

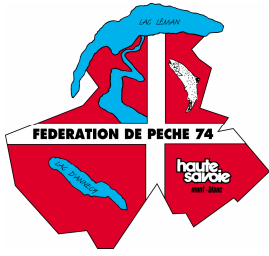
Fédération Départementale pour la Pêche
et la Protection du Milieu Aquatique
« Le Villaret »
2092, route des Diacquenods
74370 SAINT-MARTIN BELLEVUE
Tel 0450468755
www.pechehautesavoie.com



Plan de conservation des populations d'écrevisses à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*) du bassin versant du Lac Léman (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 Lac Léman (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 Lac Léman (74) – Diagnostic et propositions de gestion – Fédération de Haute-Savoie pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, 29 p. + annexes.

SOMMAIRE

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

Partie 1 : Contexte général et objectifs de l'étude
--

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

Partie 2 : Matériel et méthode

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

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

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>	13
I.3) <u>Bilan des investigations menées sur la station</u>	13
II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES	13
II.1) <u>Historique des connaissances astacicoles sur le ruisseau</u>	14
II.2) <u>Etude quantitative de la population d'écrevisses</u>	14
II.3) <u>Etude du macrobenthos</u>	14
III) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION	14
III.1) <u>Métabolisme thermique et typologie</u>	14
III.3) <u>Qualité physico-chimique des eaux du ruisseau de Laprau</u>	15

III.4) <u>Occupation du sol</u>	15
IV. PROPOSITIONS DE GESTION	17

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

I) CONTEXTE ET CONTENU DE L'ÉTUDE	18
I.1) <u>Présentation du secteur d'étude</u>	18
I.2) <u>Positionnement des stations d'étude</u>	18
I.3) <u>Bilan des investigations menées sur les stations</u>	19
II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES	19
II.1) <u>Historique des connaissances astacicoles sur le ruisseau</u>	19
II.2) <u>Etude du macrobenthos</u>	20
III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION	20
III.1) <u>Caractérisation de l'habitat aquatique</u>	20
III.2) <u>Métabolisme thermique et typologie</u>	21
III.3) <u>Qualité physyco-chimique des eaux du ruisseau de Drainan</u>	21
III.4) <u>Qualité du compartiment sédimentaire du ruisseau de Drainan</u>	22
IV. PROPOSITIONS DE GESTION	23

Partie 5 : Bilan de la situation sur le bassin du Lac Léman
--

BIBLIOGRAPHIE	25
---------------	----

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 Lac Léman 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 Lac Léman 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 secteur d'étude correspond au bassin versant des petits affluents lémaniques. Les bassins versants de ces cours d'eau sont composés successivement de l'amont vers l'aval d'un plateau en zone rurale, puis d'une bande boisée à pente plus accentuée et enfin d'une zone de plaine plus urbanisée en bordure du lac Léman (SDVP 74 , 2007).

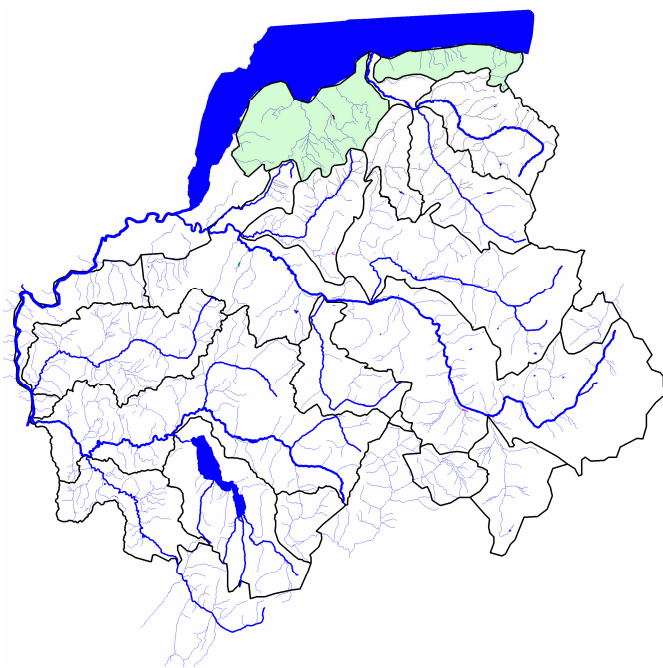


Figure A : Situation du Bassin versant du lac léman en Haute-Savoie

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

Les connaissances astaciques sur le bassin du Lac Léman 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 Lac Léman 2 populations d'écrevisses à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*) réparties sur 2 cours d'eau différents.

Les investigations avaient également mis en évidence un taux d'extinction de 83% calculé sur les populations historiques, *id est* citées dans la littérature ou les archives de la Fédération et du CSP.

On notait en outre la présence de 7 populations d'écrevisses signal (*Pacifastacus leniusculus*). En outre, on note que le Lac Léman lui même est colonisé par l'écrevisse signal (*Pacifastacus leniusculus*), l'écrevisse américaine (*Orconectes limosus*), l'écrevisse à pattes

grêles (*Astacus leptodactylus*, en régression) et depuis 2007 par l'écrevisse de Louisiane (*Procambarus clarki*).

En 2007, au terme des investigations supplémentaires et du suivi réalisés entre 2005 et 2007, on dénombre sur le bassin versant du Lac Léman 1 population d'écrevisses à pieds blancs réparties sur 1 cours d'eau, suite à la disparition d'une des populations identifiées en 2004 (ruisseau de Drainan, à confirmer). Le taux d'extinction global est maintenant de 85 % tandis que le taux d'extinction observé au cours de l'étude est de 50 %.

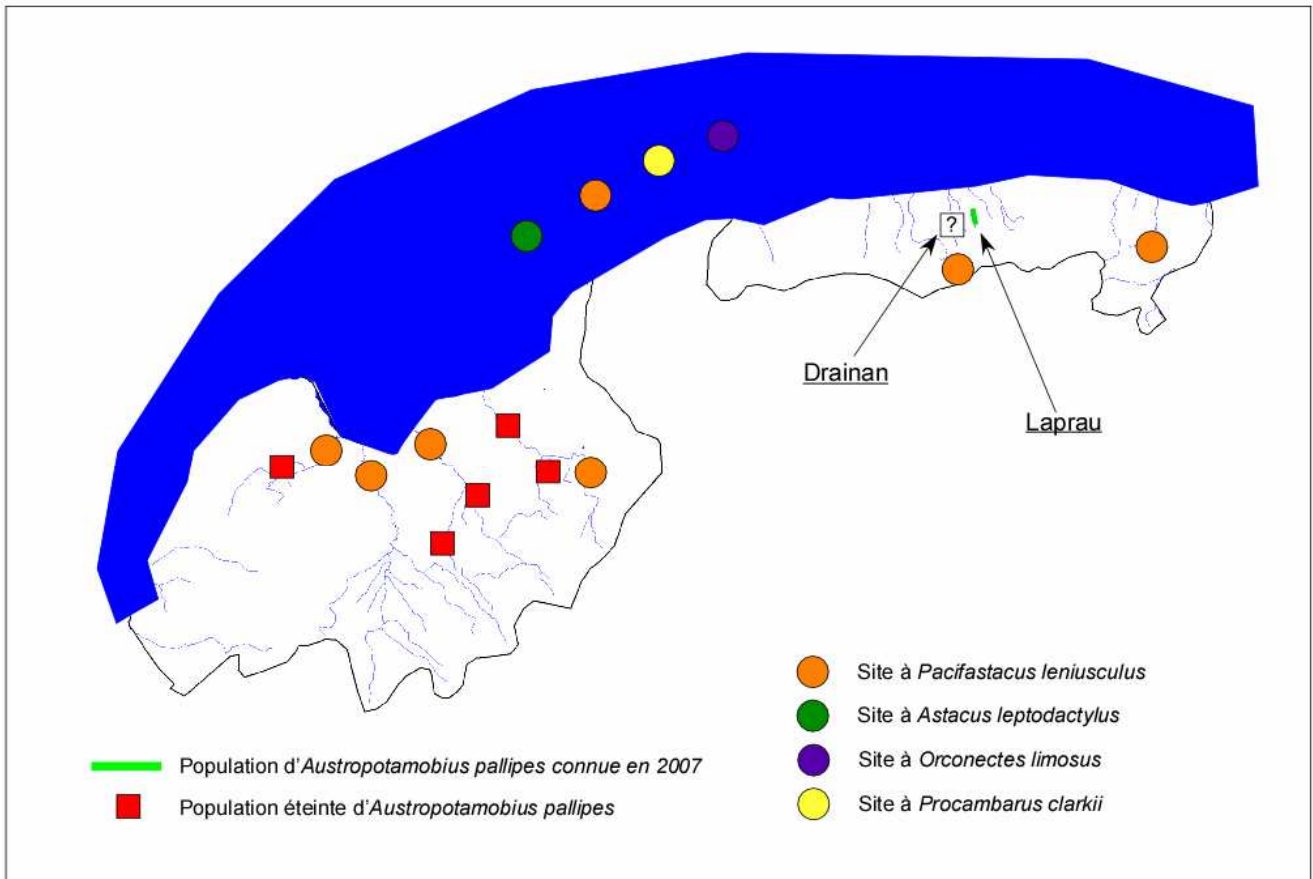


Figure B : Etat des connaissances astaciques sur le Bassin versant du Lac Léman en 2007

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 :

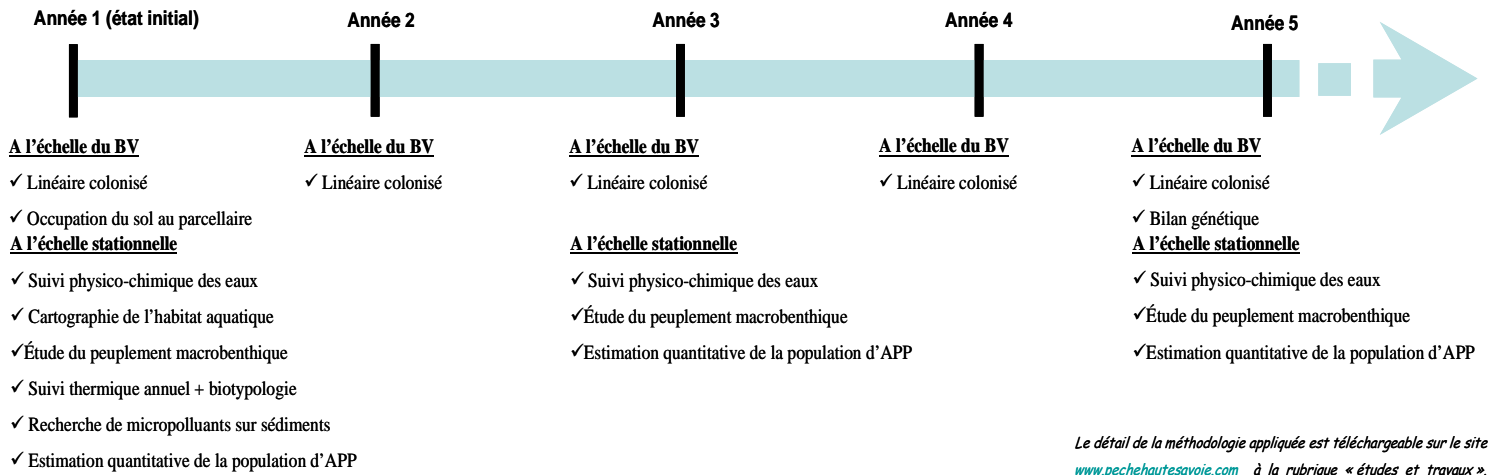


Figure C : Démarche théorique adoptée dans le cadre du plan de conservation des populations d'écrevisses à pieds blancs en Haute-Savoie.

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 θ_{max} - 4,34**

T2 = 1,17 [Ln(d₀.D/100)] + 1,50

T3 = 1,75 [Ln(S_m / (p.l²).100)] + 3,92

Avec : θ_{max} : moyenne des températures max des 30 jours consécutifs les plus chauds.
d₀ : 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 anfractuosités (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 anfractuosités (BLS)	2
Dalles, surfaces indurées (sans cache) (DAL)	1

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

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

- **Var = variété :**

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

- **Div = diversité :**

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

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

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. Les individus non marqués sont mesurés, pesés, sexés:

$$M_t / N_T = r_m / R_t$$

Avec :

N_T : effectif total de la population.

m_t : nombre d'individus marqués au premier passage.

R_t : nombre d'individus capturés au second passage.

r_m : nombre d'individus marqués capturés au second passage.

Ecart type :

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

Les conditions d'application sont les suivantes :

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

Ces résultats, une fois obtenus et rapportés en densité d'individu à l'hectare, permettront de déterminer la classe théorique d'abondance de la population (DEGIORGI, com. pers.). Ils permettront également de calculer une abondance pondérale, ainsi que le sexe ratio de la population.

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

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

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

I) CONTEXTE ET CONTENU DE L'ÉTUDE

I.1) Présentation du secteur d'étude

Le ruisseau de Laprau est l'exutoire du marais du même nom (site NATURA 2000), situé sur le plateau de Gavot, sur le territoire de la commune de Lugrin. S'il présente à sa sortie du marais une pente très faible sur une centaine de mètres, il plonge assez rapidement vers le lac Léman avec une pente relativement forte (de l'ordre de 40%). Il finit au bout d'un kilomètre de course, par s'infiltrer totalement, et se trouve donc totalement déconnecté de tout autre système aquatique. Il s'écoule sur la totalité de son linéaire pérenne au sein d'un talweg très boisé. Enfin, le ruisseau de Laprau est apiscole.

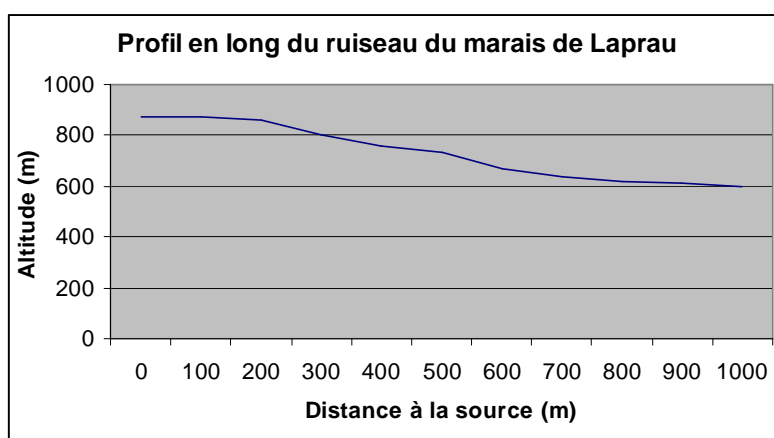


Figure 1 : Profil en long du ruisseau de Laprau

I.2) Positionnement des stations d'étude



Figure 2 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25 3528 ET)

I.3) Bilan des investigations menées sur la station :

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
Occupation du sol					X
Physico-chimie	station 1	station 1	station 1		station 1
Sonde de Température					station 1
IBGN	station 1			station 1	
Quantitatif APP			station 1		station 1

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

II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES

II.1) Historique des connaissances astaciques sur le ruisseau

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

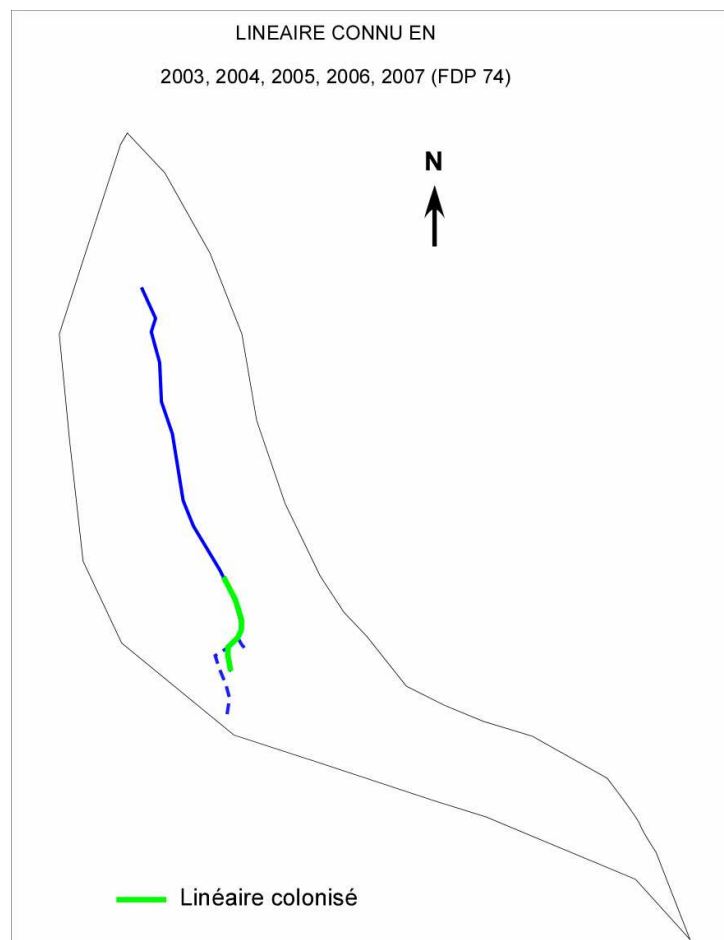


Figure 3 : Historique des connaissances historiques sur la colonisation du ruisseau de Laprau par A. pallipes

La population d'écrevisses à pieds blancs du ruisseau de Laprau a été découverte en 2003. Elle colonise l'exutoire du marais sur un linéaire d'une centaine de mètre, limitée en aval au niveau de la rupture de pente marquée par le ruisseau. En outre, le marais n'est pas colonisé, les niveaux d'eau qu'il propose étant insuffisants. Des prospections de vérification réalisées entre 2004 et 2007 ont permis de confirmer la stabilité de cette situation.

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

Les effectifs relevés sur le ruisseau de Laprau étant très faibles (une dizaine d'individus), il s'est révélé impossible de réaliser une estimation quantitative. Il semble que la colonisation du ruisseau de Laprau se limite à la simple présence d'*Austropotamobius pallipes*.

II.3) Etude du macrobenthos :

Du fait de la petite taille du ruisseau, en limite d'application du protocole, seuls des IBGN ont été réalisés pour son étude.

	Laprau 8 prélèvements 2004	Laprau 8 prélèvements 2006
IBGN	14	14
GI	9	9
Variété	<i>Chloroperlidae</i>	<i>Perlodidae</i>
Robustesse	20	20
Var substrats	14	13
Var vitesses	8	5
Cb2	3	2
Iv	14	13
In	4,4	4,4
m	10	8,7
	11,5 mauvais	11,6 mauvais
Densité (ind/m ²)	2430	8820
% taxons repr. par moins de 3 individus	50%	35%
% d'ind. appartenant à des taxons i>7	1,3% (4 taxons)	0,6% (3 taxons)
% d'ind. appartenant à des taxons saprobiontes	97%	93%

Tableau 6 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de Laprau

Les indices calculés sur le ruisseau de Laprau témoignent d'un peuplement macrobenthique peu varié, instable, mais de qualité satisfaisante. Il apparaît que les carences habitationnelles du cours d'eau (Iv et m mauvais) soit la seule cause de ce constat. En effet, la qualité de l'eau semble en revanche excellente, permettant la présence sur la station, en dépit d'écoulements faibles, des taxons les plus sensibles (*Perlodidae*, *Chloroperlidae* notamment). De fait, cette excellente qualité d'eau se voit sanctionnée par des In tout aussi bons. En outre, on note une certaine stabilité du peuplement, témoin de celle de la qualité générale du milieu entre 2004 et 2006.

III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION

III.1) Métabolisme thermique et typologie :

Une sonde thermique a été posée sur le ruisseau de Laprau en 2007. Cependant, elle s'est retrouvée hors d'eau suite aux travaux de mise en place d'un abreuvoir, rendant les résultats inexploitable. Une sonde sera à nouveau posée en 2008.

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

Date	Cond ($\mu\text{s/cm}$)	NO3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NH4 (mg/L)	PO4 (mg/L)	Ca++ (mg/L)	Mg++ (mg/L)	O2 mg/L	O2 sat. %	pH
08/09/2003	254	0,6	0,01	0,02	0,01	109	16,2	8,3	89%	8,1
23/02/2004		6,6	0,04	0,04	0,06	98	21,2			
03/03/2005		5,8	0,02	0,02	0,04					
30/10/2007	239	7,0	0,04	0,12	0,08	83	14,8			

Tableau 7 : résultats des analyses d'eau réalisées sur le ruisseau de Laprau

La qualité d'eau du ruisseau de Laprau paraît satisfaisante au vu des résultats obtenus par le biais des différentes analyses réalisées, et s'inscrit pleinement dans la gamme de valeur proposée pour *Austropotamobius pallipes* dans la littérature (Cf annexe 4). On note cependant une légère pollution diffuse, probablement liée aux épandages réalisés sur le bassin versant du cours d'eau.

III.4) Occupation du sol

Le tableau 8 récapitule l'ensemble des informations issues de l'enquête de bassin versant réalisée en 2007 sur le bassin du ruisseau de Laprau :

	Surface (Ha)	Recouvrement %
Zone construite	2,2	2,7
Forêt, bois	63,7	77,1
Prairie, pâture	14,8	17,9
Zone humide	1,9	2,3
TOTAL	82,6	100

Tableau 8 : Occupation du sol sur le bassin versant du ruisseau de laprau

Le bassin versant du ruisseau de Laprau présente un caractère forestier marqué. On note cependant la concentration des surfaces agricoles (essentiellement des pâtures) et domestiques en amont du cours d'eau, ce qui semble confirmer l'origine de la légère pollution diffuse mise en évidence. Cependant, le rôle tampon joué par le marais donnant naissance au ruisseau atténue les éventuels effets de cette pollution diffuse.

Seul bémol à ce constat satisfaisant, on note la présence d'un abreuvoir dans le lit mineur du ruisseau, installé en 2007 à la sortie du marais. Cet abreuvoir est situé au cœur du linéaire colonisé par *Austropotamobius pallipes*, et pourrait porter un préjudice important à la population, du fait de son impact accru par le petit gabarit du cours d'eau.

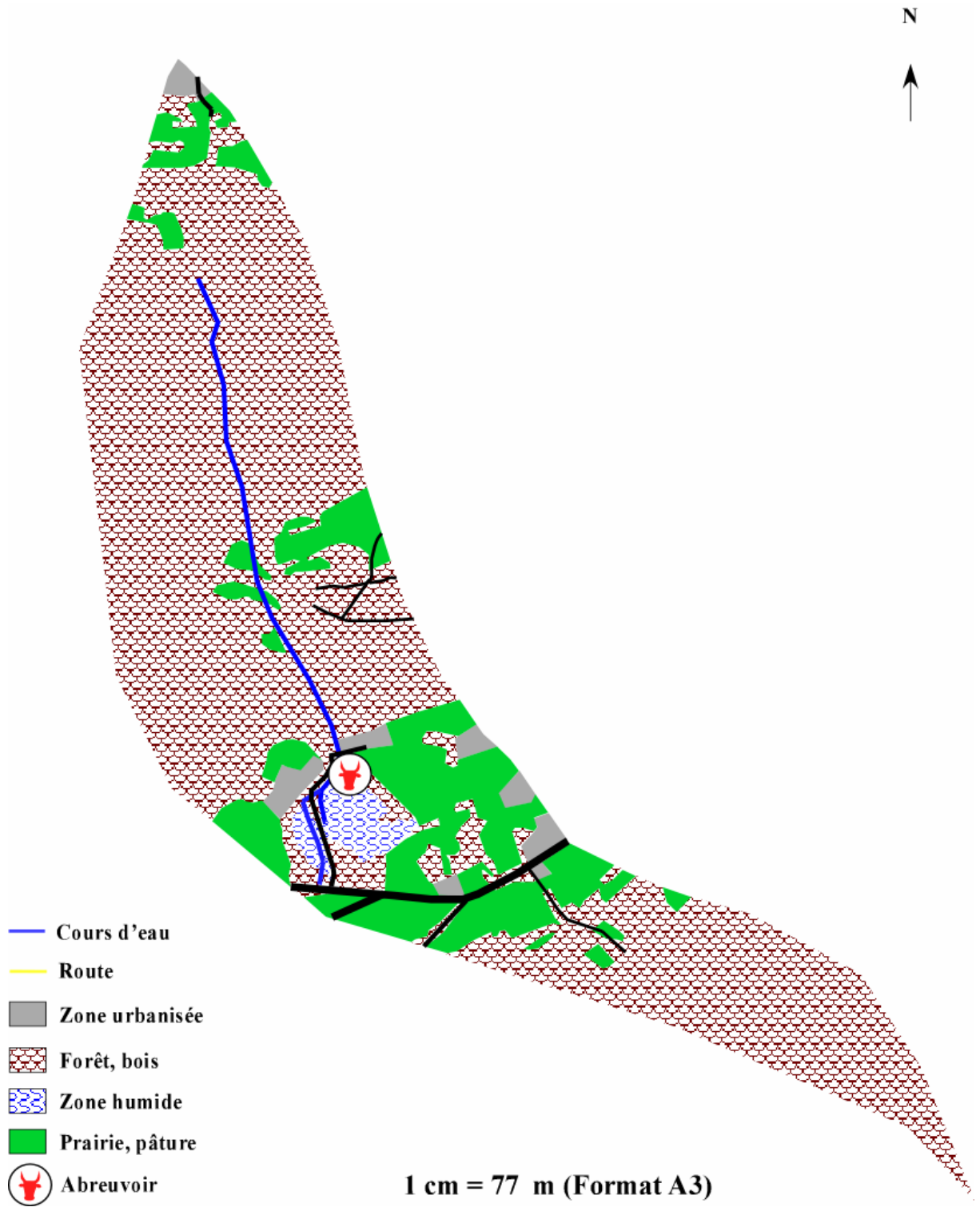


Figure 4 : Occupation du sol sur le Bassin versant du ruisseau de Laprau

IV. PROPOSITIONS DE GESTION

Le ruisseau de Laprau héberge une petite population d'écrevisses à pieds blancs, apparemment relictuelle, dont le linéaire colonisé sur le ruisseau semble être rapidement limité par la pente que prend ce dernier à une centaine de mètres après sa sortie du marais (instabilité des fonds). De fait, cette population se retrouve totalement isolée, et il convient de maintenir la qualité actuelle du ruisseau afin de la préserver, notamment en supprimant l'abreuvoir qui vient d'être installé en sortie de marais. Il conviendrait également d'améliorer l'assainissement sur le bassin, afin de prémunir ce milieu fragile de toute dégradation liée à la pollution diffuse domestique.

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

Le tableau 9 décrit les différentes actions menées, ainsi que leur date de réalisation. Les croix indiquent des actions menées à l'échelle du bassin versant.

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	

Tableau 9 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau de Drainan

II) ÉTUDE DES COMPARTIMENTS BIOTIQUES

II.1) Historique des connaissances astacicoles sur le ruisseau

La figure 7 retrace l'historique des observations d'écrevisses à pieds blancs sur le ruisseau de Drainan :

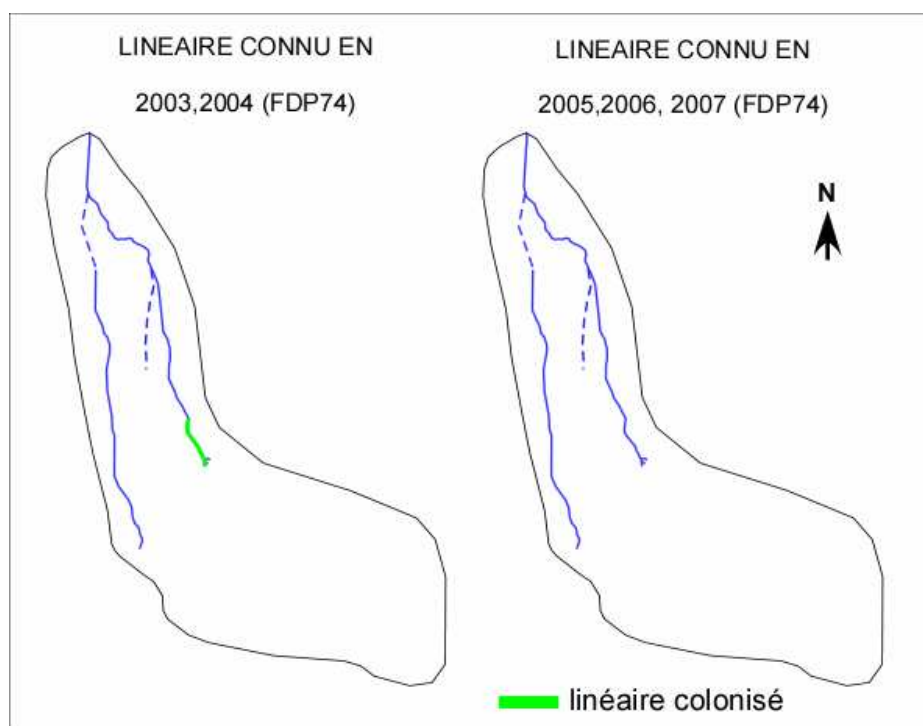


Figure 7 : Historique des connaissances sur la colonisation du ruisseau de Drainan par A. pallipes

La population d'écrevisses à pieds blancs du ruisseau de Drainan a été découverte en 2003, au cours d'une prospection exhaustive ayant permis de fixer les limites du linéaire colonisé (des sources à la rupture de pente) et d'estimer sa taille à 200 m. Le même constat a été fait en 2004. Cependant, aucune écrevisse n'a plus été contactée sur le ruisseau depuis 2005.

II.2) Etude du macrobenthos :

	Drainan 8 prélèvements 2003
IBGN	12
GI	7 <i>Leuctridae</i>
Variété	20
Robustesse	12
Var substrats	7
Var vitesses	3
Cb2	12
Iv	4,4
In	7,3
m	14,5 bon
Densité (ind/m2)	4365
% taxons repr. par moins de 3 individus	50%
% d'ind. appartenant à des taxons i>7	0,5% (2 taxons)
% d'ind. appartenant à des taxons saprobiontes	88%

Tableau 10 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau

Les indices médiocres calculés en 2003 sur le ruisseau de Drainan sanctionnaient un peuplement pauvre et instable, au sein duquel étaient absents les taxons les plus sensibles. Les composantes du Cb2 témoignaient d'une perturbation affectant aussi bien la qualité de l'eau (In moyen) que celle de l'habitat (Iv faible). Il semble que ce constat soit imputable aux rejets des hameaux de Chez Croset et de Laprau pour une part, et à la présence d'un abreuvoir de grande taille dans le lit mineur au niveau de la station étudiée (colmatage important des substrats).

III.ÉTUDE DES COMPARTIMENTS ABIOTIQUES - ÉLÉMENTS D'EXPLICATION

III.1) Caractérisation de l'habitat aquatique :

Descripteurs	Drainan
Variété des pôles	51
Pôle dominant	DAL11
Diversité	1,42
Régularité	0,84
Variété des substrats	9
Variété des profondeurs	3
Variété des vitesses	4
Attractivité générale	25
Attractivité APP	40
ISCA	4345
IAM	2711

Tableau 11 : Description de la valeur de l'habitat aquatique du ruisseau de Drainan

La mosaïque d'habitat du ruisseau de Drainan est caractérisée par une bonne variété de substrats (9), de vitesses (4) et de profondeurs (3). De fait, la bonne diversité de cet habitat et

l'attractivité des substrats qui le composent, tant vis à vis de la faune astacicole que vis à vis de la faune pisciaire, se voient sanctionnées par de bons indices, tout à fait conformes aux valeurs attendues sur un tel cours d'eau.

De même, la composition quantitative des écoulements (30 % des profondeurs < 6 cm, 49 % des vitesses > 10 cm/s) témoigne d'une hétérogénéité hydraulique tout à fait satisfaisante, compte tenu du faible gabarit du ruisseau et de la proximité de la station par rapport à la zone de source.

Un bémol est toutefois apporté à ce constat : la forte proportion combinée des substrats « Dalle » et « Fines », avoisinant les 45% de la surface totale de la station, tend à rendre cet habitat relativement peu hospitalier vis à vis du macrobenthos.

III.2) Métabolisme thermique et typologie :

	Température	Date
Température journalière maximale	15,3 °C	08/08/2004
Température journalière minimale	2,7 °C	25/12/2003
Moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds	14,2 °C	Du 22/07/04 au 20/08/04

Tableau 12 : Principales caractéristiques thermiques du ruisseau de Drainan

Le métabolisme thermique du ruisseau de Drainan sur le secteur colonisé par les écrevisses témoigne d'un milieu relativement tamponné, alimenté par une nappe de qualité. En effet, les maxima estivaux dépassent rarement 16 °C, tandis que les minima sont de l'ordre de 3°C, en dépit de l'altitude du site. de plus, on observe des écarts thermiques journaliers maximaux relativement faibles (2 à 3 °C), qui indiquent la présence d'importants apports phréatiques. Ce constat global doit probablement pour beaucoup à la proximité des zones de sources.

$\theta_{\max} = 14,2 \text{ °C}$	$T1 = 3,47$	$T_{th} = 1,9$
$d0 = 0,3 \text{ Km}$	$T2 = 0,46$	
$D = 136,6 \text{ mg/L}$		
$p = 8 \%$	$T3 = 0,99$	
$l = 1 \text{ m}$		
$S_m = 0,15 \text{ m}^2$		

Tableau 13 : Niveau typologique théorique

Le niveau typologique théorique calculé sur le site à écrevisses (B2) est situé dans la gamme des types actuellement colonisés par les écrevisses (B1 à B3).

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

Date	Cond ($\mu\text{s/cm}$)	NO3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	NH4 (mg/L)	PO4 (mg/L)	Ca++ (mg/L)	Mg++ (mg/L)	O2 mg/L	O2 sat. %	pH
08/09/2003	396	0,9	0,01	0,06	0,11	129	18,1	9	97%	8,4
23/02/2004		5,1	0,03	0,07	0,11	107	19,1			
03/03/2005		3,1	0,01	0,05	0,12					
30/10/2007	209	4,4	0,03	0,06	0,05					

Tableau 14 : résultats des analyses d'eau réalisées sur le ruisseau de Drainan

La qualité des eaux du ruisseau de Drainan semble tout à fait satisfaisante, notamment vis-à-vis des écrevisses à pieds blancs. On note juste une légère pollution des eaux, dont la stabilité saisonnière et interannuelle témoigne du caractère continu du flux, écartant l'hypothèse d'une origine agricole diffuse. Il semble donc que cette pollution soit imputable aux rejets domestiques des hameaux de Chez Croset et de Laprau, situés en amont de la station.

III.4) Qualité du compartiment sédimentaire du ruisseau de Drainan

Drainan - Décembre 2005								
METEAUX	Résultats	Unité	Pollution légère	Pollution nette	CU	PNECsed	Autre	Bilan
Arsenic	0	mg/Kg ps	0,7	7				
Cadmium	0,5	mg/Kg ps	0,7	4,2				présence
Chrome total	26	mg/Kg ps	5,2	52	< 100			pollution légère
Cuivre	11,1	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	15,8	mg/Kg ps	1,6	16	< 20	4		pollution légère
Plomb	13,4	mg/Kg ps	4,1	41		6,8		pollution légère
Zinc	59,3	mg/Kg ps	124	271	70 à 140			présence
HPA								
Benzo(a)anthracène	46	µg/Kg ps					LEL = 320	pollution légère
Benzo(a)pyrène	53	µg/Kg ps	5	50				pollution nette
Benzo(b)fluoranthène	38	µg/Kg ps	50	500				présence
Benzo(g,h,i)perylène	32	µg/Kg ps	50	500	< 500			présence
Benzo(k)fluoranthène	23	µg/Kg ps	50	500		1800		présence
Fluoranthène	91	µg/Kg ps	50	500	< 1000	2,3		pollution légère
Indeno(1,2,3,c,d)pyrène	32	µg/Kg ps	50	500				présence
Pyrène	114	µg/Kg ps	50	500	< 500	60		pollution légère
PHTALATES								
DEHP	11678	µg/Kg ps				100000	NOEC = 780000	pollution légère
HYDROCARBURES LEGERS								
Toluène	11110	µg/Kg ps				488,3		pollution nette
HYDROCARBURES LOURDS								
Equivalent huiles minérales	106	mg/Kg ps						
Indice hydrocarbures	140	mg/Kg ps						

Tableau 15 : résultats des analyses de sédiments réalisées sur le ruisseau de Drainan

Le compartiment sédimentaire du ruisseau de Drainan semble, au vu 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, ne semblent impliquer que les seuls impacts des retombées atmosphériques et du lessivage des chaussées (RD24 notamment).

IV. PROPOSITIONS DE GESTION

La population du ruisseau de Drainan semble s'être éteinte en 2005, du fait d'une situation précaire liée à son confinement en tête de bassin. L'origine exacte de cette disparition supposée n'a pas pu être indentifiée. Il conviendra tout de même de prospecter le cours d'eau en 2008 afin de statuer définitivement sur cette disparition.

Partie 5 : Bilan de la situation sur le bassin du Lac Léman

Le tableau 16 synthétise pour l'ensemble des populations d'écrevisses à pieds blancs présentes sur le bassin Versant du Lac Léman : 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 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
Laprau	Laprau	100 m	1/5	fragile	abreuvoir dans le lit mineur	aménagement ou suppression de l'abreuvoir	Suivi de la population
Drainan	Drainan	0 m		éteinte		Vérification de la disparition	

Tableau 16: Synthèse des connaissances sur les populations d'écrevisses et les perturbations les affectant sur le bassin versant du Lac Léman – 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.

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 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 de Laprau
- Tableau 6 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau de Laprau
- Tableau 7 : résultats des analyses d'eau réalisées sur le ruisseau de Laprau
- Tableau 8 : Occupation du sol sur le bassin versant du ruisseau de laprau
- Tableau 9 : Bilan des investigations menées sur le ruisseau de Drainan
- Tableau 10 : Caractéristiques du peuplement macrobenthique du ruisseau
- Tableau 11 : Description de la valeur de l'habitat aquatique du ruisseau de Drainan
- Tableau 12 : Principales caractéristiques thermiques du ruisseau de Drainan
- Tableau 13 : Niveau typologique théorique
- Tableau 14 : résultats des analyses d'eau réalisées sur le ruisseau de Drainan
- Tableau 15 : résultats des analyses de sédiments réalisées sur le ruisseau de
- Tableau 16: Synthèse des connaissances sur les populations d'écrevisses et les perturbations les affectant sur le bassin versant du Lac Léman – Propositions de gestion.

LISTE DES FIGURES

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

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

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

Figure 1 : Profil en long du ruisseau de Laprau

Figure 2 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25 3528 ET)

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

Figure 4 : Occupation du sol

Figure 5 : Profil en long du ruisseau de Drainan

Figure 6 : Positionnement des stations d'étude (IGN TOP25 3528 ET)

Figure 7 : Historique des connaissances sur la colonisation du ruisseau de Drainan par A. pallipes