

Plan d'action
pour espèces
exotiques
envahissantes

L'Écrevisse de Louisiane

Procambarus clarkii (Girard, 1852)



Bureau d'études écologiques
et environnementales
ingénieur-conseils



EcoTop

Roland Proess Ing. agronome Gembloux
45, Schlusuecht L-7435 Hollenfels
Tél. & Fax: 34.11.54
e-mail: ecotop@pt.lu



Administration
de la nature et des forêts

Plan d'action pour espèces exotiques envahissantes au Grand-Duché de Luxembourg : l'Écrevisse de Louisiane *Procambarus clarkii* (Girard, 1852)

Version d'avril 2024

Rédaction : Roland Proess, Bureau d'études Ecotop, Hollenfels

Photo page de couverture : Roberto Ferrari

Proposition de citation:

Proess, Roland, 2024. Plan d'action pour espèces exotiques envahissantes au Grand-Duché de Luxembourg : l'Écrevisse de Louisiane *Procambarus clarkii* (Girard, 1852). Version d'avril 2024. Plan élaboré pour le compte de l'Administration de la nature et des forêts, Luxembourg. 26 pp.

Table des matières

Table des matières	1
Introduction	2
1. État des connaissances	3
1.1 Aire de répartition.....	3
1.2 Biologie.....	6
1.3 Habitat.....	7
1.4 Statut.....	7
1.5 Menaces	8
2. Enjeux, aspects pratiques et organisationnels.....	9
2.1 Objectif.....	9
2.2 Méthodes de gestion	9
2.3 Restauration des écosystèmes endommagés.....	11
2.4 Sensibilisation	11
2.5 Surveillance	12
2.6 Modalités organisationnelles.....	12
2.6.1 Moyens budgétaires	12
2.6.2 Élaboration du plan d'action.....	12
2.6.3 Consultation des parties prenantes.....	12
2.6.4 Évaluation et révision du PA EEE.....	13
2.6.5 Mise en œuvre du plan d'action	13
3. Actions.....	13
Axe 1 – Régulation	13
Axe 2 – Sensibilisation.....	14
Action 2.1 – Réunions d'information et colloques	14
Action 2.2 – Fiche d'identification de l'Écrevisse de Louisiane.....	14
Action 2.3 – Panneaux d'information EEE	14
Axe 3 – Surveillance	14
Action 3.1 – Système d'alerte	14
Action 3.2 – Formation	15
Action 3.3 – Monitoring EEE (LUXIAS).....	15
Action 3.4 – Observations fortuites dans le cadre d'autres inventaires et suivis.....	15
Action 3.5 – Bilan annuel	15

Introduction

Considérées comme une des principales menaces pesant sur la biodiversité, les services écosystémiques et par conséquent le bien-être humain, les introductions et la propagation d'espèces exotiques envahissantes (EEE), qu'elles soient intentionnelles ou accidentelles, constituent un défi majeur du XXI^{ème} siècle pour l'humanité.

Les EEE, aussi appelées espèces invasives, peuvent avoir des impacts écologiques, sociaux et économiques. Vu l'ampleur globale de cette problématique, il était urgent de réagir de façon coordonnée au niveau européen. C'est dans ce contexte que le Règlement (UE) n°1143/2014 relatif à la prévention et à la gestion de l'introduction et de la propagation des espèces exotiques envahissantes a vu le jour et est entré en vigueur le 1^{er} janvier 2015.

Ce n'est qu'après la publication du règlement d'exécution adoptant la liste des espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union le 14 juillet 2016 et son entrée en force le 3 août 2016, que de nombreuses dispositions du règlement n°1143/2014 sont devenues applicables dans les États membres de l'Union Européenne.

Suite aux obligations prévues dans ce règlement, notamment dans son article 19 relatif aux mesures de gestion à mettre en place pour les EEE largement répandues, et considérant que d'autres EEE, même si elles ne figurent pas sur la liste de l'Union, constituent également un danger pour la biodiversité, les services écosystémiques, l'économie ou la population, il a été décidé d'élaborer et de publier une série de plans d'action contre certaines de ces espèces.

Les plans d'action pour espèces exotiques envahissantes (PA EEE) fixent le cadre de la lutte. Ce sont des documents opérationnels comportant entre autres les mesures de gestion et les actions spécifiques qu'il est envisagé de mettre en œuvre pour les espèces visées, afin d'atteindre les objectifs préalablement fixés. Le présent plan d'action est dédié à l'Écrevisse de Louisiane (*Procambarus clarkii*), espèce exotique envahissante, actuellement (début 2024) encore peu répandue au Grand-Duché de Luxembourg.

L'Écrevisse de Louisiane est une espèce non indigène et invasive qui peut causer de grands dégâts au niveau des écosystèmes aquatiques. Ce plan d'action est un premier pas en vue de limiter la progression de l'espèce au Grand-Duché de Luxembourg.

1. État des connaissances

1.1 Aire de répartition

Aire de répartition

L'écrevisse de Louisiane est originaire du nord-est du Mexique et du sud-central des États-Unis (Hobbs et Horton 1972). Elle est notamment, comme son nom l'indique, très abondante en Louisiane.

L'écrevisse de Louisiane est l'espèce d'écrevisse la plus répandue au monde (Huner 1977, Huner et Avault 1979). Elle est uniquement absente du continent australien et de l'Antarctique (Hobbs *et al.* 1989). *Procambarus clarkii* est très prolifique et facile à élever et est considérée comme un excellent crustacé d'élevage en vue de sa consommation. Elle fait également l'objet d'un commerce important en aquariophilie (Henttonen & Huner 1999, Gherardi *et al.* 2011). Sa large répartition actuelle est surtout due à son transport à l'état vivant et à sa commercialisation, notamment par internet (élevage, remise en liberté depuis des aquariums) (Souty-Grosset *et al.* 2016). Mais les causes de sa répartition sont aussi accidentelles. Banha *et al.* (2014) ont mis en évidence sa forte capacité de dispersion par l'intermédiaire de transports motorisés (voitures). Des écrevisses venant tout juste d'éclore étaient capables de survivre à un trajet moyen de 83.2 km, dans des conditions sèches, lorsqu'elles se retrouvaient accidentellement dans de la boue qui se fixe au véhicule lors de son passage.

Apparition en Europe

Son introduction en Europe, dans la péninsule Ibérique au début des années 1970, fut volontaire à des fins d'aquaculture et elle y rencontra un fort succès commercial (Chucholl 2011). Suite à des introductions au Portugal, en France (en 1976 pour la consommation humaine (GT IBMA 2017)) et en Italie (Loureiro *et al.* 2015) elle s'est répandue dans le reste de l'Europe et même dans des pays du centre et du nord où on pensait que les conditions climatiques et l'altitude seraient un obstacle à son installation (Chucholl 2011). Sa progression risque d'être accentuée par le changement climatique qui va faciliter son introduction, sa colonisation et son succès reproducteur (Walther *et al.* 2009). A ce jour, elle est présente dans 12 États membre de l'Union européenne et surtout abondante dans les pays voisins de la Méditerranée. Elle est aussi présente sur plusieurs îles comme São Miguel-Açores, Majorque, la Sardaigne, la Sicile et Tenerife (Brundu *et al.* 2022)

Apparition au Grand-Duché

L'Écrevisse de Louisiane a été observée au Luxembourg pour la première fois le 21 septembre 2021 dans le lac d'Echternach. Cette découverte a eu lieu dans le cadre du monitoring LUXIAS (monitoring spécifique ciblant les EEE) effectué par le LIST (Luxembourg Institute of Science and Technology).

Depuis août 2022 l'ANF a lancé une campagne de piégeage à l'aide de nasses appâtées avec des granulés de poisson. Avec 12 nasses, entre le 26 août 2022 et le 10 novembre 2022 en tout 267 Écrevisses de Louisiane ont été capturées, dont de nombreuses femelles grainées (avec des œufs) et larvées et des juvéniles. Actuellement (janvier 2023) le lac d'Echternach reste la seule station connue de l'Écrevisse de Louisiane au Grand-Duché de Luxembourg.

Avec l'arrivée de *Procambarus clarkii* le nombre d'espèces d'écrevisses actuellement présentes au Grand-Duché monte à 4 : outre l'espèce indigène *Astacus astacus* (Écrevisse à pattes rouges), considérée comme menacée d'extinction, il s'agit de deux espèces non indigènes : l'Écrevisse signal

(*Pacifastacus leniusculus*), la plus répandue dans le pays et de l'Écrevisse américaine (*Faxonius limosus*) présente dans la Moselle et dans le Lac de la Haute-Sûre. L'Écrevisse torrent (*Austropotamobius torrentium*), la deuxième espèce indigène, a été observée la dernière fois en 1999 (banque de données Recorder, accédée le 30.01.23) et est actuellement considérée comme éteinte au Grand-Duché. L'Écrevisse à pattes grêles (*Astacus leptodactylus*), autre espèce non indigène, notée en 1999 dans la vallée du Rouderbaach près de Grevenmacher (banque de données Recorder, accédée le 13.01.23) ne semble plus être présente au Grand-Duché.

Sa coloration rouge foncée et la présence de tubercules rouges sur les pinces permettent de distinguer les adultes (taille maximale de 15 cm) de l'Écrevisse de Louisiane des autres espèces d'écrevisses présentes au Luxembourg. Les juvéniles par contre ont une couleur grise-brune (photo 1) et pourraient éventuellement être confondues avec des juvéniles de l'Écrevisse signal. Ils se distinguent de cette espèce par l'absence d'une tâche blanche ou bleutée à la commissure des pinces et par un rostre aux bords convergents (rostre aux bords parallèles chez l'Écrevisse signal) (Boismartel et al. 2011).

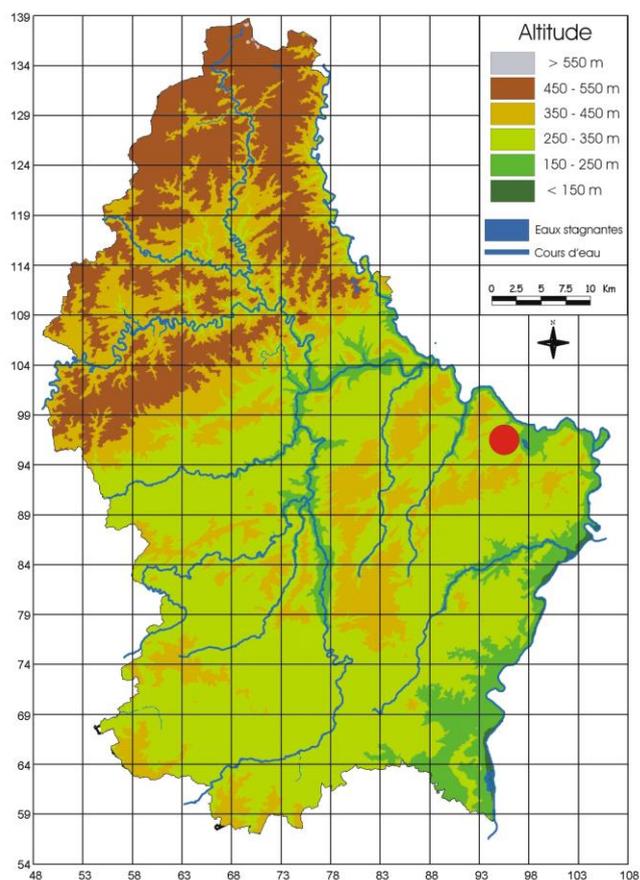


Fig.1: Présence de *Procambarus clarkii* au Grand-Duché de Luxembourg en 2024

Photo 1 : 5 adultes et un juvénile (en bas à droite) de Procambarus clarkii capturées dans le Lac d'Echternach le 25.10.22



1.2 Biologie

Cycle de vie

Une des caractéristiques qui fait que l'Écrevisse de Louisiane est une des espèces invasives les plus redoutables, est la forte plasticité de son cycle biologique. En effet, la période d'accouplement, la maturation sexuelle et le nombre d'œufs varient en fonction des conditions environnementales (Loureiro *et al.* 2015). D'après Chucoll (2011), qui a étudié pour la première fois une population de l'Écrevisse de Louisiane dans sa limite nord-est en Europe (sud de l'Allemagne), la reproduction a été univoltine et a eu lieu de la fin de l'été à l'automne. Une faible proportion de femelles portait des œufs tout au long de l'hiver. Cela contraste avec le cycle multivoltine de l'espèce à des latitudes plus basses, avec des œufs portés toute l'année et plusieurs pics de reproduction par an. La croissance était plus lente qu'aux basses latitudes, tandis que la longévité, la durée de vie moyenne et la taille étaient augmentées. Ces résultats démontrent que *P. clarkii* est capable de s'adapter à de nouveaux habitats froids. D'après Dörr *et al.* (2006), deux, voire trois périodes de reproduction peuvent avoir lieu dans une même année.

L'accouplement se déroule de la même manière que pour les autres espèces d'écrevisses : le mâle retourne la femelle afin de déposer entre ses pattes des spermatophores (petits sacs collants renfermant les spermatozoïdes). De 200 à 700 œufs sont pondus, après fécondation ils se fixent sur l'abdomen de la femelle. Ils ne mettront que quelques semaines pour donner des centaines de juvéniles. Leur croissance est très rapide (Bejean & Kupfer 2014). A l'âge de 1 mois, les petites écrevisses atteignent une taille d'environ 2 cm, à 6 mois une taille de 4-5 cm et à 1 an elles mesurent environ 7-8 cm (COFIL 2014).

Alors que les autres espèces d'écrevisses présentes au Luxembourg atteignent leur maturité sexuelle à partir de 2 à 3 ans, l'Écrevisse de Louisiane peut se reproduire dès l'âge de 3 mois (Dörr *et al.* 2006). L'espérance de vie dans la nature est de 12 à 18 mois (Souty-Grosset *et al.* 2006).

Alimentation

L'Écrevisse de Louisiane est une espèce généraliste et opportuniste omnivore, se nourrissant d'invertébrés aquatiques, de mollusques, de poissons, de détritus, de végétaux et qui peut faire preuve de cannibalisme (Souty-Grosset *et al.* 2006). Le régime alimentaire des adultes est principalement composé de plantes, alors que les juvéniles se nourrissent majoritairement d'animaux (Correia 2004). Son activité alimentaire varie d'intensité et de nature en fonction de la température (Bejean & Kupfer 2014).

1.3 Habitat

L'Écrevisse de Louisiane a une préférence pour les eaux calmes, à fonds turbides et couverts d'herbiers. Elle supporte sans dommage des périodes sèches prolongées. Peu exigeante, elle s'accommode de milieux très variés, pourvus de substrats meubles pour y creuser des terriers très profonds (40 à 100 cm). Les étangs, les canaux et les lacs peu profonds représentent son milieu de prédilection (Bejean & Kupfer 2014). Bien qu'elle soit une espèce dite « d'eau chaude », c'est-à-dire habituée à des températures en eaux de 20°C à 28°C, elle peut évoluer dans des gammes de températures allant de 10°C à 41°C et se retrouvera favorisée par le réchauffement climatique (Anastacio *et al.* 1999 ; Gherardi *et al.* 2013). Si la température est inférieure à 10°C, le développement embryonnaire se retrouve inhibé (Sûko 1953). Sa plasticité lui confère également une très forte tolérance face aux variations de température, des taux de salinité et d'oxygène (Loureiro *et al.* 2015). Il a été démontré que les juvéniles pouvaient survivre en dehors de l'eau durant plus de 3h, à une température de 24°C et à un taux d'humidité de 35% (Banha *et al.* 2014), et que les adultes pouvaient facilement survivre plus de 10 heures dans des conditions similaires (Banha *et al.* 2013).

L'Écrevisse de Louisiane possède un fort pouvoir de dispersion puisqu'elle peut couvrir une distance maximale de 90 mètres par heure sur terrain sec (Ramalho 2012). Suivant les conditions, elle peut se déplacer jusqu'à une distance de 4 km par jour (Gherardi *et al.* 2000).

Sa capacité à creuser des terriers et de s'y réfugier lui permet de survivre lors des mises en assec et des pêches d'étang, lorsque la température devient trop élevée ou pour se protéger des prédateurs (Huner *et al.* 1991), voire même du cannibalisme (Ilhéu *et al.* 2003). Elle peut s'y réfugier pendant plusieurs mois avant de reprendre son activité.

1.4 Statut

Espèce préoccupante pour l'Union : Oui (Anonyme 2016).

ISEIA¹-LUX : A1 (Ries & Pfeiffenschneider 2023)

Législation:

- Règlement (UE) n°1143/2014 relatif à la prévention et à la gestion de l'introduction et de la propagation des espèces exotiques envahissantes
- Loi du 2 juillet 2018 concernant certaines modalités d'application et les sanctions du règlement (UE) n° 1143/2014

Le Règlement grand-ducal du 1er août 2001 portant réglementation de la pêche aux écrevisses dans les eaux intérieures précise dans son Art. 2 : « La pêche aux écrevisses appartenant aux espèces *Pacifastacus leniusculus*, *Orconectes limosus* et *Astacus leptodactylos* est autorisée du 1er juin au 30 septembre inclusivement dans les deux catégories d'eaux intérieures par les ayants droit à la pêche. Il serait utile de compléter cet article en y ajoutant *Procambarus clarkii* et de prolonger la période de capture.

1 ISEIA = Invasive Species Environmental Impact Assessment

1.5 Menaces

Danger pour l'homme

L'écrevisse de Louisiane ne constitue pas un danger direct pour l'homme.

Mais elle provoque des dégâts en creusant des terriers dans les berges des plans et cours d'eau. Ces terriers modifient la structure des berges et peuvent même entraîner leur effondrement (Souty-Grosset *et al.*, 2014). Le phénomène est accéléré et dangereux en cas de fréquentation de la rive, notamment lorsque des machines agricoles y circulent ou lorsque le bétail s'abreuve.

Elle peut aussi provoquer des dommages car elle est un agent de transmission de la bactérie *Francisella tularensis* qui entraîne la tularémie (Souty-Grosset 2013).

Son utilisation pour la consommation humaine peut être problématique puisqu'elle accumule des métaux lourds, du cadmium, du nickel et du plomb qui sont retrouvés notamment dans ses muscles abdominaux (Tricarico *et al.* 2008) ainsi que des pesticides.

Danger pour le milieu aquatique

P. clarkii a été désignée comme l'espèce invasive causant le plus grand nombre de dégâts sur les écosystèmes aquatiques européens, juste devant l'écrevisse de Californie, *Pacifastacus leniusculus* (Savini *et al.* 2010).

Son introduction dans le milieu naturel engendre des dégradations très importantes sur les berges qui sont minées et déstabilisées par les terriers (Bejean & Kupfer 2014). Les activités de creusements modifient les propriétés physico-chimiques des habitats (hausse de la turbidité, diminution de la concentration en oxygène dissous, modifications du pH).

Étant porteuse saine de la peste de l'écrevisse, *Aphanomyces astaci* (Holdich *et al.* 2009), elle contribue à la dissémination de cette maladie et elle peut entraîner l'extinction des écrevisses autochtones.

Par prédation des espèces natives (mollusques, invertébrés, poissons, amphibiens) et par compétition pour les ressources alimentaires (consommation des végétaux aquatiques et d'algues) ou le territoire avec ces espèces natives, l'Écrevisse de Louisiane provoque une altération de la chaîne alimentaire et une modification des habitats (Savini *et al.* 2010).

2. Enjeux, aspects pratiques et organisationnels

2.1 Objectif

L'Écrevisse de Louisiane est une espèce non indigène et invasive qui peut causer de grands dégâts au niveau des écosystèmes aquatiques. Sa présence au Grand-Duché est actuellement limitée à une seule station, le Lac d'Echternach. Sa grande plasticité écologique, sa faculté de bien s'adapter à des climats plus froids que dans son aire d'origine et son fort pouvoir de dispersion laissent craindre que l'espèce s'établisse dans d'autres milieux aquatiques du Grand-Duché et que son abondance augmentera dans les années à venir. Vu la surface du plan d'eau (environ 26 ha) une éradication de l'Écrevisse de Louisiane dans le lac d'Echternach sera très difficile, voire impossible. L'objectif recherché sera le confinement de la population et ainsi limiter son abondance dans le lac et éviter sa propagation.

2.2 Méthodes de gestion

Différentes méthodes de lutttes ont été proposées et publiées (Girardet *et al.* 2012). Souvent la combinaison de plusieurs méthodes est proposée pour accroître l'efficacité de la lutte (Bills & Marking 1988, Neveu 2001, Aquiloni *et al.* 2009).

Parmi les méthodes utilisées, on note:

- des solutions physiques (Gherardi *et al.* 2011) comme la vidange de plans d'eau (Peay & Hiley 2001), le ramassage à la main (Peay & Hiley 2001), la capture par nasses (Bills & Marking 1988, Roqueplo *et al.* 1995, Frutiger *et al.* 1999), la capture par pêche électrique (Laurent 1988).
- des solutions chimiques (Gherardi *et al.* 2011) comme l'empoisonnement avec des pyréthriinoïdes (Morolli *et al.* 2006, Peay *et al.* 2006), avec des insecticides organophosphorés ou organochlorés (Chang & Lange 1967, Laurent 1995), les surfactants (Cabral *et al.* 1997, Fonseca *et al.* 1997), les phéromones sexuelles (Aquiloni & Gherardi 2010).
- des solutions biologiques (Gherardi *et al.* 2011) comme la stérilisation des mâles (Aquiloni *et al.* 2009), l'usage de phéromones sexuelles (Stebbing *et al.* 2003), l'introduction de poissons prédateurs (Blake & Hart 1995, Neveu 2001, Aquiloni *et al.* 2010).

Pour plusieurs de ces méthodes, les dégâts collatéraux peuvent être importants pour la faune et la flore locale, notamment lors de la destruction ou de l'empoisonnement de l'habitat, ou lors de l'introduction de prédateurs non spécifiques. C'est ainsi tout l'écosystème qui peut être bouleversé (Girardet *et al.* 2012).

Au niveau du Lac d'Echternach, continuer et intensifier le piégeage par nasses semble la méthode de lutte la plus appropriée en sachant que cette mesure ne permettra pas d'éradiquer la population mais seulement de la réguler. A cette fin il sera utile et important d'allonger la période de piégeage. D'après Coignet (2016) le piégeage, maintenu toute l'année et avec une pression suffisante, permet de piéger toutes les cohortes d'individus, notamment les femelles grainées (femelles avec des œufs) et larvées surtout présentes en automne et en hiver.

D'après Dayde (2016) il est surtout important de piéger juste avant et durant la période de reproduction afin de diminuer la quantité d'individus reproducteurs et les effectifs. Chucoll (2011) a constaté dans le sud de l'Allemagne que la reproduction a lieu de la fin de l'été à l'automne. On peut supposer que la situation soit comparable au Grand-Duché de Luxembourg.

Il est aussi important de piéger les plus jeunes individus car leur reproduction est théoriquement possible dès 3 cm. Pour cela, il faudrait compléter la stratégie de piégeage avec des nasses adaptées

à la capture des juvéniles, ce qui permettrait d'avoir un impact sur les petites classes de taille. De cette manière, toutes les classes de taille seraient piégées (Dayde 2016).

Paillisson et al. (2011) ont étudié l'efficacité de piégeage en comparant huit types de pièges (variant selon le nombre et la position des entrées, la taille de maille, la taille du piège et les matériaux de construction) dans trois habitats (un plan d'eau, une roselière et une prairie inondée) d'un marais en France, et cela au printemps 2010. Sur la base d'un large échantillonnage d'écrevisses ils ont mis en évidence que les pièges semi-cylindriques en acier galvanisé et de maille de 5,5 mm (SCG, Fig. 2) étaient les plus efficaces en termes de probabilité de capture (96,7–100 % comparés aux 15,7–82,8 % obtenus dans les autres pièges et dans les trois habitats) et de capture par unité d'effort (5,1-15,3 écrevisses par piège et par jour contre 0,2–4,4 écrevisses par piège et par jour trouvées dans les autres pièges et dans les trois habitats). Les pièges SCG étaient également les plus efficaces pour échantillonner toutes les classes de taille, et particulièrement les petites écrevisses (longueur de carapace < 30 mm).



Fig 2. : type de piège le plus efficace selon Paillisson et al. (2011)

Au Lac d'Echternach les nasses utilisées en 2022 étaient des nasses en plastic avec deux entrées (dimensions 61 x 31,5 x 25 cm) et de maille d'environ 40 x 10 mm (Fig. 3).



Fig 3. : type de piège utilisé au Lac d'Echternach en 2022

En ce qui concerne le nombre de pièges, Coignet (2016) évoque l'exemple d'un étang de 13 ha situé dans le Parc naturel régional de la Brenne (Département de l'Indre, centre de la France). Dans cet étang, d'une surface de 13 ha, 15 à 20 nasses étaient en place tout au long de l'année. Le piégeage a été réalisé deux fois par semaine (pression jugée suffisante). Après trois ans avec une pression de piégeage importante (2010 à 2012) on y a constaté une diminution des captures et une diminution de la taille des individus capturés.

Appliqué à la surface du Lac d'Echternach (environ 26 ha), il sera donc nécessaire d'augmenter le nombre de nasses actuellement utilisé (12) pour exercer une pression suffisante.

Afin de lutter contre l'Écrevisse de Louisiane on pourrait aussi envisager une mise à sec temporaire du Lac. D'après Coignet (2016) lors d'une mise à sec, un grand nombre d'individus peuvent être ramassés sur la vase.

Un autre moyen est le contrôle biologique avec des poissons carnassiers (p.ex. perches, brochets, anguilles). Cette méthode s'est avérée être efficace en combinaison avec le piégeage (Coignet 2016).

Pour détecter le plus vite possible une présence éventuelle de l'Écrevisse de Louisiane dans d'autres plans d'eau du Grand-Duché, il sera important de continuer le monitoring avec piégeage par nasses et en même temps d'appliquer la méthode de recherche de l'espèce par l'ADN environnemental, ces deux méthodes étant complémentaires (Tréguier *et al.* 2014).

2.3 Restauration des écosystèmes endommagés

Un élément très important du règlement n°1143/2014 est la prise de mesures visant à rétablir les écosystèmes afin d'améliorer leur résilience après les perturbations causées par des EEE et prévenir de nouvelles introductions.

Des mesures de restauration sont à appliquer si leur mise en œuvre est réalisable d'un point de vue technique et économique.

Dans le cas de l'Écrevisse de Louisiane il s'agira surtout de mettre en œuvre des mesures de restauration des berges.

2.4 Sensibilisation

La large répartition actuelle de l'Écrevisse de Louisiane est due à son transport à l'état vivant et à sa commercialisation, notamment par internet (élevage, remise en liberté depuis des aquariums) (Souty-Grosset *et al.* 2016).

Une sensibilisation et une bonne information du public, des propriétaires de plans d'eau, des pêcheurs et des aquariophiles sont par conséquent très importantes et indispensables pour diminuer au maximum le risque d'introductions illégales dans les plans d'eau.

Les actions de communication peuvent se décliner de plusieurs manières: articles dans la presse, messages dans les réseaux sociaux, brochures, etc.

2.5 Surveillance

Le système de surveillance intègre les inventaires et monitorings réalisés ou coordonnés par le LIST comme LUXIAS et ceux pour la directive Habitats (1992/43/CE) et la directive-cadre sur l'eau

(2000/60/CE) dans tous les cours d'eau ayant une surface de bassin versant supérieur à 10 km², ainsi que dans une sélection de cours d'eau de plus petite taille.

Pour surveiller la présence et la propagation de l'Écrevisse de Louisiane il faudra, outre s'appuyer sur les naturalistes, surtout s'appuyer sur l'aide du grand public, des propriétaires de plans d'eau et des pêcheurs. Par conséquent, les actions de communication se focaliseront également sur l'importance de transmettre des données d'observations d'EEE. Le but est d'augmenter significativement le nombre d'utilisateurs des plateformes d'encodage (p. ex. l'application iNaturalist qui est très efficace) et ainsi le nombre de données recueillies à la fois de la part du grand public et des naturalistes. A ce propos, les plateformes d'information, d'encodage et de transmission de données d'observation seront continuellement mises à jour.

2.6 Modalités organisationnelles

2.6.1 Moyens budgétaires

Le 3^{ème} Plan national pour la protection de la nature à l'horizon 2030 (PNPN3) et sa partie intitulée « Stratégie nationale pour la biodiversité » ont été approuvés par le Gouvernement en conseil en janvier 2023. Ce document stratégique vise à enrayer et à rétablir la perte de biodiversité et des services écosystémiques associés.

La lutte contre les EEE et notamment la mise en œuvre des PA EEE est une des mesures prévues dans la dite Stratégie. Les ressources adéquates doivent être allouées pour atteindre ces objectifs et subséquente mise en œuvre de ce plan d'action.

2.6.2 Élaboration du plan d'action

Ce plan d'action EEE a été réalisé par le bureau d'étude Ecotop en collaboration étroite avec Tiago De Sousa (Administration de la nature et des forêts, ANF). Le Groupe de coordination sur les espèces exotiques envahissantes au Luxembourg (GC EEE) ayant entre autres pour mission « de définir les actions prioritaires à mettre en œuvre pour lutter contre les espèces exotiques envahissantes » a été impliqué dès le début dans sa conception.

2.6.3 Consultation des parties prenantes

Afin d'assurer une bonne consultation des parties prenantes, les différents PA EEE sont mis à disposition pour commentaires et examen sur le site internet officiel du Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité (emwelt.lu) pour une période de 2 mois. Les différents acteurs compétents en matière de gestion des EEE et de la conservation de la nature sont invités à prendre part à ce processus par le biais des Conseils supérieurs appropriés. Enfin, le public en général et d'autres organisations peuvent également contribuer à ce processus.

2.6.4 Évaluation et révision du PA EEE

Tous les PA EEE seront des documents vivants et sujets à des adaptations au vu des derniers développements scientifiques et des bonnes pratiques ainsi que si de nouveaux textes législatifs sont

publiés. Ainsi les PA EEE devront être évalués, et le cas échéant révisés, dans le cadre des reportages à la Commission européenne, ce qui correspondra à des intervalles de 6 ans à partir de juin 2019.

2.6.5 Mise en œuvre du plan d'action

L'ANF est généralement l'entité responsable pour la coordination et la mise en œuvre des plans d'action EEE. Cependant, certaines actions préconisées dans les PA EEE seront à réaliser par d'autres acteurs ou en collaboration avec ceux-ci.

La coopération transfrontalière devra être encouragée afin d'avoir des objectifs communs et des mesures de gestion harmonisées avec les pays voisins. Cela contribuera à une utilisation plus efficace des ressources et à l'atteinte des objectifs fixés.

3. Actions

Les plans d'action EEE seront la colonne vertébrale de la lutte contre les EEE sur le terrain. Il est capital d'avoir une vue globale sur les actions à mettre en œuvre et sur les responsabilités afférentes. C'est dans cette optique que des actions concrètes ont été définies et les acteurs compétents identifiés. Les actions sont regroupées au sein de 3 axes principaux : régulation, sensibilisation et surveillance.

Pour chaque action, il importe aussi de déterminer les critères de réalisation, de définir un échéancier et d'estimer les coûts prévisionnels. Finalement, un tableau présente toutes ces actions avec leur priorité respective, du plus important (1) au moins prioritaire (3).

Chaque action prévue dans le plan d'action est élaborée selon la méthode « SMART » — Spécifiques, Mesurables, Atteignables, Réalistes, et Temporellement définis.

Ce cadre permet de garantir que nos objectifs sont clairs, quantifiables et réalisables dans un délai spécifié ou périodique.

Par soucis de maximisation des synergies, certaines actions pourront concerner plusieurs espèces exotiques envahissantes et s'appuyer sur des systèmes déjà existants.

Axe 1 – Régulation

Action 1.1 – Distribution actuelle de l'espèce

Acteur : ANF / LIST

Critères : Vérifier la présence/absence de l'espèce en utilisant de l'ADN environnemental dans 30 mares.

Échéance : 2024-2025.

Action 1.2 – Gestion population actuelle

Acteur : ANF

Critères : Réguler la population du Lac d'Echternach et empêcher sa propagation, notamment par une action ciblée dans les points de sortie. Détecter le plus vite possible d'éventuelles autres populations (action 1.1) et les cas échéant essayer de les éradiquer.

Un protocole de gestion spécifiant toutes les modalités pratiques (période de capture, nombre de nasses, etc.) pour le site d'Echternach sera élaboré.

Échéance : Hautement prioritaire, régulation annuelle en cours depuis 2022. Élaboration d'un protocole spécifique en 2024.

Axe 2 – Sensibilisation

Action 2.1 – Réunions d’information et colloques

Acteurs : MECB/ ANF/ AGE/ MNHNL / autres

Critères : Des réunions d’information seront organisées afin de communiquer avec les différents acteurs. Elles pourront cibler les différents publics et donc couvrir les différentes thématiques, tel que le bien-fondé des interventions, expliquer les impacts des EEE, la coordination des différents partenaires, etc.

Échéance : Au moins une réunion annuelle avec les acteurs concernés.

Action 2.2 – Fiche d’identification de l’Écrevisse de Louisiane

Acteur : ANF

Critères : Fiche regroupant les principales informations sur l’espèce, notamment celles facilitant l’identification.

Échéance : 2024.

Action 2.3 – Panneaux d’information EEE

Acteurs : MECB/ ANF/ GC EEE/ MNHNL

Critères : Les panneaux d’information auront pour but la sensibilisation du grand public sur les espèces exotiques envahissantes et leurs impacts sur le milieu naturel. Ces panneaux devraient être affichés dans différents lieux comme par exemple centres d’accueil de l’ANF, les parcs animaliers, zones de gestion, etc.

Échéance : 2025.

Axe 3 – Surveillance

Action 3.1 – Système d’alerte

Acteurs : MECB/ ANF/ MNHNL

Critères : Le système de surveillance devra permettre la détection rapide de nouvelles EEE sur le territoire national ou l’invasion de sites jusque-là « épargnés » par les EEE déjà établies. Il est opérationnel pour la base de données Recorder-Lux et l’application iNaturalist.

Échéance : Déjà en place.

Action 3.2 – Formation

Acteurs : ANF/ autres

Critères : Afin d’assurer un système de surveillance efficace, il est nécessaire que les agents sur le terrain soient à même de reconnaître les EEE. Des formations visant l’identification et les techniques d’élimination de ces espèces seront organisées.

Échéance : Annuellement selon les besoins.

Action 3.3 – Monitoring EEE (LUXIAS)

Acteurs : MECB/ LIST

Critères : Un monitoring ciblant les EEE a été mis en place et a permis la détection de la population de l’Écrevisse de Louisiane dans le lac d’Echternach. Il a pour base d’autres monitorings déjà existants, auxquels des modifications y ont été apportées afin de mieux détecter la présence d’EEE.

Échéance : Annuellement

Action 3.4 – Observations fortuites dans le cadre d’autres inventaires et suivis

Acteurs : ANF/ AGE/ LIST

Critères : Les agents réalisant des inventaires et des monitorings (biomonitoring, etc.) seront formés et auront à leur disposition des fiches d’identification d’EEE. Ils seront ainsi en mesure de reconnaître des EEE lors de la réalisation d’inventaires et pourront ainsi alimenter le système de surveillance.

Échéance : Annuellement.

Action 3.5 – Bilan annuel

Acteur : ANF

Critères : Une analyse des données sera réalisée annuellement, il importe de suivre l’évolution des différentes EEE au Luxembourg

Échéance : Annuellement.

Actions concernant l'Écrevisse de Louisiane

	Action	Acteur(s)	Echéance	Priorité
Axe 1 – Régulation				
1	Distribution actuelle de l'espèce	ANF/LIST	2024	1
2	Régulation de la population au Lac d'Echternach	ANF	Annuellement	1
Axe 2 – Sensibilisation				
1	Réunions d'information et colloques	MECB/ANF/MNHNL / autres	Annuellement	1
2	Fiche d'identification de l'Écrevisse de Louisiane	ANF	2024	2
3	Panneaux d'information EEE	MECB/ ANF/ GC EEE/ MNHNL	2025	3
Axe 3 – Surveillance				
1	Système d'alerte	MECB/ANF/MNHNL	Déjà en place	1
2	Formation	ANF/autres	Selon besoins	1
3	Monitoring EEE (LUXIAS)	MECB/LIST	Annuellement	1
4	Observations fortuites dans le cadre d'inventaires et de suivis	ANF/AGE/LIST	Annuellement	2
5	Bilan annuel	ANF	Annuellement	3

Sources

- Anastácio P.M., Nielsen S.N. & Marques J.C. (1999). CRISP -crayfish rice integrated system of production. 2. Modelling crayfish (*Procambarus clarkii*) population dynamics. *Ecological Modelling*, 123: 5-6.
- Anonyme (2016). Règlement d'exécution (UE) 2016/1141 de la Commission du 13 juillet 2016 adoptant une liste des espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union conformément au règlement (UE) n° 1143/2014 du Parlement européen et du Conseil.
- Aquiloni L., Becciolini A., Berti R., Porciani S., Trunfi o C. & Gherardi F. (2009). Managing invasive crayfish: use of X-ray sterilization of males. *Freshwater Biology* 54: 1510-1519.
- Aquiloni L., Brusconi S., Cecchinelli E., Tricarico E., Mazz a G., Paglianti A. & Gherardi F. (2010). Biological control of invasive populations of crayfish by the European eel (*Anguilla anguilla*) as a predator of *Procambarus clarkii*. *Biological Invasions* 12: 3817-3824.
- Aquiloni L. & 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.
- Banha F. & Anastacio P. M. (2013). Dessication survival capacities of two invasive crayfish species. *Knowledge and Management of Aquatic Environment*, 413: 01. DOI: 10.1051/kmae/2013084
- Banha F., Marques M. & Anastacio P.M. (2014). Dispersal of two freshwater invasive macroinvertebrates, *Procambarus clarkii* and *Physella acuta*, by off-road vehicles. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 4(5): 582-591. DOI: 10.1002/aqc.245
- Bejean M. & Kupfer M. (2014) in : DORIS, 30/04/2014 : *Procambarus clarkii* (Girard, 1852), <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/641>.
- Bills T. D. & Marking T. D. (1988). Control of nuisance populations of crayfish with traps and toxicants. *Progressive fish-culturist* 50: 103-106.
- Blake M. A. & Hart P. J. B. (1995). The vulnerability of juvenile signal crayfish to perch and eel predation. *Freshwater Biology* 33: 233-244.
- Boismartel M., Pommeret P. & N. Meynard (2011). Guide d'identification des écrevisses en France métropolitaine. FÉDÉRATIONS LORRAINE PÊCHE 28 p.
- Brundu G., Costello K., Maggs G., Montagnani C., Nunes A., Pergl J., Peyton J., Robertson P., Roy H., Scalera R., Smith K., Solarz W., Tricarico E. & J. van Valkenburg. (2022). An introduction to the invasive alien species of Union concern Luxembourg: Publications Office of the European Union, 187 p.
- Cabral J. A., Anastacio P. M., Carvalho R. & Marques I. C. (1997). A non-harmful chemical method of red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*, population control and non-target organisms problematics in the lower Modego River Valley, Portugal. *Freshwater crayfish* 11: 286-292.
- Chang V. C. S. & Lange W. H. (1967). Laboratory and field evaluation of selected pesticides for control of the red crayfish in California rice fields. *Journal of economic entomology* 60: 473-477.

Chucholl C. (2011). Population ecology of an alien « warm water » crayfish (*Procambarus clarkii*) in a new cold habitat. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 401: 29. DOI: 10.1051/kmae/2011053.

COPIL (2014). Compte rendu comité de pilotage des sites Natura 2000 “Rivière et vallée du Fangu” du 05/12/2014.

Coignet A. (2016). Gestion de l'Écrevisse de Louisiane (*Procambarus clarkii*) au sein du Parc naturel régional de la Brenne. Retour d'expérience de gestion réalisé dans le cadre des travaux du groupe de travail Invasions Biologiques en milieux aquatiques. Onema & UICN France, 6 p.

Correia A.M. (2004). Food choice by the introduced crayfish *Procambarus clarkii*. *Annales Zoologici Feniici*, 40: 517-528.

Dayde J. (2016). Suivi de l'écrevisse de Louisiane, *Procambarus clarkii*, dans l'embouchure du Fangu (Corse) et propositions de gestion Mémoire de Master 2 « Génie Ecologique », Université de Poitiers, 70 p.

Dörr A.J.M., La Porta, G., Pedicillo G. & Lorenzoni M. (2006). Biology of *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) in Lake Trasimeno. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 380: 1155-1167.

Fonseca J. C., Marques J. C. & Madeira V. M. C. (1997). Oxygen uptake inhibition in *Procambarus clarkii*, red swamp crayfish by biodegradable surfactants: an ecotechnological approach for population control in rice fields. *Freshwater crayfish* 11: 235-242.

Frutiger A., Borner S., Büsser T., Edggen R., Müller R., Müller S. & Wasmer H. R. (1999). How to control unwanted populations of *Procambarus clarkii* in Central Europe ? *Freshwater crayfish* 12: 714-726.

Gherardi F. & Barbaresi S. (2000). Invasive crayfish: activity patterns of *Procambarus clarkii* in the rice fields of the lower Guadalquivir, Spain. *Archiv für Hydrobiologie* 150: 153-168.

Gherardi F., Aquiloni L., Dieguez-Urbeondo J. & Tricarico E. (2011). Managing invasive crayfish: is there a hope ? *Aquatic Sciences* 73: 185-200.

Gherardi F., Coignet A., Souty-Grosset C., Spigoli D. & Aquiloni L. (2013). Global warming and the agonistic behaviour of invasive crayfishes in Europe. *Freshwater Biology*, 58: 1958-1967.

Girardet M.-A., Cherix D., Hofmann F. & J.-F. Rubin (2012). Eradication d'une population d'écrevisses de Louisiane, *Procambarus clarkii*, à l'étang de Vidy et situation des populations d'écrevisses à Lausanne, Suisse. *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles* 93.1, 11 p.

GT IBMA. (2017). *Procambarus clarkii*. Base d'information sur les invasions biologiques en milieux aquatiques. Groupe de travail national Invasions biologiques en milieux aquatiques. UICN France et Onema.

Hobbs H. & Horton H. (1972). Biota of freshwater ecosystems, identification manual 9: Crayfishes (Astacidae) of North and Middle America. Water Pollution Control Research Series. Washington DC, US Environmental Protection Agency.

Hobbs H.H., Jass J.P. & Huner J.V. (1989). A review of global crayfish introductions with particular emphasis on two North American species. *Crustaceana*, 56: 299-316.

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*, 11: 394-395, 46 p.

Huner J. (1977). Introductions of the Louisiana red swamp crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard): an update. *Freshwater Crayfish*, 3: 193–202.

Huner J.V. & Avault J.W. (1979). Introductions of *Procambarus* spp. *Freshwater Crayfish*, 4: 191–194.

Huner J.V. & Barr J.E. (1991). Red swamp crayfish: biology and exploitation. The Louisiana Sea Grant College Program, Center for Wetland Resources. Baton Rouge, LA, Louisiana State University, 148p.

Henttonen P. & Huner J. V. 1999. The introduction of alien species of crayfish in Europe: A historical introduction. *In: Gherardi F. & Holdich D. M. (Eds.) Crayfish in Europe as alien species: How to make the best of a bad situation ?* Brookfield, Rotterdam. pp. 13-22.

Ilhéu M., Acquistapace P., Benvenuto C. & Gherardi F. (2003). Shelter use of the Red-Swamp Crayfish (*Procambarus clarkii*) in dry-seasonstream pools. *Archiv für Hydrobiologie*, 157(4): 535-546. DOI: 10.1127/0003-9136/2003/0157-0535

Laurent P. (1988). *Austropotamobius pallipes* and *A. torrentium*, with observation on their interaction with other species in Europe. *In: Holdich D. M. & Lowery R. S. (Eds.) Freshwater crayfish: biology, management and exploitation.* Chapman et Hall, London. pp. 341-364.

Laurent P. (1995). Eradication of unwanted crayfish species for astacological management purposes. *Freshwater crayfish* 8: 121-133.

Loureiro T.G., Anastácio P.M.S.G., Araujo P.B., Souty-Grosset C. & Almerão M.P. (2015). Red swamp crayfish: biology, ecology and invasion – an overview. *Nauplius*, 23: 1-19. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-64972014002214>

Neveu A. (2001). 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.

Morolli C., Quaglio F., Della Rocca G., 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: 1381-1384.

Paillisson J. M., Soudieux A. & Damien J. P. (2011). Capture efficiency and size selectivity of sampling gears targeting red-swamp crayfish in several freshwater habitats. *Knowledge and management of aquatic ecosystems* 401.

Peay S. & Hiley P. D. (2001). Eradication of alien crayfish. Phase II. [Environment Agency Technical Report W1-037/TR1](#).

- 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: 1363-1379.
- Roqueplo C., Laurent P. & Neveu A. (1995). *Procambarus clarkii* Girard, synthèse sur les problèmes posés par cette espèce et sur les essais pour contrôler ses populations. *L'Astaciculteur de France* 44: 2-14.
- Ramalho R. (2012). Dispersal and population regulation of the red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*). Phd. Thesis. University of Évora, Portugal.
- Ries, C. & M. Pfeiffenschneider (Eds.) (2023). *Procambarus clarkii* (GIRARD, 1852). In: neobiota.lu - Invasive Alien Species in Luxembourg. National Museum of Natural History, Luxembourg. URL: <https://neobiota.lu/procambarus-clarkii/> [Accessed 2023-01-04].
- Savini D., Occhipinti-Ambrogi A., Marchini, A., Tricarico E., Gherardi F., Olenin S. & Gollasch S. (2010). The top 27 animal alien species introduced into Europe for aquaculture and related activities. *Journal of Applied Ichthyology*, 26, Issue Supplement s2. P 1-7.
- Souty-Grosset, C. (2013). Stratégies de lutte contre les écrevisses invasives en Europe : quel enseignement ? *Aesturia*. Premières rencontres françaises sur les écrevisses exotiques. P 93-103.
- Souty-Grosset C., Holdich D.M., Noël P.Y., Reynolds J. & Haffner P. (2006). Atlas of crayfish in Europe. Publications scientifiques du Museum national d'Histoire naturelle, 64. 187 p.
- Souty-Grosset, C. (2014). *Stratégies de lutte contre les écrevisses invasives en Europe: quel enseignement?* In *Aesturia Cultures et développement durable*, 93-103. Premières rencontres françaises sur les écrevisses exotiques invasives. Damien, J-P., Gallicé, A. Miossec, G. & Paillisson, J.M. (eds) *Aesturia – Paroles des Marais Atlantiques*.
- Souty-Grosset C., Reynolds J., Gherardi F., Aquiloni L., Coignet A., Pinet F. & Del Mar Mancha Cisneros M. (2014). Burrowing activity of the invasive red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*, in fishponds of La Brenne (France). *Ethology, Ecology & Evolution*. DOI: 10.1080/03949370.2014.892538
- Souty-Grosset C., Anastacio P.M., Aquiloni L., Banha F., Choquer J., Chucholl C. & Tricarico H. (2016). The red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in Europe: Impacts on aquatic ecosystems and human well-being. *Limnologica*, 58: 78-93.
- Stebbing P. D., Watson G. J., Benthey M. G., Fraser D., Jennings R., Rushton S. P. & Sib ley P. J. (2003). Reducing the threat: the potential use of pheromones to control invasive signal crayfish. *Bulletin français de la Pêche et de la Pisciculture* 370-371: 219-224.
- Sukô T. (1953). Studies on the development of the crayfish I. The development of secondary sex characters appendages. *The Science Reports of Saitama University*, 1B: 77-96.
- Treguier A., Paillisson J.-M., Dejean T., Valentini A. & A. Martin (2014). Environmental DNA surveillance for invertebrate species: advantages and technical limitations to detect invasive crayfish *Procambarus clarkii* in freshwater ponds. *Journal of Applied Ecology* 2014, 51, 871–879A.
- Tricarico E., Bertocchi S., Brusconi S., Casalone E., Gherardi F., Giorgi G., Mastromei, G. & Parisi, G. (2008). Depuration of microcystin-LR from the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* with assessment of its food quality. *Aquaculture* 285: 90–95.

Walther G.R., Roques A., Hulme P.E., Sykes M., Pysek P., Kuhn I., Zobel M., Bacher S., Botta-Dukát Z., Bugmann H., Czucz B., Dauber J., Hickler T., Jarosík V., Kenis M., Klotz S., Minchin D., Moora M., Nentwig W., Ott J., Panov V.E., Reineking B., Robinet C., Semchenko V., Solarz W., Thuiller W., Vilà M., Vohland K. & Settele J. (2009). Alien species in a warmer world: risks and opportunities. *Trends Ecol. Evol.* 24: 686-693.