

# ETUDE D'OPPORTUNITE DE L'ELEVAGE DE *MACROBRACHIUM ROSENBERGII* DANS LES PAYS DE LA LOIRE

## MAcRobraChium Opportunités Pays de la LOire

TRINTIGNAC P.<sup>1</sup>, CALVEZ S.<sup>2</sup>, LAVAL G.<sup>3</sup>, GARSİ P.<sup>4</sup>, GAUDIN G.<sup>5</sup>, LE BIHAN V.<sup>6</sup>,  
LAUTRAITE A.<sup>7</sup>.

<sup>1</sup> : Syndicat Mixte Aquaculture Pêche Pays de la Loire

<sup>4</sup> : Lycée O. Guichard Guérande

<sup>2</sup> : Oniris & INRAE

<sup>5</sup> : LPA Haut Anjou C. Gontier

<sup>3</sup> : ASTARAC Consulting

<sup>6</sup> : VLB Aquaculture

<sup>7</sup> : AL



MARS 2024



## Table des matières

Résumé .....	5
Remerciements .....	7
Introduction.....	9
I. Rappels et Méthodologie.....	10
I.A. Principales caractéristiques de l'espèce.....	10
I.A.1. Biologie de l'espèce .....	10
I.A.1.1 Morphologie.....	10
I.A.1.2 Cycle biologique.....	11
I.A.1.3 Distribution .....	12
I.A.2. Aquaculture .....	12
I.A.2.1 Rappels.....	12
I.A.2.2 Principales caractéristiques d'élevage.....	13
I.B. Méthodologie du projet MARCOPLO .....	14
I.B.1. Volet réglementaire .....	15
I.B.2. Volet zootechnique.....	15
I.B.2.1 Sites d'essais.....	15
I.B.2.2 Pré grossissement .....	17
I.B.2.3 Grossissement.....	17
I.B.3. Volet sanitaire.....	19
I.B.3.1 Aspects zoosanitaires.....	19
I.B.3.2 Bactériologie.....	19
I.B.4. Marché .....	20
II. Résultats.....	21
II.A. Volet réglementaire.....	21
II.A.1. Procédures administratives .....	21
II.A.1.1 Agrément zoosanitaire .....	21
II.A.1.2 Arrêté Préfectoral introduction espèce exotique.....	22
II.A.2. Protocole installation aquacole fermé.....	23
II.A.2.1. Les infrastructures : bassins d'essai .....	23
II.B. Volet zootechnique .....	25
II.B.1. Production des juvéniles et mise à l'eau .....	25
II.B.1.1 Pré grossissement.....	25

II.B.1.2 Préparation des bassins et mise à l'eau.....	27
II.B.2. Grossissement.....	29
II.B.2.1 Température et oxygène .....	30
II.B.2.2 Survie .....	32
II.B.2.3 Poids moyens .....	34
II.B.2.4 Classes de poids.....	38
II.B.3. Bilan zootechnique et perspectives .....	40
II.B.3.1 Bilan .....	40
II.B.3.2 Perspectives.....	41
II.C. Volet sanitaire .....	42
II.C.1. Risques sanitaires envisageables dans le contexte de cet essai.....	42
II.C.1.1 Etat sanitaire du cheptel d'origine (Gers).....	42
II.C.1.2 Dangers sanitaires associés à l'introduction de <i>Macrobrachium rosenbergii</i> dans les Pays de la Loire.....	43
II.C.1.3 Risque lié à la peste de l'écrevisse <i>Aphanomyces astaci</i> (Rapport du Dr Armand Lautraite).....	43
II.C.2. Résultats des analyses bactériologiques .....	44
II.D. Volet marché.....	53
II.D.1. Offre potentielle de crevettes .....	53
II.D.2. Demande potentielle de crevettes.....	54
II.D.2.1. Caractéristiques des enquêtés MARCOPL0.....	54
II.D.2.2. Les habitudes de consommation et d'achats de crevettes .....	56
II.D.2.3. Perception et intention d'achat de <i>Macrobrachium rosenbergii</i> .....	63
II.D.3. Perspectives.....	67
Conclusion.....	69
Bibliographie.....	70
Sitographie .....	72
Glossaire .....	72
Figures .....	73
<b>Tableaux</b> .....	74
Annexes .....	75



## Résumé

La crevette géante *Macrobrachium rosenbergii* est une espèce d'eau douce tropicale originaire du Sud-Est asiatique. Les premiers essais d'élevage menés dans les DOMTOM par l'IFREMER datent de la fin des années 70 et du début des années 80. Avec l'augmentation des températures liées au changement climatique, l'objectif de cette étude d'opportunité MARCOPL0 est de vérifier l'intérêt d'un développement saisonnier d'élevage de cette crevette dans les Pays de la Loire dans le cadre d'une diversification d'aquaculteurs d'eau douce, en particulier les pisciculteurs en étangs. Cette étude comporte 4 volets principaux, réglementaire, sanitaire, marché et zootechnique avec de premiers essais de grossissement réalisés au sein des 2 lycées aquacoles régionaux (Guérande et Château Gontier) et non directement chez des professionnels.

Les résultats obtenus sur les sites d'essais à Guérande et à Château-Gontier montrent que la production estivale de la crevette d'eau douce *Macrobrachium rosenbergii* est possible dans les Pays de la Loire sous certaines conditions réglementaires et techniques. Les risques environnementaux (invasifs) sont extrêmement faibles en raison du cycle biologique très particulier de cette espèce incapable de survivre aux températures hivernales. Les risques zoosanitaires, notamment liés à la maladie des points blancs, sont très faibles en raison du statut très probablement indemne des juvéniles (produits dans le Gers), dont le cheptel d'origine fait l'objet d'un suivi sanitaire depuis plus de 7 ans. Il est suggéré que les sites de production respectent les critères d'installation aquacole fermée car il s'agit d'une espèce exotique au sens du règlement 708/2007 modifié.

Les performances de croissance ont été intéressantes, malgré des conditions climatiques estivales plutôt fraîches, avec sur un des sites un poids moyen final de 19,05g et un taux de survie dépassant les 70%. La mise en place d'essais de grossissement sur 2 sites a permis de montrer l'importance de la nature du substrat (fond du bassin et sa productivité initiale). L'oxygène est aussi un paramètre très important.

Ainsi sur le site le plus performant, environ 50 kg de crevettes ont été récoltés sur 900 m<sup>2</sup> de bassin, ce qui pourrait nous amener à des rendements de 500 à 600 kg/ha dans notre région.

Une enquête a été réalisée auprès de 40 aquaculteurs régionaux. Au moins 7 semblent intéressés pour cette nouvelle production sachant qu'il faut répondre à certaines conditions technico-économiques. Par exemple, il faudrait une surface minimum de bassins disponible d'environ 5 000 m<sup>2</sup> pour permettre de générer des revenus significativement intéressants. Concernant la demande potentielle de crevettes, les résultats de l'enquête menée lors des journées « découvertes et dégustations », montrent une grande satisfaction des consommateurs et des restaurateurs testés pour le produit. Même si l'origine locale est très appréciée, le prix reste néanmoins un facteur clé d'achat. Celui-ci pourrait varier en fonction de la taille de la crevette avec en moyenne un prix de 25€/kg. Ce prix pourrait être fortement valorisé à plus de 30€/kg pour de la Gambas, c'est-à-dire de la grosse crevette de plus de 25g.



## Remerciements

Un grand merci à tous les référents ayant participé à cette étude ainsi qu'aux membres du COPIL.

Une mention spéciale pour les différents collaborateurs qui ont participé activement à l'étude, Guillaume Mercier, Jordan Bellier du Lycée O. Guichard de Guérande, Sandrine Marchand, Danien Denizot du LPA Château-Gontier, Céline David, Lionel Pineau de l'Oniris et Alice Saunier du SMIDAP.

Un grand merci aux apprenants des 2 lycées qui ont participé aux pêches et aux suivis.

Un remerciement particulier pour le cofinanceur, la Région des Pays de la Loire.



## Introduction

La crevette géante d'eau douce *Macrobrachium rosenbergii* ou encore dénommée Chevrette ou Ouassous dans les Départements et Territoires Outre-Mer, est une espèce de crustacés décapodes de la famille des Palaemonidae. Cette espèce est originaire du Sud-Est asiatique et vit dans des environnements d'eau douce tropicaux (19 à 32°C) plutôt turbides influencés par des zones adjacentes d'eaux saumâtres dans les lacs, rivières étangs et estuaires (New & Singholka, 1985 ; Laval, 2022). Bien qu'elle soit élevée en captivité depuis plusieurs siècles, l'élevage moderne de cette espèce a commencé dans les années 60 et 70, en particulier à Hawaï et en Thaïlande (New *et al.*, 2009).

En 2018, la production mondiale avoisinait les 234 000 tonnes par an, en particulier grâce aux pays d'Asie, principalement la Chine, la Thaïlande ou encore le Vietnam (FAO, 2020b). Par comparaison, la production mondiale de crevette d'élevage, toutes espèces confondues, dépassait les 5 millions de tonnes en 2019 dont 80% pour la seule espèce *Penaeus vannamei* (Laval, 2022). Les premiers essais d'élevages français dans le Pacifique, les Antilles (Guadeloupe et Martinique) ou à la Réunion ont débuté à la fin des années 70 ou dans les années 80 (Lacroix, 1983 ; Legall & Beague, 1986 ; Griessinger *et al.*, 1991). En métropole, ce type d'élevage n'existait pas jusqu'en 2019, principalement pour des raisons de températures et de rendements trop faibles.

Avec l'augmentation des températures dans le cadre du changement climatique, cette production pourrait devenir intéressante dans les régions tempérées comme les Pays de la Loire. Une entreprise basée dans le Gers, Gascogne Aquaculture, a mené des essais entre 2017 et 2019, en collaboration avec Oniris-INRAe. Elle a montré que la production extensive de *Macrobrachium rosenbergii*, dans le contexte locale du Gers pouvait, sous certaines conditions, devenir intéressante techniquement et économiquement dans le cadre d'une diversification d'activité (Laval, 2018).

La pisciculture en étangs, notamment dans les Pays de la Loire, est une activité aquacole saisonnière. La récolte des poissons s'effectue principalement, selon les conditions climatiques, entre le mois d'octobre et le mois de février (Trintignac *et al.*, 2016). Une voie de diversification supplémentaire, prenant aussi en compte le changement climatique, permettrait de consolider leur rentabilité fragilisée par des aléas divers (Le Bihan & Trintignac, 2016).

L'objectif de cette étude d'opportunité est de vérifier l'intérêt d'un développement saisonnier d'élevage de la crevette géante d'eau douce dans les Pays de la Loire dans le cadre d'une diversification de la pisciculture en étang. Comme c'est une espèce dite exotique au sens du règlement 708/2007 modifié, toutes les mesures de prévention seront proposées même si elle n'est pas référencée comme étant invasive (Thévenot & Noel, 2015). Quatre volets principaux seront abordés dans cette étude, le réglementaire, le sanitaire, le marché et la zootechnie avec de premiers essais *in situ* au sein des lycées aquacoles régionaux. Une éventuelle suite à donner dépendra des conclusions de cette étude.

## I. Rappels et Méthodologie

### I.A. Principales caractéristiques de l'espèce

#### I.A.1. Biologie de l'espèce

##### *I.A.1.1 Morphologie*

La crevette géante d'eau douce (*Macrobrachium rosenbergii*), est une espèce de crustacés décapodes de la famille des Palaemonidae à laquelle appartient également la crevette bouquet (*Palaemon serratus*) bien présente sur les côtes atlantiques d'Europe. Par contre, il n'existe pas naturellement de crustacés de cette famille en eau douce en France métropolitaine (Thévenot & Noel, 2015). Cette espèce est reconnaissable grâce à ses deux paires de chélicères, des pattes munies de pinces. La deuxième paire est très longue chez cette espèce, en particulier chez les mâles (figure 1). A noter aussi son rostre particulièrement long et doté de nombreuses dents. Les yeux sont situés de part et d'autre de ce rostre. (Laval, 2022).

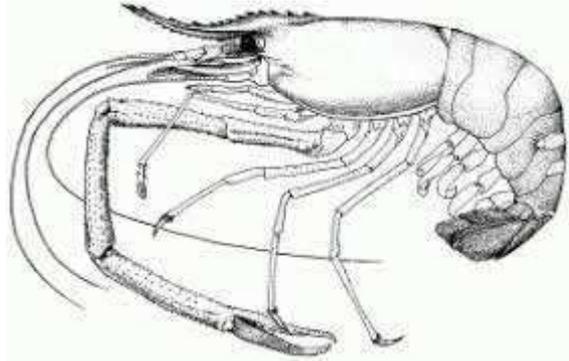


Figure 1 : Dessin de *Macrobrachium rosenbergii* (FAO, 2009a)

Classification : *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879)

Embranchement : Arthropoda

Classe : Malacostraca

Ordre : Decapoda

Famille : Palaemonidae

Nom vernaculaire : Chevrette (Pacifique), Bouquet géant (FAO), Ouassous (Antilles), Crevette tropicale d'eau douce, Crevette géante d'eau douce.



Figure 2 : Photo de *Macrobrachium rosenbergii* produite par Gascoigne Aquaculture avec en premier plan un mâle avec ses pinces bleues (G. LAVAL)

Les sexes sont séparés et leur identification peut être faite dès la taille de 3 à 4 cm soit à environ 1g. (Griessinger *et al.*, 1991). Cette espèce peut atteindre une taille de 32 cm (pinces exclues) pour les mâles et 25 cm pour les femelles. Le corps, de couleur verdâtre à marron gris avec des touches de bleu, est composé de 20 segments appelées somites. La tête (6 somites) et le thorax (8 somites) forment le céphalothorax. L'abdomen (6 somites) se termine par le telson (figures 1 et 2).



des animaux respectivement de 2 à 35 g. Au-delà, la durée d'inter-mue peut aller jusqu'à 40 jours (Griessinger et al., 1991).

### *I.A.1.3 Distribution*

La distribution originelle de cette espèce concerne l'Asie du sud-est s'étendant de la Papouasie-Nouvelle-Guinée à l'est au Pakistan à l'ouest comprenant l'Australie, l'Indonésie, le sud de la Chine, les Philippines, le Vietnam, la Thaïlande et le sud de l'Inde. Ce sont des zones comprenant des eaux douces et saumâtres peu profondes avec des températures annuelles comprises entre 19°C et 32°C (FAO, 2009b ; New et al., 2009 ; Laval, 2022). **La présence d'eau saumâtre tempérée à chaude est indispensable pour compléter le cycle de reproduction.**

A partir de la fin des années 1970, le développement de l'aquaculture a conduit à l'extension de sa zone de distribution à des régions où elle était absente mais où les conditions climatiques étaient favorables. Ainsi le Brésil, la Guyane française, le Venezuela ou encore l'Equateur sont des pays où *Macrobrachium rosenbergii* s'est acclimatée, sans évaluation de son impact réel sur les écosystèmes locaux. Cependant, sa capacité d'expansion ne semble pas négligeable quand toutes les conditions sont réunies, en particulier grâce à sa capacité de reproduction comme c'est le cas en Amérique du sud (Iketani et al., 2016 ; Da Silva et al., 2020 ; De Oliveira et al., 2023). Ces acclimations restent cependant limitées compte tenu des conditions particulières que nécessitent cette espèce pour assurer son cycle de développement, en particulier la dépendance physiologique des larves à l'eau saumâtre tempérées à chaudes (Ling, 1969 ; Magalhaes et al., 2005). Une première expertise du Muséum d'Histoire Naturelle sur cette espèce concluait que le risque d'introduction en métropole était extrêmement faible, à part peut-être en Corse orientale (Thévenot & Noel, 2015). Cette espèce introduite dans les Antilles il y a 30 ans n'est pas considérée comme envahissante (<https://inpn.mnhn.fr>).

Comme précisé ultérieurement, *Macrobrachium rosenbergii* est une espèce exotique au sens réglementaire et reste soumise à différentes contraintes si son élevage devait se développer en France métropolitaine.

## I.A.2. Aquaculture

### *I.A.2.1 Rappels*

Bien qu'elle soit élevée en captivité depuis plusieurs siècles, l'élevage moderne de cette espèce a commencé dans les années 60 et 70, en particulier à Hawaï et en Thaïlande. C'est une équipe Hawaïenne (Takuji Fujirama) qui a développé des techniques d'élevage pour la production de Post-larves (PLs) de crevettes sur une échelle commerciale (New, 2002 ; New et al., 2009).

Parmi la soixantaine d'espèces que compte le genre *Macrobrachium*, l'espèce *rosenbergii*, a montré un remarquable ensemble de qualités (rusticité, vitesse de croissance, bonne adaptation aux conditions d'éclosion et aux conditions de milieu) justifiant son choix pour l'élevage semi-intensif dans la plupart des pays de la ceinture intertropicale (Lacroix, 1983 ; Lacroix & Griessinger, 1988). Les premiers essais d'élevages français dans le Pacifique, les Antilles (Guadeloupe Martinique) ou à la Réunion ont débuté à la fin des années 70 ou dans les années 80 (Lacroix, 1983 ; Legall & Beague, 1986 ; Griessinger et al., 1991). En métropole, ce type d'élevage n'existait pas jusqu'en 2019, principalement pour des raisons de températures et de rendements trop faibles.

Avec l'augmentation des températures dans le cadre du changement climatique (<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-du-climat/1observations-du-changement-climatique>), cette production pourrait devenir intéressante dans les régions tempérées comme les Pays de la Loire.

La production mondiale avoisinait « seulement » les 234 000 tonnes par an en 2018 en particulier grâce aux pays d'Asie, principalement la Chine, la Thaïlande ou encore le Vietnam (FAO, 2020a). Le comportement et les caractéristiques de cette espèce en élevage a limité sa production mondiale.

#### *1.A.2.2 Principales caractéristiques d'élevage*

La crevette d'eau douce a des dispersions de taille très hétérogènes dues à une croissance et à des facteurs de comportement particuliers à cette espèce. Chez les mâles, il existe des relations de dominance qui apparaissent à la maturation sexuelle. Elles se traduisent par des individus de tailles et d'aspects différents ou morphotypes.

On distingue :

- des mâles dominés à pinces claires (PC) qui sont les plus petits animaux de la population ;
- des mâles subdominants à pinces orange (PO), de tailles intermédiaires ;
- des mâles dominants à pinces bleues (PB) qui sont les plus gros animaux de la population.

Les femelles, de tailles beaucoup plus homogènes, : se situe au centre en termes de distribution des tailles (Griessinger *et al.*, 1991)

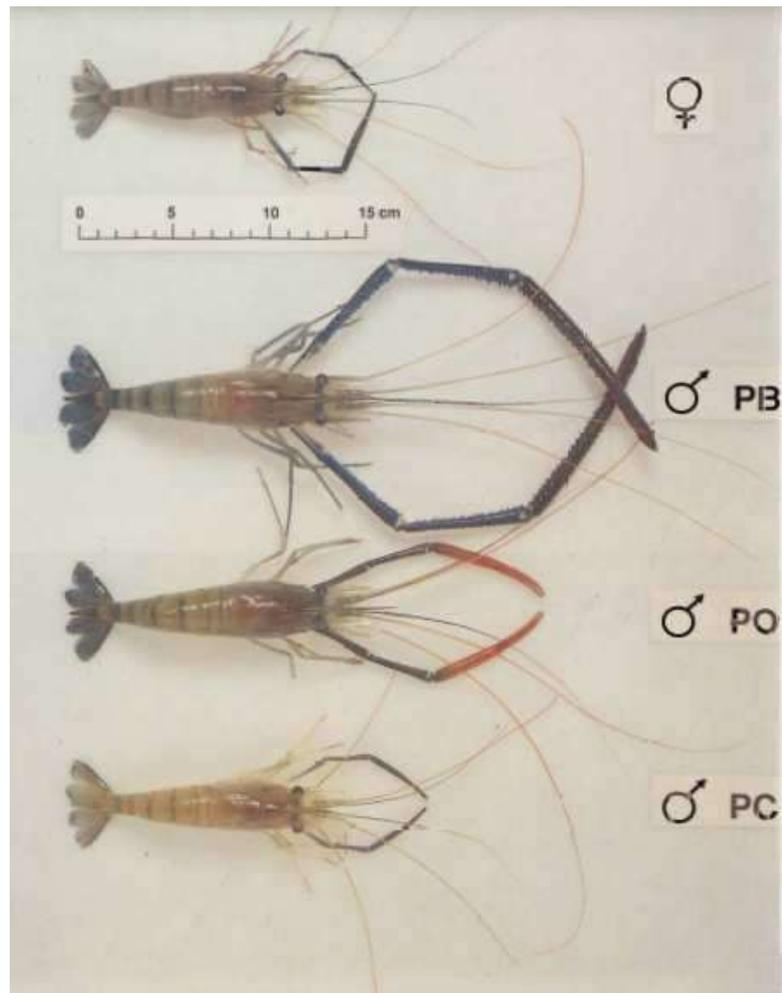


Figure 4 : Type morphologique de la crevette adulte (Griessinger *et al.*, 1991)

Cette espèce est assez rustique et semble tolérer des variations importantes pour certains paramètres (cf. tableau 1). On peut parler de zone de tolérance entre les valeurs létales et les valeurs optimales de la zone de tolérance. Le niveau des valeurs varie avec l'âge et le stade de mue de l'animal et la plupart des paramètres sont plus ou moins étroitement corrélés.

Tableau 1: Zones de tolérance, de croissance optimale et valeurs létales pour la crevette d'eau douce (d'après Griessinger *et al.*, 1991).

Paramètres	Mini	Zone de tolérance			Maxi
		Optimum			
Température (°C)	19	24	28-30	31	35
O <sub>2</sub> dissous (mg/l)	1	3	6-8	?	
Dureté carbonaté (eq. CaCO <sub>3</sub> mg/l)	?	5	40-120	150	300
pH PLs adultes	?	5,5	6-8	8,5	9
	4	5	6-8,5	10	10
NH <sub>4</sub> total (mg/l)			0	30	200
NH <sub>3</sub> (mg/l)			0		2,2
NO <sub>2</sub>		0	0	15	200
Salinité PLs Juvéniles		12		18	25
		0		0	

En zone tempérée, la production de cette espèce ne pourra se faire toute l'année en raison du froid hivernal. La période de grossissement ciblée va du mois de juin au mois d'octobre.

### **I.B. Méthodologie du projet MARCOPLO**

Cette étude d'opportunité doit permettre de vérifier l'intérêt d'un développement d'un élevage de crevettes d'eau douce dans les Pays de la Loire tout en sachant que cette production serait saisonnière. On se place donc dans le cadre d'une diversification d'activité pour les pisciculteurs d'étangs mais aussi pour d'autres aquaculteurs pour lesquels la période estivale constitue une période creuse. Comme c'est une espèce dite exotique au sens du règlement 708/2007, toutes les mesures de prévention seront proposées même si c'est une espèce qui n'est pas référencée comme étant invasive (<https://inpn.mnhn.fr/>).

Cette étude d'opportunité va comprendre quatre volets : réglementaire, technique, sanitaire et marché

### I.B.1. Volet réglementaire

La crevette d'eau douce de l'espèce *Macrobrachium rosenbergii* est une espèce considérée comme « exotique » au sens du Règlement 708/2007 modifié (annexe 1). Le Règlement prévoit un certain nombre de conditions pour autoriser l'introduction des espèces exotiques en vue de leur utilisation en aquaculture au sein de l'Union Européenne et en particulier dans une installation aquacole « fermée ».

L'étude aura pour objectif sur ce volet de mieux définir les contours réglementaires européens et nationaux, sans oublier le contexte local. Un vétérinaire sanitaire, le Dr Armand Lautreite, vétérinaire d'exercice exclusif en aquaculture – santé des poissons, effectuera des visites afin de vérifier le bon état sanitaire des crevettes et le respect des procédures, notamment du caractère fermé des installations. Un protocole de « bonnes pratiques » adapté au contexte ligérien sera réalisé à partir de l'expérience acquise en particulier dans le Gers. Ce protocole concernera la phase de grossissement, les phases de vidange et de récolte des animaux.

### I.B.2. Volet zootechnique

L'objectif des essais est de valider la pertinence technique du grossissement de l'espèce *Macrobrachium rosenbergii* dans les Pays de la Loire et d'acquérir des données en vue de son éventuelle exploitation commerciale régionale. C'est pour cela qu'ils se dérouleront dans les installations aquacoles fermées des lycées aquacoles régionaux du Haut Anjou de Château Gontier (site CG) et Olivier Guichard de Guérande (site G) (figure 5).

#### *I.B.2.1 Sites d'essais*

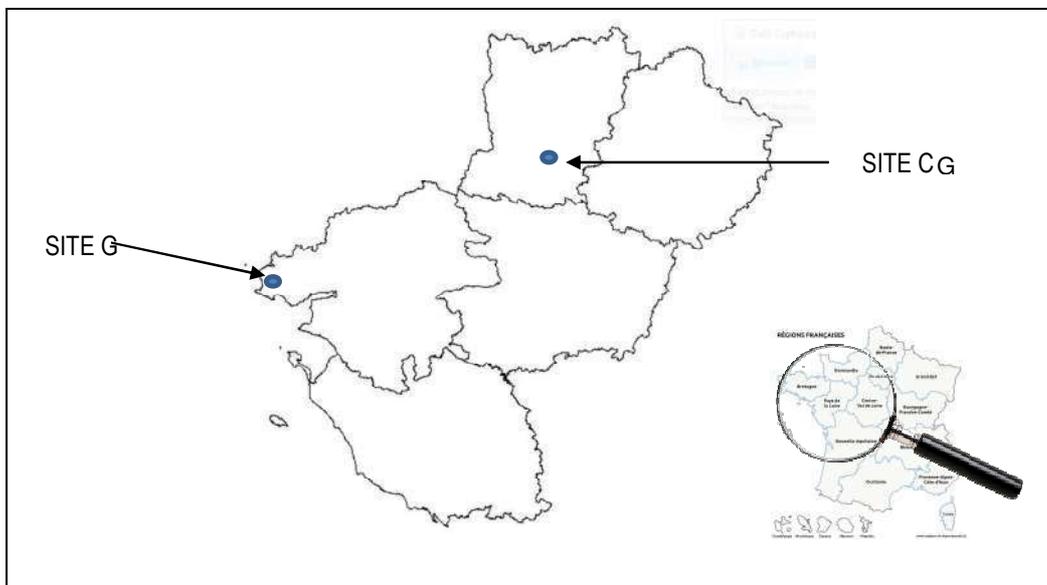


Figure 5 : Situation géographique régionale des sites d'expérimentation

### *Site de Château-Gontier (CG)*

La pisciculture continentale du Lycée professionnel de Château Gontier se trouve à quelques kilomètres de l'enceinte du lycée sur la commune de Gennes-sur-Glaize au Lieu-dit les Pories sur le bassin versant de la Mayenne. Les installations comprennent 8 raceway salmonicoles, une serre éclosion, une serre nurserie et 15 petits étangs en terre de 450m<sup>2</sup>, un de 6400 m<sup>2</sup> et deux de 1400 m<sup>2</sup> soit 1,4 ha en eau. Le pré grossissement se fera dans la serre nurserie (1). Le grossissement dans 2 petits étangs (figure 6). L'alimentation en eau du site piscicole est assurée par un fossé drainant, le bassin versant ainsi qu'un forage permettant une disponibilité en eau toute l'année. La vidange s'effectuera selon un protocole défini en début d'étude.



Figure 6 : Photos de la pisciculture avec la serre nurserie (1) et les bassins (2) prévus pour l'expérimentation (géoportail).

### *Site de Guérande (G)*

La pisciculture continentale du Lycée professionnel Olivier Guichard de Guérande est située dans l'enceinte même de l'établissement. Le site est situé sur le bassin versant du Traict de Pen bé Mesquer à la limite de la Loire Atlantique et du Morbihan.

Les installations comprennent cinq étangs, dont un de plus d'1 ha, l'étang de Crémeur, qui sert à alimenter en eau le reste des structures. Le site de la pisciculture continentale se situe au-dessus du niveau de l'étang. L'eau d'approvisionnement et de remplissage des étangs est principalement constituée par les eaux de ruissellements. Un groupe de pompage installé dans l'étang (160 m<sup>3</sup>/h) permet d'assurer l'approvisionnement en eau de la plateforme extérieure de bassins. Ces bassins ont été construits en 1972 et l'hydraulique générale du site a fait l'objet d'une restauration complète en 2015. Le grossissement s'effectuera dans 2 bassins de 15 mètres x 30 mètres alimentés par l'eau de l'étang. Le fond des bassins est en terre (2).

Le pré grossissement se fera en hors sol dans une salle d'élevage (1) de 60 m<sup>2</sup> thermorégulée comprenant un RAS (Recirculating Aquaculture System) de 2 m<sup>3</sup>.



Figure 7 : Vue aérienne de la pisciculture continentale du Lycée de Guérande

### *I.B.2.2 Pré grossissement*

Les crevettes seront issues de l'écloserie de la SARL Gascogne Aquaculture. Pour rappel, le cycle de production dans le cadre de l'étude MARCOPLO est représenté ci-après (figure 8). Les PLs, qui feront 0,006 à 0,01g, seront récupérées fin mars début avril 2023 sur le site gersois avant l'étape de pré grossissement. Ce déplacement sera aussi l'occasion d'une petite formation zootechnique nécessaire pour les étapes suivantes. Environ 3 000 à 5 000 PLs seront transportées sur chaque site.

Le pré grossissement se déroulera en circuit fermé dans les lycées en bassin hors sol dans une eau à 25-28°C pendant 2 mois. Cette phase permet d'augmenter la robustesse des juvéniles avant le passage en extérieur. Des densités importantes de l'ordre de 2 000 individus par m<sup>3</sup> est possible avec cette espèce pendant le pré grossissement en ayant une croissance assez homogène (Laval, 2022). Dans nos régions tempérées, cette phase sera comprise entre la fin mars et la fin mai voire début juin en fonction des conditions climatiques (températures bassins extérieurs). Elle comprendra 4 étapes clés qui seront précisées lors de l'étude :

- La mise en place des Post Larves.
- La gestion quotidienne et paramètres de qualité de l'eau.
- L'alimentation (aliment artificiel).
- Le suivi et optimisation de croissance.

### *I.B.2.3 Grossissement*

Le grossissement se fera dans des bassins en terre (au moins le fond) respectant les conditions d'une installation aquacole fermée (au sens du Règlement 708/2007 modifié) sur 4 mois (Juin > Septembre). Pendant cette période un suivi pondéral, sanitaire et un suivi des paramètres physicochimiques de l'eau seront effectués.

A l'issue du pré-grossissement, et donc au moment du stockage en bassin, les PLs auront un poids moyen supérieur à 0,25 g. (figure 8). Le stockage des PLs en bassin aura lieu fin mai ou début juin lorsque la température de l'eau atteint 20°C. La densité initiale sera de 3,5 PLs / m<sup>2</sup> (ce qui correspond à un système semi-extensif). Les bassins seront préalablement fertilisés en mai selon la technique de choix de chaque pisciculteur (fertilisation organique privilégiée).

*M. rosenbergii* est une espèce omnivore. Elle va se nourrir principalement du zooplancton, d'algues et d'invertébrés. L'approche est semi-extensive donc il s'agit de couvrir les besoins nutritionnels de la crevette par la distribution d'un aliment activant la productivité naturelle des bassins. Ce dernier a un rôle de fertilisant et n'est pas ou peu consommé directement par les crevettes. Pour l'étude, le choix s'est porté sur sous-produits de l'agriculture comme des tourteaux de protéo-oléagineux et autres sous-produits végétaux bruts destinés habituellement à l'alimentation du bétail. L'aliment (ou fertilisant) utilisé pendant la phase de grossissement sera à base végétale uniquement et d'une teneur en protéines supérieure à 20%.

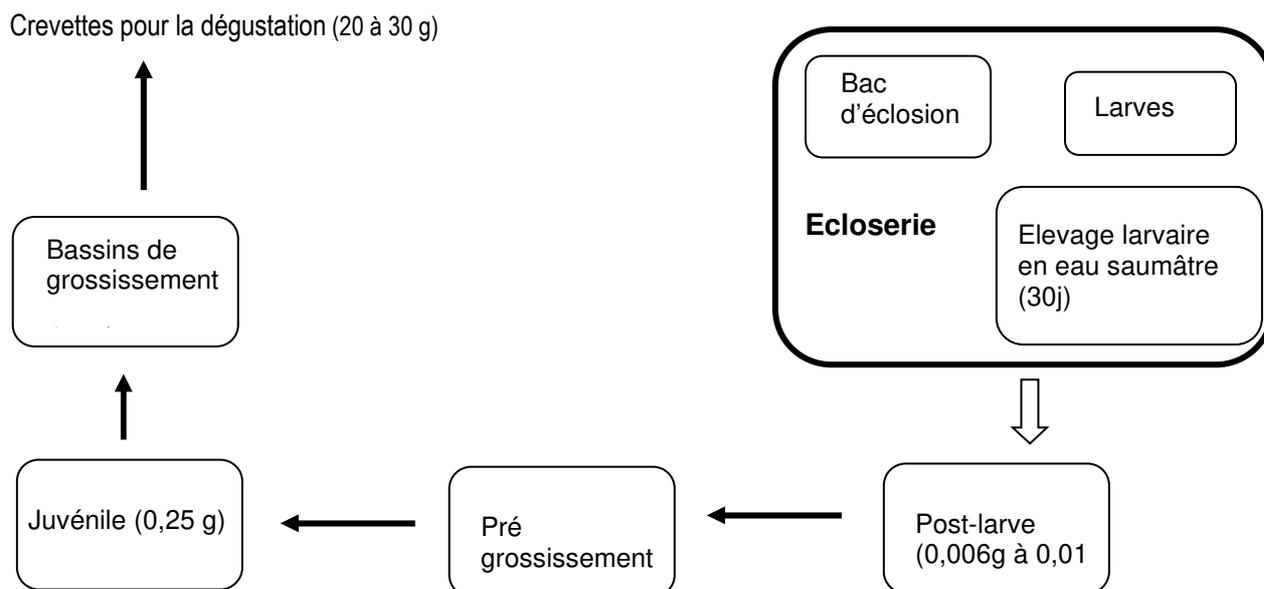


Figure 8 : Cycle de production pour les essais MARCOPLO (d'après Laval, 2022)

Un système d'aération pourra être utilisé en cas de baisse importante du taux d'oxygène dissous (taux d'oxygène dissous recommandé supérieur à 3 mg/l.)

La récolte par vidange totale du bassin sera effectuée quand la température de l'eau passe en dessous de 18° ou 19°C fin septembre ou début octobre.

Des pesées régulières par échantillonnage seront effectuées (1 fois par mois au minimum). Le poids total de chaque récolte et le poids individuel pour un échantillon de crevettes seront mesurés pour chaque site. Ainsi le taux de survie, le poids moyen individuel et le rendement moyen par ha pour chaque site pourront être déterminés. Les données de croissance seront comparées aux données de référence (Gers).

Des analyses des paramètres physico-chimiques de l'eau (température, dureté, pH, oxygène dissous, autres selon besoins) seront réalisées régulièrement en fonction des besoins et seront enregistrées. Les paramètres de référence pour *M. rosenbergii* à suivre sont connus et présentés Tableau 1 (New, 2002).

Les températures moyennes de ces dernières années seront analysées afin de vérifier si, dans le temps, ce type de production est durable dans une région comme la nôtre qui est située beaucoup plus au nord que celles où se sont créés les 2 premiers sites de production en métropole (Occitanie et Nouvelle Aquitaine), tout en prenant en compte le changement climatique.

### I.B.3. Volet sanitaire

Ce volet va comporter 2 parties : une zoosanitaire et une bactériologique.

#### *I.B.3.1 Aspects zoosanitaires*

La première va concerner les risques sanitaires lié à l'introduction de cette espèce exotique qui est notamment sensible à une maladie virale à déclaration obligatoire, le syndrome des taches blanches (WSSV - White Spot Syndrome Virus) dont le risque d'introduction peut toucher tous les crustacés décapodes et donc constituer un danger pour d'autres élevages de crustacés décapodes (zone indéterminée en France) et pour les populations autochtones d'écrevisses. Toutefois, même si aucun signalement de ce virus en France n'a été publié, il est à noter que les territoires des sites d'essais ne sont peu ou pas concernés par la présence d'écrevisses natives (Collas *et al.*, 2015).

Le sujet de la peste de l'écrevisse sera aussi abordé.

Néanmoins, pour ces essais, des mesures prophylactiques seront mises en œuvre avec un protocole sanitaire adapté au contexte ligérien pendant la phase de grossissement en plan d'eau et la phase de récolte des crevettes. Ce cahier des charges sera proposé par le Docteur Armand Lautraite vétérinaire aquacole et Président de l'Association Santé Poissons Sauvages (<https://www.association-sante-poissons-sauvages.com/>). Il réalisera ensuite un suivi sanitaire avec 1 visite sur site. Pour rappel, il a corédigé le guide de bonnes pratiques sanitaires en élevages piscicoles (Lautraite *et al.*, 2004).

Le protocole abordera plusieurs points :

- Les installations qui doivent répondre aux critères d'installations aquacoles fermées (selon Règlement 708/2007) pendant la saison d'essai de production des crevettes.
- La mise en eau des bassins afin notamment d'éviter l'introduction d'animaux potentiellement vecteurs de maladies
- La gestion de l'eau au cours du grossissement.
- La vidange finale des bassins qui constitue l'étape critique dans le cadre du respect des conditions d'une installation fermée.

#### *I.B.3.2 Bactériologie*

La seconde partie réalisée par Oniris/INRAe consistera à faire une analyse bactériologique sur les PLs en fin de pré grossissement puis sur des crevettes en cours de grossissement et en fin du process d'élevage ainsi que sur l'eau des différents élevages. L'objectif de cette recherche dans le cadre de cette étude d'opportunité est de commencer à caractériser la flore cultivable de ces crevettes dans des environnements de croissance différents et de rechercher d'éventuelles flores pathogènes pour l'élevage qui pourrait avoir un impact zootechnique. La flore totale sera dénombrée, des milieux de culture spécifiques seront utilisés pour cibler des flores opportunistes et/ou pathogènes (*Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Vibrio*) et des flores fécales, marqueurs de la contamination de l'environnement comme *Escherichia coli* et le genre *Enterococcus* (Hooper *et al.*, 2022). Une identification bactérienne par la technique MALDI TOF (Matrix Assisted Laser Desorption Ionization - Time of Flight) complétera la caractérisation.

#### **Isolement des bactéries à partir de l'eau**

Pour chaque échantillon d'eau, 100 ml seront filtrés sur filtre 0.45µm. Ensuite le filtrat sera remis en suspension à l'aide de 1 ml d'eau physiologique stérile puis dilué aux dilutions  $10^{-2}$   $10^{-3}$   $10^{-4}$ . 100 µl des différentes dilutions seront étalés sur gélose et mises à incubées.

### **Isolement des bactéries à partir des post larves/crevettes**

Les crevettes seront euthanasiées en étant placées au congélateur – 80°C. Elles seront ensuite broyées au mortier et stomachées avec de l'eau peptonée. Le produit du stomachage sera dilué aux dilutions  $10^{-2}$   $10^{-3}$   $10^{-4}$ . 100 µl des différentes dilutions seront étalés sur gélose et mises à incubées.

La flore totale sera recherchée sur gélose TSA (Tryptone Soy Agar) à 28 °C pendant 24 heures. Les bactéries du genre *Aeromonas* et *Pseudomonas* sur gélose GSP à 28°C pendant 24 heures et les bactéries du genre *Vibrio* sur milieu TCBS (Thiosulfate Citrate Bile Saccharose) à 37°C pendant 24 heures. Les bactéries du genre *Enterococcus* seront-elles recherchées sur milieu Slanetz and Bartley 37°C pendant 48 heures et les bactéries de type bacilles Gram négatifs et plus spécifiquement *Escherichia coli* sur le milieu EMB (Eosin Methylene Blue) à 37°C pendant 24 heures.

### I.B.4. Marché

Une première approche « marché » va être proposée lors de cette étude d'opportunité qui va comprendre 2 volets.

Le premier volet étudiera la partie production et concernera les aquaculteurs régionaux. Sous l'hypothèse d'une faisabilité technique, il visera à identifier l'intérêt potentiel des professionnels par cette nouvelle possibilité de diversification. Les contraintes, craintes, atouts et interrogations perçus par les aquaculteurs seront également analysés. Ce travail sera mené via le déploiement d'un questionnaire rempli en présentiel.

Les objectifs de l'enquête seront d'identifier les aquaculteurs :

- souhaitant se diversifier,
- potentiellement intéressés par la crevette d'eau douce,
- disposant des infrastructures permettant de réaliser le pré grossissement au printemps (sur 2 mois en centre d'allotement) ou l'élevage des *Macrobrachium rosenbergii* en été (en bassins en terre déconnecté du réseau hydrographique sur 4 mois),
- dont l'activité saisonnière serait compatible avec la production et la mise en marché des crevettes,
- disposant de surfaces disponibles et prêts à réaliser des investissements pour aménager des bassins, disposant ou souhaitant investir dans un atelier de transformation (possible de petite taille <20m<sup>2</sup>) composé à minima d'une table inox, d'une machine à glace, d'une chambre froide.

Le second volet permettra de sonder le marché potentiel et en particulier d'apprécier :

- la perception du public concernant le produit (aspects organoleptiques),
- les attentes concernant l'achat de crevettes/crustacés (local ou non, élevage extensif versus intensif, alimentation avec ou sans farine de poisson, en bio ou non...),
- les intentions d'achat (prix, quantités, « distance prêt à parcourir » pour l'achat ...),
- les avantages et/ou faiblesses du produit (saisonnalité, prix, approvisionnement...)

Pour cette étude, les circuits courts seront privilégiés. L'idée serait de profiter de la récolte des crevettes pour organiser une opération « découverte et dégustation » en ciblant les pisciculteurs, certains professionnels locaux en circuit court (restaurateurs, quelques poissonniers) ainsi des consommateurs proches géographiquement des sites d'essai. Il sera possible en particulier d'inviter les enseignants, les personnels des lycées concernés, les étudiants et leurs parents. Des questionnaires adaptés à chaque population (pisciculteurs, restaurateurs et poissonniers et consommateurs) seront élaborés et proposés pendant les dégustations.

## II. Résultats

Dans ce chapitre, avant d'aborder les thématiques zootechniques, sanitaires et de marché, un point réglementaire est nécessaire. Un protocole adapté au contexte ligérien et pour chaque site a été mis au point. Il servira de référence pour d'éventuelles futures demandes d'aquaculteurs régionaux.

### II.A. Volet réglementaire

Pour un futur aquaculteur qui souhaiterait développer la production de *Macrobrachium rosenbergii*, 2 points réglementaires doivent être pris en compte, le volet zoosanitaire avec l'Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) pour une nouvelle espèce et le caractère exotique de l'espèce qui nécessite de prendre des précautions particulières afin de bénéficier d'une autorisation préfectorale. La réalisation d'un cahier des charges devrait permettre de faciliter cette demande d'autorisation (cf.II.A.2).

A noter que plusieurs échanges par téléphone et par messagerie électronique se sont tenus avec les DDT(M) 44 et 53 ainsi qu'avec les DD(cs)PP 44 et 53. Les premiers contacts datent de la fin octobre 2022, avant donc le lancement de l'étude. Toutes les informations demandées ont été transmises afin de mener à bien les essais. Les administrations ont été régulièrement informées de l'avancée des travaux courant 2023.

#### II.A.1. Procédures administratives

##### *II.A.1.1 Agrément zoosanitaire*

Pour rappel, il existe une réglementation européenne relative à la santé des animaux aquatiques et qui s'applique aux poissons, aux crustacés et aux mollusques d'élevage, aux espèces aquatiques sauvages et aux animaux aquatiques d'ornement, qu'ils soient d'eau douce ou d'eau de mer. Il s'agit désormais du Règlement (UE) 2016/429 du Parlement Européen et du Conseil du 09 mars 2016, relatif aux maladies animales transmissibles et modifiant et abrogeant certains actes dans le domaine de la santé animale (« législation sur la santé animale ») dont certaines dispositions sont inspirées de la Directive 2006/88/CE du Conseil du 24 octobre 2006 relative aux conditions de police sanitaire applicables aux animaux et aux produits d'aquaculture, et à la prévention de certaines maladies chez les animaux aquatiques et aux mesures de lutte contre ces maladies.

La transposition de la Directive 2006/88 en droit national s'est faite via différents arrêtés, du 04 novembre 2008, notamment. L'Agrément ZooSanitaire (ou AZS) encadre la mise sur le marché d'animaux d'aquaculture et n'est pas abrogé en l'état actuel de la réglementation en vigueur sur le territoire national.

L'AZS est subordonné au respect des conditions minimales suivantes :

- Le respect des bonnes pratiques sanitaires en élevage aquacole.
- La tenue d'un registre d'entrée et sortie des animaux d'aquaculture, avec enregistrement des mortalités dites anormales.
- La mise en œuvre d'un plan de surveillance avec un vétérinaire sur la base d'une analyse de risque.

Pour les aquaculteurs déjà agréés, il faudra modifier l'AZS en rajoutant cette nouvelle espèce et en remplissant une grille d'analyse de risque (annexe 3). La crevette d'eau douce est sensible à une maladie répertoriée dans la liste des maladies réputées contagieuses ; la maladie des points blancs (Nimaviridae, Whispovirus) qui concerne tous les crustacés décapodes.

Dans le cadre de l'étude MARCOPLO, les deux sites d'essais ont modifié leur AZS.

#### II.A.1.2 Arrêté Préfectoral introduction espèce exotique

En Europe, hors outre-mer, les premiers essais de production de *Macrobrachium rosenbergii* en milieu extérieur ont été réalisés en France en 2017 (SARL Gascogne Aquaculture) en partenariat avec INRAe-Oniris. La production à des fins commerciales a été autorisée en 2018 (annexe 2).

La crevette d'eau douce de l'espèce *Macrobrachium rosenbergii* est une espèce considérée comme « exotique » au sens du Règlement Communautaire n° 708/2007 du 11 juin 2007, modifié par le Règlement 304/2011 du 09 mars 2011, relatif à l'utilisation en aquaculture des espèces exotiques et des espèces localement absentes (annexe 1) qui fixe les règles relatives à l'introduction d'une nouvelle espèce aquacole, dite « exotique » dans l'Union européenne. Une espèce exotique est définie dans ce Règlement comme suit :

- Toute espèce ou sous-espèce d'organisme aquatique présent en dehors de son aire connue de répartition naturelle ou de son aire naturelle de dispersion potentielle.
- Tout organisme polyploïde et espèce fertile obtenue par hybridation, quelle que soit son aire de répartition naturelle ou de dispersion potentielle.

L'Annexe IV liste les espèces exotiques pour lesquelles le Règlement ne s'applique pas. L'espèce *M. rosenbergii* est inscrite sur cette liste uniquement pour les départements d'Outre-mer et peut donc être élevée en installation aquacole ouverte dans ces territoires. En Métropole, l'élevage peut être possible dans une installation reconnue par l'Administration comme répondant aux dispositions d'une « **installation aquacole fermée** ».

La définition d'une « installation aquacole fermée » au sens du Règlement 708/2007 modifié est une installation située à terre :

a) Dans laquelle :

- L'aquaculture est pratiquée dans un milieu aquatique impliquant une recirculation de l'eau.
- Les rejets n'ont aucune connexion avec les eaux libres avant tamisage et filtrage ou percolation et traitement pour empêcher la libération des déchets solides dans le milieu aquatique et toute fuite hors de l'installation d'espèces d'élevage et d'espèces non visées susceptibles de survivre et, ultérieurement de se reproduire.

b) Et qui :

- Empêche des pertes d'individus d'élevage ou d'espèces non visées et d'autre matériel biologique, y compris d'éléments pathogènes dus à des facteurs tels que les prédateurs et les inondations.
- Empêche par des moyens raisonnables les pertes d'individus d'élevage ou d'espèces non visées et d'autre matériel biologique, y compris d'éléments pathogènes, dues au vol et au vandalisme.
- Assure l'élimination appropriée des organismes morts.

La première reconnaissance d'une installation aquacole fermée à l'élevage de *Macrobrachium rosenbergii* en France a été réalisé dans le Gers en 2018 (annexe 2). Le protocole mis au point dans le cadre du projet MARCOPL0 en Pays de Loire pour répondre aux conditions « une "installation aquacole fermée » sera décrit dans le chapitre suivant (cf. II.A.2).

## II.A.2. Protocole installation aquacole fermé

Lors d'une visite de terrain les 05 et 06 mai 2023, un protocole est mis au point pour chaque site à partir de celui mis en place dans d'autres régions (Gers et Ain notamment).

### *II.A.2.1. Les infrastructures : bassins d'essai*

Les installations répondront aux critères d'installations aquacoles fermées (selon Règlement 708/2007 modifié) pendant la saison d'essai de production des crevettes.

#### - Site du Lycée de Guérande

Deux bassins adjacents à parois bétonnées et fond en terre, de même dimension (450 m<sup>2</sup> chacun), seront utilisés pour l'essai (figure 7). Les 2 bassins sont déjà couverts par des filets anti-oiseaux. Leur vidange en conditions habituelles est réalisée par ouverture d'une vanne-guillotine (pour chaque bassin) permettant leur déversement dans un étang connecté au réseau hydrographique naturel. Dans le cadre de l'essai d'élevage de crevettes, il est possible de satisfaire au règlement 708/2007 modifié en réalisant les aménagements suivants :

- Sceller de manière étanche les vannes-guillottes de chacun des bassins ; pour cela un joint siliconé devra être ajouté sur le pourtour des portes des vannes d'évacuation.
- Le tuyau de surverse des bassins devra être surélevé pour éviter tout risque de débordement des bassins en cas de pluies anormalement abondantes (la surverse ne devant pas être atteinte dans le cas improbable de précipitations supérieures aux maximales).
- Le niveau d'eau des deux bassins sera d'1 mètre avec 70 cm au niveau de la partie la plus basse des bassins, ce qui permettra pour la récolte finale (en septembre) de vidanger complètement le bassin 1 par transfert de son eau dans le bassin 2 (lui-même déjà en eau) sans risquer le débordement de ce dernier. En effet la hauteur du bassin 2 sera alors de 140 cm au point le moins profond (or il peut contenir une hauteur supérieure à 2 mètres).
- Un protocole est proposé sur le modèle du protocole proposé en Dombes (ADAPRA, Ain) pour la gestion des eaux de vidanges.

#### - *Protocole pour mise en bassin de grossissement et récolte*

La mise en eau des bassins de grossissement se fait dès que possible (prévue les 13-14 mai 2023), les juvéniles y seront introduits dès que la température minimale de 20°C (le matin) semble acquise pour la saison, probablement tout début juin.

Fertilisation : à commencer dès la mise en eau des bassins. Plusieurs options sont envisagées : utilisation de l'eau du grand bassin du système recirculé adjacent (eau plus fertile que l'étang), ajout de bottes de foin, utilisation de fertilisant minéral (Algoflash), d'engrais organiques... Une analyse physico-chimique préliminaire est nécessaire (N, P) pour estimer les besoins en fertilisation.

Vidange : elle sera effectuée en deux temps (espacés de 1 à 2, voire 3 semaines) : le premier bassin vers la fin septembre. Toute son eau sera transférée dans le 2<sup>ème</sup> bassin d'élevage dont la capacité est suffisante. Une pompe submergée de type vide cave sera utilisée pour cette vidange, une crépine empêchera l'aspiration de toute crevette. La hauteur du deuxième bassin étant doublée par ce transfert, cela permettra de prolonger l'élevage dans celui-ci jusqu'à fin septembre (ou au-delà) en limitant les risques de mortalité en cas de coup de froid précoce grâce à l'inertie thermique obtenue par la forte profondeur.

Le 2<sup>ème</sup> bassin sera au final vidangé pour sa récolte en transférant toute l'eau dans le 1<sup>er</sup> bassin, à sec et préalablement traité (chaux vive) pendant l'intervalle entre les 2 vidanges. Le 2<sup>ème</sup> bassin sera également chaulé suite à sa vidange. Le protocole de chaulage est celui recommandé par le « guide de bonnes pratiques sanitaires en élevage piscicole » pour une désinfection : épandre 1500 kg/ha de chaux vive (CaO) ou 2000 kg/ha de chaux éteinte (Ca(OH)<sub>2</sub>) sur sol humide, laisser agir pendant un minimum de 1 semaine avant remise en eau du bassin.

L'eau sans crevettes sera maintenue dans le 1<sup>er</sup> bassin pendant une période minimale de 3 mois, jusqu'à début janvier (sur le modèle du protocole Dombes). Cela assurera l'absence de survie de crevettes (mortalité en dessous de 13°C, température systématiquement atteinte à cette saison) et de portage éventuel de pathogènes.

#### - Site du Lycée de Château Gontier

##### *Caractère d'installation fermée des bassins de grossissement*

De nombreux bassins en terre sont disponibles pour le grossissement. Utilisés chaque année pour la production de la ferme piscicole depuis de nombreuses années, ils seront fertiles et adaptés au grossissement de crevettes. Deux bassins, d'environ 500 m<sup>2</sup> chacun, seront utilisés pour l'essai de grossissement de *M. rosenbergii*. Des filets anti-oiseaux peuvent être posés, soit des cordons espacés de 1 mètre et fixés à des piquets sur les berges des bassins (option retenue sur ce site).

Chaque bassin peut être complètement fermé, isolé des autres bassins et du milieu naturel, sans circulation d'eau, ce qui permettra de répondre aux exigences d'installation aquacole fermée pendant la période de l'essai.

Le principal point d'attention portera sur la vidange. Le système existant et normalement pratiqué consiste à vidanger l'eau dans un fossé lui-même raccordé aux eaux naturelles (bien que ces dernières soient éloignées). La vidange par épandage sur un terrain agricole voisin est envisageable mais peu pratique. Ainsi il est proposé qu'un bassin supplémentaire (d'une surface supérieure ou égale au plus grand des 2 bassins de grossissement de crevettes), préalablement vidé et bien sûr fermé, soit réservé pour recevoir l'eau de la vidange d'un des bassins de grossissement, celui qui sera vidé en premier. Le deuxième bassin de grossissement sera quant à lui-vidangé dans le premier bassin préalablement vidé (et chaulé).

#### - *Mise en bassin de grossissement*

Le calendrier et la fertilisation sont identiques qu'à Guérande.

Pour la mise en charge il est suggéré d'ensemencer chacun de 2 bassins avec le même nombre de crevettes (environ 2000 PLs par bassin de 500 m<sup>2</sup>, soit une densité de 4/m<sup>2</sup> de bassin). L'un des bassins sera avec substrat et l'autre sans substrat, ce qui permettra de comparer les rendements pour ces deux pratiques distinctes.

- *Assec et assainissement des bassins ayant reçu les crevettes*

Un assec des bassins d'élevage des crevettes sera réalisé suite à leur vidange et sera couplé à un chaulage dont le but est la désinfection du bassin. Comme pour le site de Guérande, le protocole de chaulage est celui recommandé par le « guide de bonnes pratiques sanitaires en élevage piscicole » pour une désinfection. Le protocole de gestion des eaux de vidange sera identique à celui proposé à Guérande avec une période de 3 mois post-récolte de vide sanitaire pour l'assainissement des eaux ayant contenu des crevettes en été.

Suite à sa remise en eau un nouveau cycle d'élevage d'une espèce piscicole peut être envisagé après contrôle du pH qui doit être inférieur à 8,5 environ.

## **II.B. Volet zootechnique**

Avant de présenter les résultats des suivis réalisés lors de la phase de grossissement en plans d'eau, il est utile de rappeler les premières étapes ayant abouti à la production des juvéniles.

### **II.B.1. Production des juvéniles et mise à l'eau**

#### *II.B.1.1 Pré grossissement*

Les animaux sont issus d'une reproduction artificielle réalisée à l'écloserie de Gascogne Aquaculture dans le Gers début mars 2022. La phase larvaire (dont une partie en eau saumâtre) aura duré environ 30 j. avant la métamorphose en post-larve (PLs).

Les PLs sont récupérées le 06 avril 2023. Après une formation sur site, environ 4 000 PLs sont transférés sur chaque site G et CG avec l'aide de bacs isothermes. Quelques dizaines d'individus sont aussi récupérés pour les premières analyses bactériologiques (figure 9).

A ce moment-là, les PLs font en moyenne **0,006g.** à **0,01g.**



Figure 9: Préparation et transfert des post larves

Les PLs sont transférées avec précaution et acclimatation sur chaque site en nurserie dans des bacs hors sol. Le pré grossissement va durer environ 60 jours avec une température de l'eau comprise entre 25°C et 28°C. Les densités recommandées sont de 1000 PLs/m<sup>3</sup> qui peuvent monter de 1 500 à 3 000 PLs/m<sup>3</sup> si les bacs contiennent des supports ou des substrats verticaux voire horizontaux sur lesquels les PLs viennent s'accrocher (figure 10).



Figure 10 : Photos des bassins de pré grossissement sur le site CG (gauche) et sur le site G (droite) avec les supports

L'alimentation se fait à l'aide d'aliments inertes pour poissons contenant au moins 30% de protéine d'abord sous la forme de miettes puis sous forme de granulés d'1mm. Elle intervient 2 fois par jour sur l'ensemble du bassin.

Le principal point de vigilance concerne les taux de nitrites qui ne doivent pas dépasser les 2 mg/l (Laval, 2022). Les principaux paramètres sont répertoriés dans le tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2: Table de nourrissage en nurserie de *M. rosenbergii* à 25°C (Laval, 2022)

Age des PLs (j.)	1	8	15	22	29	36	43	50	57	64
Poids des PLs (g.)	0,006	0,01	0,016	0,025	0,035	0,05	0,075	0,1	0,15	0,25
Alimentation (g/j / 1000 PLs)	1	1,3	1,5	2	2,6	3,5	4,8	6	8	10
Taux de nourrissage (%)	16,7	13	9,4	8	7,4	7	6,4	6	5,3	4,8

La phase de pré grossissement aura duré 60 j. sur le site G et 67 j. sur le site CG avec respectivement 69% et 85% de taux de survie.

### *II.B.1.2 Préparation des bassins et mise à l'eau*

Le grossissement de cette espèce ne peut pas se faire dans des bassins en dur. Il faut notamment un fond naturel meuble car cette crevette vit sur le fond. Le sol lui assure plusieurs fonctions notamment celle de sources de nourriture variées sous forme de débris organiques plus ou moins décomposés et d'organismes vivants (Griessinger *et al.*, 1991). Les températures estivales doivent permettre dans les régions tempérées d'assurer un grossissement suffisant. C'est un des enjeux de l'étude. Comme précisé dans les chapitres précédents, l'installation extérieure doit respecter les caractéristiques d'une installation aquacole fermée.

Tous les bassins sont mis en assec fin avril et éventuellement chaulés (figure 11). Le remplissage des bassins commence environ 4 semaines avant l'introduction des juvéniles pour le phytoplancton.

Pour le site G, l'eau provient d'un étang. Elle est donc filtrée afin d'éviter l'arrivée de prédateurs divers. Le niveau d'eau est fixé à 1 mètre en moyenne. Il est recommandé d'avoir au minimum 70 cm d'eau (Laval, 2022).

Dès la mise en eau des bassins, des opérations de fertilisation se sont mises en place. La fertilisation organique, notamment d'origines végétales avec des bouchons de luzernes et du tourteau de soja ou de tournesol, est recommandée. Mais pour l'étude, elle s'est réalisée sur les deux sites avec de l'engrais minéral liquide (Algoflash). Ensuite pour le grossissement, cette fertilisation s'est réalisée avec les bouchons de luzernes et/ou du tourteau de tournesol.



Figure 11 : Photos des futurs bassins d'essais en assec voire chaulés

Deux bassins par site d'environ 450 à 500 m<sup>2</sup> chacun sont prévus pour le grossissement. Sur le site G, les bassins ont des parois bétonnées et un fond meuble plutôt sableux. Sur le site CG, les bassins sont de petits étangs en terre avec un fond un peu vaseux (figure 11).

La mise en place de substrats dans les bassins peut avoir un effet bénéfique pour le rendement final. Sur le site CG, 30 cages sont installées sur 1 des bassins. Elles sont en dur et de dimensions 80x80 cm. Elles ont été initialement créées pour la protection des poissons contre les oiseaux piscivores. Il y aura environ une surface estimée de 150 m<sup>2</sup> de substrat (figure 12).



Figure 12: photo d'une cage sur le site CG

Il fallait attendre que la température minimale journalière de l'eau (le matin) soit au minimum de 19°C à 20°C pour pouvoir transférer les juvéniles sans altérer leur potentiel de survie et de croissance (figure 13). C'est une espèce assez territoriale et les densités ciblées sont de 3 à 4 crevettes par m<sup>2</sup> dans une configuration volontairement semi-extensive avec peu d'intrants. Sur le site **G**, le transfert s'est déroulé le 05 juin 2023 avec 1 385 juvéniles par bassin et plus précisément dans les bassins **B1 et B2**.



Figure 13 : photos du bassin B2 sur site G (à gauche) et du bassin B7 sur le site CG en eau avec leurs dispositifs (filets et cages pour B7).

Sur le site **CG**, le transfert s'est tenu le 12 juin 2023 avec 1 700 juvéniles par bassin et plus précisément dans les bassins **B1 et B7**. Seul le bassin B7 possède des cages (figure 13).

Des aérateurs sont mis en place dès la fin juin sur le site CG et un peu plus tardivement sur le site G générant des conséquences comme nous le verrons par la suite.

## II.B.2. Grossissement

La phase de grossissement a duré de 111 à 132 jours selon les sites et les bassins soit entre 111 et 122 jours sur le site CG et entre 129 et 132 jours sur le site G.



Figure 14 : Photo des pêches de bassins sur CG (en haut) et sur G (en bas)

Un suivi quotidien a été réalisé avec la mesure de certains paramètres, principalement la température et l'oxygène. Un poids moyen a été fait tous les mois à partir d'un échantillon d'environ 30 individus. Les dates de suivis ont été selon les sites les 2 et 3 juillet, les 2 et 3 août, les 29 et 31 août et enfin mi-septembre.

Les pêches finales et les mesures se sont déroulées systématiquement avec des apprenants des lycées respectivement les 25 septembre et 10 octobre sur le site CG et les 13 et 16 octobre sur les sites G (figure 14). La pêche s'est donc déroulée 2 à 3 semaines plus tôt sur le site CG que sur le site G. Et même sur le site CG, les pêches entre les deux bassins se sont espacées de 15 jours pour des raisons techniques, ce qui limitera l'interprétation pour certains résultats. **La mise en œuvre des protocoles (vidange et récolte) n'a posé aucune difficulté.**

L'organisation des journées « découverte et dégustation » (cf. II.D) et le manque de croissance estival nous ont poussés à retarder au maximum les pêches.

### II.B.2.1 Température et oxygène

La température moyenne de l'air sur les 2 sites entre début juin et mi-octobre a été identique soit 19,3°C. C'est un peu plus faible qu'en 2022 avec une température moyenne de 19,65°C. La particularité de cette période estivale 2023, c'est la température moyenne de l'air qui a été plus faible durant les mois de juillet et d'août que pendant les mois de juin et de septembre (figure 15).

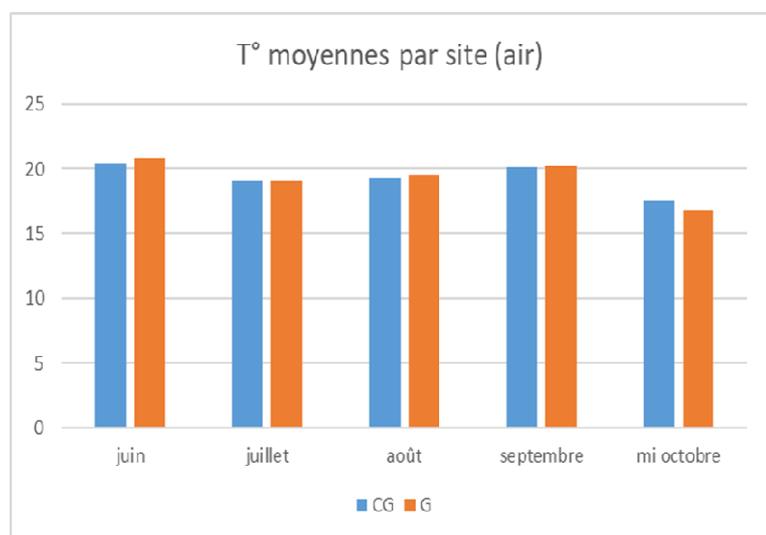


Figure 15 : Températures moyennes de l'air sur les sites G et CG

Ces températures de l'air viennent de données météo prises dans un rayon de 20 km autour des sites (<https://www.infoclimat.fr/climatologie-mensuelle>). Pour les températures de l'eau et d'oxygène, les mesures sont prises *in situ* avec des différences de valeurs selon les sites.

## Site de Guérande

Les prises journalières de la température de l'eau et de l'oxygène sont matinales, entre 09h et 10h30. Elles restent indicatives comme elles sont ponctuelles et peuvent correspondre à des valeurs minimales journalières. La température moyenne de l'eau aura été de 21,8°C avec des variations allant de 25°C en août à 16°C en octobre (figure 16).

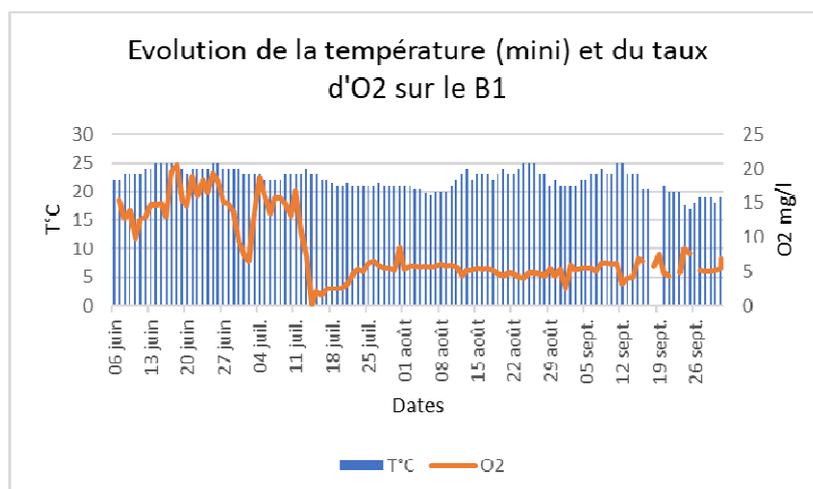


Figure 16: Evolution journalière des températures minimales et de l'oxygène dissous dans le bassin B2 sur le site G

A noter des températures inférieures à 20°C début août, ce qui est faible pour la croissance des crevettes (figures 16 et 17). Par contre, la concentration d'oxygène dissous a beaucoup varié passant que quelques milligrammes par litre à plus de 15 mg/l. Ces phénomènes de sursaturation viennent de blooms phytoplanktoniques qui ont eu pour conséquence aussi des chutes brutales d'oxygène autour du 12 et 13 juillet (figures 16 et 17). Le Secchi était inférieur à 15 sur le bassin B1 avec un taux d'oxygène presque nul le 13 juillet (figure 16). Ces valeurs n'ont pas été si faibles sur le B2 (figure 17).

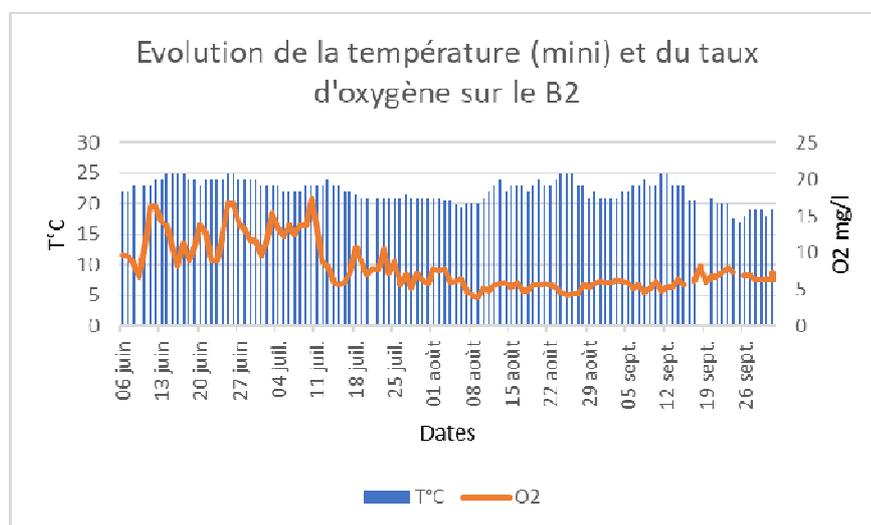


Figure 17 : Evolution journalière des températures minimales et de l'oxygène dissous dans le bassin B1 sur le site G

Les aérateurs n'ont pu être mis en place qu'à partir de la journée du 13 juillet limitant ainsi les chutes d'oxygène et les blooms de cyanobactéries par la suite.

### Site de Château Gontier

La température moyenne de l'eau a été légèrement inférieure à celle sur le site G, soit 21,3°C. On retrouve des températures fluctuantes, en particulier inférieurs à 20°C début août comme sur le site G. Cependant, la concentration d'oxygène dissous n'est jamais descendue en dessous de 2,2 mg/l et c'était début juin avant la mise en place des aérateurs courant juin. Cette valeur a peu dépassé les 10 mg/l (figure 18). Il n'y a pas eu de phénomènes de blooms de cyanobactéries comme sur le site G.

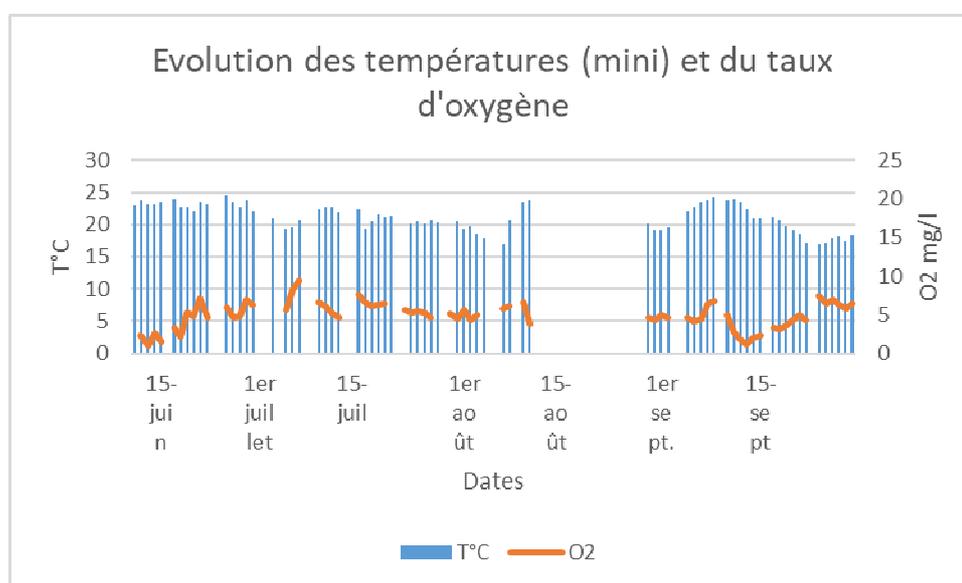


Figure 18 : Evolution journalière des températures minimales et de l'oxygène dissous dans le bassin B1 sur le site CG

#### II.B.2.2 Survie

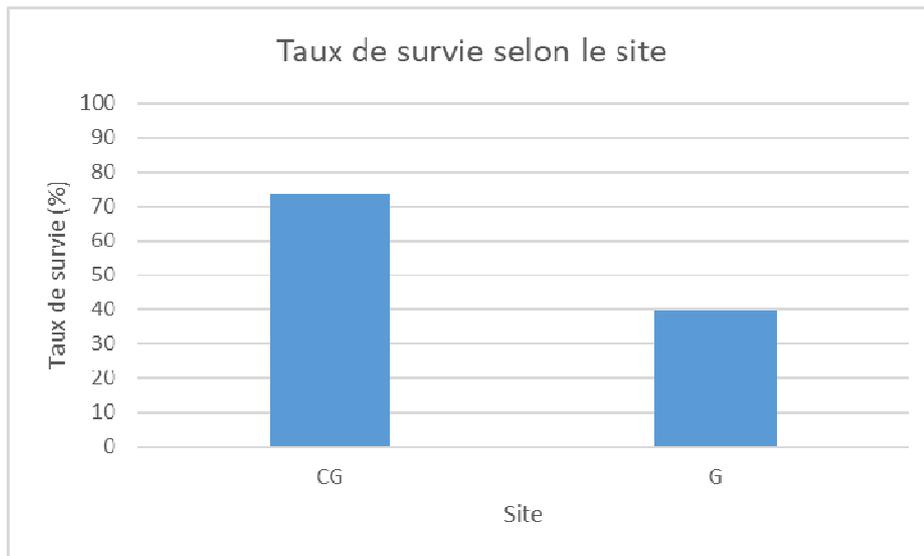
Pour rappel, les bassins sont protégés de filets limitant au maximum le risque de prédation aviaire.

##### Taux de survie selon le site

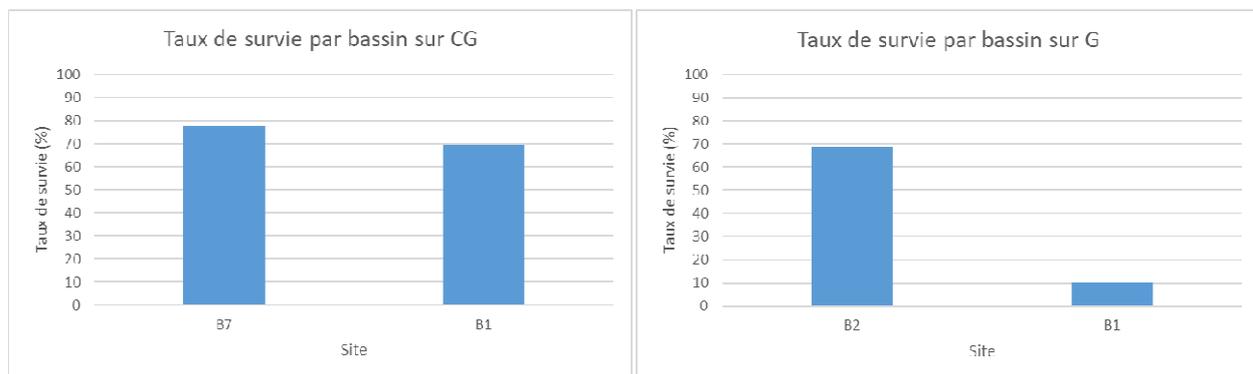
Le taux de survie est de 73,5% sur le site CG et de 39,5% sur le site G. Le pourcentage sur le site CG est conforme aux résultats attendus, ce qui n'est pas le cas pour le site G.

##### Taux de survie sur le site CG

Sur le site CG, le taux de survie est de 77,6% pour le bassin B7 et de 69,5% pour le bassin B1 qui a été pêché 15 jours plus tard avec des baisses marquées de températures nocturnes dès le 04 octobre (5 à 7°C) engendrant les premières mortalités (figure 20). Il est donc difficile de mettre en avant un effet bassin, en particulier un effet « cage ».



**Figure 19 : Taux de survie final des crevettes par site**



**Figure 20 : Taux de survie final des crevettes par bassin sur les 2 sites**

#### *Taux de survie sur le site G*

Pour rappel, sur le site G, la pêche des 2 bassins s'est faite à 3 jours d'intervalle. Il y a un effet bassin marqué entre le bassin B2 avec 68,9% de taux de survie et le bassin B1 avec seulement 10,1% (figure 20). La chute importante de la concentration d'oxygène sur ce bassin (figure 16) pourrait expliquer ce résultat. Le 13 juillet matin, la valeur était presque nulle. Des valeurs inférieures à 1 mg/l sont léthales (Laval, 2022). La récolte d'échantillons pour les poids moyens réalisés après cette date a toujours été compliquée sur ce bassin B1.

En pratique, le taux d'oxygène dissous est un des trois principaux paramètres de tout élevage (avec la température et le pH). Il détermine l'énergie que l'animal peut dépenser pour son osmorégulation, pour la constitution de ses réserves, pour sa croissance, etc. Chez *Macrobrachium* comme chez *Penaeus*, on considère que le taux de 3 ppm à 28° C est la valeur en-dessous de laquelle l'oxygène présent dans le milieu peut affecter la croissance et la survie (Griessinger *et al.*, 1991).

**L'éleveur doit donc toujours porter une attention particulière à ce paramètre de l'oxygène.** Cela passe par une bonne gestion des bassins, notamment par un contrôle du phytoplancton (et surtout des cyanobactéries) qui concurrencent l'animal dans l'utilisation de l'oxygène.

Dans le cas de bassins à forte demande en oxygène, la mise en service d'aérateurs mécaniques peut être nécessaire au moins pendant une partie de la nuit. Sur le site G, la mise en place d'aérateur n'a pu intervenir qu'après la chute l'oxygène le 13 juillet, ce qui a permis d'éviter d'autres phénomènes identiques par la suite.

### II.B.2.3 Poids moyens

#### Poids moyens par site

Les résultats présentés sont issus des poids moyens réalisés tous les mois sur environ 30 individus ainsi que du point final effectué après les pêches des 4 bassins réalisées entre le 25 septembre et le 16 octobre 2023.



Figure 21 : Poids moyen individuel final par site (+-IC95%)

Le poids moyen individuel final est réalisé sur plusieurs centaines de crevettes sur chaque site (figure 21). Il est de **19,05 g** sur le **site CG** et de **15,72 g** sur le **site G** avec une différence hautement significative (t. test ;  $p < 0,01$ ). Il faut rappeler aussi que la mise à l'eau des juvéniles sur le site G s'est déroulée 6 jours avant celle sur le site CG. Les pêches se sont aussi déroulées plus tôt. Donc les crevettes sur le site CG ont entre 9 et 21 jours de croissance en moins selon les bassins accentuant ainsi différences de performances de croissance entre les 2 sites.

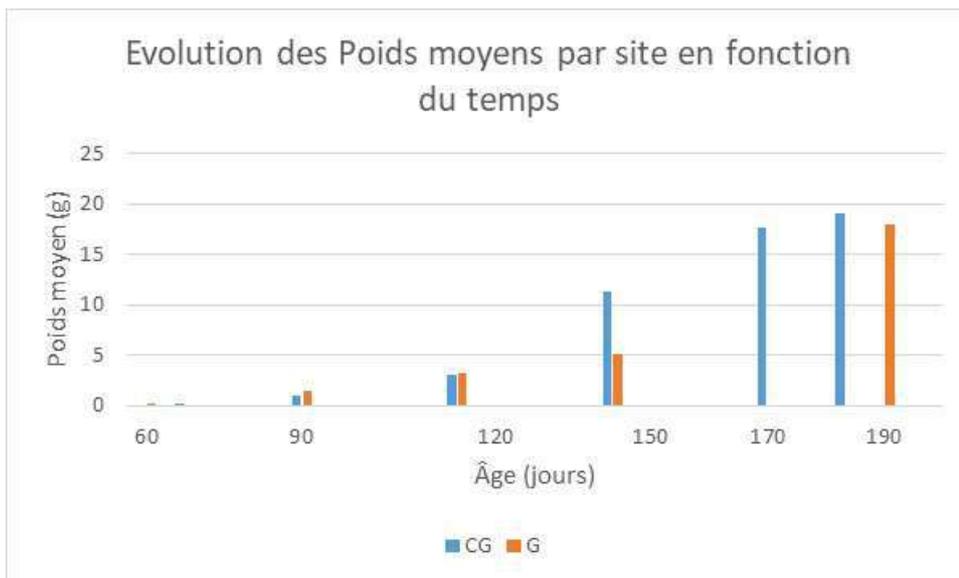


Figure 22 : Evolution des poids moyens en fonction du temps par site

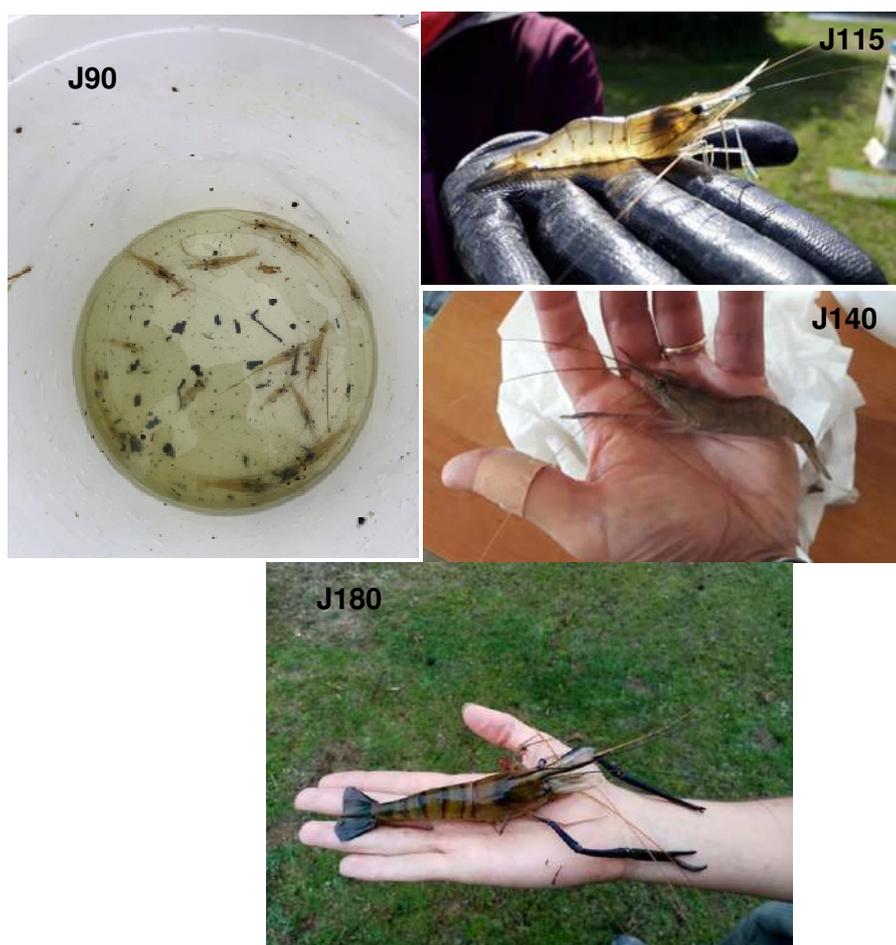


Figure 23 : Photos de têtes de lots à J90 (2-3 g), à J115 (11-12g), à j140 (19g) et à J180 (39g)

L'évolution de la croissance pondérale est plus lente que celle de la courbe de référence, surtout sur le site G (figures 22 et 24).

Pour rappel, les juvéniles ont été mis en bassin à partir de 60 j (après leur métamorphose) sur le site G. A 190 j, on aurait dû avoir un poids moyen dépassant les 21 g (figure 25). Sur le site CG, les croissances sont légèrement inférieures mais restent tout à fait acceptables avec les conditions météorologiques plutôt fraîches constatées entre la mi-juillet et la mi-août.

#### *Poids moyens sur le site CG*

La pêche des bassins B7 et B1 se sont déroulées respectivement les 25 septembre et le 10 octobre. Le poids moyen est de **17,58 g** sur le **B7** et de **19,05 g** pour le **B1**. Les différences sont significatives (figure 25). L'effet «c age» n'a pas pu être démontré alors que les tendances issues des poids intermédiaires nous laissaient présager que les poids moyens seraient supérieurs sur le B7. Il faut rappeler que ce dernier a été pêché 15j plus tôt que le B1 sachant que les températures moyennes max de l'air étaient pendant cette période de 25°C et les températures moyenne maxi de l'eau étaient de 19,7°C. Comme le montre les classes de poids, les crevettes ont continué à croître pendant ces 15j. (figure 26).

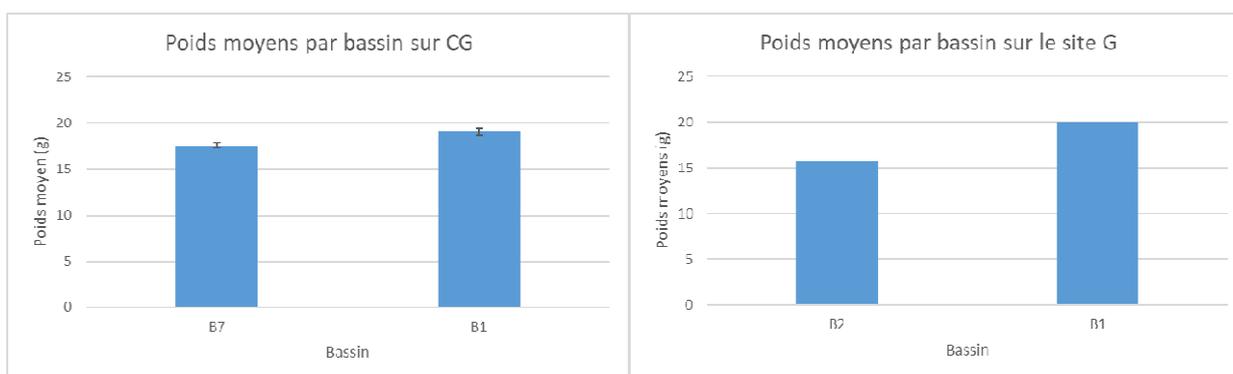


Figure 24 : Poids moyens par bassin sur les 2 sites

#### *Poids moyens sur le site G*

Les pêches sur les 2 bassins sont espacées de 3 jours. Sur le B1, il ne restait que 140 crevettes (10,1% de survie). Une biomasse totale a été effectuée. Le poids moyen résultat est de 20g. (figure 24). Sur le B2, un poids individuel est réalisé sur 260 crevettes. Le poids moyen individuel est de 15,71g. Les résultats ne sont évidemment pas comparables.

La température ne permet pas d'expliquer ces différences de performances pondérales. La température moyenne de l'eau sur le site G a même été légèrement supérieure à celle mesurée sur le site CG.

La fertilisation s'est déroulée selon le même protocole sur les 2 sites pendant la période de l'expérimentation mais la fertilité naturelle initiale des bassins est peut-être différente ; elle dépend notamment de l'historique de

chaque bassin (présence par exemple d'une production importante de poissons nourris abondamment pendant la saison précédente).

Ainsi 2 facteurs peuvent expliquer les différences de croissance pondérale sur les 2 sites, la nature du fond du substrat des bassins et leur fertilité naturelle initiale. Sur le site G, vous avez des bassins qui ont des parois verticales bétonnées avec un fond sablo-vaseux assez pauvre alors que sur le site CG, ce sont des bassins en terre (nature limono-argileuse) vaseux et plutôt riches. Une des conséquences a été de développement, sur le site CG, de plusieurs espèces de macrophytes comme *Ceratophyllum sp.*, *Myriophyllum sp.*, plusieurs espèces de potamots (*Potamogeton sp*) et de Characées. Dans les bassins du site G, seule une espèce de potamot (*Potamogeton crispus*) était présente et en nombre limité.

Avoir une diversité de macrophytes semble intéressant par rapport à la microfaune benthique qu'elle héberge (insectes, mollusques, biofilm, champignons etc.) qui peut servir aussi de nourritures complémentaires aux crevettes. Ces dernières étaient souvent cachées dans ces herbiers. La technique d'élevage classique de *M. rosenbergii* décrite dans la littérature (Griessinger *et al.*, 1991 ; Laval, 2022) se fait en eau trouble, avec une turbidité optimale de 25 à 50 cm mesurée avec le disque Secchi. Cette turbidité, indicatrice de la fertilité d'un bassin, est due à la présence de plancton, base de la chaîne trophique.

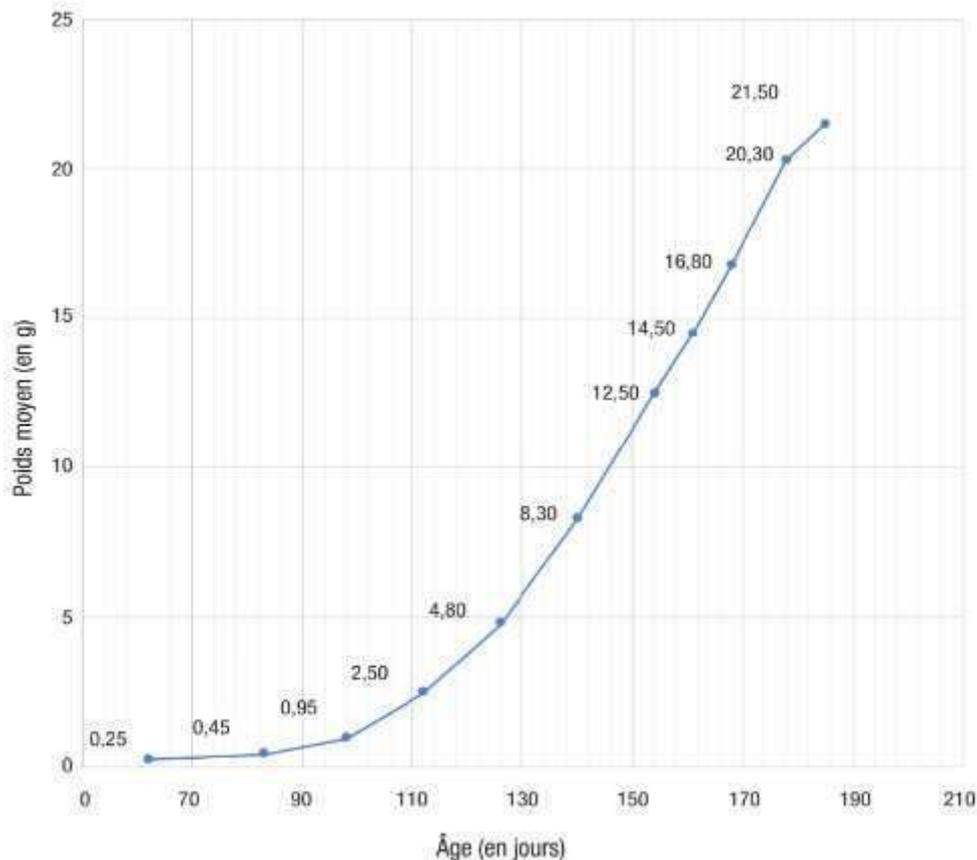


Figure 25 : Courbe de croissance de juvéniles de référence ; juvéniles de 60 j (PLs60) mis en bassins (Laval, 2022)

Les crevettes ont bien poussé en août sur le site CG malgré un Secchi > 60 cm. La présence importante de macrophytes diverses incite à penser que la présence de ces plantes aquatiques puisse être favorable à la culture de *M. rosenbergii* (en zone tempérée) malgré une gêne pouvant être importante lors des pêches au filet et lors des récoltes.

Sur le site G, une mesure de longueur des crevettes (Telson-Rostre) a été réalisée. La taille est en moyenne de 11 cm avec des variations allant de 6 à 14 cm. Sur le site CG, certaines tailles pouvaient dépasser les 16-17 cm. Dans la littérature, les mâles peuvent atteindre des tailles jusqu'à 32 cm et les femelles jusqu'à 25 cm.

#### II.B.2.4 Classes de poids

En faisant l'histogramme de la population d'un bassin de crevettes quelques mois après l'ensemencement, on constate que les animaux ont des tailles extrêmement variables. Cette dispersion de taille est due à une croissance et à des facteurs de comportement particuliers à cette crevette (cf. I.A.2.2.).

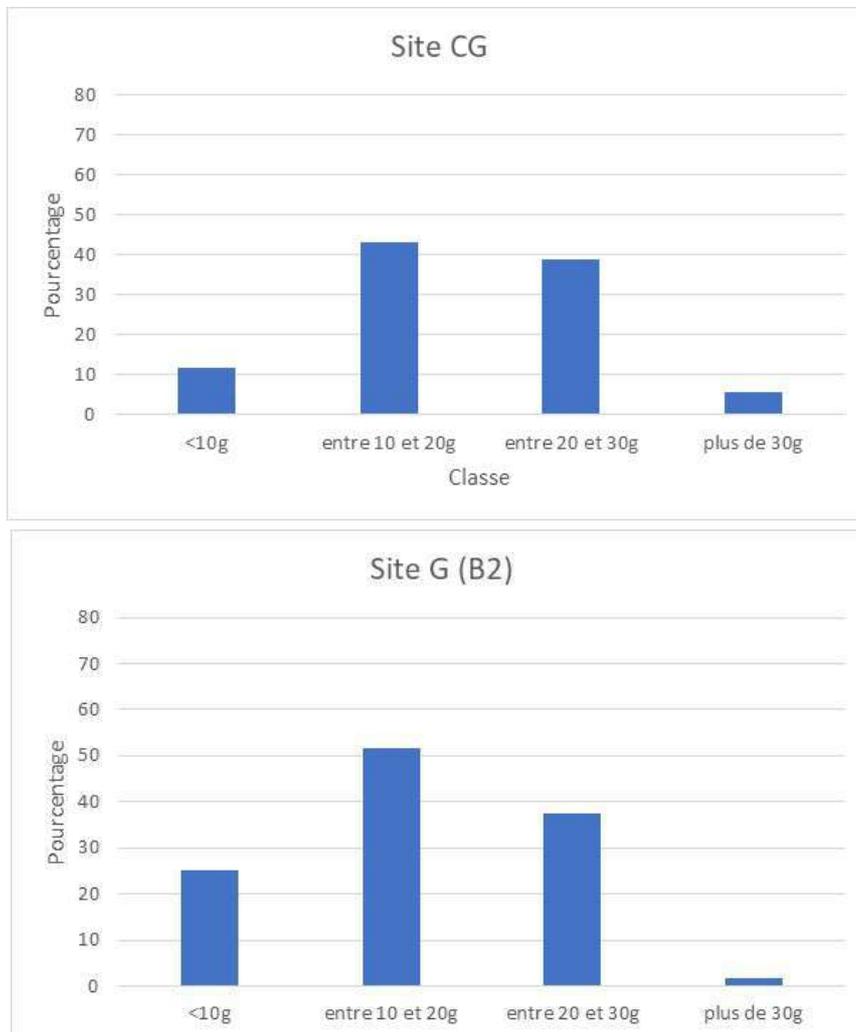


Figure 26 : Classe de poids par site

Cette dispersion est différente selon les sites avec un pourcentage de crevettes de plus de 20g de 38% sur le site G et de 45% sur le site CG (figure 26). Ces chiffres sont à relativiser, car pour le site CG, le pourcentage concerne les deux bassins pêchés avec 15 jours de décalage. Les résultats sont différents selon les bassins.

Sur le site CG, 15 jours séparent la pêche des bassins B1 et B7, ce dernier étant le premier pêché. Les crevettes ont continué à grossir avec une moyenne des températures (air) max de 25,4°C pendant cette période et une température moyenne de l'eau mini maxi de 17,5°C et 19,7°C. Il y avait 36,2% de crevette de plus de 20g le 25 septembre sur le B7 et 50% le 10 octobre sur le B1 (figure 27).

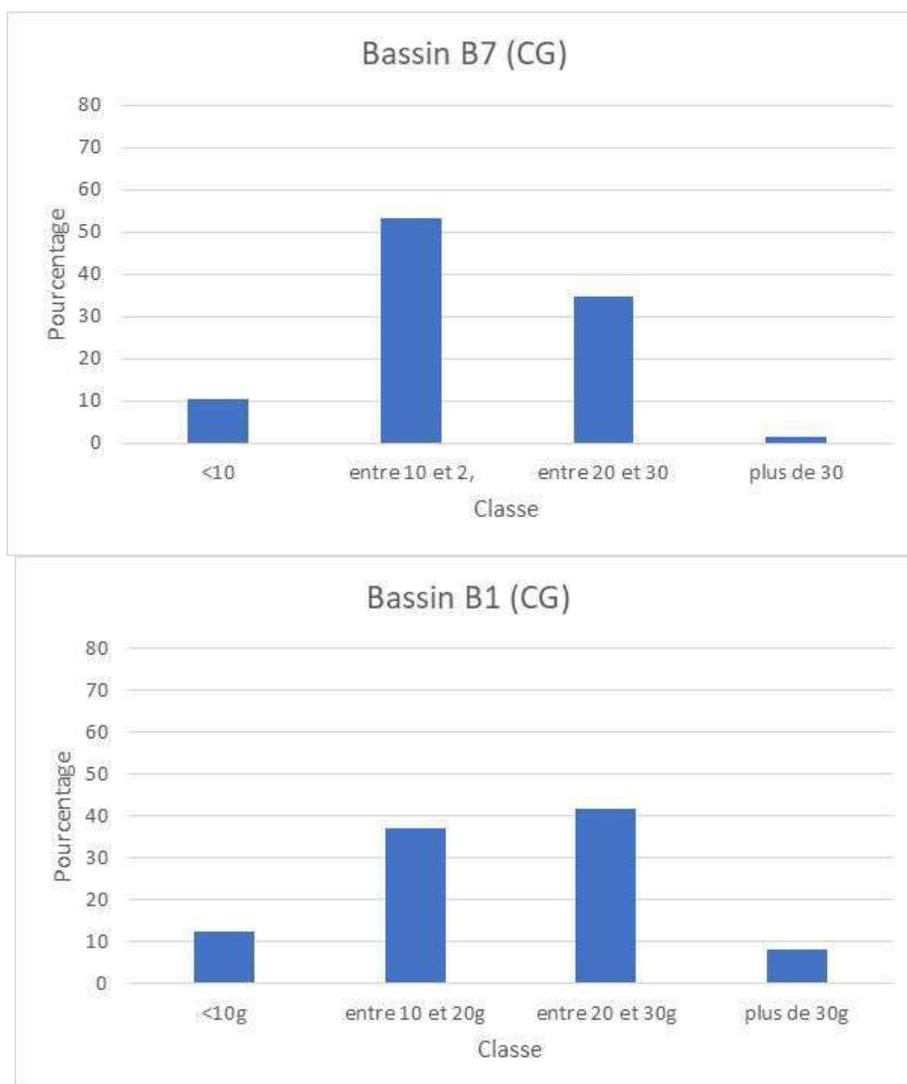


Figure 27 : Classe de poids par bassin sur le site CG

La caractéristique de cette espèce est d'avoir une grande hétérogénéité de taille, ce qui peut avoir une influence sur le prix de vente (cf. II.E.2). Les proportions des différents morphotypes s'établissent systématiquement, quelles que soient les conditions d'élevage. Un petit nombre d'individus dominants inhibe la croissance du reste de la population. Les tailles sont très dispersées (Griessinger *et al.*, 1991). Les petits animaux dominés reprennent leur croissance et accèdent à la dominance lorsque l'on retire ceux qui les dominent. C'est le phénomène de croissance compensatoire dont il faut tirer parti pour une exploitation optimale du cheptel.

Dans le système d'élevage en mode continu, comme en Guyane, il faut éliminer en permanence les gros individus dominants sont éliminés pour maintenir la dynamique du cheptel et amener rapidement tous les animaux à la taille commerciale (Griessinger *et al.*, 1991).

En système discontinu, comme dans les Pays de la Loire une ou plusieurs récoltes sélectives avant la vidange finale pourraient libérer de l'espace et permettrait à un plus grand nombre d'animaux d'atteindre la taille commerciale.

### II.B.3. Bilan zootechnique et perspectives

#### *II.B.3.1 Bilan*

Les résultats obtenus, en particulier sur le site CG, montrent que la production estivale de la crevette d'eau douce *M. rosenbergii* est possible dans les Pays de la Loire sous certaines conditions. Les sites de production devront respecter les critères d'installation aquacole fermée. Certains centres d'allotement d'étangs pourraient être éligibles à ce type de production. **Les étangs ou autres plans d'eau classiques ne seront pas concernés par cette production.**

L'importance du type de fond de bassin, qui va influencer sur la fertilité du bassin, est fondamentale. L'effet support type « cage » n'a pas pu être démontré même si les premières tendances semblaient positives. Des essais supplémentaires pourraient être mis en place en 2024 afin de confirmer les premières tendances constatées et d'améliorer les performances de croissance. Le bilan zootechnique de cette étude est plutôt positif avec des poids moyens un peu plus faibles que les moyennes attendues mais logiques compte tenu des conditions estivales fraîches et de l'absence d'optimisation des conditions zootechniques. Quand on regarde les températures moyennes (mini) de l'eau du mois de juin au mois d'octobre sur un des sites (site G) qui disposent d'un historique depuis 2018, l'année 2023 reste dans la moyenne (21°7). L'année 2021 a été plus froide, avec 20,7°C avec l'année 2020 (21°,2°C) et l'année 2022 plus chaude avec 22,6°C. Les autres années 2018 et 2019 ont eu des températures moyennes équivalentes à 2023.

Si on se focalise sur les températures moyennes de l'eau en juillet et août, les écarts s'amplifient selon les années. Les mois de juillet et d'août 2023 auront été plutôt frais avec une température moyenne de 22,5°C. Seule l'année 2021 aura été plus fraîche avec 21,3° C. Les températures moyennes pour les autres années varient de 22,6°C à 23,9°C à l'exception notable de l'année 2022 avec une valeur dépassant les 24°C (figure 28).

On peut donc supposer que les performances de croissance auraient été supérieures 4 années sur 6 depuis 2018.

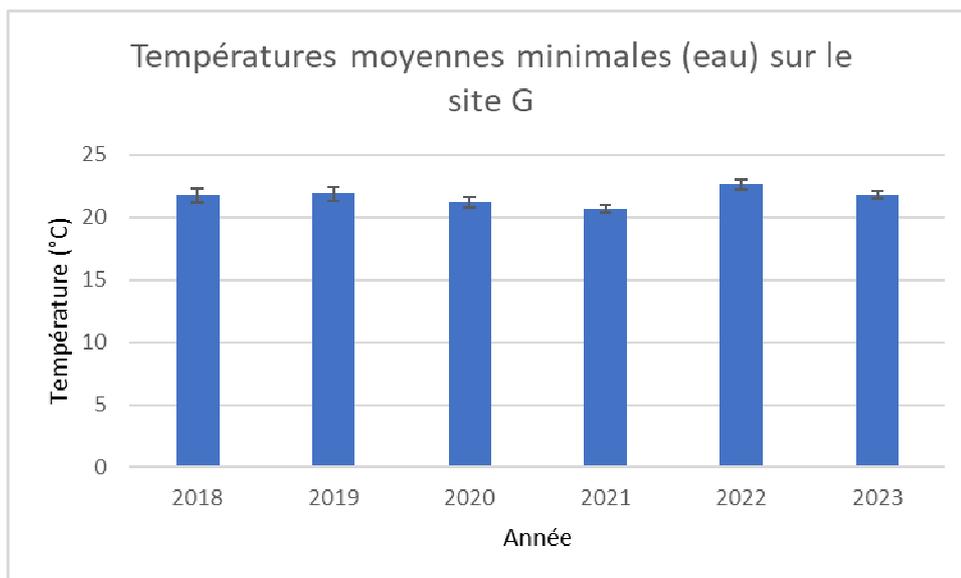


Figure 28 : températures moyennes de l'eau des bassins (Juin-octobre) sur le site G depuis 2018

### II.B.3.2 Perspectives

#### *Changement climatique (d'après Comité 21 Grand Ouest, 2022)*

Le changement climatique et ses conséquences pourraient jouer un rôle important sur ce type de production. Au niveau régional, tous les relevés font apparaître une élévation moyenne des températures d'environ 1,5 °C en soixante ans. Depuis 1980, on observe même une accélération du phénomène avec une élévation de la température moyenne de 0,37 °C tous les dix ans. Selon les scénarios la hausse des températures moyennes serait comprise entre 1°C et 2,5°C en 2055. Avec une telle augmentation, Nantes et Angers pourraient alors afficher des températures annuelles moyennes équivalentes à celles de Biarritz sur la période 1976-2005 (Comité 21 Grand Ouest, 2022). À l'élévation des températures moyennes viendra aussi s'ajouter la progression du nombre annuel de jours chauds, autrement dit ceux dont la température dépasse 25 °C qui passerait de 10-15j à 30j et 55j avant la fin du siècle. Avec des précipitations équivalentes (mais avec des périodes plus resserrées et plus intenses), cette évolution pourrait permettre d'améliorer les performances de croissance de *Macrobrachium*. **Le lancement de ce type de production dans la région des Pays de la Loire semble intéressant dans le cadre d'une diversification, en particulier pour les pisciculteurs en étang**, les modes de gestion étant similaires à ceux déjà utilisés par ce type d'acteurs.

#### *Production des juvéniles*

L'approvisionnement en juvéniles est une étape clé. En métropole, une éclosier maîtrise la reproduction et propose déjà des PLs vers la fin mars-début avril. Par contre, la production des juvéniles ne peut se faire qu'en nurserie. Elle va nécessiter des installations spécifiques et dure 2 mois. Les 2 lycées aquacoles régionaux pourraient assurer ce pré grossissement afin de fournir en juvéniles les pisciculteurs régionaux qui ne disposent pas d'installations adéquates pour assurer cette phase de production.

Pour information, les prix avoisinent les 100€/1000 pour l'achat de post larves et les 250 €/1000 pour l'achat de juvéniles. En achetant des juvéniles et en partant sur une densité de 3 crevettes/m<sup>2</sup>, on arrive à 30 000 crevettes

par ha. Avec un taux de survie compris entre 70% et 80% et un prix moyen de vente de 25€/kg, on arriverait à un bénéfice compris entre 3 000 € et 4 500 € pour 1 ha en production.

## **II.C. Volet sanitaire**

Ce volet comprend 2 parties, une première relative aux risques potentiels de diffusion de certaines maladies contagieuses listées dans le code international de l'OMSA (Organisation Mondiale de la Santé Animale), comme la maladie des points blancs (WSSV) ou comme la peste de l'écrevisse (aphanomyose due à *Aphanomyces astaci*). La deuxième partie concernera les analyses bactériologiques réalisés tout au long de l'étude.

### **II.C.1. Risques sanitaires envisageables dans le contexte de cet essai**

#### *II.C.1.1 Etat sanitaire du cheptel d'origine (Gers)*

L'élevage fournisseur des PLs (Gascogne Aquaculture) fonctionne depuis 2019 exclusivement à partir de lots de PLs issues de géniteurs nés dans l'exploitation. Ces géniteurs ont été préalablement obtenus par l'élevage de PLs reçues en 2017 et 2018 (dernière année d'importation) d'un fournisseur américain. Le cheptel de Gascogne Aquaculture a fait l'objet d'un dépistage du virus de la maladie des points blancs « White Spot Syndrome Virus », listée dans le code de l'OIE pour les crustacés décapodes) sur des prélèvements réalisés le 21 août 2017 sur trente individus issus de l'étang de grossissement, choisis par le vétérinaire sanitaire de l'exploitation et selon les critères internationaux (code et manuel de l'OIE pour les maladies des animaux aquatiques). Les analyses de dépistage moléculaire réalisées par le laboratoire de référence de l'UE (CEFAS – Weymouth – UK) ont donné des résultats négatifs (reçus le 8 septembre 2017 pour chacun des 30 individus testés). Par ailleurs, la maladie des points blancs ayant été identifiée, lors de la phase de démarrage de l'élevage, comme le danger zoonositaire à prévenir en priorité, non pour ses conséquences sur le cheptel de *M. rosenbergii* (espèce pas ou très peu sensible) mais pour les risques d'introduction dans l'élevage et son environnement proche via l'importation de PLs. La recherche des signes de cette virose a fait l'objet d'un soin particulier lors de chaque visite effectuée par le vétérinaire sanitaire (Lautraite & Laval, 2022). Le 15 septembre 2016, 30 PL75 récoltées dans une bourriche immergée dans l'étang d'élevage (suivant le protocole scientifique imposé par l'administration) ont fait l'objet d'une recherche poussée de lésions et signes d'infection virale par le WSSV qui s'est révélée négative. En complément, l'examen histopathologique (réalisé par le Dr Sophie Labrut, histopathologiste – ONIRIS, Nantes) de ces PLs n'a, lui non plus, révélé le moindre signe de maladie des points blancs. Au regard des six années de suivi zoonositaire mêlant, examens clinico-lésionnels macroscopiques et microscopiques, examens histopathologiques et dépistages moléculaires du WSSV, on peut raisonnablement supposer que le cheptel de *M. rosenbergii* entretenu dans les installations de Gascogne Aquaculture est indemne du virus responsable de la maladie des points blancs (« White Spot Syndrome Virus ») (Lautraite & Laval, 2022).

Par ailleurs le suivi zoonositaire de ce cheptel, effectué par le Dr Armand Lautraite depuis l'introduction des premières PLs en 2016, avec 2 visites par an, a montré des résultats très satisfaisants concernant les autres dangers sanitaires potentiels, aucun signe clinique évocateur de pathologies bactériennes, virales ou fongiques n'ayant été observé depuis le démarrage de cet élevage.

### II.C.1.2 Dangers sanitaires associés à l'introduction de *Macrobrachium rosenbergii* dans les Pays de la Loire

Les recherches bibliographiques menées lors de la phase d'essai de l'élevage de Gascogne Aquaculture dès 2016 ont retenu le virus de la maladie des points blancs comme danger sanitaire prioritaire dont le risque d'introduction méritait d'être prévenu car ce virus peut toucher tous les crustacés décapodes et donc constituer un danger pour les populations autochtones d'écrevisses. Toutefois, même si aucun signalement de ce virus en France n'a été publié, le continent européen n'en est pas indemne puisque la maladie des points blancs a été diagnostiquée dans divers élevages de crevettes pénéides dès 1995. Les sites ligériens potentiellement concernés ne sont pas colonisés par des espèces d'écrevisses autochtones menacées. Ainsi, l'élevage dans les Pays de la Loire de *M. rosenbergii* sur des sites répondant à la notion d'installation aquacole fermée provenant du cheptel de Gascogne Aquaculture ne semble pas en mesure d'induire un risque d'introduction et d'installation du virus de la maladie des points blancs dans l'écosystème loco-régional.

Dans la modification de leur AZS, les futurs sites concernés par l'élevage de cette espèce devront remplir une grille analyse de risque zoosanitaire comme précisé en annexe 3.

### II.C.1.3 Risque lié à la peste de l'écrevisse *Aphanomyces astaci* (Rapport du Dr Armand Lutraite)

La peste de l'écrevisse est due à une infection par un oomycète de l'ordre des saprolégnales qui provoque une maladie touchant les écrevisses de façon générale mais elle ne se manifeste sous forme épizootique avec des mortalités quasi totales (en milieu naturel) que sur les espèces d'écrevisses d'origine européenne (*Astacus spp.* et *Austropotamobius spp.*).

En effet, chez les espèces d'écrevisses américaines (*Pacifastacus spp.*, *Procambarus spp.* et *Orconectes spp.*), l'infection ne provoque quasiment aucun signe clinico-lésionnel et aucune mortalité. Ainsi, contrairement aux écrevisses d'origine européenne, les espèces nord-américaines ne sont pas sensibles mais seulement réceptives, elles jouent donc le rôle de réservoir d'*Aphanomyces astaci* et leur acclimatation est considérée comme responsable des épizooties de peste de l'écrevisse en Europe sur les espèces autochtones.

La crevette d'eau douce, ou « chevrette », *Macrobrachium rosenbergii*, ne figure pas dans la liste des espèces de crustacés « sensibles » à la peste de l'écrevisse dans les documents (code et manuel de diagnostic) de l'OIE (organisation mondiale de la santé animale). Les mouvements d'individus vivants appartenant à cette espèce ne sont donc, à ce titre, pas limités par les dispositions réglementaires liées à la lutte contre cette maladie.

Par ailleurs, aucune publication ne mentionne la sensibilité ni la réceptivité de *Macrobrachium rosenbergii* à *Aphanomyces astaci*. Seule est relatée une infection impliquant deux bactéries, dont l'une responsable de la mortalité et une espèce non identifiée d'*Aphanomyces sp.*, qualifiée d'organisme opportuniste secondaire, chez des larves de *M. rosenbergii* d'une éclosion indienne en 1996 (Qureshi *et al.*, 2000).

Dans le genre *Macrobrachium*, la réceptivité d'une autre espèce, *M. dayanum*, semble démontrée en conditions expérimentales mais transitoire, ce qui pourrait écarter son éventuel rôle de réservoir (Svoboda *et al.*, 2014).

L'implication potentielle de l'espèce *Macrobrachium rosenbergii* dans l'introduction et/ou la propagation de la peste de l'écrevisse en France métropolitaine apparaît donc intrinsèquement nulle ou négligeable.

Si à cette évaluation initiale, on ajoute le contexte dans lequel est encadré l'élevage de cette crevette d'eau douce (installations aquacoles fermées), le risque de voir l'activité d'élevage de *M. rosenbergii* contribuer de quelque manière que ce soit à l'introduction et/ou la propagation de la peste de l'écrevisse en France métropolitaine peut être considéré comme nul ou négligeable.

## II.C.2. Résultats des analyses bactériologiques

Différents prélèvements de crevettes et d'eau ont été réalisés au cours de l'étude. Ainsi, une première analyse a été faite les 6 et 7 avril sur les post larves et eau de l'élevage d'origine (Gascogne Aquaculture) avant leur introduction dans les lycées. Ensuite une analyse a été faite sur les post larves dans les bassins en intérieurs des deux lycées, le 11 et 12 mai. Deux prélèvements ont ensuite été réalisés dans les bassins extérieurs, les 3 et 4 juillet puis le 21 septembre (figure 29).

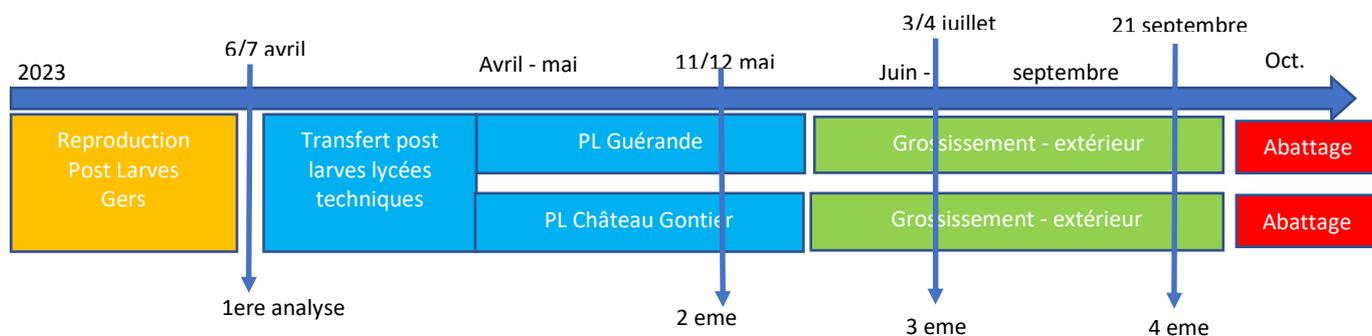


Figure 29 : chronogramme des prélèvements sur eau et crevettes pour l'analyse bactériologique

- Post larves et eau Gascogne aquaculture – avril 2023

Lecture/Repiquage post larves :

Milieu / dilution	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>
TSA (flore totale)	>300	>300	Entre 15 et 300 colonies mais incomptable (tapis)	0
EMB (Bacille Gram - / <i>E. coli</i> )	>	3 morphotypes différents	3 colonies	/
TCBS ( <i>Vibrio</i> )	>(boîtes jaunes)	>(boîtes jaunes)	0	/
SB ( <i>Enterococcus</i> )	0	0	0	/
GSP ( <i>Aeromonas</i> / <i>Pseudomonas</i> )	>	Colonies jaunes et rouges	1 colonie Jaune	/

Lecture/Repiquage Eau :

Milieu / dilution	10 <sup>-0</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>
TSA (flore totale)	>	>	>	>	Incomptable (tapis)
EMB (Bacille Gram - / <i>E. coli</i> )	>	>	>150 (3 morphotypes différents)	/	/
TCBS ( <i>Vibrio</i> )	34+33	15+17	0	/	/

SB ( <i>Enterococcus</i> )	0	1 colonie	0	/	/
GSP ( <i>Aeromonas</i> / <i>Pseudomonas</i> )	>	>	> colonies jaunes et rouges	/	/

Des bactéries des différents milieux sont isolées et envoyées à l'identification (genre et espèce) au laboratoire LABOCEA Quimper par analyse MALDI TOF.

	Isolate ID	Commémoratif LABOCEA	Identification par spectrométrie de masse	Scores d'identification
38	MR1	202563-04	<i>Aeromonas</i> sp	<i>Aeromonas caviae</i> (score d'identification : 2.13) <i>Aeromonas hydrophila</i> (score d'identification : 1.90)
39	MR2	202563-05	<i>Pseudomonas mendocina</i>	<i>Pseudomonas mendocina</i> (score d'identification : 1.99)
40	MR3	202563-06	<i>Exiguobacterium</i> sp	<i>Exiguobacterium</i> sp (score d'identification : 2.39) <i>Exiguobacterium marinum</i> (score d'identification : 2.12)
41	MR4	202563-07	Identification non significative	
42	MR5	202563-08	Cultures stériles	
43	MR6	202563-09	Cultures stériles	
44	MR7	202563-10	<i>Aeromonas</i> sp	<i>Aeromonas hydrophila</i> (score d'identification : 2.31) <i>Aeromonas caviae</i> (score d'identification : 2.13)
45	MRE1	202563-11	<i>Aeromonas</i> sp	<i>Aeromonas caviae</i> (score d'identification : 2.25) <i>Aeromonas hydrophila</i> (score d'identification : 2.21)
46	MRE2	202563-12		
47	MRE3	202564-01	<i>Exiguobacterium</i> sp	<i>Exiguobacterium</i> sp (score d'identification : 2.24) <i>Exiguobacterium marinum</i> (score d'identification : 2.02)
48	MRE4 (noté MR4 sur la boîte)	202564-02	<i>Moraxella osloensis</i>	<i>Moraxella osloensis</i> (score d'identification : 1.93)
49	MRE5	202564-03	<i>Exiguobacterium</i> sp	<i>Exiguobacterium</i> sp (score d'identification : 2.20) <i>Exiguobacterium marinum</i> (score d'identification : 1.81)
50	MRE6	202564-04	<i>Exiguobacterium</i> sp	<i>Exiguobacterium</i> sp (score d'identification : 2.36) <i>Exiguobacterium marinum</i> (score d'identification : 2.07)
51	MRE7	202564-05	<i>Exiguobacterium</i> sp	<i>Exiguobacterium</i> sp (score d'identification : 2.07) <i>Exiguobacterium aestuarii</i> (score d'identification : 1.97)
52	MRE8	202564-06	<i>Enterococcus casseliflavus</i>	<i>Enterococcus casseliflavus</i> (score d'identification : 2.33)
53	MRE9	202564-07	Cultures stériles	
54	MRE10	202564-08	<i>Acinetobacter modestus</i>	<i>Acinetobacter modestus</i> (score d'identification : 2.12)
55	MRE11	202564-09	<i>Shewanella</i> sp	<i>Shewanella xiamenensis</i> (score d'identification : 2.40) <i>Shewanella oneidensis</i> (score d'identification : 2.34)

Dans les post larves et l'eau il n'a pas été retrouvé de bactéries du genre *Enterococcus* ni d'*E. coli*, marqueurs de contamination fécale. Seule une bactérie *Enterococcus casseliflavus* a été identifiée provenant de l'eau.

Des bactéries ont poussé sur gélose TCBS mais ce ne sont pas des bactéries du genre *Vibrio*. L'identification MALDI TOF identifie des bactéries de l'espèce *Moraxella osloensis* et du genre *Exiguobacterium* sp.. Des bactéries des genres *Aeromonas* et *Pseudomonas* ont été isolées des post larves et des bactéries des genres *Acinetobacter* et *Shewanella* de l'eau.

- Post larves et eau lycées – mai 2024

### Guérande - eau

Milieu/dilution	10 <sup>0</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>
TSA	/	/	25	1	/	/	/
EMB	/	+++	10	/	/	/	/
SB	24h : / 72h : 10	/	/	/	/	/	/
GSP	/	+++ (pseudo)	4	1	/	/	/
TCBS	/	/	/	/	/	/	/

### Guérande – post larves

Milieu/dilution	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>
TSA	+++	++	62	7	1
EMB	+++	+++	22	6	/
SB	24h : / 72h : >100	>100 petites colonies violettes +10 jaunes	/	/	/
GSP	>100 (Aero)	4	/	/	/
TCBS	/	/	/	/	/

### Analyse MALDI TOF

	Isolate ID	Commémoratif LABOCEA	Identification par spectrométrie de masse	Scores d'identification
1	G-E1	202579-1	<i>Lactococcus garviae</i>	<i>Lactococcus garviae</i> (score d'identification : 2.20)
2	G-E2	202579-2	<i>Pseudomonas alcaligenes</i>	<i>Pseudomonas alcaligenes</i> (score d'identification : 2.33)
3	G-E3	202579-3	<i>Pseudomonas alcaligenes</i>	<i>Pseudomonas alcaligenes</i> (score d'identification : 2.31)
4	G-E4	202579-4	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	<i>Staphylococcus saprophyticus</i> (score d'identification : 1.94)
5	G-E5	202579-5	<i>Pseudomonas alcaligenes</i>	<i>Pseudomonas alcaligenes</i> (score d'identification : 2.30)
6	G-E6	202579-6	<i>Pseudomonas alcaligenes</i>	<i>Pseudomonas alcaligenes</i> (score d'identification : 2.24)
7	G-C1	202579-7	<i>Lactococcus garviae</i>	<i>Lactococcus garviae</i> (score d'identification : 2.21)
8	G-C2	202579-8	<i>Lactococcus garviae</i>	<i>Lactococcus garviae</i> (score d'identification : 2.05)
9	G-C3	202579-9	<i>Pseudomonas alcaligenes</i>	<i>Pseudomonas alcaligenes</i> (score d'identification : 2.41)
10	G-C4	202579-10	<i>Lactococcus garviae</i>	<i>Lactococcus garviae</i> (score d'identification : 2.12)
11	G-C5	202579-11	<i>Lactococcus garviae</i>	<i>Lactococcus garviae</i> (score d'identification : 1.85)
12	G-C6	202579-12	<i>Lactococcus garviae</i>	<i>Lactococcus garviae</i> (score d'identification : 2.19)
13	G-C7	202579-13	<i>Lactococcus garviae</i>	<i>Lactococcus garviae</i> (score d'identification : 1.95)
14	G-C8	202579-14	<i>Pseudomonas alcaligenes</i>	<i>Pseudomonas alcaligenes</i> (score d'identification : 2.31)
15	G-C9	202579-15	<i>Pseudomonas alcaligenes</i>	<i>Pseudomonas alcaligenes</i> (score d'identification : 2.25)
16	G-C10	202579-16	<i>Pseudomonas alcaligenes</i>	<i>Pseudomonas alcaligenes</i> (score d'identification : 2.31)

Château Gontier - eau

Milieu/dilution	10 <sup>0</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>
TSA	/	/	3	/	/	/	/
EMB	/	0	1	/	/	/	/
SB	/	/	/	/	/	/	/
GSP	/	3	/	/	/	/	/
TCBS	/	/	/	/	/	/	/

Château Gontier – post larves

Milieu/dilution	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>
TSA	>100	34	4		
EMB	>100	30	/	/	/
SB	/	/	/	/	/
GSP	100	10	/	/	/
TCBS	/	/	/	/	/

Analyse MALDI TOF

	Isolate ID	Commémoratif LABOCEA	Identification par spectrométrie de masse	Scores d'identification
17	CG – E1	202580 – 1	Identification non significative	
18	CG – E2	202580 – 2	<i>Aeromonas</i> groupe <i>hydrophila</i>	<i>Aeromonas caviae</i> (score d'identification : 1.94) <i>Aeromonas hydrophila</i> , (score d'identification : 1.90)
19	CG – E3	202580 – 3	<i>Acinetobacter modestus</i>	<i>Acinetobacter modestus</i> (score d'identification : 2.19)
20	CG – E4	202580 – 4	<i>Acinetobacter modestus</i>	<i>Acinetobacter modestus</i> (score d'identification : 2.19)
21	CG – E5	202580 – 5	<i>Metabacillus galliaensis</i>	<i>Metabacillus galliaensis</i> (score d'identification : 2.18)
22	CG – C1	202580 – 6	Identification non significative	
23	CG – C2	202580 – 7	<i>Priestia megaterium</i>	<i>Priestia megaterium</i> (score d'identification : 1.82)
24	CG – C3	202580 – 8	Absence de pousse	
25	CG – C4	202580 – 9	Identification non significative	
26	CG – C5	202580 – 10	Identification non significative	
27	CG – C6	202580 – 11	<i>Acinetobacter modestus</i>	<i>Acinetobacter modestus</i> (score d'identification : 2.24)
28	CG – C7	72853 – 1	<i>Aeromonas</i> sp	<i>Aeromonas veronii</i> (score d'identification : 1.98) <i>Aeromonas ichtiosmia</i> (score d'identification : 1.94)
29	CG – C8	72853 – 2	<i>Aeromonas</i> sp	<i>Aeromonas ichtiosmia</i> (score d'identification : 2.12) <i>Aeromonas veronii</i> (score d'identification : 2.06)
30	CG – C9	72853 – 3	<i>Aeromonas</i> sp	<i>Aeromonas veronii</i> (score d'identification : 2.14) <i>Aeromonas ichtiosmia</i> (score d'identification : 2.06)
31	CG – C10	72853 – 4	Absence de pousse	
32	CG – C11	72853 – 5	<i>Aeromonas</i> sp	<i>Aeromonas bestiarum</i> (score d'identification : 1.99) <i>Aeromonas media</i> (score d'identification : 1.91)
33	CG – C12	72853 – 6	<i>Aeromonas</i> sp	<i>Aeromonas veronii</i> (score d'identification : 1.83)

D'une façon globale, peu de bactéries ont été isolées de l'eau et des post larves dans les deux lycées. Ceci est compatible avec les systèmes de traitement utilisés dans les bassins intérieurs pour le maintien des post larves, soit un UV plongeant à Chateau Gontier et un système d'UV externe à Guérande.

Les populations bactériennes ne sont pas les mêmes entre les deux lycées avec une forte dominance du genre *Aeromonas* au lycée de Château Gontier et plutôt une population de bactéries du genre *Pseudomonas* et de l'espèce *Lactococcus garviae* au lycée de Guérande.

- Crevettes et eau lycées – juillet 2024

Les lectures ont été réalisées à 24h et 48h.

Guérande - eau

Milieu/dilution	10 <sup>0</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>
TSA			+++ +++	+++ +++	52 78	3 8	/ 2
EMB		23	/ 7	/ /	/ /		
SB	34 34	/ 3	/ 2	/ /			
GSP		+++ +++	+++ +++	Qqs jaunes 51	/ 1		

Guérande - Crevettes

Milieu/dilution	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>
TSA		+++ +++	10 13	2 2	/ /
EMB	Qqs roses pales +++	/ +++	/ /	/ /	/ /
SB	103 103	195 195	/ /	/ /	
GSP	+++ +++	Qqs jaunes 68	/ /	/ /	/ /

## Analyse MALDI TOF

	Isolate ID	Commémoratif LABOCEA	Identification par spectrométrie de masse	Scores d'identification
1	G-E-SB-1	202479 - 1	<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Enterococcus faecium</i> (score d'identification : 2.14)
2	G-E-SB-2	202479 - 2	<i>Aeromonas</i> sp	<i>Aeromonas caviae</i> (score d'identification : 2.15) <i>Aeromonas hydrophila</i> (score d'identification : 1.86)
3	G-E-TSA-3	202479 - 3	<i>Metabacillus idriensis</i>	<i>Metabacillus idriensis</i> (score d'identification : 1.93)
4	G-E-TSA-4	202479 - 4	<i>Pseudomonas alcaligenes</i>	<i>Pseudomonas alcaligenes</i> (score d'identification : 2.09)
5	G-E-EMB-5	202479 - 5	<i>Pseudomonas mosselii</i> (score d'identification : 1.89)	<i>Pseudomonas mosselii</i> (score d'identification : 1.89)
6	G-E-EMB-6	202479 - 6	<i>Pseudomonas alcaligenes</i>	<i>Pseudomonas alcaligenes</i> (score d'identification : 2.14)
7	G-E-EMB-7	202479 - 7	<i>Aeromonas</i> sp	<i>Aeromonas hydrophila</i> (score d'identification : 1.75) <i>Aeromonas jandaai</i> (score d'identification : 1.66)
8	G-E-GSP-8	202479 - 8	<i>Pseudomonas alcaligenes</i>	<i>Pseudomonas alcaligenes</i> (score d'identification : 2.23)
9	G-E-GSP-9	202479 - 9	<i>Aeromonas</i> sp	<i>Aeromonas ichthiosmia</i> (score d'identification : 2.04) <i>Aeromonas veronii</i> (score d'identification : 2.01)
10	G-C-SB-10	202479 - 10	<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Enterococcus faecium</i> (score d'identification : 2.13)
11	G-C-EMB-11	202479 - 11	<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Enterococcus faecium</i> (score d'identification : 2.15)
12	G-C-EMB-12	202479 - 12	<i>Aeromonas</i> sp	<i>Aeromonas hydrophila</i> (score d'identification : 2.03) <i>Aeromonas caviae</i> (score d'identification : 1.89)
13	G-C-GSP-13	202479 - 13	<i>Aeromonas</i> sp	<i>Aeromonas caviae</i> (score d'identification : 1.95) <i>Aeromonas hydrophila</i> (score d'identification : 1.88)

### Château Gontier - eau

Milieu/dilution	10 <sup>0</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>
TSA			+++ +++	42 131	6 20	1 1	/
EMB		+++ +++	22 violettes +++	2 violettes 69	/		
SB	/	6 6	/	/			
GSP		+++ +++	++ ++	Qqs jaunes 45	1 jaune 7		

### Château Gontier - crevettes

Milieu/dilution	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>
TSA		42 +++	4 78	/	/
EMB	Qqs roses 106	1 rose 5	/	/	/
SB	/	/	/	/	
GSP	16 jaunes 43	/	/	/	/

## Analyse MALDI TOF

	Isolate ID	Commémoratif LABOCEA	Identification par spectrométrie de masse	Scores d'identification
14	CG-E-TSA-14	202479 – 14	<i>Pantoea agglomerans</i>	<i>Pantoea agglomerans</i> (score d'identification : 1.87)
15	CG-E-TSA-15	202479 – 15	<i>Escherichia coli</i>	<i>Escherichia coli</i> (score d'identification : 1.95)
16	CG-E-TSA-16	202479 – 16	Résultat d'identification non significatif	
17	CG-E-TSA-17	202479 – 17	Résultat d'identification non significatif	
18	CG-E-TSA-18	202479 – 18	<i>Pseudomonas anguilliseptica</i>	<i>Pseudomonas anguilliseptica</i> (score d'identification : 1.75)
19	CG-E-TSA-19	202479 – 19	<i>Chryseobacterium indoltheticum</i>	<i>Chryseobacterium indoltheticum</i> (score d'identification : 1.81)
20	CG-E-TSA-20	202481 – 1	<i>Microbacterium oleivorans</i>	<i>Microbacterium oleivorans</i> (score d'identification : 1.84)
21	CG-E-SB-21	202481 – 2	<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Enterococcus faecium</i> (score d'identification : 2.16)
22	CG-E-EMB-22	202481 – 3	<i>Escherichia coli</i>	<i>Escherichia coli</i> (score d'identification : 2.36)
23	CG-E-EMB-23	202481 – 4	<i>Acidovorax temperans</i>	<i>Acidovorax temperans</i> (score d'identification : 2.29)
24	CG-E-EMB-24	202481 – 5	<i>Comamonas aquatica</i>	<i>Comamonas aquatica</i> (score d'identification : 2.15)
25	CG-E-GSP-25	202481 – 6	<i>Pantoea sp</i>	<i>Pantoea sp</i> (score d'identification : 2.25)
26	CG-E-GSP-26	202481 – 7	<i>Aeromonas sp</i>	<i>Aeromonas veronii</i> (score d'identification : 2.05) <i>Aeromonas ichthiosmia</i> (score d'identification : 1.85)
27	CG-E-GSP-27	202481 – 8	<i>Stenotrophomonas rhizophila</i>	<i>Stenotrophomonas rhizophila</i> (score d'identification : 1.71)
28	CG-E-GSP-28	202481 – 9	<i>Aeromonas sp</i>	<i>Aeromonas veronii</i> (score d'identification : 2.10) <i>Aeromonas ichthiosmia</i> (score d'identification : 2.08)
29	CG-E-GSP-29	202481 – 10	Résultat d'identification non significatif	
30	CG-E-GSP-30	202481 – 11	Résultat d'identification non significatif	
31	CG-E-GSP-31	202481 – 12	<i>Aeromonas sp</i>	<i>Aeromonas media</i> (score d'identification : 2.09) <i>Aeromonas veronii</i> (score d'identification : 1.95)
32	CG-C-TSA-32	202481 – 13	Identification impossible par technologie Maldi-Tof	
33	CG-C-TSA-33	202481 – 14	<i>Arthrobacter sp</i>	<i>Arthrobacter gandavensis</i> (score d'identification : 2.19) <i>Arthrobacter koreensis</i> (score d'identification : 2.18)
34	CG-C-TSA-34	202481 – 15	Résultat d'identification non significatif	
35	CG-C-GSP-35	202481 – 16	<i>Lelliottia sp</i>	<i>Lelliottia amigena</i> (score d'identification : 2.31) <i>Lelliottia nimipressuralis</i> (score d'identification : 2.02)
36	CG-C-GSP-36	202481 – 17	<i>Aeromonas sp</i>	<i>Aeromonas veronii</i> (score d'identification : 2.04) <i>Aeromonas hydrophila</i> (score d'identification : 1.98)
37	CG-C-GSP-37	202481 – 18	<i>Aeromonas sp</i>	<i>Aeromonas veronii</i> (score d'identification : 1.77) <i>Aeromonas ichthiosmia</i> (score d'identification : 1.68)
38	CG-C-GSP-38	202481 – 19	<i>Aeromonas sp</i>	<i>Aeromonas veronii</i> (score d'identification : 2.15) <i>Aeromonas hydrophila</i> (score d'identification : 1.99)
39	CG-C-GSP-39	202481 – 20	<i>Comamonas aquatica</i>	<i>Comamonas aquatica</i> (score d'identification : 2.17)
40	CG-C-GSP-40	73537 – 1	<i>Aeromonas sp</i>	<i>Aeromonas popoffii</i> (score d'identification : 2.09) <i>Aeromonas bestiarum</i> (score d'identification : 1.81)

En juillet, en bassins extérieurs, les bactéries sont plus nombreuses avec une flore totale de l'ordre de  $10^5$ ,  $10^6$  CFU/ml pour les eaux de Château Gontier et Guérande respectivement. Pour les crevettes, la flore totale est de l'ordre de  $10^5$  CFU/ml pour les crevettes des deux lycées.

Comme précédemment, les genres *Aeromonas* et *Pseudomonas* sont retrouvés dans l'eau et les crevettes. Les bactéries *Enterococcus faecium* et *E. coli* sont plus retrouvées que précédemment. La présence de ces bactéries est à mettre en lien avec le fait que depuis juin les crevettes sont en bassins extérieurs avec de l'eau captée de l'extérieur et non filtrée d'un point de vue bactériologique.

• Crevettes et eau lycées – septembre 2024  
Guérande - eau

Milieu/dilution	10 <sup>0</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>
TSA			207x2=414 >	66 104	6 12	0 0	0 0	0 0
EMB		72 132	2 4	0 0	0 0			
SB	0 0	1 2	0 0	0 0				
GSP		> >	102 127	9 10	0 1			

Guérande - Crevettes

Milieu/dilution	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>
TSA		21 43	1 3	0 0	0 0	0 0
EMB	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	
SB	0 0	0 0	0 0	0 0		
GSP	20 25	5 6	0 0	0 0	0 0	

Analyse MALDI TOF

	Identifiant ONIRIS	Commémoratif LABOCEA	Identification par spectrométrie de masse	Scores d'identification
5	SB-E-G-1	75730-5	<i>Enterococcus casseliflavus</i>	<i>Enterococcus casseliflavus</i> (score d'identification : 2.32)
6	SB-E-G-2	75730-6	<i>Enterococcus casseliflavus</i>	<i>Enterococcus casseliflavus</i> (score d'identification : 2.01)
7	EMB-E-G-1	75730-7	<i>Lelliottia</i> sp	<i>Lelliottia amnigena</i> (score d'identification : 2.14) <i>Lelliottia nimipressuralis</i> (score d'identification : 1.95)
8	EMB-E-G-2	75730-8	<i>Kosakonia cowanii</i>	<i>Kosakonia cowanii</i> (score d'identification : 2.43)
14	GSP-E-G-1	75711-6	<i>Aeromonas</i> sp	<i>Aeromonas caviae</i> (score d'identification : 2.39) <i>Aeromonas hydrophila</i> (score d'identification : 2.14)
15	GSP-E-G-2	75711-7	<i>Lelliottia</i> sp	<i>Lelliottia amnigena</i> (score d'identification : 2.35) <i>Lelliottia nimipressuralis</i> (score d'identification : 2.23)
16	GSP-E-G-3	75711-8	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (score d'identification : 2.31)
17	GSP-C-G-1	75711-9	<i>Aeromonas</i> sp	<i>Aeromonas veronii</i> (score d'identification : 2.30) <i>Aeromonas ichthiosmia</i> (score d'identification : 2.05)
18	GSP-C-G-2	75711-10	<i>Pseudomonas alcaligenes</i>	<i>Pseudomonas alcaligenes</i> (score d'identification : 2.34)

### Château Gontier - eau

Milieu/dilution	10 <sup>0</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>
TSA			21 48	2 7	0 2	0 0	0 0	0 0
EMB		15 23	1 1	0 0	0 0			
SB	0 0	0 0	0 0	0 0				
GSP		98x2=196 118x2=236	4 4	0 0	0 0			

### Château-Gontier - Crevettes

Milieu/dilution	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>
TSA		10 20	1 6	0 0	0 0	0 0
EMB	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	
SB	0 0	0 0	0 0	0 0		
GSP	5 10	0 0	1 2	0 0	0 0	

### Analyse MALDI TOF

	Identifiant ONIRIS	Commémoratif LABOCEA	Identification par spectrométrie de masse	Scores d'identification
1	EMB-E-CG-1	75730-1	<i>Escherichia coli</i>	<i>Escherichia coli</i> (score d'identification : 2.41)
2	EMB-E-CG-2	75730-2	<i>Kosakonia cowanii</i>	<i>Kosakonia cowanii</i> (score d'identification : 2.31)
3	EMB-E-CG-3	75730-3	Résultat non significatif	<i>Raoultella ornithinolytica</i> (score d'identification : 2.12) <i>Klebsiella oxytoca</i> (score d'identification : 2.05)
4	EMB-E-CG-4	75730-4	Résultat non significatif	<i>Salmonella</i> sp (score d'identification : 1.82) <i>Citrobacter koseri</i> (score d'identification : 1.77)
9	GSP-E-CG-1	75711-1	<i>Aeromonas</i> sp	<i>Aeromonas bestiarum</i> (score d'identification : 2.15) <i>Aeromonas eucrenophila</i> (score d'identification : 1.97)
10	GSP-E-CG-2	75711-2	<i>Pseudomonas</i> sp	<i>Pseudomonas korensis</i> (score d'identification : 2.15) <i>Pseudomonas rhodesiae</i> (score d'identification : 1.80)
11	GSP-E-CG-3	75711-3	<i>Proteus</i> sp	<i>Proteus hauseri</i> (score d'identification : 2.54) <i>Proteus vulgaris</i> (score d'identification : 2.30)
12	GSP-C-CG-1	75711-4	<i>Aeromonas</i> sp	<i>Aeromonas veronii</i> (score d'identification : 2.26) <i>Aeromonas ichthiosmia</i> (score d'identification : 2.20)
13	GSP-C-CG-2	75711-5	<i>Chryseobacterium gleum</i>	<i>Chryseobacterium gleum</i> (score d'identification : 2.35)

En septembre, en bassins extérieurs, les bactéries sont moins nombreuses qu'en juillet avec une flore totale de l'ordre de 10<sup>4</sup>, 10<sup>5</sup> CFU/ml pour les eaux de Château Gontier et Guérande respectivement. Pour les crevettes, la flore totale est de l'ordre de 10<sup>4</sup> CFU/ml pour les crevettes des deux lycées.

Comme précédemment, les genres *Aeromonas* et *Pseudomonas* sont retrouvés dans l'eau et les crevettes. Les bactéries *Enterococcus faecium* et *E. coli* sont également retrouvés mais moins qu'en juillet.

D'une façon générale, pour un même site (Gascogne aquaculture, lycée de Guérande et lycée de Château Gontier), les flores bactériennes sont communes entre l'eau et les crevettes. Les flores sont caractéristiques du milieu aquatique continental (genres *Aeromonas*, *Pseudomonas*) mais présentent des différences selon les sites étudiés. Sur un site en circuit recirculé a été retrouvée la bactérie lactique, *Lactococcus garvieae*, probablement présente dans la flore aquatique avant l'introduction des crevettes dans le système, cette bactérie n'ayant pas été trouvée précédemment (site origine des crevettes) et ni ensuite dans les bassins extérieurs. En bassins extérieurs sont retrouvées des bactéries de la flore de la contamination fécale. Il est à noter la présence potentielle de bactéries décrites comme pathogènes opportunistes (occasionnels) chez l'homme, en l'occurrence, *Pseudomonas aeruginosa* et *Enterococcus casseliflavus*, également représentatives de la contamination des environnements aquatiques.

## **II.D. Volet marché**

Il s'agit d'une première approche marché en termes d'offre et de demande. Pour rappel, L'approche marché s'est décomposée en deux volets permettant d'apporter un premier éclairage sur les offres et demandes potentielles en crevette *Macrobrachium rosenbergii*. Le premier volet a concerné le volet production avec une interrogation des aquaculteurs de la région des Pays de la Loire. Le second a permis de sonder le marché potentiel auprès de différents acteurs en lien avec les essais techniques menés sur les deux sites.

### **II.D.1. Offre potentielle de crevettes**

Le travail d'identification d'une offre potentielle future de crevettes s'est basé sur une interrogation des aquaculteurs des Pays de la Loire afin de connaître leur intérêt et possibilité de diversification d'activité sous l'hypothèse d'une faisabilité technique. Cette nouvelle activité s'effectuerait en période estivale ce qui correspond à une période creuse pour les professionnels régionaux. En accord avec la Filière Aquacole des Pays de la Loire (FAP), tous les aquaculteurs et non spécifiquement les pisciculteurs en étangs ont été interrogés. Le programme EVA<sup>(1)</sup> porté par la FAP prévoyant également la passation d'un questionnaire auprès des aquaculteurs, les entretiens se sont déroulés en présentiel entre le mois de juin et le mois de novembre 2023.

L'enquête menée auprès des aquaculteurs des Pays de la Loire a permis d'interroger 40 chefs d'entreprises dont 11 pisciculteurs d'étangs, 3 salmoniculteurs, 17 algoculteurs et 9 aquaculteurs divers. Sept aquaculteurs seraient disposés à tester cette espèce dès 2024. Le pré grossissement et le grossissement des crevettes d'eau douce se réalisant respectivement en bassins hors sol intérieurs et en bassins en terre, l'enquête a permis de déterminer le nombre de professionnels en Pays de la Loire en disposant. Treize professionnels (dont 10 pisciculteurs d'étang) indiquent disposer de bassin en terre, une dizaine de bassins hors sol extérieurs et une trentaine de bassins hors sols d'intérieur (figure 30).

<sup>1</sup> Le programme EVA (état des lieux de la filière aquacole visant à la valorisation alimentaire) a été mené en 2023 par la FAP.

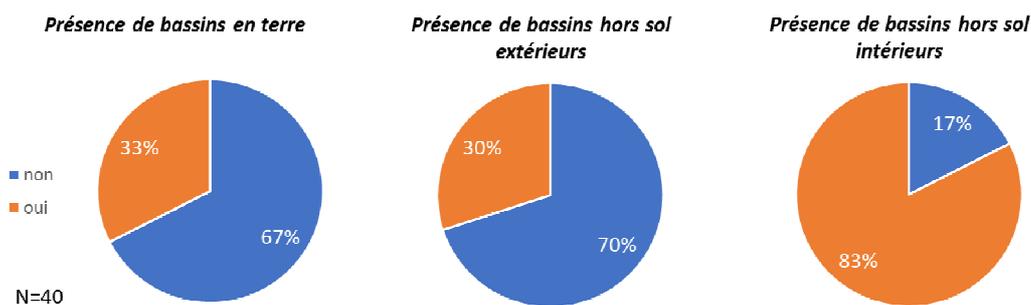


Figure 30 : Détention de bassins en terre (étang), hors sol en extérieur et intérieur par les aquaculteurs des Pays de la Loire

55% des aquaculteurs ayant répondu, soit 22 professionnels, disposent de surfaces disponibles pour aménager (creuser) des nouveaux bassins en terre (figure 31). C'est une donnée importante car il faudrait disposer d'une surface minimum de bassins soit 5000 m<sup>2</sup> pour pouvoir générer un minimum de rentabilité économique. Il faut compter au moins 0,5 ha pour environ 300 Kg de crevettes voire 1 ha pour 600 Kg avec un prix de vente directe au consommateur d'environ 35€/kg (Laval com. Pers.).

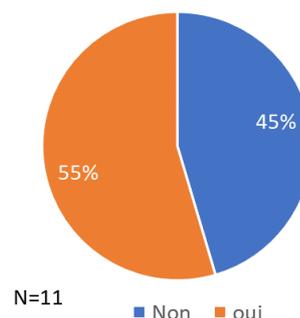


Figure 31: Pourcentage de répondant disposant de surfaces disponibles

Le questionnaire a aussi abordé l'étape de pré grossissement. Seulement 4 sites disposeraient de plus d'1 m<sup>3</sup> de bassins hors sol avec un système de chauffage et pouvant être disponible au printemps. Pour rappel, la densité de PLs possible est de 1 000 à 3 000 par m<sup>3</sup> selon présence ou non de substrats. Les deux sites piscicoles des Lycées disposent de ces infrastructures.

## II.D.2. Demande potentielle de crevettes

### *II.D.2.1. Caractéristiques des enquêtés MARCOPL0*

Le second volet a permis un premier sondage du marché potentiel via une opération découverte et dégustation lors des récoltes de crevettes sur chaque site expérimental (Château Gontier et Guérande). Le travail d'identification de la demande s'est réalisé auprès de différents acteurs sensibilisés aux essais techniques menés sur les deux sites : les aquaculteurs régionaux, des professionnels locaux en circuit court (restaurateurs, poissonniers) et des consommateurs proches géographiquement des sites d'essai. Pour ces derniers, il s'est agi des enseignants et personnels des deux lycées concernés. Compte tenu de la proximité et intérêts des acteurs interrogés avec les essais, il convient de rester prudent quant à l'extrapolation des résultats à l'échelle de la population nationale.

À partir d'une base de questionnaire transmis par Géraud Laval, éleveur de crevette et adhérent de l'AICED, deux types de questionnaires ont été adaptés et élaborés à chaque population : un ciblé restaurateurs, l'autre ciblé consommateurs parmi lesquels les aquaculteurs y figurent. Compte tenu de la forte valeur ajoutée des

crevettes, les circuits courts et de proximité sont privilégiés. C'est pourquoi les invitations de restaurateurs (moyen à haut de gamme) et poissonniers proches des deux sites ont été lancées. En tout, une quinzaine d'invitations a été lancée.

Les journées dégustation se sont déroulées respectivement le 25 septembre 2023 sur le site aquacole du lycée de Château Gontier et le 16 octobre 2023 sur celui du lycée aquacole de Guérande (figure 32).



Figure 32 : Photos des journées « dégustation » sur les sites G et CG

Les deux journées de dégustation sur les 2 sites ont permis d'interroger 43 personnes dont 8 professionnels (restaurateurs). Le nombre d'enquêtés selon les sites est assez équilibré avec un léger avantage pour le site de Château Gontier (3 consommateurs et 2 professionnels supplémentaires) comparativement à celui de Guérande (Tableau 3).

Tableau 3 : Nombre des consommateurs et professionnels interrogés lors des 2 journées dégustation

	Consommateurs	Professionnels	Total
Site d'élevage du Lycée de Guérande	16	3	19
Site d'élevage Lycée de Château Gontier	19	5	24
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>8</b>	<b>43</b>

La répartition des enquêtés MARCOPL0 par catégories socioprofessionnelles (CSP) est peu représentative de celle de la population française. Deux tiers des 42 enquêtés<sup>1</sup> relèvent ainsi des « artisans, commerçants, chefs d'entreprises » et « cadres, professions intellectuelles supérieures » (2). Au niveau français et en Pays de la Loire, selon les données INSEE, les « retraités » et les « employés, ouvriers » sont les deux CSP les plus importantes.

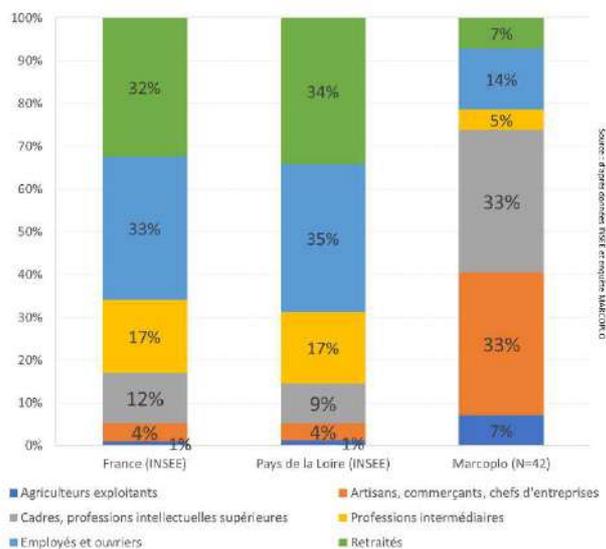


Figure 33 : Structure de la population de 15 ans ou plus par catégorie socioprofessionnelle en France et en Pays de la Loire (en 2020) et des personnes interrogées dans MARCOPL0

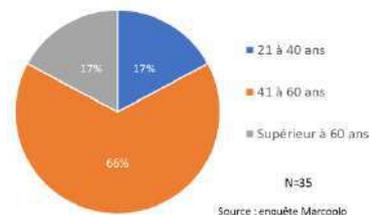


Figure 34 : Répartition par âge des consommateurs interrogés

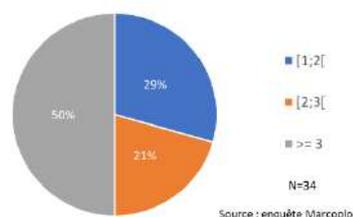


Figure 35 : Répartition des consommateurs enquêtés selon le nombre de personnes dans le foyer

Les résultats sur le comportement d'achat et de perception des crevettes consommées par les enquêtés MARCOPL0 ne pourront donc pas être extrapolés à l'échelle régionale ou nationale. Deux tiers des consommateurs interrogés sont âgés entre 41 et 60 ans (3). La moitié des enquêtés vivent dans un foyer composé de trois personnes ou plus (35).

Concernant la population de professionnels, le faible nombre d'enquêtés (8) conduit également à rester prudent quant à une généralisation des résultats à l'échelle régionale et conditionne également les résultats statistiques présentés dans ce rapport.

#### II.D.2.2. Les habitudes de consommation et d'achats de crevettes

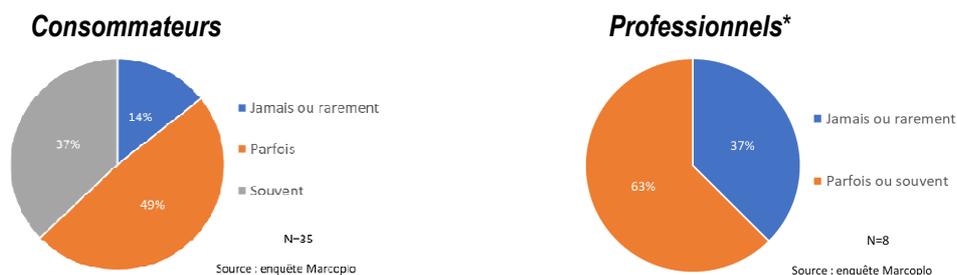
Le questionnaire comportait deux parties. À remplir avant la dégustation des crevettes, la première partie portait sur les caractéristiques des enquêtés et leurs habitudes d'achats de crevettes. La seconde partie portait sur la perception du produit une fois consommé et les intentions, conditions d'achats de ces crevettes.

Avant la dégustation, les enquêtés ont été interrogés sur la fréquence d'achat de crevettes entières (non décortiquées, avec tête) pour leur consommation familiale (consommateurs) ou pour cuisiner/mettre en vente dans votre établissement (professionnels). Près de la moitié des consommateurs (Figure 36) indiquent en acheter « parfois » i.e. 2 fois par an ou un peu plus alors qu'un peu plus d'un

<sup>2</sup> Un enquêté sur les 43 n'a pas renseigné sa CSP.

tiers (37%) en achètent « souvent » (une fois par mois ou plus). L'approvisionnement en crevettes entières est hétérogène selon les professionnels. Trois restaurateurs indiquent en acheter « jamais ou rarement » (en accompagnement d'une recette saisonnière par exemple). Les cinq autres professionnels s'approvisionnent « parfois » ou « souvent » pour satisfaire leurs clients ou proposer des entrées ou plat à la carte.

Des raisons éthiques ou écologiques (importation en provenance de pays lointains, mauvaise image des conditions d'élevage d'animaux exotiques) sont avancés par les enquêtés n'en achetant jamais. L'introduction de produits uniquement locaux ou français dans les menus explique également l'absence d'achat de ce type de produit.



\* Pour des raisons de secret statistique, les modalités « parfois » et « souvent » ont été regroupées pour les professionnels

Figure 36 : Fréquence d'achat de crevettes entières (non décortiquées, avec tête) pour la consommation familiale (consommateurs) ou pour cuisiner/ mettre en vente dans votre établissement (professionnels)

Au-delà des crevettes entières, les professionnels achètent principalement des crevettes congelées crues (6 professionnels sur 7) ou des crevettes cuites (3 sur 7). Ces achats se font quasi-exclusivement chez les grossistes alimentaires pour professionnels. Compte tenu de leur activité restaurative et de la problématique de conservation, ils ne privilégient pas les achats de crevettes crues, qu'elles soient décongelées, fraîches ou récemment pêchées. Quatre professionnels enquêtés sur 7 ne connaissent pas le nom scientifique des espèces des crevettes achetées. La crevette « Black Tiger » (dont le nom scientifique est *Penaeus monodon*) et la crevette « Gambas » ont été indiqués dans la catégorie « autres espèces achetées ». Pour les trois autres professionnels, les espèces *Penaeus vannamei*, *Palaemon serratus* et *Penaeus monodon* ont été indiquées.

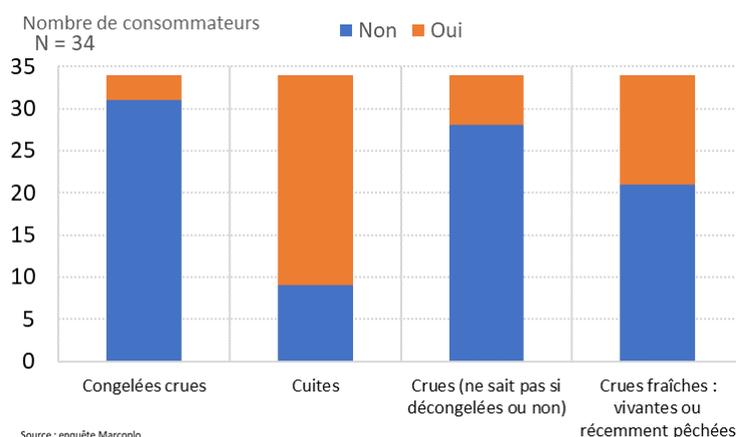


Figure 37 : Types de crevettes achetés par les consommateurs

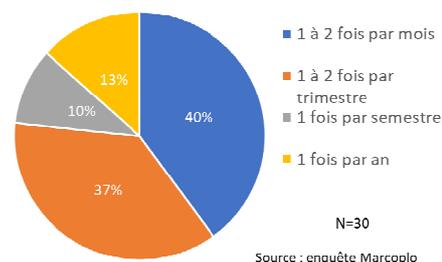


Figure 38 : Fréquence d'achat des crevettes des consommateurs MARCOPLO

Les consommateurs interrogés privilégient l'achat de crevettes cuites (3/4 des interrogés) suivi des crevettes fraîches vivantes ou récemment pêchées (Figure 37). Pour 40% d'entre eux, une fréquence d'achat d'une 1 à 2 fois par mois s'observe (Figure 38), d'une à 2 fois par semestre pour 37% des enquêtés. Les fêtes de fin d'année constituent, pour une minorité, une occasion unique d'achat.

Le nom des espèces de crevettes achetées est inconnu pour 3/4 des consommateurs. Pour les autres enquêtés indiquant qu'ils connaissaient le nom des espèces (soit 8 personnes), le bouquet, la gambas, la crevette grise et rose sont énoncés. Moins de trois personnes ont su donner des noms scientifiques parmi lesquels *Crangon crangon*, *Parapenaeus longirostris*, *Vanamei*, *Monodon*.

Les études de FranceAgrimer permettent de contextualiser les résultats MARCOPLO. Selon FranceAgrimer (2023), la France a importé un peu plus de 140 000 tonnes de crevettes en 2020 (Tableau 4). En 2017, la répartition des importations correspondait à 10 % de crevettes nordiques (incluant 5 % de crevettes nordiques congelées, 5 % de crevettes en saumure ou grises cuites réfrigérées), 85 % de *Penaeus* congelées et 5 % d'autres crevettes hors eau froide (FranceAgriMer, 2017). En relation avec les importations, la consommation des ménages français à leur domicile s'est portée sur les crevettes ou gambas cuites réfrigérées (Tableau 5).

Tableau 4 : Bilan d'approvisionnement (en équivalent poids vif) en 2020

(en tonnes)	Année 2020
Production	791
Importations	141 298
Exportations	19 978
Consommation apparente	122 111
Part de l'élevage	70%

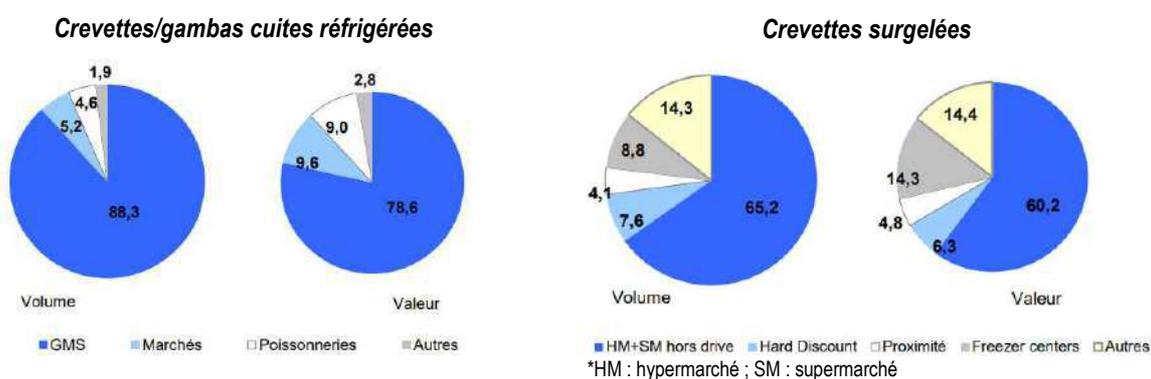
Source : FranceAgrimer (2023)

Tableau 5 : Consommation des ménages à leur domicile (en poids net) en 2021

2021	Prix moyen (€/kg)	Qtés achetées (tonnes)	Valeur (K€)
<b>CREVETTES/GAMBAS CRUES</b>	<b>13,60</b>	<b>3 010</b>	<b>40 827</b>
<b>CREVETTES/GAMBAS CUITES RÉFRIGÉRÉES</b>	<b>13,60</b>	<b>44 323</b>	<b>602 150</b>
dont sans code barre	12,10	28 019	322 437
dont avec code barre	17,20	16 303	279 714
<b>CREVETTES SURGELÉES</b>	<b>18,90</b>	<b>5 190</b>	<b>99 939</b>

La distribution des crevettes s'effectue via les Grands et Moyennes Surface (GMS), freezers centers, grossistes et poissonniers. Les GMS représentent le circuit le plus important pour la distribution de crevettes sur le marché français (Figure 39).

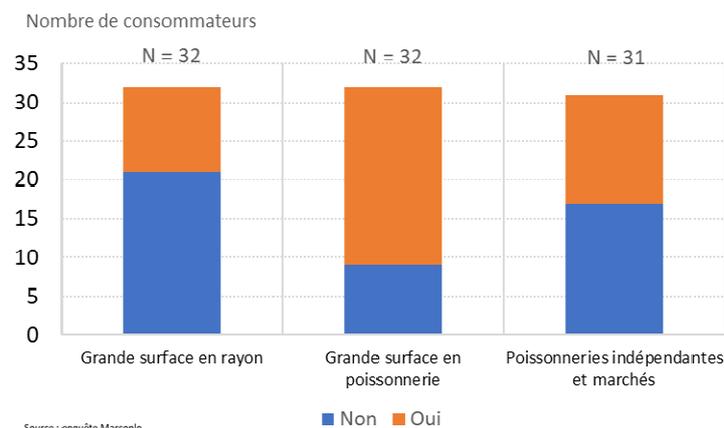
Le rayon marée, représente environ 60 % des ventes des GMS, essentiellement des crevettes cuites (généralement entières) chez les cuiseurs français, réfrigérées (FranceAgriMer, 2017). Les produits préemballés frais (environ 25 % des ventes) sont proposés près du rayon marée (sous atmosphère modifiée, par exemple) alors que les crevettes surgelées représentent environ 15 % des ventes. Les produits surgelés (rayon peu attractif, avec un packaging souvent peu valorisant) sont des produits de plus grande taille, essentiellement des produits crus entiers.



Source : FranceAgriMer d'après Kantar Worldpanel (2022)

Figure 39 : Part des circuits de distribution (2021) des achats de Crevettes/gambas cuites réfrigérées et des crevettes surgelées

La prédominance des GMS à l'échelle nationale se vérifie dans l'étude de MARCOPLO.



Plus de 70% des consommateurs enquêtés s'approvisionnent en grande surface à la poissonnerie, un tiers en rayon de GMS. Un peu moins de la moitié achètent sur les marchés ou dans des poissonneries indépendantes (Figure 40).

Figure 40 : Types de commerce où les consommateurs MARCOPLO effectuent leurs achats de crevettes

Les 8 professionnels MARCOPLO interrogés indiquent acheter leurs crevettes à différents prix selon les saisons ou les plats proposés (entrée, plats principal). Des fourchettes basses à moins de 15 €/kg (4 déclarations) à plus de 25 €/kg (4 déclarations) sont ainsi déclarés (Figure 41). Les quantités achetées par restaurateur au cours de l'année sont relativement stables. Certains achètent moins de 5 kg par mois tout au long de l'année alors que d'autres en achètent plus de 50 kg (Figure 42). Les périodes festives de fin d'année entraînent, pour quelques-uns, un approvisionnement plus important.

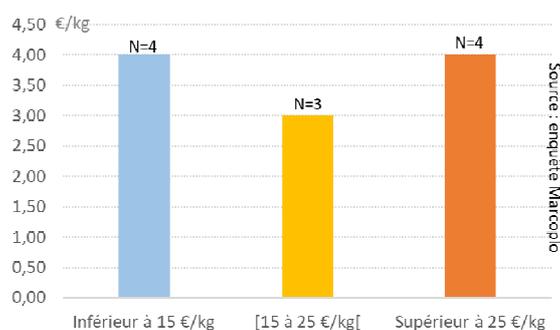


Figure 41 : Effectif des professionnels MARCOPLO selon les fourchettes de prix d'achat des crevettes

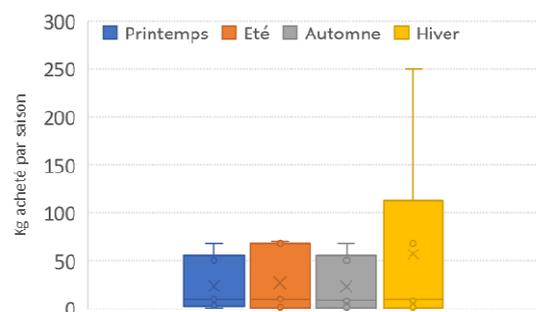


Figure 42 : Quantités moyennes mensuelles achetées de crevettes par les professionnels selon les saisons

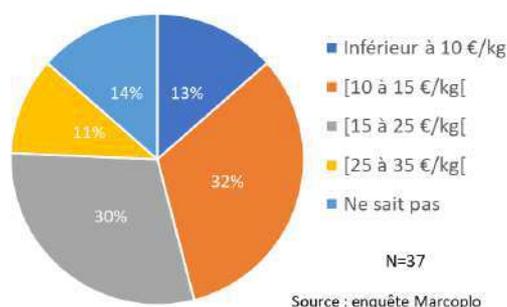
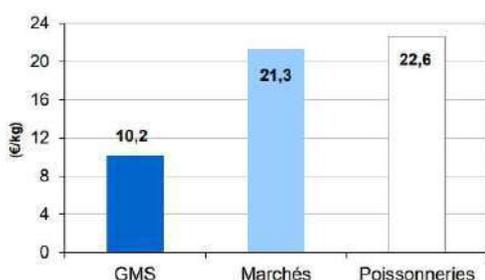


Figure 43 : Répartition des consommateurs MARCOPLO selon les fourchettes de prix d'achat des crevettes

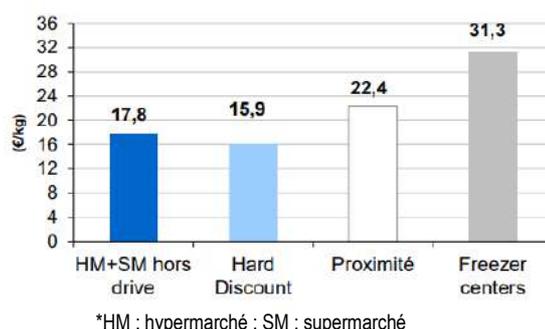
Concernant les consommateurs MARCOPLO interrogés, pour 45% d'entre eux, le consentement à payer se situe en dessous 15 €/kg (Figure 43) alors que 30% indiquent acheter le kg de crevettes entre 15 et 25 €. Le prix d'achat ne dépasse jamais 35 €/kg.).

Les fourchettes de prix indiqués par les consommateurs MARCOPLO avec la prédominance des achats effectués en GMS s'observent également à l'échelle nationale (Figure 44). Le rapport de FranceAgriMer (2023) précise que le prix moyen d'achat des ménages en GMS est de 10,2 €/kg. La crevette n'étant pas un produit aussi important que pour les GMS, les poissonneries, se positionnent le plus souvent sur des produits hauts de gamme et des calibres supérieurs expliquant les 22,6 €/kg de prix moyen. En surgelé, les prix moyens d'achats sont nettement plus élevés et peuvent atteindre 31 €/kg dans les freezers centers. Pour ces derniers, adoptant très souvent des procédures strictes de contrôle qualité avant référencement de leurs fournisseurs (FranceAgriMer, 2017), ils importent directement, que ce soient les produits crus ou les produits cuits (cuisson à l'origine pour éviter les ruptures, améliorer la qualité). Leur gamme comprend des crevettes crues entières, avec un calibre plutôt grand, des crevettes cuites (à l'origine) (queues ou décortiquées) et de nombreux plats cuisinés.

### Crevettes/gambas cuites réfrigérées



### Crevettes surgelées



Source : FranceAgriMer (2023) d'après Kantar Worldpanel

Figure 44 : Prix moyen d'achat par circuit de distribution des crevettes/gambas cuites réfrigérées et des crevettes surgelées (2021)

Tous les professionnels sont « plutôt satisfaits » de leurs achats de crevettes. Le bon rapport qualité/prix, le bon retour de la clientèle sur ce type de produits et la grosseur régulière sont les raisons avancées par les professionnels pour expliquer leur degré de satisfaction. L'acte d'achat relève de trois principaux critères : le prix (6 fois cités), la qualité (5 fois) et la taille (3). Ces trois critères représentent 70% des 20 critères cités par ordre hiérarchique. Le principal frein à l'achat de crevettes (11 citations) est relatif au prix (6 fois cités dont 4 fois en première place). Par ailleurs, les professionnels interrogés déclarent être attentif à l'origine locale ou régionale des crevettes (5 sur 7 professionnels) ainsi que de leur mode de production (6 sur 7) si possible peu intensif.

Un peu plus de 70% des consommateurs MARCOPLO sont « plutôt satisfaits » concernant leurs achats de crevettes voire « très satisfaits » (20 %). Les consommateurs « moyennement satisfaits » représentent à peine 10% des enquêtés.



Les principaux mots utilisés par les consommateurs pour évoquer les raisons de leur satisfaction sont la taille, le bon goût du produit, la fermeté de la chair, la qualité et la fraîcheur (Figure 45).

Les « moyennement satisfaits » évoquent le manque de conseil quant à la cuisson, le manque de transparence sur la provenance des produits, la mauvaise image ou encore des chairs trop molles. Le temps de décorticage trop long pour toute une famille est aussi évoqué.

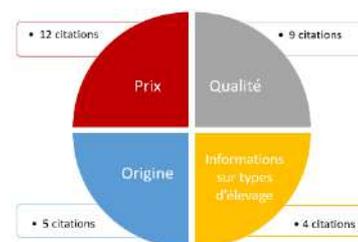
Figure 45 : Mots prononcés par les consommateurs MARCOPLO pour évoquer les raisons de leur degré de satisfaction

Concernant les critères qui orientent les choix lors des achats de crevettes, 23 consommateurs se sont prononcés et en ont cité 58. Représentant 78% d'entre eux, quatre critères principaux prédominent : le prix, la provenance, la taille et la fraîcheur des crevettes (Tableau 6). Si le prix a été cité 16 fois par les 23 répondants dont 4 fois comme étant le plus important (1<sup>er</sup> rang), le critère de fraîcheur, 7 fois cités, est celui qui occupe le dernier rang (5 fois cités).

Tableau 6 : Principaux critères de choix lors des achats de crevettes des consommateurs MARCOPLO

Prix	Provenance	Taille	Fraîcheur
16 fois cités	13 fois cités	9 fois cités	7 fois cités
4 fois au 1 <sup>er</sup> rang	4 fois au 1 <sup>er</sup> rang	4 fois au 1 <sup>er</sup> rang	5 fois au 1 <sup>er</sup> rang
6 fois au 2 <sup>ème</sup> rang	1 fois au 2 <sup>ème</sup> rang	4 fois au 2 <sup>ème</sup> et 3 <sup>ème</sup> rang	1 fois au 3 <sup>ème</sup> et 4 <sup>ème</sup> rang
3 fois au 3 <sup>ème</sup> et 4 <sup>ème</sup> rang	3 fois au 3 <sup>ème</sup> et 4 <sup>ème</sup> rang	1 fois au 5 <sup>ème</sup> rang	

Figure 46 : Freins à l'achat des crevettes des consommateurs MARCOPLO



Concernant les freins cités à l'achat des crevettes (Figure 46), 4 critères émergent dont 3 étant déjà cités comme critère de choix lors de l'achat : le prix, la qualité (fraîcheur) et l'origine (provenance). Les informations concernant les types d'élevage des crevettes (image négative des élevages industriels, absence d'information sur des pratiques vertueuses) cloent la liste des freins. Ces critères corroborent les réponses apportées sur l'attention portée sur l'origine locale / régionale ou sur le mode de production des crevettes achetées (Figure 47).

Près de 70% des consommateurs MARCOPLO indique être attentif ou très attentif à une localisation géographiquement proche (locale ou régionale) de leur habitation. Trois consommateurs sur 7 révèlent être attentif au mode de production des crevettes et évoquent le besoin d'élevage extensif, de produits biologiques ou certifiés. En revanche, près de 2 consommateurs sur 5 n'y sont pas du tout ou peu sensibles. Les restaurateurs indiquent quant à eux que si leurs clients peuvent être sensibles à l'origine, ils le sont moins au mode de production.

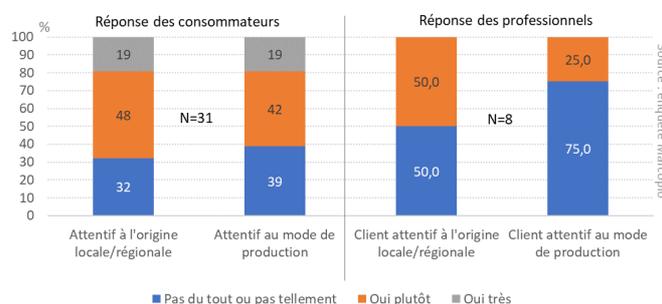


Figure 47 : Réponse des consommateurs et des professionnels sur l'attention portée à l'origine locale/régionale et au mode de production des crevettes

Si le prix est un indicateur important qui conditionne l'acte d'achat des consommateurs et professionnels interrogés, une très grande majorité d'entre eux déclarent être prêts à payer plus pour des produits de qualité ou de proximité (Figure 48).

**Le prix est le critère le plus important pour choisir un produit**

- 5 consommateurs sur 31



**Je suis prêt à payer plus pour des produits de qualité et/ou de proximité**

- 26 consommateurs sur 31

- 7 professionnels sur 8

Figure 48 : Réponse des consommateurs et professionnels MARCOPLO sur le choix entre le prix et des produits de qualité ou de proximité

Sur les améliorations à apporter sur les crevettes entières disponibles sur le marché, 5 professionnels sur 8 souhaiteraient plus de garantie concernant l'éthique (environnementale, sociale, respect de l'animal, ...) de pêche ou d'élevage. Sur la liste de proposition d'améliorations proposées aux consommateurs MARCOPLO, aucune n'obtient d'adhésion majoritaire (Figure 49). Celles dont la proportion de répondants obtient au moins 30% d'approbation concernent le fait « d'être mieux informé sur origine et qualité » (42% de oui), de disposer de plus de garantie éthique (35%), d'améliorer la qualité organoleptique (32%) ou de disposer de produits plus frais, la fraîcheur des crevettes laissant à désirer (26%). Au global, 24 consommateurs sur 31 sont satisfaits ou très satisfaits de la mise en marché des crevettes entières et ne demandent pas d'amélioration particulière.

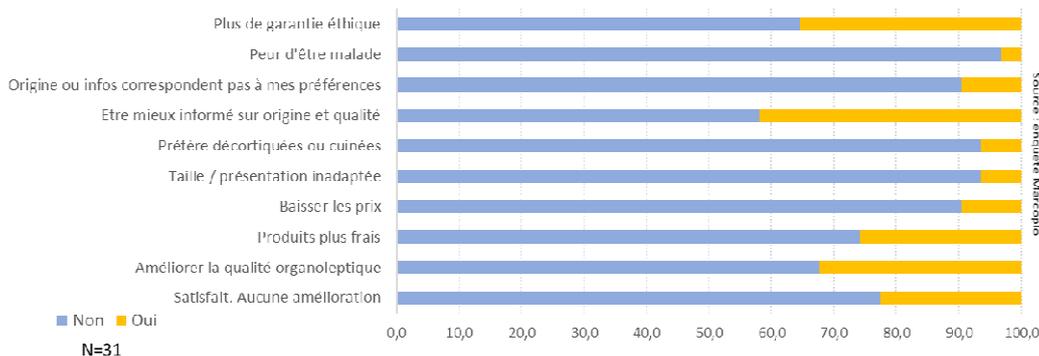


Figure 49 : Améliorations nécessaires concernant les crevettes entières disponibles sur le marché

### II.D.2.3. Perception et intention d'achat de *Macrobrachium rosenbergii*

La perception et intention d'achat des crevettes *Macrobrachium rosenbergii* correspondent au second volet de l'enquête, après la dégustation des crevettes. Deux types de recettes ont été proposées sur les deux sites des lycées aquacoles : nature i.e. blanchie ou poêlée à la plancha avec de l'huile d'olive **sans sel**. En plus de ces deux types, d'autres recettes ont été proposées sur le site de Guérande (flambée, avec une sauce à base de crème, légumes et têtes de crevettes).

Les enquêtés sont très majoritairement satisfaits de la dégustation des crevettes dégustées (Figure 50).

Pour les 3 professionnels sur les 8 étant seulement un peu satisfaits, 2 critères sont avancés : le fait que pour une appellation "Gambas", la taille soit petite et que le goût soit un peu fade. L'habitude de consommer de la crevette de mer contribue à cette sensation de manque de goût.

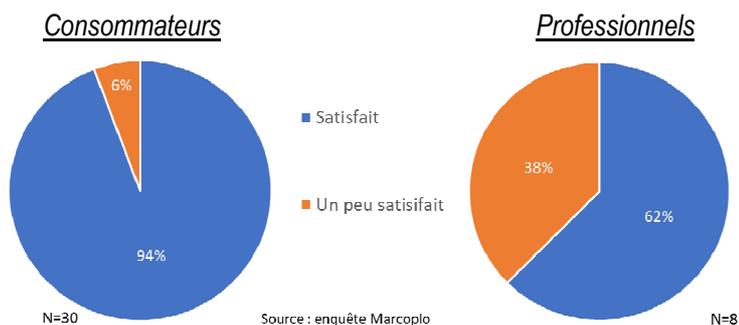


Figure 50 : Perception de la crevette d'eau douce dégustée

Plusieurs caractéristiques sont soulignées pour décrire la satisfaction apportée par la consommation des crevettes. En premier lieu, la texture de la chair (ferme) apporte une très grande satisfaction que ce soit au niveau des consommateurs (27 sur 35 répondants) qu'au niveau des professionnels interrogés (4 sur 7 - 49). La couleur des crevettes, leur fraîcheur ainsi que le fait que les crevettes soient produites localement sont plébiscités et constituent des atouts pour les enquêtés. En revanche, l'odeur (seulement 5 consommateurs sur 35) et la découverte d'un nouveau produit et son originalité (12 sur 35) ne caractérisent pas l'appréciation des consommateurs.

Si le goût est perçu favorablement par la majorité des enquêtés, ce dernier ne constitue pas une caractéristique principale mise en avant. Le côté fade, évoqué précédemment, expliquant ce résultat. Il peut également expliquer l'adhésion de plus des ¾ de l'ensemble des enquêtés à la recette des crevettes poêlées à la plancha.



Figure 51 : Caractéristiques décrivant la satisfaction suite à la dégustation des crevettes *Macrobrachium rosenbergii*

La satisfaction des professionnels envers les crevettes se traduit par un consentement à s'approvisionner en crevettes la saison prochaine, que ce soit sur un site de production en Pays de la Loire ou bien en étant livré directement à leur établissement (Figure 52). Ils sont prêts à parcourir en moyenne 21 km, le minimum et le maximum étant respectivement de 10km et 30km. Concernant le prix d'achat, il leur a été rappelé différents cours : ceux du marché gros (Rungis) avec des prix de vente à 28€/kg pour les grosses crevettes fraîches bio en aquaculture France, des prix entre 14 et 20 €/kg pour les crevettes au détail crues congelées moyennes (40 à 60 unités par kg) et entre 25 à 30 €/kg pour les crevettes au détail crues congelées grosses (20 à 30 unités par kg). A partir de ces informations, les professionnels indiquent vouloir acheter entre 25 et 50 kg par saison pour un prix moyen de 21,50 €/kg. Les bornes minimales et maximales sont situées entre 10 et 27€/kg, correspondant aux différentes fourchettes de prix indiquées précédemment (Figure 41). Néanmoins, il est indiqué que les volumes achetés dépendront des quantités proposées par les producteurs, ces quantités et taille de crevettes pouvant être variables en fonction des conditions climatiques.

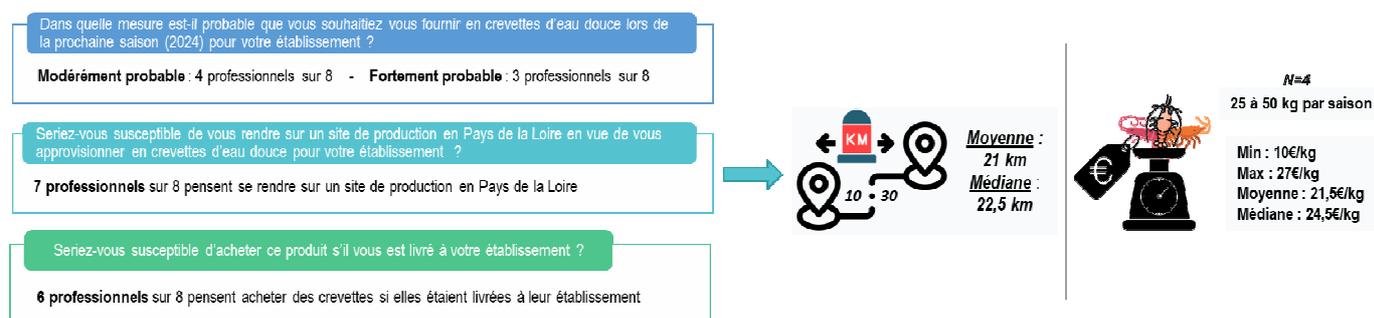
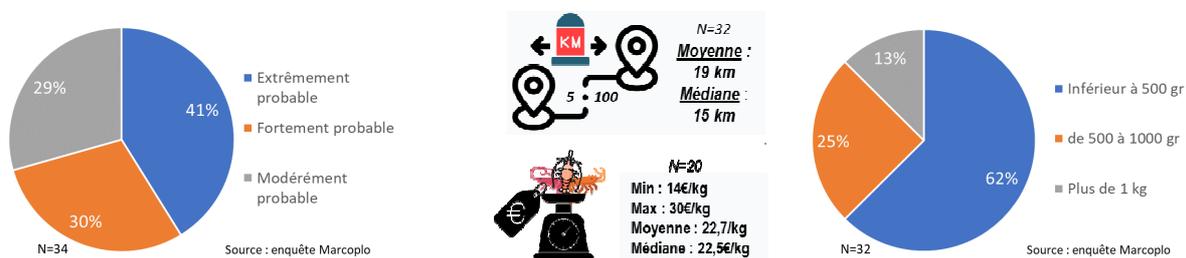


Figure 52 : Caractéristiques des intentions d'achat des professionnels de crevettes *Macrobrachium rosenbergii* : prix, quantités, distance prêt à parcourir

A la question sur la perception de la saisonnalité des crevettes, ces dernières étant disponibles sur une période de 5 ou 6 semaines, de fin août à début octobre, 5 professionnels sur 6 déclarent que cela constitue un avantage et offre l'opportunité d'une diversité saisonnière associée à un produit local ayant une image de fraîcheur. Compte tenu du délai extrêmement court, proposer ou valoriser le produit sur une carte semble constituer une contrainte pour des restaurants type brasserie. Une offre en surgelée est ainsi proposée pour lever ce frein à l'achat. Pour autant, les préférences commerciales des professionnels sont de deux ordres : 1 - déjà abattues et vendues sous glace soit chez le producteur, soit livrées à l'établissement (4 professionnels sur 6), 2 - à emporter vivantes de chez le producteur. La très grosse taille des crevettes est également plébiscitée par la moitié des professionnels alors que l'intérêt pour le bio n'est pratiquement pas retenu.

Le consentement à acheter des crevettes pour la saison prochaine est positif pour plus de 70% des consommateurs MARCOPL0 (Figure 53). Si aucun d'entre eux n'indiquent ne pas vouloir en acheter, 10

consommateurs sur 34 (29%) répondent qu'il est modérément probable qu'ils achètent ce produit l'année prochaine.



Les consommateurs sont prêts à parcourir en moyenne 19 km soit 2 km de moins que les professionnels, le minimum et le maximum étant respectivement de 5km et 100km. Les quantités susceptibles d'être achetées par acte d'achat seraient inférieures à 500 grammes (en très grande majorité entre 200 et 500 g) pour plus de 60% des répondants. Le consentement à payer moyen des consommateurs est de 22,70 €/kg avec un minimum déclaré de 14€/kg et un maximum de 30€/kg. Ce niveau de prix correspond à la fourchette de prix indiqué précédemment par 55% des enquêtés (2). Il est à noter que les crevettes proposées à la consommation n'étaient pas très grandes (cf. graphique sur taille dans poids). On peut considérer que le prix révélé est donc en adéquation avec le produit proposé qui correspond plus à des crevettes *Penaeus vannamei*.

Les préférences commerciales retenues par les consommateurs s'orientent vers des achats directement chez le producteur soit de crevettes vivantes (près des 2/3 des enquêtés) soit déjà abattues en vendues sous glace (58% des répondants - Figure 54). Les trois autres critères proposés (en restauration sur place, en bio ou une taille très grosse de crevette) recueillent moins l'adhésion des consommateurs. Que ce soit pour les consommateurs (31 répondants sur 34) ou les professionnels (5 sur 6), goûter le produit préalablement à une décision d'achat est nécessaire.

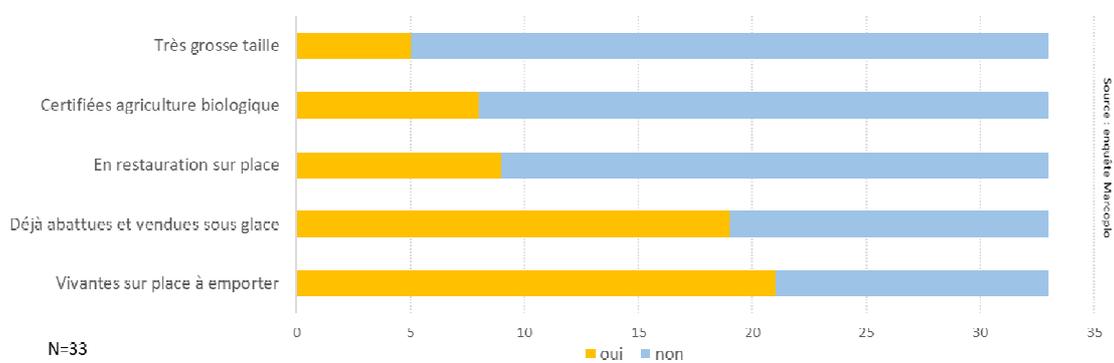


Figure 54 : Préférences de consommation des consommateurs pour l'achat de crevettes

Le questionnement des consommateurs sur leur intérêt concernant le projet MARCOPLO met en évidence trois raisons principales : le fait de proposer des produits 100% français (59% des 34 répondants), le concept du lieu et du projet dans son ensemble (59%) et la potentielle proximité de leur lieu de vie et/ou de leur travail (55%). Ils sont partagés quant au plaisir de consommer un produit frais de qualité. Par ailleurs, les crevettes étant un produit déjà consommé au sein des foyer, 65% indique que la consommation des *Macrobrachium rosenbergii* ne correspond pas à une découverte d'un nouveau produit.

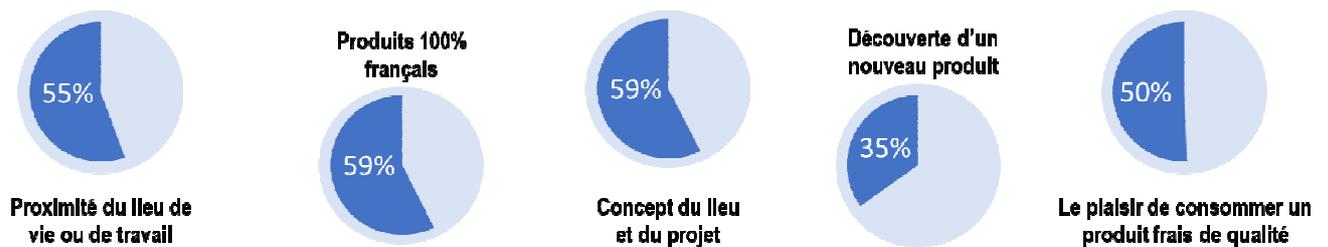


Figure 55 : Raison pour lesquelles le projet « MARCOPLO » séduit les consommateurs interrogés

### II.D.3. Perspectives

Les marchés visés sont des marchés de niche à haute valeur ajoutée comme la restauration haut de gamme, certains traiteurs, distributeurs et poissonniers ainsi que les consommateurs en vente directe.

Cette première enquête dans les Pays de la Loire est encourageante avec des possibilités de débouchés. L'une des difficultés concerne la saisonnalité du produit qui n'est pas forcément inscrite dans le comportement des consommateurs. Les essais ont montré que c'est une espèce qui peut être stockée environ 10j dans une eau à 18°C. Cette souplesse permettrait au pisciculteur d'étaler un peu leur vente. Ensuite, la surgélation est nécessaire pour cibler les marchés de Noël, par exemple. Cela sous-entend que l'aquaculteur devrait disposer d'un atelier aux normes sanitaires pour la surgélation ou de sous-traiter chez un autre professionnel équipé. Pour l'aquaculteur, 2 types de marché s'ouvrent, celui du frais qui ne pourra durer que quelques semaines de septembre à octobre puis celui du surgelé. Des procédures et barèmes de congélation adaptés à l'espèce *M. rosenbergii* devront nécessairement être étudiés et validés préalablement pour le surgelé.

L'identification du produit, et donc une communication efficace et bien ciblée, est aussi nécessaire. L'enquête a montré que peu d'acteurs connaissent les noms scientifiques des espèces. Il sera important de dénommer spécifiquement *Macrobrachium* pour la démarquer des crevettes d'importation. Le fait de consommer un produit 100% local semble être un bon argument auprès des consommateurs. Le rapport aux prix est contradictoire car d'un côté, le consentement à payer des crevettes locales plus chères semble acquis et d'un autre côté, le prix est un des critères décisifs pour en acheter. Des crevettes de qualité avec des prix plus élevés sont déjà proposées sur le marché.

Pour les professionnels restaurateurs ou distributeurs, la saisonnalité sur quelques semaines de vente sera à prendre en compte lors des approvisionnements pour les crevettes fraîches. La surgélation pourrait permettre aussi d'élargir la période de commercialisation avec l'utilisation de l'argument production 100% française.

Le prix envisagé de plus de 25€/kg pourrait dissuader les restaurants moyens de gamme. Les restaurants à cibler à ce niveau de prix sont plutôt des restaurants gastronomiques et haut de gamme, souvent à la recherche de ce type de produits et prêts à y mettre le prix, comme constaté dans le Gers. La taille des crevettes sera également une source de valeur ajoutée, le prix au kg augmentant avec la taille sur le marché français. Durant les pêches, on a vu une grande hétérogénéité de taille parmi les crevettes récoltées. Une réflexion pourrait se tenir sur des ordres de prix variant en fonction de ces classes avec des appellations : soit entre 15 et 25g. petites crevettes d'eau douce ou bouquet d'eau douce et les > 25g. les gambas d'eau douce. Les prix pourraient varier respectivement de 22€/kg à 27€/kg à plus de 30€/kg pour les gambas de plus de 35g.

## Conclusion

Les résultats obtenus sur les sites d'essais à Guérande et à Château-Gontier montrent que la production estivale de la crevette d'eau douce *Macrobrachium rosenbergii* est possible dans les Pays de la Loire sous certaines conditions réglementaires et techniques. Les risques environnementaux (invasifs) sont extrêmement faibles en raison du cycle biologique très particulier de cette espèce incapable de survivre aux températures hivernales. Les risques zoosanitaires, notamment liés à la maladie des points blancs, sont très faibles en raison du statut très probablement indemne des juvéniles (produits dans le Gers), dont le cheptel d'origine fait l'objet d'un suivi sanitaire depuis plus de 7 ans. Il est suggéré que les sites de production respectent les critères d'installation aquacole fermée car il s'agit d'une espèce exotique au sens du règlement 708/2007 modifié. Certains centres d'allotement d'étangs pourraient être éligibles à ce type de production. Les étangs ou autres plans d'eau classiques ne seront pas concernés.

L'approvisionnement en juvéniles, qui seront mis dans les plans d'eau, est important. Une phase de pré grossissement en hors sol est indispensable et nécessite certains types d'installations qui existent en région, notamment dans les lycées Olivier Guichard de Guérande et du Haut Anjou de Château-Gontier.

Les performances de croissance ont été intéressantes, malgré des conditions climatiques estivales plutôt fraîches, notamment sur un des sites avec un poids moyen de 19,05g et un taux de survie dépassant les 70%. La mise en place d'essais de grossissement sur 2 sites a permis de montrer l'importance de la nature du substrat (fond du bassin et sa fertilité initiale). Des bassins en terre avec un fond légèrement vaseux conviennent mieux que des bassins bétons avec un fond sableux. Sur ce dernier site, les poids moyens étaient de 15,7g avec un taux de survie légèrement inférieur à 70% avec des températures moyennes identiques sur les 2 sites. L'oxygène est aussi un facteur important à prendre en compte. Des valeurs inférieures à 3 mg/l peuvent altérer les performances de croissance voire provoquer de fortes mortalités.

Ainsi sur le site le plus performant, environ 50 kg de crevettes ont été récoltés sur 900 m<sup>2</sup> de bassin, ce qui pourrait nous amener à des rendements de 500 à 600 kg/ha dans notre région.

Une enquête a été réalisée auprès de 40 aquaculteurs régionaux. Au moins 7 semblent intéressés pour cette nouvelle production sachant qu'il faut certaines conditions technico-économiques comme la surface minimum de bassins disponible d'environ 5 000 m<sup>2</sup> pour permettre de générer des revenus significativement intéressants. Concernant la demande potentielle de crevettes, les résultats de l'enquête menés lors des journées « découverte et dégustation », montrent une grande voire une très grande satisfaction des consommateurs et des restaurateurs testés pour le produit. Même si l'origine locale est très appréciée, le prix reste néanmoins un facteur clé d'achat. Celui-ci pourrait varier en fonction de la taille de la crevette avec en moyenne 25€/kg. Ce prix pourrait être fortement valorisé à 30€/kg pour de la Gambas, c'est-à-dire de la grosse crevette de plus de 2-5g.

A la suite de cette étude, 2 à 3 aquaculteurs pourraient se lancer dans cette production dès que possible. Il faudra pour cela avoir toutes les autorisations requises par les administrations concernées. De nouvelles études portant sur l'amélioration de la zootechnie pourraient aussi débiter cette année.

## Bibliographie

- Collas, M., Burgun, V., Poulet, N., C, P., & Grandjean, F. (2015). *La situation des écrevisses en France Résultats de l'enquête nationale 2014*.
- Comité 21 Grand Ouest. (2022). *GIEC des Pays de la Loire*.
- Da Silva, T., Luis, E., Cupertino Ballester, E., & Cunico AM. (2020). First records of non-native species Malaysian prawn *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda: Palaemonidae) in an important South American hydrographic system. *Acta Limnologica*, 32.
- De Oliveira, L., Brito, G., Gama, M., Contanza Ovando, X., Anastacio, P., & Cardoso, S. (2023). Non-Native Decapods in South America: Risk Assessment and Potential Impacts. *Diversity*, 15, 2–17.
- FAO. (2009a). *Cultured aquatic species fact sheets : Cyprinus carpio*.
- FAO. (2009b). *Macrobrachium rosenbergii*. In *Cultured aquatic species fact sheets*. (p. 12).
- FAO. (2020a). *La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture*.
- FAO. (2020b). *La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture*.
- Griessinger, J., Lacroix, D., & Gondouin, P. (1991). *L'élevage de la crevette tropicale d'eau douce*.
- Hooper, C., Debnath, P., Stentiford, G., Bateman, K., Salin, K., & Bass, D. (2022). Diseases of the giant river prawn *Macrobrachium rosenbergii*: A review for a growing industry. *Reviews in Aquaculture*, 1–21.
- Iketani, G., Borges Aviz, A., Maciel, C., & Cotroni Valenti, W. (2016). Successful invasion of the Amazon Coast by the giant river prawn, *Macrobrachium rosenbergii*: evidence of a reproductively viable population. *Aquatic Invasions*, 11.
- Lacroix, D. (1983). L'aquaculture du *Macrobrachium rosenbergii* aux Antilles Françaises. *Bases Biologiques de l'aquaculture, Montpellier, 12-16 Decembre 1983*.
- Lacroix, D., & Griessinger, J. (1988). L'élevage du *Macrobrachium rosenbergii* en Guyane Française. *VIe SYMPOSIUM LATINO-AMERICAIN D'AQUACULTURE*, 31.
- Lautraite, A., & Laval, G. (2022). Dangers zoonositaires associés à l'espèce *Macrobrachium rosenbergii* et risques associés à son élevage en France métropolitaine. *7èmes Journées de La Recherche de La Filière Piscicole*, 11.
- Lautraite, A., Lebreton, A., & Bordes, G. (2004). *Guide de bonnes pratiques sanitaires en élevage piscicole*.
- Laval, G. (2018). *Projet d'aquaculture. Elevage expérimental de crevettes tropicales d'eau douce Macrobrachium rosenbergii*.

- Laval, G. (2022). *Élevage de crevettes d'eau douce en Europe* (QUAE (ed.)).
- Le Bihan, V., & Trintignac, P. (2016). *Risques et gestion des risques en pisciculture d'étangs : le cas ligérien*. 9.
- Legall, J., & Beague, E. (1986). Introduction du camaron *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea, Decapoda, Caridea, Palaemonidae) à l'île de la Réunion (Océan Indien). *Aquaculture*, 52, 303–305.
- Ling, S. (1969). The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). In *Rapport FAO* (pp. 589–606).
- Magalhaes, C., Buenno, S., Bond-buckup, G., Cotroni Valenti, W., Melo Da Silva, M., Kiyohara, F., Mossolin, E., & Rocha, S. (2005). Exotic species of freshwater decapod crustaceans in the state of São Paulo, Brazil: records and possible causes of their introduction. *Biodiversity and Conservation*, 14, 1929–1945.
- New, M. (2002). *Farming freshwater prawns. A manual for the culture of the giant river prawn (Macrobrachium rosenbergii)* (FAO fisher).
- New, M., Cotroni Valenti, W., Tidwell, J., D'Abramo, L., & Narayanan Kutty, M. (2009). *Freshwater Prawns: Biology and Farming* (Wiley-Blac).
- New, M., & Singholka, S. (1985). *Production des crevettes d'eau douce. Manuel l'élevage de Macrobrachium rosenbergii*.
- Qureshi, T., Manohar, S., Mastan, S., & Chauhan, R. (2000). Bacteria and fungus isolated from diseased larvae of *Macrobrachium rosenbergii*. *Environment and Ecology*, 18, 437–440.
- Svoboda, J., Mrugała, A., Kozubíková-Balcarová, E., Kouba, A., Diéguez-Uribeondo, J., & Petrusek, A. (2014). Resistance to the crayfish plague pathogen, *Aphanomyces astaci*, in two freshwater shrimps. *Journal of Invertebrate Pathology*, 121, 197–204.
- Tay, J., Suhanizen, A., Aziz, A., Yassin, N., & Arai, T. (2022). Effects of domestication and temperature on the growth and survival of the giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) postlarvae. *Open Agriculture*, 85.
- Thévenot, J., & Noel, P. (2015). *Expertise sur Macrobrachium rosenbergii*.
- Trintignac, P., Le Bihan, V., & Lesage, C. (2016). *PETRA Etude technico-économique d'une production régionale de poissons en étangs pour le marché de l'alimentation humaine*.
- Xing, Q., Tu, H., Yang, M., Chen, G., Tang, Q., Yi, S., Gao, G., Ibrahim, S., Lieu, L., Xia, Z., Cai, M., & Yang, G. (2022). Evaluation of cold tolerance and gene expression patterns associated with low-temperature stress in giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture Reports*, 24.

## Sitographie

MNHN ; <https://inpn.mnhn.fr>

Association santé poissons sauvages : <https://www.association-sante-poissons-sauvages.com/>

La Chaîne Météo : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-du-climat/1observations-du-changement-climatique>

## Glossaire

AICED : Association Interprofessionnelle de la Crevette d'Eau Douce

CEFAS : Centre for Environment Fisheries and Aquaculture Science

DDT(M) : Direction Départementale des Territoires (et de la Mer)

DD(cs)PP : Directions Départementales de la Cohésion Sociale et de la Protection des Populations

DOM TOM : Département Outre-Mer Territoire Outre-Mer

FAO : Food Administration Organisation

IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER

MNHN : Muséum Naturel Histoire Naturelle

OIE : Office International des Epizootie

VR : Vésicule Résorbée

## Figures

Figure 1 : dessin de <i>Macrobrachium rosenbergii</i> (FAO, 2009a) .....	10
Figure 2 : photo de <i>Macrobrachium</i> avec en premier plan un mâle avec ses pinces bleues (G. LAVAL).....	10
Figure 3 : schéma du cycle de vie catadrome de <i>Macrobrachium rosenbergii</i> (d'après Griessinger <i>et al.</i> , 1991 ; Laval, 2022) .....	11
Figure 4 : type morphologique de la crevette adulte (Griessinger <i>et al.</i> , 1991).....	13
Figure 5 : situation géographique régionale des sites d'expérimentation .....	15
Figure 6 : photos de la pisciculture avec la serre nurserie (1) et les bassins (2) prévus pour l'expérimentation (géoportail) .....	16
Figure 7 : vue aérienne de la pisciculture continentale du Lycée de Guérande .....	16
Figure 8: cycle de production pour les essais MARCOPLO (d'après Laval, 2022) .....	18
Figure 9: préparation et transfert des post larves .....	25
Figure 10 : photos des bassins de pré grossissement sur le site CG (gauche) et sur le site G (droite) avec les supports.....	26
Figure 11 : photos des futurs bassins d'essais en assec voire chaulés .....	27
Figure 12: photo d'une cage sur le site CG .....	28
Figure 13 : photos du bassin B2 sur site G (à gauche) et du bassin B7 sur le site CG en eau avec leurs dispositifs (filets et cages pour B7) .....	28
Figure 14 : photo des pêches de bassins sur CG (en haut) et sur G (en bas).....	29
Figure 15 : températures moyennes de l'air sur les sites G et CG .....	30
Figure 16: évolution journalière des températures minimales et de l'oxygène dissous dans le bassin B2 sur le site G.....	31
Figure 17 : évolution journalière des températures minimales et de l'oxygène dissous dans le bassin B1 sur le site G.....	31
Figure 18 : évolution journalière des températures minimales et de l'oxygène dissous dans le bassin B1 sur le site CG .....	32
Figure 19 : taux de survie final des crevettes par site .....	33
Figure 20 : taux de survie final des crevettes par bassin sur les 2 sites .....	33
Figure 21 : poids moyen individuel final par site (+-IC95%) .....	34
Figure 22 : évolution des poids moyens en fonction du temps par site.....	35
Figure 23 : photos de têtes de lots à J90 (2-3 g), à J115 (11-12g), à j140 (19g) et à J180 (39g).....	35
Figure 24 : poids moyens par bassin sur les 2 sites.....	36
Figure 25 : courbe de croissance de juvéniles de référence ; juvéniles de 60 j (PLs60) mis en bassins (Laval, 2022) .....	37
Figure 26 : classe de poids par site .....	38
Figure 27 : classe de poids par bassin sur le site CG.....	39
Figure 28 : chronogramme des prélèvements sur eau et crevettes pour l'analyse bactériologique .....	44
Figure 29 : détention de bassins en terre (étang), hors sol en extérieur et intérieur par les aquaculteurs des Pays de la Loire .....	54
Figure 30: pourcentage de répondant disposant de surfaces disponibles .....	54
Figure 31 : photos des journées « dégustation » sur les sites G et CG .....	55
Figure 32 : Structure de la population de 15 ans ou plus par catégorie socioprofessionnelle en France et en Pays de la Loire (en 2020) et des personnes interrogées dans MARCOPLO .....	56
Figure 33 : Répartition par âge des consommateurs interrogés .....	56
Figure 34 : Répartition des consommateurs enquêtés selon le nombre de personnes dans le foyer.....	56

Figure 35 : Fréquence d'achat de crevettes entières (non décortiquées, avec tête) pour la consommation familiale (consommateurs) ou pour cuisiner/ mettre en vente dans votre établissement (professionnels) .....	57
Figure 36 : Types de crevettes achetés par les consommateurs .....	58
Figure 37 : Fréquence d'achat des crevettes des consommateurs MARCOPLO .....	58
Figure 38 : part des circuits de distribution (2021) des achats de Crevettes/gambas cuites réfrigérées et des crevettes surgelées .....	59
Figure 39 : Types de commerce où les consommateurs MARCOPLO effectuent leurs achats de crevettes .....	59
Figure 40 : Effectif des professionnels MARCOPLO selon les fourchettes de prix d'achat des crevettes .....	60
Figure 41 : Quantités moyennes mensuelles achetées de crevettes par les professionnels selon les saisons ...	60
Figure 42 : Répartition des consommateurs MARCOPLO selon les fourchettes de prix d'achat des crevettes ...	60
Figure 43 : Prix moyen d'achat par circuit de distribution des crevettes/gambas cuites réfrigérées et des crevettes surgelées (2021) .....	61
Figure 44 : Mots prononcés par les consommateurs MARCOPLO pour évoquer les raisons de leur degré de satisfaction .....	61
Figure 45 : Freins à l'achat des crevettes des consommateurs MARCOPLO .....	62
Figure 46 : Réponse des consommateurs et des professionnels sur l'attention portée à l'origine locale/régionale et au mode de production des crevettes .....	62
Figure 47 : Réponse des consommateurs et professionnels MARCOPLO sur le choix entre le prix et des produits de qualité ou de proximité .....	63
Figure 48 : Améliorations nécessaires concernant les crevettes entières disponibles sur le marché .....	63
Figure 49 : Perception de la crevette d'eau douce dégustée .....	64
Figure 50 : caractéristiques décrivant la satisfaction suite à la dégustation des crevettes <i>Macrobrachium rosenbergii</i> .....	64
Figure 51 : caractéristiques des intentions d'achat des professionnels de crevettes <i>Macrobrachium rosenbergii</i> : prix, quantités, distance prêt à parcourir .....	65
Figure 52 : Caractéristiques des intentions d'achat des consommateurs de crevettes <i>Macrobrachium rosenbergii</i> : prix, quantités, distance prêt à parcourir .....	66
Figure 53 : Préférences de consommation des consommateurs pour l'achat de crevettes .....	66
Figure 54 : raison pour lesquelles le projet « MARCOPLO » séduit les consommateurs interrogés .....	67
Figure 55 : températures moyennes de l'eau des bassins (Juin-octobre) sur le site G depuis 2018 .....	<b>Erreur !</b>

**Signet non défini.**

## Tableaux

Tableau 1 : zones de tolérance, de croissance optimale et valeurs létales pour la chevrette (d'après Griessinger <i>et al.</i> , 1991) .....	14
Tableau 2 : table de nourrissage en nurserie de <i>M. rosenbergii</i> à 25°C (Laval, 2022) .....	26
Tableau 3 : nombre des consommateurs et professionnels interrogés lors des 2 journées dégustation .....	55
Tableau 4 : Bilan d'approvisionnement (en équivalent poids vif) en 2020 .....	58
Tableau 5 : Consommation des ménages à leur domicile (en poids net) en 2021 .....	58
Tableau 6 : Principaux critères de choix lors des achats de crevettes des consommateurs MARCOPLO .....	62

# Annexes

**Règlement CE) n° 708/2007 du Conseil du 11 juin 2007  
relatif à l'utilisation en aquaculture des espèces exotiques  
et des espèces localement absentes  
(JOUE du 28/06/2007)**

modifié par :

**\*1\* Règlement CE/506/2008 du 6 juin 2008 (JOUE du 07/06/2008)**

**\*2\* Règlement UE/304/2011 du 9 mars 2011 (JOUE du 04/04/2011)**

Art. 2 - Le présent règlement entre en vigueur le 20<sup>ème</sup> jour suivant celui de sa publication au JOUE

LE CONSEIL DE L'UNION EUROPÉENNE,

vu le traité instituant la Communauté européenne, et notamment son article 37 et son article 299, paragraphe 2, vu la proposition de la Commission,

vu l'avis du Parlement européen,

vu l'avis du Comité économique et social européen, considérant ce qui suit :

(1) Conformément à l'article 6 du traité, les exigences de la protection de l'environnement doivent être intégrées dans la définition et la mise en œuvre des politiques et actions de la Communauté, en particulier afin de promouvoir le développement durable.

(2) L'aquaculture est un secteur en pleine croissance qui donne lieu à l'expérimentation d'innovations et à l'exploration de nouveaux débouchés. En vue d'adapter la production aux conditions du marché, il est important que le secteur aquacole s'engage dans la diversification des espèces élevées.

(3) Dans le passé, l'aquaculture a tiré des avantages économiques de l'introduction d'espèces exotiques et du transfert d'espèces localement absentes (par exemple, la truite arc-en-ciel, l'huître du Pacifique ou le saumon). L'objectif futur de la politique en la matière sera d'utiliser au mieux les avantages liés aux introductions et aux transferts tout en évitant de nuire aux écosystèmes, en empêchant les interactions biologiques néfastes avec les populations indigènes, y compris les modifications génétiques, et en limitant la propagation des espèces non vivées ainsi que les effets nuisibles sur les habitats naturels.

(4) Il est reconnu que les espèces exotiques envahissantes sont une des principales causes de disparition des espèces indigènes et de l'appauvrissement de la biodiversité. La Convention sur la diversité biologique (CDB), à laquelle la Communauté est partie contractante, prévoit en son article 8, point h), que chaque partie contractante, dans la mesure du possible et selon qu'il conviendra, empêche d'introduire, confère ou éradique les espèces exotiques qui menacent des écosystèmes, des habitats ou des espèces. En particulier, la conférence des parties à la CDB a adopté la décision VI/23 sur les espèces exotiques qui menacent des écosystèmes, des habitats ou des espèces, dont l'annexe énonce des principes directeurs concernant la prévention, l'introduction et l'atténuation des impacts de ces espèces exotiques.

(5) Le transfert d'espèces, à l'intérieur de leur aire de répartition naturelle, dans des zones d'où elles sont localement absentes pour des raisons biogéographiques bien définies peut également présenter des risques pour les écosystèmes dans ces zones. Il convient donc de l'inclure dans le champ d'application du présent règlement.

(6) Il convient par conséquent que la Communauté établisse un cadre qui lui soit propre de manière à assurer une protection

adéquate des habitats aquatiques contre les risques associés à l'utilisation en aquaculture d'espèces non indigènes. Ce cadre devrait prévoir des procédures permettant d'analyser les risques potentiels, de prendre des mesures basées sur les principes de prévention et de précaution et d'adopter des plans d'urgence en cas de nécessité. Il convient que ces procédures se fondent sur l'expérience acquise au travers des cadres volontaires existants à savoir notamment le code de conduite pour les introductions et transferts d'organismes marins du Conseil international pour l'exploration de la mer (CIEM) et le Code of Practice and Manual of Procedures for consideration of introductions and transfers of marine and freshwater organisms de la Commission européenne consultative pour les pêches dans les eaux intérieures (CECP).

(7) Il convient que les mesures prévues par le présent règlement s'entendent sans préjudice de la directive 85/337/CEE du Conseil du 27 juin 1985 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement, de la directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, de la directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, de la directive 2006/80/CE du Conseil du 24 octobre 2006 relative aux conditions de police sanitaire applicables aux animaux et aux produits d'aquaculture, et relative à la prévention de certaines maladies chez les animaux aquatiques et aux mesures de lutte contre ces maladies.

(8) Les risques potentiels, qui dans certains cas peuvent être de grande ampleur, se manifestent en premier lieu de façon plus marquée à l'échelon local. Les milieux aquatiques locaux présentent, dans la Communauté, des caractéristiques extrêmement diverses et les États membres disposent des moyens appropriés, en termes de connaissances et d'expertise, pour évaluer et gérer les risques qui pèsent sur les milieux aquatiques relevant de leur souveraineté ou de leur compétence. Il convient donc que la mise en œuvre des mesures prévues par le présent règlement relève principalement de la responsabilité des États membres.

(9) Il convient de tenir compte du fait que les mouvements d'espèces exotiques ou d'espèces localement absentes qui doivent avoir lieu dans des installations aquacoles fermées et sécurisées ou le risque de fuite est très faible ne devraient pas faire l'objet d'une évaluation préalable des risques environnementaux.

(10) Toutefois, dans les cas où il existe des risques non négligeables susceptibles d'affecter d'autres États membres, il conviendrait de déposer d'un système communautaire de consultation des parties concernées et de validation des permis avant que ceux-ci ne soient délivrés par les États membres. Dans le cadre de cette consultation, il conviendrait que les avis scientifiques soient fournis par le comité scientifique, technique et économique de la pêche (CSTEP) institué en vertu du

CDR de l'INFOMA 04/04/2011

pl/13

## ANNEXE 2 : Autorisation Préfectorale Macrobrachium de 2018 (Gers)



PRÉFÈTE DU GERS

ARRÊTE PRÉFECTORAL N° 32-2018-05-~~25~~-006 MODIFIANT  
L'ARRÊTE PRÉFECTORAL N° 32-2017-02-21-007 PORTANT  
PRESCRIPTIONS SPÉCIFIQUES AU TITRE DE L'ARTICLE L 214-3 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT  
CONCERNANT UNE PISCICULTURE, UN PRÉLÈVEMENT, TROIS PLANS D'EAU  
ET UNE ACTIVITÉ PRÉLIMINAIRE EXPÉRIMENTALE D'ÉLEVAGE DE CREVETTES TROPICALES  
D'EAU DOUCE (MACROBRACHIUM ROSENBERGII)

COMMUNE DE IDRAC-RESPAILLES

la Préfète du Gers,  
Chevalier de l'Ordre National du Mérite,

VU le code de l'environnement ;

VU le code des relations entre le public et l'administration ;

VU le règlement Européen (CE) N° 708/2007 du Conseil du 11 juin 2007, modifié le 6 juin 2008 (RÈGLEMENT CE N° 506/2008) relatif à l'utilisation en aquaculture des espèces exotiques et des espèces localement absentes ;

Vu le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Adour-Garonne approuvé le 1er décembre 2015 ;

VU le décret n° 97-34 du 15 janvier 1997 relatif à la déconcentration des décisions administratives individuelles ;

VU l'arrêté préfectoral n°32-2017-02-21-007 du 21 février 2017 portant prescriptions spécifiques au titre de l'article L214-3 du code de l'environnement concernant une pisciculture, un prélèvement, trois plans d'eau et une activité préliminaire expérimentale d'élevage de crevettes tropicales d'eau douce (Macrobrachium rosenbergii) ;

VU l'agrément zoo-sanitaire n° FR 32.156.004 CE, relatif à une ferme aquacole, délivré le 23 juin 2017 à la SARL Gascogne Aquaculture ;

Considérant la demande reçue le 19 décembre 2017, présenté par la SARL Gascogne Aquaculture représentée par Monsieur LAVAL Géraud, enregistré sous le n° 32-2017-00415, relative à l'arrêt de la phase d'expérimentation et le passage à une phase de production concernant l'activité de pisciculture de crevettes tropicales d'eau douce (Macrobrachium rosenbergii) ;

Considérant le rapport d'expérimentation de l'année 2017 réalisé par la SARL Gascogne Aquaculture ;

Considérant que les modifications techniques qui seront réalisées par la SARL Gascogne Aquaculture sont de nature à transformer la pisciculture en installation aquacole fermée au sens du règlement Européen 708/2007 sus-visé ;

Considérant qu'il n'y aura aucun rejet aqueux vers le milieu naturel, y compris par épandage de l'eau des bassins sur les parcelles bordant les plans d'eau ;

Considérant que des prescriptions spécifiques doivent être apportées au projet ;

Considérant que les prescriptions du présent arrêté permettent de garantir une gestion globale et équilibrée de la ressource en eau et des espèces aquatiques peuplant les milieux aquatiques ;

1/4

Considérant qu'en application de l'article L242-4 du Code des relations entre le public et l'administration, sur demande du bénéficiaire de la décision, l'administration peut, selon le cas et sans condition de délai, abroger ou retirer une décision créatrice de droits, même légale, si son retrait ou son abrogation n'est pas susceptible de porter atteinte aux droits des tiers et s'il s'agit de la remplacer par une décision plus favorable au bénéficiaire ;

Considérant les observations émises le 25 avril 2018 par le pétitionnaire sur le projet d'arrêté qui lui a été soumis par courrier du 13 avril 2018 ;

Sur proposition du secrétaire général de la préfecture ;

## ARRETE

### Titre 1 : Modifications

#### Article 1 : Titre l'arrêté

Le titre de l'arrêté préfectoral du 21 février 2017 sus-visé est remplacé par le titre suivant :

Arrêté préfectoral n°32-2017-02-21-007 du 21 février 2017 modifié, portant prescriptions spécifiques au titre de l'article L214-3 du code de l'environnement concernant un prélèvement, trois plans d'eau et une activité de pisciculture de crevettes tropicales d'eau douce (*Macrobrachium rosenbergii*), dans le cadre d'une installation aquacole fermée.

#### Article 2 : Modifications de l'article 2

Les termes « avec une activité préliminaire expérimentale d'élevage » contenus dans le premier paragraphe sont supprimés.

Le deuxième alinéa « La présente décision ne vaut pas autorisation de production à des fins commerciales » est supprimé.

#### Article 3 : Modifications de l'article 4

Les termes « préliminaire expérimentale » contenues dans le deuxième paragraphe sont supprimés. Les caractéristiques du plan d'eau n°3 sont remplacées par les éléments contenus dans le tableau ci-après :

	Plan d'eau n°3
Surface bassin (m²)	5 000
Profondeur moyenne (m)	1,65
Hauteur d'eau moyenne (m)	1,35
Vidange gravitaire	aucune

Le dernier alinéa est remplacé par les dispositions suivantes :

Le plan d'eau n°3 ne peut être vidangé que par pompage vers le plan d'eau n°2.

#### Article 4 : Suppression des articles 6 et 8

Les articles 6 et 8 relatifs, respectivement, au suivi de la qualité de l'eau et au protocole de suivi scientifique sont supprimés.

#### Article 5 : Modifications de l'article 7

L'article 7 est remplacé par les dispositions suivantes :

Article 6 : Vidange des plans d'eau.

La vidange des plans d'eau y compris par épandage sur les parcelles bordant les bassins n'est pas autorisée à l'exception de la saison 2018, pour laquelle l'eau du bassin n°1 sera épandue sur les parcelles de l'exploitation (parcelles répertoriées G50, 51 et 52) en amont de la ligne de séparation de la zone inondable et en évitant tout écoulement vers les eaux superficielles.

**Article 6 : Unité de pré-grossissement**

Il est inséré l'article 7 : Unité de pré-grossissement

Une unité de pré-grossissement des post-larves (avant leur mise en bassin extérieur) est installée sous une ou plusieurs serres mobiles à proximité des bassins. Elle héberge dix bacs hors sol chauffés de 10 m<sup>3</sup> chacun.

**Article 7 : Modification de l'article 10**

L'article 10 est remplacé par les dispositions suivantes :

Article 9 : Protection des plans d'eau et du site.

Les plans d'eau et les berges seront entièrement couverts de filets ou d'un réseau de fils (nylon ou autre matériau) afin de rendre impossible l'accès aux oiseaux piscivores et ainsi empêcher toute dissémination ou propagation des crevettes par ces derniers.

L'ensemble du site est clôturé pour empêcher toute intrusion par des tiers non autorisés.

**Article 8 : Transport**

Il est inséré l'article 10 : Transport

Le transport est effectué dans des conditions empêchant la fuite de spécimens.

**Article 9 : Modification de l'article 14**

L'article 14 est remplacé par les dispositions suivantes :

Article 14 : Durée de l'autorisation – remise en état des lieux

La présente autorisation est valable pour une durée de 30 ans à compter de la signature du présent arrêté.

Si le pétitionnaire souhaite obtenir le renouvellement la prorogation des dispositions, il adresse au Préfet une demande dans un délai de deux ans au plus et de six mois au moins avant la date d'expiration. Cette demande comprendra :

- l'arrêté d'autorisation avec s'il y a lieu les arrêtés complémentaires.
- la mise à jour des informations contenues dans le dossier d'origine et notamment les résultats des mesures de surveillance et de suivi.
- les modifications envisagées ou les difficultés rencontrées dans l'application des différentes dispositions contenues dans l'arrêté d'autorisation.

A l'issue de la période d'autorisation ou en cas d'abandon, le pétitionnaire remet, à ses frais, le site en état tel qu'il ne s'y manifeste aucun danger ou inconvénient pour la santé, la salubrité publique ni pour l'environnement.

**Article 10 : Droit des tiers**

Les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés.

**Article 11 : Autres réglementations**

Le présent arrêté ne dispense en aucun cas le déclarant de faire les déclarations ou d'obtenir les autorisations requises par d'autres réglementations.

**Article 12 : Voies et délais de recours**

Le présent arrêté est susceptible de recours devant le tribunal administratif territorialement compétent, conformément à l'article R. 514-3-1 du code de l'environnement :

- par les tiers dans un délai de 4 mois à compter de la publication ou de l'affichage en mairie prévu au R. 214-19 du code de l'environnement. Toutefois, si la mise en service de l'installation

La vidange des plans d'eau y compris par épandage sur les parcelles bordant les bassins n'est pas autorisée à l'exception de la saison 2018, pour laquelle l'eau du bassin n°1 sera épandue sur les parcelles de l'exploitation (parcelles répertoriées G50, 51 et 52) en amont de la ligne de séparation de la zone inondable et en évitant tout écoulement vers les eaux superficielles.

**Article 6 : Unité de pré-grossissement**

Il est inséré l'article 7 : Unité de pré-grossissement

Une unité de pré-grossissement des post-larves (avant leur mise en bassin extérieur) est installée sous une ou plusieurs serres mobiles à proximité des bassins. Elle héberge dix bacs hors sol chauffés de 10 m<sup>3</sup> chacun.

**Article 7 : Modification de l'article 10**

L'article 10 est remplacé par les dispositions suivantes :

Article 9 : Protection des plans d'eau et du site.

Les plans d'eau et les berges seront entièrement couverts de filets ou d'un réseau de fils (nylon ou autre matériau) afin de rendre impossible l'accès aux oiseaux piscivores et ainsi empêcher toute dissémination ou propagation des crevettes par ces derniers.

L'ensemble du site est clôturé pour empêcher toute intrusion par des tiers non autorisés.

**Article 8 : Transport**

Il est inséré l'article 10 : Transport

Le transport est effectué dans des conditions empêchant la fuite de spécimens.

**Article 9 : Modification de l'article 14**

L'article 14 est remplacé par les dispositions suivantes :

Article 14 : Durée de l'autorisation – remise en état des lieux

La présente autorisation est valable pour une durée de 30 ans à compter de la signature du présent arrêté.

Si le pétitionnaire souhaite obtenir le renouvellement la prorogation des dispositions, il adresse au Préfet une demande dans un délai de deux ans au plus et de six mois au moins avant la date d'expiration. Cette demande comprendra :

- l'arrêté d'autorisation avec s'il y a lieu les arrêtés complémentaires.
- la mise à jour des informations contenues dans le dossier d'origine et notamment les résultats des mesures de surveillance et de suivi.
- les modifications envisagées ou les difficultés rencontrées dans l'application des différentes dispositions contenues dans l'arrêté d'autorisation.

A l'issue de la période d'autorisation ou en cas d'abandon, le pétitionnaire remet, à ses frais, le site en état tel qu'il ne s'y manifeste aucun danger ou inconvénient pour la santé, la salubrité publique ni pour l'environnement.

**Article 10 :Droit des tiers**

Les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés.

**Article 11 :Autres réglementations**

Le présent arrêté ne dispense en aucun cas le déclarant de faire les déclarations ou d'obtenir les autorisations requises par d'autres réglementations.

**Article 12 :Voies et délais de recours**

Le présent arrêté est susceptible de recours devant le tribunal administratif territorialement compétent, conformément à l'article R. 514-3-1 du code de l'environnement :

- par les tiers dans un délai de 4 mois à compter de la publication ou de l'affichage en mairie prévu au R. 214-19 du code de l'environnement. Toutefois, si la mise en service de l'installation

## ANNEXE 3

# Grille d'analyse de risques pour l'obtention de l'agrément

Nom et adresse du site d'élevage de crevettes d'eau douce (*M. rosenbergii*) :

.....  
.....

Maladie concernée : infection par le virus du syndrome des points blancs

Espèce concernée : crevette d'eau douce, *Macrobrachium rosenbergii*

### **Partie 1 : grille d'analyse de risque pour l'infection par le virus du syndrome des points blancs (WSSV, « White Spot Syndrome Virus »)**

Niveau de « risque acceptable »	Faible	Élevé
---------------------------------	--------	-------

**A : Risques de contamination de l'élevage (« installation aquacole fermée »)**

<b>① Risque « contamination par l'amont aquatique ou l'écosystème de proximité » :</b> Si au moins une case est cochée dans la colonne « élevé », le risque global de « contamination par l'amont aquatique ou l'écosystème de proximité » est élevé ; sinon il est faible		
<b>Population de crustacés décapodes en amont de l'exploitation</b>	<input type="checkbox"/> Absence	<input type="checkbox"/> Présence d'une population d'écrevisses (crustacés décapodes) dans l'écosystème de proximité
<b>Autres exploitations élevant des crevettes d'eau douce, situées en amont hydraulique</b>	<input type="checkbox"/> Aucune	<input type="checkbox"/> Élevage de crevettes d'eau douce

Niveau de « risque acceptable »	Faible	Élevé
---------------------------------	--------	-------

<b>② Risque « contamination par les approvisionnements » :</b> Si au moins une case est cochée dans la colonne « élevé », le risque global de « contamination par les approvisionnements » est élevé ; sinon il est faible		
<b>Statut des produits biologiques introduits dans l'exploitation (Post larves, géniteurs)</b>	<input type="checkbox"/> Absence d'introductions ou introduction provenant d'établissements indemnes officiellement	<input type="checkbox"/> Introductions provenant d'établissements non indemnes officiellement
<b>Désinfection des véhicules et du matériel de transport de crevettes d'eau douce</b>	<input type="checkbox"/> Faits à l'extérieur du site	<input type="checkbox"/> Faits dans l'enceinte de l'exploitation

<b>B : Risques de propagation du « WSSV » à partir de l'exploitation dans l'hypothèse où elle serait infectée</b>
---

<b>③ Risque « propagation par l'aval hydraulique » :</b> Si au moins une case est cochée dans la colonne « élevé », le risque global de « propagation par l'aval de la pisciculture » est élevé ; sinon il est faible		
<b>Exploitations situées en aval hydraulique</b>	<input type="checkbox"/> Aucune <input type="checkbox"/> Sites ne détenant pas d'espèces sensibles	<input type="checkbox"/> Sites détenant des espèces sensibles

<b>④ Risque « propagation par la commercialisation des produits » :</b> Si au moins une case est cochée dans la colonne « élevé », le risque global de « propagation par la commercialisation des produits » est élevé ; sinon il est faible		
<b>Destination commerciale des produits de l'exploitation</b>	<input type="checkbox"/> Consommation <input type="checkbox"/> Repeuplement du site lui-même ou d'une écloserie dédiée au site	<input type="checkbox"/> Repeuplement d'autres élevages

## Partie 2 : calcul du niveau de risque

### Étape A : Estimation du risque de contamination de l'exploitation

Contamination de la pisciculture par :		
Amont aquatique	Approvisionnements	RESULTAT
FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	ELEVE	ELEVE
ou		
ELEVE	FAIBLE	ELEVE
	ELEVE	ELEVE

→ risque de contamination de l'exploitation :



### Étape B : Estimation du risque de propagation de la maladie depuis l'exploitation

Propagation par :		
Aval de la pisciculture	Produits	RESULTAT
FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	ELEVE	ELEVE
ou		
ELEVE	FAIBLE	ELEVE
	ELEVE	ELEVE

→ risque de propagation de la maladie depuis l'exploitation :



### Étape C finale : Estimation du niveau de risque global par combinaison des niveaux de risques des étapes A et B

Niveau de risque final :		
Contamination	Propagation	RESULTAT
FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
	ELEVE	MOYEN
ou		
ELEVE	FAIBLE	MOYEN
	ELEVE	ELEVE

→ « niveau de risque » présenté par l'exploitation :



