

2014 – Domaine 22.1



Les méthodes de contrôle des populations d'écrevisses invasives

Revue synthétique

Nicolas POULET (Onema / DAST)

Juillet 2014

- **AUTEUR**

Nicolas POULET, chargé de missions (Onema), nicolas.poulet@onema.fr

- **RELECTEURS**

Marc COLLAS, TE (Onema, DiR Nord-Est), marc.collas@onema.fr

Théo DUPERRAY, (Saules et eaux), theo.duperray@sauleseteaux.fr

Jean-Marc PAILLISSON, IR (CNRS, Univ Rennes 1), jean-marc.paillisson@univ-rennes1.fr

Catherine SOUTY-GROSSET, DR (CNRS, Univ Poitiers), catherine.grosset.souty@univ-poitiers.fr

Droits d'usage : accès libre

Niveau géographique : mondial

Couverture géographique : France, Angleterre, Norvège, Ecosse

Niveau de lecture : professionnels, experts

- **RESUME**

L'introduction d'écrevisses allochtones, principalement l'écrevisse de Californie (*Pacifastacus leniusculus*), l'écrevisse de Louisiane (*Procambarus clarkii*) et l'écrevisse américaine (*Orconectes limosus*) sont à l'origine d'impacts notables sur la biodiversité tant au niveau des espèces allochtones qu'au niveau du fonctionnement des écosystèmes. De fait, de nombreuses méthodes de contrôle ont été investiguées par les chercheurs et gestionnaires de différents pays.

En France deux nouvelles espèces originaires d'Amérique du Nord : *Orconectes Juvenilis* et *Orconectes immunis*, ont également été signalées récemment, la seconde montre une expansion rapide sur le bassin du Rhin.

Le présent rapport vise à présenter succinctement les méthodes en questions et les résultats obtenus. Comme attendu, il n'existe pas de solution miracle et lorsque des résultats tangibles ont été obtenus, ils l'ont été au prix d'efforts humains et financiers importants voire d'impacts sur l'écosystème. La combinaison de plusieurs méthodes semblerait plus efficace et durable. De façon générale, avant d'arrêter son choix, il est essentiel de bien étudier le fonctionnement du milieu à gérer, les espèces présentes et la population à contrôler.

- **MOTS CLES : ECREVISSE, ESPECE INVASIVE, GESTION, CONTROLE, ERADICATION, PIEGEAGE, BIOCIDES, LUTTE CHIMIQUE, LUTTE BIOLOGIQUE**

- **SOMMAIRE**

1. Introduction	6
2. Les méthodes de contrôle des populations d'écrevisses invasives	6
2.1. Les méthodes de contrôle mécaniques	6
2.2. Les méthodes de contrôle physiques	7
2.3. Les méthodes de contrôle biologique	8
2.4. Les méthodes de contrôle par biocides	9
2.5. Les méthodes de contrôle par autocides	9
3. Conclusions	10
4. Bibliographie	11

- **LES METHODES DE CONTROLE DES POPULATIONS D'ECREVISSES INVASIVES : REVUE SYNTHETIQUE**

1. Introduction

L'introduction d'écrevisses allochtones, principalement l'écrevisse de Californie (*Pacifastacus leniusculus*), l'écrevisse de Louisiane (*Procambarus clarkii*) et l'écrevisse américaine (*Orconectes limosus*) sont à l'origine d'impacts notables sur la biodiversité tant au niveau des espèces allochtones qu'au niveau du fonctionnement des écosystèmes. De fait, de nombreuses méthodes de contrôle ont été investiguées par les chercheurs et gestionnaires de différents pays.

L'objectif de ce document est de dresser un panorama synthétique des principales méthodes testées pour contrôler les populations d'écrevisses exotiques. Les descriptions techniques sont sommaires et on se reportera aux articles cités pour plus de détails. Plusieurs méthodes ont été explorées, conduisant à des résultats variables (voir ci-dessous) et toutes ne sont pas applicables à la diversité des milieux aquatiques colonisés par les écrevisses exotiques : il apparaît essentiel d'avoir une connaissance approfondie des sites colonisés préalablement à toute intervention. Enfin, il est impératif avant la mise en œuvre d'une action de contrôle de bien se renseigner auprès des services de l'état afin de s'assurer de sa faisabilité d'un point de vue réglementaire et obtenir autorisations nécessaires.

2. Les méthodes de contrôle des populations d'écrevisses invasives

2.1. Les méthodes de contrôle mécaniques

Il s'agit notamment de recourir à la pêche à l'aide de pièges (nasses, verveux...), de filets ou encore de la pêche électrique.

Le piégeage est couramment employé car relativement simple à mettre en œuvre mais a l'inconvénient d'être chronophage. Il est impératif que les opérateurs fassent en sorte de préserver le milieu (c.-à-d. ne pas disséminer de pathogènes, éviter la bioturbation...) et que les pièges respectent une certaine sélectivité en épargnant la capture d'espèces non cibles parfois protégées (amphibiens, anguille, micro-mammifères...) afin d'éviter toute mortalité par noyade ou par prédation par les écrevisses.

L'efficacité des méthodes mécaniques est cependant discutable. Il est souvent observé qu'en réponse à la pression du piégeage, les écrevisses ajustent l'effort de reproduction, plus particulièrement en augmentant le recrutement : les femelles atteignent leur maturité plus rapidement et/ou en produisent plus d'œufs. De plus l'utilisation de pièges, généralement appâtés dans ce cadre bien précis, permet surtout la capture des gros individus mâles ce qui réduit la pression sur les jeunes favorisant ainsi l'expansion de la population (Stebbing, Longshaw & Scott, 2014). A noter que les femelles ovigères sont plus difficiles à capturer du fait d'une moindre activité (Basilico *et al.*, 2013 ; Souty-Grosset, 2014). Au final, en réponse au piégeage intensif, les densités d'écrevisses peuvent augmenter et la taille individuelle moyenne diminuer¹. Par ailleurs, la capture des gros mâles réduisant la compétition, ceux restant dans le milieu deviennent plus mobiles et peuvent disperser plus (Souty-Grosset, 2014), ce qui bien entendu est contraire à l'objectif premier de ce genre d'intervention sur ces espèces. Il est possible d'améliorer l'efficacité des pièges vis-à-vis des jeunes stades en adaptant les engins de pêche, à commencer par une diminution de la taille des mailles des pièges mais cela a l'inconvénient de réduire la sélectivité des pièges (et donc accroître les risques de captures d'espèces protégées). En revanche, l'augmentation du volume du piège limite leur effet répulsif lié à la présence d'éventuels gros mâles déjà capturés (Stebbing, Longshaw & Scott, 2014) ; en d'autres termes les jeunes ont moins de réticence à entrer dans un piège contenant déjà de gros mâles si celui-ci est volumineux car les risques d'interaction sont réduits. Dans leur étude relative à l'écrevisse de Louisiane, Paillisson *et al.* (2011) ont montré que dans les marais de Brière, les pièges semi-cylindriques avec ouvertures latérales en acier galvanisé et de maille de 5,5 mm étaient les plus efficaces en termes de probabilité de capture, de capture par unité d'effort et étaient également les plus efficaces pour échantillonner toutes les classes de taille, et particulièrement les petites écrevisses. Toutefois, ces pièges s'avéraient peu sélectifs capturant aussi poissons, amphibiens et invertébrés au contraire de pièges coniques à

¹ Ce qui est à prendre en compte puisque cela peut remettre en question l'exploitation commerciale de la population

entrée au sommet visiblement peu attractifs pour les espèces non ciblées tout en restant efficace dans la capture des écrevisses (Paillisson *et al.* 2012) ; ces pièges seraient donc à favoriser dans le cas de milieux abritant des espèces protégées.

De rares expérimentations de contrôle de l'écrevisse de Californie ont été menées sur le long terme et ont conduit à des résultats intéressants. Ainsi un important effort de piégeage a été mené sur la rivière Lark en Angleterre en utilisant une grande variété de larges nasses à petites mailles et en contrôlant les éventuelles colonisations par l'amont (West, 2011). Sur plus de 9 ans de piégeage (étude encore en cours aujourd'hui), les captures ont diminué de plus de 70% et il a été observé un effet positif sur le milieu de ces initiatives, notamment concernant l'état des berges et des populations piscicoles. Sur la rivière Clyde (Ecosse), le piégeage réalisé sur plus de 6 ans s'est traduit par une baisse des captures d'écrevisses de plus de 50% accompagnée d'une réduction de la taille moyenne des individus (Reeve, 2004 ; Freeman *et al.*, 2010). Cependant, en l'absence de site témoin, les chiffres de capture seuls ne suffisent pas à prouver l'efficacité des actions de capture car d'autres facteurs peuvent entrer en ligne de compte. L'exemple de la rivière Lark permet (seulement) de s'assurer que le contrôle d'écrevisses est bien effectif. Toutes les expérimentations de capture montrent qu'il est possible de diminuer les densités (mais pas d'éradiquer l'espèce) sur des rivières de taille moyenne² qu'à condition de maintenir une pression de piégeage importante sur le long terme ; cela est d'autant plus difficile qu'au fur et à mesure des pêches, cela prend plus de temps et de moyens pour localiser et retirer les écrevisses : ainsi le taux d'élimination est d'autant plus faible que la densité est basse. Pourtant, il est essentiel de maintenir l'effort pour conserver la population au plus bas (Stebbing, Longshaw & Scott, 2014). Le recours au piégeage n'est par ailleurs envisageable que dans des petits milieux et son efficacité sera d'autant plus importante que les populations d'écrevisses sont encore limitées.

La capture d'écrevisses par pêche électrique, contrairement aux pièges, n'est pas tributaire de leur activité. Bien qu'elles répondent aux chocs électriques, l'efficacité de la pêche électrique en tant que moyen de contrôle reste toutefois très limitée dû notamment au fait que les écrevisses se cachent sous ou dans le substrat et que dans certaines conditions, la turbidité de l'eau est telle qu'il est difficile de repérer les écrevisses soumises au champ électrique. Ceci est tout du moins vrai avec les équipements classiquement utilisés pour l'échantillonnage piscicole. En effet, un appareillage mis au point pour l'élimination des écrevisses invasives a été testé en Angleterre sur un ruisseau colonisé par l'écrevisse signal (Peay & Harrod, 2011). Très puissant (96 KW en comparaison des 5 KW utilisé en conditions normales), l'appareil a permis d'éradiquer 97% de la population d'écrevisses (validation après assèchement de deux sections du ruisseau), certains individus ayant survécu, probablement cachés dans des cavités profondes. Cependant, cette méthode demeure expérimentale car de nombreux paramètres restent à tester (puissance, espacement des électrodes...) et semble limitée aux petits milieux. Par ailleurs, cette solution n'est pas spécifique aux écrevisses et causent la mortalité d'autres organismes.

Il convient enfin de donner quelques éléments concernant la capture des écrevisses à la main. Sur le Sarthon, un petit cours d'eau de l'Orne (moins de 4 m de large et de moins 30 cm de profondeur) les captures manuelles de nuit s'avèrent être plus efficace que le piégeage à l'aide de nasses ou de briques (abris artificiels ; Basilico *et al.* 2013).

2.2. Les méthodes de contrôle physiques

Il s'agit ici soit d'assécher temporairement le milieu (p. ex : vidange) ou plus globalement de modifier les conditions d'habitat afin d'entraîner de fortes mortalités, soit de mettre en place des barrières physiques afin d'éviter la dispersion des écrevisses.

Les résultats de différentes expérimentations de vidange de plans d'eau tendent à montrer que la mise en assec seule ne suffit pas à éradiquer les populations d'écrevisses. Préalablement à la vidange, il est nécessaire de disposer une barrière afin d'empêcher les écrevisses de disperser en dehors du plan d'eau. Ensuite, une recherche active les jours suivants la vidange permet d'éliminer un maximum d'individus. Enfin, il est nécessaire de prolonger l'assec sur plusieurs années, les écrevisses résistant particulièrement bien à la dessiccation et au gel (Basilico *et al.*, 2013 ; Collas, 2014). Cette mesure se limite donc aux plans d'eau équipés de systèmes de vidange. En parallèle de l'assec, il est aussi possible d'épandre de la chaux vive dans les poches d'eau restantes et de taluter les berges afin d'augmenter l'efficacité de la mise en assec et de détruire la majorité des terriers : en effet les écrevisses continuent à avoir une activité de terrier malgré l'absence d'eau (Souty-Grosset *et al.* 2014). Ce genre d'opérations coups de poing très lourdes à mettre en œuvre a été testé avec efficacité sur de sites colonisés par l'écrevisse de Californie, mais aussi par

² Ces résultats ne sont donc pas transposables à d'autres milieux comme les plans d'eau, les canaux, les grands cours d'eau

l'écrevisse de Louisiane. Entreprendre ce genre d'actions est destructeur pour les biocénoses en place³ et ceci est surtout envisageable sur des sites stratégiques constituant des foyers de dispersion vers de nouveaux milieux aquatiques (cas par exemple de chapelets de plans d'eau le long d'un cours d'eau) ou abritant (ou susceptibles d'abriter) des espèces patrimoniales à fort pouvoir de recolonisation.

La mise en place, ou le maintien de barrières physiques peut permettre de limiter la colonisation des écrevisses vers l'amont d'un cours d'eau, où persistent parfois des populations d'écrevisses natives qu'il convient de sauvegarder. Les résultats obtenus dans différents pays tendent à montrer que cette solution est efficace (Stebbing, Longshaw & Scott, 2014). A noter que dans la mesure où les écrevisses sont capables de franchir certains obstacles aussi bien par voie terrestre qu'aquatique, il est important de réaliser des aménagements spécifiques tels que des rebords saillants, une crête en forme de V et l'absence de fosse de dissipation (Dana *et al.*, 2011). La mise en place d'obstacles à la dispersion représente donc une solution efficace et peu coûteuse sur le long terme car demandant peu d'entretien. Bien évidemment, cette solution limite la migration vers l'amont de nombreuses espèces de poissons⁴ et ne doit être envisagée que dans des cas bien précis à forts enjeux astacicoles telles que la présence d'écrevisses natives à l'amont ou l'existence d'un habitat jugé favorable à la réintroduction de ces dernières. Enfin, cette solution n'est pas applicable aux cours d'eau classés au titre du L 214-17 (CE).

2.3. Les méthodes de contrôle biologique

L'idée ici est de considérer que le succès de l'invasion par une espèce provient en partie de l'absence de prédateurs et/ou de pathogènes dans le milieu colonisé. Ainsi, deux types de solutions ont été testées : les poissons prédateurs et les pathogènes.

Concernant l'utilisation d'agents pathogènes, les différentes études ayant testé des virus, bactéries, « champignons », etc. reportent des limites bloquantes quant à la spécificité de ces agents (risque de transmission à d'autres organismes) ou au mode de transmission parfois peu efficace (p. ex. transmission par cannibalisme et non par l'eau). Ainsi, cette solution en est encore au stade expérimental (Stebbing, Longshaw & Scott, 2014), et les risques pour les biocénoses en place sont là aussi à évaluer précisément et notamment vis-à-vis des écrevisses autochtones.

Différentes études montrent que de nombreuses espèces de poissons sont susceptibles de consommer des écrevisses et de fait d'exercer une certaine pression sur les populations d'écrevisses. Cette solution présente l'avantage d'être relativement peu coûteuse et durable, tout du moins si l'écosystème permet le maintien et la croissance de l'espèce prédatrice (site de reproduction... Neveu, 2001a ; Neveu, 2001b). Cependant, la taille des individus consommés varie selon les prédateurs utilisés. Par ailleurs, s'il peut apparaître dans certains cas des effets sur les écrevisses (réduction de la croissance individuelle, changement de comportement...), cela ne s'accompagne pas toujours d'une diminution des effectifs (Stebbing, Longshaw & Scott, 2014). Enfin, les poissons prédateurs ne sont, eux aussi, pas sélectifs et sont susceptibles de se nourrir d'une large gamme de proies, ce qui pose question lors de la présence d'espèces protégées. Cette solution ne doit donc être envisagée qu'avec des espèces prédatrices natives du milieu et de préférence, dans des milieux où il s'agit avant tout de renforcer les populations de prédateurs et non d'introduire une nouvelle espèce susceptible, à son tour, de modifier le jeu des interactions avec la faune présente.

Une espèce prédatrice native et régulièrement citée dans le cas du contrôle des écrevisses est l'anguille (*Anguilla anguilla*). L'introduction d'anguilles dans un petit plan d'eau artificiel en Suisse récemment colonisé par l'écrevisse de Louisiane a permis la réduction de la population à moins de 10% en 3 ans (Frutiger & Müller, 2002). Par la suite, certains auteurs ont proposé l'utilisation de l'anguille comme auxiliaire de gestion pour contrôler les populations et des tests en milieu contrôlé ont été réalisés. Globalement, l'anguille se nourrit des jeunes stades ou sur les individus ayant récemment mués et pourrait avoir un effet sur les effectifs, soit directement par prédation soit en contraignant leur activité trophique (éviter de la prédation) et diminuant donc l'impact des écrevisses sur l'écosystème (Aquiloni *et al.*, 2010). Cependant, l'anguille n'est pas un poisson aussi vorace que d'autres poissons prédateurs et la question se pose alors du nombre d'anguilles "efficace" pour contrôler une population d'écrevisses. Plus récemment, Paillisson *et al.* (2012) ont montré, via une expérimentation *in situ* combinant piégeage et introduction d'anguilles, que l'anguille avait bien un effet sur les jeunes stades. Cependant, il apparaît délicat de relier la baisse

³ Cependant, dans la majorité des cas, ces plans d'eau totalement artificiels sont régulièrement vidangés et abritent d'autres espèces invasives (flore et faune).

⁴ Il est cependant possible de permettre la montaison de certaines espèces de poissons (Duperray, comm. Pers.) mais cela implique un risque important de dissémination des pathogènes vers l'amont.

des captures d'écrevisses observées suite à l'introduction des anguilles à la seule prédation par celles-ci ou à un changement de comportement des écrevisses (baisse d'activité, diminution des captures) en présence d'anguilles. Quoiqu'il en soit, il est clair que l'anguille se nourrit d'écrevisses et que la réhabilitation des populations à des effectifs "pristines" (et donc en abondance) permettrait très probablement de diminuer l'impact de l'écrevisse de Louisiane sur les milieux envahis. Cette conclusion s'applique aussi aux autres espèces telles que le brochet (*Esox lucius*) ou encore la lote (*Lota lota*). De récents travaux (Paillisson *et al.*, 2012) ont plus largement démontré que de nombreuses espèces de poissons, pour ne pas dire toutes les espèces étudiées, tirent profit de cette nouvelle ressource alimentaire que constituent les populations d'écrevisses. Bien évidemment, l'état des populations d'écrevisses des sites étudiés (en l'occurrence, les marais de Brière) est tel que l'on peut se poser la question de l'efficacité de tous ces prédateurs potentiels que constituent la faune piscicole. Le pendant de ce constat serait de se poser la question de ce que seraient les populations d'écrevisses en l'absence de ces prédateurs. Ces mêmes auteurs ont également démontré la consommation d'écrevisses par d'autres espèces que sont des macro-invertébrés prédateurs (coléoptères aquatiques et larves d'odonates notamment) et le succès relativement limité d'invasion de mares bocagères par l'écrevisse de Louisiane serait en partie lié à cette pression exercée par la faune résidente.

2.4. Les méthodes de contrôle par biocides

Il s'agit ici d'utiliser des agents chimiques afin de tuer les écrevisses. De rares expérimentations *in situ* ont été menées. Toutes réalisées dans des étangs ont obtenu un certain succès avec une mortalité de, ou approchant les 100%. Jusqu'à présent aucune molécule spécifique aux écrevisses n'a été trouvée et en l'absence de travaux de recherche dédiés à la mise au point d'une telle molécule, les tests de contrôles ont été effectués à partir de produits disponibles dans le commerce, peu coûteux et peu rémanents dans l'environnement.

Des tests en laboratoire ont été menés avec des pyrothrénoïdes de synthèse que sont la cyperméthrine, la deltaméthrine et la cyfluthrine (Morolli *et al.* 2006) : celles-ci se sont trouvées être mortelles pour les écrevisses de Louisiane, mais inoffensives pour les juvéniles de carpe (*Cyprinus carpio*). Un test *in situ* a été mené en Angleterre en utilisant un pyrèthre naturel cette fois-ci (Pyblast[®]) sur des étangs infestés par des écrevisses signal (Peay *et al.*, 2006). Préalablement au traitement, les poissons ont été enlevés, les berges pulvérisées afin d'empêcher la fuite des écrevisses et une désoxygénation du plan d'eau a été réalisée avec du sulfate de sodium afin de forcer les écrevisses à sortir de leurs terriers. Suivant les cinq jours après pulvérisation du produit dans l'étang, une mortalité de 100% des écrevisses a été observée (contrôle assuré via des écrevisses placées en cages durant le traitement). De multiples précautions ont été prises dans la mesure où ces étangs étaient connectés à un cours d'eau. Un autre test *in situ* a été mené dans des étangs en Norvège à l'aide de cyperméthrine (BETAMAX VET[®] ; Sandodden & Johnsen, 2010). Après un premier traitement ayant entraîné une forte mortalité, un second a été réalisé et aucune écrevisse n'a été trouvée ; cette absence ayant été confirmée lors de la vidange. A noter que contrairement à l'étude réalisée en laboratoire (Morolli *et al.* 2006), ce traitement à base de cyperméthrine a entraîné la mortalité de poissons, en l'occurrence de rotengles (*Scardinius erythrophthalmus*)⁵.

Le principal problème avec les molécules est qu'elles ne sont pas spécifiques aux écrevisses et touchent aussi les insectes et les crustacés (mais pas directement les mammifères ou les oiseaux). Concernant la cyperméthrine, il semble y avoir des contradictions en ce qui concerne les effets sur les poissons. Par ailleurs, si le pyrèthre naturel se dégrade rapidement au contact de la lumière du soleil, la cyperméthrine semble demeurer entre 1 et 2 ans dans le milieu (Freeman *et al.*, 2010). Enfin, il semble qu'aucun test *in situ* n'ait été réalisé en France : il est donc important de se renseigner sur les molécules autorisées et les conditions d'application. De fait, si les biocides apparaissent comme une solution pour éradiquer les écrevisses en plan d'eau, cette solution s'avère radicale : il est donc essentiel de bien identifier les enjeux et de mesurer au préalable les conséquences.

2.5. Les méthodes de contrôle par autocides

Ce type de méthodes comprend l'utilisation de phéromones et l'utilisation de mâles stériles. L'avantage de ces méthodes est qu'elles sont spécifiques à l'espèce ciblée.

⁵ Ce qui, dans le cas présent était un avantage car l'espèce était introduite et avait causé la disparition de populations de tritons.

L'utilisation de mâles stérilisés a permis le contrôle efficace de certaines populations d'insectes ravageurs. Le principe est d'élever et de lâcher en masse des mâles stériles qui en s'accouplant avec les femelles sauvages vont donner une descendance non viable. Au fur et à mesure que le nombre de mâles sauvages diminue, le taux de femelles se reproduisant avec des mâles stériles augmentent, accroissant ainsi le contrôle de la population. Concernant l'application aux écrevisses, deux problèmes se posent. Il s'agit tout d'abord de la stérilisation des mâles. L'irradiation aux rayons X permet d'obtenir des mâles d'écrevisse de Louisiane capables de s'accoupler mais engendrant un taux d'œufs non viables significativement plus important que dans le cas d'accouplement avec des mâles non stériles (Aquiloni & Gherardi, 2010). Cependant il n'est pas envisageable d'appliquer cette méthode en routine et en masse pour des raisons à la fois logistique (p. ex. le transport des individus dans des installations hébergeant des générateurs de rayons X) et financières (p. ex. la formation du personnel compétent, le coût d'utilisation de la machine...).

Une autre méthode de stérilisation testée consiste en l'ablation des 1^{er} et 2nd pléopodes modifiés chez le mâle pour le dépôt du spermatophore (Stebbing, Longshaw & Scott, 2014). Cela semble ne pas empêcher les mâles ainsi traités de s'accoupler mais les femelles ne sont pas fécondées. Cette méthode apparaît donc prometteuse car économique et facilement réalisable. Il existe cependant une autre contrainte : pour que la méthode soit efficace, il faut pouvoir relâcher un grand nombre de mâles stérilisés ; or il n'est aujourd'hui techniquement pas faisable de produire plus de mâles que de femelles chez les écrevisses. Une alternative est donc de stériliser des mâles capturés *in situ* et de les relâcher. Des tests employant une méthode de stérilisation encore non décrite sont actuellement en cours en France, notamment sur le Sarthon (Basilico *et al.*, 2013 ; Scelles & Duperray, 2014). Les premiers résultats se sont avérés décevants : malgré un effort de capture significatif mené sur deux ans à l'aide de différentes techniques (près de 5000 écrevisses capturées), le nombre de femelles capturées ayant donné une ponte viable n'a pas diminué. Il s'avère donc que le principal problème est de capturer suffisamment de mâles dominants pour espérer avoir un effet sur la population. En revanche sur un torrent ardéchois (la Dunière), un effort intensif sur 3 ans a permis de capturer plus de 2300 écrevisses de Californie et de relâcher entre 20 et 30% de mâles stérilisés ; le taux de juvéniles est alors passé de 20% à 2% les deux années suivantes suggérant une certaine efficacité de la stérilisation associée à un effort de capture important (Basilico *et al.* 2013, Duperray *et al.* 2014). A noter que cette méthode pose la question du risque de relâcher des écrevisses invasives dans le milieu au regard des bénéfices observés ; action qui nécessite l'obtention d'autorisations spécifiques délivrés par les services techniques de l'Etat.

L'utilisation de phéromones permet soit de produire une certaine confusion parmi les mâles en diffusant artificiellement des phéromones diluant celles naturellement produites par les femelles, limitant ainsi la reproduction, soit d'attirer les mâles dans un piège, les empêchant ainsi de se reproduire. Ces méthodes ont permis de contrôler efficacement des populations d'invertébrés terrestres et pourraient constituer une piste intéressante dans le cas des écrevisses dans la mesure où celles-ci utilisent les phéromones lors des différentes phases de leur cycle de vie. Par exemple, l'utilisation de femelles matures dans des pièges permet d'attirer plus de mâles matures (testé chez l'écrevisse de Californie et l'écrevisse de Louisiane) lors de la période de reproduction. Cependant, le nombre total d'individus capturés ne diffère pas significativement de ceux issus des pièges appâtés avec de la nourriture. Des efforts de recherche doivent donc être encore menés afin d'obtenir des phéromones purifiées et concentrées et ainsi augmenter l'attractivité des pièges, ce qui serait particulièrement utile dans le cas de petites populations nouvellement installées (Stebbing, Longshaw & Scott, 2014).

3. Conclusions

Il apparaît clairement qu'il n'existe pas de solution miracle. Bien évidemment, certaines méthodes présentées ici montrent une marge de progression intéressante avec un réel potentiel qui ne sera atteint qu'au prix d'un effort important en matière de recherche et développement. Mais, il est important de bien comprendre que les invasions biologiques en général, et les invasions d'écrevisses en particulier, sont un problème complexe et qu'il est illusoire de compter sur la science et la technologie pour simplement y remédier.

La précocité de la détection d'une écrevisse invasive et la rapidité des interventions permettent d'espérer des résultats encourageants. Cependant, quelle que soit la méthode employée, d'importants moyens financiers et humains seront nécessaires pour espérer aboutir à des résultats tangibles et durables tout en limitant leur impact sur l'environnement. En effet, les expérimentations qui ont conduit à des résultats significatifs ont toutes eu un impact marqué sur le milieu, au moins ponctuellement (biocides, pêche électrique, vidange) et/ou ont été menées sur le long terme (piégeage), et toutes ont fait l'objet d'un protocole rigoureux de suivi (p. ex. Dana *et al.*, 2010). De

manière générale, il apparaît que les meilleurs résultats seront obtenus, au cas par cas, par combinaison de plusieurs stratégies dans une optique dite de « lutte intégrée » (Reeve, 2004 ; Gherardi *et al.* 2011 ; Damien & Paillisson, 2013). Dans tous les cas, les choix doivent être opérés au regard des connaissances à la fois sur le fonctionnement de l'écosystème et des stratégies biodémographiques adoptées par la population invasive afin d'optimiser les chances de succès et de diminuer les impacts sur le milieu naturel (Basilico *et al.*, 2013 ; Freeman, *et al.* 2010 ; Souty-Grosset, 2014). A noter qu'il est souhaitable de ne pas se satisfaire uniquement d'une baisse des effectifs d'écrevisses pour décréter le succès d'une gestion : l'objectif premier étant la restauration du milieu et des organismes associés, il s'avère indispensable de mettre en place un suivi de la biodiversité afin de valider l'efficacité de tels plans de gestion.

Enfin, il apparaît évident que les coûts de gestion pour tenter de contrôler une population invasive sont bien supérieurs et conduisent à un résultat plus incertain en comparaison des mesures de gestions visant à prévenir les introductions. Ceci est d'autant plus vrai que les solutions de contrôle, compte tenu de leur coût élevé, ne peuvent être appliquées qu'à l'échelle locale alors qu'une politique de prévention adossée à une réglementation adaptée (et appliquée) et à une communication auprès du grand public peut avoir des résultats probants à l'échelle nationale.

4. Bibliographie

Les documents disponibles en ligne sont accessibles en cliquant sur les titres en bleu.

Aquiloni I. & Gherardi F. (2010) The use of sex pheromones for the control of invasive populations of the crayfish *Procambarus clarkii*: a field study. *Hydrobiologia*, 649, 249–254.

Aquiloni L., Brusconi S., Cecchinelli E., Tricarico E., Mazza G. & Paglianti A. (2010). Biological control of invasive populations of crayfish: the European eel (*Anguilla anguilla*) as a predator of *Procambarus clarkii*. *Biological Invasions*, 12: 3817–3824.

Basilico L., Damien J.-P., Roussel J.-M., Poulet N. et Paillisson J.-M. (2013) [Les invasions d'écrevisses exotiques, impacts écologiques et pistes pour la gestion. Synthèse des premières « Rencontres nationales sur les écrevisses exotiques invasives »](#), 19 et 20 juin 2013. 41 pp.

Collas M. (2014) La gestion des écrevisses en plan d'eau dans le département des Vosges. *In* Premières rencontres françaises sur les écrevisses exotiques invasives. Damien J.-P., Gallicé A. Miossec G. & Paillisson J.M. (eds) *Æsturia - Paroles des Marais Atlantiques*.

Damien J-P. & J-M. Paillisson (2013) Essais d'épuisement de stocks d'Ecrevisses de Louisiane par pièges passifs et bio-contrôle ». *Æsturia*, collection des Paroles des Marais Atlantiques: 123-129.

Dana E. D., López-Santiago J., García-de-Lomas J., García-Ocaña D. M., Gámez V. & Ortega F. (2010) [Long-term management of the invasive *Pacifastacus leniusculus* \(Dana, 1852\) in a small mountain stream](#). *Aquatic Invasions* 5(3): 317-322

Dana E.D., García-de-Lomas J., González R. & Ortega F. (2011) Effectiveness of dam construction to contain the invasive crayfish *Procambarus clarkii* in a Mediterranean mountain stream. *Ecological Engineering* 37: 1607 – 1613

Dupperay T., Besnard A. & Dugueperoux F. (2014) Protocole d'éradication de l'écrevisse de Californie par stérilisation mécanique des mâles : bilan des expérimentations en milieu naturel. *In* Premières rencontres françaises sur les écrevisses exotiques invasives. Damien J.-P., Gallicé A. Miossec G. & Paillisson J.M. (eds) *Æsturia - Paroles des Marais Atlantiques*.

Freeman M. A., Turnbull J. F., Yeomans W. E. & Bean C. W. (2010) [Prospects for management strategies of invasive crayfish populations with an emphasis on biological control](#). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 20: 211-223.

Frütiger A. & Müller R. (2002) Controlling unwanted *Procambarus clarkii* populations by fish predation. *Freshwater Crayfish*, 13: 309–315.

Gherardi F., Aquiloni L., Diéguez-Urbeondo J. & Tricarico E. (2011). Managing Invasive Crayfish: Is There a Hope? *Aquatic Sciences*, 73: 185-200.

Morolli C., Quaglio F., Della G., Rocca, Malvisi J. & Di Salvo, A. (2006) [Evaluation of the toxicity of synthetic pyrethroids to red swamp crayfish \(*Procambarus clarkii*, Girard 1852\) and common carp \(*Cyprinus carpio*, L. 1758\)](#). *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 380-381: 1381-1394.

- Neveu A.** (2001a) [Confrontation expérimentale entre des poissons omnivores autochtones \(11 espèces\) et des écrevisses étrangères introduites \(2 espèces\)](#). Bulletin français de la Pêche et de la Pisciculture, 361: 705-735
- Neveu A.** (2001b) [Les poissons carnassiers locaux peuvent-ils contenir l'expansion des écrevisses étrangères introduites ? Efficacité de 3 espèces de poissons face à 2 espèces d'écrevisses dans des conditions expérimentales](#). Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture, 361: 683 704.
- Paillisson JM, Soudieux, A. & Damien, JP** (2011) [Capture efficiency and size selectivity of sampling gears targeting red-swamp crayfish in several freshwater habitats](#) Knowledge Management of Aquatic Ecosystems (2011) 401, 06
- Paillisson JM., Roussel JM., Tréguier A., Surzur G. & Damien, JP.** (2012) [Préservation de la biodiversité face aux invasions de l'écrevisse de Louisiane \(*Procambarus clarkii*\)](#). Rapport Onema-Inra. 43p
- Peay S. & Harrod C.** (2011) [Assessment of signal crayfish removal using electrical treatment. Report on field trials in a small stream, September 2011](#). Invest Northern Ireland Innovation Voucher IV 0210020
- Peay S., Hiley P.D., Collen P. & Martin I.** (2006) [Biocide treatment of ponds in Scotland to eradicate signal crayfish](#). Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture 380-381(1-2): 1363-1379.
- Reeve I.D.** (2004) [The removal of the North American signal crayfish \(*Pacifastacus leniusculus*\) from the River Clyde](#). Scottish Natural Heritage Commissioned Report No. 020 (ROAME No. F00L112).
- Sandodden R. & Johnsen S.I.** (2010) [Eradication of introduced signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* using the pharmaceutical BETAMAX VET®](#) Aquatic Invasions 5 (1): 75-81
- Scelles M. & Duperray, T.** (2014) Expérimentation d'un protocole d'éradication par stérilisation mécanique d'une population d'écrevisses de Californie. *In* Premières rencontres françaises sur les écrevisses exotiques invasives. Damien J-P., Gallicé A. Miossec G. & Paillisson J.M. (eds) *Æsturia - Paroles des Marais Atlantiques*.
- Souty-Grosset C.** (2014) Stratégies de lutte contre les écrevisses invasives en Europe: quel enseignement? *In* Premières rencontres françaises sur les écrevisses exotiques invasives. Damien J-P., Gallicé A. Miossec G. & Paillisson J.M. (eds) *Æsturia - Paroles des Marais Atlantiques*.
- Souty-Grosset C., Reynolds J., Gherardi F., Aquiloni L., Coignet A. & Pinet F., Cisneros, M. M.** (2010) Burrowing activity of the invasive red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*, in fishponds of La Brenne (France). *Ethology Ecology & Evolution* 26 (2-3): 263-276.
- Stebbing P., Longshaw M. & Scott A.** (2014) Review of methods for the management of non-indigenous crayfish, with particular reference to Great Britain. *Ethology Ecology & Evolution*, 26: 204-231
- West R. J.** (2011) A review of signal crayfish trapping on the River Lark at Barton Mills, Suffolk, from 2001 to 2009. Suffolk UK: Lark Angling & Preservation Society.

Onema

Hall C – Le Nadar
5, square Félix Nadar
94300 Vincennes

01 45 14 36 00

www.onema.fr