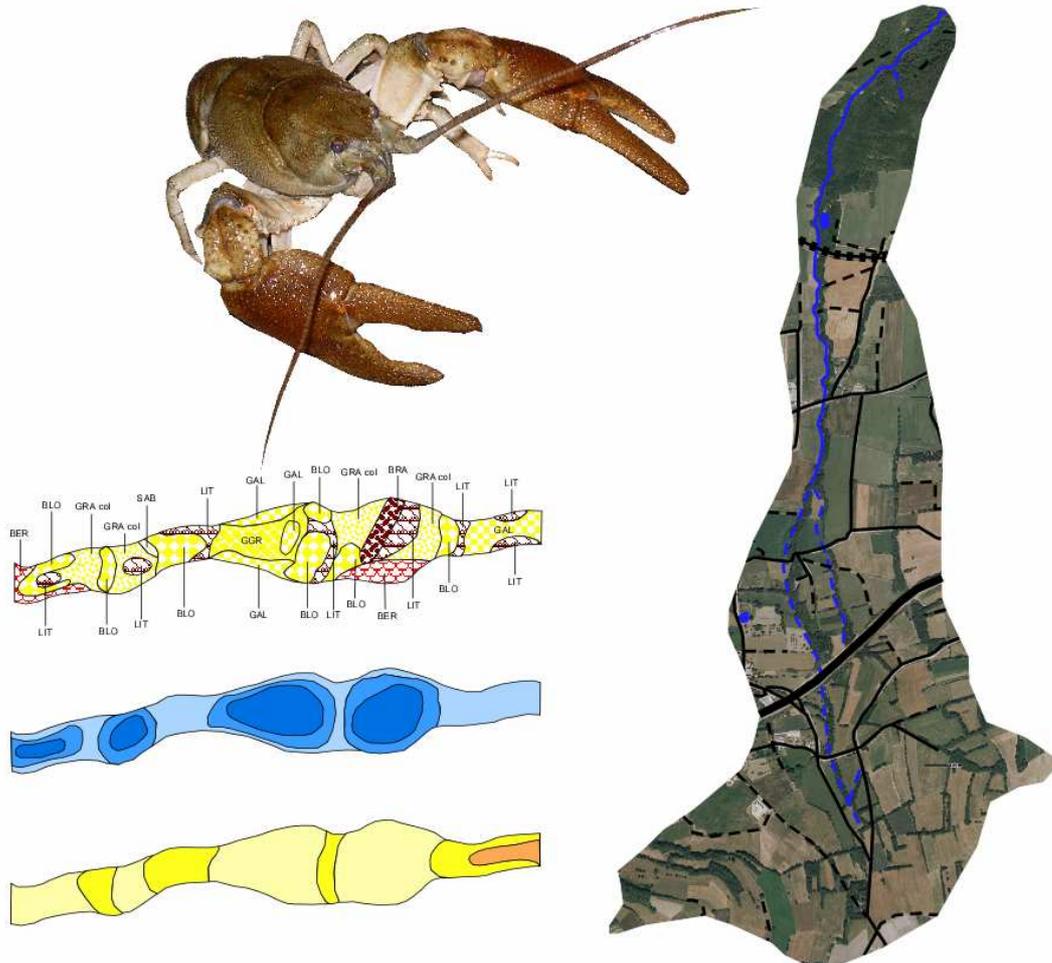




Fédération Départementale pour la Pêche
et la Protection du Milieu Aquatique
« Le Villaret »
2092, route des Diacquenods
74370 SAINT-MARTIN BELLEVUE
Tel 0450468755
www.pechehautesavoie.com



Plan de conservation des populations d'écrevisses à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*) du bassin versant du Rhône (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 Rhône (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 Rhône (74) – Diagnostic et propositions de gestion – Fédération de Haute-Savoie pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, 24p. + annexes.

SOMMAIRE

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

Partie 1 : Contexte général et objectifs de l'étude

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

Partie 2 : Matériel et méthode

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

Partie 3 : Situation de la population d'écrevisses du Nant d'Hiver

I) CONTEXTE ET CONTENU DE L'ÉTUDE

12	
I.1) <u>Présentation du secteur d'étude</u>	12
I.2) <u>Positionnement de la station d'étude</u>	
12	
I.3) <u>Bilan des investigations menées sur les stations</u>	
13	
II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES	
13	
II.1) <u>Historique des connaissances astacicoles sur le ruisseau</u>	13

II.2) <u>Etude quantitative de la population d'écrevisses</u>	
14	
II.3) <u>Etude du macrobenthos</u>	
15	
III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION	16
III.1) <u>Caractérisation de l'habitat aquatique</u>	
16	
III.2) <u>Métabolisme thermique et typologie</u>	
16	
III.3) <u>Qualité physyco-chimique des eaux du ruisseau</u>	17
III.4) <u>Qualité du compartiment sédimentaire du Nant d'hiver</u>	17
IV. PROPOSITIONS DE GESTION	18
Partie 4 : Bilan de la situation sur le bassin du Rhône	
BIBLIOGRAPHIE	20

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 Rhône 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 Rhône 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 :

Si l'ensemble de la Haute-Savoie est intégrée au bassin versant du Rhône, ce rapport fait en fait référence aux petits affluents directs en rive gauche du Rhône, pour la partie de son cours située en Haute-Savoie. Les différents cours d'eau considérés ont un régime de type pluvial ou pluvio-nival selon l'altitude de leur source. Les débits d'étiage des cours d'eau considérés sont très faibles du fait notamment des infiltrations qui se produisent dans de nombreux secteurs et provoquent de fréquents assèchements. De manière générale, ces différents cours d'eau possèdent un tracé amont relativement peu perturbé par l'homme. Ils s'écoulent presque systématiquement dans des ravins parfois fort encaissés, en zone rurale pour l'essentiel. Le tracé aval de ces cours d'eau reste rural pour certain mais a été fortement modifié par l'urbanisation croissante, liée à la forte croissance démographique à proximité de la frontière (SDVP 74)

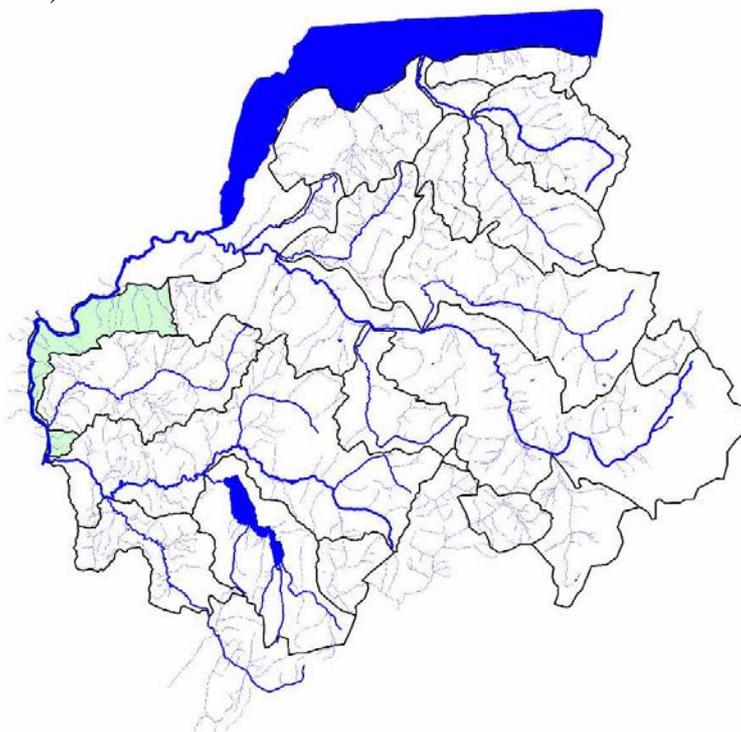


Figure A : Situation du Bassin versant du Fier en Haute-Savoie

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

Les connaissances astacicoles sur le bassin versant du Rhône 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 Rhône 1 population d'écrevisses à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*) colonisant 1 seul cours d'eau.

Les investigations avaient également mis en évidence un taux d'extinction de 0% du fait de l'absence de données historiques, *id est* citées dans la littérature ou les archives de la Fédération et du CSP., sur les petits affluents du Rhône.

En 2007, au terme des investigations supplémentaires et du suivi réalisés entre 2005 et 2007, on dénombre toujours sur le bassin versant du Rhône 1 population d'écrevisses à pieds blancs.

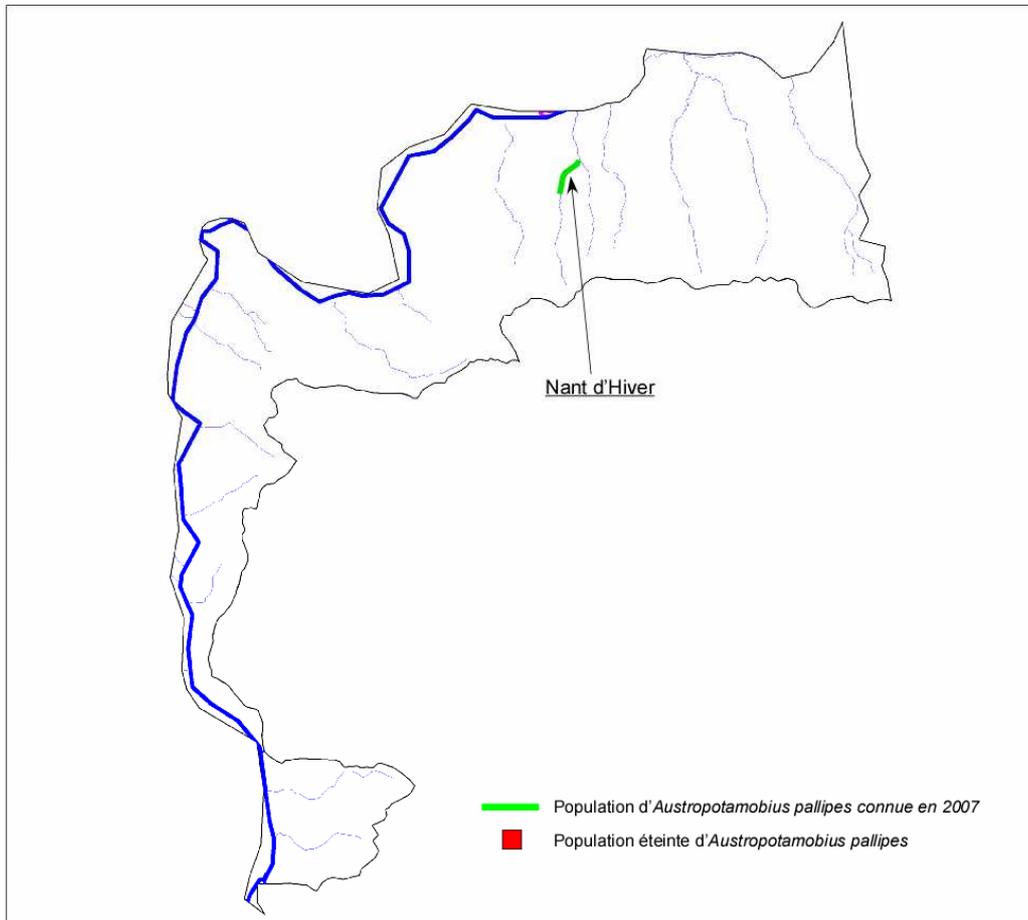


Figure B : Etat des connaissances astacicoles sur le Bassin versant du Rhône en 2007

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 conservative sont illustrées dans la Figure C :

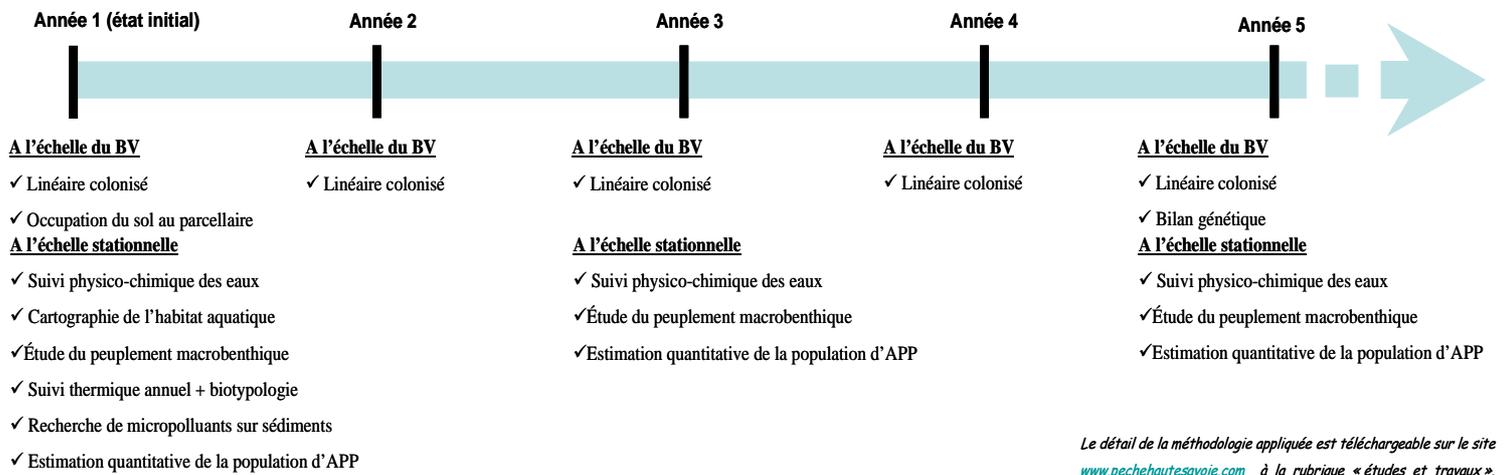


Figure C : Démarche théorique adoptée dans le cadre du plan de conservation des populations d'écrevisses à pieds blancs en Haute-Savoie.

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

Partie 2 : Matériel et méthode

I) Investigations menées à l'échelle du bassin versant

I.1) Estimation du linéaire colonisé :

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

I.2) Enquête de bassin versant :

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

II) Investigations menées à l'échelle de la station

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

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

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

Les échantillons d'eau ont été analysés en laboratoire à l'aide du spectrophotomètre MERCK *spectroquant NOVA M60* et des test *spectroquant* MERCK (1.14752.0001 Amonium test, 1.09713.0001 Nitrat test, 1.14815.0001 Calcium test, 1.14848.0001 Phosphat test, 1.14776.0001 Nitrit test, 1.00815.0001 Magnesium cell test, 1.00961.0001 Total Hardness cell test).

Les mesures du pH, de la conductivité et d'oxygène ont été effectuées même temps que les prélèvements, à l'aide des instruments suivants jusqu'en 2005 : pH 86 T, OXY 86 T MERCK et conductimètre HANNA instruments. A partir de 2005, ces même paramètres ont été mesuré à l'aide du boîtier multi-sonde *WMR SymPHony SP90M5* et des sondes conductivité/température *SymPHony 11388-372*, pH/température *SymPHony 14002-860* et oxygène *SymPHony 11388-374*.

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

II.2) Recherche de toxiques dans les sédiments :

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

Les résultats sont interprétés sur la base d'une synthèse bibliographique figurant en annexe 5, et basée sur les valeurs seuil du SEQ lorsqu'elles existent, les concentration 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'intègrent 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 = $1,17 [\text{Ln}(d_0.D/100)] + 1,50$

T3 = $1,75 [\text{Ln}(S_m / (p.l^2).100)] + 3,92$

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

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 du Nant d'Hiver

I) CONTEXTE ET CONTENU DE L'ÉTUDE

I.1) Présentation du secteur d'étude

Le nant d'Hiver est un petit affluent calcaire de la Vosogne (elle-même affluent direct du Rhône), qu'il rejoint à 4 Km de ses sources. De géologie calcaire, il présente une pente moyenne de 5%, plus marquée sur son tiers aval, où il s'écoule au sein d'un talweg boisé et encaissé. Les deux tiers amont de son cours circulent quand à eux au milieu d'un plateau agricole dont ils subissent les nombreux impacts : ripisylve dégradée, rectifications, assèchements partiels ou totaux (notamment en 2003 et 2004). En outre, en plus de la population d'écrevisses pallépèdes, le nant d'hiver héberge une petite population de truites fario sur son cours aval.

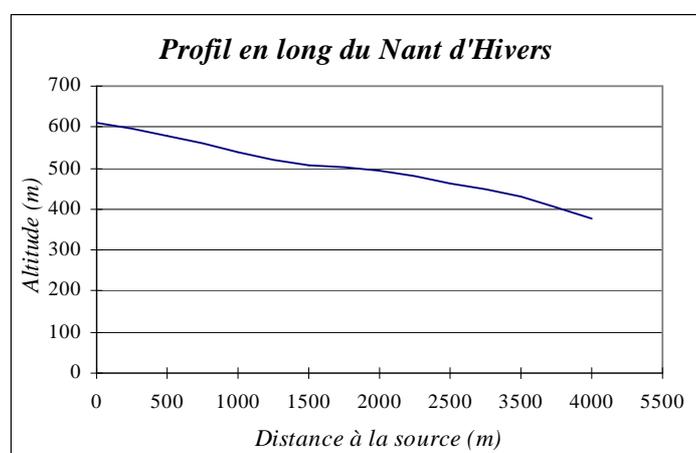


Figure 1 : Profil en long du Nant d'Hiver

I.2) Positionnement de la station d'étude

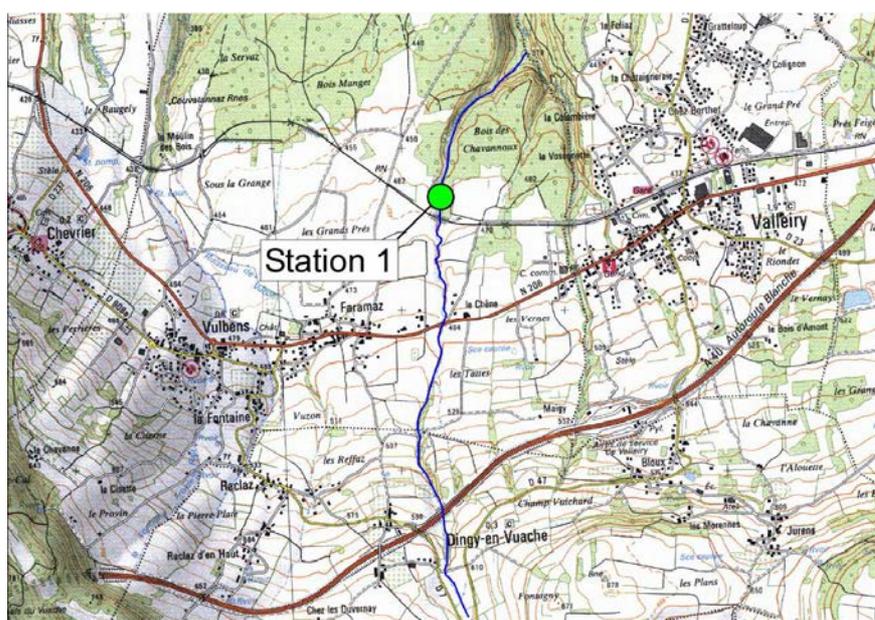


Figure 2 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25)

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

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

	2003	2004	2005	2006	2007
Prospection nocturne	X	X	X	X	X
Physico-chimie	Station 1	Station 1	Station 1		Station 1
Analyse de sédiments			Station 1		
Sonde de Température				Station 1	
IAM/ISCA		Station 1			
IBGN	Station 1				
MAG 12				Station 1	
Quantitatif APP			Station 1		Station 1

Tableau 5 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau

II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES

II.1) Historique des connaissances astacicoles sur le ruisseau

La figure 3 retrace l'historique des observations d'écrevisses à pieds blancs sur le nant d'Hiver:

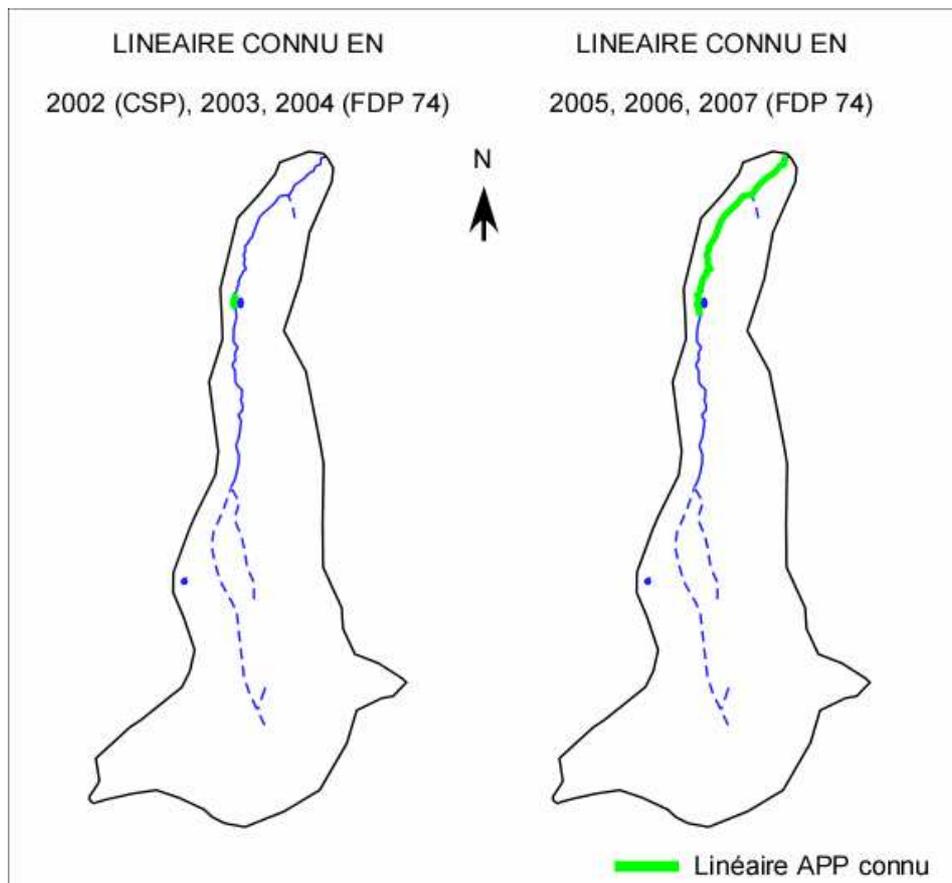


Figure 3 : Historique des connaissances sur la colonisation du Nant d'Hiver par *A. pallipes*

La présence des écrevisses à pieds blancs sur le nant d'hiver avait été constatée en 2002 par le CSP (aujourd'hui ONEMA).

Des prospections réalisées en 2003 et 2004 avaient permis de localiser la population sur 80 m situés en amont du dernier tiers aval du cours d'eau.

Une prospection de vérification réalisée en 2005 avait révélé que les écrevisses colonisaient en fait la totalité de ce dernier tiers du cours d'eau, sur un linéaire de 1150 m. Il semble que le fait que les écrevisses n'aient pas été contactées en 2003 et 2004 sur la majeure partie du linéaire qu'elles colonisent soit dû à la concomitance de deux facteurs ayant entraîné leur inactivité : d'un part, la faiblesse des débits des étés 2003 et 2004, et d'autre part la vidange d'un étang en 2003, ayant entraînée par l'intermédiaire de son exutoire un fort colmatage des substrats ayant probablement perturbé l'activité des écrevisses. C'était d'ailleurs la confluence entre cet exutoire et le nant d'Hiver qui marquait la limite aval du linéaire colonisé en 2003 et 2004.

Enfin, des prospections de vérifications réalisées en 206 et 2007 ont mis en évidence la stabilité du linéaire colonisé (1150 m).

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

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

	Nant d'Hiver - station 1	
Année (surface station)	2005 (33 m ²)	2007 (22 m ²)
Densité	25501 individus/Ha (+/- 32 %)	24091 individus/Ha (+/- 29,9 %)
Biomasse	613 Kg/Ha (+/- 5,6%)	384 kg/Ha (+/- 4,8%)
Classe d'abondance	4/5	4/5
Sex ratio	1,2 mâles/femelle	1,1 mâles/femelle

Tableau 6 : Estimations quantitatives réalisées sur le Nant d'hiver

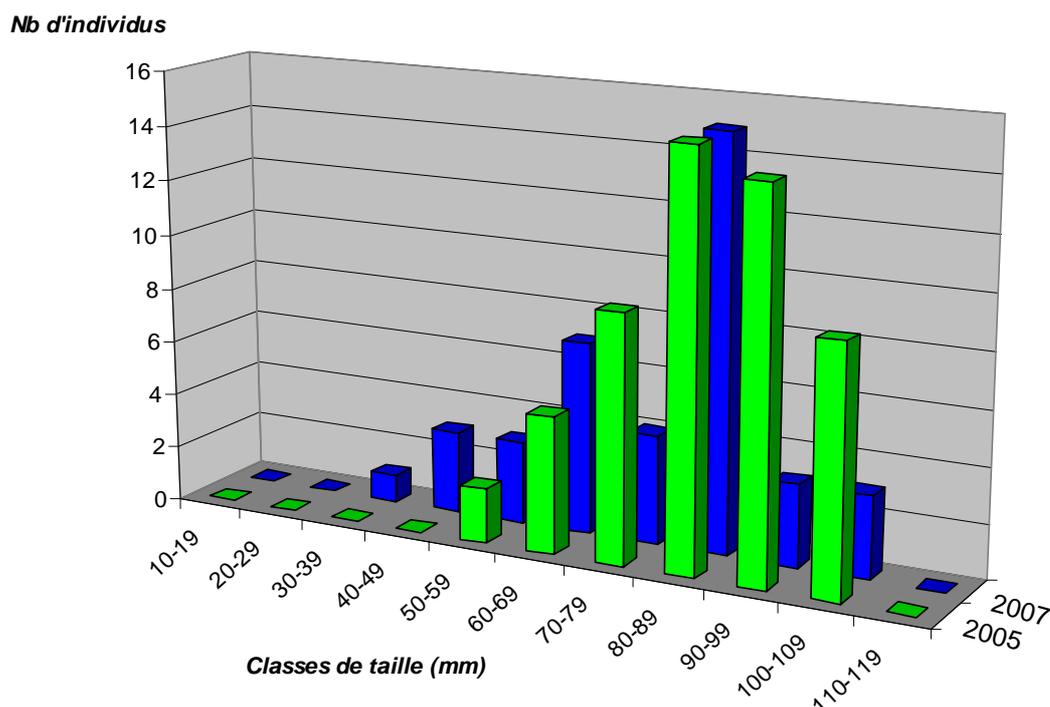


Figure 4 : Répartition des tailles dans la population d'APP du Nant d'hiver

Les résultats des estimations quantitatives réalisées sur la station 1 du nant d'hiver témoignent d'une bonne santé de la population d'écrevisses à pieds blancs qui le colonise. En effet, la densité est satisfaisante (classe 4/5) et stable dans le temps de l'étude. On note une légère domination des plus gros individus au sein de l'effectif. Cependant, ce constat est plus imputable aux difficultés d'échantillonnage des petits individus rencontrées sur le ruisseau qu'à un vieillissement de la population. En effet, l'observation de nombreux juvéniles et de femelles grainées sur le cours d'eau témoigne d'une bonne fonctionnalité de la population, qui colonise en outre un linéaire important.

II.3) Etude du macrobenthos :

	Nant d'hiver 8 prélèvements 2003	Nant d'hiver 12 prélèvements 2006
IBGN	15	16
GI	8 <i>Odontoceridae</i>	8 <i>Odontoceridae</i>
Variété	25	29
Robustesse	14	15
Var substrats	6	6
Var vitesses	3	3
Cb2	13	15
Iv	5,5	6,6
In	7,4	8,2
m	14 bon	14 bon
Densité (ind/m ²)	4515	2052
% taxons repr. par moins de 3 individus	36%	28%
% d'ind. appartenant à des taxons i>7	8% (3 taxons)	6,5% (5 taxons)
% d'ind. appartenant à des taxons saprobiontes	61%	58%
Nb genres plécoptères		4
Nb genres éphéméroptère		5
Nb genres Trichoptère		6
Nb genres Coléoptère		5

Tableau 7 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du Nant d'hiver

Les indices calculés sur le nant d'hiver témoignent d'un peuplement macrobenthique de qualité satisfaisante. La légère augmentation des notes indicielles entre 2003 et 2006 est imputable aux conditions de sécheresse de l'été 2003. Quelques manques apparaissent tout de même à la lecture des notes. On note d'une part l'absence des taxons les plus sensibles (GI 9), indiquant que de légères perturbations affectent le milieu. D'autre part, l'Iv médiocre du Cb2 met en évidence certaines carences habitationnelles du cours d'eau vis-à-vis du macrobenthos.

On note également que la variété taxonomique et l'abondance sont inférieures à ce que l'on est en droit d'attendre sur un tel cours d'eau (40 000 ind/m² et 50 à 70 taxons (Téléos, 2004)). De même, le peuplement se révèle relativement instable, près d'un tiers des taxons étant représenté par 3 ou moins de 3 individus.

Pourtant, les présences de *Capnia*, *Philopotamus*, *Odontocerum albicorne*, *Leuctra*, *Protonemoura*, *Nemoura*, tendent à mettre en évidence une qualité satisfaisante. Cependant, l'absence des taxons les plus polluosensibles (Cloroperlidae, Perlodidae notamment) et la proportion des taxons saprophiles (*Hydropsyche*, Chironomidae, Oligochètes, *Pisidium*, Asellidae) indiquent une légère perturbation de ce compartiment. La présence des Gammaridae, d'Ephemera et de quatre genres d'Elmidae (*Elmis*, *Riolus*, *Esolus*, *Limnius*)

témoigne quant à elle de l'absence de contamination toxique grave du cours d'eau. Il apparaît enfin que les taxons saprophiles fouisseurs sont fortement représentés sur la station (24.5 % de Chironomidae, 12.8 % d'Oligochètes, 1.7% de *Pisidium*), ce qui témoigne d'un colmatage des substrats par des fines plus ou moins organiques.

Pour conclure, il semble donc que le macrobenthos, bien que présentant qualité globale satisfaisante, ait à souffrir d'une légère surcharge nutritive des eaux du Nant d'Hiver, se traduisant notamment à travers le colmatage des se substrats par des fines organiques.

III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION

III.1) Caractérisation de l'habitat aquatique :

Descripteurs	Nant d'hiver
Variété des pôles	36
Pôle dominant	BLO 11 (8,83%)
Diversité	1,39
Régularité	0,89
Variété des substrats	8
Variété des profondeurs	3
Variété des vitesses	3
Attractivité générale	42
Attractivité APP	62
ISCA	4464
IAM	3024

Tableau 8 : Description de la valeur de l'habitat aquatique du nant d'Hiver

La mosaïque d'habitat du Nant d'hiver est caractérisée par une bonne variété de substrats (8), de vitesses (3) et de profondeurs (3). De plus la nature des substrats qui la composent (notamment les blocs, galets, litière, sous berges et branchages immergés) se révèle très attractive, aussi bien vis à vis de la faune pisciaire que vis à vis des écrevisses à pieds blancs. De fait, les indices sont bons et tout à fait conformes aux valeurs attendues sur un cours d'eau de ce gabarit.

Par contre, l'analyse de la composition quantitative des écoulements met en évidence une certaine uniformité hydraulique. Cette insuffisance des débits estival constaté est toutefois à tempérer par le fait que les mesures aient été réalisées au cours de l'épisode de sécheresse de l'été 2003. Cependant, elle facilite le dépôt des fines sur le cours d'eau, induisant un léger colmatage des substrats sur l'ensemble du linéaire.

III.2) Métabolisme thermique et typologie :

Nant d'hiver (21/04/06 au 20/11/06)	T°C	Date
Température journalière maximale	18	26/07/2006
Température journalière minimale	7,1	06/11/2006
Ecart journalier maxi	3,8	
Ecart journalier moyen	0,8	
Moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds	16,8	03/07/06 au 01/08/06

Tableau 9 : Principales caractéristiques thermiques du nant d'Hiver

La température maximale moyenne des eaux du Nant d'hiver 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. Cette observation est probablement due au réchauffement subi sur les deux tiers amonts de son cours, du fait d'une ripisylve déficiente. Cependant, les écarts thermiques journaliers moyens sont très faibles (0,8°C), et témoignent des apports constants d'une nappe de qualité. Ces apports se matérialisent d'ailleurs au travers des nombreuses petites afférences issues de résurgences de nappe qui ponctuent le cours d'eau dès son entrée dans le talweg boisé au fond duquel il s'écoule sur son tiers aval.

θ max = 16,8°C	T1 = 4,9	Tth = 3,2
d0 = 2,1 Km	T2 = 2,84	
D = 149,8 mg/L		
p = 48‰	T3 = 0,67	
l = 2 m		
Sm = 0,3 m2		

Tableau 10 : Niveau typologique théorique

Le niveau typologique théorique du nant d'hiver (B3) inscrit se situe dans la limite haute de la gamme des types actuellement colonisés par *Austropotamobius pallipes* (B1 à B3).

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

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
26/08/2003	411	2,7	0,01	0,01	0,1	123	26,8	8,7	91%	8,1
17/02/2004		5,1	0,04	0,02	0,1	148	16,6			
03/03/2005		4	0,03	0,03	0,09					
24/10/2007		6,9	0,06	0,05	0,28					

Tableau 11 : Résultats des analyses d'eau réalisées sur le Nant d'Hiver

Au vu des résultats des analyses effectuées au cours de l'étude, la qualité d'eau du nant d'Hiver est tout à fait satisfaisante, et s'inscrit pleinement dans la gamme de tolérance d'*Austropotamobius pallipes* (Cf annexe 4). On note simplement une légère pollution des eaux, dont le caractère diffus et agricole transparait au travers de l'augmentation des flux observée en 2007, du fait de l'important lessivage des surfaces agricoles induit par les précipitations abondantes de cette année.

III.4) Qualité du compartiment sédimentaire du Nant d'hiver :

Nant d'hiver - Décembre 2005									
METEAUX	Résultats	Unité	Pollution légère	Pollution nette	CU	PNECsed	Autre	Bilan	
Arsenic	4,2	mg/Kg ps	0,7	7				pollution légère	
Cadmium	0,5	mg/Kg ps	0,7	4,2				présence	
Chrome total	56,2	mg/Kg ps	5,2	52	< 100			pollution nette	
Cuivre	13,6	mg/Kg ps	1,9	19	< 50	0,8		pollution légère	
Mercure sur produit sec	0,04	mg/Kg ps	0,13	0,7	< 0,4	9,3		présence	
Nickel	32,6	mg/Kg ps	1,6	16	< 20	4		pollution nette	
Plomb	14,8	mg/Kg ps	4,1	41		6,8		pollution légère	
Zinc	38,8	mg/Kg ps	124	271	70 à 140			présence	
HPA									
Benzo(a)anthracène	14	µg/Kg ps					LEL : 320	présence	
Benzo(a)pyrène	14	µg/Kg ps	5	50				pollution légère	
Benzo(b)fluoranthène	12	µg/Kg ps	50	500				présence	
HYDROCARBURES LOURDS									
Equivalent huiles minérales	58	mg/Kg ps							
Indice hydrocarbures	86	mg/Kg ps							

Tableau 12 : Résultats des analyses de sédiments sur le Nant d'Hiver

Le compartiment sédimentaire du nant d'Hiver semble, au travers de l'analyse réalisée en décembre 2005, relativement préservé par les contaminations toxiques. En effet, les éléments identifiés, leur nombre, tous comme les concentrations mesurées, semblent impliquer les impacts des retombées atmosphériques et du lessivage des chaussées (A40 et N208).

IV. PROPOSITIONS DE GESTION

Le nant d'hiver héberge une population d'écrevisses à pieds blancs en parfaite santé, qui colonise la quasi-totalité de son linéaire pérenne avec une densité satisfaisante. Il semble que la qualité globale du milieu soit également satisfaisante, seule une légère pollution diffuse agricole ayant été mise en évidence au travers des investigations menées.

Cependant, faute de temps, le relevé surface de l'occupation du sol n'a pu être réalisé sur le bassin. Il conviendra donc de le faire en 2008, afin de pouvoir définir clairement les sources de perturbations éventuellement présentes. On peut toutefois proposer de premières orientations de gestion découlant des résultats de la l'étude :

- Arrêt des vidanges et du curage de l'étang situé en amont du linéaire colonisé par les écrevisses, qui fragilisent clairement cette dernière de manière ponctuelle mais récurrente.
- Maintient de la qualité du boisement du talweg dans lequel s'écoule le ruisseau sur son linéaire colonisé.

Partie 4 : Bilan de la situation sur le bassin du Rhône

Le tableau 13 synthétise pour l'ensemble des populations d'écrevisses à pieds blancs présentes sur le bassin Versant du Rhône : leurs principales caractéristiques (linéaire, densité, situation), les causes de perturbations principales et secondaires affectant le milieu qu'elles colonisent, ainsi que les actions à mener afin de les conserver :

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

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

Bassin versant	Cours d'eau	Linéaire APP colonisé en 2007	Classe de densité actuelle	Situation de la population	Causes principales de perturbation	Action à réaliser en priorité	Autres actions à réaliser
Nant d'Hiver	Nant d'Hiver	1150 m	4/5	stable	-Vidange de l'étang situé en amont du linéaire colonisé	- Arrêt des vidanges	- Maintien de la ripisylve aval

Tableau 13: Synthèse des connaissances sur les populations d'écrevisses et les perturbations les affectant sur le bassin versant du Rhône –

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 (*Austropotamoios 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.Caractérisitiques 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 Usses. FDPMA de Haute-Savoie, 65 p.

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

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

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

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

ROQUEPLO Ch., AMATO G., ARRIGNON J., ATTARD J., CHAISEMARTIN C., CHARTIER L., CLEMENT J.L., DURECU A., DAGUERRE DE HUREAUX N., FARGES

G., LAURENT P.J., VEY A., VIGNEUX D., VIGNEUX E., 1984. Austropotamobius pallipes ou l'écrevisse à pattes blanches. Etude de l'Association Française de Limnologie. Science, Technique et Aménagement.

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

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

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

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

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

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

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

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

LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1 : Codification directive de l'espace fluvial pour modéliser l'habitat
- Tableau 2 : Attractivité des substrats/support selon logique IAM (poissons)
- Tableau 3 : Attractivité substrats/supports selon la logique ISCA (écrevisses)
- Tableau 4 : Classes d'abondance théoriques pour l'écrevisse à pieds blancs
- Tableau 5 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau
- Tableau 6 : Estimations quantitatives réalisées sur le Nant d'hiver
- Tableau 7 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du Nant d'hiver
- Tableau 8 : Description de la valeur de l'habitat aquatique du nant d'Hiver
- Tableau 9 : Principales caractéristiques thermiques du nant d'Hiver
- Tableau 10 : Niveau typologique théorique
- Tableau 11 : Résultats des analyses d'eau réalisées sur le Nant d'Hiver
- Tableau 12 : Résultats des analyses de sédiments sur le Nant d'Hiver
- Tableau 13: Synthèse des connaissances sur les populations d'écrevisses et les perturbations les affectant sur le bassin versant du Rhône – Propositions de gestion.

LISTE DES FIGURES

- Figure A : Situation du Bassin versant du Fier en Haute-Savoie
- Figure B : Etat des connaissances astaciques sur le Bassin versant du Rhône en 2007
- Figure 1 : Profil en long du Nant d'Hiver
- Figure 2 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25)
- Figure 3 : Historique des connaissances sur la colonisation du Nant d'Hiver par *A. pallipes*
- Figure 4 : Répartition des tailles dans la population d'APP du Nant d'hiver