

COLLÈGE SCIENCES ET TECHNOLOGIES POUR L'ÉNERGIE ET L'ENVIRONNEMENT
DE LA CÔTE BASQUE

Université de Pau et des Pays de l'Adour

Licence professionnelle Métiers de la protection et de la gestion de l'Environnement
Option Biologie Appliquée aux Écosystèmes exploités

**Tentative de sauvegarde d'une population d'écrevisses à pattes blanches face à la
remontée d'écrevisses de Californie : mise en place de seuils bloquants**

RICHARD Elycia



Source : personnelle

Stage effectué du 2 au 13 Mars et du 25 Mai au 24 Octobre 2020
à la Fédération du Lot pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique
133 Rue Albert Cappa 46000 Cahors

Sous la direction scientifique de FRIDRICK Laurent

« Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'Entreprise ou du laboratoire d'accueil »

Remerciements

Après ces 5 mois passés à la Fédération du Lot pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, je tiens tout d'abord à remercier Mr JAUBERT Patrice, directeur de la Fédération pour m'avoir permis d'effectuer ce stage au sein de sa structure ainsi que pour sa disponibilité et la confiance qu'il m'a accordé.

Je tiens ensuite à remercier Mr FRIDRICK Laurent, responsable technique, en tant que maître de stage, il m'a énormément appris et a toujours été disponible. Je suis particulièrement reconnaissante de la confiance qu'il m'a accordé ainsi que de l'autonomie qu'il m'a offert tout au long de ce stage.

Un grand merci à Jean-Baptiste VANRAPENBUSCH, technicien rivière au Syndicat mixte des bassins versants Céou Germaine, et Damien VILLATE, animateur espaces naturels sensibles pour le département du Lot, qui ont toujours été là pour les relèves des pièges, les prospections nocturnes et leur implication pendant la CMR.

Je remercie également Théo DUPERRAY, du bureau d'études Saules et eaux pour avoir su transmettre sa passion, sa disponibilité et toute l'aide apportée.

Je remercie aussi Justin MOULENE, stagiaire à la Fédération avec qui j'ai travaillé pendant plusieurs mois sur ce sujet.

Merci à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin au bon déroulement de mon stage au sein de cette structure où l'ambiance est particulièrement chaleureuse et bienveillante.

Et enfin merci à Chantal GREPON, boulangère à Cabrerets et Bernadette VAQUIE et Fabrice LAINE, producteurs à la Ferme du Bouch pour avoir fourni une quantité non négligeable de seaux fort nécessaires à la réalisation de la CMR.

Table des matières :

1 Introduction :	4
2 Matériel et méthodes :	5
2.1 Les espèces étudiées :	5
2.1.1 Généralités sur les écrevisses :	5
2.1.2 L'écrevisse à pattes blanches (<i>Austropotamobius pallipes</i> – APP ensuite) :	6
2.1.3 L'écrevisse de Californie (<i>Pacifastacus leniusculus</i> – PFL ensuite) :	7
2.1.4 Différencier APP et PFL à tous les stades de vie :	8
2.2 Lieu d'étude :	8
2.2.1 Contexte et historique sur le Rivalès :	8
2.2.2 Description :	10
2.3 Protocole de désinfection :	10
2.4 Piégeages :	11
2.5 Prospection nocturne :	12
2.6 Seuils :	12
2.6.1 Description :	12
2.6.2 Relève des bidons :	14
2.7 Détermination de la densité de la population d'APP par CMR :	14
2.7.1 Matériel et méthodes de la CMR :	14
2.7.1.1 Protocole général d'une opération CMR :	14
2.7.1.2 Cas du Rivalès :	15
2.7.1.3 Planning et récapitulatif :	15
2.7.1.4 Ordre de prospection des tronçons :	16
2.7.1.5 Déroulé d'une nuit de capture :	16
2.7.1.6 Déroulé d'une nuit de recapture :	17
2.7.1.7 Conservation des écrevisses et remise à l'eau :	17
2.7.2 Description des tronçons :	17
2.7.2.1 Qualité d'habitats :	17
2.7.2.2 Topographie :	18
3 Résultats et discussion :	18
3.1 Bilan de la campagne de piégeage de l'année 2020 :	18
3.2 Bilan de la relève des bidons :	20
3.3 Limites au piégeage :	20
3.4 Bilan de la CMR :	21
3.4.1 Bilan APP par tronçon :	21
3.4.2 Bilan APP total :	23
3.4.3 Bilan PFL :	23
3.4.4 Limites de l'étude :	23
3.5 Preuves de reproduction :	24
3.6 Bilan des prospections nocturnes :	25
3.7 Analyse détaillée des captures par nasses :	25
3.7.1 Différence de taille entre les PFL capturées en prospection et les PFL capturées dans les pièges :	25
3.7.1.1 Organisation du tableur :	26
3.7.1.2 Visualisation des données :	26
3.7.1.3 Test statistique :	26
3.7.2 Effet appâts :	27
3.7.2.1 Organisation du tableur :	27
3.7.2.2 Visualisation des données :	27
3.7.2.3 Test statistique :	27
4 Bibliographie :	28
5 Annexes :	29
6 Tableau des tâches :	36
7 Calendrier de stage :	36
8 Résumé :	37

1 Introduction :

Les espèces exotiques envahissantes sont de plus en plus présentes dans nos écosystèmes. La principale cause à ces introductions massives étant l'Homme avec notamment le commerce international. Selon l'analyse réalisée par Westphal et al. (2007) « plus grand est le degré de commerce international, plus élevé est le nombre d'espèces exotiques envahissantes ». Ces espèces vont menacer les biodiversités locales faisant d'elles un véritable fléau contemporain considéré comme deuxième cause d'extinction des espèces et d'appauvrissement de la biodiversité. Elles sont donc au même niveau que les conséquences du changement climatique, la première cause étant la destruction des habitats naturels (UICN). La lutte contre ces espèces constitue ainsi un enjeu à l'échelle mondiale.

Les écrevisses se retrouvent dans la plupart des habitats d'eau douce et ce sur la quasi totalité des continents à l'exception de l'Antarctique, l'Afrique et l'Asie centrale (TROUILHE, 2006). Parmi les 593 espèces d'écrevisses dénombrées dans le monde (Sinclair et al., 2004) on en retrouve 9 en France : 3 sont natives et donc dites autochtones et 6 ont été introduites principalement en provenance d'Amérique du Nord, ce sont les espèces allochtones (COLLAS, 2013). Avec un rapport de une espèce autochtone pour deux espèces exotiques, les écrevisses constituent sans doute le seul groupe taxonomique où le nombre d'espèces allochtones est supérieur au nombre d'espèces natives (COLLAS et al. 2015). Cet envahissement n'est pas spécifique à la France mais se retrouve dans l'Europe entière. Cette introduction massive est due à l'apparition en 1860 d'une maladie que l'on nommera ensuite « la peste de l'écrevisse ». Cette peste, due à un pathogène probablement importé en France via les ballasts des navires décimera la quasi totalité des écrevisses européennes. Cette disparition soudaine a nécessité un puissant effort de repeuplement (LAURENT, 1997). C'est ainsi que les écrevisses exotiques ont été importées et utilisées afin de remplacer les écrevisses autochtones alors presque disparues.

L'espèce exotique la plus problématique en France est l'écrevisse de Californie aussi appelée écrevisse signal ou écrevisse du Pacifique. C'est elle qui représente la plus grande menace pour l'écrevisse à pattes blanches qui est l'espèce autochtone la plus largement présente sur notre territoire. Effectivement ces deux espèces occupent la même niche écologique et ont le même régime alimentaire. L'écrevisse de Californie peut également être porteuse saine d'*Aphanomyces astaci* à l'origine de la peste de l'écrevisse (ou aphanomycose) capable de ravager une population d'écrevisses locale en quelques semaines (TROUILHÉ, 2006). La lutte contre l'écrevisse de Californie est donc une problématique de plus en plus étudiée. Différentes stratégies ont été testées : piégeage, modification du milieu (assèchement, barrières physiques ...), introduction de prédateurs, de pathogènes, utilisation d'agents chimiques, stérilisation... Mais toutes ne sont pas toujours techniquement réalisables, parfois très destructrices du milieu et aucune ne s'est révélée à 100% efficace (POULET, 2014). De plus ces techniques sont souvent très complexes voir impossible à mettre en place si les populations autochtones et exotiques sont déjà en contact l'une de l'autre.

Le département du Lot n'est pas épargné par l'écrevisse de Californie. Le présent rapport décrit la stratégie adoptée et mise en place dans le ruisseau du Rivalès (Lot – 46) où se rencontre une population d'écrevisses à pattes blanches située en amont et une population d'écrevisses de Californie située en aval.

2 Matériel et méthodes :

2.1 Les espèces étudiées :

2.1.1 Généralités sur les écrevisses :

On peut décrire une morphologie type à toutes les écrevisses puis certaines variations et caractéristiques permettront de les différencier. L'anatomie générale des écrevisses se compose de trois parties principales retrouvées de cranial en caudal : le Céphalothorax se compose de la tête et du thorax qui sont soudés, puis de l'abdomen et l'uropode. Au niveau de la tête on trouve toujours une paire d'antennes, une paire d'antennules, une paire d'yeux, des mandibules et le rostre (BOISMARTEL et al. 2012).

Les écrevisses faisant partie de l'ordre des décapodes on peut identifier 5 paires de pattes : la première, la plus craniale, se compose d'un carpopodite auquel est rattachée la pince la plus développée. La deuxième et la troisième paire de pattes se terminent également par une pince plus petite et les deux dernières paires de pattes se terminent elles par une griffe. Ces 5 paires sont trouvées au niveau de la partie thoracique de l'écrevisse. Au niveau de la partie abdominale et situé

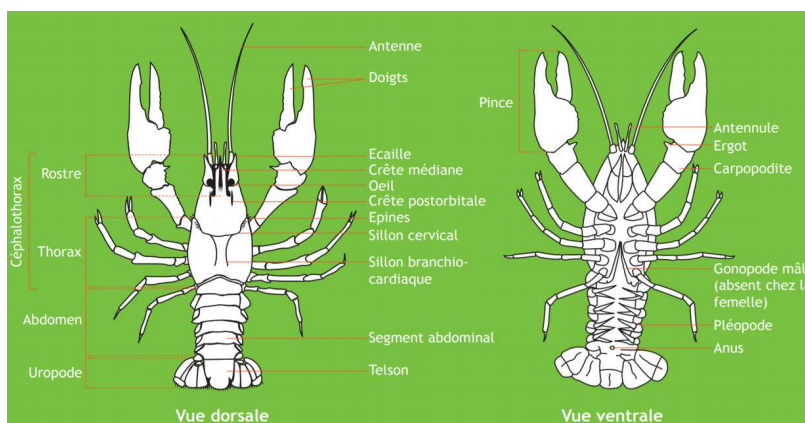


Figure 1 : Anatomie générale d'une écrevisse (source : Fédérations Lorraine)

ventralement, on trouve des pléopodes qui sont de petits appendices doubles situés sur chacun des segments de l'abdomen. Chez la femelle certains de ces pléopodes permettent d'assurer le maintien des œufs pendant l'incubation (la femelle sera alors dite « grâinée ») et chez le mâle deux paires de pléopodes se sont transformés en gonopodes permettant d'assurer la fécondation (UICN). La présence ou l'absence de gonopodes permet de déterminer le sexe de l'individu. On observe aussi un certains dimorphisme sexuel avec des mâles présentant des pinces plus grandes que chez les femelles et des femelles avec un abdomen plus large.

Faisant partie de la classe des crustacés, les écrevisses sont donc des arthropodes, caractérisés par un exosquelette rigide et protecteur composé principalement de carbonate de calcium (CaCO_3). Cet exosquelette contraint l'animal dans sa croissance qui est alors résolu à effectuer une mue pour accroître sa taille. Il sera donc vulnérable entre sa mue et la minéralisation de son exosquelette qui prend quelques jours à se réaliser.

Pour ce qui est de son régime alimentaire, l'écrevisse est omnivore avec une tendance carnivore. Elle se nourrit de débris végétaux, de macro-invertébrés benthiques, de poissons ... Du cannibalisme est également observé notamment envers les jeunes et les individus fragilisés par la mue. En consommant des débris végétaux, des insectes et autres poissons morts, les écrevisses peuvent ainsi être comparées à des « éboueurs des cours d'eau » et participent donc au maintien de l'équilibre du milieu.

2.1.2 L'écrevisse à pattes blanches (*Austropotamobius pallipes* – APP ensuite) :

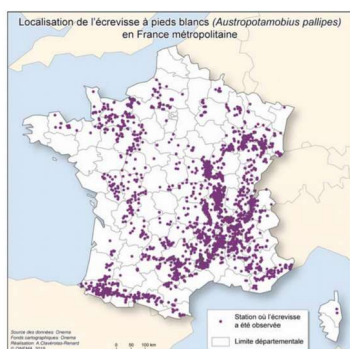


Figure 2 : Répartition de l'écrevisse à pattes blanches en France en 2014 (COLLAS et al. 2015)

L'APP est présente dans 17 pays d'Europe (HOLDICH et al. 2009) et est l'espèce native la plus largement représentée en France (cf. Figure 2). Elle est originaire d'Europe occidentale et est considérée comme espèce patrimoniale en France. Au 19^{ème} siècle les populations étaient abondantes et colonisaient tout le territoire. Aujourd'hui, en France, elle dispose du statut d'espèce « vulnérable » selon l'UICN. Elle est présente à l'Annexe III de la convention de Berne, à l'Annexe II et V de la directive Habitats-Faune-Flore. Son habitat est protégé par l'arrêté ministériel du 21 Juillet 1983 article 1 et sa pêche est strictement interdite en France dans de nombreux départements.

L'APP se reconnaît par la présence d'une seule crête post-orbitale, un rostre avec des bords convergents, une crête médiane peu marquée et non denticulée, des épines en arrière du sillon cervical et des pinces rugueuses. Malgré son nom « écrevisse à pattes blanches » sa couleur n'est pas un critère de détermination. La face ventrale de ses pinces est tout de même toujours pâle mais peut parfois être teintée surtout chez les juvéniles. En moyenne la taille maximale d'une écrevisse à pattes blanches est de 130mm.

Pour une longévité allant de 10 à 12 ans, les APP n'arrivent à maturité sexuelle que vers 3 ou 4 ans. La reproduction n'a lieu qu'une fois par an (BOISMARTEL et al. 2012) et débute quand l'eau est inférieure à 10°C. Ce sont entre 60 et 120 œufs qui sont produits dont seulement 30 à 50% arrivent à maturité pour éclore entre mai et juillet (TROUILHE 2006).

En terme d'écologie, l'écrevisse à pattes blanches se retrouve principalement dans des cours d'eau en plaine, dans les têtes de bassins hydrographiques, au niveau de cours d'eau forestiers bien ombragés. Le courant n'a que peu d'importance du moment que des refuges adéquats soient à disposition. Elles apprécient donc des milieux pourvus d'abris variés comme des fonds caillouteux, graveleux, des blocs, une sous berge avec des racines, des herbiers aquatiques, du bois mort etc ... Un cours d'eau hétérogène, riche en habitats, présentant différents faciès d'écoulement constituent donc des conditions favorables et nécessaires pour maintenir et développer une population viable (TROUILHE 2006). C'est aussi un bon bioindicateur des eaux de bonnes qualités car elle est très exigeante au niveau des conditions physico-chimiques (eaux bien oxygénées, pH compris entre 6.8 et 8.6, eau riche en calcium ...). Leurs branchies sont sensibles et ne supportent pas un trop fort taux de matière en suspension qui les colmatent, on les trouve donc dans des eaux claires à la turbidité faible. La température de l'eau joue un rôle primordial dans le cycle de vie des écrevisses notamment pour déclencher la reproduction, le reste du temps elles supportent des variations de température allant de 1 à 18°C mais ne doit pas dépasser 21°C pendant de longues périodes sous peine de provoquer des perturbations comportementales et physiologiques (TROUILHE 2006). Pour résumer, leur optimum de vie se situe dans les cours d'eau qualifiés de « cours d'eau à truites ».



Figure 3 : Écrevisse à pattes blanches femelle en vue dorsale (à gauche) et ventrale (à droite)
Source : personnelle

2.1.3 L'écrevisse de Californie (*Pacifastacus leniusculus* – PFL ensuite) :

L'écrevisse de Californie, aussi appelée écrevisse signal est originaire de la Côte Ouest des États-Unis. Elle a été introduite en Europe dans les années 1960, d'abord en Suède, elle est ensuite arrivée en France en 1973 (LAURENT, 1997).

Parmi les 6 espèces d'écrevisses allochtones recensées en France c'est l'écrevisse de Californie qui représente la plus grande menace pour l'écrevisse à pattes blanches car elles occupent la même niche écologique et ont le même régime alimentaire. Mais la PFL est aussi un puissant prédateur pour les écrevisses et les poissons de part sa plus grande agressivité. C'est une espèce considérée comme « susceptible de provoquer des déséquilibres biologiques » selon l'article R.432-5 du code de l'environnement, son introduction est donc totalement interdite dans tout type de milieu selon l'article L.432-10. Son transport à l'état vivant sans autorisation est interdit selon l'arrêté du 14 février 2018 relatif à la prévention de l'introduction et de la propagation des espèces animales exotiques envahissantes sur le territoire métropolitain. Malgré ces interdictions de nouvelles populations continuent d'apparaître et on observe ainsi un recul général du nombre de populations d'écrevisses à pattes blanches dont l'écrevisse signal en est la principale cause. Comme le montre une étude de Diéguez-uribeondo (2006) réalisée dans la région de Navarre : entre 2001 et 2004 le nombre de sites où elles étaient présentes est passé de 73 à 37. Dans cette région les principales causes à ce déclin ont pu être identifiées : une altération de l'habitat dans 13% des cas, la sécheresse dans 11% et la présence d'écrevisses signal dans 40% des cas.



Figure 4 : Écrevisse de Californie femelle en vue dorsale (à gauche) et ventrale (à droite) Source : personnelle

L'écrevisse signal se reconnaît grâce à ses deux crêtes post-orbitales, son céphalothorax lisse, un rostre aux bords parallèles, une tâche blanche ou bleutée au niveau de la commissure de ses pinces qui sont rouge en face ventrale (BOISMARTEL et al. 2012). Elle vit dans les mêmes milieux que l'écrevisse à pattes blanches mais présente une plus grande tolérance aux variations environnementales et aux pollutions. On la trouve donc dans des ruisseaux, des rivières, des plans d'eau, des canaux etc ... Cette espèce s'est ainsi répandue aisément et rapidement dans les milieux aquatiques car du fait d'une meilleure tolérance et de sa longévité plus faible (environ 10 ans), elle a une croissance rapide atteignant une taille moyenne de 180mm et arrive à maturité sexuelle bien plus tôt que l'écrevisse à pattes blanches : entre 1 et 2 ans pour la signal contre 3 à 4 ans pour la pattes blanches. Elle aussi ne se reproduit qu'une fois par an mais produit un bien plus grand nombre d'œufs allant de 150 à 400 œufs par femelle (BOISMARTEL et al. 2012). En quelques années, l'écrevisse de Californie fini donc quasiment toujours par prendre le dessus sur la population d'écrevisses à pattes blanches.

L'écrevisse signal entre donc en compétition avec l'écrevisse à pattes blanches mais le principal problème est le fait que l'écrevisse de Californie est une porteuse saine de la peste de l'écrevisse, aussi appelée aphanomycose transmise par *Aphanomyces astaci* qui est un oomycète. Ce micro-organisme inoffensif pour l'écrevisse de Californie est mortel pour les écrevisses autochtones et peut décimer une population entière en une à cinq semaines (GRANDJEAN 2013). *Aphanomyces astaci* est un parasite tellement problématique qu'il a été classé parmi les 100 plus grandes espèces envahissantes dans le monde selon l'UICN .

2.1.4 Différencier APP et PFL à tous les stades de vie :

Différencier APP et PFL peut parfois se révéler délicat surtout avec des sujets juvéniles.

Les principales caractéristiques à regarder sont :

- Le comportement : une APP est beaucoup plus passive qu'une PFL qui est agressive. La PFL, à peine attrapée, cherchera à étendre le plus en arrière possible ses pattes avant, l'APP quand à elle restera soit avec les pattes en dessous de son céphalothorax ou essaiera légèrement de les tendre en arrière.
- L'angle maximal auquel peuvent s'étendre la paire de pattes avant : les PFL peuvent largement amener leurs pinces en arrière et former ainsi un angle supérieur à 90° contrairement à l'APP qui ne peut porter ses pattes qu'au dessus de sa tête.
- Le rostre : Il est en forme de triangle chez l'APP contrairement à la PFL qui a ses bords parallèles.
- La tâche blanche à la commissure des pinces : elle est présente chez les individus adultes PFL et n'est que rarement visible chez les juvéniles. Elle ne constitue pas à elle seule un critère de détermination et se doit d'être complété. Il a notamment pu être rencontré des individus APP adultes avec une tâche similaire.
- La couleur de la face ventrale des pinces : généralement rouge chez les PFL et claire chez les APP il existe cependant une certaine variabilité qui peut parfois porter à confusion surtout chez les juvéniles APP qui peuvent présenter une face interne très orangée tout comme les juvéniles PFL.
- L'exosquelette marbré : Les PFL présentent un exosquelette avec de légères marbrures que n'ont pas les APP qui sont plus « homogènes ».
- Épines : Les APP présentent de petites épines au niveau des flancs juste en arrière du sillon cervical. Elles se sentent sous les doigts et sont présentes chez les adultes et les juvéniles. Les PFL ont quand à elles des flancs parfaitement lisses.

	APP	PFL	Visible (Adulte / Juvénile)
Comportement	Passif	Agressif	Adulte & Juvénile
Angle maximal formé par la première paire de pattes	90°	>90°	Adulte & Juvénile
Rostre	Triangulaire	Bords parallèles	Adulte & Juvénile
Commissure des pinces	/	Tâche blanche	Adulte
Face ventrale des pinces	Claire	Rouge	Adulte
Exosquelette	Homogène	Marbré	Adulte & Juvénile
Épines	Présentes	Absentes	Adulte & Juvénile

Tableau 1: Récapitulatif des traits différenciant PFL et APP

2.2 Lieu d'étude :

2.2.1 Contexte et historique sur le Rivalès :

Cette étude est réalisée au niveau du ruisseau du Rivalès situé à l'ouest du Lot (46). Il prend sa source dans le communal du Lactin sur la commune de Peyrilles. Il est ainsi situé au sein même de l'Espace Naturel Sensible (ENS) des landes du Frau Dégagnazès. Il rejoint ensuite le Céou affluent de la Dordogne.

Ce petit cours d'eau présente en amont une population d'APP, connue depuis 2013, qui s'étend sur environ 1km.



Figure 5 : Plan d'eau servant de réservoir de pompage

Source : personnelle

En juillet 2018, une population de PFL est découverte en aval. L'origine de cette population résulte très probablement d'une introduction volontaire dans un plan d'eau servant de réservoir de pompage. Celui-ci étant situé en aval à environ 200m d'un pont traversant le Rivalès et qui sert de limite de l'ENS. Les PFL ont pu coloniser le ruisseau car celui-ci et le plan d'eau sont connectés.

A plusieurs reprises les APP et les PFL ont été observées dans les mêmes mouilles aux abords du pont signifiant que les deux espèces étaient en contact. Le cours d'eau ne présentant aucun obstacle à la remontée des PFL il a paru nécessaire d'entreprendre des actions pour empêcher cette remontée ou la population d'APP était condamnée à disparaître à plus ou moins long terme.

Il a paru évident que les PFL n'étaient pas porteuses de la peste de l'écrevisse aussi appelée aphanomycose. Cette maladie résulte de la contamination par un pathogène : *Aphanomyces astaci* faisant partie de la classe des oomycètes. Les PFL peuvent être porteuses saines de ce « champignon » qui se propage via des zoospores nageuses munies d'un flagelle. Celles-ci sont attirées par un mécanisme de chimiotactisme et vont alors se fixer sur la cuticule des écrevisses. La zoospore va réussir à percer la cuticule, pénétrer dans l'écrevisse et se développer en un hyphes mycélien entraînant rapidement la mort de l'individu (TROUILHE, 2006). Dans le Rivalès, les deux espèces étant en contact, si les PFL étaient porteuses, les APP auraient très certainement disparu rapidement ou une mortalité plus importante au niveau des zones de contact aurait été observée ce qui n'a pas été le cas. Cette intuition a été confirmée le 30 septembre 2019 par le Laboratoire d'analyses du Jura qui a procédé à une analyse de 23 individus PFL prélevés sur site et qui n'a détecté aucune trace d'*Aphanomyces astaci*. Cependant l'écrevisse de Californie étant une espèce exotique envahissante elle finira quand même par causer la disparition des APP comme cela a été observé dans de nombreux sites en France et en Europe.

Afin de tenter de trouver une solution à cette situation, en 2019 Théo DUPERRAY du bureau d'études Saules et eaux a été contacté pour son expertise. Le 10 Octobre 2019 une prospection d'évaluation en partenariat avec le Département du Lot, la Fédération de pêche du Lot et le Syndicat mixte des bassins versants Céou Germaine a été réalisée afin d'estimer le front de colonisation par les PFL. Durant cette prospection aucun jeune individu PFL n'a été rencontré contrairement aux APP. Ceci indiquant que les PFL situées plus en amont ne se sont visiblement pas encore reproduites et celles-ci seraient arrivées à cet endroit seulement depuis le printemps 2019. Aucun poisson n'a été observé ce qui fait que le Rivalès n'est ni une zone de passage ni une zone de reproduction pour la faune piscicole. Cette information est capitale car elle conditionne la stratégie choisie : comme seules les écrevisses sont présentes dans ce cours d'eau tout ouvrage ou dispositif utilisé n'aura d'impact que sur celles-ci et non sur d'autres espèces.

Suite à cela une campagne de captures par nasses a été réalisée sur tout le linéaire où les PFL ont été observées + 100m. Cette campagne s'est déroulée du 23 octobre au 3 décembre 2019 : 18 nasses ont été posées (12 caisses et 6 tubes) avec une relève d'abord tous les jours puis 2 fois par semaine. Ceci a permis d'identifier une colonisation plus importante que prévue par les PFL car celles-ci se retrouvent plus en amont qu'observé lors de la première prospection. Au total elles se retrouvent sur environ 400m

ce qui reste relativement faible puisque les APP sont retrouvées sur environ 1km.

Au vu de ces observations : aucune contrainte vis à vis de la faune piscicole, pas de contamination par la peste de l'écrevisse, faible linéaire total de colonisation par les PFL et aucune reproduction des PFL situées le plus en amont, un projet d'aménagement de seuils bloquant la remontée des PFL avec en parallèle une opération de piégeage a été proposé par Théo DUPERRAY. Cette proposition ayant été acceptée par la DDT (Direction Départementale des Territoires) elle a pu être mise en œuvre en juin 2020.

2.2.2 Description :

Le ruisseau du Rivalès est situé dans le département du Lot (46). D'un linéaire d'environ 7km, il est borné en amont par sa source située sur la commune de Peyrilles au sein même de l'Espace Naturel Sensible (ENS) des landes du Frau Dégagnazès et en aval par sa confluence avec le Céou.

La population d'APP s'étend sur environ 1km de linéaire mais notre étude ne concerne que les quelques centaines de mètres aval.

Le lieu d'étude s'organise de la façon suivante :

- le Rivalès coule du Sud (Amont) au Nord (Aval)
- un pont situé en aval marque la limite de pose des pièges
- la ripisylve est relativement dense, les racines des arbres et les débris végétaux qui tombent dans le ruisseau constituent ainsi des abris parfaits pour les écrevisses en plus de maintenir l'eau fraîche toute l'année (présence de mouilles)
- la partie du cours d'eau étudiée est entourée de prairies de fauche et de pâture
- il présente différents faciès d'écoulement et différentes profondeurs, des sous berges bien développées et fournies en racines, une alternance de gros graviers / blocs, graviers, fines et litière.

2.3 Protocole de désinfection :

Étant donné que la population de PFL présente dans le Rivalès n'est pas porteuse de l'aphanomyose il faut redoubler de prudence afin de ne pas être soit-même vecteur d'*Aphanomyces astaci* pour conserver le ruisseau indemne de toute contamination. Pour éviter cela un protocole strict de désinfection est respecté à chaque venue sur le site afin d'éviter la propagation d'autres maladies tel que la chytridiomycose qui est actuellement émergente et suspectée d'être responsable du déclin des amphibiens à l'échelle mondiale. Le protocole de désinfection à suivre indiqué par Théo DUPERRAY est le suivant :

- avant chaque intervention tout le matériel utilisé (bottes, cuissardes ...) est soigneusement désinfecté par pulvérisation d'une solution de Désogerme Microchoc (sans formol). La désinfection des mains et des petits accessoires (appareil photo, GPS, Stylo, lampe frontale ...) est effectuée avec un gel hydroalcoolique.
- le matériel est entièrement désinfecté après tout passage dans un secteur où la présence d'écrevisses allochtones est avérée ou suspectée
- tout matériel en contact avec le véhicule, même pour un transport très bref, est redésinfecté, car la voiture est considérée comme potentiellement contaminée
- l'utilisation de waders en néoprène et semelles en feutre est proscrite (désinfection complète quasiment impossible). S'il n'est pas possible de faire autrement, ce matériel est désinfecté par trempage dans un fût de solution désinfectante. Il est conseillé, dans la mesure du possible l'utilisation de cuissardes ou waders en

caoutchouc

- la désinfection est réalisée le plus loin possible des zones en eau ou humides
- le matériel doit avoir séché ou être rincé avant d'intervenir

2.4 Piégeages :

Le piégeage consiste en la mise en place de deux types de pièges (Caisse et tube) appâtés (appât carné) nommé « nasses à guidage olfactif ». Ces pièges sont non létaux et non sélectifs, ainsi à la fois des PFL et des APP vont être capturées.



Figure 6 : Piège de type tube à gauche, de type caisse à droite
Source : personne

12 caisses et 8 tubes ont été disposés. Un tube a été placé juste en aval du pont et les autres pièges ont été répartis sur environ 400m en amont. La localisation précise de chacun des pièges est indiquée sur la carte ci-après.



Figure 7 : Localisation des pièges au début de l'opération de piégeage (du 14 Avril au 18 juin 2020) Source : Département du Lot

Chaque piège a également été nommé de la façon suivante :

- les tubes de T01 à T08
- les caisses de C01 à C12

Les pièges ont été installés le 9 Avril 2020 à 11h30, ils ont été relevés au minimum 2 fois par semaine (le plus souvent le lundi et le jeudi).

La relève est réalisée comme suit : le ruisseau est remonté d'aval en amont. Le contenu de chaque piège est examiné et indiqué sur la fiche terrain (cf. Annexe 3). Pour chaque piège, il y est noté le nombre de PFL et d'APP ainsi que le sexe de chaque individu. Toutes les APP retrouvées dans les pièges sont remises à l'eau dans l'environnement proche du piège où elles ont été capturées, contrairement aux PFL qui sont détruites.

Après la pose des seuils en juin les pièges ont été déplacés en amont afin d'intensifier l'effort de capture dans cette partie. Ainsi l'effort de capture en amont a presque doublé passant de 9 à 16 pièges. La nouvelle répartition des pièges est la suivante :

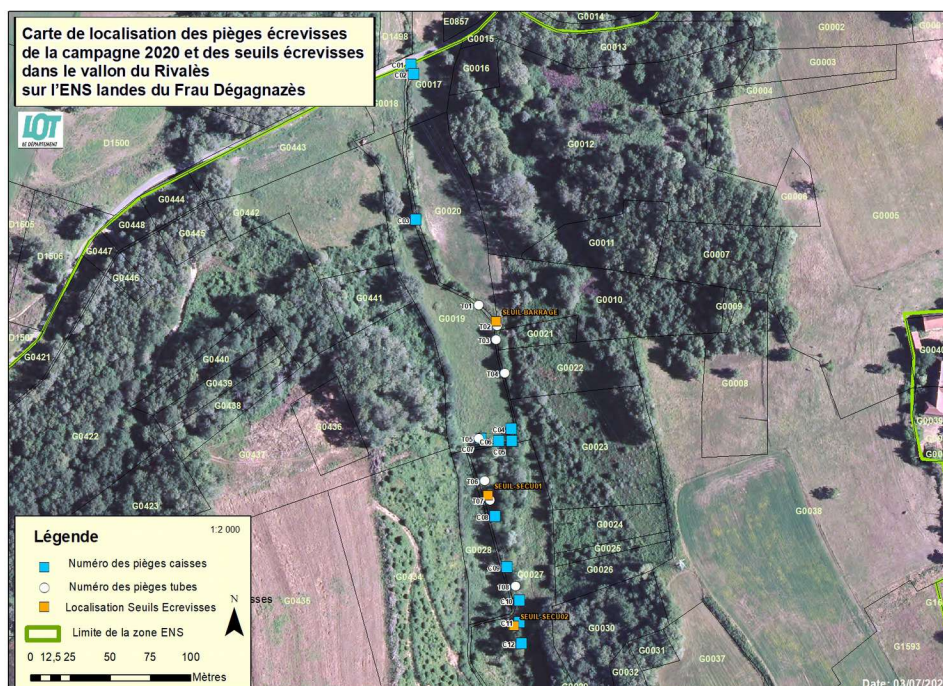


Figure 8 : Localisation des seuils et des pièges (du 25 juin jusqu'à la fin de l'opération) Source : Département du Lot

2.5 Prospection nocturne :

La prospection nocturne a principalement pour but d'estimer le front de colonisation par les PFL. Elle est réalisée à la tombée de la nuit.

Pour cela le cours d'eau est remonté de l'aval vers l'amont en inspectant le cours d'eau à l'aide d'une lampe suffisamment puissante pour pouvoir voir le lit du cours d'eau. Les écrevisses sont observées et identifiées. Les PFL sont capturées et détruites. Leur localisation et leur sexe sont notés sur la fiche terrain.

Une attention particulière est portée afin de déranger le moins possible les animaux. Les observations sont faites autant que possible depuis la berge afin d'éviter aussi un trop important mouvement de sédiments réduisant la visibilité et perturbant le milieu.

2.6 Seuils :

2.6.1 Description :

Trois seuils ont été construits entre le 16 et le 17 juin 2020. Chacun d'eux a été positionné de façon stratégique par rapport au front de colonisation connu des PFL ainsi que de la

topographie naturelle du cours d'eau. Effectivement, des dénivelés présents naturellement ont été utilisés et ont ainsi permis la pose des buses afin d'obtenir une chute d'eau correcte sans sur-élever la ligne d'eau. On retrouve ainsi d'aval en amont :

- le seuil le plus imposant (permettant le passage d'animaux et d'engins agricoles) appelé « seuil passage ». Il est constitué d'une buse plastique complète d'un mètre de diamètre et de 3m de longueur. En aval de cette buse une fosse piège a été enterrée. Cette fosse se compose d'une buse en béton, dont le sommet arrive au ras du lit du cours d'eau, percée de 2 groupes de 3 trous diamétralement opposés. Ces 6 trous permettent le passage de petits tubes pvc d'environ 5cm de diamètre débouchant sur deux bidons. Le but étant que les écrevisses voulant remonter le cours d'eau tombent dans la buse en béton, cherchent un abris, rentrent dans les tubes pvc pour tomber ensuite dans les bidons dont elles ne peuvent s'échapper. Ces deux bidons constituent ainsi des pièges permanent sans appâts. Il est à noter qu'une plaque en métal est positionnée à la sortie de la buse en plastique afin de permettre à l'eau de s'écouler au-delà de la fosse piège lors des périodes de crues et ce pour éviter de combler la buse béton avec des débris. Afin de retenir la terre du remblais, des toiles coco ont été tendues et des boutures de saules prélevées sur site ont été plantées. Ce seuil est définitif.



Figure 9 : Vue du seuil passage et de sa buse piège
Source : personne



Figure 10 : Vue sur l'entrée dans les bidons Source : personne



Figure 11 : Buse piège avant installation
Source : personne



Figure 12 : Vue entière du seuil passage
Source : personne

- le seuil suivant ainsi que le troisième sont des seuils dit « complémentaires » ou « de sécurité », ils permettent également d'empêcher la remontée des écrevisses mais ont pour vocation d'être retirés dans les années à venir si le projet s'annonce concluant. Ils n'ont cependant pas la même structure :
 - le premier seuil complémentaire (ou premier seuil sécurité) est composé d'une buse plastique d'environ 1m50 de long coupée en deux dans le sens de la longueur. Cette demi-buse est également équipée en aval d'une fosse piège identique à celle du seuil passage. Ce seuil est situé 120m en amont du seuil passage.
 - le deuxième seuil complémentaire (ou deuxième seuil sécurité) n'est lui constitué que d'une demi buse plastique d'environ 1m10 de longueur. Aucune fosse piège n'a été posée ici. Ce seuil est lui situé 85m en amont du premier seuil complémentaire.

Les demi-buses des deux seuils complémentaires ont été attachées à l'aide de fils de fer et de fer à béton au niveau des arbres et des souches présentes. L'étanchéité entre les buses et le lit du cours d'eau a quand à elle été faite à l'aide d'argile récupérée lors de la réalisation des trous accueillant les fosses pièges. C'est également le cas des boutures de saules qui sont issues de coupe de la ripisylve réalisée afin de dégager le passage du seuil barrage.



Figure 13 : Premier seuil complémentaire
Source : personne



Figure 14 : Deuxième seuil complémentaire
Source : personne

Une grande partie des matériaux a donc pu être pris directement sur site. La pelle et un engin télescopique ont été prêtés par le propriétaire.

2.6.2 Relève des bidons :

Les nasses appâtées réparties sur tout le linéaire du cours d'eau sont relevées 2 fois par semaine. La relève des bidons est donc effectuée au même moment.

2.7 Détermination de la densité de la population d'APP par CMR :

Afin de connaître la densité de population d'APP sur le Rivalès une opération de CMR a été réalisée du 6 au 9 juillet 2020. Cette étude devra être réalisée sur plusieurs années afin de pouvoir suivre l'évolution de la population sur les différents tronçons.

2.7.1 Matériel et méthodes de la CMR :

2.7.1.1 Protocole général d'une opération CMR :

Selon les modèles que nous utiliserons ici, déterminer la densité d'une population via une opération de CMR a pour condition principale que la population étudiée doit être fermée ce qui signifie que sur le temps de l'étude la population n'a ni perdu ni gagné d'individus (soit pas de naissance, pas de déplacement en dehors des limites des tronçons et pas de mortalité).

Le marquage réalisé se doit d'être conservé intact durant toute la période d'étude et ne doit évidemment pas causer de surmortalité.

La probabilité de capture et de recapture doit quand à elle rester identique, ainsi le temps entre l'opération de capture et de recapture doit être relativement court afin que les paramètres biotiques et abiotiques ne varient pas. Pour respecter cette condition, la technique de marquage ne doit pas augmenter ou diminuer la probabilité de capture. C'est pourquoi un laps de temps de 48h sera laissé entre l'opération de capture et de recapture et que le marquage sera réalisé à l'aide de vernis à ongles sur la face ventrale de la palette natatoire (l'écrevisse marquée ne sera donc pas plus visible qu'une non marquée une fois remise dans le milieu). Il s'agit également du seul endroit sans articulation ce qui permettra une meilleure tenue du vernis.

2.7.1.2 Cas du Rivalès :

3 seuils infranchissables ont été construits au niveau de ce cours d'eau créant ainsi l'équivalent de 4 populations fermées :

- en aval du premier seuil
- entre le premier et le deuxième seuil
- entre le deuxième et le troisième seuil
- en amont du 3ème seuil

La démographie de chacune de ces populations va être étudiée.

La démographie la plus intéressante à suivre dans le temps se situe en aval du premier seuil (seuil passage). Effectivement, à ce niveau les APP et les PFL sont en contact et cohabitent. Il est évident que la population de PFL va finir par prendre le dessus sur la population d'APP la question étant maintenant de savoir en combien de temps ?

Pour cela 7 tronçons ont été délimités. Ils sont nommés d'aval en amont : T0, TA, TB, TC, TD, TE et TF. Ils sont bornés par de petits seuils naturels considérés comme infranchissables le temps de la CMR et/ou par les différents seuils ayant été construits. Chaque tronçon verra ses écrevisses marquées d'une couleur précise. Les détails des tronçons et de leur couleur associée est visible en Figure 15 et dans le tableau 2.

Remarque : la partie située en amont du 3^{ème} seuil (2^{ème} seuil sécurité) n'est pas étudiée cette année car elle est actuellement impraticable (végétation dense, ronces ...) mais pourrait être étudiée dès l'an prochain en prévoyant une opération de nettoyage préalable.

Chacun des 7 tronçons sera prospecté 2 fois pour la nuit de marquage et 2 fois la nuit de recapture. Les 7 tronçons seront divisés en sous-tronçons d'environ 10m et/ou par faciès identique afin de pouvoir relâcher les écrevisses au plus près possible de l'endroit où elles ont été capturées, ceci afin que les écrevisses soient le moins possible stressées par ces manipulations pour que la probabilité de capture soit identique à la probabilité de recapture mais aussi pour que la probabilité de recapture reste identique entre une écrevisse ayant été capturée et marquée et une n'ayant pas été capturée.

Les deux buses en béton de chacun des seuils constituent à eux seuls des sous-tronçons. Les écrevisses capturées à l'intérieur sont marquées d'une autre couleur et remises en aval du seuil. Les tuyaux permettant d'accéder aux bidons ont été bouchés grâce à de la mousse pour en condamner l'accès afin de n'avoir que la buse en béton à prospecter durant les nuits.

2.7.1.3 Planning et récapitulatif :

Date	06/07/20				07/07/20				08/07/20	09/07/20
Opération	Capture				Capture				Recapture	Recapture
Tronçons	T0, TA, buse seuil passage et TB				TC, TD, buse seuil sécu, TE et TF				T0, TA, buse seuil passage et TB	TC, TD, buse seuil sécu, TE et TF
Couleurs des tronçons	T0	TA	Seuil passage	TB	TC	TD	Seuil sécu	TE	TF	Pas de marquage
	Violet	Rose	Rouge	Bleu	Beige	Rouge	Rose	Violet	Beige	
Ordre des passages	T0 → T0 → TA → TA → TB → TB				TC → TC → TD → TD → TE → TE → TF → TF				T0 → T0 → TA → TA → TB → TB	TC → TC → TD → TD → TE → TE → TF → TF

Tableau 2: Récapitulatif de l'organisation de la CMR

Carte représentant l'emplacement des tronçons ainsi que leur couleur de vernis associée :

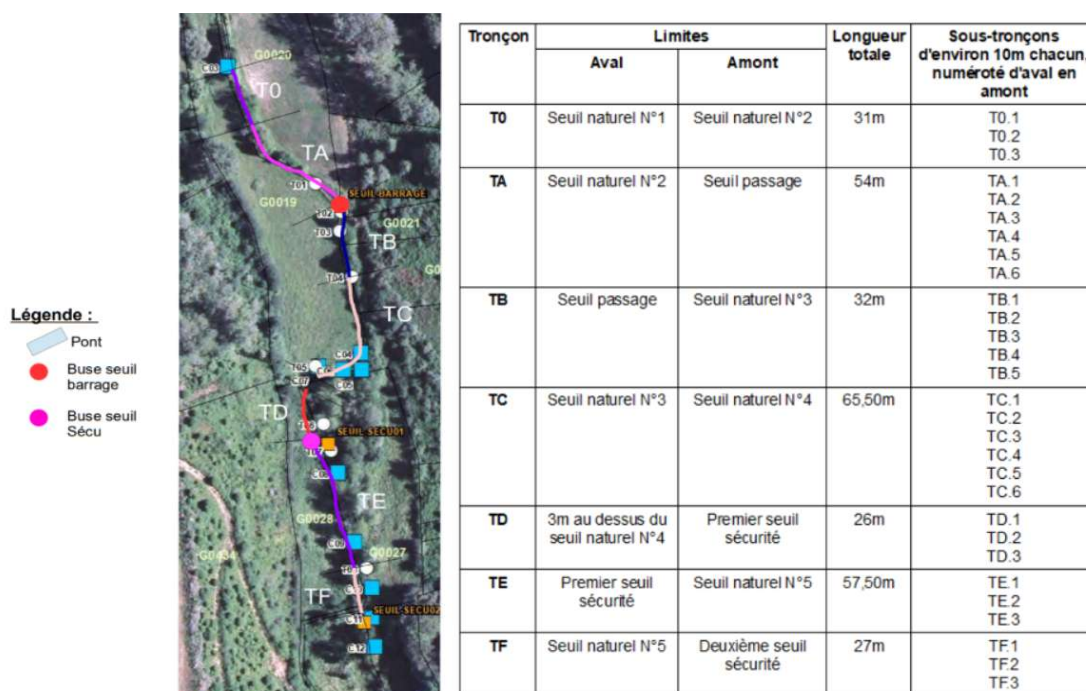


Figure 15 : Description détaillée des tronçons et sous-tronçons

2.7.1.4 Ordre de prospection des tronçons :

Entre le passage n°1 et le passage n°2 d'un tronçon un temps d'attente sera respecté afin de laisser décanter au maximum les matières remises en suspension durant la prospection. C'est également pour cela que les deux passages sont fait de façon successive en laissant un temps d'attente afin de ne pas avoir de départ de matières en suspension supplémentaires depuis l'amont.

2.7.1.5 Déroulé d'une nuit de capture :

3 opérateurs sont nécessaires :

- personne n°I qui prospecte et capture les écrevisses dans le ruisseau
- personne n°II qui s'occupe des seaux, de la prise de notes, de la bonne santé des écrevisses et de l'organisation générale
- personne n°III qui s'occupe de la biométrie, et du marquage

Personne I :

- remonte le ruisseau d'aval en amont
- elle capture tout ce qu'elle trouve dans le ruisseau et place les écrevisses dans chacun des seaux (un seau pour 10m de ruisseau avec à l'intérieur de l'herbe humide et une étiquette qui indique le sous-tronçon)

Personne II :

- apporte les seaux à la table de biométrie
- prend notes de ce qu'annonce la personne III
- pulvérise régulièrement les écrevisses avec de l'eau du ruisseau

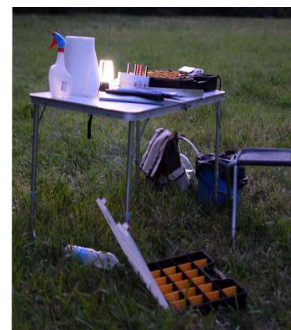


Figure 16 : Station de biométrie Source : personnelle



Figure 17 : exemple d'une écrevisse marquée lors de la CMR Source : personnelle

Personne III :

- mesure chaque écrevisse du rostre à la queue (à l'aide d'un pied à coulisse ou d'une règle)
- marque chacune des écrevisses de taille supérieure à 40mm selon le code couleur défini, sur chacune des palettes natatoires (droite et gauche) au niveau de la face ventrale
- annonce la taille et le sexe de chaque écrevisse
- place ensuite les écrevisses dans les casiers en les classant par sous-tronçon d'origine



Figure 18 : Casiers dans lesquels les écrevisses sont conservées entre les deux passages

Source : personnelle

2 passages sont ainsi réalisés pour chaque tronçon.

2.7.1.6 Déroulé d'une nuit de recapture :

Identique à la nuit de capture mais :

- les écrevisses marquées et recapturées ne sont pas mesurées, elles sont uniquement sexées
- les écrevisses non marquées sont seulement mesurées et sexées (mais ne sont pas marquées)

2.7.1.7 Conservation des écrevisses et remise à l'eau :

Les écrevisses sont parfaitement capables de vivre et de se déplacer hors de l'eau. Ainsi, entre les deux passages successifs les écrevisses sont conservées dans des seaux et des casiers contenant de l'herbe humide, elles sont régulièrement humectées à l'aide d'un pulvérisateur. Elles sont donc conservées hors d'eau et non dans l'eau. Effectivement, les écrevisses disposent de chambres branchiales remplies d'eau qu'elles oxygènent lorsqu'elles sont à l'air libre. Si elles étaient conservées dans l'eau celle-ci devrait être changée régulièrement pour ne pas les asphyxier.

La remise à l'eau des écrevisses après les deux passages successifs est réalisée avec précaution, spécialement si la température de l'eau et de l'air sont très différentes. Dans un tel cas la remise à l'eau brutal des écrevisses pourrait engendrer un choc thermique qui leur serait fatal.

2.7.2 Description des tronçons :

2.7.2.1 Qualité d'habitats :

Sur la totalité du linéaire étudié durant la CMR chacun des 7 tronçons présentent des spécificités. Effectivement, ils n'ont pas tous le même substrat, les mêmes sous-berges, les mêmes profondeurs ni même une proportion de caches identiques. Afin de toujours garder ces particularités à l'esprit une description grossière et succincte de chacun des tronçons a été faite afin de se rendre compte de l'hétérogénéité pouvant expliquer des densités de population significativement différentes.

Le tronçon T0 est caractérisé par la présence massive de carex, le cours d'eau est donc étendu entre les plantes ce qui fait qu'il est relativement peu profond sur tout son linéaire (quelques centimètres seulement en moyenne). La sous-berge est quasiment inexistante et seulement 2 mouilles plus profondes avec quelques habitats sont à signaler.

Le tronçon TA est le plus propice aux APP. Il présente de nombreux abris avec des sous-berges très profondes emplies de racines. La profondeur est correcte sur tout le linéaire et parfois même importante dans les quelques mouilles présentent. La granulométrie se situe entre le sable et le gravier et une certaine quantité de débris végétaux servant d'habitats est présente.

Le tronçon TB et TC ressemblent à TA mais en moins « beau ». Pour TB le lit du cours d'eau se compose plus de galets et de pierres, les sous-berges sont bien moins développées et la profondeur est faible hormis dans les quelques mouilles qui sont présentes. Quand à TC il se compose de plus de mouilles que TB et plus de racines sont présentes au niveau des sous-berges.

Les tronçons TD et TE sont les moins propices à l'accueil des APP. Effectivement, le lit n'est composé que de fines ce qui engendre facilement la mise en suspension de nombreuses matières qui troublent l'eau. Les sous-berges sont inexistantes. Les seuls abris possibles sont les quelques débris végétaux présents dans le lit du cours d'eau.

Le dernier tronçon, TF, est légèrement mieux que les précédents car il présente des sous-berges un peu plus développées, des carex dans son dernier tiers, deux mouilles profondes et des débris servant d'habitats mais le lit reste composé de fines.

2.7.2.2 Topographie :

La topographie a été réalisée afin de calculer la superficie du cours d'eau et ce afin de tirer des conclusions de densité. Pour cela seules la longueur et la largeur moyenne de chaque tronçon ont été calculées. Les valeurs sont indiquées dans le tableau 3.

Tronçon	T0	TA	TB	TC	TD	TE	TF	Total
Longueur (en m)	31	54	32	65,5	26	57,5	27	293
Largueur moyenne (en m)	1,02	1,02	1,04	1,08	1,12	1,12	1,35	/
Superficie (en m ²)	31,62	55,08	33,28	70,74	29,12	64,4	36,45	321

Tableau 3: Description des tronçons

3 Résultats et discussion :

3.1 Bilan de la campagne de piégeage de l'année 2020 :

Du 14 Avril au 5 Octobre (50 relèves), la campagne de piégeage de 2020 a permis d'éliminer 143 PFL uniquement dans les nasses pièges : 119 en aval du seuil passage, 21 entre le seuil passage et le premier seuil complémentaire, et 3 en aval direct du dernier seuil complémentaire.

Deux cartes ont été réalisées afin d'illustrer ces captures. On y retrouve pour chaque piège la proportion d'APP (en bleu) et de PFL (en rouge) capturée, la taille des diagrammes étant proportionnel au nombre total d'écrevisses capturées. Ces cartes sont les suivantes :

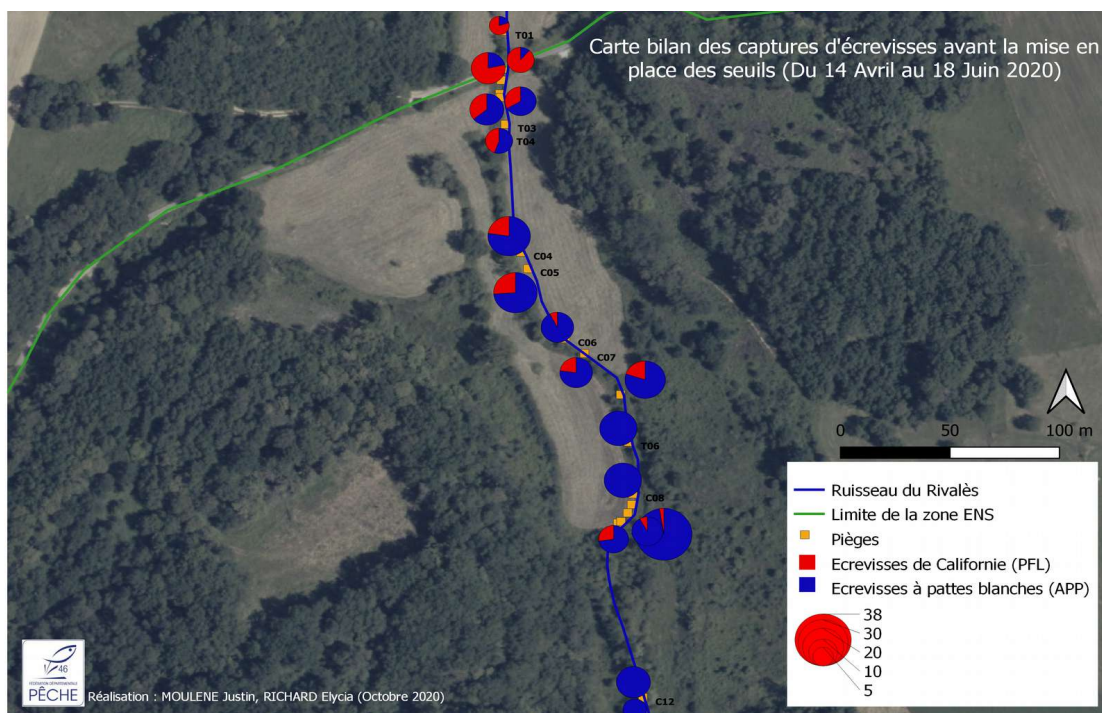


Figure 19 : Carte indiquant la proportion de PFL et d'APP capturées dans chacun des pièges avant la mise en place des seuils (du 14 Avril au 18 Juin)

Cette première carte nous indique les captures réalisées avant les travaux de mise en place des seuils. A cette période la PFL la plus amont a été retrouvée en aval du premier seuil sécurité.

A noter que les APP sont remises à l'eau contrairement aux PFL qui sont détruites. Les APP peuvent donc être capturées plusieurs fois d'affilées dans le même piège et/ou dans des pièges différents ce qui a pour effet de gonfler la proportion relative d'APP.

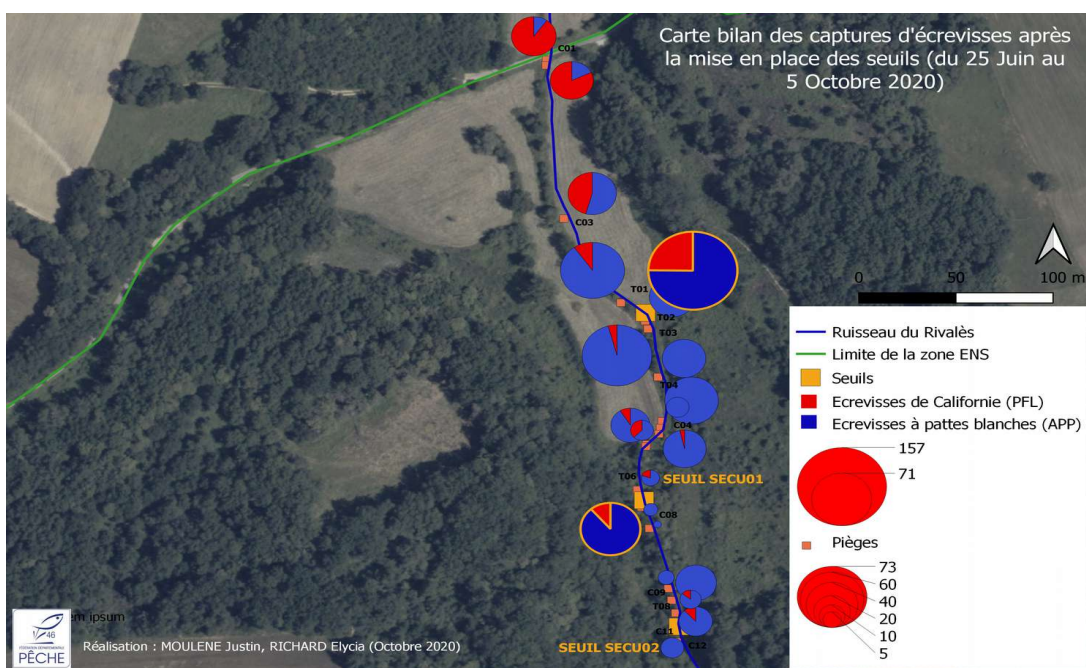


Figure 20 : Carte indiquant la proportion de PFL et d'APP capturées dans chacun des pièges après la mise en place des seuils (du 25 Juin au 5 Octobre)

Celle ci nous indique les captures réalisées après la mise en place des seuils et ce jusqu'au 5 Octobre. On observe une quantité plus importante de PFL capturée en amont du seuil passage dont trois capturées en aval direct du dernier seuil (deux en C11 et une quelques mètres plus bas en C10 capturées en juillet, août et octobre). A l'origine les PFL semblaient principalement cantonnées à l'aval avant la mise en place des seuils, on les retrouve maintenant sur la quasi totalité du linéaire étudié. Cette information nous indique que le deuxième seuil sécurité est soit situé à la limite du front de colonisation des PFL ou en aval du réel front de colonisation. Si la deuxième hypothèse s'avérait être vraie le linéaire situé à l'amont risquerait de se voir colonisé par des PFL.

Suite à ces conclusions une proposition de mise en place de nouveaux seuils en amont a été acceptée par la DDT. Deux nouveaux seuils ont donc été implantés en octobre 2020. Le détails de ces installations et des premiers résultats est présent à l'annexe 6.

3.2 Bilan de la relève des bidons :

Ces résultats sont le reflet de 29 relèves (du 25 juin au 5 Octobre) :

	Seuil barrage	Premier seuil sécurité
PFL	37	8
APP	118	62

Tableau 4: Effectifs capturés dans les bidons des seuils

	De C01 à T01 (Aval seuil passage)	De T02 à T06 (entre le seuil passage et le premier seuil sécurité)
PFL	72	12
APP	83	237

Tableau 5: Effectifs capturés dans les nasses pièges

Ceci nous démontre l'efficacité du système bloquant. En comparant avec les captures des nasses, cette efficacité est encore plus flagrante. Sur la même période et en aval du seuil barrage, 72 PFL ont été capturées dans les nasses pièges et 37 dans le piège du seuil barrage. Entre le seuil barrage et le premier seuil sécurité 12 PFL ont été capturées dans les nasses pièges et 8 dans le piège sur premier seuil sécurité. Cela signifie que la pose de ces nouveaux pièges (bidons) a permis à eux seuls de capturer environ 50% de PFL en plus que dans la totalité des caisses et des tubes seuls (voir tableaux 4 et 5).

3.3 Limites au piégeage :

Comme l'indique Catherine SOUTY-GROSSET (2013) « [...] le succès des captures dépend de l'heure, de la saison et des conditions climatiques. Par ailleurs, la capture des plus gros mâles réduit la pression sur les plus jeunes, favorisant ainsi l'expansion de la population [...] la distance de migration est plus grande – de l'ordre de 239 mètres – à partir des sites piégés. Le piégeage des plus gros individus contribue donc à réduire la compétition entre les individus restants et leur permet une plus grande dispersion ». Ainsi malgré une première impression positive du piégeage du fait de la grande quantité de PFL détruite il peut aussi avoir des effets négatifs en dynamisant la population et en accélérant leur migration.

Ce projet est trop récent pour tirer des conclusions à ce niveau mais de tels phénomènes pourraient être observés dans les années à venir.

3.4 Bilan de la CMR :

3.4.1 Bilan APP par tronçon :

Le tableau ci-dessous fourni un récapitulatif des différents effectifs récoltés par tronçon et pour chaque nuit. On y retrouve :

- le nombre d'écrevisses marquées lors de la session de capture (certaines étant inférieures à 40mm, elles ont été mesurées mais non marquées et ne comptent pas dans les calculs d'estimation de population)
- le nombre total d'écrevisses capturées lors de la session de recapture
- le nombre d'écrevisses marquées, recapturées

	T0	TA	TB	TC	TD	TE	TF
Session de capture : Nombre d'APP marquées	9	61	33	36	5	10	14
Session recapture : Nombre total capturé	8	56	33	30	6	12	15
Session recapture : Nombre d'APP marquées recapturées	1	32	16	9	2	3	5

Tableau 6: Bilan des captures de la CMR

Afin d'estimer l'effectif des différentes populations des tronçons, un modèle s'appliquant à des populations fermées qui est celui de LINCOLN – PETERSEN – BAILEY a été utilisé et c'est la correction apportée par Chapman qui est utilisée ici car celle-ci fournit de meilleurs résultats du fait des petits effectifs de notre étude. Les formules sont les suivantes :

n_1 = nombre d'individus capturés lors de la première capture (et tous marqués)
 n_2 = nombre d'individus capturés lors de la 2ème capture
 m_2 = nombre d'individus trouvés marqués lors de la 2ème capture (parmi les n_2)
 $\hat{N}$ = estimation de l'effectif de la population N, supposé constant.

$$\hat{N} = \frac{(n_1 + 1)(n_2 + 1)}{(m_2 + 1)} - 1, \text{ avec } \text{var } \hat{N} = \frac{(n_1 + 1)(n_2 + 1)(n_1 - m_2)(n_2 - m_2)}{(m_2 + 1)^2 (m_2 + 2)}$$

$$\text{IC à 95\% vaut: } IC = \hat{N} \pm 1,96\sqrt{\text{var } \hat{N}}$$

Figure 21 : Formules permettant de calculer l'estimation de population selon la correction apportée par Chapman du modèle de LINCOLN - PETERSEN - BAILEY (source : Université Claude Bernard Lyon 1)

Les résultats nous permettent d'obtenir une estimation de la population pour chacun des tronçons ainsi que l'intervalle de confiance à 95% associé. La densité à l'hectare et le nombre d'individus par mètre linéaire ont pu être déduits nous permettant également d'obtenir une classe d'abondance allant de « très faible » à « très forte ». Cette classe d'abondance est déterminée selon les publications de l'ONEMA.

Classe d'abondance	Densité en Nombre d'individus / ha
Classe 1 : très faible	0 à 4000
Classe 2 : faible	4000 à 7000
Classe 3 : moyenne	7000 à 14000
Classe 4 : forte	14000 à 28000
Classe 5 : très forte	>28000

Tableau 7: : Classes d'abondance associées à la densité d'écrevisses (D'après l'ONEMA)

	T0	TA	TB	TC	TD	TE	TF
Estimation de l'effectif de la population (arrondi à 10⁻¹)	44	106,1	67	113,7	13	34,7	39
Bornes de l'intervalle de confiance	3,8	90,1	51,3	66	5,7	13,9	20,8
	84,2	122,1	82,7	161,3	20,3	55,5	57,1
Densité à l'hectare estimée (arrondi à l'unité)	14037	18026	20181	15545	4464	5399	10669
Bornes de l'intervalle de confiance	1222	15311	15450	9029	1946	2167	5705
	26853	20740	24912	22061	6983	8630	15633
Classe d'abondance (ONEMA)	Forte	Forte	Forte	Forte	Faible	Faible	Moyenne
Nombre d'individus estimé par mètre linéaire (arrondi à 10⁻¹)	1,4	2	2	1,7	0,5	0,6	1,4
Bornes de l'intervalle de confiance	0,1	1,7	1,6	1	0,2	0,2	0,8
	2,7	2,3	2,6	2,5	0,8	1	2,1

Tableau 8: Résumé des estimations de densité calculés

Dans un soucis de clarté, les résultats des estimations de densités ont été représentés graphiquement :

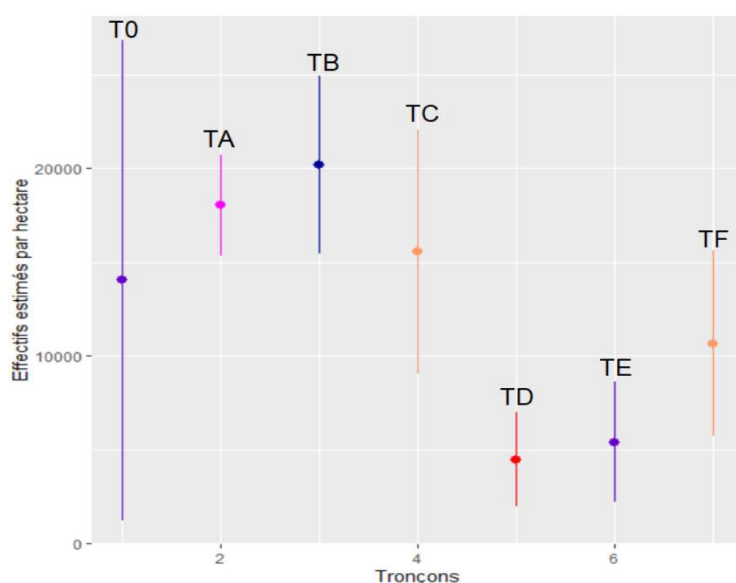


Figure 22 : Estimation des effectifs estimés par hectare et par tronçon (± IC 95)

Le tronçon T0 ne peut être correctement interprété du fait le l'intervalle de confiance très conséquent. Cependant, on observe clairement 2 « groupes » de population à la démographie différente :

- un premier comprenant le tronçon TA, TB et TC avec une population moyenne estimée à 17917 écrevisses par hectare
- un deuxième comprenant TD, TE et TF avec une population moyenne estimée à 6844 écrevisses par hectare

Il y a donc une différence notable de densité de population entre l'aval et

l'amont du cours d'eau avec une densité plus importante à l'aval, secteur où le contact avec les PFL devient de plus en plus important.

Cette différence de densité peut s'expliquer par la richesse en habitats du cours d'eau. Effectivement, jusqu'à TC compris, les habitats sont relativement nombreux, les sous-berges sont profondes et de nombreuses racines sont présentes. Ce n'est pas le cas en amont où les habitats sont peu nombreux, les sous-berges ne sont pas immergées et le lit du cours d'eau se compose principalement de fines.

Ces résultats nous indiquent tout de même qu'une belle population d'APP subsiste dans le Rivalès et ce, même en aval du seuil barrage où la quantité de PFL devient de plus en plus importante. Il n'y a pas encore eu remplacement de la population d'APP par celle de PFL.

3.4.2 Bilan APP total :

Afin d'avoir le résultat le plus précis possible pour la population totale, les effectifs de capture de chaque tronçon ont été compilés et la même méthode que décrite précédemment a été utilisée. Les résultats sont les suivants :

Session de capture : Nombre d'APP marquées	Session de recapture : Nombre total capturé	Session de recapture : Nombre d'APP marquées recapturées	Superficie totale	Effectif estimé (arrondi à 10^{-1})	Variance (arrondi à 10^{-1})	Bornes de l'intervalle de confiance à 95% (arrondi à 10^{-1})		Effectif estimé à l'hectare	Classe d'abondance (ONEMA)
						IC-	IC+		
168	160	68	320,7 m ²	393,3	751,1	339,6	447	12264	Moyenne

Tableau 9: Effectifs capturés et superficie totale

Tableau 10: Effectifs et densités calculés

La population totale d'APP sur le Rivalès est donc estimée à 393 individus, pour un effectif estimé à l'hectare de 12264 ce qui, selon l'ONEMA, peut être qualifié de moyen.

3.4.3 Bilan PFL :

Les 4 nuits de prospection dans le cadre de la CMR ont permis la destruction de 23 individus PFL : 10 ont été prélevées en aval du seuil barrage, 11 en aval du premier seuil complémentaire et 2 en aval direct du second seuil complémentaire.

A cette époque c'était la première fois depuis l'initiation de ce projet que les PFL ont été retrouvées aussi en amont, au pied du dernier seuil implanté. Ces nouvelles informations rendent très probable l'idée que des PFL soient présentes encore en amont de ce dernier seuil.

3.4.4 Limites de l'étude :

Les principales limites qui peuvent exister et qu'on cherche à éviter lors d'une opération de CMR sont : des populations pas totalement cloisonnées et une perte de marque. Ces deux problématiques ont été observées lors de l'étude :

- De légers seuils naturels ont été utilisés comme limites car il était considéré qu'en 48h les écrevisses ne les franchiront pas. Hors le 9 juillet (opération de recapture), au niveau du tronçon TC (beige) une écrevisse marquée bleue a été retrouvée. Celle-ci provenait donc du tronçon TB situé en aval. Ce qui prouve qu'en 48h les écrevisses sont capables de franchir les seuils naturels choisis ce qui ne permet pas de répondre aux conditions nécessaires à la réalisation d'une CMR (selon le modèle choisi). Les écrevisses ont aussi pu dévaler. Lors des relèves suivant l'opération de CMR il a été observé au niveau de la buse du premier seuil sécurité une écrevisse ayant dévalé. Celle-ci était marquée en violet au niveau de ses palettes natatoires : couleur du tronçon situé juste en amont.
- La perte complète d'une marque a été observée sur l'une des deux palettes natatoire d'une écrevisse. Celle-ci présentait une marque sur la palette natatoire gauche mais plus aucune trace sur la droite. Cette observation, réalisée lors de l'opération de recapture du tronçon TF nous indique qu'il est possible de perdre totalement une marque sans qu'aucun résidu ne subsiste. La réalisation de la marque sur les deux palettes natatoires à chaque fois permet de réduire le risque de ne plus rien observer au moment de la recapture mais ce risque n'est visiblement pas nul et a pu se produire sans le savoir. Effectivement, une écrevisse

ayant perdu ses deux marques en totalité sera ensuite considérée comme non marquée au moment de la recapture ce qui fausse les statistiques.

Un autre facteur à prendre en compte est que cette CMR a été réalisée en été qui est la période où les mues sont les plus fréquentes chez les APP. Même si aucune mue marquée n'a été observée, ce scénario n'est pas improbable et a pu se passer ce qui aurait eu pour effet de fausser les statistiques.

Une dernière limite observée ici est le débit qui a évolué entre le début et la fin de la CMR. Même si aucun débit n'a été précisément mesuré il a été observé un débit plus faible en fin de semaine. Ceci a eu pour effet une décantation plus lente des matières en suspension entre le premier et le deuxième passage donc une visibilité moindre en comparaison au deuxième passage de l'opération de capture. L'effort de capture devant être toujours identique sur les différents tronçons cette condition n'est pas donc pas non plus parfaitement respectée, sans compter la possible modification du comportement des écrevisses face à un débit changeant qui ne permettrait plus d'avoir une probabilité de capture identique.

3.5 Preuves de reproduction :

L'observation de PFL situées autant en amont au niveau du dernier seuil peut s'expliquer de plusieurs manières. Mesurant 70mm pour la femelle et 75mm pour le mâle capturés dans la caisse C11 le 15 juillet et le 3 août, et 60 et 70mm pour les 2 mâles récupérés durant l'opération de CMR, elles ont toutes été capturées à moins de 10m en aval du dernier seuil. Ces tailles nous permettent d'affirmer que ces écrevisses ont entre 2 et 3 ans. Ainsi soit ces individus ont entrepris eux-mêmes une remontée avant la pose des seuils, soit une femelle PFL est remontée de l'aval jusque dans cette zone pour relâcher ses petits il y a 2 ou 3 ans. Cette deuxième hypothèse indiquerait que d'autres PFL peuvent tout à fait se retrouver en amont du dernier seuil car une femelle PFL relâche entre 150 et 400 œufs, même si tous n'éclosent pas, c'est en moyenne entre 50 et 300 juvéniles qui sont relâchés par femelle.



Figure 23 : Individus juvéniles capturés lors de l'assec Source : personne

Une reproduction certaine de PFL de l'année a aussi été observée au niveau du seuil barrage. Lors de la pose de ce seuil un assec a été réalisé sur quelques mètres afin de réaliser une pêche de sauvetage où toutes les écrevisses capturées ont été relâchées en aval. Quelques APP de taille moyenne ont ainsi été récupérées cependant de nombreuses petites écrevisses de l'année ont été observées et capturées. Elles n'ont pas été identifiées immédiatement sur le terrain mais ont été prises en photo ce qui a permis de déterminer ensuite qu'il s'agissait de PFL. Une reproduction de PFL a donc bien eu lieu cette année au niveau de l'actuel seuil barrage. Il est donc plus que probable d'observer dans les années à venir une explosion des PFL dans les environs du seuil barrage.

Les APP se sont également reproduites cette année. Effectivement des juvéniles ont pu être observés durant les prospections nocturnes sur la totalité du linéaire, mais aussi pendant la relève des pièges. Le juvénile APP de l'année retrouvé le plus en amont se situait au niveau de C11 (aval direct du dernier seuil sécurité) où il a été observé en berge. Mais des juvéniles APP ont aussi été observés très en aval là où la cohabitation entre PFL et APP est pourtant importante.

3.6 Bilan des prospections nocturnes :



Figure 24 : Deuxième plan d'eau situé en aval Source : personne



Figure 25 : Les deux bras du Rivalès en amont du dernier seuil sécurité Source : carte géoportail

Du 20 mai au 25 août (aucune prospection nocturne en septembre et octobre), 10 prospections nocturnes ont été réalisées dont 4 nuits de CMR. Elles ont permis la destruction de 78 PFL dont 21 en amont du seuil barrage et une en amont du premier seuil sécurité.

La dernière prospection du 25 août s'est déroulée différemment : le cours d'eau aval (du pont jusqu'au plan d'eau) a été prospecté ainsi que l'amont (au dessus du dernier seuil sécurité). Le linéaire habituel (du pont au dernier seuil sécurité) a donc été prospecté plus rapidement que d'habitude. Les observations ont été les suivantes :

- en aval du pont les PFL ont largement envahi l'espace (une quarantaine d'individus a été compté sur environ 25 mètres de linéaire), toutes les classes de tailles sont présentes et aucune APP n'a été observée.
- Au niveau du plan d'eau servant de réservoir de pompage seules les berges sont visibles du fait de la profondeur importante, celles-ci sont littéralement infestées de PFL. Un second plan d'eau plus petit, communiquant avec le cours d'eau est situé en aval et 4 individus PFL y ont été observés. En aval du plan d'eau le cours d'eau était à sec.
- Au niveau du linéaire prospecté habituellement il a été observé une densité importante d'APP de toute classes de taille. 1 PFL de l'année a été observée en amont du seuil passage au milieu d'APP de l'année.
- En amont direct du dernier seuil sécurité, les quelques accès permettant d'avoir une vue sur le cours d'eau ont permis l'observation de quelques APP adultes.
- En amont, le Rivalès se divise en deux bras : un arrivant à un lavoir et un qui part dans une zone humide puis une forêt. Jusqu'au lavoir plusieurs individus adultes APP ont été observés. Au niveau de l'autre bras, le ruisseau était en assec complet, seul un trou d'eau situé dans la forêt avec quelques APP adultes a pu être observé indiquant qu'une population d'APP subsiste bien en amont de la zone d'étude.

3.7 Analyse détaillée des captures par nasses :

Toutes les analyses et graphiques ci-après ont été réalisés à l'aide du logiciel Rstudio.

3.7.1 Différence de taille entre les PFL capturées en prospection et les PFL capturées dans les pièges :

On cherche à mettre en évidence s'il existe une différence significative de taille entre les écrevisses capturées lors des prospections nocturnes et celles capturées dans les nasses pièges. Pour ce faire la comparaison sera faite entre la moyenne des tailles de PFL capturées lors de la CMR et la moyenne des tailles de PFL capturées en juillet dans les nasses pièges. La comparaison pour les APP ne peut être réalisée car seule la taille des individus PFL est mesurée lors de la relève des nasses pièges.

Afin d'avoir des résultats comparables, seules les captures des nasses présentent sur le linéaire prospecté lors de la CMR sont utilisées ce qui revient à enlever les captures des 3 premières nasses : C01, C02 et C03.

3.7.1.1 Organisation du tableur :

On dispose de 2 variables :

Nom	localisation		taille
Type de variable	Binaire		Quantitative Continue
Unité de mesure ou modalité	Piège ou CMR		En mm
Valeurs	Piège	CMR	De 42mm à 97mm
	31 valeurs	18 valeurs	

Tableau 11: Description des variables

3.7.1.2 Visualisation des données :

Visuellement il semblerait qu'il y ai une différence de taille entre les PFL capturées en CMR qui sont plus petites que les PFL capturées dans les nasses pièges qui sont plus grandes.

Afin de déterminer si cette différence est significative un test statistique de comparaison de moyennes est réalisé.

3.7.1.3 Test statistique :

Conditions de validité :

		CMR	Piège
Test de normalité : Shapiro	P-value	0,68	0,08
	Interprétation	On accepte H0 : Distribution normale	On accepte H0 : Distribution normale
Tester l'homoscédasticité des variances : Test de Fisher		P-value = 0,6197	
		On accepte H0 : les variances sont égales	

Tableau 12: Vérification des conditions de validité

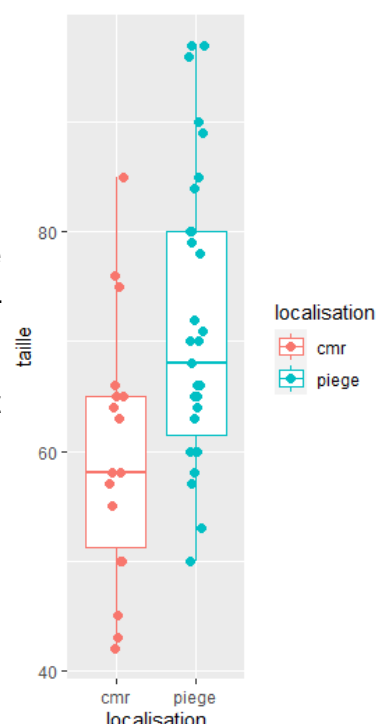


Figure 26 : Tailles des PFL capturées en prospection (CMR) et dans les nasses pièges en juillet et box-plot associé

Les deux variables étant indépendantes et suivent toute deux une loi normale de même variance : on peut utiliser le test de Student qui donne une p-value de 0,002372 ce qui nous permet de rejeter H0 et nous indique donc que les deux moyennes ne sont pas égales. Avec en détails une moyenne de taille de captures en CMR de 59,5mm et une moyenne de taille de captures dans les pièges de 71,6mm. Les deux méthodes (prospection nocturne et capture par nasses) sont donc complémentaires en ne ciblant pas les mêmes cohortes d'individus.

3.7.2 Effet appâts :

Lors des relèves des nasses pièges l'impression était donnée que les relèves suivant un ré-appâtage des pièges avec de la viande fraîche étaient plus fructueuses. Pour déterminer cela 47 relèves réalisées en 2020 (Du 14 Avril au 28 Septembre) dont 13 ré-appâtages ont été étudiées. Seules les captures réalisées dans les nasses pièges sont utilisées (les captures dans les bidons des seuils ne sont pas comptabilisées car ceux-ci ne sont pas appâtés).

3.7.2.1 Organisation du tableur :

Nom	jour	mois	total_APP_PFL_nasses	appats_no
Type de variable	Quantitative discrète	Qualitative	Quantitative continue	Binaire
Unité de mesure ou modalité	Jour de la relève	Mois de la relève	Nombre total d'écrevisses capturées (APP et PFL, mâle et femelle)	Oui ou non

Tableau 13: Description des variables

Remarque : Le code « oui » pour la variable Appât est indiqué pour les prospections suivant un ré-appâtage. Par exemple si les pièges sont ré-appâtés le 23 Avril, que la relève suivante est le 27 Avril, le code « oui » est attribué à la relève du 27 Avril puisque l'on cherche à comparer les effectifs de capture des relèves suivant le ré-appâtage et non les effectifs de capture des relèves du jour du ré-appâtage.

3.7.2.2 Visualisation des données :

Visuellement il semblerait qu'il y ai une différence du nombre de captures en fonction du ré-appâtage, avec plus de captures quand il y a ré-appâtage en comparaison à sans ré-appâtage.

Afin de déterminer si cette différence est significative un test statistique de comparaison de moyennes est réalisé.

3.7.2.3 Test statistique :

Conditions de validité :

		total_APP_PFL_nasses	
Appats		OUI	NON
Test de normalité : Shapiro	P-value	0.00076	0.00016
	Interprétation	Pas normal	Pas normal

Tableau 14: Vérification des conditions de validité

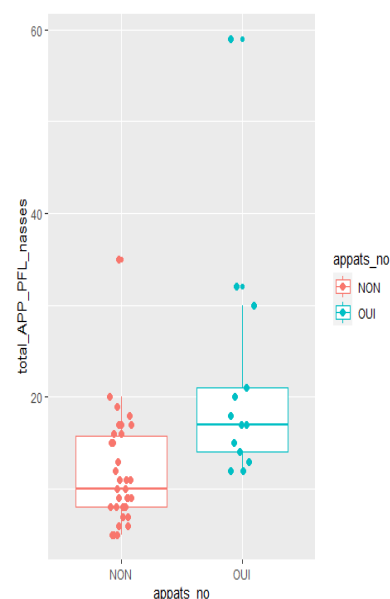


Figure 28 : Nombre de captures en fonction du ré-appâtage et box-plot associé

Les variables n'étant pas normalement distribuées il est nécessaire d'utiliser un test non-paramétrique qui est celui de Wilcoxon. Une p-value de 0.0005993 est obtenue ce qui permet de rejeter H0 et nous indique que les moyennes sont différentes. Les appâts frais ont donc bien un effet significatif sur le nombre de captures en ayant pour impact d'augmenter le nombre d'écrevisses capturées lors de la relève qui suit le ré-appâtage.

4 **Bibliographie :**

BOISMARTEL.M, POMMERET.P, MEYNARD.N, Guide d'identification des écrevisses en France métropolitaine (2012), Fédérations Lorraine pêche,

COLLAS, Marc, BURGUN, Vincent, POULET, Nicolas, *et al.* (2015) La situation des écrevisses en France, Résultats de l'enquête nationale 2014.

COLLAS.M, GRANDJEAN.F, (2013) Premières rencontres françaises sur les écrevisses exotiques invasives – Actes du colloques sciences et gestion, 19 et 20 juin 2013, Saint-Lyphard

Fiche UICN 1092

Holdich, D. M., Reynolds, J. D., Souty-Grosset, C., & Sibley, P. J. (2009). A review of the ever increasing threat to European crayfish from non-indigenous crayfish species. *Knowledge and management of aquatic ecosystems*, (394-395), 11.

Laurent, P. J. (1997). Introductions d'écrevisses en France et dans le monde, historique et conséquences. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, (344-345), 345-356.

MNHN, U. (2014). La Liste rouge des especes menacées en France–Chapitre: Crustacés d'eau douce de France métropolitaine. *Paris, France*.

Parc naturel régional du Verdon - L'écrevisse à pieds blancs une espèce à protéger

Parc naturel régional du Verdon - Espèces envahissantes

POULET, N. (2014). Les méthodes de contrôle des populations d'écrevisses invasives.

Sinclair, E. A., Fetzner Jr, J. W., Buhay, J., & Crandall, K. A. (2004). Proposal to complete a phylogenetic taxonomy and systematic revision for freshwater crayfish (Astacidea). *Freshwater Crayfish*, 14, 21-29.

SOUTY-GROSSET.C, Stratégies de lutte contre les écrevisses invasives en Europe : quel enseignement ? (2013)

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* (Doctoral dissertation).

Westphal, M. I., Browne, M., MacKinnon, K., & Noble, I. (2007). The link between international trade and the global distribution of invasive alien species. *Biological invasions*, 10(4), 391-398.

5 Annexes :

5.1 Annexe 1 : Fiche terrain CMR – opération de capture :

Fiche terrain **Opération de Capture - Rivalès** **Tronçon**

Date de prospection :

T°C de l'eau :

Météo :

Heure de début :

Heure de fin :

Durée :

Couleur de marquage :

Opérateurs :

Prospection	Porteur de seau	Biométrie	Prise de notes

Sous-tronçon (de 10m)	Passage 1 ou 2	Taille (en mm)	Sexe (F ou M)	Remarques

5.2 Annexe 2 : Fiche terrain CMR – opération de re-capture :

Fiche terrain Opération de Re-Capture - Rivalès Tronçon

Date de prospection :

T°C de l'eau :

Météo :

Heure de début :

Heure de fin :

Durée :

Opérateurs :

Prospection	Porteur de seau	Biométrie	Prise de notes

Sous-tronçon (de 10m)	Passage 1 ou 2	Marquage ?		Taille (en mm)	Sexe (F ou M)	Remarques
		Marquée	Ø			

5.3 Annexe 3 : Fiche terrain – relève des nasses pièges

Piégeage des Ecrevisses dans le ruisseau du Rivalès

Date et heure de pose : 09 avril 2020 à 11h30

Date et heure de la précédente relève :

Date et heure de la relève :

Numéro des pièges tube	T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	TOTAL
Nombre de capture Ecrevisse de Californie									
Nombre de capture Ecrevisse à pattes blanches									
Total de capture Ecrevisse ssp									

Numéro des pièges caisse	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12-2	TOTAL
Nombre de capture Ecrevisse de Californie													
Nombre de capture Ecrevisse à pattes blanches													
Total de capture Ecrevisse ssp													

Observations :

Température de l'eau :

5.4 Annexe 4 : Photos des limites des tronçons de la CMR :



Figure 29 : Limite aval T0



Figure 30 : Limite amont T0 / Aval TA



Figure 31 : Limite amont TB / Aval TC

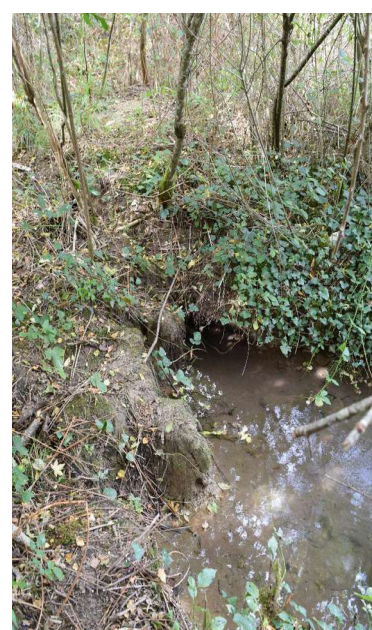


Figure 32 : Limite amont TC



Figure 33 : Limite aval TD



Figure 34 : Limite amont TE



Figure 35 : Limite aval TF (Vue de l'aval)



Figure 36 : Limite aval TF

Source : personnelle

5.5 Annexe 5 : Autres informations complémentaires :

Thélohaniose, « Maladie de la porcelaine » :



*Figure 37 : Écrevisse saine à droite et porteuse de la porcelaine à gauche
Source : personnelle*

Durant la relève des pièges certaines écrevisses présentant une face ventrale blanchâtre (symptomatique de la maladie de la porcelaine) ont pu être observées de temps en temps, mais c'est lors de l'opération de CMR qu'au niveau du dernier tronçon le plus amont (TF) une quantité relative très importante d'écrevisses porteuses de la porcelaine a pu être observée. Sur les 14 écrevisses capturées et marquées à ce niveau au moins 4 d'entre elles étaient bien atteintes voir mourantes contre aucune au niveau du tronçon TE.

Cette maladie est relativement fréquente dans les populations d'écrevisses mais la concentration importante retrouvée exclusivement en amont du cours d'eau dans une si petite population semble étonnant.

Comparaison du nombre de captures selon les mois :

Plusieurs ANOVA à un et plusieurs facteurs ont été réalisées pour tenter de mettre en évidence une différence significative du nombre de capture selon les mois mais aussi selon les mois et le sexe des individus. Le but étant de voir si un sexe était plus ou moins capturé selon le mois, si les proportions entre mâles et femelles étaient différentes etc ... Mais aucunes des analyses n'a donné de résultats significatifs ou exploitables.

5.6 Annexe 6 : Nouveaux seuils :

Suite aux premiers résultats collectés après la pose des 3 premiers seuils sécurité en juin, il a rapidement paru évident qu'il fallait compléter ces installations pour espérer obtenir une issue favorable au projet. Effectivement une PFL en juillet et une en août ont été retrouvées en aval direct du deuxième seuil sécurité (en C11). Le front de colonisation est donc situé bien plus en amont que ce qui avait été initialement déterminé, or c'est ce front de colonisation qui avait été utilisé pour choisir l'emplacement des trois premiers seuils.

Suite à ces captures deux hypothèses étaient envisageables : soit le deuxième seuil sécurité est situé à la limite du front de colonisation des PFL soit en aval du réel front de colonisation. Dans l'éventualité où la deuxième hypothèse s'avérerait être vraie il a été décidé de rajouter deux nouveaux seuils en amont afin de sécuriser un plus grand linéaire. La proposition ayant été acceptée par la DDT, les travaux se sont déroulés entre fin septembre et début octobre 2020.

Description des deux nouveaux seuils :

Ces deux seuils sont similaires à l'ancien premier seuil sécurité. Il se compose donc d'une demi-buse en plastique et d'une fosse piège. Le deuxième seuil sécurité (composé uniquement d'une demi buse plastique mais pas de fosse piège) a été retiré car il n'assurait pas parfaitement son rôle, du fait de son assise au niveau de nombreuses racines, l'étanchéité n'avait pu être totalement réalisée. Une fuite était donc présente sous la buse ce qui avait pour effet de créer un courant d'appel qui pouvait attirer les écrevisses et aurait pu leur permettre de franchir le seuil. La buse plastique a donc été réutilisée pour

créer un des deux nouveaux seuils plus en amont.

Depuis octobre le Rivalès est donc équipé de 4 seuils tous équipé d'une fosse piège :

- le seuil passage (mis en place le 16 juin)
- le premier seuil sécurité (mis en place le 17 juin)
- le deuxième seuil sécurité (commencé le 30 septembre, terminé le 5 octobre)
- le troisième seuil sécurité (mis en place le 30 septembre)



Figure 38 : Deuxième seuil sécurité Source : personnel



Figure 39 : Troisième seuil sécurité Source : personnel

Premier bilan des captures des nouveaux seuils :

Date de relève		08/10/20	12/10/20	19/10/20	22/10/20
Deuxième seuil sécurité	APP	1 mâle 2 femelles	/	2 mâles 1 femelle	2 mâles 4 femelles
	PFL	/	/	/	/
Troisième seuil sécurité	APP	1 mâle	1 mâle	/	/
	PFL	/	/	/	/

Tableau 15: Bilan des captures dans les deux derniers seuils sécurité

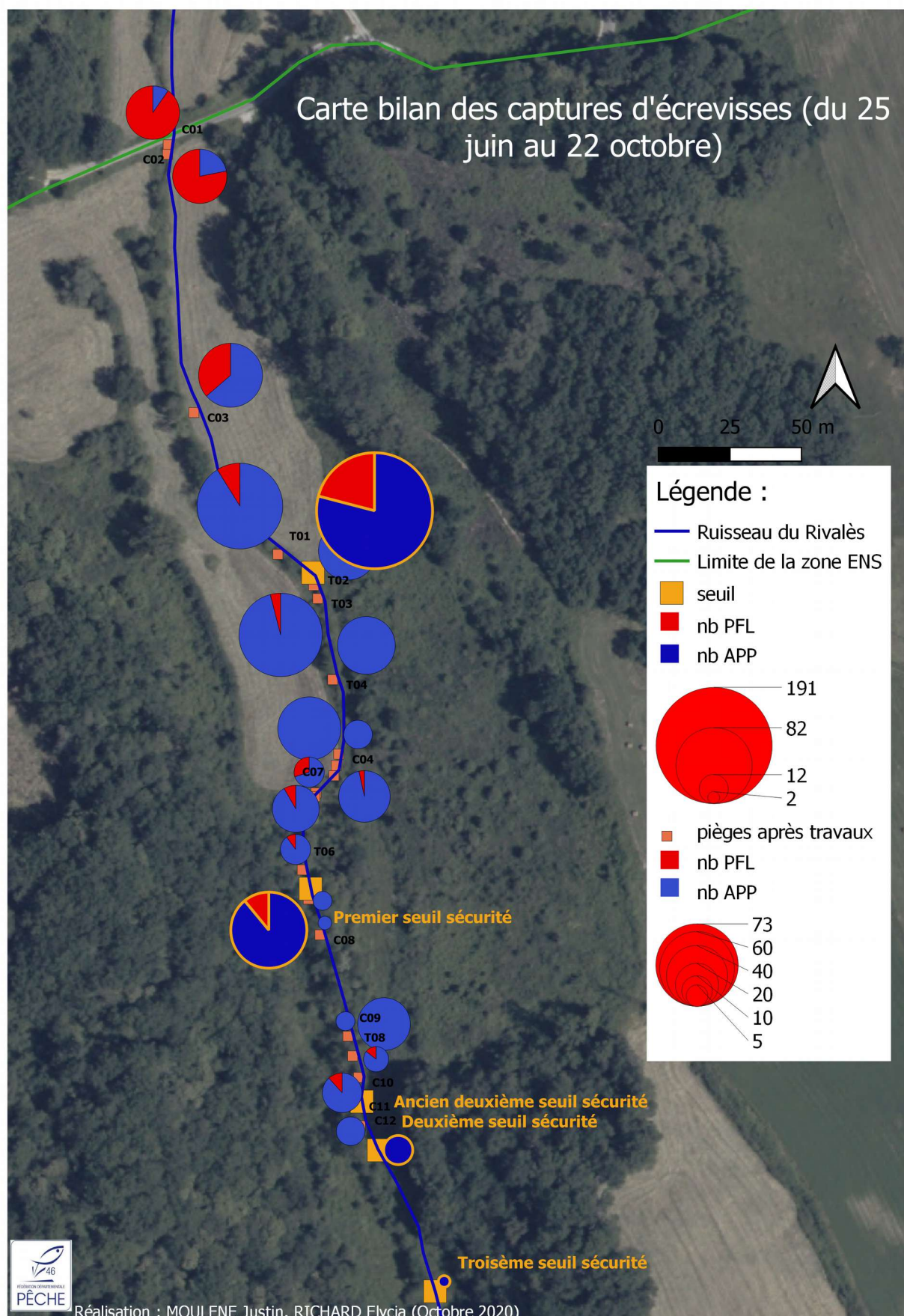


Figure 40 : Carte indiquant la proportion de PFL et d'APP capturées dans chacun des pièges (du 25 Juin au 22 Octobre)

6 Tableau des tâches :

Intervenants	Idée originale	Bibliographie	Terrain (relève des pièges et prospections nocturnes)	Analyse statistique	Cartographie	Rédaction
Principal	FL DT	RE	FL VJ VD RE MJ	RE	RE MJ	RE
Secondaires				MJ		

RE : RICHARD Elycia, stagiaire

MJ : MOULENE Justin, stagiaire

FL : FRIDRICK Laurent, maître de stage

VJ : VANRAPENBUSCH Jean-Baptiste, technicien rivière

VD : VILLATE Damien, animateur espace naturels sensibles

DT : DUPERRAY Théo, bureau d'études Saules et eaux

7 Calendrier de stage :

Mois	mars	Confinement	Mai	Juin				juillet				août				septembre				octobre					
Semaine	N°1 (2-8)	N°2 (9-15)	16 mars - 22 mai	N°3 (16-21)	N°4 (1-7)	N°5 (8-14)	N°6 (15-21)	N°7 (22-28)	N°8 (29-5)	N°9 (6-12)	N°10 (13-19)	N°11 (20-26)	N°12 (27-3)	N°13 (4-9)	N°14 (10-16)	N°15 (17-23)	N°16 (24-30)	N°17 (31-6)	N°18 (7-13)	N°19 (14-20)	N°20 (21-27)	N°21 (28-4)	N°22 (5-11)	N°23 (12-18)	N°24 (19-25)
Bibliographie																									
Piégeage/Prospection nocturne																									
CMR/saisie des données																									
Analyse des résultats																									
Travaux seuils																									
Rédaction rapport																									
Autre sujet (pêches électriques, accueil)																									

8 Résumé :

La lutte contre les espèces exotiques envahissantes constitue un enjeu mondial notamment en ce qui concerne les écrevisses. En France ce sont les écrevisses signal (espèce exotique) qui sont les plus problématique vis-à-vis des écrevisses à pattes blanches (espèce autochtone la plus largement représentée). De nombreuses études et expérimentations ont été réalisées afin de trouver un moyen de lutte contre cette espèce. A ce jour aucune méthode parfaitement efficace n'a été trouvée.

Dans le Lot, un cours d'eau présente en aval une population d'écrevisses signal au contact d'une population d'écrevisses à pattes blanches. Une méthode nouvelle a été mise en place en 2020 afin de tenter de bloquer la remontée des écrevisses signal : la mise en place de seuils bloquants équipés de pièges, couplés à une opération de piégeage par nasses plus classique. Une opération de CMR a aussi été réalisée afin de mieux connaître la population étudiée.

Mots-clés : *Austropotamobius pallipes*, *Pacifastacus leniusculus*, piégeage, seuils, espèce exotique envahissante, CMR