



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 du Chéran (Haute-Savoie)**
- Diagnostic et propositions de gestion -





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 du Chéran (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 du Chéran (74) – Diagnostic et propositions de gestion – Fédération de Haute-Savoie pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, 49 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 de la Vergone

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 la Vergone</u>	13
II.2) <u>Etude quantitative de la population d'écrevisses</u>	14
<i>II.2.1) Station 1</i>	14
<i>II.2.1) Station 2</i>	15
II.3) <u>Etude du macrobenthos</u>	16

<i>II.2.1) Station 1</i>	16
<i>II.2.2) Station 2</i>	17
III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION	18
III.1 <u>Métabolisme thermique et typologie</u>	18
<i>III.11) Station 1</i>	18
<i>III.11) Station 2</i>	18
III.2 <u>Qualité physico-chimique des eaux de la Vergone</u>	19
III.3 <u>Qualité du compartiment sédimentaire de la Vergone</u>	20
III.4 <u>Occupation du sol</u>	20
IV. PROPOSITIONS DE GESTION	24

Partie 4 : Situation de la population d'écrevisses du Lénard
--

I) CONTEXTE ET CONTENU DE L'ÉTUDE	25
I.1) <u>Présentation du secteur d'étude</u>	25
I.2) <u>Positionnement des stations d'étude</u>	25
I.3) <u>Bilan des investigations menées sur les stations</u>	26
II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES	26
II.1) <u>Historique des connaissances astacicoles sur le ruisseau de Lénard</u>	26
II.2) <u>Etude quantitative de la population d'écrevisses</u>	27
II.3) <u>Etude du macrobenthos</u>	28
III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION	29
III.1) <u>Caractérisation de l'habitat aquatique</u>	29
III.2) <u>Métabolisme thermique et typologie</u>	30
III.3) <u>Qualité physico-chimique des eaux du ruisseau de Lénard :</u>	30
III.4) <u>Qualité du compartiment sédimentaire du ruisseau:</u>	31
III.5) <u>Occupation du sol</u>	31
IV. PROPOSITIONS DE GESTION	34

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

I) CONTEXTE ET CONTENU DE L'ÉTUDE	35
I.1) <u>Présentation du secteur d'étude</u>	35
I.2) <u>Positionnement de la station d'étude</u>	35
I.3) <u>Bilan des investigations menées sur les stations</u>	36

II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES	36
II.1) <u>Historique des connaissances astacicoles sur le ruisseau de la Ramaz</u>	36
II.2) <u>Etude quantitative de la population d'écrevisses</u>	37
II.3) <u>Etude du macrobenthos</u>	38
III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION	39
III.1 <u>Métabolisme thermique et typologie</u>	39
III.2 <u>Qualité physico-chimique des eaux du ruisseau de la Ramaz</u>	39
III.3 <u>Qualité du compartiment sédimentaire du ruisseau de la Ramaz</u>	40
III.4 <u>Occupation du sol</u>	40
IV. PROPOSITIONS DE GESTION	42
Partie 6 : Bilan de la situation sur le Bassin versant du Chéran	
BIBLIOGRAPHIE	45

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 du Chéran 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 du Chéran 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 :

Le Chéran est le principal bassin du massif des Bauges. Affluent du Fier, il prend sa source à 1500 m d'altitude en contrebas de la Pointe de Chaurionde (2173 m) dans le massif des Bauges (Savoie). Le bassin versant topographique du Chéran couvre une superficie de 433 Km², partagé entre les 2 départements de la Savoie et de la Haute-Savoie. Le linéaire concerné par le département de la Haute-Savoie est de 30 Km environ. Cette rivière prestigieuse aux enjeux multiples, fait l'objet d'un contrat de rivière. Dans le massif des Bauges, en raison de vastes surfaces d'affleurements de calcaires karstifiés, le réseau hydrographique est peu dense, l'infiltration étant très rapide et les circulations souterraines très développées. Dans l'Albanais (Haute-Savoie) la molasse est relativement imperméable. Sur son parcours de 50 Km, le Chéran est tout d'abord un torrent de montagne dans la partie supérieure du bassin. Sa vallée s'articule ensuite autour de deux plaines alluviales, après lesquelles le Chéran sort des Bauges par une zone de gorge entre la Montagne de Bange et le Semnoz. Enfin, son cours aval (Haute-savoie) traverse la dépression de l'Albanais qui s'étend d'Annecy (au N.E.) au Lac du Bourget (au S.O.), avant de rejoindre le Fier en aval de Rumilly (308 m d'alt.). Son cours s'encaisse alors dans les horizons molassiques. (SDVP 74, 2007)

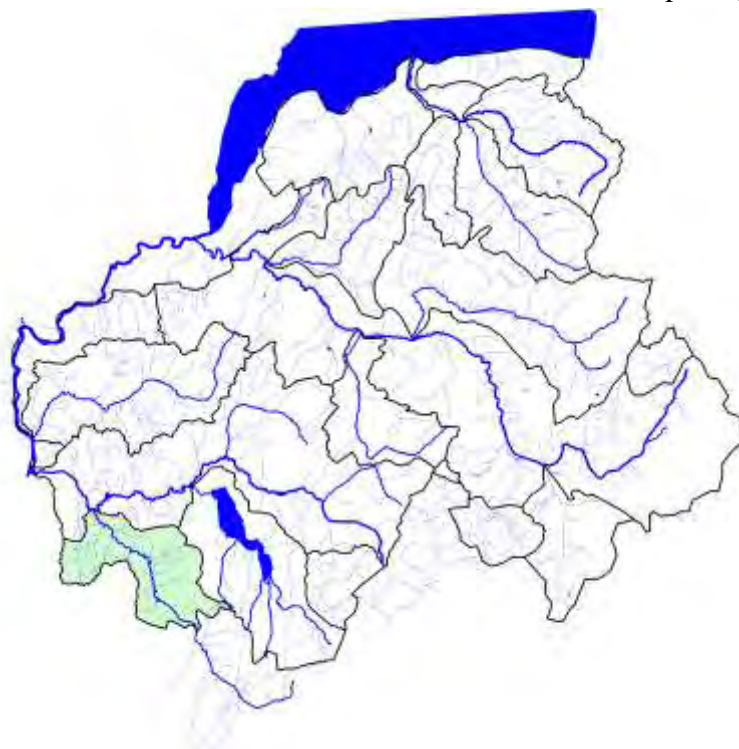


Figure A : Situation du Bassin versant du Chéran en Haute-Savoie

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

Les connaissances astacicoles sur le bassin versant du Chéran 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 du Chéran 4 populations d'écrevisses à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*) réparties sur 4 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 l'absence de toute population d'écrevisses allochtones.

En 2007, au terme des investigations supplémentaires et du suivi réalisés entre 2005 et 2007, on dénombre sur le bassin versant du Chéran 3 populations d'écrevisses à pieds blancs réparties sur 3 cours d'eau différents, suite à la disparition d'une des populations identifiées en 2004 (Miguernay). Le taux d'extinction global est maintenant de 66 % tandis que le taux d'extinction observé au cours de l'étude est de 25 %.

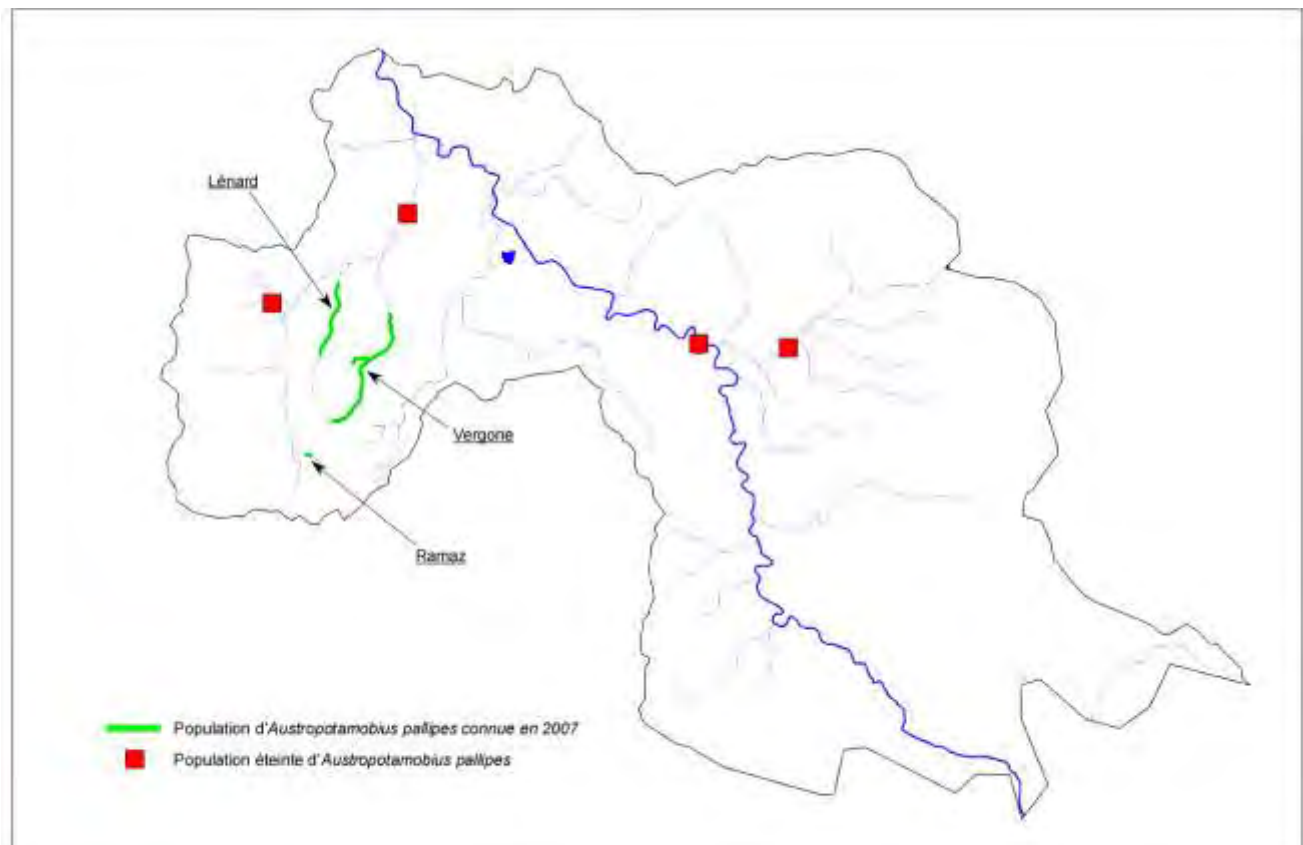


Figure B : Etat des connaissances astacicoles sur le Bassin versant du Chéran en 2007

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 conservatoire sont illustrées dans la Figure C :

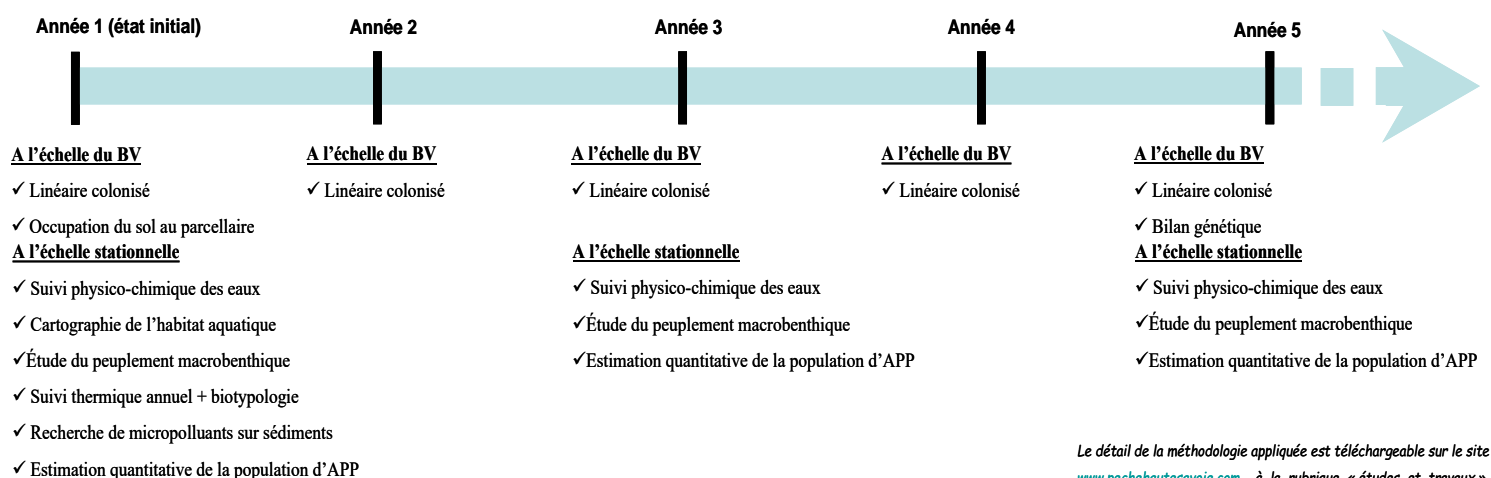


Figure C : Démarche théorique adoptée dans le cadre du plan de conservation des populations d'écrevisses à pieds blancs en Haute-Savoie.

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 COFEPPA 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 suivants 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 :

Une campagne d'analyse de la qualité des sédiments a été réalisée en décembre 2005. 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, sur les compartiments suivants :

- Aminotriazole
- Phénols et chlorophénols
- Pesticides
- Solvants complets

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 ( crevisses)

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 de la Vergone

I) CONTEXTE ET CONTENU DE L'ÉTUDE

I.1) Présentation du secteur d'étude

La Vergone est un petit cours d'eau calcaire (substrat molassique) situé sur la commune de Massingy, affluent de la Néphaz, elle-même affluent du Chéran au niveau de Rumilly. Elle présente, tout le long des 4200 m de son cours, une pente relativement douce (3.6%), et reçoit les eaux de nombreux petits affluents pérennes. En outre, elle circule depuis sa source jusqu'à sa confluence avec la Néphaz au sein d'une ripisylve dense lui conférant ombrage et stabilité des berges. Enfin, outre *Austropotamobius pallipes*, la Vergone héberge une petite population de truite fario.

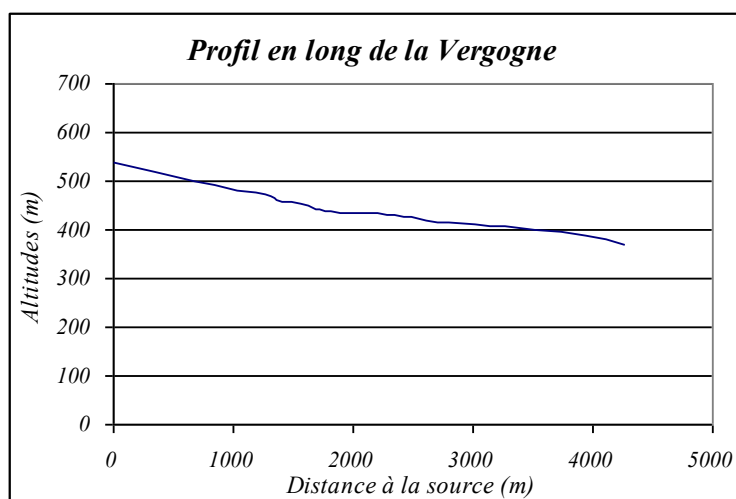


Figure 1 : Profil en long de la Vergogne

I.2) Positionnement des stations d'étude



Figure 2 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25 3331 OT)

Trois stations ont été positionnées sur le bassin versant de la Vergone :

- La station 1, positionnée en 2003 sur le cours amont, au sein du linéaire colonisé par les écrevisses.
- La station 2, positionnée en 2003 sur le cours aval, au sein du linéaire colonisé par les écrevisses.
- La station 3, positionnée en 2007 sur le principal affluent que reçoit la Vergone sur son linéaire colonisé par les écrevisses.

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

Le tableau 5 décrit les différentes actions menées sur les stations 1, 2 et 3, 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 et 2	station 1 et 2	station 1 et 2		station 1, 2 et 3
Analyse de sédiments				station 2		
Sonde de Température			station 2			station 1
IBGN		station 1 et 2				
MAG 12					station 1 et 2	
Quantitatif APP			station 1 et 2			station 1 et 2

Tableau 5 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau

II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES

II.1) Historique des connaissances astacicoles sur la Vergone

La figure 3 retrace l'historique des observations d'écrevisses à pieds blancs sur la Vergone :

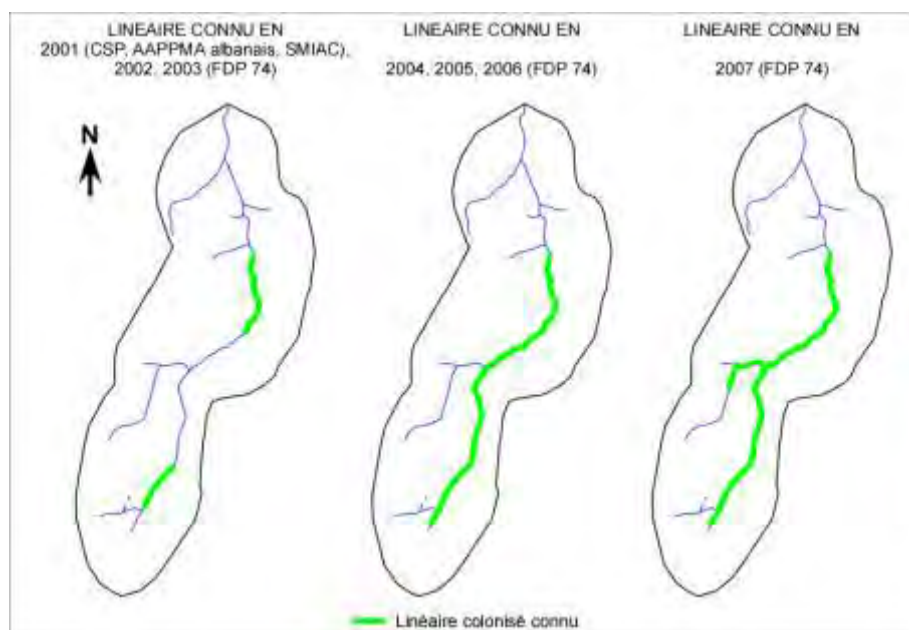


Figure 3 : Historique des connaissances sur la colonisation de la Vergone par A. pallipes

La population d'écrevisses pallipèdes de la Vergone est signalée depuis 2001. Une prospection par points réalisée en 2002 avait, dans un premier temps, situé sur le cours d'eau de deux populations déconnectées (PELLETAN, 2002). Une prospection de l'ensemble du linéaire réalisée en 2004 avait mis en évidence que le linéaire colonisé était en fait continu, et qu'une seule et même population colonisait la Vergone sur une distance de 3200 m, allant de la source au hameau de Combachenex (HUCHET, 2004). Cette situation a été confirmée en 2005 et 2006 par des prospections de vérification. En 2007, enfin, une prospection supplémentaire a mis en évidence la stabilité du linéaire colonisé sur la Vergone, ainsi que la colonisation de la moitié aval de l'affluent qu'elle reçoit en partie médiane de son cours, probablement à la faveur de débits accrus par les précipitations abondantes de l'année 2007. La longueur du linéaire colonisé actuellement par *Austropotamobius pallipes* sur la Vergone s'élève donc à 3500 m.

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

II.2.1) Station 1 :

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

Vergone - station 1		
Année (surface station)	2004 (30 m ²)	2007 (25 m ²)
Densité	8333 individus/Ha (+/- 31,3 %)	18600 individus/Ha (+/- 33,1 %)
Biomasse	122 Kg/Ha (+/- 6,2%)	249 kg/Ha +/- (6,2%)
Classe d'abondance	3/5	4/5
Sex ratio	1,85 mâles/femelle	0,6 mâles/femelle

Tableau 6 : Estimations quantitatives réalisées sur la Vergone amont

Nb d'individus

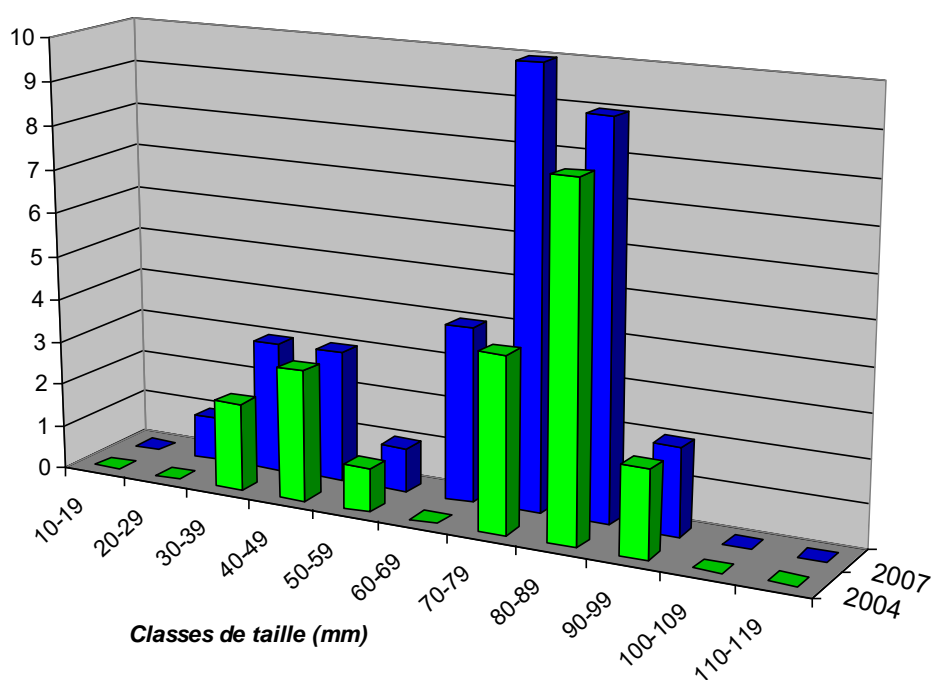


Figure 4 : Répartition des tailles dans la population d'APP de la Vergone amont

La population d'écrevisses à pieds blancs de la Vergone amont affiche en 2007 une densité satisfaisante (classe 4/5), d'autant qu'elle semble légèrement sous estimée au vu des écarts types assez élevés et du sexe ratio légèrement déséquilibré. En outre, la répartition des tailles au sein de l'effectif, tout comme l'observation de nombreux juvéniles au cours des prospections, témoignent de la bonne fonctionnalité de la population. On note une augmentation des résultats entre 2004 et 2007, imputable au fait que l'échantillonnage 2004 ait été effectué peu de temps après la réalisation de travaux destinés à mettre en place un abreuvoir sauvage dans le lit mineur du cours d'eau, et dont l'impact avait probablement perturbé les écrevisses situées sur la station 1.

II.2.1) Station 2 :

Les résultats du suivi quantitatif de la population d'écrevisses à pieds blancs de la Vergone aval sont décrits dans le tableau 7 et la figure 5 :

	Vergone - station 2	
Année (surface station)	2004 (30 m ²)	2007 (30 m ²)
Densité	26500 individus/Ha (+/- 55,4 %)	24949 individus/Ha (+/- 31,5 %)
Biomasse	331 Kg/Ha (+/- 13,8%)	346 kg/Ha (+/- 8,9%)
Classe d'abondance	4/5	4/5
Sex ratio	2,1 mâles/femelle	0,9 mâles/femelle

Tableau 7 : Estimations quantitatives réalisées sur la Vergone aval

Nb d'individus

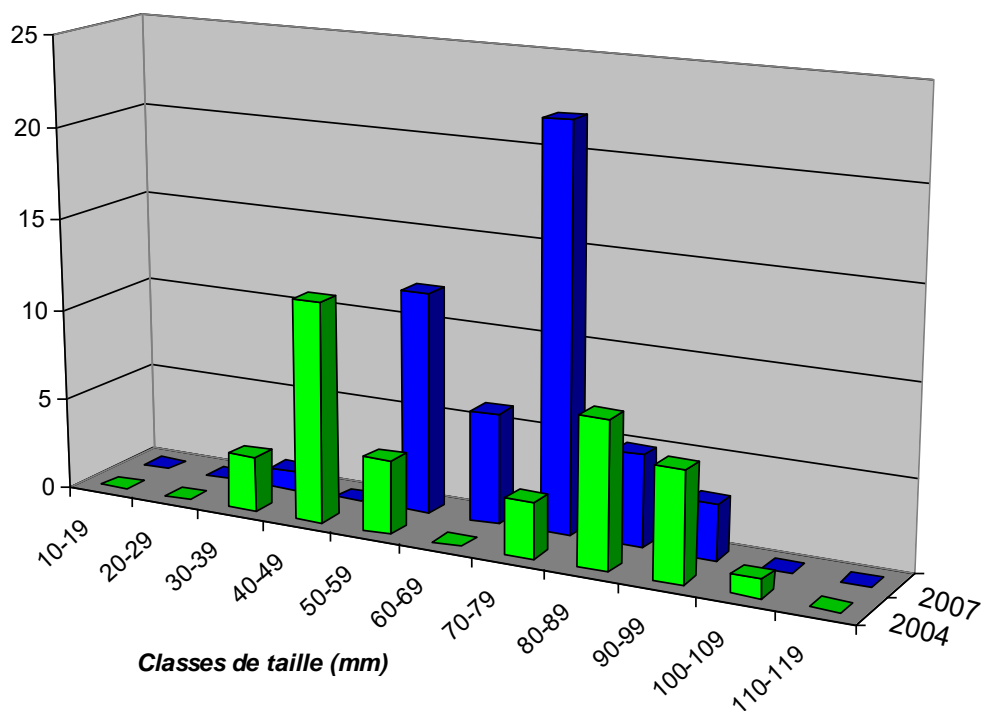


Figure 5: Répartition des tailles dans la population d'APP de la Vergone aval

Les résultats des estimations quantitatives réalisées sur la Vergone aval en 2004 et 2007 témoignent d'une population dense, stable et fonctionnelle. On note par ailleurs que l'échantillonnage 2007 semble plus robuste que celui réalisé en 2004, au vu de l'évolution des écarts types et du sexe ratio.

L'ensemble des résultats obtenus sur la Vergone (stations 1 et 2) témoigne d'une population dense, fonctionnelle et stable dans le temps. Rapproché de la taille importante du linéaire colonisé, ce constat permet de conclure à la bonne santé générale de la population d'écrevisses pallipèdes de la Vergone.

II.3) Etude du macrobenthos :

II.2.1) Station 1 :

	Vergone amont 8 prélèvements 2003	Vergone amont 12 prélèvements 2006
IBGN	9	10
GI	5	5
	<i>Heptageniidae</i>	<i>Heptageniidae</i>
Variété	14	19
Robustesse	6	9
Var substrats	6	6
Var vitesses	3	2
Cb2	9	10
Iv	3,1	3,7
In	6	6,5
m	11,1 mauvais	10,2 mauvais
Densité (ind/m2)	3810	5030
% taxons repr. par moins de 3 individus	33%	53%
% d'ind. appartenant à des taxons i>7	0,1% (1 taxon)	0,1% (2 taxons)
% d'ind. appartenant à des taxons saprobiontes	99%	97%
Nb genres plécoptères		1
Nb genres éphéméroptère		4
Nb genres Trichoptère		3
Nb genres Coléoptère		7

Tableau 8 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique de la Vergone amont

Les indices calculés sur la Vergone amont, aussi bien en 2003 qu'en 2004, sont médiocres. Si l'on note une légère amélioration en 2006, elle plus imputable au fait que l'échantillon 2003 ait été prélevé en période de sécheresse qu'à une amélioration des conditions du milieu. La lecture des composantes du Cb2 indique que la Vergone amont est principalement impactée dans sa composante habitationnelle. En effet, les Iv et m sont mauvais, et sanctionnent un habitat fortement impacté par les effets de l'abreuvoir situé sur la partie amont de la station. Cependant, la qualité de l'eau est également incriminée, comme en témoigne l'In très moyen.

L'analyse semi-quantitative des synusies 2006 vient confirmer ce bilan. On note tout d'abord l'absence des taxons les plus polluosensibles au sein de l'effectif (notamment les Chloroperlidae, Perlodidae et Capniidae), témoin d'une qualité d'eau moyenne. Cependant, la présence de *Leuctra* et d'*Odontocerum albicorne* vient tempérer ce constat, et permet de statuer sur le caractère diffus et l'intensité moyenne de la pollution subie par le cours d'eau. En revanche, l'habitat semble fortement impacté : si la présence de taxons rhéophiles (*Ecdyonurus*, *Rhithrogena*, *Leuctra*) témoigne d'une certaine variété des écoulements, leurs faibles abondances respectives indiquent tout de même une légère insuffisance des débits, probablement due au petit gabarit du ruisseau sur la station. De plus, on relève une forte abondance en Chironomidae et Sphaeridae (*Pisidium*), témoins de l'impact du colmatage des substrats par des fines à caractère organique, lié à la présence d'un abreuvoir dans le lit mineur en amont de la station. De constat se voit corroborer par l'absence des taxons interstitiels (Leptophlebiidae notamment). Enfin, la présence de toxiques semble pouvoir être écartée du fait de la forte abondance des Gammaridae, de la présence d'*Ephemera* et de 4 genres d'Elmidae (*Elmis*, *Riolus*, *Limnius*, *Esolus*) sur la station.

En conclusion, il semble, au vu des résultats de l'analyse du peuplement macrobenthique de la station 1 de la Vergone, que la qualité de son milieu soit impactée, tant au niveau habitational qu'au niveau de la qualité de l'eau, par les effets néfastes d'un abreuvoir situé dans le lit mineur du ruisseau en amont immédiat de la station (piétinement, colmatage, fèces des bovins).

II.2.2) Station 2 :

	Vergone aval 8 prélèvements 2003	vergone aval 12 prélèvements 2006
IBGN	13	11
GI	8	4
Variété	<i>Odontoceridae</i>	<i>Rhyacophilidae</i>
Robustesse	18	26
Var substrats	12	10
Var vitesses	6	6
Var vitesses	3	3
Cb2	11	10
Iv	4	4,8
In	6,7	5,5
m	13,6	12,7
	médiocre	médiocre
Densité (ind/m ²)	5130	5418
% taxons repr. par moins de 3 individus	50%	48%
% d'ind. appartenant à des taxons i>7	0,4% (2 taxons)	0,2% (2 taxons)
% d'ind. appartenant à des taxons saprobiontes	98%	96%
Nb genres plécoptères		0
Nb genres éphéméroptère		3
Nb genres Trichoptère		7
Nb genres Coléoptère		5

Tableau 9 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique de la Vergone aval

Sur la station 2, les indices sont médiocres, et sanctionnent un peuplement instable, ultra dominé par les taxons saprophiles, et duquel sont absents les taxons les plus sensibles. Si l'on note une baisse de l'IBGN entre 2003 et 2007, elle est essentiellement le fait d'une diminution de GI due à l'instabilité du peuplement, et ne traduit pas de dégradation du milieu. D'ailleurs, le Cb2 reste plus stable, les mêmes raisons provoquant une légère baisse de l'In. Au vu des composantes de cet indice, il apparaît que les perturbations affectant le bon développement du peuplement macrobenthique sont à la fois liées à la qualité de l'eau (In faible) et à celle de l'Habitat (Iv et *m* médiocres).

L'analyse semi-quantitative des synusies vient corroborer ce constat. La variété et l'abondance sont faibles (40 000 ind/m² et 50 à 70 taxons attendus sur un cours d'eau de ce type (Téléos, 2004)), témoignant des dysfonctionnements affectant le peuplement macrobenthique. Les taxons les plus polluosensibles sont absents de l'édifice, mais les présences de *Silo*, *Odontocerum albicorne*, *Seriscotoma* et des Empididae viennent, comme sur la station amont, tempérer ce constat, et permettent de statuer sur le caractère diffus et l'intensité moyenne de la pollution subie par le cours d'eau. En outre, comme sur la station 1, la présence de toxiques semble pouvoir être écartée du fait de la forte abondance des Gammaridae, de la présence d'*Ephemera* et de 4 genres d'Elmidae (*Elmis*, *Riolus*, *Limnius*, *Esolus*). Enfin, comme en amont, si la présence de taxons rhéophiles (*Rhithrogena*, *Silo*) semble écarter tout problème majeur de débit, la forte proportion des taxons saprophiles fouisseurs (Chironomidae, Oligochètes, *Pisidium*) témoigne de l'impact du colmatage des substrats par les fines organiques.

Les déséquilibres observés au sein du peuplement macrobenthique de la station 2 indiquent donc clairement des problèmes de qualité d'eau et d'habitat affectant le milieu. Comme sur la station 1, il semble que la succession de nombreux abreuvoirs de grande taille sur le cours de la Vergone soit la principale cause de ce constat.

III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION

III.1 Métabolisme thermique et typologie :

III.11) Station 1 :

Vergone amont (18/07/07 au 22/10/07)	T°C	Date
Température journalière maximale	15,1	15/08/2007
Température journalière minimale	5,3	22/10/2007
Ecart journalier maxi	3,4	
Ecart journalier moyen	1,8	
Moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds	13,6	18/07/07 au 16/08/07

Tableau 10 : Principales caractéristiques thermiques de la Vergone amont

Le métabolisme thermique de la Vergone amont 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 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 1,8°C indiquent un cours d'eau tamponné, jouissant d'échanges continus avec une nappe abondante.

$\theta_{\max} = 13,6^{\circ}\text{C}$	$T1 = 3,16$	$T_{th} = 1,8$
$d0 = 0,6 \text{ Km}$	$T2 = 1$	
$D = 108,6 \text{ mg/L}$		
$p = 50\text{‰}$		
$l = 1 \text{ m}$	$T3 = 0,21$	
$S_m = 0,06 \text{ m}^2$		

Tableau 11 : Niveau typologique théorique

Le niveau typologique calculé sur la Vergone amont inscrit cette dernière dans la gamme actuelle des cours d'eau hébergeant *Austropotamobius pallipes*, à savoir les cours d'eau apicaux dont la typologie va de B1 à B3. Cependant, la valeur de 1.8 place cette partie du 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.11) Station 2 :

Vergone aval (01/11/03 au 31/10/04)	T°C	Date
Température journalière maximale	17,6	11/08/2004
Température journalière minimale	0,3	28/02/2004
Ecart journalier maxi	6,4	
Ecart journalier moyen	1,7	
Moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds	16,4	21/07/04 au 19/08/04

Tableau 12 : Principales caractéristiques thermiques de la Vergone aval

La température maximale moyenne des eaux de la Vergone est légèrement élevée (17.6°C), même si elle reste favorable à *Austropotamobius pallipes*, dont la plage de confort est comprise entre 13 et 19 °C. De plus, les écarts thermiques journaliers maximaux avoisinent les 6°C. Ces observations témoignent d'une certaine dépendance thermique des eaux de la Vergone vis à vis de la température de l'air, en particulier au printemps et à l'été. Pourtant, les écarts thermiques journaliers moyens de 1.7 témoignent d'une relation étroite avec un aquifère de qualité. Il semble donc que la Vergone subisse de légers réchauffements des eaux au niveau des zones d'abreuvoir : des linéaires assez important subissent un éclaircissement fort (ripisylve dégradée) qui, ajouté à un ralentissement des eaux du fait du piétinement, favorise le réchauffement des eaux en période estivale.

θ max = 16,4°C	T1 = 4,68	Tth = 2,7
d0 = 1,9 Km	T2 = 2,37	
D = 111 mg/L	T3 = - 0,63	
p = 28‰		
l = 2,5 m		
Sm = 0,13 m2		

Tableau 13 : Niveau typologique théorique

Le niveau typologique calculé sur la Vergone aval inscrit cette dernière dans la gamme actuelle des cours d'eau hébergeant *Austropotamobius pallipes*, à savoir les cours d'eau apicaux dont la typologie va de B1 à B3.

III.2 Qualité physico-chimique des eaux de la Vergone :

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
08/10/2003	318	5,7	0,03	0,08	0,16	92	9,8	9	98%	8
20/02/2004		10,3	0,03	0,07	0,56	97	23,2			
22/02/2005		9,2	0,03	0,04	0,41					
23/10/2007	245	7,6	0,12	0,1	0,29					

Date	Cond (µs/cm)	NO3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NH4 (mg/L)	PO4 (mg/L)
23/10/2007	294	15,6	0,16	0,14	0,44



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
08/10/2003	383	6,40	0,06	0,13	0,18	91	10,2	8,7	93%	8,3
20/02/2004		9,7	0,01	0,02	0,69	91	24,9			
22/02/2005		8,2	0,03	0,02	0,41					
23/10/2007	256	5,4	0,03	0,05	0,32					

Figure 6 : résultats des analyses d'eau réalisées sur la Vergone

Les résultats des analyses d'eau réalisées sur les stations 1 et 2 de la Vergone témoignent d'une pollution des eaux du ruisseau qui, sans être totalement rédhibitoire vis-à-vis des écrevisses, place tout de même le cours d'eau en limite de la plage de confort de l'espèce. Une part de cette pollution, qui augmente à mesure que l'on va vers l'aval, peut être expliquée par une pollution diffuse domestique et agricole inhérente au caractère rural du bassin (augmentation des concentrations en orthophosphates en hiver). Cependant, le fait que les concentrations en éléments azotés et phosphatés n'aient pas augmenté en 2007, à l'inverse du constat général fait sur les sites ruraux haut savoyards (augmentation des transferts du fait d'un important lessivage des sols lié aux précipitations abondantes) tend à mettre en lumière le caractère ponctuel dans l'espace des flux polluants affectant la Vergone. De plus, on note que les concentrations en nitrite et ammonium diminuent en période hivernale contrairement à ce qui est observé sur les autres cours d'eau ruraux du département (augmentation liée à la corrélation des épandages et d'un ralentissement des capacités autoépuratrices des cours d'eau). Or, sur la Vergone, la période hivernale correspond à celle où les abreuvoirs ne sont plus fréquentés par les bovins, qui sont alors stabulés. Il semble donc que la majeure partie du flux polluant dont souffre la Vergone soit issue du lessivage des fèces bovines au niveau des zones d'abreuvement situées dans le lit mineur du cours d'eau.

L'analyse réalisée en automne 2007 sur l'amont de l'affluent de la Vergone (station 3) témoigne quant à elle d'une pollution importante des eaux subie par le cours d'eau, probablement liée aux rejets domestiques du hameau du Bien Aise.

III.3 Qualité du compartiment sédimentaire de la Vergone :

Vergone aval - Décembre 2005								
	Résultats	Unité	Pollution légère	Pollution nette	CU	PNECsed	Autre	Bilan
HYDROCARBURES LEGERS								
Toluène	4710	µg/Kg ps				488,3		Pollution nette

Tableau 14 : Résultats des analyses de sédiments sur la Vergone aval

Le compartiment sédimentaire de la Vergone aval semble peu impacté, au vu du résultat de l'analyse réalisée en décembre 2005. On ne relève qu'une pollution au toluène, probablement liée au lessivage des routes présentes en amont de la station.

III.4 Occupation du sol

Les tableaux 15 et 16 récapitulent l'ensemble des informations issues de l'enquête de bassin versant réalisée en 2004 sur le bassin de la Vergone:

	Surface (Ha)	Recouvrement %
Zone construite	39,4	9,7
Forêt, bois	101,8	25,2
Plantation	0,8	0,2
Prairie, pâture	231,9	57,4
Maïs	12,3	3
Autres céréales	16,1	4
vignes	0,4	0,1
Culture maraîchère	0,7	0,2
terrain de cross	0,9	0,2
TOTAL	404,3	100

Tableau 15 : Occupation du sol sur le bassin versant de la Vergone

	Nombre
Exploitation agricole	10 (1 amont)
Elevage bovin	1 (amont)
Porcherie	1
coopérative laitière	1
Abreuvoirs	7 (2 amont)
Moto cross	1
Elevage équestre	1 (amont)
Source captée	1 (amont)
Etang	2

Tableau 16 : Perturbations ponctuelles relevées sur le bassin versant de la Vergone

L'étude de l'occupation du sol du bassin versant de la Vergone met en évidence la vocation agricole de ce dernier. En effet les surfaces des pâtures et des cultures céréalières y sont majoritaires, et on dénombre un nombre conséquent d'exploitations agricoles. Par ailleurs, la surface de zones construites est relativement élevée au regard du caractère rural du bassin.

Il en résulte que la Vergone doit subir une pression agricole (épandages de lisier, amendement chimique et traitement des cultures céréalières, rejets des fermes et abreuvoirs dans le lit mineur) et domestique (assainissement déficient sur le bassin). Il apparaît également que cette pression s'exerce de façon plus marquée sur la portion du cours d'eau située en aval de Combachenex, où se trouve la majorité des cultures et des exploitations agricoles.

Cependant, la présence d'une bonne proportion de zone boisée assure au cours d'eau une ripisylve de qualité, sans toutefois lui conférer un caractère forestier. Cette ripisylve, de par son pouvoir épurateur, joue un rôle tampon non négligeable vis à vis de la pollution diffuse que subit le cours d'eau. Il convient donc de la préserver.

Par ailleurs, l'année 2007 a vu l'effacement d'une des principales causes des dysfonctionnements observés au cours de cette étude. En effet, suite au constat de l'impact majeur des nombreux abreuvoirs situés dans le lit mineur du ruisseau, et à son signalement au SMIAC (Syndicat Mixte d'Aménagement du Chéran, porteur du contrat rivière Chéran), ce dernier a décidé de prendre en charge techniquement et financièrement le problème, et a réalisé l'aménagement de tous les abreuvoirs et passages à gué recensés sur la vergone.

Ainsi, après avoir rencontré les différents agriculteurs concernés par le problème (5 au total) et pris connaissance des différentes contraintes de chacune des parcelles concernées (pâturages, pentes, accessibilité etc.) il a été mis en place un programme de travaux afin de résorber les différents problèmes, et qui a consisté en plusieurs types d'aménagements :

- La création d'abreuvoirs « gravitaires » : il s'agit de mettre en place un bac d'abreuvement avec une crépine et un tuyau qui prélève de l'eau dans le ruisseau sans que les vaches accèdent directement dans le lit du ruisseau. Un réservoir d'eau est créé dans le lit du ruisseau par un seuil en bois.
- La création de zones d'abreuvement aménagés : il s'agit de descentes empierrées avec un accès direct à la rivière fermé, ou les animaux peuvent boires dans la rivière en passant la tête entre les barrières sans pénétrer dans le lit du ruisseau.

- L'amélioration de passages à gués existant. En effet, l'accès à certaines parcelles ne pouvant s'effectuer qu'en traversant la rivière, les berges étaient complètement détruites et le lit complètement colmatés par les particules fines. Les travaux ont donc consistés à améliorer ces passages en apportant des matériaux solides (empierrement) afin d'éviter qu'à chaque passage d'engin et d'animaux, la mise en suspension des particules fines nuisent aux écrevisses.

- Enfin, la mise en place de clôtures condamnant les accès directs des animaux à la rivière.

Les agriculteurs ont signé une convention sur laquelle il s'engagent à respecter et à entretenir les ouvrages ainsi réalisés.

Les travaux ont été réalisés par l'entreprise BOVET SA. Pour un montant total de 43 270 € HT. Ces travaux ont été financés à travers le Contrat de Rivière Chéran à hauteur de :

- Région Rhône Alpes : 7 % (soit 3 028,9 €)
- Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse : 33,5% (soit 14 495,45 €)
- Conseil Général de la Savoie : 10% (soit 4 327 €)
- Conseil Général de la Haute-Savoie : 10% (soit 4 327 €)
- S.M.I.A.C : 39,5 % (soit 17 091,65 €)

Pour en savoir plus sur ces travaux consulter le bilan des travaux sur :

<http://www.si-cheran.com>



Photo 1 : Exemples des différents types d'aménagements réalisés sur la Vergone

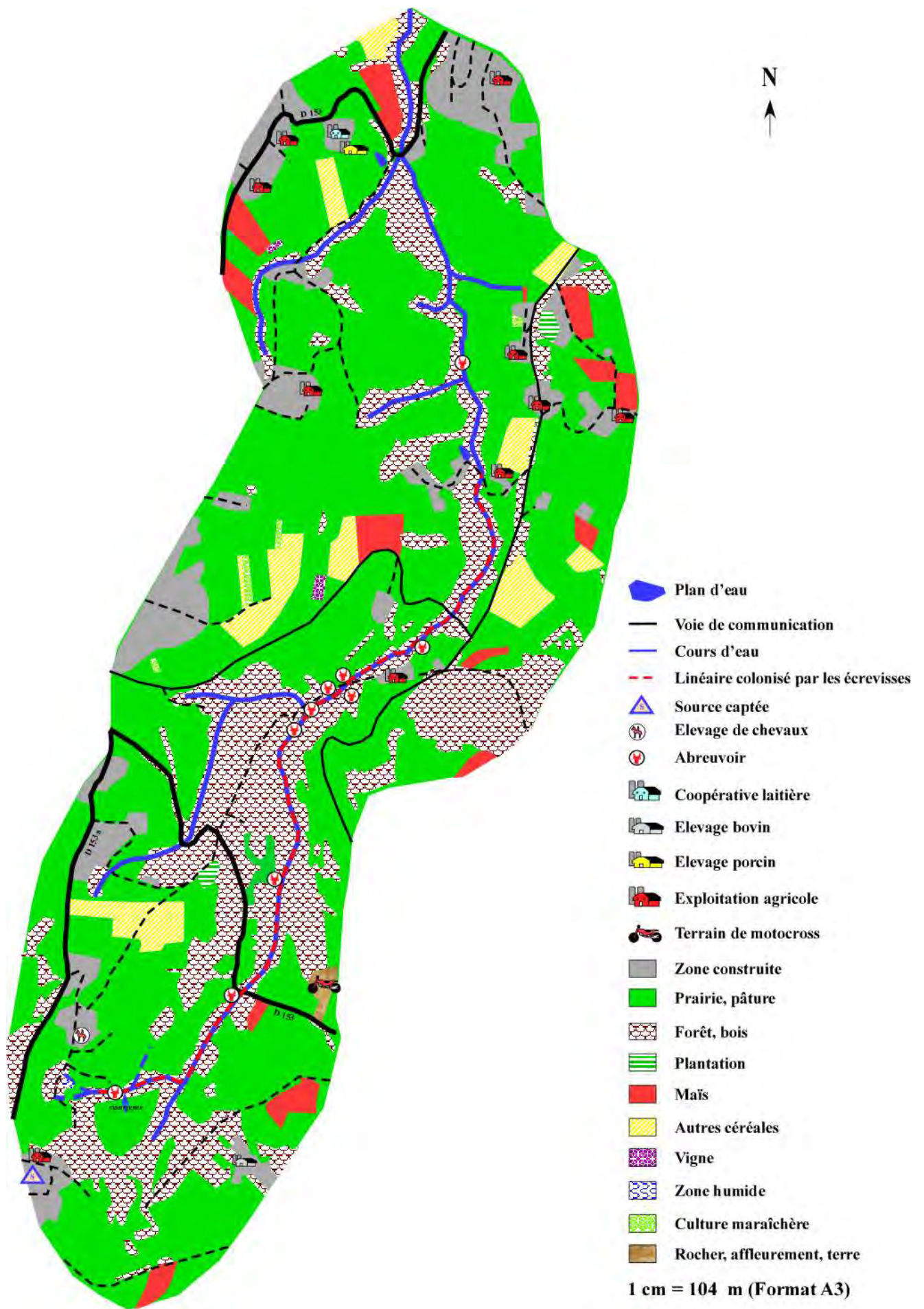


Figure 7 : Occupation du sol sur le Bassin versant de la Vergone

IV. PROPOSITIONS DE GESTION

La Vergone héberge une population d'écrevisses pallipèdes dense et fonctionnelle, qui colonise le linéaire le plus important du département (plus de 3 Km), ce qui en fait la plus belle population d'écrevisses de Haute-Savoie. La principale source de perturbations dont ait à souffrir cette population réside en la présence de nombreux abreuvoirs dans le lit mineur du cours d'eau. Ces abreuvoirs, du fait du piétinement des bovins et de leurs déjections directement dans le ruisseau, sont la cause de nombreux dysfonctionnements :

- Le colmatage des substrats, du fait de la mise en suspension de fines liée au piétinement. Cet impact est surtout préjudiciable au macrobenthos.
- La destruction des berges, piétinées par les bovins et dépourvues de ripisylve, provoquant un réchauffement des eaux en période estivale et la destruction de l'habitat des écrevisses (sous berges, chevelu racinaire).
- Enfin, une dégradation de la qualité des eaux, du fait des déjections animales. Sur la Vergone, la succession de nombreux abreuvoirs de grande taille finit, par accumulation, par rendre la qualité de l'eau fortement pénalisante pour la faune benthique, en particulier les écrevisses. Il semble d'ailleurs que ce phénomène soit à l'origine de la limitation aval de la colonisation du ruisseau par *A. pallipes*.

Fort heureusement, cette source importante de perturbations dont avait à souffrir cette population jusqu'en 2007 vient d'être circonscrite, du fait de l'aménagement des abreuvoirs réalisé par le SMIAC. Il conviendra toutefois :

- De suivre l'évolution du milieu et de la population d'écrevisses suites aux aménagements réalisés, notamment la progression éventuelle du linéaire colonisé vers l'aval.
- De veiller au maintien des conditions actuelles, non seulement sur le cours d'eau, mais aussi à l'échelle du bassin versant (préservation de la ripisylve, entretien des abreuvoirs).
- D'améliorer l'assainissement sur le bassin versant.

En conclusion, du fait de la qualité initiale de la Vergone et de la circonscription du principal point noir du bassin versant, il semble que la pérennité de cette population soit relativement bien assurée.

Partie 4 : Situation de la population d'écrevisses du Lénard

I) CONTEXTE ET CONTENU DE L'ÉTUDE

I.1) Présentation du secteur d'étude

Le Lénard est un petit cours d'eau calcaire (substrat molassique) situé sur la commune de Massingy, affluent de la Néphaz, elle-même affluent du Chéran au niveau de Rumilly. Il présente, tout le long des 3200 m de son cours, une pente moyenne 7,5%, allant en s'amenuisant à mesure que l'on s'approche de sa confluence avec la Néphaz. Il reçoit tout le long de son cours les eaux de nombreux petits affluents pérennes, souvent déconnectés du fait du caractère gorgé marqué du Lénard. En outre, il circule depuis sa source jusqu'à sa confluence avec la Néphaz au sein d'une ripisylve dense lui conférant ombrage et stabilité des berges. Enfin, outre *Austropotamobius pallipes*, il héberge une petite population de truite fario (plus d'alevinage depuis 2001).

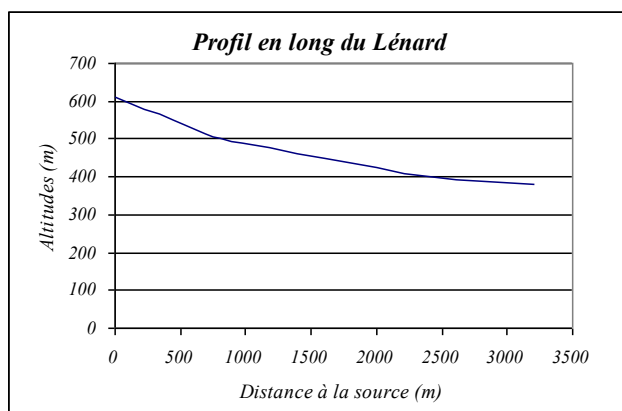


Figure 8 : Profil en long du ruisseau de Lénard

I.2) Positionnement des stations d'étude



Figure 9 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25 3331 OT)

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

Le tableau 17 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	station 1
Analyse de sédiments				station 1		
Sonde de Température					station 1	
IAM/ISCA				station 1		
IBGN		station 1				
MAG 12					station 1	
Quantitatif APP			station 1			station 2

Tableau 17 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau de Lénard

II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES

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

La figure 9 retrace l'historique des observations d'écrevisses à pieds blancs sur le ruisseau de Lénard:

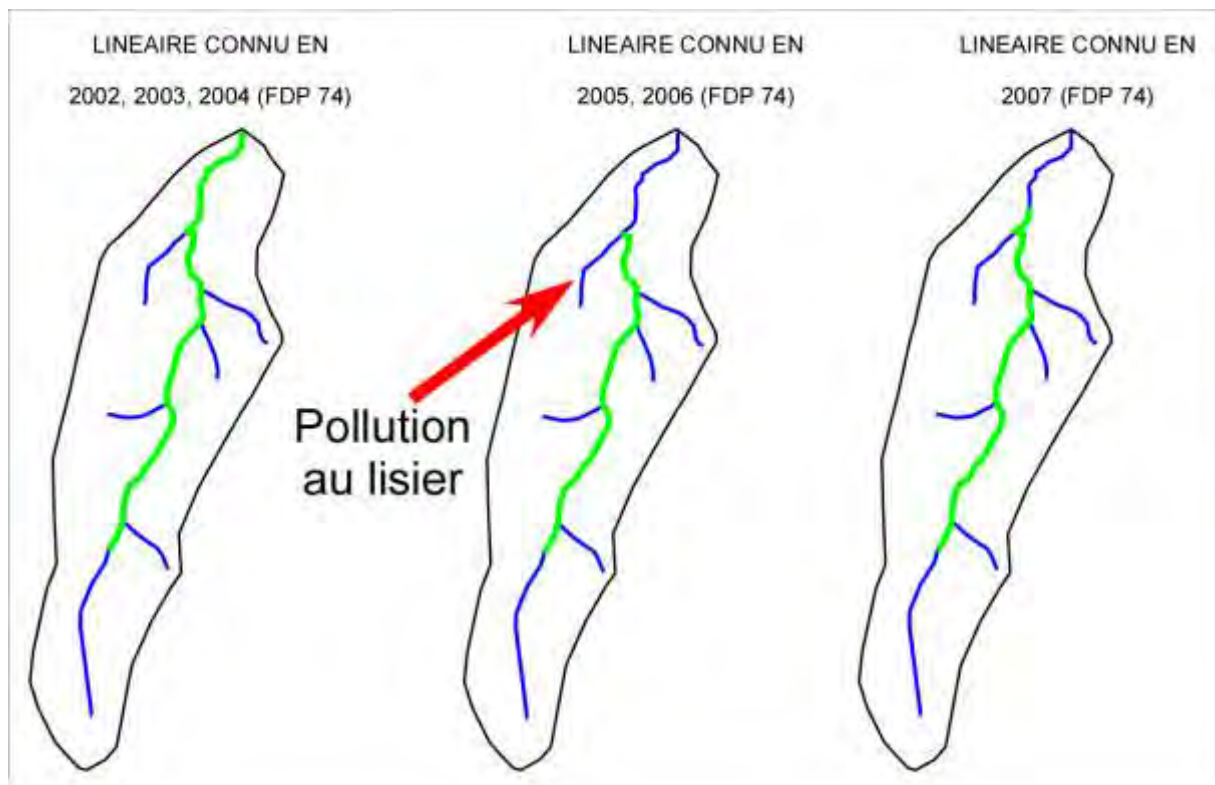


Figure 10 : Historique des connaissances sur la colonisation du Lénard par A. pallipes

En 2001 et 2002 des prospections ponctuelles avaient permis de localiser la population d'écrevisses à pieds blancs du Lénard. Une prospection de la totalité du linéaire du cours d'eau en 2003 avait permis de mettre en évidence la colonisation de la quasi-totalité du linéaire pérenne du cours d'eau (exception faite des 300m amont), constat confirmé par une prospection de vérification à l'été 2004 (2400m colonisé). En décembre 2004, une pollution

au lisier, constatée par le CSP (aujourd'hui ONEMA), et amenée par le biais du dernier affluent du cours d'eau, entraînait la disparition des écrevisses du linéaire aval, pour sa partie comprise entre la confluence affluent/Lénard et la confluence Lénard/Néphaz. Les prospections réalisées en 2005 et 2006 confirmaient la stabilité de ce linéaire (1900 m). Enfin, il est apparu en 2007 que les écrevisses amorçaient une recolonisation lente de l'aval du ruisseau. Le linéaire actuellement colonisé est de 2000 m.

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

Les estimations quantitatives de la population d'écrevisses du Lénard ont été réalisées sur deux stations différentes, du fait de la disparition des écrevisses de la station 1 suite à la pollution au lisier subie par le cours d'eau en décembre 2004. La station 2 a donc été choisie en 2007 afin de réaliser le suivi, et positionnée en amont du linéaire impacté par la pollution, afin de quantifier la recolonisation amorcée en 2007.

Les résultats du suivi quantitatif de la population d'écrevisses à pieds blancs du ruisseau de Lénard sont décrits dans le tableau 18 et la figure 11 et 12 :

	Lénard - station 1	Lénard - station 2
Année (surface station)	2004 (30 m ²)	2007 (20 m ²)
Densité	276670 individus/Ha (+/- 32,2%)	16115 individus/Ha (+/- 17,5 %)
Biomasse	233 Kg/Ha (+/- 5,1%)	124 kg/Ha (+/- 2,9%)
Classe d'abondance	4/5	4/5
Sex ratio	1,85 mâles/femelle	0,8 mâles/femelle

Tableau 18 : Estimations quantitatives réalisées sur le ruisseau de Lénard

Nb d'individus

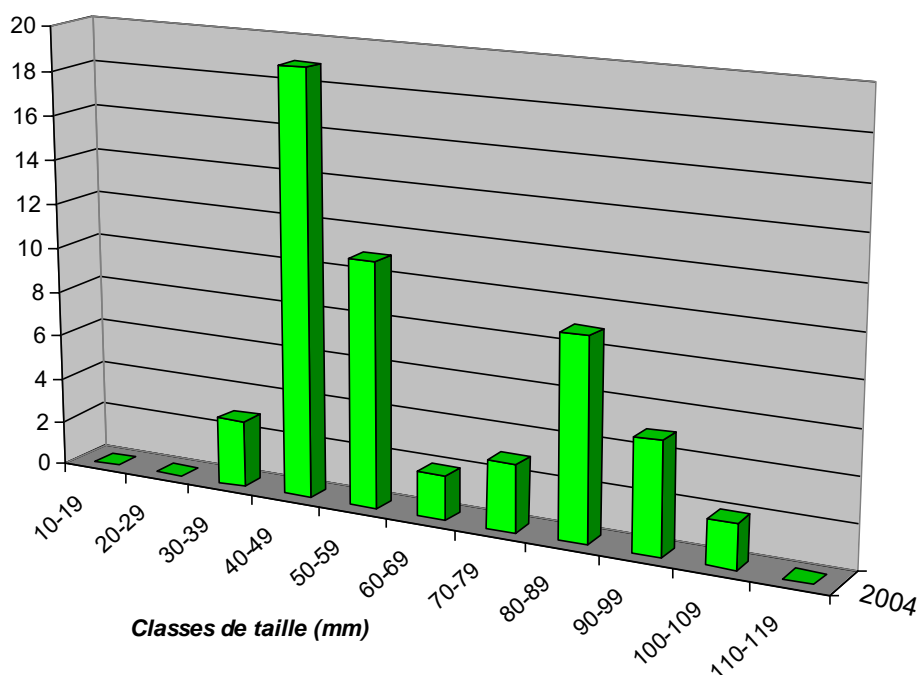


Figure 11 : Répartition des tailles dans la population d'APP du ruisseau de Lénard (station 1)

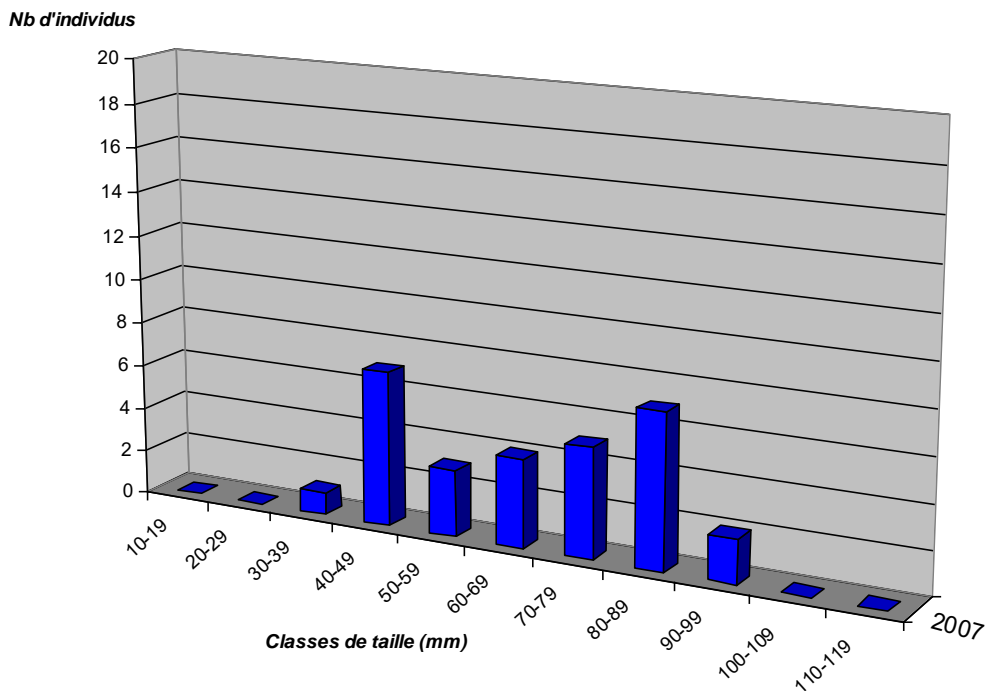


Figure 12 : Répartition des tailles dans la population d'APP du ruisseau de Lénard (station2)

En 2004, l'estimation quantitative réalisée sur la station 1 témoignait d'une population d'écrevisses dense (classe 5/5), probablement sous estimée au vu des écarts types et du sexe ratio déséquilibré. De plus, la présence de nombreux juvéniles dans l'effectif témoignait de la bonne fonctionnalité de cette population.

Le quantitatif réalisé en 2007 témoigne quant à lui de la bonne recolonisation du linéaire aval du cours d'eau. En effet, on note sur un secteur déserté depuis 2004 le retour d'une population relativement dense (classe 4/5), au sein de laquelle les plus petits individus sont bien représentés, témoignant d'une réelle fonctionnalité, et non de la simple présence d'individus adultes erratiques sur la station. Une telle recolonisation n'a pu être permise que par un milieu ayant recouvré sa bonne qualité initiale et par la bonne santé de la fraction de la population épargnée par la pollution de 2004.

II.3) Etude du macrobenthos :

	Lénard 8 prélèvements 2003	Lénard 12 prélèvements 2006
IBGN	16	17
GI	9	8
Variété	<i>Perlidae</i>	<i>Odontoceridae</i>
Robustesse	28	35
Var substrats	14	15
Var vitesses	7	6
Cb2	3	2
Iv	12	15
In	4,8	7,3
m	6,8	8,1
	10	9,1
	mauvais	très mauvais
Densité (ind/m2)	3768	3457
% taxons repr. par moins de 3 individus	46%	35%
% d'ind. appartenant à des taxons i>7	0,8% (4 taxons)	1,7% (6 taxons)
% d'ind. appartenant à des taxons saprobiontes	89%	84%
Nb genres plécoptères		3
Nb genres éphéméroptère		6
Nb genres Trichoptère		10
Nb genres Coléoptère		6

Tableau 19 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de Lénard

Les indices calculés en 2003 témoignaient d'un peuplement macrobenthique de bonne qualité, au sein duquel étaient présents les taxons les plus polluosensibles, indiquant une qualité d'eau satisfaisante. Cependant, il apparaissait que l'habitat proposé par le cours d'eau était peu hospitalier vis à vis de la faune macrobenthique, du fait d'un colmatage naturel important par des fines minérales issues de l'érosion de la molasse. L'impact de ce colmatage se faisait ressentir au travers de l'instabilité du peuplement et d'un CB2 plus sévère que l'IBGN.

En 2006, un peu plus de deux après la pollution au lisier, les indices témoignent d'une situation similaire. Il apparaît même, au vu de l'augmentation des indices et de la variété taxonomique, ainsi que de l'augmentation de la stabilité du peuplement, que la qualité globale s'est améliorée. Ce constat semble en réalité imputable au fait que les prélèvements 2003 aient été réalisés au cœur d'une phase critique de sécheresse (canicule 2003). Toujours est il que le peuplement macrobenthique de la station 1, et par voie de conséquence le milieu qui l'héberge, a recouvré sa qualité suite à cette pollution.

L'analyse des synusies 2006 met ainsi en évidence un peuplement de qualité sanctionnant une excellente qualité d'eau (présence de *Perla*, *Philopotamus*, *Silo*, *Odontocerum albicorne*, *Leuctra*, *Nemoura*, *Sericostoma*, *Neureclipsis*, *Atherix*), ainsi que l'absence de contamination toxique (54% de *Gammaridae*, présence d'*Ephemra*, *Riolus*, *Esolus*, *Elmis*, *Limnius*). La qualité habitationnelle semble légèrement inférieure : si les débits semblent satisfaisants (présence de *Rhithrogena*, *Ecdyonurus*, *Silo*), les substrat subissent en revanche un fort colmatage provoqué par l'érosion de la molasse (1 seul individu d'*Habrophlebia*, 4.5% de *Pisidium*, 13.3% de Chironomidae).

Cependant, cette insuffisance habitationnelle naturelle du milieu vis-à-vis du macrobenthos se voit compensée par l'excellente qualité des eaux du ruisseau, permettant aux taxons les plus sensibles de coloniser son cours.

III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION

III.1) Caractérisation de l'habitat aquatique :

Descripteurs	Lénard
Variété des pôles	41
Pôle dominant	BRA21
Diversité	1,32
Régularité	0,82
Variété des substrats	9
Variété des profondeurs	3
Variété des vitesses	3
Attractivité générale	46
Attractivité APP	62
ISCA	5039
IAM	3700

Tableau 20 : Description de la valeur de l'habitat aquatique du ruisseau de Lénard

L'habitat aquatique du Lénard se révèle tout à fait satisfaisant vis-à-vis des écrevisses. La mosaïque des substrats est en effet diversifiée et biogène, en dépit d'une variété moyenne (9). On note la prédominance des substrats type « branchages », « galets/graviers », « galets » et « sous berge ». On note cependant une bonne proportion des substrats dalle et fines, due au fait que le cours d'eau, gorgé, s'écoule sur la mollasse qu'il érode fortement. En outre, l'analyse de la composition quantitative des écoulements témoigne d'une bonne hétérogénéité

hydraulique (80 % des profondeurs > 5 cm, 45% des vitesses > 10 cm/s), qui participe grandement à l'attractivité globale de l'habitat aquatique du Lénard. Cette mosaïque se voit d'ailleurs sanctionnée par des indices excellents, témoins de son attractivité, tant vis à vis de la faune astacicole que de la faune pisciaire.

III.2) Métabolisme thermique et typologie :

Lénard (21/04/06 au 24/03/07)	T°C	Date
Température journalière maximale	18,4	25/07/2006
Température journalière minimale	0,5	27/01/2006
Ecart journalier maxi	6	
Ecart journalier moyen	2,2	
Moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds	17,3	03/07/06 au 01/08/06

Tableau 21 : Principales caractéristiques thermiques du ruisseau de Lénard

La température journalière maximale moyenne des eaux du Lénard est légèrement élevée (18.4°C), même si elle reste favorable à *Austropotamobius pallipes*, dont la plage de confort est comprise entre 13 et 19 °C. De plus, les écarts thermiques journalier maximaux avoisinent les 6°C, ce qui semble témoigner d'une légère déconnexion du cours d'eau et de sa nappe, probablement due au caractère imperméable de la molasse sur laquelle il circule. Cependant, les écarts thermiques journaliers moyens (2.2°C) minimisent ce constat, et indiquent le rôle tampon prépondérant de la ripisylve dense au sein de laquelle s'écoule le Lénard.

θ max = 17,3°C	T1 = 5,18	Tth = 3,4
d0 = 2 Km	T2 = 2,42	
D = 109,3 mg/L		
p = 40 ‰	T3 = 1,48	
l = 2 m		
Sm = 0,2 m2		

Tableau 22 : Niveau typologique théorique

Le niveau typologique théorique du Lénard (B3+) inscrit se situe légèrement au-dessus de la gamme des types actuellement colonisés par *Austropotamobius pallipes* (B1 à B3). En revanche, il inscrit parfaitement ce dernier dans la gamme élective originelle de l'espèce (B2 à B7 (Téléos, 2004)).

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

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
08/10/2003	517	6,90	0,01	0,05	0,15	92	9	9,3	98%	8
20/02/2004		5,3	0,01	0,02		102	15,6			
22/02/2005		4,3	0,01	0,01	0,08					
19/04/2006		5,7		0,03	0,05					
25/04/2006		5,4		0,03	0,04					
04/05/2006		5,6		0,12	0,06					
10/05/2006		5,4		0,03	0,04					
16/05/2006		5,7		0,03	0,1					
28/05/2006		5		0,13	0,09					
07/06/2006		5,2		0,11	0,05					
15/06/2006		5,8		0,03	0,05					
21/06/2006		6,7		0,12	0,08					
17/10/2007	235	2,4	0,04	0,07	0,16					

Tableau 23 : résultats des analyses d'eau réalisées sur le ruisseau de Lénard (Données FDPPMA 74(2003, 2004, 2005, 2007), SMIAC (2006))

Le suivi de la physico chimie des eaux du Lénard témoigne d'une excellente qualité, tant en ce qui concerne le compartiment azoté que le compartiment phosphaté, témoin de la faiblesse des flux polluants sur le bassin et des bonnes capacités d'autoépuration du cours d'eau. La stabilité saisonnière et interannuelle des résultats indique l'absence de pollution agricole diffuse significative, les légères augmentations sporadiques des concentrations en ammonium constatées impliquant plutôt une pollution diffuse domestique de très faible ampleur.

De fait, la qualité des eaux du Lénard se révèle idéale vis-à-vis du bon développement de la population d'écrevisses à pieds blancs du cours d'eau.

III.4) Qualité du compartiment sédimentaire du ruisseau:

	Résultats	Unité	Pollution légère	Pollution nette	CU	PNECsed	Autre	Bilan
PHTALATES								
DEHP	3900	µg/Kg ps				100000	NOEC = 780000	pollution légère

Tableau 24 : Résultats des analyses de sédiments sur le ruisseau de Lénard

Le compartiment sédimentaire du Lénard semble peu impacté, au vu du résultat de l'analyse réalisée en décembre 2005. On ne relève que des traces de phtalates, probablement liée au lessivage des surface construites.

III.5) Occupation du sol

Les tableaux 25 et 26 récapitulent l'ensemble des informations issues de l'enquête de bassin versant réalisée en 2004 sur le bassin du ruisseau de Lénard:

	Surface (Ha)	Recouvrement %
Zone construite	7,02	3,755
Forêt, bois	76,09	40,6
Plantation	0,04	0,04
Prairie, pâture	94,73	50,6
Maïs	2,23	1,2
Autres céréales	7,18	3,8
Vigne	0,01	0,005
TOTAL	187,3	100

Tableau 25 : Occupation du sol sur le bassin versant du ruisseau de Lénard

	Nombre
Exploitation agricole	2
Abreuvoir	3
Passage d'engins	1

Tableau 26 : Perturbations ponctuelles relevées sur le bassin versant du ruisseau de Lénard

Le bassin versant du ruisseau du Lénard présente une vocation agricole marquée : les pâtures sont majoritaires en terme d'occupation du sol, et on note la présence modérée de cultures céréalières. On relève également sur le bassin la présence d'un élevage bovin relativement important, ainsi que la concentration d'abreuvoirs et le passage d'engins agricoles dans le lit du ruisseau sur son cours amont. Par ailleurs, la proportion de zones construites est faible, mais il semble que l'assainissement soit déficitaire sur le bassin.

La pression subie par le cours d'eau semble être principalement due aux épandages des zones de pacages, le traitement des cultures, le colmatage inhérent aux abreuvoirs et passages d'engin et les rejets domestiques venant la compléter. Cependant, le cours d'eau est protégé par une forte proportion de bois, qui lui confèrent un caractère forestier favorable aux écrevisses, lui garantissent une ripisylve de qualité et assurent un rôle tampon non négligeable vis à vis de la pollution diffuse qu'il subit.

En outre, comme sur la Vergone, le SMIAC a réalisée en 2007 l'aménagement de tous les abreuvoirs et passages à gué relevés sur le Lénard, limitant la pression anthropique exercée sur le milieu amont, et pouvant permettre la colonisation des quelques centaines de mètres exemptes d'écrevisses en amont du ruisseau (circonscription du colmatage et de la pollution liée au fèces).



Photo 2 : Abreuvoir situé sur l'amont Lénard avant aménagement



Photo 3 : Abreuvoir situé sur l'amont Lénard après aménagement

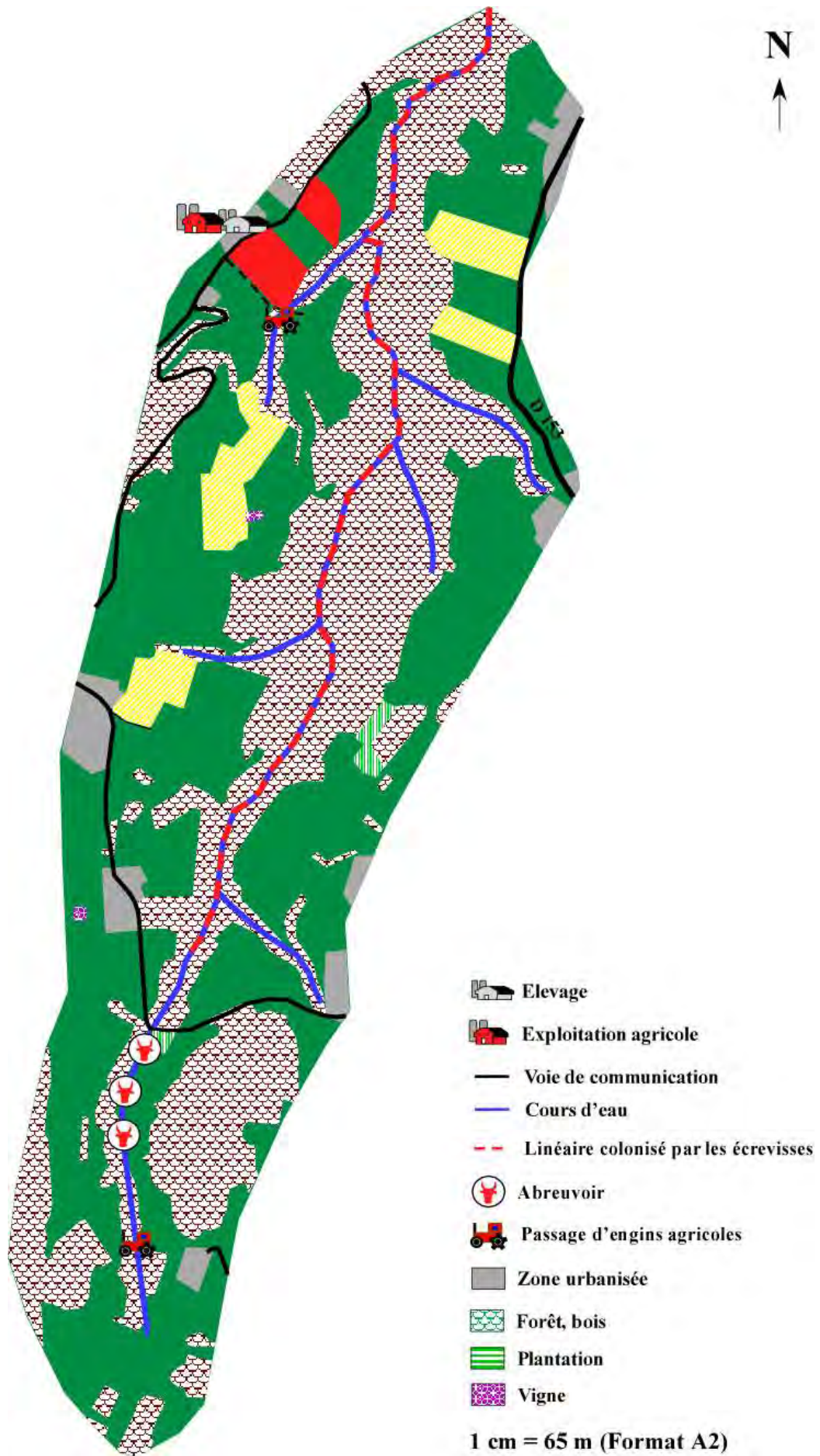


Figure 13 : Occupation du sol sur le Bassin versant du ruisseau de Lénard

IV. PROPOSITIONS DE GESTION

Le Lénard héberge une population d'écrevisses en parfaite santé, en dépit de la pollution ponctuelle subie en décembre 2004 par l'aval du cours d'eau. On note d'ailleurs que la recolonisation du linéaire impacté s'est amorcée en 2007, témoignant de la bonne santé de la population. De plus, les abreuvoirs situés sur l'extrême amont du cours d'eau, et qui semblaient en empêcher la colonisation, ont été aménagés par le SMIAC suite à leur signalement par la Fédération. De fait, la pérennité de la population d'écrevisses pallipèdes du Lénard semble assurée, sous condition de l'absence de toute nouvelle perturbation du milieu.

Il conviendra donc, sur le Lénard :

- De maintenir les conditions actuelles (absence de rejet, qualité de la ripisylve)
- De veiller au bon entretien des abreuvoirs.
- De suivre l'évolution du linéaire colonisé par *Austropotamobius pallipes*.

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

I) CONTEXTE ET CONTENU DE L'ÉTUDE

I.1) Présentation du secteur d'étude

Le ruisseau de la Ramaz est un petit affluent calcaire de la Néphaz, situé, tout comme la Vergone et le Lénard, sur la commune de Massingy. D'une longueur de 800 m, il a une pente moyenne de 8.8% qui présente une légère inflexion en partie médiane du ruisseau. Sur son cours amont, il présente une ripisylve impactée (coupes, rectification, abreuvoirs), son linéaire aval étant bordé par une zone boisée dense. Enfin, le cours d'eau est apiscicole.

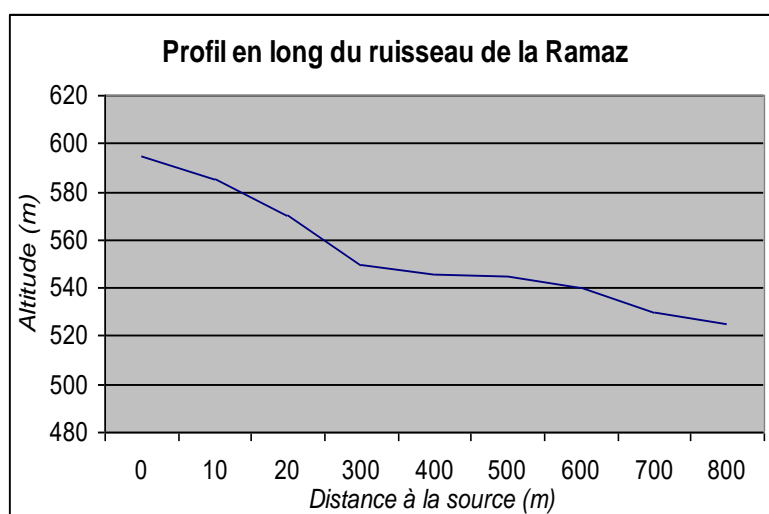


Figure 14 : Profil en long du ruisseau de la Ramaz

I.2) Positionnement de la station d'étude



Figure 15 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25 3331 OT)

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

Le tableau 27 décrit les différentes actions menées sur la station 1, 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 1		
Sonde de Température			station 1	
IBGN	station 1			
MAG 12			station 1	
Quantitatif APP		station 1		station 1

Tableau 27 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau

II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES

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

La figure 16 retrace l'historique des observations d'écrevisses à pieds blancs sur le ruisseau de la Ramaz:

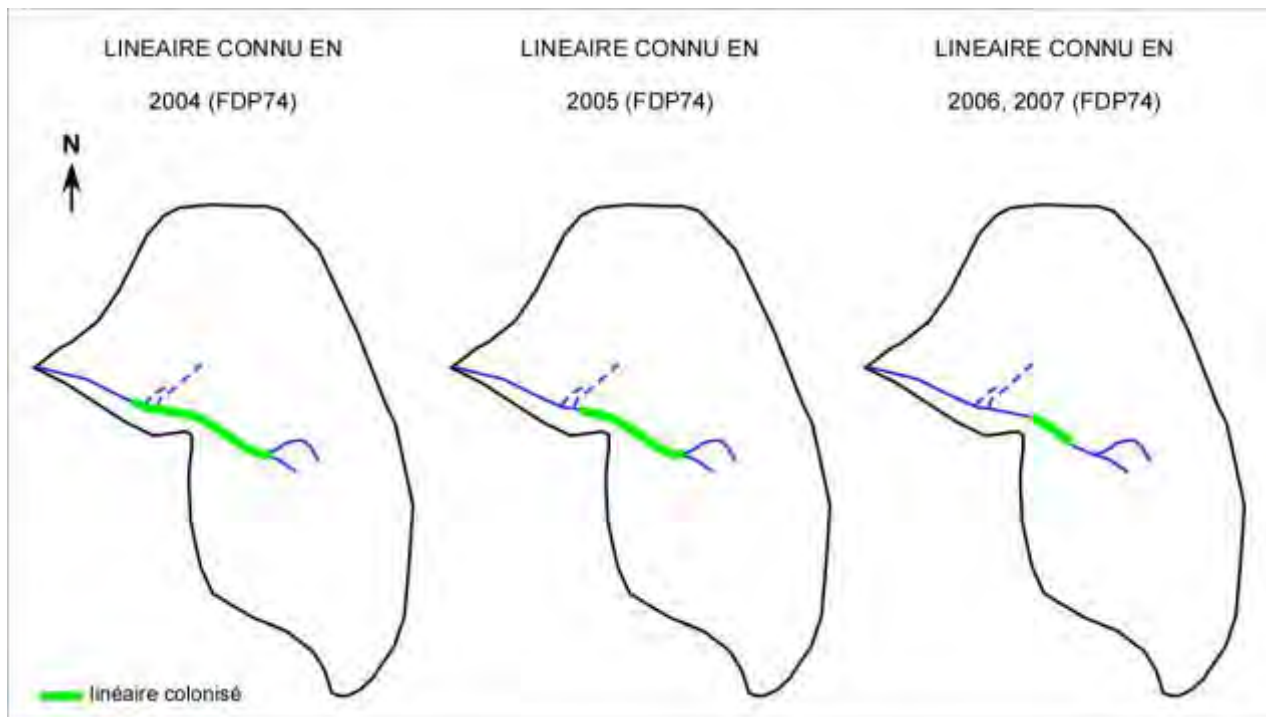


Figure 16 : Historique des connaissances sur la colonisation du ruisseau de la Ramaz par A. pallipes

La population d'écrevisses à pieds blancs du ruisseau de la Ramaz a été découverte en 2004, par le biais d'une prospection basée sur le signalement de la présence d'écrevisses par un riverain. Le linéaire colonisé était alors de 600m, limité en aval par la présence d'abreuvoirs dans le lit mineur du cours d'eau (très fort impact du fait de la petite taille du ruisseau). En 2005, une prospection mettait en évidence une régression de ce linéaire depuis

l'aval, du fait de l'impact d'abreuvoirs supplémentaires. Enfin, en 2006 le linéaire s'est vu réduit à 150 m, sous l'action de deux perturbations distinctes :

- Des travaux de réfection d'un captage sur l'amont du ruisseau, ayant provoqué la rectification du linéaire amont et un fort colmatage par les MES, le bureau d'étude n'ayant absolument pas tenu compte de la présence des écrevisses dans son étude d'impact.
- Un arasement total de la ripisylve sur la partie aval du linéaire colonisé, inhérente à l'installation d'un nouvel abreuvoir dans le lit mineur du ruisseau.

De fait, la situation d'*Austropotamobius pallipes* se révèle fortement précaire sur le ruisseau de la Ramaz.

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 la Ramaz sont décrits dans le tableau 28 et la figure 17 :

	Ramaz - station 1	
Année (surface station)	2005 (30 m ²)	2007 (20 m ²)
Densité	32750 individus/Ha (+/- 24,5 %)	2500 individus/Ha
Biomasse	384 Kg/Ha (+/- 6,3%)	24,3 kg/Ha
Classe d'abondance	5/5	1/5
Sex ratio	1,85 mâles/femelle	0,7 mâles/femelle

Tableau 28 : Estimations quantitatives réalisées sur le ruisseau de la Ramaz

Nb d'individus

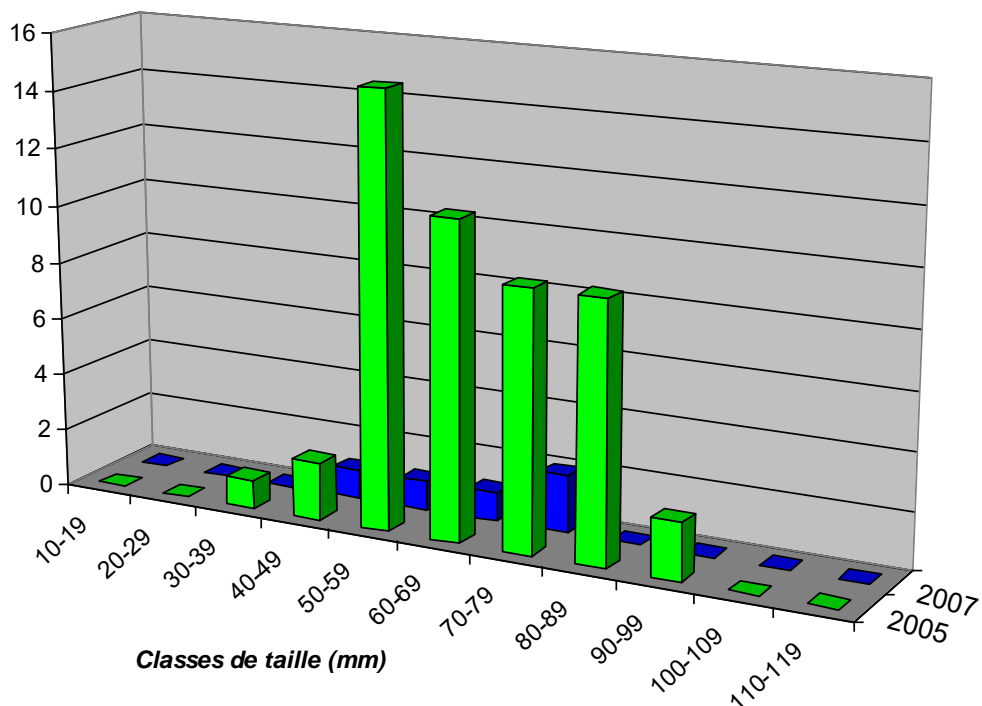


Figure 17 : Répartition des tailles dans la population d'APP du ruisseau de la Ramaz

L'estimation quantitative réalisée en 2005 témoignait d'une population en bonne santé générale : la densité était bonne (classe 5/5), tandis que la répartition des tailles au sein de l'effectif et l'observation de nombreux juvéniles indiquait une bonne fonctionnalité. Le seul bémol à ce constat était la réduction de la taille de son linéaire depuis l'aval, provoquant un confinement sur l'amont du ruisseau de plus en plus marqué et fragilisant la population d'écrevisse.

En 2007, suite à la coupe à blanc de la ripisylve et au piétinement du cours d'eau par les bovins, la station échantillonnée en 2005 était désertée par les écrevisses. La station a donc été remontée d'une trentaine de mètre. Cependant, sur cette nouvelle station, le quantitatif a révélé des effectifs médiocres, témoignant d'une population fortement impactée par un important colmatage (comblement de toutes les gouilles par 50 cm de fines) provoqué par les travaux de réfection du captage sur la partie amont du ruisseau.

De fait, la population d'écrevisses pallipèdes du ruisseau de la Ramaz présente en 2007 une très faible densité, et semble être en grand danger d'extinction.

II.3) Etude du macrobenthos :

	Ramaz 8 prélèvements 2004	Ramaz 12 prélèvements 2006
IBGN	12	7
GI	7 <i>Leuctridae</i>	2 <i>Gammaridae</i>
Variété	17	20
Robustesse	8	7
Var substrats	6	6
Var vitesses	2	2
Cb2	9	9
Iv	3,3	3,52
In	5,3	5
m	9,8 très mauvais	9,4 très mauvais
Densité (ind/m2)	18685	11300
% taxons repr. par moins de 3 individus	41%	48%
% d'ind. appartenant à des taxons i>7	0,0%	0,0%
% d'ind. appartenant à des taxons saprobiontes	98%	98%
Nb genres plécoptères		0
Nb genres éphéméroptère		2
Nb genres Trichoptère		2
Nb genres Coléoptère		3

Tableau 29 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de la Ramaz

Les mauvais indices calculés en 2004 et 2006 sur le ruisseau de la Ramaz sanctionnent un peuplement instable, peu varié, fortement dominé par les taxons saprophiles, et au sein duquel les taxons les plus sensibles sont absents. Les composantes du Cb2 témoignent des impacts conjoints d'une qualité habitationale très médiocre et d'une qualité d'eau moyenne. L'analyse des synusies 2006 confirme ce constat : l'absence des taxons polluosensibles indique une qualité d'eau médiocre, tandis que celle des taxons rhéophiles, ajoutée aux fortes abondances des taxons saprophiles fouisseurs (*Chironomidae*, *Pisidium*, *Oligochètes*), témoigne de l'impact du fort colmatage des substrats sur la station ainsi de la faible variété des écoulement inhérente au petit gabarit du ruisseau. Le seul point positif tient en la forte abondance des *Gammaridae* et à la présence d'*Ephemera*, *Riolus* et *Limnius*, indiquant l'absence de pollution toxique sur le cours d'eau.

III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION

III.1 Métabolisme thermique et typologie :

Ruisseau de la Ramaz (21/04/06 au 24/03/07)	T°C	Date
Température journalière maximale	17,3	25/07/2006
Température journalière minimale	4,9	29/12/2006
Ecart journalier maxi	4	
Ecart journalier moyen	1,3	
Moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds	16,2	03/07/06 au 01/08/06

Tableau 30 : Principales caractéristiques thermiques du ruisseau de la Ramaz

La température maximale moyenne des eaux du ruisseau de la Ramaz est légèrement élevée (17,3°C), même si elle reste favorable à *Austropotamobius pallipes*, dont la plage de confort est comprise entre 13 et 19 °C. Elle témoigne probablement du défaut de ripisylve dont souffre le cours amont du ruisseau. Cependant, les écarts journaliers moyens faibles (1.3°C) témoignent des échanges constants du ruisseau avec une nappe de qualité.

$\theta_{\max} = 16,2^{\circ}\text{C}$	$T_1 = 4,57$	$T_{th} = 2$
$d_0 = 0,2 \text{ Km}$	$T_2 = - 0,24$	
$D = 113,2 \text{ mg/L}$		
$p = 83\text{‰}$	$T_3 = - 0,10$	
$l = 0,6 \text{ m}$		
$S_m = 0,03 \text{ m}^2$		

Tableau 31 : Niveau typologique théorique

Le niveau typologique calculé sur le ruisseau de la Ramaz inscrit ce dernier dans la gamme actuelle des cours d'eau hébergeant *Austropotamobius pallipes*, à savoir les cours d'eau apicaux dont la typologie va de B1 à B3.

III.2 Qualité physico-chimique des eaux du ruisseau de la Ramaz:

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
25/10/2004	520	10,10	0,08	0,01		85	28,2	8,7	91%	8,3
22/02/2005		9,20	0,03	0,02	0,12					
23/10/2007	273	12	0,04	0,06	0,33					

Tableau 32 : résultats des analyses d'eau réalisées sur le ruisseau de la Ramaz

Les analyses d'eau réalisée sur le ruisseau de la Ramaz indiquent que ce dernier souffre d'une légère pollution, probablement induite par la présence des abreuvoirs sur le ruisseau. En effet, on note que les valeurs hivernales des concentrations en éléments azotés et phosphatés diminuent, concomitamment à l'absence des bovins à cette période de l'année. En outre, l'absence d'augmentation nette de ces mêmes valeurs en 2007, en dépit d'un fort lessivage des sols lié aux précipitations abondantes de cette année, témoigne du faible impact de la pollution diffuse agricole.

De fait, il apparaît que le ruisseau de la Ramaz souffre d'une légère pollution diffuse liée à l'impact des abreuvoirs ponctuant son cours, et participant à fragiliser la population d'écrevisses à pieds blancs (nitrates et orthophosphates en limite de sa gamme de tolérance).

III.3 Qualité du compartiment sédimentaire du ruisseau de la Ramaz :

Ramaz - Décembre 2005								
	Résultats	Unité	Pollution légère	Pollution nette	CU	PNECsed	Autre	Bilan
HYDROCARBURES LEGERS								
Toluène	6150	µg/Kg ps				488,3		Pollution nette

Tableau 33 : Résultats des analyses de sédiments sur le ruisseau de la Ramaz

Le compartiment sédimentaire du ruisseau de la Ramaz semble peu impacté, au vu du résultat de l'analyse réalisée en décembre 2005. On ne relève qu'une pollution au toluène, probablement liée au lessivage des routes surplombant l'amont du cours d'eau.

III.4 Occupation du sol

Les tableaux 34 et 35 récapitulent l'ensemble des informations issues de l'enquête de bassin versant réalisée en sur le bassin du ruisseau de la Ramaz :

	Surface (Ha)	Recouvrement %
Zone construite	2,07	3,57
Forêt, bois	5,65	9,77
Prairie, pâture	46,55	80,45
Maïs	2,75	4,75
Autres céréales	0,72	1,26
Culture maraîchère	0,12	0,2
TOTAL	57,86	100

Tableau 34 : Occupation du sol sur le bassin versant du ruisseau de la Ramaz

	Nombre
Exploitation agricole	2
Abreuvoirs	4
Source captée	1

Tableau 35 : Perturbations ponctuelles relevées sur le bassin versant du ruisseau de la Ramaz

Le bassin versant du ruisseau de la ramaz présente une vocation agricole marquée, quasi essentiellement orientée vers le pacage bovin (plus de 80% de pâtures). Il en résulte de faibles proportions de cultures et de zones construites. De fait, la pression subie par le cours d'eau semble essentiellement liée à la présence de nombreux abreuvoirs dans son lit mineur, dont l'impact est aggravé par le très faible gabarit du cours d'eau. On note également un déficit marqué de la ripisylve sur le cours amont du ruisseau, également liée à la présence de ces abreuvoirs. Enfin, les travaux de réfection du captage situé sur les sources du ruisseau sont venus ajouter une pression supplémentaire sur le milieu, du fait de la rectification et du curage d'un des deux bras amont du ruisseau de la Ramaz ayant provoqué un important colmatage sur la partie du ruisseau colonisé par *Austropotamobius pallipes*.

1 cm = 38 m (format A3)

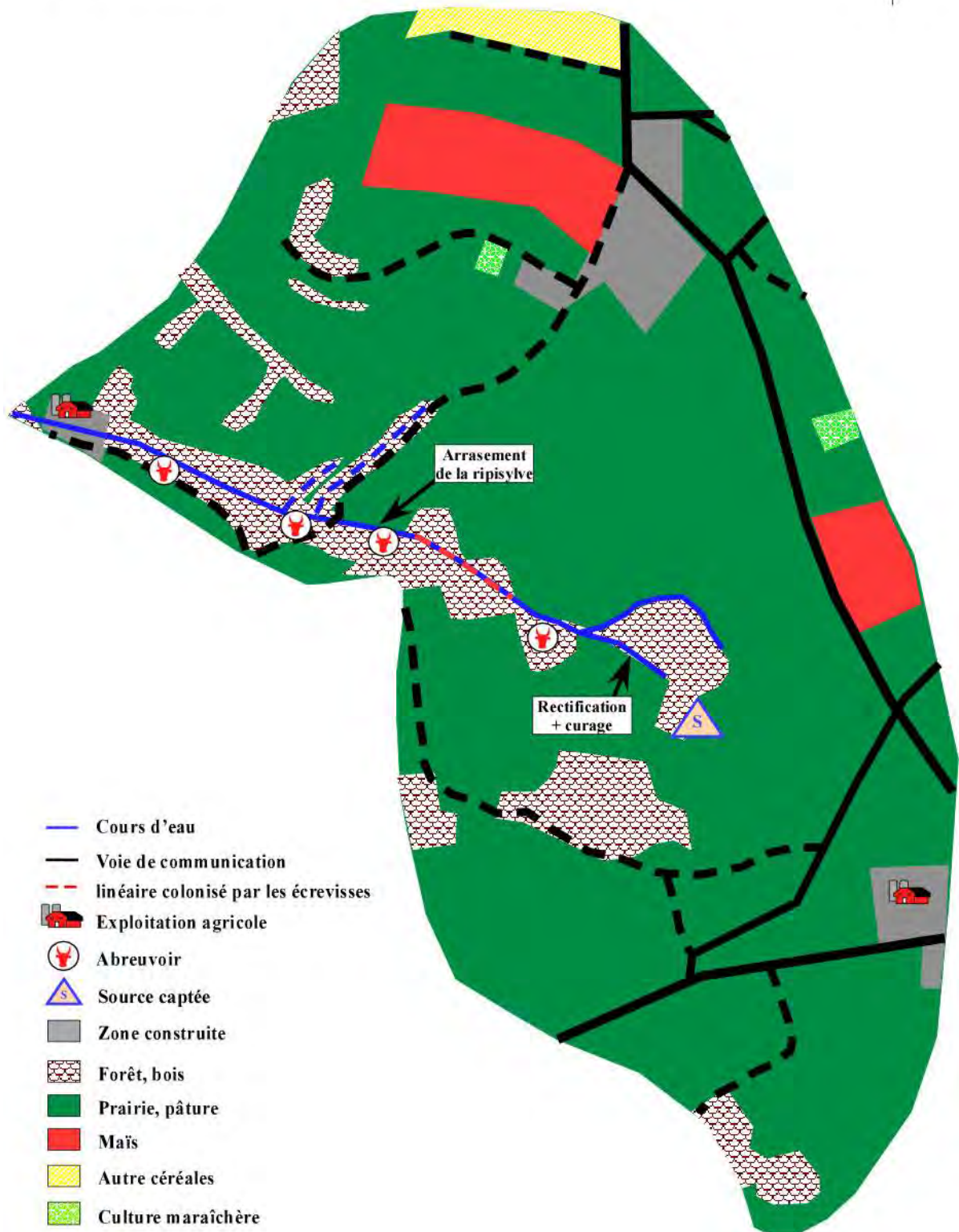


Figure 18 : Occupation du sol sur le Bassin versant du ruisseau de la Ramaz

IV. PROPOSITIONS DE GESTION

La situation de la population d'écrevisses à pieds blancs du ruisseau de la Ramaz est, au vu des différentes investigations menées sur le bassin, fortement précaire. Il semble même probable que, sans modification rapide des usages en cours, elle soit condamnée à disparaître à court terme. Il convient donc, en vue de la sauvegarder :

- D'aménager ou de supprimer les abreuvoirs ponctuant le lit mineur du cours d'eau.
- De restaurer la ripisylve du ruisseau sur son cours amont.
- De restaurer le bras curé et rectifié du ruisseau au cours des travaux de réfection du captage situé au niveau des sources du cours d'eau, dont l'étude d'impact n'a absolument pas tenu compte de la présence des écrevisses à pieds blancs, en dépit du fait qu'elle ait été connue et signalée, et que leur habitat soit protégé par un arrêté ministériel depuis 1983.

Faute de la réalisation de ces actions, la population d'écrevisses à pieds blancs du ruisseau de la Ramaz semble condamnée à court terme.

Partie 6 : Bilan de la situation sur le Bassin versant du Chéran

Le tableau 36 synthétise pour l'ensemble des populations d'écrevisses à pieds blancs présentes sur le bassin Versant du Chéran : 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 conservative des populations d'écrevisses à pieds blancs de Haute-Savoie.

Bassin versant	Cours d'eau	Linéaire APP colonisé en 2007	Classe de densité actuelle	Situation de la population	Causes principales de perturbation	Causes secondaires de perturbation	Actions déjà réalisées en 2007	Action à réaliser en priorité	Autres actions à réaliser
Vergone	Vergone	3500 m	4/5	stable	Abreuvoirs dans le lit mineur	Assainissement déficient	Aménagement des abreuvoirs par le SMIAC		Améliorer l'assainissement
Lénard	Lénard	2000 m	4/5	stable	Pollution au lisier en 2004	Abreuvoirs dans le lit mineur	Aménagement des abreuvoirs par le SMIAC	Veiller à ce qu'aucune pollution similaire n'arrive sur le ruisseau	Améliorer l'assainissement
Ramaz	Ramaz	1540 m	1/5	En danger	- Abreuvoirs dans le lit mineur - Travaux de réfection du captage	Rectification et curage d'un des deux bars des sources		- Aménagement des abreuvoirs - Restauration de la ripisylve	Restauration du bras curé et rectifié

Tableau 36 : Synthèse des connaissances sur les populations d'écrevisses et les perturbations les affectant sur le bassin versant du Chéran – 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 (*Austropotamoïus 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., KOLODZEJCZYK 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.

Sites internet: <http://www.si-cheran.com>

LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1 : Codification directive de l'espace fluviatile 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
- Tableau 6 : Estimations quantitatives réalisées sur la Vergone amont
- Tableau 7 : Estimations quantitatives réalisées sur la Vergone aval
- Tableau 8 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique de la Vergone amont
- Tableau 9 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique de la Vergone aval
- Tableau 10 : Principales caractéristiques thermiques de la Vergone amont
- Tableau 11 : Niveau typologique théorique
- Tableau 12 : Principales caractéristiques thermiques de la Vergone aval
- Tableau 13 : Niveau typologique théorique
- Tableau 14 : Résultats des analyses de sédiments sur la Vergone aval
- Tableau 15 : Occupation du sol sur le bassin versant de la Vergone
- Tableau 16 : Perturbations ponctuelles relevées sur le bassin versant de la Vergone
- Tableau 17 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau de Lénard
- Tableau 18 : Estimations quantitatives réalisées sur le ruisseau de Lénard
- Tableau 19 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de Lénard
- Tableau 20 : Description de la valeur de l'habitat aquatique du ruisseau de Lénard
- Tableau 21 : Principales caractéristiques thermiques du ruisseau de Lénard
- Tableau 22 : Niveau typologique théorique
- Tableau 23 : résultats des analyses d'eau réalisées sur le ruisseau de Lénard
(Données FDPPMA 74(2003, 2004, 2005, 2007), SMIAC (2006))
- Tableau 24 : Résultats des analyses de sédiments sur le ruisseau de Lénard
- Tableau 25 : Occupation du sol sur le bassin versant du ruisseau de Lénard
- Tableau 26 : Perturbations ponctuelles relevées sur le bassin versant du ruisseau de Lénard
- Tableau 27 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau
- Tableau 28 : Estimations quantitatives réalisées sur le ruisseau de la Ramaz
- Tableau 29 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de la Ramaz
- Tableau 30 : Principales caractéristiques thermiques du ruisseau de la Ramaz
- Tableau 31 : Niveau typologique théorique

Tableau 32 : résultats des analyses d'eau réalisées sur le ruisseau de la Ramaz

Tableau 33 : Résultats des analyses de sédiments sur le ruisseau de la Ramaz

Tableau 34 : Occupation du sol sur le bassin versant du ruisseau de la Ramaz

Tableau 35 : Perturbations ponctuelles relevées sur le bassin versant du ruisseau de la Ramaz

Tableau 36 : Synthèse des connaissances sur les populations d'écrevisses et les perturbations les affectant sur le bassin versant du Chéran – Propositions de gestion.

LISTE DES FIGURES

Figure A : Situation du Bassin versant du Chéran en Haute-Savoie

Figure B : Etat des connaissances astacicoles sur le Bassin versant du Chéran 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 de la Vergone

Figure 2 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25 3331 OT)

Figure 3 : Historique des connaissances sur la colonisation de la Vergone par A. pallipes

Figure 4 : Répartition des tailles dans la population d'APP de la Vergone amont

Figure 5: Répartition des tailles dans la population d'APP de la Vergone aval

Figure 6 : résultats des analyses d'eau réalisées sur la Vergone

Figure 7 : Occupation du sol sur le Bassin versant de la Vergone

Figure 8 : Profil en long du ruisseau de Lénard

Figure 9 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25 3331 OT)

Figure 10 : Historique des connaissances sur la colonisation du Lénard par A. pallipes

Figure 11 : Répartition des tailles dans la population d'APP du ruisseau de Lénard (station1)

Figure 12 : Répartition des tailles dans la population d'APP du ruisseau de Lénard (station2)

Figure 13 : Occupation du sol sur le Bassin versant du ruisseau de Lénard

Figure 14 : Profil en long du ruisseau de la Ramaz

Figure 15 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25 3331 OT)

Figure 16 : Historique des connaissances sur la colonisation du ruisseau de la Ramaz par A. pallipes

Figure 17 : Répartition des tailles dans la population d'APP du ruisseau de la Ramaz

Figure 18 : Occupation du sol sur le Bassin versant du ruisseau de la Ramaz

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Exemples des différents types d'aménagements réalisés sur la Vergone

Photo 2 : Abreuvoir situé sur l'amont Lénard avant aménagement

Photo 3 : Abreuvoir situé sur l'amont Lénard après aménagement