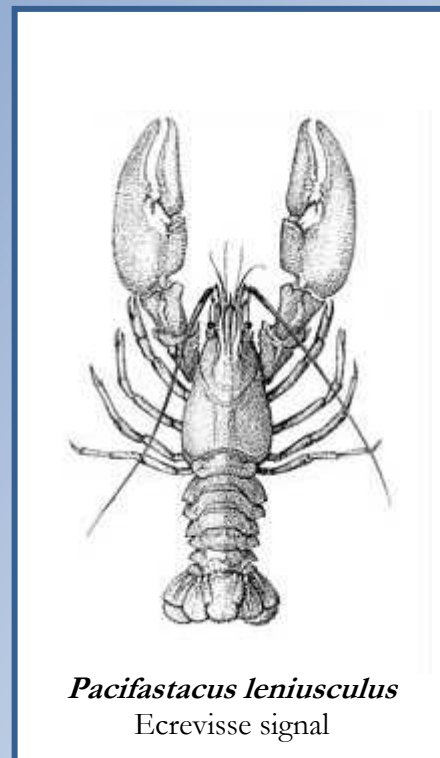
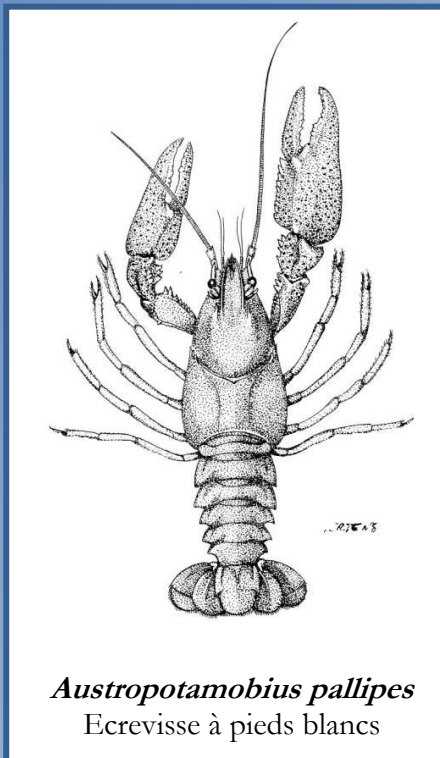


Détermination des relations entre la qualité des cours d'eau et la répartition
d'*Austropotamobius pallipes* et de *Pacifastacus leniusculus* sur le
bassin versant du Gijou (Tarn – 81)

Cartographie, diagnostic, propositions de gestion des espèces



REBIERE Delphine

Stage effectué du 1^{er} mars au 31 août 2010 à la
Fédération du Tarn pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique
3 et 5 rue des jardins Neufs – 81100 Castres
Sous la direction scientifique de
Mme Bénédicte PROUFF

Résumé

De nombreux pêcheurs ont signalé la présence de *Pacifastacus leniusculus* (espèce invasive) sur le bassin versant du Gijou. Ce constat a amené la Fédération du Tarn pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique à lancer une étude. En effet, la présence d'*Austropotamobius pallipes* (écrevisse autochtone) étant avérée, l'espèce invasive peut présenter un danger pour la survie des populations autochtones. Cette étude consiste à montrer les liens possibles entre la qualité des cours d'eau et la répartition de ces deux espèces, cela dans le but d'agir sur la qualité du milieu pour améliorer la situation d'*A.pallipes*.

Pour cela, la délimitation des aires de répartition des deux espèces, par prospection de jour avec des balances ou de nuit, est la première étape. Puis, des stations de mesures sont mises en place pour qualifier la qualité de l'eau et de l'habitat. De plus, les populations de *P.leniusculus* sont étudiées par capture marquage recapture selon la méthode de Petersen afin de les caractériser (taille des individus, densité, sex ratio, taux de mutilation).

Il s'avère que les populations autochtones sont cantonnées sur les têtes de bassins alors que l'espèce invasive colonise près de 50 % du linéaire total du bassin versant. Suite à des analyses statistiques, il est prouvé que certaines variables liées à la qualité de l'eau permettent de différencier les sites entre eux, ce qui n'est pas le cas de la qualité de l'habitat. Il a également été montré que les populations de *P.leniusculus* sont caractérisées par des femelles plus petites que les mâles, et qu'il existe des différences de densités de populations entre les cours d'eau. Certains affluents sont encore peu colonisés en termes de densité et de linéaire, contrairement au cours d'eau principal, le Gijou. Il est à noter que les taux de mutilations sont inférieurs à 26 %.

Il est, par conséquent, essentiel de surveiller l'évolution des populations de *P.leniusculus* notamment sur les cours d'eau à écrevisse autochtone tous les ans, afin de limiter leur expansion si besoin (par exemple par piégeage avec des nasses). Aucune mesure de restauration ne sera réalisée puisque la qualité de l'habitat n'est pas directement mise en cause dans la régression d'*A.pallipes* sur ce bassin versant. Le suivi des écrevisses autochtones s'effectuera tous les deux ans par un contrôle du linéaire colonisé, ainsi qu'un comptage semi-quantitatif. De nouvelles variables seront ajoutées à celles déjà testées pour expliquer plus précisément le lien entre la qualité des cours d'eau et la répartition des espèces.

Mots clés : *Austropotamobius pallipes*, écrevisse à pieds blancs, *Pacifastacus leniusculus*, écrevisse signal, aire de répartition, qualité physico-chimique, qualité hydromorphologique, Gijou, Petersen

Abstract

Many anglers have reported the presence of *Pacifastacus leniusculus* (invasive species) on Gijou's watershed. This observation has brought the Federation du Tarn pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique to lead one study. Indeed, the presence of *Austropotamobius pallipes* (native crayfish) being proved, the invasive species may pose a danger for the survival of indigenous population. This study is to show the possible links between the quality of rivers and the distribution of these two species, this in order to act on environmental quality to improve situation of *A. pallipes*.

For this, the definition of areas of distribution of both species, by day's prospecting with scales or night, is the first step. Then measurement stations are set up to characterize the water and hydromorphological quality. In addition, *P. leniusculus*' populations are studied by Capture/Marking/Recapture according to Petersen's method to characterize them (size of individuals, density, sex ratio, rate of mutilation).

It appears that native population is concentrated on headwaters while the invasive species colonizes about 50% of the total length of watershed. Following statistical analysis, it was proved that some water quality variables are able to differentiate sites between them, which are not the case of habitat quality. It has also been shown that *P. leniusculus* populations are characterized by smaller females than males, and there are differences population densities between streams. Some watercourses are little still colonized in terms of density and linear, unlike in water main, the Gijou. It should be noted that rates of mutilation are below 26%.

It is therefore essential to monitor the evolution of *P. leniusculus* populations, including on White clawed crayfish watercourses the years, to limit their expansion if needed (for example by catching with traps). No measure of restoration will be achieved since habitat quality is not directly involved in the regression of *A. pallipes* on this watershed. The monitoring of indigenous crayfish takes place every two years by controlling the linear colonized, and a semi-quantitative counting. New variables will be added to those already tested to explain more precisely the relationship between quality streams and the distribution of species.

Keywords: *Austropotamobius pallipes*, white clawed crayfish, *Pacifastacus leniusculus*, signal crayfish, range, physico-chemical quality, hydromorphological quality, Gijou, Petersen

Remerciements

Je remercie **M. Didier Rey** de m'avoir autorisé à réaliser cette étude.

Je remercie particulièrement **Bénédicte Prouff** pour ses conseils, son aide, ainsi que pour m'avoir permis de réaliser ce stage et de participer à d'autres activités de la Fédération.

Je tiens également à remercier **José Teixeira** pour son aide et les moments partagés lors de la campagne de terrain.

Je tiens à remercier l'ensemble de l'équipe de la Fédération et les associations de pêche pour leur accueil et leur bonne humeur, et en particulier **Nathalie Toscanes** et **Baya Silem**. Tous m'ont tous aidé à la bonne réalisation du stage.

Je remercie le Service Départemental de l'ONEMA d'avoir participé aux prospections de nuit qui, souvent, tenaient plus à un parcours du combattant.

Je tiens à remercier enfin les personnes qui m'ont laissée passer dans leurs jardins ou leurs prés.

Sommaire

Introduction.....	6
1. Matériels et méthodes	8
1.1. Présentation du site d'étude : le bassin versant du Gijou.....	8
1.2. Matériel biologique : <i>Austropotamobius pallipes</i> et <i>Pacifastacus leniusculus</i>	9
1.3. Occupation des sols et perturbations	10
1.4. Estimation du linéaire colonisé à l'échelle du bassin versant	10
1.5. Caractérisation de la qualité des cours d'eau.....	11
1.6. Caractérisation des populations d'écrevisses à l'échelle de la station	13
1.7. Traitements des données.....	13
2. Résultats	14
2.1. Occupation du sol.....	14
2.2. Estimation du linéaire colonisé à l'échelle du bassin versant	14
2.3. Caractérisation du lien entre la présence/absence d'écrevisses et la qualité des cours d'eau.....	15
2.4. Caractérisation des populations de <i>Pacifastacus leniusculus</i>	20
2.5. Caractérisation des populations d' <i>Austropotamobius pallipes</i>	23
3. Discussion.....	24
Conclusion	28
Bibliographie.....	29
Annexes.....	33

Introduction

En Europe, l'aire de répartition des écrevisses autochtones (*Astacus astacus* et *Austropotamobius pallipes*) est en régression et fragmentée depuis 1950. A l'inverse, les populations allochtones (*Orconectes limosus*, *Pascifastacus leniusculus* et *Procambarus clarkii*) sont considérées comme invasives (article R 232.3 du code rural) (Changeux, 2003 ; Holdich, 1995), c'est-à-dire que suite à leur introduction, elles sont en constante augmentation en termes de densité et d'aire de répartition. Cela induit des changements significatifs de composition, de structure et/ou de fonctionnement des biocénoses. L'introduction des écrevisses d'origine américaine s'est effectuée au cours des années 1970 par le biais d'importation d'animaux vivants dans un but commercial.

De nombreuses études suspectent deux causes principales au déclin des espèces autochtones : d'une part la dégradation de la qualité des eaux et des habitats et, d'autre part, la compétition avec les espèces introduites et la transmission de maladies dont elles sont porteuses saines (Diéguez-Uribeondo et al., 1995 ; Holdich, 2002 ; Holdich et Lowery, 1988 ; Huang et al., 1994 ; Oidtmann et al., 1999). Ainsi, en France les populations *A.pallipes* se trouvent isolées, majoritairement en tête de bassin là où les activités anthropiques sont moins présentes (Reyjol et Roqueplo, 2002 ; Roqueplo et Daguerre de Hureaux, 1983). Auparavant, cette espèce était trouvée de la zone à truite à celle du barbeau. Selon la classification de Huet en 1979, sa gamme typologique avait une plus grande amplitude (Verneaux, 1973). Ce retrait vers les zones apicales s'explique par la perturbation de l'occupation des sols des zones aval par les diverses activités anthropiques (Parkyn et Collier, 2004 ; Souty-Grosset et al., 2006) telles que l'agriculture, la sylviculture ou l'urbanisation. Cela peut se traduire par une diminution des caches possibles. Or la qualité des berges est importante pour l'implantation et la survie d'*A.pallipes* (Foster, 1995 ; Smith et al., 1996). De plus, la dégradation de la qualité de l'eau est néfaste aux populations d'*A.pallipes*, notamment les pesticides et les engrais (Souty-Grosset et al., 2006). En effet, cela génère une baisse de la teneur en oxygène dissous et une accumulation de matières azotées, phosphorées et organochlorées. Il existe des différences significatives de mortalité sur les populations exposées à des fortes concentrations en ammonium et faible en oxygène dissous (Foster et Turner, 1993).

La seconde cause de déclin des écrevisses autochtones sont les espèces invasives et les maladies transmises par celles-ci. En effet, les espèces autochtones peuvent voir leurs niches écologiques colonisées par les espèces introduites qui présentent un comportement agressif et territorial. La compétition entre les écrevisses est très forte (Holdich et Rogers, 1997) et les invasives sont moins exigeantes sur la qualité du milieu (Bensettiti et Gaudillat, 2004 ; Broquet et al., 2002 ; Souty-Grosset et al., 2006). En effet, elles possèdent une plus grande résistance face au réchauffement des eaux ou à leur eutrophisation. De plus, ces espèces adoptent une stratégie de vie de type r (Changeux, 2003), soit une maturité sexuelle précoce et un développement rapide. Ces écrevisses exotiques transmettent, entre autres, la peste de l'écrevisse (ou aphanomycose), causée par *Aphanomyces astaci*, un champignon, auquel elles présentent une certaine résistance. Elles sont dites « porteuses saines », et disséminent ainsi les spores (Cerenius et al., 1988). A l'inverse, les populations natives d'Europe y sont très vulnérables. En effet, le champignon traverse la carapace et contamine l'ensemble du corps (Hall et Söderhäll, 1983 ; Söderhäll et Unestam, 1975 ; Svensson, 1978), et les écrevisses meurent en quelques semaines. La peste peut être également transmise par des poissons issus de secteurs contaminés (Oidtmann et al., 2002), les oiseaux aquatiques ou le matériel de pêche (Changeux, 2003).

De fait, l'écrevisse à pieds blancs est dite vulnérable selon la cotation de l'IUCN (*International Union for Conservation of Nature*). Elle est inscrite à l'annexe III de la convention de Berne de 1979. De plus, elle est citée dans les annexes II et V de la Directive Habitats de 1992. Les biotopes des écrevisses à pieds blancs sont protégés par un arrêté ministériel du 21 juillet 1983 (revu le 18 janvier 2000) relatif à la protection de la nature. Ce dernier énumère également les mesures réglementaires permettant de limiter la propagation des écrevisses invasives (il est interdit, par exemple, d'introduire des individus de ces espèces dans un milieu aquatique).

De plus, depuis 2002, un réseau scientifique s'est mis en place pour l'étude et la sauvegarde des écrevisses d'Europe : CRAYNET (European crayfish as keystone species-linking science, management and economics with sustainable environmental quality). Ce réseau rassemble dix pays (Espagne, Irlande,

Royaume Uni, Italie, Autriche, Allemagne, Pologne, Suède, Norvège, Finlande), et est coordonné par la France. Il regroupe des scientifiques, des gestionnaires d'écosystèmes et/ou d'espèces et des professionnels de l'astaciculture. L'aboutissement de ce programme a été la publication d'un atlas qui synthétise les connaissances des espèces en termes d'écologie, de législation, de restauration de l'habitat, de repeuplement... (Souty-Grosset et *al.*, 2006).

Le département du Tarn n'est pas épargné par la diminution de ses populations d'écrevisses autochtones. Ces dernières sont observables, entre autres, au sein du bassin versant du Gijou, classé en première catégorie piscicole. Dans cette même zone est observée l'espèce invasive *P. leniusculus* (écrevisse signal). Cependant, aucune étude n'a établi une cause précise à la régression des écrevisses à pieds blancs, ni l'étendue de la colonisation des écrevisses signal sur ce bassin versant. Pour ces raisons la Fédération du Tarn pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (FTPPMA) conduit cette étude. Elle a pour objectif un premier diagnostic à l'échelle du bassin du Gijou, pour confronter les données biotiques et abiotiques dans le but de déterminer les relations entre la qualité de l'habitat, de l'eau et la répartition des populations, ainsi que les zones de confrontation possibles entre les deux espèces. Suite à ce travail, un suivi régulier des populations sera mis en place, de même que des orientations de gestion des espèces et de restauration du milieu seront proposées à la Fédération de pêche.

Ce rapport présente le site d'étude, de même que certaines caractéristiques écologiques des deux espèces suivies. La méthodologie utilisée pour répondre aux exigences de l'étude a été détaillée. Les résultats obtenus sont exposés après divers traitements cartographiques et statistiques. Ce travail sera suivi par une réflexion sur les liens possibles entre la qualité des cours d'eau et la répartition géographique des deux espèces. Puis, la dynamique des populations des écrevisses signal sera étudiée. Enfin, des propositions de gestion seront présentées pour améliorer l'état d'*A. pallipes* dans le bassin versant du Gijou.

1. Matériels et méthodes

1.1. Présentation du site d'étude : le bassin versant du Gijou

Le Gijou est un cours d'eau situé dans le sud du département du Tarn, qui prend sa source à Lacaune (figure 1). La superficie du bassin versant est de 210 km², et la longueur totale du cours d'eau principal est de 48 km. La largeur de ce dernier n'excède pas les 15 m. Le linéaire total des affluents du Gijou représente 60 km. Ce bassin versant se situe en zone de basse montagne (entre 300 et 900 m) (F'ITPPMA et *al.*, 2004). L'ensemble du linéaire est classé en première catégorie piscicole, c'est-à-dire dans une zone salmonicole.

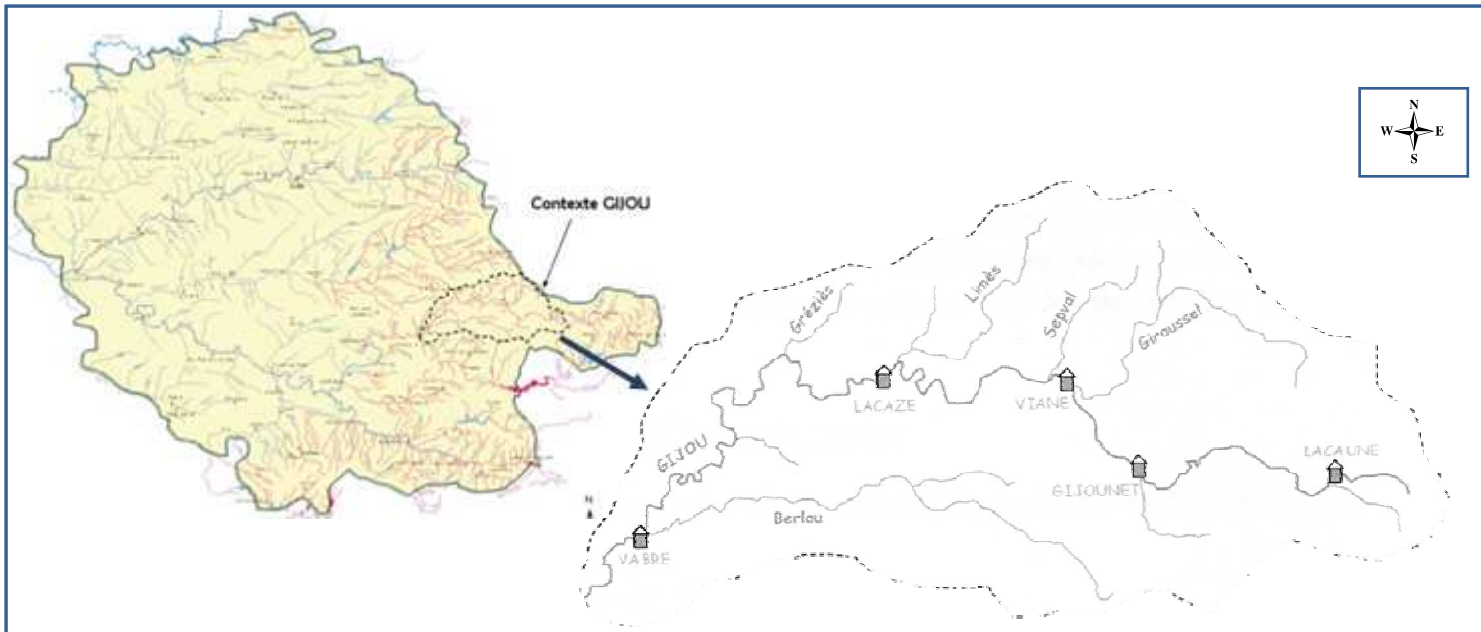


Figure 1. Présentation du site d'étude : le bassin versant du Gijou au sein du département du Tarn (81)

L'étude n'est pas réalisée sur la totalité du bassin versant (tableau I), les cours d'eau en assec une partie de l'année ont été exclus de la prospection. Les longueurs ont été obtenues sur le site Internet de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne ou à l'aide du logiciel *Carto Explorer 3*.

Le climat observé est de type océanique avec des influences méditerranéennes, dont les précipitations varient de 60 mm (juillet) à 157 mm (décembre) et les températures de 1.9 °C (janvier) à 17.1 °C (juillet) (De Faveri, 2004). Le Gijou présente un régime pluvial océanique avec deux saisons : une période de hautes eaux en hiver/printemps et une période d'étiage de juillet à octobre.

Cours d'eau	Code	Longueur (km)	Largeur moyenne (m)
Cabassade	C	2.4	1.00
Vergnas	V	1.04	0.80
Fonbonne	F	2.43	1.3
Berlou	B	21	2
Blateyrou	Bl	2.44	1.10
Gijou	G	48	8.19
Giroussel	Gi	13	3.5
Grèziès	Gr	4	1.4
Limes	L	10	2.20
Razigade	R	3.45	1.40
Sepval	S	6	1.30
Total du linéaire du bassin versant étudié (km)		113.76	

Tableau I. Code attribué aux cours d'eau du bassin versant du Gijou et leur longueur (km) et largeur (m) respectives

1.2. Matériel biologique : *Austropotamobius pallipes* et *Pacifastacus leniusculus*

Généralités sur la biologie des écrevisses

Les différentes espèces présentes en France appartiennent à deux familles : les *Astacidae* et les *Cambaridae* (annexe 1). Les écrevisses sont des animaux qui présentent un corps composé de deux parties (figure 2) : le céphalothorax (tête ou céphalon et thorax ou péréion) et l'abdomen (pléon). Les individus possèdent 5 paires de pattes dont la première terminée par de puissantes pinces. Le corps est enfermé dans une cuticule tégumentaire chitineuse sécrétée par l'épiderme. Il existe divers critères permettant de différencier chaque espèce (annexe 1).

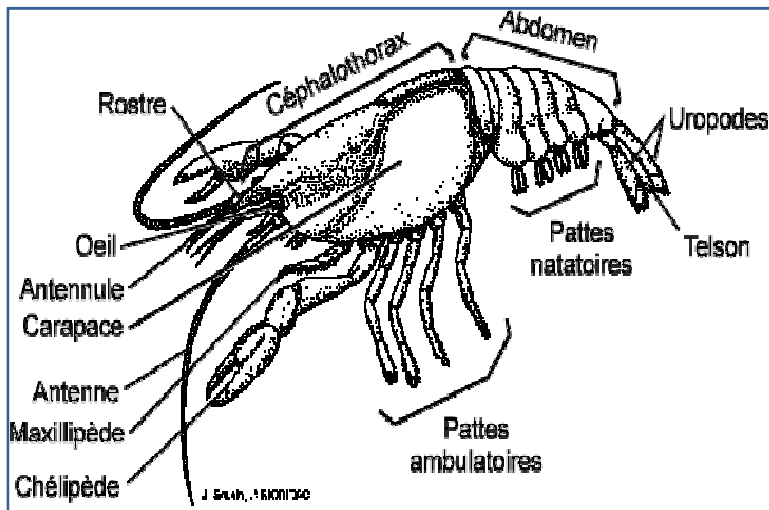


Figure 2. Anatomie externe d'une écrevisse (Jon P. Houseman)

Le cycle d'activité journalier se divise en deux phases : période active la nuit (recherche alimentaire) et de repos la journée (Bensettiti et Gaudillat, 2004 ; Holdich, 1995 ; Souty-Grosset et *al.*, 2006). De plus, il existe un cycle annuel ; les écrevisses sont principalement plus actives en période estivale, puisque leur activité est corrélée à l'augmentation de la température de l'eau. L'hiver, elles creusent des terriers dans les berges pour se protéger des conditions extérieures défavorables.

Les écrevisses sont omnivores du fait de la structure de leurs pièces buccales (Holdich, 1995-2002 ; Souty-Grosset et *al.*, 2006 ; Thomas, 1978). Les juvéniles consomment principalement des macroinvertébrés benthiques, des larves, des alevins alors que les adultes prélèvent majoritairement des macrophytes aquatiques, mais également une faible proportion de macroinvertébrés (Lodge, 1991 ; Lodge et Hill, 1994 ; Momot, 1995 ; Reynolds, 1979).

Les écrevisses sont obligées de muer à cause de leur exosquelette, afin d'accroître leur taille et leur poids (Aiken et Waddy, 1992 ; Jussila et Evans, 1996). Lors de la mue, les individus utilisent leur environnement et leur nourriture pour reconstituer une nouvelle cuticule (Reynolds, 2002). Les mues sont nombreuses pendant leurs premiers mois de vie, puis diminuent à l'approche de la maturité sexuelle, où apparaît un dimorphisme (les mâles ont des pinces de taille plus importante et les femelles ont un abdomen plus large) (Rhodes et Holdich, 1979). L'écrevisse signal peut atteindre une taille de 15 cm pour un poids de 150 g (Vigneux et *al.*, 1993), tandis que l'écrevisse à pieds blancs ne peut dépasser 12 cm pour un poids de 90 g. Leur longévité est estimée à 12 ans.

La maturité sexuelle est atteinte vers 3 ans pour *A. pallipes* contre 2 ans pour *P. leniusculus* (Vigneux et *al.*, 1993 ; Souty-Grosset et *al.*, 2006). L'accouplement a lieu dès que la température de l'eau descend en dessous de 10 °C (Bensettiti et Gaudillat, 2004 ; Matthews, 1992 ; Woodlock et Reynolds, 1988) (de octobre à novembre). Mais, cela peut évoluer selon la position géographique et l'espèce. La femelle pond environ trois semaines après l'accouplement, entre 20 et 30 œufs dont la période d'incubation varie entre 6 et 9 mois pour l'espèce autochtone (Holdich, 1995 ; Souty-Grosset et *al.*, 2006). L'espèce introduite peut produire 200 à 250 œufs pour une durée d'incubation de 5 à 6 mois (Vigneux et *al.*, 1993). A l'éclosion,

entre avril et juillet, les jeunes restent collés à l'abdomen de la mère jusqu'à leur première mue pour l'écrevisse signal et à leur seconde pour l'écrevisse à pieds blancs.

Caractères écologiques

A. pallipes vit dans des cours d'eau de faible profondeur (5 à 50 cm) (Troschel, 1997) et de 0.50 à 2 m de largeur (Arrignon et Roche, 1983 ; Smith *et al.*, 1996). Cette espèce se rencontre généralement en tête de bassins hydrographiques ou dans des cours d'eau ombragés (Smith *et al.*, 1996) du fait de leur nombre de caches important. En effet, la présence d'abris est essentielle pour la survie de cette espèce (Broquet *et al.*, 2002), de même que pour *P. leniusculus*. Ces refuges sont variés : gros rochers, cailloux, troncs d'arbres, feuilles et débris végétaux immergés, racines, trous dans les berges (Holdich, 2002 - 2003 ; Peay, 2000 ; Rallo et García-Arberas, 2000 ; Smith *et al.*, 1996). Ainsi, la disponibilité des caches et la structure des berges sont primordiales pour le développement des populations. Les juvéniles utilisent principalement les berges et la végétation aquatique (Demers *et al.*, 2003), alors que les adultes colonisent davantage les racines, cavités, blocs, galets, végétation aquatique et souches la journée et les graviers, galets et blocs la nuit (Reyjol et Roqueplo, 2002). De plus, les individus ont la capacité de coloniser des habitats non préférentiels s'il existe une perte ou une réduction des habitats (Reyjol et Roqueplo, 2002).

L'écrevisse à pieds blancs est très exigeante concernant la qualité de l'eau dans laquelle elle vit (Bensettiti et Gaudillat, 2004 ; Roqueplo et Daguette de Hurreaux, 1983 ; Souty-Grosset *et al.*, 2006), bien qu'elle puisse résister à certaines contraintes physico-chimiques (Foster et Turner, 1993 ; Laurent, 1985 ; Troschel, 1997). Les descripteurs principaux, suivis pour évaluer la qualité d'une eau apte à accueillir des populations, sont la température, le pH (des valeurs trop extrêmes entraînent une perturbation de la reproduction), l'oxygène dissous, le calcium (indispensable à la composition de la cuticule), les matières azotées et phosphorées. Il ressort qu'*A. pallipes* a besoin d'un milieu riche en oxygène dissous, d'une température comprise entre 1 °C et 18 °C (Holdich, 2002), et d'une teneur importante en calcium (annexe 2). Les variables relatives à la matière organique présente dans l'eau sont moins étudiées, bien que très importantes. En effet, les branchies peuvent être colmatées par des matières sédimentaires en suspension dans l'eau (Peay, 2000). Une étude a démontré que la teneur en matière organique est un facteur discriminant à la présence d'*A. pallipes* (Trouilhé, 2006). Néanmoins, il est à noter que des études ont révélé l'existence de populations ne réunissant pas toutes ces conditions (Lyons et Kelly Quinn, 2003 ; Troschel, 1997). Il est par conséquent difficile d'établir des relations entre les valeurs de qualité de l'eau et la présence d'écrevisses. Ces caractéristiques concernent plus l'espèce autochtone. En effet, l'écrevisse signal peut s'adapter aux étangs et aux plans d'eau dont la température peut dépasser les 20 °C, cependant, elle a besoin d'un taux d'oxygène important.

En ce qui concerne la qualité biologique, *A. pallipes* est retrouvée dans des eaux de qualité moyenne à très bonne. Ceci a été vérifié dans les Pays de la Loire (Broquet *et al.*, 2002) et également en Poitou Charente (Grandjean *et al.*, 2001 - 2003). La présence de l'écrevisse autochtone serait corrélée à celle des groupes de macro invertébrés les plus polluosensibles (Trouilhé, 2006).

1.3. Occupation des sols et perturbations

Avant toute prospection sur le terrain, l'occupation du sol et les perturbations subies par le bassin versant doivent être connues. Ce travail d'inventaire et de cartographie a déjà été réalisé par l'association « Vallée du Gijou » sur le cours d'eau du même nom lors de l'élaboration du schéma de restauration environnementale et piscicole du Gijou (De Faveri, 2004) (annexe 3).

1.4. Estimation du linéaire colonisé à l'échelle du bassin versant

Afin de déterminer la présence/absence de populations d'écrevisses, il est nécessaire de parcourir le linéaire des rivières. Pour cette raison, les cours d'eau principaux du bassin versant ont été découpés en mailles de 2 km de longueur, les petits affluents (< 4 km) sont entièrement prospectés. Un échantillonnage systématique est mis en place à raison d'1 maille sur 3 (figure 3, annexe 4). En effet, la prospection exhaustive du linéaire étudié, bien qu'idéale, est impossible, compte tenu du temps imparti.

Tout le matériel, en contact avec l'eau, doit être désinfecté à l'aide d'une solution de désogérme à chaque changement de mailles.

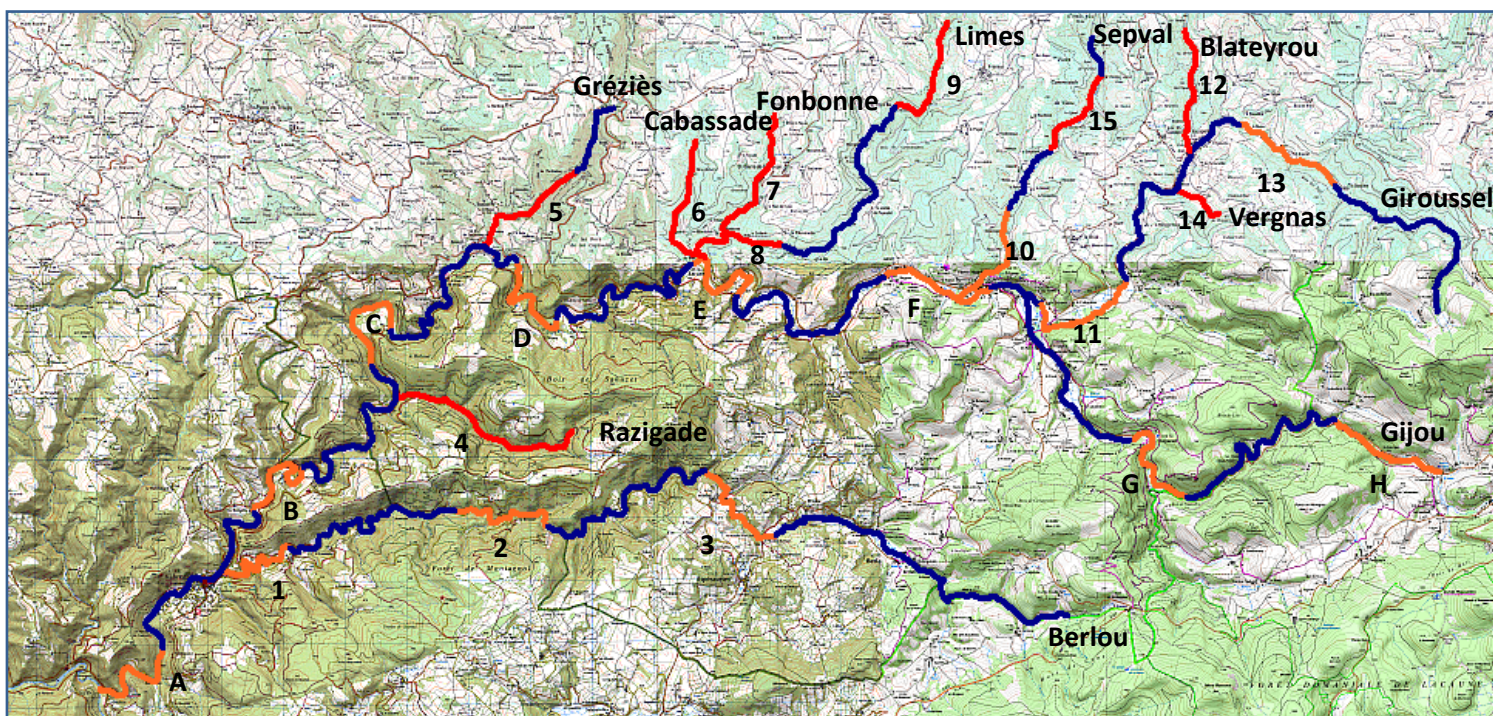


Figure 3. Carte des mailles à prospecter au sein du bassin versant du Gijou avec en rouge celles à réaliser de nuit et en orange de jour

La prospection consiste à parcourir les secteurs à l'aide de balances (figure 4). Celles-ci sont déposées régulièrement le long du linéaire, relevées toutes les 20 min. Elles sont mises dans des zones où le courant est modéré à faible, à proximité de caches (racines, blocs...). La maille de 2 km sera parcourue progressivement à l'aide d'un total de 6 balances, appâtées avec des sardines durant la journée. Une fiche de terrain est remplie simultanément (annexe 5).

La prospection des affluents de faible largeur et profondeur se fait par observation de nuit à l'aide d'une lampe. Ce travail est réalisé en binôme avec un agent de l'ONEMA (Office National de l'Eau et des Milieux aquatiques). Une fiche de terrain est également complétée (annexe 5)



Figure 4. Photo d'une balance à écrevisses (source personnelle)

1.5. Caractérisation de la qualité des cours d'eau

La qualité physico-chimique et physique du bassin versant est évaluée au sein du linéaire colonisé par chaque espèce, mais également en aval et en amont (aucune station n'est placée sur les cours d'eau n'abritant pas de populations).

Qualité physico-chimique de la station

L'état physico-chimique des stations est mesuré au centre du cours d'eau à quelques centimètres sous la surface de l'eau à l'aide d'une sonde multi 340i (pH : précision = +/- 0.01 ; Oxygène dissous : précision = +/- 0.5% ; conductivité : précision = +/- 0.5%). Les variables étudiées sont la température (°C), le pH, l'oxygène dissous (% de saturation) et la conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$). De plus, 500 mL d'eau sont prélevés (dans un contenant propre et préalablement étiqueté), puis amenés au Laboratoire Départemental d'Analyses du Tarn, pour déterminer les concentrations en calcium (mg/L), magnésium (mg/L), la dureté totale (°F), les teneurs de nitrates (mg/L), de nitrites (mg/L), et la turbidité (NTU). Ces variables représentent, en effet, des facteurs indispensables à la vie des écrevisses.

Dans l'objectif de caractériser l'habitat physique, deux méthodes indicielles sont utilisées, à savoir le RHS (River Habitat Survey) et un indice élaboré par la CATER (Cellule d'Assistance Technique à l'Entretien des Rivières du Conseil Général du Tarn). Ils sont mis en place sur une station de 100 m de longueur

La première méthode a été développée au Royaume Uni par l'Environment Agency (Raven et al., 1997), puis revue en 2003. Elle est applicable sur un tronçon de 500 m de long au sein duquel 10 transects (spot-checks) sont répartis de manière équidistante (figure 5). Ils permettent une évaluation du type de cours d'eau, des paramètres physiques, de la structure de la végétation et des types de couverture végétale et d'utilisation des sols. Cependant, dans le cas de cette étude, la longueur du tronçon est ramenée à la longueur de la station, soit 100 m, l'indice sera noté RHS₁₀₀. Les paramètres physiques sont évalués sur un transect de 1 m de largeur à travers le lit, alors que la structure de la végétation, l'utilisation des sols (section F) et les types de végétation du chenal (section G) sont évalués sur des transects de 10 m de largeur au travers de la rivière. De plus, un « sweep up » est réalisé, il s'agit d'un inventaire des paramètres sur l'ensemble du linéaire de la station et permet de renseigner des informations non prises en compte par les spot-checks. La description du lit mineur est relevée sur une seule section le long de la station. Toutes les informations sont à renseigner à l'aide d'abréviations dans une notice de 4 pages, divisée en sections (annexe 6). Ces informations sont saisies sous format informatique à l'aide du logiciel *Rapid 2.3*. Ainsi deux scores sont obtenus : HMS (Habitat Modification Survey) et le HQA (Habitat Quality Assesment). Ce dernier score est ramené à un score optimum d'un site de référence. Ce dernier est de 76, selon un site similaire, évalué dans les Cévennes (Raven et al., 2007). En effet, aucun site de référence n'existe dans le département du Tarn. La qualité générale d'un cours d'eau est obtenue par la combinaison des deux scores (tableau II).

La méthode élaborée par le Conseil Général du Tarn est basée sur des indicateurs descriptifs et quantitatifs regroupés sous trois thématiques : état des habitats, état des berges, état du lit et des écoulements. Les indices de chaque thématique peuvent varier de 0 à 4. Ces derniers sont cumulés afin d'obtenir une classe de qualité, variant de 1 à 4, pour une thématique donnée (annexe 7). Les trois scores sont eux aussi additionnés pour obtenir un indice intégrateur final (tableau III) qui définit 4 classes de qualité : du très mauvais état au très bon état. L'Agence de l'Eau Adour-Garonne développe actuellement une interface informatique sous Access afin d'obtenir directement la classe de qualité lors de la saisie des données.

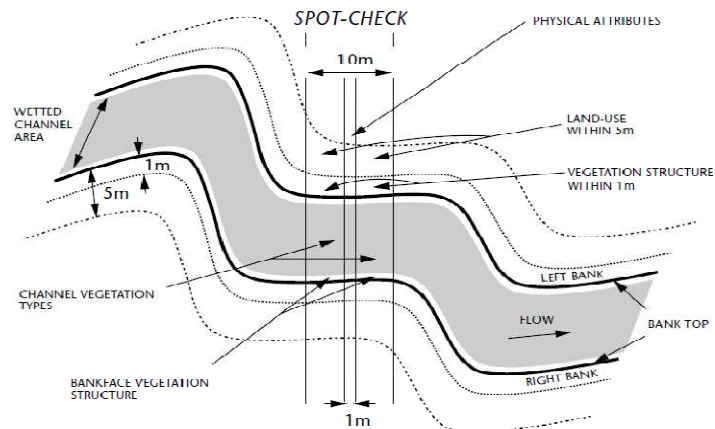


Figure 5. Schéma d'un spot-check sur un tronçon et des données à relever

		HQA (en %/valeur du site de référence)				
		80-100%	60-80%	40-60%	20-40%	0-20%
HMS	0-2	I	II	II	III	III
	3-8	II	II	III	III	IV
	9-20	III	III	III	IV	V
	21-44	III	IV	IV	IV	V
	> 45	IV	IV	V	V	V

Tableau II. Qualité générale de l'habitat de I : excellente qualité à V : mauvaise qualité en fonction des scores HQA (Habitat Quality Assesment) et HMS (Habitat Modification Survey)

Indice Intégrateur final	
A+B+C = 3 à 4	TRES BON ETAT
A+B+C = 5 à 7	BON ETAT
A+B+C = 8 à 9	MAUVAIS ETAT
A+B+C = 10 à 12	TRES MAUVAIS ETAT

Tableau III. Classes de qualité hydromorphologique selon la note de l'indice intégrateur final développé par le Conseil Général du Tarn (A : qualité des habitats, B : qualité du lit et C : qualité des berges)

1.6. Caractérisation des populations d'écrevisses à l'échelle de la station

Selon l'espèce, la caractérisation de la population diffère. En effet, l'estimation quantitative d'une population est perturbante pour les individus et le milieu. Pour cette raison, seule la présence/absence et le nombre d'individu observé lors des prospections sont relevés pour les écrevisses à pieds blancs afin de limiter au maximum leur dérangement. Cependant, ces données seront comparées à des données antérieures collectées par l'ONEMA (2001, 2005 et 2009). En revanche, la taille des populations de signal est déterminée. Pour cette espèce, des stations de suivi de 100 m sont mises en place au sein du linéaire colonisé précédemment déterminé. Les stations sont identifiées avec l'initiale du cours d'eau (tableau I) suivi d'un chiffre romain.

La technique de capture retenue est l'emploi de balances (n=12) appâtées à l'aide de viande du fait de son faible impact sur le milieu et de sa facilité à mettre en œuvre (faible besoin en personnel). Ces dernières sont espacées d'une dizaine de mètres sur les 100 m de la station. Les pièges sont relevés régulièrement pendant une durée totale de 2 h. Une seconde pêche a lieu 48 h après selon le même protocole. La méthode initialement prévue était l'emploi de nasses qui semblait être le plus efficace pour capturer un nombre élevé d'individus avec une grande facilité d'exécution. Cependant, suite à un essai, aucun individu ne s'est introduit dans le piège, l'entrée trop étroite semble être le facteur limitant. De plus, une pêche effectuée 24h après la pose des balances a montré que les écrevisses ne s'étaient pas bien réparties sur la station et étaient craintives vis-à-vis des pièges. Aucun individu n'est remis à l'eau du fait de leur caractère invasif.

La méthode d'estimation des densités est celle du CMR (Capture/Marquage/Recapture) de Petersen. 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. Tous les individus capturés sont marqués au vernis à ongle sur le céphalothorax (figure 6). Ce marquage est le plus adapté dans le cas de suivi astacicole puisqu'il est résistant, lisible sans sacrifier l'animal, n'induit pas une mortalité supérieure et persiste toute la campagne (Neveu, 1988). Tous les individus sont sexés et mesurés avec un pied à coulisse électronique ; deux mesures sont réalisées : la taille du rostre au telson (TL) et de la pointe du rostre à l'arrière du céphalothorax (CL) (annexe 8), afin d'avoir un aperçu de la dynamique des populations. Leur état sanitaire est défini (marque de mutilation, pathologies...). Durant les mesures biométriques, les individus sont également conservés dans des bacs contenant un peu d'eau et à l'obscurité pour diminuer le stress des animaux et éviter les mutilations. Tout le matériel, en contact avec l'eau, doit être désinfecté à l'aide d'une solution de désogérme.



Figure 6. Photo du marquage au vernis d'une écrevisse signal (source personnelle)

1.7. Traitements des données

Le linéaire colonisé par les écrevisses signal, ainsi que la localisation des stations d'évaluation de leur densité, sont retranscrits sous forme cartographique à l'aide du logiciel *Carto Explorer 3*. Si des écrevisses sont contactées sur deux mailles successives, on admet qu'elles ont colonisé le linéaire intermédiaire.

Cette étude a également pour but de caractériser la qualité physico-chimique et physique des eaux dans lesquelles se retrouve l'écrevisse à pieds blancs ou signal pour connaître les paramètres discriminants dans la présence/absence de ces espèces. Les valeurs des variables seront présentées une à une, puis des analyses multivariées (Analyse Factorielles des Correspondances Multiples et Analyse Factorielle Discriminante) permettront de visualiser les tendances les plus importantes. Les valeurs des variables physico-chimiques seront comparées aux valeurs seuils de la grille SEQ-Eau et à celles de la bibliographie astacicole. La corrélation entre les deux indices hydromorphologiques est quantifiée à l'aide d'un test de Fisher. De même, ce test servira à établir le lien entre la présence/absence des écrevisses et les valeurs obtenues pour la qualité physique. L'utilisation de tests paramétriques requiert la normalité des données, ce qui n'est pas toujours le cas ici. Des tests de Kruskal-Wallis, au seuil de significativité alpha 0.05, seront utilisés pour savoir si différents groupes appartiennent à une même population selon la médiane.

L'hypothèse nulle est que les groupes proviennent de populations identiques. Ce test est mis en place pour comparer les sites avec *A.pallipes*, *P.leniusculus* ou aucune des deux espèces pour chaque variable qualitative. En cas de résultats significatifs, une boxplot et des tests non paramétriques de Wilcoxon pondérés par Bonferroni sont réalisés, afin de localiser les groupes différents.

Le lien entre les deux types de mesures de la longueur de *P.leniusculus* est établi par le calcul du coefficient de corrélation de Pearson. La dynamique des populations est obtenue par la construction des diagrammes de fréquences des tailles. Une ANOVA à deux facteurs ou des tests de Kruskal Wallis permettent de confirmer ou non les hypothèses émises pour caractériser les populations d'écrevisses signal, suivis de tests HSD de Tukey ou de Wilcoxon pondérés par Bonferroni pour visualiser les différences. Les densités de *P.leniusculus* sont exprimées en individus par capture par unité d'effort (ind/CPUE) selon la formule Petersen :

$$N = [(n_1 + 1) (n_2 + 1) / (m_2 + 1)] - 1$$

$$\text{Var } N = [(n_1 + 1) (n_2 + 1) (n_1 - m_2) (n_2 - m_2)] / [(m_2 + 1)^2 (m_2 + 2)]$$

$$\text{Intervalle de confiance} = N \pm 1.96 \sqrt{\text{Var } N}$$

Avec n_1 = nombre d'individus marqués à la 1^{ère} capture, n_2 = nombre d'individus capturés à la 2^{ème} capture et m_2 = nombre d'individus marqués à la 2^{ème} capture.

Les liens entre les valeurs de densité, du sex ratio et du taux de mutilation (nombre d'individus mutilés/effectif total *100) seront déterminés à l'aide du coefficient de Pearson.

Les données obtenues sur *A.pallipes* seront comparées aux données antérieures, mais uniquement de façon descriptive, certaines informations étant manquantes.

Pour tous les tests d'hypothèses, le seuil de significativité α est de 5%, dans le cas contraire cela est précisé. Les logiciels *Statbox*, *Excel* et R seront utilisés pour traiter les données recueillies.

2. Résultats

Les données présentées dans ce chapitre sont issues de la campagne de terrain réalisée de juin à août. Un total de 23 mailles a été prospecté, réparti sur 14 jours et 5 nuits. Cela correspond à 47 km parcourus (28 km de jour et 19 km de nuit). L'effort de prospection est établi à 1-2 mailles/jour/personne selon l'accessibilité du site et à 1 maille/nuit/équipe.

2.1. Occupation du sol

Les berges du Gijou sont occupées majoritairement par des forêts et des prairies (respectivement 42 et 39 %) (De faveri, 2004). Le restant des berges est représenté par des plantations de peupliers et de résineux (9 %), des friches (8 %) et des potagers (2 %). Plusieurs types de perturbations sont observés au sein du bassin versant du Gijou (annexe 3) tels que des ouvrages ($n = 63$), des zones de piétinement du bétail ($n = 31$), des décharges sauvages ($n = 71$), des rejets ($n = 136$) et des prélèvements d'eau ($n = 37$). De plus, la majorité du linéaire du bassin versant a été modifié par la construction de murs en pierres sèches, cependant très utiles en termes de caches pour les écrevisses.

2.2. Estimation du linéaire colonisé à l'échelle du bassin versant

Sur l'ensemble des cours d'eau parcourus, seuls trois sont dépourvus de toute écrevisse à savoir le Gréziès, le Vergnas et le Cabassade (figure 7). Ce dernier est fort probablement en assec une partie de l'année puisqu'aucun poisson, ni macroinvertébré n'a été vu.

Un total de 5 populations d'*A.pallipes* sur autant de cours d'eau a été contacté. Les effectifs observés sont très variables, de 7 à 149 individus, Sur le linéaire étudié du bassin versant, les écrevisses à pieds blancs sont cantonnées dans seulement 5.04% du linéaire soit 5.773 km,

A l'inverse *P.leniusculus* se montre plus conquérante puisqu'elle est présente sur 48.15 % du linéaire étudié, soit 54.781 km. En effet, sur le Gijou, *P.leniusculus* est observée sur 34.282 km à partir de sa confluence, ce qui représente près de 72 % du linéaire. De même, le Berlou est fortement envahi par cette

espèce qui est visible sur 80.95 % de son linéaire. Au contraire, les autres affluents du Gijou sont faiblement colonisés tels que le Fonbonne (12.06 %), le Giroussel (5.78 %), le Limes (14.86 %) et le Sepval (16.15 %).

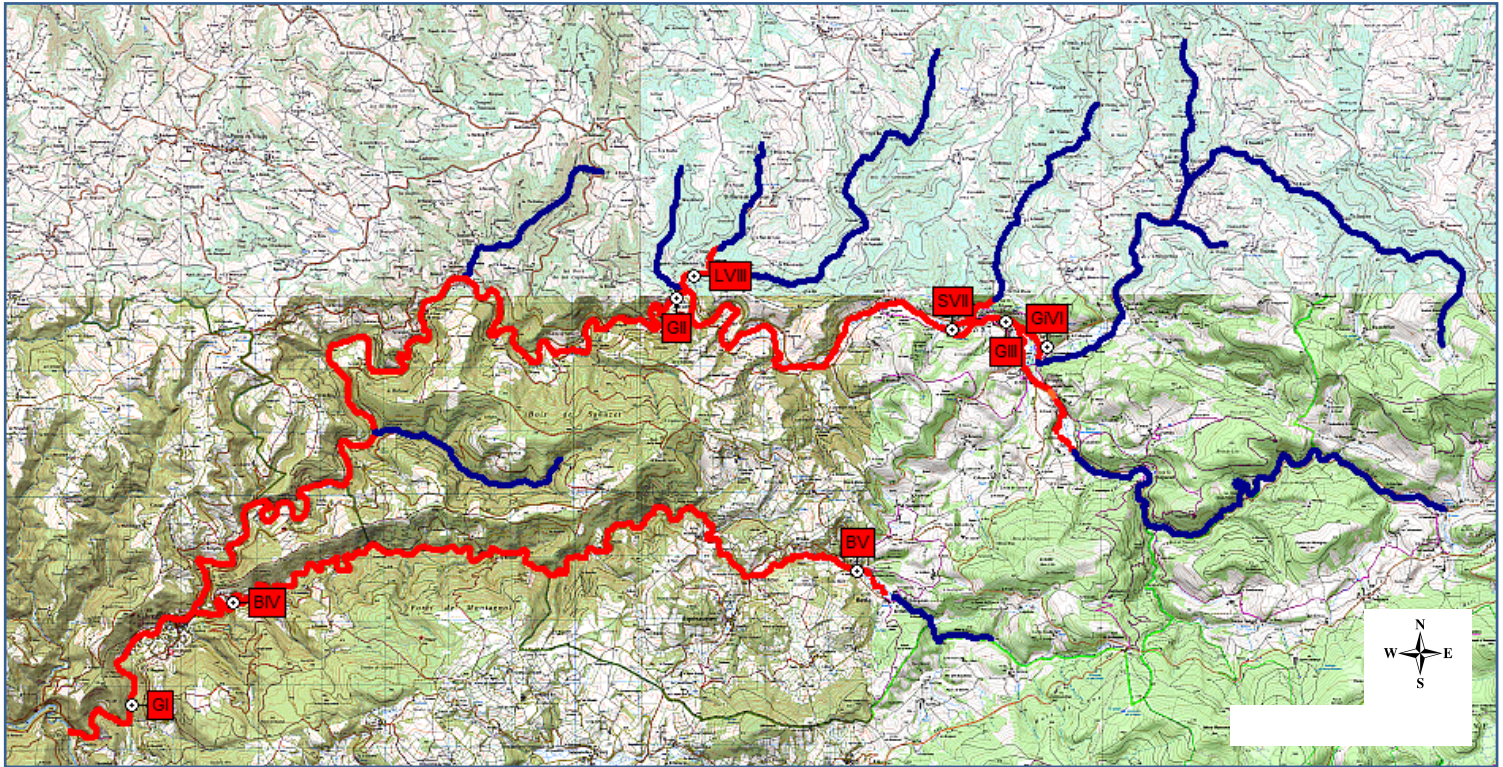


Figure 7. Carte du linéaire colonisé par *Pacifastacus leniusculus* (en rouge) et des stations d'estimation des densités par capture marquage recapture selon la méthode de Petersen (B : Berlou, G : Gijou, Gi : Giroussel, L : Limes, S : Sepval,)

2.3. Caractérisation du lien entre la présence/absence d'écrevisses et la qualité des cours d'eau

Dans le but d'estimer la qualité de l'habitat, 26 stations ont été définies sur l'ensemble du bassin versant (figure 8), dont 10 où est présente *P. leniusculus*, 5 avec *A. pallipes* et 11 sans écrevisse. Aucune station n'a pu être placée à l'aval des zones colonisées par les écrevisses signal, ces dernières colonisant toujours à partir de la confluence.

La population statistique étudiée concerne le bassin versant du Gijou, dont les individus statistiques sont les stations. Le nombre de variables est égal à 13, partagées en trois thèmes : caractérisation des espèces d'écrevisses, qualité de l'eau et qualité hydromorphologique.



Figure 8. Photos des stations réparties sur le bassin versant (G : Gijou, B : Berlou, R : Razigade, Bl : Blateyrou, Gi : Giroussel, L : Limes, S : Sepval, F : Fonbonne) (source personnelle)

Le pH moyen du bassin versant est de 7.63 (± 0.25), il varie de 7.04 à 8.04. Les stations représentatives de *P.leniusculus* possèdent un pH moyen plus élevé que celles dépourvues d'écrevisses ou avec seulement *A.pallipes* (respectivement : 7.75 ± 0.25 , 7.55 ± 0.22 , 7.58 ± 0.27) (tableau IV). Le pH le plus basique est mesuré sur le Giroussel (moy : 7.86) Le limes et son affluent ont plutôt une eau à caractère neutre (moy : 7.37 et 7.32).

La température de l'eau oscille entre 13.45 et 20.15 °C avec une moyenne de 16.73 °C ± 1.97 sur le bassin versant. Cette variable est plus faible, selon les moyennes, dans les stations où l'écrevisse signal n'est pas observée (tableau IV). La température moyenne des stations avec l'écrevisse signal est de 17.88 °C ± 1.19 , alors que celles avec l'écrevisse à pieds blancs n'est que de 15.64 °C ± 1.93 .

Le pourcentage de saturation en oxygène moyen est égal à 94.5 % ± 7.92 . Cette variable est plus élevée en présence de *P.leniusculus* (moy : 97.26 %) qu'en présence d'*A.pallipes* (moy : 89.92 %) (tableau IV). Lorsqu'aucune écrevisse n'est présente, les valeurs de saturation présentent une plus grande variabilité : moy : 94.09 % ± 8.80 . De plus, le Gijou et le Berlou ont les saturations en oxygène les plus élevées (moy : 99.99 et 102.35 %).

La conductivité mesurée varie beaucoup autour de la moyenne : 175.73 $\mu\text{S}/\text{cm} \pm 62.27$. Cette amplitude est plus faible au sein des stations associées à *P.leniusculus* (moy : 214.3 $\mu\text{S}/\text{cm} \pm 42.49$) (tableau IV). Le Gijou possède la plus grande valeur moyenne avec 239 $\mu\text{S}/\text{cm}$, à l'inverse du Razigade (78.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

La dureté totale sur l'ensemble du bassin versant varie de 2.5 à 10.5 °F avec une moyenne de 6.63 °F. Le titre hydrotimétrique moyen est plus faible sur les stations à écrevisse autochtone ($5.28 \text{ °F} \pm 3.23$), comparé aux deux autres types de stations (tableau IV). De la même façon, les teneurs moyennes en calcium et magnésium sont plus faibles en présence des écrevisses à pieds blancs (14.9 et 3.8 mg/L).

La minéralité mesurée la plus faible est celle du Razigade, alors que le Blateyrou détient les plus fortes valeurs. L'eau du bassin versant est, quand même, considérée comme douce à très douce.

Les concentrations en nitrates oscillent entre 1 et 6.7 mg/L. La valeur moyenne la plus forte est rencontrée au sein des écrevisses introduites (5.19 mg/L). Cependant, les stations sans écrevisse possèdent une forte variabilité, de 1 à 6.7 mg/L. Les valeurs en nitrites n'excèdent pas les 0.02 mg/L sur le bassin versant, et sont toujours inférieures à 0.01 mg/L en présence d'*A.pallipes*. Le Berlou est le cours d'eau le plus pollué par les nitrates (moy : 6.4 mg/L), ce qui n'est pas le cas du Blateyrou (moy : 1.3 mg/L).

La turbidité moyenne est de 5.26 NTU ± 4.14 . Les stations possédant *P.leniusculus* sont les plus turbides (moy : 8.43 NTU), à l'inverse de celles caractérisées par *A.pallipes* (moy : 2.92 NTU) (tableau IV). Le Gijou est le cours d'eau le plus turbide, particulièrement à l'aval. Les valeurs obtenues pour les autres affluents sont négligeables.

Les valeurs des différentes variables physico-chimiques mesurées ont été comparées à la grille du SEQ-Eau. L'ensemble de ces valeurs indique une qualité physico-chimique bonne, voire, très bonne pour

		APP	NO	PFL			APP	NO	PFL
pH	moy	7,58	7,55	7,75	Titre Hydrotimétrique (°F)	moy	5,28	6,38	7,58
	sd	0,27	0,22	0,25		sd	3,23	2,61	1,91
	min	7,32	7,04	7,35		min	2,50	2,90	3,80
	max	7,95	7,80	8,04		max	10,30	9,80	10,50
Température (°C)	moy	15,64	16,18	17,88	Calcium (mg/L)	moy	14,90	18,81	21,22
	sd	1,93	2,16	1,19		sd	12,45	9,66	6,57
	min	13,45	13,50	15,90		min	5,30	6,40	9,20
	max	17,90	20,15	19,50		max	35,00	33,00	32,00
Saturation En oxygène (%)	moy	89,92	94,09	97,26	Magnésium (mg/L)	moy	3,80	4,17	5,50
	sd	5,60	8,80	7,34		sd	0,71	1,25	1,23
	min	84,60	80,60	83,50		min	2,90	2,40	3,60
	max	98,51	106,30	105,00		max	4,70	6,90	8,10
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	moy	126,20	163,18	214,30	Nitrates (mg/L)	moy	2,66	4,17	5,19
	sd	59,96	61,18	42,49		sd	1,40	1,91	0,56
	min	75,00	82,00	105,00		min	1,10	1,00	4,10
	max	224,00	265,00	255,00		max	4,40	6,70	6,10
Turbidité (NTU)	moy	2,92	3,44	8,43	Nitrites (mg/L)	min	<0,01	<0,01	<0,01
	sd	1,36	2,53	4,64		max	<0,01	0,02	0,01
	min	1,70	0,36	2,30					
	max	4,50	7,20	19,00					

Tableau IV. Valeurs (moyenne/moy, écart type/sd, minimum/min et maximum/max) des variables physico-chimiques mesurées sur le bassin du Gijou (PFL : *Pacifastacus leniusculus*, No : aucune espèce, APP : *Austropotamobius pallipes*)

la vie biologique sur les 26 stations étudiées du bassin versant du Gijou. Ainsi, cette grille ne permet pas de distinguer les sites à *A.pallipes* de ceux à *P.leniusculus* ou sans aucune espèce.

Par comparaison aux données publiées, l'ensemble des valeurs obtenues sur les sites d'*A.pallipes* s'intègre dans les gammes des diverses études (tableau V). Cependant, les limites inférieures pour la turbidité et la dureté totale sont légèrement plus faibles que celles de la littérature. Les valeurs mesurées sur les stations dépourvues d'écrevisse sont également comprises dans les gammes de tolérance d'*A.pallipes*, sauf les limites inférieures de la dureté totale et de la turbidité. Pour 9 de ces variables, les teneurs observées sur les sites avec *P.leniusculus* s'intègrent dans les gammes de l'écrevisse à pieds blancs. Seule la limite supérieure de la turbidité est hors gamme.

Paramètres	Bibliographie	APP	PFL	NO
Oxygène dissous (%)	41,01-146.32	84.6-98.51	83.5-105	80.6-106.3
Nitrites (mg/L)	<0,01-0.06	<0,01	<0.01-0.01	<0.01-0.01
Nitrates (mg/L)	0-25.8	1.1-4.4	4.1-6.1	1-6.7
Turbidité (NTU)	2.2-9.2	1.7-4.5	2.3-19	0.36-7.2
Température (°C)	7.5-26	13.45-17.90	15.9-19.5	13.5-20.15
pH	6.2-9	7.32-7.95	7.35-8.04	7.04-7.80
Conductivité (µS/cm)	6-945	75-224	105-255	82-265
Titre hydrotimétrique (°F)	3.63-54.5	2.5-10.3	3.8-10.5	2.9-9.8
Calcium (mg/L)	1.2-125.3	5.3-35	9.2-32	6.4-33
Magnésium (mg/L)	0.9-21.7	2.9-4.5	36-81	2.4-6.9

Tableau V. Comparaison des gammes de valeurs de variables physico-chimiques obtenues lors de cette étude à celles publiées en Europe sur *Austropotamobius pallipes* (PFL : *Pacifastacus leniusculus*, No : aucune espèce), (Trouilhé, 2006)

Les valeurs obtenues par l'indice de la CATER 81 ne prennent que 2 modalités à savoir bon état à 53.85 % ou mauvais état à 46.15 % de la qualité hydromorphologique. Les stations présentant des écrevisses ont majoritairement un bon état physique. Au contraire, lorsqu'aucune écrevisse n'est observée, l'indice est caractérisé à 26.9 % par un mauvais état de l'hydromorphologie. L'utilisation du RHS₁₀₀ permet d'obtenir 3 classes de qualité : II, IV et V, ce qui représente respectivement 19.23 %, 50 % et 30.77 % sur les 26 stations de suivi. Celles où se trouvent les écrevisses autochtones sont représentées en majorité par les classe II et IV. Les stations sans écrevisse sont plutôt réparties dans les deux dernières catégories. Enfin, les écrevisses signal sont rencontrées principalement dans les habitats de classe IV. Les deux indices sont dépendants selon le test de Fisher (pvalue: 0.03353).

Selon l'AFCM (figure 9), la dureté totale, la conductivité et les teneurs en calcium, magnésium, nitrates contribuent fortement à la construction des deux premiers axes. On se limitera donc à l'étude du plan factoriel F1xF2. La turbidité s'organise en fonction de la présence ou non d'une des deux espèces d'écrevisse : elle est minimale en présence d'*A.pallipes*. Les variables pH, conductivité et magnésium suivent la même trajectoire, mais avec une amplitude moindre. Les trois types de stations forment des groupes plus ou moins homogènes. La répartition des espèces ne semble pas liée à la qualité hydromorphologique.

	F1	F2	F3
pH	0,51	0,10	0,03
T	0,21	0,41	0,41
O2	0,12	0,58	0,03
C	0,89	0,47	0,07
TH	0,87	0,96	0,34
Ca	0,86	0,95	0,70
Mg	0,78	0,43	0,70
Nitra	0,40	0,58	0,16
Nitri	0,48	0,44	0,13
Tu	0,49	0,40	0,87
R	0,03	0,29	0,42
CG	0,11	0,12	0,01

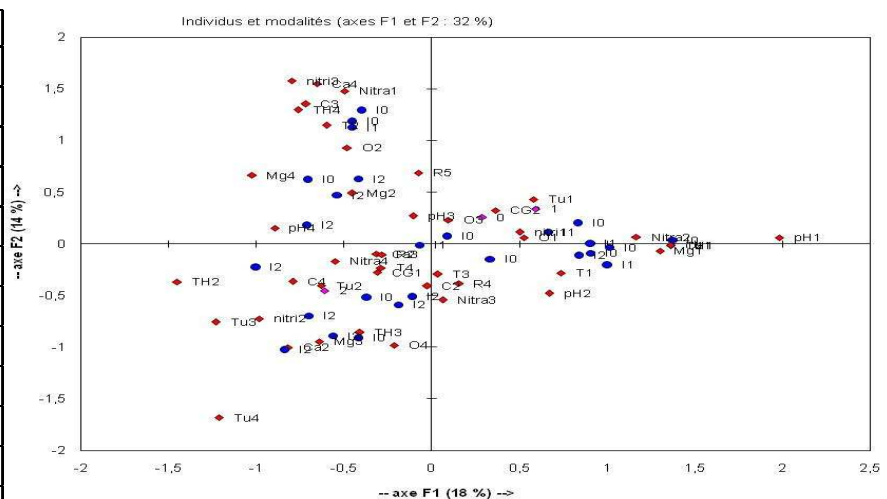


Figure 9. Rapport de corrélation entre les axes factoriels et les variables (à gauche) et représentation simultanée des individus et des variables selon l'Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (à droite) (TH : Titre Hydrotimétrique, Nitra : nitrates, nitri : nitrites, Mg : magnésium, Ca : calcium, O2 : saturation en oxygène dissous, T : température, Tu : turbidité, C : conductivité, R : RHS₁₀₀, CG : indice du Conseil Général, I0 : aucune espèce, I1 : *Austropotamobius pallipes*, I2 : *Pacifastacus leniusculus*)

Pour compléter, une autre analyse descriptive est réalisée : une Analyse Factorielle Discriminante, sans les modalités des indices de la qualité physique. Le premier axe restitué plus de 84 % de l'inertie et son pouvoir discriminant est élevé (f1 : 0.75). Le plan F1xF2 offre une très bonne représentation de l'ensemble des individus (figure 10). Les centres de gravité des trois groupes sont statistiquement différents. Les variables nitrite, calcium, dureté totale, oxygène dissous expliquent peu la variance (figure 10). Les variables sont corrélées positivement à l'exception des nitrites. La turbidité explique le mieux la variance. Les stations dépourvues d'écrevisse présentent les concentrations en nitrites les plus élevées. Les autres variables ont généralement des valeurs plus importantes en présence de *P.leniusculus* qu'en présence d'*A.pallipes*.

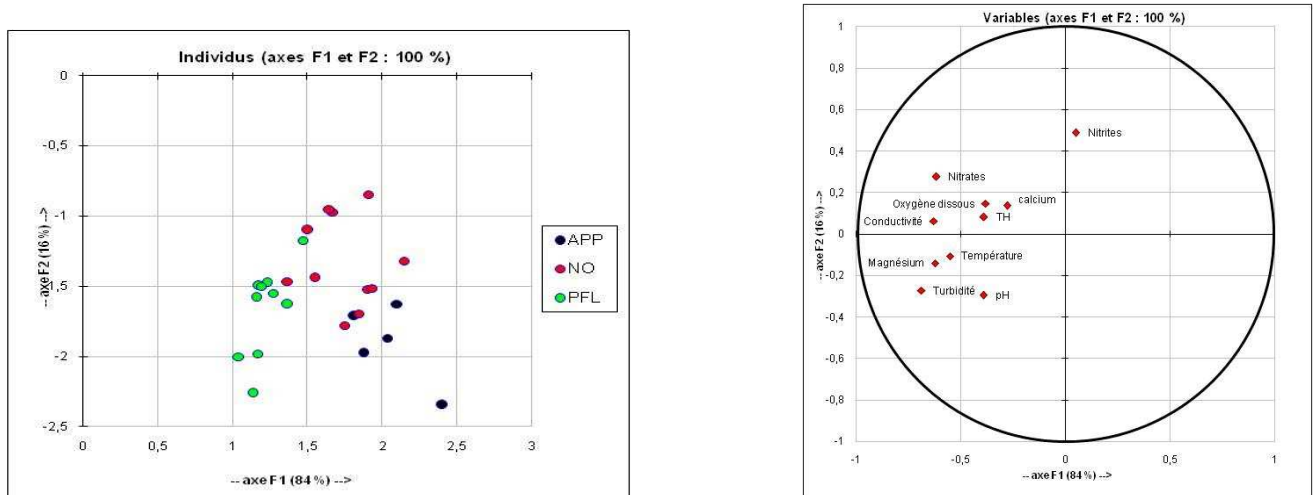


Figure 10. Projection des individus à gauche et cercle des corrélations à droite, issus de l'Analyse Factorielle Discriminante (APP : *Austropotamobius pallipes*, NO : aucune espèce et PFL : *Pacifastacus leniusculus*)

Suite aux tests de Kruskal Wallis menés, il ressort que les trois groupes (APP, PFL et NO) ont les mêmes médianes pour le pH (H : 3.1345, pvalue: 0.2086), la température (H : 5.6892, pvalue: 0.05816), la saturation en oxygène (H : 2.3515, pvalue: 0.3086), la dureté totale (H : 2.937, pvalue: 0.2303), le calcium (H : 1.5814, pvalue: 0.4535) et les nitrites (H : 4.2883, pvalue: 0.1172). En revanche, il existe une différence entre les trois types de stations par rapport à la conductivité (H : 9.7795, pvalue : 0.007523). Selon les tests de Wilcoxon pondérés par Bonferroni, les écrevisses signal sont dans des zones où les valeurs de conductivité sont significativement plus importantes que celles avec *A.pallipes* (W = 39, pvalue: 0.008814). Les sites dépourvus des deux espèces ont des valeurs de conductivité semblables aux deux autres types de sites (PFL/NO : W : 84.5, pvalue: 0.04107 ; APP/NO : W = 36, pvalue : 0.07771) (figure 11).

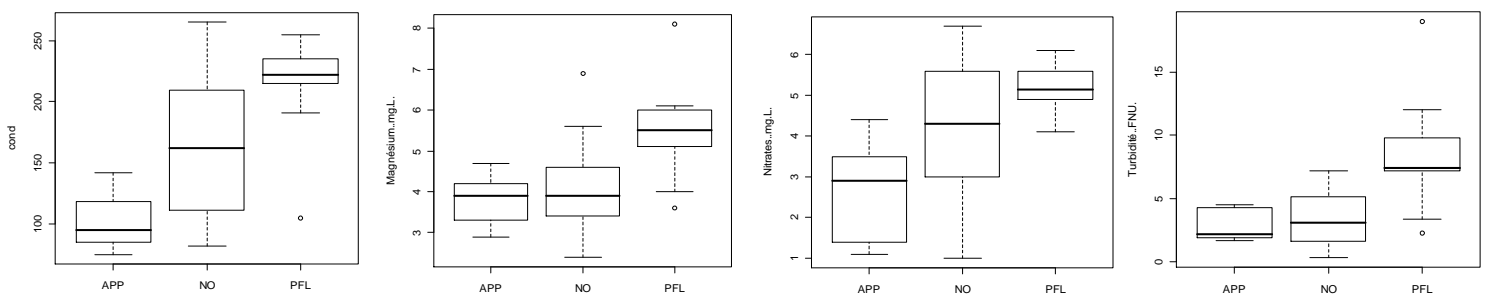


Figure 11. Boîtes de dispersion, de gauche à droite, des valeurs de conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$), de magnésium (mg/L), de nitrates (mg/L) et de turbidité selon la présence ou l'absence d'une ou des deux espèces d'écrevisses (APP : *Austropotamobius pallipes*, NO : aucune espèce et PFL : *Pacifastacus leniusculus*)

De même, les teneurs en magnésium permettent de différencier les groupes (K : 7.6254, pvalue : 0.02209). Les sites avec *P.leniusculus* diffèrent de ceux avec *A.pallipes* où les concentrations sont significativement plus faibles (W : 45, pvalue: 0.01683) (figure 11). Les concentrations en nitrates permettent également de séparer les trois groupes (K : 7.3113, pvalue : 0.02584). En effet, les écrevisses signal colonisent des zones avec des fortes teneurs en nitrates comparées à celles colonisées par

les écrevisses à pieds blancs (W : 1, pvalue: 0.003968) (figure 11). La turbidité est une autre variable qui différencie les groupes (K : 12.3039, pvalue: 0.002129). *P.leniusculus* est retrouvée dans des endroits où la turbidité est significativement plus élevée que dans ceux dépourvus d'*A.pallipes* (W : 4, pvalue: 0.007992) (figure 11). De même, lorsqu'aucune espèce n'est observable, la turbidité est plus faible qu'en présence de *P.leniusculus* (W : 100.5, pvalue: 0.001514).

Ces variables ne permettent pas de distinguer les sites sans écrevisse de ceux à *A.pallipes*. Cependant, lorsque les valeurs obtenues sur les stations dépourvues d'écrevisse sont comparées à la gamme de tolérance (minimum-maximum) d'*A.pallipes* sur le bassin versant, il ressort que certaines zones ne pourraient pas accueillir de populations autochtones (n = 5), contrairement à d'autres (n = 6) (tableau VI).

Conductivité (µS/cm)	TH (°F)	Magnésium (mg/L)	Nitrates (mg/L)	Turbidité (NTU)
235	6,6	5,1	5	7,1
265	9,5	6,9	6,4	7,1
162	7,2	5,6	6,7	7,2
82	2,9	3,3	3,3	1,2
211	9,8	4,1	1,5	3,2
208	9,2	3,9	1	3,1
150	6,5	2,4	5,9	3,2
119	3,8	3,7	4,3	1,7
169	7,8	4,1	2,7	2,1
104	3,8	3,5	5,3	1,6
90	3,1	3,3	3,8	0,36

Tableau VI. Analyse des valeurs des variables physico-chimiques (permettant de discriminer les sites à *Austropotamobius pallipes* de ceux à *Pacifastacus leniusculus*) des stations sans écrevisse à la gamme de tolérance d'*A.pallipes* de cette étude (en rouge valeur hors gamme supérieure, en orange valeur hors gamme inférieure)

La présence ou l'absence d'une ou des deux espèces d'écrevisses est indépendante de la qualité hydromorphologique qu'elle soit obtenue à l'aide du RHS₁₀₀ (pvalue: 0.7969) ou de l'indice de la CATER (pvalue: 0.3118) selon les tests de Fisher. Chaque thématique de ce dernier indice a été testée séparément, mais aucune différence n'est observable selon les sites ; la qualité de l'habitat, des berges et du lit sont similaires entre les stations.

2.4. Caractérisation des populations de *Pacifastacus leniusculus*

Un total de 8 stations a été mis en place afin d'obtenir une estimation des densités de *P.leniusculus* et de pouvoir ainsi comparer les sites entre eux (figure 7). Le Fonbonne n'a pas été pris en compte du fait que le linéaire colonisé est de faible longueur et se situe dans une propriété privée habitée. Seuls 3 individus ont été observés lors de la prospection de nuit. Sur le Gijou, trois sites ont été répartis entre la confluence avec l'Agout et la limite de colonisation à proximité de Viane. Deux stations ont été placées en amont et en aval du Berlou. Au regard des faibles linéaires colonisés par les écrevisses signal sur le Giroussel, le Limes et le Sepval, les densités sont évaluées sur un seul site au sein de ces affluents.

Sur ces 8 sites, 322 écrevisses, toutes sessions confondues, ont été sexées et mesurées. La taille des individus a été prise de deux manières : de la pointe du rostre au telson (TL) et à l'arrière du céphalothorax (CL). Suite au calcul du coefficient de corrélation de Pearson (cor : 0.834, pvalue : <2.2^e-16), il ressort que ces deux variables sont corrélées positivement (figure 12). Le carré du coefficient donne une valeur de 0.695, ainsi 69.5% de la variation de la longueur TL peut être expliqué par celle de CL. Lors de prochains suivis sur les écrevisses, une seule de ces deux longueurs sera mesurée. Les analyses suivantes vont être menées avec la longueur du rostre au telson.

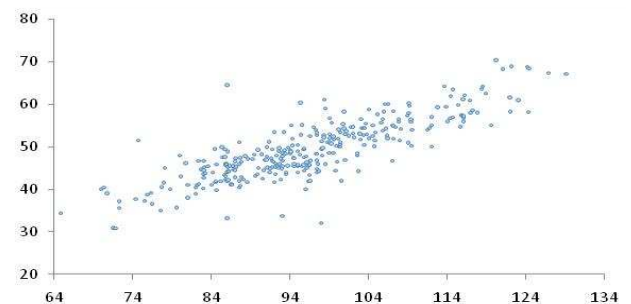


Figure 12. Diagramme de dispersion décrivant la corrélation entre les deux mesures de tailles des écrevisses : en ordonnée de la pointe du rostre à l'arrière du céphalothorax et en abscisse du rostre au telson

Les écrevisses capturées sur l'ensemble des stations ont des tailles comprises entre 64.82 et 129.07 mm avec une moyenne de 96.38 mm. Cette valeur moyenne est légèrement plus faible chez les femelles (moy : 93.65 mm \pm 9.71, min : 70.74 mm, max : 122.02 mm) que chez les mâles (moy : 98.20 mm \pm 12.71, min : 64.82 mm, max : 129.07 mm).

Lorsque les tailles sont comparées en fonction des cours d'eau (figure 13), il ressort que le Gijou possède les individus ayant une taille moyenne plus importante : 99.75 mm, mais avec un fort écart type comparé aux autres rivières (13.48 mm). Le Berlou regroupe les écrevisses qui ont la plus petite taille moyenne (91.63 mm \pm 8.59). Les trois autres cours d'eau obtiennent des tailles moyennes similaires.

Si les tailles sont comparées en fonction des stations (figures 14, 15, 17), il ressort que celle située en amont du Berlou est caractérisée par des petits individus (moy : 88.21 mm \pm 8.74) par rapport à celle située en aval. Dans les deux cas, 4 classes d'âges sont visibles (figure 14). Cela est également observé sur le Sepval où la longueur moyenne est de 97.18 mm \pm 8.31. Les individus capturés sur le Giroussel présentent une grande variabilité de taille (figures 14, 15). En effet, ces valeurs varient de 70 à 124.18 mm avec une moyenne de 96.62 mm \pm 12.60, 4 classes d'âges sont visibles. Sur le Limes, seuls 4 individus ont été capturés, il est difficile de distinguer la dynamique de la population. Les trois stations du Gijou sont assez disparates en termes de taille des écrevisses. En effet, de l'aval vers l'amont, la taille moyenne des individus augmente (de 89.65 à 108.52 mm).

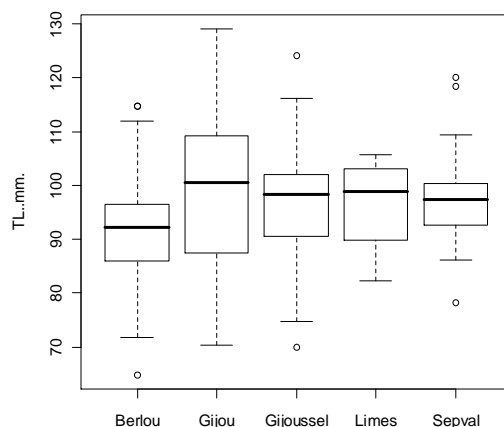


Figure 13. Boîte de dispersion représentant la variable longueur en fonction des cours d'eau du bassin versant du Gijou

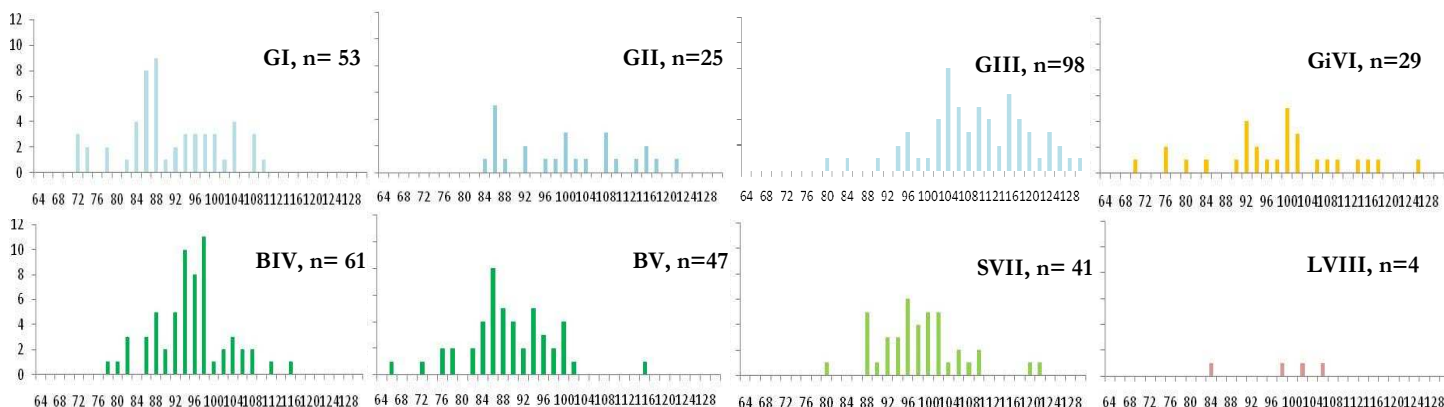


Figure 14. Diagramme de fréquences des tailles (en mm) de *P. leniusculus* sur les 8 stations du bassin versant du Gijou (B : Berlou, G : Gijou, Gi : Giroussel, L : Limes et S : Sepval)

Afin de confirmer les effets du sexe et des stations sur les tailles de *P. leniusculus*, une ANOVA à 2 facteurs croisés est choisie (seuil de significativité alpha : 0.01). L'hypothèse nulle est la suivante : il n'existe aucun effet du sexe ou de la station sur la taille, ni aucune interaction entre ces deux facteurs, l'hypothèse alternative étant le contraire. Il ressort de cette analyse qu'il ne semble pas y avoir un effet significatif de l'interaction entre la station et le sexe ($F : 1.2254$, $pvalue : 0.2883$). En revanche, le facteur sexe a bien une incidence sur la longueur ($F : 17.25$, $pvalue : 4.25 \times 10^{-5}$) : les femelles ont une taille significativement inférieure à celle des mâles. De même, la taille des écrevisses est affectée par la station ($F : 21.43$, $pvalue : < 2.2 \times 10^{-16}$). Le test de HSD de Tukey ($\alpha = 0.01$, H_0 : pas de différence

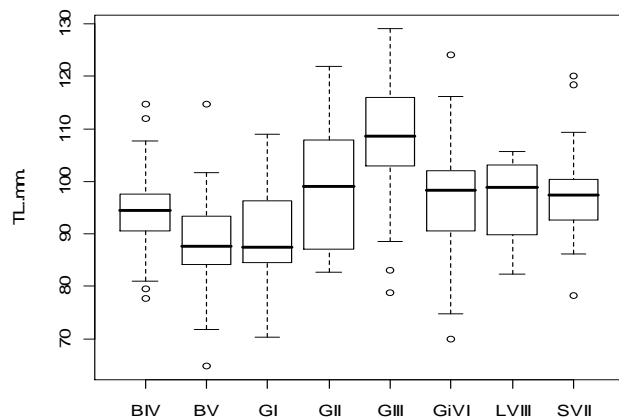


Figure 15. Boîte de dispersion représentant la variable longueur en fonction des 8 stations (TL : longueur du rostre au telson, B : Berlou, G : Gijou, Gi : Giroussel, L : Limes et S : Sepval)

entre les stations) confirme une différence significative entre la station GIII et les autres à l'exception de LVIII (pvalue: 0.24) (figure 15). La station amont du Berlou (BV) est caractérisée par des individus de taille significativement inférieure aux stations GII (pvalue: 0.00013), GIII (pvalue: 0), GiVI (pvalue: 0.0068) et SVII (pvalue: 0.00053) (figure 15). Enfin, les individus présents sur la station la plus à l'aval du Gijou (GI) ont une taille inférieure à ceux des stations GII (pvalue: 0.0012) et SVII (pvalue: 0.0054) (figure 15). Suite au non respect des conditions d'application des tests paramétriques, un test de Kruskal Wallis a été choisi pour confirmer la différence de taille observée entre les cours d'eau (H : 28.96, pvalue: 7.95 e-6). A l'échelle du bassin versant, seuls les individus capturés sur le Berlou ont des tailles inférieures à celles du Gijou (W : 10327, pvalue: 7.85 e-7) ou du Sepval (W : 1371, pvalue: 0.00034) (figure 13).

Les densités de *P.leniusculus* sont peu fiables au vu des intervalles de confiance à 95% (figure 16). Cela est dû au faible nombre d'individus marqués obtenus lors de la recapture. Cependant, il est possible de distinguer des tendances, ainsi le Limes est caractérisé par des densités largement inférieures aux autres cours d'eau (5 ind/CPUE) (figures 16, 17). Les densités estimées sur le Sepval et le Giroussel sont également inférieures au cours d'eau principal. Le Berlou possède de plus fortes densités à l'amont qu'à l'aval. De même, le Gijou présente des valeurs plus élevées à l'amont (197 ind/CPUE) que sur les deux autres stations (184.25 et 89 ind/CPUE).

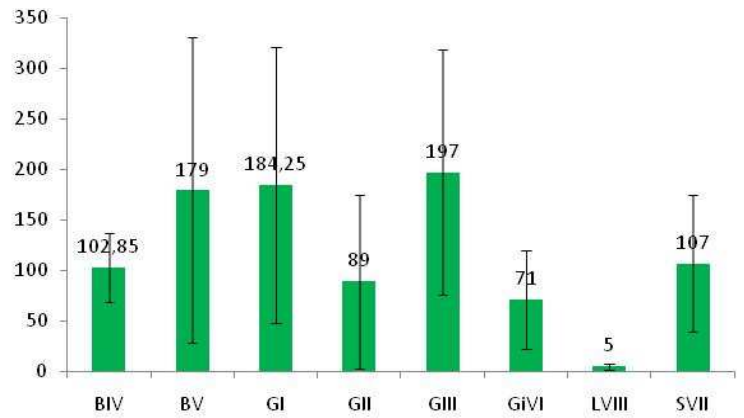


Figure 16. Effectifs (ind/CPUE) de *P.leniusculus* estimés par la méthode de Petersen avec les intervalles de confiance à 95% (B : Berlou, G : Gijou, Gi : Giroussel, L : Limes et S : Sepval)

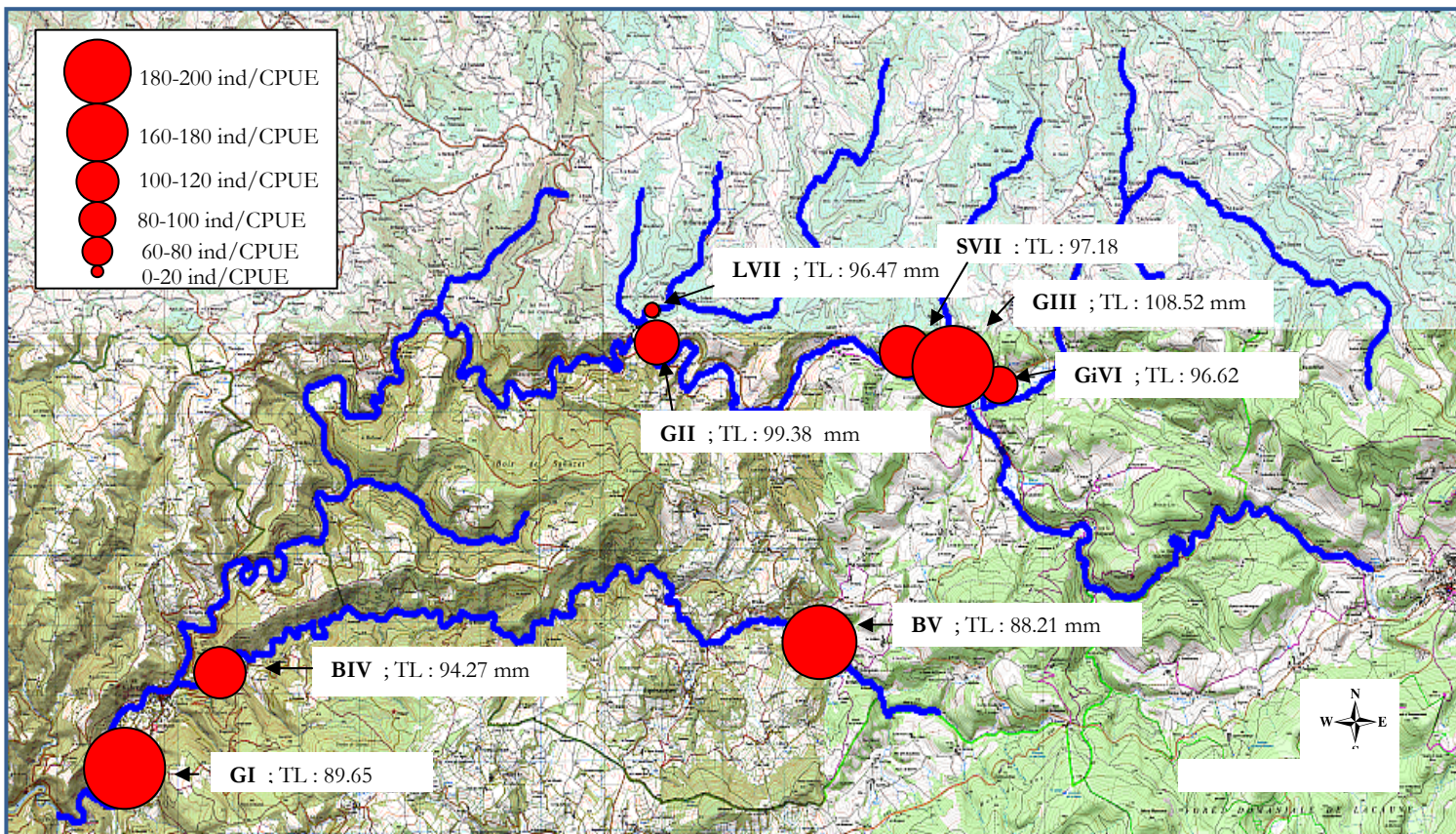


Figure 17. Carte des densités de *Pacifastacus leniusculus* (ind/CPUE) calculées au sein des 8 stations du bassin versant du Gijou et la taille moyenne des individus (B : Berlou, G : Gijou, Gi : Giroussel, L : Limes, S : Sepval)

La moitié des stations présente un déséquilibre du sex ratio en faveur des mâles (figure 18). Cela est le cas pour le Berlou, le Sepval et la station intermédiaire du Gijou. Le Limes et la station amont du Gijou sont définis par un sex ratio équilibré. La proportion de femelles est plus importante que celle des mâles à l'aval du Gijou et au sein du Giroussel. Il n'existe aucun lien entre les effectifs estimés et les valeurs de sex ratio des 8 stations suivies au vu des résultats du coefficient de Pearson (cor : 0.099, pvalue : 0.8146).

Toutes les stations ont des taux de mutilation inférieurs à 26 % (figure 19), à l'exception du Limes (50 %). Cette valeur n'est pas fiable du fait du faible nombre d'individus capturés. Il n'existe aucune corrélation du taux de mutilation avec le sex ratio (pvalue: 0.7565), ni avec les densités (pvalue: 0.08111) au regard des coefficients de Pearson.

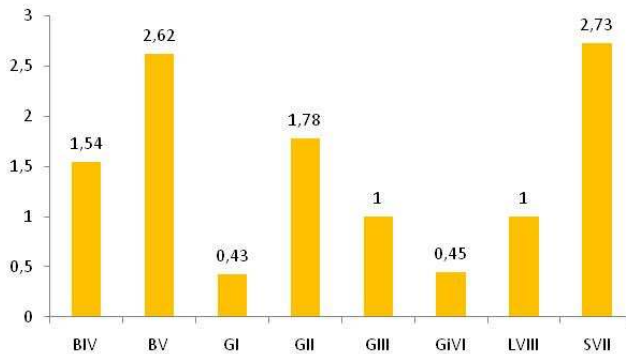


Figure 18. Valeurs du sex ratio (M/F) mesurées sur les différentes stations du bassin versant du Gijou (B : Berlou, G : Gijou, Gi : Giroussel, L : Limes et S : Sepval)

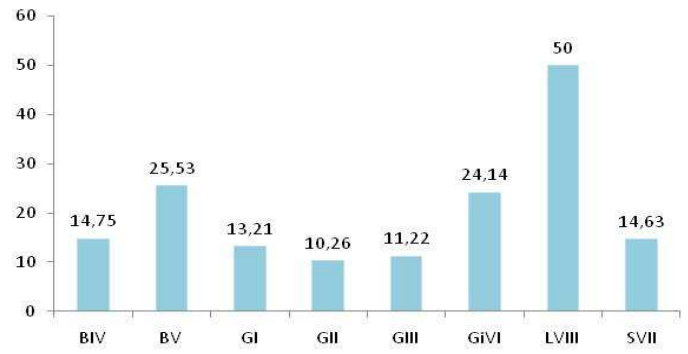


Figure 19. Taux de mutilation mesurés sur les stations du bassin du Gijou (B : Berlou, G : Gijou, Gi : Giroussel, L : Limes et S : Sepval)

2.5. Caractérisation des populations d'*Austropotamobius pallipes*

Les données de 2001, 2005 et 2009 proviennent de suivis faits par l'ONEMA (tableau VII). En 2009, seule la présence/absence avait été notée, alors qu'une estimation semi-quantitative a été relevée en 2001, 2005 et 2010.

	2001	2005	2009	2010
A	13	NA	présence	NA
B	0	NA	présence	NA
C	127	NA	NA	NA
D	0	NA	NA	0
E	18	NA	présence	NA
F	0	NA	NA	NA
G	280	NA	NA	50
H	0	NA	présence	8
I	43	41	NA	0
J	41	17	NA	0

Tableau VII. Comparaison des données antérieures sur *Austropotamobius pallipes* sur le bassin versant du Gijou lors de prospections de nuit (NA : pas de prospection, en bleu les prospections communes à 2010)

La population J semble s'être éteinte entre 2005 et 2010 (tableau VII). A l'inverse sur H, aucun individu n'a été observé en 2001, alors qu'en 2009 et 2010 une petite population a été découverte. Sur G, la taille de la population a fortement diminuée entre 2001 et 2010. Sur I, aucune écrevisse à pieds blancs n'a été observée en 2010, contrairement à 2001 et 2005. Cela peut venir du fait que la prospection a été réalisée de jour à l'aide de balances. L'espèce autochtone est difficilement capturable par cette méthode, en particulier lorsque les densités sont faibles. Depuis 2001, aucune écrevisse n'est présente sur D.

Des cours d'eau ayant abrité *A.pallipes* n'ont pas été contrôlés cette année, les données ayant été transmises tardivement. Le cours d'eau A et B, étaient colonisés en 2009. Une population assez importante était présente sur C en 2001.

3. Discussion

Lien entre qualité des cours d'eau et présence/absence d'A.pallipes et de P.leniusculus

Les écrevisses autochtones sont cantonnées dans les zones amont du bassin versant du Gijou, sur seulement 5.04 % du linéaire. En effet, seules 5 populations ont été découvertes. L'autre espèce a envahi à près de 55 % le linéaire du bassin, principalement sur le Gijou et le Berlou. Cependant, aucune zone de friction entre ces deux espèces n'a été observée. La régression de l'écrevisse autochtone ne peut pas, par conséquent, être imputée à la compétition avec l'écrevisse introduite. Mais trois affluents, où la présence d'*A.pallipes* est avérée dans les zones amont, sont en cours de colonisation par l'espèce allochtone à savoir le Limes, son affluent en rive droite et le Sepval. Les individus sont encore établis à l'aval sur un faible linéaire, mais une surveillance étroite de ces zones est essentielle, en particulier sur le Fonbonne. En effet, ce cours d'eau abrite la population la plus importante d'*A.pallipes* recensée et une faible distance (900 m) sépare les deux espèces. La transmission de maladies par des hôtes (poissons, pêcheurs...) ne peut pas être exclue sans autopsie de quelques écrevisses signal, pour expliquer la diminution des populations à pieds blancs.

Il est possible de distinguer les sites à *A.pallipes* de ceux à *P.leniusculus* au sein du bassin versant étudié par la conductivité, la turbidité, les teneurs en magnésium et en nitrates. En effet, les valeurs de ces variables sont significativement inférieures en présence d'*A.pallipes* (moy : 126.20-214.30 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 2.92-8.43 NTU, 0.71-1.23 mg/L de Mg, 2.66-5.19 mg/L de NO_3^-). Une minéralisation plus élevée, des matières en suspension plus nombreuses et une pollution en nitrates sont, par conséquent des facteurs limitant à l'établissement de populations pour l'espèce autochtone. Des stations sans écrevisse seraient susceptibles d'accueillir des écrevisses autochtones. Cependant, la qualité de l'eau est considérée comme bonne sur toutes les stations suivies selon la grille du SEQ-Eau. De plus, les stations à écrevisses signal s'intègrent dans les gammes de tolérance de l'écrevisse à pieds blancs au vu des dernières études publiées (Trouilhé, 2006), à l'exception de la turbidité. La grille du SEQ-Eau et des gammes de tolérances de la littérature ne sont pas utilisables dans la problématique présence/absence d'*A.pallipes* sur ce bassin versant. De même, la qualité physique de l'habitat, quelque soit l'indice utilisé, donne des classes similaires pour les trois types de stations : avec *A.pallipes* ou *P.leniusculus* ou aucune des deux espèces. Ces deux méthodes ne sont donc pas adaptées pour discriminer les sites potentiels de chaque espèce sur la zone étudiée.

Il est à noter que les valeurs des indices de la qualité physique ont été déclassées du fait de la forte anthropisation des berges par la construction de murs en pierres sèches. Cependant, ces derniers sont très favorables aux écrevisses grâce aux nombreuses caches qu'ils offrent. En revanche de nombreuses zones de piétinement par le bétail ont été observées et sont des menaces potentielles à la présence d'*A.pallipes*. En effet, elles influent sur la qualité hydromorphologique et physico-chimique des cours d'eau par la disparition de la végétation des berges, l'élargissement du lit, la mise en suspension de matériaux, le colmatage et le dépôt des déjections sur le lit du cours d'eau. Cependant, ceci n'a pas été vérifié au travers de la qualité de l'eau et de l'habitat. En effet, des stations ont été mises en place dans des zones de piétinement et aucune différence de qualité n'a pu être mise en évidence par comparaison aux autres stations. L'hypothèse pour expliquer ce phénomène est que l'élevage sur ce bassin versant est extensif, d'où un impact faible à modéré.

La qualité de l'eau et de l'habitat sont homogènes sur le bassin versant, et aucune zone de confrontation n'a été mise en évidence. Ces trois facteurs ne sont donc pas à l'origine de la régression des populations d'écrevisses à pieds blancs. Cependant, quatre variables physico-chimiques permettent de distinguer les sites à *A.pallipes* lorsque les valeurs sont comparées au sein même du bassin versant. Cette différence n'est visible qu'à cette échelle.

Caractérisation des populations de Pacifastacus leniusculus

Le bassin versant est colonisé à hauteur de 55 % par l'écrevisse signal. Quatre affluents sont totalement dépourvus de cette espèce : le Razigade, le Gréziès, le Blateyrou et le Vergnas. En ce qui concerne le Limes et le Fonbonne, il ressort que ces deux cours d'eau sont peu envahis en termes de linéaire (5.16 et 12.06 %) et de densité (5 ind/CPUE). Il semble qu'ils soient en phase de colonisation. A l'inverse, les populations sont plus établies sur le Sepval et le Giroussel, bien que le linéaire colonisé soit également faible. La taille des individus est considérée comme similaire. Le Giroussel est fortement pêché ce qui limite l'aire de répartition et les densités (71 ind/CPUE) des écrevisses invasives, à l'inverse du Sepval (107 ind/CPUE). Le Gijou et le Berlou sont les cours d'eau les plus atteints par cette invasion, avec cependant des densités moindres pour le Berlou. A l'amont de ce dernier, les densités sont plus élevées, mais les individus de plus petite taille (amont : 179 ind/CPUE, longueur moy : 88.21 mm ; aval : 102.85 ind/CPUE, longueur moy : 94.27 mm). Il existe une disparité en termes de densité et des tailles des individus sur le Gijou. Les individus sont plus grands à l'amont qu'à l'aval. La station la plus en amont possède une densité (197 ind/CPUE) et une longueur moyenne (108.52 mm) supérieures aux stations plus à l'aval. La station intermédiaire est caractérisée par une faible taille de la population (89 ind/CPUE) comparée à celle située le plus en aval (184.25 ind/CPUE).

Sur le Berlou, le Gijou et le Giroussel les différences de densités peuvent s'expliquer par la pression de pêche. Plus elle est soutenue (GI, GII, BIV, GiVI), plus la taille de la population est faible. De même, les sex ratio mesurés présentent de fortes divergences entre les stations. Cette observation semble liée à la pression de pêche (non quantifiable). Celle-ci est basée sur des observations lors de la campagne de terrain. Plus la pression est forte, plus le sex ratio est déséquilibré en faveur des femelles. A l'inverse, si la pression est faible voire nulle, le sex ratio est soit équilibré soit en faveur des mâles. Lors de la pose des balances, les individus les plus gros et donc dominants sont les premiers à arriver. Cette étude prouve que les femelles ont une longueur significativement inférieure (moy : 93.65 mm) à celle des mâles (98.20 mm). Ces derniers, plus gros, sont les premiers prélevés en cas de pêche intense.

Caractérisation des populations d'Austropotamobius pallipes

Lors de cette étude, 5 populations ont été observées. Cependant, selon les données antérieures, le bassin versant du Gijou abrite peut être d'autres populations.

Par comparaison des données communes avec celles des suivis de l'ONEMA, les populations tendraient à régresser. Le cours d'eau G a vu sa densité d'écrevisses diminuer, passant de 280 à 50 individus comptabilisés entre 2001 et 2010. Sur J, la population semble s'être complètement éteinte. A l'inverse, H a été recolonisé par un faible nombre d'individus entre 2001 et 2009. Il est, cependant, difficile de définir l'évolution des populations et de les expliquer puisque les zones prospectées ne sont pas identiques entre les années et que le suivi de la qualité de l'habitat et de l'eau n'a débuté qu'en 2010.

Critique de la méthodologie

La longueur des mailles ne doit pas excéder 3 km, notamment lors des repérages de nuit qui demandent une concentration constante de l'observateur. Le système de prospection par maillage est bien adapté pour définir l'aire de répartition des écrevisses signal, puisque les limites ont été repérées. Cependant, l'échantillonnage systématique est plus délicat pour les écrevisses à pieds blancs. En effet, les populations sont de petite taille et isolées. Un inventaire exhaustif du linéaire de nuit devrait être appliqué sur les affluents du Gijou, afin de ne pas passer à côté d'une population.

Les deux indices de la qualité physique sont dépendants l'un de l'autre, ainsi un seul des deux indices pourra être conservé. Cependant, ni le RHS_{100} , ni l'indice de la CATER ne permettent de discriminer les sites à *A.pallipes* des autres. D'autres indices existent, mais induisent des coûts plus lourds en matériel, en temps et en personnel.

La longueur des écrevisses a été prise de deux manières : du rostre au telson et du rostre au céphalothorax. Les deux étant fortement corrélées, une seule mesure pourra être conservée lors de prochaines études.

L'estimation des densités par la méthode de Petersen ne donne pas des valeurs fiables puisque peu d'individus marqués sont recapturés. Une alternative serait de procéder à trois passages à 48h d'intervalle selon la méthode Schnabel pour minimiser les erreurs dues aux variations comportementales. De plus, il est à noter que la capture, qu'elle soit faite à l'aide de balances ou de nasses, est sélective : seuls les individus adultes et actifs sont pris. La dynamique des populations, à l'aide des diagrammes de fréquences de tailles, n'est basée que sur les individus adultes. Une solution serait de coupler cette méthode avec l'utilisation d'un filet surber pour capturer les juvéniles dans divers substrats. Toutefois, cela est délicat puisque la largeur, la profondeur et la turbidité, notamment du Gijou, ne sont pas compatibles avec l'utilisation d'un surber.

Perspectives données à cette étude

Cette étude représente l'état initial du suivi d'*A.pallipes* et de *P.leniusculus* au sein du bassin versant du Gijou. Il est maintenant nécessaire de prospecter les zones non explorées de certains affluents et de nouveaux cours d'eau (précédemment colonisés selon les données de l'ONEMA), afin de compléter le recensement des populations d'écrevisses à pieds blancs. Puis, un suivi de cette espèce devra être mis en place tous les deux ans. Cela permettra de contrôler l'état des populations par une estimation semi-quantitative (nombre d'individus observés) et du linéaire colonisé. En ce qui concerne *P.leniusculus*, les limites amont des aires de répartition devront être contrôlées tous les ans pour observer la progression des populations. Les densités devront être calculées sur les mêmes stations que cette année pour que des mesures de lutte soient prises en cas d'expansion des populations (comparaison aux valeurs de l'année 0 (2010)). Il serait intéressant de quantifier la pression de pêche, par exemple, par une enquête auprès des pêcheurs.

Afin de suivre l'évolution de la qualité de l'habitat, les variables physico-chimique et un indice de qualité physique devront être mesurés sur les stations existantes, mais également sur d'autres si de nouvelles populations d'*A.pallipes* sont découvertes, à raison d'une fois tous les deux ans. De plus, de nouvelles variables pourront être prises en compte dans le but d'expliquer plus précisément les causes de régression de l'écrevisse à pieds blancs, telles l'éclairement du lit ou la fermeture du milieu. Le compartiment biologique n'a pas pu être étudié ici et il serait pertinent de réaliser des IBGN (Indice Biologique Global Normalisé) ou RCS (Réseaux de contrôle et de Surveillance) sur quelques stations. Cela pourrait permettre de différencier les sites à *A.pallipes*, les macroinvertébrés faisant du régime alimentaire des écrevisses. Plus que la note obtenue, ce sont la variété taxonomique et les biomasses qui seront les facteurs importants.

Il est prévu que cette étude soit répliquée sur d'autres bassins versants du département afin d'obtenir une image globale des populations. En 2011 par exemple, c'est le bassin versant de l'Agout amont qui sera proposé.

Gestion des espèces et restauration du milieu

Les qualités physico chimique et hydromorphologique n'étant pas mises en cause dans la régression des populations d'écrevisses à pieds blancs, par conséquent, il ne semble pas nécessaire d'entreprendre une restauration du milieu. De même, une réintroduction d'*A.pallipes* n'est pas possible, aucune population présente sur ce bassin versant n'est assez importante pour supporter un prélèvement. En revanche, de la prévention est proposée à l'aide de mesures de protection envers l'écrevisse à pieds blancs et de lutte pour l'espèce invasive.

Cet objectif ne peut être atteint sans la sensibilisation des pêcheurs et des riverains à la problématique du déclin d'*A.pallipes* au travers des guides piscicoles ou de panneaux dans les mairies. Il

faut ainsi informer les pêcheurs sur le risque de transport de spores par les bottes et le matériel de pêche. Une désinfection systématique du matériel lors d'un changement de cours d'eau est recommandée. De même, le danger que représente l'introduction ou la remise à l'eau des écrevisses doit être expliqué au grand public. Le piétinement du bétail est présent sur le bassin versant, les agriculteurs doivent être sensibilisés aux problèmes induits et aux solutions possibles. Ces dernières consistent, par exemple, à installer une clôture avec un retrait minimum de 3 m par rapport au sommet de berge. Puis, il est nécessaire d'aménager des abreuvoirs soit au fil de l'eau, soit sous forme de pompe à museau. Le premier aménagement est simple à réaliser et à entretenir, le deuxième évite que les animaux pénètrent dans le cours d'eau, mais nécessite un entretien régulier.

La lutte de l'espèce invasive est une autre mesure de prévention pour la préservation de l'écrevisse autochtone. En effet, les espèces introduites peuvent porter préjudice à l'espèce autochtone par compétition et par la transmission de maladies. Pour limiter leur expansion, des campagnes d'élimination mécanique représentent le meilleur choix, car cela est peu traumatisant pour le milieu et permet d'attraper un grand nombre d'individus. L'utilisation de phéromones sexuelles permettrait d'augmenter l'attractivité des pièges (Stebbing et *al.*, 2003). En effet, la stimulation sexuelle chez les écrevisses signal mâles a été démontrée en présence de phéromones sexuelles libérées dans l'urine des femelles matures en laboratoire (Stebbing et *al.*, 2003). Une étude a permis de le vérifier sur le terrain (Stebbing et *al.*, 2004). Une autre technique d'éradication des écrevisses signal est la stérilisation des mâles matures. Cela consiste à capturer un grand nombre d'individus, de tuer les femelles et les jeunes mâles et de remettre à l'eau les gros mâles une fois stérilisés (Duperray, 2007-2008). Ces derniers, plus agressifs, tuent les mâles non capturés. Ils vont s'accoupler avec les femelles plus tôt que les mâles féconds, rendant la ponte non viable. Cette méthode a donné de très bons résultats en conditions expérimentales, mais encore confidentielle, le protocole n'étant pas encore breveté.

Conclusion

Le bassin versant du Gijou connaît une invasion de *P.leniusculus*, et un déclin des populations autochtones. Cependant, aucune cause à ces observations n'avait encore pu être mise en évidence. Cette étude a donc pour but d'apporter des réponses à ces observations.

Seules cinq populations d'*A.pallipes* ont été contactées sur la zone étudiée, soit 5 % du linéaire total, cependant tout le linéaire n'a pas été prospecté. A l'inverse, *P.leniusculus* a colonisé près de 50 % du bassin versant. Aucune zone de confrontation n'a cependant été observée entre les deux espèces. La compétition inter-spécifique ne peut pas être mise en cause dans le recul des écrevisses à pieds blancs.

La qualité de l'eau et de l'hydromorphologie ne semblent pas être des facteurs pouvant expliquer la régression d'*A.pallipes*, au regard d'indices généraux (grille du Seq –Eau, indice de la CATER, RHS₁₀₀). Cependant, lorsque les valeurs de variables physico-chimiques sont étudiées au sein même du bassin versant, il est possible de distinguer les sites à *A.pallipes* de *P.leniusculus*. En effet, les valeurs de la turbidité, de la conductivité, des teneurs en nitrates et magnésium sont significativement inférieures en présence de l'espèce autochtone. Ces valeurs sont intermédiaires sur les sites dépourvus d'écrevisse. Certains de ces derniers pourraient accueillir l'espèce autochtone au vu de la qualité de l'eau.

Les écrevisses signal capturées lors des sessions de capture/marquage/recapture présentent quatre classes d'âges sur tous les sites suivis. Cependant, des différences de tailles sont observées entre les cours d'eau et au sein même des stations. De plus, les femelles ont des longueurs inférieures à celles des mâles. Les densités ne dépassent pas 200 ind/CPUE sur le bassin versant, ce qui semble faible par rapport au taux de mutilation. Cependant, cette étude représentant l'état de référence, des comparaisons ne pourront être faites qu'après plusieurs années de suivis. Les inégalités observées entre les stations pour les valeurs de densités et de sex ratio semblent liées à la pression de pêche.

Cette étude a mis en évidence des zones où les deux espèces peuvent être en compétition si *P.leniusculus* continue sa progression. Ainsi, ses limites de répartition seront contrôlées chaque année, afin de prendre des mesures si nécessaire. Une estimation semi-quantitative des écrevisses autochtones aura lieu tous les deux ans pour suivre leur évolution. Un suivi de la qualité de l'habitat sera mené également tous les deux ans avec de nouvelles variables pouvant expliquer de manière plus précise le lien avec la répartition des espèces d'écrevisses. En parallèle, une campagne de sensibilisation auprès des pêcheurs et du grand public doit être menée sur les problèmes de réintroduction volontaire des espèces invasives et du risque de transmission de maladies, notamment par le matériel de pêche.

Bibliographie

- Aiken D.E.** et **Waddy S.L.** (1992). The growth process in crayfish. *Reviews of Aquatic Sciences*, **6**, 335-381.
- Arrignon J.C.** et **Roche B.** (1983). Population of the crayfish *Austropotamobius pallipes pallipes* (Lereboullet) in a brook of Corsica (France). *Freshwater Crayfish*, **5**, 229-238.
- Bensettiti F.** et **Gaudillat V.** (2004). *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858), l'écrevisse à pattes blanches, l'écrevisse à pieds blancs. *Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. - Tome 7 - Espèces animales*, (eds La documentation française), pp 221-224.
- Broquet T., Thibault M.** et **Neveu A.** (2002). Distribution and habitat requirements of the white clawed crayfish, *Austropotamobius pallipes*, in a stream from the pays de Loire region, France: an experimental and descriptive study. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, **367**, 717-728.
- Cerenius L., Söderhäll K., Persson M.** et **Ajaxon R.** (1988). The crayfish plague fungus *Aphanomyces astaci* – Diagnosis, isolation and pathobiology. *Freshwater Crayfish*, **7**, 131-141.
- Changeux T.** (2003). Note technique - Evolution de la répartition des écrevisses en France métropolitaine selon les enquêtes nationales menées par le Conseil Supérieur de la Pêche de 1977 à 2001. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, **370/371**, 17-41.
- De Faveri N.** (2004). *Schéma de restauration environnementale et piscicole – état des lieux*. **1**, 185p.
- De Faveri N.** (2004). *Schéma de restauration environnementale et piscicole – éléments cartographiques*. **4**, 37p.
- Demers A., Reynolds J.D.** et **Cioni A.** (2003). Habitat preference of different size classes of *Austropotamobius pallipes* in an Irish river. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, **370/371**, 127-137.
- Diéguez-Uribeondo J., Huang T.S., Cerenius L.** et **Söderhäll K.** (1995). Physiological adaptation of an *Aphanomyces astaci* strain isolated from the freshwater crayfish *Procambarus clarkii*. *Mycological research*, **99**, 574-578
- Duperray T.** (2007). *Origine et description du protocole de stérilisation mécanique des mâles de Pacifastacus Leniusculus pouvant permettre l'éradication de cette espèce dans les milieux de taille modeste à forts enjeux*. p3
- Duperray T.** (2008). *Synthèse et résultats des essais de stérilisation mécanique des mâles de Pacifastacus Leniusculus pouvant permettre l'éradication de cette espèce dans les milieux de taille modeste à forts enjeux*. p18.
- Foster J.** (1995). Factors influencing the distribution and abundance of the crayfish *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet) in Wales and the Marches, UK. *Freshwater Crayfish*, **8**, 78-98.
- Foster J.** et **Turner C.** (1993). Toxicity of field simulated farm waste episodes to the crayfish *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet): elevated ammonia and reduced dissolved oxygen concentrations. *Freshwater Crayfish*, **9**, 249-258.
- FTPPMA 81, ONEMA et Association Vallée du Gijou** (2004). *Etat du peuplement piscicole de la rivière Gijou, années 2002, 2003 et 2004*. 57p.
- Grandjean F., Jouteux R., Ropiquet A., Bachelier E.** et **Bramard M.** (2001). Biological water quality assessment in running waters sites harbouring the endangered crayfish, *Austropotamobius pallipes* based on macroinvertebrates and its potential in habitat selection for restocking. *Freshwater Crayfish*, **13**, 338-348.

- Grandjean F., Momon J. et Bramard M.** (2003). Biological water quality assesment of the whiteclawed crayfish habitat based on macroinvertebrates communities: usefulness for its conservation. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, **370/371**, 115-125.
- Hall L. et Söderhäll K.** (1983). Isolation and properties of a protease inhibitor in crayfish (*Astacus astacus*) cuticule. *Comparative Biochemistry and Physiology*, **76B**, 699-702.
- Holdich D.M.** (1995). *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858). Background Information on Invertebrates of the Habitats Directive and the Bern Convention. *Part I - Crustacea, Coleoptera and Lepidoptera* (eds Van Helsdingen P.J., Willemse L. et Speight M.C.D.), pp 1-8 Collection Nature and environment, n°79, Council of Europe, Strasbourg.
- Holdich D.M.** (2002). Biology of Freshwater Crayfish. (eds Holdich D.M), 702p *Blackwell Science, Oxford*.
- Holdich D.M.** (2003). Ecology of the White-clawed Crayfish. *Conserving Natura 2000 Rivers Ecology*, **1**. English Nature, Peterborough.
- Holdich D.M. et Lowery R.S.** (1988). *Freshwater crayfish: biology, Exploitation and Management*. Croom Helm, London.
- Holdich D.M. et Rogers W.D.** (1997). The white-clawed crayfish, *Austropotamobius pallipes*, in Great Britain and Ireland with particular reference to its conservation in Great Britain. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, **347**, 597-616.
- Huang T., Cerenius L., Söderhäll K.** (1994). Analysis of the genetic diversity in the crayfish plague fungus, *Aphanomyces astaci*, by random amplification of polymorphic DNA. *Aquaculture*, **126**, 1-10.
- Jussila J. et Evans L.H.** (1996). On the factors affecting marron, *Cherax tenuimanus*, growth in intensive culture. *Freshwater Crayfish*, **11**, 428-440.
- Laurent P. J.** (1985). Une station d'écrevisses à pieds blancs *Austropotamobius pallipes* en zone périurbaine. *Bulletin mensuel de la société Linnéenne de Lyon*, **3**, 77-88.
- Lodge D.M.** (1991). Herbivory on freshwater macrophytes. *Aquatic Botany*, **41**, 195-224.
- Lodge D.M. et Hill A.M.** (1994). Factors governing species composition, population size, and productivity of cool-water crayfishes. *Nordic Journal of Freshwater Research*, **69**, 111-136.
- Lyons R. et Kelly-Quinn M.** (2003). An investigation into the disappearance of *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet) populations in the headwaters of the Nore River, Ireland, and correlation to water quality. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, **370/371**, 139-150.
- Matthews M.A.** (1992). *Reproduction, growth, and aquaculture potential of the freshwater crayfish Austropotamobius pallipes (Lereboullet)*. Thèse de Doctorat, Université de Dublin (Irlande), 142 p.
- Momot W.T.** (1995). Redefining the role of crayfish in aquatic ecosystems. *Fisheries Science*, **3**, 33-63.
- Neveu A.** (1988). Le marquage des écrevisses pour les études démographiques. *L'astaciculteur de France*, **17**, 1-4.
- Oidtmann B., Cerenius L., Schmid I., Hoffmann R. et Söderhäll K.** (1999). Crayfish plague epizootics in Germany – classification of two German isolates of the crayfish plague fungus, *Aphanomyces astaci*, by random amplification of polymorphic DNA. *Diseases of aquatic organisms*, **35**, 235-238.

- Oidtmann B., Heitz D., Rodgers D. et Hoffmann R.W.** (2002). Transmission of crayfish plague. *Diseases of Aquatic Organisms*, **52**, 159-167.
- Parkyn S. et Collier K.** (2004). Interaction of press and pulse disturbance on crayfish populations: flood impacts in pasture and forest streams. *Hydrobiologia*, **527**, 113–124.
- Peay S.** (2000). *Guidance on works affecting white-clawed crayfish*. English Nature and Environment Agency report. English Nature, Peterborough.
- Rallo A. et García-Arberas L.** (2000). Population structure and dynamics and habitat conditions of the native crayfish *Austropotamobius pallipes* in a pond: a case study in Basque Country (Northern Iberian Peninsula). *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, **356**, 5-16.
- Raven P., Fox P., Everard M., Holmes N. et Dawson H.** (1997). River Habitat Survey: a new system for classifying rivers according to their habitat quality. *Freshwater Quality: Defining the Indefinable?* (eds Boon P.J. et Howell D.L.) pp. 215-234. HMSO, Edinburgh.
- Raven P., Holmes N. et Dawson H.** (2007). *River Habitat Survey in the Ardèche and Cévennes areas of south-eastern France, results from 2007*. 28p
- Reyjol Y. et Roqueplo C.** (2002). Preferential habitat of the white-clawed crayfish, notably juveniles, in three brooks of Corrèze, France. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, **367**, 741-762.
- Reynolds J.D.** (1979). Crayfish ecology in Ireland. *Freshwater Crayfish*, **4**, 215-220.
- Reynolds J.D.** (2002). Growth and Reproduction. *Biology of Freshwater Crayfish* (eds Holdich D.M.), pp 152-191, Blackwell Science, Oxford.
- Rhodes C.P. et Holdich D.M.** (1979). On size and sexual dimorphism in *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet), A step in assessing the commercial exploitation potential of the native British freshwater crayfish. *Aquaculture*, **17**, 345-358.
- Roqueplo C. et Daguerre de Hureaux N.** (1983). Etudes de populations naturelles d'écrevisses (*Austropotamobius pallipes* Lereboullet) dans le sud-ouest de la France. Première approche d'une méthodologie de repeuplement. (eds CEMAGREF rapport 14), 177p.
- Smith G.R.T., Learner M.A., Slater F.M. et Foster J.** (1996). Habitat features important for the conservation of the native crayfish *Austropotamobius pallipes* in Britain. *Biological Conservation*, **75**, 239-246.
- Söderhäll K., Unestam T.** (1975). Properties of extracellular enzymes from *Aphanomyces astaci* and their relevance in the penetration process of crayfish cuticle. *Physiology Plant*, **35**, 140-146.
- Souty-Grosset C., Holdich D., Noel P., Reynolds J. et Haffner P.** (2006). *Atlas of crayfish in Europe*. Museum national d'histoire naturelle, 187 p.
- Stebbing, P. D., Bentley, M. G. et Watson, G. J.** (2003). Mating behavior and evidence for a female released courtship pheromone in the signal crayfish *Pacifastacus leniusculus*. *Journal of Chemical Ecology*, **29**, 465-475.
- Stebbing P.D., Watson G.J., Bentley M.G., Fraser D., Jennings R., Rushton S.P. et Sibley P.J.** (2004). *Evaluation of the capacity of pheromones for control of invasive non-native crayfish*. English Nature Research **578**, English Nature, Peterborough.

- Svensson E.** (1978). Interactions between a parasitic fungus, *Aphanomyces astaci*, oomycetes, and its crayfish host: I. Mobility, encystment, attachment, and germination of the zoospore. *Acta Universitatis Upsaliensis*, **457**, 1-18.
- Thomas W.J.** (1978). Aspect of crayfish biology. *Freshwater Crayfish*, **4**, 116-119.
- Troschel H.J.** (1997). Distribution of *Austropotamobius pallipes* in Germany. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, **347**, 639-647.
- Trouilhé M.C.** (2006). *Etude biotique et abiotique de l'habitat préférentiel de l'écrevisse à pattes blanches (Austropotamobius pallipes) dans l'ouest de la France. Implications pour sa gestion et sa conservation.* Thèse Université de Poitiers Faculté des Sciences Fondamentales et Appliquées, 260p.
- Verneaux J.** (1973). *Cours d'eau de Franche-Comté. Recherche sur le réseau hydrographique du Doubs. Essai de biotypologie.* Thèse d'Etat Université de Franche Comté, Besançon, 257 p.
- Vigneux E., Keith P. et Noël P.Y.** (1993). *Atlas préliminaire des Crustacés Décapodes d'eau douce de France.* Patrimoines Naturels 56p.
- Woodlock B. et Reynolds J.D.** (1988). Reproduction in a Irish lake population of the white-clawed crayfish *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet). *Freshwater Biology*, **19**, 79-86.

Annexes

Annexe 1 : critères de détermination des différentes espèces d'écrevisses présentes en France et leur classification systématique

Annexe 2 : tableaux récapitulatifs des valeurs moyennes, minimales et maximales des paramètres physico-chimiques de différentes régions où est présente *Austropotamobius pallipes*

Annexe 3 : cartes des perturbations recensées sur le Gijou

Annexe 4 : cartes des prospections de jour et de nuit

Annexe 5 : fiche de prospection du linéaire de nuit (lampe) ou de jour (balances)

Annexe 6 : abréviations utilisées dans le cadre du RHS (River Habitat Survey) et la notice de terrain

Annexe 7 : description des indicateurs de la qualité hydromorphologique des cours d'eau développés par la CATER (Cellule d'Assistance Technique à l'Entretien des Rivières) du Conseil Général du Tarn (81)

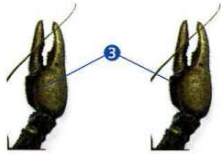
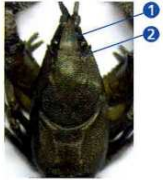
Annexe 8 : fiche d'estimation des densités de *Pacifastacus leniusculus* à l'aide de balances par CMR

Espèces autochtones

Écrevisse à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*)

- 1- rostre triangulaire
- 2- une seule crête orbitale
- 3- pinces rugueuses et blanches en dessous

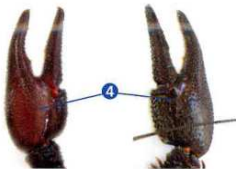
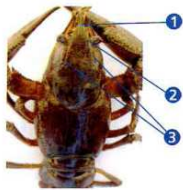
Risque de confusion :
écrevisse des torrents



Écrevisse à pattes rouges (*Astacus astacus*)

- 1- crête médiane denticulée
- 2- rostre aux bords lisses
- 3- présence de deux crêtes post-orbitales
- 4- pinces massives et rugueuses, rouges en dessous

Risque de confusion :
écrevisse du Pacifique,
en raison des pinces rouges

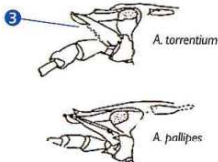
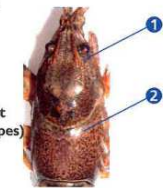


Écrevisse des torrents (*Austropotamobius torrentium*)

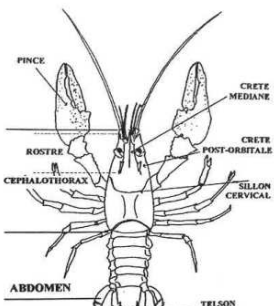
- 1- rostre en forme de triangle
- 2- absence d'épine derrière le sillon cervical

- 3- crête médiane de l'écaille des grandes antennes finement denticulée (lisses chez *a. pallipes*)

Risque de confusion :
écrevisse à pieds blancs



Vue générale :



Légende :



Transport et introduction autorisés



Transport à l'état vivant et introduction interdits



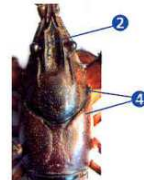
Importation, commercialisation et transport à l'état vivant interdits

Espèces introduites

Écrevisse américaine (*Orconectes limosus*)

- 1- taches rougeâtres sous l'abdomen
- 2- rostre aux bords parallèles en forme de gouttière
- 3- ergot caractéristique sur l'article précédant les pinces
- 4- épines de part et d'autre du sillon cervical

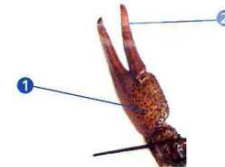
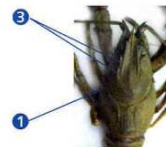
Risque de confusion :
aucun



Écrevisse à pattes grêles ou « turque » (*Astacus leptodactylus*)

- 1- nombreuses épines sur les flancs et les pinces
- 2- pinces effilées aux doigts grêles
- 3- présence de deux crêtes post-orbitales

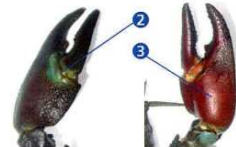
Risque de confusion :
aucun



Écrevisse signal ou « du Pacifique » (*Pascifastacus leniusculus*)

- 1- céphalothorax lisse
- 2- tache blanche ou bleutée à l'articulation des pinces
- 3- pinces rouges en dessous

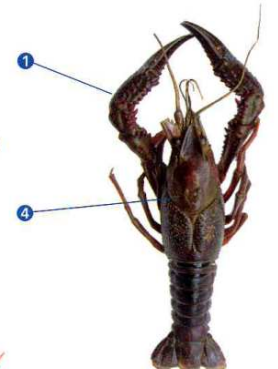
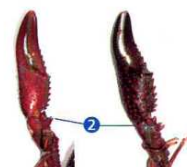
Risque de confusion :
écrevisse à pattes rouges



Écrevisse rouge de Louisiane (*Procambarus clarkii*)

- 1- pinces granuleuses couvertes de taches rougeâtres
- 2- un ou deux ergots sur l'article précédant les pinces
- 3- céphalothorax hérissé de nombreuses aspérités en avant et en arrière du sillon cervical
- 4- coloration générale variant du rouge au violet

Risque de confusion :
aucun



Classification systématique des sept espèces d'écrevisses rencontrées en France

Règne : *Animalia*

Embranchement : *Arthropode*

Sous-Embranchement : *Crustacea*

Classe : *Malacostraca*

Sous-Classe : *Eumalacostraca*

Super-Ordre : *Eucarida*

Ordre : *Decapoda*

Sous-ordre : *Pleocyemata*

Infra-ordre : *Astacidea*

Super-famille : *Astacoidea*

Famille : *Astacidae*

Genre-espèce : *Austropotamobius pallipes* (écrevisse à pieds blancs)

Austropotamobius torrentium (écrevisse des torrents)

Astacus astacus (écrevisse à pattes rouges)

Astacus leptodactylus (écrevisse turque ou à pattes grêle)

Pacifastacus leniusculus (écrevisse signal)

Famille : *Cambaridae*

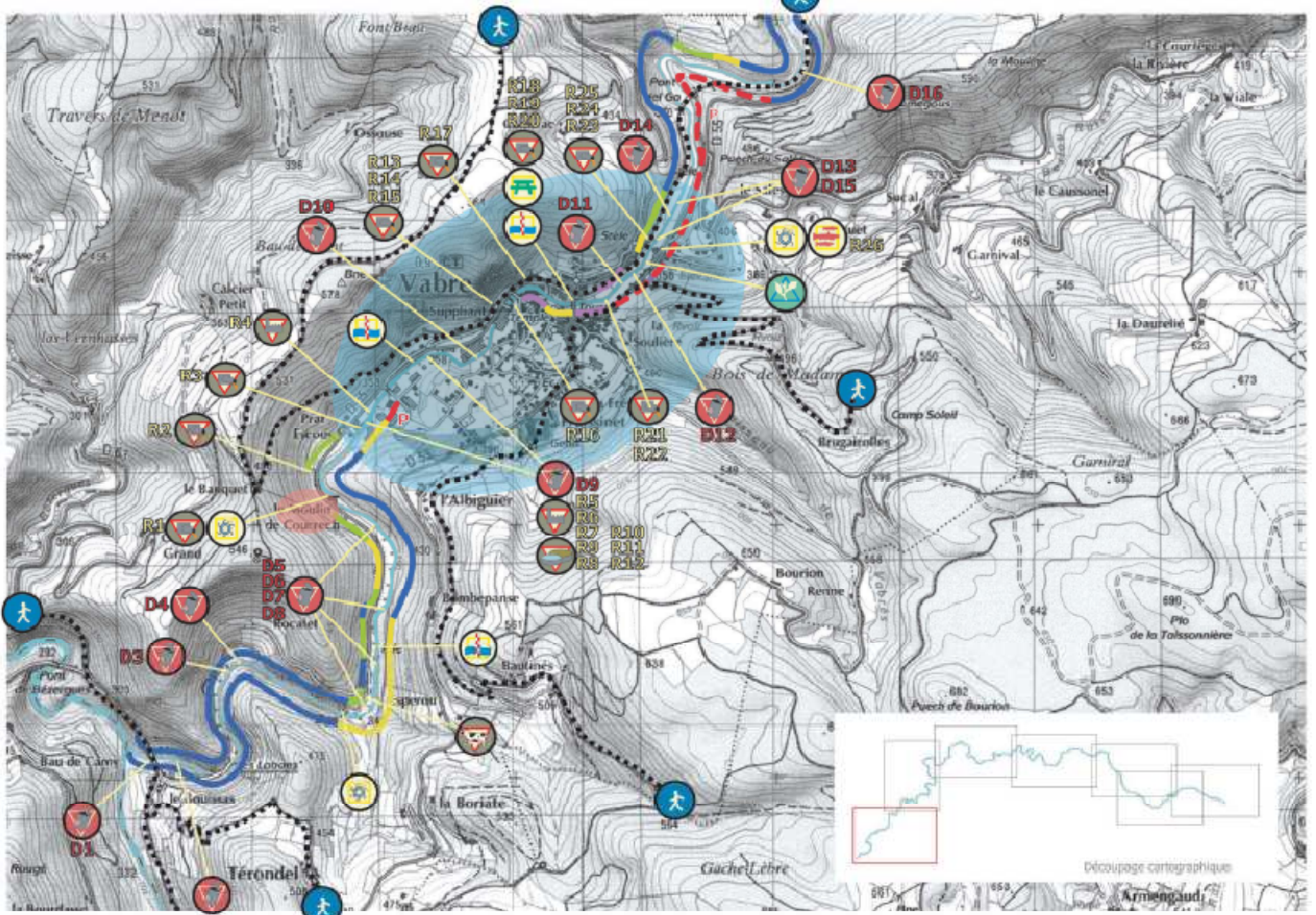
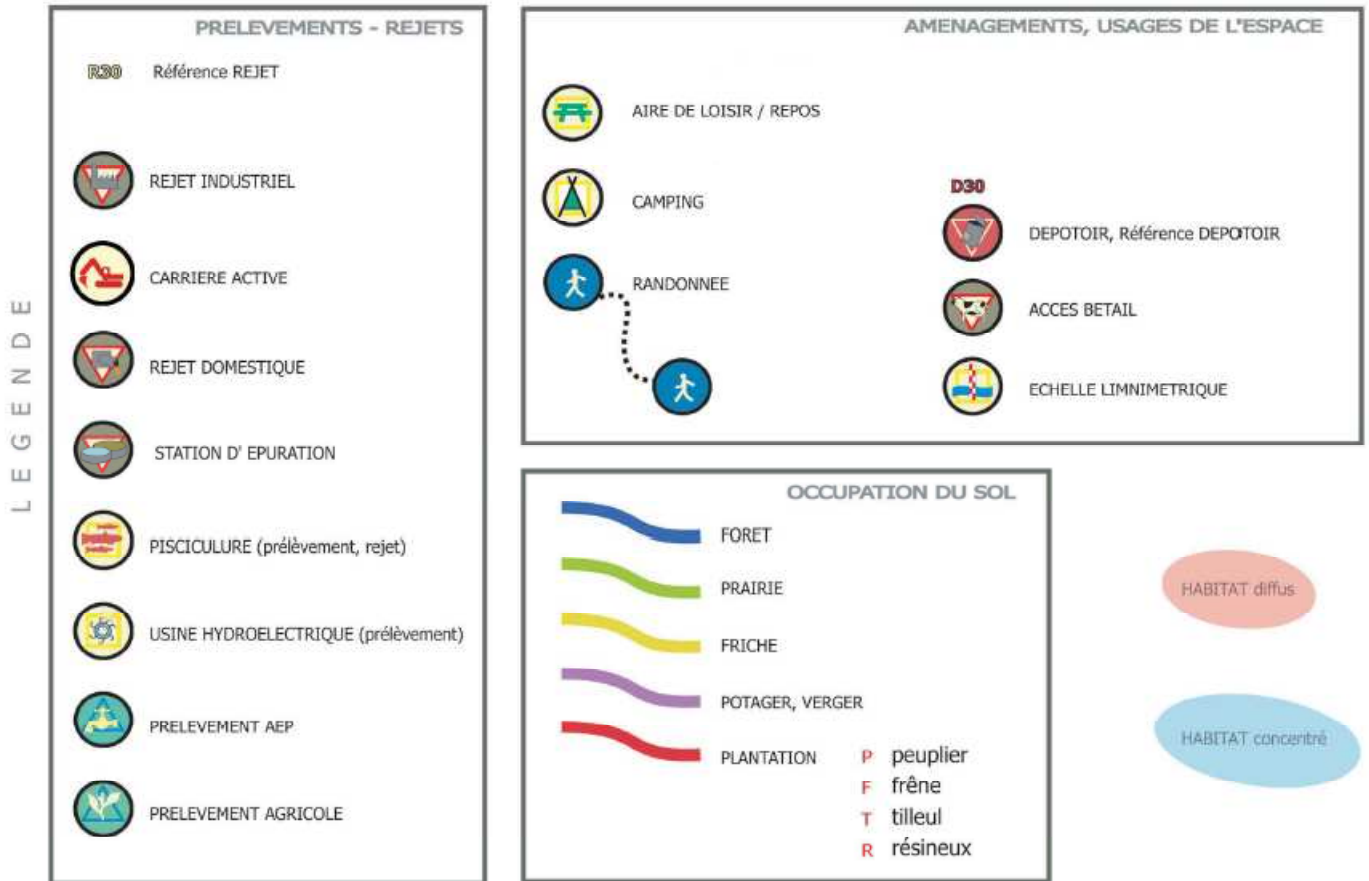
Sous-famille : *Cambarinae*

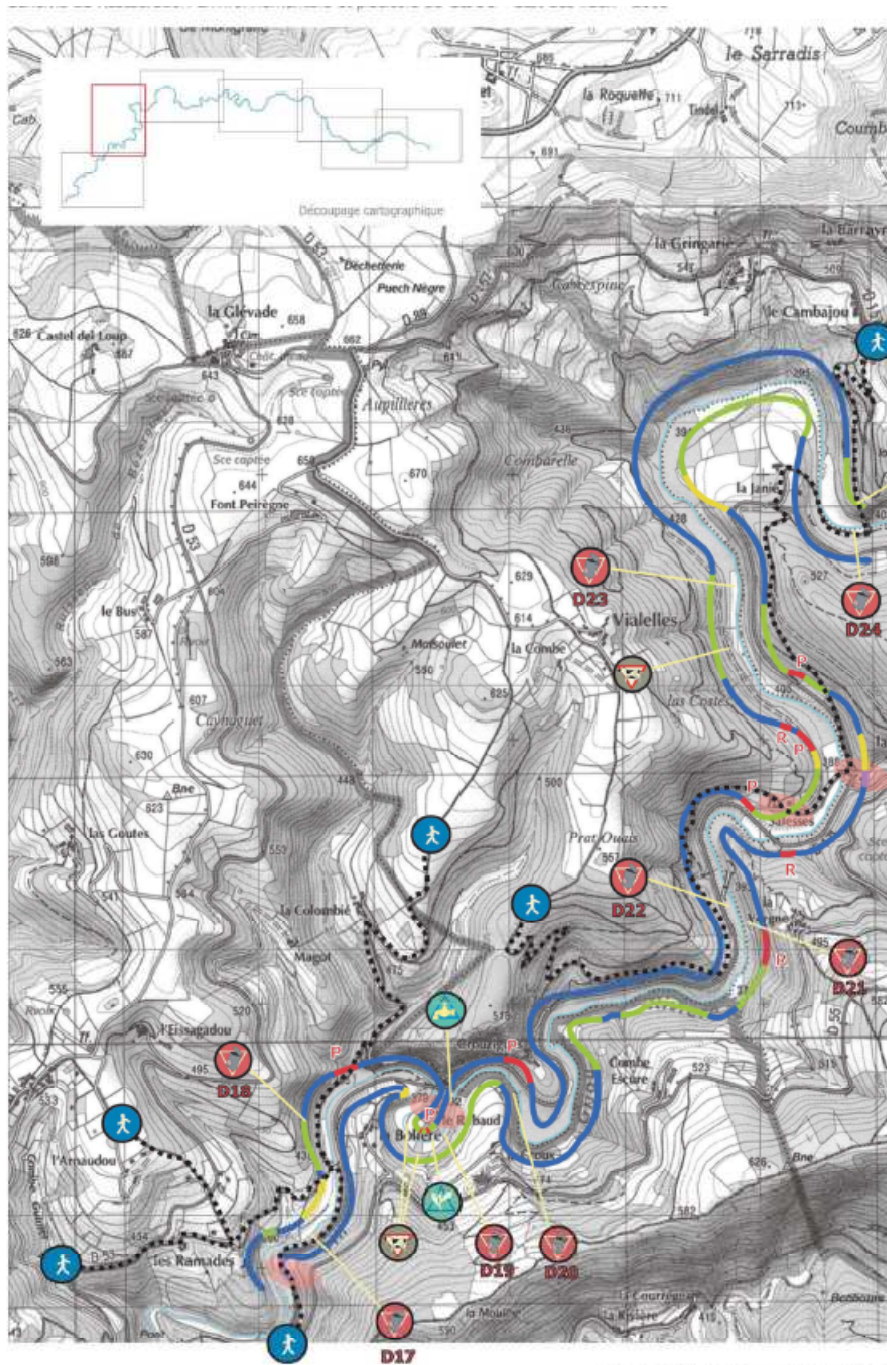
Genre-espèce : *Orconectes limosus* (écrevisse américaine)

Procambarus clarkii (écrevisse de Louisiane)

Paramètre	Valeurs proposées par les différents auteurs (* correspond aux valeurs rencontrées sur des sites)					
Température	8-15°C LAURENI (1988)	13-19°C SYNUSIE (2003)				
Oxygène (mg/L)	7 (80% de saturation) SYNUSIE (2003)	4,4 * LYONS et al. (2003)				
pH	6.2-6.8 ARRIGNON (1996)	8.2-8.5 ANDRE (1960)	6.5-9 LYONS et al. (2003)			
NO₃⁻ (mg/L)	6 SYNUSIE (2003)	3,7 (4,5 maxi) * REYJOL et ROQUEPLO (2002)	5 maxi * TROSCHEL (1997)	5 * ANTON et al. (2001)		
NO₂⁻ (mg/L)	<0,01 SYNUSIE (2003)	0,03 * REYJOL et ROQUEPLO (2002)	0,02* RALLIO et GARCIA- ARBERAS (1998)	0,12* ANTON et al. (2001)	0,06* BROQUET et al. (2002)	
NH₄⁺ (mg/L)	<0,01 SYNUSIE (2003)	0,06 * REYJOL et ROQUEPLO (2002)	0,16 * RALLIO et GARCIA- ARBERAS (1998)	0,07 maxi * TROSCHFI (1997)	0,22 * ANTON et al. (2001)	0,06* BROQUET et al. (2002)
Phosphate	<0,1 SYNUSIE (2003)	0,02* REYJOL et ROQUEPLO (2002)	0,07 maxi * TROSCHEL (1997)	0,25* ANTON et al. (2001)	0,1* BROQUET et al. (2002)	

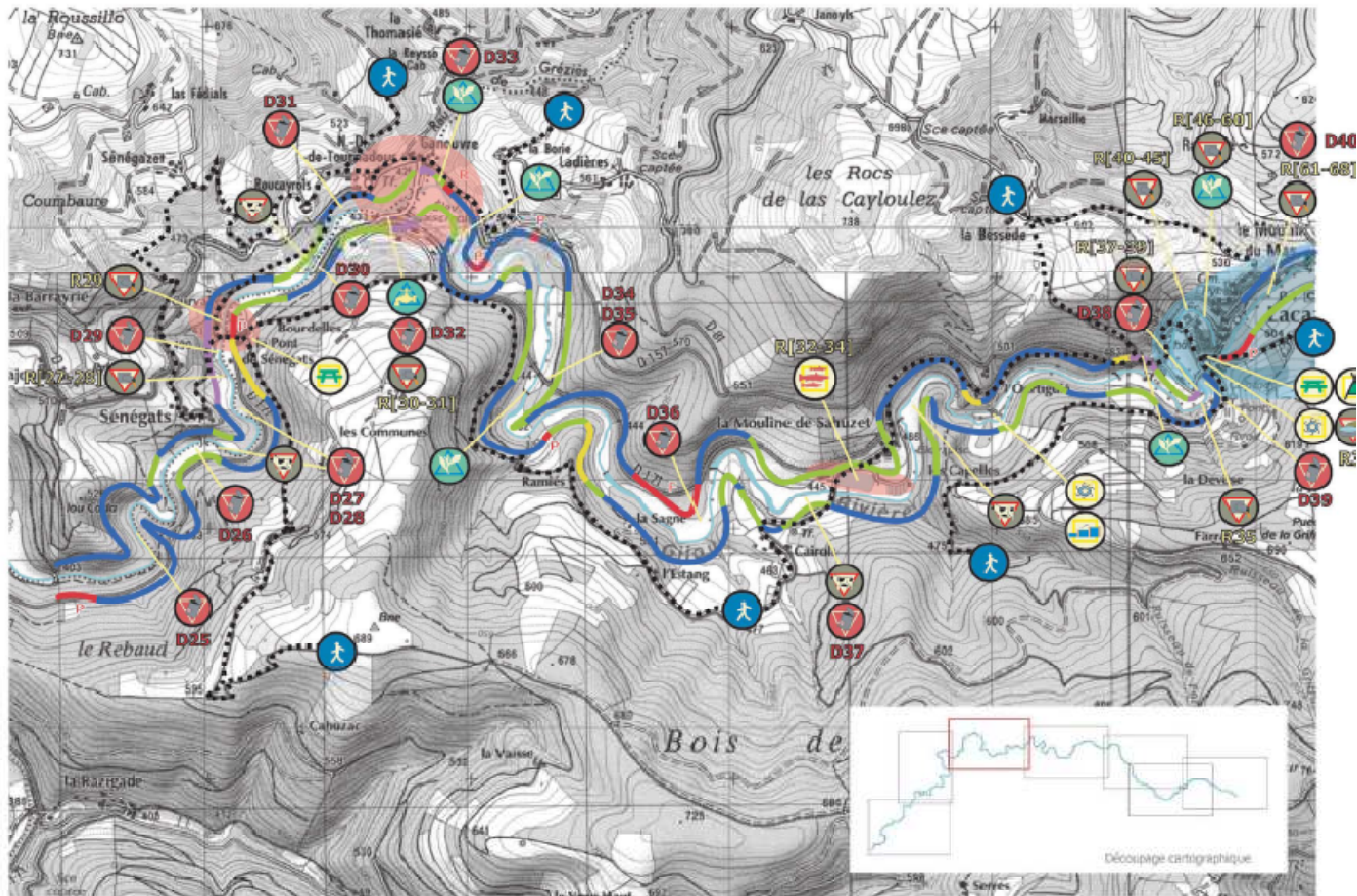
Annexe 3 : carte des perturbations recensées sur le cours d'eau du Gijou par l'association Vallée du Gijou lors de l'élaboration du schéma de restauration environnementale et piscicole



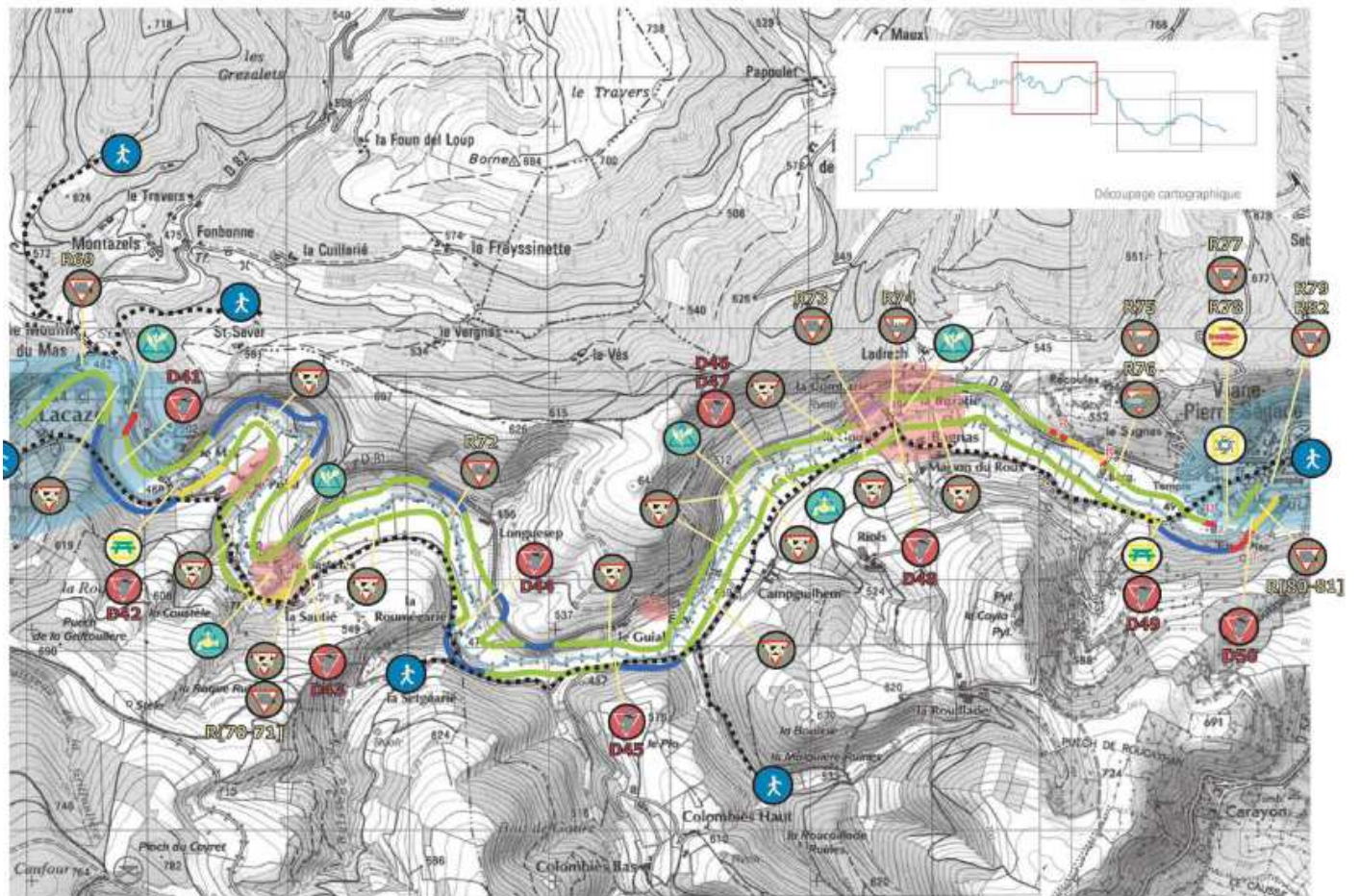


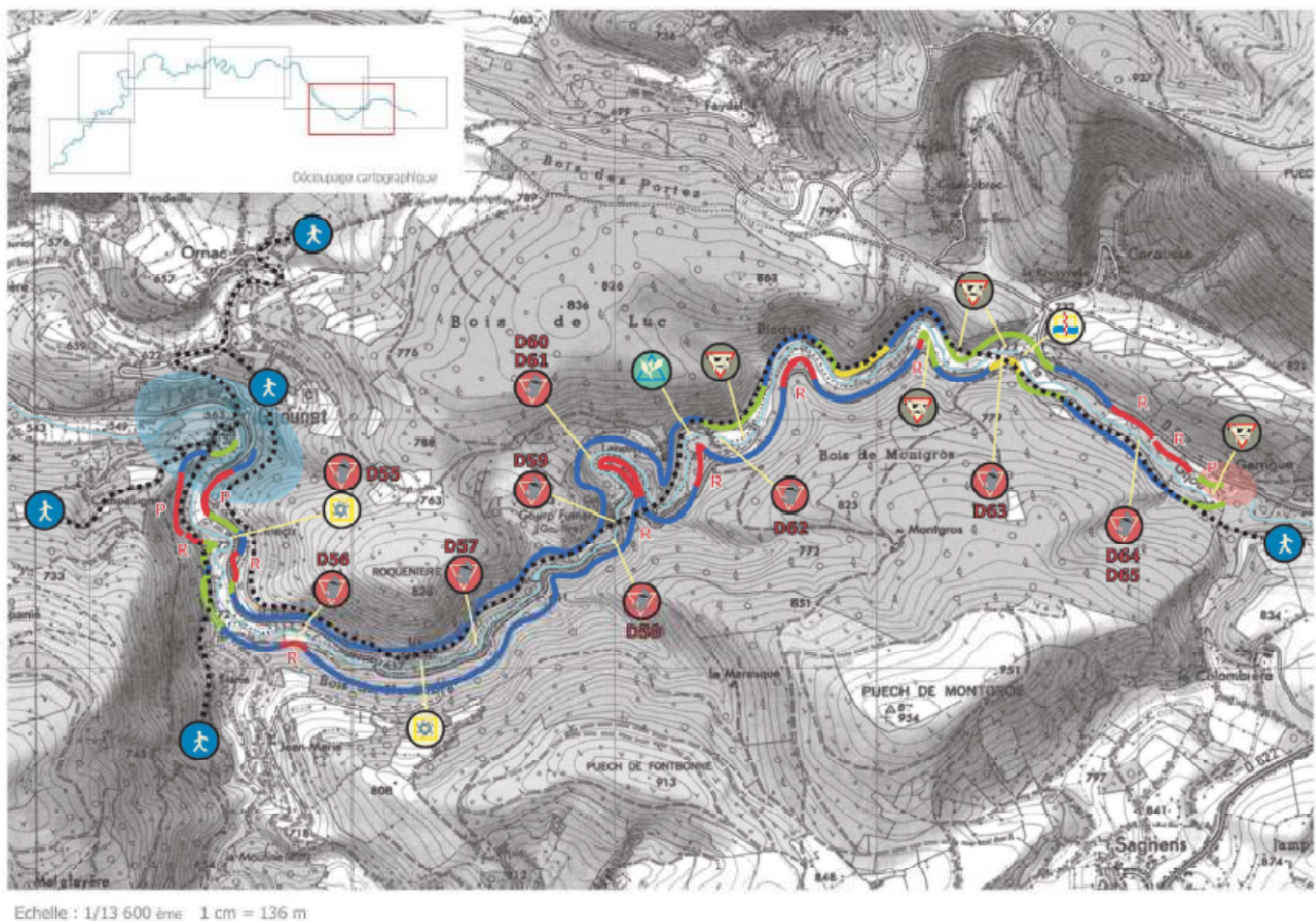
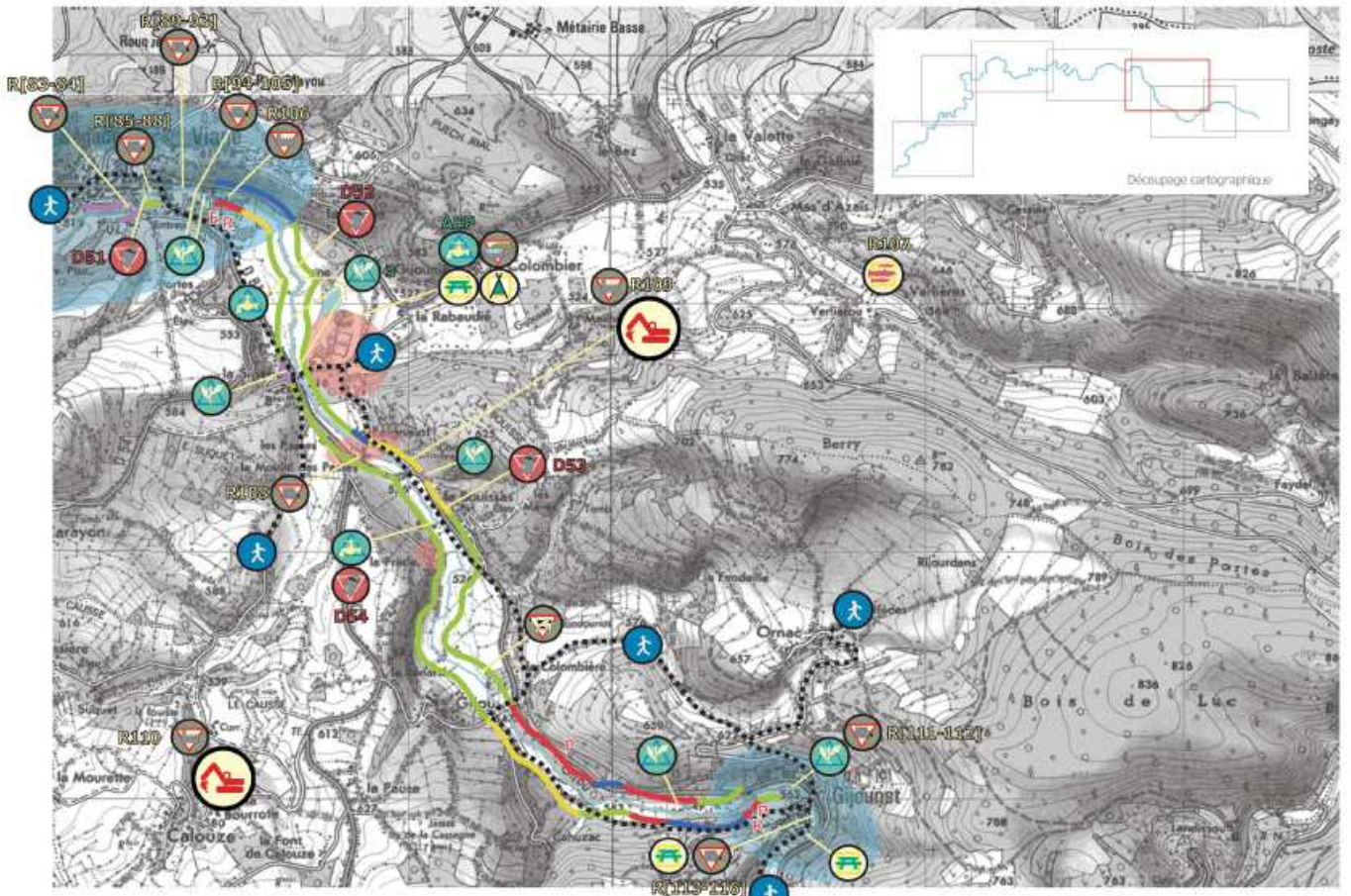
BD Cartho - IGV / BD Carthage AEAG

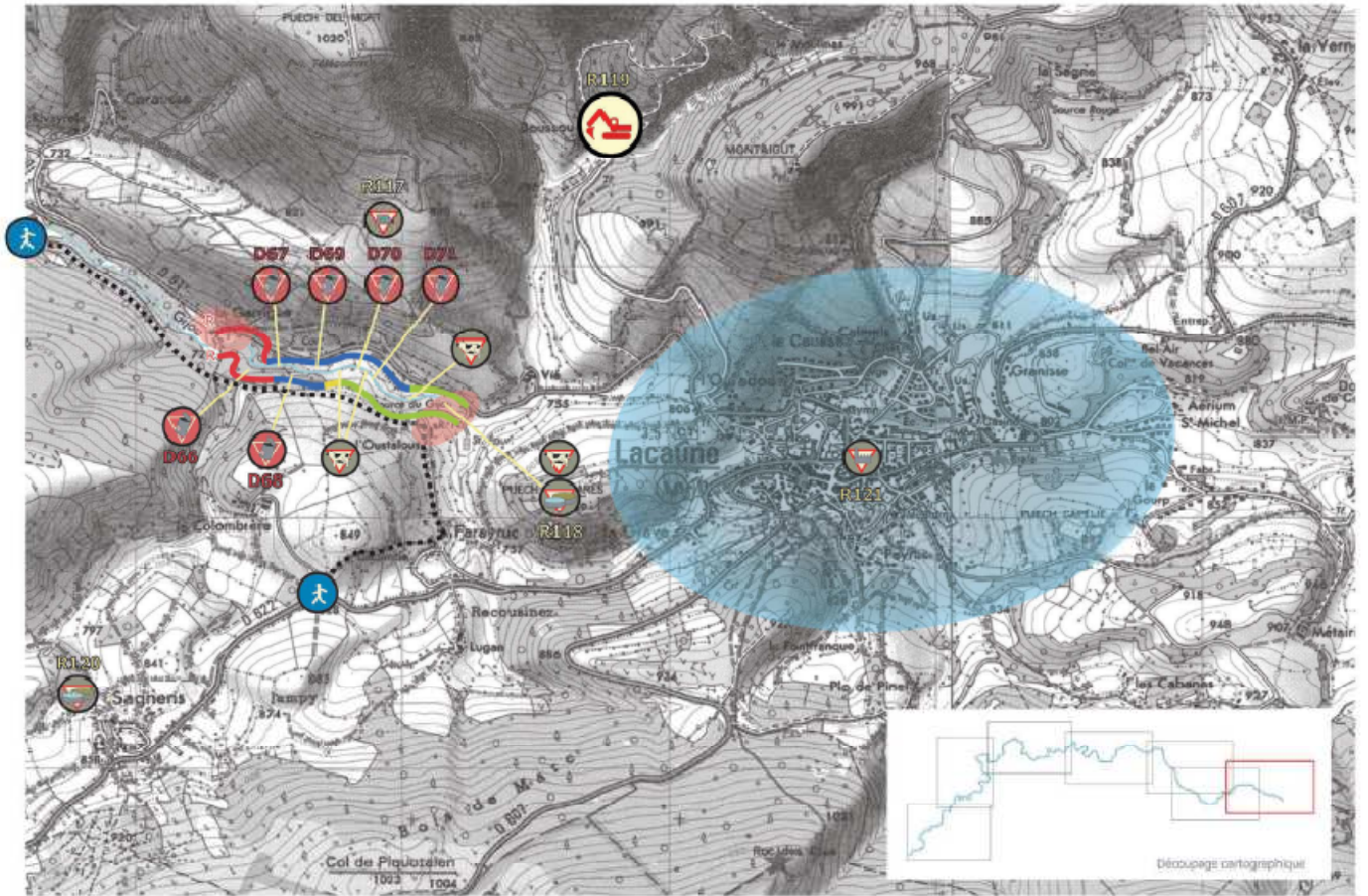
Echelle : 1/13 600 ème 1 cm = 136 m



Echelle : 1/13 600 ème 1 cm = 136 m



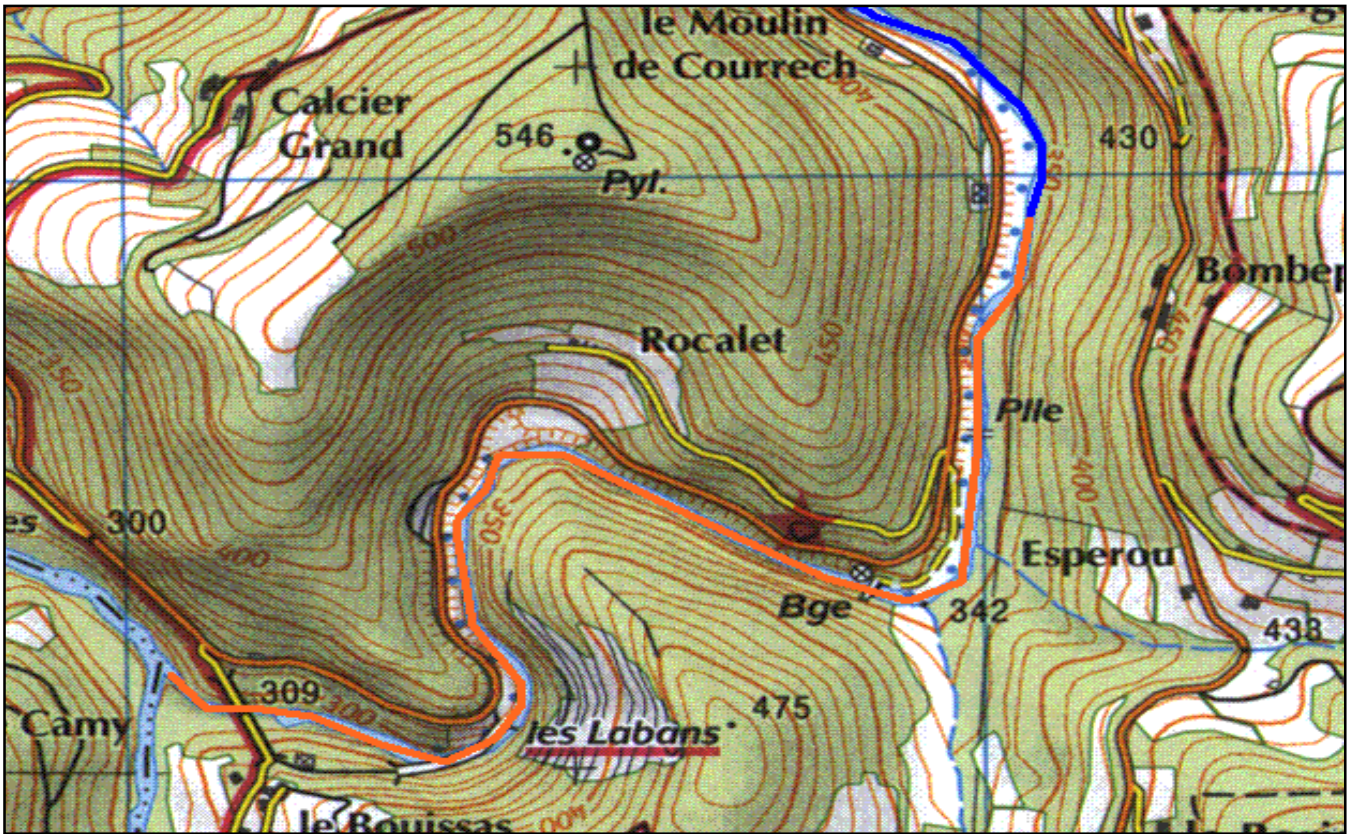




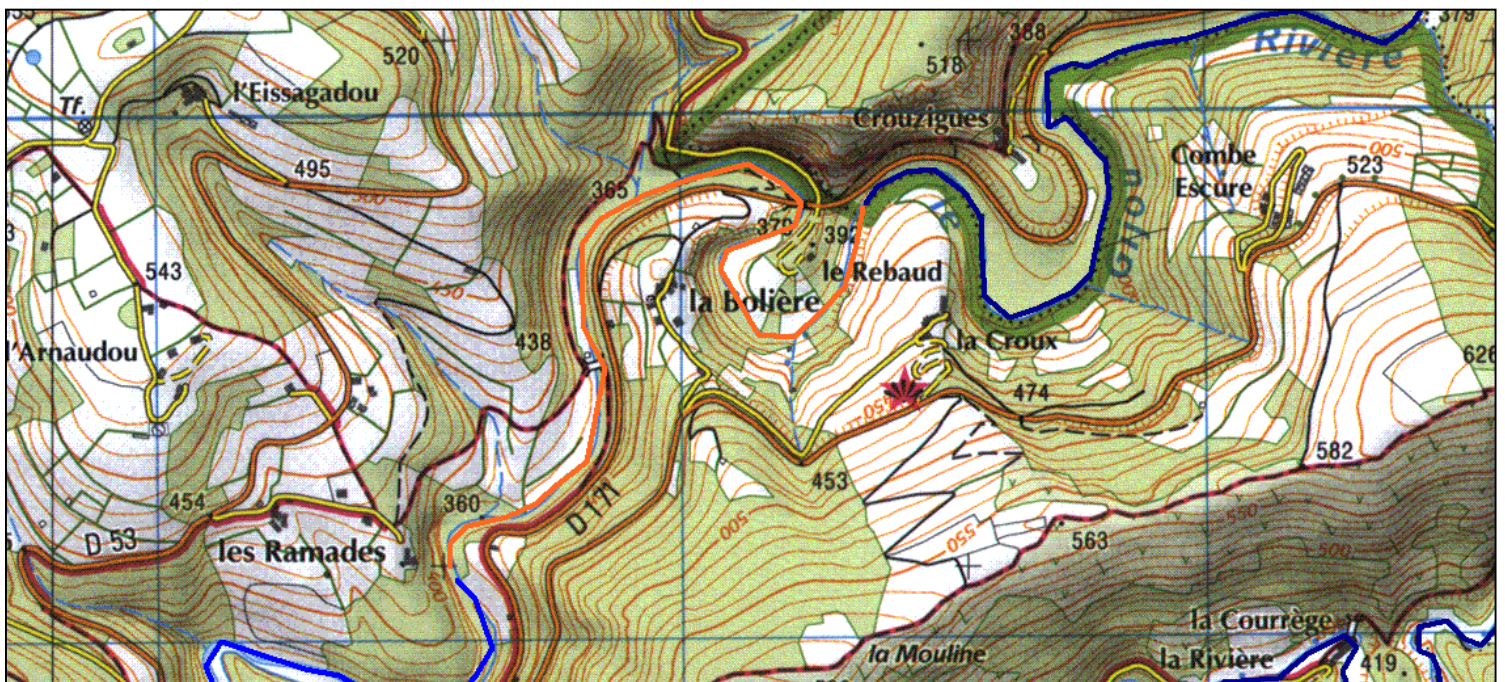
Echelle : 1/13 600 èrè 1 cm = 136 m

Annexe 4 : cartes des prospections de jour et de nuit

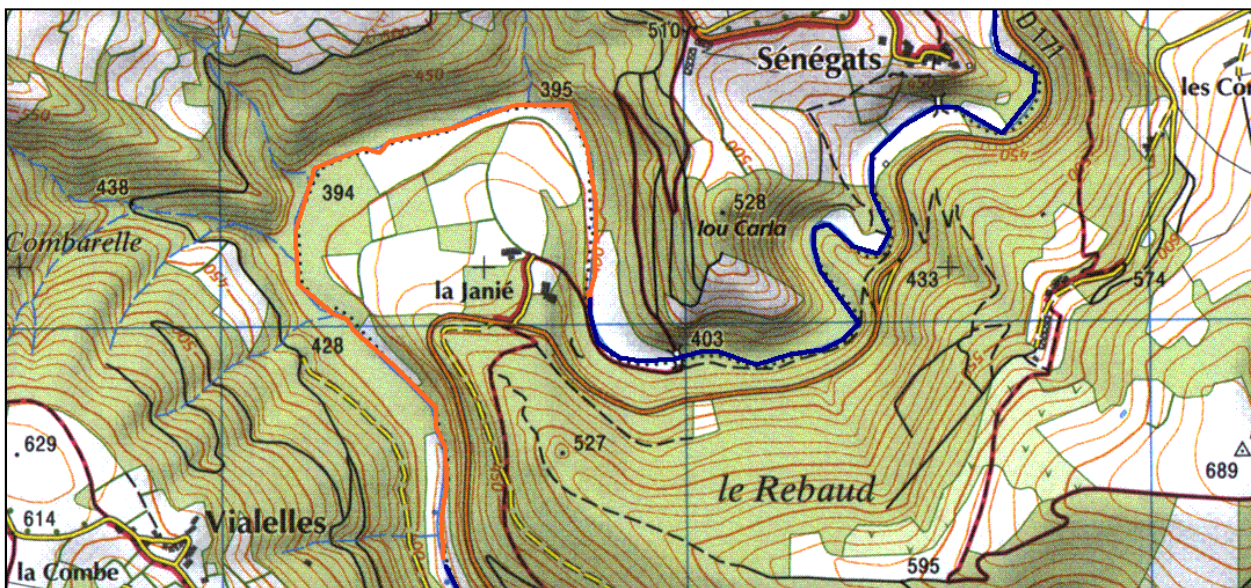
Maille A – Gijou



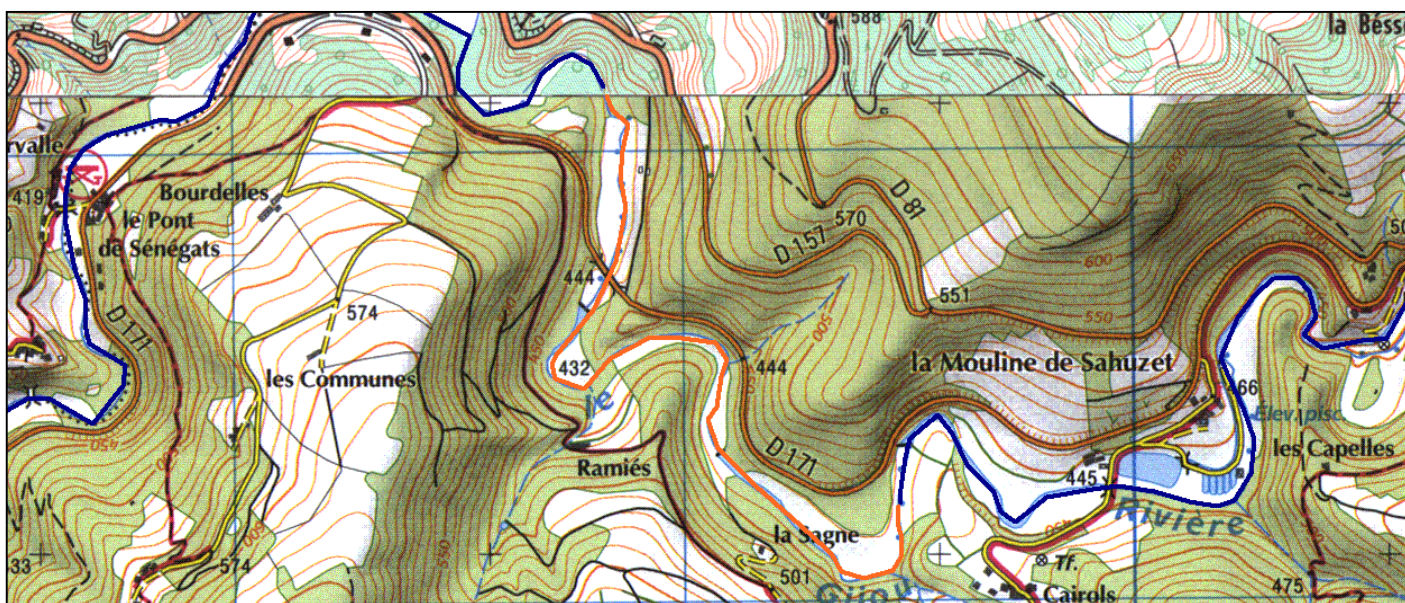
Maille B - Gijou



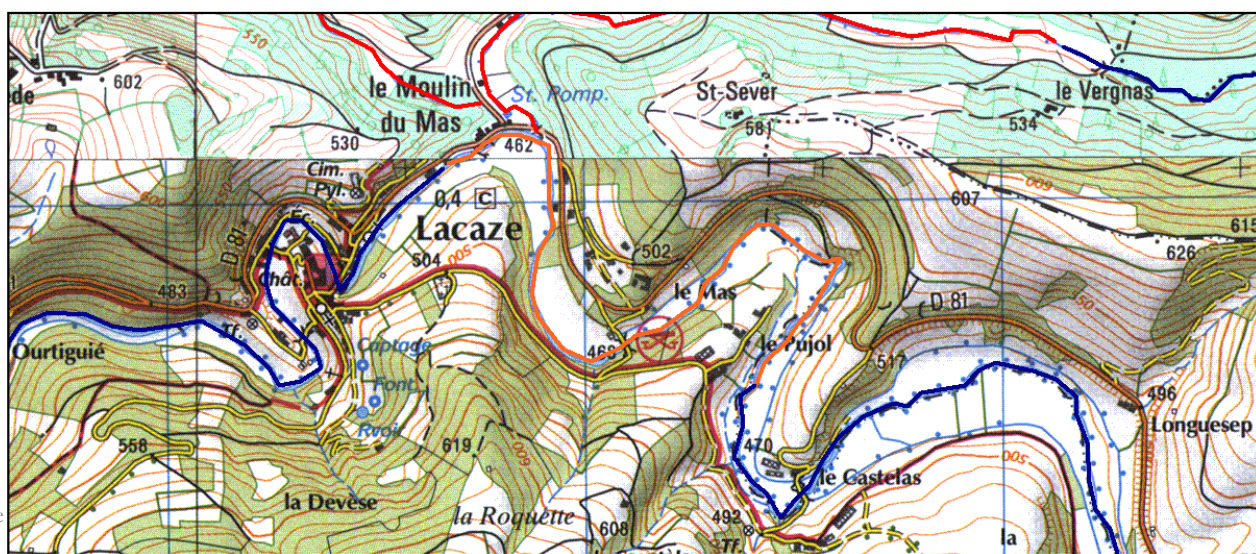
Maille C – Gijou



Maille D – Gijou



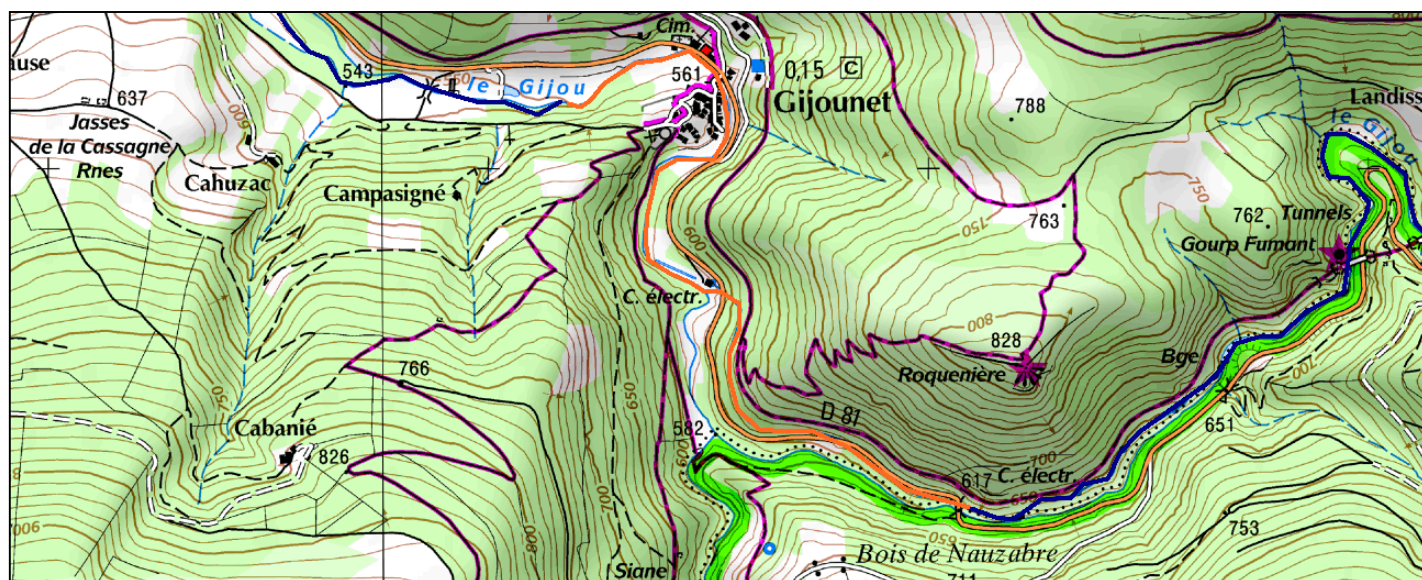
Maille E – Gijou



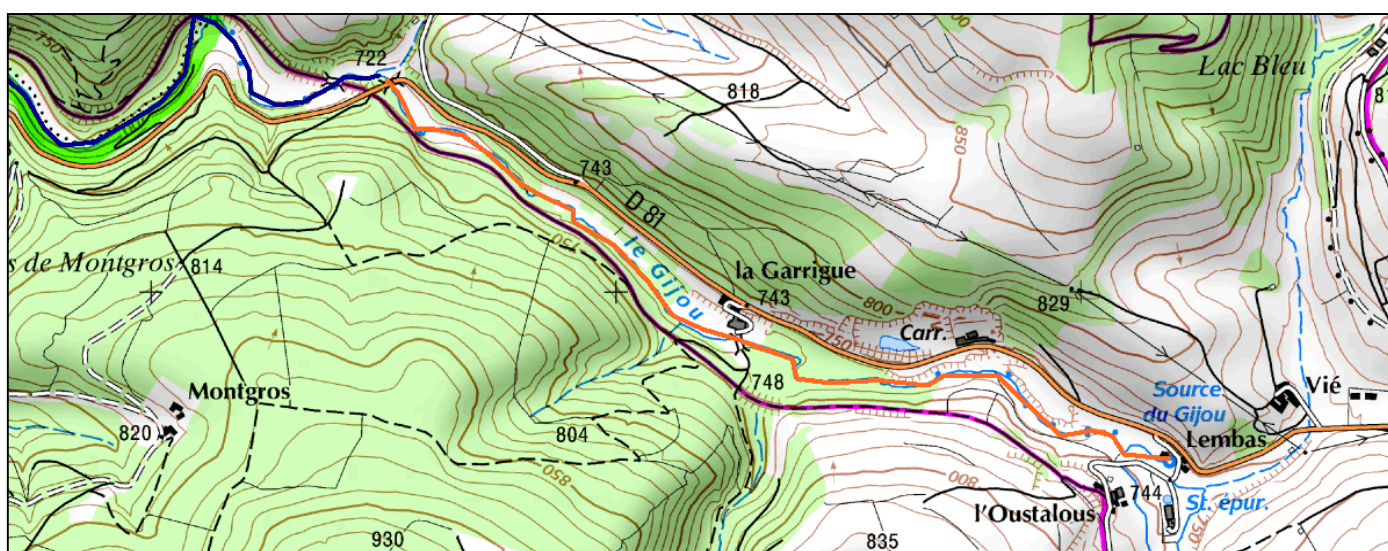
Maille F - Gijou



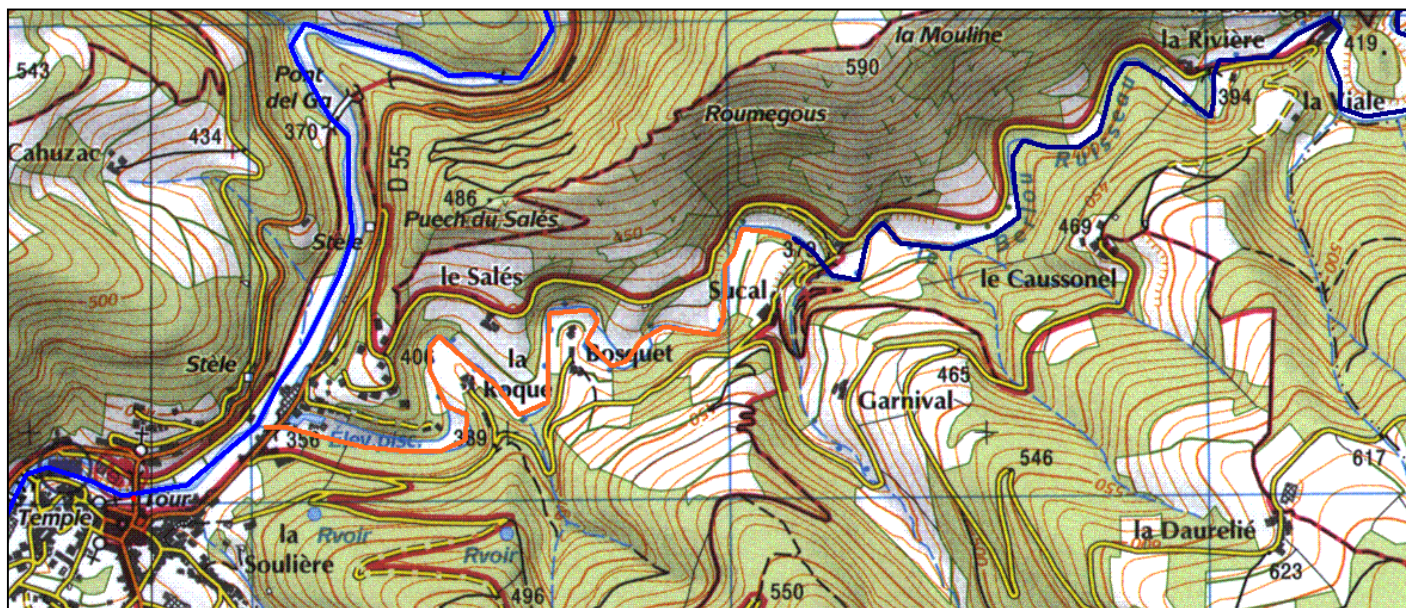
Maille G - Gijou



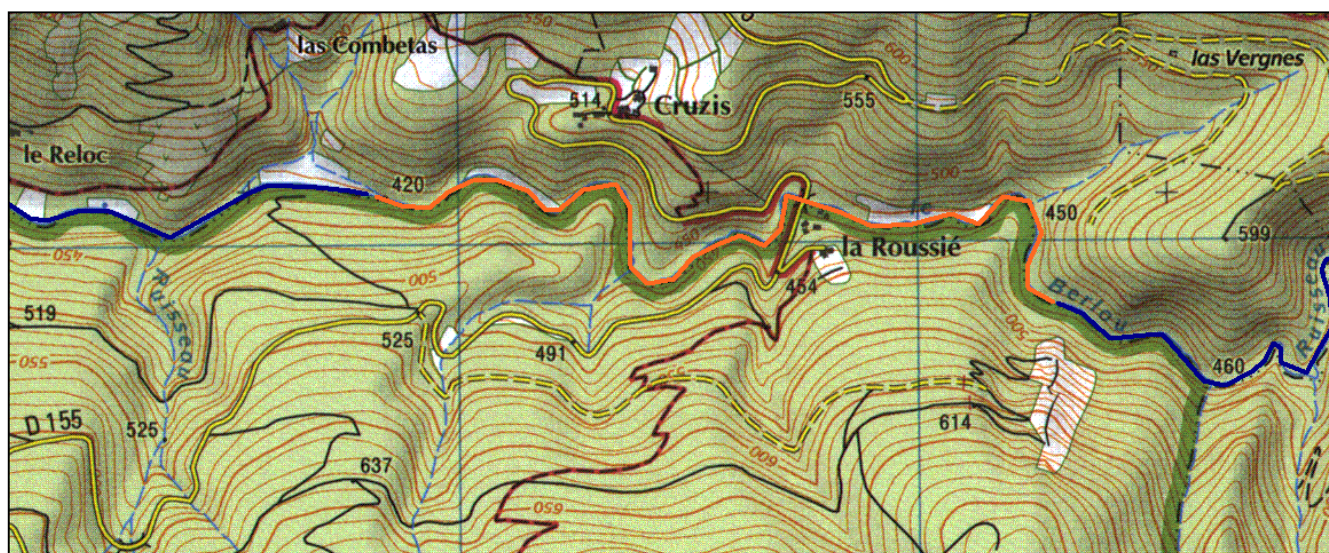
Maille H - Gijou



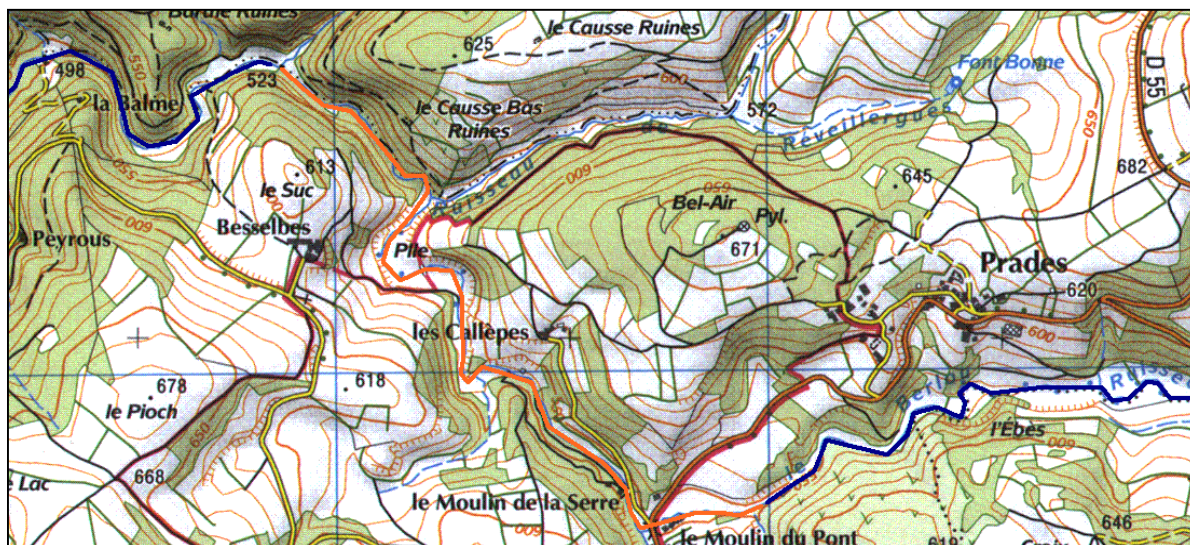
Maille 1 - Berlou



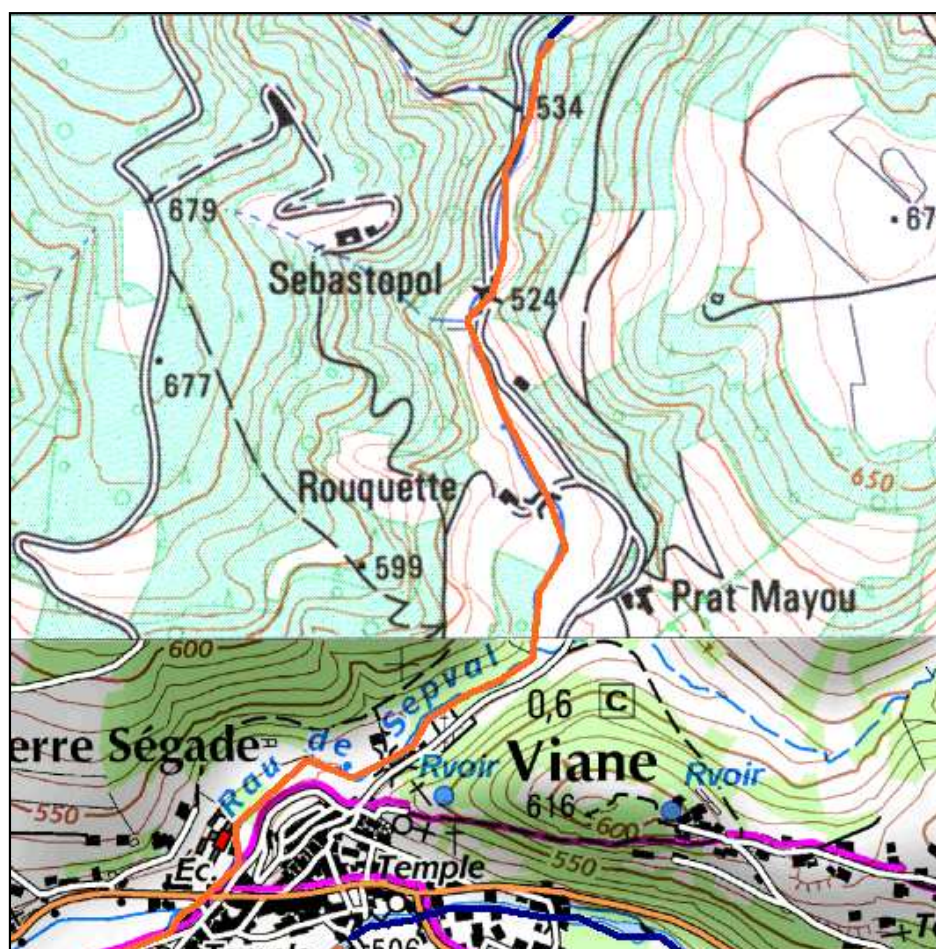
Maille 2 - Berlou



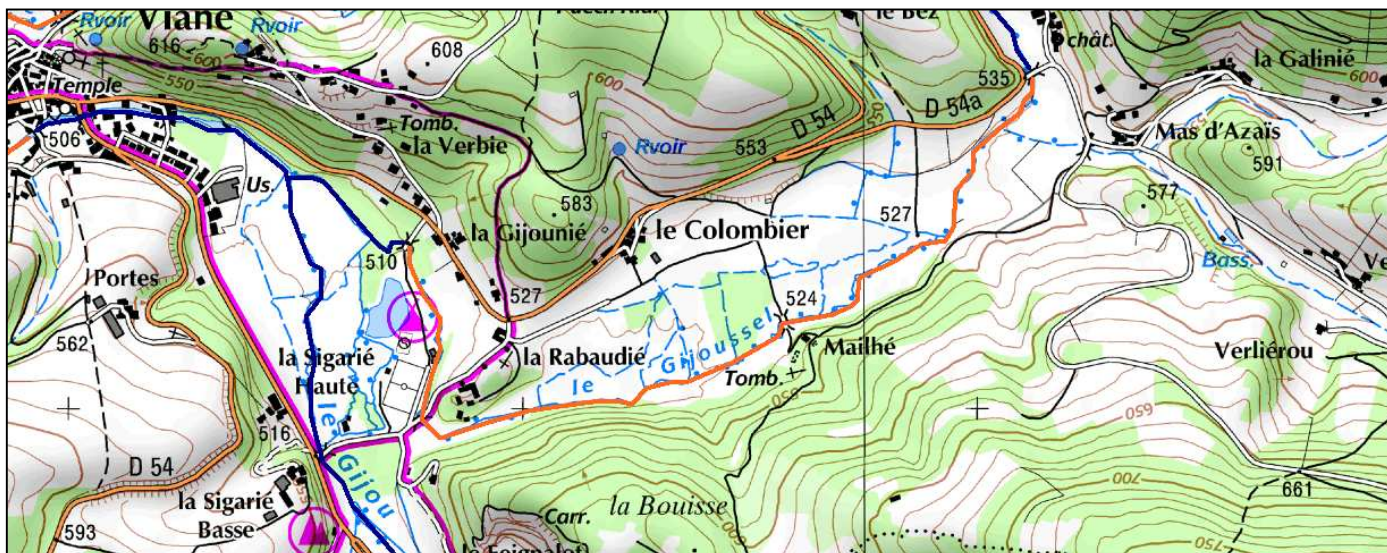
Maille 3 – Berlou



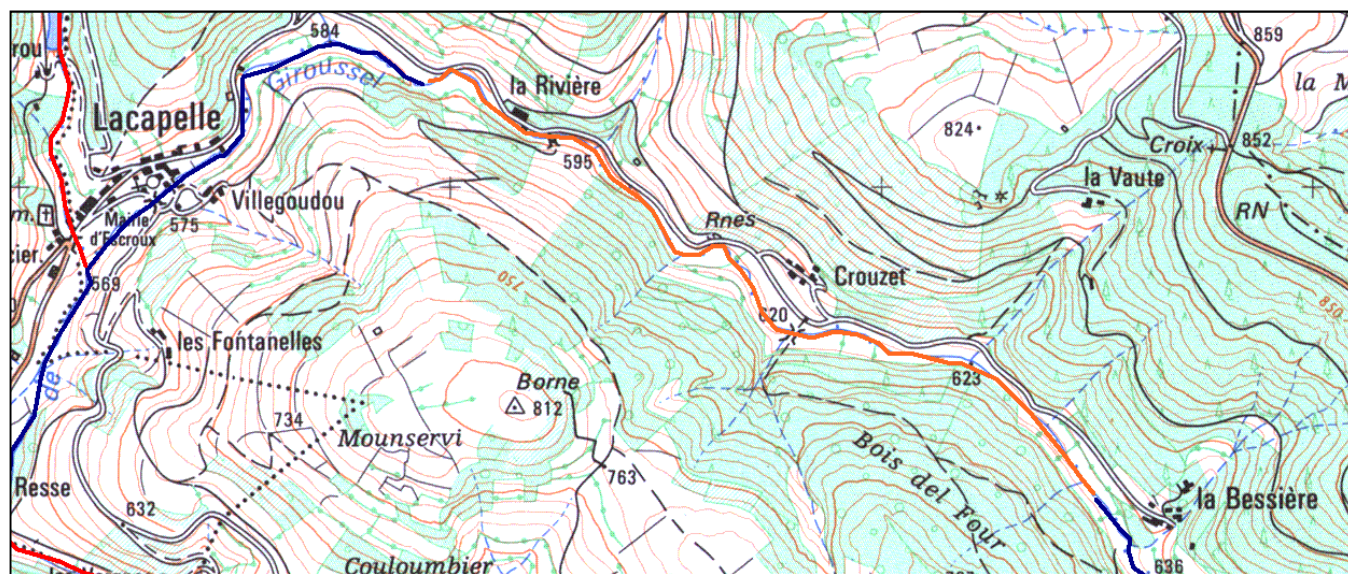
Maille 10 - Sepval



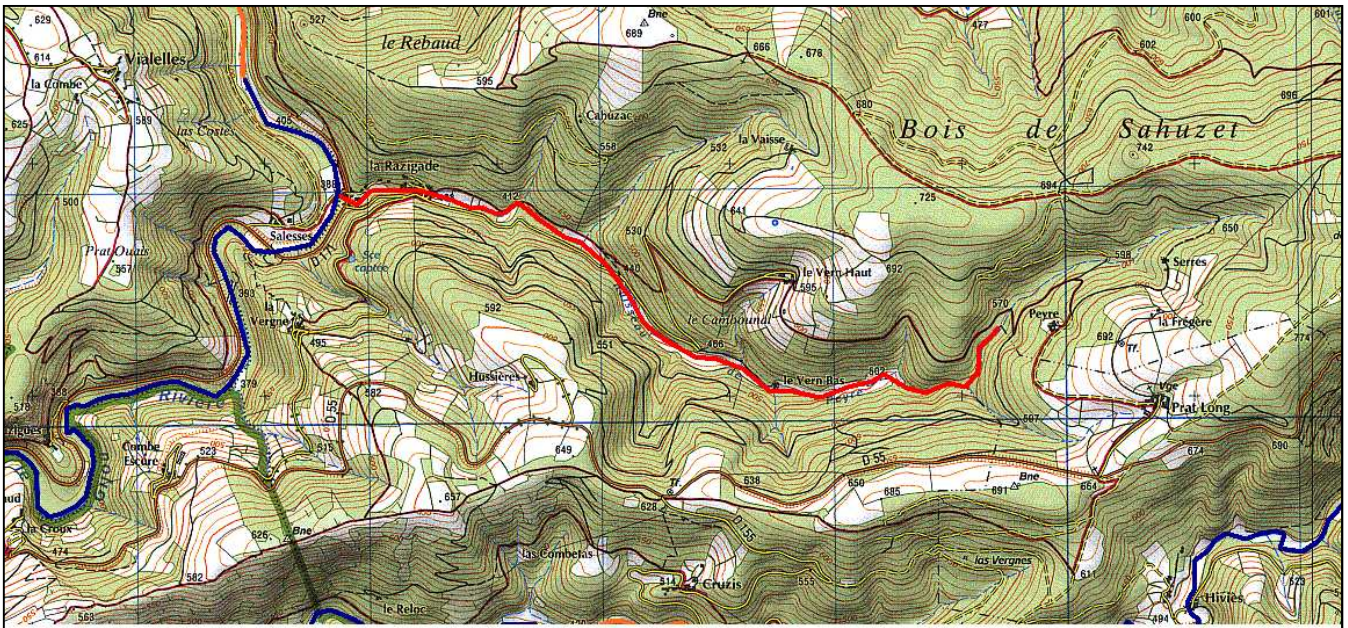
Maille 11 - Giroussel



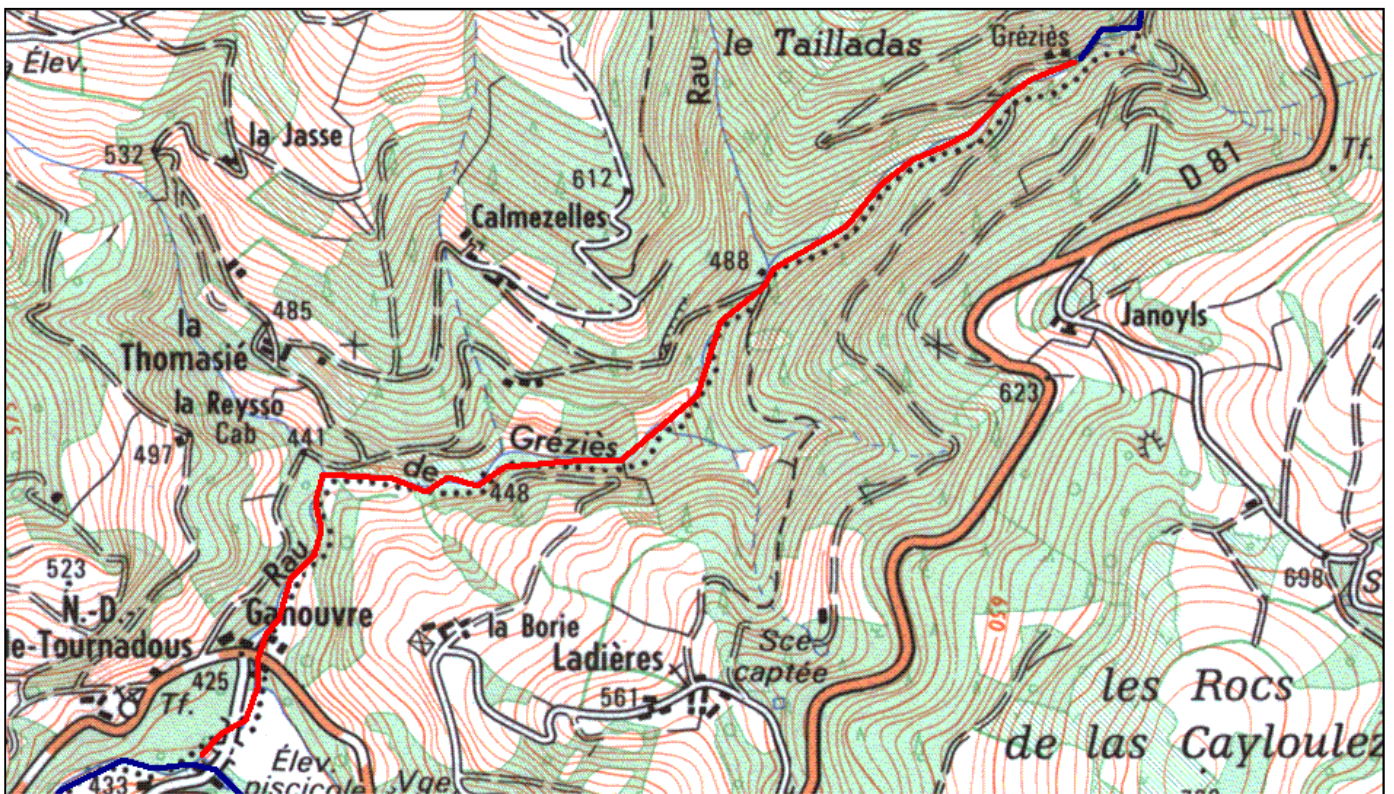
Maille 13 - Giroussel



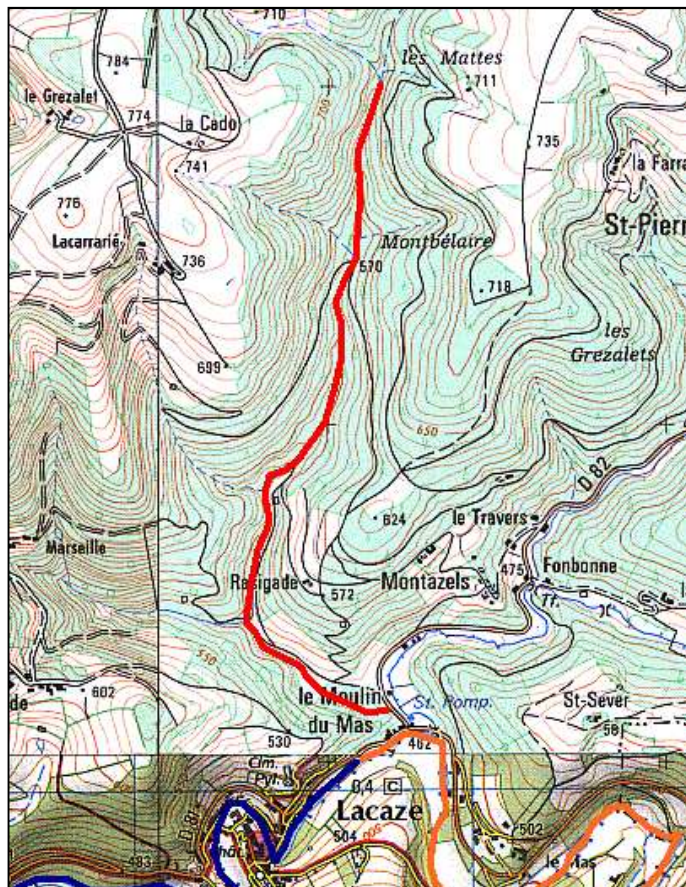
Maille 4 - Razigade



Maille 5 - Gréziès



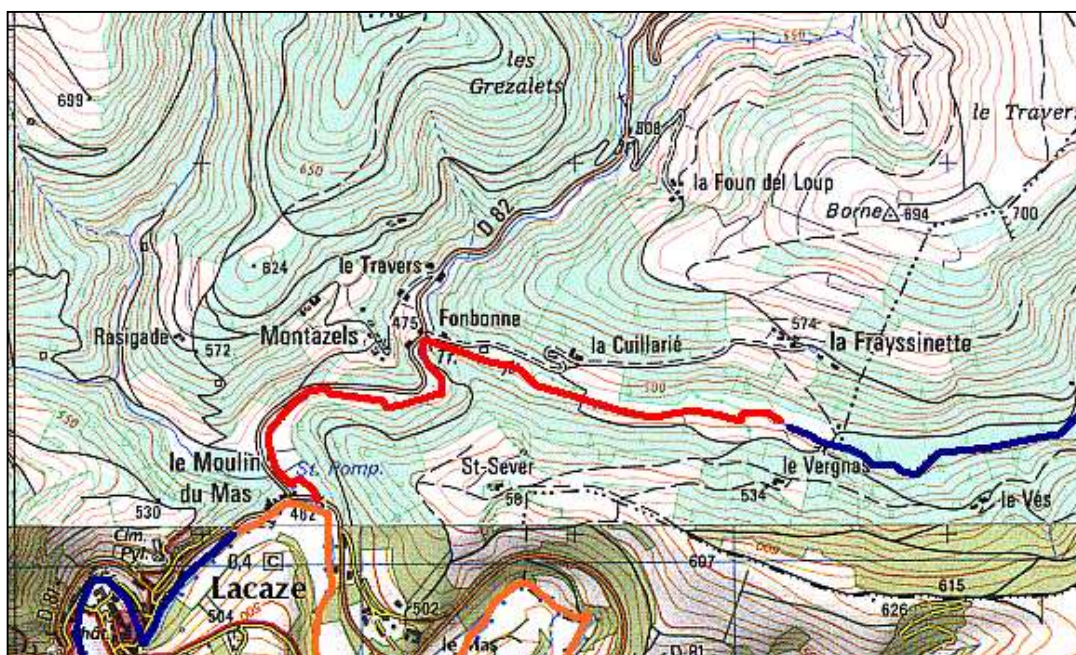
Maille 6 – Cabassade



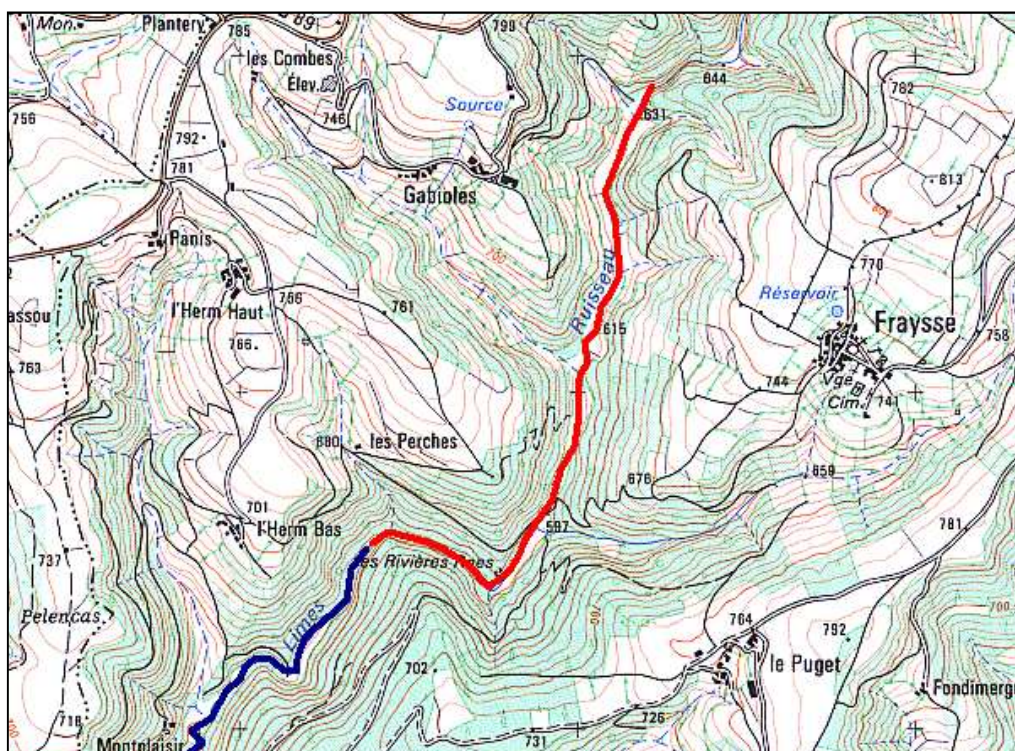
Maille 7 - Fonbonne



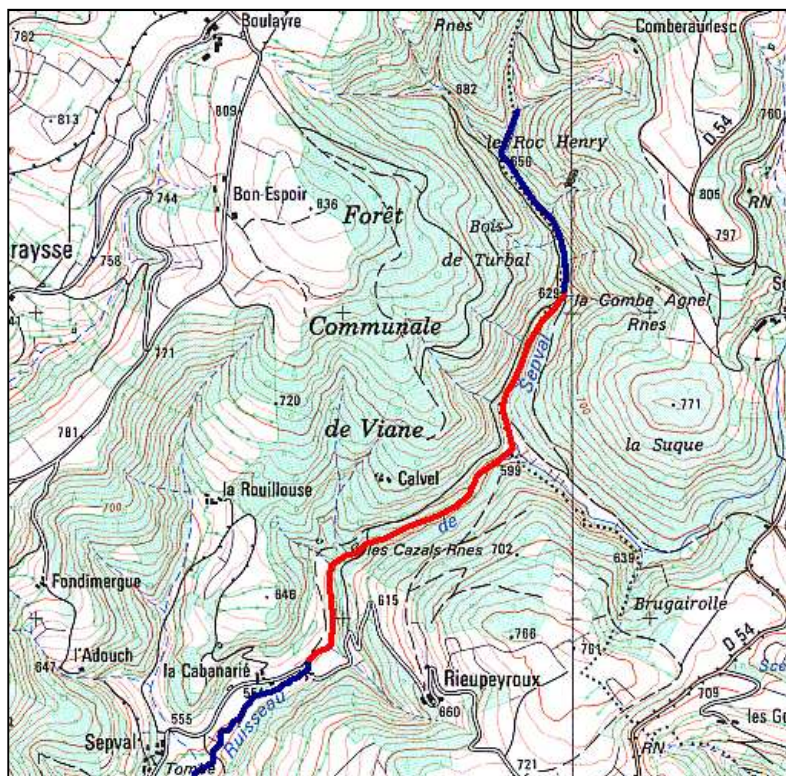
Maille 8 – Limes



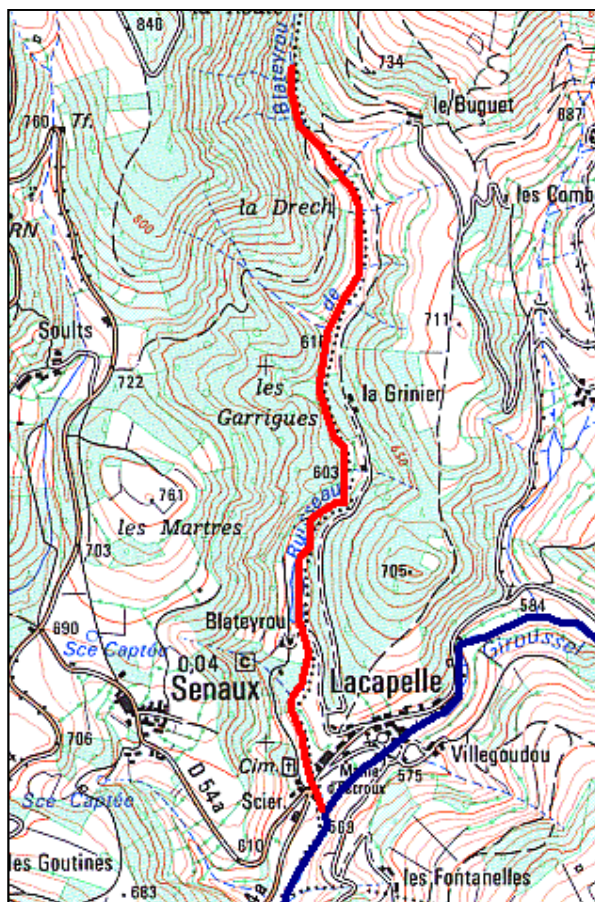
Maille 9 – Limes



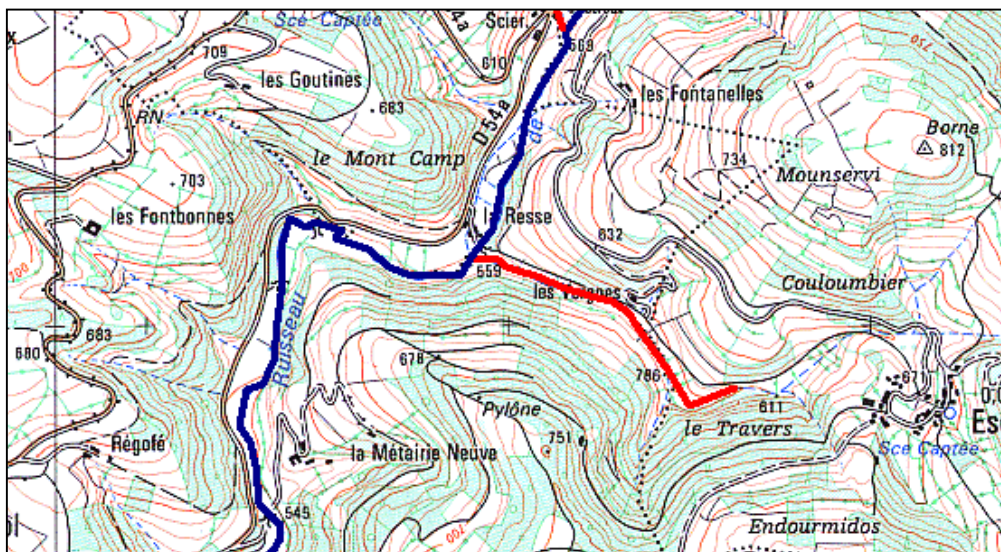
Maille 15 – Sepval



Maille 12 - Blateyrou



Maille 14 – Vergans



Annexe 5 : Fiches de prospection du linéaire de nuit (lampe) ou de jour (balances)

Diagnostic des populations d'écrevisses sur le BV du Gijou - 2010

Cours d'eau :

Informations sur la prospection	
Date :	Participants :
Heure de départ :	Heure de fin :
Cours d'eau :	Bassin :
linéaire parcouru :	
limite amont X (°) :	Y (°) :
limite aval : X (°) :	Y (°) :

Conditions d'observation
conditions météo :
Autre(s) remarque(s) :

Description du milieu
Occupation du sol à proximité immédiate du cours d'eau : (prairies, cultures, forêt...)
Largeur moyenne du cours d'eau :
vitesse de courant :
faciès d'écoulement :
Habitat aquatique :
présence de : <input type="checkbox"/> Bryophytes <input type="checkbox"/> Granulats grossiers ($2.5 \geq \emptyset \geq 25\text{mm}$)
<input type="checkbox"/> Sperm. immergés <input type="checkbox"/> Sperm. émergents
<input type="checkbox"/> Débris organiques (litière) <input type="checkbox"/> Vases ($\emptyset < 0.1\text{mm}$)
<input type="checkbox"/> Racines, branchages <input type="checkbox"/> Sables, limons $\emptyset < 2.5\text{mm}$
<input type="checkbox"/> Pierres, galets ($25 \geq \emptyset \geq 250\text{mm}$) <input type="checkbox"/> Algues
<input type="checkbox"/> Blocs ($\geq 250\text{mm}$) <input type="checkbox"/> Surfaces dures nat. et artif
Facteurs limitants : (décharges, rejets...)

Observation d'écrevisses : <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	
espèce(s) :	
linéaire colonisé :	
limite amont : X (°) :	Y (°) :
limite aval : X (°) :	Y (°) :
Nombre approximatif d'individus observés :	
Observations diverses:	

Autre(s) espèce(s) observée(s)

RIVER HABITAT SURVEY 2003 VERSION: SPOT-CHECK KEY Page 1 of 2			
PHYSICAL ATTRIBUTES (SECTION E)			
BANKS		CHANNEL	
<p>Predominant bank material</p> <p>NV = not visible</p> <p>BE = bedrock BO = boulder CO = cobble GS = gravel/sand EA = earth (crumbly) PE = peat CL = sticky clay</p> <p>CC = concrete SP = sheet piling WP = wood piling GA = gabion BR = brick/laid stone RR = rip-rap TD = tipped debris FA = fabric BI = bio-engineering materials</p>	<p>Bank modifications</p> <p>NK = not known NO = none</p> <p>RS = resectioned (reprofiled) RI = reinforced PC = poached PC(B) = poached (bare) BM = artificial berm EM = embanked</p> <p>Marginal and bank features</p> <p>NV = not visible (e.g. far bank) NO = none</p> <p>EC = eroding cliff (EC if sandy substrate) SC = stable cliff (SC if sandy substrate)</p> <p>PB = unvegetated point bar VP = vegetated point bar</p> <p>SB = unvegetated side bar VS = vegetated side bar</p> <p>NB = natural berm</p>	<p>Predominant substrate</p> <p>NV = not visible</p> <p>BE = bedrock BO = boulder CO = cobble GP = gravel/pebble (C or P if predominant) SA = sand SI = silt CL = clay PE = peat EA = earth AR = artificial</p> <p>Predominant flow-type</p> <p>NV = not visible FF = free fall CH = chute BW = broken standing waves (white water) UW = unbroken standing waves CF = chaotic flow RP = rippled UP = upwelling SM = smooth NP = no perceptible flow DR = no flow (dry)</p>	<p>Channel modifications</p> <p>NK = not known NO = none</p> <p>CV = culverted RS = resectioned RI = reinforced DA = dam/weir/sluiice FO = ford (man-made)</p> <p>Channel features</p> <p>NV = not visible NO = none</p> <p>EB = exposed bedrock RO = exposed boulders VR = vegetated rock MB = unvegetated mid-channel bar VB = vegetated mid-channel bar MI = mature island TR = Trash (urban debris)</p>
FLOW-TYPES		DESCRIPTION	
FF: Free fall		clearly separates from back-wall of vertical feature ~ associated with waterfalls	
CH: Chute		low curving fall in contact with substrate ~ often associated with cascades	
BW: Broken standing waves		white-water tumbling waves must be present ~ mostly associated with rapids	
UW: Unbroken standing waves		upstream facing wavelets which are not broken ~ mostly associated with riffles	
CF: Chaotic flow		a chaotic mixture of three or more of the four fast flow-types with no predominant one obvious	
RP: Rippled		no waves, but general flow direction is downstream with disturbed rippled surface ~ mostly associated with runs	
UP: Upwelling		heaving water as upwellings break the surface ~ associated with boils.	
SM: Smooth		perceptible downstream movement is smooth (no eddies) ~ mostly associated with glides	
NP: No perceptible flow		no net downstream flow ~ associated with pools, ponded reaches and marginal deadwater	
DR: No flow (dry)		dry river bed	
<p>Scale</p> <p>Coarse sand Gravel Pebble Cobble (to size of A4 page)</p> <p>SA GP CO</p> <p>NB: assessed by intermediate axis</p> <p>↔ ✓ ⬆ ✗</p>			

LEFT

Banks are determined by looking downstream

RIGHT

CHANNEL MODIFICATION INDICATORS

One or more of the following may be indicative of resectioning:

- | | |
|--|---|
| 1. Uniform bank profile | 4. Uniform/low energy flow-types |
| 2. Straightened planform | 5. No trees/uniformly-aged trees along bank |
| 3. Bankfull width/bankfull height ratio <4:1 | 6. Intensive/urban land-use |

LAND-USE WITHIN 5m OF BANKTOP (SECTION F) & 50m (SECTION H)

BL = Broadleaf/mixed woodland (semi-natural)	AW = Artificial open water	TL = Tilled land
BP = Broadleaf/mixed plantation	OW = Natural open water	IL = Irrigated land
CW = Coniferous woodland (semi-natural)	RP = Rough unimproved grassland/pasture	PG = Parkland or gardens
CP = Coniferous plantation	IG = Improved/semi-improved grassland	NV = Not visible
SH = Scrub & shrubs	TH = Tall herb/rank vegetation	
OR = Orchard	RD = Rock, scree or sand dunes	
WL = Wetland (e.g. bog, marsh, fen)	SU = Suburban/urban development	
MH = Moorland/heath		

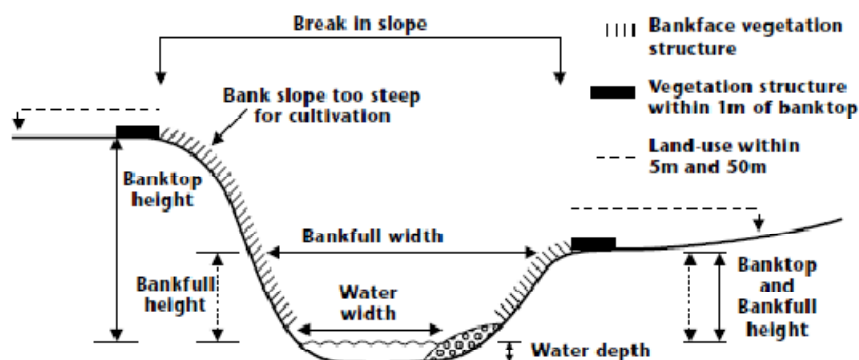
BANKTOP AND BANKFACE VEGETATION STRUCTURE To be assessed within a 10m wide transect (SECTION F)

bare	B	bare earth/rock etc.	vegetation types
uniform 	U	predominantly one type (no scrub or trees)	bryophytes short/creeping herbs or grasses
simple 	S	two or three vegetation types	tall herbs/grasses scrub or shrubs
complex 	C	four or more types	saplings and trees

Channel dimensions guidance (Section L)

- Select location on uniform section.
- If riffle is present, measure there. If not, measure at straightest and shallowest point.
- **Banktop** = first major break in slope above which cultivation or development is possible.
- **Bankfull** = point where river first spills on to floodplain.

Cross-section of channel showing definitions used to define where spot-check recording and channel dimensions measured



EMERGENCY HOTLINE 0800 80 70 60

24 hour free emergency telephone line for reporting all environmental incidents relating to air, land and water.

A FIELD SURVEY DETAILS

Site Number: leave blank if new site

Site Reference:

Spot-check 1 Grid Ref:

Spot-check 6 Grid Ref:

End of site Grid Ref:

Reach Reference:

River name:

Date / /20 Time:

Surveyor name:

Accredited Surveyor code:

Is the site part of a river or an artificial channel? River Artificial

Are adverse conditions affecting survey? No Yes

If yes, state

Is bed of river visible? barely or not partially ± entirely

Is health and safety assessment form attached? Yes No

Number of photographs taken:

Photo references:








Site surveyed from: left bank right bank channel

When options shown with 'shadow boxes', tick one box only

LEFT **banks determined by facing downstream** **RIGHT**

B PREDOMINANT VALLEY FORM (within the horizon limit) (tick one box only)

(tick one box only)

	<input type="checkbox"/> shallow vee		<input type="checkbox"/> concave/bowl
	<input type="checkbox"/> deep vee		<input type="checkbox"/> asymmetrical valley
	<input type="checkbox"/> gorge		<input type="checkbox"/> U-shape valley
			<input type="checkbox"/> no obvious valley sides

Distinct flat valley bottom? No Yes

Natural terraces? No Yes

C NUMBER OF RIFFLES, POOLS AND POINT BARS (enter total number in boxes)

Riffle(s)	<input type="text"/>	Unvegetated point bar(s)	<input type="text"/>
Pool(s)	<input type="text"/>	Vegetated point bar(s)	<input type="text"/>

D ARTIFICIAL FEATURES (indicate total number of occurrences of each category within the 500m site)

if none, tick box <input type="checkbox"/>	Major			Intermediate			Minor			
	Weirs/sluices						Outfalls/intakes			
	Culverts						Fords			
	Bridges						Deflectors/groynes/croys			
	Other - state <input type="text"/>									

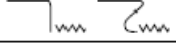
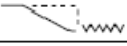









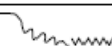
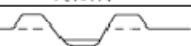

Is channel obviously realigned? No Yes, <33% of site ≥33% of site

Is channel obviously over-deepened? No Yes, <33% of site ≥33% of site

Is water impounded by weir/dam? No Yes, <33% of site ≥33% of site

SITE REF.		RIVER HABITAT SURVEY: TEN SPOT-CHECKS								Page 2 of 4		
Spot-check 1 is at: upstream end <input type="checkbox"/>		downstream end <input type="checkbox"/>		of site (tick one box)								
E PHYSICAL ATTRIBUTES (to be assessed across channel within 1m wide transect)												
When boxes 'bordered', only one entry allowed		1 GPS	2	3	4	5	6 GPS	7	8	9	10	GPS
LEFT BANK		Ring EC or SC if composed of sandy substrate										
Material NV, BE, BO, CO, GS, EA, PE, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, TD, FA, BI												
Bank modification(s) NK, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM												
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB												
CHANNEL		GP- ring either G or P if predominant										
Channel substrate NV, BE, BO, CO, GP, SA, SI, CL, PE, EA, AR												
Flow-type NV, FF, CH, BW, UW, CF, RP, UP, SM, NP, DR												
Channel modification(s) NK, NO, CV, RS, RI, DA, FO												
Channel feature(s) NV, NO, EB, RO, VR, MB, VB, MI, TR												
For braided rivers only: number of sub-channels												
RIGHT BANK		Ring EC or SC if composed of sandy substrate										
Material NV, BE, BO, CO, GS, EA, PE, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, TD, FA, BI												
Bank modification(s) NK, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM												
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB												
F BANKTOP LAND-USE AND VEGETATION STRUCTURE (to be assessed over a 10m wide transect)												
Land-use: choose one from BL, BP, CW, CP, SH, OR, WL, MH, AW, OW, RP, IG, TH, RD, SU, TL, IL, PG, NV												
LAND-USE WITHIN 5m OF LEFT BANKTOP												
LEFT BANKTOP (structure within 1m) B/U/S/C/NV												
LEFT BANK-FACE (structure) B/U/S/C/NV												
RIGHT BANK-FACE (structure) B/U/S/C/NV												
RIGHT BANKTOP (structure within 1m) B/U/S/C/NV												
LAND-USE WITHIN 5m OF RIGHT BANKTOP												
G CHANNEL VEGETATION TYPES (to be assessed over a 10m wide transect: use E (> 33% area), ✓(present) or NV (not visible))												
None (✓) or Not Visible (NV)												
Liverworts/mosses/lichens												
Emergent broad-leaved herbs												
Emergent reeds/sedges/rushes/grasses/horsetails												
Floating-leaved (rooted)												
Free-floating												
Amphibious												
Submerged broad-leaved												
Submerged linear-leaved												
Submerged fine-leaved												
Filamentous algae												
Use end column for overall assessment over 500m, including types not occurring in spot-checks (use ✓, E or NV) ————— ↑												

↑ Enter channel substrate(s) not occurring as predominant in spot-checks but present in > 1% of whole site.

SITE REF.	RIVER HABITAT SURVEY : 500m SWEEP-UP				Page 3 of 4	
H LAND-USE WITHIN 50m OF BANKTOP Use ✓ (present) or E (≥ 33% banklength)						
	L	R		L	R	
Broadleaf/mixed woodland (semi-natural) (BL)			Natural open water (OW)			
Broadleaf/mixed plantation (BP)			Rough/unimproved grassland/pasture (RP)			
Coniferous woodland (semi-natural) (CW)			Improved/semi-improved grassland (IG)			
Coniferous plantation (CP)			Tall herb/rank vegetation (TH)			
Scrub & shrubs (SH)			Rock, scree or sand dunes (RD)			
Orchard (OR)			Suburban/urban development (SU)			
Wetland (e.g. bog, marsh, fen) (VL)			Tilled land (TL)			
Moorland/heath (MH)			Irrigated land (IL)			
Artificial open water (AW)			Parkland or gardens (PG)			
			Not visible (NV)			
I BANK PROFILES Use ✓ (present) or E (≥ 33% banklength)						
Natural/unmodified	L	R	Artificial/modified	L	R	
Vertical/undercut 			Resectioned (reprofiled) 			
Vertical with toe 			Reinforced - whole 			
Steep (>45°) 			Reinforced - top only 			
Gentle 			Reinforced - toe only 			
Composite 			Artificial two-stage 			
Natural berm 			Poached bank 			
			Embanked 			
			Set-back embankment 			
J EXTENT OF TREES AND ASSOCIATED FEATURES *record even if <1%						
TREES (tick one box per bank)			ASSOCIATED FEATURES (tick one box per feature)			
	Left	Right		None	Present	E (≥33%)
None	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Shading of channel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Isolated/scattered	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	*Overhanging boughs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Regularly spaced, single	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	*Exposed bankside roots	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Occasional clumps	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	*Underwater tree roots	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Semi-continuous	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fallen trees	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Continuous	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Large woody debris	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
K EXTENT OF CHANNEL AND BANK FEATURES (tick one box for each feature) *record even if <1%						
	None	Present	E(≥33%)	None	Present	E(≥33%)
*Free fall flow	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Exposed bedrock	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chute flow	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Exposed boulders	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Broken standing waves	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vegetated bedrock/boulders	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unbroken standing waves	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Unvegetated mid-channel bar(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rippled flow	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vegetated mid-channel bar(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
*Upwelling	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mature island(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Smooth flow	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Unvegetated side bar(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
No perceptible flow	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vegetated side bar(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
No flow (dry)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Unvegetated point bar(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marginal deadwater	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vegetated point bar(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eroding cliff(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	*Unvegetated silt deposit(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stable cliff(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	*Discrete unvegetated sand deposit(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				*Discrete unvegetated gravel deposit(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

L CHANNEL DIMENSIONS (to be measured at one location on a straight uniform section, preferably across a riffle)

LEFT BANK	CHANNEL	RIGHT BANK
Banktop height (m)	Bankfull width (m)	Banktop height (m)
Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	Water width (m)	Is banktop height also bankfull height? (Y or N)
Embanked height (m)	Water depth (m)	Embanked height (m)
If trashline lower than banktop, indicate: height above water (m) – width from bank to bank (m) –		
Bed material at site is: consolidated <input type="checkbox"/> unconsolidated (loose) <input type="checkbox"/> unknown <input type="checkbox"/>		
Location of measurements is: riffle <input type="checkbox"/> other <input type="checkbox"/> (state)		

M FEATURES OF SPECIAL INTEREST Use ✓ or E (> 33% length) *record even if <1%

None <input type="checkbox"/>	Very large boulders (>1m) <input type="checkbox"/>	Backwater(s) <input type="checkbox"/>	Marsh(es) <input type="checkbox"/>
Braided channels <input type="checkbox"/>	*Debris dam(s) <input type="checkbox"/>	Floodplain boulder deposits <input type="checkbox"/>	Flush(es) <input type="checkbox"/>
Side channel(s) <input type="checkbox"/>	*Leafy debris <input type="checkbox"/>	Water meadow(s) <input type="checkbox"/>	Natural open water <input type="checkbox"/>
*Natural waterfall(s) > 5m high <input type="checkbox"/>	Fringing reed bank(s) <input type="checkbox"/>	Fen(s) <input type="checkbox"/>	Others (state) <input type="checkbox"/>
*Natural waterfall(s) < 5m high <input type="checkbox"/>	Quaking bank(s) <input type="checkbox"/>	Bog(s) <input type="checkbox"/>	
Natural cascade(s) <input type="checkbox"/>	*Sink hole(s) <input type="checkbox"/>	Wet woodland(s) <input type="checkbox"/>	

N CHOKED CHANNEL (tick one box)

Is 33% or more of the channel choked with vegetation? No Yes

O NOTABLE NUISANCE PLANT SPECIES Use ✓ or E (> 33% length) *record even if <1%

	bankface	banktop to 50m	bankface	banktop to 50m
None <input type="checkbox"/>	*Giant hogweed <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	*Himalayan balsam <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	*Japanese knotweed <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	*Other (state)..... <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P OVERALL CHARACTERISTICS (Circle appropriate words, add others as necessary)

Major impacts: landfill - tipping - litter - sewage - pollution - drought - abstraction - mill - dam - road - rail - industry - housing - mining - quarrying - overdeepening - afforestation - fisheries management - silting - waterlogging - hydroelectric power

Evidence of recent management: dredging - bank mowing - weed cutting - enhancement - river rehabilitation - gravel extraction - other (please specify)

Animals: otter - mink - water vole - kingfisher - dipper - grey wagtail - sand martin - heron - dragonflies/damselflies

Other significant observations: if necessary use separate sheet to describe overall characteristics and relevant observations

Q ALDERS (tick one box in each of the two categories) *record even if <1%

*Alders? None Present Extensive *Diseased Alders? None Present Extensive

R FIELD SURVEY QUALITY CONTROL (/ boxes to confirm checks)

Have you taken at least two photos that illustrate the general character of the site and additional photos of any weirs/ sluices and major/intermediate structures across the channel?	<input type="checkbox"/>
Have you completed all ten spot checks and made entries in all boxes in E & F on page 2?	<input type="checkbox"/>
Have you completed column 11 of section G (and E if appropriate) on page 2?	<input type="checkbox"/>
Have you recorded in section C the number of riffles, pools and point bars (even if 0) on page 1?	<input type="checkbox"/>
Have you given an accurate (alphanumeric) grid reference for spot-checks 1, 6 and end of site (page 1)?	<input type="checkbox"/>
Have you stated whether spot-check 1 is at the upstream or downstream end of the site (top of page 2)?	<input type="checkbox"/>
Have you cross-checked your spot-check and sweep-up responses with the channel modification indicators given on page 2 of the spot-check key?	<input type="checkbox"/>

Annexe 7 : description des indicateurs de la qualité hydromorphologique des cours d'eau développés par la CATER (Cellule d'Assistance Technique à l'Entretien des Rivières) du Conseil Général du Tarn (81)

A- INDICATEURS DE LA QUALITE DES HABITATS

Ce compartiment s'attache à évaluer la qualité du biotope « Rivière » à partir d'indicateurs prenant en compte différents aspects du rôle et fonctionnement écologique du cours d'eau :

1- Indice annexes fluviales

INDICE ANNEXES FLUVIALES	
Densité > 5/km	1
Densité > 3/km	2
Densité > 1/km	3
Densité < 1/km	4

Cet indice rend compte de la diversité et du nombre d'annexes fluviales présentes dans l'espace de mobilité du cours d'eau au niveau du tronçon inspecté (Bras morts, forêt alluviale, bras de crue, zones humides dépendant ou ayant été créées par le cours d'eau).

Il est calculé sur la base d'une densité d'annexes par km de rivière, puis ces résultats sont répartis dans quatre classes de densités auxquelles sont affectées une note allant de 1 à 4.

2- Indice cloisonnement

INDICE DE CLOISONNEMENT	
0 seuil / km	0
< 0,2 seuil / km	1
< 0,5 seuil / km	2
< 1 seuil / km	3
> 1 seuil / km	4

Cet indice correspond à la densité de seuils artificiels par km de rivière. Les seuils artificiels franchissables sont également pris en compte du fait de leur effet cumulé.

Les ruptures de pentes naturelles, dues à la présence d'embâcles ou de chutes naturelles ne sont pas prises en compte dans le calcul de cet indice. En effet, nous nous attachons uniquement à évaluer l'impact de l'anthropisation du milieu vis-à-vis de ses diverses fonctionnalités.

3- Indice bois mort

INDICE BOIS MORT	
4 à 6	1
7 à 9	2
10 à 12	3
13 à 16	4

Cet indice prend en compte l'importance des débris ligneux pour la vie aquatique (caches, supports de vie, source de nourriture, lieu de reproduction, postes de chasse...). Ils participent à la diversification des faciès d'écoulement et donc de la granulométrie.

Les arbres morts de la ripisylve participent de cette même logique et sont le témoin du niveau d'artificialisation des boisements alluviaux.

4- Indice ripisylve

L'indice ripisylve rend compte de l'état de la végétation riveraine, compartiment primordial dans le fonctionnement écologique mais aussi hydraulique du cours d'eau : support de vie, source de nourriture, lieu de reproduction, stabilisation des berges, filtration des pollutions diffuses, limitation du réchauffement des eaux, ralentissement des vitesses d'écoulement...

Les indicateurs retenus sont les suivants :

- *Etat sanitaire :*

ETAT SANITAIRE	
Bon	2
Moyen	3
Mauvais	4

Cet indicateur prend en compte l'état sanitaire global de la ripisylve.

Ne doivent pas être retenus le dépérissement naturel de quelques vieux arbres ou arbres écorcés suite aux crues mais uniquement les dépérissements massifs suite à une

attaque parasitaire (graphiose de l'orme, phytophthora de l'aulne...) ou à l'inadaptation d'une essence au milieu (dessèchement de peupliers...)

- **Adaptation / stabilité :**

ADAPTATION / STABILITE	
Bon	2
Moyen	3
Mauvais	4

Cet indicateur permet d'évaluer l'adaptation des essences présentes aux contraintes du milieu. Un peuplement uniquement composé de peuplier de culture par exemple ne sera pas considéré comme étant adapté.

- **Etagement :**

ETAGEMENT	
Bon	2
Moyen	3
Mauvais	4

Cet indicateur permet d'évaluer la présence de toutes les strates de la végétation au niveau de la ripisylve.

Cette information est effet révélatrice de la capacité du peuplement à se régénérer, se perpétuer et assurer ces fonctions naturelles (maintien des berges, captage des nutriments, réservoir de biodiversité...).

Cette information est effet révélatrice de la capacité du peuplement à se régénérer, se perpétuer et assurer ces fonctions naturelles (maintien des berges, captage des

- **Continuité :**

CONTINUE	
Bon	2
Moyen	3
Mauvais	4

Cet indicateur permet d'évaluer la continuité du corridor boisé sur les deux berges du cours d'eau.

- **Diversité :**

DIVERSITE	
Bon	2
Moyen	3
Mauvais	4

La diversité du peuplement nous renseigne sur la capacité de ce dernier à résister face aux agressions et stress qu'il subi au fil des crues, sécheresses, tempêtes, attaques parasitaires...

Un peuplement diversifié sera plus à même de faire face à ces aléas du fait de son grand choix d'espèces, de la dispersion des individus et de la complémentarité interspécifique (systèmes racinaires, espèces héliophiles...).

- **Largeur :**

LARGEUR	
Bon	1
Moyen	2
Dégradé	3
Mauvais	4

Cet indice est obtenu en faisant la moyenne des niveaux de largeur de la ripisylve sur les deux berges. Les valeurs avec une décimale sont arrondies au chiffre supérieur.

Cette donnée nous permet de juger de la qualité du peuplement et de sa capacité à remplir ses fonctions (filtre, maintien des berges, diversité des habitats...). En effet, une largeur minimale est nécessaire pour permettre une dynamique propre aux peuplements forestiers alluviaux (effet de lisière, gradient bois tendre / bois dur).

Cette donnée nous permet de juger de la qualité du peuplement et de sa capacité à remplir ses fonctions (filtre, maintien des berges, diversité des habitats...).

INDICE RIPISYLVE	
11 à 12	1
13 à 15	2
16 à 19	3
20 à 24	4

La pondération des ces 6 indicateurs retenus pour qualifier la qualité de la ripisylve permet d'obtenir un indice de qualité allant de 1 à 4.

5- Indice de modification des écoulements

INDICE MODIFICATION DES ECOULEMENTS	
Taux = 0	0
Taux < 10%	1
Taux < 20%	2
Taux < 60%	3
Taux < 100%	4

Cet indice met en évidence l'impact des aménagements et travaux sur les écoulements du cours d'eau.

Les critères pris en compte sont la longueur cumulée de plans d'eau, la longueur de cours d'eau rectifié et la longueur de cours d'eau recalibrés. Ces deux derniers indicateurs sont également repris par l'indice de modification des berges, mettant ainsi bien en évidence l'impact des ces aménagements sur l'hydromorphologie du cours d'eau.

6- Indice atterrissements

INDICE ATERRISSEMENTS	
Densité > 8U/km	1
Densité > 5U/km	2
Densité > 1U/km	3
Densité >= 0U/km	4

Cet indice rend compte de la diversification du lit et des écoulements par la présence d'îles et atterrissements dans le cours d'eau.

Cet indicateur n'est pertinent que pour les cours d'eau ayant un lit assez large (Largeur >10m). Pour les petits ruisseaux, la note de 1 est donnée par défaut

INDICE INTEGRATEUR

-A- QUALITE DES HABITATS	
4 à 6	1
7 à 12	2
13 à 17	3
18 à 24	4

Ces 6 indices permettent en les intégrant d'obtenir une image représentative de la qualité globale des habitats aquatiques et (ou) inféodés aux cours d'eau.

Quatre classes de qualité (1-2-3-4) ont été définies en classant les tronçons d'analyse selon la note cumulative qu'ils ont obtenus pour chaque indice analysé.

B - INDICATEURS DE L'ETAT DU LIT

1- Indice diversité des écoulements

INDICE DIVERSITE ECOULEMENTS	
Plus de 5 types	1
4 à 5 types	2
2 à 3 types	3
1 type	4

Cet indicateur participe à l'évaluation de l'état du lit. Il est calculé en dénombrant les différents faciès d'écoulement présents sur le tronçon.

Cette approche fait abstraction des types de faciès auxquels nous avons affaire. Nous partons du postulat qu'une grande diversité des types d'écoulement est révélatrice d'un bon état physique du cours d'eau. Cette note est cependant pondérée

par la typologie du cours d'eau.

En effet les grandes rivières et les torrents auront naturellement une diversité de faciès moins élevée que les autres, à qualité égale.

ECOULEMENTS	TORRENT	LARGES RIVIERES (L>30m)	AUTRES
1 type	4	4	4
2 à 3 types	2	2	3
4 à 5 types	1	1	2
6 types	1	1	1

2- Indice fonctionnalités hydrauliques

- Connexion au lit majeur :

CONNEXION DU LIT MAJEUR	
Oui	1
Non	2

Ce paramètre permet la mise en évidence du fonctionnement hydrologique du cours d'eau avec son lit majeur ou champ d'expansion de crue.

Les cours d'eau modifiés se trouvent souvent isolés de leurs champs de crue, altérant leur fonctionnement.

- Colmatage du lit :

COLMATAGE DU LIT	
Nul	1
Faible	2
Moyen	3
Important	4

Cet indice prend en compte le colmatage biologique (biofilm) du lit du cours d'eau ainsi que la présence de sédiments fins déposés sur des sédiments plus grossiers, cohérents avec la typologie du cours d'eau sur la zone étudiée. Ce colmatage est le signe d'une dégradation de la qualité physico-chimique de l'eau, du fonctionnement

hydromorphologique du cours d'eau (absence de chenal d'étiage, succession de plans d'eau, rectification, recalibrage, destruction de la ripisylve...), mais aussi du bassin versant (érosion des sols, fuite des nutriments vers le cours d'eau...).

- Chenal d'étiage :

CHENAL D'ETIAGE	
Oui	1
Non	2

Cet indicateur est pris en compte sous une forme binaire (oui / non). Il permet d'évaluer la capacité du cours d'eau à supporter les période de faible débit en concentrant la lame d'eau et en maintenant des vitesses d'écoulements suffisantes pour limiter le réchauffement des eaux, limiter le colmatage...

- Débit réservé :

DEBIT RESERVE	
Non	1
Oui	2

Cet indicateur est pris en compte sous une forme binaire (oui / non). Il intègre les problèmes liés aux prises d'eau sans restitution à l'aval (plan d'eau, grosses station de pompage), ou plus bas sur le cours d'eau (Prise d'eau hydro-électrique). Ce facteur impacte fortement la vie et la dynamique du cours d'eau.

INDICE FONCTIONNALITE HYDRAULIQUE	
5 à 6	1
7 à 8	2
9 à 11	3
12 à 14	4

Cet indice intermédiaire intègre les différents indicateurs décrits ci-dessus, permettant ainsi de simplifier la lecture de la grille d'analyse.

Il est obtenu en faisant la somme de ces indices. Les résultats sont ensuite ventilés entre les 4 classes décrites ci-contre.

3- Indice cloisonnement

INDICE DE CLOISONNEMENT	
0 seuil / km	0
< 0,2 seuil / km	1
< 0,5 seuil / km	2
< 1 seuil / km	3
> 1 seuil / km	4

Cet indice est repris dans l'évaluation de l'état du lit afin de prendre en compte l'impact des obstacles dans le lit vis-à-vis du transport solide, du profil en long et de la chenalisation des cours d'eau.

4- Indice granulométrie

INDICE GRANULOMETRIE	
Bon	1
Moyen	2
Dégradé	3

L'indice granulométrie permet d'évaluer la qualité du transport solide du cours d'eau sur le tronçon, mais aussi la qualité de ses habitats aquatiques (ex : frayères) et ses capacité d'autoépuration (espace interstitiel, micro-habitats...)

La double utilisation de ce critère permet de lui donner un poids plus grand dans le calcul de l'indice déterminant l'état du lit.

	TORRENT	GORGES	PIEMONTE	PLAINES	PLAINES ENCAISSEES	TETE DE BASSIN
BLOC / GALETS	Bon	Bon	Bon	Moyen	Moyen	Bon
GALETS / GRAVIERS	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon
GRAVIERS / SABLE	Mauvais	Moyen	Moyen	Bon	Bon	Moyen
SABLE / LIMON	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Moyen	Moyen	Mauvais
SUBSTRATUM	Moyen	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Mauvais

L'évaluation de la qualité de cet indice s'appuie sur la typologie du cours d'eau, tel que défini ci-contre.

5- Indice transport solide

- Indice érosions

INDICE EROSION	
Si Torrent, Piémont, $D > 6U/km$	1
$D > 3U/km$	2
$D > 1U/km$	3
$D \leq 1U/km$	4

Cet indicateur tente d'évaluer la dynamique fluviale à l'œuvre sur le tronçon et des capacités du cours d'eau à se régénérer suite à des dégradations d'ordre anthropiques.

La notation de cet indice prend en compte la typologie du cours d'eau; en effet, les cours d'eau possédant une forte énergie spécifique ont naturellement une densité d'érosions importante et ne sont donc noté par défaut

comme étant en bon état.

- **Indice atterrissements**

INDICE ATTERRISEMENTS	
> 1U/km ou largeur ≤ 10m	1
> 0,5 U/km	2
> 0,1 U/km	3
≤ 0,1 U/km	4

La densité de bancs alluviaux renseigne aussi sur la charge sédimentaire présente sur le tronçon et donc de la qualité du transport solide. La difficulté à comptabiliser ces derniers sur les petits cours d'eau a été contournée en leur attribuant arbitrairement la valeur 1.

- **Indice granulométrie**

INDICE GRANULOMETRIE	
Bon	1
Moyen	2
Dégradé	3

L'indice granulométrie est repris afin d'évaluer la qualité du transport solide du cours d'eau sur le tronçon. La double utilisation de ce critère permet de lui donner un poids plus grand dans le calcul de l'indice déterminant la l'état du lit.

- **Indice incision du lit**

INDICE INCISION DU LIT	
Taux d'incision < 5%	1
Taux d'incision < 15%, p < 0,2m	2
Taux d'incision < 50%, p < 0,2m Taux d'incision < 15%, p < 0,4m	3
Taux d'incision < 50%, p < 0,4m Taux d'incision > 50%	4

Cet indice dépend de la part du linéaire incisé sur le tronçon étudié et de la profondeur de l'incision en question. Ceci traduit un certain niveau de dégradation du fonctionnement du système "cours d'eau" (transport solide, connexion avec le lit majeur, niveau de la nappe d'accompagnement...)

INDICE TRANSPORT SOLIDE	
4 à 5	1
6 à 9	2
10 à 13	3
14 et +	4

L'indice transport solide prend en compte un compartiment essentiel de l'hydromorphologie, à savoir le transit des matériaux de l'amont vers l'aval. Il est à mettre en relation avec l'incision du lit, la densité d'atterrissements et la densité d'érosions et la granulométrie des sédiments présents dans le lit du cours d'eau.

6- Indice méandrage

INDICE MEANDRAGE	
Très bon	1
Bon	2
Mauvais	3
Très mauvais	4

L'indice méandrage permet une analyse fine du niveau d'anthropisation et du cumul d'opération de curage, rectification, recalibrage par l'homme au cours du temps. En effet, il n'est parfois plus possible d'observer et mettre en évidence de manière précise des travaux anciens ayant modifié la géométrie du lit d'un cours d'eau; On peut par contre

facilement noter les conséquences qu'ils ont eu sur le fonctionnement de ce dernier en analysant les paramètres énoncés précédemment.

COEF SINUOSITE	TORRENTS	GORGES	PIEMONTS	PLAINES	PLAINES ENCAISSEES	TETE DE BASSIN		
						pen- lit ≥ 2	pen- lit = 1 L/l = 1	pen- lit = 1 L/l = 7
< 1,05 (1)	Bon	Moyen	Dégradé	Mauvais	Mauvais	Bon	Mauvais	Mauvais
< 1,5 (2)	Bon	Bon	Moyen	Dégradé	Moyen	Bon	Bon	Moyen
> 1,5 (3)	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon

On peut ainsi évaluer la dérive du coefficient de sinuosité du tronçon par rapport à une sinuosité moyenne propre à chaque type de cours d'eau.

7- Indice modification de la géométrie

- Taux de plans d'eau

TAUX DE PLANS D'EAU
Linéaire plan d'eau / linéaire total

Part du linéaire du tronçon impacté par la création d'un plan d'eau artificiel sur le lit du cours d'eau.

Ces aménagements, en modifiant les vitesses d'écoulement et les hauteurs d'eau modifient indirectement la dynamique de transformation des berges (érosion et dépôt, creusement de sous berges...).

- Taux de rectification

TAUX DE RECTIFICATION
Linéaire rectifié / linéaire total

Part du linéaire ayant été rectifié dans le cadre de travaux d'aménagement hydraulique (assainissement de terres agricoles, remembrement, travaux routiers, urbanisation...)

- Taux de recalibrage

TAUX DE RECALIBRAGE
Linéaire recalibré / linéaire total

Part du linéaire ayant fait l'objet de travaux de recalibrage afin d'augmenter le gabarit et donc la capacité d'écoulement du cours d'eau (assainissement des terres, lutte contre les inondations...).

- Taux de busage

TAUX DE BUSAGE
Linéaire busé / linéaire total

Part du linéaire ayant été busé ou recouvert dans le cadre de travaux d'aménagement urbain ou agricole.

La disparition complète du cours d'eau dans le paysage détruit entièrement le milieu et ses fonctionnalités

INDICE MODIFICATION GEOMETRIE	
Taux = 0%	1
Taux < 10%	2
Taux < 60%	3
Taux >= 60%	4

Ces quatre indices reflètent le niveau d'altération de la géométrie naturelle des berges, qui, selon la typologie du cours d'eau sont plus ou moins inclinées, dissymétriques dans les zones de méandrage, sous cavées et érodées en extrados de méandre...

Cet indice reprend le plus défavorable des quatre taux décrits ci-dessus.

INDICE INTEGRATEUR

B – QUALITE DU LIT	
6 à 8	1
9 à 13	2
14 à 20	3
21 à 27	4

On obtient un indice global de l'état du lit en cumulant les sept indices précédents.

Les résultats de cette somme sont ensuite classés comme indiqué dans le tableau ci-contre.

C - INDICATEURS DE L'ETAT DES BERGES

Ce compartiment met en évidence le niveau d'altération, ou à l'inverse, celui de naturalité, des berges. Pour cela, les indicateurs retenus évaluent la pression des paramètres les plus souvent observés sur les cours d'eau tarnais, à savoir : l'artificialisation des berges, le piétinement du bétail, la disparition des sous-berges...

L'analyse croisée de ces indices donnent au final une note permettant d'évaluer la qualité globale du compartiment berge à l'échelle du tronçon de cours d'eau.

1- Indice sous-berges

INDICE SOUS BERGES	
Forte	1
Moyenne	2
Faible	3
Nulle	4

Ce paramètre rend compte de la qualité des habitats, mais également du degré de "naturalité" des berges.

En effet, l'apparition de sous berge ne peut se faire que dans certaines conditions (possibilité d'érosion des berges en extrados de méandre, présence d'une végétation bien développée en pied de berge...).

Au vu de la difficulté pour définir des classes de densité en fonction du type de cours d'eau ainsi que leur comptage sur le terrain, le parti d'une approche qualitative a été préférée.

2- Indice piétinement

INDICE PIETINEMENT	
Moins de 5%	0
6 à 12%	1
13 à 30%	2
31 à 60%	3
Plus de 60%	4

Le piétinement des berges par le bétail est un paramètre essentiel dans la dégradation des milieux aquatiques.

Un piétinement excessif dégrade les berges, leur végétation, effondre les abris sous berges, élargi et colmate le lit...

3- Indice anthropisation

TAUX DE RECTIFICATION
$\frac{\text{Linéaire rectifié}}{\text{linéaire total}}$

Ce taux nous renseigne sur le degré d'artificialisation des berges suite à des travaux de reprofilage ou de rectification du cours d'eau.

TAUX DE RECALIBRAGE
$\frac{\text{Linéaire recalibré}}{\text{linéaire total}}$

Ce taux nous renseigne sur le degré d'artificialisation des berges suite à des travaux de recalibrage du cours d'eau.

TAUX D'ENDIGUEMENT
$\frac{(\text{Linéaire de digues}/2)}{\text{linéaire total}}$

Ce taux nous renseigne sur le degré d'artificialisation des berges suite à des travaux d'endigement du cours d'eau.

Ces aménagements de berge sont ramenés au linéaire de rivière en divisant leur longueur par 2.

ARTIFICIALISATION DE BERGES
Linéaire de Génie civil+(Génie végétal /4))/2 / linéaire total)

Ce taux (nous renseigne sur le degré d'artificialisation des berges suite à des travaux de protection de berges. Ces aménagements de berge sont ramenés au linéaire de rivière en divisant leur longueur par 2.

Les ouvrages de génie végétal sont divisés arbitrairement par 4 car leur incidence sur l'hydromorphologie du cours d'eau est moindre.

INDICE ANTHROPISATION	
Taux < 5%	1
Taux < 12%	2
Taux < 50%	3
Taux > 50%	4

Cet indice prend en compte les différents taux expliqués ci-dessus.

Le taux le plus discriminant des quatre est retenu pour donner la note globale.

INDICE INTEGRATEUR

C – QUALITE DES BERGES	
2 à 3	1
4 à 6	2
7 à 9	3
10 à 12	4

On obtient un indice global de l'état des berges en cumulant les cinq indicateurs exposés ci-dessus. Les résultats sont ensuite classés comme indiqué dans le tableau ci-contre.

QUALITE HYDROMORPHOLOGIQUE

La qualité hydromorphologique du tronçon de cours d'eau étudié nous est donnée par l'analyse croisée des trois compartiments qui le composent, détaillés ci-dessus.

INDICE INTEGRATEUR FINAL	
A+B+C = 3 à 4	TRES BON ETAT
A+B+C = 5 à 7	BON ETAT
A+B+C = 8 à 9	MAUVAIS ETAT
A+B+C = 10 à 12	TRES MAUVAIS ETAT

Quatre classes de qualités ont ensuite été découpées afin de ventiler cette notation de "Très bon état" à "Très mauvais état".

Les 3 compartiments sont d'égale valeur dans l'analyse finale.

Une pondération apparaît cependant au niveau des indices puisque certains sont repris plusieurs

fois (ex : indice cloisonnement), d'autres paramètres rentrent dans le calcul de plusieurs indices (ex : taux de recalibrage entrant dans le calcul de l'indice d'anthropisation et modification des écoulements), enfin, le positionnement d'un critère dans la chaîne d'analyse lui confère également un poids plus ou moins important dans la notation finale (ex : « Etat sanitaire de la ripisylve » intégré dans un indice synthétisant 6 paramètres, « Indice granulométrie » donnant lieu à une notation directement reprise dans le calcul de l'indice « Etat du lit »).

Diagnostic des populations d'écrevisses sur le BV du Gijou - 2010

Cours d'eau :

Informations sur la prospection

Station :

Coordonnées X (°) amont :

Y (°) amont :

X (°) aval :

Y (°) aval :

Date de pose :

Date de relevé :

Nombre de balances utilisées :

Cours d'eau :

Longueur (m) de la station échantillonnée :

Largeur moyenne (m) de la station échantillonnée :

Heure de pose :

Heure de relevé :

	Espèce	Sexe (M/F)	TL (mm)	CL (mm)	Mutilations	Etat sanitaire
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
...						

Espèce : PFL = *Pacifastacus leniusculus*

Sexe : M = mâle, F = femelle

Taille : TL = taille du rostre au telson, CL = taille de la pointe du rostre à l'arrière du céphalothorax