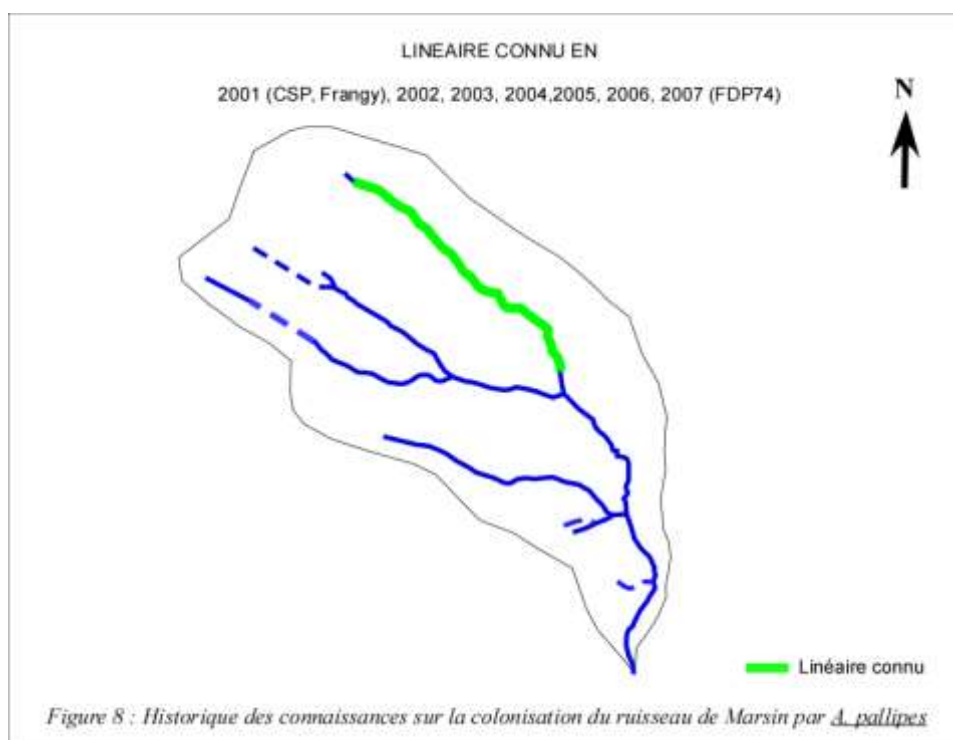
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Prospection nocturne	X	X	X	X	X	X
Occupation du sol						X
Physico-chimie		station 1	station 1	station 1		station 1
Analyse de sédiments				station 1	station 2	
Sonde de Température			station 1			
IAM/ISCA		station 1				
IBGN		station 1				
MAG 12					station 1	
Quantitatif APP				station 1		station 1

Tableau 16 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau de Marsin

II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES

II.1) Historique des connaissances astaciques sur le ruisseau

La figure 8 retrace l'historique des observations d'écrevisses à pieds blancs sur le ruisseau de Marsin :



La présence d'écrevisses à pieds blancs sur le ruisseau de Marsin avait été signalée en 2001 par la société de pêche de Frangy et avait été constatée par le CSP. Des prospections ponctuelles réalisées en 2002 et 2003 ont permis de fixer les limites de colonisation du linéaire, qui s'étend sur 1200m allant de l'aval du centre de loisir de la Semine pour la limite amont, à la confluence avec le ruisseau de Chêne-en-Semine pour la limite aval. Une prospection de la totalité du cours d'eau en 2004 a permis de confirmer ce constat. Il a également mis en évidence les fluctuations interannuelles de la limite aval sur une centaine de mètres en amont de la confluence avec le ruisseau de Chêne-en-Semine. Il semble que cette limite soit imposée par les effets conjoints d'un rejet direct venant du hameau des Essertoux et du flux polluant amené au Marsin par le ruisseau de Chêne-en-Semine. Des prospections de vérification réalisées en 2005, 2006 et 2007 ont permis de constater la stabilité du linéaire colonisé.

II.2) Etude quantitative de la population d'écrevisses :

Les estimations quantitatives réalisées sur le ruisseau de Marsin, du fait de conditions de visibilité médiocre (trouble constant des eaux par une forte charge en MES), ont été effectuées par des pêches par épuisement à l'aide de nasses appâtées. La station choisie pour ces pêches a été placée au sein de la station 1, entre deux cascades d'environ 2 mètres de hauteur, afin de limiter le biais lié à la circulation des individus. L'échantillonnage a été réalisé sur trois jours consécutifs, les captures des deux premiers jours faisant office de premier et deuxième passages servant aux calculs de densité par la méthode de De lury (DE LURY, 1951). Le troisième consiste, quant à lui, en un troisième passage de vérification servant à valider les conditions d'application de la méthode.

<i>Marsin - station 1 (De lury)</i>		
Année (surface station)	2005 (15 m ²)	2007 (15 m ²)
Densité	56667 individus/Ha (+/- 3%)	39000 individus/Ha (+/- 1,4 %)
Biomasse	567,3 Kg/Ha (+/- 0,2%)	685 kg/Ha (+/- 0,1%)
Classe d'abondance	5/5	5/5
Sex ratio	1,1 mâles/femelle	1,2 mâles/femelle

Tableau 17 : Estimations quantitatives réalisées sur le ruisseau de Marsin

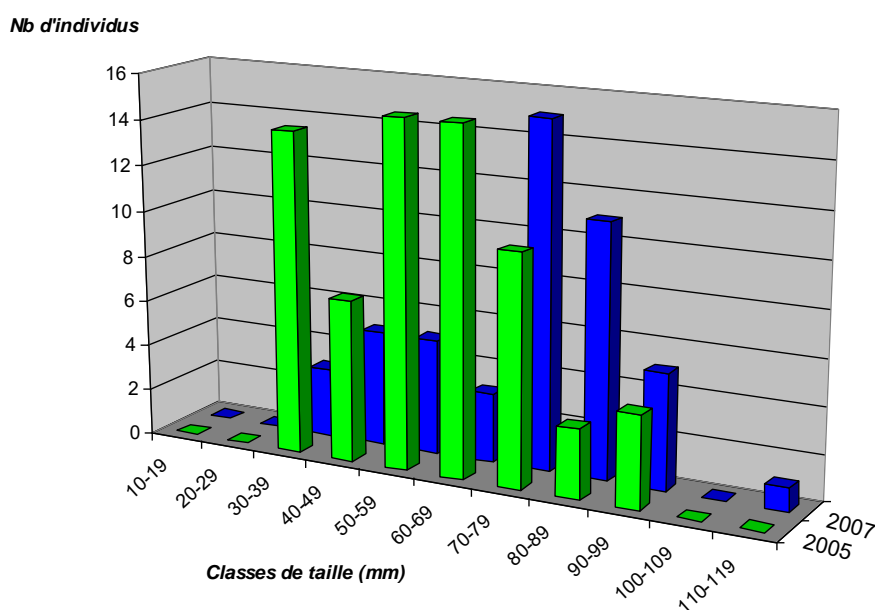


Figure 9 : Répartition des tailles dans la population d'APP du ruisseau de Marsin

Le ruisseau de Marsin, au vu des résultats de l'estimation quantitative, semble héberger une population d'écrevisses en bonne santé. D'une part, les abondances numériques et pondérales sont optimales (classes 5/5). D'autre part, le sexe ratio équilibré et la répartition des classes de tailles au sein de l'effectif témoignent d'une bonne fonctionnalité de la population, confirmée par l'observation de nombreux juvéniles et femelles grainées au cours des prospections. Enfin, l'évolution des résultats observée entre 2005 et 2007 témoigne de la stabilité temporelle des effectifs, les légères variations observées relevant plutôt d'un biais d'échantillonnage (meilleure fiabilité en 2007 au vu des écarts types). De fait, ces résultats, rapprochés de la taille du linéaire colonisé, font de la population d'écrevisses à pieds blancs du ruisseau de Marsin l'une des plus belles du département.

II.3) Etude du macrobenthos :

	Marsin APP 8 prélèvements 2003	Marsin APP 12 prélèvements 2006
IBGN	7	8
GI	3 Hydropsychidae	3 Hydropsychidae
Variété	15	19
Robustesse	7	7
Var substrats	6	6
Var vitesses	3	3
Cb2	10	9
Iv	3,3	4,2
In	6,3	5
m	11,1 mauvais	11,1 mauvais
Densité (ind/m ²)	1035	2432
% taxons repr. par moins de 3 individus	47%	55%
% d'ind. appartenant à des taxons i>7	0,0%	0,0%
% d'ind. appartenant à des taxons saprobiontes	100%	98%
Nb genres plécoptères		0
Nb genres éphéméroptère		2
Nb genres Trichoptère		2
Nb genres Coléoptère		1

Tableau 18 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de Marsin

Les indices calculés sur la station 1 du ruisseau de Marsin en 2003 et 2006 sont très mauvais, et sanctionnent un peuplement peu dense (seulement 2035 et 2432 individus au m² contre 10000 à 20000 attendus sur un tel cours d'eau), peu varié (16 taxons recensés en 2006) et instable (autour de 50% des taxons sont représentés par 3 ou moins de 3 individus), au sein duquel sont absents tous les taxons sensibles. Au regard des composantes du Cb2 (Iv, In et m mauvais), il apparaît que les perturbations dont souffre le macrobenthos affectent le milieu dans son ensemble, tant en ce qui concerne la qualité de l'eau que celle de l'habitat.

L'analyse semi-quantitative des synusies 2006 confirme ce constat :

- La qualité de l'eau semble médiocre : l'ensemble des taxons sensibles électifs des milieux apicaux est absent de l'effectif, des déficits importants sont constatés au niveau des abondances génériques de plécoptères, éphéméroptère, trichoptères et coléoptères, tandis que les taxons saprobiontes (en particulier les Chironomidae et Oligochètes) rassemblent la quasi-totalité des effectifs recensés.
- La qualité de l'habitat ne semble pas plus satisfaisante : la faiblesse des débits transparaît au vu de la quasi absence des taxons rhéophiles (1 *Ecdyonurus*

seulement), même des plus ubiquistes d'entre eux (pas de Simuliidae par exemple). En outre, l'absence des taxons interstitiels (Leptophlebiidae notamment) met en évidence l'impact du colmatage des substrats par les fines minérales.

- Enfin, du fait de la très faible variété des taxons présents, il semble difficile de statuer clairement sur la présence ou l'absence de toxiques, seule la présence en nombre des Gammaridae semblant indiquer un milieu exempt de pesticides.

Pour conclure, l'analyse du peuplement macrobenthique de la station 1 du ruisseau de Marsin témoigne de forts dysfonctionnements affectant la qualité de l'eau (pollution marquée) et celle de l'habitat (débits insuffisants, colmatage naturel important), rendant le milieu globalement inhospitalier vis-à-vis du macrobenthos.

III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION

III.1) Caractérisation de l'habitat aquatique :

Descripteurs	Marsin
Variété des pôles	25
Pôle dominant	GGR 21 (17,6%)
Diversité	1,15
Régularité	0,82
Variété des substrats	8
Variété des profondeurs	3
Variété des vitesses	2
Attractivité générale	32
Attractivité APP	52
ISCA	2483
IAM	1516

Tableau 19 : Description de la valeur de l'habitat aquatique du ruisseau de Marsin

La mosaïque d'habitat du ruisseau de Marsin est composée de 8 substrats, dont la nature se révèle relativement attractive vis à vis des écrevisses à pieds blancs (Galets/graviers, sous-berges, fines fouissables, blocs). On y dénombre également 3 classes de hauteur d'eau, ce qui est satisfaisant pour un cours d'eau de ce gabarit. Par contre, la faible variété des vitesses (seulement deux classes) et l'uniformité des écoulements qui en découle (près de 70% des vitesses relevées sont inférieures à 10 cm/s) portent un préjudice certain à la qualité de l'habitat aquatique du Marsin, qui voit sa capacité biogène grevée par cette homogénéité hydraulique. De fait, les indices sont légèrement inférieurs à ce qu'ils devraient être, mais restent tout de même satisfaisants, sanctionnant un habitat globalement favorable à la faune astacicole.

De plus, on relève un important colmatage sur la station (forte occurrence des fines minérales, colmatage des substrats type galets/graviers), qui n'est pas retranscrit par les indices. Ce colmatage, du à une charge en MES importante des eaux du Marsin, semble surtout devoir affecter la faune macrobenthique, les fines argileuses fouissables constituant un habitat apprécié des écrevisses.

On note enfin la présence sur la station d'une zone d'affluence, due à la présence d'un petit affluent se jetant dans le cours principal du ruisseau de Marsin. Les affluents de ce type, de faible taille et issus de résurgences, sont nombreux à ponctuer le cours amont du Marsin. Leur présence contribue grandement à la qualité du milieu, par l'apport en eau fraîche et pure qu'ils constituent. Il convient donc de les préserver de toute perturbation.

III.2) Métabolisme thermique et typologie :

	Température	Date
Température journalière maximale	19,3 °C	11/08/2004
Température journalière minimale	0,2 °C	30/01/2004
Moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds	17,2 °C	Du 22/07/04 au 20/08/04

Tableau 20 : Principales caractéristiques thermiques du ruisseau de Marsin

La température maximale moyenne des eaux du ruisseau de Marsin est légèrement élevée (>19°C), même si elle reste favorable à *Austropotamobius pallipes*, dont la plage de confort est comprise entre 13 et 19 °C. De plus, l'observation des minima hivernaux montre que la température de l'eau avoisine ponctuellement les 0°C. Ces observations témoignent d'une certaine dépendance thermique des eaux du Marsin vis à vis de la température de l'air.

Pourtant, l'absence de forts pics de température en été et la faiblesse des écarts thermiques journaliers maximum (de l'ordre de 2°C) témoignent de l'existence des apports soutenus d'une nappe phréatique de qualité, qui confèrent une certaine stabilité aux températures du cours d'eau.

$\theta_{\max} = 17,2^{\circ}\text{C}$	$T1 = 5,12$	$T_{th} = 2,6$
$d0 = 1,3 \text{ Km}$	$T2 = 2,08$	
$D = 126,4 \text{ mg/L}$		
$p = 8,3 \%$	$T3 = -1,24$	
$l = 2,3 \text{ m}$		
$S_m = 0,23 \text{ m}^2$		

Tableau 21 : Niveau typologique théorique

Le niveau typologique théorique du secteur colonisé par les écrevisses sur le ruisseau de Marsin (B2+) correspond à celui d'un cours d'eau apical, type actuellement préférentiellement colonisé par *Austropotamobius pallipes* (B1 à B3).

III.3) Qualité physico-chimique des eaux du ruisseau de Marsin :

Date	Cond ($\mu\text{s/cm}$)	NO3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NH4 (mg/L)	PO4 (mg/L)	Ca ⁺⁺ (mg/L)	Mg ⁺⁺ (mg/L)	O2 mg/L	O2 sat. %	pH
09/10/2003	673	4,8	0,04	0,14	0,13	101	27,3	8,4	88%	8,1
18/02/2004		6,2	0,03	0,07	0,77	100	23			
21/02/2005		7,8	0,04	0,07	0,68					
03/08/2007	302	10,1	0,27	0,59	0,35					

Tableau 22 : Résultats des analyses d'eau réalisées sur le ruisseau de Marsin

Les analyses d'eau réalisées sur le ruisseau de Marsin témoignent d'une pollution diffuse marquée, notamment en ce qui concerne l'ammonium et les orthophosphates, dont les concentrations sont souvent au dessus des limites hautes de la gamme d'exigence d'*Austropotamobius pallipes* (Cf annexe 4). La totalité des valeurs relevées en 2007, année au

cours de laquelle les flux polluants ont été intensifiés par un lessivage massif des sols du fait de fortes précipitations, sont clairement rédhibitoires. Si cette pollution dont souffre le Marsin semble avoir une part agricole diffuse (cultures céréalières au niveau des sources, augmentation de la charge du fait du fort lessivage des sols observé en 2007), le fait que les compartiments les plus impactés soient les orthophosphates et l'ammonium laisse augurer du caractère majoritairement domestique de ce flux polluant, à mettre en relation avec les rejets directs présents en amont du bassin (STEP, rejet de la base de loisir dans une des deux sources). Il a d'ailleurs été constaté à plusieurs reprises au niveau de la station 1 des arrivées de flux polluants en fin de journée (eaux se teintant en marron, apparition de mousse au niveau des zones de turbulences, odeur d'eau usées).

III.4) Qualité du compartiment sédimentaire du ruisseau de Marsin :

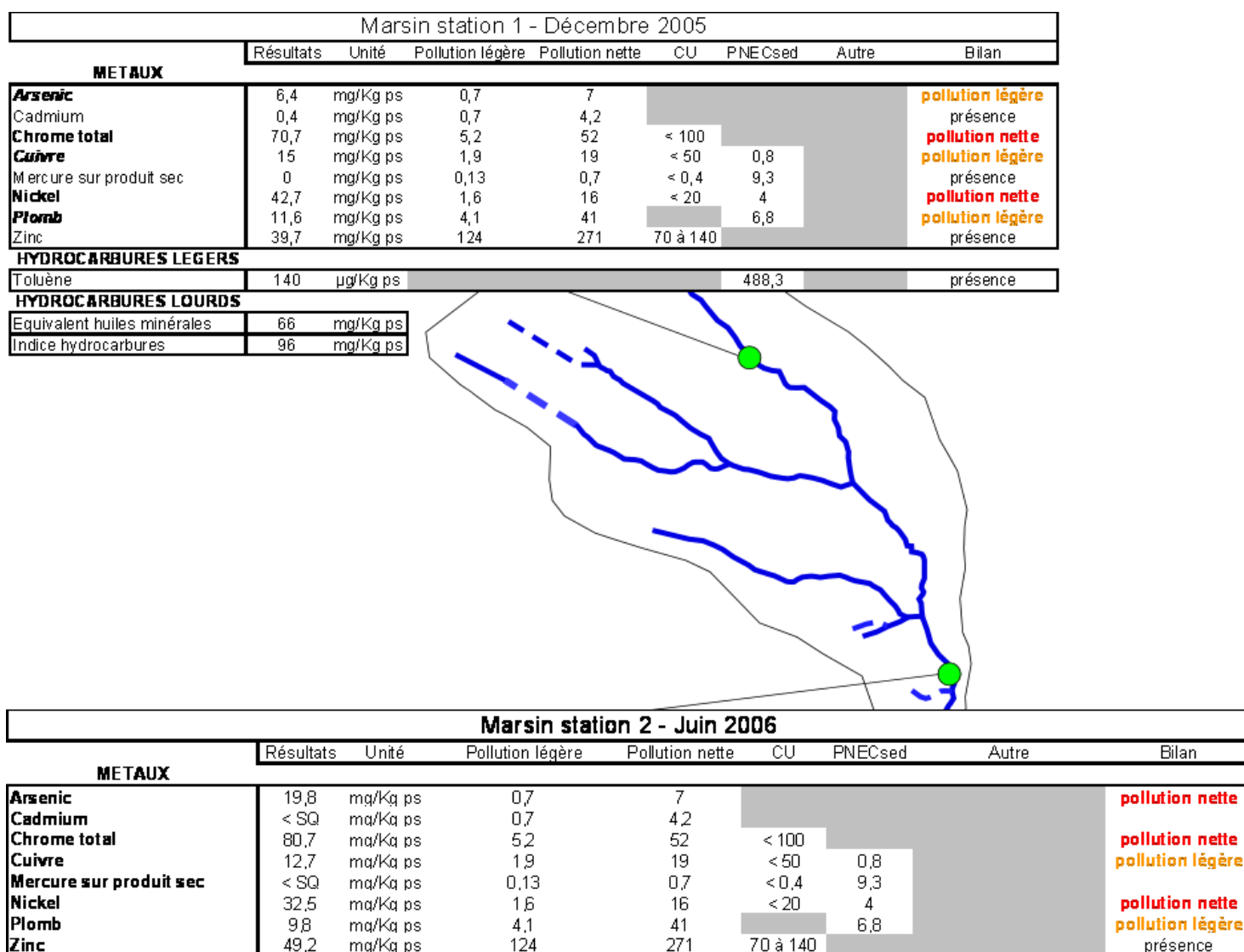


Figure 10 : Résultats des analyses de sédiments sur le ruisseau de Marsin

Les résultats de l'analyse de sédiments réalisée sur la station 1 en décembre 2005 révèlent un compartiment sédimentaire peu impacté. On note tout d'abord que peu d'éléments ont été identifiés dans les sédiments. De plus, la plupart d'entre eux sont présents à l'état de traces, à l'exception du Nickel et du Chrome, qui dépassent le seuil de pollution nette proposé

par le SEQ. Plusieurs origines probables et concomitantes peuvent être avancées pour expliquer ce constat :

- le lessivage des routes et surfaces urbanisées : un important réseau de fossés routiers draine les effluents de la N508 et de la D908 directement dans le cours d'eau à proximité des sources.
- Les retombées atmosphériques.
- Une origine naturelle.

Cependant, la nature et les concentrations des éléments trouvés sur la station 1 ne semblent pas présenter un caractère réductible, aussi bien vis-à-vis de la présence d'*Austropotamobius pallipes* que de la qualité générale du cours d'eau.

Sur la station 2, le constat général est sensiblement le même, les impacts du lessivage des routes et des retombées atmosphériques semblant même être moins importants que sur la station 1, probablement du fait qu'entre les deux points, le cours d'eau s'écoule dans un talweg encaissé l'isolant de ce type de pressions anthropiques.

Cependant, on remarque tout de même une différence notable entre les deux stations : la concentration en arsenic est multipliée par 3 entre la station 1 et la station 2, sur laquelle elle dépasse largement le seuil de pollution nette proposé par le SEQ. Ce constat trouve probablement son explication dans le traitement massif des vergers fortement présents sur les coteaux drainés par le Marsin sur la partie de son linéaire située entre les deux stations.

Aussi, bien que les effets écotoxicologiques de l'arsenic sur les écrevisses à pieds ne soit pas connus, cet élément est classé comme substance très toxique pour l'environnement aquatique (arrêté du 02/02/1998 relatif aux installations classées). On peut donc émettre l'hypothèse que cette contamination constitue potentiellement un facteur limitant vis-à-vis de l'espèce, et puisse être une des raisons de son absence sur cette partie aval du linéaire du ruisseau de Marsin.

III.5) Occupation du sol

Les tableaux 23 et 24 récapitulent l'ensemble des informations issues de l'enquête de bassin versant réalisée en sur le bassin du ruisseau de Marsin:

	Surface (Ha)	Représentation (%)
Zone construite	70	8,1
Bois	305	35,7
Pâtures	387	45,3
Maïs	39	4,6
autres céréales	35	4,1
Plantation	17	2,0
Stockage matériaux	2	0,2
Culture maraîchère	1	0,1
TOTAL	855	100

Tableau 23 : Occupation du sol sur le bassin versant du ruisseau de Marsin

	Nombre
Abreuvoirs	3
Rejets	9
Stations d'épuration	3
Camping	1
Terrain de sport	1
Dépôts sauvages de déchets	6
Piscines	2
Exploitations agricoles	8
Menuiserie	1
Centre équestre	1
Captages	3

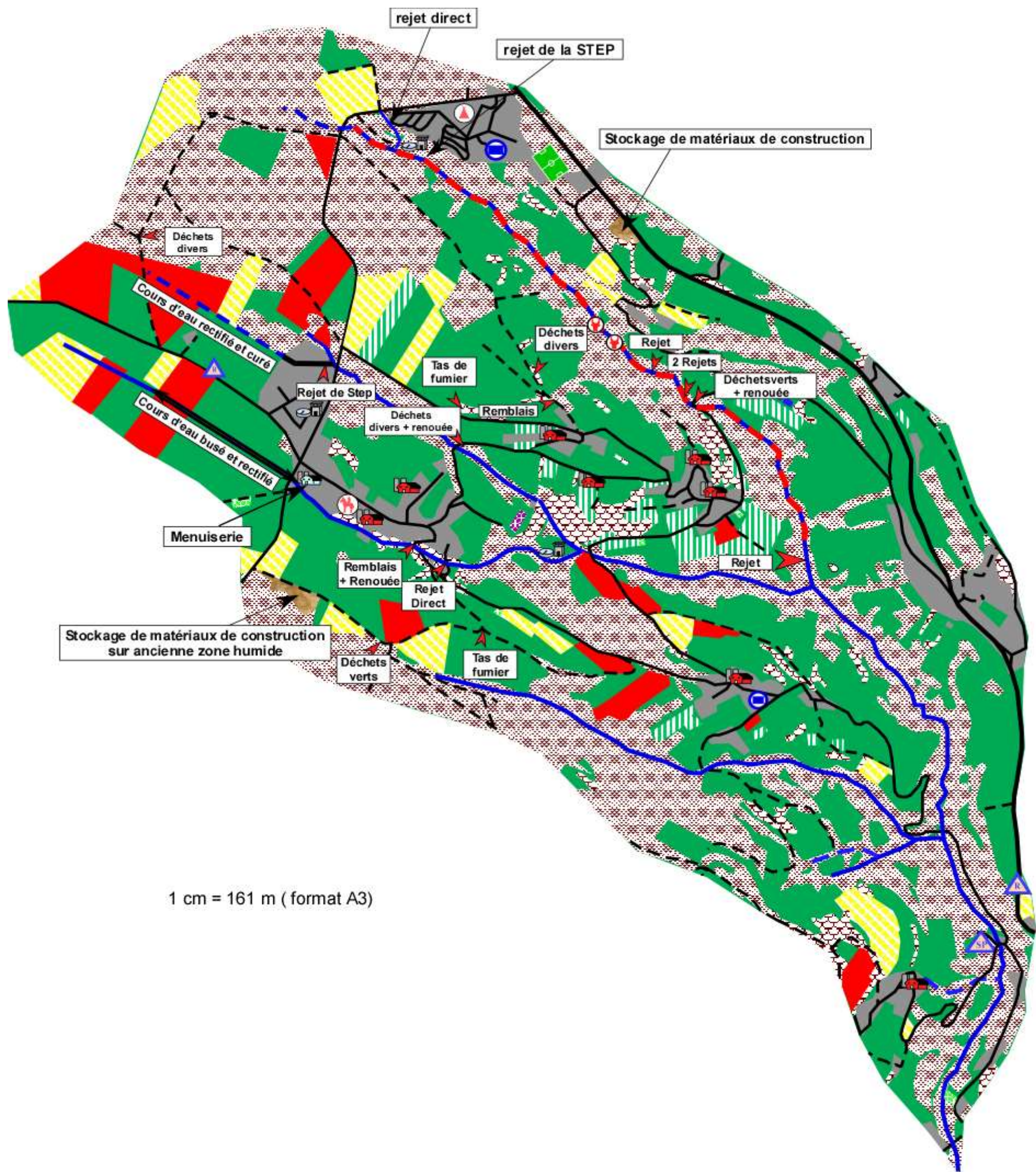
Tableau 24 : Perturbations ponctuelles relevées sur le bassin versant du ruisseau de Marsin

D'un point de vue général, le bassin versant du ruisseau de Marsin présente une vocation agricole marquée. On note en effet une prédominance des surfaces allouées au pacage et aux cultures dans les modalités d'occupation du sol sur le bassin, ainsi qu'un certain nombre d'exploitations agricoles. La proportion de zone boisée est relativement importante, tandis que celle des surfaces urbanisées reste faible et demeure en adéquation avec le caractère rural du bassin. On note également un certain nombre de sources de perturbations ponctuelles affectant directement, pour la plupart d'entre elles, les cours d'eau du bassin.

Cependant, l'analyse de la répartition de ces modalités surfaciques et ponctuelles sur le bassin versant met en évidence une situation contrastée. En effet, la pression exercée sur les trois cours d'eau du bassin (à savoir le Marsin et ses deux affluents, le ruisseau de Chêne-en-Semine et le ruisseau de la Bidolle) diffère sensiblement, tant dans sa nature que dans son intensité :

- Le ruisseau de Marsin subit dès ses sources l'impact d'un léger drainage agricole, de la concentrations des eaux de lessivage des chaussées (RN 508 et RD 908) par le biais de fossés se jetant dans ses eaux, et de deux rejets directs (un rejet de la base de loisir et le rejet de la STEP). Viennent s'ajouter ensuite sur le linéaire situé en amont de la station 1, deux abreuvoirs et trois rejets supplémentaires. Ces perturbations semblent pouvoir expliquer les dysfonctionnements mis en évidence sur la station 1. Cependant, leur impact sur le cours d'eau en général, et sur les écrevisses pallipèdes en particulier, semble être tempéré par la présence sur les coteaux du talweg au fond duquel s'écoule le cours d'eau d'une ripisylve dense jouant un rôle tampon salutaire vis-à-vis de la qualité du milieu. Entre la station 1 et la station 2, la pression agricole s'intensifie par le biais de l'apparition de nombreux vergers sur les coteaux du talweg, dont les traitements massifs constatés sur le terrain ajoutent une charge supplémentaire sur le milieu. De plus, on note la présence d'un rejet direct (domestique et/ou drainage des vergers) en contrebas du hameau des Essertoux, et dont la présence coïncide, concomitamment avec la confluence du ruisseau de Chêne-en-Semine, avec limite aval de colonisation du ruisseau par l'écrevisse à pieds blancs. Enfin, suite à la confluence avec le ruisseau de Chêne-en-Semine, le ruisseau de Marsin ne semble pas subir d'autres perturbation directe ponctuelle ou surfacique, et s'écoule au fond d'un talweg encaissé et boisé, le reste de la surface des coteaux étant quasi essentiellement occupé par des prairies.

- Le ruisseau de Chêne-en-Semine se révèle beaucoup plus impacté que le Marsin. Les deux bras composant ses sources ont subi, sur la totalité leur cours situé en amont de Chêne-en-Semine, d'importants travaux de rectification, curage et busage, remontant probablement au dernier remembrement intensif effectué sur le plateau de la Semine. Ils recueillent ensuite, au cours de leur traversée de Chêne-en-Semine, de nombreux rejets, et notamment celui de l'ancienne STEP de Chêne, aujourd'hui hors d'usage, mais qui continue à concentrer les effluents domestiques d'une partie des habitations de la commune, pour les rejeter directement dans un des deux bras du cours d'eau, au niveau de son intersection avec la RD908. Par ailleurs, la ripisylve des ces deux bras ayant été fortement impactée sur un linéaire allant de leur source à leur confluence, les effets des perturbations énumérées précédemment ne sont pas tamponnés, et affectent les deux cours d'eau avec une intensité maximale. En aval de la confluence de ses deux bras, le cours d'eau retrouve une ripisylve acceptable, mais subi encore le rejet de la nouvelle STEP de Chêne-en-Semine, au niveau de laquelle il a été rectifié, ainsi que l'impact de la pollution diffuse liée au traitement des vergers faisant leur apparition sur les coteaux qu'il draine. C'est donc des eaux de piètre qualité qu'il apporte au Marsin, la confluence des deux cours d'eau expliquant, en concomitance avec le rejet subi par le marsin peu en amont, la limite aval de colonisation du Marsin par *A. pallipes*.
- Le ruisseau de Bidolle, enfin, ne semble devoir subir d'autre perturbation qu'une pollution diffuse agricole liée aux épandages et au traitement des parcelles de culture céréalières et des rares vergers présents sur son bassin.



1 cm = 161 m (format A3)

- | | | |
|--------------------------------------|--------------------|------------------------------------|
| Cours d'eau | Réservoir | Elevage équin |
| Voie de communication | Station de pompage | Autre céréales |
| linéaire colonisé par les écrevisses | Zone construite | Culture maraîchère |
| Abreuvoir | Forêt, bois | Plantation |
| Exploitation agricole | Prairie, pâture | Vigne |
| Usine | Maïs | Dépôt de matériaux de construction |

Figure 11 : Occupation du sol sur le bassin versant du ruisseau de Marsin

IV. BILAN ET PROPOSITIONS DE GESTION

Si la population d'écrevisses à pieds blancs du ruisseau de Marsin présente à première vue tous les signes d'une bonne santé générale, à savoir une forte densité répartie sur un linéaire satisfaisant, l'analyse des différents compartiments du milieu met clairement en évidence la précarité de cet équilibre apparent.

En effet, le ruisseau de Marsin subit dès sa source un certain nombre de perturbations affectant le milieu, dont les impacts, tamponnés sur la partie amont du ruisseau (autoépuration, ripisylve de qualité), finissent, en s'accumulant, par dépasser le seuil de tolérance du cours d'eau, et conduisent à la désertion de la moitié aval de son linéaire par l'écrevisse à pieds blancs.

De plus, il apparaît qu'à peine un quart du réseau hydrographique du bassin versant est colonisé, et qui plus est, sur un seul des trois cours d'eau. Il en résulte un caractère refuge marqué de la population d'écrevisses, accentuant la précarité de sa situation sur le bassin. Ce constat est le fait, outre des perturbations citées précédemment et affectant directement le Marsin, de l'état déplorable de son principal affluent, le ruisseau de Chêne-en-Semine, dont la qualité d'eau douteuse participe à la limitation de la taille du linéaire colonisé, non seulement en interdisant toute colonisation de son cours, mais également en participant à la limitation de celle du ruisseau de Marsin aval, et par voie de conséquence, de celle du second affluent, le Ruisseau de Bidolle.

Il convient donc, dans un but de conservation de cette population d'écrevisses pallipèdes, d'intervenir rapidement sur les sources de perturbations mises en évidence au cours de cette étude :

- En circonscrivant tous les rejets directs domestiques et agricoles subis par le ruisseau de Marsin et par le ruisseau de Chêne-en-Semine.
- En raccordant au plus vite l'ensemble des habitations de Chêne-en-Semine à la nouvelle STEP, et en priorité celles dont les effluents transitent toujours par l'ancienne STEP, dont le rejet doit être lui aussi circonscrit.
- En s'assurant du bon fonctionnement de la STEP située sur l'amont du ruisseau de Marsin, qui semble pour le moment douteux.
- En limitant le traitement des vergers situés à proximité des cours d'eau.
- Enfin, en aménageant les abreuvoirs situés sur le linéaire colonisé par les écrevisses à pieds blancs.

Ces actions doivent être menées dans leur ensemble et à court terme sous peine de voir disparaître la population d'*Austropotamobius pallipes* à la moindre perturbation supplémentaire, même ponctuelle et accidentelle, venant affecter le ruisseau de Marsin.

Partie 5 : Situation de la population d'écrevisses du ruisseau de la Ravoire

I) CONTEXTE ET CONTENU DE L'ÉTUDE

I.1) Présentation du secteur d'étude

Le ruisseau de la Ravoire est un petit affluent calcaire des Usses, avec lesquelles il conflue en amont des ponts de la Caille, sur la commune de Cruseille, au niveau d'une chute d'une vingtaine de mètres de haut. D'une pente moyenne de 13%, il s'écoule au fond d'un talweg boisé sur la totalité des 1300 m de son linéaire. Il reçoit au milieu de son cours les eaux d'un affluent d'égale importance, le ruisseau de Bougy. Ce dernier, également situé sur la commune de Cruseille, prend sa source en aval du hameau de Fournier, au niveau d'un petit plateau humide. Après quelques centaines de mètres sur le plateau, il plonge dans un talweg boisé dans lequel il s'écoule jusqu'à sa confluence avec le ruisseau de la Ravoire. Les deux cours d'eau sont considérés comme étant apiscicoles, le ruisseau de la Ravoire hébergeant seulement quelques truites fario atlantiques résiduelles, les alevinages ayant été arrêtés en 2004.

En 2005, un nouvel élément est arrivé sur le bassin versant du ruisseau de la Ravoire : la construction de l'A41 reliant Annecy et Genève, dont le tracé passe sur les deux cours d'eau, quelques mètres en amont de leur confluence. Le chantier a débuté en 2006, le franchissement du ruisseau de la Ravoire ayant fait l'objet, suite à une concertation avec le concessionnaire (ADELAC), d'un aménagement adapté visant à préserver la population d'écrevisses en place. Ce point sera développé dans le paragraphe III.5 relatif à l'occupation du sol sur le bassin versant.

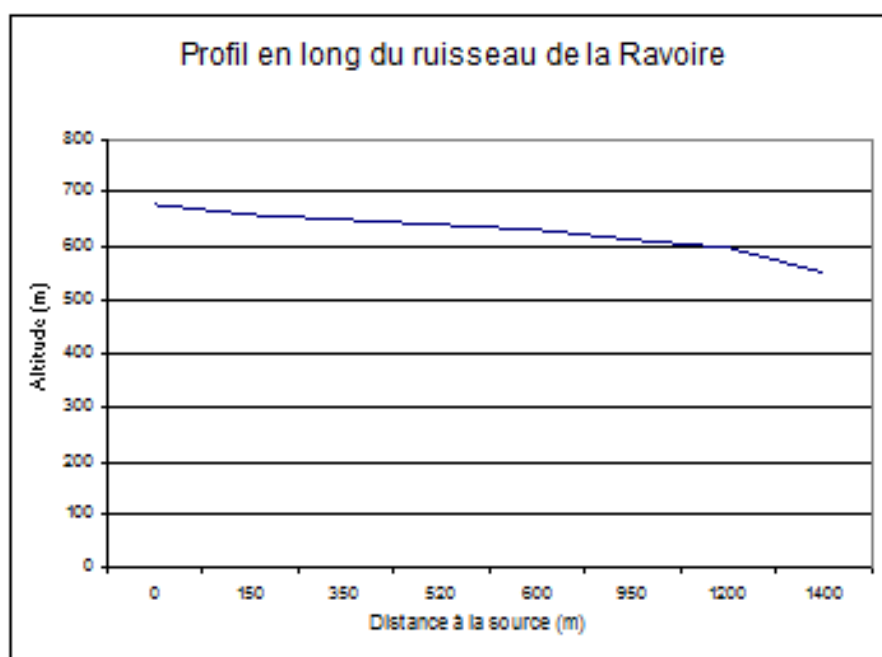


Figure 12 : Profil en long du ruisseau de la Ravoire

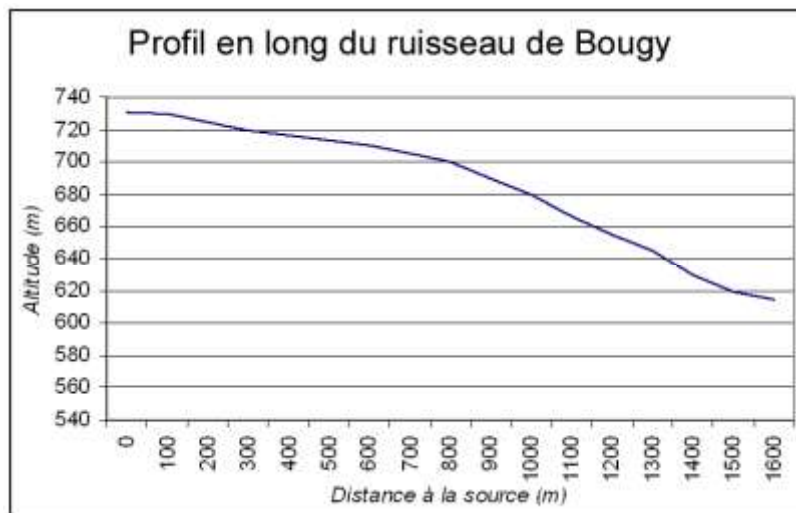


Figure 13 : Profil en long du ruisseau de Bougy

I.2) Positionnement des stations d'étude

Quatre stations ont été positionnées sur le bassin versant du ruisseau de la Ravoire (Cf Figure 14) :

- « La ravoire-station 1 », positionnée en 2003 sur le ruisseau de la Ravoire au sein du linéaire colonisé par *Austropotamobius pallipes*.
- « La ravoire-station 2 », positionnée en 2004 sur le ruisseau de la Ravoire en aval de la confluence avec le ruisseau de Bougy. Les écrevisses sont également présentes sur cette station.
- « Bougy-station 1 », positionnée en 2004 sur le ruisseau de Bougy amont, au sein du linéaire colonisé par *Austropotamobius pallipes*.
- « Bougy-station 2 », positionnée en 2004 sur le ruisseau de Bougy aval. Les écrevisses y sont absentes.

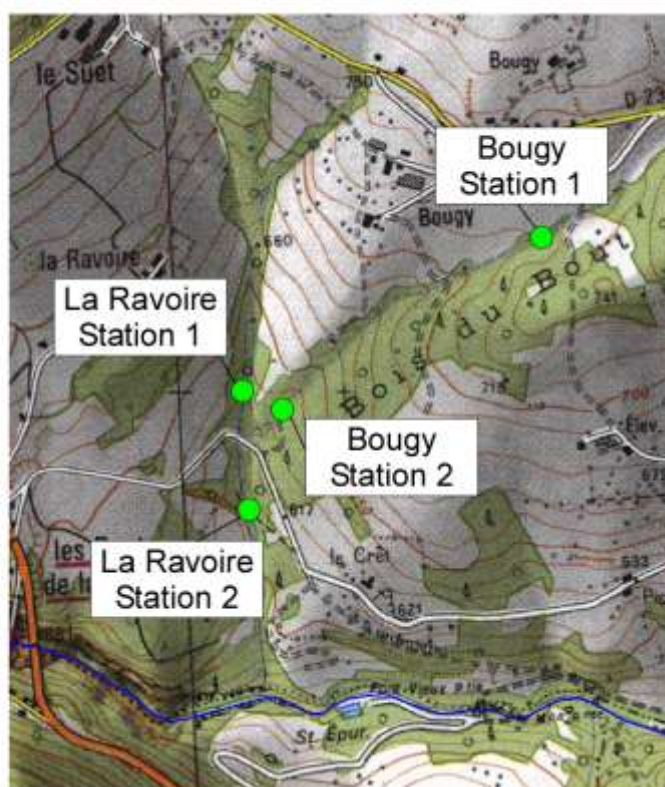


Figure 14 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25)

I.3) Bilan des investigations menées sur les stations :

I.3.1) Ruisseau de la Ravoire :

Le tableau 25 décrit les différentes actions menées sur les stations 1 et 2, ainsi que leur date de réalisation. Les croix indiquent des actions menées à l'échelle du bassin versant.

	2003	2004	2005	2006	2007
Prospection nocturne	X	X	X	X	X
Occupation du sol		X			
Physico-chimie	station 1	station 1 et 2	station 1 et 2		station 1 et 2
Analyse de sédiments			station 1	station 2	
Sonde de Température			station 1 (NE)		station 1
IBGN		station 1 et 2			
MAG 12				station 1	
Quantitatif APP		station 1		station 1	
Travaux A41					

Tableau 25 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau de la Ravoire

I.3.1) Ruisseau de Bougy :

Le tableau 26 décrit les différentes actions menées sur les stations 1 et 2, ainsi que leur date de réalisation. Les croix indiquent des actions menées à l'échelle du bassin versant.

	2004	2005	2006	2007
Prospection nocturne	X	X	X	X
Occupation du sol	X			
Physico-chimie	station 1 et 2	station 1 et 2		station 1 et 2
Analyse de sédiments		station 2		
Sonde de Température				station 1
IBGN	station 1 et 2			
MAG 12			station 1	
Quantitatif APP	station 1		station 1	
Travaux A41				

Tableau 26 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau de Bougy

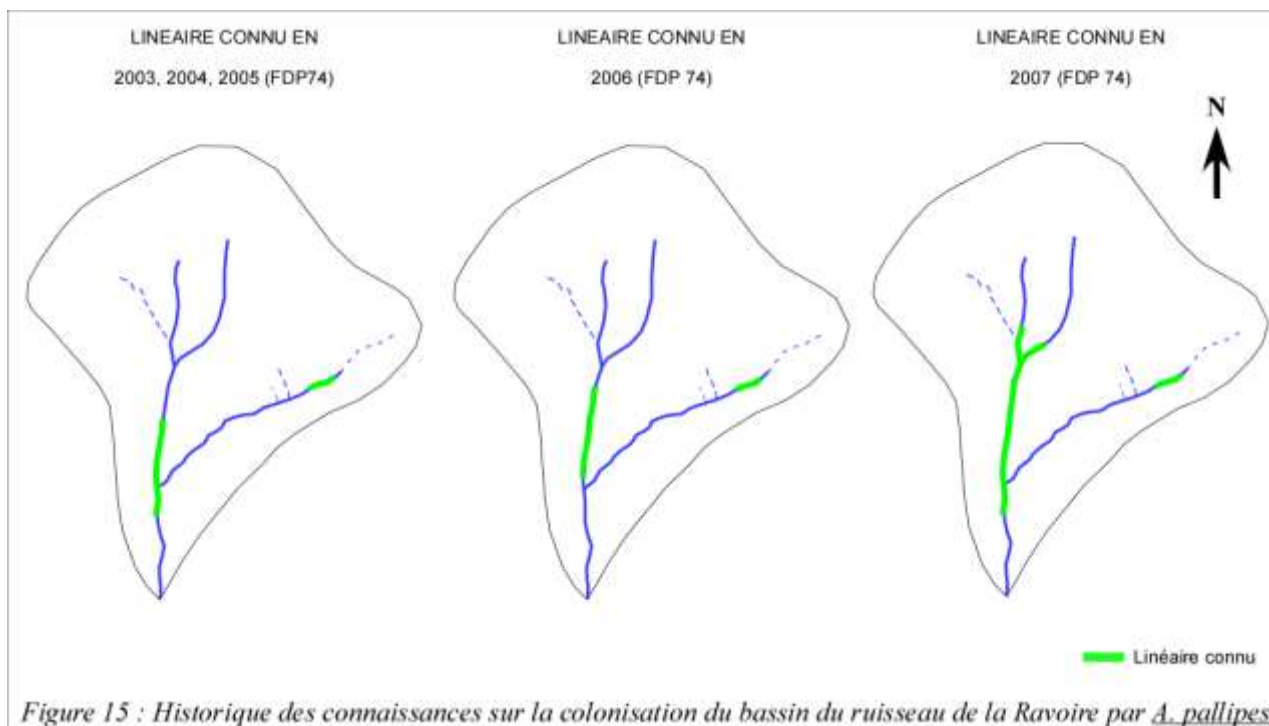
II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES

II.1) Historique des connaissances astaciques sur le bassin de la Ravoire

En 2003, une prospection de la totalité du linéaire du ruisseau de la Ravoire a permis de contacter pour la première fois cette population, et d'en fixer les limites amont et aval : le linéaire colonisé était alors de 475 m, le cours d'eau étant colonisé de la limite amont de son cours pérenne à une centaine de mètres en aval de la confluence avec le ruisseau de Bougy, la densité s'étiolant de manière flagrante à partir de cette confluence. En 2004, une prospection supplémentaire est venue confirmer ce linéaire sur le ruisseau de la Ravoire, tandis qu'elle permettait de localiser une population relictuelle sur l'amont du ruisseau de Bougy (150 m débutant avec le cours pérenne du ruisseau). Ce constat a été confirmé en 2005.

En 2006, le linéaire colonisé du ruisseau de la Ravoire voyait sa limite aval remonter en amont de la confluence avec le ruisseau de Bougy suite à une pollution aux MES sur le chantier de l'A41 (autoroute en construction enjambant le cours d'eau). Cependant, la longueur du linéaire restait sensiblement la même, la limite amont étant remontée en même

temps que celle du cours pérenne du ruisseau (retour à la normale après un fort impact des épisodes de sécheresse des été 2003 et 2004 qui avaient fortement grevé les débits du cours d'eau, et par la même occasion la longueur de son linéaire pérenne). Le linéaire colonisé sur le ruisseau de Bougy restait quant à lui le même.



En 2007, enfin, si le linéaire colonisé sur le ruisseau de Bougy se révèle constant, celui du ruisseau de la Ravoire s'étend pour deux raisons : d'une part, l'impact de la pollution aux MES étant passé, la population d'écrevisses retrouve sa limite aval de 2003. D'autre part, les fortes perturbations de l'année 2007 ont permis au ruisseau de la Ravoire d'étendre son linéaire pérenne vers l'amont, permettant à la population d'écrevisses d'étendre sa colonisation d'autant. De ce fait, le linéaire actuellement colonisé sur le ruisseau de la Ravoire est de 800 m, tandis que celui du ruisseau de Bougy est toujours de 150 m.

II.2) Etude quantitative de la population d'écrevisses :

II.2.1) Ruisseau de la Ravoire :

Les résultats du suivi quantitatif de la population d'écrevisses à pieds blancs du ruisseau de la Ravoire sont décrits dans le tableau 27 et la figure 16 :

	Ravoire - station 1	
Année (surface station)	2004 (35 m ²)	2006 (35 m ²)
Densité	23592 individus/Ha (+/- 30,4 %)	38714 individus/Ha (+/- 25,7 %)
Biomasse	215 Kg/Ha (+/- 8%)	521 kg/Ha +/- (6,3%)
Classe d'abondance	4/5	5/5
Sex ratio	1,6 mâles/femelle	0,6 mâles/femelle

Tableau 27 : Estimations quantitatives réalisées sur le ruisseau de la Ravoire (station 1)

La population d'écrevisses à pieds blancs du ruisseau de la Ravoire semble être en parfaite santé. Les classes de densités sont satisfaisantes (4/5 en 2004 et 5/5 en 2006), d'autant que le sexe ratio déséquilibré (aussi bien en 2004 qu'en 2006) et les écarts types assez élevés indiquent une probable sous-estimation de l'effectif. De plus, la répartition des classes de tailles au sein de l'effectif, la stabilité interannuelle des résultats (légère augmentation en 2006 due à l'effet refuge suite à la pollution au MES) ainsi que l'observation de nombreux juvéniles et femelles grainées témoignent d'une bonne fonctionnalité de la population. Le seul bémol à ce constat est l'étiollement notable de la densité constaté en aval de la confluence avec le ruisseau de Bougy, qui aboutit à la désertion de l'espèce au bout d'une centaine de mètres. Il semble donc que le ruisseau de la Ravoire subisse au niveau de sa confluence avec le ruisseau de Bougy une altération de sa qualité qui pénalise les écrevisses à pieds blancs.

Nb d'individus

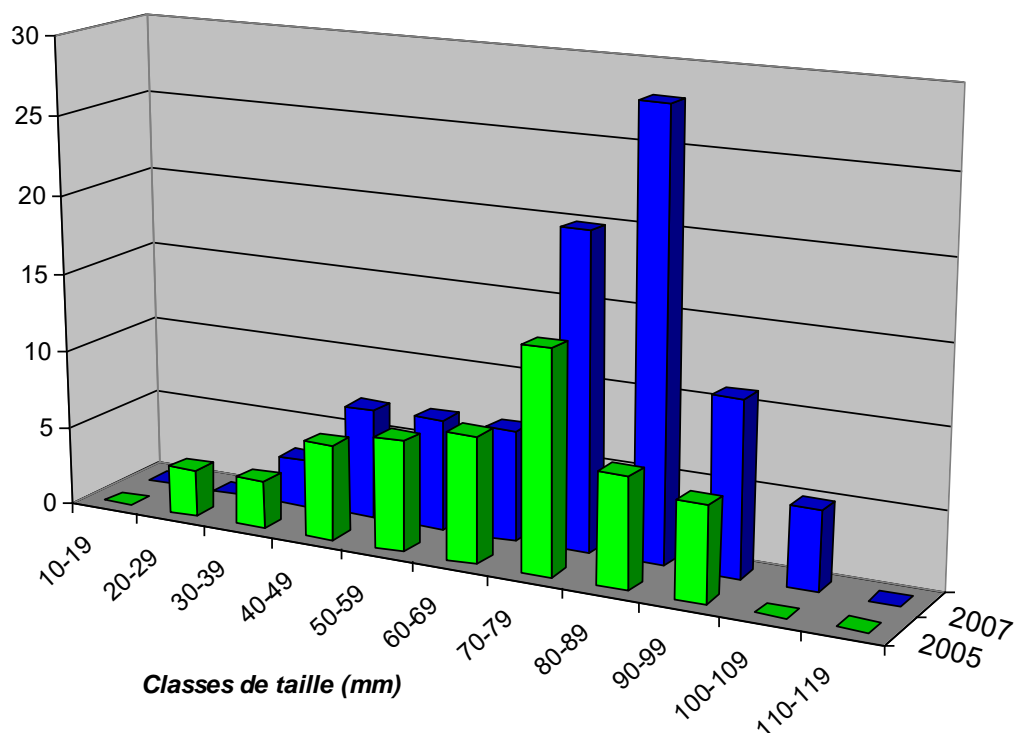


Figure 16 : Répartition des tailles dans la population d'APP du ruisseau de la Ravoire

II.2.2) Ruisseau de Bougy :

Deux tentatives d'estimation quantitative ont été réalisées sur le ruisseau de Bougy en 2004 et 2006 : les deux fois, si une dizaine d'individus a été marquée au premier passage, aucune écrevisse n'a été capturée ou recapturée au second et au troisième. Il n'a donc pas été possible de calculer de densité. De fait, la population peut être qualifiée de relictuelle, se limitant à quelques individus mâles adultes (pas d'observation de juvéniles ni de femelles grainées).

II.3) Etude du macrobenthos :

II.3.1) Ruisseau de la Ravoire :

- Station 1 :

	Ravoire station 1 - 8 prélèvements 2004	Ravoire station 1 - 12 prélèvements 2006
IBGN	19	17
GI	9	8
	<i>Taeniopterygidae</i>	<i>Odontoceridae</i>
Variété	38	34
Robustesse	19	16
Var substrats	8	7
Var vitesses	3	2
Cb2	17	14
Iv	8,4	7,3
In	8,7	6,6
m	15,6	13,5
	bon	médiocre
Densité (ind/m2)	6202	5578
% taxons repr. par moins de 3 individus	54%	49%
% d'ind. appartenant à des taxons i>7	4,4% (6 taxons)	8,1% (4 taxons)
% d'ind. appartenant à des taxons saprobiontes	87%	90%
Nb genres plécoptères		3
Nb genres éphéméroptère		6
Nb genres Trichoptère		6
Nb genres Coléoptère		5

Tableau 28 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de la Ravoire (station 1)

Les indices obtenus en 2004 sur la station 1 du ruisseau de la Ravoire étaient excellents, et sanctionnaient un peuplement équilibré au sein duquel la présence des taxons les plus sensibles étaient très bien représentés (22 Taenioptérygidae, 19 Perlodidae), témoignant d'une bonne qualité générale du milieu. On notait cependant une légère insuffisance reflétée par l'instabilité du peuplement et l'abondance relativement faible, et imputable aux problèmes de débits ayant affecté le cours d'eau en 2003 et 2004.

En 2006, si les indices restent satisfaisants, on note tout de même un fléchissement du peuplement macrobenthique sur la station 1. L'IBGN passe de 19 à 17, la robustesse de 19 à 16, tandis que le Cb2 passe de 17 à 14. Au vu de la diminution du score des composantes de ce dernier, il apparaît que la qualité générale du milieu a diminué, en particulier au niveau du compartiment de la chimie de l'eau (Baisse de l'In plus marquée que celle de l'Iv). L'analyse de la liste faunistique permet de constater que la principale altération du peuplement macrobenthique est la disparition au sein de l'effectif des taxons les plus sensibles (Perlodidae, Taenioptérygidae). La présence des taxons indicateurs d'une contamination toxique (*Riolus*, *Limnius*, *Gammaridae*, *Ephemera*) permettant d'écarter cette hypothèse, il semble que cette légère baisse de la qualité du milieu soit imputable à l'impact du chantier de l'A41. On relève en effet sur la station, située en plein cœur du chantier une légère altération de la qualité de l'habitat du fait d'un colmatage induit par le lessivage des sols mis à nu. Cependant, au vu des constats fait précédemment, il semble que le cours d'eau ait également subi une altération de la qualité de ses eaux.

En conclusion, si cette l'évolution de cette légère altération de la qualité du milieu est à surveiller, les résultats obtenus sur la station 1 témoignent encore d'une qualité globale satisfaisante du ruisseau de la Ravoire en amont de sa confluence avec le ruisseau de Bougy.

- Station 2 :

	La ravoire station 2 - 8 prélèvements 2004
IBGN	15
GI	9 <i>Taeniopterigidae</i>
Variété	21
Robustesse	12
Var substrats	8
Var vitesses	3
Cb2	13
lv	4,6
ln	8,5
m	12,7 médiocre
Densité (ind/m2)	13547
% taxons repr. par moins de 3 individus	48%
% d'ind. appartenant à des taxons i>7	0,2% (3 taxons)
% d'ind. appartenant à des taxons saprobiontes	97%

Tableau 29 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de la Ravoire (station 2)

Les résultats de l'analyse du peuplement macrobenthique réalisée en 2004 sur la station 2 mettent clairement en évidence l'altération de la qualité du milieu en aval de la confluence avec le Ruisseau de Bougy. En effet, on note une baisse significative des indices par rapport à la station 1 : l'IBGN passe de 19 à 15, robustesse de 19 à 12, le Cb2 de 17 à 13 et la variété taxonomique de 38 à 21. Les effectifs des taxons sensibles ont fortement diminué (plus que 3 Taeniopterigidae, disparition des Perlodidae et Odontoceridae), tandis que ceux des taxons saprophiles ont explosé (54 % d'Oligochètes, 30 % de Chironomidae).

Il semble donc que le ruisseau de Bougy amène au ruisseau de la Ravoire un important flux polluant altérant directement la qualité de l'eau, mais aussi celle de l'habitat par le biais de proliférations algales induites par la surcharge nutritive des eaux en aval de la confluence.

II.3.2) Ruisseau de Bougy :

- Station 1 :

	Bougy station 1 - 8 prélèvements 2004	Bougy station 1 - 12 prélèvements 2006
IBGN	15	18
GI	8 <i>Odontoceridae</i>	9 <i>Perlodidae</i>
Variété	25	36
Robustesse	13	17
Var substrats	6	5
Var vitesses	2	2
Cb2	12	15
lv	5,5	7,9
ln	6,7	7,3
m	10 mauvais	9,2 très mauvais
Densité (ind/m2)	1282	9765
% taxons repr. par moins de 3 individus	52%	28%
% d'ind. appartenant à des taxons i>7	2,1% (4 taxons)	3,8% (7 taxons)
% d'ind. appartenant à des taxons saprobiontes	81%	87%
Nb genres plécoptères		6
Nb genres éphéméroptère		3
Nb genres Trichoptère		8
Nb genres Coléoptère		9

Tableau 30 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de Bougy (station 1)

Les résultats de l'analyse du peuplement macrobenthique obtenus en 2006 sur le ruisseau de Bougy témoignent d'un milieu de qualité tout à fait satisfaisante. Les indices sont bons, sanctionnant un peuplement varié et de qualité. La variété et l'abondance semblent conformes à ce que l'on est en droit d'attendre sur un cours d'eau apical. En revanche, le peuplement se révèle légèrement instable (28% de taxons représentés par 3 ou moins de 3 individus), probablement du fait des faibles débits du ruisseau sur la station, où seules deux classes de vitesses ont pu être échantillonnées. Le nombre de substrats est lui aussi assez peu élevé, et la qualité moyenne de l'habitat se voit sanctionnée par un faible *m* du Cb2.

L'analyse semi quantitative du peuplement confirme le constat fait à la lecture des indices. Les taxons sensibles (*Isoperla*, *Wormaldia*, *Capnia*, *Ondotocerum albicorne*, *Leuctra*, *Protonemoura*, *Amphinemoura*) sont très bien représentés, témoignant d'une bonne qualité d'eau. En revanche, la qualité de l'habitat semble être limitée, principalement du fait de la faiblesse des débits, mise en évidence par la sous représentation des taxons rhéophiles, notamment les Heptageniidae. En outre, la bonne représentation des Gammaridae, Limnephilidae (2 genres) et Elmidae (2 genres) au sein de l'effectif témoigne en faveur d'une absence de perturbation du milieu liée aux toxiques.

Par ailleurs, l'évolution de ce peuplement entre 2004 et 2006 témoigne d'une nette amélioration de la qualité du milieu proposé par le ruisseau de Bougy sur la station 1. Les indices sont en nette progression, tout comme la variété, l'abondance et la stabilité du peuplement. Il faut rapprocher ce constat de la suppression en 2005 d'un abreuvoir situé en amont immédiat de la station, suppression faite spontanément par l'exploitant agricole suite au signalement du problème que posait cet abreuvoir situé au beau milieu du linéaire colonisé par l'écrevisse pallipède.

Il en résulte donc un milieu de bonne qualité, en nette amélioration suite à l'enlèvement de l'abreuvoir situé dans le lit mineur du ruisseau, sanctionné par des résultats d'analyse du macrobenthos tout à fait satisfaisants en 2006.

- Station 2 :

	Bougy station 2 - 8 prélèvements 2004
IBGN	8
GI	4 <i>Pstchomyidae</i>
Variété	16
Robustesse	7
Var substrats	7
Var vitesses	2
Cb2	10
Iv	3,6
In	6
m	8 très mauvais
Densité (ind/m2)	15577
% taxons repr. par moins de 3 individus	44%
% d'ind. appartenant à des taxons i>7	0,0%
% d'ind. appartenant à des taxons saprobiontes	99%

Tableau 31 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de Bougy (station 2)

L'analyse du peuplement macrobenthique de l'aval du ruisseau de Bougy témoigne des graves dysfonctionnements affectant le cours d'eau sur ce secteur et de l'effondrement de

la qualité du milieu par rapport à l'amont. Les indices sont très mauvais, et sanctionnent un milieu très médiocre, tant du point de vue de la qualité de l'eau, qui subi une pollution nette (absence de la totalité des taxons polluosensibles, proliférations des taxons ubiquistes), que de celle de l'habitat, impacté par des proliférations algales et un fort colmatage induit par leur décomposition (prolifération des Oligochètes et des Chironomidae, qui représente respectivement 66 % et 25 % des effectifs). Ce constat est du à la présence d'un important rejet agricole, mêlant purin et effluents domestiques situé en partie médiane du ruisseau de Bougy.

Ce rejet direct, en plus de dégrader fortement le ruisseau de Bougy, impacte également le ruisseau de la Ravoire en aval de leur confluence, pénalisant par la même occasion la population d'écrevisses à pieds blancs située à cet endroit.

III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION

III.1) Métabolisme thermique et typologie :

III.1.1) Ruisseau de la Ravoire :

Ruisseau de la Ravoire (14/07/07 au 22/10/07)	T°C	Date
Température journalière maximale	15,7	15/08/2007
Température journalière minimale	5,8	22/10/2007
Ecart journalier maxi	3,3	
Ecart journalier moyen	1,7	
Moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds	14,1	18/07/07 au 16/08/07

Tableau 32 : Principales caractéristiques thermiques du ruisseau de la Ravoire (station 1)

Le métabolisme thermique du ruisseau de la Ravoire se révèle tout à fait favorable aux écrevisses à pieds blancs. En effet, la température instantanée des eaux dépasse rarement 16°C, la température journalière moyenne maximale étant de 15,7°C, ce qui s'intègre parfaitement à la plage de confort de l'espèce (13 à 19°C (Synusie-Eau, 2003)). En outre, cette fraîcheur des eaux, alliée à des écarts thermiques journaliers moyens ne dépassant pas 3,5°C, témoigne des apports d'une nappe de qualité. Cependant, ce constat est à tempérer par le fait que ces résultats ont été recueillis au cours de l'été 2007, au cours duquel les précipitations ont été particulièrement abondantes. Or, en 2003 et en 2004, le ruisseau de la Ravoire a subi des assècs totaux ou partiels, ayant d'ailleurs conduit à réaliser un sauvetage des écrevisses en 2003 et à les stabuler en pisciculture durant plus d'un mois, le temps que le cours d'eau retrouve un débit suffisant et des températures d'eau acceptables.

$\theta_{max} = 14,1^{\circ}\text{C}$	$T1 = 3,41$	$T_{th} = 1,9$
$d0 = 0,5 \text{ Km}$	$T2 = 0,99$	
$D = 84,5 \text{ mg/L}$		
$p = 66 \text{ ‰}$	$T3 = 0,77$	
$l = 0,8 \text{ m}$ $S_m = 0,07 \text{ m}^2$		

Tableau 33 : Niveau typologique théorique

Le niveau typologique calculé sur la station 1 du ruisseau de la Ravoire inscrit ce dernier dans la gamme des types écologiques électifs actuels d'*Austropotamobius pallipes*, à savoir les cours d'eau apicaux dont le niveau typologique va de B1 à B3.

III.1.1) Ruisseau de Bougy :

Ruisseau de Bougy (21/04/06 au 24/03/07)	T°C	Date
Température journalière maximale	16,7	21/07/2006
Température journalière minimale	3,9	29/12/2006
Ecart journalier maxi	5,1	
Ecart journalier moyen	1,6	
Moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds	15,1	03/07/06 au 01/08/06

Tableau 34 : Principales caractéristiques thermiques du ruisseau de Bougy (station 1)

Le métabolisme thermique du ruisseau de la Bougy, s'il s'intègre à la plage de confort des écrevisses (13 à 19°C (Synusie-Eau, 2003)), apparaît légèrement perturbé. En effet, la température journalière maximale de 16.7°C et des écarts thermiques journaliers maximaux avoisinant régulièrement les 4°C semblent un peu élevés pour un cours d'eau de ce type, et témoigne d'une probable faiblesse de la nappe, qui se retrouve d'ailleurs dans les faibles débits d'étiage du cours d'eau. Cependant, les caractéristiques thermiques du ruisseau demeurent tout à fait favorables à *Austropotamobius pallipes*.

$\theta_{\max} = 15,1^{\circ}\text{C}$	T1 = 3,97	Tth = 2,4
d0 = 0,5 Km	T2 = 0,49	
D = 84,1 mg/L		
p = 33 ‰	T3 = 2,14	
l = 0,5 m		
Sm = 0,03 m ²		

Tableau 35 : Niveau typologique théorique

Le niveau typologique calculé sur la station 1 du ruisseau de la Ravoire inscrit ce dernier dans la gamme des types écologiques électifs actuels d'*Austropotamobius pallipes*, à savoir les cours d'eau apicaux dont le niveau typologique va de B1 à B3.

III.2) Qualité physico-chimique des cours d'eau du bassin de la Ravoire :

Les résultats des analyses de la qualité de l'eau des ruisseaux de la Ravoire et de Bougy sont présentés dans la figure 17.

Les analyses réalisées sur le ruisseau de la Ravoire témoignent d'un cours d'eau fortement minéralisé, aux eaux fraîches et bien oxygénées.

Les concentrations en éléments azotés et phosphatés relevées sur la station 1 indiquent que le ruisseau y est légèrement impacté par une légère pollution diffuse, probablement liée aux pratiques agricoles en cours sur le bassin. On observe une augmentation du flux polluant en période hivernale, probablement corrélée à la diminution du pouvoir tampon de la ripisylve liée à la dormance de la végétation à cette période de l'année. On note également une augmentation des valeurs relevées en 2007. Il semble qu'il s'agisse des effets d'un fort lessivage des sols lié aux précipitations importantes ayant eu lieu au cours de cette année.

Cependant, de manière globale et en dépit de concentrations en éléments azotés et phosphatés en limites hautes de la gamme de tolérance d'*Austropotamobius pallipes*, la qualité des eaux du ruisseau de la Ravoire sur la station 1 ne semble pas rédhitoire vis à vis de l'espèce.

Date	Cond ($\mu\text{s/cm}$)	NO3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NH4 (mg/L)	PO4 (mg/L)	Ca ⁺⁺ (mg/L)	Mg ⁺⁺ (mg/L)	O2 mg/L	O2 sat. %	pH
05/09/2004	540	11	0,04	0,07	0,03	91	24,7	7,9	82%	8,2
23/02/2005		7,3	0,03	0,05	0,18					
25/09/2007	294	5,4	0,04	0,07	0,11	26	27,2			

Date	Cond ($\mu\text{s/cm}$)	NO3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NH4 (mg/L)	PO4 (mg/L)	Ca ⁺⁺ (mg/L)	Mg ⁺⁺ (mg/L)	O2 mg/L	O2 sat. %	pH
07/10/2003	357	4,7	0,01	0,09	0,07	68	18,7	9,1	92%	8
19/02/2004		6,1	0,08	0,03	0,21	81	18,5			
23/02/2005		5,5	0,04	0,03	0,19					
25/09/2007	244	13,5	0,08	0,12	0,19	35	20,8			

Date	Cond ($\mu\text{s/cm}$)	NO3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NH4 (mg/L)	PO4 (mg/L)	Ca ⁺⁺ (mg/L)	Mg ⁺⁺ (mg/L)
19/02/2004		11,9	0,1	0,06	0,46	96	22,8
23/02/2005		9,8	0,08	0,07	0,51		
25/09/2007	260	9,6	0,29	0,25	0,72	23	25,8

Date	Cond ($\mu\text{s/cm}$)	NO3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NH4 (mg/L)	PO4 (mg/L)	Ca ⁺⁺ (mg/L)	Mg ⁺⁺ (mg/L)
19/02/2004		8,9	0,06	0,11	0,28	77	19
23/02/2005		7,1	0,04	0,06	0,23		
25/09/2007	257	15,4	0,10	0,19	0,35	46	24,6

Figure 17 : résultats des analyses d'eau réalisées sur le bassin de la Ravoire

En revanche, les concentrations en ces mêmes éléments relevées sur la station 2 dépassent quasi systématiquement les valeurs seuil trouvées dans la littérature (Cf annexe 5), et ce même si l'on excepte les valeurs à caractère exceptionnel de la campagne 2007. De fait, sans présenter de caractère létal pour l'écrevisse, ces concentrations contribuent à affaiblir la population colonisant cette partie du cours d'eau, notamment en favorisant des développements algaux importants fortement préjudiciables au cours d'eau en général et aux écrevisses en particulier.

L'origine de cette pollution de la partie aval du ruisseau de la Ravoire apparaît clairement au vu des résultats obtenus sur la station 2 du ruisseau de Bougy, où les concentrations en éléments nutritifs sont très élevées, notamment en ce qui concerne les Nitrates et les orthophosphates. Il semble donc que le flux polluant dont souffre le cours aval du ruisseau de la Ravoire soit amené par le ruisseau de Bougy.

En outre, l'origine de supposée de cette pollution, à savoir le rejet direct situé en partie médiane du ruisseau de Bougy, se voit confirmée par les résultats obtenus sur la station 1 de ce même ruisseau, totalement opposés à ceux obtenus sur la station 2, et dont les valeurs s'inscrivent parfaitement dans la gamme de tolérance d'*Austropotamobius pallipes*, mettant juste en évidence une légère pollution probablement liée aux pratiques agricoles (épandages et abreuvoirs dans le lit mineur).

III.4) Qualité des sédiments des cours d'eau du bassin de la Ravoire:

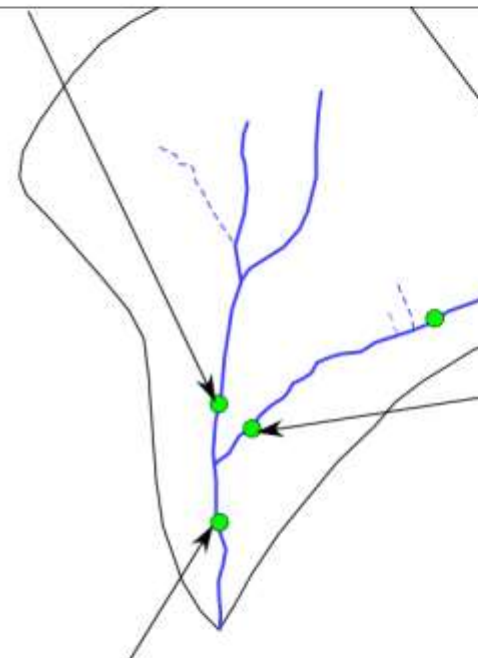
Les résultats des analyses de sédiments des ruisseaux de la Ravoire et de Bougy sont présentés dans la figure 18.

L'analyse des sédiments prélevés en décembre 2005 et juin 2006 sur le bassin versant de la Ravoire témoignent d'un compartiment sédimentaire relativement préservé par la pollution toxique, tant sur le ruisseau de la Ravoire que sur le Ruisseau de Bougy. On relève, outre les métaux, des traces d'hydrocarbures probablement issues du lessivage des routes et surfaces construites, ainsi que des retombées atmosphériques.

Deux bémols peuvent toutefois être apportés à ce constat :

- D'une part la forte concentration en arsenic relevée sur la station 2 du ruisseau de Bougy. Si elle peut avoir une origine naturelle liée à la géologie, la différence notable avec les concentrations relevées sur les deux stations du ruisseau de la Ravoire laisse planer un doute sur une pollution d'origine anthropique, pouvant être liée à l'emploi de pesticides.
- D'autre part les fortes concentrations en Nickel et Chrome relevées sur l'ensemble des stations, et dépassant largement les seuils de pollution nette du SEQ. Si la taille du réseau routier présent sur le bassin versant ne semble pas pouvoir expliquer l'ampleur de ces concentrations par le lessivage, on note en revanche la proximité de la RN 201, reliant Annecy à Genève, et fortement fréquentée quotidiennement, pouvant induire cette contamination par le biais de retombées atmosphériques. Toutefois, ces concentrations ne semblent pas devoir expliquer la répartition des écrevisses observée sur le bassin, les concentrations étant similaires sur toutes les stations, qu'elles héberge *A. pallipes* ou non.

La Ravoire station 1 - Décembre 2005								
METAUX	Résultats	Unité	Pollution légère	Pollution nette	CU	PNECsed	Autre	Bilan
Arsenic	5,1	mg/Kg ps	0,7	7				pollution légère
Cadmium	0	mg/Kg ps	0,7	4,2				
Chrome total	129,5	mg/Kg ps	5,2	52	< 100			pollution nette
Cuivre	11,6	mg/Kg ps	1,9	19	< 50	0,8		pollution légère
Mercure sur produit sec	0	mg/Kg ps	0,13	0,7	< 0,4	9,3		
Nickel	66,8	mg/Kg ps	1,6	16	< 20	4		pollution nette
Plomb	14	mg/Kg ps	4,1	41		6,8		pollution légère
Zinc	44,2	mg/Kg ps	124	271	70 à 140			présence
HYDROCARBURES LOURDS								
Equivalent huiles minérales	78	mg/Kg ps						
Indice hydrocarbures	108	mg/Kg ps						



Bougy station 2 - Décembre 2005								
METAUX	Résultats	Unité	Pollution légère	Pollution nette	CU	PNECsed	Autre	Bilan
Arsenic	14,5	mg/Kg ps	0,7	7				pollution nette
Cadmium	0,5	mg/Kg ps	0,7	4,2				présence
Chrome total	183	mg/Kg ps	5,2	52	< 100			pollution nette
Cuivre	12	mg/Kg ps	1,9	19	< 50	0,8		pollution légère
Mercure sur produit sec	0	mg/Kg ps	0,13	0,7	< 0,4	9,3		
Nickel	87,5	mg/Kg ps	1,6	16	< 20	4		pollution nette
Plomb	15,4	mg/Kg ps	4,1	41		6,8		pollution légère
Zinc	53,6	mg/Kg ps	124	271	70 à 140			présence
HPA								
Benzo(a)anthracène	19	µg/Kg ps					LEL : 320	présence
Benzo(a)pyrène	16	µg/Kg ps	5	50				pollution légère
Benzo(b)fluoranthène	15	µg/Kg ps	50	500				présence
Benzo(g,h,i)perylène	11	µg/Kg ps	50	500	< 500			présence
HYDROCARBURES LEGERS								
Toluène	550	µg/Kg ps					488,3	pollution légère
HYDROCARBURES LOURDS								
Equivalent huiles minérales	72	mg/Kg ps						
Indice hydrocarbures	102	mg/Kg ps						

La Ravoire station 2 - Juin 2006								
METAUX	Résultats	Unité	Pollution légère	Pollution nette	CU	PNECsed	Autre	Bilan
Arsenic	4,9	mg/Kg ps	0,7	7				pollution légère
Cadmium	< QS	mg/Kg ps	0,7	4,2				
Chrome total	164,5	mg/Kg ps	5,2	52	< 100			pollution nette
Cuivre		mg/Kg ps	1,9	19	< 50	0,8		pollution nette
Mercure sur produit sec	0,03	mg/Kg ps	0,13	0,7	< 0,4	9,3		présence
Nickel	69,3	mg/Kg ps	1,6	16	< 20	4		pollution nette
Plomb	24,2	mg/Kg ps	4,1	41		6,8		pollution légère
Zinc	50,7	mg/Kg ps	124	271	70 à 140			présence
HPA								
Benzo(a)anthracène	22	µg/Kg ps					LEL = 320	présence
Benzo(a)pyrène	18	µg/Kg ps	5	50				pollution légère
Benzo(b)fluoranthène	18	µg/Kg ps	50	500				pollution légère
Benzo(g,h,i)perylène	39	µg/Kg ps	50	500	< 500			pollution légère
Indeno(1,2,3,c,d)pyrène	20	µg/Kg ps	50	500				pollution légère
HYDROCARBURES LOURDS								
Equivalent huiles minérales	26	mg/Kg ps						
Indice hydrocarbures				114	mg/Kg ps			

Figure 18 : Résultats des analyses de sédiments réalisées sur le bassin de la Ravoire

III.5) Occupation du sol

Les tableaux 36 et 37 récapitulent l'ensemble des informations issues de l'enquête de bassin versant réalisée en 2004 sur le bassin du ruisseau de la Ravoire:

	Surface (Ha)	Recouvrement %
Zone construite	20,5	7,5
Forêt, bois	77,8	28,4
Prairie, pâture	158,8	58,0
Maïs	15,3	5,6
Autres céréales	1,4	0,5
TOTAL	273,8	100

Tableau 36 : Occupation du sol sur le bassin versant du ruisseau de la Ravoire

	Nombre
Exploitation agricole	4
source captée	1
Rejets	2
Abreuvoirs	12

Tableau 37 : Perturbations ponctuelles relevées sur le bassin versant du ruisseau de la Ravoire

L'occupation du sol sur le bassin versant du ruisseau de la Ravoire est à dominante agricole (pâture et culture céréalière, principalement maïs). On note également une proportion non négligeable de zone construite. La pression anthropique subie par le cours d'eau est donc à la fois agricole (amendement, traitement des cultures) et domestique (assainissement déficient sur le bassin). Fort heureusement, les zones boisées occupent près d'un tiers de la surface totale du bassin. De plus, elles bordent le ruisseau sur la majeure partie de son cours, assurant un rôle tampon vis à vis de la pollution diffuse que celui-ci doit subir. Elles lui confèrent en outre un caractère forestier marqué favorable au bon développement de la population d'écrevisses à pieds blancs.

On note également la présence de plusieurs abreuvoirs dans le lit mineur du cours d'eau qui, en engendrant le colmatage des substrats à leur aval (piétinement du lit) et en constituant une source supplémentaire de pollution organique et minérale (fèces des bêtes), portent un préjudice notable au milieu. Enfin, un rejet de petit lait affecte le ruisseau par le biais d'un affluent temporaire dans lequel il se jette.

Le bassin versant du ruisseau Bougy, quant à lui est majoritairement occupé par des parcelles agricoles, vouées dans leur totalité au pacage bovin. On y trouve également une proportion de zones construites élevée relativement au caractère rural de ce bassin. La pression subie par le cours d'eau est donc essentiellement liée aux épandages de lisiers sur les pâtures, aux nombreux abreuvoirs qui ponctuent son cours et aux rejets domestiques.

On note en outre sur le cours moyen du ruisseau de Bougy la présence d'un rejet de purin conséquent, accompagné d'un dépôt d'ordure sauvage, qui constitue le véritable point noir du bassin versant. En effet, en plus d'altérer directement et fortement la qualité des eaux du ruisseau de Bougy, il impacte également celle des eaux du ruisseau de la Ravoire en aval de la confluence des deux cours d'eau.

Août 2004

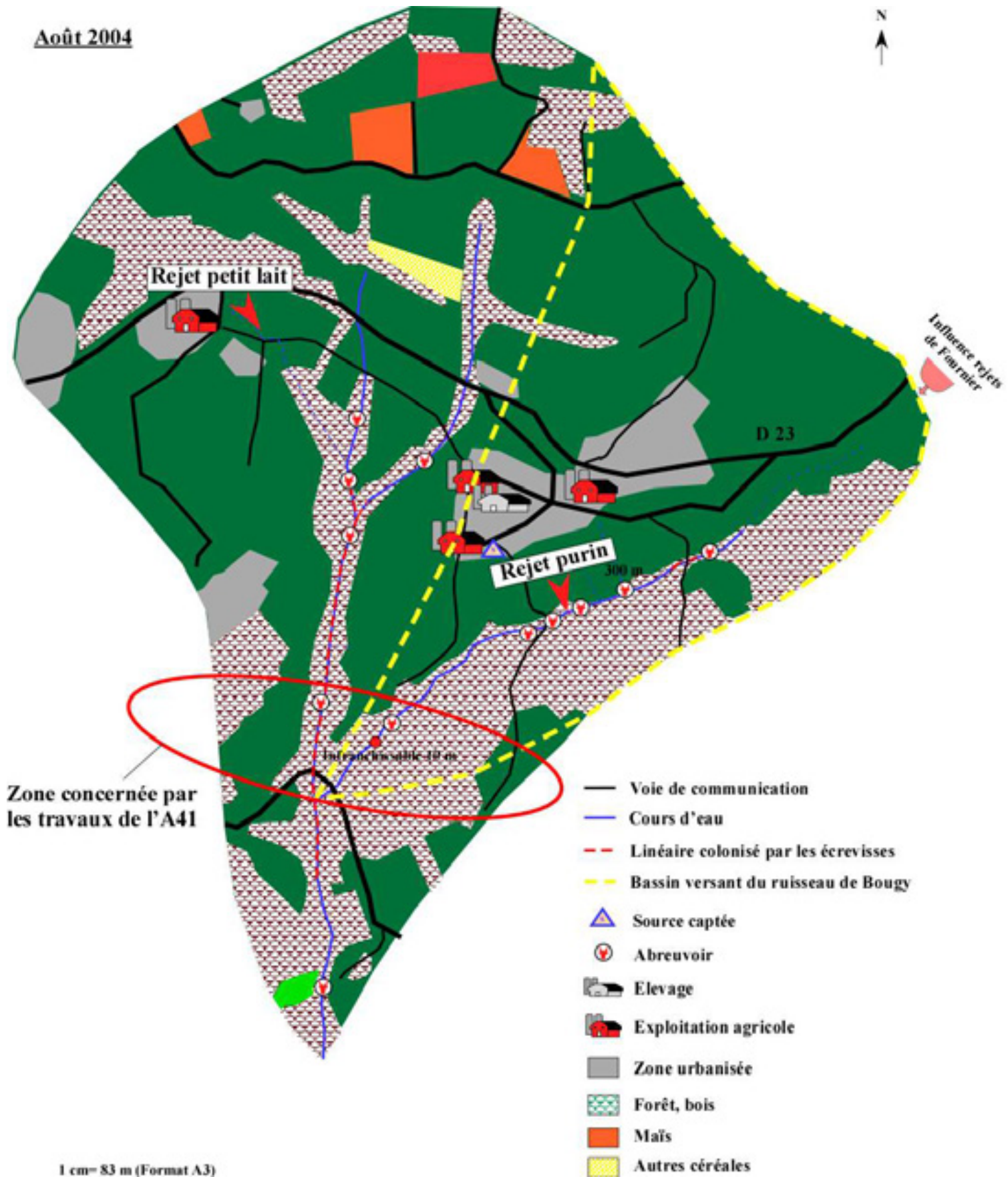


Figure 19 : Occupation du sol sur le Bassin versant du ruisseau de la Ravoire

A ce constat général est venu s'ajouter en 2006 un nouvel élément sur le bassin versant : la construction de l'A41, autoroute devant relier Annecy et Genève, qui coupe les deux cours d'eau quelques mètres en amont de leur confluence (Cf. Figure 19)

Le projet initial prévoyait, pour le franchissement du ruisseau de la Ravoire, le remblais du talweg et le passage du ruisseau dans un dalot béton de 3 m sur 2 m, sur un linéaire d'une centaine de mètre, situé en plein cœur de la population d'écrevisses à pieds blancs. Suite à la contestation du projet par la Fédération de Pêche 74, fondée sur la présence d'*Austropotamobius pallipes* et les premiers résultats de la présente étude, des discussions ont été entamées et ont rapidement abouti à l'adoption d'un ouvrage permettant le franchissement par l'A41 tout en minimisant son impact sur le cours d'eau.

L'ouvrage finalement retenu est un pont dalle de 25 m d'ouverture sur 20 m de hauteur, permettant :

- De ne pas modifier le lit mineur du cours d'eau.
- De préserver de l'emprise de l'ouvrage et de l'impact des travaux une bande de 10 mètres autour du cours d'eau.
- De ne pas intervenir sur la ripisylve durant les travaux, et de garantir un éclaircissement suffisant à son bon développement une fois l'ouvrage installé.

En outre, durant la phase critique des travaux (mise à nu des sols, passages d'engins en grande quantité, risque de pollution accidentelle accru), toutes les précautions devaient être prises afin de minimiser tout risque d'accident susceptible porter préjudice aux écrevisses (pose de géotextiles, bassins de récupérations des eaux de lessivage, éloignement des réserves de gazoil). De plus, le site devait être signalé comme « site à risque » par des panneaux disposés sur le chantier, afin d'attirer l'attention de l'ensemble des multiples intervenants.

Le chantier a débuté à l'automne 2006 et est actuellement en cours d'achèvement (Cf photos 1, 2, 3 et 4). Une pêche de sauvetage a été effectuée avant le démarrage des travaux, afin de transférer les écrevisses sur la partie amont du ruisseau, non concernée par les travaux, au moment de la phase critique de mise à nu des sols.

Globalement, les opérations se sont bien déroulées jusqu'à maintenant. Trois bémols sont toutefois à apporter à ce constat :

- Une pollution aux MES ayant affecté le ruisseau de la Ravoire en aval de sa confluence avec le ruisseau de Bougy au printemps 2007 (Cf photo 5)
- La mise en place d'un bassin de vidange des engins de nettoyage de chaussées sur le bassin versant du ruisseau de la Ravoire, dont les sédiments risquent d'être contaminés par des toxiques devant arriver tôt ou tard dans le cours d'eau par le biais du lessivage des sols (Cf photo 6). Le bassin a été condamné, et les sédiments sont en cours d'analyse afin de déterminer s'ils doivent être exportés.
- L'aménagement du franchissement du ruisseau de Bougy, réalisé sans consultation de la fédération ou de l'ONEMA, et peu conforme à un milieu biogène (Cf photos 7 et 8). Des améliorations de l'habitat sont prévues sur cet aménagement.



Photo 1 : Mise à nu des sols en bordure de cours d'eau lors de la phase préparatoire des travaux (mars 2007)



Photo 2 : Vue générale du chantier après mise en place du remblais (Juillet 2007)



Photo 3 : Vue du chanteir au niveau du franchissement du ruisseau de la ravoire (juillet 2007)



Photo 4 : Pose du tablier sur la Ravoire (janvier 2008)



Photo 5 : Pollution aux MES du ruisseau de la Ravoire



Photo 6 : bassin de vidange des engins de nettoyage de chaussées sur le bassin versant du ruisseau de la Ravoire



Photo 7 : Aménagement du franchissement du ruisseau de Bougy aval en amont de l'autoroute (juillet 2007)



Photo 7 : Aménagement du franchissement du ruisseau de Bougy aval en aval de l'autoroute (juillet 2007)

En dépit de ces perturbations, le concessionnaire a pour le moment respecté ses engagements vis-à-vis de la préservation de la population d'écrevisses du ruisseau de la Ravoire, qui n'a eu à subir aucune agression grave jusqu'à maintenant. Un suivi est prévu sur le site, non seulement de la fin de la phase chantier, mais également lors de la mise en service de l'autoroute.

IV. PROPOSITIONS DE GESTION

Le ruisseau de la Ravoire héberge une population d'écrevisses à pieds blancs en parfaite santé sur la totalité de son linéaire pérenne situé en amont de la confluence avec le ruisseau de Bougy, dont les eaux fortement impactées par une pollution issue d'un rejet direct détériorent la qualité de celles du ruisseau de la Ravoire suite à la confluence des deux cours d'eau. Le ruisseau de Bougy, quant à lui, héberge une population relictuelle d'écrevisses pallipèdes, cantonnée en amont du rejet, qui constitue le principal point noir du bassin versant. De fait, ce cantonnement des deux populations du fait d'un unique rejet les fragilise fortement, et il convient, dans l'optique de conserver l'espèce sur ce bassin :

- De circonscrire en priorité le rejet incriminé. Un rapport de constat a été rédigé par l'ONEMA (anciennement CSP) à l'automne 2005, et transmis au service de l'eau de la DDAF 74. A ce jour, aucune mesure n'a été prise, et le rejet est toujours présent sur le ruisseau de Bougy. Ce constat est d'autant plus étonnant que l'on oblige le concessionnaire de l'autoroute à construire un viaduc présentant un surcoût conséquent dans un but de préservation des écrevisses, et que, dans le même temps, l'on n'intervient pas sur un rejet direct de purin identifié, issu d'une micro exploitation et constituant le principal frein au bon développement de la population d'APP du bassin.
- De circonscrire également les autres sources ponctuelles de perturbation identifiées (aménagement ou suppression des abreuvoirs dans le lit mineur des cours d'eau, rejet de petit sur le ruisseau de la Ravoire).
- Enfin, de suivre l'évolution de la population d'écrevisses du ruisseau de la Ravoire dans le cadre de l'achèvement des travaux de l'A41, mais également suite à la mise en service de l'autoroute, afin d'en mesurer l'éventuel impact.

Partie 6 : Situation de la population d'écrevisses du Chamaloup

I) CONTEXTE ET CONTENU DE L'ÉTUDE

I.1) Présentation du secteur d'étude

Le ruisseau du Chamaloup est un cours d'eau calcaire situé la commune de Mésigny, affluent en rive gauche des Usses. D'une longueur de 4200m, il draine un bassin versant de 365 Ha et présente une pente moyenne de 7% (Cf Figure 20). Il reçoit en rive gauche, aux deux tiers de son cours, les eaux de son principal affluent, le ruisseau de Grange Bouillet. D'un linéaire pérenne de 2 Km, cet affluent présente une pente légèrement plus marquée (8.5%). Les deux cours d'eau circulent sur un substratum géologique molassique relativement meuble, et subissent, du fait de l'érosion, des glissements de terrain réguliers d'importance variable, leur conférant une certaine instabilité physique (en particulier sur le Chamaloup). Si le Chamaloup héberge une population de truite fario sur son cours aval, le ruisseau de Grange Bouillet est quant à lui apiscicole.

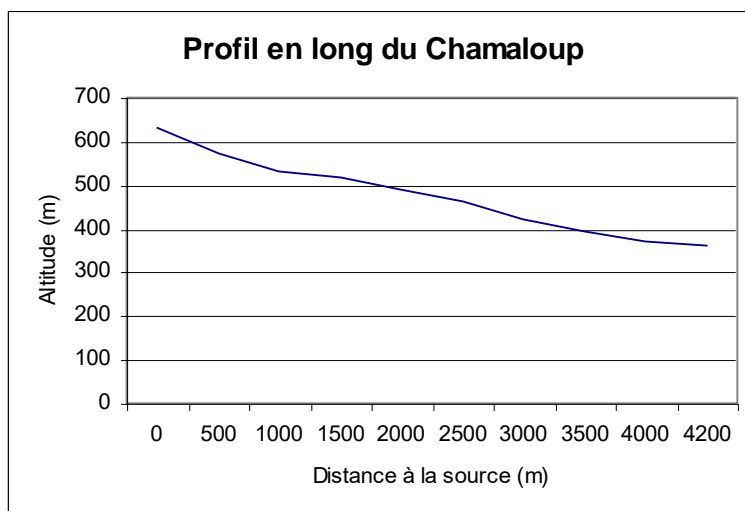


Figure 20 : Profil en long du Chamaloup

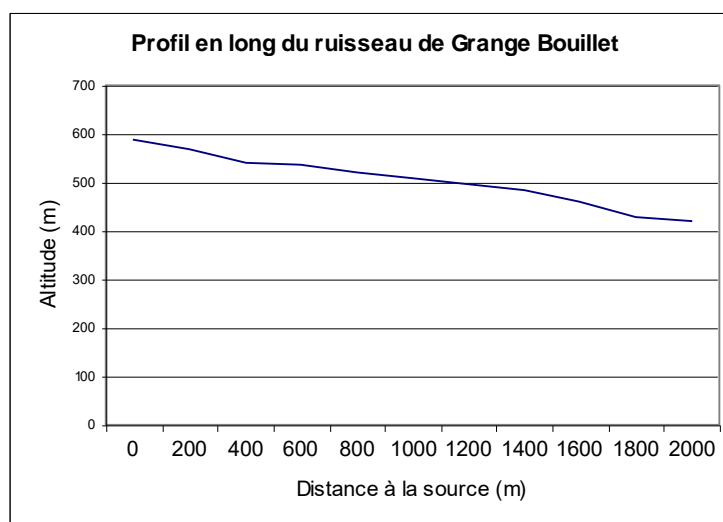


Figure 21 : Profil en long du ruisseau de Grange Bouillet

I.2) Positionnement des stations d'étude

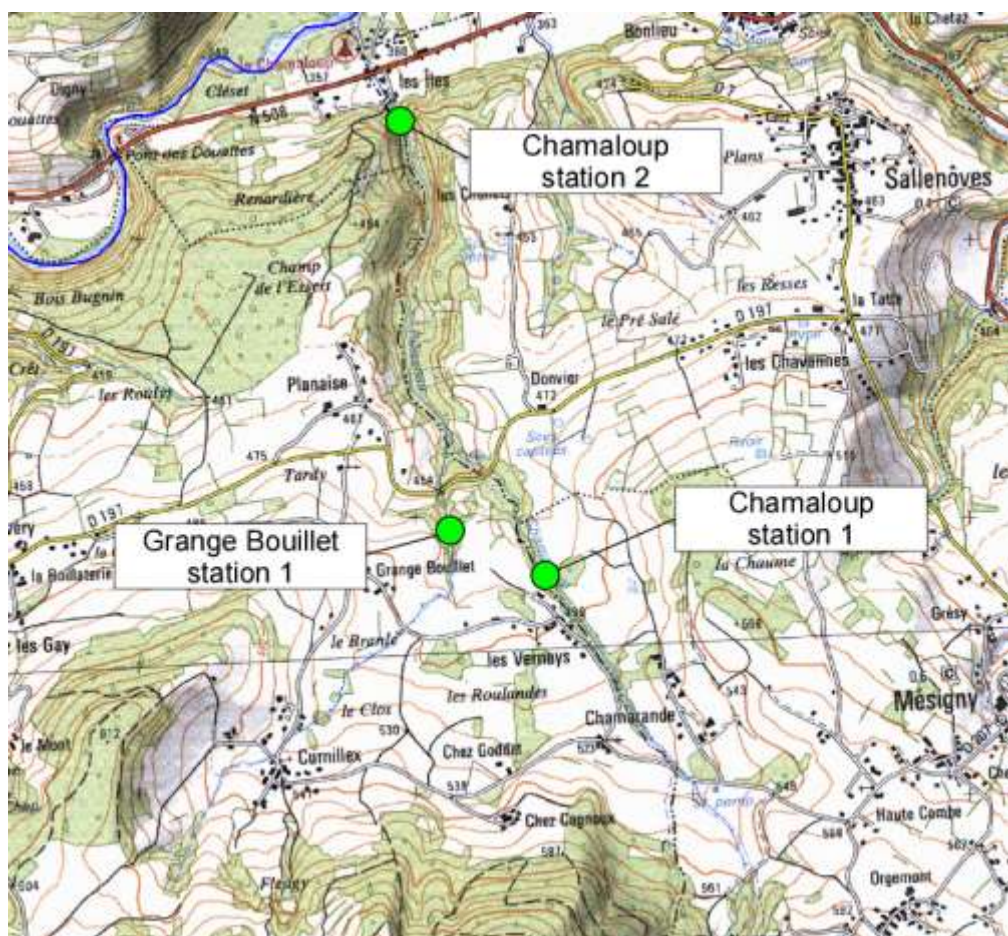


Figure 22 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25 3330 OT)

Deux stations ont été positionnées sur le Chamaloup (la station 1 sur l'amont en 2003 et la station 2 sur l'aval en 2005), et une sur le ruisseau de Grange bouillet (la station 1 en 2003), toutes trois hébergeant des écrevisses à pieds blancs.

I.3) Bilan des investigations menées sur les stations :

Les tableaux 38 et 39 décrivent les différentes actions menées sur les stations, ainsi que leur date de réalisation. Les croix indiquent des actions menées à l'échelle du bassin versant.

	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Prospection nocturne	X	X	X	X	X	X
Occupation du sol			X			
Physico-chimie		station 1	station 1	station 1 et 2		station 1 et 2
Analyse de sédiments				station 2	station 1	
Sonde de Température			station 1			station 2
IAM/ISCA		station 1				
IBGN		station 1				
Quantitatif APP			station 1			station 1

Tableau 38 : Bilan des investigations menées sur le Chamaloup

	2003	2004	2005	2006	2007
Prospection nocturne	X	X	X	X	X
Occupation du sol		X			
Physico-chimie	station 1	station 1	station 1		station 1
Analyse de sédiments				station 1	
IBGN		station 1			
MAG 12				station 1	
Quantitatif APP		station 1			station 1

Tableau 39 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau de Grange Bouillet

II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES

II.1) Historique des connaissances astaciques

La figure 23 retrace l'historique des observations d'écrevisses à pieds blancs sur le bassin du Chamaloup:

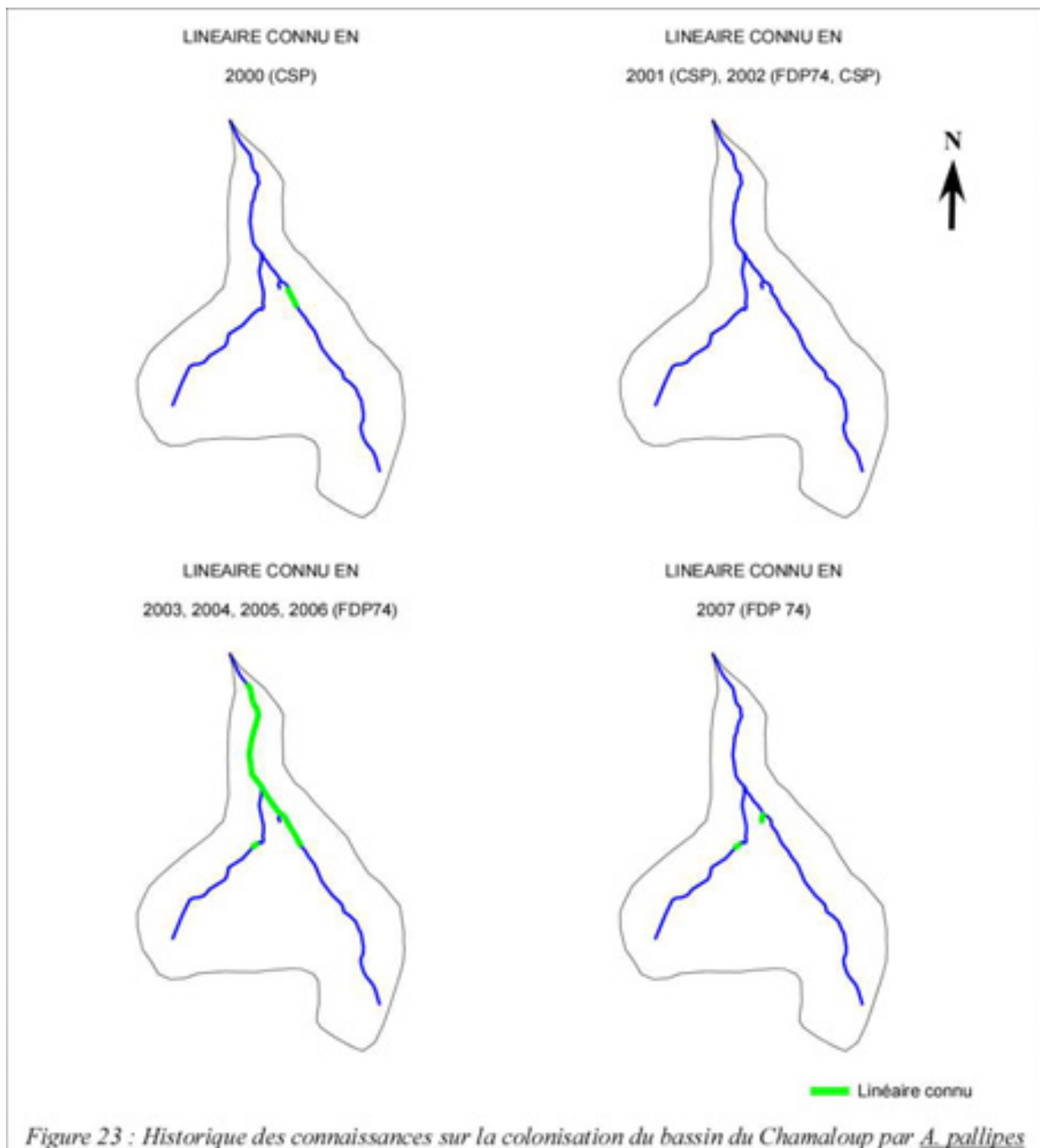


Figure 23 : Historique des connaissances sur la colonisation du bassin du Chamaloup par *A. pallipes*

La présence d'écrevisses à pieds blancs sur le Chamaloup était signalée en 1988 et 1989 dans les archives du CSP. Une prospection ponctuelle en 2000 (CSP) avait permis de vérifier l'actualité de cette information. Cependant, des prospections réalisées en 2001 et 2002 n'avaient pas permis de contacter d'écrevisses, laissant croire à une disparition de la population.

En 2003, une prospection visant à vérifier cette disparition est venu l'infirmier, permettant de constater la présence d'une population relativement importante sur la moitié aval du ruisseau (2300 m colonisés). En outre, la prospection complémentaire du ruisseau de Grange Bouillet a également permis de découvrir une petite population relictuelle ne colonisant que 90 m du cours d'eau. Des prospections de vérification réalisées en 2004, 2005 et 2006 sont venues confirmer la stabilité de cette situation.

Enfin, en 2007, si le linéaire colonisé du ruisseau de Grange Bouillet reste le même, les écrevisses paraissent à nouveau avoir déserté le Chamaloup, seuls 6 individus ayant été contactés sur un affluent d'une vingtaine de mètre issu d'un drain agricole. Au vu des observations similaires réalisées en 2000 et 2001, il conviendra d'attendre les résultats de prospections complémentaires (2008 et 2009 au moins) avant de faire le constat de l'extinction de la population.

II.2) Etude quantitative de la population d'écrevisses :

II.2.1) le Chamaloup :

Les résultats du suivi quantitatif de la population d'écrevisses à pieds blancs du Chamaloup, réalisé sur la station 1, sont décrits dans le tableau 40 et la figure 24 :

	Chamaloup- station 1	
Année (surface station)	2004 (34 m ²)	2007
Densité	11176 individus/Ha (+/- 54,5%)	6 individus contactés sur un affluent (20m)
Biomasse	116 Kg/Ha (+/- 19,8%)	
Classe d'abondance	3/5	1/5
Sex ratio	1,3 mâles/femelle	0,5 mâles/femelle

Tableau 40 : Estimations quantitatives réalisées sur le Chamaloup (station 1)

L'estimation quantitative réalisée en 2004 témoignait d'une densité moyenne de la population d'écrevisses du Chamaloup (classe 3/5), tant du point de vue numérique que pondéral. Cependant, les écarts types importants semblaient indiquer une légère sous estimation de l'effectif, du fait d'un biais d'échantillonnage imputable à la visibilité moyenne (forte charge en MES) et à l'activité plus qu'aléatoire des écrevisses du ruisseau, constatée à chaque prospection effectuée sur le Chamaloup. Par ailleurs, la longueur du linéaire colonisé et la présence de nombreux juvéniles tendaient à mettre en évidence la fonctionnalité de cette population.

En 2007, seuls 6 individus ont été contactés sur une petite afférence d'une vingtaine de mètre, aucune écrevisse n'ayant été observée dans le Chamaloup. Des prospections complémentaires ont été effectuées à l'aide de nasses appâtées, et ont connu le même insuccès. Cependant, il a été constaté depuis 2000 que les écrevisses du Chamaloup

présentaient une activité pour le moins aléatoire, probablement liée à l'instabilité physique notable du milieu, imputable à des glissements de terrain récurrents. 2007 ayant été une année très pluvieuse, ces glissements ont été particulièrement actifs sur le cours d'eau, expliquant soit l'inactivité, soit la disparition des écrevisses, ce qui sera éclairci par des prospections en 2008 et 2009.

Nb d'individus

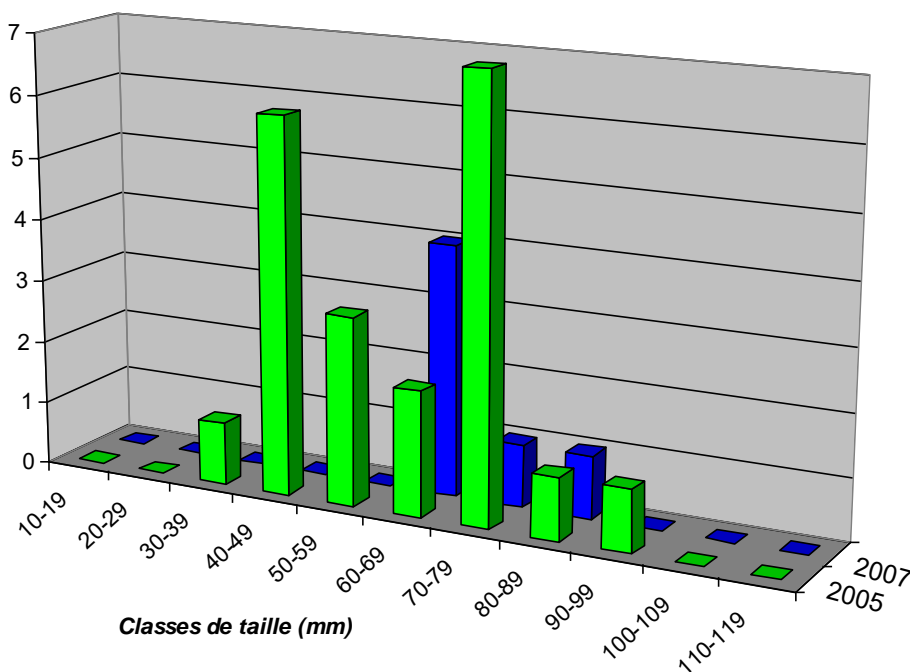


Figure 24 : Répartition des tailles dans la population d'APP du Chamaloup (station 1)

II.2.2) le ruisseau de Grange Bouillet :

Les résultats du suivi quantitatif de la population d'écrevisses à pieds blancs du ruisseau de Grange Bouillet, réalisé sur la station 1, sont décrits dans le tableau 41 et la figure 25 :

Grange Bouillet - station 1		
Année (surface station)	2004 (34 m ²)	2007
Densité	3235 individus/Ha (+/-60 %)	2 individus contactés
Biomasse	79 Kg/Ha (+/- 22,9%)	
Classe d'abondance	1/5	1/5
Sex ratio	0,13 mâles/femelle	1 mâles/femelle

Tableau 41 : Estimations quantitatives réalisées sur le ruisseau de Grange Bouillet

Les résultats des estimations quantitatives réalisées sur le ruisseau de Grange Bouillet mettent en évidence le caractère relictuel de sa population d'écrevisses, présente sur un linéaire de seulement 90 m avec une densité très faible, visiblement vieillissante et à la pérennité douteuse.

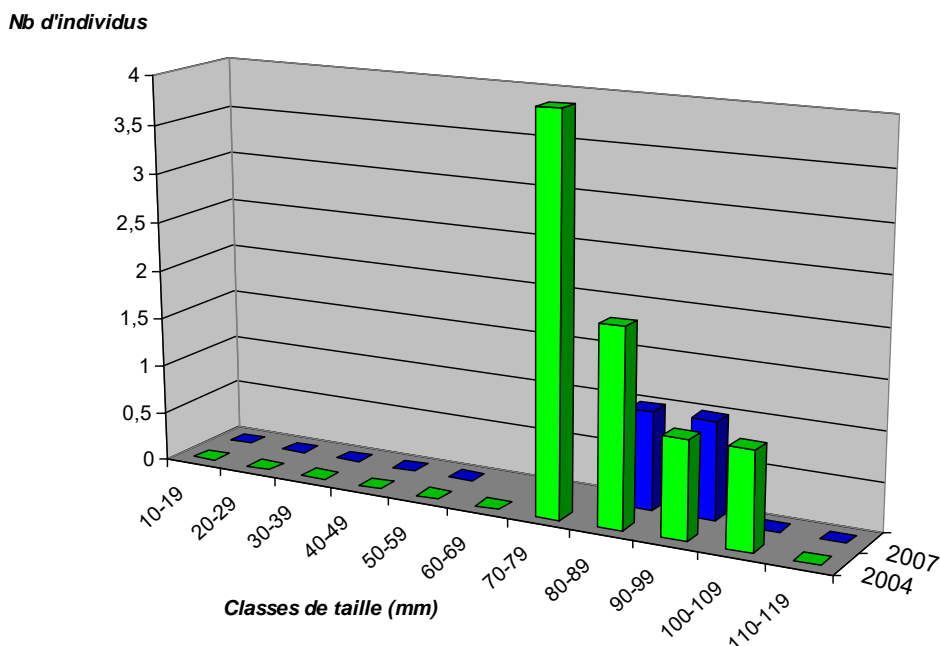


Figure 25 : Répartition des tailles dans la population d'APP du ruisseau de Grange Bouillet

II.3) Etude du macrobenthos :

II.3.1) Le Chamaloup :

Chamaloup 8 prélèvements 2003	
IBGN	7
GI	3 <i>hydropsychidae</i>
Variété	14
Robustesse	6
Var substrats	6
Var vitesses	3
Cb2	8
lv	2,9
ln	4,8
m	13,5 médiocre
Densité (ind/m2)	7810
% taxons repr. par moins de 3 individus	43%
% d'ind. appartenant à des taxons i>7	0% (0 taxon)
% d'ind. appartenant à des taxons saprobiontes	100%

Tableau 42 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du Chamaloup (station 1)

Les indices calculés en 2003 sur le Chamaloup sont très mauvais, et sanctionnent un peuplement macrobenthique médiocre, instable, privé de la totalité des taxons sensibles. La faiblesse de la variété taxonomique ne permet pas de déterminer les parts prises par la qualité de l'eau et la qualité de l'habitat dans ce constat. On peut juste conclure à un milieu globalement inhospitalier vis-à-vis de la macrofaune benthique.

II.3.2) Le ruisseau de Grange Bouillet :

	Grange bouillet 8 prélèvements 2004	Grange bouillet 12 prélèvements 2006
IBGN	8	14
GI	4 <i>Rhyacophilidae</i>	8 Odontoceridae
Variété	15	24
Robustesse	6	10
Var substrats	6	6
Var vitesses	3	3
Cb2	10	11
Iv	3,3	4,8
In	6,5	6
m	14 bon	14 bon
Densité (ind/m2)	4168	4397
% taxons repr. par moins de 3 individus	33%	46%
% d'ind. appartenant à des taxons i>7	0% (0 taxon)	0,2% (1 taxon)
% d'ind. appartenant à des taxons saprobiontes	99%	93%
Nb genres plécoptères		0
Nb genres éphéméroptère		4
Nb genres Trichoptère		1
Nb genres Coléoptère		1

Tableau 44 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de Grange Bouillet

En 2004, les mauvais indices calculés sur le ruisseau de Grange Bouillet sanctionnaient un peuplement macrobenthique pauvre, peu abondant et instable, au sein duquel les taxons sensibles faisaient cruellement défaut. Ces manques témoignaient d'un milieu de piètre qualité, en particulier au niveau de la qualité de l'eau, à en juger par le *m* du Cb2 caractérisant un habitat de qualité satisfaisante.

En 2007, on note une légère augmentation de l'IBGN, soutenue par les seuls Odontoceridae (6 individus) faisant leur apparition dans l'échantillon, et une variété en hausse, mais surtout expliquée par la prolifération des taxons saprophiles. De fait, le constat demeure le même qu'en 2004, au vu de la faible robustesse de l'IBGN, du Cb2 médiocre et de l'absence des taxons sensibles au sein de l'effectif, qui sanctionnent un milieu dégradé, principalement dans le compartiment de la qualité de l'eau.

III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION

III.1) Caractérisation de l'habitat aquatique :

Descripteurs	Chamaloup
Variété des pôles	57
Pôle dominant	GLS23(26,2%)
Diversité	1,27
Régularité	0,72
Variété des substrats	10
Variété des profondeurs	3
Variété des vitesses	4
Attractivité générale	18
Attractivité APP	24
ISCA	2880
IAM	2160

Tableau 45 : Description de la valeur de l'habitat aquatique du Chamaloup (station 1)

L'habitat aquatique du Chamaloup est caractérisé par une bonne variété de substrats (10), de vitesses (4) et de hauteur d'eau (3). La mosaïque est de fait diversifiée et biogène, en dépit de la prédominance des substrats de types galets soudés et fines, prédominance due respectivement à une forte activité tuffeuse et à un colmatage naturel provoqué par l'érosion de la molasse et les nombreux glissements de terrain qui en découlent. Si ces substrats semblent être particulièrement défavorables au macrobenthos, cela ne semble pas devoir affecter outre mesure les écrevisses. Cette mosaïque se voit d'ailleurs sanctionnée par des indices satisfaisants, témoins de son attractivité, tant vis à vis de la faune astacicole que de la faune pisciaire. En outre, l'analyse de la composition quantitative des écoulements témoigne d'une bonne hétérogénéité hydraulique (70% des vitesses > 40 cm/s et 63 % des profondeurs > 5 cm), qui participe grandement à l'attractivité globale de l'habitat aquatique du Chamaloup.

III.2) Métabolisme thermique et typologie :

- Station 1 :

	Température	Date
Température journalière maximale	16,5 °C	11/08/2004
Température journalière minimale	2,3 °C	30/01/2004
Moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds	15,2 °C	Du 22/07/04 au 20/08/04

Tableau 46 : Principales caractéristiques thermiques du Chamaloup (station1)

Le métabolisme thermique du Chamaloup amont est relativement équilibré. En effet, il est caractérisé par des maxima dépassant rarement 16°C et des minima voisins de 2°C, ce qui témoigne d'une certaine indépendance du cours d'eau vis à vis des conditions extérieures. De plus, les écarts thermiques journaliers maximum, de l'ordre de 3°C, indiquent clairement que le Chamaloup bénéficie tout au long de l'année d'apports phréatiques soutenus, qui lui permettent de garder un débit stable, d'ailleurs resté inchangé au cours de la canicule de 2003.

$\theta \text{ max} = 15,2$	T1 = 4,02	Tth = 2,6
d0 = 2,6 Km	T2 = 3,11	
D = 153,2 mg/L		
p = 7,3 %	T3 = -0,43	
l = 1,9 m		
Sm = 0,22 m2		

Tableau 47 : Niveau typologique théorique

Le niveau typologique théorique du Chamaloup amont (B2+) inscrit se dernier dans la gamme des types actuellement colonisés par *Austropotamobius pallipes* (B1 à B3).

- Station 2 :

Chamaloup aval (21/07/07 au 22/10/07)	T°C	Date
Température journalière maximale	16,4	15/08/2007
Température journalière minimale	6,5	22/10/2007
Ecart journalier maxi	3,8	
Ecart journalier moyen	2	
Moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds	14,6	21/07/07 au 19/08/07

Tableau 48 : Principales caractéristiques thermiques du Chamaloup (station2)

Le métabolisme thermique du Chamaloup aval se révèle tout à fait favorable aux écrevisses à pieds blancs. En effet, la température de l'eau dépasse très rarement les 16°C, la moyenne journalière maximale étant de 14.6°C, ce qui s'inscrit parfaitement dans les exigences de l'espèce (13 à 19°C (Synusie-Eau, 2003)). En outre, les écarts thermiques journaliers moyens ne dépassant pas 2°C indiquent un cours d'eau tamponné, jouissant d'une étroite relation avec une nappe de qualité.

$\theta \text{ max} = 14,6^\circ\text{C}$	$T1 = 3,69$	$T_{th} = 3$
$d0 = 3,7 \text{ Km}$	$T2 = 3,53$	
$D = 153,2 \text{ mg/L}$		
$p = 23 \text{ ‰}$	$T3 = 1,25$	
$l = 3 \text{ m}$		
$S_m = 0,45 \text{ m}^2$		

Tableau 49 : Niveau typologique théorique

Le niveau typologique théorique du Chamaloup aval (B3) inscrit se dernier dans la gamme des types actuellement colonisés par *Austropotamobius pallipes* (B1 à B3).

III.3) Qualité physico-chimique des eaux sur le bassin du Chamaloup:

Les résultats des analyses d'eau réalisées sur le bassin versant du Chamaloup sont retranscrits dans la figure 26.

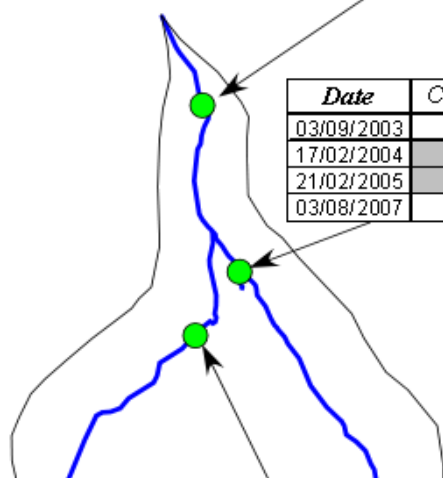
Sur le Chamaloup amont, les eaux apparaissent fortement minéralisées et bien oxygénées. La charge nutritive des eaux ne laisse transparaitre qu'une légère pollution diffuse, plus marquée en période hivernale du fait du ralentissement de l'activité épuratrice du cours d'eau et de sa ripisylve à cette période de l'année. On note également une légère augmentation des flux polluants à l'automne 2007, induite par le lessivage des sols particulièrement important du fait des précipitations abondantes de cette année.

Les mêmes constatations peuvent être faites sur le Chamaloup aval, où l'impact de la pollution diffuse semble toutefois moins important que sur l'amont, probablement du fait de l'autoépuration réalisée par le cours d'eau et du rôle tampon de sa ripisylve, particulièrement dense sur le secteur séparant les deux stations (occupation du sol quasi exclusivement forestière).

De manière générale, les valeurs de physico-chimie des eaux du Chamaloup semblent tout à fait favorables au bon développement d'une population d'écrevisse à pieds blancs.

Sur le ruisseau de Grange Bouillet, en revanche, l'ensemble des résultats témoignent d'une qualité d'eau fortement dégradée, témoignant d'entrées polluantes dépassant les capacités d'autoépuration du cours d'eau et rendant le milieu peu hospitalier vis-à-vis des écrevisses pallipèdes.

Date	Cond ($\mu\text{s/cm}$)	NO ₃ (mg/L)	NO ₂ (mg/L)	NH ₄ (mg/L)	PO ₄ (mg/L)
21/02/2005		7,4	0,07	0,08	0,11
03/08/2007	221	12,3	0,07	0,28	0,09



Date	Cond ($\mu\text{s/cm}$)	NO ₃ (mg/L)	NO ₂ (mg/L)	NH ₄ (mg/L)	PO ₄ (mg/L)	Ca ⁺⁺ (mg/L)	Mg ⁺⁺ (mg/L)	O ₂ mg/L	O ₂ sat. %	pH
03/09/2003	427	4	0,02	0,04	0,07	121	34	9,4	99%	8,7
17/02/2004		6,1	0,09	0,14	0,18	127	24,4			
21/02/2005		6,3	0,07	0,11	0,16					
03/08/2007	244	10,7	0,06	0,23	0,24					

Date	Cond ($\mu\text{s/cm}$)	NO ₃ (mg/L)	NO ₂ (mg/L)	NH ₄ (mg/L)	PO ₄ (mg/L)	Ca ⁺⁺ (mg/L)	Mg ⁺⁺ (mg/L)	O ₂ mg/L	O ₂ sat. %	pH
10/10/2003	374	3,2	0,08	0,12	0,17	84	24	8,3	89%	8,3
17/02/2004		7,8	0,21	0,48	0,08	118	23,7			
21/02/2005		8,3	0,21	0,52	0,21					
03/08/2007	255	19,5	0,28	0,46	0,12					

Figure 26 : résultats des analyses d'eau réalisées sur le bassin du Chamaloup

III.4) Qualité du compartiment sédimentaire sur le bassin du Chamaloup:

Chamaloup station 2 - Décembre 2005								
METALLS	Résultats	Unité	Pollution légère	Pollution nette	CU	PNECsed	Autre	Bilan
Arsenic	3,6	mg/Kg ps	0,7	7				pollution légère
Cadmium	0,4	mg/Kg ps	0,7	4,2				présence
Chrome total	43,5	mg/Kg ps	5,2	52	< 100			pollution légère
Cuivre	9,6	mg/Kg ps	1,9	19	< 50	0,8		pollution légère
Mercuré sur produit sec	0	mg/Kg ps	0,13	0,7	< 0,4	9,3		présence
Nickel	24,6	mg/Kg ps	1,6	16	< 20	4		pollution légère
Plomb	10,9	mg/Kg ps	4,1	41		6,8		pollution légère
Zinc	35,7	mg/Kg ps	124	271	70 à 140			présence
HPA								
Benzo(a)pyrène	10	µg/Kg ps	5	50				pollution légère
Benzo(b)fluoranthène	11	µg/Kg ps	50	500				présence
HYDROCARBURES LEGERES								
Toluène	11510	µg/Kg ps				448,3		pollution nette
HYDROCARBURES LOURDS								
Equivalent huiles minérales	83	mg/Kg ps						
Indice hydrocarbures	115	mg/Kg ps						



Chamaloup station 1 - Juin 2006								
METALLS	Résultats	Unité	Pollution légère	Pollution nette	CU	PNECsed	Autre	Bilan
Arsenic	5,7	mg/Kg ps	0,7	7				pollution légère
Cadmium	< 80	mg/Kg ps	0,7	4,2				présence
Chrome total	86,3	mg/Kg ps	5,2	52	< 100			pollution nette
Cuivre	10	mg/Kg ps	1,9	19	< 50	0,8		pollution légère
Mercuré sur produit sec	0,03	mg/Kg ps	0,13	0,7	< 0,4	9,3		présence
Nickel	27,8	mg/Kg ps	1,6	16	< 20	4		pollution nette
Plomb	13,1	mg/Kg ps	4,1	41		6,8		pollution légère
Zinc	43,3	mg/Kg ps	124	271	70 à 140			présence
HPA								
Benzo(a)pyrène	12	µg/Kg ps	5	50				pollution légère
Benzo(b)fluoranthène	14	µg/Kg ps	50	500				présence
Benzo(g,h,i)perylene	24	µg/Kg ps	50	500	< 500			présence
Indeno(1,2,3,c,d)pyrène	20	µg/Kg ps	50	500				présence
PESTICIDE								
Carbendazime	300	µg/Kg ps						
HYDROCARBURES LOURDS								
Indice hydrocarbures	79	mg/Kg ps						

Grange Bouillet station 1 - Juin 2006								
METALLS	Résultats	Unité	Pollution légère	Pollution nette	CU	PNECsed	Autre	Bilan
Arsenic	6,4	mg/Kg ps	0,7	7				pollution légère
Cadmium	< 80	mg/Kg ps	0,7	4,2				présence
Chrome total	81,6	mg/Kg ps	5,2	52	< 100			pollution nette
Cuivre	11,9	mg/Kg ps	1,9	19	< 50	0,8		pollution légère
Mercuré sur produit sec	0,03	mg/Kg ps	0,13	0,7	< 0,4	9,3		présence
Nickel	22,5	mg/Kg ps	1,6	16	< 20	4		pollution nette
Plomb	12,9	mg/Kg ps	4,1	41		6,8		pollution légère
Zinc	65,6	mg/Kg ps	124	271	70 à 140			présence
HPA								
Benzo(a)anthracène	20	µg/Kg ps					LEL = 320	présence
Benzo(a)pyrène	33	µg/Kg ps	5	50				pollution légère
Benzo(b)fluoranthène	43	µg/Kg ps	50	500				présence
Benzo(g,h,i)perylene	49	µg/Kg ps	50	500	< 500			présence
Benzo(k)fluoranthène	18	µg/Kg ps	50	500		1800		présence
Dibenzo(a,h)anthracène	24	µg/Kg ps	50	500				présence
Indeno(1,2,3,c,d)pyrène	31	µg/Kg ps	50	500				présence
Pyrène	53	µg/Kg ps	50	500	< 500	60		pollution légère
HYDROCARBURES LOURDS								
Equivalent huiles minérales	22	mg/Kg ps						
Indice hydrocarbures	109	mg/Kg ps						

Figure 27 : Résultats des analyses de sédiments sur le bassin du Chamaloup

Sur le Chamaloup, les analyses de sédiments effectuées sur les stations 1 et 2 mettent en évidence un léger impact du lessivage des chaussées et surfaces construites, ainsi que des retombées atmosphériques inhérentes aux activités anthropiques. Cet impact semble d'ailleurs, comme pour la chimie de l'eau, moins marqué sur la station aval. Ce constat tient probablement au fait que les surfaces anthropisées sont concentrées sur la partie amont du cours d'eau, le secteur séparant la station 1 de la station 2 étant quasi exclusivement forestier. De fait, l'impact du lessivage se fait plus fortement ressentir sur la station 1, du fait d'un

phénomène de dilution des flux, lié à l'éloignement de la station 2 et à l'absence de source de contamination supplémentaire par le lessivage entre les deux stations.

On note cependant sur la station 2 une contamination au toluène, pouvant être liée à un rejet d'essence dans le milieu (engins forestiers, tronçonneuse, moto tout terrain).

De même, on note sur la station 1 la présence d'un pesticide, le Carbendazime, utilisé comme fongicide en agriculture (source INRS). Cette substance fait actuellement l'objet d'un retrait d'autorisation de mise sur le marché (JO no 124 du 31/05/2007 texte numéro 26), et son usage sera proscrit à compter du 30 juin 2008. Il s'agit d'une substance relativement toxique (CL50 48h sur *Daphnia magna* de 130-220 µg/L, CL50 96h sur *Oncorhynchus mykiss* de 830 µg/L (SEA EAWAG, 2004)), dont la présence dans les sédiments du Chamaloup, à la concentration de 300µg/Kg ps, peut expliquer une partie des dysfonctionnements observés au niveau du macrobenthos, et porter préjudice aux écrevisses pallipèdes.

Sur le ruisseau de grange Bouilet, la légère contamination des sédiments (métaux, HAP, hydrocarbures) semble principalement imputable au lessivage des chaussées et surfaces construites, ainsi qu'aux retombées atmosphériques inhérentes aux activités anthropiques.

III.5) Occupation du sol

Les tableaux 50 et 51 récapitulent l'ensemble des informations issues de l'enquête de bassin versant réalisée en 2004 sur le bassin du Chamaloup:

	Surface (Ha)	Recouvrement %
Zone construite	16	4,4
Forêt, bois	157,4	43,2
Plantation	1	0,3
Prairie, pâture	134,4	36,9
Maïs	15,8	4,3
Autres céréales	36	9,9
Colza	1,1	0,3
Culture maraîchère	0,3	0,1
Zone humide	1,4	0,4
Carrière	0,8	0,2
TOTAL	364,2	100

Tableau 50 : Occupation du sol sur le bassin versant du Chamaloup

	Nombre
Exploitations agricoles	9
Centre équestre	1
Abreuvoirs	3
Rejets	1
Sources captées	5
Captage AEP	3

Tableau 51 : Perturbations ponctuelles relevées sur le bassin versant du Chamaloup

Le bassin versant du Chamaloup présente une occupation à dominante agricole. Sa vocation première est le pacage bovin, mais on note également la présence de cultures céréalières (maïs, orge, blé), concentrées sur la partie amont du bassin versant, où elle borde par endroit le cours d'eau. De plus, si la proportion de zones construites s'avère être relativement faible, il apparaît que les habitations sont également concentrées aux abords de la moitié amont du cours d'eau. Ce dernier doit donc subir une pression à la fois agricole (épandages, traitement des cultures par des pesticides) et domestique (assainissement déficient sur le bassin). Cependant, cette pression est amoindrie par la présence d'une bonne proportion surfacique de zones boisées au sein desquelles s'écoule le ruisseau, qui assurent un important rôle tampon vis à vis des pollutions diffuses et lui confèrent un caractère forestier favorable au bon développement de la population d'écrevisses. On note enfin la présence sur le bassin d'un certain nombre de captages d'eau potable, concentrés pour la plupart sur la zone amont. Cependant, ils ne semblent pas porter préjudice au régime hydraulique du cours d'eau. D'ailleurs, le bassin semble bénéficier d'une importante ressource en eau, à en juger par les nombreuses résurgences et zones humides que l'on peut y dénombrer

Le bassin versant du ruisseau de Grange Bouillet, inclus dans celui du Chamaloup (Cf Figure 28) présente également une vocation agricole marquée. Les pâtures occupent près de la moitié de sa surface, et les cultures céréalières, notamment le maïs, y sont bien représentées. Si la surface occupée par les zones construites est assez faible, il apparaît que les habitations sont concentrées le long du cours d'eau, qui est d'ailleurs rectifié et partiellement busé dans sa traversée du hameau de Curnillex. En outre, on note la présence de trois exploitations agricoles dans ce même hameau. Le cours d'eau doit donc subir une assez forte pression anthropique agricole (épandage, traitement et amendement des cultures) et domestique (assainissement déficient). Ce constat est aggravé par la piètre qualité de la ripisylve sur les trois quarts amont du ruisseau, probablement du fait des opérations de rectifications. En effet, malgré une bonne proportion de zone boisée sur le bassin, le ruisseau ne prend un caractère forestier que sur son extrême aval. Sur le reste de son linéaire, la ripisylve est peu dense, voire inexistante. De fait, aucun tampon ne préserve le cours d'eau, qui est directement exposé à la pollution diffuse engendrée par les usages en cours sur le bassin, et qui présente une nette tendance à l'incision sur son cours amont.

Juillet 2004

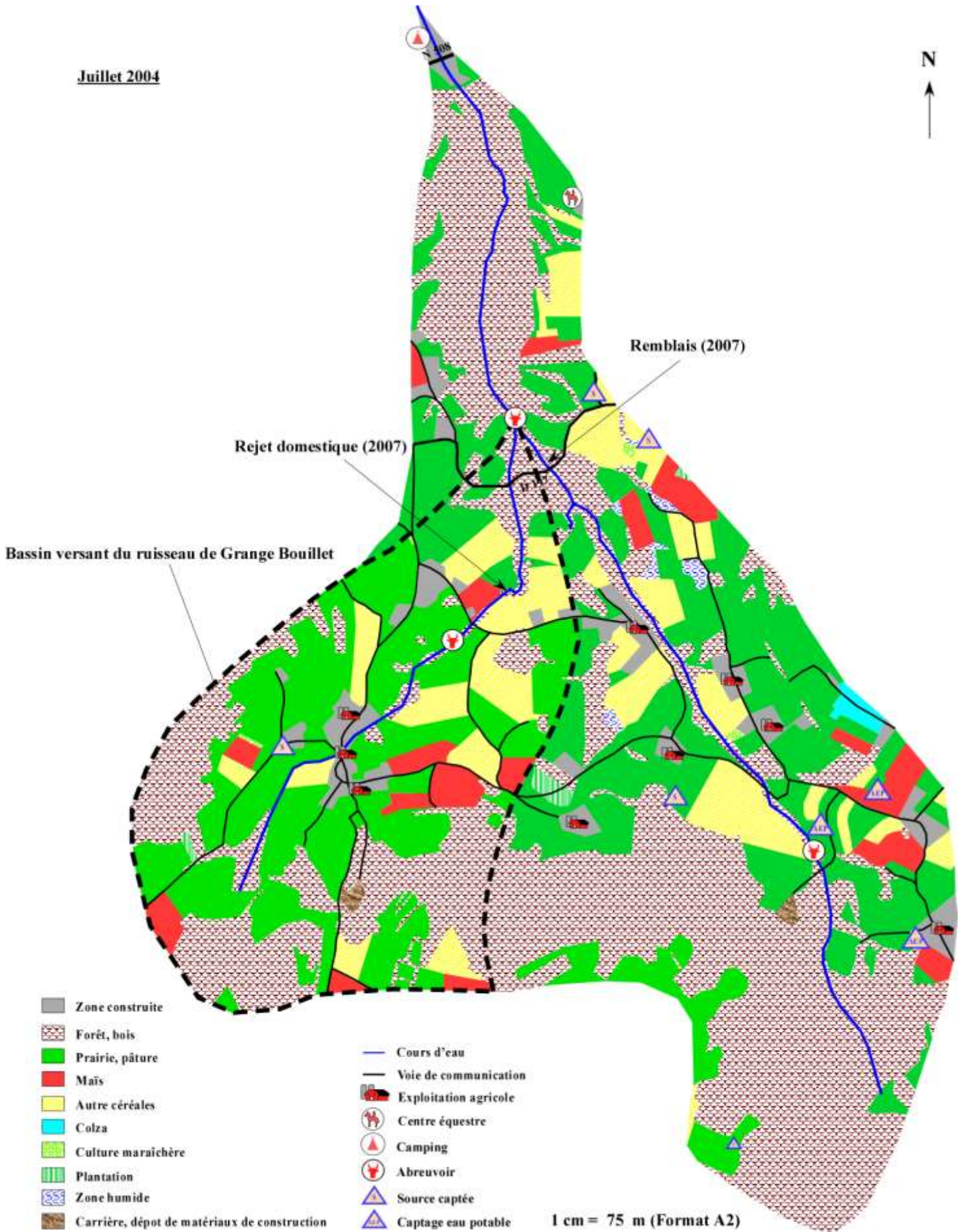


Figure 28 : Occupation du sol sur le Bassin versant du Chamaloup

IV. PROPOSITIONS DE GESTION

La population d'écrevisses à pieds blancs du bassin versant du Chamaloup semble souffrir de perturbations diverses, et présente de fait une santé précaire. Sa densité et le linéaire qu'elle colonise, moyens à faibles sur le Chamaloup, très faibles sur le ruisseau de Grange Bouillet en témoignent.

De fait, plusieurs actions doivent être menées sur ce bassin versant :

- En premier lieu, clarifier la situation de la population d'écrevisses du Chamaloup par le biais de prospections en 2008 et 2009.
- Limiter l'impact du traitement des cultures sur les cours amont du Chamaloup et du ruisseau de Grange Bouillet par la mise en place de bandes enherbées et la limitation de l'usage des pesticides en bordure de cours d'eau.
- Restaurer la ripisylve des deux cours d'eau sur leur cours amont, en particulier sur celui du ruisseau de Grange Bouillet.
- Et, enfin, améliorer l'assainissement sur le bassin versant et circonscrire les rejets directs.

La réalisation de ces actions doit être menée au plus vite au vu de la précarité de la situation actuelle de la population d'écrevisses du bassin versant du Chamaloup.

I.3) Bilan des investigations menées sur les stations :

Le tableau 52 décrit les différentes actions menées sur le ruisseau des Chenets, ainsi que leur date de réalisation. Les croix indiquent des actions menées à l'échelle du bassin versant.

	2003	2004	2005	2006	2007
Prospection nocturne	X	X	X	X	X
Occupation du sol		X			
Physico-chimie	station 1	station 1	station 1		station 1
Sonde de Température					station 1
IBGN		station 1			
MAG 12				station 1	
Quantitatif APP		station 1			station 1

Tableau 52 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau des Chenets

II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES

II.1) Historique des connaissances astacoles sur le ruisseau

La figure 32 retrace l'historique des observations d'écrevisses à pieds blancs sur le ruisseau des Chenets:

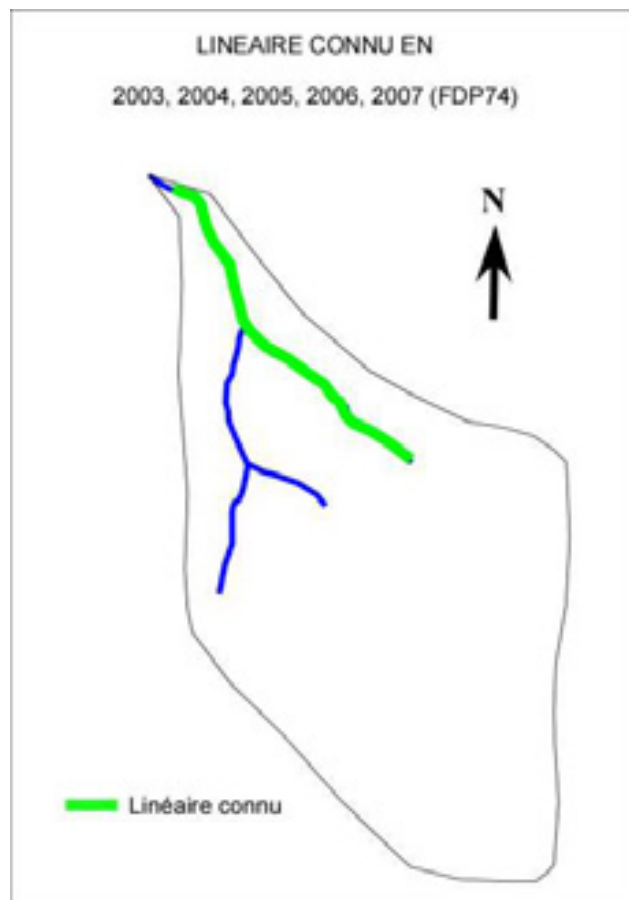


Figure 31 : Historique des connaissances sur la colonisation du ruisseau des Chenets par *A. pallipes*

La population d'écrevisses du ruisseau des Chenets a été découverte en 2003, au cours d'une prospection exhaustive de la totalité du linéaire, qui a permis de mettre en évidence la

colonisation de la totalité du cours pérenne du ruisseau (920 m). Des prospections de vérification réalisées chaque année entre 2004 et 2007 ont permis de constater la stabilité de la situation.

II.2) Etude quantitative de la population d'écrevisses :

Les résultats du suivi quantitatif de la population d'écrevisses à pieds blancs du ruisseau des Chenets sont décrits dans le tableau 53 et la figure 32 :

	Chenets - station 1	
Année (surface station)	2004 (40 m ²)	2007 (40 m ²)
Densité	11125 individus/Ha (+/- 65 %)	20750 individus/Ha (+/- 18,6 %)
Biomasse	84 Kg/Ha (+/- 22,7%)	222 kg/Ha (+/- 5,6%)
Classe d'abondance	3/5	4/5
Sex ratio	0,5 mâles/femelle	0,44 mâles/femelle

Tableau 53 : Estimations quantitatives réalisées sur le ruisseau des Chenets

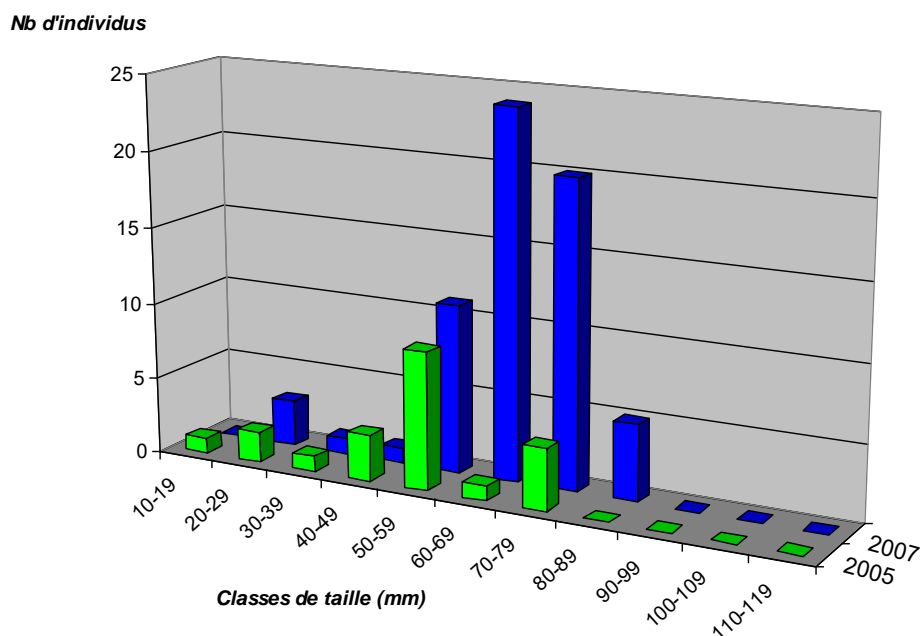


Figure 32 : Répartition des tailles dans la population d'APP du ruisseau des Chenets

Les estimations quantitatives réalisées sur le ruisseau des Chenets mettent en évidence un population en bonne santé, présentant une densité satisfaisante (classe 4/5) sur un linéaire important (920 m). La différence de résultat entre 2004 et 2007 semble être liée aux difficultés d'échantillonnage rencontrés sur le cours d'eau, du fait de sa charge MES, qui transparaissent au vu des écarts types importants en 2004 et du sexe ratio déséquilibré. Ces mêmes difficultés sont à l'origine de la faible proportion de petits individus au sein des effectifs capturés. Cependant, l'observation de nombreux juvéniles et femelles grainées au cours des différentes prospections menées sur le cours d'eau témoigne de la fonctionnalité de la population.

II.3) Etude du macrobenthos :

	Chenets 8 prélèvements 2004	Chenets 12 prélèvements 2006
IBGN	14	15
GI	8 <i>Odontoceridae</i>	8 Philopotamidae
Variété	24	28
Robustesse	13	15
Var substrats	6	5
Var vitesses	2	3
Cb2	15	14
Iv	5,3	5,5
In	9,3	8,5
m	9,1 très mauvais	13,2 médiocre
Densité (ind/m2)	963	2402
% taxons repr. par moins de 3 individus	54%	55%
% d'ind. appartenant à des taxons i>7	5% (2 taxons)	7,2% (4 taxons)
% d'ind. appartenant à des taxons saprobiontes	55%	80%
Nb genres plécoptères		3
Nb genres éphéméroptère		5
Nb genres Trichoptère		5
Nb genres Coléoptère		3

Tableau 54 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau des Chenets

Les indices calculés sur le ruisseau des Chenets en 2004 et 2006 témoignent d'une qualité globale satisfaisante et d'une situation stable dans le temps. Cependant, on note tout de même certains manques au sein du peuplement, stigmatisés par l'absence des taxons les plus sensibles (GI 9) et les faibles variétés et abondances relevées sur la station. La cause de ces manques semble être principalement imputable à une qualité habituelle médiocre, qui transparait au travers d'indices Iv et m faibles, particulièrement en 2004, où les problèmes de débits découlant de la succession de deux années sèches ont été plus marqués qu'en 2006. En revanche, la forte proportion de taxons polluosensibles (5% en 2004, 7.2% en 2006) et des In satisfaisants témoignent d'une qualité d'eau apparemment satisfaisante.

L'analyse semi quantitative de la liste faunistique de 2006 permet d'affiner ce diagnostic. On note tout d'abord la présence de nombreux taxons polluosensibles au sein de l'effectif (*Wormaldia*, *Odontocerum albicorne*, *Leuctra*, *Protonemoura*, *Nemoura*, *Habrophlebia*, *Paraleptophlebia*), qui plus est dans des densités importantes, témoignant de la qualité des eaux du ruisseau des Chenets. De même, la forte proportion de Gammaridae et d'*Ephemera* sur la station tend à mettre en évidence l'absence de contamination toxique et la qualité du compartiment sédimentaire. Cependant, l'absence des taxons rhéophiles, en particulier des Heptageniidae, indique une insuffisance de la variété des écoulements, principalement liée au petit gabarit du ruisseau. En outre, la forte abondance des Chironomidae et Oligochètes tend à mettre en évidence le colmatage des substrats subi par le cours d'eau, facilité par ses faibles débits et les nombreuses zones d'érosion de la molasse ponctuant son cours. On note toutefois une bonne proportion des taxons interstitiels (*Habrophlebia*, *Paraleptophlebia*), témoins supplémentaires de la bonne qualité des eaux du ruisseau, favorisant la colonisation massive des placettes affranchies par ce colmatage.

De fait, le peuplement macrobenthique du ruisseau des Chenets témoigne d'un milieu de bonne qualité globale, uniquement affecté par un colmatage naturel des substrats et une faiblesse des débits inhérente au petit gabarit du ruisseau.

III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION

III.1) Métabolisme thermique et typologie :

Ruisseau des Chenets (14/07/07 au 22/10/07)	T°C	Date
Température journalière maximale	16,8	15/08/2007
Température journalière minimale	6,1	22/10/2007
Ecart journalier maxi	3,5	
Ecart journalier moyen	1,8	
Moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds	15,1	18/07/07 au 16/08/07

Tableau 55 : Principales caractéristiques thermiques du ruisseau des Chenets

Le métabolisme thermique du ruisseau des Chenets se révèle tout à fait favorable aux écrevisses à pieds blancs. En effet, la température de l'eau dépasse très rarement les 16°C, la moyenne journalière maximale étant de 15.1°C, ce qui s'inscrit parfaitement dans les exigences de l'espèce (13 à 19°C (Synusie-Eau, 2003)). En outre, les écarts thermiques journaliers moyens ne dépassant pas 2°C indiquent un cours d'eau tamponné, jouissant d'une étroite relation avec une nappe de qualité.

$\theta \text{ max} = 15,1^\circ\text{C}$	$T1 = 3,97$	$T_{th} = 2,5$
$d0 = 0,9 \text{ Km}$	$T2 = 1,3$	
$D = 93,6 \text{ mg/L}$		
$p = 26 \text{ ‰}$	$T3 = 1,15$	
$l = 1,5 \text{ m}$		
$S_m = 0,12 \text{ m}^2$		

Tableau 56 : Niveau typologique théorique

Le niveau typologique calculé sur la station 1 du ruisseau des Chenets inscrit ce dernier dans la gamme des types écologiques électifs actuels d'*Austropotamobius pallipes*, à savoir les cours d'eau apicaux dont le niveau typologique va de B1 à B3.

III.2) Qualité physico-chimique des eaux du ruisseau des Chenets :

Date	Cond ($\mu\text{s/cm}$)	NO3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NH4 (mg/L)	PO4 (mg/L)	Ca ⁺⁺ (mg/L)	Mg ⁺⁺ (mg/L)	O2 mg/L	O2 sat. %	pH
09/10/2003	253	2,20	0,01	0,01	0,03	68	14,1	9,1	97%	8,1
17/02/2004		2,4	0,01	0,05	0,01	89	16,1			
21/02/2005		2,1	0,01	0,04	0,08					
03/08/2007	202	7,0	0,03	0,16	0,18					

Tableau 57 : résultats des analyses d'eau réalisées sur le ruisseau des Chenets

La qualité des eaux du ruisseau des Chenets se révèle excellente au vu des résultats des différentes analyses réalisées. La légère hausse de la charge nutritive des eaux du ruisseau observée en 2007 est imputable au fort lessivage des sols induit par les précipitations abondantes ayant eu lieu cette année. D'ailleurs, la faible ampleur du phénomène, notamment au regard des observations faites sur nombre d'autres cours d'eau asticoles ruraux du département, témoigne de la qualité de la ripisylve dense du ruisseau, dont le rôle tampon vis-à-vis des pollutions diffuses du bassin semble prépondérant. De fait, la qualité des eaux du ruisseau des Chenets est en parfaite adéquation avec le bon développement de la population d'écrevisses à pieds blancs.

III.5) Occupation du sol

Les tableaux 58 et 59 récapitulent l'ensemble des informations issues de l'enquête de bassin versant réalisée en 2004 sur le bassin du ruisseau des Chenets:

	Surface (Ha)	Recouvrement %
Zone construite	7,3	6,64
Forêt, bois	30,7	28
Prairie, pâture	58,6	53,4
Maïs	3,5	3,2
Autres céréales	9,3	8,5
Culture maraîchère	0,2	0,2
Zone humide	0,06	0,06
TOTAL	109,66	100

Tableau 58 : Occupation du sol sur le bassin versant du ruisseau des Chenets

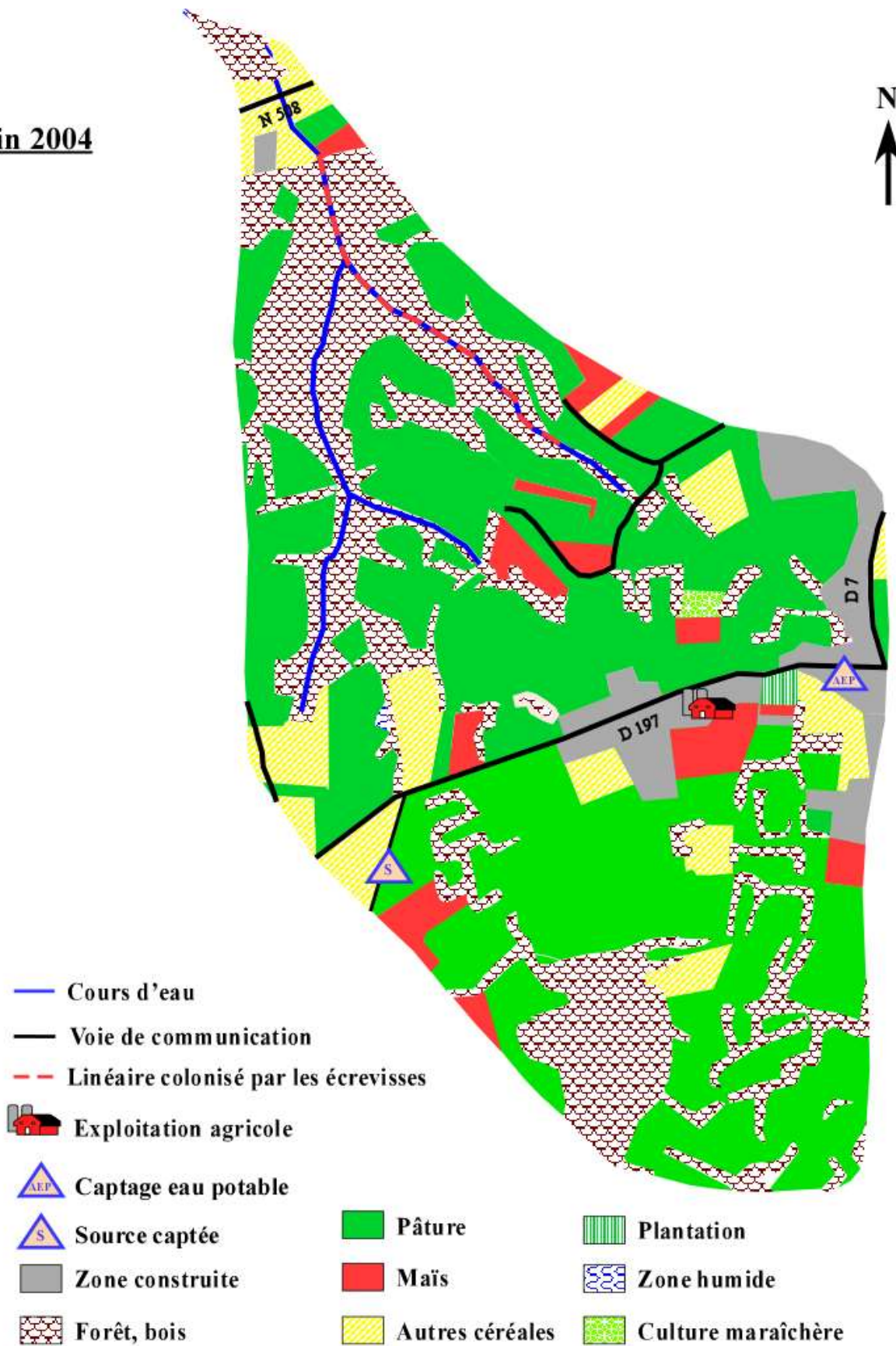
	Nombre
Exploitation agricole	1
Source captée	1
Captage AEP	1

Tableau 59 : Perturbations ponctuelles relevées sur le bassin versant du ruisseau des Chenets

L'occupation du sol sur le bassin versant du ruisseau des Chenets est dominée par les terres agricoles, majoritairement vouées au pacage bovin et, dans une moindre mesure, aux cultures céréalières. On note également une proportion non négligeable de zones construites. Il en résulte que la pression subie par le cours d'eau est à la fois agricole (épandages, traitement et amendement des cultures) et domestique (assainissement déficient). On note d'ailleurs que le bras du ruisseau non colonisé par les écrevisses voit ses sources cernées par des cultures céréalières.

Le ruisseau bénéficie toutefois de la présence de nombreuses zones boisées. D'une part, il circule au sein d'un bois qui lui confère un caractère forestier marqué favorable au bon fonctionnement de la population d'écrevisses. D'autre part, on note la présence sur le bassin d'un bon réseau de haies, qui, en assurant un rôle de tampon important, amoindrissent l'impact des pollutions diffuses. Il convient donc de les préserver.

Juin 2004



1 cm = 75 m (Format A3)

Figure 33 : Occupation du sol sur le Bassin versant du ruisseau des Chenets

IV. PROPOSITIONS DE GESTION

Le ruisseau des Chenets, et par voie de conséquence la population d'écrevisses pallipèdes qu'il héberge, ne semble souffrir d'aucune perturbation majeure. De fait, la seule mesure de gestion à mettre en œuvre sur ce bassin consiste en la préservation des conditions actuelles dont découle cette qualité générale rare. Il conviendra notamment de préserver les boisements du talweg dans lequel s'écoule le ruisseau, dont le rôle semble primordial vis à vis de la qualité du milieu.

Partie 8 : Situation de la population d'écrevisses du ruisseau de Cernex

I) CONTEXTE ET CONTENU DE L'ÉTUDE

I.1) Présentation du secteur d'étude

Le ruisseau de Cernex, du nom de la commune sur laquelle il s'écoule, est un petit affluent calcaire du Nant trouble, lui-même affluent des Usses. D'une longueur de 1700 m, il présente une pente assez marquée (15%) sur la totalité de son cours. Sur les $\frac{3}{4}$ amont de son linéaire, il s'écoule librement au sein d'un ripisylve dense, puis il traverse la commune de Cernex, au niveau de laquelle il subit un certain nombre de modifications physiques (rectification, enrochement des berges, arrasement de la ripisylve) pour replonger au sein d'une zone boisée à une centaine de mètres en amont de sa confluence avec le Nant trouble. Outre la population d'écrevisses, il héberge quelques truites fario, reliquat des alevinages passés, ayant d'ailleurs totalement cessés depuis 2006.

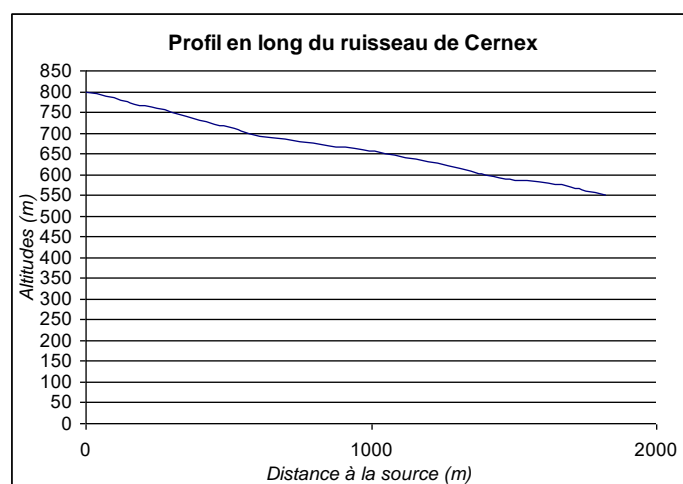


Figure 34 : Profil en long du ruisseau de Cernex

I.2) Positionnement des stations d'étude



Figure 35 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25 3430 OT)

Deux stations ont été positionnées sur le ruisseau de Cernex :

- La station 1, située sur le linéaire colonisé par *Austropotamobius pallipes*.
- La station 2, positionnée en aval de Cernex, non colonisée par les écrevisses.

I.3) Bilan des investigations menées sur les stations :

Le tableau 60 décrit les différentes actions menées sur les stations 1 et 2, ainsi que leur date de réalisation. Les croix indiquent des actions menées à l'échelle du bassin versant.

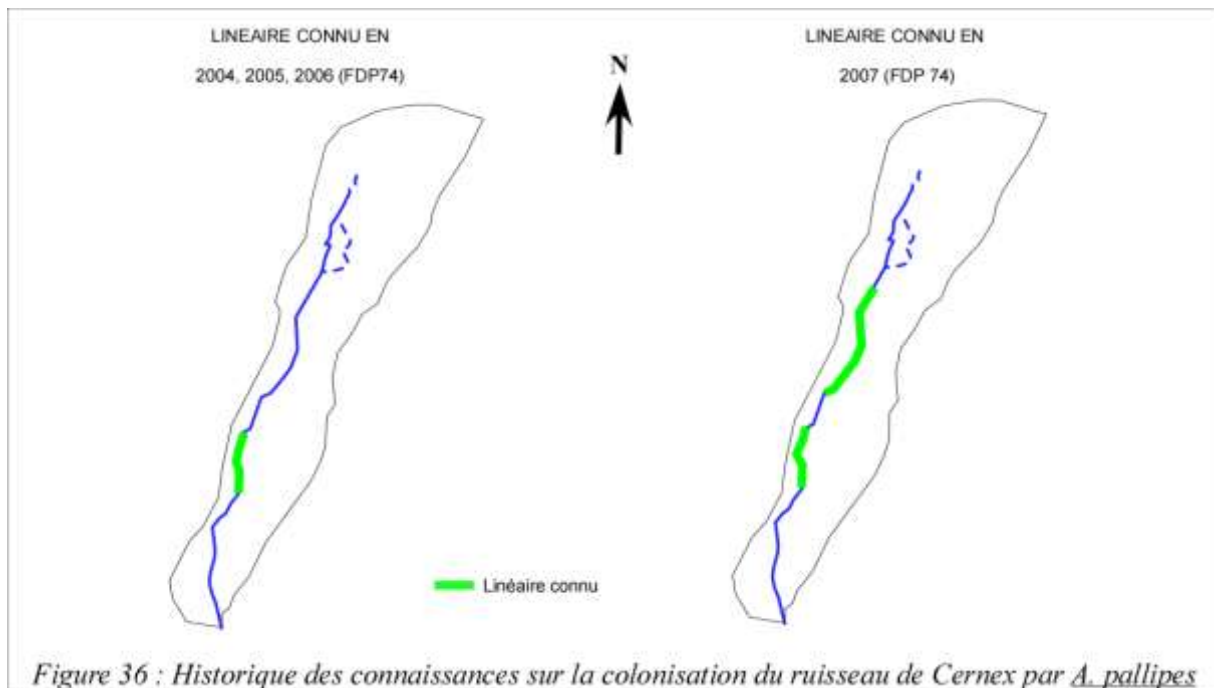
	2004	2005	2006	2007
Prospection nocturne	X	X	X	X
Occupation du sol			X	
Physico-chimie	station 1	station 1		station 1
Analyse de sédiments		station 2	station 1	
Sonde de Température			station 1	
IAM/ISCA				station 1
IBGN	station 1			
MAG 12			station 1	
Quantitatif APP		station 1		station 1

Tableau 60 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau de Cernex

II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES

II.1) Historique des connaissances astaciques sur le ruisseau de Cernex

La figure 36 retrace l'historique des observations d'écrevisses à pieds blancs sur le ruisseau de Cernex:



*Figure 36 : Historique des connaissances sur la colonisation du ruisseau de Cernex par *A. pallipes**

La population d'écrevisses à pieds blancs du ruisseau de Cernex a été découverte en 2004, par le biais d'une prospection de la totalité du linéaire, effectuée sur la base de

renseignements fournis par la société de Pêche de Frangy. Cette prospection a permis de situer les écrevisses sur un linéaire de 300 m compris entre la RD23a (limite amont) et les premières habitations de Cernex (limite aval). Des prospections de vérification réalisées en 2005 et 2006 étaient venues confirmer ce constat.

En 2007, une première prospection réalisée en juillet a mis en évidence une migration des écrevisses vers l'amont : le linéaire colonisé était alors de 500 m situés entre le début du linéaire pérenne du cours d'eau (limite amont) et les premières habitations du Hameau de Verlioz. Il semble que, suite aux fortes pluies des mois de mai et juin, le ruisseau ait connu de fortes et subites crues (phénomène de chasse), ayant fortement mobilisé les fonds au niveau du secteur initialement colonisé, du fait d'une pente marquée. Une partie des écrevisses à pieds blancs, dont on connaît le peu d'affinité pour les fonds mobiles, a probablement déserté ce linéaire pour se réfugier en amont, où les débits étaient moindres et les fonds sont beaucoup plus stables (roche mères et gros blocs), tandis que les individus restés sur place étaient inactifs du fait des conditions hydrauliques.

Une seconde prospection, réalisée en septembre 2007, a permis de contacter à nouveau des écrevisses sur le linéaire initialement colonisé, probablement suite à l'amélioration des conditions hydrauliques. Cependant, le linéaire amont est resté colonisé. On note également la désertion du linéaire situé au niveau du hameau de Verlioz, probablement du fait de la présence d'un important rejet direct d'eaux usées. De fait, le linéaire colonisé se monte actuellement à 800 m, scindé en deux par un linéaire déserté de 200m au niveau de Verlioz.

II.2) Etude quantitative de la population d'écrevisses :

Les résultats du suivi quantitatif de la population d'écrevisses à pieds blancs du ruisseau de Cernex sont décrits dans le tableau 61 et la figure 37 :

	Cernex - station 1	
Année (surface station)	2005 (21 m ²)	2007 (27 m ²)
Densité	27037 individus/Ha (+/- 12,2%)	22910 individus/Ha (+/- 47,8 %)
Biomasse	308 Kg/Ha (+/- 2,3%)	504 kg/Ha +/- (13%)
Classe d'abondance	4/5	4/5
Sex ratio	1 mâle/femelle	1,4 mâles/femelle

Tableau 61 : Estimations quantitatives réalisées sur le ruisseau de Cernex

Les résultats des estimations quantitatives réalisées en 2005 et 2007 mettent en évidence une densité satisfaisante de la population (classe 4/5), ainsi que la stabilité des effectifs dans le temps de l'étude. De plus, la répartition des classes de tailles au sein de la population tend à démontrer sa fonctionnalité, confirmée par l'observation de nombreux juvéniles et de femelles grainées au cours des prospections. Il semble donc que la population de Cernex soit en bonne santé.

Nb d'individus

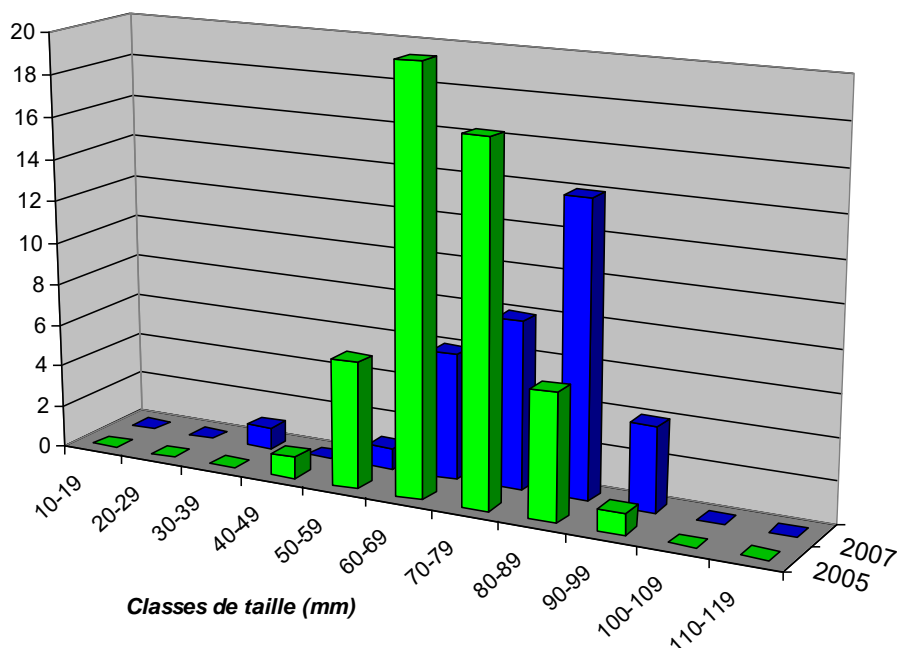


Figure 37 : Répartition des tailles dans la population d'APP du ruisseau de Cernex

II.3) Etude du macrobenthos :

	Cernex APP 8 prélèvements 2004	Cernex APP 12 prélèvements 2006
IBGN	15	14
GI	8 <i>Odontoceridae</i>	8 <i>Odontoceridae</i>
Variété	25	22
Robustesse	13	13
Var substrats	7	7
Var vitesses	2	3
Cb2	12	11
Iv	5,5	4,8
In	6,8	6
m	10,7 mauvais	13,7 médiocre
Densité (ind/m ²)	2578	7018
% taxons repr. par moins de 3 individus	48%	55%
% d'ind. appartenant à des taxons i>7	2% (3 taxons)	1,7% (3 taxons)
% d'ind. appartenant à des taxons saprobiontes	98%	95%
Nb genres plécoptères		2
Nb genres éphéméroptères		5
Nb genres Trichoptères		6
Nb genres Coléoptères		2

Tableau 62 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de Cernex

Les indices moyens obtenus sur le ruisseau de Cernex mettent en évidence certains manques au sein du peuplement macrobenthique. En effet, si l'IBGN de 15 peut paraître satisfaisant, il se révèle peu robuste, et sanctionne un édifice biologique instable au sein duquel les taxons les plus sensibles sont absents. Le Cb2, plus sévère, met en évidence la double origine de ces manques : l'In moyen révèle un problème de qualité d'eau, tandis que l'Iv et le m témoignent des manques habitationnels du cours d'eau vis-à-vis de la faune macrobenthique. Cependant, la comparaison des résultats obtenus en 2004 et 2006 indique

une certaine stabilité de la situation, qui, si elle ne s'est pas améliorée, ne s'est pas non plus dégradée.

L'analyse semi quantitative des synusies 2006 permet d'affiner ce constat. On note tout d'abord une faible représentation des taxons sensibles au sein de l'effectif, tant taxonomique que numérique (0.59% d'*Odontocerum albicorne*, 0.07% de *Leuctra*, 0.17 % de *Nemoura*, un seul *neureclipsis*), ainsi qu'un net déficit générique en plécoptère du à l'absence des Capniidae et Chloroperlidae notamment, pourtant électifs des cours d'eau forestiers apicaux. Ce premier constat, auquel vient s'ajouter celui de la prolifération des taxons saprophiles (Chironomidae, Oligochètes, *Pisidium* notamment) met clairement en évidence un problème de pollution des eaux subi par le ruisseau de Cernex au niveau de la station. Par ailleurs, la forte abondance des Gammaridae et la présence d'*Ephemera* semblent permettre d'écarter l'hypothèse d'une contamination toxique. Les manques habitationels du ruisseau transparaissent quant à eux au travers de l'absence des taxons rhéophiles (notamment les Heptageniidae), et de la prolifération des taxons saprophiles fouisseurs (Chironomidae, Oligochètes, *Pisidium* notamment) : il semble que le cours d'eau souffre d'écoulements peu variés et d'un colmatage de ses substrats par des fines organiques.

Pour conclure, l'analyse du peuplement macrobenthique du ruisseau de Cernex témoigne de dysfonctionnements affectant la qualité générale du milieu, qui, sans être totalement rédhibitoires, se répercutent quand même sur l'édifice biologique.

III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION

III.1) Caractérisation de l'habitat aquatique :

Descripteurs	Cernex
Variété des pôles	47
Pôle dominant	FIN21
Diversité	1,17
Régularité	0,70
Variété des substrats	10
Variété des profondeurs	3
Variété des vitesses	3
Attractivité générale	35
Attractivité APP	54
ISCA	4847
IAM	3119

Tableau 63 : Description de la valeur de l'habitat aquatique du ruisseau de Cernex

L'habitat aquatique du ruisseau de Cernex se révèle très attractif. En effet, malgré une variété moyenne (10), les substrats les plus favorables aux écrevisses sont bien représentés au sein de la mosaïque (BLO 13%, CHV 5.4%, BER 14% BRA 3%). Les écoulements, quant à eux, sont typiques du faciès « escalier » présent sur cette partie du cours d'eau: des mouilles profondes se succèdent, séparées par de courts radiers et chutes d'eau courant sur un substrat de type « dalle ». On peut ainsi observer une bonne variété de profondeurs, et, malgré un faible nombre de vitesses du au petit gabarit du cours d'eau, cette succession de bassins se révèle fort attractive. Le colmatage des substrats (22% de FIN) et le fait que les vitesses de courant intéressantes ne baignent que le substrat « dalle » au niveau des chutes (peu favorable

aux taxons rhéophiles pétricoles) expliquent les manques observés à l'analyse du macrobenthos, mais ne semblent pas devoir affecter les écrevisses.

De fait, les indices sanctionnant cet habitat de qualité se révèlent bons, tant en ce qui concerne les écrevisses (ISCA) que la faune pisciaire (IAM).

III.2) Métabolisme thermique et typologie :

Ruisseau de Cernex (21/04/06 au 24/03/07)	T°C	Date
Température journalière maximale	18,2	25/07/2006
Température journalière minimale	2,93	27/01/2006
Ecart journalier maxi	4,5	
Ecart journalier moyen	1,6	
Moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds	17	03/07/06 au 01/08/06

Tableau 64 : Principales caractéristiques thermiques du ruisseau de Cernex

Le relevé thermique effectué sur le ruisseau de Cernex témoigne d'un cours d'eau s'inscrivant dans la limite haute de la plage de confort de l'écrevisse à pieds blancs (13 à 19°C (Synusie-Eau, 2003)). En effet, la température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds est un peu élevée pour un cours d'eau de ce type, tout comme la température maximale journalière. Cependant, le fait que la température ne dépasse les 16°C que durant une courte période (un peu moins d'un mois en juin et juillet), et les écarts thermiques journaliers moyens indiquent tout de même une connexion entre le cours d'eau et sa nappe, dont la qualité est peut être légèrement insuffisante en période d'été estival.

$\theta \text{ max} = 17^\circ\text{C}$	T1 = 5,01	Tth = 2,1
d0 = 1 Km	T2 = 1,03	
D = 67,2 mg/L		
p = 140 ‰	T3 = - 1,91	
l = 1 m		
Sm = 0,05 m ²		

Tableau 65 : Niveau typologique théorique

Le niveau typologique calculé sur la station 1 du ruisseau des Cernex inscrit ce dernier dans la gamme des types écologiques électifs actuels d'*Austropotamobius pallipes*, à savoir les cours d'eau apicaux dont le niveau typologique va de B1 à B3. Cependant, il le place en limite basse de la gamme typologique originelle de l'espèce (B2 à B7, Téléos, 2004), ce qui témoigne du caractère refuge du cours d'eau vis-à-vis des écrevisses pallipèdes.

III.3) Qualité physico-chimique des eaux du ruisseau de Cernex :


Date	Cond (µs/cm)	NO3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NH4 (mg/L)	PO4 (mg/L)	Ca++ (mg/L)	Mg++ (mg/L)	O2 mg/L	O2 sat. %	pH
05/09/2004	470	15,5	0,3	0,11	0,51	72	12,2	7,6	79%	8,3
23/02/2005		12	0,06	0,08	0,62					
25/09/2007	214	9,2	0,09	0,13	0,54	32	18,1			

Tableau 66 : résultats des analyses d'eau réalisées sur le ruisseau de Cernex

Les analyses d'eau réalisées sur la station 1 du ruisseau de Cernex témoignent d'une nette pollution des eaux, dont les concentrations en nitrates, nitrites, ammonium et orthophosphates dépassent largement les valeurs de tolérance de l'écrevisse à pieds blancs couramment décrites dans la littérature (Cf. annexe 4). La stabilité saisonnière et interannuelle des valeurs relevées témoigne du caractère continu du flux, écartant l'hypothèse d'une origine agricole diffuse. Il semble donc que cette pollution soit imputable aux rejets domestiques directs du hameau de Verlioz, situés en amont de la station. Au vu de son intensité, cette pollution pénalise grandement le cours d'eau, et participe à fragiliser la population d'écrevisses qu'il héberge.

III.4) Qualité du compartiment sédimentaire du ruisseau de Cernex:

Cernex station 1 - Juin 2006								
METEAUX	Résultats	Unité	Pollution légère	Pollution nette	CU	PNECsed	Autre	Bilan
Arsenic	6,2	mg/Kg ps	0,7	7				pollution légère
Cadmium	< SQ	mg/Kg ps	0,7	4,2				présence
Chrome total	70,4	mg/Kg ps	5,2	52	< 100			pollution nette
Cuivre	20,2	mg/Kg ps	1,9	19	< 50	0,8		pollution nette
Mercure sur produit sec	0,04	mg/Kg ps	0,13	0,7	< 0,4	9,3		présence
Nickel	35,1	mg/Kg ps	1,6	16	< 20	4		pollution nette
Plomb	15,6	mg/Kg ps	4,1	41		6,8		pollution légère
Zinc	72,7	mg/Kg ps	124	271	70 à 140			présence
HPA								
Benzo(a)anthracène	42	µg/Kg ps					LEL = 320	présence
Benzo(a)pyrène	56	µg/Kg ps	5	50				pollution nette
Benzo(b)fluoranthène	52	µg/Kg ps	50	500				pollution légère
Benzo(g,h,i)perylène	72	µg/Kg ps	50	500	< 500			pollution légère
Benzo(k)fluoranthène	26	µg/Kg ps	50	500		1800		présence
Dibenzo(a,h)anthracène	26	µg/Kg ps	50	500				présence
Fluoranthène	80	µg/Kg ps	50	500	< 1000	2,3		pollution légère
Indeno(1,2,3,c,d)pyrène	40	µg/Kg ps	50	500				présence
Pyrène	134	µg/Kg ps	50	500	< 500	60		pollution légère
HYDROCARBURES LOURDS								
Equivalent huiles minérales	86	mg/Kg ps	Indice hydrocarbures	86	mg/Kg ps			



Cernex station 2 - Décembre 2005								
METEAUX	Résultats	Unité	Pollution légère	Pollution nette	CU	PNECsed	Autre	Bilan
Arsenic	5,9	mg/Kg ps	0,7	7				pollution légère
Cadmium	0,5	mg/Kg ps	0,7	4,2				présence
Chrome total	77,9	mg/Kg ps	5,2	52	< 100			pollution nette
Cuivre	35	mg/Kg ps	1,9	19	< 50	0,8		pollution nette
Mercure sur produit sec	0,04	mg/Kg ps	0,13	0,7	< 0,4	9,3		présence
Nickel	37,3	mg/Kg ps	1,6	16	< 20	4		pollution nette
Plomb	17,2	mg/Kg ps	4,1	41		6,8		pollution légère
Zinc	63,8	mg/Kg ps	124	271	70 à 140			présence
HPA								
Benzo(a)anthracène	23	µg/Kg ps					LEL = 320	pollution légère
Benzo(a)pyrène	69	µg/Kg ps	5	50				pollution nette
Benzo(b)fluoranthène	67	µg/Kg ps	50	500				pollution légère
Benzo(g,h,i)perylène	37	µg/Kg ps	50	500	< 500			présence
Benzo(k)fluoranthène	36	µg/Kg ps	50	500		1800		présence
Chrysène	56	µg/Kg ps	50	500	< 500			pollution légère
Dibenzo(a,h)anthracène	23	µg/Kg ps	50	500				présence
Fluoranthène	65	µg/Kg ps	50	500	< 1000	2,3		pollution légère
Indeno(1,2,3,c,d)pyrène	49	µg/Kg ps	50	500				présence
Pyrène	91	µg/Kg ps	50	500	< 500	60		pollution légère
PHTALATES								
DEHP	8580	µg/Kg ps					100000	NOEC = 780000
HYDROCARBURES LEGERS								
Toluène	10230	µg/Kg ps					488,3	pollution nette
HYDROCARBURES LOURDS								
Equivalent huiles minérales	78	mg/Kg ps						
Indice hydrocarbures	110	mg/Kg ps						

Figure 38 : Résultats des analyses de sédiments sur le ruisseau de Cernex

Les résultats de l'analyse des sédiments prélevés en juin 2006 sur la station 1 témoignent d'une contamination du compartiment sédimentaire : présence de 7 métaux (pollution nette au Chrome, Cuivre et Nickel), de 9 HAP (pollution nette au Benzo(a)pyrène) et d'hydrocarbures lourds. La nature des éléments identifiés permet de présager d'une double origine de cette contamination :

- D'une part, le lessivage des routes (RD23 et RD23a) et des surfaces urbanisées.
- D'autre part, les retombées atmosphériques liées au trafic routier et au chauffage domestique.

Les résultats obtenus sur la station 2 en décembre 2005 indiquent une situation globalement similaire, légèrement aggravée par le lessivage de la plate forme de Cernex et les nombreux rejets directs domestiques et pluviaux ponctuant la partie du linéaire du ruisseau situé entre les deux stations. On note de fait, en plus des éléments présents sur la station 1, l'apparition du Cadmium, d'un HAP (le Chrysène) d'un phthalate (le DEHP) et du Toluène.

Cette contamination du compartiment sédimentaire du ruisseau de Cernex, si elle ne semble pas rhébitoire vis-à-vis de la présence des écrevisses, fragilise tout de même la population, d'autant qu'elle vient s'ajouter à la pollution minérale massive des eaux.

III.5) Occupation du sol

Les tableaux 67 et 68 récapitulent l'ensemble des informations issues de l'enquête de bassin versant réalisée en 2006 sur le bassin du ruisseau de Cernex:

	Surface (Ha)	Recouvrement %
Zone construite	5,6	8,2
Forêt, bois	14	20,6
Plantation	0,05	0,1
Prairie, pâture	41,6	61,1
Maïs	1,4	2
Autres céréales	5,4	7,9
Dépôt de matériaux	0,05	0,1
TOTAL	68,1	100

Tableau 67 : Occupation du sol sur le bassin versant du ruisseau de Cernex

	Nombre
Elevage canin	1
Rejets domestiques directs	5
Dépôts de déchets divers	2
Source captée	1
Abreuvoir	3

Tableau 68 : Perturbations ponctuelles relevées sur le bassin versant du ruisseau de Cernex

Le bassin versant du ruisseau de Cernex présente une vocation agricole marquée, principalement axée sur l'élevage, à en juger par la forte proportion de surface allouée au pacage (plus de 60%). Si la proportion de surface construite est assez faible, en adéquation avec le caractère rural du bassin, on note toutefois que les zones urbanisées se concentrent en

bordure de cours d'eau. On relève d'ailleurs un certain nombre de rejets domestiques directs, qui mettent en évidence les déficits du bassin en assainissement, et pénalisent fortement la qualité du cours d'eau. Ils constituent indéniablement le principal point noir du bassin versant. Enfin, la bonne proportion en zones boisées, principalement situées en bordure de cours d'eau, assurent à ce dernier une ripisylve de qualité, jouant un rôle tampon intéressant vis-à-vis des flux polluants diffus.

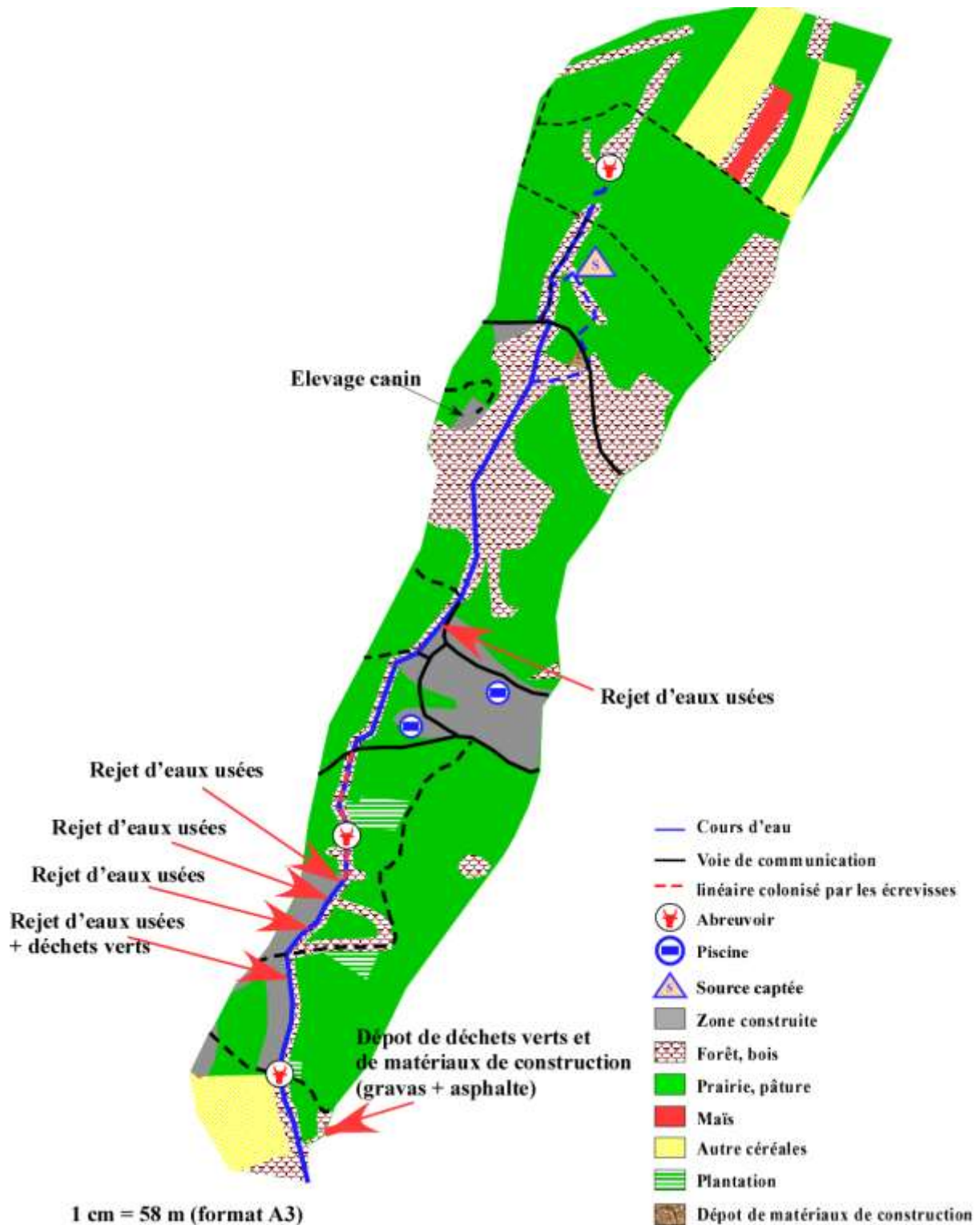


Figure 39 : Occupation du sol sur le Bassin versant du ruisseau de Cernex

IV. PROPOSITIONS DE GESTION

La population d'écrevisses à pieds blancs du ruisseau de Cernex, en dépit d'une densité intéressante et d'une fonctionnalité apparente, semble fragilisée par les perturbations affectant le milieu, comme en témoigne le caractère fluctuant et discontinu du linéaire qu'elle colonise.

La principale cause de ces perturbations réside dans la présence de nombreux rejets directs issus des habitations de Verlioz et de Cernex, qui provoquent une grave pollution des eaux du ruisseau, fortement pénalisante pour l'édifice biologique dans son ensemble, et pour les écrevisses en particulier.

Il conviendra donc, afin de pérenniser cette population :

- D'intervenir au plus vite sur ces rejets directs, en les circonscrivant et en développant l'assainissement sur le bassin versant.
- Dans un second temps, d'aménager ou de supprimer les abreuvoirs situés dans le lit mineur du cours d'eau.

Il semble en effet totalement anormal, en 2007, de constater une telle densité de rejets sur un cours d'eau, d'autant que celui-ci héberge une population d'écrevisses à pieds blancs, dont l'habitat est protégé au niveau national depuis 1983.

Partie 9 : Situation de la population d'écrevisses du ruisseau de Croasse

I) CONTEXTE ET CONTENU DE L'ÉTUDE

I.1) Présentation du secteur d'étude

Le ruisseau de Croasse est un cours d'eau calcaire affluent des Usses, avec lesquelles il conflue à 6800 m de ses sources. Son profil présente une pente moyenne de 4.5%, qui va en s'amenuisant à mesure que l'on s'éloigne des sources. Il s'écoule sur la majeure partie de son cours au fond d'un talweg boisé, où il reçoit les eaux de nombreux petits affluents, dont la plupart est temporaire (assecs estivaux). Enfin, outre la population d'écrevisses à pieds blancs, il héberge un peuplement piscicole varié constitué de truite fario, vairons, loches franches, chabots, blageons, chevennes et spirilins.

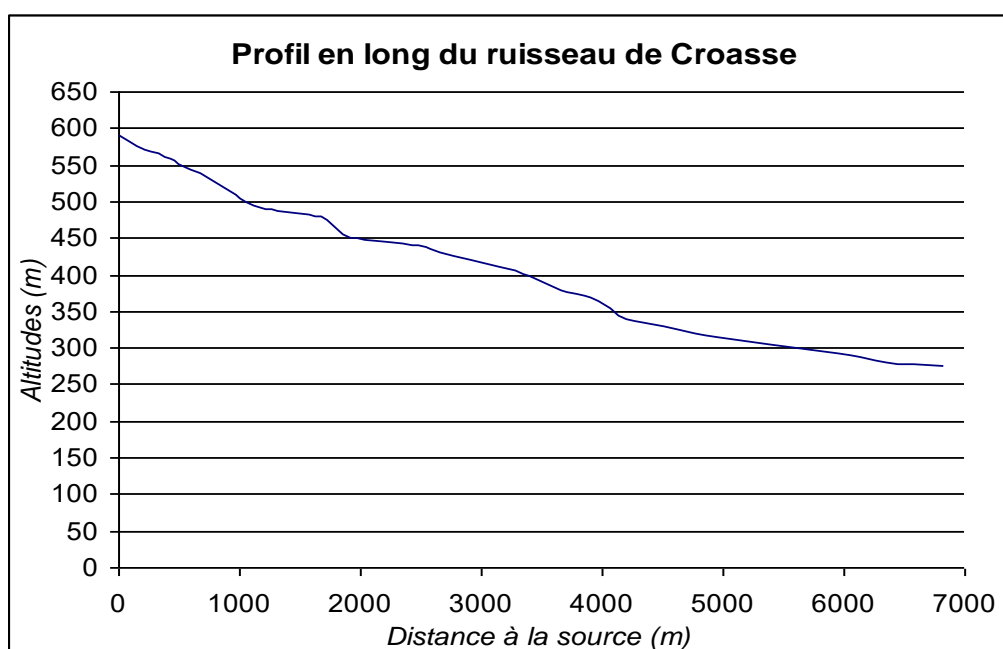


Figure 40 : Profil en long du ruisseau de Croasse

I.2) Positionnement des stations d'étude

Deux stations ont été positionnées sur le ruisseau de Croasse, une située au sein du linéaire colonisé par les écrevisses (station 1), l'autre située en aval de ce linéaire (station 2). Leurs positions respectives sont retranscrites dans la Figure 41.



Figure 41 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25 3330 OT)

I.3) Bilan des investigations menées sur les stations :

Le tableau 69 décrit les différentes actions menées sur les stations 1 et 2, ainsi que leur date de réalisation. Les croix indiquent des actions menées à l'échelle du bassin versant.

	2004	2005	2006	2007
Prospection nocturne	X	X	X	X
Occupation du sol				X
Physico-chimie	station 1	station 1		station 1
Analyse de sédiments		station 2	station 1	
Sonde de Température			station 1	
IBGN	station 1			
MAG 12			station 1	
Quantitatif APP		station 1		station 1

Tableau 69 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau de Croasse

II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES

II.1) Historique des connaissances astaciques sur le ruisseau de Croasse

La figure 42 retrace l'historique des observations d'écrevisses à pieds blancs sur le ruisseau de Croasse:

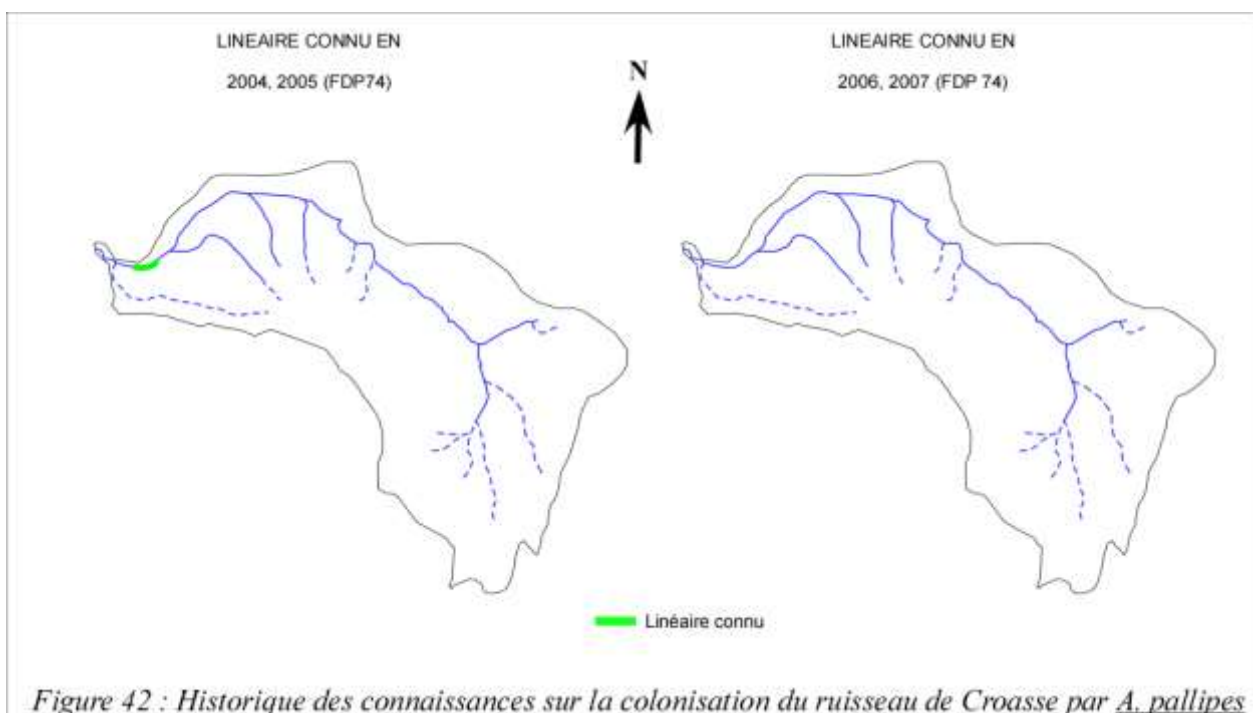


Figure 42 : Historique des connaissances sur la colonisation du ruisseau de Croasse par *A. pallipes*

La population d'écrevisses à pieds blancs du ruisseau de Croasse a été découverte en 2004, suite à une prospection réalisée sur la base du témoignage d'un riverain, ayant procédé en 2003 à un transfert des écrevisses dans un petit affluent du ruisseau de Croasse du fait de l'assèchement de ce dernier. Au cours de cette prospection, une vingtaine d'individus répartis sur 500 m linéaire avait été contactée. Trois autres prospections supplémentaires n'avaient permis de contacter qu'un individu au cours d'une de ces trois sorties.

En 2005, une prospection préliminaire à la réalisation de l'estimation quantitative avait révélé une situation toute autre : si le linéaire colonisé était toujours de 500 m, le nombre d'individus contactés était beaucoup plus important (plus de 600). Deux autres observations identiques avaient été réalisées au cours de la réalisation de l'estimation quantitative.

En 2006 et 2007, les prospections réalisées n'ont pas permis de contacter d'écrevisses, ni sur le ruisseau de Croasse, ni sur ses affluents. Cependant, au vu des résultats fluctuant des observations réalisées par le passé, il conviendra de réaliser à nouveau des prospections en 2008 avant de conclure à une extinction de la population.

II.2) Etude quantitative de la population d'écrevisses :

Les résultats du suivi quantitatif de la population d'écrevisses à pieds blancs du ruisseau de Croasse sont décrits dans le tableau 70 et la figure 42 :

Croasse - station 1		
Année (surface station)	2005 (30 m ²)	2007 (30 m ²)
Densité	53667 individus/Ha (+/- 29,3 %)	0 individus/Ha
Biomasse	1012 Kg/Ha (+/- 7,4%)	0 kg/Ha
Classe d'abondance	5/5	0
Sex ratio	1,3 mâles/femelle	

Tableau 70 : Estimations quantitatives réalisées sur le ruisseau de Croasse

Nb d'individus

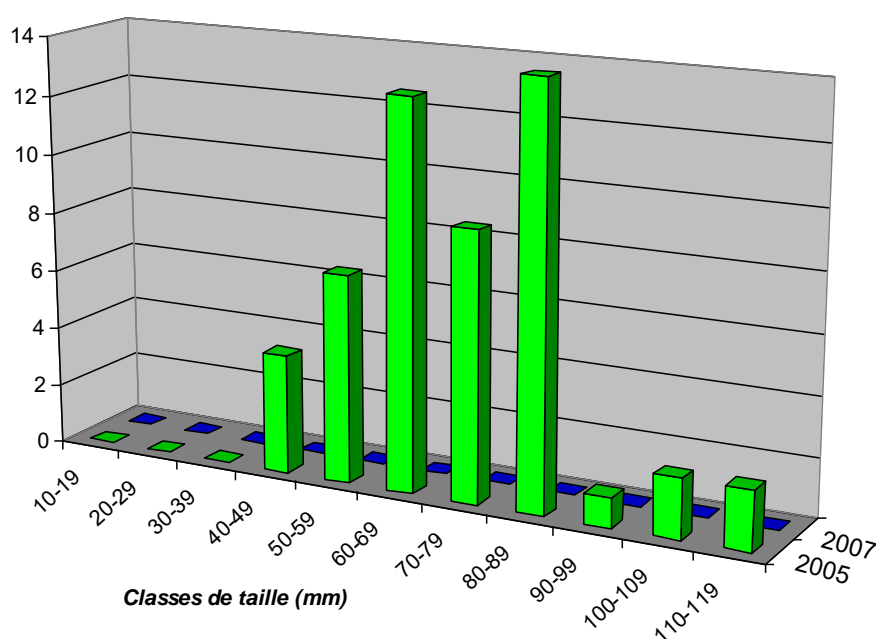


Figure 43 : Répartition des tailles dans la population d'APP du ruisseau de Croasse

Les résultats de l'estimation quantitative de la population d'écrevisses du ruisseau de Croasse réalisée en 2005 témoignent d'une population très dense, apparemment fonctionnelle au vu de la répartition des tailles au sein de l'effectif, et comportant un certain nombre de très gros individus (119 mm pour 138 g pour la plus grosse). Cependant, ce constat est à tempérer par le fait que cette population ne colonise que 500 m du linéaire d'un ruisseau qui en compte 6800, et semble de fait fortement fragilisé. De plus, plus aucune écrevisse n'a été contactée sur le cours d'eau depuis l'automne 2005.

II.3) Etude du macrobenthos :

	Croasse APP 8 prélèvements 2004
IBGN	9
GI	3 <i>Limnephilidae</i>
Variété	21
Robustesse	7
Var substrats	7
Var vitesses	2
Cb2	12
Iv	4,6
In	7
m	9,4 très mauvais
Densité (ind/m ²)	1803
% taxons repr. par moins de 3 individus	42%
% d'ind. appartenant à des taxons i>7	0% (0 taxon)
% d'ind. appartenant à des taxons saprobiontes	100%

Tableau 71 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de Croasse

Les indices calculés en 2004 sur le ruisseau de Croasse sont mauvais, et sanctionnent un peuplement pauvre et instable, dominé par les taxons saprophiles et au sein duquel les taxons sensibles sont totalement absents. Il semble donc que la qualité globale du milieu proposée par le ruisseau de Croasse sur la station 1 soit impactée dans l'ensemble de ses compartiments (chimie de l'eau, habitat).

III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION

III.1 Métabolisme thermique et typologie :

Ruisseau de Croasse (21/04/06 au 24/03/07)	T°C	Date
Température journalière maximale	18,5	25/07/2006
Température journalière minimale	-0,4	29/12/2006
Ecart journalier maxi	5,3	
Ecart journalier moyen	1,9	
Moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds	17,4	03/07/06 au 01/08/06

Tableau 72 : Principales caractéristiques thermiques du ruisseau de Croasse

Le relevé thermique effectué sur le ruisseau de Croasse en 2007 témoigne d'un cours d'eau s'inscrivant dans la limite haute de la plage de confort de l'écrevisse à pieds blancs (13 à 19°C (Synusie-Eau, 2003)). En effet, la température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds est un peu élevée pour un cours d'eau de ce type, tout comme la température maximale journalière. Cependant, le fait que la température ne dépasse les 16°C que durant une courte période (un peu moins d'un mois en juin et juillet), et les écarts thermiques journaliers moyens indiquent une connexion entre le cours d'eau et sa nappe, dont la qualité se révèle probablement insuffisante en période d'étiage estival.

$\theta_{\max} = 17,4^{\circ}\text{C}$	$T1 = 5,23$	$T_{th} = 3,7$
$d0 = 6,5 \text{ Km}$	$T2 = 3,81$	
$D = 111,1 \text{ mg/L}$		
$p = 20 \text{ ‰}$	$T3 = 0,78$	
$l = 3 \text{ m}$		
$S_m = 0,3 \text{ m}^2$		

Tableau 73 : Niveau typologique théorique

Le niveau typologique calculé sur le ruisseau de Croasse place ce dernier légèrement au dessus de la gamme élective actuelle des écrivesses à pieds blancs (B1 à B3). En revanche, ce biotype s'inscrit pleinement dans la gamme originelle de l'espèce (B2 à B7 (Téléos, 2004)), ce qui explique peut être la taille des individus observés et les croissances supposées au cours de l'estimation quantitative de 2005.

III.3) Qualité physyco-chimique des eaux du ruisseau de Croasse :

<i>Date</i>	<i>Cond ($\mu\text{s/cm}$)</i>	<i>NO3 (mg/L)</i>	<i>NO2 (mg/L)</i>	<i>NH4 (mg/L)</i>	<i>PO4 (mg/L)</i>	<i>Ca⁺⁺ (mg/L)</i>	<i>Mg⁺⁺ (mg/L)</i>	<i>O2 mg/L</i>	<i>O2 sat. %</i>	<i>pH</i>
05/09/2004	530	7,6	0,04	0,31	0,7	89	22,1	9,6	103%	8,2
21/02/2005		11,3	0,03	0,21	0,42					
03/08/2007	247	10,5	0,08	0,20	0,07					

Tabelau 74 : résultats des analyses d'eau réalisées sur le ruisseau de Croasse

La qualité de la chimie des eaux du ruisseau de Croasse, au vu des résultats des différentes analyses réalisées, semble être fortement impactée par une pollution d'origine domestique et agricole.

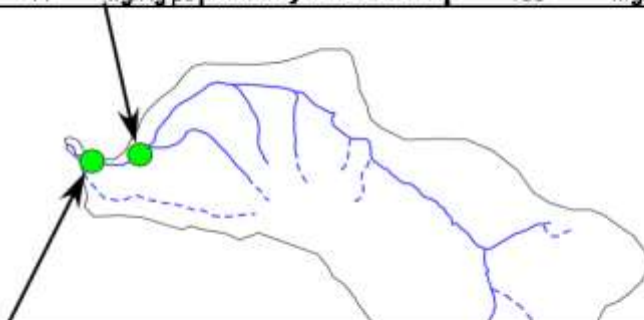
III.4) Qualité du compartiment sédimentaire du ruisseau de Croasse :

Les résultats des analyses de sédiments réalisées sur le ruisseau de croasse sont retranscrits dans la Figure 44.

Le compartiment sédimentaire du ruisseau de Croasse semble relativement préservé des contaminations toxiques au vu des résultats des analyses réalisées en décembre 2005 sur la station 2 et en juin 2006 sur la station 1. En effet, sur ces deux stations, le peu d'éléments indentifiés le sont dans des concentrations correspondantes à de simples traces. La nature de ces éléments (métaux, HAP et hydrocarbures lourds sur les deux stations, toluène sur la station 2) laisse augurer d'un origine liée au lessivage des routes et surface urbanisées, ainsi qu'aux retombées atmosphériques inhérentes aux activités anthropiques.

Croasse station 1 - Juin 2006

METALLS	Résultats	Unité	Pollution légère	Pollution nette	CU	PNECsed	Autre	Bilan
METALLS								
Arsenic	5	mg/Kg ps	0,7	7				pollution légère
Cadmium	< SQ	mg/Kg ps	0,7	4,2				
Chrome total	48,7	mg/Kg ps	5,2	52	< 100			pollution légère
Cuivre	12	mg/Kg ps	1,9	19	< 50	0,8		pollution légère
Mercure sur produit sec	0,04	mg/Kg ps	0,13	0,7	< 0,4	9,3		présence
Nickel	26	mg/Kg ps	1,6	16	< 20	4		pollution nette
Plomb	6,2	mg/Kg ps	4,1	41		6,8		pollution légère
Zinc	38,2	mg/Kg ps	124	271	70 à 140			présence
HPA								
Benzo(a)pyrène	14	µg/Kg ps	5	50				pollution légère
Benzo(b)fluoranthène	14	µg/Kg ps	50	500				présence
Benzo(g,h,i)perylène	44	µg/Kg ps	50	500	< 500			présence
Indeno(1,2,3,c,d)pyrène	18	µg/Kg ps	50	500				présence
Pyrène	46	µg/Kg ps	50	500	< 500	60		présence
HYDROCARBURES LOURDS								
Equivalent huiles minérales	41	mg/Kg ps	Indice hydrocarbures	135	mg/Kg ps			



Croasse station 2 - Décembre 2005

METALLS	Résultats	Unité	Pollution légère	Pollution nette	CU	PNECsed	Autre	Bilan
METALLS								
Arsenic	4,3	mg/Kg ps	0,7	7				pollution légère
Cadmium	0	mg/Kg ps	0,7	4,2				
Chrome total	101	mg/Kg ps	5,2	52	< 100			pollution nette
Cuivre	10	mg/Kg ps	1,9	19	< 50	0,8		pollution légère
Mercure sur produit sec	0	mg/Kg ps	0,13	0,7	< 0,4	9,3		présence
Nickel	22,9	mg/Kg ps	1,6	16	< 20	4		pollution nette
Plomb	7,8	mg/Kg ps	4,1	41		6,8		pollution légère
Zinc	29	mg/Kg ps	124	271	70 à 140			présence
HPA								
Benzo(a)anthracène	15	µg/Kg ps					LEL : 320	présence
Benzo(a)pyrène	16	µg/Kg ps	5	50				pollution légère
Benzo(b)fluoranthène	12	µg/Kg ps	50	500				présence
HYDROCARBURES LEGERS								
Toluène	2320	µg/Kg ps				488,3		pollution nette
HYDROCARBURES LOURDS								
Equivalent huiles minérales	62	mg/Kg ps						
Indice hydrocarbures	92	mg/Kg ps						

Figure 44 : Résultats des analyses de sédiments sur le ruisseau de Croasse

IV. PROPOSITIONS DE GESTION

Il conviendra sur le ruisseau de Croasse, de confirmer ou d'infirmier la disparition de la population d'écrevisses à pieds blancs par le biais de prospections en 2008. Si des écrevisses sont à nouveau contactées, les investigations pourront être poursuivies (macrobenthos, occupation du sol...) afin de déterminer une éventuelle stratégie de gestion.

Partie 10 : Bilan de la situation sur le bassin des Usses

Le tableau 75 synthétise pour l'ensemble des populations d'écrevisses à pieds blancs présentes sur le bassin Versant des Usses leurs principales caractéristiques (linéaire, densité, situation), les causes de perturbations principales et secondaires affectant le milieu qu'elles colonisent, ainsi que les actions à mener afin de les conserver :

- actions déjà réalisées ou programmées dans le cadre de l'étude favorisant le développement de la population d'écrevisses à pieds blancs du cours d'eau concerné
- actions à réaliser en priorité : actions dont la réalisation à court terme est indispensable à la conservation de la population d'écrevisse colonisant le cours d'eau concerné
- Autres actions à réaliser : actions dont la réalisation est indispensable à la conservation de la population d'écrevisse colonisant le cours d'eau concerné, mais dont la programmation doit être conditionnée par la réalisation préalable des actions prioritaires.

Ce tableau ne constitue pas une description exhaustive des résultats obtenus, mais doit être utilisé comme une base indispensable à la gestion conservatoire des populations d'écrevisses à pieds blancs de Haute-Savoie.

Bassin versant	Cours d'eau	Linéaire colonisé par APP en 2007	Classe de densité actuelle	Situation de la population	Causes principales de perturbation	Causes secondaires de perturbation	Actions déjà réalisées en 2007	Actions à réaliser en priorité	Autres actions à réaliser
Vengeur	Vengeur	900 m	2/5	fragile	- Cultures céréalières - Ripisylve dégradée sur l'amont	- décharge sauvage		- bandes enherbées - Restauration de la ripisylve	- Enlèvement de la décharge sauvage
Marsin	Marsin	1200 m	5/5	fragile	- Rejets directs - traitement des vergers	- Abreuvoirs dans le lit mineur		- Circonscription des rejets - Limitation des traitements	- Aménagement des abreuvoirs
La Ravoire	La Ravoire	800 m	5/5	fragile	- Affluent pollué - Franchissement A41	- Abreuvoirs dans le lit mineur	Viaduc de l'A41	- Circonscription de la pollution de l'affluent	- Aménagement des abreuvoirs
	Bougy	150 m	1/5	relictuelle	- Rejet direct de purin	- Abreuvoirs dans le lit mineur	Constat de pollution (ONEMA)	- Circonscription du rejet de purin	- Aménagement des abreuvoirs
Chamaloup	Chamaloup	20 m (à confirmer)	1/5	Fragile	- Pollution aux pesticides - Assainissement déficient	- Abreuvoirs dans le lit mineur		- Bandes enherbées - Améliorer l'assainissement	- Aménagement des abreuvoirs
	Grange Bouillet	90 m	1/5	relictuelle	- Assainissement déficient - Rejets direct - Ripisylve dégradée sur l'amont	- Abreuvoirs dans le lit mineur		- Améliorer l'assainissement - Circonscription des rejets - Restauration de la ripisylve	- Aménagement des abreuvoirs
Chenets	Chenets	920 m	4/5	pérenne	aucune	aucune		Maintient des conditions actuelles	
Cernex	Cernex	800 m	4/5	fragile	- rejets de Verlioz - Rejets de Cernex	- Abreuvoirs dans le lit mineur		- Circonscription des rejets	- Aménagement des abreuvoirs
Croasse	Croasse	0 m (à confirmer)	0/5	Disparition ?				- Prospections 2008	

Tableau 75 : Synthèse des connaissances sur les populations d'écrevisses et les perturbations les affectant sur le bassin versant des Usses – Propositions de gestion.

BIBLIOGRAPHIE

Agences de l'Eau, 1996. Seuils de qualité pour les micropolluants. Etude interagences.

Agritox, base de données de l'INRA des substances actives: <http://www.inra.fr/agritox/>

ALONSO F, TEMINO C et DIEGUEZ-URIBEONDO J, 2000. Status of white-clawed crayfish, *Austropotamobius pallipes* (LEREBOULLET, 1858), in Spain : Distribution and legislation. Bull. Fr. Pêche Piscic. 356, 31-53.

ANDRE M., 1960. Les écrevisses françaises. Ed. P. Lechevalier, 12 rue de Tournon, Paris 293 pages.

ANDRE M. et LAMY E., 1935. les écrevisses de France. Chez les auteurs, Paris(5^{ème}). 89 pages, 7 figures

ARRIGNON J., 1995. L'écrevisse indicateur biologique. Bulletin de l'AAF.42 : 4-10.

ARRIGNON J., 1996. L'écrevisse et son élevage. Lavoisier 3^{ème} édition Techniques et documentation, 230 pages.

AUVERGNE A., 1976. Données sur les possibilités d'élevage des écrevisses. Th. Fac. Médec. Créteil, France, 75 pages.

BARRETEAU A., JAUBERT P., 2001. Inventaire et étude des populations d'écrevisses à pattes blanches, *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858) sur le bassin versant du Mamoul. Rapport de stage de la fédération du Lot pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique. Université de Tours, MST IMACOF, 2001.

BACCHI M., 1993. Recherche sur la macrofaune benthique de la Haute-Loue - Structuration des habitats - Evolution des peuplements macrobenthiques depuis 1973. Mémoire de DESS Eaux Continentales, Univ. F. Comte, 30 p.

BELLANGER J., 2006. Causes de raréfaction de l'écrevisse à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*) – Pressions exercées sur les têtes de bassin versant, Rapport de synthèse bibliographique, Master 2 Qualité et Traitement des Eaux et Bassins Versants. Université de Franche-Comté, 38p.

BELLANGER J., 2006. Recherche des causes de régression de l'écrevisses à pieds blancs (*Austropotamoius pallipes*) sur le bassin de la Morge de Crempigny (74). Rapport d'étude, FDPPMA 74, Master 2 Qualité et Traitement des Eaux et Bassins Versants. Université de Franche-Comté, 64p. + annexes.

BELLANGER J., (COFEPRA) 2007. Cahier des charges standard pour l'étude des populations d'écrevisses autochtones en Rhône-Alpes. COFEPRA, 2007, 20p. + annexes.

CARL J., 1920. Catalogue des invertébrés de la Suisse, Fascicule 12, Décapodes (Ecrevisses). 35 pages, Georg et C. Genève.

CATER Basse Normandie, 2004. Cours d'eau et élevage.

CATER de Haute-Normandie, 2003. Suivi des impacts bactériologiques et physico-chimiques d'aménagement de protection contre la divagation du bétail dans un cours d'eau. 15 pages.

CHAISEMARTIN C., 1967. Contribution à l'étude de l'économie calcique chez les Astacidae. Thèse Fac., Sci., Univ. Poitiers, CNRS, AO, 1220.

CHAPMAN D G, 1951. Some properties of the hypergeometric distribution with application to zoological censuses. Proceedings of the second Berkley Symposium on Mathematics and Probability, Berkeley : University of California Press. pp. 131-160

CHAPMAN D G, 1954. The estimation of biological populations. Annals of Mathematical statistics. pp. 1-15

CONSEIL SUPERIEUR DE LA PECHE, 1990. Eaux libres n°2. Conseil Supérieur de la Pêche, Paris, 34 pages.

CONSEIL SUPERIEUR DE LA PECHE, 1998. Réseau Hydrobiologique et Piscicole. Synthèse des données. Conseil Supérieur de la Pêche, Paris, 61 pages + annexes

CONSEIL SUPERIEUR DE LA PECHE, 1999. Résultats d'inventaires piscicoles sur le bassin de la Faye (63). données non publiées.

CONSEIL SUPERIEUR DE LA PECHE, 2001. Etat initial des peuplements piscicoles du Chéran. Situation en 1999-2000. Conseil Supérieur de la Pêche, Délégation Régionale de Lyon.

CONSEIL SUPERIEUR DE LA PECHE ? DR 5/ Téléos, 1998, Méthode standard d'analyse de la qualité de l'habitat aquatique à l'échelle de la station. 5 pages

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

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

DE LURY DB, 1951. On the planning of experiments for the estimation of fish population, 18, p 281-307.

DEMARS J-J., 2001. Poissons, cours d'eau et forêt. Colloque d'Hydrotechnique - Forêt et Eau - 168ème session du Comité Scientifique et Technique, Publication Société Hydrotechnique de France, Nancy, 26 au 28 septembre 2001, p 97-104.

GRES P., BROCHARD P., DESCHAMPS E., FALATAS Y., KOLODZAJCZYK P., MALRAT D., PERROT JM., PURAVET S., SALAND P., e. Sites à écrevisses (pieds blancs et californiennes) dans le département de la Loire. mise à jour janvier 2001, FLPPMA/Brigade CSP Loire, 142 p + 13 p d'annexes.

GUEROLD F., BAUDOIN J-M., TIXIER G., FELTEN V., 2005. Acidité des cours d'eau vosgiens: effets sur la biodiversité animal et fongique. Eau et Forêt - XIIèmes Journées

Scientifiques et Techniques du Centre INRA de Nancy, Champenoux, du 14 au 16 juin 2005, p 42-44.

INERIS, Fiches de données toxicologiques et environnementales: <http://ineris.fr>

MISE de Haute Savoie, 1994. Vidange des piscines et protection de l'environnement. Note techniques n°1, 2 p.

HUCHET P., 2004. Situation des populations d'écrevisses autochtones en Haute-Savoie. Fédération de la Haute Savoie pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, 50 p. + annexes.

LARUE P.A., GRES P., 1998. Etude sur les écrevisses à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*) et la moule perlière (*Margaritifera margaritifera*) sur les cours d'eau de la Loire inscrits au titre de la Directive Habitat Natura 2000. Fédération agréée pour la Pêche et la Protection des milieux aquatiques de la Loire, 50 pages + annexes.

LAURENT P.J. et SUSCILLON M., 1962. Les écrevisses en France. Extrait des Annales de la Station Centrale d'Hydrobiologie Appliquée, Tome 9. Paris, imprimerie nationale.

LAURENT P.J., 1985. Une station d'écrevisses à pieds blancs : *Austropotamobius pallipes* Lere. (Decapoda, Astacidae) en zone périurbaine. Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon, 53, 3 : 77-88.

LAURENT P.J., 1988. *Austropotamobius pallipes* and *A. torrentium* with observations on their interactions with other species in Europe. In HOLDICH D.M. and LOWERY R.S. (Eds), Freshwater crayfish : biology, management and exploitation. Croom-Helm, London, 341-364.

LEGER L. et KREITMAN L., 1931. Carte piscicole de la Haute Savoie. Trav. Lab. Hydrobiol. et de Pisc. De l'Univ. de Grenoble, pages 145-155.

LOUVETON S., 1995. Etude des causes de raréfaction des écrevisses autochtones en Morvan *Austropotamobius pallipes* – *Astacus astacus*. Université de Savoie-Technolac, rapport de stage, 38 pages + annexes.

MACHINO Y., 1994. Les écrevisses à pieds blancs en Autriche Occidentale. Bull. de l'Association des Astaciculteurs de France, 39 : 2.

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

MARTIN C., 1988. Etude de cours d'eau à écrevisses (Département du Jura). Cons. Rég. Franche-Comté, DDAF, DIREN, Min. Env., Préfecture Franche-Comté.

MORILLAS N., DURANT G. et al. 2002 ; Situation actuelle de l'écrevisse à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*) dans le Jura . Fédération du Jura pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, 23 pages + annexes.

MOTTE G., 2005. Moule perlière et exploitation forestière: un couple à réinventer. forêt wallonne n 74, janvier/février 2005, p 17-23.

NEDELEC Y., 2005. Interactions en crue entre drainage souterrain et assainissement agricole.Thèse de doctorat, Engref, Paris, 235 p.

NEVEU A., 1988. Le marquage des écrevisses pour les études démographiques. Bull. de l'AAF, 17 : 1-4.

NEVEU A., 1996.Caractéristiques démographiques de stocks résiduels de l'écrevisse à pattes blanches, *Austropotamobius pallipes* (Astacidae), en Normandie. *Cybium*, 20, 3, 75-93.

NEVEU A., 2000. Etude des populations d'*Austropotamobius pallipes* (Crustacea, Astacidae) dans un ruisseau forestier de Normandie. I. Structure démographique et croissance : stabilité et variabilité au cours de six années. Bull. Fr. Pêche Piscic. 356 , 71-97.

NEVEU A., 2000. Etude des populations d'*Austropotamobius pallipes* (Crustacea, Astacidae) dans un ruisseau forestier de Normandie. II. Répartition en fonction de la structure des habitats : stabilité et variabilité au cours de cinq années. Bull. Fr. Pêche Piscic. 356 , 99-121.

NISBET M., VERNEAUX J., 1970. Composantes chimiques des eaux courantes, discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. Annales de limnologie, t. 6, fasc.2, p 161-190.

OBSERVATOIRE REGIONAL DE L'ENVIRONNEMENT, Conseil Régional de Franche-Comté, 2003. L'écrevisse et la qualité de l'eau en Franche-Comté. 17 p.

PELLETAN D. , 2002. Atlas de répartition des populations d'écrevisses autochtones sur les bassins versants du Fier, du Chéran et des Ussets. FDPMA de Haute-Savoie, 65 p.

PENVEN M.J., T. MUXART, D. BRUNSTEIN, 1993. La qualité des eaux dans les unités spatiales fonctionnelles d'ordre inférieur. Les matières en suspension et leur origine : premiers résultats.Rapport technique PIREN-SEINE, 74 p.

PLAMANDON A., GUILLEMETTE F., LEVESQUE D., PREVOST L., 1999. Impact des pratiques forestières sur l'hydrologie des cours d'eau, in Forum Forêt Faune - Conférence et table ronde sur l'intégration des activités forestière set faunistiques.Laboratoire d'hydrologie forestière - Centre de recherche en biologie forestière - Département des sciences du bois et de la forêt, Univ. Laval, Québec, p 57-62.

RALLO A., GARCIA-ARBERAS L. & ANTON A., 2001. Relationship between changes in habitat conditions and population density of an introduced population of signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) in a fluvial system. Bull. Fr. Pêche Piscic., 361, 643-657.

ROQUEPLO C., DAGUERRE DE HUREAUX N., 1983. Etudes de populations naturelles d'écrevisses dans le sud ouest de la France : première approche méthodologique de repeuplement. Rapport du C.E.M.A.G.R.E.F. de Bordeaux,14, 177 pages + annexes.

ROQUEPLO Ch., AMATO G., ARRIGNON J., ATTARD J., CHAISEMARTIN C., CHARTIER L., CLEMENT J.L., DURECU A., DAGUERRE DE HUREAUX N., FARGES G., LAURENT P.J., VEY A., VIGNEUX D., VIGNEUX E., 1984. *Austropotamobius*

pallipes ou l'écrevisse à pattes blanches. Etude de l'Association Française de Limnologie. Science, Technique et Aménagement.

ROQUEPLO, DAGUERRE DU HUREAUX, 1989 in IRRA, 1991.

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

TELEOS (DEGIORGI F., DECOURCIERE H.), CSP, Fédération de Pêche 70, 2004. Diagnose et gestion des têtes de bassins versants de l'Ognon. L'écrevisse pieds blancs, indicateur patrimonial. Etude complémentaire du contrat de rivière Ognon, 110 p.

TELEOS, Fédération de Pêche 39, Brigade CSP 39, 2004. Contribution à la recherche des causes de régression de l'écrevisse "Pieds Blancs" (*Austropotamobius pallipes*) 97 p.

TIOZZO J., 2004. Faisabilité de réintroduction de l'écrevisse pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*) en Haute-Savoie. Etude de sites potentiels. Rapport d'étude, FDPPMA 74, Master 2 Qualité et Traitement des Eaux et Bassins Versants. Université de Franche-Comté, 52p. + annexes.

VERNEAUX J., 1973. Cours d'eau de Franche Comté. Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs - Essai de biotypologie. Mém. Thèse Doct. d'Etat, Univ. Besançon, 260 p.

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

VIELLE A., 1996. Situation de l'écrevisse en Valais (Suisse). L'Astaciculteur de France, 47,2-6.

LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1 : Codification directive de l'espace fluvial pour modéliser l'habitat
- Tableau 2 : Attractivité des substrats/support selon logique IAM (poissons)
- Tableau 3 : Attractivité substrats/supports selon la logique ISCA (écrevisses)
- Tableau 4 : Classes d'abondance théoriques pour l'écrevisse à pieds blancs
- Tableau 5 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau de Vengeur
- Tableau 6 : Estimations quantitatives réalisées sur le ruisseau de Vengeur
- Tableau 7 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de Vengeur (station 1)
- Tableau 8 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de Vengeur (station 2)
- Tableau 9 : Description de la valeur de l'habitat aquatique du ruisseau de Vengeur
- Tableau 10 : Principales caractéristiques thermiques du ruisseau de Vengeur
- Tableau 11 : Niveau typologique théorique
- Tableau 12 : Résultats des analyses d'eau réalisées sur le ruisseau de Vengeur (station 1)
- Tableau 13 : Résultats des analyses de sédiments sur le ruisseau de Vengeur (station 1)
- Tableau 14 : Occupation du sol sur le bassin versant du ruisseau de Vengeur
- Tableau 15 : Perturbations ponctuelles relevées sur le bassin versant du ruisseau de Vengeur
- Tableau 16 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau de Marsin
- Tableau 17 : Estimations quantitatives réalisées sur le ruisseau de Marsin
- Tableau 18 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de Marsin
- Tableau 19 : Description de la valeur de l'habitat aquatique du ruisseau de Marsin
- Tableau 20 : Principales caractéristiques thermiques du ruisseau de Marsin
- Tableau 21 : Niveau typologique théorique
- Tableau 22 : Résultats des analyses d'eau réalisées sur le ruisseau de Marsin
- Tableau 23 : Occupation du sol sur le bassin versant du ruisseau de Marsin
- Tableau 24 : Perturbations ponctuelles relevées sur le bassin versant du ruisseau de Marsin
- Tableau 25 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau de la Ravoire
- Tableau 26 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau de Bougy
- Tableau 27 : Estimations quantitatives réalisées sur le ruisseau de la Ravoire
- Tableau 28 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de la Ravoire (station 1)

Tableau 29 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de la Ravoire (station 2)

Tableau 30 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de la Bougy (station 1)

Tableau 31 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de la Bougy (station 2)

Tableau 32 : Principales caractéristiques thermiques du ruisseau de la Ravoire (station 1)

Tableau 33 : Niveau typologique théorique

Tableau 34 : Principales caractéristiques thermiques du ruisseau de Bougy (station 1)

Tableau 35 : Niveau typologique théorique

Tableau 36 : Occupation du sol sur le bassin versant du ruisseau de la Ravoire

Tableau 37 : Perturbations ponctuelles relevées sur le bassin versant du ruisseau de la Ravoire

Tableau 38 : Bilan des investigations menées sur le Chamaloup

Tableau 39 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau de Grange Bouillet

Tableau 40 : Estimations quantitatives réalisées sur le Chamaloup (station 1)

Tableau 41 : Estimations quantitatives réalisées sur le ruisseau de Grange Bouillet

Tableau 42 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du Chamaloup (station 1)

Tableau 43 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du Chamaloup (station 2)

Tableau 44 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de Grange Bouillet

Tableau 45 : Description de la valeur de l'habitat aquatique du Chamaloup (station 1)

Tableau 46 : Principales caractéristiques thermiques du Chamaloup (station 1)

Tableau 47 : Niveau typologique théorique

Tableau 48 : Principales caractéristiques thermiques du Chamaloup (station 2)

Tableau 49 : Niveau typologique théorique

Tableau 50 : Occupation du sol sur le bassin versant du Chamaloup

Tableau 51 : Perturbations ponctuelles relevées sur le bassin versant du Chamaloup

Tableau 52 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau des Chenets

Tableau 53 : Estimations quantitatives réalisées sur le ruisseau des Chenets

Tableau 54 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau des Chenets

Tableau 55 : Principales caractéristiques thermiques du ruisseau des Chenets

Tableau 56 : Niveau typologique théorique

Tableau 57 : résultats des analyses d'eau réalisées sur le ruisseau des Chenets

Tableau 58 : Occupation du sol sur le bassin versant du ruisseau des Chenets

Tableau 59 : Perturbations ponctuelles relevées sur le bassin versant du ruisseau des Chenets

Tableau 60 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau de Cernex

Tableau 61 : Estimations quantitatives réalisées sur le ruisseau de Cernex

Tableau 62 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de Cernex

Tableau 63 : Description de la valeur de l'habitat aquatique du ruisseau de Cernex

Tableau 64 : Principales caractéristiques thermiques du ruisseau de Cernex

Tableau 65 : Niveau typologique théorique

Tableau 66 : résultats des analyses d'eau réalisées sur le ruisseau de Cernex

Tableau 67 : Occupation du sol sur le bassin versant du ruisseau de Cernex

Tableau 68 : Perturbations ponctuelles relevées sur le bassin versant du ruisseau de Cernex

Tableau 69 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau de Croasse

Tableau 70 : Estimations quantitatives réalisées sur le ruisseau de Croasse

Tableau 71 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau du ruisseau de Croasse

Tableau 72 : Principales caractéristiques thermiques du ruisseau de Croasse

Tableau 73 : Niveau typologique théorique

Tableau 74 : résultats des analyses d'eau réalisées sur le ruisseau de Croasse

Tableau 75 : Synthèse des connaissances sur les populations d'écrevisses et les perturbations les affectant sur le bassin versant des Usses – Propositions de gestion.

LISTE DES FIGURES

Figure A : Situation du Bassin versant des Usse en Haute-Savoie

Figure B : Etat des connaissances astacicoles sur le Bassin versant des Usse en 2007

Figure C : Démarche théorique adoptée dans le cadre du plan de conservation des populations d'écrevisses à pieds blancs en Haute-Savoie.

Figure 1 : Profil en long du ruisseau de Vengeur

Figure 2 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25 3330 OT)

Figure 3 : Historique des connaissances sur la colonisation du ruisseau de Vengeur par A. pallipes

Figure 4 : Répartition des tailles dans la population d'APP du ruisseau de Vengeur

Figure 5 : Cartographie de l'occupation du sol sur le bassin versant du ruisseau de Vengeur

Figure 6 : Profil en long du ruisseau de Marsin

Figure 7 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25)

Figure 8 : Historique des connaissances sur la colonisation du ruisseau de Marsin par A. pallipes

Figure 9 : Répartition des tailles dans la population d'APP du ruisseau de Marsin

Figure 10 : Résultats des analyses de sédiments sur le ruisseau de Marsin

Figure 11 : Occupation du sol sur le bassin versant du ruisseau de

Figure 12 : Profil en long du ruisseau de la Ravoire

Figure 13 : Profil en long du ruisseau de Bougy

Figure 14 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25)

Figure 15 : Historique des connaissances sur la colonisation du ruisseau de la Ravoire par A. pallipes

Figure 16 : Répartition des tailles dans la population d'APP du ruisseau de la Ravoire

Figure 17 : résultats des analyses d'eau réalisées sur le bassin de la Ravoire

Figure 18 : Résultats des analyses de sédiments réalisées sur le bassin de la Ravoire

Figure 19 : Occupation du sol sur le Bassin versant du ruisseau de la Ravoire

Figure 20 : Profil en long du Chamaloup

Figure 21 : Profil en long du ruisseau de Grange Bouillet

Figure 22 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25 3330 OT)

Figure 23 : Historique des connaissances sur la colonisation du bassin du Chamaloup par A. pallipes

Figure 24 : Répartition des tailles dans la population d'APP du Chamaloup (station 1)

Figure 25 : Répartition des tailles dans la population d'APP du ruisseau de Grange Bouillet

Figure 26 : résultats des analyses d'eau réalisées sur le bassin du Chamaloup

Figure 27 : Résultats des analyses de sédiments sur le bassin du Chamaoup

Figure 28 : Occupation du sol sur le Bassin versant du Chamaloup

Figure 29 : Profil en long du ruisseau des Chenets

Figure 30 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25 3330 OT)

Figure 31 : Historique des connaissances sur la colonisation du ruisseau des Chenets par A. pallipes

Figure 32 : Répartition des tailles dans la population d'APP du ruisseau des Chenets

Figure 33 : Occupation du sol sur le Bassin versant du ruisseau des Chenets

Figure 34 : Profil en long du ruisseau de Cernex

Figure 35 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25 3430 OT)

Figure 36: Historique des connaissances sur la colonisation du ruisseau de Cernex par A. pallipes

Figure 37 : Répartition des tailles dans la population d'APP du ruisseau de Cernex

Figure 38 : Résultats des analyses de sédiments sur le ruisseau de Cernex

Figure 39 : Occupation du sol sur le Bassin versant du ruisseau de Cernex

Figure 40 : Profil en long du ruisseau de Croasse

Figure 41 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25 3330 OT)

Figure 42 : Historique des connaissances sur la colonisation du ruisseau de Croasse par A. pallipes

Figure 43 : Répartition des tailles dans la population d'APP du ruisseau de Croasse

Figure 44 : Résultats des analyses de sédiments sur le ruisseau de Croasse

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Mise à nu des sols en bordure de cours d'eau lors de la phase préparatoire des travaux (mars 2007)

Photo 2 : Vue générale du chantier après mise en place du remblais (Juillet 2007) Photo 3 : Vue du chanteir au niveau du franchissement du ruisseau de la ravoire (juillet 2007)

Photo 4 : Pose du tablier sur la Ravoire (janvier

Photo 5 : Pollution aux MES du ruisseau de la Ravoire

Photo 6 : bassin de vidange des engins de nettoyage de chaussées sur le bassin versant du ruisseau de la Ravoire

Photo 7 : Aménagement du franchissement du ruisseau de Bougy aval en amont de l'autoroute (juillet 2007)

Photo 7 : Aménagement du franchissement du ruisseau de Bougy aval en aval de l'autoroute (juillet 2007)