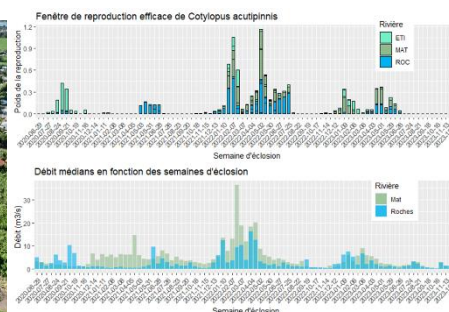


Projet DYNAPOP : Etude de la DYnamique des Population aux embouchures.

Vers la mise en place d'un observatoire des
espèces amphihalines de La Réunion. Rapport final
2021-2023



Version n°1
17/04/2024

Fiche signalétique

Rapport

**Titre : Projet DYNAPOP : Etude de la DYnamique des Population aux embouchures.
Rapport Final 2021-2023.**

Numéro et indice de version : 1

Date de publication : **17/04/2024**

Nombre de pages hors annexes : **110**

Nombre d'annexes dans le texte : **5**

Nombre d'annexes en volume séparé : **2**

Opérateurs

OCEA Consult'

Adresse : 19 chemin Anda, 97432 Ravine des cabris, Saint Pierre - La Réunion

Tél : 0262 32 23 72

Courriel : contact@oceare.re

Site web : www.oceare.re

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Interlocuteur projet : Guillaume Borie / guillaume.borie@oceare.re

Traitement de données et rédaction : Guillaume Borie, et Pierre Valade

Directeurs des opérations de terrain : Guillaume Borie, Henri Grondin, et Pierre Valade

Appui terrain : Emilie Metro, Chloé Yven, Axelle Euphrasie Laetitia Faivre.

Office de l'eau de La Réunion

Adresse : 33 impasse Henri Guillaumet, Bois de Nèfles, 97411 Saint-Paul

Interlocuteur projet : Karoline Ruffié, kruffie@eaureunion.fr

Suivi de projet : Karoline Ruffié, Julien Bonnier

Appui terrain : Karoline Ruffié, Anis Moussady

Avec le soutien financier de

Office Français de la Biodiversité (OFB).

Nom et coordonnées de l'interlocuteur : *Hélène Udo*, helene.udo@ofb.gouv.fr

Références

Citer le document : Borie G., Ruffie Karoline, Valade Pierre, 2024, DYNAPOP, Etude de la DYnamique des Population aux embouchures. Vers la mise en place d'un observatoire des espèces amphihalines de La Réunion. Rapport final 2021-2023.

Mots clés : La Réunion, observatoire, embouchure, poissons, crustacés, nouveaux arrivants, inventaires pêche électrique.

Table des matières

1	Contexte et mise en œuvre du projet	4
1.1	Rappel des objectifs	4
1.2	Bassins versants étudiés.....	4
1.3	Stratégie et méthode d'échantillonnage, bancarisation des données et mise en collection d'échantillons	5
1.4	Bilan d'exécution du projet	7
2	Bilan des échantillonnages	9
2.1	Les conditions hydrologiques	9
2.2	Effort d'échantillonnage.....	13
3	Résultats sur les THV et la variabilité spatio-temporelle des peuplements de poissons et de crustacés.....	15
3.1	Acquisition de connaissances sur les traits d'histoire de vie de plusieurs taxons	15
3.2	Caractérisation des fluctuations spatio-temporelles	84
3.3	Variabilité de la dynamique de colonisation et de reproduction en lien avec les conditions de milieu	101
3.4	Premiers liens entre l'observation des nouveaux arrivants de poissons et la gestion des milieux et des espèces.....	105
3.5	Proposition de dimensionnement d'un observatoire des embouchures	107

1 Contexte et mise en œuvre du projet

1.1 Rappel des objectifs

Les milieux d'eau douce de La Réunion abritent 24 espèces migratrices de poissons indigènes (dont 9 espèces endémiques du Sud-Ouest de l'Océan Indien) et 9 de macrocrustacés (dont 3 espèces endémiques du SO-OI et 1 espèce endémique des Mascareignes supposée disparue). Ces espèces passent une partie de leur cycle de vie en mer et une autre dans les eaux douces (Keith et al. 2006).

L'évaluation de l'état biologique des eaux de La Réunion est révélatrice d'une dégradation des populations piscicoles. L'exercice de l'état des lieux 2019 conclut à un état insuffisant sur 21 des 24 masses d'eau "cours d'eau" de l'île du fait de l'indicateur "poissons" (crustacés non pris en compte).

Face à ces constats, les axes envisagés concernent notamment le rétablissement de la libre circulation des espèces (continuité écologique) et l'acquisition de connaissances sur les cycles de vie des espèces (périodes de recrutement, flux de migration, caractérisation des habitats, ...).

Un premier travail de caractérisation des flux de poissons aux embouchures des rivières, réalisé entre 2008 et 2012 (Valade et al. 2007 ; ARDA 2012), a permis d'identifier des fluctuations naturelles des populations : influence des cycles lunaires, variations saisonnières et géographiques selon les espèces, ... Ces fluctuations ont un impact sur la diversité et l'abondance des espèces présentes dans les cours d'eau. Leur précision constitue un socle indispensable à l'élaboration de plan de gestion des milieux aquatiques et à l'évaluation de l'état écologique des masses d'eau.

Dans ce contexte, le programme DYNAPOP élaboré par l'Office de l'eau Réunion et le bureau d'étude OCEA Consult vise les orientations principales suivantes :

- Elaborer des clés d'identification des stades de développement (en particulier des stades post-larvaires aux stades juvéniles) ;
- Confirmer les fluctuations spatio-temporelles des espèces amphihalines ;
- Caractériser les traits de vie chez 5 à 7 espèces amphihalines parmi les genres les plus fréquents.

Le programme a sollicité la participation d'experts scientifiques (MNHN, INRAE, ...) qui ont apporté leur appui sur les méthodologies et les stratégies mises en œuvre et qui pourront assurer une valorisation des échantillons collectés dans des analyses complémentaires, à l'échelle de La Réunion et du Sud-Ouest de l'Océan Indien (trajectoires océaniques larvaires, structure génétique des populations, ...).

1.2 Bassins versants étudiés

L'étude porte sur 6 bassins versants représentatifs des principaux types de cours d'eau (cours d'eau de cirques et cours d'eau des pentes externes) ainsi que des secteurs Est, Nord, Ouest et Sud de La Réunion (figure 1) :

- Trois bassins versants des rivières drainantes de cirque. La Rivière St Etienne et la Rivière des Galets sont situées au niveau de la cote sous le vent, alors que la Rivière du Mât est localisée au niveau de la cote au vent. Ces trois rivières sont définies comme étant des rivières drainant les cirques et rivières à vallées et bassins encaissés (Malavoi 1998). Elles ont la particularité de représenter la majorité de la surface d'habitats aquatiques disponible à l'échelle de l'île (Teichert et al. 2014).
- Un bassin versant des rivières drainantes des pentes externes de la microrégion Est (Malavoi 1998) : la Rivière des Roches. Ces rivières des pentes externes présentent des faciès d'écoulement plus lenticules dans leurs parties aval que la plupart des autres rivières de l'île. Elles sont caractérisées par des habitats généralement plus diversifiés et présentent les plus fortes diversités spécifiques que ce soit pour les espèces de poissons ou celles de macrocrustacés. Ces observations ont motivé le classement de ce cours d'eau en réservoir biologique.

- Un bassin des rivières encaissées, la Rivière des Pluies, présentant des diversités spécifiques relativement élevées et étant localisées dans la microrégion Nord. Ces rivières sont définies comme étant des rivières de type I (OLE 2012).
- Enfin, le bassin versant de la Rivière des Marsouins a été retenu pour les fortes richesses spécifiques observées et l'abondance d'espèces particulières (*A. telfairii*, *Kuhlia spp.*, ...). Elle présente également de forts enjeux de conservation des espèces de bouche-rondes (DEAL Réunion et al. 2019).

Ce plan d'échantillonnage permet de maximiser la diversité des cours d'eau et des microrégions échantillonnées. Certains bassins versants n'ont pas été retenus dans ce plan d'échantillonnage soit en raison de la difficulté d'échantillonner la zone aval (Rivière Sainte-Suzanne, Rivière Saint-Jean) ou pour des raisons de probabilité de comblement du cordon ou de l'assèchement de l'embouchure au cours de l'année (Rivière Saint-Denis, Rivière de l'Est, Ravine Saint Gilles) ou encore en raison de la présence d'obstacles naturels infranchissables dès l'embouchure (Rivière Langevin). Enfin, la Rivière des Remparts n'a pas été retenue compte tenu de son faible potentiel de colonisation pour les espèces amphihalines (assec naturel quasi permanent à moins de 2 km de l'embouchure).

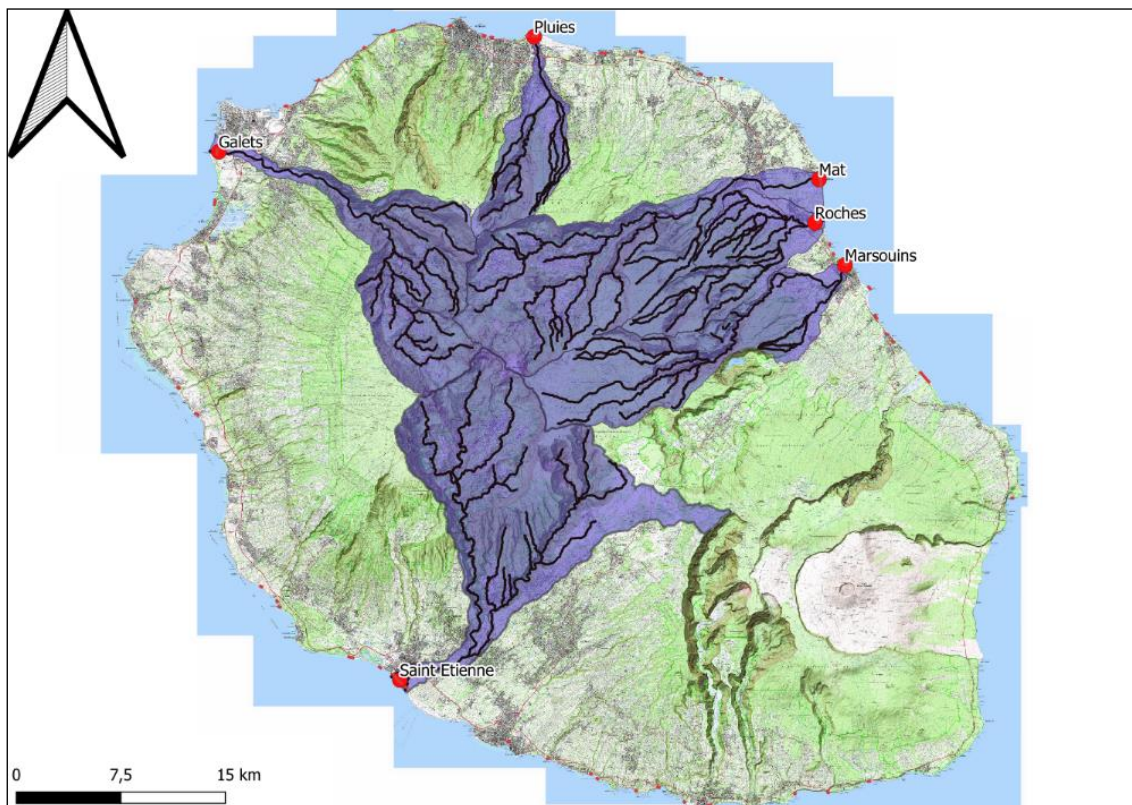


Figure 1 : Carte des bassins versants et des stations d'échantillonnage de DYNAPOP

1.3 Stratégie et méthode d'échantillonnage, bancarisation des données et mise en collection d'échantillons

Les échantillonnages des poissons et macrocrustacés ont été réalisés à chaque lunaison (2 à 4 jours après la nouvelle lune) sur les embouchures des six rivières par pêche électrique selon la méthode dite « indice d'abondance anguille » (Germis 2016). Cette méthode, dérivée de la méthode des Echantillonnages Ponctuels d'Abondance (EPA) a déjà montré son efficacité sur les anguilles, et elle est également pertinente pour capturer les espèces benthiques comme la majorité des poissons et crustacés d'eau douce de La Réunion (Germis 2009).

Sur chaque station, l'échantillonnage repose sur la réalisation de 30 points, en parcourant la rivière en zig-zag, où la hauteur d'eau ne dépasse pas 60 cm. Le plan d'échantillonnage est fonction de la largeur mouillée du cours d'eau. Selon la surface mouillée et les conditions hydrologiques (augmentation du débit), l'échantillonnage a pu être réduit à moins de 30 points. Sur chaque point, la pêche dure au moins 30 s. A la suite de la pêche, les individus tétanisés dans le champ de l'électrode et tombés sur le fond sont collectés.

Pour ce suivi, un courant électrique continu a été utilisé (Pottier et al. 2022) et réglé selon les préconisations constructeurs (des tests ont été menés à plusieurs voltages au cours du projet pour valider ces réglages, cf. Annexe 5).

Les individus capturés sont placés dans des seaux pour stabulation. Lors de la biométrie les individus adultes ou juvéniles identifiables sont mesurés, sexés sous anesthésie, puis placés dans un seau de réveil avant remise à l'eau. D'un autre côté, les post-larves ou juvéniles de poissons et macro-crustacés dont l'identification de terrain est impossible sont fixés (dans de l'alcool à 70°) puis prélevés pour identifications, analyses génétiques et traits d'histoire de vie en laboratoire.



Figure 2 : Pêche et biométrie pendant le projet DYNAPOP (rivière du Mât).


Une bancarisation des données dédiée a été mise en place sous MySQL, dotée d'une interface php pour permettre la saisie depuis plusieurs postes. La base de données ainsi établie permet de réaliser une extraction automatique des données vers un format diffusable par l'Office.

Les échantillons collectés ont été regroupés par embouchure et par date et sont conservés en contenant hermétiques et dans l'éthanol. Au terme du projet, les échantillons restant après prélèvement pour analyses complémentaires (tissus, otolithes) seront remis au Muséum d'Histoire Naturelle de Saint Denis ou au MNHN de Paris (s'agissant des *S. lagocephalus* mentionnés ci-après).

1.4 Bilan d'exécution du projet

1.4.1 Proposition d'une clé d'identification des espèces intégrant les stades post-larvaires et juvéniles

A partir de la liste taxonomique établie sur l'ensemble des échantillonnages et des espèces potentiellement présentes sur les stations d'inventaires, une clé d'identification au taxon/stade a été réalisée. Elle comporte 99 couples taxon/stade photographiés et décrits. Pour chaque espèce, une fiche résumée a été produite (Figure 3).

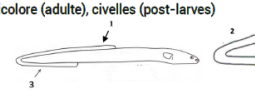


Clé dichotomique d'identification des poissons et crustacés d'eau douce de La Réunion

Fiche 12

Anguilla bicolor bicolor (Mc Clelland, 1844)
Anguilles bicolor (adulte), civelles (post-larves)



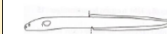

E. Chordata
C. Actinopterygii
O. Anguilliformes
F. Anguillidae



Caractéristiques morphologiques :

- Morphologie :** corps allongé et serpentiforme. Nageoires pectorales bien développées, longue nageoire dorsale¹, présence d'une nageoire caudale², ligne latérale complète. Les nageoires dorsale, caudale, et anale sont soudées³.
- Distinction mâle/femelle :** les femelles sont plus grandes que les mâles.

Habitats : des estuaires jusqu'au cours supérieur des rivières mais aussi dans les eaux stagnantes. Zones d'embouchure et parties basses des cours d'eau (habitats lentiques).

Caractéristiques morphologiques	
Stade anguille	<p>Morphologie : la nageoire dorsale est positionnée à la verticale de la nageoire anale.</p> <p>Lèvres de grosseur moyenne.</p>  <p><i>Anguilla bicolor bicolor</i> (Mc Clelland, 1844)</p> <p>Coloration : dos vert-brun et ventre gris clair.</p> 
Stade anguille	<p>Morphologie : la nageoire dorsale débute en avant de la nageoire anale.</p> <p>Coloration : uniforme. Taille : < 180 mm</p> <p><i>Anguilla</i> sp.</p>
Stade civelle	<p>Morphologie : la nageoire dorsale est positionnée à la verticale de la nageoire anale.</p>  <p>Coloration : pigmentation de la caudale linéaire jusqu'à l'extrémité</p> 

Bibliographie : Keith P., Vigneux E., Basc P. 1999. Atlas des poissons et crustacés d'eau douce de la Réunion; OCEA; Keith P., Marquet G., Valade P., Basc P., & Vigneux E. 2006. Atlas des poissons et des crustacés d'eau douce des Comores, Mascarignes et Seychelles. MNHN, Paris

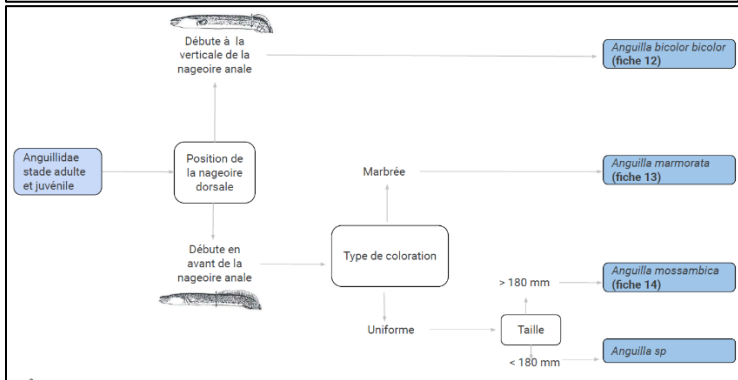


Figure 3 : Extraits de la clé dichotomique des poissons et crustacés (exemple de fiche à droite).

La clé dichotomique d'identification des poissons et crustacés est disponible en annexe détachée de ce rapport (OCEA ; OLE 2024) et téléchargeable à ce lien : [clef dichotomique](#).

1.4.2 Diffusion des données et développement d'outils d'interprétation des résultats

- **Mise à disposition des données et compte-rendu des échantillonnages**

Les données collectées dans le cadre du projet seront mises en ligne par l'Office de l'eau Réunion en trois fichiers complémentaires :

- Un fichier de données brutes, comprenant l'ensemble des captures réalisées au cours du suivi, par espèces, sexe, stade et taille. Pour chaque capture, sont également mentionnés le site, la date de capture et d'autres champs liés à la capture.
- Un fichier d'écrivant les paramètres liés à l'opération de prélèvement. Pour chaque échantillonnage sont renseignés les éléments relatifs à la description de la station à savoir : longueur, largeur moyenne ; hauteur ou encore relatif aux réglages de l'appareil de pêche : tension de sortie, gradient de tension, le nombre d'EPA est aussi renseigné ainsi que d'autre paramètres liés à l'opération de prélèvement.
- Un fichier de données élaborées, indiquant la densité des captures, par site, par date, par espèce et par stade.

Ces données permettent une réutilisation pleine et entière des informations collectées durant le projet.

- **Développement d'outils de description des variations spatiales et temporelles de richesse et d'abondance des populations**

Au cours du projet, OCEA et l'Office de l'eau Réunion ont sollicité un groupe technique pour proposer différents outils de description des fluctuations spatio-temporelles de l'état des peuplements et des principales populations à partir des paramètres observés ou calculés : stade de développement, richesse, densité, durée de vie larvaire, ...

Pour cela, le GT (Nils Teichert – MNHN UMR BIOPAC, Raphael Lagarde – Université Perpignan, Jean-Marc Roussel – INRAE UMR DECODE, Valentin Le Tellier – DEAL service eau Réunion, Guillaume Borie, Pierre Valade et Laetitia Faivre – OCEA, Karoline Ruffie et Julien Bonnier – Office de l'Eau) s'est réuni à 2 reprises (le 18 avril et le 27 juin 2023, en présentiel ou en distanciel) afin de proposer et de définir des indicateurs, complémentaires entre eux, permettant de décrire les variations spatiales (entre rivières) et temporelles (au sein d'une même embouchure ou pour un ensemble d'embouchure) de la qualité des peuplements de poissons et de crustacés amphihalins à différents stades de leur vie : post-larve, juvénile, adulte, reproduction.

Les analyses détaillées dans le paragraphe 3.2 Caractérisation des fluctuations spatio-temporelles s'appuient sur le travail de réflexion mené pendant ces groupes techniques. A noter que les traitements et analyses proposés ici portent sur 3 années (2021-2023) et pourront être enrichis dès lors que les séries de données collectées porteront sur davantage d'années.

- **Compte-rendu des échantillonnages**

Les résultats annuels des échantillonnages sont présentés dans des fiches stations synthétiques, permettant de proposer un formatage des rendus de données pour les prochaines années de mise en œuvre d'un observatoire. Les fiches sont disponibles en annexe détachée.

1.4.3 Caractérisation des traits de vie chez 19 espèces amphihalines

Les données collectées dans le cadre du projet ont permis d'acquérir des données sur les traits d'histoire de vie de 19 espèces de poissons et de crustacés amphihalins : taille, morphe et période d'observation des nouveaux arrivants, durée de vie larvaire, périodes de reproduction efficaces pour le retour de nouveaux arrivants.

Les éléments ont été reportés dans le paragraphe 3.1 Acquisition de connaissances sur les traits d'histoire de vie de plusieurs taxons. Ces éléments ont été portés en premier dans le rapportage car ils posent un cadre sur l'interprétation des données de fluctuations qui suivent (description des stades, saisonnalité, ...).

2 Bilan des échantillonnages

2.1 Les conditions hydrologiques

2.1.1 Rappel sur les saisons à La Réunion

Pour rappel, les saisons peuvent être définies à partir des précipitations (saison humide et saison sèche) ou des températures (saison fraîche et saison chaude). Le Tableau 1 illustre la répartition de ces saisons de janvier à décembre (www.meteofrance.re).

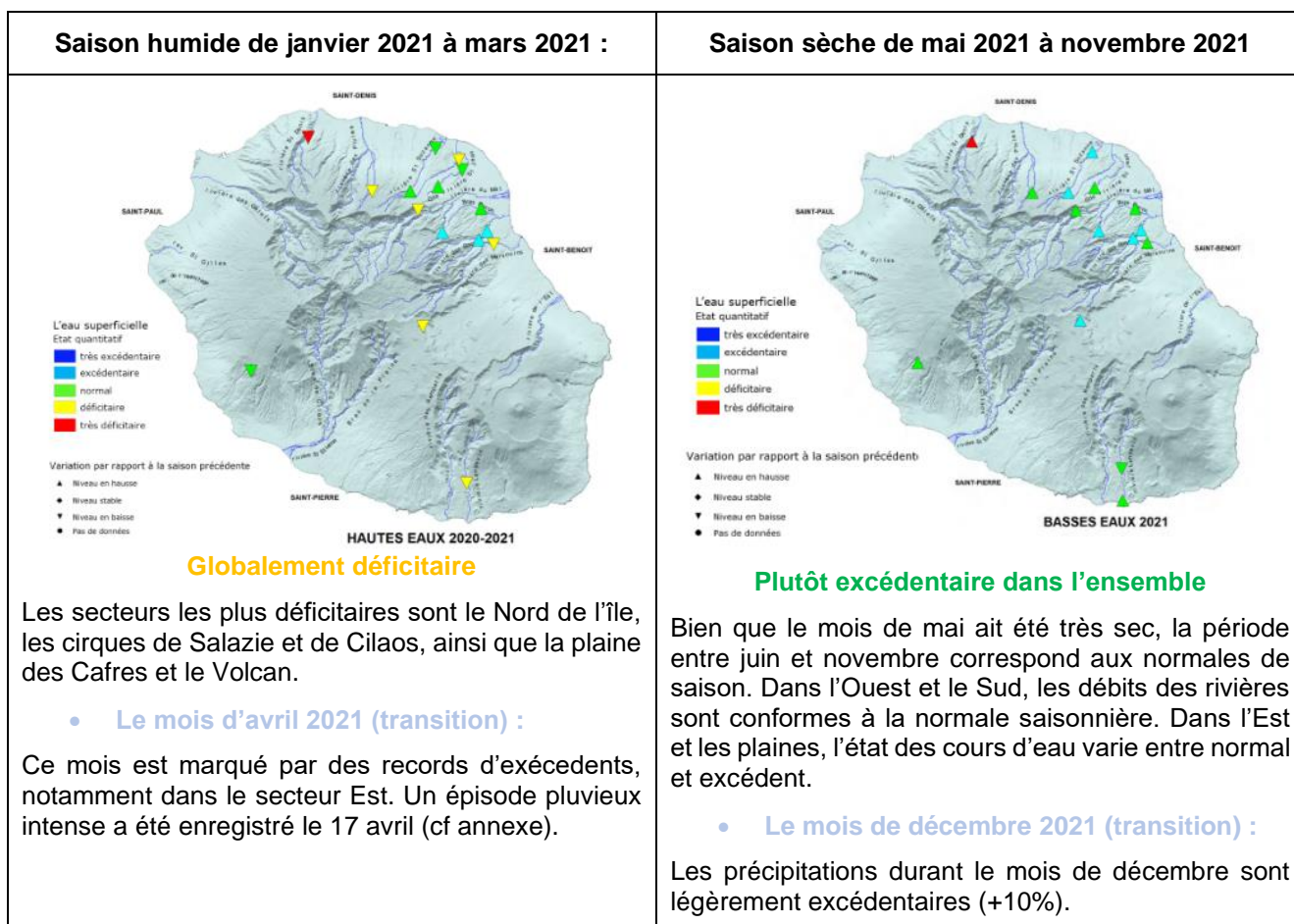
Critères	janv	fév.	mar.	avr.	mai	juin.	juil.	aou.	sep.	oct	nov	déc
Précipitations	Saison humide			Transition			Saison sèche			Transition		
Températures	Saison chaude				Saison fraîche				Saison chaude			

Tableau 1 : Diagramme de définitions des saisons humide/sèche et fraîche/chaude (www.meteofrance.re).

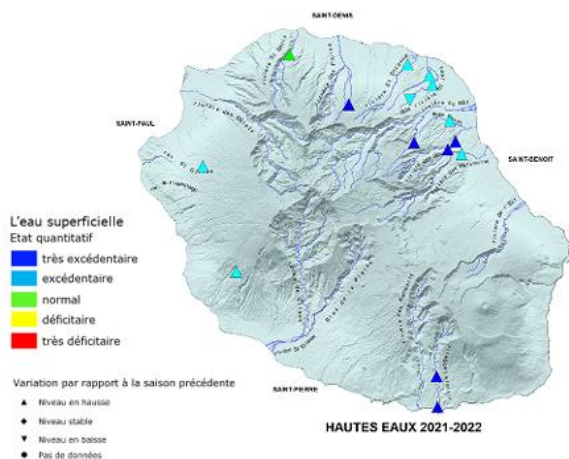
Les conditions hydrologiques sont présentées et interprétées par mois, à partir des éléments diffusés par Météo-France à La Réunion (www.meteofrance.re). Le détail pour les mois de janvier 2021 à avril 2023 est disponible en annexe 1.

2.1.2 Les bilans hydrologiques saisonniers de 2021 à 2023

La saison hydrologique peut être présentée en deux périodes et un mois d'inter-période. Les figures ci-dessous présentent les bilans pour les saisons humides et les saisons sèches de janvier 2021 à décembre 2023.



Saison humide de janvier 2022 à mars 2022 :



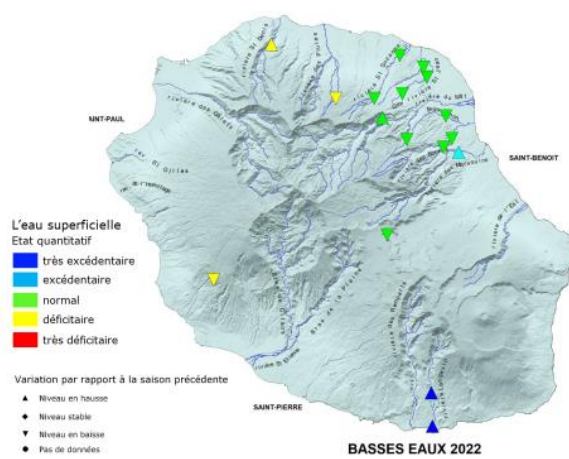
Très excédentaire

Les secteurs Nord, Est et Sud ont bénéficié d'une recharge importante qui se traduit par un état excédentaire sur la plupart des nappes et le retour vers un état normal à Saint-André.

- **Le mois d'avril 2022 (transition) :**

Bilan très excédentaire de 240% (mois d'avril plus pluvieux depuis 1961) et ce sur l'ensemble de l'île.

Saison sèche de mai 2022 à novembre 2022



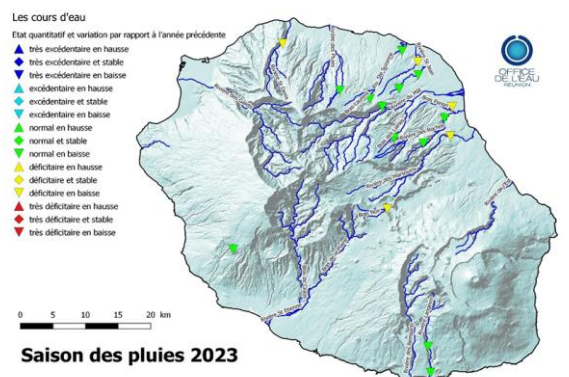
Déficitaire

Elle est classée au 3^{ème} rang des plus sèche avec moins 32%. Les déficits s'accroissent en octobre 2022 (le plus sec depuis 1972). Le mois de novembre 2022 est marqué par une baisse généralisée des débits.

- **Le mois de décembre 2022 (transition) :**

Le bilan de ce mois de transition est largement déficitaire de 40%. La saison des pluies 2023 commence dans des conditions relativement sèches.

Saison humide de janvier 2023 à mars 2023 :



Peu favorable à la recharge en eau

« Les débits mesurés au cours de la saison des pluies 2023 sont inférieurs à ceux observés en 2022 sur tous les postes de mesures. » (Office de l'eau Réunion). Les crues observées durant cette saison des pluies sont ordinaires avec des fréquences de retours inférieures ou égales à 2 ans.

- **Le mois d'avril 2023 (transition) :**

Bilan déficitaire de 10% avec une tendance à la baisse sur une majorité des rivières.

Saison sèche de mai 2023 à novembre 2023

Bulletin en cours d'édition

Le bilan est particulièrement déficitaire sur les rivières de l'Est et de l'Ouest de l'île. Seul le mois de novembre 2023 rattrape le bilan déficitaire de cette saison sèche avec des bilans largement excédentaires sur la région du volcan.

- **Le mois de décembre 2023 (transition) :**

Le bilan de ce mois de transition est largement déficitaire (-40%). La saison des pluies 2023 commence dans des conditions relativement sèches.

2.1.3 Evènements hydrologiques marquants durant le suivi

La Figure 4 page suivante présente l'évolution du débit moyen journalier des stations représentatives des 5 rivières du suivi (Pluies, Mât, Roches, Marsouins et Galets).

La seconde partie de la saison des pluies 2020/2021 a été marquée par 4 principaux événements hydrologiques. Les augmentations des débits en janvier et février ont contraint à décaler les échantillonnages des 3 rivières de l'Est (+ 5 et +4 jours après la nouvelle lune).

La saison des pluies 2022/2023 est unique (dans le cadre du suivi) de par l'ampleur et la fréquence des événements hydrologiques. En effet près de 6 à 7 événements marquants sont observés entre mi-décembre et mi-mai. Lors de la nouvelle lune de février, les inventaires n'ont pu être réalisés que sur la rivière des Pluies et des Galets. Lors du mois d'avril les inventaires prévus sur les rivières des Roches et des Marsouins ont dû être décalés de +11 jours par rapport à la nouvelle lune et n'ont pas pu être effectués sur rivière Saint-Etienne et rivière du Mât. Les débits sont restés relativement élevés sur l'ensemble des rivières et notamment sur la rivière du Mât durant plusieurs mois (de mi-février à mi-mars).

A partir de juin 2022, les débits diminuent sur l'ensemble des rivières.

La saison humide 2022/2023 est moins intense, avec seulement 4 événements marquants observés et qui n'ont pas entraînés de report des inventaires. Les mois de juin et juillet 2023 ont été particulièrement secs avec aucun épisode pluvieux. En août et septembre 2023, deux épisodes pluvieux d'ampleurs moyennes ont été observés, notamment sur la rivière des Roches (débits de pointes proches de 15 m³/s). Jusqu'au mois de novembre aucune montée des eaux n'est observée sur les différentes rivières. La première crue liée à l'arrivée de la saison humide 2023/2024 est observée le 08 novembre sur la rivière des Roches avec un débit de pointe de 51 m³/s (Le tableau des conditions d'échantillonnage est présenté en annexe 2).

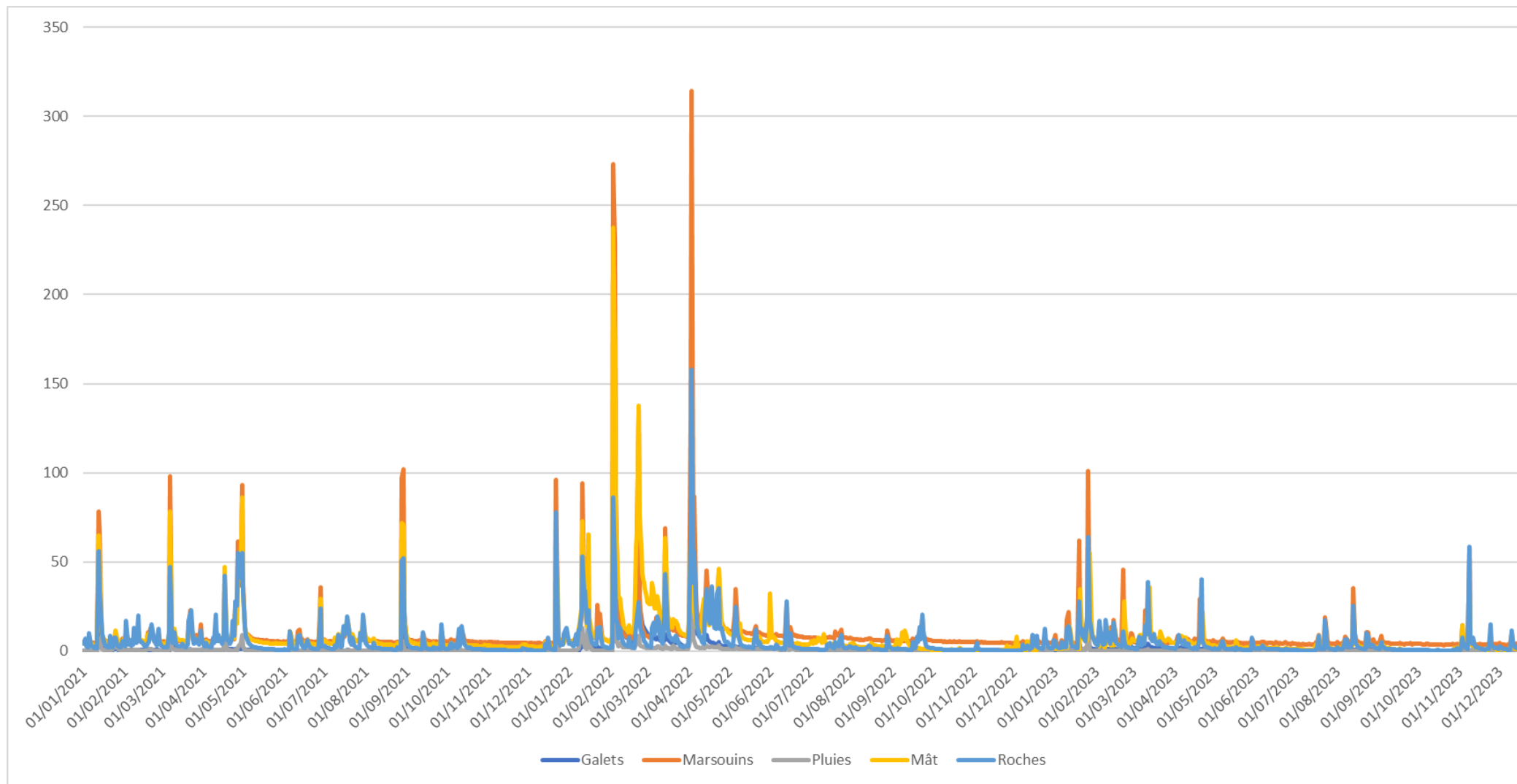


Figure 4 : Evolution des débits moyens journaliers sur 5 rivières de suivi (Galets, Marsouins, Pluies, Mât et Roches) durant les 3 années d'observation (2021/2023 ; DEAL données issues de Vigicrues).

2.1.4 Bilan de la continuité hydraulique sur les stations d'inventaires de la rivière des Galets et de la rivière des Pluies

En 2021, l'intermittence a été particulièrement marquée sur la rivière des Galets, puisque des assecs ont été observés sur la station d'échantillonnage à 10 reprises sur 12 opérations. A l'inverse durant les 13 nouvelles lunes d'inventaires de 2022, on observe un seul assec (nouvelle lune d'octobre). En 2023, on observe une rupture de la continuité hydraulique à partir du mois de juin et jusqu'à la fin du suivi.

Tableau 2 : synthèse des nouvelles lunes non échantillonnées à cause d'un assec sur la station de la rivière des Galets

Rivière des Galets												
Mois	Janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
Année												
2021												
2022												
2023												

Une absence totale d'écoulements a été observée au niveau de l'embouchure de la rivière des Pluies à une seule reprise en 2021 (septembre) puis plus régulièrement en 2023 dès le mois d'avril. A plusieurs reprises le linéaire mouillé était faible et ne permettait la réalisation des 20EPA (date représentée en orange ci – dessous).

Tableau 3 : synthèse des nouvelles lunes non échantillonnées à cause d'un assec sur la station de la rivière des Pluies

Rivière des Pluies												
Mois	Janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
Année												
2021												
2022												
2023												

L'ensemble des conditions hydrologiques sur l'ensemble des stations d'inventaires à chaque nouvelle lune sont décrites dans le tableau présenté en annexe.

2.2 Effort d'échantillonnage

Le Tableau 4 page suivante indique l'effort d'échantillonnage (nombre d'EPA) réalisé sur les 6 rivières lors des 37 campagnes de janvier 2021 à décembre 2023. Seules les rivières des Pluies, Galets et Marsouins présentent ponctuellement des efforts d'échantillonnage inférieurs à 30 EPA. Le nombre d'EPA a été réduit sur la rivière des Pluies et Galets lorsque le linéaire en eau n'étant pas suffisant pour placer 30 EPA. Le 20 avril 2022, une augmentation de débit soudaine avait contraint d'arrêter l'échantillonnage à 26 EPA sur la rivière des Marsouins. Au total sur l'ensemble du suivi 5 522 EPA ont été réalisés. Le Tableau 5 présente le nombre d'EPA total par année pour les 6 rivières confondues.

Les analyses présentées ci-après traitent que les inventaires dont l'effort d'échantillonnage est supérieur à 20 EPA. Seules les analyses sur les tailles utilisent les données avec les inventaires qui comportent moins de 20 EPA.

Tableau 4 : Nombre d'EPA réalisés sur chaque rivière lors des inventaires du projet DYNAPOP (n.e. : non échantillonné).

Nouvelle lune	Pluies	Galets	Marsouins	Roches	Mât	Saint-Etienne
13/01/2021	32	32	30	30	30	32
11/02/2021	15 ¹	n.e.	34	30	32	30
13/03/2021	8 ¹	32	30	30	30	32
12/04/2021	30	n.e.	30	30	32	30
11/05/2021	20	n.e.	30	30	30	30
10/06/2021	6 ¹	n.e.	31	31	32	32
10/07/2021	n.e.	n.e.	32	30	30	30
08/08/2021	15 ¹	31	30	30	30	30
07/09/2021	n.e.	n.e.	30	30	30	32
06/10/2021	30	n.e.	30	30	30	30
05/11/2021	n.e.	n.e.	30	30	30	30
04/12/2021	10 ¹	n.e.	30	30	30	32
02/01/2022	n.e.	n.e.	30	30	30	30
01/02/2022	30	30	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
02/03/2022	30	30	30	30	30	30
01/04/2022	30	30	30	30	n.e.	n.e.
01/05/2022	30	30	30	30	30	30
30/05/2022	30	30	30	30	30	30
29/06/2022	30	30	30	30	30	30
28/07/2022	30	30	30	30	30	30
27/08/2022	30	30	30	30	30	30
26/09/2022	30	21 ²	30	30	30	30
25/10/2022	30	n.e.	30	30	30	30
24/11/2022	30	20 ²	30	30	30	30
23/12/2022	30	20 ²	30	30	30	30
22/01/2023	30	30	30	30	30	30
20/02/2023	30	30	30	30	30	30
21/03/2023	10 ¹	30	30	30	30	30
20/04/2023	n.e.	30	26 ³	30	30	30
19/05/2023	n.e.	30	30	30	30	30
18/06/2023	10 ¹	n.e.	30	30	30	30
17/07/2023	n.e.	n.e.	30	30	30	30
16/08/2023	30	n.e.	30	30	30	30
15/09/2023	30	n.e.	30	30	30	30
14/10/2023	30	n.e.	30	30	30	30
11/11/2023	n.e.	n.e.	30	30	30	30
13/12/2023	n.e.	n.e.	30	30	30	30
Nombre d'EPA	696	546	1083	1081	1056	1060

¹ Linéaire mouillé insuffisant pour réaliser 30 EPA

² Aucune capture sur les 20 premiers EPA, induisant un arrêt de l'échantillonnage.

³ Augmentation du débit de la rivière nécessitant un arrêt de l'échantillonnage.

Tableau 5 : Nombre d'EPA réalisé par an sur l'ensemble des lunes et rivières.

Année	Nombre d'EPA
2021	1 725
2022	2 041
2023	1 756

3 Résultats sur les THV et la variabilité spatio-temporelle des peuplements de poissons et de crustacés

3.1 Acquisition de connaissances sur les traits d'histoire de vie de plusieurs taxons

Le projet DYNAPOP porte en grande partie sur l'observation de la richesse et de l'abondance en jeunes stades de poissons et de crustacés amphihalins aux embouchures des rivières. Il apparaît donc important en premier lieu de pouvoir identifier les stades de développement des individus capturés afin d'identifier leur période d'arrivée dans la rivière. En s'appuyant sur la distribution des tailles des individus, leurs traits morphologiques et des données bibliographiques, jusqu'à 3 stades ont été définis pour caractériser chaque taxon :

- Le stade Nouvel Arrivant (NWA) : ce stade correspond aux individus ayant colonisé la rivière lors de la lunaison en cours et jusqu'à la date d'échantillonnage ;
- Le stade Juvénile (J) : ce stade correspond aux individus non matures ayant colonisé la rivière lors des lunaisons précédentes ;
- Le stade Adulte (A) : ce stade qui correspond aux individus matures et installés en rivière. Il est encore souvent difficile d'identifier leur période d'arrivée en eau douce.

Dans les paragraphes ci-après, les traits d'histoires de vie des taxons et leur variabilité sont présentés : distribution de taille des différents stades, période d'arrivée en rivière des nouveaux arrivants (NWA), durée de vie larvaire en mer (DVL) et retro-calcul des fenêtres efficaces de reproduction.

Les durées de vie larvaires ont été établies à partir de la lecture des otolithes (comptage de stries journalières du nucléus jusqu'au bord de l'otolithe ou jusqu'à la strie de métamorphose). La durée de vie larvaire a été étudiée pour 9 taxons : *S. lagocephalus*, *C. acutipinnis*, *A. commersoni*, *Stenogobius genivittatus*, *Eleotris sp.*, *Eleotris acanthopoma*, *Eleotris Klunzingerii*, *Kuhlia sp.* et *Agonostomus*.

Afin de décrire les signaux d'arrivées pour chaque taxon, un calcul de ratio d'abondance a permis de standardiser les valeurs de densité entre 0 (densité nulle) à et 1 (densité maximale sur la rivière). Ce ratio est le rapport entre l'abondance du taxon à une date d'échantillonnage (i) sur la valeur d'abondance maximum du taxon observé sur l'ensemble du suivi sur cette même rivière de janvier 2021 à décembre 2023 :

$$\text{Indice d'abondance}_i = \frac{\text{Abondance}_i}{\max_{j=\text{janv}2021 \rightarrow \text{avril} 2023} (\text{Abondance}_j)}$$

3.1.1 Macro-crustacés

Sur l'ensemble des échantillonnages 8 taxons de crustacés décapodes (macro-crustacés) ont été échantillonnés (le détail de l'ensemble des captures est présenté en annexe 3).

3.1.1.1 *Atyoida serrata*

La chevaquine, *A. serrata* est l'espèce de crustacés la plus abondante sur l'ensemble du suivi (n = 17 787). Au total 7 283 individus de cette espèce ont été mesurés. Les tailles minimales et maximales observées sont respectivement de 3 et 41 mm tandis que la taille moyenne est de 9,3 mm.

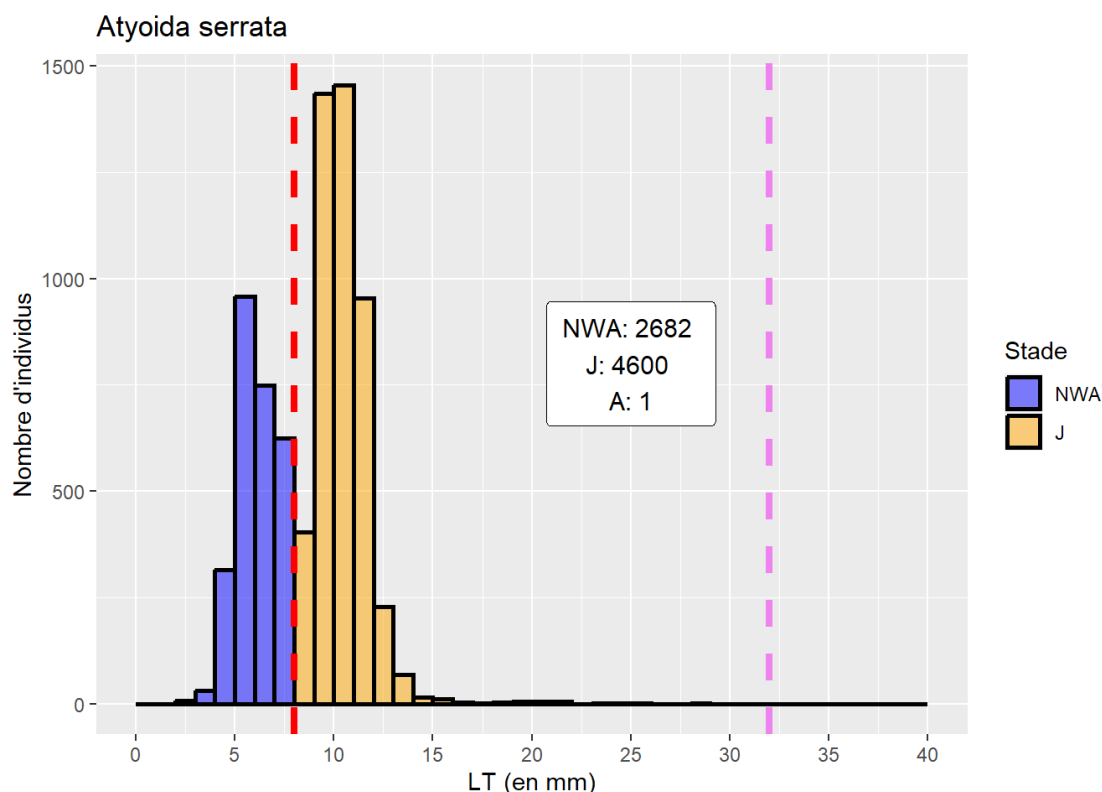


Figure 5 : Distribution des tailles des individus d'*A. serrata* mesurés au cours du suivi sur les 6 rivières. La droite en pointillée rouge marque la limite de taille entre les stades NWA (Nouvel arrivant) et J (juvéniles) et celle en violette, la taille de maturité sexuelle (32mm).

La distribution des tailles met en évidence une structure bimodale. Le premier « pic » dans la distribution de taille, pour une taille inférieure ou égale à 8 mm, correspond aux individus les plus jeunes, que l'on définit pour la suite des analyses, comme le stade Nouvel arrivant (NWA – $LT \leq 8$ mm).

Le second « pic » présente une distribution étendue de 9 à 15 mm et des abondances plus fortes pour les classes de 10 et 11 mm. Cette seconde cohorte, correspond aux individus plus âgés et ayant colonisés la rivière lors des lunes précédentes l'échantillonnage. La taille de maturité sexuelle chez les femelles de cette espèce est de 32 mm (Hoarau et al. 2019). Les individus d'*A. serrata* ayant une longueur totale comprise entre 8 mm $<LT < 32$ mm sont alors définis comme étant des individus installés en rivière et non mature (Stade J).

Sur l'ensemble des individus mesurés, 99,6% présentent une longueur totale inférieure à 15mm. Cette répartition confirme que cette espèce ne s'installe pas sur les zones d'embouchures et colonise rapidement les zones intermédiaires et amont des bassins versants des rivières. Pour appuyer cette observation, un seul individu mature (femelle de 41 mm) a été observé sur t individus capturés.

Critères de distinction du stade de développement pour *A. serrata* :

- **Nouvel arrivant** : $LT \leq 8$ mm
- **Juvénile** : $8 \text{ mm} < LT < 32$ mm
- **Adulte** : $LT \geq 32$ mm

La Figure 8, présente la distribution des tailles d'*A. serrata* échantillonnées au stade Nouvel Arrivant (NWA) et au stade Juvénile (J) durant les différents mois de l'année.

On observe la présence de nouveaux arrivants tout au long de l'année.



Figure 6 : Nouvel arrivant d'*A. serrata*

En février et mars, la variabilité des tailles des nouveaux arrivants est plus grande (de 4 à 8 mm). Durant les mois de juin et juillet, les tailles de nouveaux arrivants sont principalement de 7 et 8 mm alors qu'au mois de décembre, les individus de 5 mm sont dominants. Les mois de décembre et janvier présentent des distributions de tailles nettement séparées entre les nouveaux arrivants et les juvéniles, ce qui peut être marqueur d'une taille d'arrivée en rivière plus petite et d'une croissance plus importante lors des premiers jours en rivières d'*A. serrata* lors de ces deux mois.



Figure 7 : Adulte d'*A. serrata* échantillonné en tête de bassin versant (hors échantillonnage DYNAPOP)

Atyoida serrata

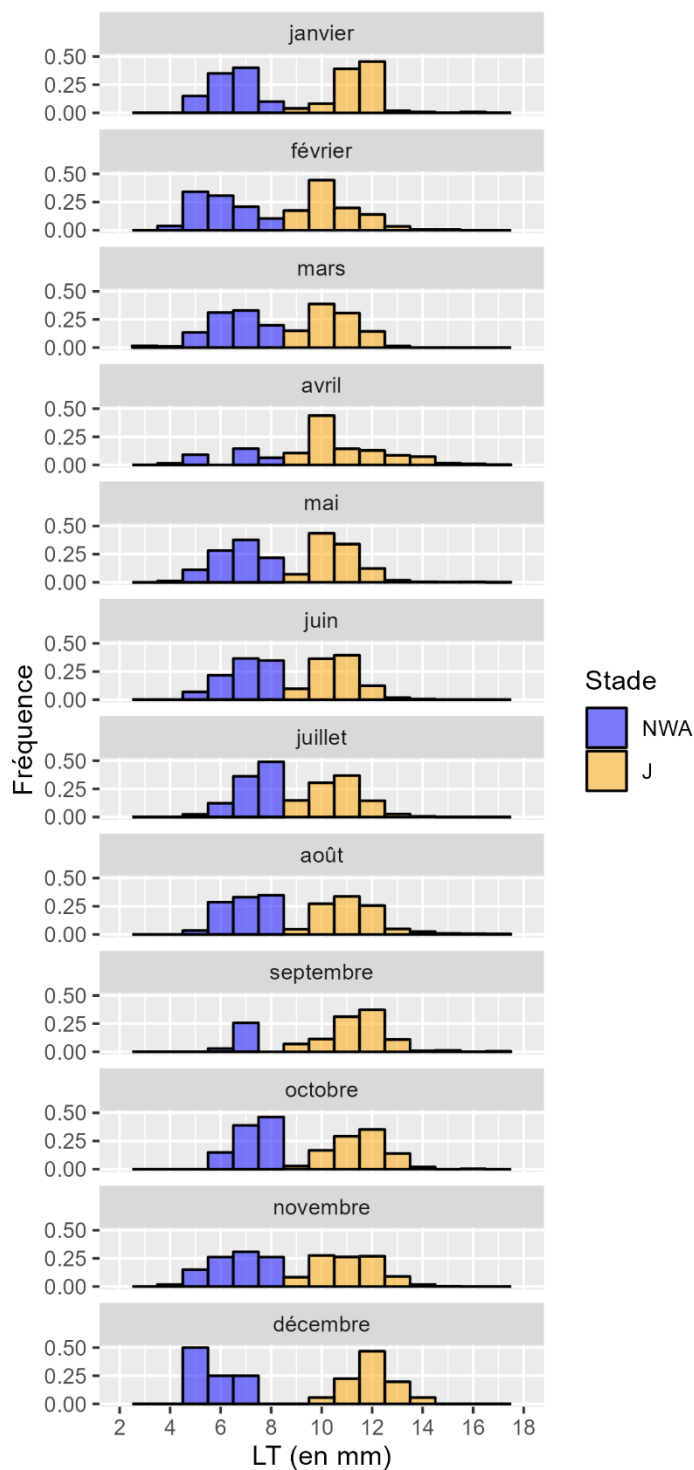


Figure 8 : Distribution des tailles d'*A. serrata* aux stades Nouvel arrivant (NWA) et Juvéniles (J) pour les mois de janvier à décembre (n = 7 282)

La Figure 9 présente le cumul des ratios d'abondance d'*A. serrata* observés sur les rivières des Marsouins, Roches, et du Mât. Les valeurs de ratio d'abondance sont présentées uniquement pour les rivières où l'espèce est significativement observée durant le suivi (fréquence et abondance significatives).

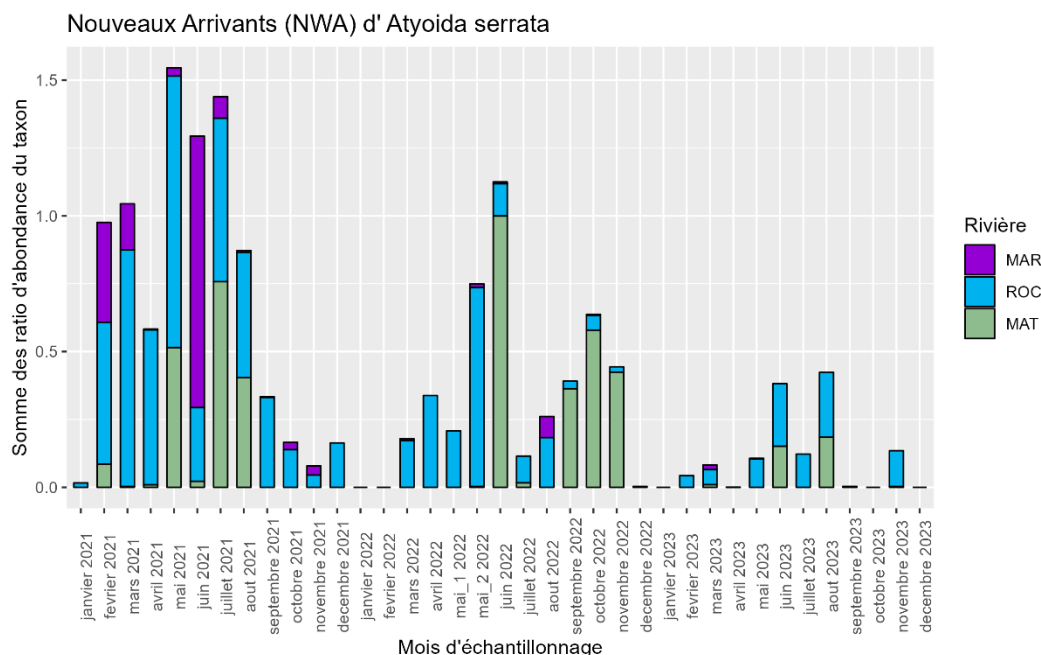


Figure 9 : Somme des ratios d'abondance de nouveaux arrivants d'*A. serrata* de janvier 2021 à avril 2023

En 2021, les principaux signaux d'arrivées ont été observés de février à août sur les rivières des Marsouins, Roches et Mât. Durant le reste du suivi, les signaux ont été moins marqués sur la rivière de Marsouins. En 2022, des arrivées, un peu plus tardives ont été observées sur la rivière du Mât (septembre à novembre). En 2023, les signaux de nouveaux arrivants sont très peu marqués.

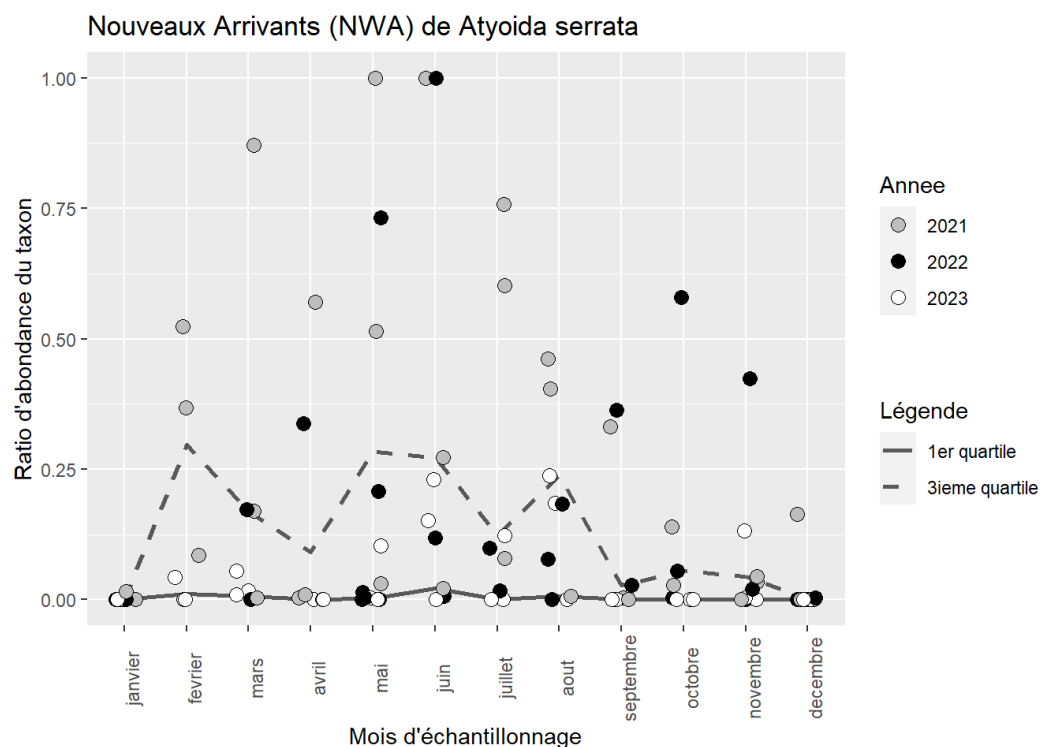


Figure 10 : Evolution mensuelle des valeurs des ratios d'abondances de nouveaux arrivants d'*A. serrata* observés sur la rivière des Roches, des du Mât, et des Marsouins en 2021, 2022 et 2023.

La figure ci-dessus présente l'évolution des ratios d'abondance de nouveaux arrivants d'*A. serrata*. Les mois de février à août présentent des valeurs de 3^{ème} quartile évoluant entre 0.12 et 0.25 alors que de

septembre à janvier, la baisse des valeurs du 3^{ème} quartile met en évidence des arrivées nettement moins régulières. Ainsi, la probabilité d'observer une arrivée significative d'*A. serrata* entre septembre et janvier est faible. A l'inverse, les principales périodes d'arrivées d'*A. serrata* s'étendent de février à août.

La figure 9, ci-dessous, compare l'évolution mensuelle des ratios d'arrivées d'*A. serrata* lors du suivi historique de 2006 à 2012 (ARDA 2012) et lors du présent suivi de 2021 à 2023 sur la rivière des Roches.

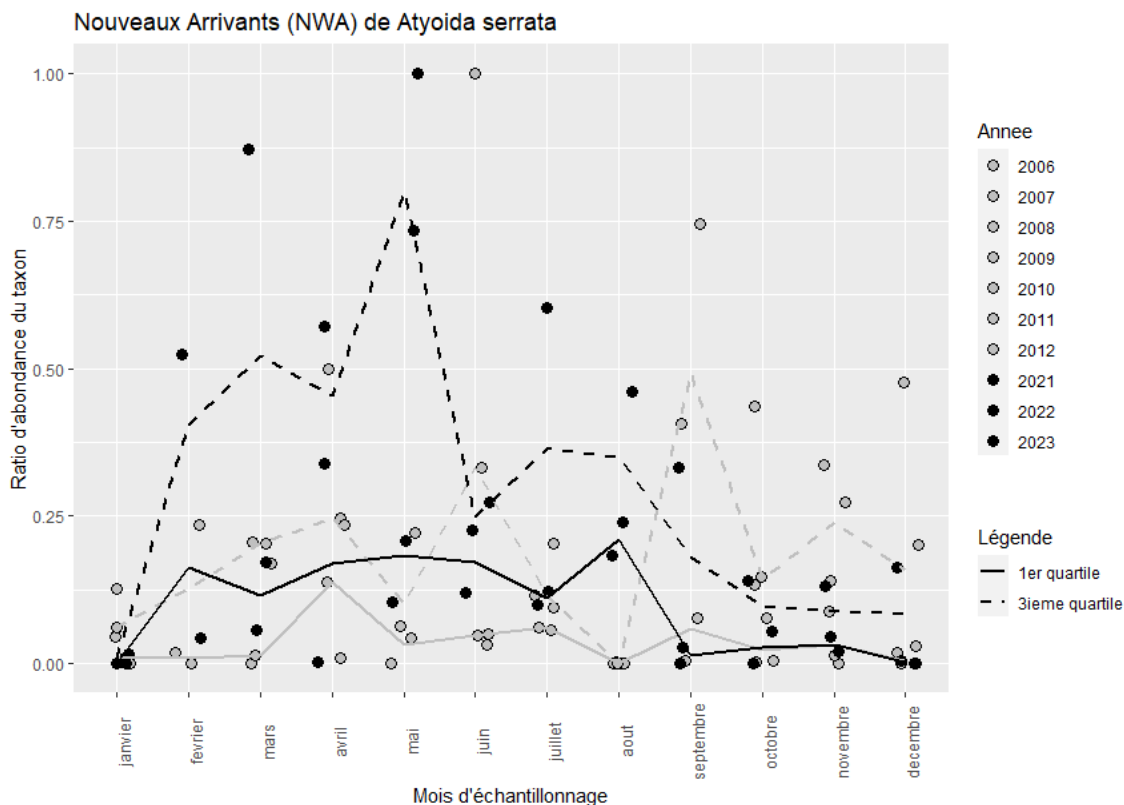


Figure 11 : Evolution du ratio d'abondance de NWA d'*A. serrata* pour lors du suivi DYNAPOP (2021-2023) et lors de l'observatoire des embouchures (2006-2012) sur la rivière des Roches.

Entre 2006 et 2012, les signaux de nouveaux arrivants étaient plus étendus sur l'année et séquencés en deux périodes : de mars à juin et de septembre à décembre avec cependant une grande variabilité. Le suivi mené de 2021 à 2023 montre une plus forte abondance en nouveaux arrivants concentrée de février à août.

En résumé pour *A. serrata* :

- Espèce très abondante au stade nouvel arrivant sur la rivière des Roches et dans une moindre mesure la rivière des Marsouins et du Mât. Les arrivées sont plus rares sur les rivières Saint-Étienne, Galets et Pluies ;
- Tailles d'arrivées en rivière comprises en 4 et 8 mm ;
- Fenêtre préférentielle d'arrivée en rivière de février à août sur la période 2021-2023 sur la rivière des Roches, plus concentrée que lors des observations de 2006 à 2012.

3.1.1.2 *Caridina serratiostris*

La *Caridina serratiostris* est une espèce de Chevaquine, moins abondante que *A. serrata*. Lors des échantillonnages, 4 753 individus de cette espèce ont été capturés et 2 689 ont été mesurés. Les tailles minimales et maximales observées sont respectivement de 4 et 24 mm tandis que la taille moyenne est de 11,5 mm.

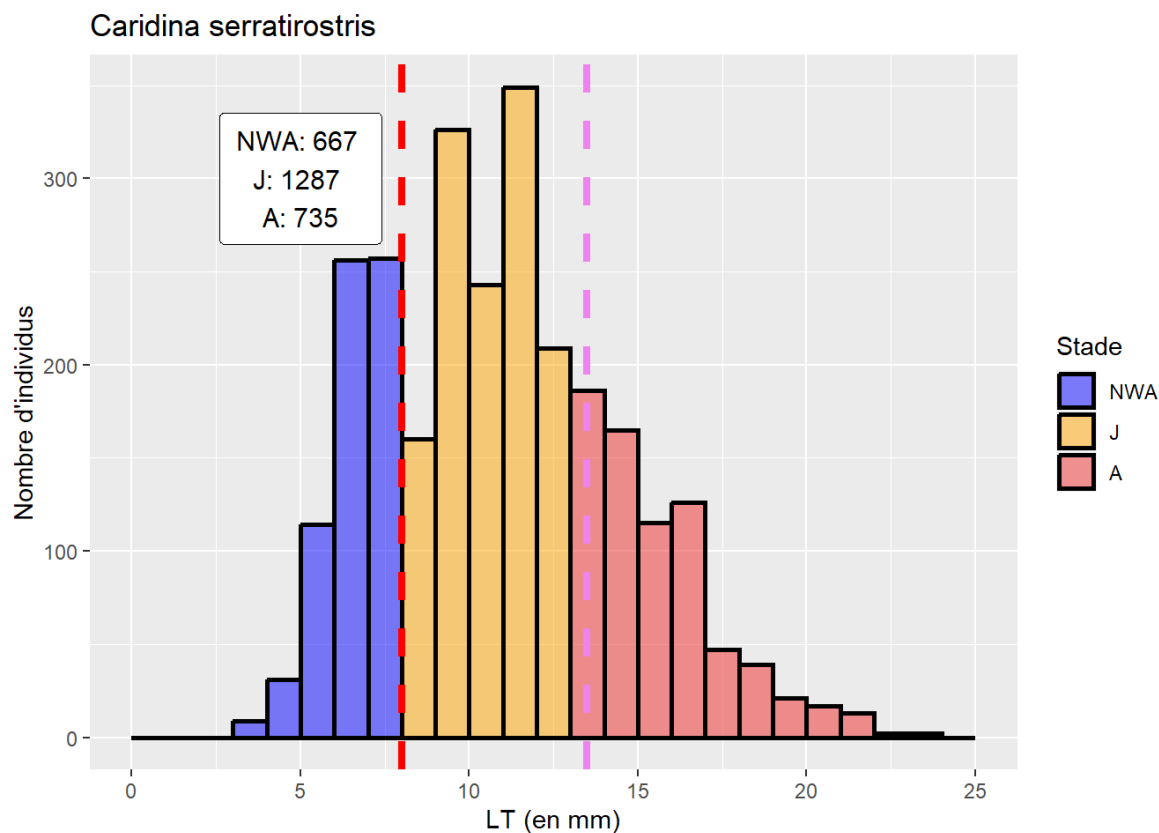


Figure 12 : Distribution des tailles des individus de *C. serratiostris* mesurés au cours du suivi sur les 6 rivières. La droite en pointillée rouge marque la limite de taille entre les stades de Nouvel arrivant et Juvénile (J) et celle en violette la limite entre juvénile et Adulte (La taille de maturité sexuelle de 13,5 mm).

Le caractère bimodal de la distribution de taille observées pour *A. serrata* n'est pas marquée chez *C. serratiostris*. En effet, cette espèce colonise l'embouchure des rivières, s'y installe et y accomplit la quasi-totalité de son cycle de vie : toutes les classes de tailles et de développement sont régulièrement échantillonnées lors des inventaires DYNAPOP.

Un « pic » est cependant observé sur les plus petites classes de tailles et jusqu'à 8 mm. Cette limite est cohérente avec celle décrite par P. Hoarau en 2018. Les individus ayant une taille inférieure ou égale à 8 mm sont classés comme nouveaux arrivants. La taille de maturité sexuelle de cette espèce est de 13,5 mm pour les femelles (Hoarau 2018).

Le stade juvénile est attribué aux individus ayant une longueur totale comprise entre 9 mm et 14 mm et ne présentant pas de signe de maturité sexuelle (présence d'œuf pour les femelles).

Le stade adulte est attribué à l'ensemble des individus ayant une taille supérieure à 13,5 mm (limite de maturité sexuelle des femelles) et, par défaut, aux femelles ovigères (présence d'œuf) lors de l'identification.

Critères de distinction de stade de développement pour *C. serratiostris*

- **Nouvel arrivant** : $LT \leq 8\text{mm}$
- **Juvénile** : $8\text{mm} < LT < 14\text{mm}$
- **Adulte** : **Femelle ovigère** ou $LT \geq 14\text{mm}$

La Figure 15, présente la distribution des tailles de *C. serratiostris* échantillonnées aux stades de Nouvel Arrivant (NWA), Juvénile (J) ou Adulte (A) durant les différents mois de l'année.



Figure 13 : Stade Nouvel arrivant de *C. serratiostris*

Les distributions des tailles des stades Juvéniles et Adultes sont similaires tout au long de l'année. A l'inverse la variabilité des tailles des nouveaux arrivants est plus forte durant la saison chaude (décembre à mars) alors que durant la saison fraîche (de mai à octobre), les nouveaux arrivants présentent des tailles plus importantes et moins variables, centrées sur les classes de tailles de 7 et 8mm.



Figure 14 : Stade adulte de *C. serratiostris*

La Figure 16 (page suivante) présente le cumul des ratios d'abondance de *C. serratiostris* observés sur les rivières des Marsouins et des Roches durant le suivi. Les valeurs de ratio d'abondance sont présentées uniquement pour les rivières où l'espèce est fréquemment observée.

Caridina serratiostris

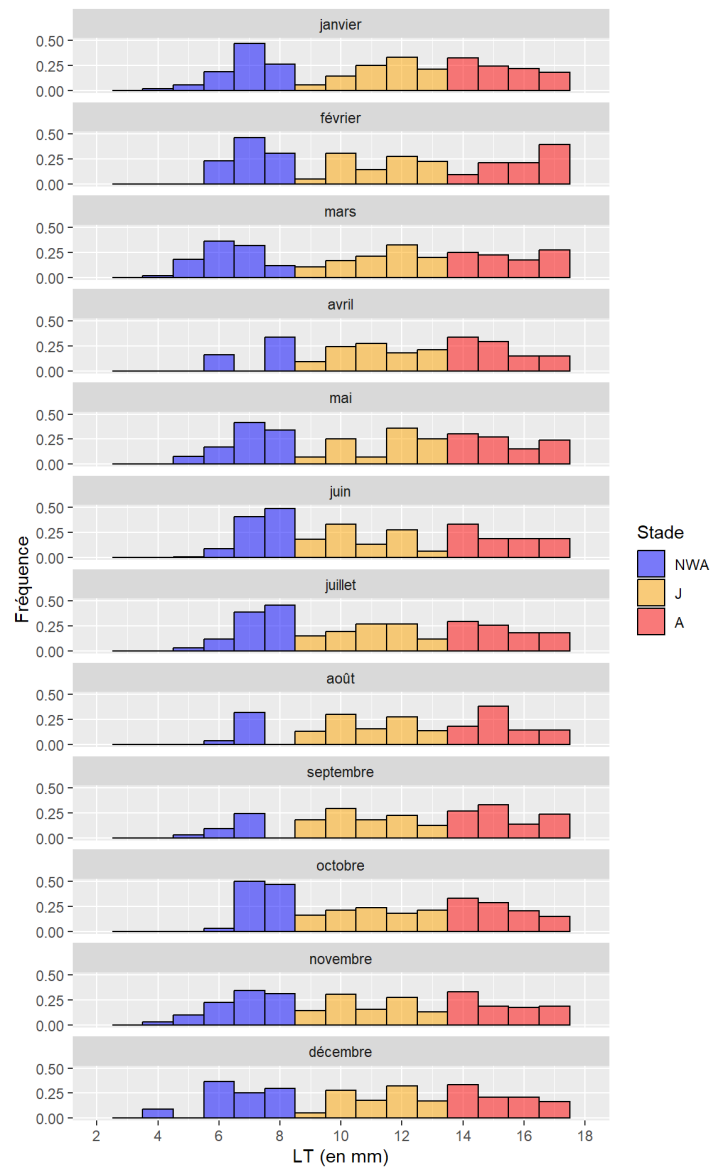


Figure 15 : Distribution des tailles de *C. serratiostris* aux stades Nouvel arrivant (NWA) et Juvéniles (J) et Adulte (A) pour les mois de janvier à décembre (n = 2672)

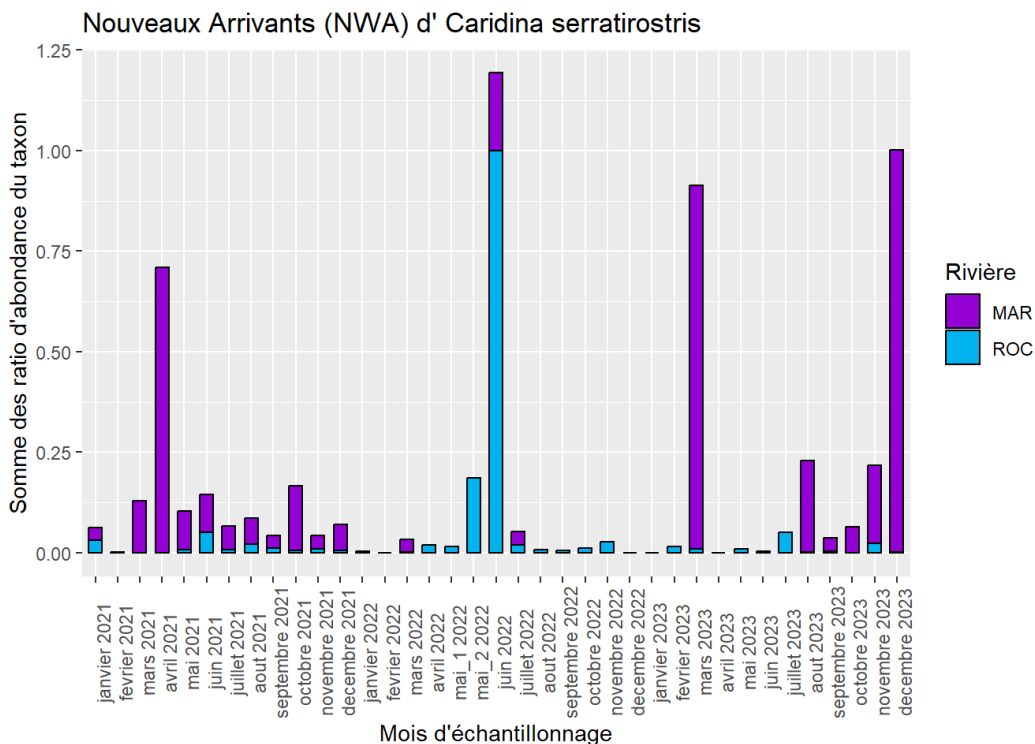


Figure 16 : Somme des ratios d'abondance de nouveaux arrivants de *Caridina serratiostris* de janvier 2021 à décembre 2023 sur la rivière des Marsouins et des Roches.

Sur les 3 années, la rivière des Roches présente des signaux d'arrivées de *C. serratiostris* au cours des mois de mai, juin et juillet. Un signal très marqué pour cette espèce est observé en juin 2022 et dans une moindre mesure la lune précédente, fin mai 2022 (mai_2). La rivière des Marsouins indique des signaux plus réguliers sur l'ensemble du suivi sauf en 2022, avec quasiment aucun nouvel arrivant.

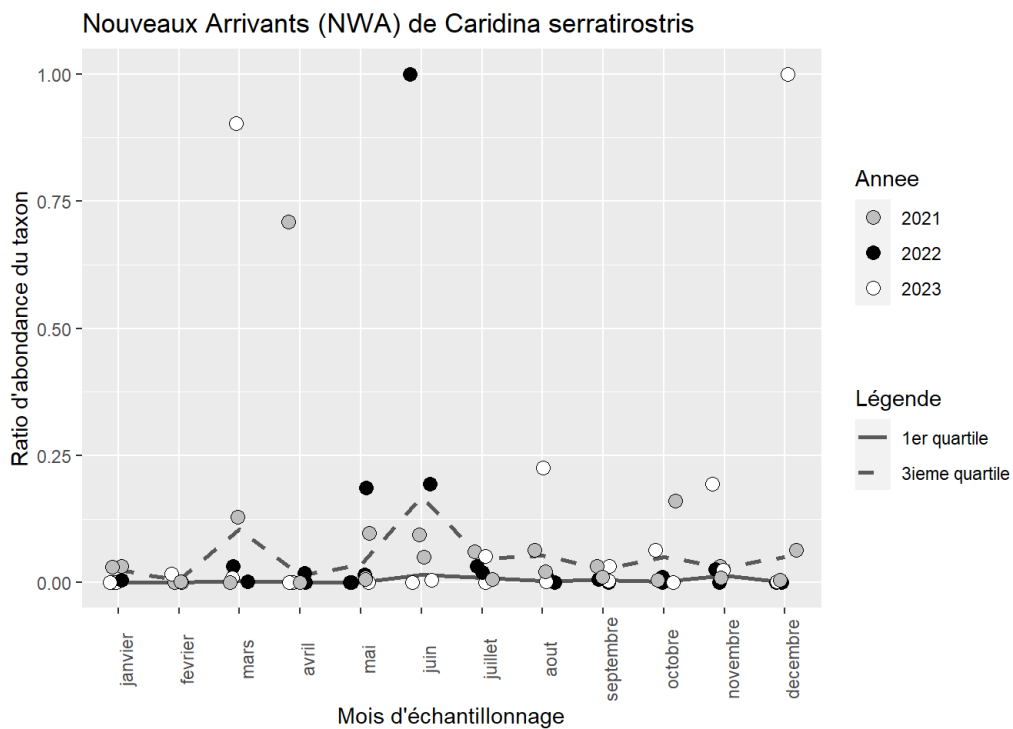


Figure 17 : Evolution mensuelle des valeurs des ratios d'abondances de nouveaux arrivants de *C. serratiostris* observés sur la rivière des Roches et des Marsouins en 2021, 2022 et 2023.

La Figure 17 (page précédente) présente l'évolution des ratios d'abondance de nouveaux arrivants de *C. serratiostris*. Les mois de mars et juin présentent des valeurs de 3^{ème} quartiles proches de 0.12

indiquant une probabilité de signaux d'arrivées marqués plus forte sur ces deux mois. Cependant des arrivées plus ou moins massives peuvent être observées toute l'année sur ces deux rivières.

Cette espèce présente des femelles ovigères tout au long de l'année (Cf. figure ci-dessous). Les proportions les plus fortes sont observées durant la saison chaude (de novembre à mars) et à l'inverse l'activité de reproduction est réduite durant les mois les plus frais (mai à août).

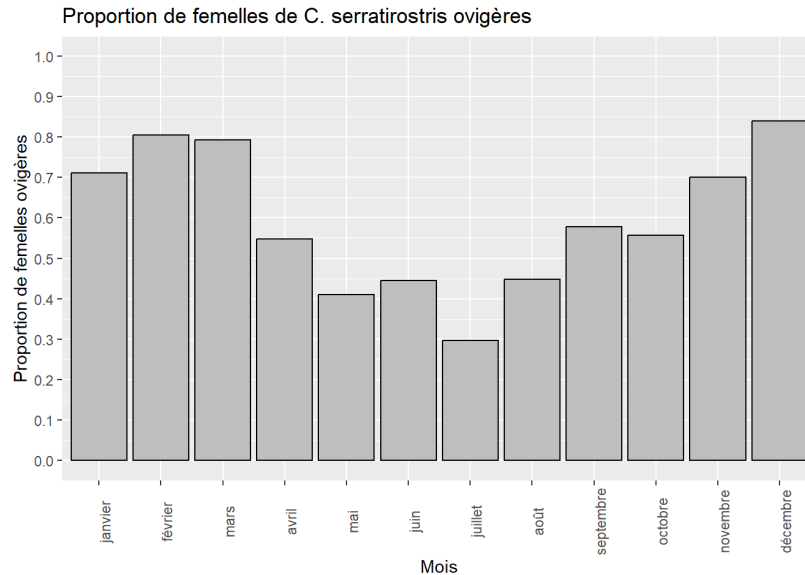


Figure 18 : Evolution de la proportion mensuelle de femelle ovigère sur l'ensemble des individus Adulte de *C. serratiostris*.

En résumé pour *Caridina serratiostris* :

- Espèce ponctuellement abondante au stade nouvel arrivant sur la rivière des Roches et des Marsouins. Les arrivées sont très rares sur les autres rivières.
- Tailles d'arrivées en rivière comprises en 4 et 8mm ;
- Des arrivées régulières peuvent être observées toute l'année et ponctuellement fortes préférentiellement en mars et août ;
- La reproduction est possible toute l'année mais plus intense pour durant les mois chauds.

3.1.1.3 *Caridina typus*

Cette espèce de caridine est la moins abondante du suivi. Sur l'ensemble des inventaires, un total de 381 individus a été échantillonné et 239 ont été mesurés. Les tailles minimales et maximales d'échantillonnages sont respectivement de 6 et 35 mm tandis que la taille moyenne est de 14 mm.

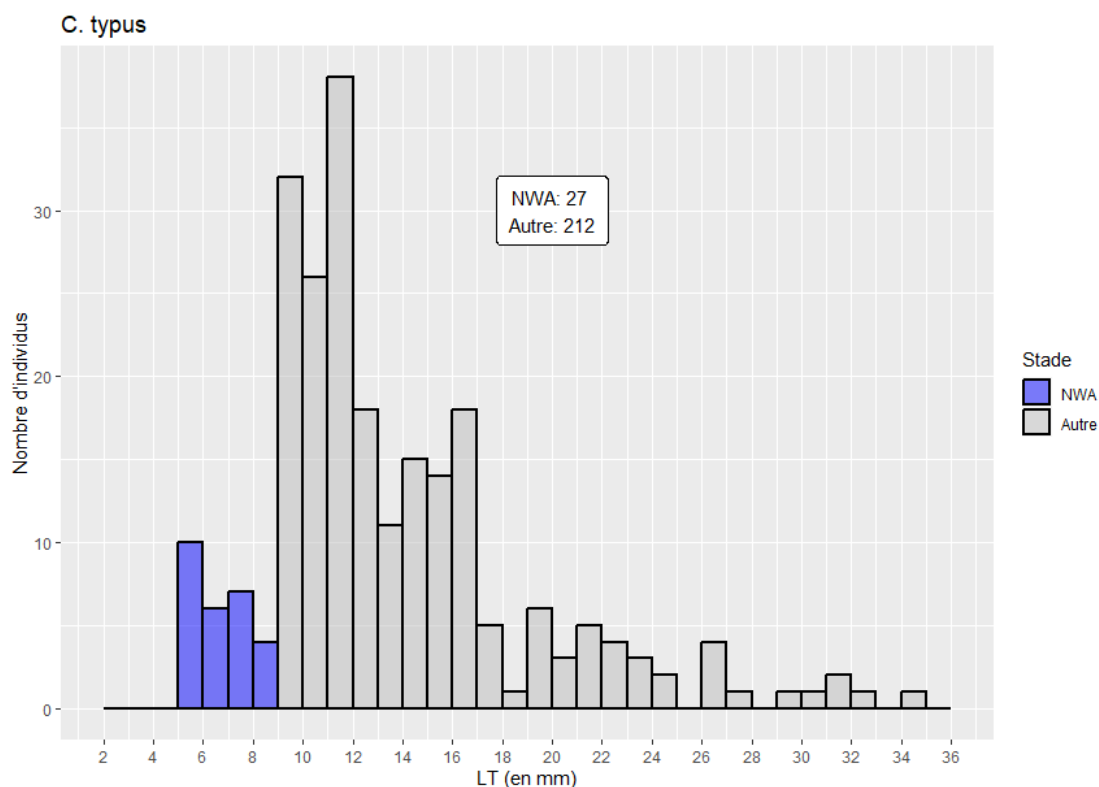


Figure 19 : Distribution des tailles des individus de *C. typus* mesurés depuis le début du suivi sur les 6 rivières.

La biologie de cette espèce est très peu décrite. Les tailles d'arrivées en rivières ainsi que de maturité sexuelle ne sont pas connues. Toutes les classes de tailles et de développement ont été régulièrement échantillonnées ce qui signifie que cette espèce colonise les zones d'embouchures, s'y installe et y accomplit la quasi-totalité de son cycle de vie. La distribution des tailles met en évidence une structure plurimodale qui permet de séparer les nouveaux arrivants des autres individus (Figure 19) : classes de tailles allant de 4 mm à 9 mm

Etant donné le manque de connaissance sur la taille de maturité sexuelle de cette espèce seule la distinction du stade Nouvel Arrivant a été effectuée.

Critères de distinction de stade de développement pour *C. typus*

- Nouveaux arrivants : $LT \leq 9\text{mm}$
- Autres : $LT > 9\text{mm}$

La Figure 22, présente la distribution des tailles de *C. typus* échantillonnées aux stades de Nouvel Arrivant (NWA) et les tailles des autres individus durant les différents mois de l'année.



Figure 20 : Stade Nouvel arrivant de *C. typus*

Les individus de nouveaux arrivants ont été observés sur la rivière des Roches et des Marsouins.

La saison fraîche (avril à aout) concentre la quasi-totalité des arrivées de cette espèce. Les plus petits individus sont observés durant les mois de d'avril à juin (les tailles de nouveaux arrivants évoluent entre 6 et 8 mm). Le faible nombre d'individus ne permet pas de mettre en évidence de variation mensuelle des tailles des nouveaux arrivants.



Figure 21 : femelle ovigère de *C. typus*

C. typus

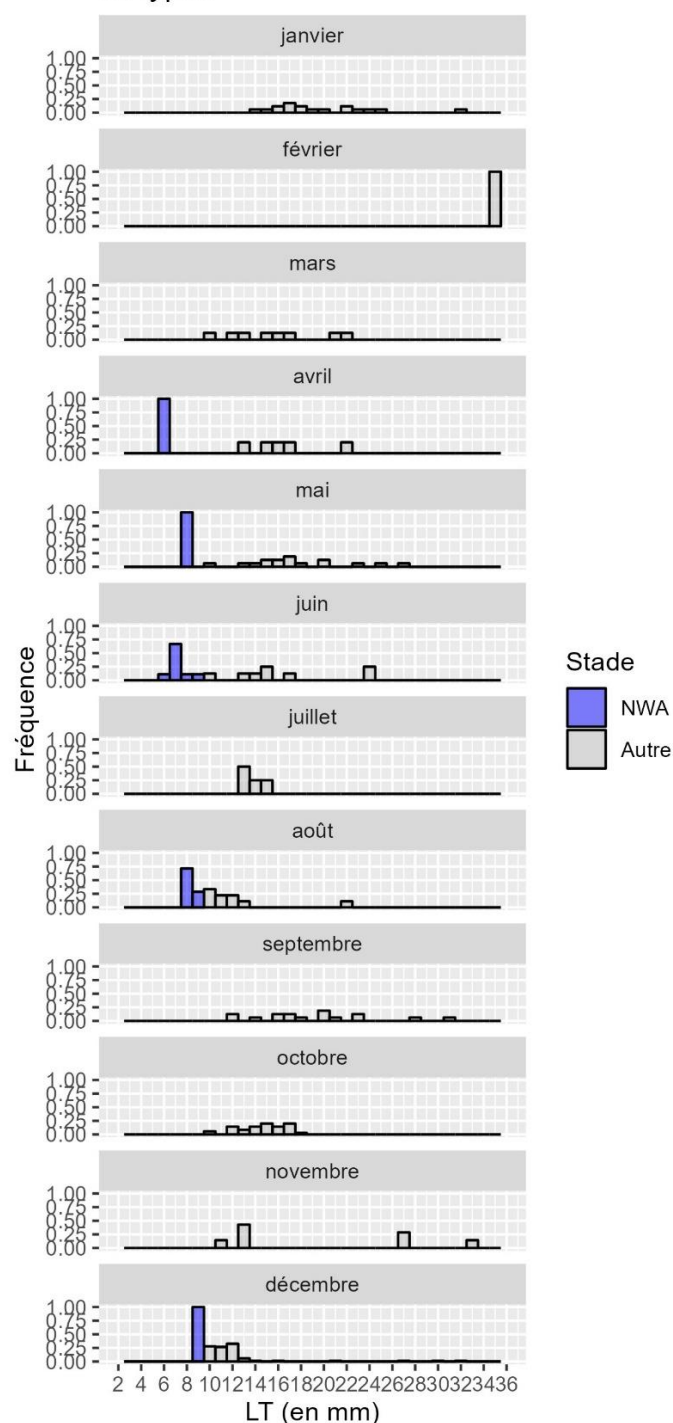


Figure 22 Distribution des tailles de *C. typus* aux stades Nouvel arrivant (NWA) et Autre pour les mois d'observation (n = 238).

Macrobrachium australe

La chevrette grand bras, *M. australe* est la seconde espèce la plus abondante sur l'ensemble du suivi. Au total, 12 942 individus ont été échantillonnés et 10 804 individus ont été mesurés. Les tailles minimales et maximales observées sont respectivement de 10 et 97 mm tandis que la taille moyenne est de 31,2 mm.

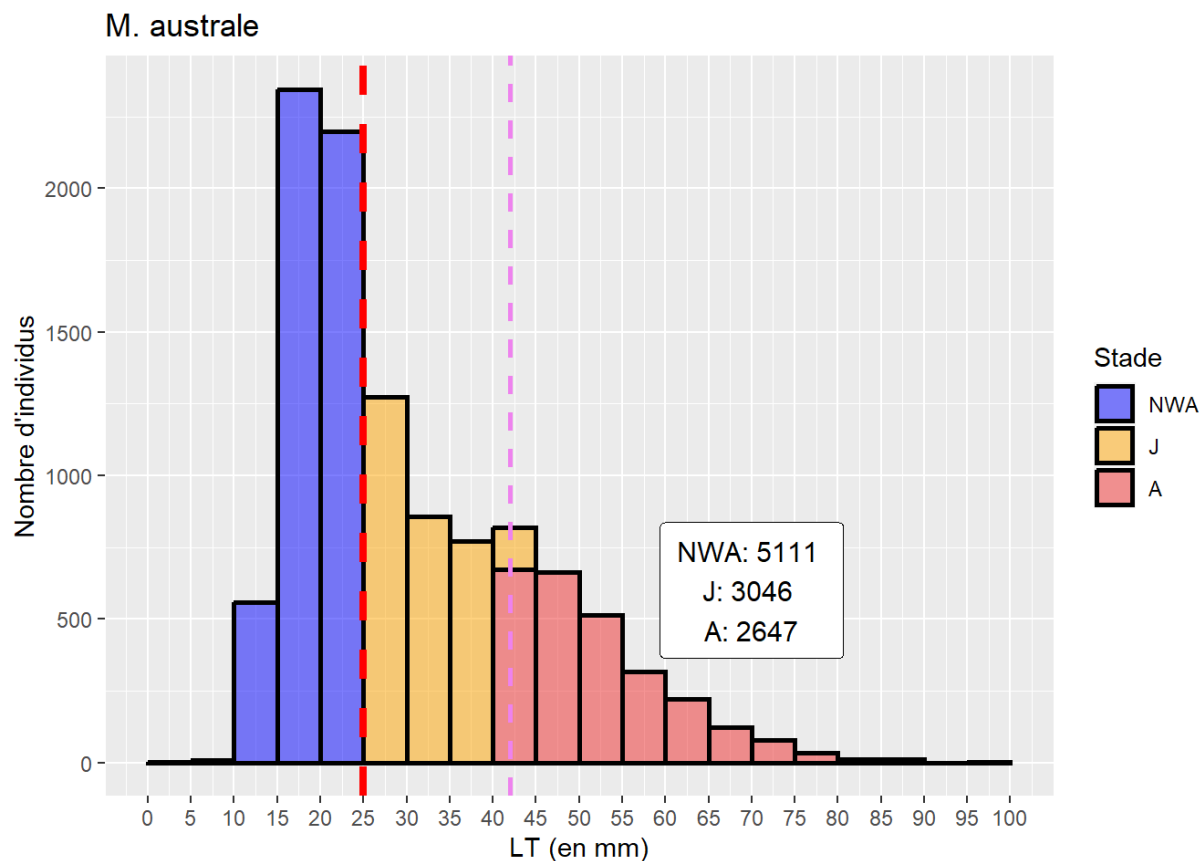


Figure 23 : Distribution des tailles des individus de *M. australe* mesurés depuis le début du suivi sur les 6 rivières. La droite en pointillés rouge délimite la taille entre les stades NWA (Nouvel arrivant) et J (juvéniles) et celle en violet la taille de maturité sexuelle issue de la littérature (42mm).

La distribution des tailles de *M. australe* met en évidence un « pic » du nombre d'individus pour les classes de tailles de 15 à 25 mm. La littérature fait mention de taille de « recrutement » pour les individus ayant une taille inférieure à 20 mm (P. Hoarau, 2018). Cependant compte-tenu du grand nombre d'individus mesurés et des abondances fortes pour la classe de 21 à 25 mm, la limite de taille pour les nouveaux arrivants a été fixée à 25 mm. La longueur de 42 mm est la taille de maturité sexuelle validée chez cette espèce (Hoarau et al. 2018).

Le stade juvénile est attribué aux individus ayant une longueur totale comprise entre 26 mm et 42 mm et ne présentant pas de signe de maturité sexuelle (absence d'œuf pour les femelles).

Le stade adulte est attribué à l'ensemble des individus ayant une taille supérieure ou égale à 42 mm (limite de maturité sexuelle des femelles) ou, par défaut, aux femelles ovigères (présence d'œuf).

Critères de distinction du stade de développement pour *M. australe*

- **Nouvel arrivant** : $LT \leq 25$ mm
- **Juvenile** : $25 \text{ mm} < LT < 42$ mm
- **Adulte** : Femelle ovigère ou $LT \geq 42$ mm

La Figure 26 , présente la distribution des tailles de *M. australe* échantillonnées aux stades de Nouvel Arrivant (NWA), Juvénile (J) et Adulte (A) durant les différents mois de l'année.

On observe la présence de nouveaux arrivants tout au long de l'année.



Figure 24 : Stade adulte de *M. australe* (Femelle ovigère)

Durant les mois de saison fraîche les taille des nouveaux arrivants sont plus faibles (10 à 20 mm) que durant les mois de décembre à mai où les classes de tailles de 20 à 25 mm sont les plus représentées.



Figure 25 : Stade Nouvel arrivant de *M. australe*

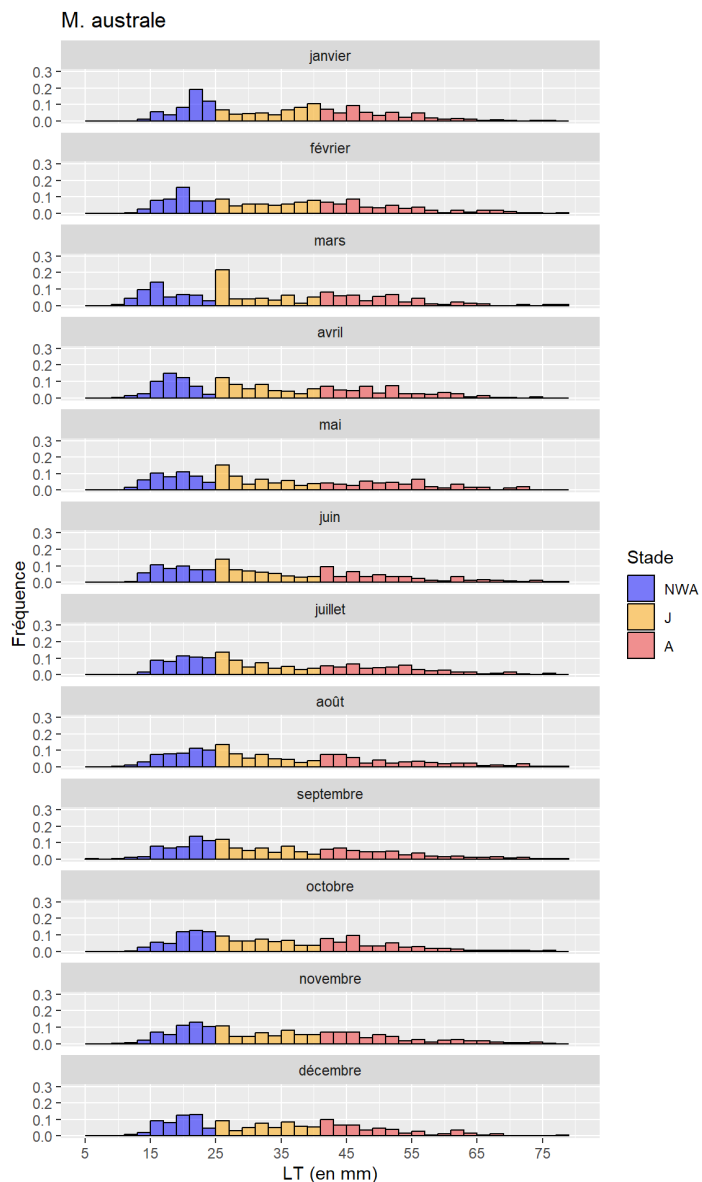


Figure 26 : Distribution des tailles de *M. australe* aux stades Nouvel arrivant (NWA), Juvéniles (J) et Adulte (A) pour les mois de janvier à décembre (n 10 804)

La Figure 27 présente le cumul des ratios d'abondance de *M. australe* observés sur les rivières des Marsouins, Roches, Mât et Saint-Etienne durant le suivi (Les valeurs de ratio d'abondance sont présentées uniquement pour les rivières où l'espèce est fréquemment observée durant le suivi).

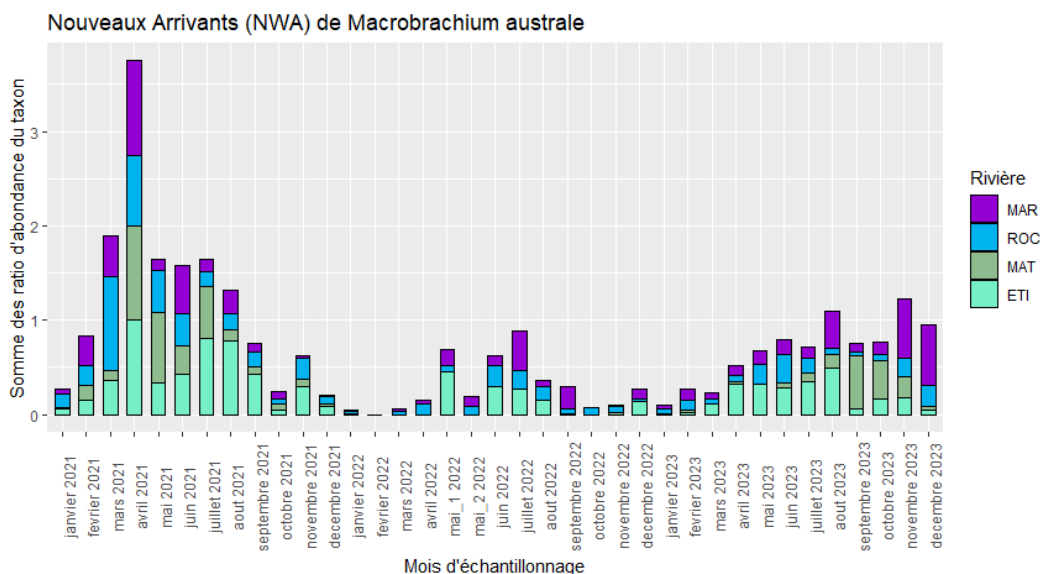


Figure 27 : Somme des ratios d'abondance de nouveaux arrivants de *Macrobrachium australe* de janvier 2021 à décembre 2023 sur la rivière des Marsouins (MAR), des Roches (ROC), du Mât (MAT) et Saint-Etienne (ETI).

Les plus forts signaux de nouveaux arrivants de cette espèce ont été observés en avril 2021 pour la quasi-totalité des 4 rivières, mettant en évidence une arrivée massive de cette espèce lors de cette nouvelle lune à l'échelle de l'île. L'année 2022, est marquée par de faibles signaux de nouveaux arrivants sur ces mêmes rivières. Des arrivées significatives régulières sont observées à partir d'avril 2023 notamment sur la rivière Saint-Etienne, puis Mât et Marsouins.

Des arrivées régulières d'individus de *M. australe* sont observées sur la majorité des rivières du suivi. Seule la rivière des Galets ne présente pas d'arrivées (continuité hydraulique très perturbée). La rivière des Pluies présente des arrivées en 2022 principalement, en lien avec une connexion en embouchure plus étendue.

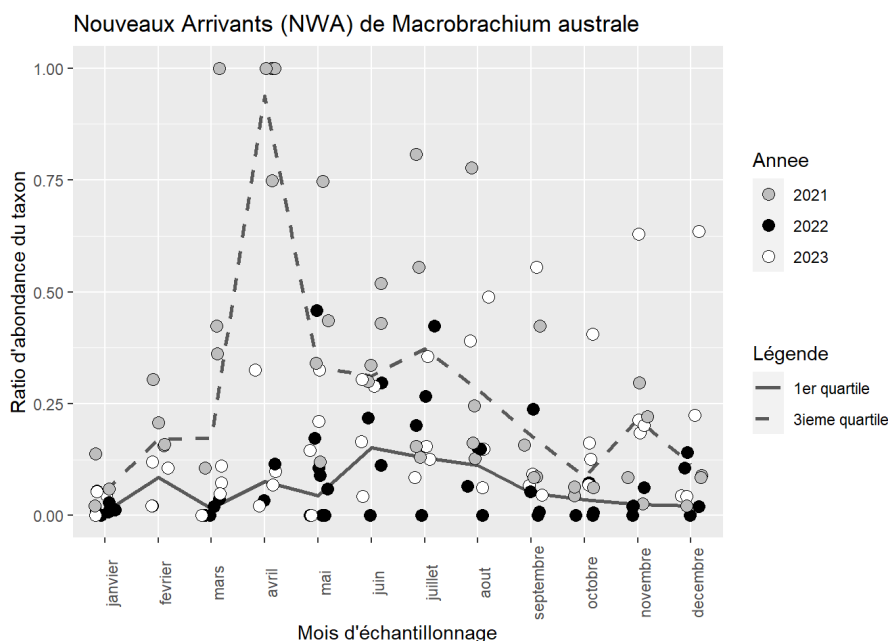


Figure 28 : Evolution mensuelle des valeurs des ratios d'abondances de nouveaux arrivants de *M. australe* observées sur la rivière des Roches, des Marsouins, du Mât et Saint-Etienne en 2021, 2022 et 2023.

Les forts signaux observés simultanément sur les différentes rivières en avril 2021 augmente fortement la probabilité de présence de nouveaux arrivants durant ce mois. A l'échelle de l'année la période préférentielle d'arrivée se situe entre les mois d'avril et août. Le restant de l'année, les arrivées sont possibles mais sont moins intenses. Les résultats du suivi mettent en évidence une variabilité interannuelle de période de forte abondance des nouveaux arrivants aux embouchures.

La Figure 29 ci-dessous compare l'évolution mensuelle des ratios d'arrivées de *M. australe* lors du suivi historique de 2006 à 2012 (ARDA 2012) et lors du présent suivi de 2021 à 2023 sur la rivière des Roches.

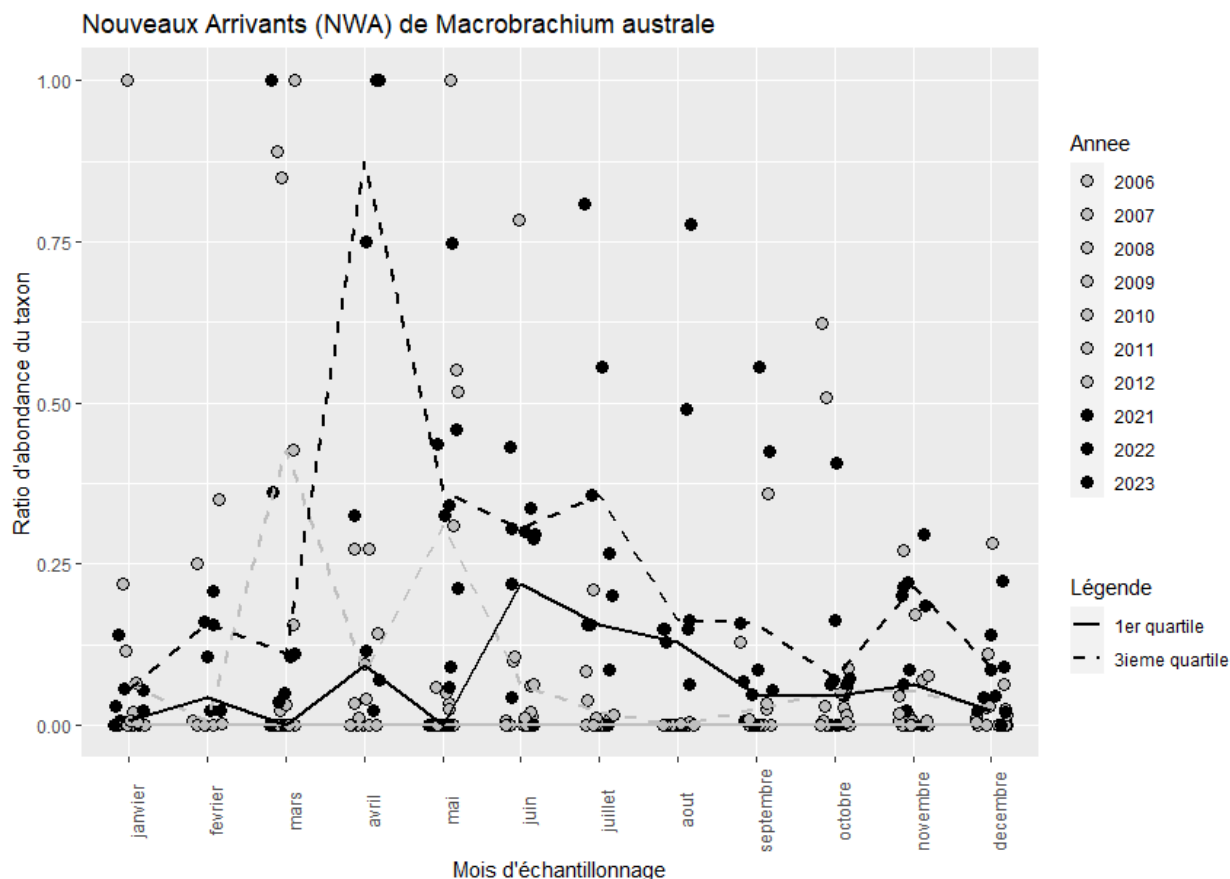


Figure 29 : Evolution du ratio d'abondance de NWA de *M. australe* lors du suivi DYNAPOP (2021-2023) et lors de l'observatoire des embouchures (2006-2012) sur la rivière des Roches (ARDA 2012).

On observe une période préférentielle d'arrivée concomitante lors des deux suivis (entre mars et juin). La différence se situe en dehors de cette période préférentielle : de 2006 à 2012, très peu d'arrivées significatives ont été observées en dehors de mars à juin, tandis qu'entre 2021 et 2023, des signaux significatifs sont observés régulièrement entre septembre et janvier. Le suivi de 2021 à 2023 montre des fenêtres d'arrivées de nouveaux arrivants plus étendues que lors du suivi de 2006 à 2012 sur la rivière des Roches.

La Figure 30 (page suivante) présente l'évolution de la proportion de femelle ovigère (sur l'ensemble des femelles) échantillonnées par mois toutes rivières confondues.

Les proportions les plus élevées sont observées pendant la saison chaude (de novembre à mars), atteignant jusqu'à 80% de femelles ovigères, tandis que l'activité de reproduction est réduite pendant les mois les plus frais (mai à août), avec moins de 30% de femelles ovigères.

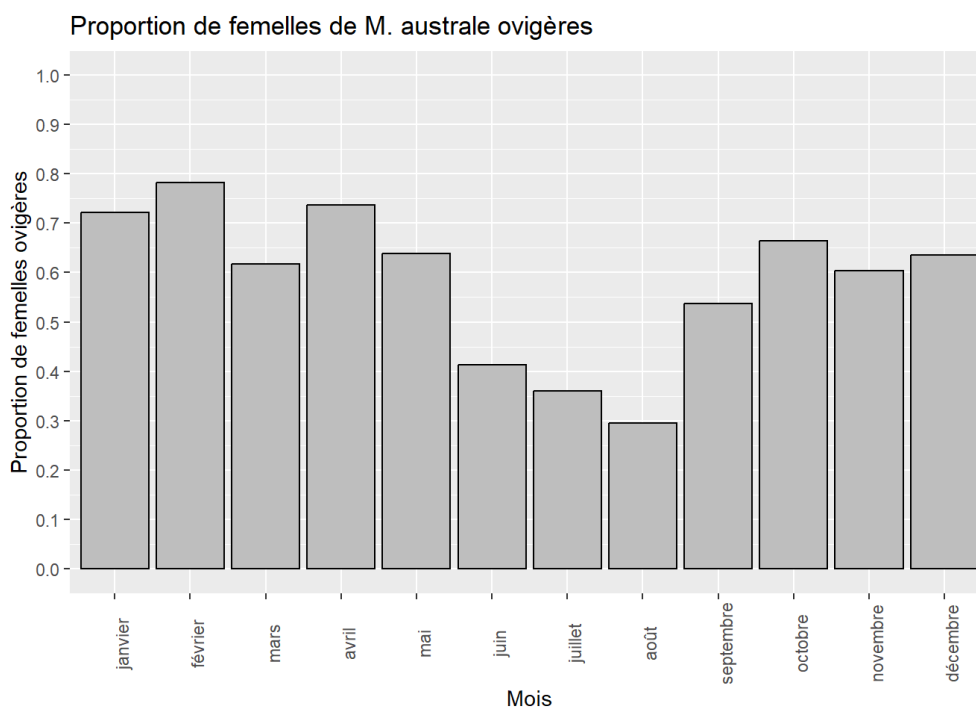


Figure 30 : Proportion de femelles ovigères sur l'ensemble des femelles par mois toutes rivières confondues.

En résumé pour *Macrobrachium australe* :

- Espèce présentant de relativement fortes abondances en nouveaux arrivants sur Marsouins, Roches, Mât, et Saint-Etienne ;
- Présence de nouveaux arrivants tout au long de l'année et préférentiellement durant les mois d'avril à août ;
- Sur la rivière des Roches la fenêtre d'arrivée préférentielle est plus étendue en 2021-2023 que lors du suivi historique de 2006 à 2012 ;
- Période préférentielle de reproduction confirmée durant la saison chaude (octobre à avril).

3.1.2 Macrobrachium. lar

Le camaron, *Macrobrachium Lar*, est la seconde espèce du genre *Macrobrachium* présente sur les stations de suivi. Ce taxon est nettement moins abondant que la chevrette grand bras (*M. australe*). Au total, 134 individus ont été capturés et mesurés. Les tailles minimales et maximales observées sont respectivement de 15 et 103 mm tandis que la taille moyenne est de 41,4 mm.

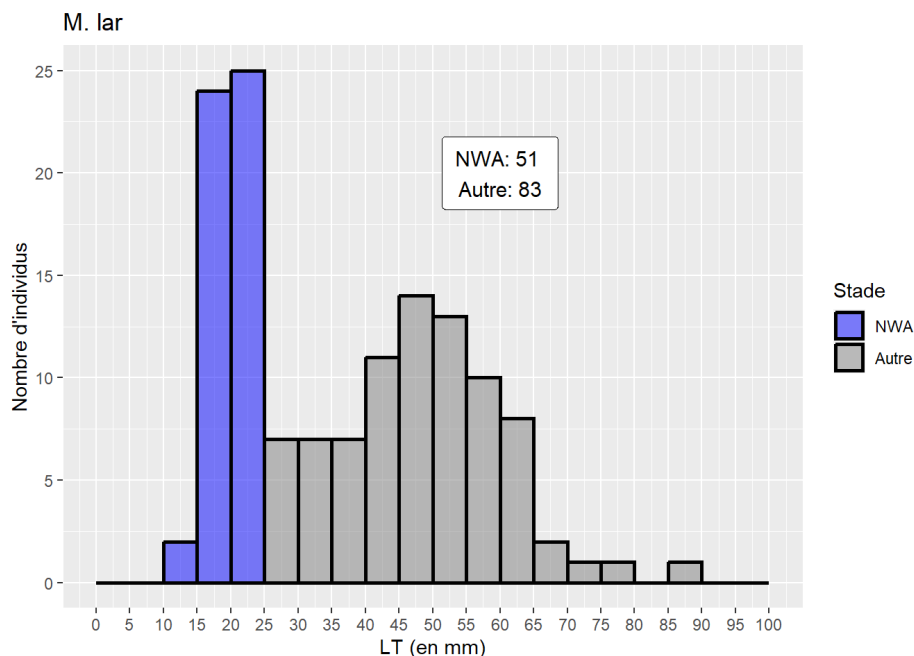


Figure de : Distribution des tailles des individus de *M. lar* mesurés depuis le début du suivi sur les 6 rivières.

La distribution des tailles met en évidence une structure bimodale. Le premier « pic » dans la distribution de taille, pour une taille inférieure ou égale à 25 mm, correspond aux individus les plus jeunes, que l'on définit pour la suite des analyses, comme le stade Nouvel arrivant (NWA – $LT \leq 25$ mm).

Etant donnée le manque de connaissance sur la taille de maturité sexuelle de cette espèce seule la distinction du stade Nouvel arrivant a été effectuée.

Critères de distinction du stade de développement pour *M. lar*

- **Nouvel arrivant : $LT \leq 25$ mm**
- **Autre > 25 mm**

La Figure 32, présente la distribution des tailles de *M. lar* échantillonnés aux stades de Nouvel Arrivant (NWA), et les tailles des autres individus durant les différents mois de l'année.

Les mois de février et mars sont ceux qui présentent une plus large distribution des tailles pour l'ensemble des stades.



Figure 31 : *M. lar*

Pour les mois de février et mars, les classes de tailles les plus représentées sont centrées sur 25 mm. Pour le mois de mars, la variabilité de taille au recrutement est plus forte avec des tailles d'individus équitablement réparties entre 10 et 25 mm.

Le faible effectif de nouveaux arrivants ne permet pas de valider une période préférentielle d'arrivée, mais la quasi-totalité des individus ont été observés entre décembre et mars (février 2021, mars 2021, décembre 2021, février 2023, décembre 2023) c'est-à-dire au cours de la saison chaude.

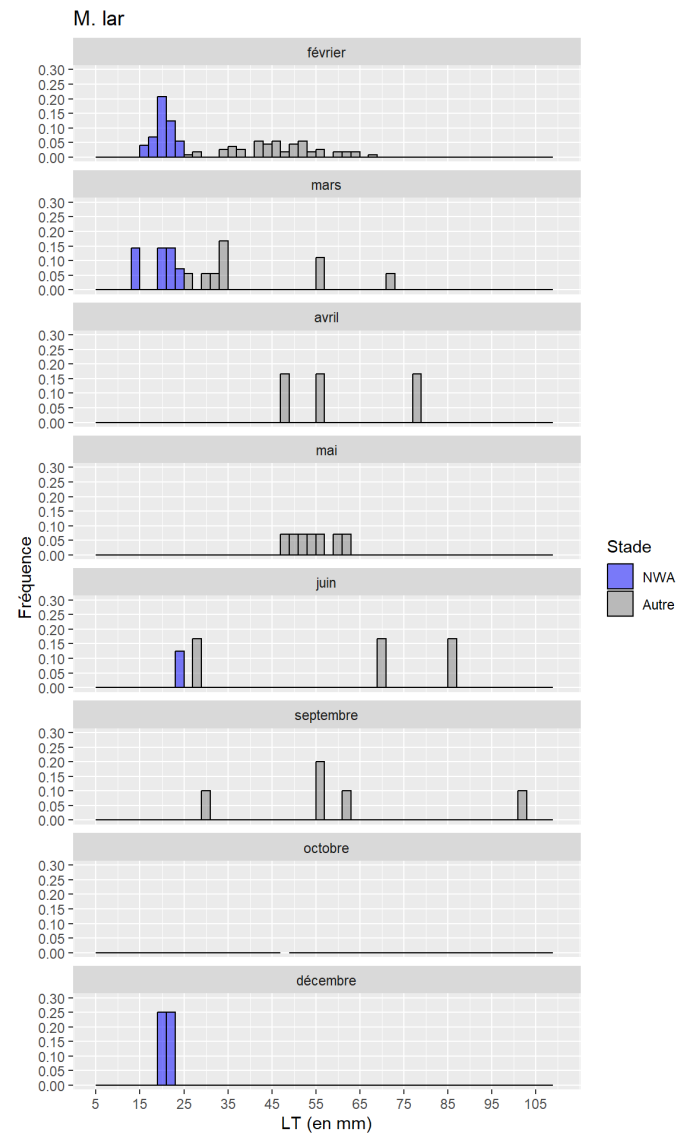


Figure 32 : Distribution des tailles de *M. lar* aux stades Nouvel arrivant (NWA), et des autres individus pour les mois d'observation (n = 134).

3.1.3 Macrobrachium lepidactylus

L'écrevisse, *Macrobrachium lepidactylus*, est la troisième espèce du genre *Macrobrachium* présente sur les stations de suivi. Ce taxon est présent très ponctuellement dans les inventaires : 77 individus ont capturés et mesurés. Les tailles minimales et maximales observées sont respectivement de 14 et 118 mm tandis que la taille moyenne est de 22,7 mm.

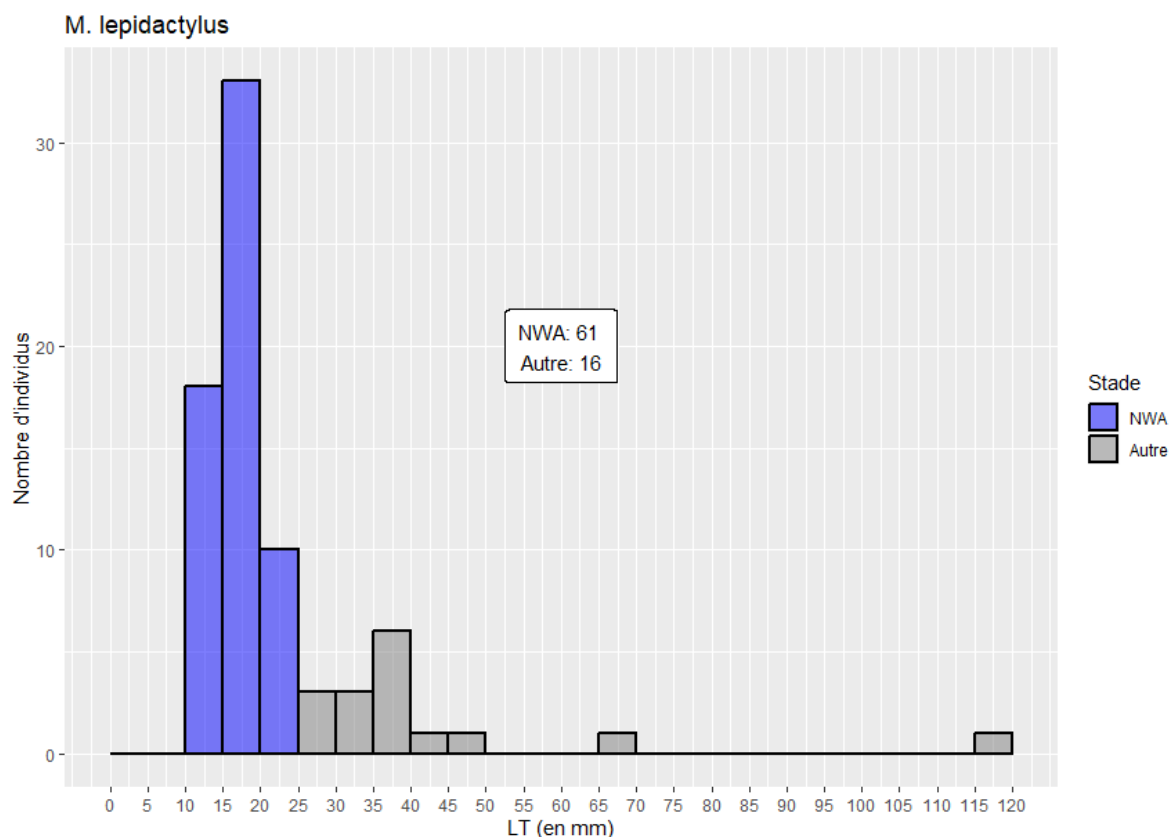


Figure 33 : Distribution des tailles des individus de *M. lepidactylus* mesurés depuis le début du suivi sur les 6 rivières.

Bien que le nombre d'observation soit relativement faible, il semble que deux structures de tailles se dégagent et qu'elles soient cohérentes avec les deux autres espèces du genre *Macrobrachium* décrites précédemment. Il est à noter que les connaissances sur la biologie de cette espèce sont faibles, et que l'on ne connaît pas les tailles d'arrivée en rivière de cette espèce ni la taille de maturité sexuelle.

La distribution des tailles met en évidence une structure bimodale. Le premier « pic » de distribution correspond aux individus ayant colonisés la rivière lors de la lune d'échantillonnage et ayant une taille inférieure ou égale à 25 mm.

Etant donné le manque de connaissance sur la taille de maturité sexuelle de cette espèce seule la distinction du stade Nouvel arrivant a été effectuée.

Critères de distinction du stade de développement pour *M. lepidactylus*

- **Nouvel arrivant : LT ≤ 25mm**
- **Autres : LT > 25 mm**

La Figure 35, présente la distribution des tailles de *M. lepidactylus* échantillonnées aux stades de Nouvel Arrivant (NWA) et les tailles des autres individus durant les différents mois de l'année.

Les individus de *M. lepidactylus* observés sont en grande majorité des Nouveaux arrivants. Les distributions s'étendent de 15 à 25 mm. Le faible nombre d'observations ne permet pas de mettre en évidence de variabilités temporelle des tailles.



Figure 34 : *M. lepidactylus*

Les observations de nouveaux arrivant se sont concentrées en 2022 et 2023 (Figure 36) et principalement sur la rivière du Mât et la rivière Saint-Etienne. Les arrivées sont ponctuelles et étalées sur plusieurs mois de l'année autour de la saison fraîche (mai à Novembre).

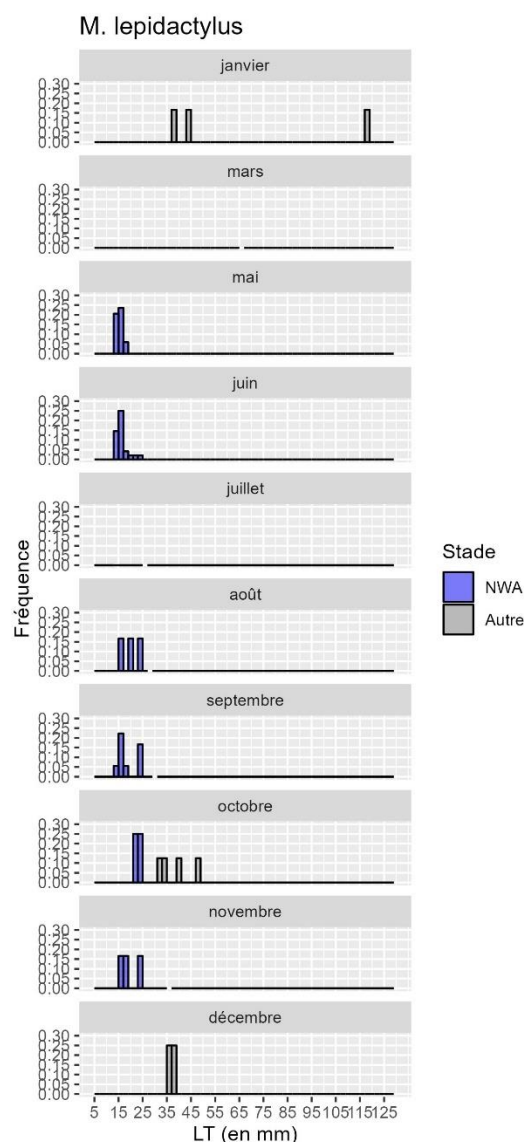


Figure 35 : Distribution des tailles de *M. lepidactylus* aux stades Nouvel Arrivant (NWA), et autre stade pour les mois d'observation (n = 77).

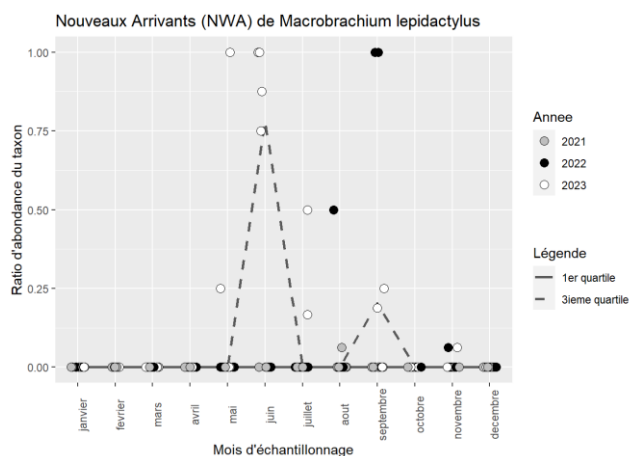


Figure 36 : Evolution mensuelle des valeurs des ratios d'abondances de nouveaux arrivants de *M. australe* observées sur la rivière des Roches, des Marsouins, du Mât et Saint-Etienne en 2021, 2022 et 2023.

3.1.4 Varuna litterata

Le crabe, *Varuna litterata*, est une espèce de crabe d'eau douce amphidrome. Au total, 115 individus ont été capturés et mesurés sur l'ensemble du suivi. Les tailles minimales et maximales d'échantillonnages sont respectivement de 4 et 40 mm tandis que la taille moyenne est de 17,1 mm.

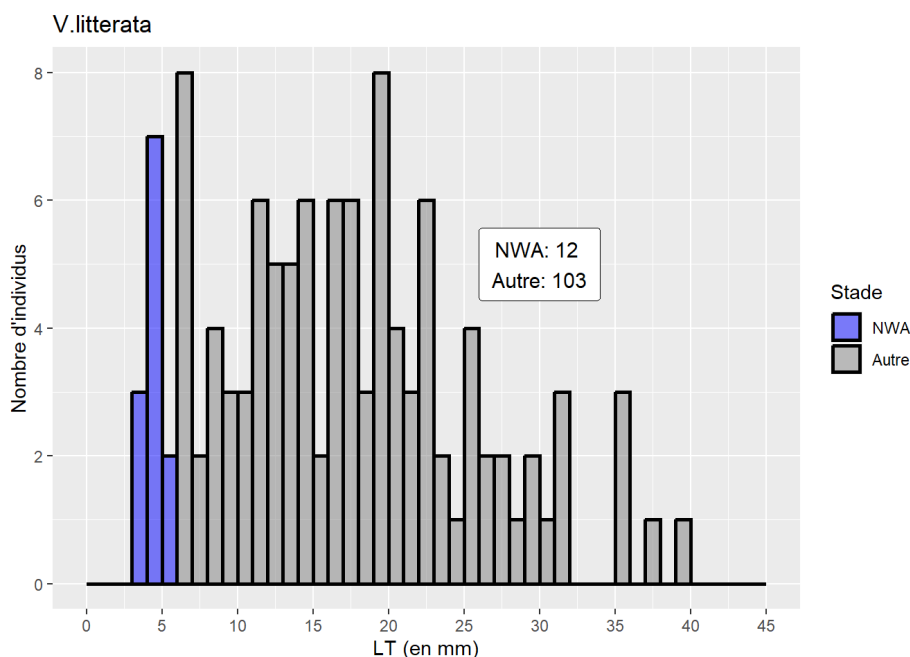


Figure 37 : Distribution des tailles des individus de *V. litterata* mesurés depuis le début du suivi sur les 6 rivières

Le stade d'arrivé en rivière du crabe *V. litterata* est le stade mégalope. Ce stade est facilement identifiable puisque morphologiquement très différent des autres stades. Le crabe effectue rapidement (après quelques jours en rivière) sa métamorphose du stade mégalope vers juvénile. Les individus ayant été échantillonnés au stade de mégalope sont identifiés comme nouveaux arrivants.

Etant donné le manque de connaissances sur la taille de maturité sexuelle de cette espèce seule la distinction du stade Nouvel arrivant a été effectuée.

Critères de distinction du stade de développement pour *V. litterata*

- Nouveaux arrivants : Stade Mégalope
- Autres : individu métamorphosé

La Figure 40, présente la distribution des tailles de *V. litterata* échantillonnés aux stades de Nouvel Arrivant (NWA) et des autres individus durant les différents mois de l'année.



Figure 38 : *V. litterata* au stade nouvel arrivant (Mégalo)

Seuls les mois de février et juin présentent des nouveaux arrivants. Le faible nombre d'observations ne permet pas de mettre en évidence de variabilités temporelle des tailles.



Figure 39 : *V. litterata* métamorphosé

Le faible effectif de nouveaux arrivants ne permet pas de définir de période préférentielle d'arrivée en rivière pour cette espèce. Les individus nouveaux arrivants ont été observés uniquement sur les rivières des Roches et Saint-Etienne

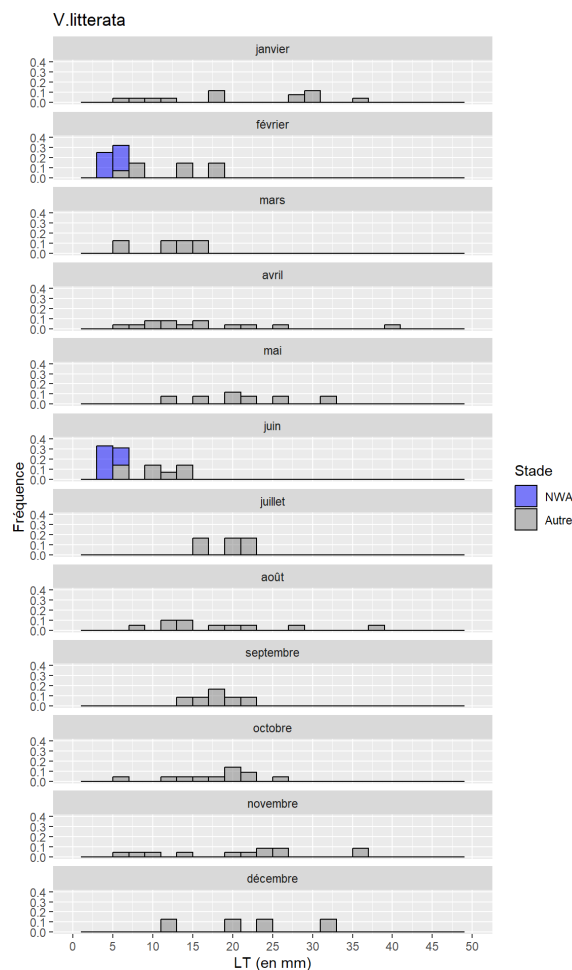


Figure 40 : Distribution des tailles de *V. litterata* aux stades Nouvel Arrivant (NWA), et des autres individus pour les mois de janvier à décembre (n = 115)

3.1.5 Poissons

Sur l'ensemble des échantillonnages 19 taxons de poissons ont été échantillonnés (détail des captures en Tableau 7).

3.1.6 *Anguilla marmorata*

L'anguille marbrée, *A. marmorata*, est la plus abondante des trois espèces d'anguilles observées sur l'ensemble du suivi. Au total, 861 individus ont été capturés et 797 ont été mesurés. Les tailles minimales et maximales observées sont respectivement de 43 et 523 mm tandis que la taille moyenne est de 214,5 mm.

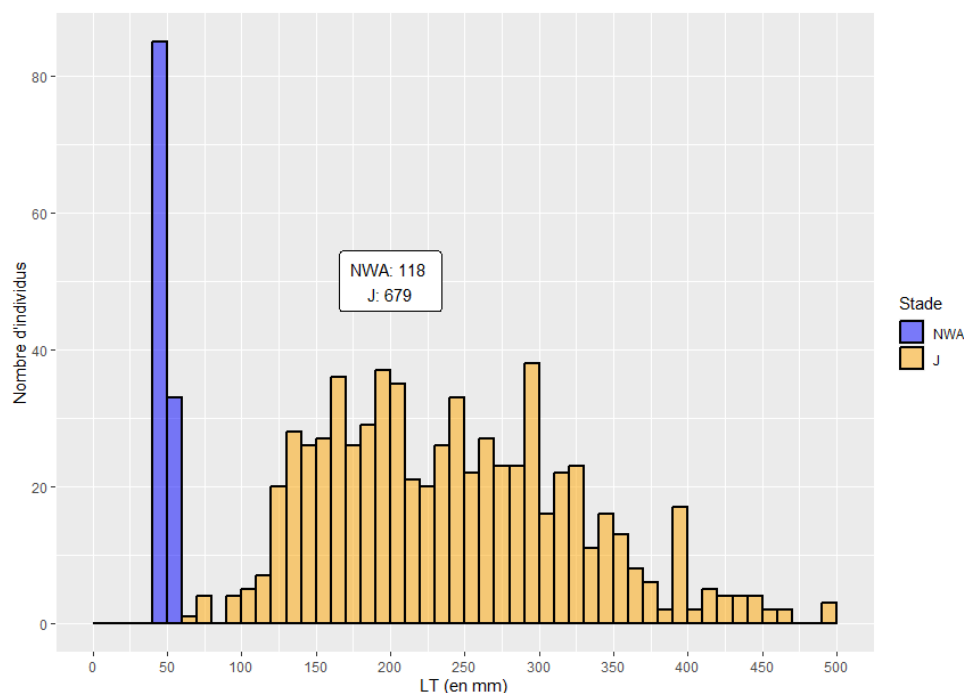


Figure 41 : Distribution des tailles des individus de *A. marmorata* mesurés au cours du suivi sur les 6 rivières au stade de Nouvel Arrivant (NWA) et de Juvénile (J).

Les anguilles pénètrent en rivière au stade civelle. Ce stade est facilement identifiable puisque morphologiquement très différent du stade juvénile : les civelles sont « transparentes », elles ne disposent d'aucune pigmentation, à l'exception de la nageoire caudale. C'est cette pigmentation de la nageoire qui permet, à ce stade, de différencier les différentes espèces d'anguilles. Dès leur arrivée en rivière les civelles vont rapidement s'alimenter et se pigmenter pour devenir anguillettes (environ 10 à 15 jours (Edeline et al. 2007)). Nous retiendrons le stade civelle comme nouvel arrivant. Le stade juvénile comprend toutes les autres anguilles pigmentées. Le stade adulte correspond aux anguilles dites « argentées » en cours de migration de reproduction. Aucune *A. marmorata* n'a été échantillonnée à ce dernier stade au cours du suivi.

La structure en taille des anguilles met en évidence le « pic » de nouveaux arrivants. La pigmentation des *A. marmorata* semble s'effectuer à partir de 75 mm.

Critères de distinction du stade de développement pour *A. marmorata* :

- **Nouvel arrivant : Stade Civelle ;**
- **Juvénile : anguilette pigmentée et anguille jaune ;**
- **Adulte : Stade d'anguille argentée.**

La Figure 45, présente la distribution des tailles des nouveaux arrivants (NWA) d'*A. marmorata*

échantillonnées durant les différents mois de l'année.



Figure 42 : *Anguilla marmorata* au stade Nouvel Arrivant (civelle).

Des nouveaux arrivants ont été observés de janvier à juin, avec quelques observations ponctuelles en décembre. Durant le mois de janvier, la variabilité des tailles est forte, allant de 44 à 54 mm. Au cours des mois suivants, la variabilité des tailles d'arrivée diminue tandis que les tailles augmentent : elles passent (en moyenne) de 48 mm en janvier à 53 mm en mai.



Figure 43 : *A. marmorata* au stade juvénile

Etant donné que l'identification de cette espèce au stade nouvel arrivant (civelle) nécessite de sacrifier les individus (observation de la nageoire caudale sous binoculaire), l'effort d'identification a été réduit à partir de 2022. Les analyses de fenêtres d'arrivées sont proposées pour les civelles toutes espèces confondues (§ 3.1.10).



Figure 44 : *Anguilla marmorata* au stade adulte (argentee), Source : Objectif Nature.

Nouveaux Arrivants (NWA) d' *Anguilla marmorata*

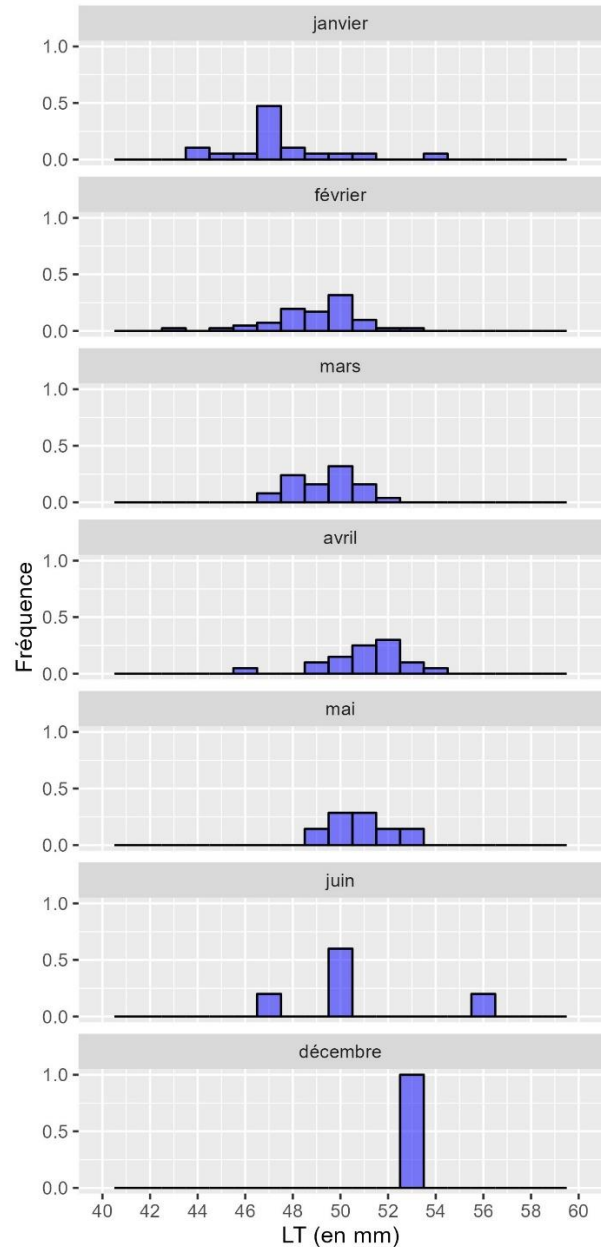


Figure 45 : Distribution des tailles de Nouveaux arrivants d' *A. marmorata* sur les mois d'observation (n = 115).

3.1.7 Anguilla mossambica

L'anguille du mozambique, *A. mossambica*, est l'une des trois espèces d'anguilles observée sur l'ensemble du suivi. Elle est moins abondante que l'anguille marbrée et n'a été échantillonnée qu'au stade Nouvel Arrivant (civelle). Au total, 54 individus ont été identifiés et mesurés en laboratoire.

Les tailles minimales et maximales d'échantillonnages sont respectivement de 47 et 55 mm pour une taille moyenne de 51,0 mm.

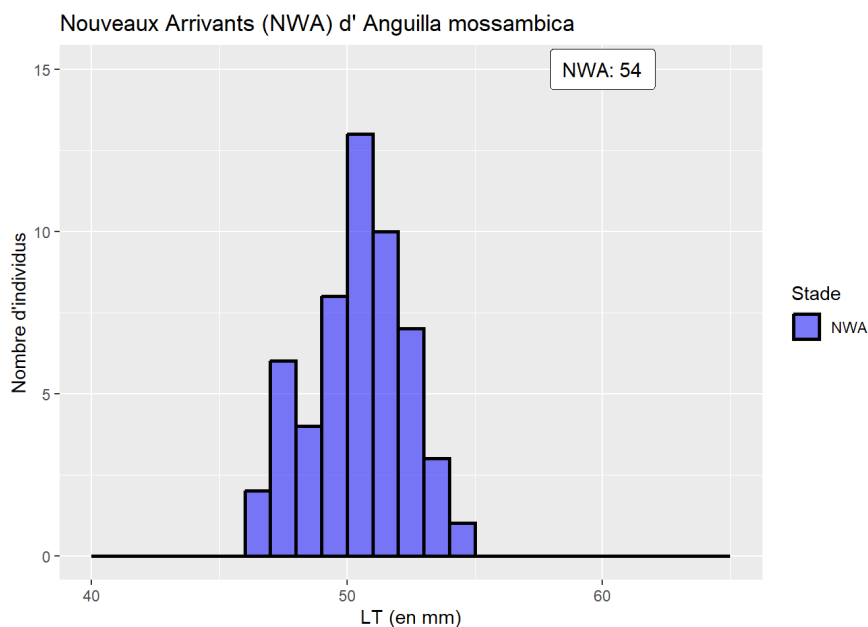


Figure 46 : Distribution des tailles des individus d'*A. mossambica* mesurés au cours du suivi sur les 6 rivières

Cette espèce d'anguille a été échantillonnée uniquement au stade civelle. Il semblerait que dès les premiers jours de vie en rivière cette espèce colonise rapidement les zones amont pour y effectuer le reste de son cycle de vie.

Critères de distinction du stade de développement pour *A. mossambica*

- Nouveaux arrivants : Stade Civelle
- Juvénile : Pigmenté
- Adulte : Stade d'anguille argentée.

La Figure 49 présente la distribution des tailles de nouveaux arrivants (NWA) d'*A. mossambica* échantillonnés durant les différents mois de l'année.

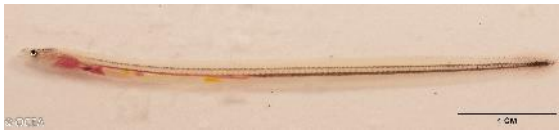


Figure 47 : *Anguilla mossambica* au stade de Nouvel arrivant (civelle).

Les deux mois de l'année présentant des distributions les plus importantes sont janvier et février. En février, la variabilité des tailles d'arrivée est plus forte qu'en janvier. Pendant les deux premiers mois de l'année, les civelles d'*A. mossambica* mesurent entre 51 et 53 mm. Les autres mois de l'année présentent des abondances plus faibles, et les tailles d'arrivée durant ces mois sont parmi les plus petites, comprises entre 47 et 50 mm.



Figure 48 : *A. mossambica* au stade juvénile

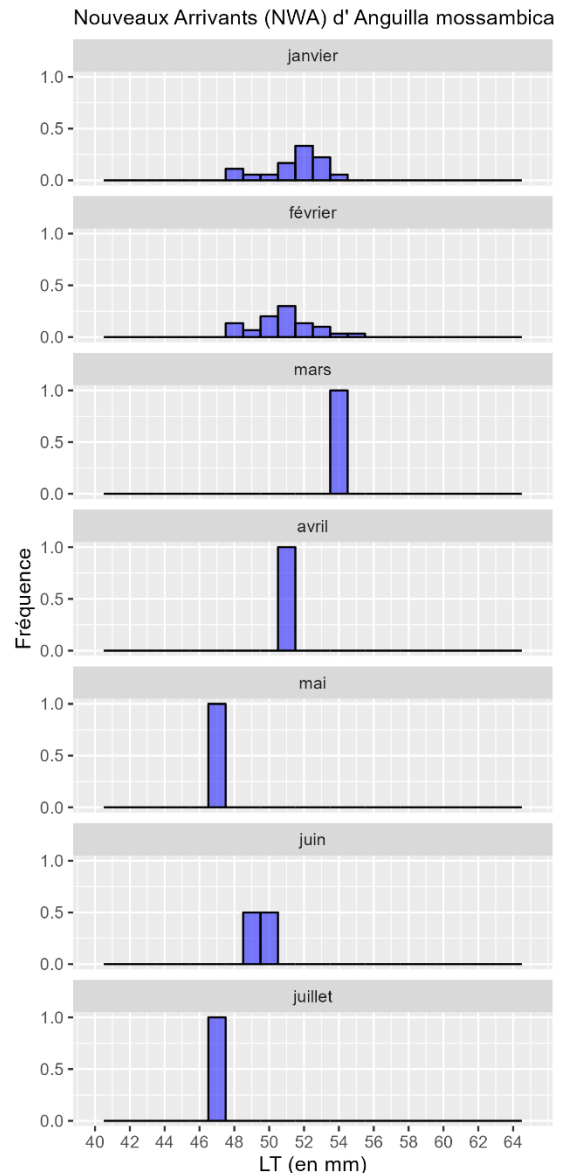


Figure 49 : Distribution des tailles de Nouveaux arrivants d'*A. mossambica* sur les mois d'observation ($n = 53$).

Etant donné que l'identification de cette espèce au stade nouveaux arrivants (civelle) nécessite de sacrifier les individus, l'effort d'identification a été réduit à partir de 2022. Les analyses de fenêtres d'arrivées sont proposées pour les civelles toutes espèces confondues (§ 3.1.10).

3.1.8 *Anguilla bicolor*

L'anguille bicolor, *A. bicolor bicolor*, est la troisième espèce d'anguille présente sur l'ensemble du suivi. Elle a été observée très sporadiquement : seulement 8 individus ont été échantillonnés et mesurés.

Les tailles minimales et maximales d'échantillonnages sont respectivement de 53 et 500 mm pour une taille moyenne de 183,0 mm.

Un seul individu a été échantillonné au stade de nouvel arrivant (LT de 53 mm) sur la rivière des Pluies au mois de janvier. A l'exception d'un individu échantillonné sur la rivière des Roches, toutes les anguilles bicolor juvéniles ont été observées sur la rivière des Marsouins



Figure 50 : Deux individus d'*A. bicolor* échantillonnés sur la rivière des Marsouins.

Critères de distinction du stade de développement pour *A. bicolor*

- Nouveaux arrivants : Stade Civelle
- Juvénile : Pigmenté
- Adulte : Stade d'anguille argentée.

3.1.9 Anguille sp.

Le taxon *Anguilla sp.* regroupe les nouveaux arrivants échantillonnés sur le terrain mais non prélevés pour identification (donc non identifiés à l'espèce) et les anguilles pigmentées ayant une taille inférieure à 180 mm (ne permettant de distinguer les anguilles à nageoire longue : *A. mossambica* et *A. marmorata*). Seules *A. bicolor bicolor* peut être identifiée à n'importe quel stade de pigmentation compte tenu de sa nageoire dorsale courte. Au-delà de 180 mm l'ensemble des anguilles sont identifiables à l'espèce à partir de leur pigmentation.

Au total, 821 individus d'*Anguilla sp.* ont été capturés et 690 mesurés. Les tailles minimales et maximales observées sont respectivement de 45 et 152 mm tandis que la taille moyenne est de 65mm.

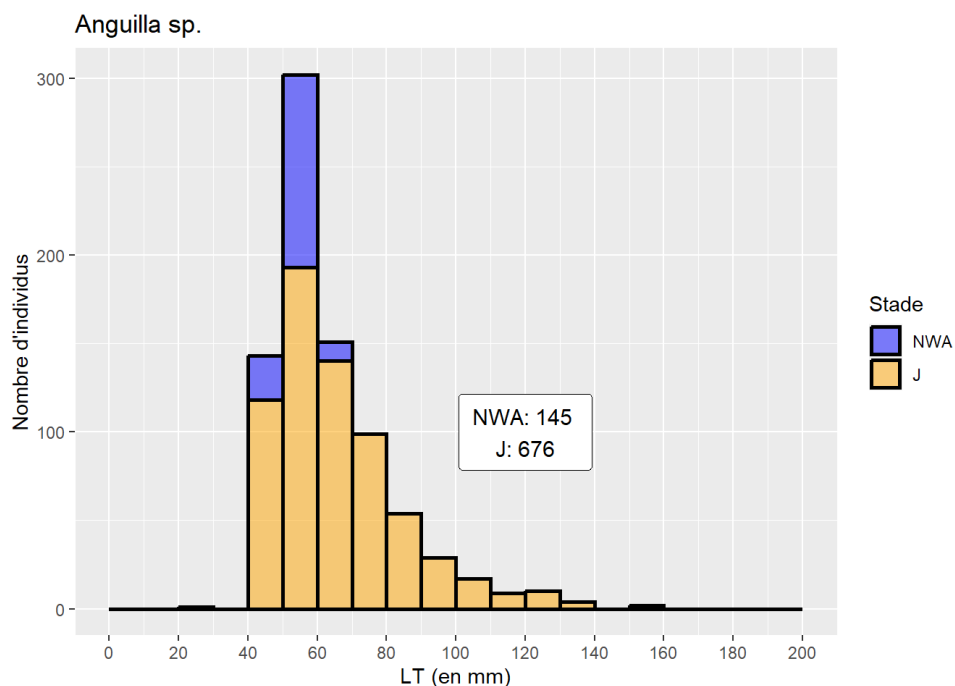


Figure 51 : Distribution des tailles des individus d'*Anguilla sp.* mesurés au cours du suivi sur les 6 rivières

Tout comme les trois espèces citées précédemment le stade Nouvel arrivant est attribué au stade civelle. On note des stades juvéniles pour des anguilles de petite taille (dès 45 mm), ce qui indique une pigmentation rapide à l'entrée en rivière.

Critères de distinction du stade de développement pour *Anguilla sp.*

- Nouveaux Arrivants : stade civelle
- Juvénile : pigmenté et ne permettant la distinction des espèces (LT < 180 mm)

La Figure 52 présente la distribution des tailles mesurées des nouveaux arrivants (NWA) du genre *Anguilla* sp. durant les différents mois de l'année.

La distribution des tailles est similaire à celle observée pour les *A. marmorata* et *A. mossambica*.

Les mois de mars et avril présentent une variabilité de tailles d'arrivée plus importante comprise entre 49 et 59 mm.

Le reste de l'année les distributions de tailles sont discontinues du fait du faible nombre d'individus.

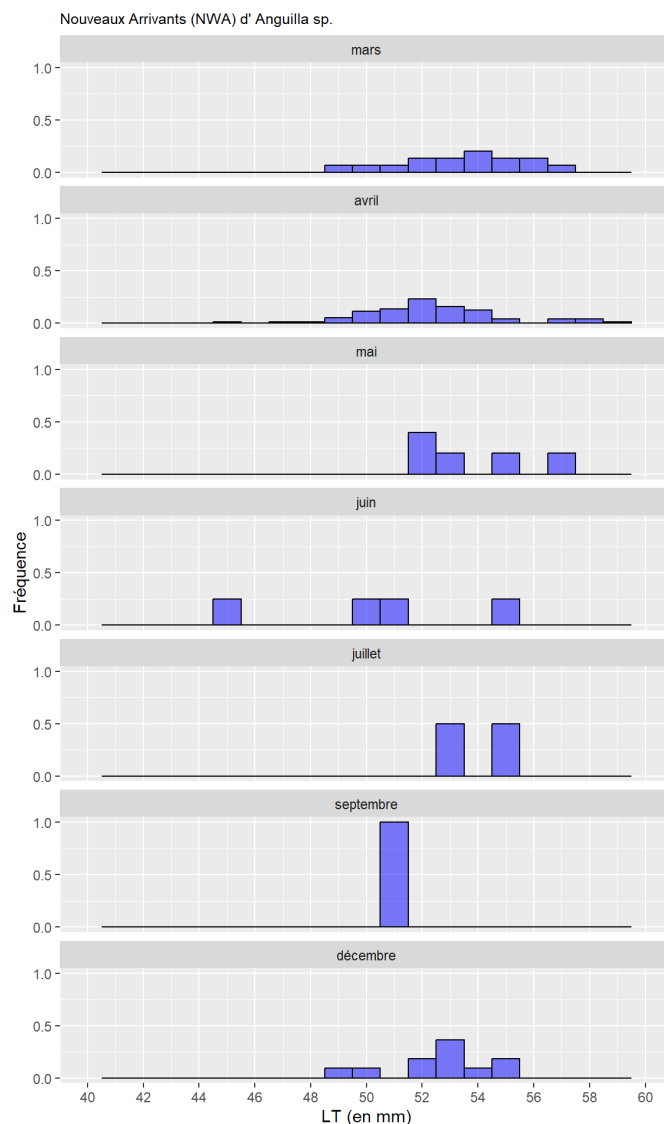


Figure 52 : Distribution des tailles de Nouveaux Arrivants d'*Anguilla* sp. sur les mois d'observation (n=145)

3.1.10 Les nouveaux arrivants d'anguilles toutes espèces confondues (civelle)

Sur l'ensemble du suivi, 320 nouveaux arrivants (civelles) d'anguilles ont été capturés et mesurés : 118 appartiennent à l'espèce *A. marmorata*, 54 à l'espèce *A. mossambica*, 1 à l'espèce *Anguilla bicolor bicolor* et 145 n'ont pas été identifiés car non prélevées (*Anguilla sp.*).

A noter que, compte tenu de l'identification possible pour *A. bicolor* sur le terrain (nageoire dorsale courte), les civelles identifiées *Anguilla sp.* sont de l'espèce *A. marmorata* ou de l'espèce *A. mossambica*.

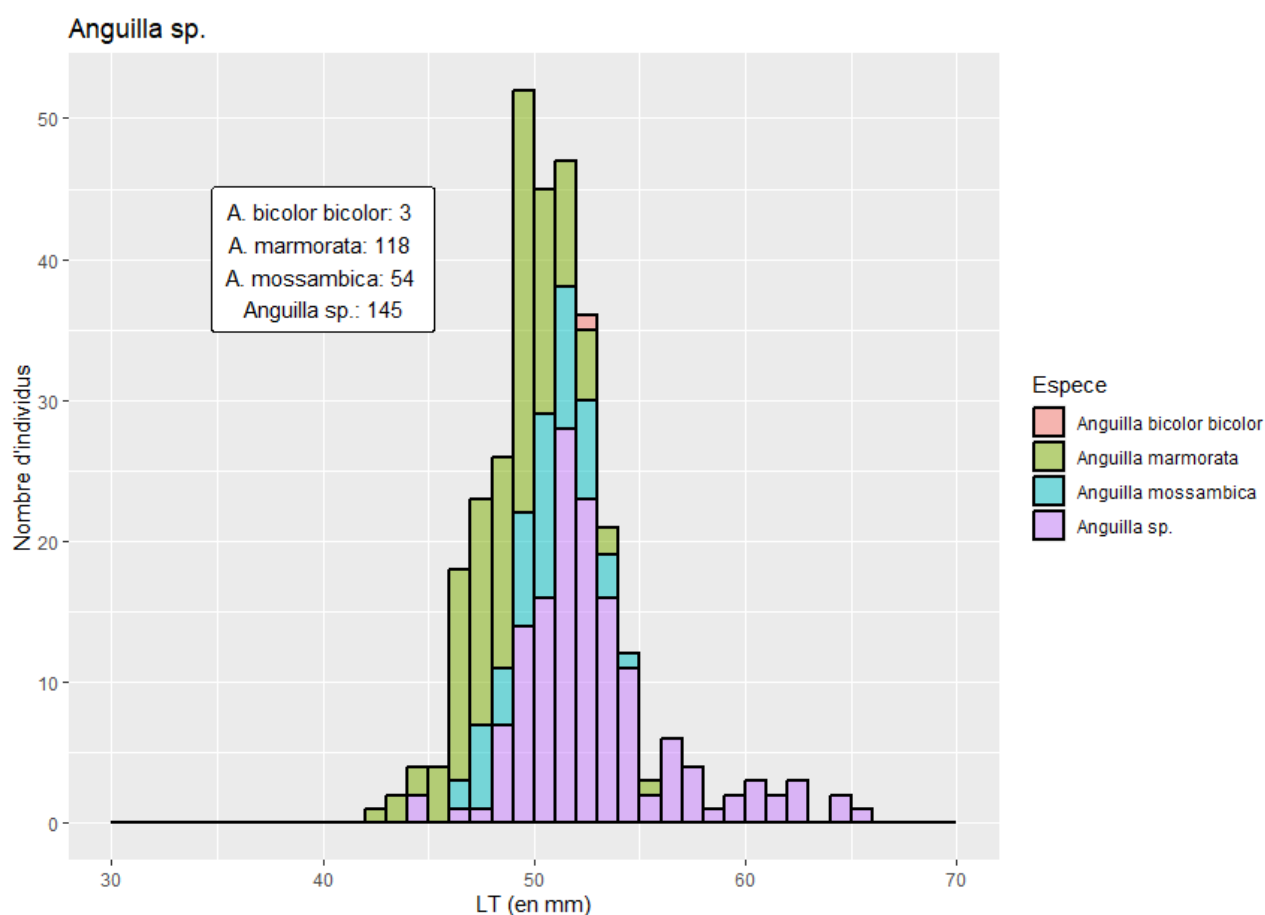


Figure 53 : Distribution des tailles des nouveaux arrivants (civelles) d'*Anguilla sp.* mesurés au cours du suivi sur les 6 rivières

La distribution des tailles de nouveaux arrivants des espèces d'anguilles est similaire. Pour l'ensemble des anguilles identifiées au stade de Nouvel arrivant la variabilité des tailles s'étend de 43 mm à 65 mm avec une taille médiane de 51,5 mm.

Nouveaux Arrivants d'anguilles

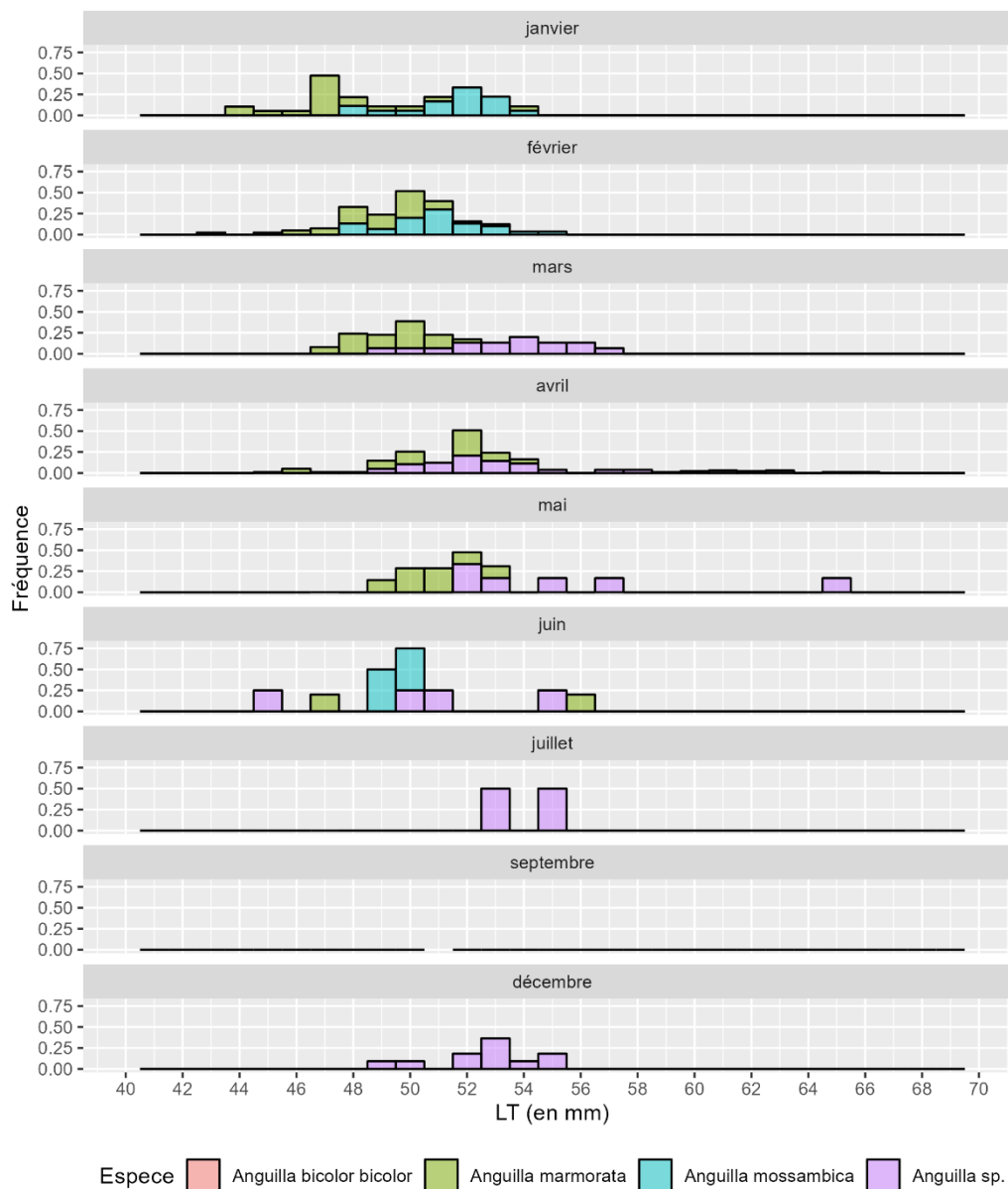


Figure 54 : Distribution des tailles des nouveaux arrivants des différentes espèces d'anguilles en fonction du mois (n = 316).

La distribution de tailles des nouveaux arrivants d'*A. mossambica* et *A. marmorata* en janvier et février met en évidence une différence entre les espèces pour le mois de janvier (individus d'*A. marmorata* plus petits que les individus d'*A. mossambica*). En février les distributions des tailles d'arrivées de ces deux espèces sont similaires.

Sur la période de janvier à juillet, on observe une augmentation progressive de la taille des nouveaux arrivants d'*Anguilla sp.*, notamment la raréfaction des plus petites tailles présentes essentiellement observées en janvier et en février.

La Figure 55 page suivante présente le cumul des ratios d'abondance de nouveaux arrivants d'anguilles (civelle) observés sur les rivières des Marsouins, Roches, Mât, et Saint-Etienne de janvier 2021 à décembre 2023 (Les valeurs de ratio d'abondance sont présentées uniquement pour les rivières où l'espèce est fréquemment observée durant le suivi).

Nouveaux Arrivants (NWA) d' Anguilla

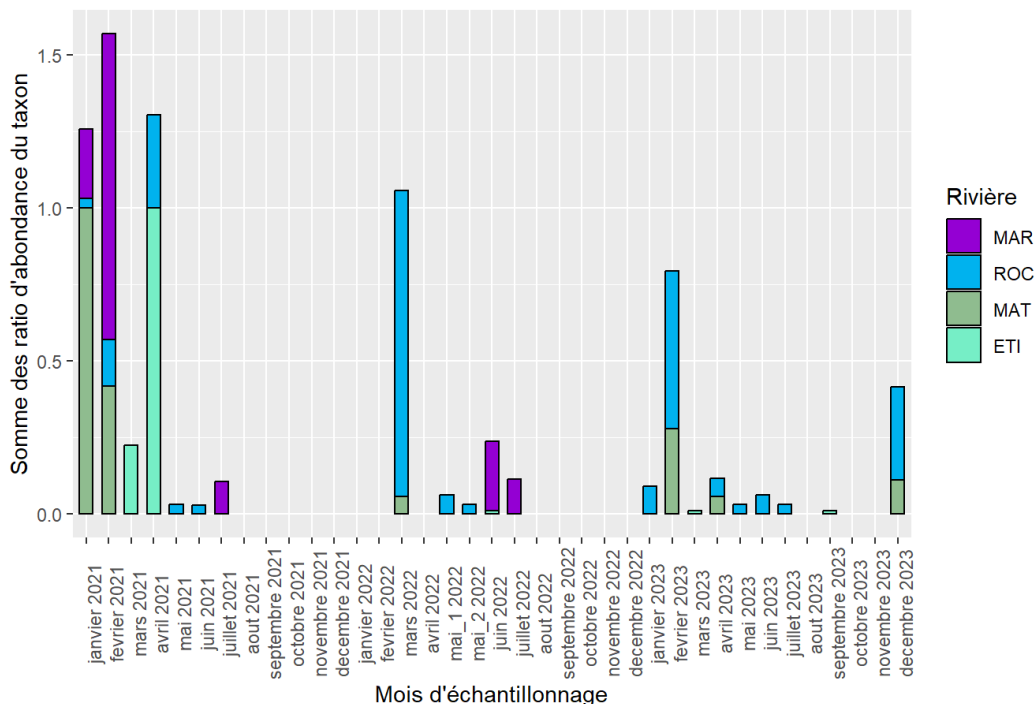


Figure 55 : Somme des ratios d'abondance de nouveaux arrivants d'anguilles (civelle) toutes espèces confondues sur la rivière des Marsouins (MAR), des Roches (ROC), du Mât (MAT) et Saint-Etienne (ETI).

En 2021, des signaux d'arrivées de civelles ont été observés sur la quasi-totalité des rivières entre janvier et juin 2021. En 2022 et 2023, les signaux sont moins marqués et principalement observés entre février (2023) et mars (2022) et en décembre (2023) sur la rivière des Roches et du Mât.

Les principaux signaux d'arrivées de civelles sur ces 4 rivières ont été observés durant les mois de janvier à mars, avec un optimum en mars. Des arrivées de nouveaux arrivants importantes sont également observées aux marges de cette période, en décembre (2023) et en avril (2021) :

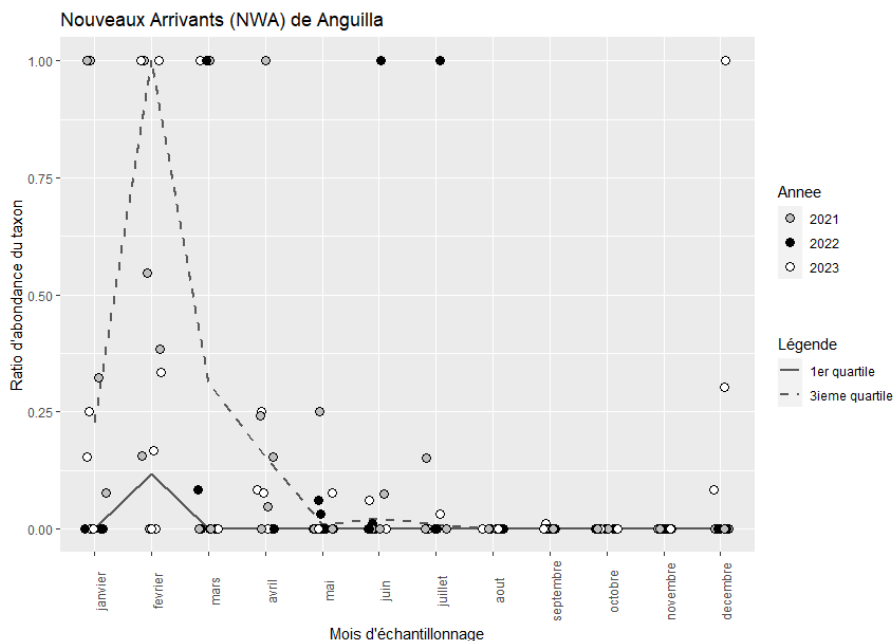


Figure 56 : Evolution mensuelle des valeurs des ratios d'abondances de nouveaux arrivants d'Anguilla sp. observée sur la rivière des Roches, des Marsouins, du Mât et Saint-Etienne en 2021, 2022 et 2023.

La Figure 57 présente l'évolution mensuelle des ratios d'arrivées de Civelles lors du suivi historique de 2006 à 2012 (ARDA 2012) et lors du présent suivi de 2021 à 2023 sur la rivière des Roches, du Mât et Saint-Etienne.

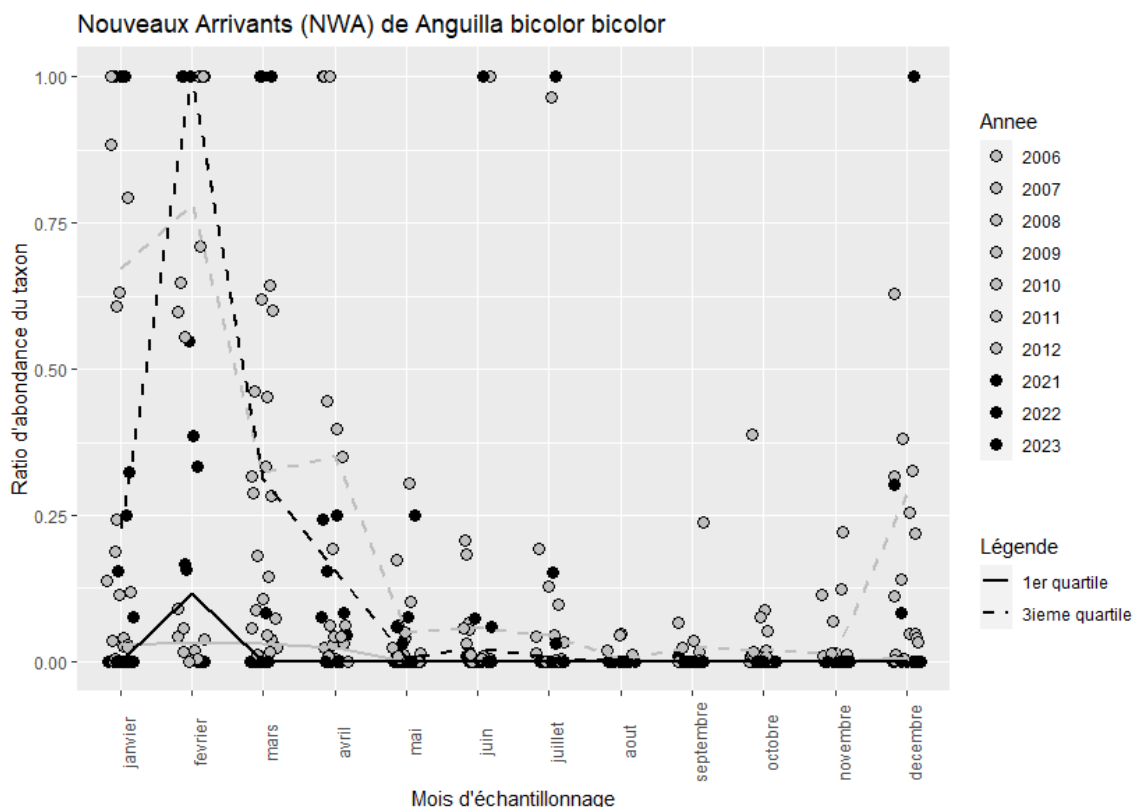


Figure 57 : Evolution du ratio d'abondance de NWA de *M. australe* lors du suivi DYNAPOP (2021-2023) et lors de l'observatoire des embouchures (2006-2012) sur la rivière des Roches, du Mât et Saint-Etienne.

On observe une période préférentielle d'arrivée similaire pour les deux suivis (entre janvier et avril) bien que le pic d'arrivée se situe plus tôt dans l'année (janvier et février).

En résumé, pour les anguilles (genre Anguilla) :

- Les principales arrivées de civelles ont été observées sur les rivières des Marsouins, des Roches, du Mât et Saint-Etienne ;
- La taille d'arrivée en rivière des civelles est comprise entre 45 et 65 mm ;
- Les mois préférentiels d'arrivée des civelles sont janvier à mars avec un optimum situé en février durant le suivi DYNAPOP. Entre 2006 et 2012, l'optimum était aussi observé en février.

3.1.11 Sicyopterus lagocephalus

Le bouche-ronde *S. lagocephalus* est l'espèce de poissons la plus abondante du suivi. Au total, 7 190 individus de cette espèce ont été capturés et 6 205 ont été mesurés. Les tailles minimales et maximales observées sont respectivement de 21 et 126 mm pour une taille moyenne de 44,6 mm.

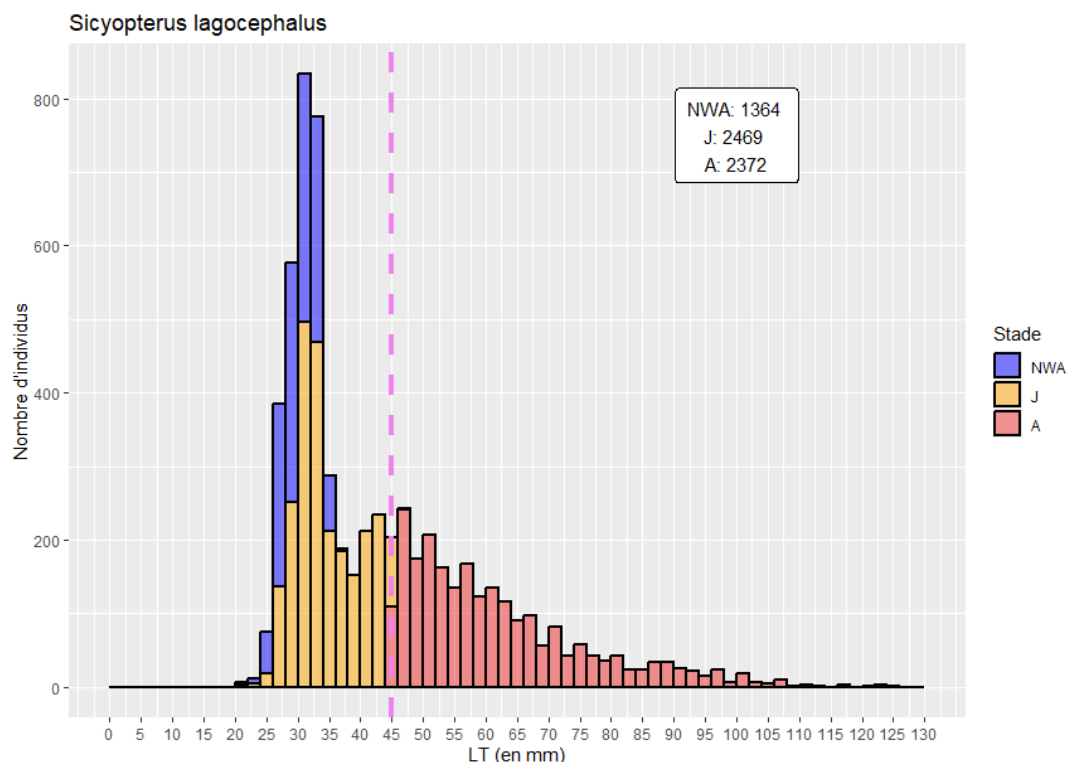


Figure 58 : Distribution des tailles des individus de *S. lagocephalus* mesurés depuis le début du suivi sur les 6 rivières. La droite en pointillée violet délimite la taille de maturité sexuelle issue de la littérature (45mm).

Les individus identifiés aux stades de post-larve (PL1 ou PL2) sont considérés comme nouveaux arrivants puisque étant âgé de moins de 14 jours de vie en rivière (Keith et al. 2008; Taillebois et al. 2011). Les individus ayant les traits morphologiques de juvéniles et une taille inférieure à la taille de maturité sexuelle (45 mm) sont considérés comme juvéniles (Teichert N. 2012). Les individus ayant une taille supérieure ou égale à 45 mm sont matures et donc considérés comme Adulte.

La distribution des tailles montre une forte abondance des classes des tailles de 20 à 35mm, ce qui met en évidence de fortes abondances (« pics ») d'arrivées des nouveaux arrivants (NWA) et leur métamorphose sur les semaines suivantes en juvéniles.

Critères de distinction du stade de développement pour *S. lagocephalus*

- Nouveaux arrivants : Stade post-larve (PL1 ou PL2)
- Juvénile : stade juvénile (J1 ou J2) et $LT < 45$ mm
- Adulte : $LT \geq 45$ mm

La Figure 62, présente la distribution des tailles de nouveaux arrivants (NWA) de *S. lagocephalus* au cours des différents mois de l'année.



Figure 59 : *S. lagocephalus* au stade de Nouvel arrivant (PL1)

La taille des nouveaux arrivants varie au cours de l'année : les tailles les plus petites sont observées en fin de saison chaude et au début de la saison fraîche (mars à juin). Les tailles des nouveaux arrivants augmentent progressivement à partir du mois de juin. C'est en saison chaude, d'octobre à janvier, que les tailles des nouveaux arrivants sont les plus grandes.

Le mois de mars présente une distribution bimodale, confirmant le croisement de deux cohortes distinctes : (i) une cohorte d'individus de très petite taille ayant accompli leur phase larvaire marine pendant la saison chaude (LT plus petite), et (ii) une cohorte d'individus de plus grande taille ayant accompli leur phase larvaire marine pendant l'hiver austral (LT plus grande).



Figure 60 : *S. lagocephalus* au stade de juvénile

La distribution des tailles des nouveaux arrivants de *S. lagocephalus* au cours de l'année est conforme à celle décrite dans la littérature (Teichert, 2012).



Figure 61 : *S. lagocephalus* au stade adulte

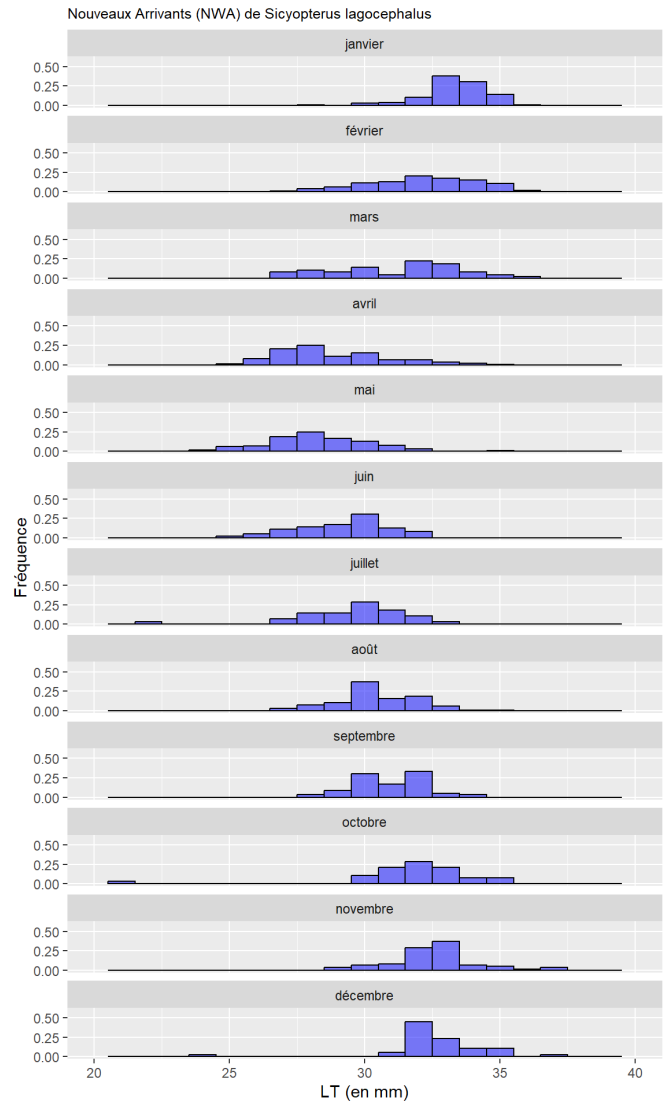


Figure 62 : Distribution des tailles de Nouveaux Arrivants de *S. lagocephalus* pour les mois de janvier à décembre ($n = 6\ 182$).

La Figure 63, présente la distribution des durées de vie larvaire (DVL) de nouveaux arrivants (NWA) de *S. lagocephalus* au cours des mois de l'année. Les DVL de *S. lagocephalus* sont comprises entre 84 et 282 jours avec une moyenne de 157 jours.



Figure 63 : *S. lagocephalus* avant extraction d'otolithhe.

Les post-larves les plus jeunes sont observées en mai et juin et possèdent des DVL courtes et peu variables, de 100 à 160 jours. En revanche, les post-larves les plus âgées sont observées en janvier et février, avec des DVL allant de 115 à 175 jours. Durant l'hiver, les DVL sont relativement stables, concentrées entre 120 et 180 jours.

Au fur et à mesure de la saison chaude, les durées de vie larvaire de cette espèce augmentent. En effet, les individus les plus âgés sont observés d'octobre à février.

Les mois de mars et avril présentent la plus forte variabilité, avec des individus âgés de 84 à 240 jours. Le mois de mars présente une distribution bimodale de DVL, confirmant le cumul de plusieurs cohortes d'arrivées (i.e. plusieurs cohortes d'éclosions), comme déjà mis en évidence dans l'étude des tailles Figure 62). Les mois de décembre, janvier, février et avril présentent également une forte variabilité, pouvant mettre en évidence des conditions variables en mer ou à l'arrivée en rivière durant le développement larvaire.



Figure 64 : Photographie d'un otholithe *S. lagocephalus*.

La distribution des tailles nouveaux arrivants de *S. lagocephalus* au cours de l'année est conforme à celle décrite dans la littérature (Teichert, 2012).

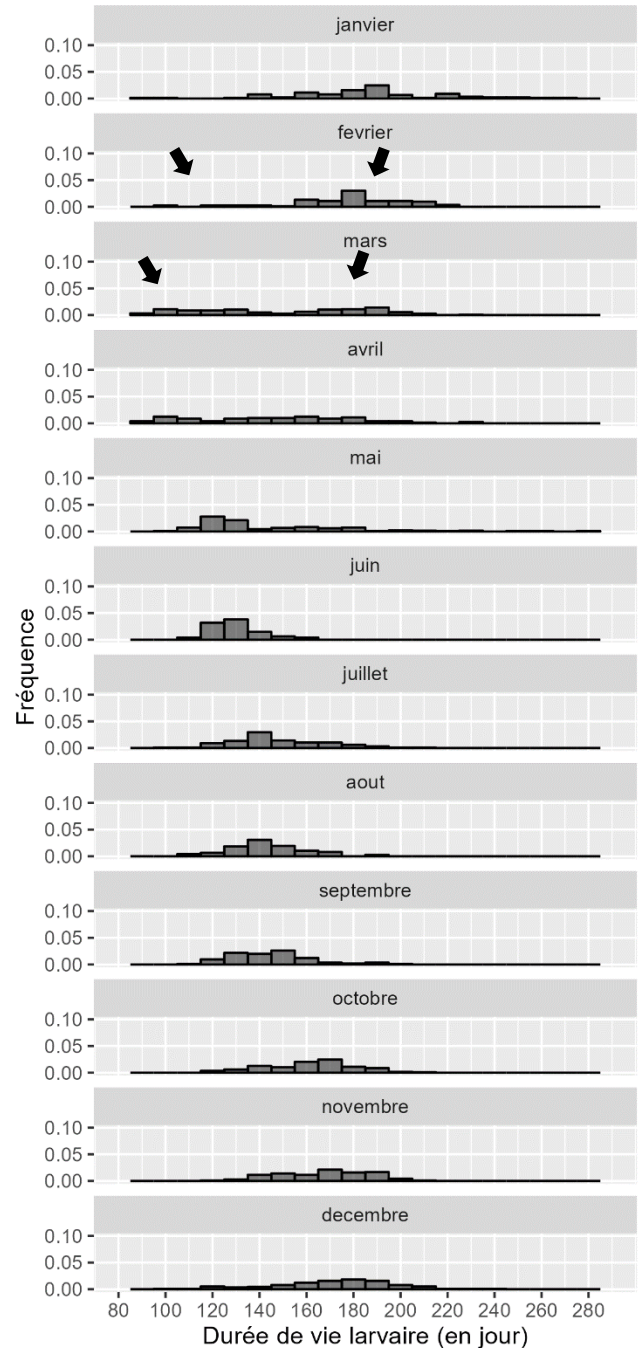


Figure 65 : Distribution des durées de vie larvaires de Nouveaux Arrivants de *S. lagocephalus* pour les mois de janvier à décembre ($n = 1\,241$).

La Figure 66 présente le cumul des ratios d'abondance de nouveaux arrivants de *S. lagocephalus* observés sur les rivières des Marsouins, Roches, Mât, et Saint-Etienne de janvier 2021 à décembre 2023 (Les valeurs de ratio d'abondance sont présentées uniquement pour les rivières où l'espèce est fréquemment observée durant le suivi).

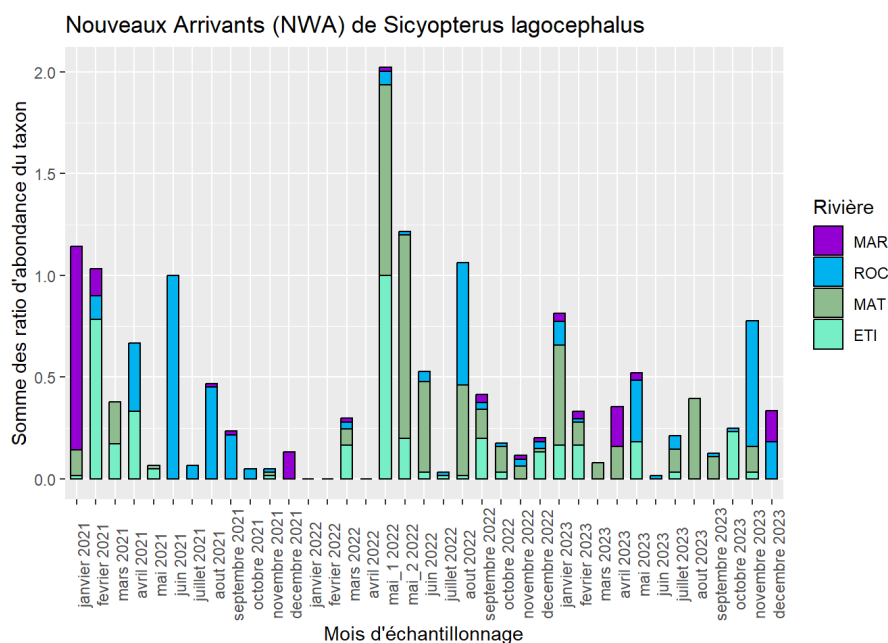


Figure 66 : Somme des ratios d'abondance de nouveaux arrivants de *S. lagocephalus* (post-larves) sur la rivière des Marsouins (MAR), des Roches (ROC), du Mât (MAT) et Saint-Etienne (ETI).

La chronique de distribution des ratios d'abondance en nouveaux arrivants ne met pas en évidence de phénomène cyclique ou annuel. On peut toutefois noter que : (i) de mai à octobre 2021, des arrivées de cette espèce sont observées uniquement à la rivière des Roches (ii) à partir de mai 2022, des arrivées régulières de *S. lagocephalus* sont constatées à la rivière du Mât (iii) de forts ratios sont survenus en mai 2022 pour la rivière Saint-Etienne et pour la rivière du Mât.

A l'échelle intra-annuelle, (Figure 67), les arrivées de post-larves (nouveaux arrivants) de *S. lagocephalus* sont observées quasiment tous les mois de l'année, avec de plus faibles ratios en juin et juillet et octobre-novembre :

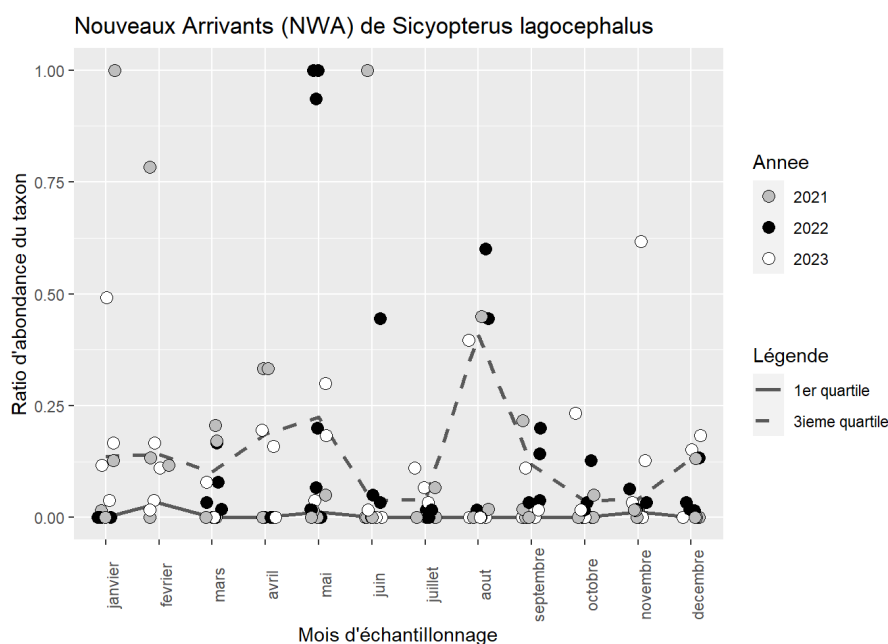


Figure 67 : Evolution mensuelle des valeurs des ratios d'abondances de nouveaux arrivants de *S. lagocephalus* observées sur la rivière des Roches, des Marsouins, du Mât et Saint-Etienne en 2021, 2022 et 2023.

La Figure 68 présente l'évolution mensuelle des ratios d'arrivées de *S. lagocephalus* lors des inventaires de 2006 à 2012 (ARDA 2012) et lors du présent suivi de 2021 à 2023 sur les rivières du Mât, Saint-Etienne et des Roches (rivières suivies dans les deux programmes).

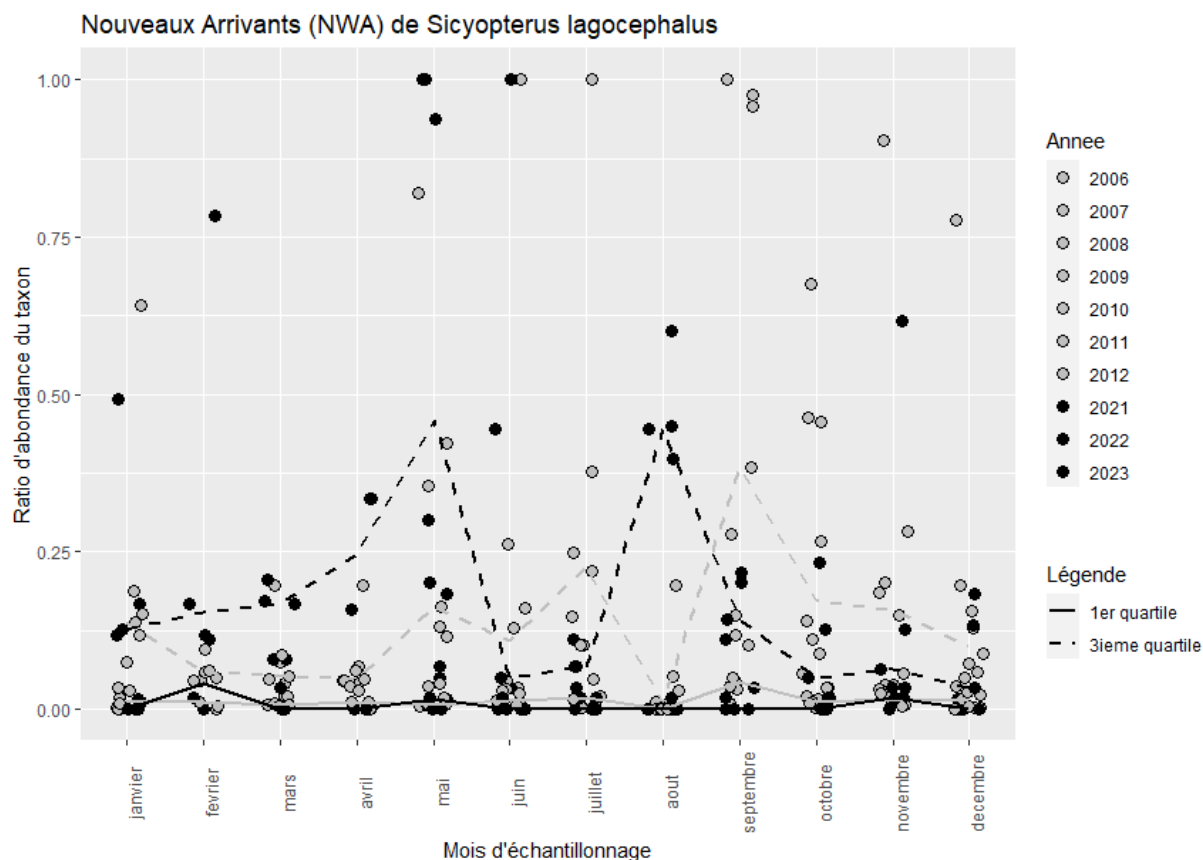


Figure 68 : Evolution du ratio d'abondance de NWA de *S. lagocephalus* lors du suivi DYNAPOP (2021-2023) et lors de l'observatoire des embouchures (2006-2012) sur la rivière des Roches, du Mât et Saint-Etienne

Le suivi historique met en évidence des arrivées possibles toute l'année, avec de plus faible ratio pour le mois d'août, soit un mois de décalage par rapport aux plus faibles valeurs observées entre 2021 et 2023 (juin-juillet).

En résumé pour *Sicyopterus lagocephalus* :

- Cette espèce est abondante sur l'ensemble des rivières ;
- Les tailles d'arrivées en rivière sont comprises entre 23 et 35 mm ;
- Les fenêtres préférentielles d'arrivées sont théoriquement durant la saison chaude (selon activité de pêche) mais pas mises en évidence depuis le début du suivi et durant le suivi historique ;
- Les durées de vie larvaire de cette espèce présentent une grande variabilité au cours de l'année (84 à 282 jours) ;
- Les individus les plus âgés arrivent en rivière durant la période chaude. Les mois de mars et avril concentrent l'arrivée de deux cohortes distinctes (i.e. deux périodes de reproduction).

3.1.12 *Cotylopus acutipinnis*

Le bouche-ronde *C. acutipinnis* est la seconde espèce de Sicydiinae avec *S. lagocephalus*. Cette espèce est fréquente dans les échantillonnages. Au total, 1 971 individus de cette espèce ont été capturés et mesurés. Les tailles minimales et maximales observées sont respectivement de 13 et 127 mm pour une taille moyenne de 22,6 mm.

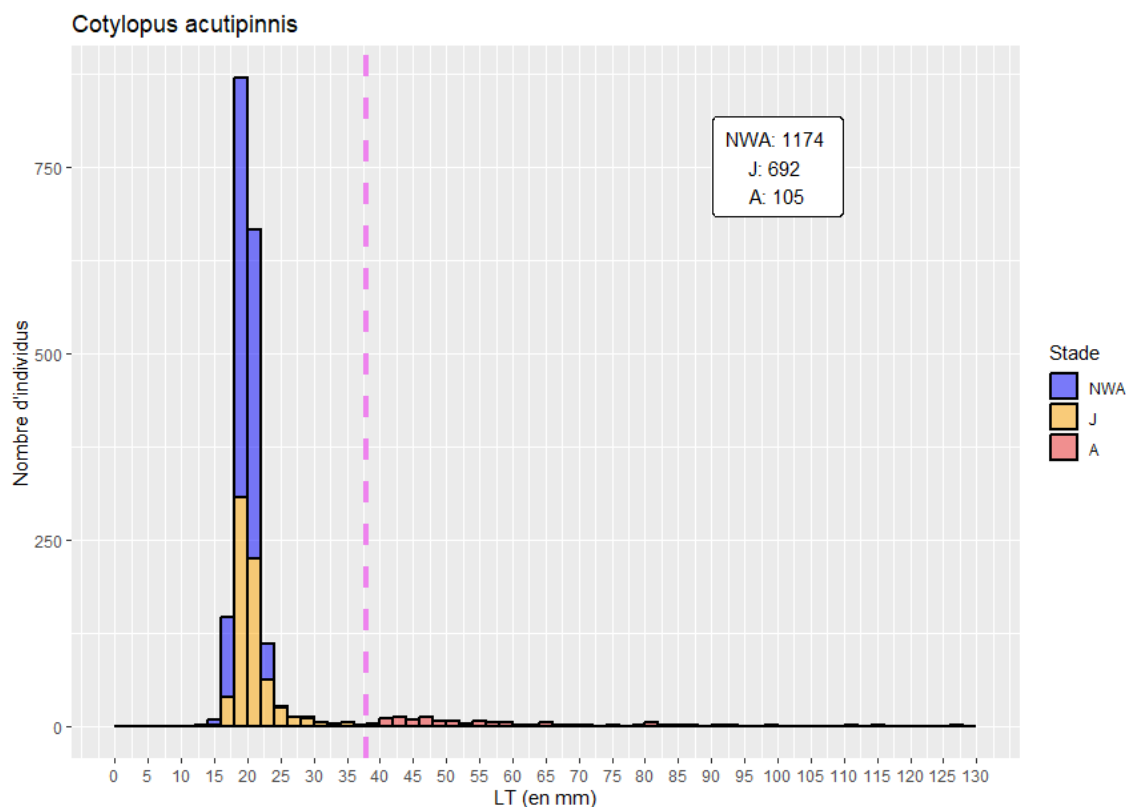


Figure : Distribution des tailles des individus de *C. acutipinnis* mesurés depuis le début du suivi sur les 6 rivières. La droite en pointillée violette délimite la taille de maturité sexuelle issue de la littérature (38mm).

Les individus identifiés aux stades de post-larve (PL1 ou PL2) sont considérés comme nouveaux arrivants (par extension des observations faites sur *S. lagocephalus*). Les individus ayant les traits morphologiques de juvéniles et ayant une taille inférieure à la taille de maturité sexuelle (38 mm) sont considérés comme juvéniles (Teichert et al. 2016). Les individus ayant une taille supérieure ou égale à 38mm sont considérés comme matures et donc adultes.

La distribution des tailles montre une forte abondance des classes des tailles de 17 à 22 mm, ce qui met en évidence les « pics » d'arrivées des nouveaux arrivants (NWA) et leur métamorphose en juvéniles sur les semaines suivantes.

Critères de distinction du stade de développement pour *C. acutipinnis*

- Nouveaux arrivants : Stade post-larve (PL1 ou PL2)
- Juvénile : stade juvénile (J) et $LT < 38\text{mm}$
- Adulte : $LT \geq 38\text{mm}$

La Figure 72, présente la distribution des tailles de nouveaux arrivants (NWA) de *C. acutipinnis* au cours des mois de l'année.



Figure 69 : *C. acutipinnis* au stade de Nouvel arrivant (PL1)

Les nouveaux arrivants de plus petite taille sont observés en fin de saison chaude et au début de la saison fraîche (mars à mai). Leur taille augmente progressivement à partir du mois de juin. En saison chaude, d'octobre à février, les tailles sont les plus grandes.



Figure 70 : *C. acutipinnis* au stade Juvénile.

On note une différence par rapport à *S. lagocephalus* au niveau du mois de mars où seuls des individus de petite taille ayant passé leur phase larvaire marine durant la saison chaude sont observés (il n'y a pas de recoupement avec les individus de plus grande taille observés en janvier et février).

La distribution des tailles nouveaux arrivants de *C. acutipinnis* au cours de l'année est conforme à celle décrite dans la littérature (Teichert, 2012).



Figure 71 : *C. acutipinnis* au stade Adulte

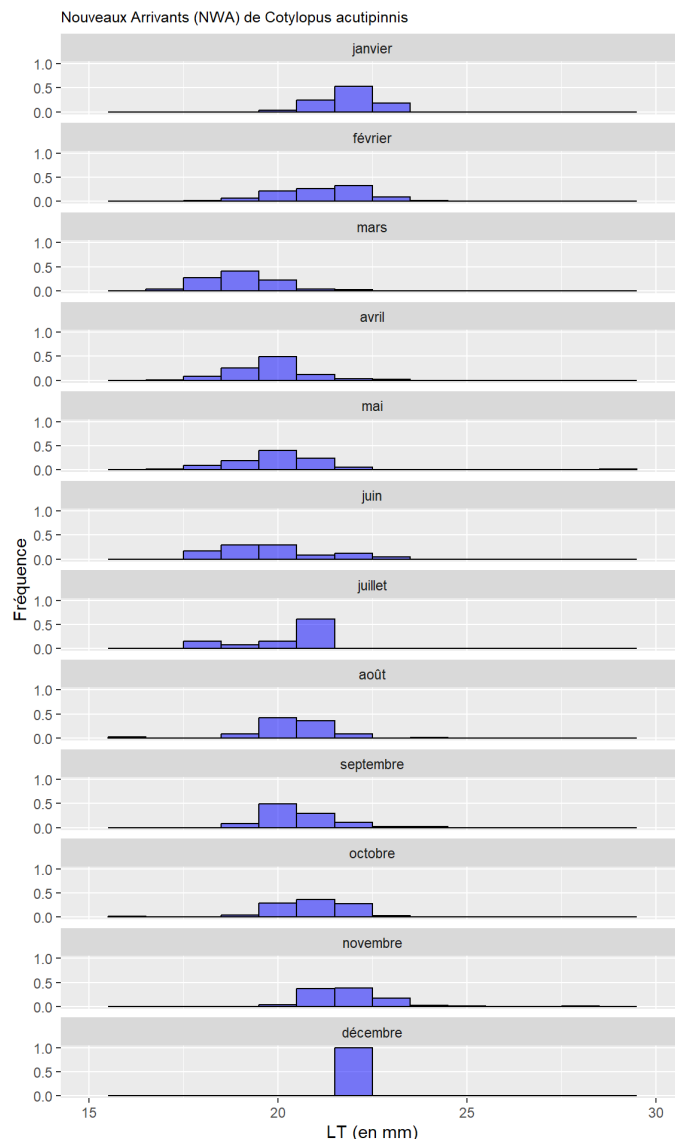


Figure 72 : Distribution des tailles de Nouveaux Arrivants de *C. acutipinnis* pour les mois de janvier à décembre (n 1 167)

La Figure 74, présente la distribution de la durée de vie larvaire en mer (DVL) des nouveaux arrivants (NWA) de *C. acutipinnis* au cours de l'année. Les DVL des nouveaux arrivants de *C. acutipinnis* sont comprises entre 56 et 186 jours et pour une moyenne de 104 jours.



Figure 73 : *C. acutipinnis* avant extraction d'otolithes

Les post-larves les plus jeunes sont observées en avril/ mai et possèdent des DVL courtes : de 60 à 130 jours. A l'inverse, les post-larves les plus âgées sont observées en janvier et février (115 à 175 jours).

Les mois de mars et février qui présentent une forte variabilité avec des individus âgés de 56 à 186 jours, pouvant correspondre au cumul de plusieurs cohortes d'éclosion. On observe d'ailleurs un croisement entre les deux mois avec des individus majoritairement plus vieux en février et à l'inverse plus jeunes en mars. Cette dynamique est comparable à celle décrite pour *S. lagocephalus* sur les mois de mars et avril.

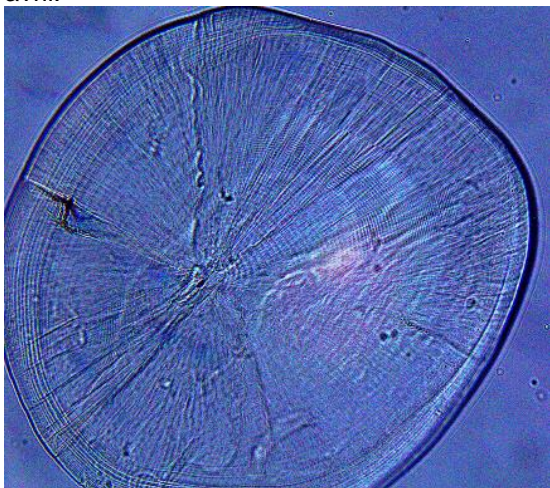


Figure 75 : Photographie d'un otolithe de *C. acutipinnis*.

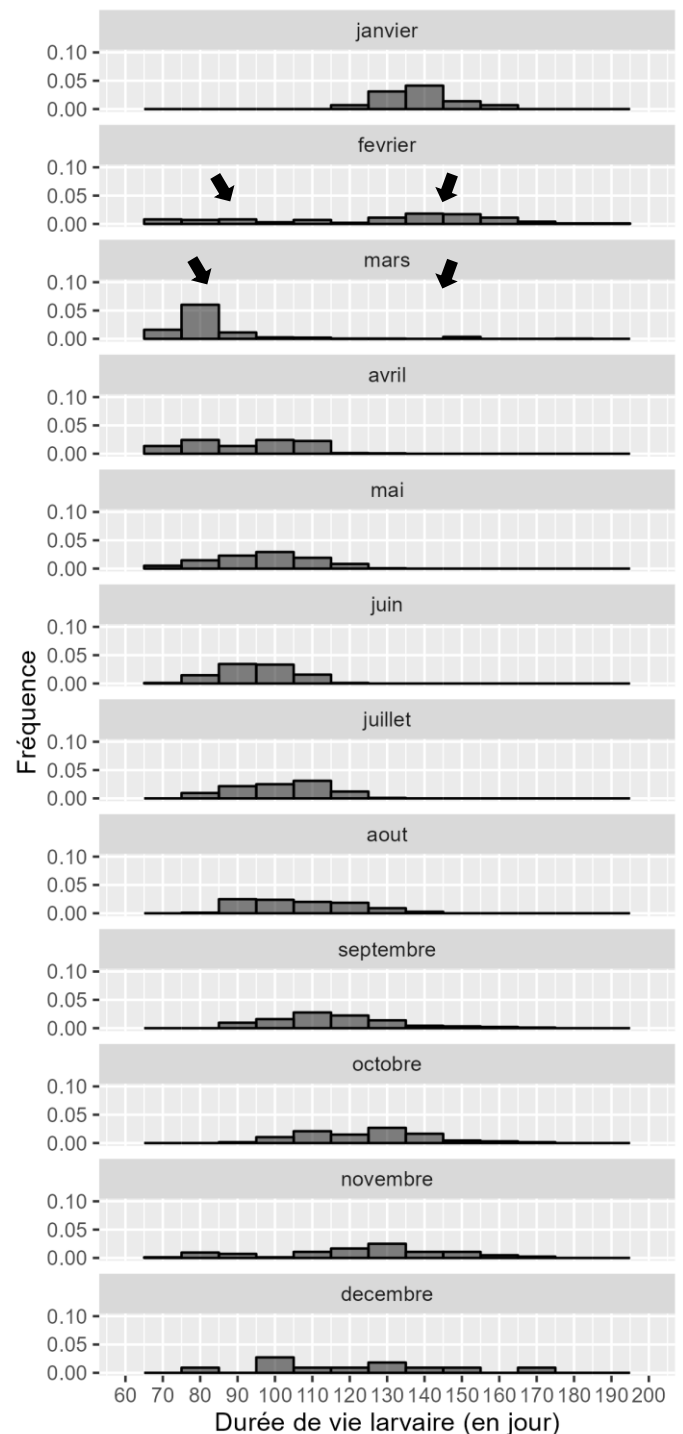


Figure 74 : Distribution des durées de vie larvaire en mer (DVL) de *C. acutipinnis* au cours de l'année ($n = 1\ 337$).

La Figure 76 présente le cumul des ratios d'abondance de nouveaux arrivants de *C. acutipinnis* observés sur les rivières des Marsouins, Roches, Mât et Saint-Etienne de Janvier 2021 à décembre 2023 (Les valeurs de ratio d'abondance sont présentées uniquement pour les rivières où l'espèce est fréquemment observée durant le suivi).

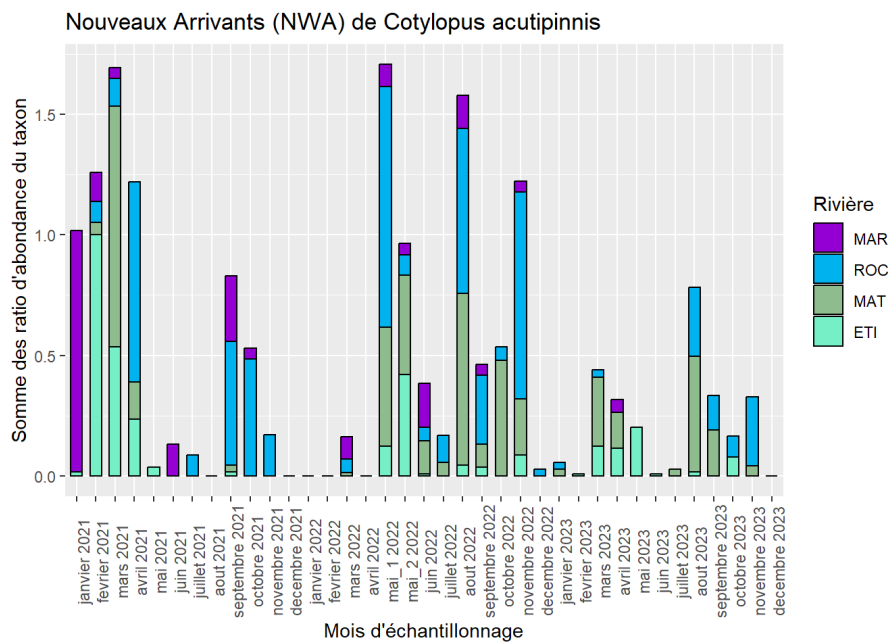


Figure 76 : Somme des ratios d'abondance de nouveaux arrivants de *C. acutipinnis* (post-larves) sur la rivière des Marsouins (MAR), des Roches (ROC), du Mât (MAT) et Saint-Etienne (ETI).

Des signaux d'arrivées significatifs de post-larves (Nouveaux arrivants) de *C. acutipinnis* ont été observés sur les 4 rivières. En 2021, les principaux signaux sont observés en début d'année entre janvier et mars pour les 4 rivières (durant seconde partie de saison chaude). En revanche, en 2022, les signaux sont observés durant la saison fraiche et plus régulièrement (8 mois de l'année : mai à novembre). En 2023, les signaux sont peu marqués sur l'ensemble des rivières.

Il est difficile de mettre en évidence une fenêtre préférentielle d'arrivée étant donné la variabilité interannuelle des signaux d'arrivées :

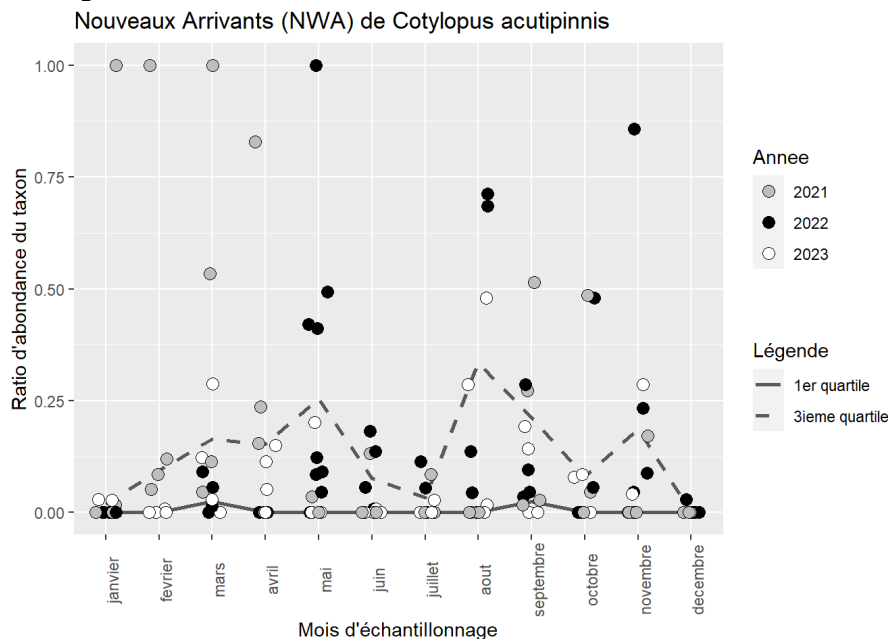


Figure 77 : Evolution mensuelle des valeurs des ratios d'abondances de nouveaux arrivants de *C. acutipinnis* observées sur la rivière des Roches, des Marsouins, du Mât et Saint-Etienne en 2021, 2022 et 2023.

Cependant, il semble se dégager deux périodes favorables : une première qui s'étend de mars à mai (en fin de saison chaude) et une seconde en saison fraîche, d'août à septembre. Durant la seconde période, les signaux sont moins marqués mais plus réguliers entre les années. Les mois de décembre et janvier semblent moins favorables pour l'arrivée en rivière de cette espèce.

La Figure 78 présente l'évolution mensuelle des ratios d'arrivées de *C. acutipinnis* historique de 2006 à 2012 (ARDA 2012) et lors du présent suivi de 2021 à 2023 sur les rivières du Mât, Saint-Etienne et des Roches (ARDA 2012) :

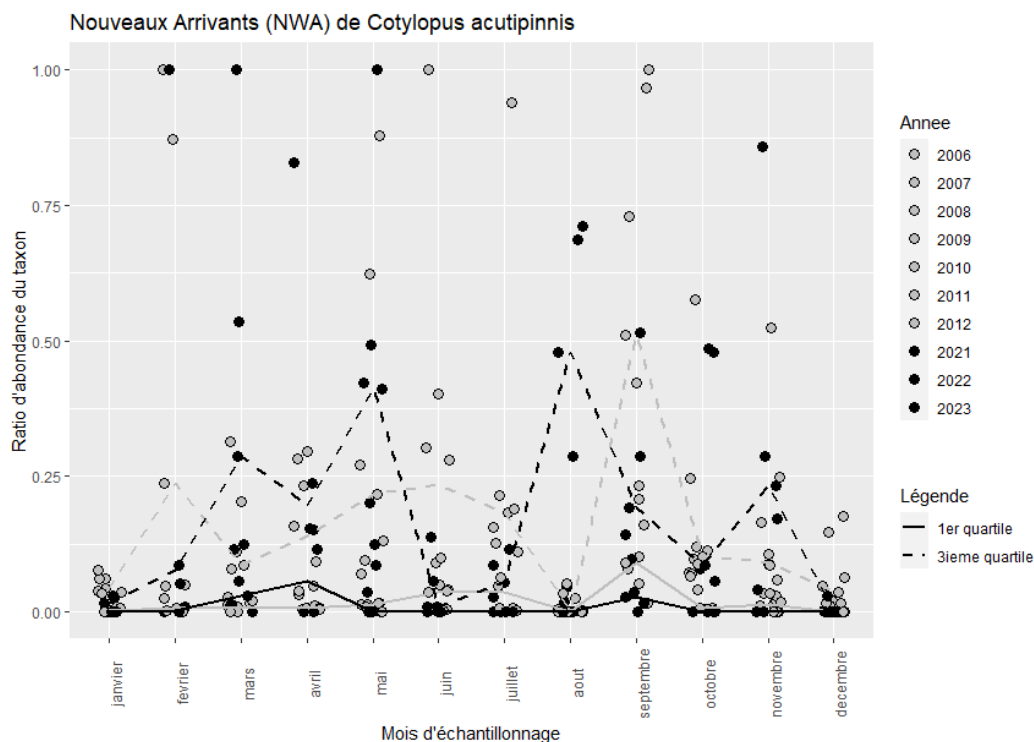


Figure 78 : Evolution du ratio d'abondance de NWA de *C. acutipinnis* lors du suivi DYNAPOP (2021-2023) et lors de l'observatoire des embouchures (2006-2012) sur la rivière des Roches, du Mât et Saint-Etienne.

Le suivi historique met également en évidence deux périodes favorables, avec un optimum durant les mois de mai à juillet, suivi d'une seconde période en septembre. La dynamique semble similaire à celle observée durant le suivi DYNAPOP sur la première partie de l'année et avec un décalage d'un mois entre août et septembre (un constat similaire à celui pour l'espèce *S. lagocephalus*).

En considérant les deux suivis, on peut caractériser deux périodes plus favorables aux arrivées de *C. acutipinnis* : une en fin de saison chaude et début de saison fraîche (d'avril à juin) et une seconde en fin de saison fraîche (août/septembre), avec une interruption entre les deux périodes.

En résumé pour *Cotylopus acutipinnis* :

- Des abondances relativement fortes en nouveaux arrivants ont été observées sur les rivières des Marsouins, des Roches, du Mât et Saint-Etienne ;
- Deux périodes favorables à l'arrivée de post-larves se confirment : en fin de saison chaude et en fin de saison fraîche ;
- Les tailles d'arrivées en rivière sont comprises entre 16 et 24 mm ;
- Les durées de vie larvaire de cette espèce présentent une grande variabilité : de 56 à 186 jours pour une médiane de 104 jours ;
- Les individus plus âgés arrivent en rivière durant la saison chaude et les mois de février et mars concentrent l'arrivée de deux cohortes distinctes (i.e. de deux périodes de reproduction).

3.1.13 Awaous commersoni

La loche des Sable, *A. commersoni* est la troisième espèce de Gobiidae présente dans les échantillonnages. Au total, 1 363 individus de cette espèce ont été capturés et mesurés. Les tailles minimales et maximales observées sont respectivement de 12 et 165 mm pour une taille moyenne de 26,8 mm.

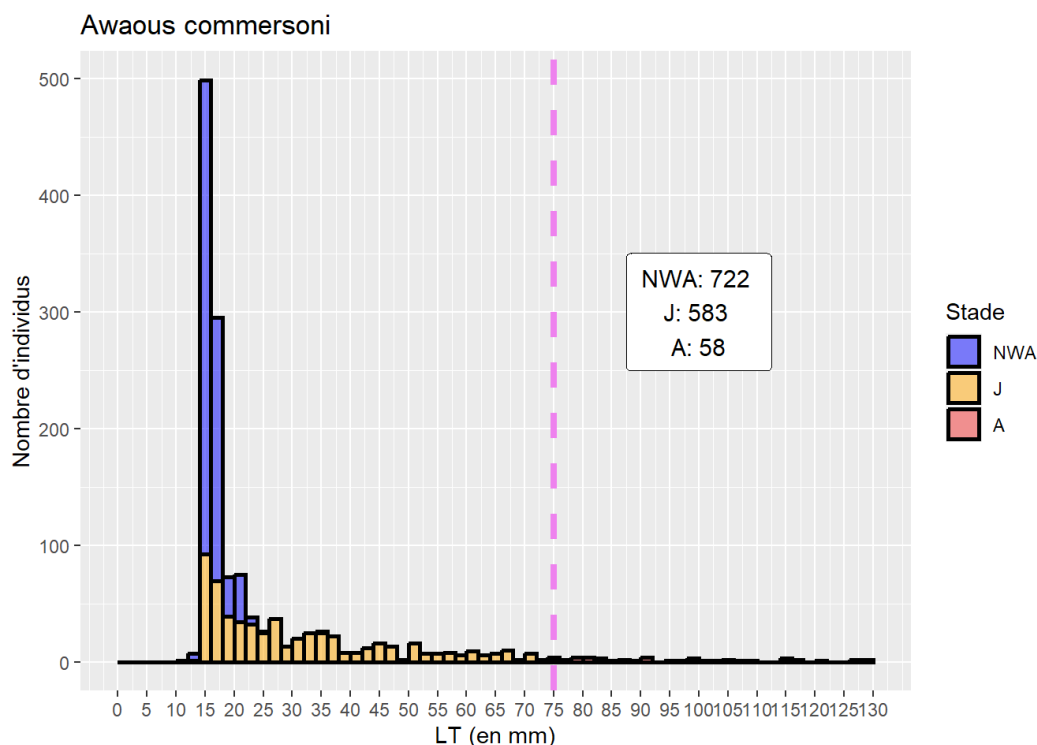


Figure 79 : Distribution des tailles des individus de *A. commersoni* mesurés depuis le début du suivi sur les 6 rivières. La droite en pointillée violette délimite la taille de maturité sexuelle issue de la littérature (75mm).

Les individus identifiés aux stades de post-larve (PL) sont considérés comme nouveaux arrivants puisque étant âgés de quelques jours de vie en rivière (DEAL Réunion 2018). Les individus ayant les traits morphologiques de juvéniles et ayant une taille inférieure à la taille de maturité sexuelle (75 mm (DEAL Réunion 2018) sont considérés comme juvéniles. Les individus ayant une taille supérieure ou égale à 75 mm sont potentiellement matures et donc considérés comme adulte.

La distribution des tailles montre une forte abondance des classes des tailles de 15 à 23 mm identifiés comme post-larves, ce qui met en évidence de fortes abondances (« pics ») d'arrivées des nouveaux arrivants (NWA) et leur métamorphose en juvéniles sur les semaines suivantes.

Critères de distinction du stade de développement pour *A. commersoni*

- Nouveaux arrivants : Stade post-larve (PL1 ou PL2)
- Juvénile : stade juvénile (J1 ou J2) ou $LT < 75$ mm
- Adulte : $LT \geq 75$ mm

La Figure 83, présente la distribution des tailles de nouveaux arrivants (NWA) d'*A. commersoni* durant l'année.

La variabilité des tailles d'arrivées d'*A. commersoni* est particulièrement importante (de 15 à 24 mm).



Figure 80 : *A. commersoni* au stade nouvel arrivant (PL)

L'évolution des tailles des nouveaux arrivants au cours de l'année suit une même dynamique que celle observée chez *S. lagocephalus* et *C. acutipinnis* : les plus petites tailles sont observées en fin de saison chaude et début de saison fraîche (avril à mai) et elles augmentent progressivement à partir du mois de juin. En saison chaude d'octobre à janvier, les tailles sont les plus grandes. Le mois de septembre présente une distribution bimodale assimilable au mois de mars pour *S. lagocephalus* : il est probable que ce mois concentre l'arrivée de deux cohortes (i.e. de deux périodes de reproduction).



Figure 81 : *A. commersoni* au stade Juvénile



Figure 82 : *A. commersoni* au stade Adulte.

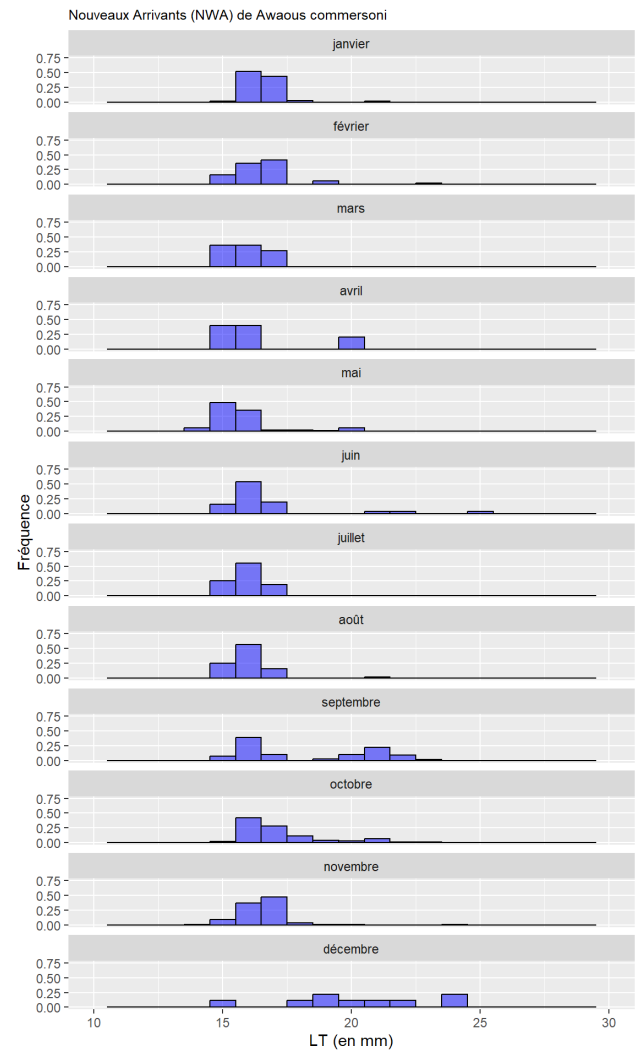


Figure 83 : Distribution des tailles de Nouveaux Arrivants de *A. commersoni* pour les mois de janvier à décembre ($n = 722$).

La Figure 84 présente la distribution des durées de vie larvaire (DVL) de 39 individus d'*A. commersoni* capturés durant le suivi. Les durées de vie larvaires s'étendent de 90 jours (3 mois) à 125 jours (près de 4 mois). En moyenne la durée de vie larvaire est de 107 jours (soit 3,5 mois).

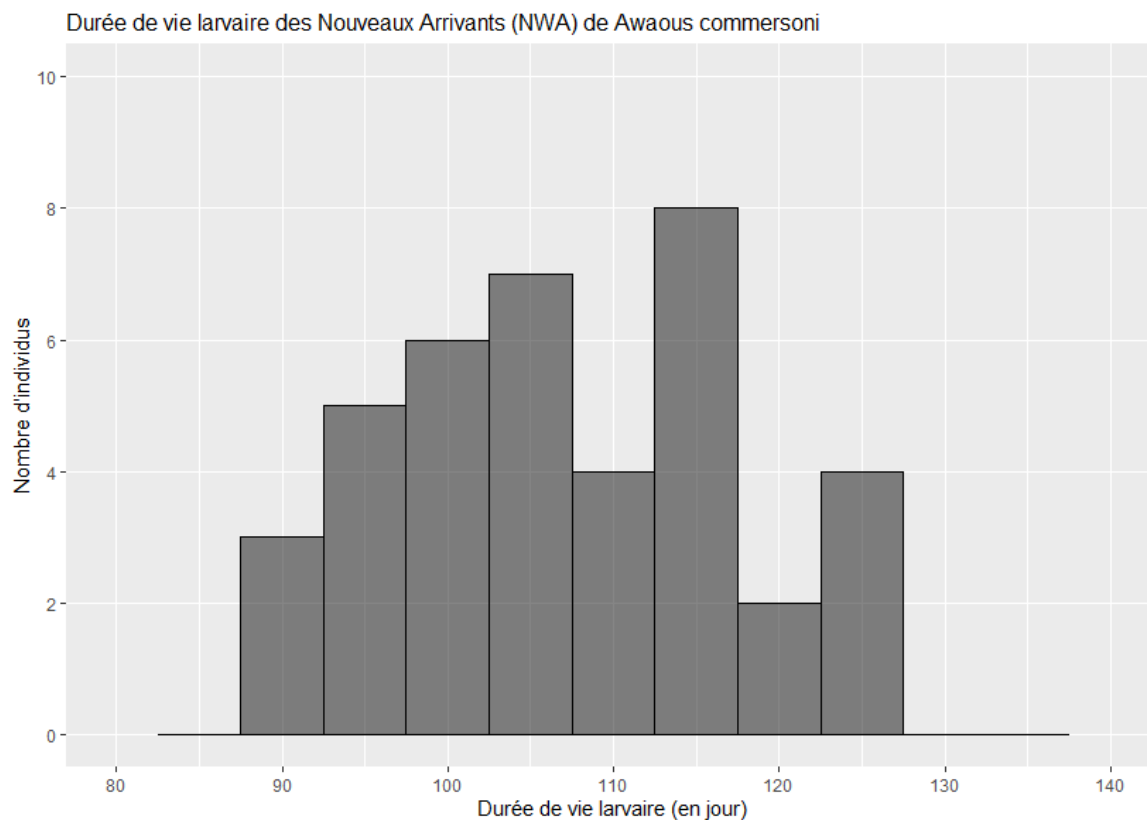


Figure 84 : Distribution des durées de vie larvaire en mer (DVL) des individus d'*Awaous commersoni* ($n = 39$).

La Figure 85 présente le cumul des ratios d'abondance de nouveaux arrivants d'*A. commersoni* observés sur les 6 rivières du suivi de janvier 2021 à décembre 2023.

Nouveaux arrivants d'Awaous commersoni

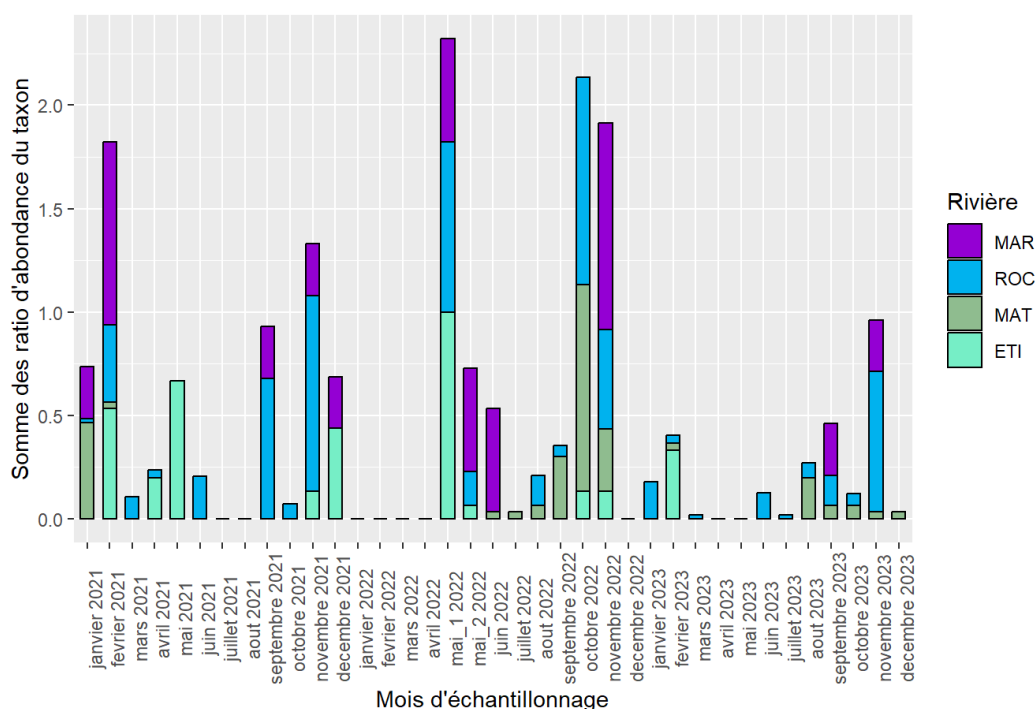


Figure 85 : Somme des ratios d'abondance de nouveaux arrivants d'A. commersoni (post-larves) de janvier 2021 à juin 2023 sur la rivière des Marsouins (MAR), des Roches (ROC), du Mât (MAT) et Saint-Etienne (ETI).

Des signaux d'arrivées significatifs de post-larves (nouveaux arrivants) d'A. commersoni ont été observés sur les 4 rivières. Il est difficile de mettre en évidence un schéma annuel dans l'arrivée des post-larves. Le plus fort signal d'arrivée a été observé en mai 2022, avec les valeurs maximales de post-larves d'A. commersoni observées simultanément sur les rivières des Roches et Saint-Etienne. Les signaux d'arrivées sont faibles et diffus tout au long du suivi. L'année 2023 présente de très faibles signaux.

Aucune période préférentielle d'arrivée n'est mise en évidence étant donné la forte variabilité interannuelle et les arrivées sporadiques de cette espèce :

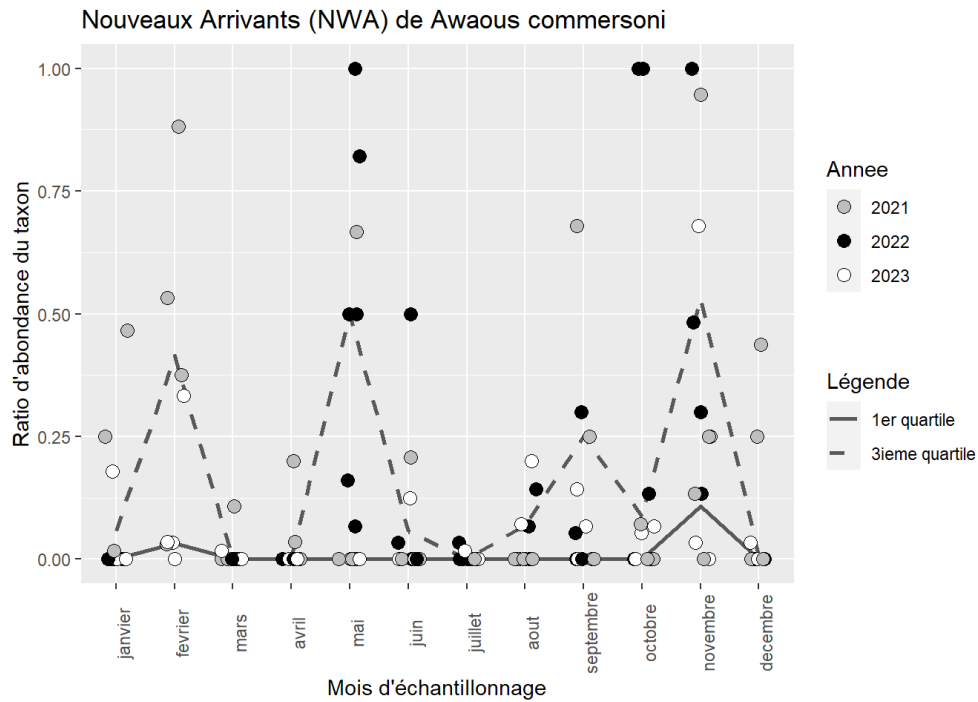


Figure 86 : Evolution mensuelle des valeurs des ratios d'abondances de nouveaux arrivants d'*A. commersoni*, observées sur la rivière des Roches, des Marsouins, du Mât et Saint-Etienne en 2021, 2022 et 2023.

En résumé pour *Awaous commersoni* :

- Cette espèce est fréquemment observée aux stades de nouveaux arrivants sur les rivières des Marsouins, des Roches, du Mât et Saint-Etienne ;
- Aucune fenêtre préférentielle d'arrivée n'a pu être mise en évidence ;
- La taille d'arrivée en rivière est comprise entre 13 et 25 mm ;
- Les durées de vie larvaire en mer sont comprises entre 90 et 141 jours.

3.1.14 *Stenogobius genivittatus*

Le cabot rayé, *Stenogobius genivittatus* (ex *polyzona*, Causse et al. 2023) est l'espèce de Gobiidae la moins abondante dans les échantillonnages. Au total, 225 individus de cette espèce ont été capturés et mesurés. Les tailles minimales et maximales observées sont respectivement de 14 et 91 mm pour une taille moyenne de 31,0 mm.

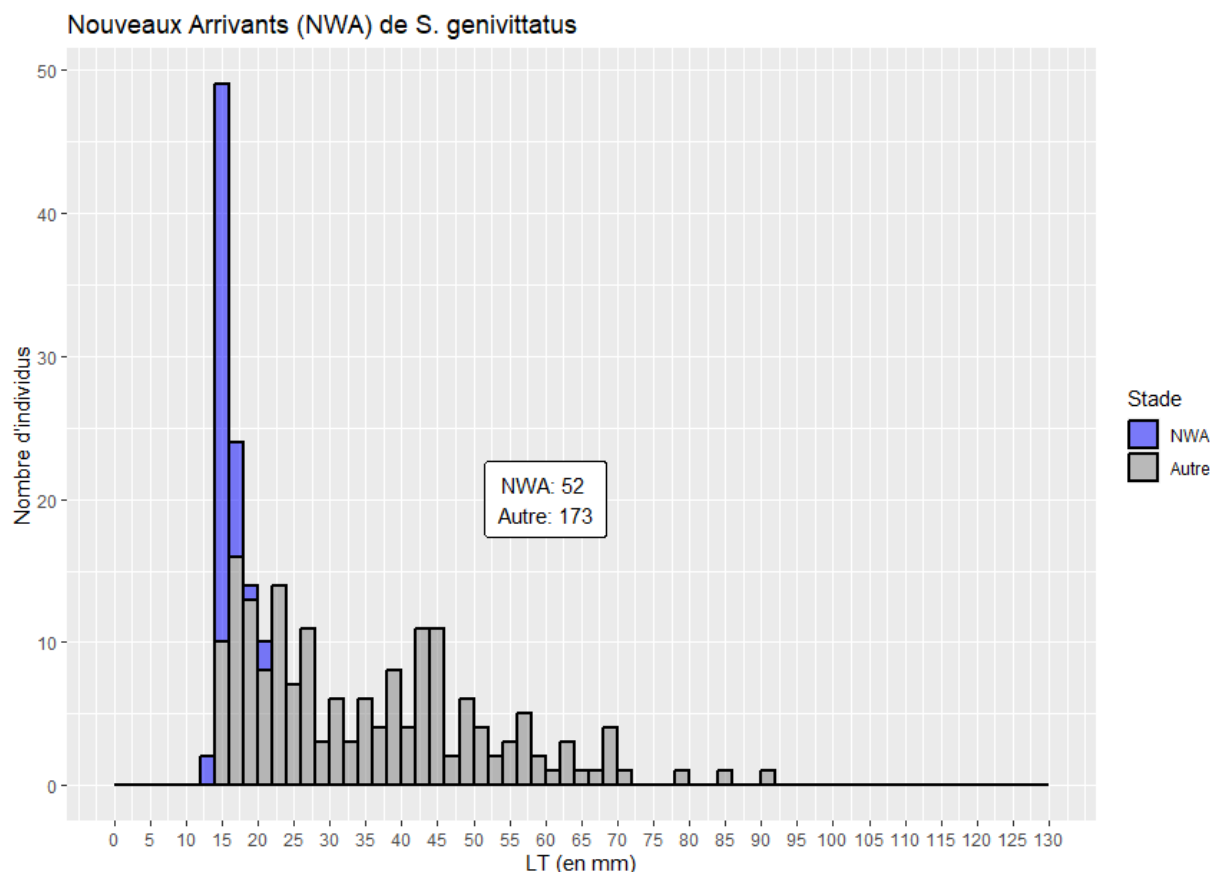


Figure 87 : Distribution des tailles des individus de *S. genivittatus* mesurés depuis le début du suivi sur les 6 rivières.

Les individus identifiés aux stades de post-larve (PL) sont considérés comme nouveaux arrivants puisque étant âgés de quelques jours de vie en rivière. La distribution des tailles montre une forte abondance des classes des tailles de 14 à 17 mm, ce qui met en évidence une plus forte abondance (« pics ») en nouveaux arrivants (NWA). Etant donné le manque de connaissance sur la taille de maturité sexuelle de cette espèce seule la distinction du stade nouvel arrivant a été effectuée.

Parmi les 52 nouveaux arrivants observés, 48 ont été capturés durant les lunes de mai ou juin (2021). La distribution de taille a été faite uniquement sur ces mois.

Critères de distinction du stade de développement pour *S. genivittatus*

- Nouveaux arrivants : Stade post-larve (PL)
- Juvénile : stade juvénile (J1 ou J2) et $LT < 40$ mm
- Adulte : $LT \geq 40$ mm

La Figure 91, présente la distribution des tailles de Nouveaux arrivants (NWA) de *S. genivittatus* échantillonnés durant les différents mois de l'année.



Figure 88 : *S. genivittatus* au stade Nouvel arrivant (PL)

Les arrivées de cette espèce sont très rares durant le suivi. Un mois (mai 2021) présente un nombre de nouveaux arrivant suffisant pour présenter les tailles d'arrivées.



Figure 89 : *S. genivittatus* au stade de Juvénile

Les tailles à l'arrivée sont comprises entre 14 et 18 mm avec une taille médiane de 16 mm.



Figure 90 : *S. genivittatus* au stade adulte.

La Figure 92 présente la distribution des durées de vie larvaire en mer (DVL) de 30 individus de *S. genivittatus* capturés durant le suivi.

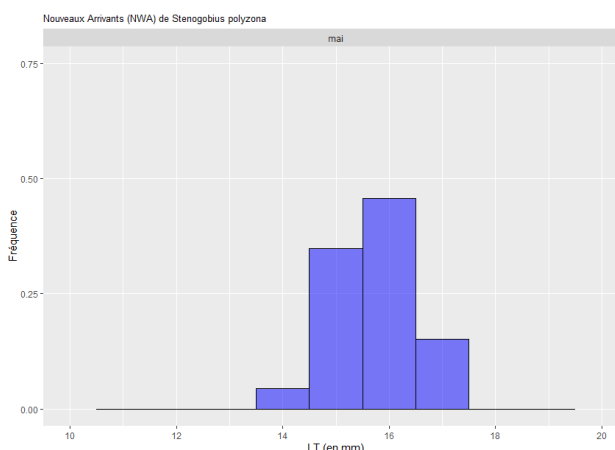


Figure 91 : Distribution des tailles de Nouveaux Arrivants de *S. genivittatus* durant les mois de mai (n = 46)

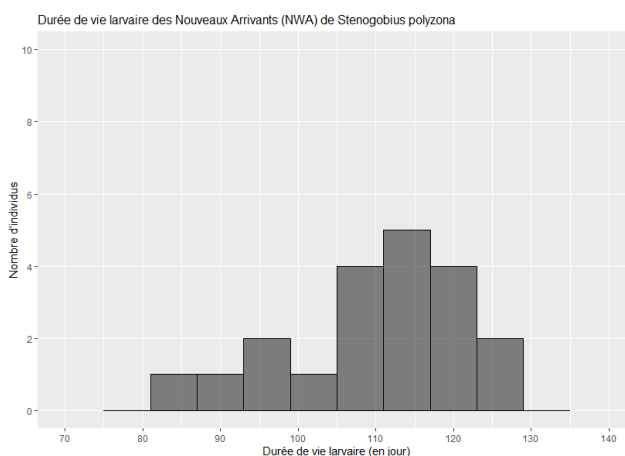


Figure 92 : Distribution des durées de vie larvaire (DVL) de *S. genivittatus* (n=30)

Les durées de vie larvaires s'étendent de 85 jours (3 mois) à 126 jours (près de 5 mois). En moyenne la durée de vie larvaire est de 110 jours (soit 3,5 mois).

Pour cette espèce, le faible nombre de nouveaux arrivants ne permet pas d'identifier de périodes préférentielles d'arrivée en rivière. Les nouveaux arrivants ont été observés uniquement sur la rivière des Pluies et Saint-Etienne et en quasi-totalité durant le mois de mai 2021 ? (46 sur total de 52 individus).

En résumé pour *Stenogobius genivittatus* :

- La taille d'arrivées en rivière est comprise entre 14 et 16 mm ;
- Les durées de vie larvaire en mer sont comprises entre 85 et 136 jours.

3.1.15 Eleotris

3.1.15.1 Généralités sur les nouveaux arrivants du genre *Eleotris*

Le genre *Eleotris* regroupe l'ensemble des cabots noirs. Parmi, ce genre quatre espèces sont signalées à La Réunion : *E. acanthopoma*, *E. Klunzingerii*, *E. fusca* et *E. valadei* (Mennesson and Keith 2017, 2020). Au total, 2 759 individus du genre *Eleotris* ont été capturés et mesurés.

Les tailles minimales et maximales observées sont respectivement de 13 et 207 mm pour une taille moyenne de 29,1 mm.

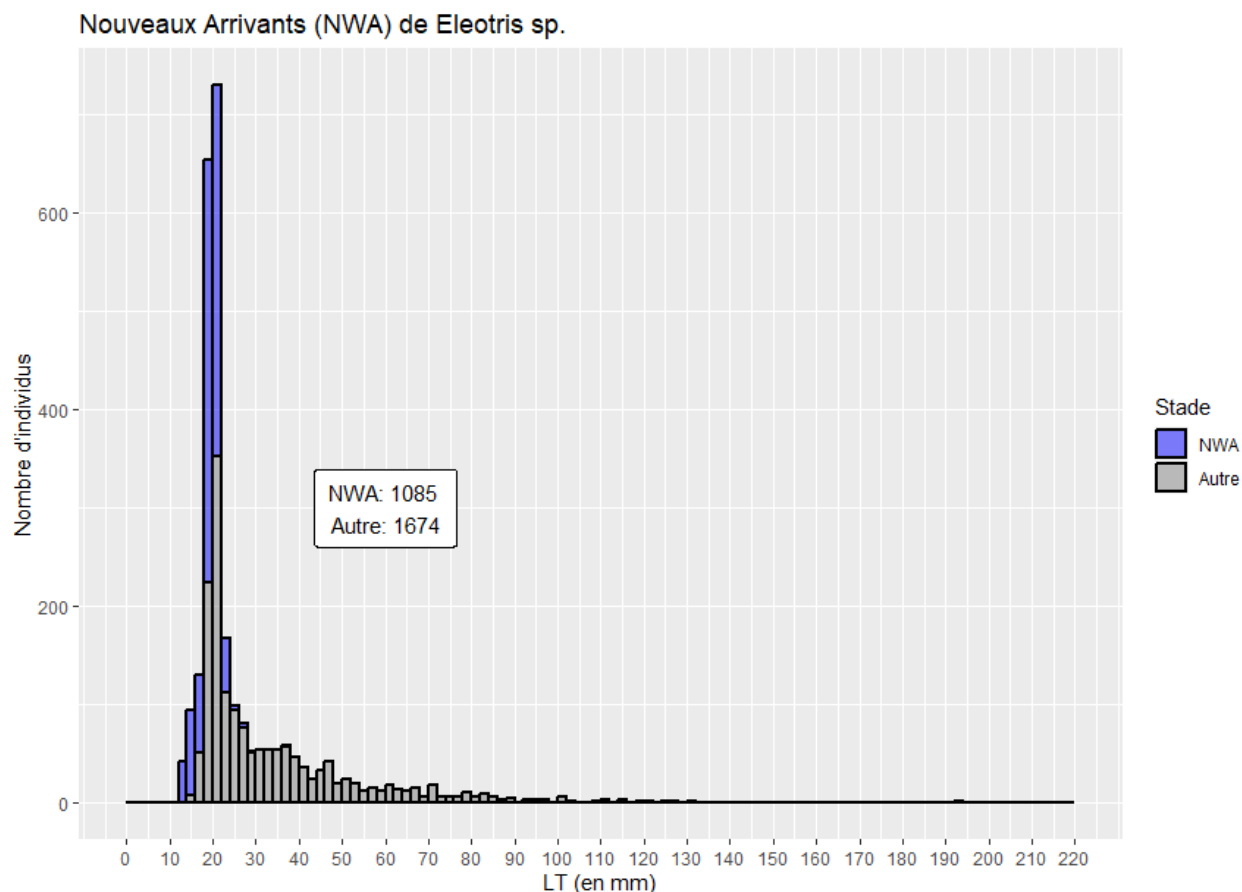


Figure 93 : Distribution des tailles des individus d'*Eleotris* mesurés depuis le début du suivi sur les 6 rivières.

Les individus identifiés aux stades de post-larve (PL) sont considérés comme nouveaux arrivants puisque étant âgés de quelques jours de vie en rivière. Etant donné le manque de connaissances sur la taille de maturité sexuelle de ce genre et qu'elle peut différer selon les espèces seule la distinction du stade Nouvel arrivant a été effectuée.

La distribution des tailles montre une forte abondance des nouveaux arrivants aux classes de tailles de 13 à 23 mm, ce qui met en évidence des « pics » d'arrivées post-larves et leur métamorphose en juvéniles sur les semaines suivantes.

Critères de distinction du stade de développement pour *Eleotris*

- Nouveaux arrivants : Stade post-larve (PL)
- Autres : individus ayant effectué leur métamorphose.

3.1.15.2 Identification des post-larves du genre *Eleotris*

Pendant la première année de suivi, 95 nouveaux arrivants d'*Eleotris* ont été soumis à une investigation complémentaire par analyse moléculaire. Ces analyses ont été menées par le MNHN de Paris (M. Mennesson et P. Keith) dans le but d'identifier les différentes espèces parmi les individus prélevés dans cinq rivières au cours de neuf mois de l'année 2021 (aucun individu n'a été prélevé dans la rivière des Galets).

Parmi l'ensemble des individus analysés, le séquençage du gène COI a révélé la présence de 64 individus d'*E. klunzingerii*, 15 individus d'*E. acanthopoma*, 4 individus d'*E. pellegrini* (signalé ici pour la première fois à La Réunion), et 2 individus qui n'ont pas pu être identifiés à l'espèce (aucune séquence comparable n'a été obtenue).

Ces résultats indiquent que la grande majorité des nouveaux arrivants d'*Eleotris* observés aux embouchures de l'île sont composés d'*E. klunzingerii* (environ 70 %), suivis en minorité par *E. acanthopoma* (29 %) et de manière très sporadique par *E. pellegrini*.

Ces identifications moléculaires ont été comparées aux principaux critères morphologiques et traits d'histoire de vie des individus : longueur standard (LS), longueur totale (LT), pigmentation, durée de vie larvaire (DVL).

La Figure 94 présente la distribution et les résultats statistiques menés sur la longueur standard et la longueur totale pour les trois espèces :

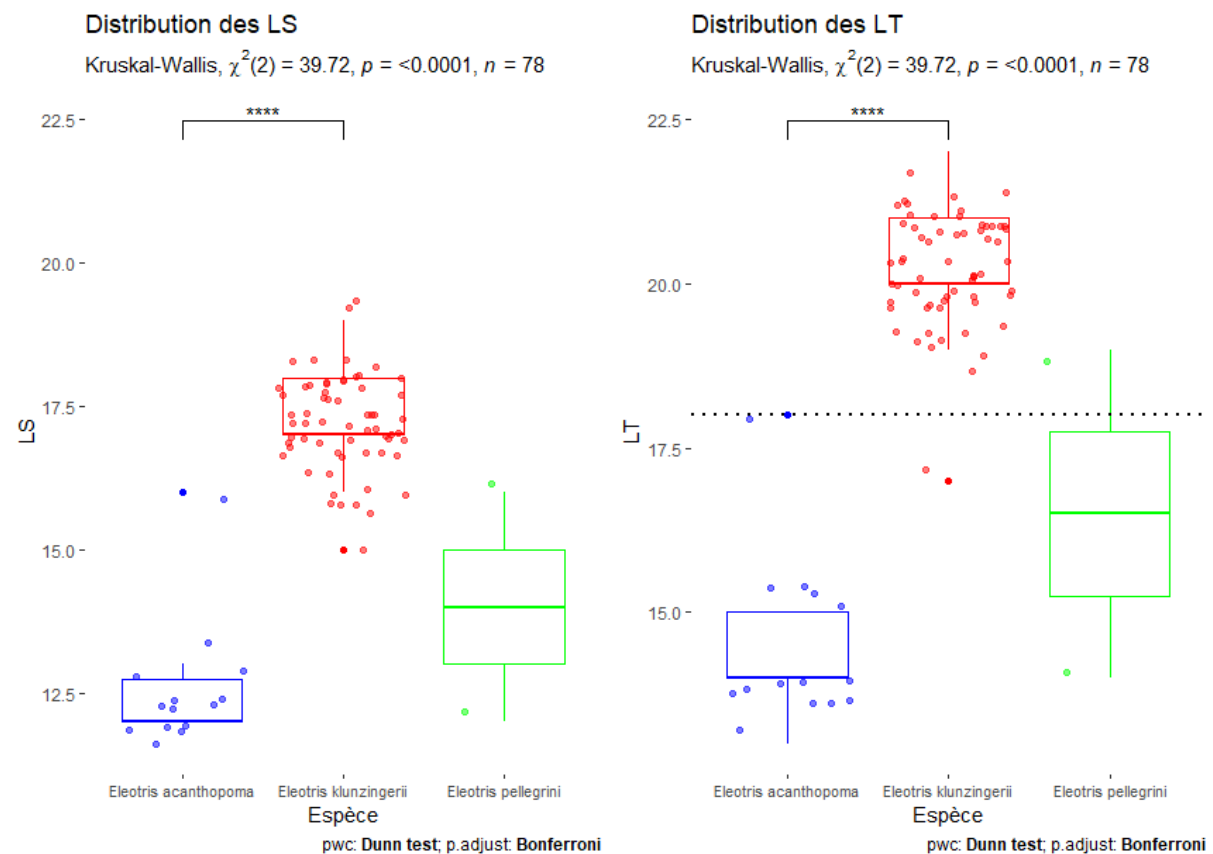


Figure 94 : Distribution des longueurs standard (LS) à gauche et des longueurs totales (LT) à droite pour les 3 espèces.

Les résultats révèlent une différence significative entre les individus d'*E. acanthopoma* et ceux d'*E. klunzingerii*. *E. pellegrini* présente un nombre d'individus trop faible (2) et une variabilité de taille trop importante pour être discriminé. L'analyse des longueurs totales met en évidence une distinction nette entre les deux espèces. En effet, il est peu probable d'observer un individu d'*E. acanthopoma* avec une taille supérieure à 18 mm (limite représentée par un trait en pointillé sur la distribution), tandis qu'aucun *E. klunzingerii* n'a été observé avec une taille inférieure à 18 mm.

La Figure 95 présente les durées de vie larvaires (DVL) des trois espèces. On remarque une différence significative entre *E. klunzingerii* et *E. acanthopoma*. *E. klunzingerii* a une avec une DVL plus longue (valeur médiane de 134 jours) et une variabilité plus élevée, allant de 89 à 181 jours. *E. acanthopoma* présente une DVL plus courte (valeur médiane de 101 jours) et une variabilité moindre, de 80 à 126 jours.

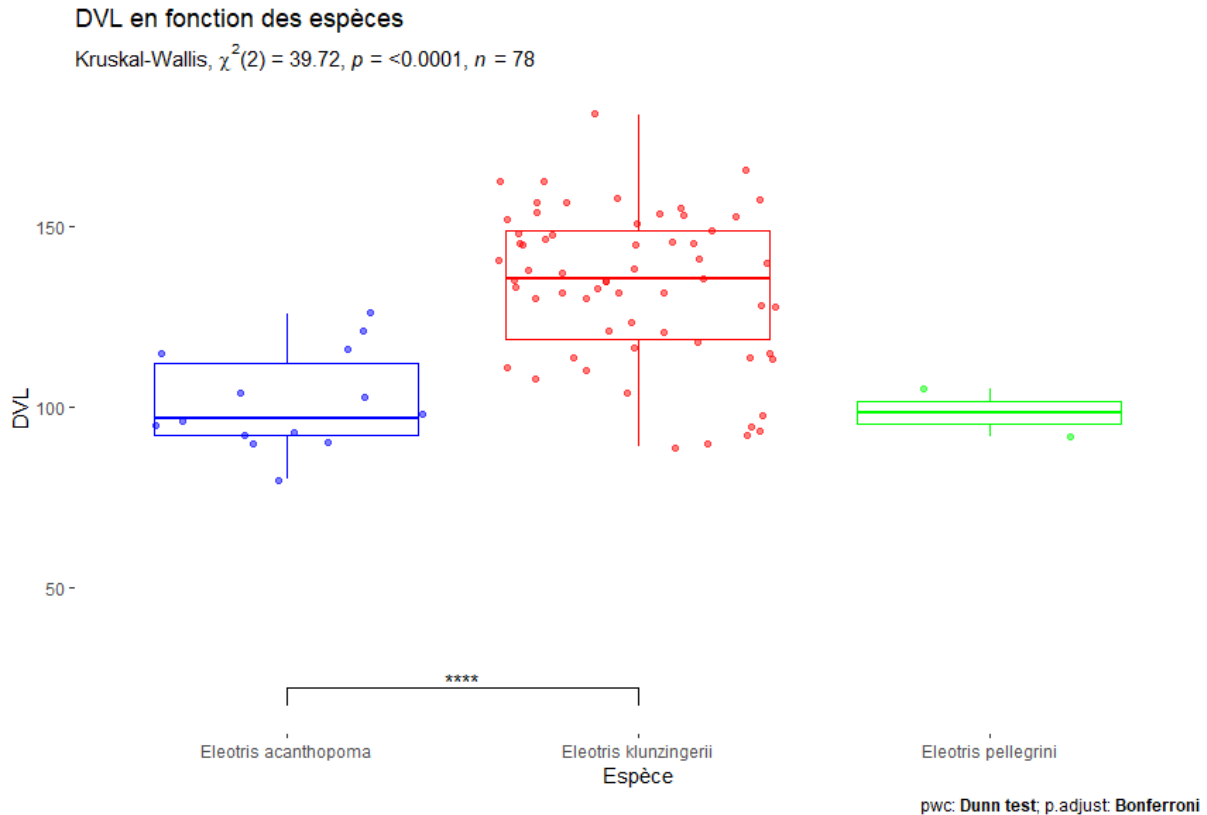


Figure 95 : Distribution des durées de vie larvaire (DVL) des 3 espèces

Même si la différence de durée de vie larvaire (DVL) est significative entre *E. klunzingerii* et *E. acanthopoma*, ce critère est moins distinctif que celui de la longueur totale (davantage de valeurs chevauchantes).

En conclusion, parmi les 96 individus d'Eleotris séquencés, 70% sont des individus d'*E. klunzingerii*, dont la durée de vie larvaire médiane est de 134 jours avec une variabilité de +/- 92 jours, et une très forte probabilité d'avoir une taille à l'arrivée en rivière supérieure à 18 mm. La seconde espèce identifiée en proportion significative est *E. acanthopoma*, avec une durée de vie larvaire médiane de 101 jours, une variabilité plus faible de +/- 46 jours, et une très forte probabilité d'avoir une taille à l'arrivée en rivière inférieure ou égale à 18 mm.

Pour la suite des analyses, nous proposons d'attribuer un nom d'espèces aux post-larves du genre Eleotris selon un critère de taille : *E. klunzingerii* pour les individus de LT strictement supérieure à 18 mm et *E. acanthopoma* pour les individus de LT inférieure ou égale à 18 mm. Cette hypothèse permet une analyse séparée des traits d'histoire de vie (DVL) et des signaux d'arrivées pour les deux espèces ou groupes d'espèces.

Nota : cette attribution d'un nom d'espèce par rapport à la taille ne vaut que pour les stades post-larvaires, non pigmentés.

3.1.15.3 *E. acanthopoma*

Au total, 208 nouveaux arrivants d'*E. acanthopoma* ont été échantillonnés après réattribution du nom d'espèce à partir de la taille. La Figure 98, présente la distribution des tailles des nouveaux arrivants (NWA) d'*E. acanthopoma* au cours de l'année. Le mois de mars présente une forte variabilité de tailles (comparable à ce qu'on observe chez *C. acutipinnis* ou *S. lagocephalus*). Les individus présentent une taille de plus en plus petite au cours de la saison fraîche (classe de taille centrée sur 18 mm en mai et sur 14 mm en août) et à l'inverse la taille augmente au cours de la saison chaude. Le mois d'avril présente une distribution bimodale, ce qui peut évoquer le croisement de deux cohortes sur ce mois, comparable à ce qu'on peut observer chez les Gobiidae.



Figure 96 : *E. acanthopoma* au stade de Nouvel arrivant (PL) fixé dans l'alcool avant extraction d'otolithe et analyse génétique.



Figure 97 : *Eleotris* au stade Adulte

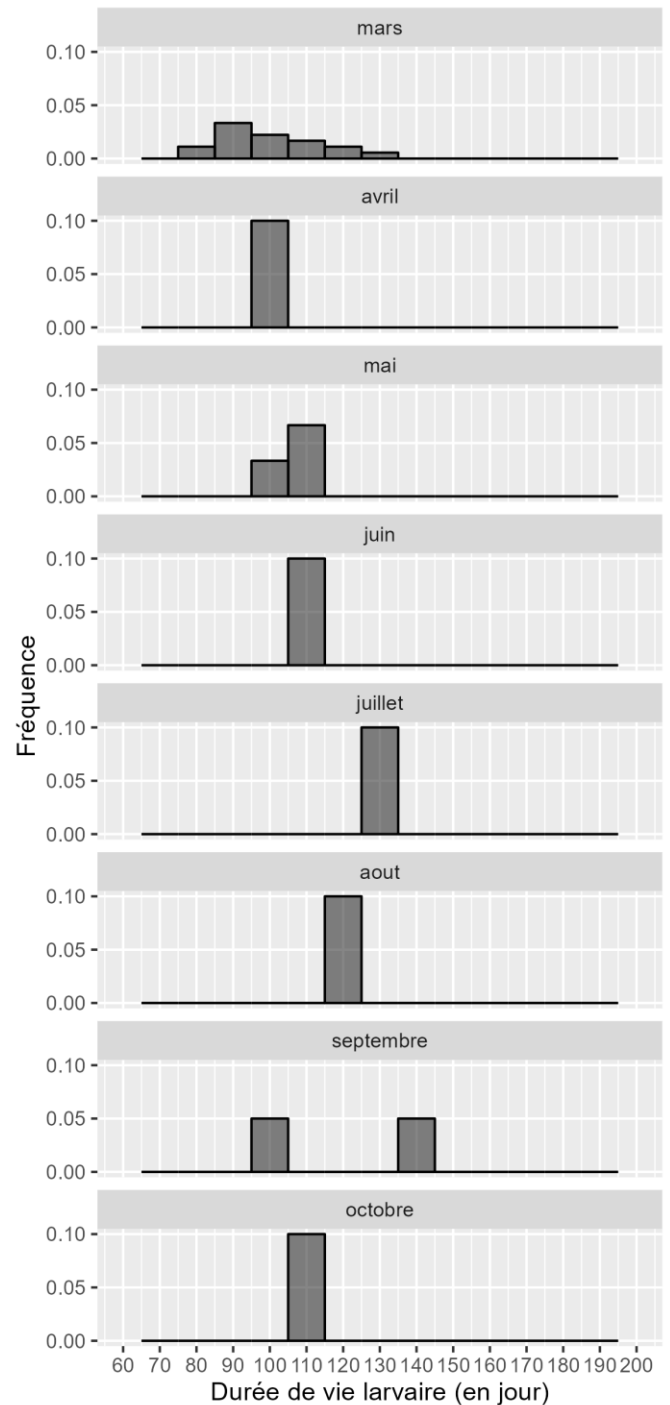


Figure 98 : Distribution des tailles de Nouveaux Arrivants d'*E. acanthopoma* durant les mois de l'année.

La Figure 100, présente la distribution des durées de vie larvaires de nouveaux arrivants (NWA) d'*E. acanthopoma* au cours de l'année (après réattribution du nom d'espèce à partir de la taille). Au total, 28 individus ont fait l'objet d'analyse de la durée de vie larvaire.

Les durées de vie larvaire en mer (DVL) des *E. acanthopoma* ont été étudiées sur 8 mois de l'année.

Il n'est pas mis en évidence de variabilité de la DVL au cours de l'année. Cependant le mois de mars présente une forte variabilité confirmant l'analyse des classes de tailles et le croisement potentiel de plusieurs cohortes sur cette période. Le reste de l'année les DVL sont relativement stables comprises entre 100 et 140 jours.

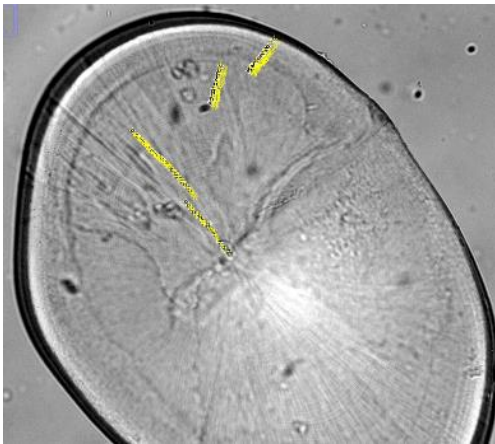


Figure 99 : Comptage d'un otolithe d'*E. acanthopoma* au stade de nouvel arrivant.

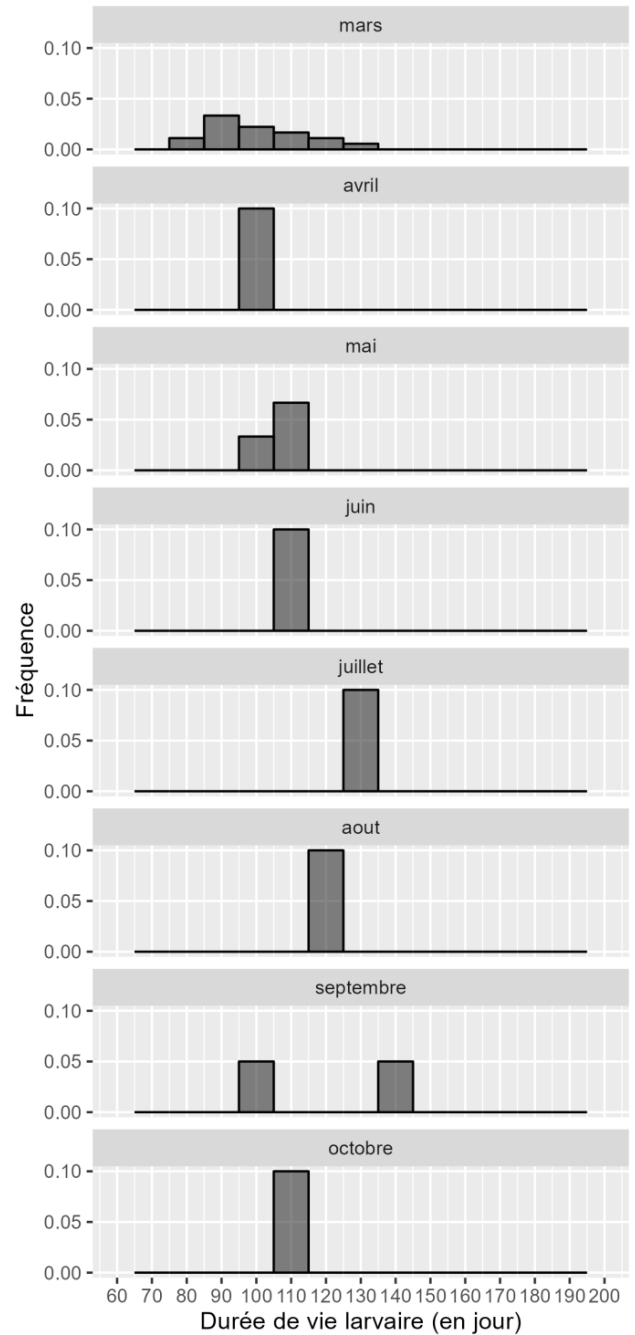


Figure 100 : Distribution des durées de vie larvaire (DVL) des nouveaux arrivants d'*E. acanthopoma*.

La Figure 101 présente le cumul des ratios d'abondance de nouveaux arrivants d'*E. acanthopoma* (après réattribution du nom de l'espèce à partir de la taille) observés sur les rivières des Marsouins, des Roches, du Mât et Saint-Etienne de janvier 2021 à décembre 2023 (Les valeurs de ratio d'abondance sont présentées uniquement pour les rivières où l'espèce est fréquemment observée durant le suivi).

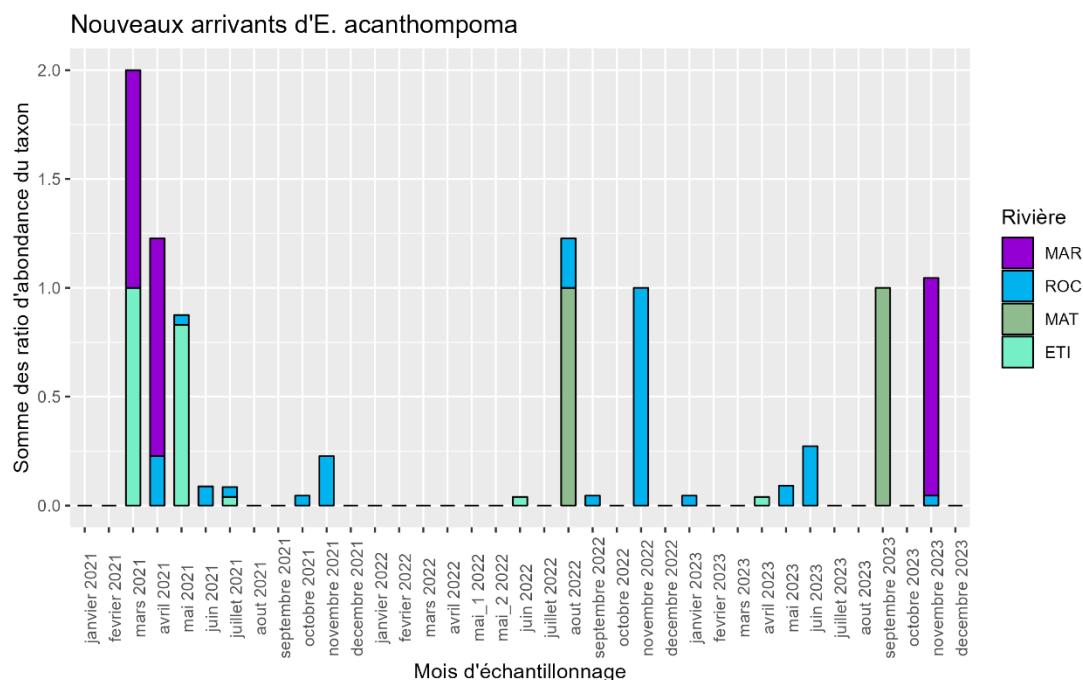
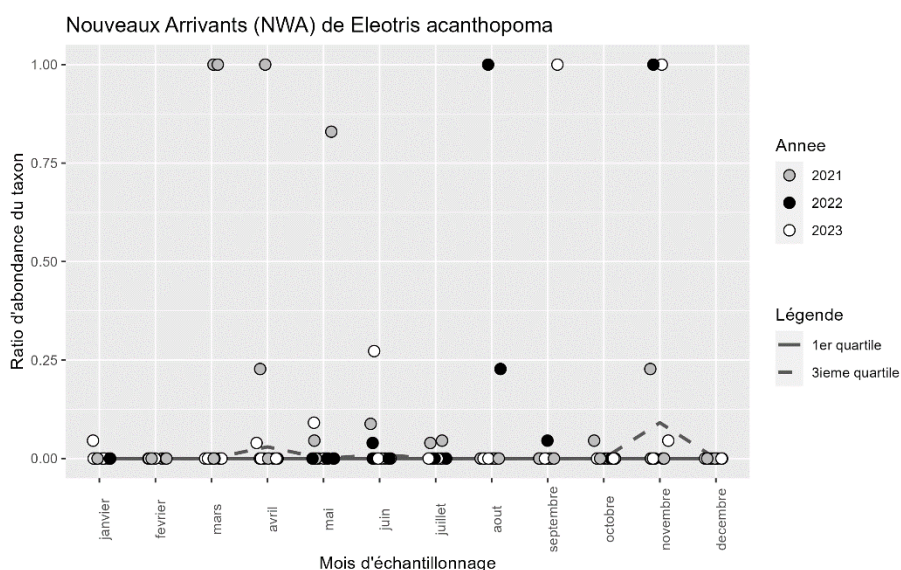


Figure 101 : Somme des ratios d'abondance de nouveaux arrivants d'*E. acanthopoma* (post-larves) de janvier 2021 à décembre 2023 sur la rivière des Marsouins (MAR), des Roches (ROC), du Mât (MAT) et Saint-Etienne (ETI).

En 2021, les principaux signaux d'arrivée ont été observés entre les mois de mars à mai en 2021 (fin de saison chaude). A l'inverse, en 2022 et 2023, les principaux signaux sont observés en août, septembre ou novembre. Ainsi sur l'ensemble du suivi, des arrivées sont observées de mars à novembre, mais avec une forte variabilité.

Figure 102 : Evolution mensuelle des valeurs des ratios d'abondances de nouveaux arrivants d'*E. acanthopoma* observées sur la rivière des Roches, des Marsouins, du Mât et Saint-Etienne en 2021, 2022 et 2023.



Même s'il est difficile de mettre en évidence une fenêtre préférentielle d'arrivée pour les *E. acanthopoma* compte tenu du faible nombre d'individus la Figure 102 montre une période favorable de mars à avril et puis au mois de novembre sur les 4 rivières confondues.

En résumé, pour d'*Eleotris acanthopoma* :

- Les tailles d'arrivées en rivière sont comprises entre 13 et 18 mm ;
- Les durées de vie larvaire en mer sont comprises entre 80 et 140 jours ;
- Pas de période préférentielle d'arrivée mise en évidence mais des arrivées plus importantes en avril et novembre.

3.1.15.4 *E. klunzingerii*

Au total, 576 nouveaux arrivants d'*E. klunzingerii* ont été échantillonnés après réattribution du nom de l'espèce à partir de la taille d'arrivée en rivière. La Figure 98 présente la distribution des tailles des nouveaux arrivants (NWA) d'*E. klunzingerii* au cours de l'année. Les individus présentent une plus petite taille en saison fraîche (avec des classes de taille centrées sur 20 mm) et, à l'inverse, durant la saison chaude, les individus sont plus grands (novembre à février avec une taille centrée sur 23 mm). Les mois de février et mars présentent une distribution bimodale, ce qui peut évoquer le croisement de deux cohortes sur ces mois, comparable à ce que l'on peut observer chez les Gobiidae. La distribution des tailles d'arrivée est comparable à celles observées chez *S. lagocephalus* et *C. acutipinnis* (Teichert, 2012).



Figure 103 : *E. klunzingerii* au stade de Nouvel arrivant (PL) fixé dans l'alcool avant extraction d'otolithe et analyse génétique.



Figure 104 : *Eleotris* au stade Adulte

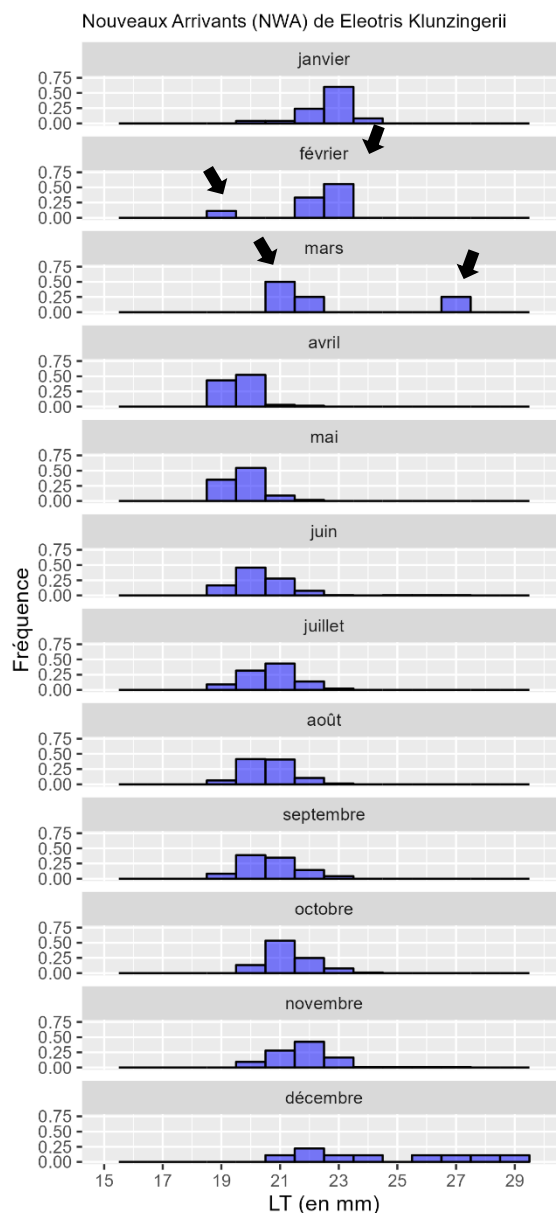


Figure 105 : Distribution des tailles de Nouveaux Arrivants d'*E. klunzingerii* durant les mois de l'année.

La Figure 100, présente la distribution des durées de vie larvaire de nouveaux arrivants (NWA) d'*E. acanthopoma* au cours de l'année (après réattribution du nom de l'espèce à partir de la taille). Au total, 170 individus ont fait l'objet d'analyse de la durée de vie larvaire.

Les durées de vie larvaire en mer (DVL) des *E. klunzingerii* ont été étudiées sur 9 mois de l'année. Plusieurs mois présentent une variabilité de DVL importante (variabilité de 60 jours pour les mois de mai, juillet, août, et septembre). Malgré cette forte variabilité, des individus plus jeunes (DVL plus faible) sont observés en avril (entre 90 et 140 jours) alors que durant les mois chaud (décembre à mars) les individus présentent une plus grande DVL (en majorité en 130 et 160 jours).

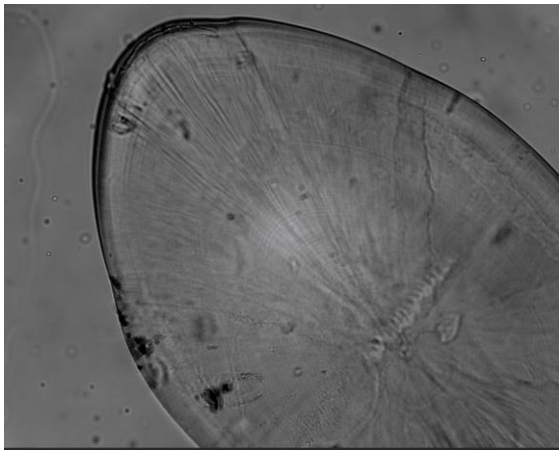


Figure 106 : Otolithe d'*E. Klunzingerii* au stade de nouvel arrivant.

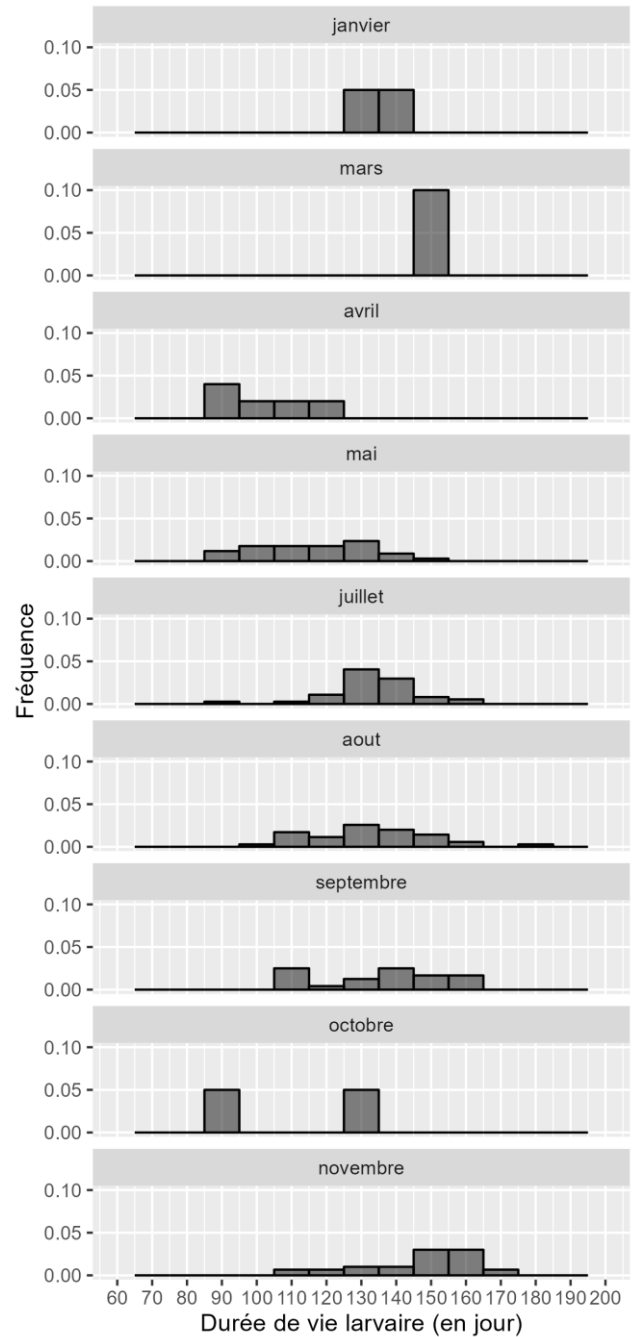


Figure 107 : Distribution des durées de vie larvaire (DVL) des nouveaux arrivants d'*E. Klunzingerii*.

La Figure 108 présente le cumul des ratios d'abondance de nouveaux arrivants d'*E. klunzingerii* (après réattribution du nom de l'espèce à partir de la taille) observés sur les rivières des Marsouins, des Roches, du Mât et Saint-Etienne de janvier 2021 à décembre 2023 (Les valeurs de ratio d'abondance sont présentées uniquement pour les rivières où l'espèce est fréquemment observée durant le suivi).

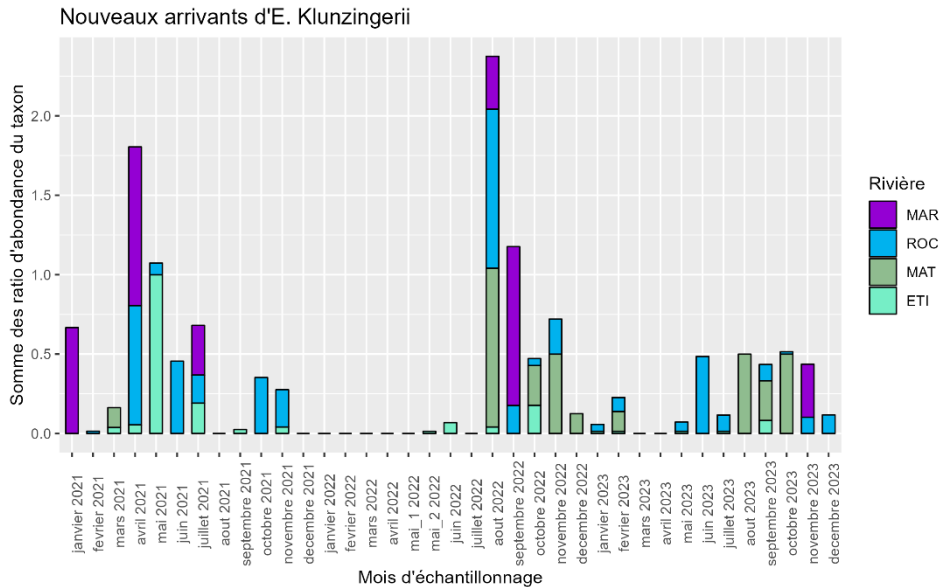


Figure 108 : Somme des ratios d'abondance de nouveaux arrivants d'*E. acanthopoma* (post-larves) de janvier 2021 à décembre 2023 sur la rivière des Marsouins (MAR), des Roches (ROC), du Mât (MAT) et Saint-Etienne (ETI).

En 2021, les principaux signaux d'arrivée ont été observés entre les mois d'avril et de juillet (fin de la saison chaude et début de la saison fraîche). En revanche, en 2022 et 2023, les principaux signaux sont observés entre août et novembre. Ainsi, sur l'ensemble du suivi, des arrivées sont observées de mars à novembre, mais avec une forte variabilité.

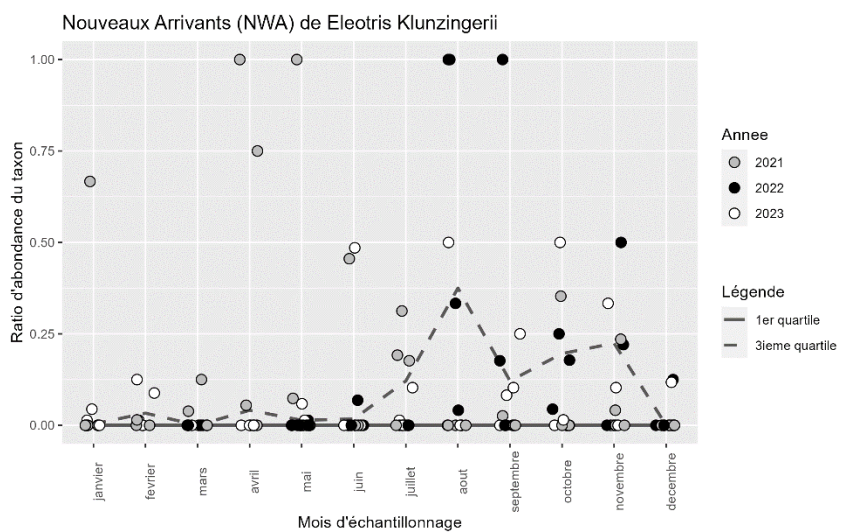


Figure 109 : Evolution mensuelle des valeurs des ratios d'abondances de nouveaux arrivants d'*E. klunzingerii* observées sur la rivière des Roches, des Marsouins, du Mât et Saint-Etienne en 2021, 2022 et 2023.

Même s'il est difficile de mettre en évidence une fenêtre préférentielle d'arrivée pour les *E. klunzingerii* la Figure 109 montre une période plus favorable de juillet à novembre sur les 4 rivières confondues. Les signaux d'arrivée des deux espèces (*E. acanthopoma* et *E. klunzingerii*) se chevauchent durant le mois de novembre, ce qui semble concentrer les arrivées des deux espèces. Les fenêtres d'arrivée de la première espèce semblent plus courtes et concentrées sur deux périodes en avril et novembre, tandis qu'*E. klunzingerii* présente des arrivées régulières entre les mois de juillet et novembre.

En résumé pour *Eleotris klunzingerii* :

- Les tailles d'arrivées en rivière sont comprises entre 18 et 30 mm ;
- Les durées de vie larvaire en mer sont comprises entre 90 et 180 jours ;
- Il a été observé une période plus favorable d'arrivée des post-larves de juillet à novembre.

3.1.16 Kuhlia

Le poisson plat (*Kuhlia sp.*) est représenté par deux espèces : *Kuhlia rupestris* et *K. sauvagii*. Ces deux espèces présentent des traits morphologiques très similaires au stade adulte et ne sont pas différenciables aux plus petites tailles observées. L'analyse des traits d'histoire de vie se fera donc au genre et non à l'espèce.

Au total, 219 *Kuhlia* ont été échantillonnés et mesurés sur l'ensemble du suivi. Les tailles minimales et maximales observées sont respectivement de 17 et 290 mm pour une taille moyenne de 141 mm.

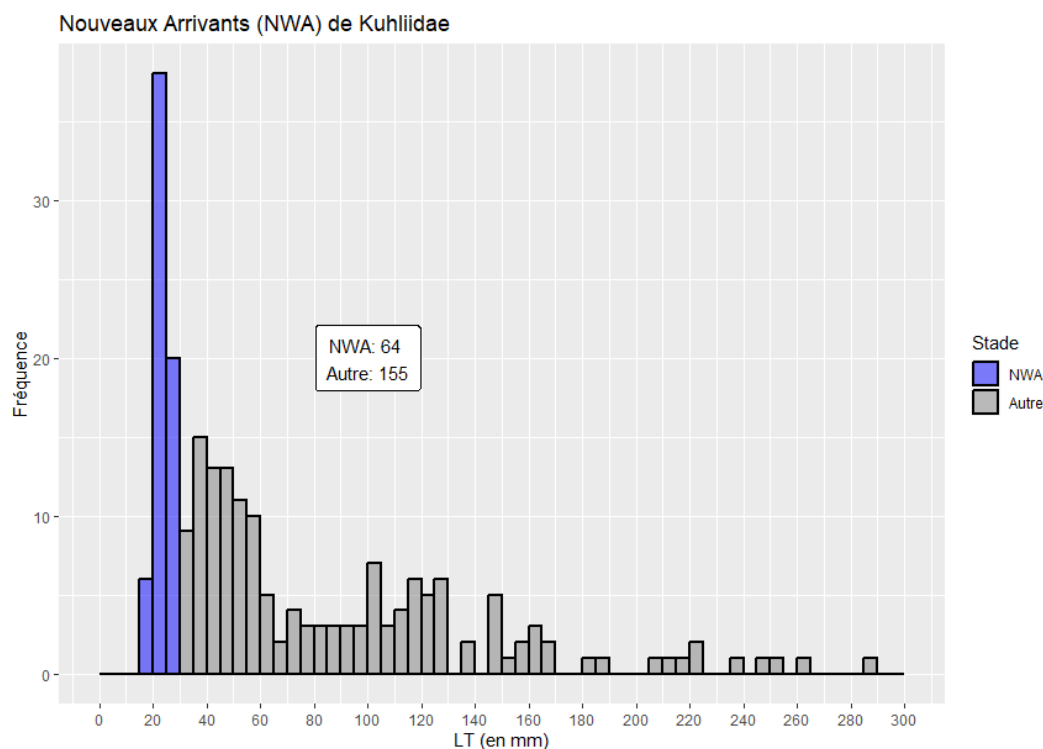


Figure 110 : Distribution des tailles des individus de *Kuhlia* mesurés depuis le début du suivi sur les 6 rivières.

Il n'existe pas de changement morphologique similaire à une métamorphose chez le poisson plat lors de l'arrivée en eau douce. Les critères de distinction sont exclusivement basés sur la longueur à la fourche des individus.

La distribution des tailles met en évidence un « pic » correspondant aux individus ayant une taille inférieure ou égale à 30 mm. Ce « pic » décrit les plus petites tailles observées en rivière : ces individus sont catégorisés comme nouveaux arrivants. Etant donné le manque de connaissances sur la taille de maturité sexuelle de ce genre et qu'elle peut différer selon les espèces, seule la distinction du stade Nouvel arrivant a été effectuée.

Critères de distinction du stade de développement pour *Kuhlia*

- Nouveaux arrivants : $LT \leq 30$ mm
- Autre : $LT > 30$ mm

La Figure 113, présente la distribution des tailles de *Kuhlia sp.* au cours de l'année.



Figure 111 : *Kuhlia* au stade de *Nouvel arrivant*.

Les nouveaux arrivants sont observés de janvier à juin.

Avec cependant un nombre d'observation faible, il semblerait que les nouveaux arrivants du mois de janvier soient plus grands (entre 25 et 30 mm) que ceux observés en avril, mai et juin (20 et 25mm).



Figure 112 : *Kuhlia rupestris* installé en rivière

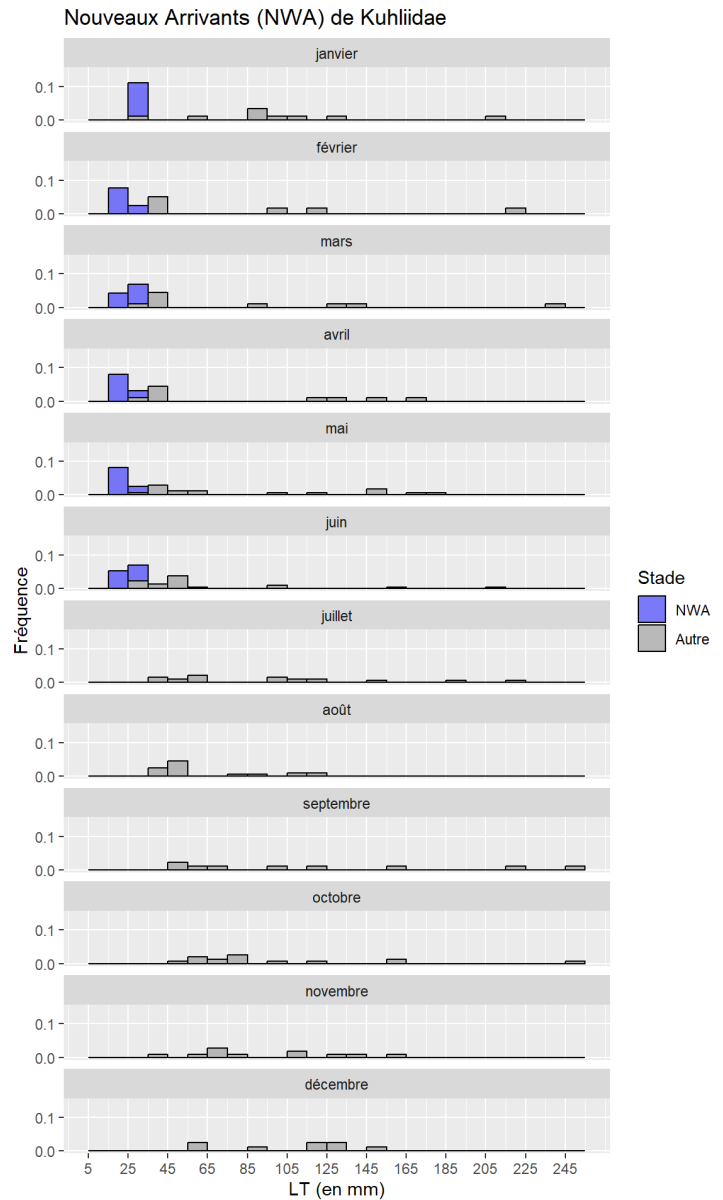


Figure 113 : Distribution des tailles de Nouveaux Arrivants et des individus d'autres stades de *Kuhlia sp.* pour les mois de janvier à décembre

Durée de vie larvaire de Nouveaux Arrivants (NWA) de *Kuhlia* sp.

La

Figure 114 présente la distribution des durées de vie larvaire en mer (DVL) de 30 individus de *Kuhlia* sp. au stade Nouvel Arrivant.

La distribution des durées de vie larvaire s'étend de 30 à 39 jours, pour une durée de vie moyenne de 34 jours. La durée de vie larvaire (et sa variabilité) de cette espèce est bien plus courte que celles décrites pour les précédentes espèces.

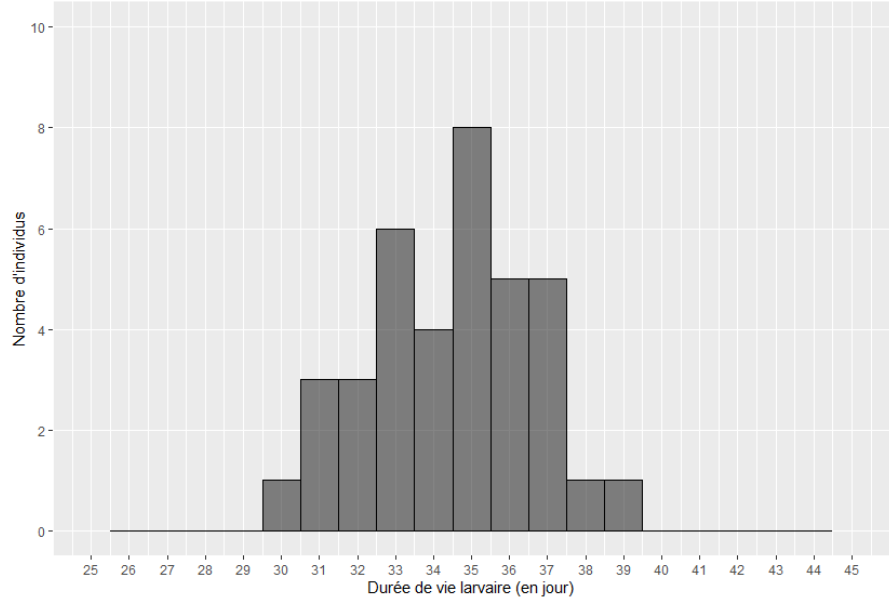


Figure 114 : Distribution des durées de vie larvaire (DVL) de *Kuhlia* (n=30)

La Figure 115 présente le cumul des ratios d'abondance de nouveaux arrivants de *Kuhlia* observés sur 4 rivières du suivi de Janvier 2021 à décembre 2023 (Les valeurs de ratio d'abondance sont présentées uniquement pour les rivières où l'espèce est fréquemment observée durant le suivi).

Nouveaux Arrivants (NWA) d' *Kuhlia*

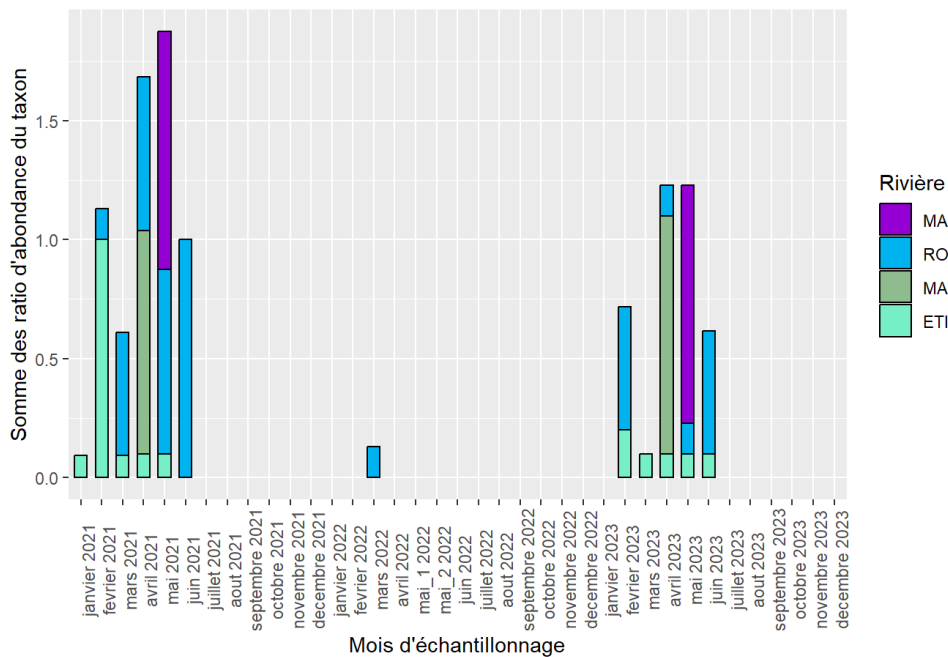


Figure 115 : Somme des ratios d'abondance de nouveaux arrivants de *Kuhlia* (post-larves) de janvier 2021 à décembre 2023 sur la rivière des Marsouins (MAR), des Roches (ROC), du Mât (MAT) et Saint-Etienne (ETI).

Seules les rivières des Roches et Saint-Etienne présentent des signaux d'arrivées de *Kuhlia* lors de plusieurs lunaisons, de janvier 2021 à juin 2021, puis de février 2023 à avril 2023. En 2022, quasi aucun signal d'arrivée n'a été observé. Les signaux d'arrivées sont moins fréquents sur la rivière du Mât et des Marsouins (une seule lunaison en 2021 et en 2022).

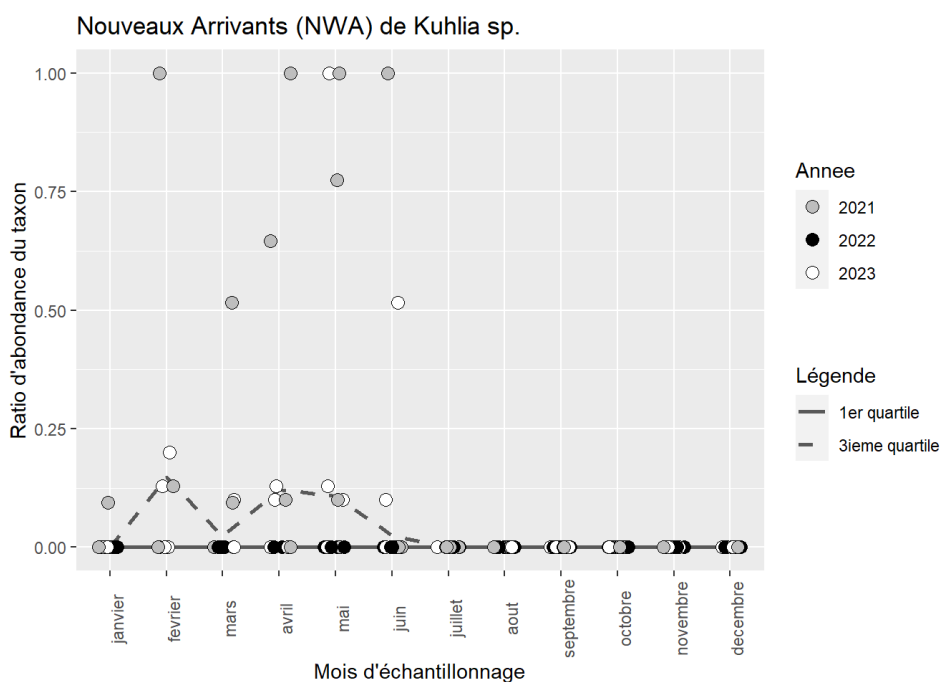


Figure 116 : Evolution mensuelle des valeurs des ratios d'abondances de nouveaux arrivants de *Kuhlia* observées sur la rivière des Roches, des Marsouins, du Mât et Saint-Etienne en 2021, 2022 et 2023.

La quasi-totalité des observations de nouveaux arrivants a été effectuée durant les mois de février à juin, à la fois en 2021 et en 2023. Même si l'intensité des signaux d'arrivée varie sur ces mois, ils concentrent l'ensemble des observations de nouveaux arrivants, ce qui indique cette période comme étant préférentielle pour l'arrivée de cette espèce.

En résumé pour les poissons plats *Kuhlia* sp. :

- La taille d'arrivée en rivière est comprise entre 20 et 30 mm ;
- Les durées de vie larvaire en mer sont comprises entre 30 et 39 jours ;
- Les observations mettent en évidence des arrivées de jeunes individus en rivière de février à juin ;
- Compte tenu de DVL stables (34 jours en moyenne) et des signaux d'arrivée on peut établir une période de reproduction préférentielle pendant les mois de janvier à mai.

3.1.16.1 *Agonostomus telfairii*

Le Chitte, *Agonostomus telfairii* est un mulot d'eau douce, il est relativement peu fréquent dans les échantillonnages puisque seulement 18 individus ont été capturés et mesurés. Les tailles minimales et maximales observées sont respectivement de 28 et 68 mm pour une taille moyenne de 41 mm.

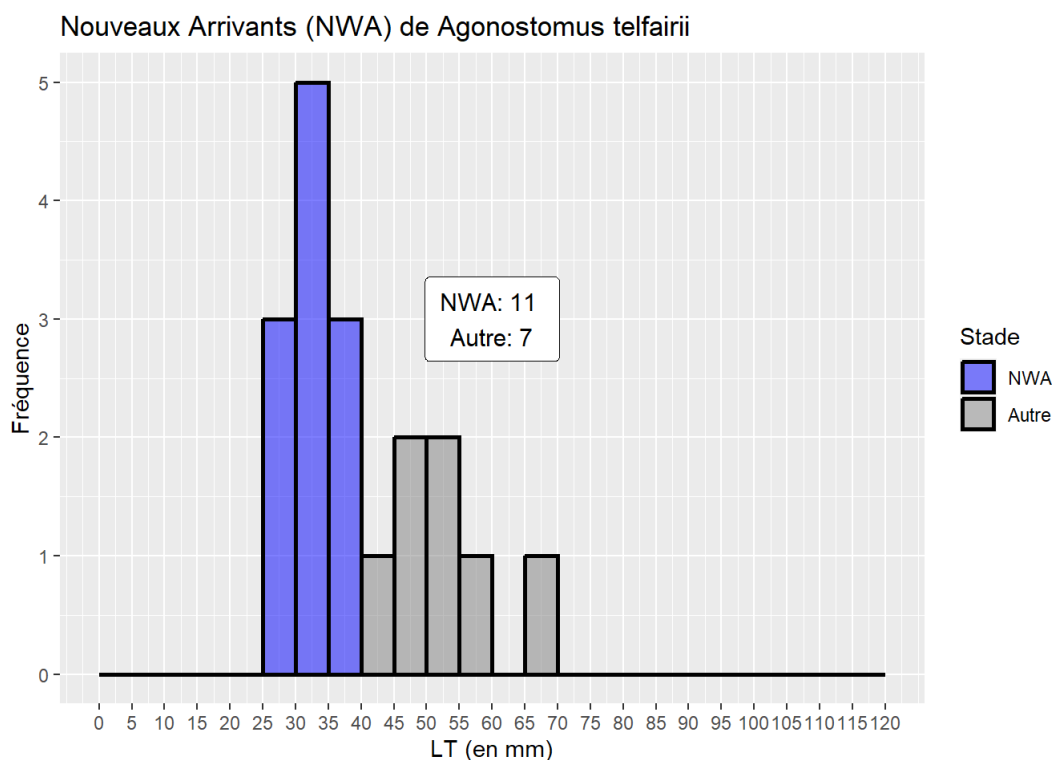


Figure 117 : Distribution des tailles des individus d'*Agonostomus telfairii* mesurés depuis le début du suivi sur les 6 rivières.

Il n'existe pas changement morphologique, similaire à une métamorphose chez le Chitte. Les critères de distinction de taille sont basés sur la longueur à la fourche des individus.

La distribution des tailles met en évidence un « pic » de distribution correspondant aux individus ayant une taille inférieure ou égale à 40 mm. Ce « pic » décrit les plus petites tailles observées en rivière : ces individus sont catégorisés comme nouveaux arrivants.

La taille de maturité du Chitte n'est pas connue. On note que la taille maximale de capture est de 68 mm, il est donc peu probable que des individus matures soient présents dans les échantillonnages.

Etant donné le manque de connaissances sur la taille de maturité sexuelle de cette espèce seule la distinction du stade Nouvel arrivant a été effectuée.

Critères de distinction du stade de développement pour *Agonostomus telfairii*

- Nouveaux arrivants : $LT \leq 40$ mm
- Autre : $LT \geq 40$ mm

La Figure 120, présente la distribution des tailles d'*A. telfairii* échantillonnés durant les différents mois de l'année.



Figure 118 : *A. telfairii* au stade de Nouvel arrivant

On observe des nouveaux arrivants au cours des mois de février à mai et en septembre. Le nombre d'observation est faible, et ne permet pas de mettre en évidence de variabilité temporelle de taille à l'arrivée.



Figure 119 : *A. telfairii* au stade Juvénile.

Le faible effectif de nouveaux arrivants ne permet pas d'identifier une période préférentielle d'arrivée en rivière pour cette espèce, mais avec cependant une plus forte occurrence des observations de février à mai.

Des nouveaux arrivants ont été observés sur 3 rivières (Roches, Marsouins et Saint-Etienne).

Parmi les 11 individus de nouveaux arrivants, 7 ont été analysés pour étude de la DVL. Ces individus proviennent de la rivière Saint-Etienne et ont été observés lors des lunes de mars et avril 2023 (principaux signaux d'arrivées). La durée de vie larvaire est comprise entre 46 et 56 jours, avec une valeur médiane de 51 jours.

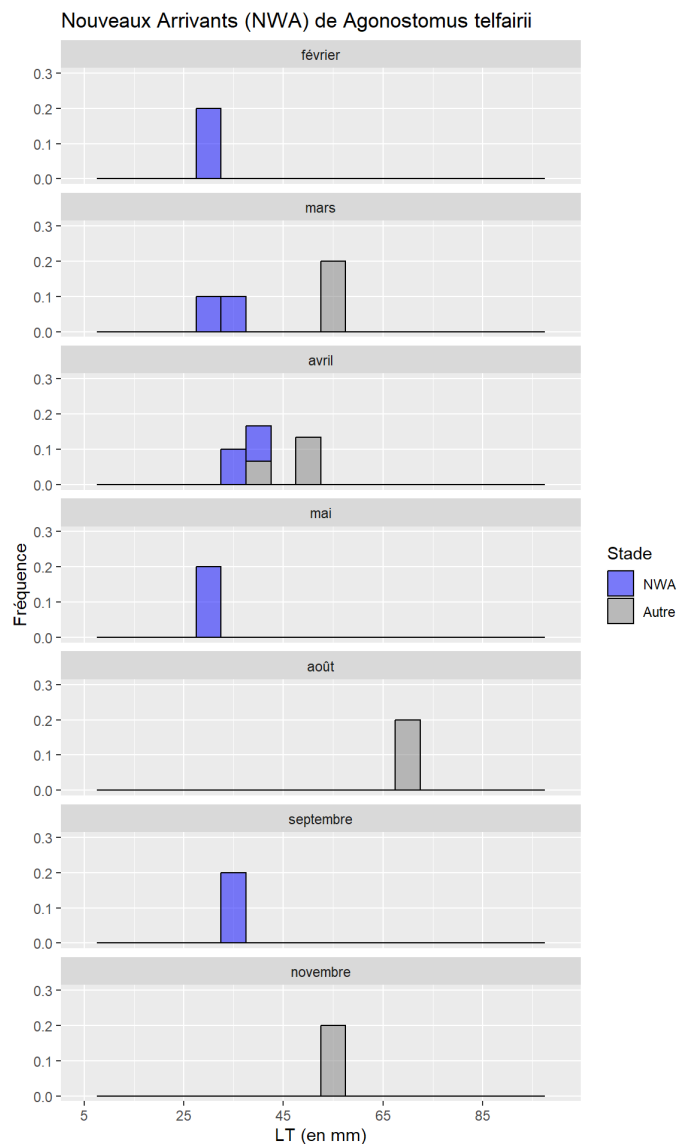


Figure 120 : Distribution des tailles de d'*Agonostomus telfairii* de Nouveaux Arrivants et des autres individus pour les mois d'observation.

3.1.17 *Microphis* sp.

Le genre *Microphis* appartient à la famille des hippocampes et regroupe plusieurs espèces dont à minima trois sont présentes à La Réunion. Leurs traits morphologiques sont similaires et les espèces sont difficilement différenciables sur le terrain. L'analyse des traits d'histoire de vie se fera donc au genre et non à l'espèce.

Au total, 275 individus ont été capturés et 234 mesurés sur l'ensemble du suivi. Les tailles minimales et maximales observées sont respectivement de 80 et 170 mm pour une taille médiane de 94,7 mm.

Afin de pouvoir approfondir les traits d'histoire de vie de cette espèce, les données d'observation de *Microphis* issues des stations de la présente étude, ont été compilées avec d'autres données issues d'autres études sur la même station (rivière des Roches, $n = 44$). Ces données permettent d'étudier la distribution des tailles avec la présence d'individus matures : mâles présentant des caractères de maturité (présence du canal d'accueil des œufs).



Figure 121 : Individus de *Microphis* avec un canal d'accueil des œufs (en haut) ; deux individus ovigères avec des stades de maturités différents observés lors de la lune de novembre 2023 (en bas).

Microphis

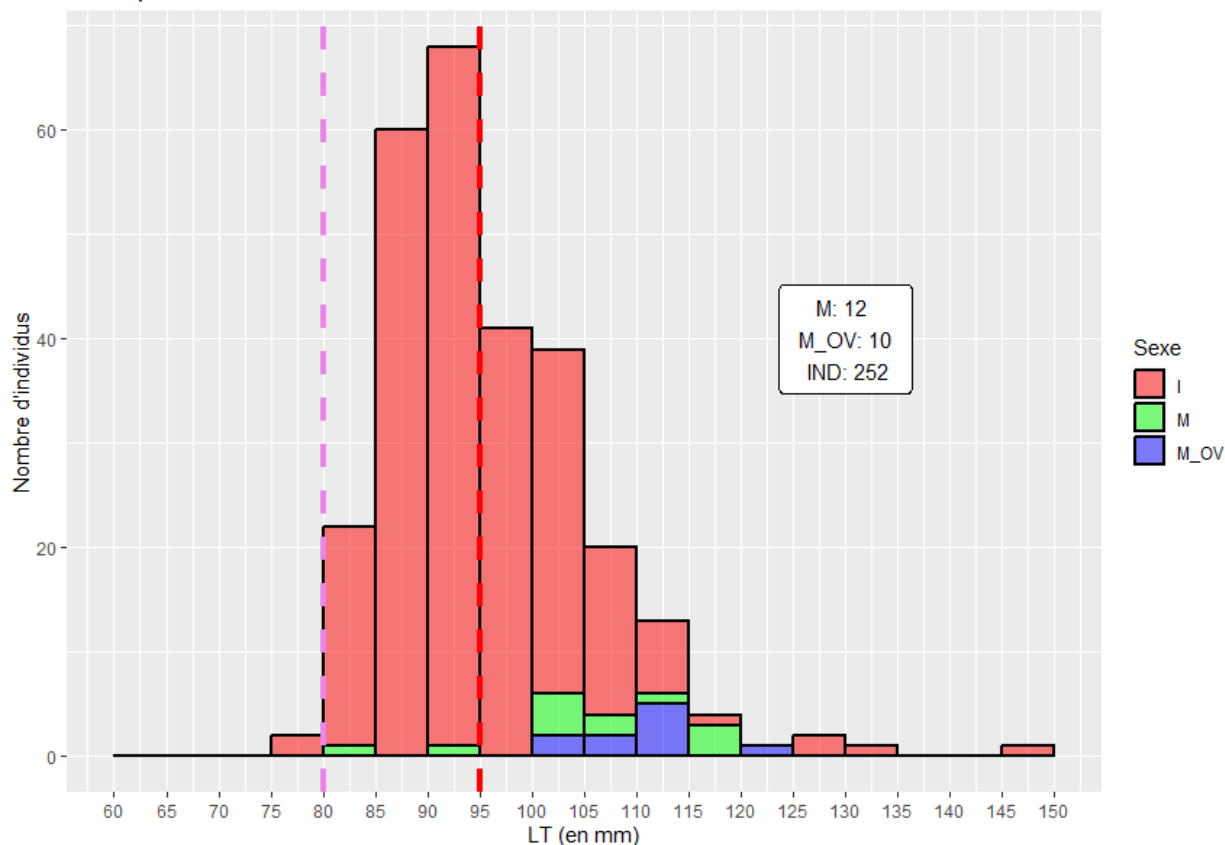


Figure 122 : Distribution des classes de tailles de *Microphis* selon leur sexe (M = Mâle ; M_OV = Mâle ovigère, IND = individu indéterminé)..

Les plus petits mâles observés mesurent 81 mm et font partie des individus les plus petits échantillonnés en rivière. Le plus petit mâle ovigère mesure 101 mm. En considérant que les individus possédant un canal sont matures, il est probable que la quasi-totalité des individus échantillonnés aient atteint la taille minimale de maturité sexuelle. Cette observation rend ce genre unique par rapport à ceux décrits précédemment. En effet, il semble que les *Microphis* arrivent en rivière dès qu'ils atteignent la maturité pour s'y reproduire. Les mâles ovigères ont été observés entre septembre et novembre sur la rivière des Roches. Malgré l'observation d'individus avec des œufs à différents stades de maturité, aucun juvénile n'a été observé, ce qui suggère une dévalaison des larves ou des mâles ovigères vers la mer. Les juvéniles atteignent un certain stade de développement, proche de la maturité, avant de retourner coloniser la rivière pour vivre et se reproduire (taille minimale observée en rivière : 78 mm).

Malgré ces premières observations, il est très difficile d'établir un critère distinctif permettant de séparer les nouveaux arrivants des autres stades pour ce taxon. Le genre *Microphis* est donc décrit séparément des autres taxons. Il est exclu des analyses de richesse et d'abondance au stade de Nouvel arrivant.

La Figure 124, présente la distribution des tailles des *Microphis* échantillonnés durant les différents mois de l'année. La distribution de taille ne montre pas de dynamique particulière, ce qui confirme que les individus de *Microphis* arrivent en rivière avec une taille minimale proche de 80 mm et déjà à un stade de développement avancé. Ensuite, ils restent en rivière pour se reproduire et pondre, ou bien effectuent des allers-retours entre la rivière et l'océan pour pondre.

On remarque que parmi les 275 individus échantillonnés, 269 ont été prélevés soit dans la rivière des Roches (257 individus), soit dans la rivière des Marsouins (12 individus). Les *Microphis* semblent être particulièrement associés aux cours aval de ces deux rivières.



Figure 123 : Individus de *Microphis* (LT < 95 mm).

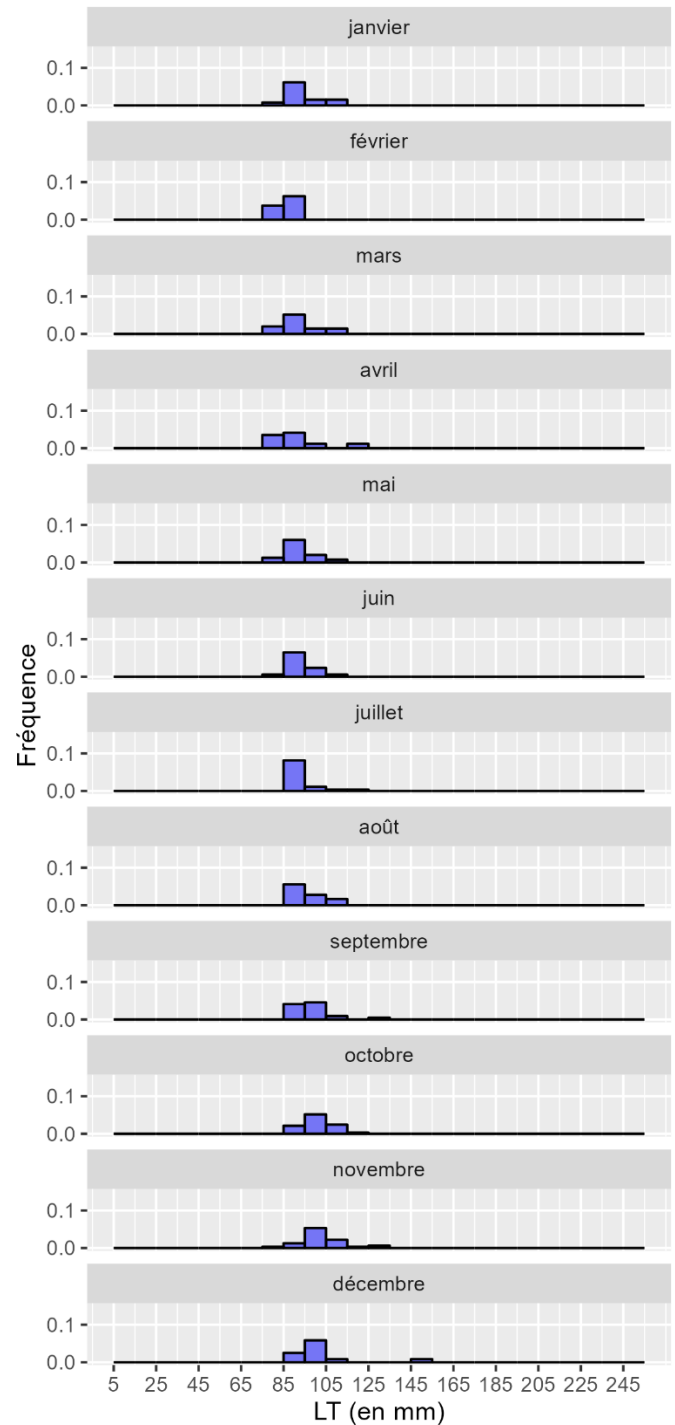


Figure 124 : Distribution des tailles de *Microphis* pour les mois d'observation.

Tableau 6 : Synthèse des critères de distinction des stades pour l'ensemble des taxons

Taxon			Critères de distinction des stades		
Crustacés					
Famille	Genre	Taxon	Stade Adulte (A)	Stade Juvenile (J)	Nouveaux arrivants (NWA)
Atyidae	Atyoida	<i>Atyoida serrata</i>	LT≥32 mm	8 mm <LT<32 mm	LT≤8 mm
	Caridina	<i>Caridina serratirostris</i>	Femelle ovigère LT≥14 mm	8 mm<LT<14 mm	
		<i>Caridina typus</i>	N.R	N.R	LT≤9 mm
Palaemonidae	Macrobrachium	<i>Macrobrachium australe</i>	Femelle ovigère ou LT≥42 mm	25mm <LT<42 mm	LT≤25 mm
		<i>Macrobrachium lar</i>	N.R*	N.R	
		<i>Macrobrachium lepidactylus</i>	N.R	N.R	
Grapsidae	Varuna	<i>Varuna litterata</i>	N.R	N.R	Stade Mégalope
Poissons					
Anguillidae	Anguilla	<i>Anguilla marmorata</i>	Anguille au stade argenté	Anguille pigmentée et identifiable	Civelle (anguille transparente et identifiable en laboratoire).
		<i>Anguilla mossambica</i>		Anguille pigmentée (dorsale courte)	
		<i>Anguilla bicolor bicolor</i>		Anguilllette pigmentée (LT<180 mm)	
		<i>Anguilla sp.</i>	N.R		
Gobiidae	Sicyopterus	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	LT≥45 mm	Stade J et LT< 45mm	Stade post-larve (PL1 ou PL2)
	Cotylopus	<i>Cotylopus acutipinnis</i>	LT≥38 mm	Stade J et LT< 38mm	Stade post-larve (PL1 ou PL2)
	Awaous	<i>Awaous commersoni</i>	LT≥75 mm	Stade J et LT<75 mm	Stade post-larve (translucide)
	Stenogobius	<i>Stenogobius genivittatus</i>	N.R		
Eleotridae	Eleotris	<i>Eleotris acanthopoma</i>	N.R	N.R	
		<i>Eleotris fusca</i>			
		<i>Eleotris klunzingerii</i>			
		<i>Eleotris valadei</i>			
Kuhliidae	Kuhlia	<i>Kuhlia rupestris</i>	N.R	N.R	LT ≤30mm
		<i>Kuhlia sauvagii</i>			
Mugilidae	Agonostomus	<i>Agonostomus telfairii</i>	N.R	N.R	LT ≤40 mm
Syngnathidae	Microphis	<i>Microphis argulus</i>	N.R	N.R	
		<i>Microphis brachyurus</i>			
Ophichthidae	Yirrkala	<i>Yirrkala tenuis</i>	N.R	N.R	N.R

3.2 Caractérisation des fluctuations spatio-temporelles

3.2.1 Généralités

Sur l'ensemble du suivi (ensemble des inventaires), 29 taxons de poissons ou de crustacés décapodes ont été capturés. Parmi eux, 25 sont indigènes (espèces migratrices amphihalines) et 4 sont exotiques (2 taxons de poissons et 2 taxons de crustacés).

Au total, 10 taxons de crustacés dont 8 indigènes et 2 exotiques (*Neocaridina davidii* et *Ptychognathus hachijyoensis*) ont été échantillonnés. De janvier 2021 à décembre 2023, le nombre total de crustacés capturés est de 36 212 individus. Les deux taxons les plus abondants sont la chevaquine, *A. serrata* (17 786 individus) et la chevrette, *M. australe* (12 942 individus). La richesse taxonomique est identique entre 2021 et 2022 avec 7 taxons. En 2023, on observe une richesse plus forte avec (i) la capture d'un individu de crevette Charmante (*Palaemon concinnus*). Cette espèce est présente uniquement très en aval (eau saumâtre) de certaines rivières (Marsouins, Sainte-Suzanne par exemple) et (ii) la capture du crabe *Ptychognathus hachijyoensis* qui présente un statut exotique à La Réunion (Tableau 7).

La richesse totale observée en poissons indigènes au cours du suivi est de 19 taxons dont 17 indigènes et 2 exotiques (le tilapia *Oreochromis sp.* et le guppy *Poecilia reticulata*). De janvier 2021 à décembre 2023, le nombre total de poissons capturés est de 16 005 individus. Le taxon largement dominant est *S. lagocephalus* (Cabot bouche ronde) avec 7 190 individus. La richesse est légèrement plus faible en 2022, principalement en raison de l'absence : de taxons difficiles à identifier (*E. valadei par exemple*) ou de taxons inféodés aux zones de battant des lames (*Yirrkala tenuis par exemple*). Lorsqu'ils sont présents, ces taxons ont de très faibles abondances. En revanche, l'abondance totale en 2022 est près de deux fois plus élevée qu'en 2021 (7 584 individus en 2022 contre 4 670 individus en 2021). Cette augmentation est en partie due à l'augmentation de l'abondance de *S. lagocephalus* aux stades adultes et juvéniles (près de 2 fois plus abondants en 2022, Tableau 7). En 2023, l'abondance totale est similaire à celle observée en 2021.

Tableau 7 : Abondances brutes par stade et par année des taxons de poissons et crustacés échantillonnés sur la totalité du suivi de 2021 à 2023.

Taxon	2021				2022				2023							
	A	IND	J	NWA	A	IND	J	NWA	A	IND	J	NWA				
Crustacé	Abondance totale crustacés				12 914				6 172							
			2069	7199	1		1748	4968			530	1272				
	455	5	954	267	118		263	1900	182	70	279	260				
		32		8	15	53		9		127		137				
	1297	341	1854	2434	998		1882	933	887	70	959	1287				
		77		39		2				3		12				
		5		1		2		8		7		49				
			11													
	8		2													
									1							
										1						
		64		4		14				25		8				
	Richesse crustacés indigènes tous stades				7				9							
Poisson	Abondance totale poissons				4 928				7 528				3 549			
		5		5				1		2		5				
							5									
	1				4			2				1				
			168	69			226	9			297	36				
				18				16				18				
	14	3	278	103			271	46			121	15				
	19		67	225	18		395	315	19		108	162				
	37		218	444	42		329	457	22		109	249				
	34	1	10		120		2		74		3					
	1				2											
	39	5	6		88		3		220		4					
		576		388		783		378		245		149				
	1															
		14				22	1	1		55		4				
		5				5				3						
		23		45		4	1			16		14				
	6				28				2							
	22	1	1		42				9							
	25	3	26		56				32	6	6					
					7						1					
			1	2												
		9				1				3						
	769	1	816	332	1004		2165	608	515		399	581				
		55		45		69		3		43		4				
	1															
	Richesse poissons indigènes tous stades				17				17				14			

3.2.2 Fluctuation spatiale et temporelle en nouveaux arrivants

3.2.2.1 Généralités

Compte tenu des difficultés à distinguer certaines espèces, il est proposé dans le Tableau 8, un niveau d'identification permettant de fiabiliser les résultats et de s'assurer, dans le temps, de la fiabilité du niveau de description proposé au stade de nouvel arrivant. Par exemple, chez les poissons, les captures de civelles seront analysées au niveau du genre *Anguilla*. Ceci permettra de s'affranchir du biais lié aux efforts d'identification en laboratoire qui n'est pas constant (réduction du nombre d'individus sacrifiés à partir de 2022). Pour les genres *Eleotris* et *Kuhlia*, toutes les captures ont été regroupées au niveau genre (distinction complexe de l'espèce). Le tableau est établi à partir des données collectées sur les stations ayant à minima de 20 EPA afin de pouvoir comparer les abondances entre les années.

Ainsi, au stade de nouveaux arrivants, la richesse maximale en crustacés est de 7 et la richesse maximale en poissons est de 8 (Tableau 8), pour un total de 15 taxons d'espèces amphihalines observées au stade nouvel arrivant.

L'abondance globale en nouveaux arrivants de crustacés diminue entre 2021 et 2023 en grande partie portée par la diminution de l'abondance en *A. serrata*. La richesse est plus faible en 2022 avec l'absence de *M. lar* et de *V. litterata*.

La richesse taxonomique en poisson est stable sur les 3 années avec 8 taxons. Les abondances en nouveaux arrivants diminuent en 2023.

Tableau 8 : Abondance brute et richesse en nouveaux arrivants de poissons et de crustacés amphihalins par année de suivi

	2021 (1 725 EPA)	2022 (2 041 EPA)	2023 (1 756 EPA)	Total suivi
Crustacés				
<i>Atyoida serrata</i>	7199	4968	1272	13439
<i>Caridina serratirostris</i>	267	1900	260	2427
<i>Caridina typus</i>	8	9	137	154
<i>Macrobrachium australe</i>	2434	933	1287	4654
<i>Macrobrachium lar</i>	39		12	51
<i>Macrobrachium lepidactylus</i>	1	8	49	58
<i>Varuna litterata</i>	4		8	12
Abondance crustacés	9 980	7 819	3 027	20 826
Richesse crustacés	7	5	7	7
Poissons				
<i>Agonostomus telfairii</i>	5	1	5	11
<i>Anguilla sp.</i>	190	73	70	164
<i>Awaous commersoni</i>	225	315	162	702
<i>Cotylopus acutipinnis</i>	444	457	249	1150
<i>Eleotris sp.</i>	388	378	149	915
<i>Kuhlia sp.</i>	45	1	18	64
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	332	608	581	1521
<i>Stenogobius polyzona</i>	45	3	4	52
Abondance poissons	1 676	1 836	1 238	4 750
Richesse poissons	8	8	8	8

3.2.2.2 Les macro-crustacés

3.2.2.2.1 Evolution spatiale et temporelle de la richesse en crustacés

La Figure 125, présente l'évolution de la richesse par rivière et par mois en nouveaux arrivants de crustacés. Les rivières des Marsouins et des Roches présentent les plus fortes richesses en nouveaux arrivants.

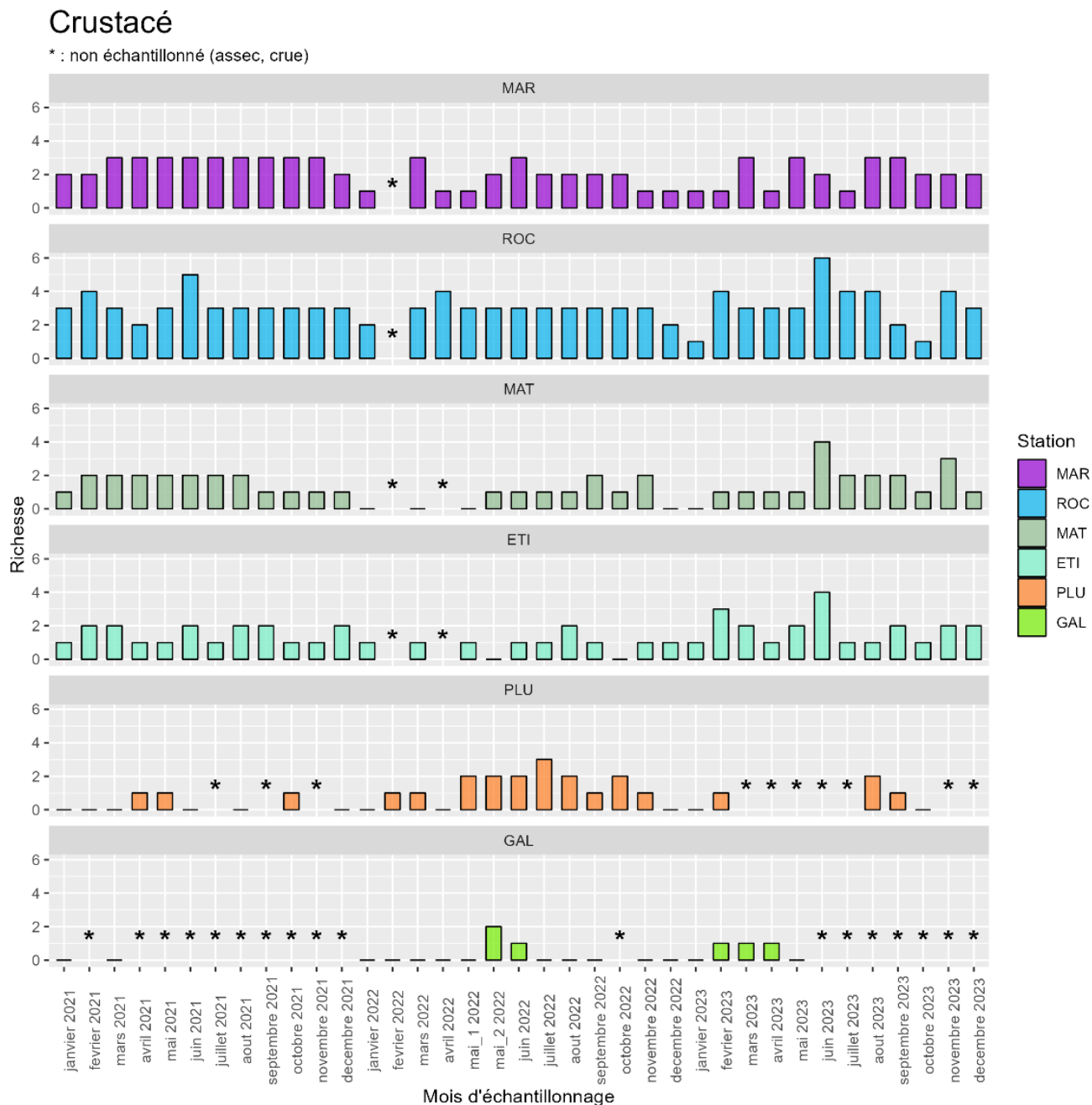


Figure 125 : Evolution des richesses en Nouveaux Arrivants de crustacés sur les 6 rivières. * lunes non échantillonnées pour cause d'assec (ou nb EPA<20) ou de crues.

Sur l'ensemble du suivi 4 taxons de crustacés ont été observés sur la rivière des Marsouins mais seulement 3 taxons au maximum ont été observés au cours d'une même campagne d'échantillonnage. Les richesses sont plus variables en 2022 et 2023 qu'en 2021 sur cette rivière. En effet en 2021, la richesse est de 3 taxons du mois de mars à novembre alors que les 2 années suivantes elle alterne entre 1 et 3 taxons.

Sur l'ensemble du suivi 7 taxons de crustacés ont été observés sur la rivière des Roches et jusqu'à 6 taxons ont été observés au cours d'une même campagne d'échantillonnages. En 2022, la richesse est restée stable autour de 3 taxons alors qu'en 2021, les richesses mensuelles en taxon au stade nouvel arrivant étaient ponctuellement de 4 voire 5 taxons (juin). En 2023, les richesses présentent une variabilité plus importante sur l'année. En effet, en janvier et décembre on observe un seul taxon de nouveau arrivant alors qu'à l'inverse en juin 2023, on observe la plus forte valeur du suivi avec 6 taxons de nouveaux arrivants.

Les rivières du Mât et Saint-Etienne présentent des évolutions de richesse relativement similaires (entre 1 et 3 taxons de nouveaux arrivants de crustacés). L'année 2022 présente des richesses plus faibles sur les deux rivières. La richesse la plus forte (4 taxons) est observée simultanément en juin 2023 sur les deux rivières.

D'un autre côté, notamment grâce à des connexions plus régulières en 2022, la rivière des Pluies présente des richesses plus élevées durant la saison fraîche (2 à 3 espèces) que durant la même saison en 2021 et 2023 (entre 1 et 2 taxons). La rivière des Galets présente une richesse faible sur l'ensemble du suivi (maximum 2 taxons) en lien avec l'intermittence du cours d'eau.

Sur l'ensemble des rivières et des années, le mois de janvier présente un relatif appauvrissement de la richesse en taxons de nouveaux arrivants.

3.2.2.2 Evolution spatiale et temporelle de la densité en crustacés

La Figure 126 (page suivante), présente l'évolution des densités en nouveaux arrivants de crustacés, par rivière et par mois d'échantillonnage.

Sur la rivière des Marsouins (MAR) les plus fortes densités en nouveaux arrivants de crustacés ont été observées au cours des mois de février à avril et en juin 2021. Les densités sont ensuite restées très faibles jusqu'au mois d'octobre 2023, avec une légère augmentation des densités de nouveaux arrivants durant les mois de novembre et décembre 2023.

La rivière des Roches (ROC) présente les plus fortes densités de nouveaux arrivants de crustacés. En 2021, ces densités étaient ponctuellement plus fortes qu'en 2022, notamment au cours des mois de mars et mai (37,5 et 47,7 ind./EPA). En 2021 et 2022 les plus fortes densités en nouveaux arrivants ont été observées de mars à juin.

Sur la rivière du Mât (MAT) des densités significatives ont été observées en mai, juillet 2021 et juin 2022. Les reste de la chronique les densités sont faibles voire nulles.

La rivière Saint-Etienne (ETI) présente des densités relativement stables sur l'ensemble du suivi. Les mois d'avril, juillet et août présentent des densités légèrement plus fortes en 2021 et 2023.

Sur la rivière des Pluies (PLU), les signaux d'arrivés en crustacés sont quasi inexistantes sur la majeure partie du suivi (absence régulière de connexion hydraulique à l'embouchure), mais de relativement fortes densités (jusqu'à 25 ind./EPA) en nouveaux arrivants ont été observés par contre entre mai 2022 et juillet 2022.

Sur l'ensemble du suivi il n'a pas été observé de relativement fortes densités sur la rivière des Galets en lien avec les intermittences marquées sur ce cours d'eau.

Crustacé

* : non échantillonné (assec, crue)

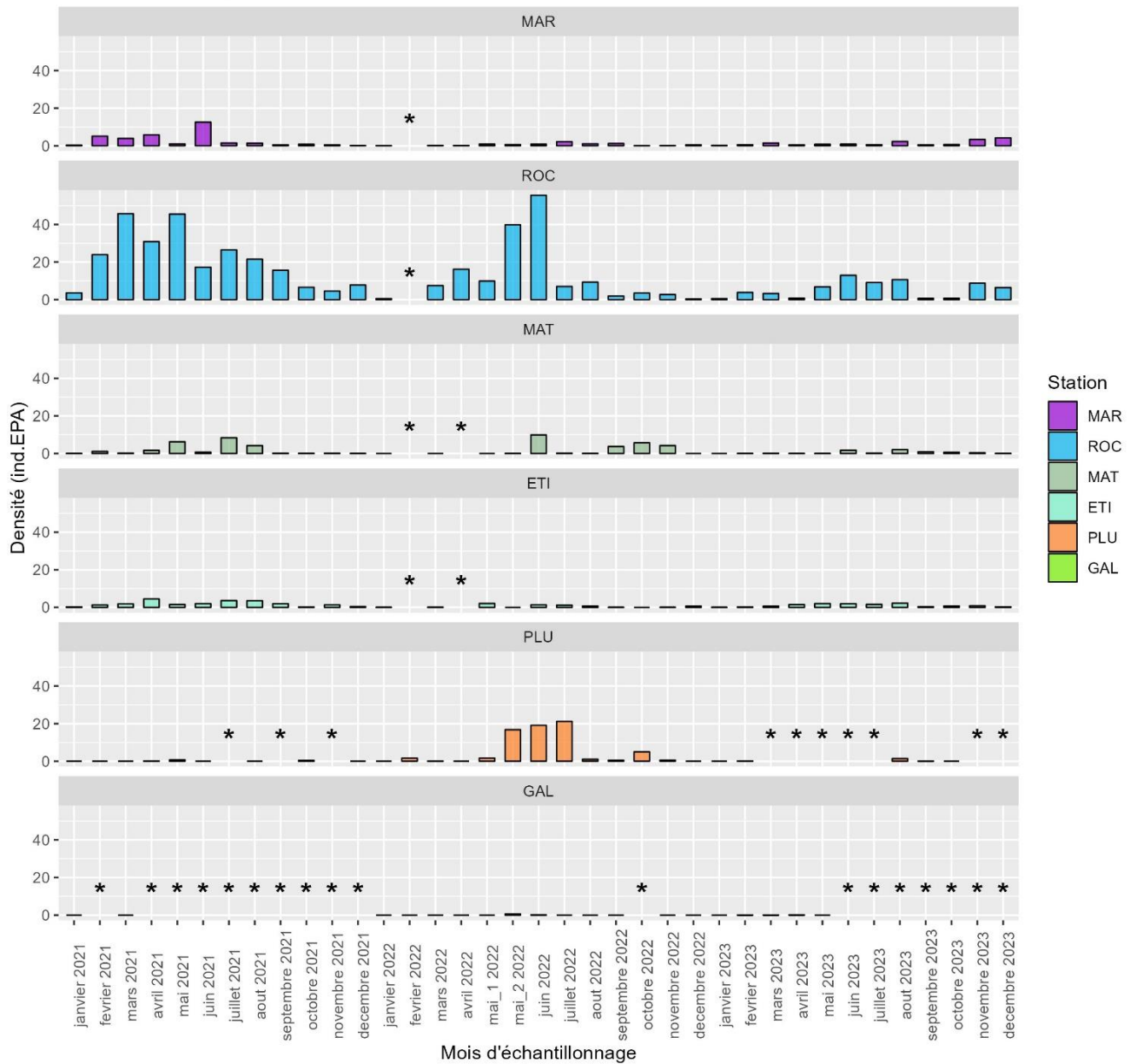


Figure 126 : Evolution des densités de Nouveaux Arrivants en crustacés sur les 6 rivières. * lunes non échantillonnées pour cause d'assec (ou nb EPA<20) ou de crues.

3.2.2.2.3 Evolution spatiale et temporelle de la densité en *M. australe*

Les densités en crustacés sont représentées à 90% par deux espèces : *M. australe* (18%) et *A. serrata* (72%).

Pour l'espèce *M. australe*, 89 % des densités totales sont observées sur 3 rivières : la rivière des Marsouins, la rivière des Roches et la rivière Saint-Etienne :

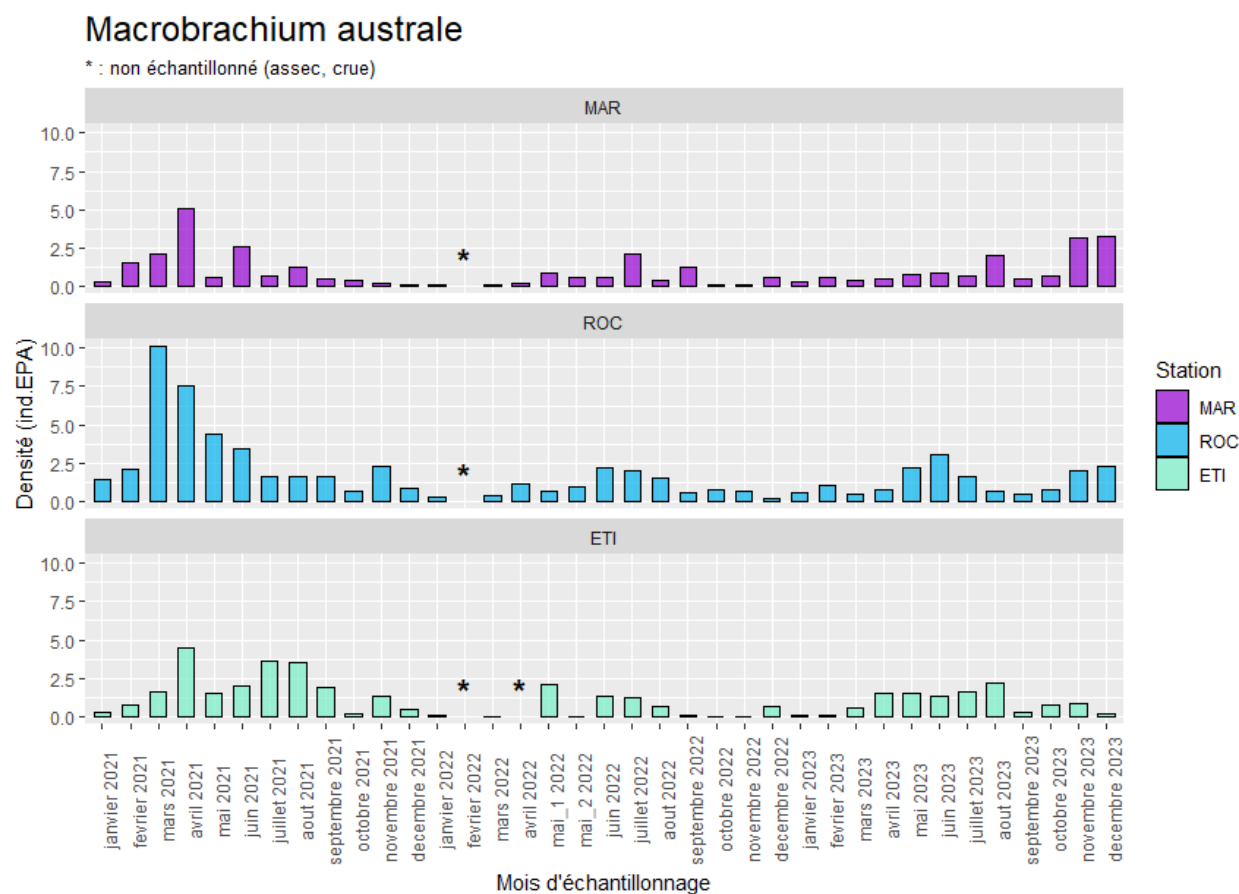


Figure 127 : Evolution des densités de Nouveaux Arrivants de *M. australe* sur la rivière des Roches (ROC), Saint-Etienne (ETI) et la rivière des Marsouins (MAR). * lunes non échantillonnées pour cause d'assec (ou nb EPA<20) ou de crues.

La plus forte densité de *M. australe* observée sur la rivière des Roches est de 10 ind. / EPA, en mars 2021.

La rivière des Marsouins présente des signaux marqués en début d'année 2021 durant la saison chaude avec une valeur maximale de 5 ind./ EPA en avril 2021. Il faut attendre la fin du suivi et le retour de la saison chaude 2023 (novembre et décembre 2023) pour observer de nouveau signaux significatifs (avec 3 ind. / EPA sur les deux mois).

Sur la rivière Saint-Etienne les valeurs de densités en nouveaux arrivants de chevrette ont été régulièrement supérieures à 2 ind./ EPA (d'avril à novembre) alors qu'en 2022, elles ont été moins élevées. En 2023, les mois d'avril à août présentent à nouveaux des valeurs proches de 2 ind./EPA.

La dynamique de colonisation des nouveaux arrivants de *M. australe* est similaire au cours du suivi sur les 3 rivières.

3.2.2.2.4 Evolution spatiale et temporelle de la densité en *A. serrata*

Les densités observées en nouveaux arrivants d'*A. serrata* sur la rivière des Roches représentent 71% de la densité totale de nouveaux arrivants de cette espèce sur l'ensemble des rivières (10 % pour la rivière du Mât et 14% pour la rivière des Pluies).

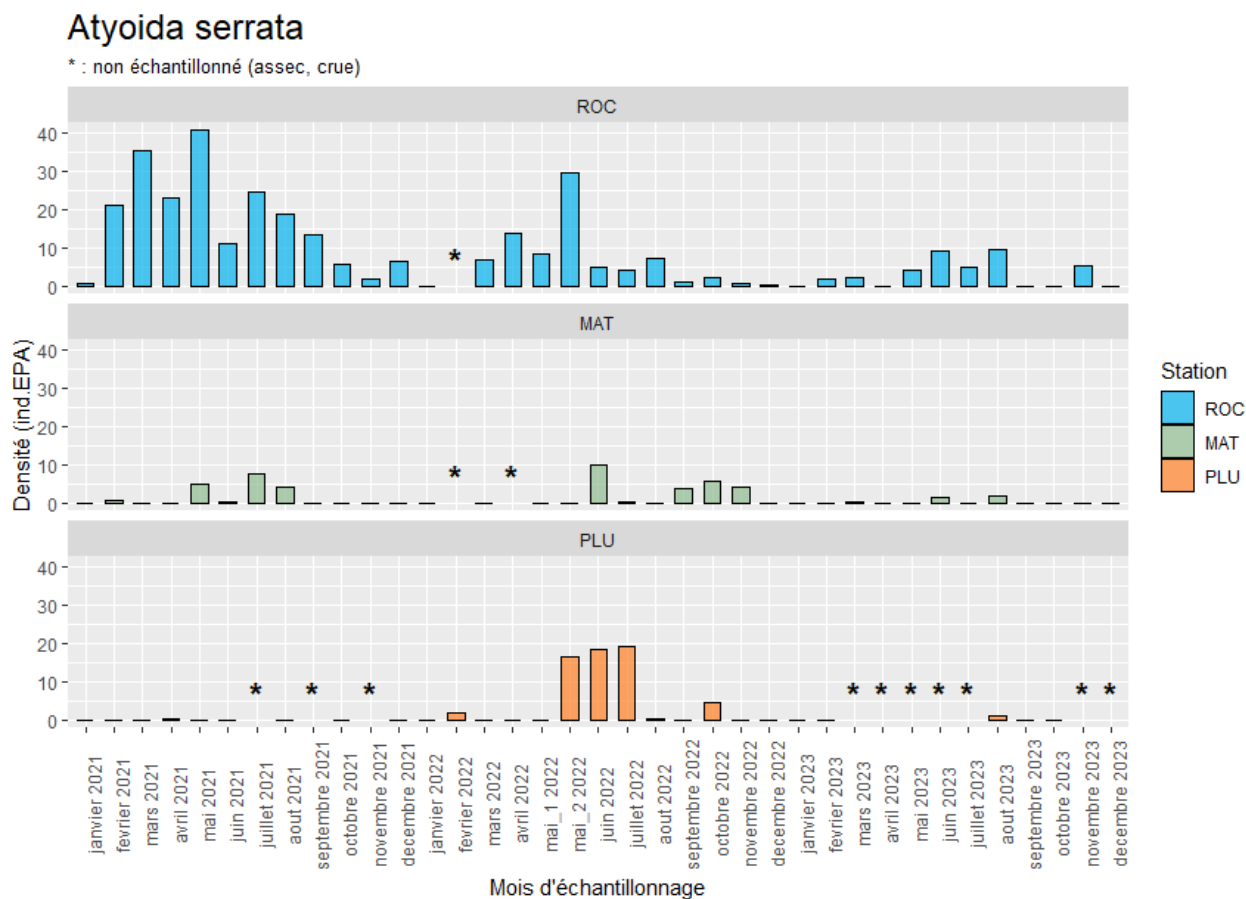


Figure 128 : Evolution des densités de Nouveaux Arrivants de *A. serrata* sur la rivière des Roches (ROC), la rivière du Mât (MAT) et la rivière des Pluies (PLU). * lunes non échantillonnées pour cause d'assec (ou nb EPA<20) ou de crues.

En 2021, sur la rivière des Roches, les mois de mars à juillet présentent des abondances relativement élevées en nouveaux arrivants. La valeur la plus élevée est observée en mai 2021 (42 ind./EPA). En 2022, c'est également le mois de mai qui affiche les densités les plus élevées (30 ind./EPA). À la fin de l'année 2022 et tout au long de l'année 2023, les densités sont nettement plus faibles, avec des valeurs maximales de 10 ind./EPA (Figure 128).

Les signaux sont beaucoup plus ponctuels sur la rivière du Mât et la rivière des Pluies. Sur la rivière du Mât, ces signaux sont observés en hiver en 2021 et 2022, avec une valeur maximale de 10 ind./EPA en juin 2022.

Malgré l'intermittence sur la rivière des Pluies, réduisant les fenêtres de colonisation, des signaux significatifs ont été observés pendant trois mois, de mai à juillet 2022 (19 ind./EPA en juillet 2022).

La rivière des Roches présente les densités les plus élevées en *A. serrata* et en *M. australe*. Sur l'ensemble du suivi, l'année 2021 se distingue par une relativement forte intensité des signaux observés pour les nouveaux arrivants de ces deux espèces.

3.2.2.3 Le poissons

3.2.2.3.1 Evolution spatiale et temporelle de la richesse en poissons

La Figure 129, présente l'évolution de la richesse par rivière et par mois en nouveaux arrivants de crustacés. Les rivières des Marsouins, des Roches et Saint-Etienne présentent les plus fortes richesses en nouveaux arrivants.

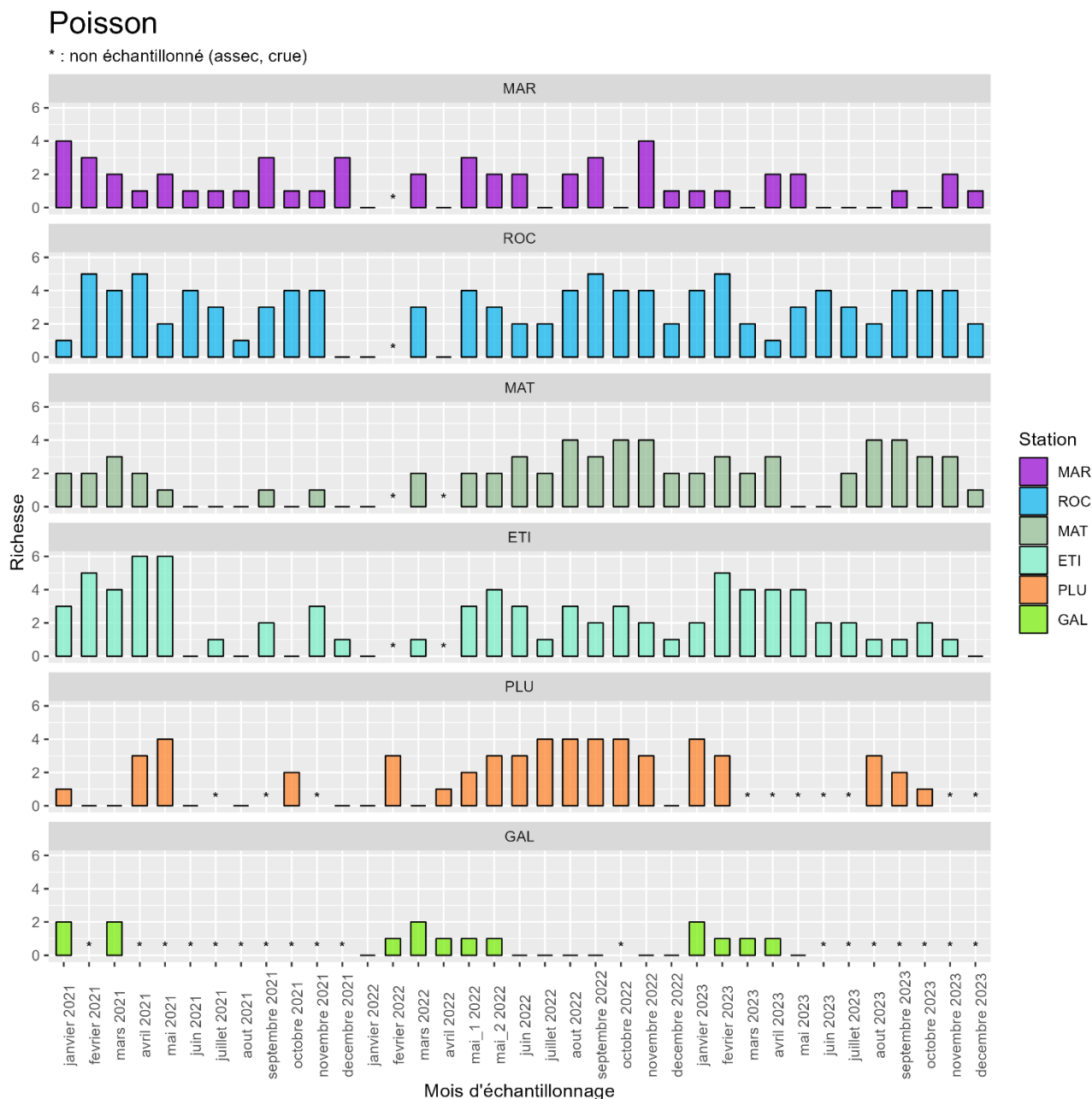


Figure 129 : Evolution des richesses en Nouveaux Arrivants de poissons sur les 6 rivières. * Lunes non échantillonnées pour cause d'assec (ou nb EPA<20) ou de crues.

La rivière Saint-Étienne présente la plus grande richesse sur un seul échantillonnage (en avril et mai 2021), avec 6 taxons de nouveaux arrivants. En revanche, entre juin 2021 et avril 2022, les richesses sont très faibles, alternant entre 0 et 3 taxons. À partir de mai 2022, les richesses sont plus élevées mais restent variables, fluctuant entre 1 et 5 taxons (Figure 129).

La rivière du Mât affiche une dynamique similaire à celle de la rivière Saint-Étienne. Une richesse très faible est observée de juin à avril 2022, suivie d'une richesse plus élevée et constante sur la quasi-totalité du reste du suivi (à l'exception de mai et juin 2023). La valeur maximale est de 4 taxons sur cette rivière.

La rivière des Roches est celle qui présente le plus régulièrement de fortes valeurs de richesses en taxons de nouveaux arrivants (4 inventaires avec 5 taxons). En 2021, les richesses sont plus variables qu'en 2022 et en 2023.

La rivière des Marsouins présente une relativement faible richesse en taxons de nouveaux arrivants de poissons sur l'ensemble du suivi. Hormis les stations avec des écoulements permanents, c'est la station qui présente le plus régulièrement l'absence de nouveaux arrivants de poissons. Les années 2022 et 2023 présentent une variabilité de richesse importante, parfois même sur 2 lunes consécutives. C'est le cas en octobre et novembre 2022, avec des richesses respectives de 0 et 4 taxons.

Sur la rivière des Pluies, en lien avec une connexion plus régulière, l'année 2022 présente des richesses relativement élevées (4 taxons) et stables sur plusieurs lunes. Sur l'ensemble du suivi, la rivière des Galets, en lien avec les intermittences marquées sur ce cours d'eau, présente des richesses faibles en nouveaux arrivants de poissons.

3.2.2.3.2 Evolution spatiale et temporelle de la densité en poissons

Les rivières des Roches, du Mât, Saint-Etienne et des Pluies sont les quatre rivières qui présentent régulièrement des densités significatives de nouveaux arrivants de poissons sur l'ensemble du suivi (Figure 130).

Sur la rivière des Roches, les signaux sont relativement similaires en 2021 et 2022 : les densités varient entre 0,1 et 5 ind./EPA, avec une valeur la plus élevée observée en août 2022. En 2023, les densités sont plus faibles, avec une valeur maximale de 2,5 ind./EPA en novembre.

Pour la rivière du Mât, l'année 2022 présente régulièrement des densités significatives, avec des valeurs de 3 ind./EPA observées en mai (sur deux lunes) et en août pour les nouveaux arrivants de poissons. Les deux autres années présentent des densités plus faibles.

Concernant la rivière Saint-Etienne, les densités en nouveaux arrivants ont été significatives de février à mai 2021 (avec 6 ind./EPA en février), puis quasi-nulles pour le reste du suivi. En 2022, on note les seuls autres signaux significatifs en nouveaux arrivants, en simultané avec la rivière du Mât

Sur la rivière des Pluies, tout au long de l'année 2022 et durant les deux premiers mois de 2023, en raison d'une connexion plus régulière, les signaux d'arrivée de poissons sont supérieurs. Certaines lunes présentent même des densités élevées, atteignant jusqu'à 10 ind./EPA en février 2023, avant une nouvelle interruption due à un assec de plusieurs mois.

La rivière des Galets n'a présenté aucun signal d'arrivée de poissons.

Poisson

* : non échantillonné (assec, crue)

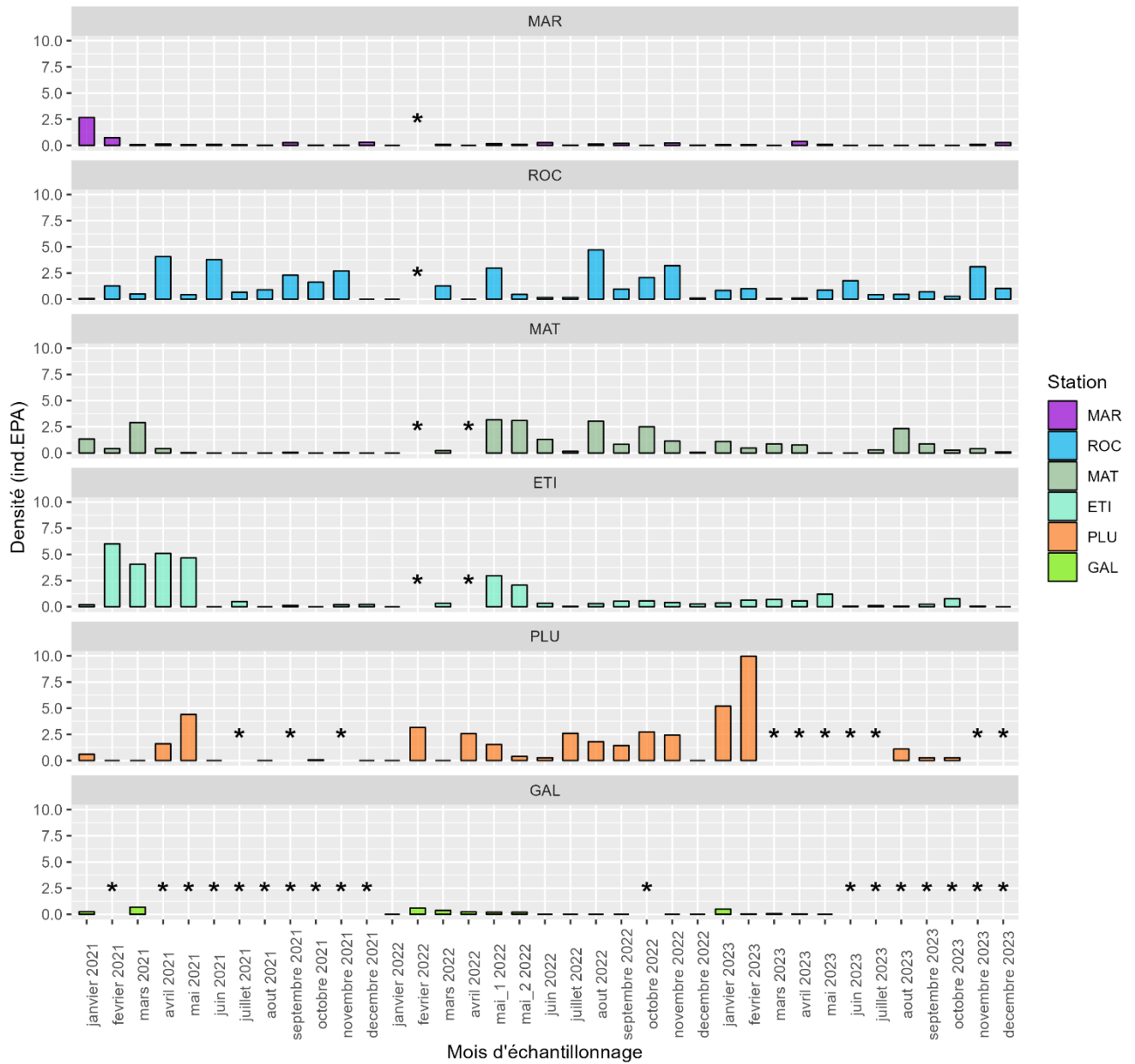


Figure 130 : Evolution des densités en Nouveaux Arrivants de poissons sur les 6 rivières. * Lunes non échantillonnées pour cause d'assec (ou nb EPA<20) ou de crues.

3.2.2.3.3 Evolution spatiale et temporelle de la densité en *S. lagocephalus*.

Les densités observées en nouveaux arrivants sont dominées par *S. lagocephalus*, représentant 32 % des densités. Les trois rivières qui présentent des signaux d'arrivées significatifs sont la rivière du Mât, la rivière Saint-Etienne et la rivière des Pluies (Figure 131).

Sur la rivière du Mât, les densités ont été plus importantes et régulières à partir de mai 2022 jusqu'à la fin du suivi. En 2021, les signaux d'arrivées ont été quasi inexistantes. Les deux lunes de mai 2022 présentent les valeurs les plus élevées, atteignant 2 ind./EPA.

Sur la rivière Saint-Etienne, les observations de nouveaux arrivants ont été plus tardives en 2022 qu'en 2021, mais avec des densités de même ampleur. En revanche, l'année 2023 n'a pas présenté de signaux d'arrivées significatifs de *S. lagocephalus*.

En revanche, sur la rivière des Pluies, les signaux sont plus réguliers et bien plus marqués en 2022 qu'en 2021 (intermittence de la connexion hydraulique plus marquée en 2021). Les valeurs de densité les plus élevées sont observées en saison chaude sur cette rivière. En 2023, les deux valeurs maximales ont été observées en janvier et février, avec respectivement 3,2 et 7,5 ind./EPA. *S. lagocephalus* est la seule espèce de nouveaux arrivants de poissons à présenter des arrivées significatives sur cette rivière (Figure 130 et Figure 131).

A l'échelle de l'île et du suivi, les signaux d'arrivée de cette espèce sont rares, irréguliers et de faible intensité.

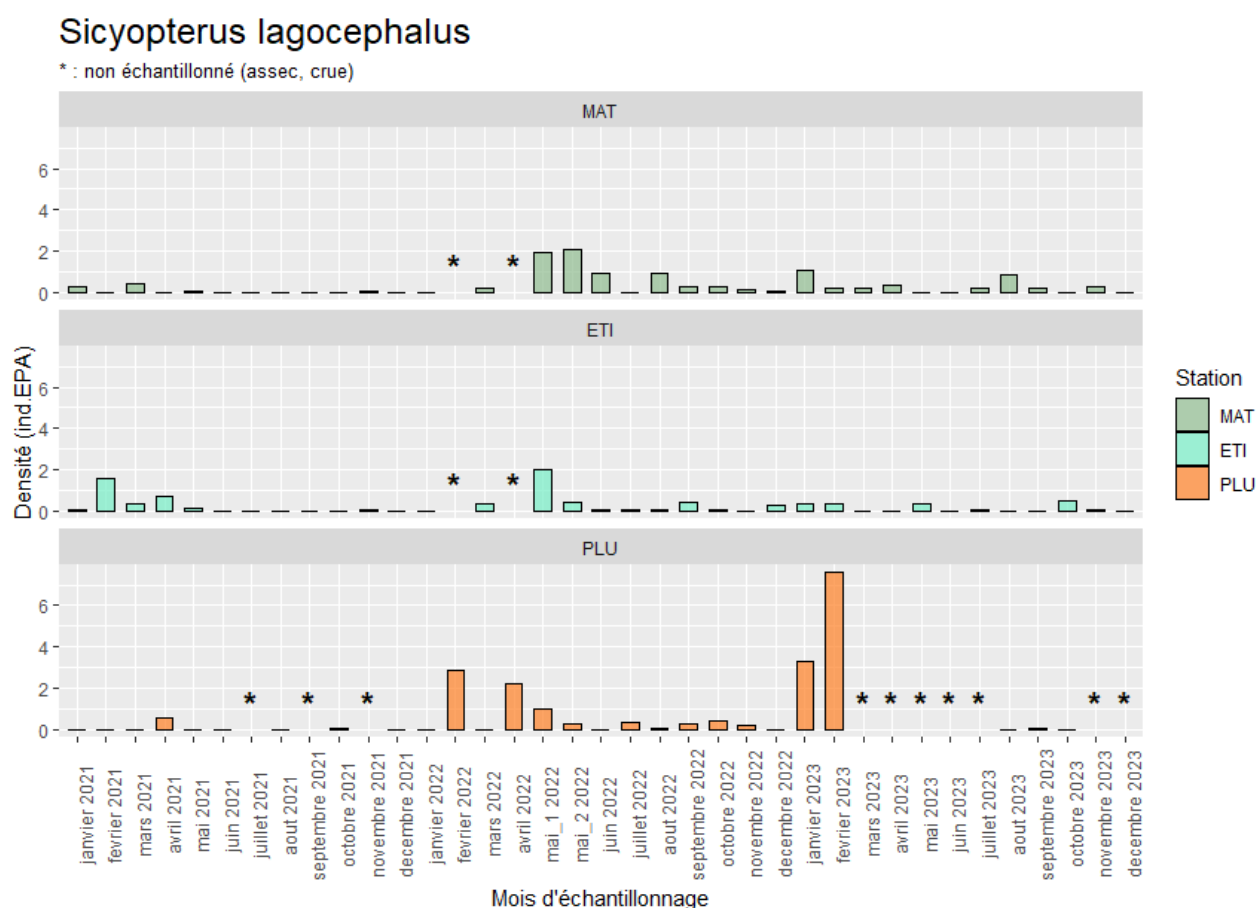


Figure 131 : Evolution de la densité en nouveaux arrivants de *S. lagocephalus* sur la rivière du Mat (MAT), la rivière Saint-Etienne (ETI) et la rivière des Pluies (PLU). * Lunes non échantillonnées pour cause d'assec (ou nb EPA<20) ou de crues.

A partir des signaux d'arrivée (ratio) et de la durée de vie larvaire (DVL) des nouveaux arrivants, des périodes efficaces de reproduction ont été estimées (Figure 132 ; étapes 1 à 5). Les signaux d'arrivée sont établis à partir des données ci-dessus (Figure 131), tandis que les durées DVL sont déduites d'individus prélevés aux battants des lames et au stade de PL1 (0 à 1 jour de vie en rivière).

Pour chaque lune, le jour de naissance des individus, dont la DVL a été mesurée (étape 1), a été calculé : date de nouvelle lune moins le nombre de jours de DVL (étape 2). Ainsi, le ratio d'abondance de nouveaux arrivants de la nouvelle lune (étape 4) a été redistribué sur les jours de naissance, au prorata du nombre d'individus pour lesquels la date de naissance a été calculée (étape 3 et 5). La valeur obtenue est définie comme la **reproduction efficace**, c'est-à-dire la reproduction qui a conduit à des arrivées de post-larves (nouveaux arrivants) en rivière. Nous pouvons utiliser le terme de reproduction même si nous parlons de la naissance pour les analyses ci-dessous car seulement 48h séparent la ponte de l'éclosion (Delacroix and Champeau 1992).

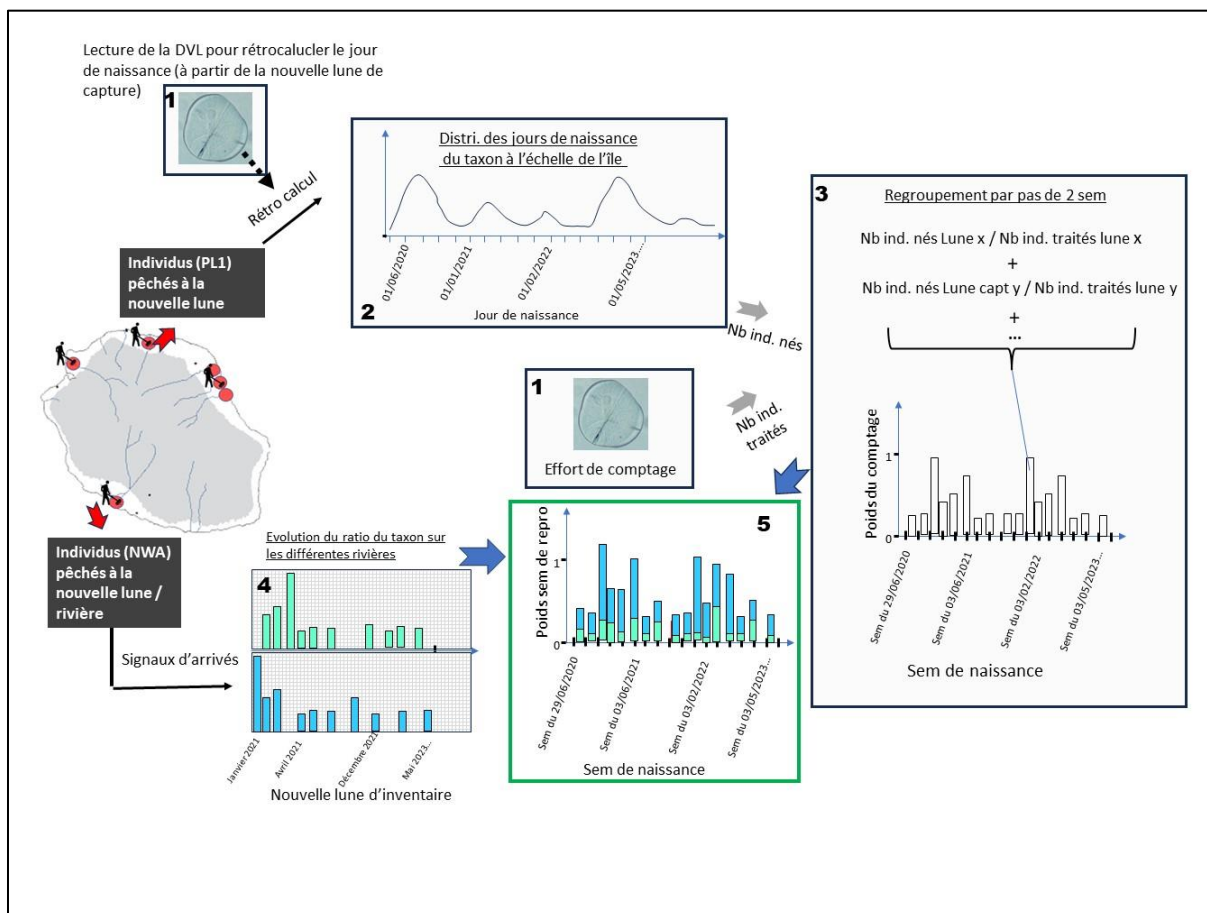


Figure 132 : Schéma des étapes de calcul du poids des semaine de reproduction efficaces.

La Figure 133 présente les fenêtres de reproduction efficaces de *S. lagocephalus*. Les traits noirs horizontaux correspondent aux lunes d'arrivées des individus.

Durant la seconde moitié de l'année 2020, la reproduction efficace est concentrée sur les mois de juillet et août (en lien avec les cohortes de nouveaux arrivants de février 2021 sur la rivière Saint-Etienne). L'année 2021 ne présente aucune période de reproduction efficace significative. En revanche, en 2022, on observe une fenêtre de reproduction efficace du mois de janvier au mois de mai, avec un pic d'intensité en janvier. En 2023, la première partie de l'année présente des fenêtres de reproduction efficace sur la même période (février et mai) mais de moindre intensité.

Ainsi, sur l'ensemble du suivi, on observe une principale plage d'évènements de reproduction efficace de janvier à juin (saison chaude et début de saison fraîche), pouvant s'étendre en juillet août (cas de 2020). En janvier et février, les températures élevées en rivière favorisent l'activité de reproduction de cette espèce (Teichert et al. 2012). La seconde période peut correspondre à une reprise d'activité après un repos de l'activité de reproduction avant un refroidissement de la température de l'eau, induisant une baisse de l'activité de reproduction.

Fenêtre de reproduction efficace de *Sicyopterus lagocephalus*

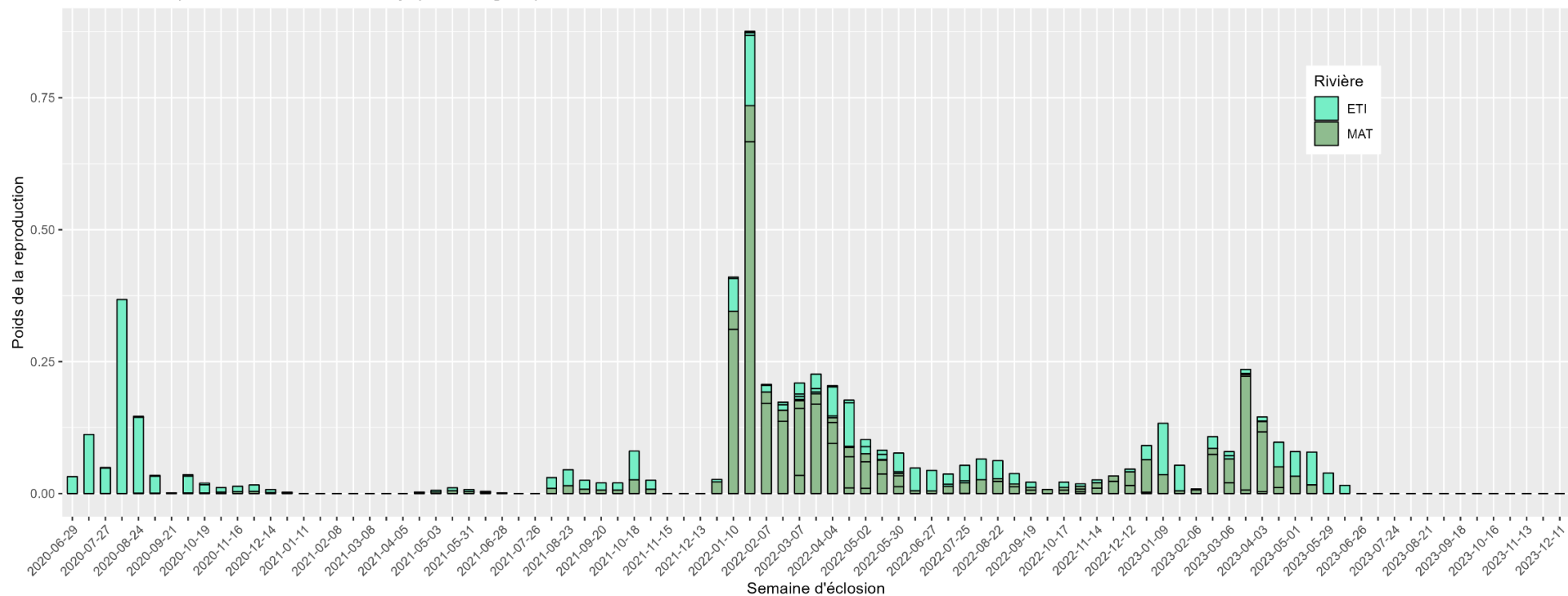


Figure 133 : représentation graphique des fenêtres de reproduction efficace du *S. lagocephalus* par retro calculé des DVL à partir du suivi de janvier 2021 à décembre 2023 sur les rivières Saint-Etienne (ETI) et Mât (MAT).

3.2.2.3.4 Evolution spatiale et temporelle de la densité en *C. acutipinnis*

La seconde espèce de cabot bouche ronde, *C. acutipinnis*, a une abondance relativement plus faible que *S. lagocephalus* au sein des flux de nouveaux arrivants (24%). Les principaux signaux significatifs d'arrivées de post-larves de *C. acutipinnis*, sont observés sur la rivière des Roches, du Mât et Saint-Etienne.

Sur la rivière du Mât, de relativement fortes densités ont été observées plus régulièrement en 2022 (8 campagnes) qu'en 2021 (3 campagnes) et 2023 (4 campagnes). Sur la rivière Saint-Etienne, la densité maximale a été observée en 2021 (février). Sur cette rivière les signaux ont été observés en saison chaude (février à avril 2021) et début de saison fraîche en (mai 2022). En 2023, les signaux sont rares et concentrés principalement en fin de saison chaude (de mars à mai). La rivière des Roches présente des arrivées ponctuelles de *C. acutipinnis*. Ces signaux restent relativement faibles avec des valeurs maximales de 1 ind. / EPA. A l'échelle de l'île et du suivi, les signaux d'arrivées de cette espèce ont été sporadiques et de faibles intensités sur l'ensemble du suivi.

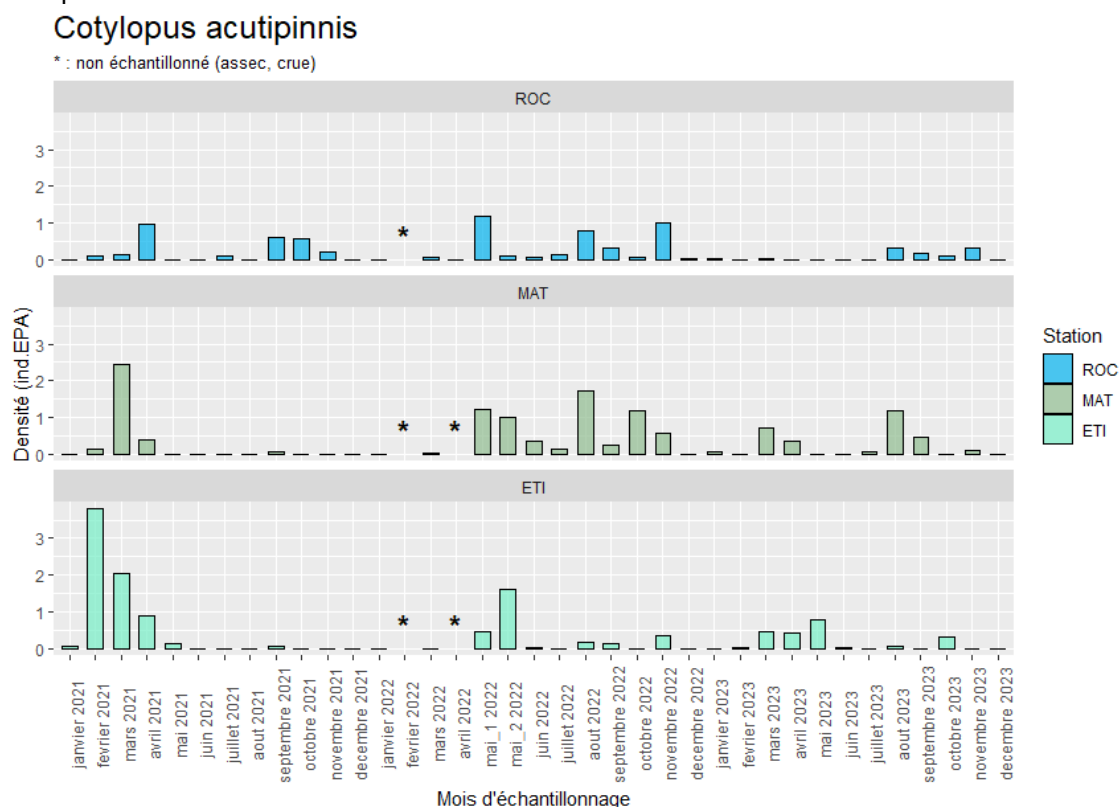


Figure 134 : Evolution de la densité en nouveaux arrivants de *C. acutipinnis* sur la rivière des Roches (ROC), la rivière du Mat (MAT) et la rivière Saint-Etienne (ETI). * Lunes non échantillonnées pour cause d'assec (ou nb EPA < 20) ou de crues.

Sur le même principe que *S. lagocephalus*, les fenêtres efficaces de reproduction de *C. acutipinnis* ont été estimées (Figure 135 page suivante). Durant la seconde moitié de l'année 2020, la reproduction efficace est concentrée sur les mois d'août à septembre (en lien avec les signaux d'arrivée en février et mars 2021 sur la rivière Saint-Etienne). L'année 2021 ne présente aucune période de reproduction efficace significative. En revanche, en 2022, la reproduction efficace s'étend des mois de février à juillet, avec des pics d'intensité en février et mai. Pour l'année 2023, on observe des fenêtres de reproduction moins marquées, mais les principaux signaux sont cependant observés sur la même période de l'année, à savoir février et mai.

Sur l'ensemble du suivi, on observe une période de reproduction plus efficace, de février à juin (voire juillet/août selon les années) avec de plus fortes intensités en janvier/février et en mai/juin. En janvier et février, les températures élevées en rivière favorisent l'activité de reproduction de cette espèce (Teichert et al. 2012). La seconde période peut correspondre à une reprise d'activité après un repos de l'activité de reproduction avant un refroidissement de la température de l'eau, induisant une baisse de l'activité de reproduction.

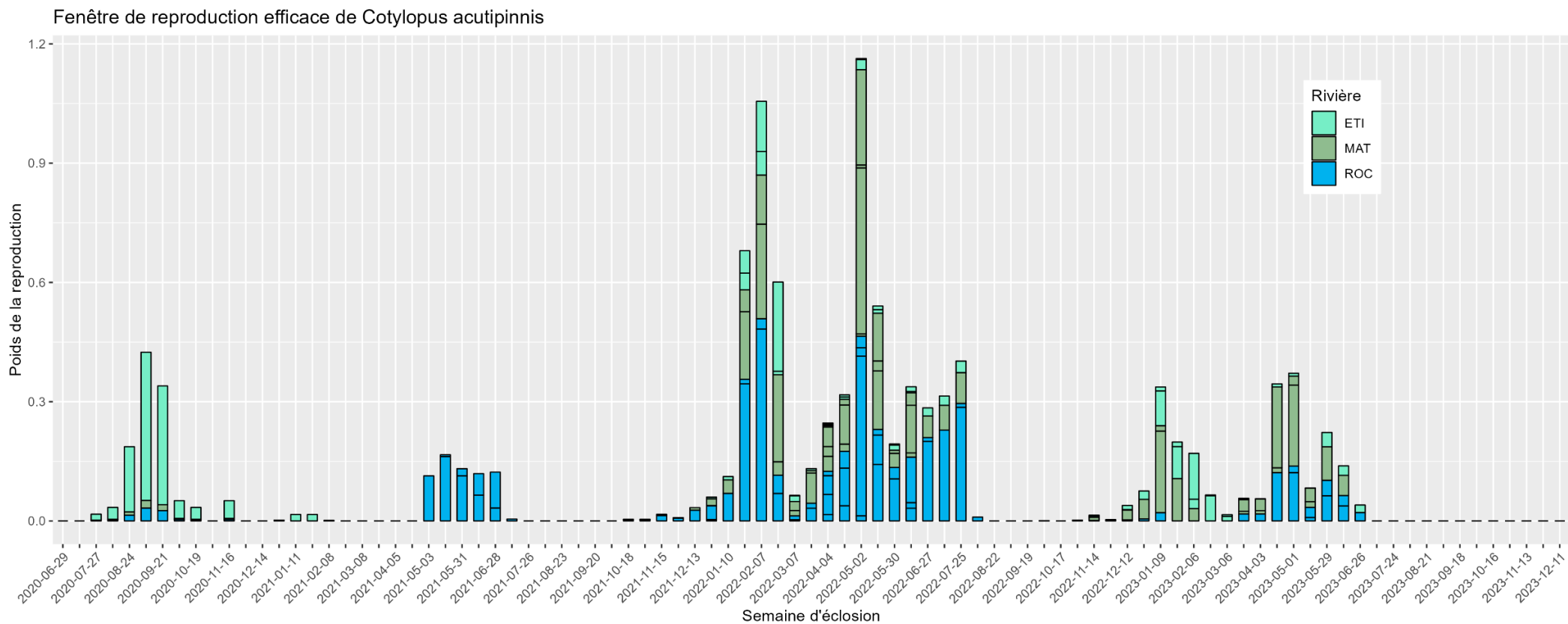


Figure 135 : représentation graphique des fenêtres de reproduction efficace du *C. acutipinnis* par retro calcul des DVL à partir du suivi de janvier 2021 à décembre 2023 sur les rivières Saint-Etienne (ETI) ; du Mât (MAT) et des Roches (ROC).

3.2.2.4 Synthèse sur l'évolution spatio-temporelle des nouveaux arrivants de poissons et de crustacés

La rivière Saint-Etienne présente la plus forte abondance des captures en poissons tous stades confondus (31 % de l'abondance totale), devant la rivière des Pluies (23 %) malgré l'intermittence des écoulements à son embouchure. La rivière des Roches, des Marsouins et la rivière Saint-Etienne présentent les plus fortes richesses en poissons (respectivement 15, 15 et 16 taxons indigènes). La richesse observée en nouveaux arrivants de poissons est variable entre rivières et durant le suivi. La rivière des Roches et la rivière Saint-Etienne présentent ponctuellement les plus fortes richesses en nouveaux arrivants de poissons et on observe des signaux d'arrivée plus réguliers en 2022 et en 2023 qu'en 2021.

Les densités en nouveaux arrivants de poissons sont principalement représentées par 2 taxons : les bouche-rondes *S. lagocephalus* et *C. acutipinnis*. Pour *S. lagocephalus* on observe plus régulièrement des densités relativement fortes en 2022 sur les rivières du Mât, Saint-Etienne et Pluies. Pour la seconde espèce, *C. acutipinnis*, des densités relativement fortes sont plus fréquemment observées en 2022 et début 2023 qu'en 2021. Enfin, le calcul des fenêtres de reproduction sont similaires pour les deux espèces. Les périodes favorables se concentrent sur les mois de janvier à juin avec deux optimums en janvier/février (saison chaude) et en mai/juin (début de saison fraîche).

La rivière des Roches concentre les plus fortes abondances en crustacés tous stades confondus sur les 3 années (55 % de l'abondance totale en crustacés). La richesse totale en crustacés est similaire pour toutes les rivières (entre 6 et 7 taxons indigènes), à l'exception de la rivière des Galets qui n'en compte que 5 avec très peu d'observations pour 2 d'entre elles.

En complément, les plus fortes richesses en crustacés sont observées sur les rivières des Roches et des Marsouins et la richesse en nouveaux arrivants de crustacés est relativement stable sur l'ensemble du suivi et des différentes rivières.

Les abondances en nouveaux arrivants de crustacés sont principalement représentées par 2 taxons : *A. serrata* et *M. australe*. Les années 2021 et 2022 présentent des arrivées plus massives et régulières en nouveaux arrivants de ces deux espèces, particulièrement sur la rivière des Roches.

3.3 Variabilité de la dynamique de colonisation et de reproduction en lien avec les conditions de milieu

Pendant leur phase de développement en rivière, de nombreux facteurs peuvent influencer les conditions de colonisation des différentes espèces aux embouchures, ainsi que leur installation et leur reproduction ultérieure. Pour les espèces amphidromes, la phase de développement larvaire en mer est également critique, soumise à de nombreux facteurs naturels qui influent sur le taux de survie, la croissance et la variabilité temporelle de la colonisation des embouchures.

Afin de montrer l'influence des conditions naturelles sur la dynamique de colonisation et de reproduction des espèces, il est proposé de montrer différents exemples d'évolution des signaux biologiques (densité de nouveaux arrivants et efficacité de la période de reproduction), au regard des conditions hydrologiques. En effet, cette dernière peut avoir une influence sur les phases clés de développement des espèces amphidromes : attrait du cours d'eau à l'embouchure, installation et croissance des individus, transport des larves à la dévalaison, ... Il est admis par ailleurs que la pression anthropique sur les débits en rivière est constante sur l'ensemble du suivi.

- **Nouveaux arrivants de crustacés sur la rivière des Roches**

La Figure 136 présente l'évolution des densités de nouveaux arrivants de crustacés sur la rivière des Roches mise en relation avec l'évolution des débits moyens mensuels observés sur cette même rivière (station rivière des Roches à bassin la Paix).

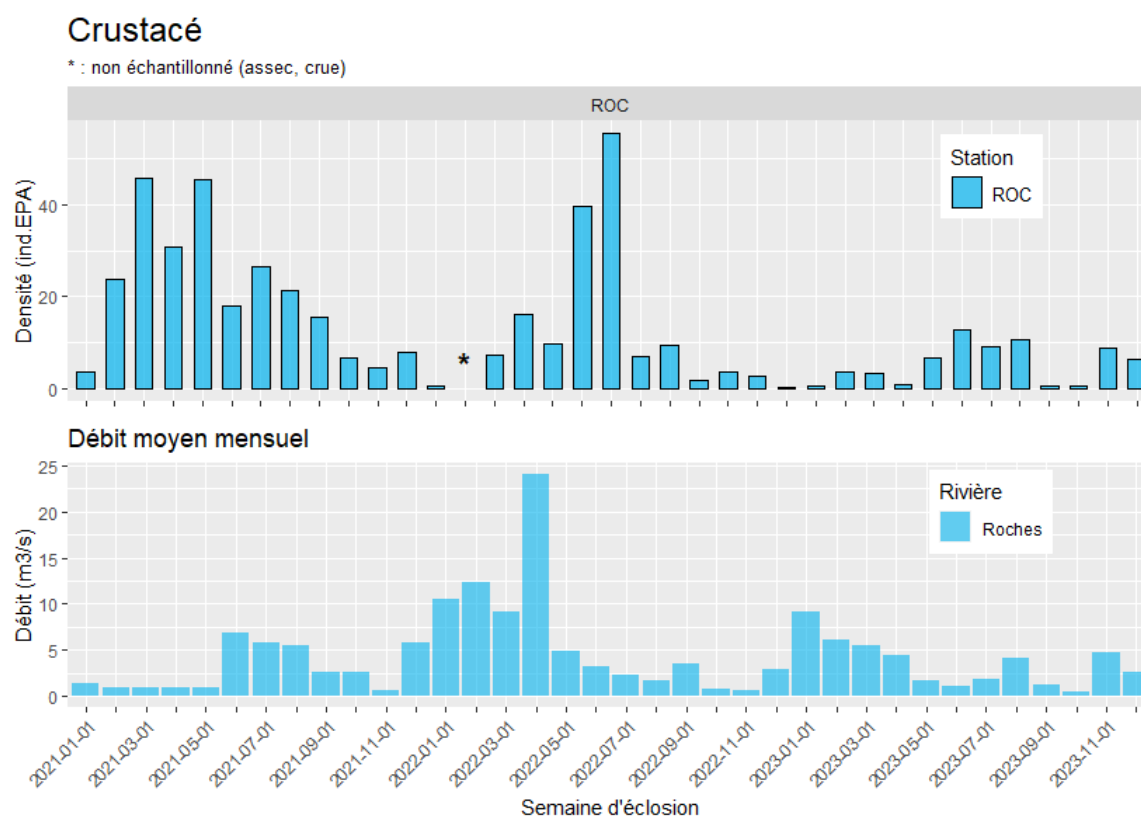


Figure 136 : Evolution des densités de nouveaux arrivants de crustacés et du débit mensuel moyen au cours du suivi sur la rivière des Roches

Les pics d'arrivée de crustacés les plus remarquables en 2021 sont observés pendant les mois de février à mars, coïncidant avec les périodes de plus faibles débits sur cette même année. En 2022, les débits mensuels moyens sont élevés de janvier à avril, alors que les signaux d'arrivée de crustacés sont faibles, voire inexistantes. Cependant, à l'issue de cette période de hautes eaux, et aux conditions de moyennes à basses eaux (de mai à juin), des signaux d'arrivée significatifs d'arrivées de crustacés sont observés. Par contre, en 2023, malgré des conditions hydrologiques potentiellement modérées en début d'année (janvier à mars), aucun signal d'arrivée significatif n'est observé pendant cette période ni sur le restant de l'année.

Les conditions de très forts débits semblent défavorables à l'arrivée et à l'installation des crustacés en raison de la succession de crues morphogènes. Les principaux signaux d'arrivée sont plutôt observés en conditions de moyennes, ou consécutivement à des événements pluvieux majeurs.

- **Nouveaux arrivants de poissons sur les rivières des Roches, du Mât et Saint Etienne**

La Figure 137 présente l'évolution des densités de nouveaux arrivants de poissons sur la rivière des Roches et du Mât, mis en relation avec l'évolution des débits moyens mensuels observés sur la rivière des Roches à la station bassin la Paix et la rivière du Mât au barrage.

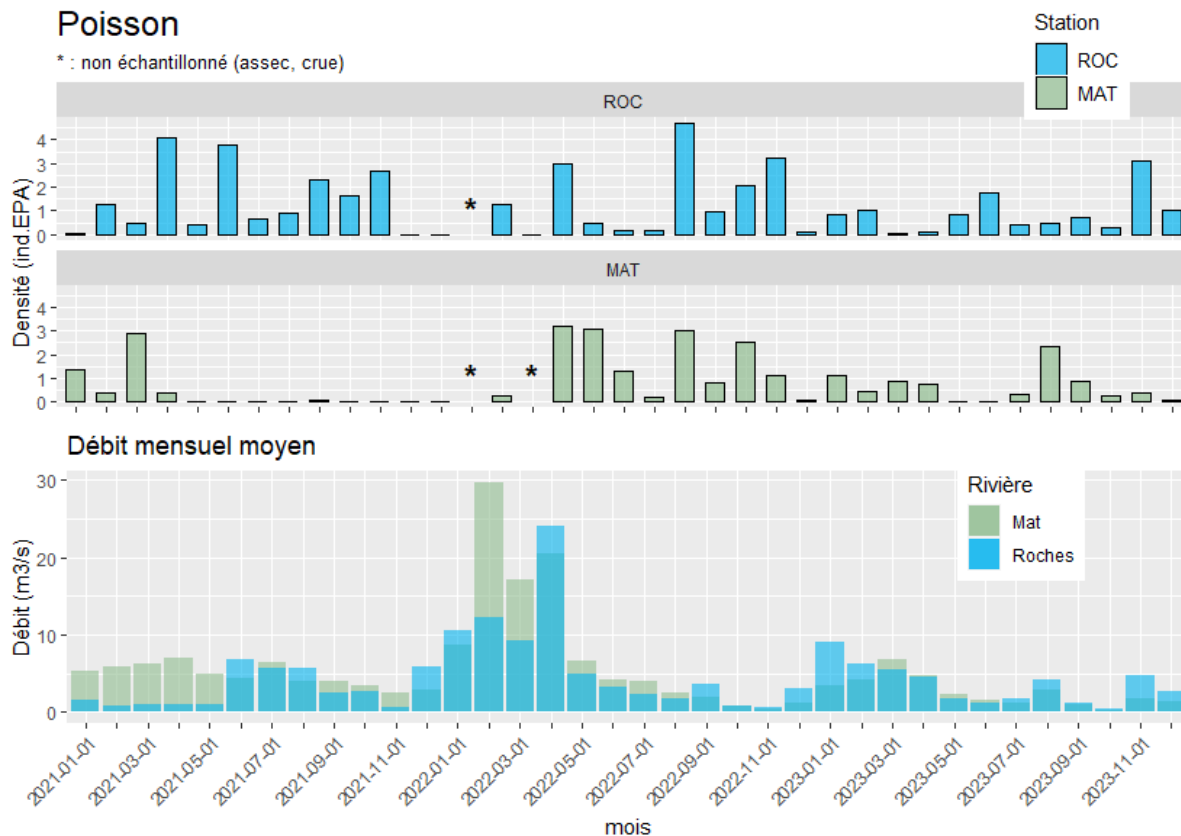


Figure 137 : Evolution des densités de nouveaux arrivants de poissons et du débit mensuel moyen au cours du suivi sur la rivière des Roches et du Mât.

Les pics d'arrivée les plus remarquables de poissons en 2021 sur la rivière du Mât sont observés de janvier à mai. Ils correspondent aux périodes de moyennes à hautes eaux sur la rivière du Mât cette année-là. Pour le reste de l'année, le débit de la rivière du Mât reste relativement faible, tout comme les signaux d'arrivée. Cependant, des signaux d'arrivée sont observés sur la rivière des Roches simultanément avec une augmentation et une stabilisation du débit entre juin et octobre 2021. Au début de l'année 2022, pendant les épisodes de crues cycloniques ou de très hautes eaux, aucun signal n'est observé, en raison du non-échantillonnage et/ou de la remobilisation des habitats. En revanche, après ces événements (à partir de mai), des signaux d'arrivée sont observés sur les trois rivières. En 2022, des arrivées sont observées en conditions de basses eaux sur la rivière du Mât et des Roches. En 2023, les signaux d'arrivée sont très faibles, bien que les rares pics coïncident avec des augmentations de débit sur la rivière des Roches et du Mât (en août et novembre 2023).

Les conditions de hautes eaux semblent favoriser les arrivées et les installations de poissons en rivière. Les événements de crues morphogènes retardent les entrées et les installations en rivière des poissons. Pour les poissons comme pour les crustacés, des signaux d'arrivée sont observés même dans des conditions hydrologiques supposées défavorables (basses eaux pour les poissons et hautes eaux pour les crustacés). Ces signaux sont liés à d'autres paramètres naturels en amont, tels que des conditions favorables à la reproduction en rivière ou des conditions de développement en mer.

- Fenêtre de reproduction efficace pour *C. acutipinnis*

La Figure 138 présente les fenêtres de reproduction efficace de *C. acutipinnis* en fonction du débit moyen observé sur la rivière du mât et la rivière des Roches durant les semaines d'éclosions.

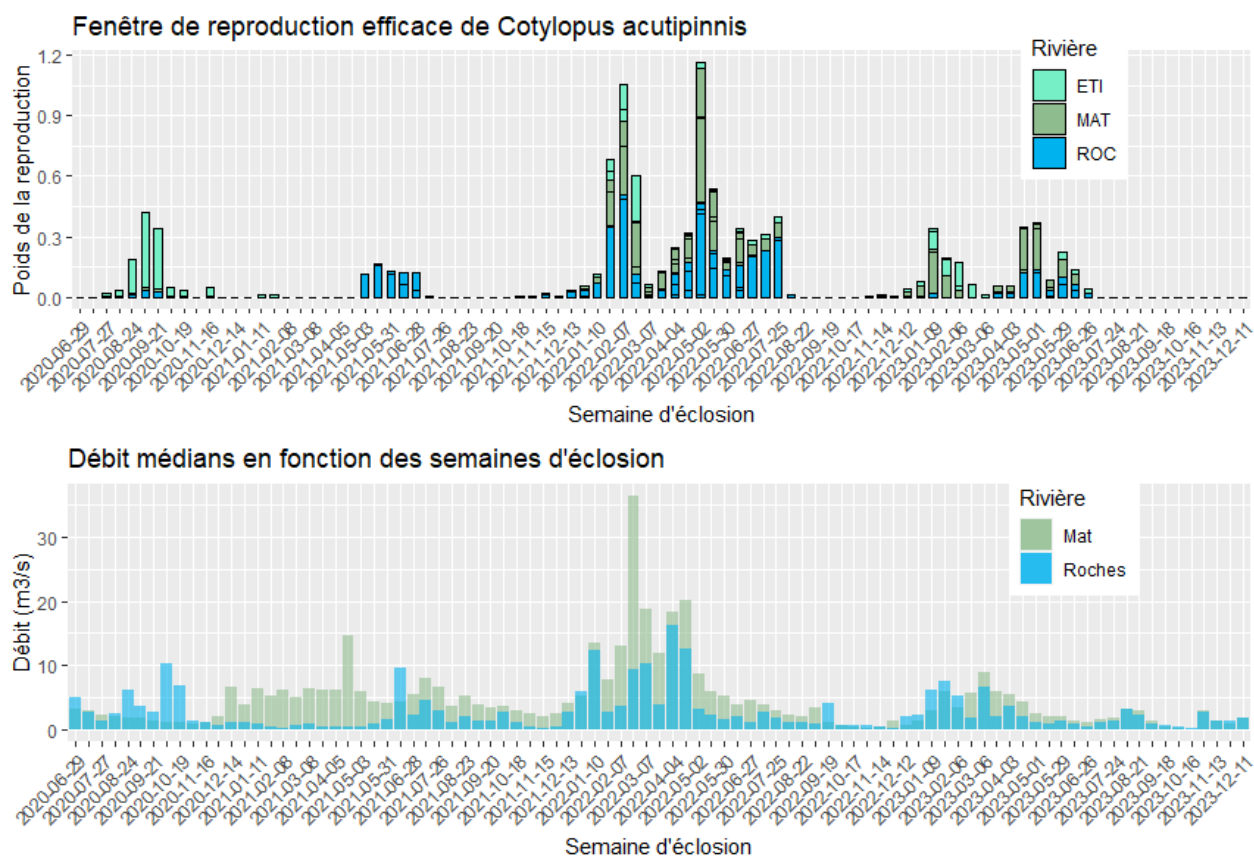


Figure 138 : Evolution des fenêtres de reproduction efficaces pour *C. acutipinnis* et du débit moyen sur les rivières du Mât et des Roches sur les semaines d'éclosion.

Cette figure met en évidence la corrélation entre les fenêtres de reproduction du *C. acutipinnis* et les augmentations de débits médians des deux rivières durant les semaines d'éclosions : les épisodes de reproduction efficace les plus intenses surviennent au cours de périodes de forts débits sur les deux cours d'eau. En 2020, peu d'événements hydrologiques marqués sont observés, de même que les fenêtres de reproduction. En revanche, de décembre 2021 à juillet 2022, les débits ont été soutenus voire extrêmes (en février et avril/mai), en lien avec une activité marquée de reproduction efficace. En 2023, les épisodes de reproduction et les débits sont moins élevés mais sont encore une fois observés simultanément.

- **Fenêtre de reproduction efficace pour *S. lagocephalus***

La Figure 139 présente les fenêtres de reproduction efficace de *S. lagocephalus* en fonction du débit moyen observé sur la rivière du mât (au barrage) durant les semaines d'éclosions.

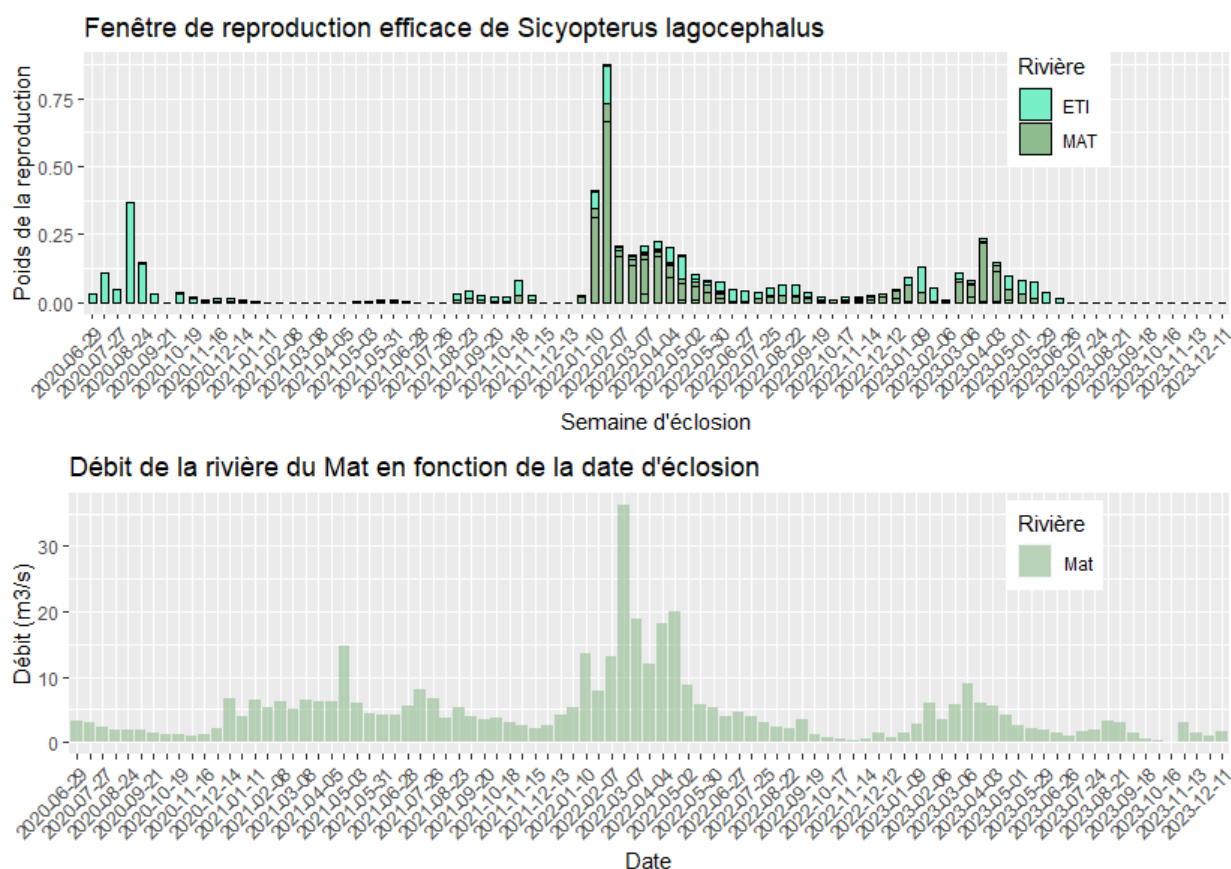


Figure 139 : Evolution des fenêtres de reproduction efficace pour *S. lagocephalus* et du débit moyen sur les rivières du Mât sur les semaines d'éclosion

À l'exception du pic de reproduction observée en 2021 sur la rivière Saint-Etienne, qui ne peut pas être directement mis en relation avec les débits de cette rivière en raison de l'absence de données de débit quotidien, tous les autres pics de reproduction efficace sont corrélés avec des augmentations de débit. Les fenêtres de reproduction sont observées pour cette espèce pendant les périodes d'augmentation marquée des débits de décembre à mai 2022, ainsi que pendant les mois de février à mai 2023. Cependant, cette corrélation n'est pas réciproque, car une augmentation de débit peut être observée sans nécessairement être accompagnée d'une augmentation de l'efficacité de la reproduction.

Pour *C. acutipinnis* et *S. lagocephalus*, l'efficacité de la reproduction, y compris l'éclosion et la dévalaison des larves, est fortement dépendante des événements hydrologiques tels que les crues et les périodes de très hautes eaux.

En conclusion, le facteur hydrologique influence les phases d'arrivée des post-larves et de reproduction des espèces de poissons et de crustacés amphihalines. Les épisodes hydrologiques intenses favorisent l'éclosion et la dévalaison des larves, mais ils perturbent l'arrivée et l'installation des jeunes stades aux embouchures. Le facteur hydrologique devra donc être pris en compte dans la poursuite du suivi car il induit une forte source de variabilité naturelle dans l'explication des variations des nouveaux arrivants.

3.4 Premiers liens entre l'observation des nouveaux arrivants de poissons et la gestion des milieux et des espèces

- **Réglementation sur la pêche des bichiques**

Depuis le 1^{er} janvier 2022, une nouvelle réglementation sur la pêche des bichiques est effective avec un allongement de la période de fermeture de la pêche aux mois de mars à aout.

L'espèce principalement ciblée par cette mesure est *C. acutipinnis* (espèce endémique) et, dans une moindre mesure, *S. lagocephalus* (principale espèce capturée par la pêcherie). En comparant les signaux d'arrivée de ces deux espèces en 2021, 2022 puis 2023, on observe des arrivées plus régulières en 2022 et 2023 durant les mois de fermeture de la pêche (Figure 140 et Figure 141).

Ces premières observations ne portent que sur 2 années de données, en conditions saisonnières hydrologiques contrastées, mais elles peuvent alimenter la réflexion sur l'efficacité de la réglementation en vigueur.

Cotylopus acutipinnis

* : non échantillonné (assec, crue)

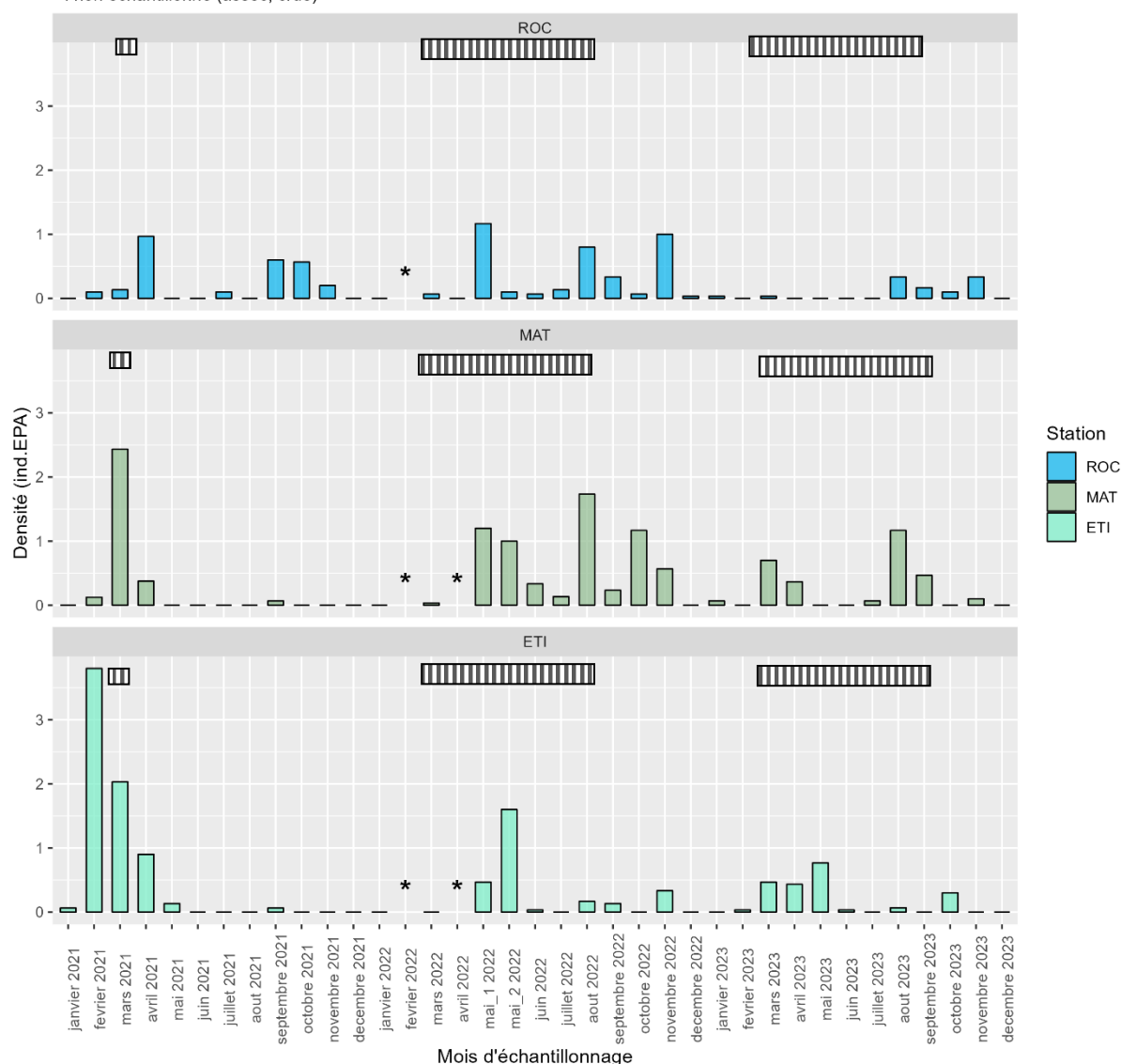


Figure 140 : Evolution de la densité en nouveaux arrivants de *C. acutipinnis* sur la rivière des Roches (ROC), la rivière du Mat (MAT) et la rivière Saint-Etienne (ETI). * Lunes non échantillonnées pour cause d'assec (ou nb EPA < 20) ou de crues. Les barres hachurées représentent les périodes de fermeture de la pêche des bichiques.

Sicyopterus lagocephalus

* : non échantillonné (assec, crue)

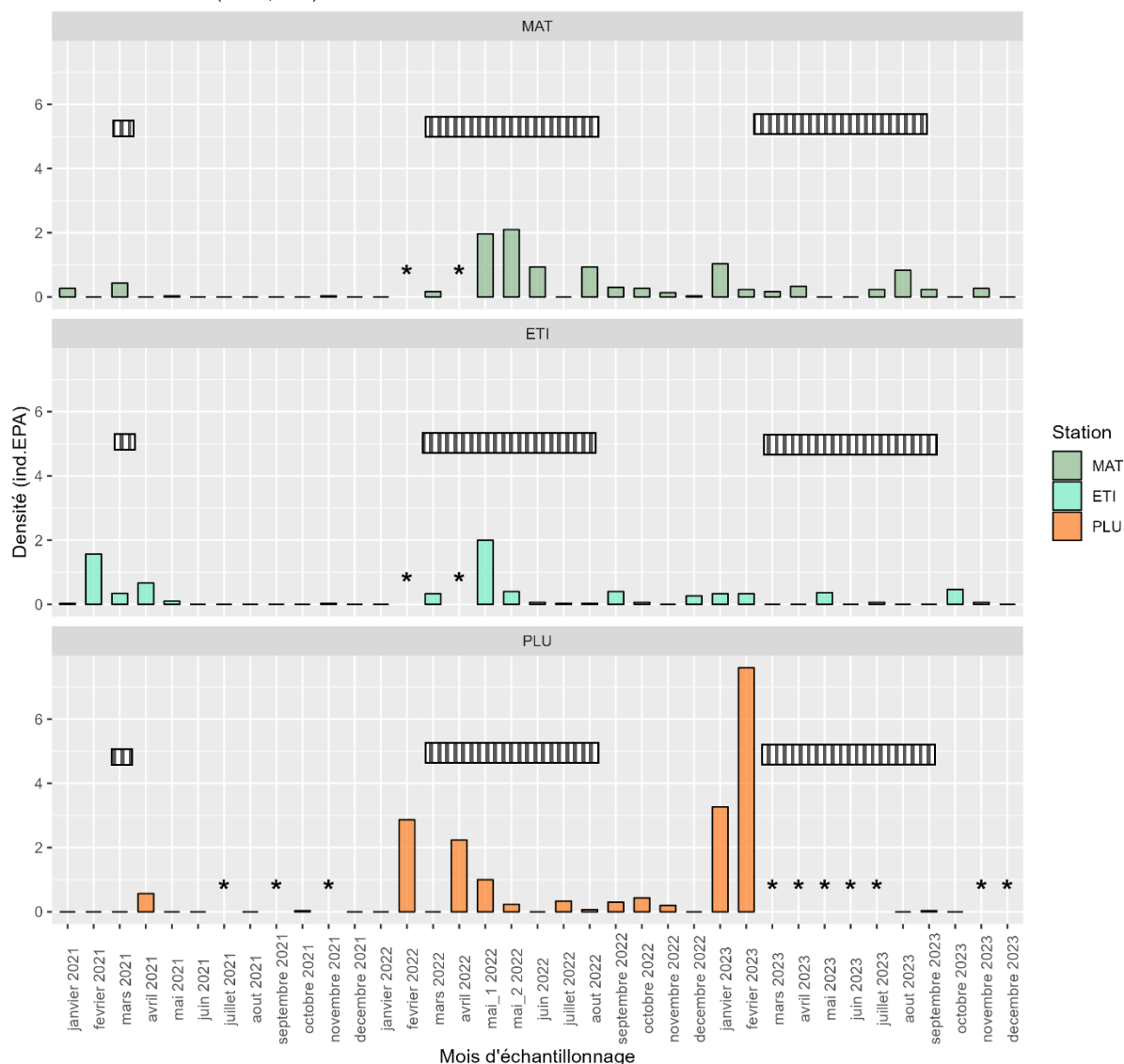


Figure 141 : Evolution de la densité en nouveaux arrivants de *S. lagocephalus* sur la rivière du Mat (MAT), la rivière Saint-Etienne (ETI) et la rivière des Pluies (PLU). * Lunes non échantillonnées pour cause d'assec (ou nb EPA < 20) ou de crues. Les barres hachurées représentent les périodes de fermeture de la pêche du bichiques.

• Gestion des prélèvements d'eau en rivière

Les périodes de reproduction et de dévalaison les plus efficaces pour *C. acutipinnis* et *S. lagocephalus*, de 2020 à 2023, se concentrent de janvier à juin (plus précisément janvier/février et mai/juin) mais peuvent être observées dès les mois de novembre et décembre. Ces périodes de reproduction efficace sont principalement corrélées aux plus fortes valeurs de débit, mettant en évidence un fort lien entre efficacité de la reproduction et conditions hydrologiques.

Cette première caractérisation des périodes de reproduction efficace souligne l'importance de maintenir les habitats aquatiques et la connectivité hydraulique à débit soutenu pendant ces mois critiques pour la préservation de *C. acutipinnis*. Toutefois, il est crucial de veiller à ne pas dégrader les conditions environnementales et la continuité hydraulique en dehors de ces périodes, car la reproduction de l'espèce peut toujours se produire et être significative les autres années (selon les conditions marines et hydrologiques des cours d'eau) et le fonctionnement des écosystèmes nécessite une continuité de conservation du bon état.

Ces premiers éléments établis à partir de 3 années de suivi, illustrent des exemples de liens directs entre l'acquisition de données mis en œuvre dans le projet d'observatoire des embouchures et leur utilisation en gestion des espèces et des milieux aquatiques.

3.5 Proposition de dimensionnement d'un observatoire des embouchures

Les trois années de suivi réalisées dans le cadre du projet DYNAPOP ont mis en lumière les variations mensuelles dans la colonisation des poissons et crustacés aux embouchures des six rivières de l'île. Les données collectées ont pu être standardisées et permettent de mener des comparaisons entre les rivières et entre les années pour établir des indicateurs de variation des nouveaux arrivants. Ces données permettront d'alimenter la réflexion sur les mesures de gestion à adopter ainsi que leur efficacité à moyen ou long terme.

En vue de dimensionner un suivi à long terme, rappelons le cadre et les objectifs du suivi :

- Caractériser la **dynamique temporelle** des arrivées de poissons et de crustacés en embouchure

Les variations intra-annuelles, mesurées à chaque phase lunaire, se sont montrées très variables tout au long du suivi et présentent des dynamiques distinctes entre les indicateurs (abondance / richesse), les familles (poissons / crustacés) et les taxons au sein d'une même rivière. Ainsi, pour caractériser les variations temporelles des abondances et des richesses des taxons aux embouchures, il est essentiel d'avoir une **observation à chaque lunaison** alignée sur la période de nouvelle lune.

- Le second objectif est de prendre en compte la **variabilité spatiale** à l'échelle de l'île.

Durant le suivi DYNAPOP, six rivières situées dans différentes régions de l'île, à savoir le Sud, l'Ouest, le Nord et l'Est, ont été étudiées. Parmi ces rivières, deux d'entre elles, la rivière des Galets et la rivière des Pluies, présentent des régimes intermittents. (Figure 1 et Tableau 2). Durant le suivi, les rivières ont démontré des variations plus ou moins marquées en termes de richesse et/ou d'abondance des poissons et des crustacés. Certaines rivières se sont avérées être particulièrement riches et abondantes en crustacés, telles que la rivière des Roches, tandis que d'autres ont été identifiées comme étant plus riches en poissons, comme la rivière Saint-Etienne.

Une analyse en composantes principales (ACP) de l'ensemble des inventaires a été effectuée pour évaluer l'importance de chaque rivière dans l'observation des variations de richesse et d'abondance des nouveaux arrivants (Figures page suivante). Les variables utilisées comprenaient la densité des nouveaux arrivants pour huit taxons différents, ainsi que la richesse en nouveaux arrivants de crustacés et de poissons pour chaque échantillonnage. Les échantillons ont été projetés sur les axes 1 et 2, qui expliquent ensemble 39,6 % de la variabilité totale. Le cercle de corrélation a été utilisé pour visualiser les corrélations entre les variables initiales et les composantes principales dans l'espace de l'ACP. La rivière des Roches se distingue par une dispersion importante des individus, principalement expliquée par les variables relatives aux crustacés, notamment la densité de *Macrobrachium australe*, la densité d'*Atyoida serrata* et la richesse en crustacés. On observe également que la richesse en poissons contribue à étirer l'ellipse le long de l'axe 2. La dispersion de la rivière des Pluies est principalement influencée par les variables de densité de *Sicyopterus lagocephalus* et *Cotylopus acutipinnis*, avec parfois des écarts de variance significatifs pour ces deux variables. La rivière Saint-Etienne présente une dispersion expliquée principalement par la densité et la richesse en poissons. La rivière du Mât présente une dispersion similaire mais avec des valeurs plus uniformes. La rivière des Marsouins montre une dispersion très homogène, principalement influencée par les variables liées aux crustacés, avec une richesse constante et des abondances relativement faibles en nouveaux arrivants de poissons. En revanche, la rivière des Galets fournit peu d'informations en raison de son intermittence marquée.

Cette analyse permet d'évaluer la contribution de chaque rivière à l'explication des écarts par rapport à la moyenne des différentes variables. La rivière des Roches contribue significativement à la variance, en raison de sa richesse et de ses densités parfois élevées en crustacés. La rivière des Pluies porte une information complémentaire, notamment en ce qui concerne les densités de *S. lagocephalus* et *C. acutipinnis*. Cependant, son intermittence limite l'acquisition d'informations régulières. La rivière Saint Etienne et la rivière du Mât fournissent des informations similaires sur les populations de nouveaux arrivants et complémentaires aux informations portées par la rivière des Roches. La rivière des Marsouins apporte des informations médianes et déjà couvertes par les autres rivières.

ACP - Projection des individus (PC1 vs PC2)

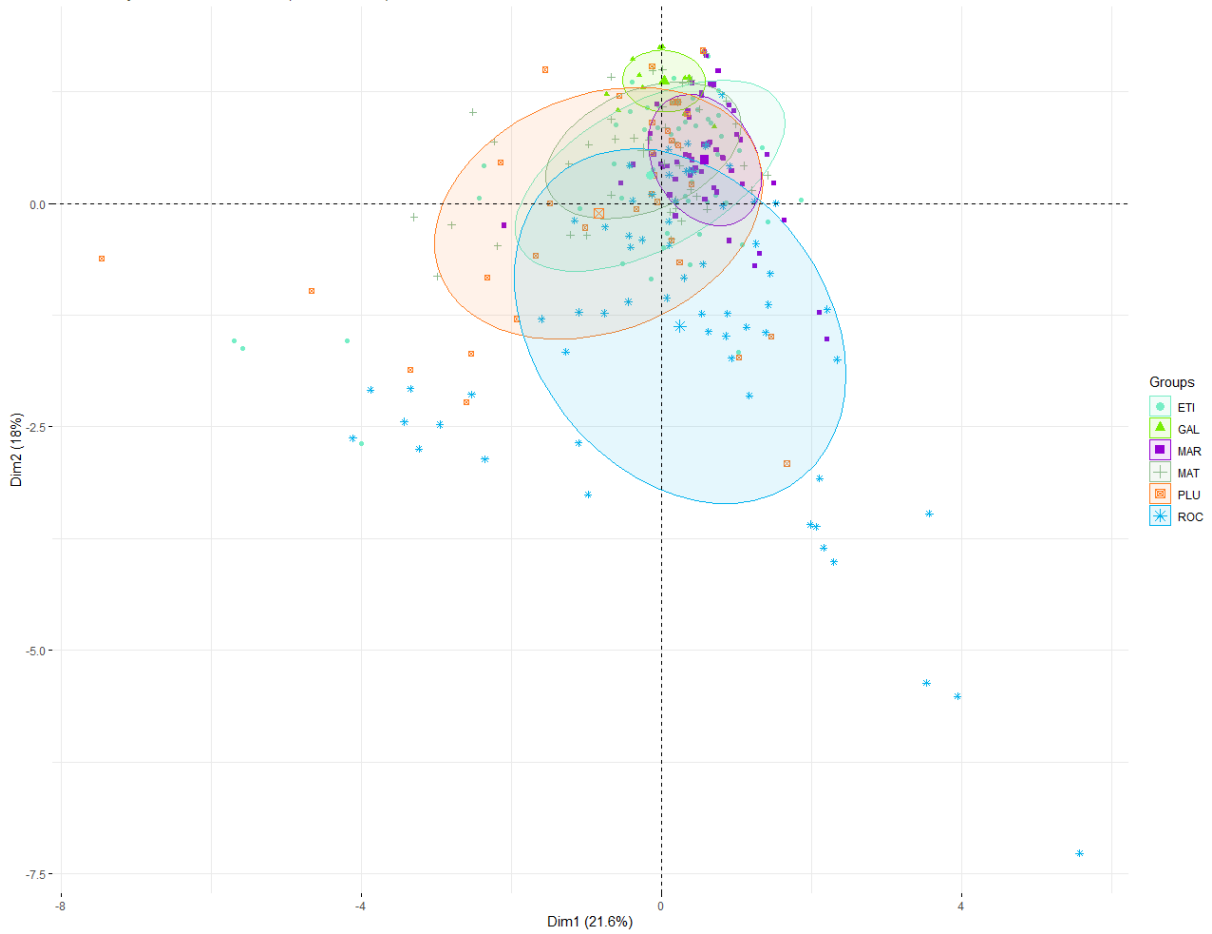


Figure 142 : Projection de l'analyse en composante principale des échantillonnages, colorés en fonction des rivières

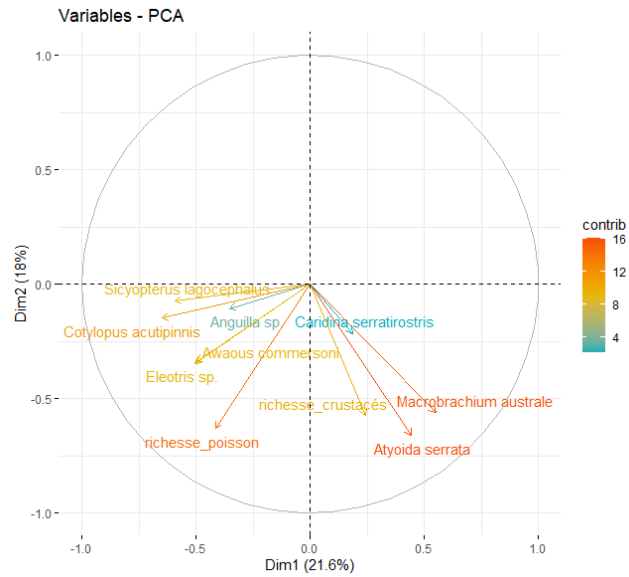


Figure 143 : cercle de corrélation des variables utilisées

À partir de cette analyse, nous pouvons conclure que deux rivières constituent un minimum pour suivre la variabilité de la richesse et des abondances en nouveaux arrivants à l'échelle de l'île : la rivière des Roches et la rivière Saint-Etienne.

La rivière des Marsouins montre des signaux faibles et très homogènes sur l'ensemble du suivi, principalement en raison des conditions d'échantillonnage. Les observations sur les rivières des Galets et des Pluies sont très dépendantes de la connexion hydraulique et présentent un intérêt limité dans un processus d'acquisition de données pour mesurer les variations naturelles et liées à la gestion des milieux à long terme. Néanmoins, le suivi de ces milieux peut revêtir une importance forte pour la gestion et la restauration de leurs habitats.

Pour conclure, et de façon à recueillir la variabilité spatiale des nouvelles arrivées de post-larves de poissons et de crustacés il est recommandé de réaliser **un suivi sur deux rivières à minima : rivière des Roches et rivière Saint Etienne**. Néanmoins, il apparaît que l'extension du suivi à la **rivière du Mât** apporterait une plus-value significative dans la fourniture de données et d'échantillons nécessaires à la gestion des espèces : couverture d'un des principaux bassins versants de la région Est, compréhension des fenêtres de reproduction des poissons, telles que celles du *C. acutipinnis* et du *S. lagocephalus*, et évaluation de l'efficacité des pêcheries.

Afin de poursuivre l'acquisition de données sur les fenêtres de reproduction efficaces de *A. acutipinnis* et *S. lagocephalus*, des prélèvements de ces individus doivent se faire lors de chaque campagne. A minima 50 individus des deux espèces doivent être prélevés à l'échelle de l'île à chaque nouvelle lune (tous les mois). Les individus seront recherchés au battant des lames or échantillonnages par EPA, afin d'obtenir des post-larves PL1 (transparentes) et de collecter les individus nécessaires pour les analyses. Les individus sont ensuite fixés dans l'alcool pour analyse de la durée de vie larvaire en laboratoire.

A Titre d'exemple, les deux tableaux suivants simulent, pour 1 rivière (Tableau 9) puis pour 2 ou 3 rivières (Tableau 10) suivies une estimation des personnes/jours nécessaires à la mise en œuvre du suivi, pour 12 lunaisons par an (attention, certaines années comprennent 13 lunaisons) :

Tableau 9 – Estimation du nombre de personnes/jours nécessaires pour réaliser le suivi sur une embouchure au titre de l'observatoire des flux migratoires.

	1 rivière		
	Ingénieur Hydrobio	Technicien Hydrobio	Agent de terrain
Echantillonnages	6	6	24
Laboratoire (tris)	1	3	
Otolithométrie	4	24	
Bancarisation	0.5	1	
Total	11.5	34	24
	69,5		

Tableau 10 – Estimation du nombre de personnes/jours nécessaires pour réaliser le suivi de deux ou trois embouchures au titre de l'observatoire des flux migratoires.

	Roches et Saint Etienne			Roches, Mât et Saint Etienne		
	Ingénieur Hydrobio	Technicien Hydrobio	Agent de terrain	Ingénieur Hydrobio	Technicien Hydrobio	Agent de terrain
Echantillonnages	12	12	48	18	18	72
Laboratoire (tris)	2	6		2	9	
Otolithométrie	4	24		4	24	
Bancarisation	1	4		1.5	6	
Total	19	46	48	25,5	57	72
	113			154.5		

Au final, le suivi de deux embouchures nécessiterait 113 personnes/jours, contre 154.5 personnes/jour pour le suivi de 3 embouchures, soit une augmentation de 37 %.

Bibliographie

- ARDA (2012) Observation des Flux Migratoires de poissons et de macrocrustacés diadromes de la Réunion. Rapport Final. Soutien FEDER, Région Réunion et DEAL Réunion.
- DEAL Réunion (2018) Plan Directeur de Conservation de la Loche des sables Awaous à l'île de La Réunion et à l'île de Mayotte.
- DEAL Réunion, OCEA, ECO-MED OI (2019) Etude en vue de la protection des espèces de poissons et de crustacés d'eau douce de La Réunion.
- Delacroix P, Champeau A (1992) Ponte en eau douce de *Sicyopterus lagocephalus* (Pallas) poisson Gobiidae amphibionte des rivières de la Réunion. *Hydroécol Appl* 4:49–63. <https://doi.org/10.1051/hydro:1992105>
- Edeline E, Beaulaton L, Le Barh R, Elie P (2007) Dispersal in metamorphosing juvenile eel *Anguilla anguilla*. *Mar Ecol Prog Ser* 344:213–218. <https://doi.org/10.3354/meps06988>
- Ellien C, Werner U, Keith P (2014) Morphological changes during the transition from freshwater to sea water in an amphidromous goby, *Sicyopterus lagocephalus* (Pallas 1770) (Teleostei). *Ecol Freshw Fish* 23:1–10. <https://doi.org/10.1111/eff.12190>
- Germis G (2016) Méthode par pêche électrique par échantillonnage par point au martin-pêcheur « indice d'abondance anguille ». Protocole 2009 actualisé en avril 2016.
- Germis G (2009) Méthode De Pêche Electrique Par Echantillonnage Par Point Au Martin Pêcheur « Indice D ' Abondance Anguille »
- Hoarau PE (2018) Size at maturity, reproduction and recruitment in an amphidromous shrimp *Caridina serratiostris* De Man, 1892 in Reunion Island (Decapoda: Atyidae). *Cahiers scientifiques de l'océan Indien occidental* 9:1–10
- Hoarau PE, Courtecuisse E, Treilhes CR, et al (2019) Reproductive biology of a small amphidromous shrimp *Atyoida serrata* on Reunion Island, south-west Indian Ocean. *Limnologia* 76:1–10. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2019.03.005>
- Hoarau PE, Treilhes CRM, Valade PB (2018) Reproductive biology and recruitment in an amphidromous prawn *Macrobrachium australe* in Reunion Island. *Invertebrate Biology* 137:1–10. <https://doi.org/10.1111/ivb.12222>
- Keith P, Hoareau T, Lord C, et al (2008) Characterisation of post-larval to juvenile stages , metamorphosis and recruitment of an amphidromous goby , *Sicyopterus lagocephalus* (Pallas) (Teleostei : Gobiidae : Sicydiinae). 876–889
- Keith P, Marquet G, Valade P, et al (2006) Atlas des poissons et des crustacés d'eau douce des Comores, Mascareignes et Seychelles, Muséum national d'Histoire Naturelle, Paris, Collection Patrimoines Naturels, 65
- Malavoi JR (1998) Typologie et sectorisation des cours d'eau de La Réunion
- Mennesson M, Keith P (2017) Evidence of two species currently under the name of *Eleotris fusca* (Gobioidae: Eleotridae) in the Indian Ocean. *Cybiurn* 41:213–220
- Mennesson MI, Keith P (2020) *Eleotris* (Teleostei : Eleotridae) of the Indian Ocean : an overview with the description of three new species. *Cybiurn* 44:185–203
- OCEA ; OLE (2024) Clef dichotomique d'identification des poissons et crustacés d'eau douce de La Réunion
- Pottier G, Azam D, Marchand F (2022) La pêche électrique dans les milieux aquatiques continentaux
- Taillebois L, Keith P, Valade P, et al (2011) Involvement of thyroid hormones in the control of larval metamorphosis in *Sicyopterus lagocephalus* (Teleostei: Gobioidae) at the time of river recruitment. *Gen Comp Endocrinol* 173:281–8. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2011.06.008>

- Teichert N. (2012) Variabilité des traits d'histoire de vie chez les Gobiidae (Sicydiinae) amphidromes de l'île de la Réunion : *Sicyopterus lagocephalus* (Pallas, 1770) et *Cotylopus acutipinnis* (Guichenot, 1863), thèse de doctorat, Université de Pau et des Pays de l'Adour,
- Teichert N, Richarson M, Valade P, Gaudin P (2012) Reproduction and marine life history of an endemic amphidromous gobiid fish of Reunion Island. *Aquat Biol* 15:225–236. <https://doi.org/10.3354/ab00420>
- Teichert N, Valade P, Fostier A, et al (2016) Reproductive biology of an endemic amphidromous goby, *Cotylopus acutipinnis*, from la Réunion Island. *Mar Freshw Res* 67:526–536. <https://doi.org/10.1071/MF14264>
- Teichert N, Valade P, Lim P, et al (2014) Habitat selection in amphidromous Gobiidae of Reunion Island: *Sicyopterus lagocephalus* (Pallas, 1770) and *Cotylopus acutipinnis* (Guichenot, 1863). *Environ Biol Fishes* 97:255–266. <https://doi.org/10.1007/s10641-013-0148-0>
- Valade P, Grondin H, Bosc P (2007) Etude de faisabilité d'un Observatoire des flux migratoires des espèces de poissons et de macrocrustacés diadromes de La Réunion. Rapport final.

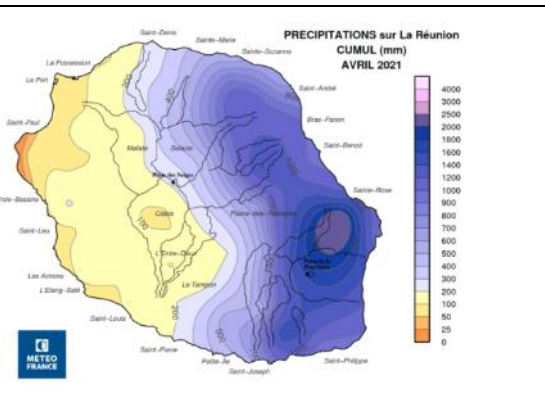
Annexe 1 : Bilan hydrologique mensuel

Tableau 11 : Bilan mensuel des précipitations observées sur l'île de la Réunion. Les mois en bleu correspondent à la saison des pluies, en violet aux mois de transition et les mois en oranges à la saison sèche.

Mois	Carte de synthèse mensuelle des précipitations	Bilan mensuel et fait marquant sur l'ensemble de l'île
<p>Janvier 2021</p> <p>NL : 13 janvier</p>		<p>Bilan déficitaire à -40%</p> <p>1^{ère} décade : faibles averses</p> <p>2^{ème} décade : Episodes pluvieux le 12. Obligé à décaler les inventaires des rivières de l'Est du 14 au 18. (Niveaux d'eau trop hauts sur Roches et Marsouins).</p> <p>3^{ème} décade : Fortes ondées à caractère orageux d'évolution diurne les 24 et 25.</p>
<p>Février 2021</p> <p>NL : 11 février</p>		<p>Bilan très déficitaire à -65%</p> <p>1^{ère} décade : averses continues modérées sur l'Est entre le 2 et le 11 obligé à décaler les échantillonnages des rivières de l'Est du 11 au 15</p> <p>2^{ème} décade : Rares averses les 14, 18 et 19 sur les plaines et le sud de l'île.</p> <p>3^{ème} décade : un épisode pluvieux dans la nuit du 20 au 21 sur takamaka et Bras Panon.</p>
<p>Mars 2021</p> <p>NL : 13 mars</p>		<p>Bilan normal -10%</p> <p>1^{ère} décade : Passage de la tempête Iman. Episodes pluvio-orageux entre le 6 et 7. Inversion des échantillonnages entre les rivières de l'Est et Nord-ouest.</p> <p>2^{ème} décade : Quelques averses très localisées.</p> <p>3^{ème} décade : Pluies marquées du 20 au 21 et du 27 au 30 sur le Sud-Est de l'île.</p>

Avril 2021

NL :
12 avril



Bilan très excédentaire + 125%

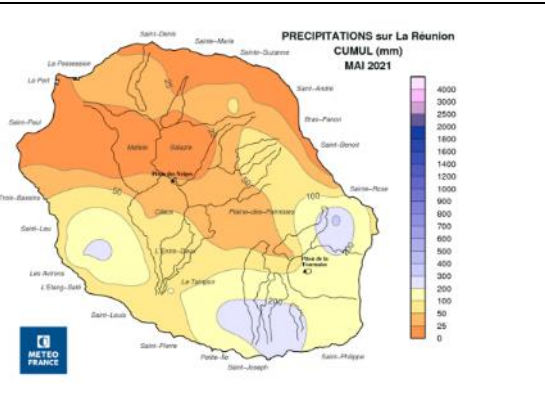
1^{ère} décade : Averses marquées sur l'Est. Inversion des dates d'échantillonnages entre l'Est ou l'Ouest. Echantillonnages sur Mât et Roches le 16 au lieu du 13.

2^{ème} décade : Fortes averses orageuses du 16 au 20.

3^{ème} décade : Fréquentes averses localement orageuses et fortes du Nord-Est au Sud-Est en particulier sur le flanc est du Volcan

Mai 2021

NL :
11 mai



Bilan déficitaire 60%

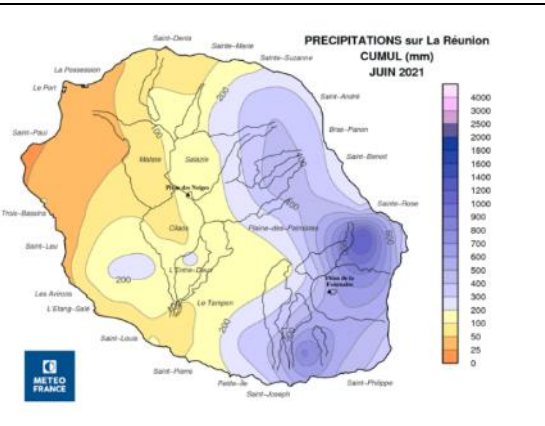
1^{ère} décade : Le matin du 6, à l'avant d'un front froid, pluies localement intenses et orageuses sur l'Ouest

2^{ème} décade : Du 19 au 20, flux rapide et humide de sud à sud-est avec des averses principalement sur le Sud-Ouest

3^{ème} décade : Du 23 au 24, pluies sur le Sud-Ouest localement marquées sur le Sud Sauvage

Juin 2021

NL :
10 juin



Bilan excédentaire de 60%

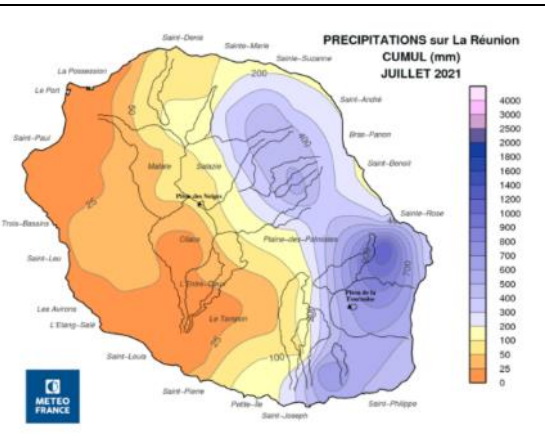
1^{ère} décade : dans la nuit du 6 au 7, observations de précipitations localement fortes dans les contreforts du Sud sauvage et les hauts de Sainte-Rose

2^{ème} décade : Averses dans le Sud-Est entre le 15 et 18 (92mm à Bellevue Bras Panon et 136mm à Sainte-Rose)

3^{ème} décade : Averses localement marquées sur l'Est du 27 au 28 (114mm à Takamaka, 76mm à Salazie).

Juillet 2021

NL :
10 juillet



Bilan excédentaire de 25%

1^{ère} décade : Averses localement modérées sur l'Est et le Sud-Est

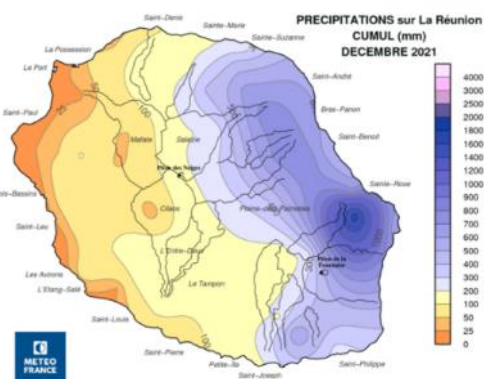
2^{ème} décade : Averses localement modérées sur l'Est et le Sud Sauvage (le 18 : 96mm sur Takamaka).

3^{ème} décade : Belles averses du 26 au 28 sur les contreforts du Volcan (le 26 : 90 mm à la Crêt ; le 29 : 120mm sur les Hauts de Ste-Rose)

<p>Août 2021</p> <p>NL : 8 août</p>	<p>PRECIPITATIONS sur La Réunion CUMUL (mm) AOÛT 2021</p>	<p>Bilan largement excédentaire</p> <p>1^{ère} décade : Averses localement modérées sur le Sud Sauvage</p> <p>2^{ème} décade : Averses ponctuellement modérées sur le Sud Sauvage</p> <p>3^{ème} décade : Episode pluvieux entre le 27 et le 29 avec de fortes pluies sur les contreforts du Volcan et du Sud Sauvage. Sur deux jours : 861 mm à Bellecombe-Jacob, 746 mm à la Crête, 385mm à Salazie Village, 228 mm à Bellevue-Bras Panon.</p> <p>Cumul quotidien record pour un mois d'août sur Bellecombe et la Crête.</p>
<p>Septembre 2021</p> <p>NL : 7 septembre</p>	<p>PRECIPITATIONS sur La Réunion CUMUL (mm) SEPTEMBRE 2021</p>	<p>Bilan déficitaire de 40%</p> <p>1^{ère} décade : Faibles averse d'alizés</p> <p>2^{ème} décade : averses modérées sur les contreforts du Volcan</p> <p>3^{ème} décade : Averses modérées sur le Sud-Est dans la nuit du 26 au 27. 55mm à Hauts de Ste-Rose et 44mm à Takamaka.</p>
<p>Octobre 2021</p> <p>NL : 6 octobre</p>	<p>PRECIPITATIONS sur La Réunion CUMUL (mm) OCTOBRE 2021</p>	<p>Bilan excédentaire de 50%</p> <p>1^{ère} décade : Front froid ; le 8 : 77 mm à Grand Coude et le 9 : 93mm à la Crête.</p> <p>2^{ème} décade : Averses ponctuelles dans l'Est (Bagatelle : 38mm le 11 et 43mm le 12)</p> <p>3^{ème} décade : un épisode pluvieux du 28 au 29 avec 38 mm de précipitation à la plaine Fougère et 35mm à Bras Pistolet.</p>
<p>Novembre 2021</p> <p>NL : 4 novembre</p>	<p>PRECIPITATIONS sur La Réunion CUMUL (mm) NOVEMBRE 2021</p>	<p>Bilan largement déficitaire de 55% (85 % sur l'Est)</p> <p>1^{ère} décade : Pas de précipitations significatives</p> <p>2^{ème} décade : Pas de précipitations significatives</p> <p>3^{ème} décade : Quelques ondées très localisées les 27 et 28 (77mm à Ravine des Cabris, 26mm à Cilaos, 37mm à Saint François).</p>

Décembre 2021

NL :
4 décembre



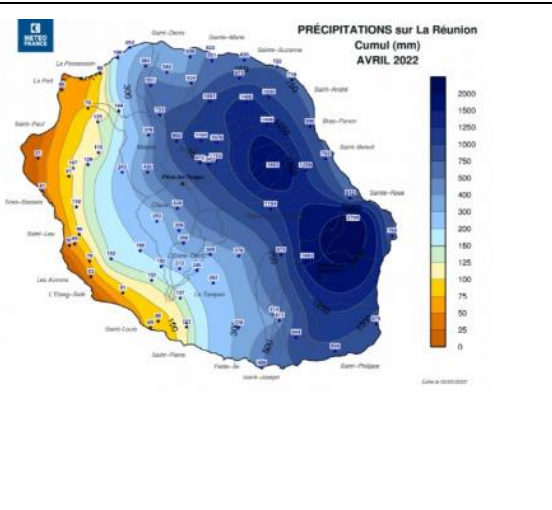
Bilan global légèrement excédentaire (+10%)

1^{ère} décade : un épisode pluvieux le 02 avec 123mm à la Crête
 2^{ème} décade : Précipitations localement orageuses sur le centre et l'Est (le 15 : 113mm aux Hauts de Ste-Rose, 89 mm à St-Benoit.
 3^{ème} décade : fort épisode pluvio-orageux le 22. 223mm à Hauts de Ste-Rose puis 272mm le 29.

Mois	Carte de synthèse mensuelle des précipitations	Bilan mensuel et fait marquant sur l'ensemble de l'île
Janvier 2022 NL : 2 janvier		<p>Bilan excédentaire de + 10%</p> <p>1^{ère} décade : averses observées entre 6 et 10 sur Sud et l'Est de l'île, 160 mm le 10/01 à Bra Pistolet. 2^{ème} décade : Episodes pluvio-orageux sur l'Est les 11 et 15. Jusqu'à 609 mm à Bellevue Bras Panon, 603 mm à Plaine des Fougères, 3^{ème} décade : peu de précipitations</p>
Février 2022 NL : 1 ^{er} février		<p>Bilan excédentaire de + 60%</p> <p>Passage de Batsirai et Emnati</p> <p>1^{ère} décade : Pluies cycloniques (Batsirai) de 1^{er} au 5. 2044 mm à Commerson, 1881 mm à Bellecombe-Jacob ; 1485 mm à La Nouvelle, 790 mm au Tampon 2^{ème} décade : Pluies Cycloniques (Emnati) du 19 au 20. 596 mm à Bellecombe-Jacob 3^{ème} décade : Pluies Cycloniques (Emnati) du 21 au 22, 449 mm à La Nouvelle, 302 mm à Plaine des Cafres.</p>
Mars 2022 NL : 2 mars		<p>Bilan déficitaire de 15%</p> <p>1^{ère} décade : épisodes de pluies le 4^e et 8 avec 171 mm à St-Benoit, 43,1 mm en 1h à Pointe des Trois-Bassins 2^{ème} décade : épisodes de pluies les 13 et 14 sur l'Est et le Sud sauvage avec 388 mm à Bellecombe-Jacob, 212 mm à Gros Piton Ste-Rose. 3^{ème} décade : Plusieurs ondes localement marquées sur le Sud et l'Ouest de l'île entre le 20 et 23 et le 29.</p>

Avril 2022

NL :
1^{er} avril et
30 avril



Bilan très excédentaire de 240% (mois d'avril plus pluvieux depuis 1961)

1^{ère} décade : Pluies diluviennes entre le 1^{er} et 5 sur le Nord-Est et sud-Est, avec sur 3 jours, 896 mm à Bellecombe-Jacob, 1116 mm à Hauts de Ste-Rose

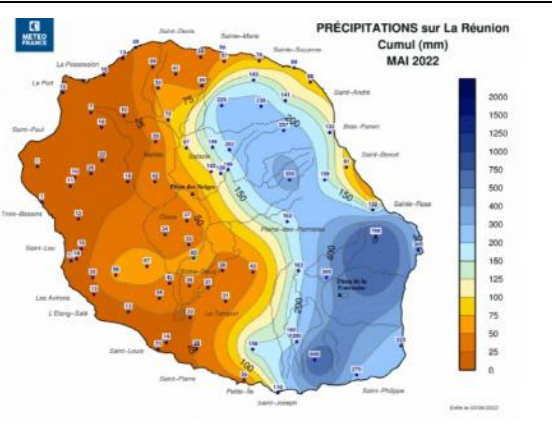
2^{ème} décade : Pluies ponctuellement marquées sur l'Est et le Volcan du 13 au 15 avec 367 mm à Hauts de Ste-Rose et dans la nuit du 17 au 18 avec 220 mm à Bellecombe-Jacob.

3^{ème} décade : Pluies marquées sur l'Est et le volcan dans la nuit du 22 au 23 avec 140,9 mm à Bellecombe-Jacob

Record du mois d'avril sur Hauts de Sainte-Rose, avec 2700 mm.

Mai 2022

NL :
30 mai



Bilan déficitaire de 30%

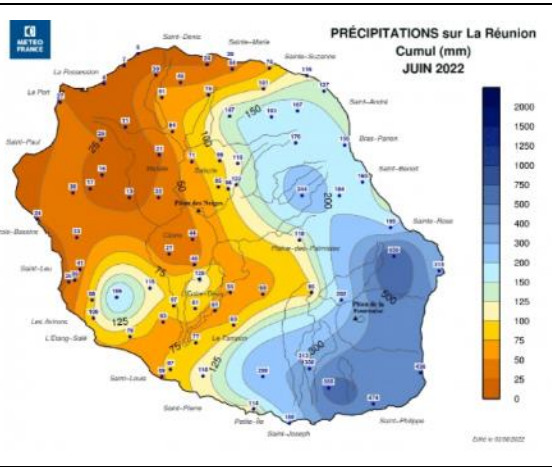
1^{ère} décade : Pluies marquées les 4 et 5 sur le Volcan et l'Est avec 283 mm à La Crête. Autre épisode pluvieux le 8 dans la nuit sur le sud Sauvage avec 42 mm au Baril.

2^{ème} décade : Une averse locale sur le sud Sauvage, avec 160 mm à La Crête.

3^{ème} décade : Des localisées sur l'Est le 21 avec 40 mm au Tremblet et 97 mm à Hauts de Ste-Rose.

Juin

NL :
29 juin



Bilan proche de la normale

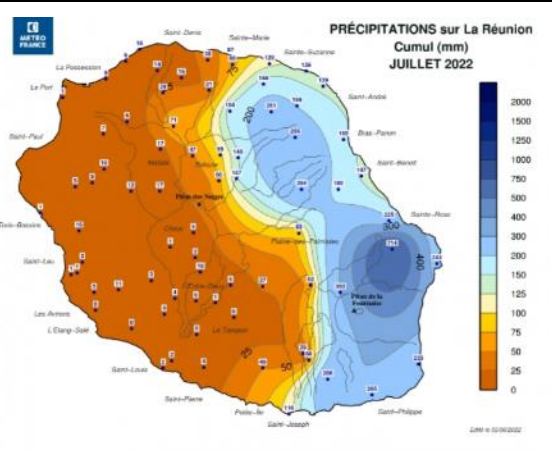
1^{ère} décade : Pluies localement modérées, le 2 et du 7 au 10 sur le sud et l'Est de l'île.

2^{ème} décade : Belles averses sur le Sud Sauvage entre le 15 et 20 avec 164 mm à Hauts de Ste-Rose, 67 mm aux Avirons, 100 mm au Tremblet

3^{ème} décade : Peu d'averse

Juillet 2022

NL :
28 juillet

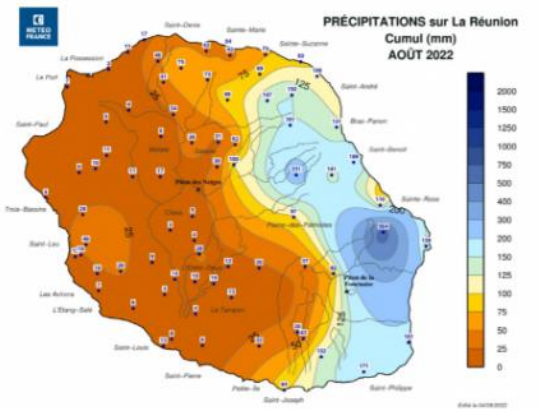
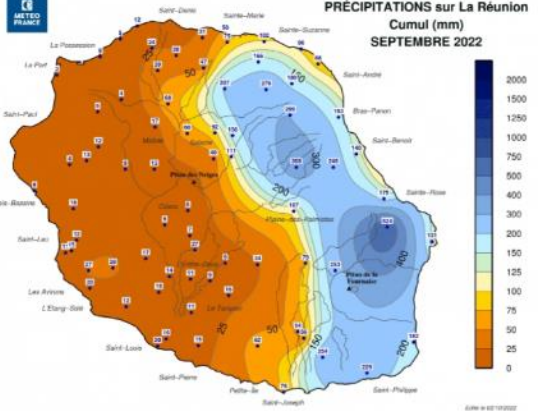
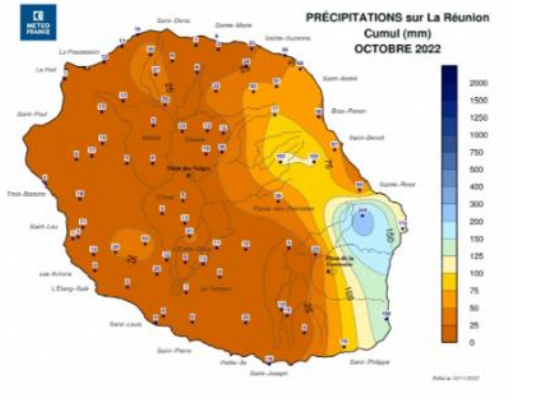
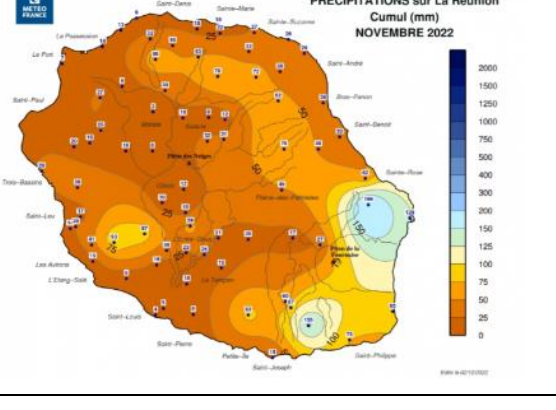


Bilan déficitaire de 30%

1^{ère} décade : Averses localement modérées sur le Sud le 3 avec 57 mm à La Crête.

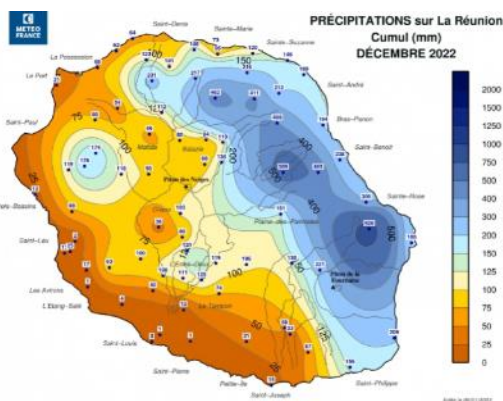
2^{ème} décade : Faibles averses sur la moitié Sud entre le 16 et le 19, avec 54 mm à Hauts de Ste-Rose, 25 mm à Bellevue Bras-Panon.

3^{ème} décade : Averses localement modérées le 23 avec 73 mm à Hauts de Ste-Rose et 34 mm à Bellecombe-Jacob.

<p>août 2022</p> <p>NL : 27 août</p>	 <p>PRÉCIPITATIONS sur La Réunion Cumul (mm) AOÛT 2022</p>	<p>Bilan déficitaire de 35%</p> <p>1^{ère} décade : Faibles averses localement modérées les 3 et 8 avec 25 mm à St-François et 15 mm au Chaudron</p> <p>2^{ème} décade : Faibles averses d'alizés.</p> <p>3^{ème} décade : Pluies localement instables les 28 et 29 avec 85 mm à Takamaka et 30 mm à Gillot</p>
<p>Septembre 2022</p> <p>NL : 25 septembre</p>	 <p>PRÉCIPITATIONS sur La Réunion Cumul (mm) SEPTEMBRE 2022</p>	<p>Bilan proche de la normale</p> <p>1^{ère} décade : Averses modérées le 1^{er} et 4, sur le Sud et l'Est, avec 17 mm aux Avirons et au Baril</p> <p>2^{ème} décade : Ondes humides d'alizés du 15 au 20 du Nord-Est au Sud-Est, avec 276 mm à Hauts de Ste-Rose et 87 mm à Bagatelle.</p> <p>3^{ème} décade : Ondes humides d'alizés du 21 au 24 du Nord-Est au Sud-Est, avec 132 mm à Takamaka et 90 mm à Bellevue Bras-Panon.</p>
<p>Octobre 2022</p> <p>NL : 25 octobre</p>	 <p>PRÉCIPITATIONS sur La Réunion Cumul (mm) OCTOBRE 2022</p>	<p>Bilan largement déficitaire de 65% (record sur 51 ans de données)</p> <p>1^{ère} décade : Temps sec</p> <p>2^{ème} décade : averses localement modérées le 17 avec 24 mm à Colorado</p> <p>3^{ème} décade : Quelques averses sur l'Est entre le 21 et 23, avec 50 mm au Tremblet, 44 mm à Hauts de Ste-Rose.</p>
<p>Novembre 2022</p> <p>NL : 23 novembre</p>	 <p>PRÉCIPITATIONS sur La Réunion Cumul (mm) NOVEMBRE 2022</p>	<p>Bilan largement déficitaire de 65%</p> <p>1^{ère} décade : Averses localement modérées sur le Sud-Est les 1 et 2, avec 65 mm à Hauts de Ste-Rose</p> <p>2^{ème} décade : Front froid dans la nuit du 13 au 14, avec 124 mm à La Crête et 45 mm au Tévelave.</p> <p>3^{ème} décade : Rares averses les 21 et 22.</p>

Décembre
2022

NL :
23
décembre



Bilan largement déficitaire de 40%

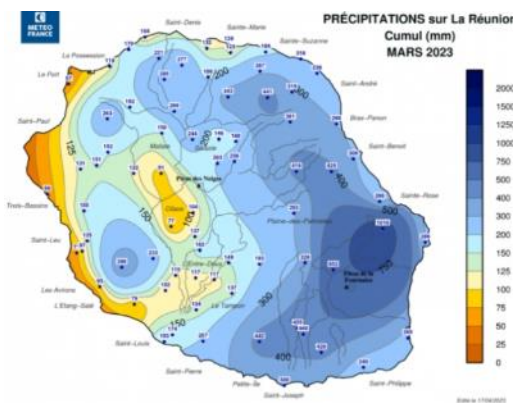
1^{ère} décade : Averses localement marquées le 10 et 11, avec 87 mm à Hauts de Ste-Rose, 63 mm à Chemin de Ceinture

2^{ème} décade : Ondées localement marquées le 15 sur l'ensemble de l'île avec 110 mm à Hauts de Ste-Rose, 37 mm au Guillaume

3^{ème} décade : Averses marquées le 23 sur les contreforts Nord et Est, avec 174 mm à Plaine des Fougères, 98 mm au Brûlé-Val-Fleuri.

Mois	Carte de synthèse mensuelle des précipitations	Bilan mensuel et fait marquant sur l'ensemble de l'île
<p>Janvier 2023</p> <p>NL : 21 janvier</p>		<p>Bilan excédentaire de + 10%</p> <p>1^{ère} décade : Bonnes averses localisées les 1^{er} et 10, avec 146 mm à Plaine des Fougères, 149 mm à Plaine des Palmistes</p> <p>2^{ème} décade : Averses localement orageuses les 18 et 19 sur le Nord et l'Est, avec 223 mm à Bellecombe-Jacob, 110 mm à Hauts de Ste-Rose</p> <p>3^{ème} décade : épisode orageux et pluies intense les 22 et 25 avec 46,6 mm à Colimaçons, 75,2 mm à Menciol et 106,7 mm à Chemin de Ceinture.</p>
<p>Février 2023</p> <p>NL : 20 février</p>		<p>Bilan largement déficitaire de 55%</p> <p>1^{ère} décade : Bonnes averses localisées ; orages sur l'Ouest l'après-midi du 6 avec 137 mm à Takamaka et 204 mm à Bellecombe-Jacob</p> <p>2^{ème} décade : Passage du cyclone Freddy entrainant des belles averses ponctuellement localisées avec 69 mm à Montauban, 102 mm à Bellecombe-Jacob</p> <p>3^{ème} décade : Ondées orageuses localisées l'après-midi du 27 avec 69 mm au Dimitile</p>

Mars 2023
NL :
21 mars



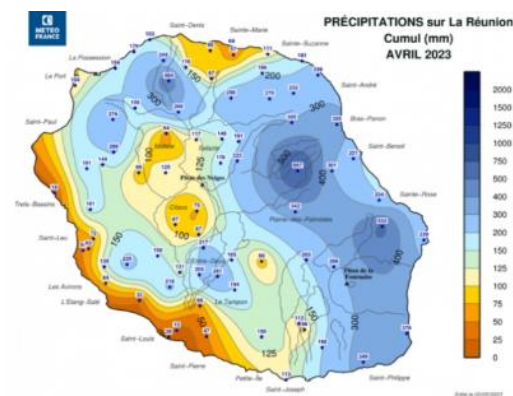
Bilan déficitaire de 30%

1^{ère} décade : Épisode pluvio-orageux marqué dans la nuit du 9 au 10 sur les contreforts du Volcan et le Sud, avec 379 mm à Bellecombe-Jacob, 283 mm à Grand-Galet, 131 mm à Pierrefonds-Aéroport

2^{ème} décade : Belles averses sur l'Est dans la nuit du 11 au 12, avec 136 mm à Takamaka et 162 mm à Hauts de Ste-Rose

3^{ème} décade : Ondées orageuses ponctuelles les 21,22 et 25 avec 97 mm à Plaine des Fougères et 89 mm au Tévelave

Avril 2023
NL :
20 avril



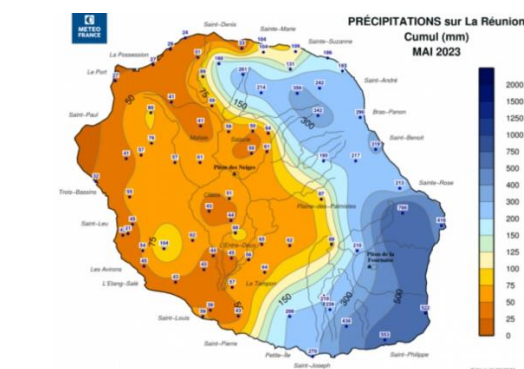
Bilan proche de la normale

1^{ère} décade : épisodes pluvieux les 1^{er}, 4 et 6 sur le Sud, avec 53 mm à Pont d'Yves, et 85 mm au Gol.

2^{ème} décade : épisodes localisés sur le l'Ouest le Sud de l'île du 15 au 16 avec 88 mm en 2h au Tampon et 107 mm à Bois de Nèfles.

3^{ème} décade : Episode localisé le 30 dans l'Est avec 88mm à Colorado.

Mai 2023
NL :
19 mai



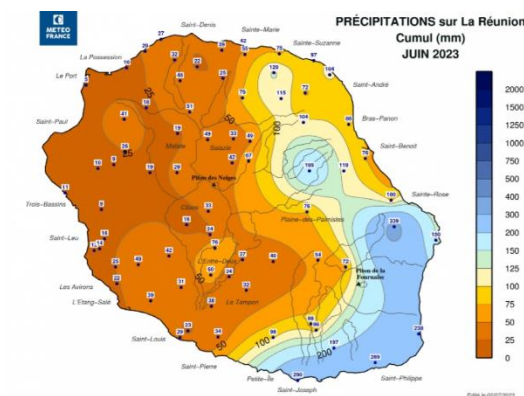
Bilan faiblement déficitaire de - 15 %

1^{ère} décade : épisode pluvieux les 4 et 7 mai sur les contreforts du Volcan.

2^{ème} décade : Ondées orageuses le 17. Avec 207 mm à bras Pistolet et 143 mm à Bellevue Bras-Panon.

3^{ème} décade : Averses marquées les 24,25 et 27 sur le sud de l'île, 208mm à La crête, 150 mm à Grand Galet et 142 mm au Baril.

Juin 2023
NL :
18 juin



Bilan déficitaire de 40%

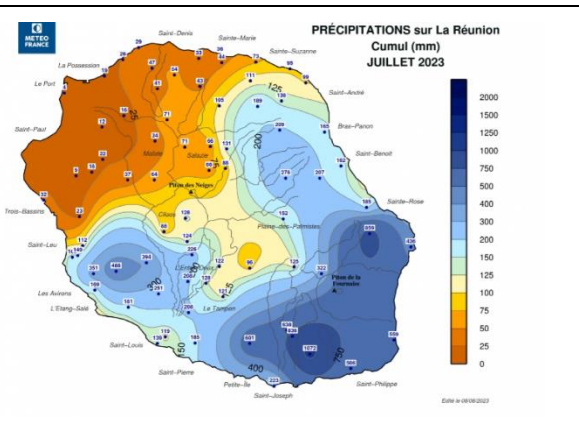
1^{ère} décade : pas de pluies

2^{ème} décade : un front froid le 17 qui arrose modérément l'île du Sud-Ouest au Sud Sauvage.

3^{ème} décade : Episode pluvieux le 24 sur Ste-Suzanne (70 mm à Bagatelle).

Juillet 2023

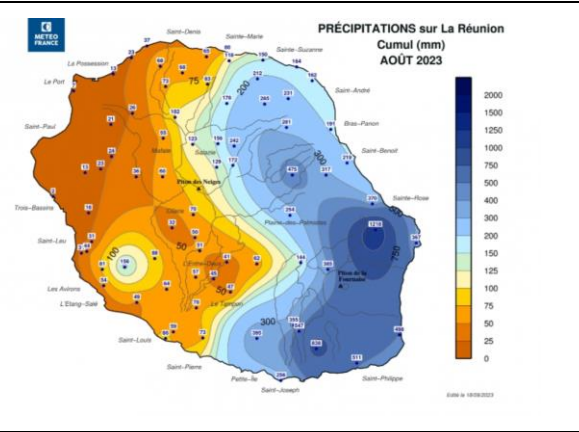
NL :
17 juillet



Bilan excédentaire
 1^{ère} décade : pluies abondantes sur le Sud sauvage et sur le sud-ouest
 2^{ème} décade : pluies modérées à fortes sur le sud Sauvage
 3^{ème} décade : Pluies deux fois plus abondantes sur le sud qu'habituellement.

Août 2023

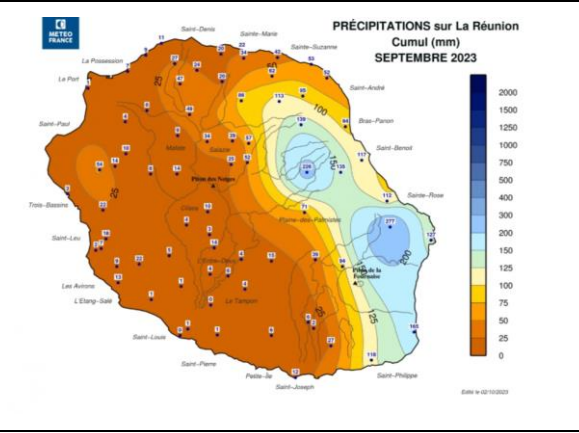
NL :
16 août



Bilan excédentaire de 75 %
 1^{ère} décade : pluies sur le sud sauvage du 4 au 5 (161 mm à Grand Galet) et 324mm à Hauts de Ste-Rose.
 2^{ème} décade : Pluies sur Ste rose et Takamaka le 12.
 3^{ème} décade : Pluies sur Gros Piton Ste-rose et Ste-rose du 23 au 24 (84 et 82 mm).

Septembre 2023

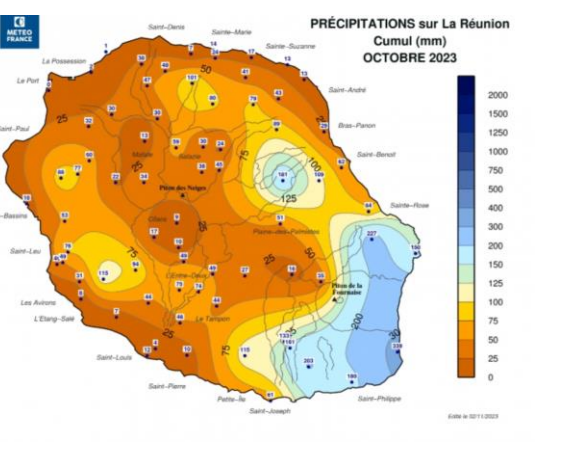
NL :
15 septembre



Bilan déficitaire de 50%
 1^{ère} décade : pluies locales sur takamaka le 2 (31 mm).
 2^{ème} décade : Faibles averses d'alizés sur le Nord et l'Est (19mm à Tan-Rouge).
 3^{ème} décade : épisodes pluvieux le 21 et 25, avec 33 mm à gros piton Ste-Rose et 57 mm au Tremblet.

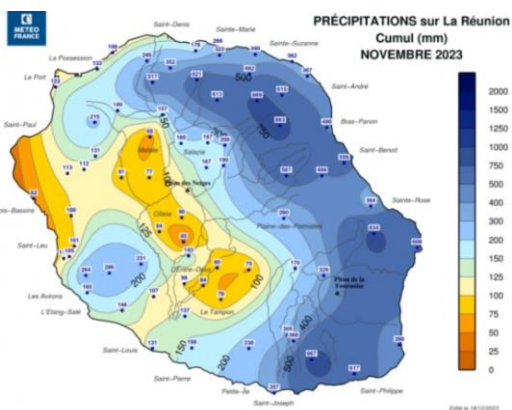
Octobre 2023

NL :
14 octobre



Bilan déficitaire de - 20%
 1^{ère} décade : Pluies localisées le 4 sur le sud, 144 mm à la crête
 2^{ème} décade : Averses marquées les 12 et 13, 128 mm au Tremblet et 61 mm au Baril.
 3^{ème} décade : Ondées marquées localisées dans le Sud et l'Ouest les 17 et 18 avec 50 mm au Tremblet, 39 mm à St-Leu et 61mm à Montauban.

Novembre
NL :
13
novembre



Bilan très excédentaire

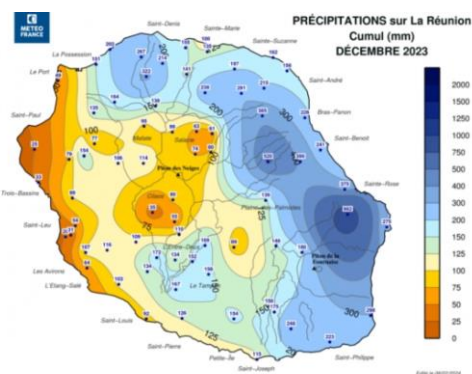
Mois de novembre le plus pluvieux depuis 50 ans.

1^{ère} décade : épisodes très marqués les 2 , 4 , 7 et 10. Jusqu'à 511 mm à Mautauban (St-Denis) en 48h, 224 mm à la crête, 271 mm à Belle Bras Panon, 70 mm Salazie-village.

2^{ème} décade : Averses le 146 sur le Sud de l'île, avec 201 mm à la Crête et 119mm au Baril.

3^{ème} décade : épisode pluvieux le 23 sur le Nord-Est avec 63 mm à Bellevue Bras-Panon et 43mm à St-Benoit.

Décembre
2023
NL :
13
décembre



Bilan déficitaire de - 20%

1^{ère} décade : épisodes très marqués le 10 avec jusqu'à 200 mm sur les Hauts de Ste-Rose

2^{ème} décade : événements pluvieux les 14,15 et 19 avec des épisodes pluvieux principalement localisés sur le nord et l'Est de l'île.

3^{ème} décade : Le 20 épisode pluvieux sur le sud et l'ouest avec 50 mm à Pierrefonds et 50mm à Piton Saint-Leu

Annexe 2 : Conditions d'échantillonnages

Tableau 12 : Conditions hydrologiques d'échantillonnages sur les différentes lunes et rivières du suivi.

Année	Date	Saint-Etienne	Galets	Marsouins	Mât	Pluies	Roches
2021	13/01/2021						
	11/02/2021		à sec				
	13/03/2021						
	12/04/2021		à sec				
	11/05/2021		à sec				
	10/06/2021		à sec				
	10/07/2021		à sec				
	08/08/2021		à sec				
	07/09/2021		à sec				à sec
	06/10/2021		à sec				
	05/11/2021		à sec				
	04/12/2021		à sec				
2022	02/01/2022						
	01/02/2022	en crue		en crue	en crue		en crue
	02/03/2022						
	01/04/2022	en crue			en crue		
	01/05/2022						
	30/05/2022						
	29/06/2022						
	28/07/2022						
	27/08/2022						
	26/09/2022						
	25/10/2022		à sec				
	24/11/2022						
	23/12/2022						
2023	22/01/2023						
	20/02/2023						
	21/03/2023						
	20/04/2023					à sec	
	19/05/2023					à sec	
	18/06/2023		à sec			à sec	
	17/07/2023		à sec			à sec	
	16/08/2023		à sec				
	15/09/2023		à sec				
	14/10/2023		à sec				
	11/11/2023		à sec			à sec	
	13/12/2023		à sec			à sec	

Annexe 3 : Liste des captures

Tableau 13 : Détail de l'ensemble des captures du suivi (de janvier 2021 à décembre 2023).











Poisson/Crustacés	Famille	Taxon	2021	2022	2023	Total
Crustacés	Total crustacés		15428	13487	1175	30090
	Atyidae	<i>Atyoida serrata</i>	7108	7484	284	14876
		<i>Caridina serratirostris</i>	1661	1797	155	3613
		<i>Caridina typus</i>	40	77	8	125
	Grapsidae	<i>Grapsidae</i>	25	2	3	30
		<i>Varuna litterata</i>	63	13	11	87
	Palaemonidae	<i>Macrobrachium australe</i>	6398	4102	706	11206
		<i>Macrobrachium lar</i>	103	2	6	111
		<i>Macrobrachium lepidactylus</i>	10	10	1	21
		<i>Macrobrachium sp.</i>	10			10
		<i>Palaemon concinnus</i>			1	1
Atyidae (Exotique)	<i>Neocaridina davidi (Bouvier, 1904)</i>	10			10	
Poisson	Total poissons		4670	7584	1496	13750
	Ambassidae	<i>Ambassis sp.</i>		5		5
	Anguillidae	<i>Anguilla bicolor bicolor</i>	1	6	1	8
		<i>Anguilla marmorata</i>	218	231	161	610
		<i>Anguilla mossambica</i>	19	16	18	53
		<i>Anguilla sp.</i>	328	299	67	694
		<i>Anguillidae</i>	11	3		14
	Eleotridae	<i>Eleotris acanthopoma</i>	53	131	19	203
		<i>Eleotris fusca</i>	1	2		3
		<i>Eleotris klunzingerii</i>	53	96	67	216
		<i>Eleotris sp.</i>	1093	1170	88	2351
		<i>Eleotris valadei</i>	1			1
	Gobiidae	<i>Awaous commersoni</i>	262	706	87	1055
		<i>Cotylopus acutipinnis</i>	621	797	175	1593
		<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	1698	3922	758	6378
		<i>Stenogobius genivittatus</i>	104	68	9	181
	Kuhliidae	<i>Kuhlia rupestris</i>	20	23	12	55
		<i>Kuhlia sauvagii</i>	7	4		11
		<i>Kuhlia sp.</i>	61	4	10	75
	Mugilidae	<i>Agonostomus telfairii</i>	10	1	7	18
		<i>Mugilidae</i>	17	1		18
		<i>Mugilidae sp.</i>		7		7
				1		1
	Ophichthyidae	<i>Yirrkala tenuis</i>	1			1
	Syngnathidae	<i>Microphis argulus</i>	5	26		31
		<i>Microphis brachyurus millepunctatus</i>	23	17	5	45
		<i>Microphis sp.</i>	44	43	9	96
	Poecilidae (Exotique)	<i>Poecilia reticulata</i>	9	1	3	13
	Cichlidae (Exotique)	<i>Oreochromis sp.</i>	3			3

Annexe 4 : comptes rendus des GT n°1 et n°2

Compte rendu de Réunion

Groupe Technique Indicateur N°1

Personnes invitées, présentes et liste diffusion

Organisme	Prénom, Nom, contact	Invité	Présent	Diffusion
Animateurs				
	- Karoline Ruffié, chargée de projet DYNAPOP, kruffie@eaureunion.fr ; 06 93 00 84 95	X	X	X
	- Guillaume BORIE, chargé de projet DYNAPOP guillaume.borie@oceare.re ; 06 92 28 08 65	X	X	X
Membres du groupe technique				
	- Julien Bonnier, chef du service Observatoire de la ressource en eau et de la biodiversité aquatique, jbonnier@eaureunion.fr - Alexandre Moullama, Chef de projet, amoullama@eaureunion.fr	X	X	X
	- Pierre VALADE, Direction Scientifique DYNAPOP pierre.valade@oceare.re ; 06 92 30 54 12	X	X	X
	- Laetitia FAIVRE, Chargée de recherche, laetitia.favre@oceare.re	X		X
	- Valentin Le Tellier – DEAL Service eau Réunion Chargé de mission gestion de la ressource en eau et de la pêche - valentin.le-tellier@developpement-durable.gouv.fr	X	X	X
	- Jean-Marc Roussel, UMR Ecologie et Santé des Ecosystèmes, jean-marc.roussel@inrae.fr	X		X
	- Laurent Beaulaton, OFB et Gestion du Pôle MIAME laurent.beaulaton@ofb.gouv.fr	X		X
	- Nils Teichert, BIOPAC, MNHN Nils.teichert@mnhn.fr	X	X	X
	- Raphael Iargarde, CEFREM, université de Perpignan Raphael.lagarde@univ-perp.fr	X	X	X
	- Anaïs GRONDIN, FDAAPPMA974, a.grondin.apn.fdp974@gmail.com	X		X

Rôle du Groupe Technique Indicateur

Alimenter les discussions autour d'indicateurs de l'état relatif des peuplements et des principales populations : Richesses, abondance, activité et mois de reproduction.

Ordre du jour :

- **Cadragé et partage des besoins, stratégie de développement**
- **Discussion autour des indicateurs de richesses, les objectifs et les limites**

Déroulé de la réunion

La réunion s'est tenue en visioconférence le 18 avril 2023 de 11h à 13h00.

Les échanges se sont appuyés sur un support de présentation (en annexe du présent CR).

Synthèses des échanges et recommandations émises lors de la réunion :

➤ Protocole d'acquisition de données :

Des précisions sont apportées sur l'homogénéité des faciès au seins des stations.

Les stations présentent des faciès homogènes. Seule la station rivière des Roches présente une variation entre certaines dates en 2021. La proportion de radier est plus importante sur cette station lorsque les conditions de hautes eaux obligent à effectuer la pêche dans un canal de pêcheur. Cette station est maintenant stabilisée à cet emplacement depuis janvier 2022 indépendamment des conditions hydrologiques.

A propos de l'efficacité de pêche, il est précisé que le facteur d'efficacité de pêche n'est pas uniquement lié aux caractéristiques du courant délivré mais aussi à d'autres facteurs tels que le mouvement de capture à l'épuisette, l'hydrologie du cours d'eau et d'autres encore. Il est précisé que la capturabilité des individus peut varier entre les différents faciès et qu'il est important de conserver dans la mesure du possible la même proportion de faciès au sein des stations et entre les dates.

En tenant compte de ces différentes prescriptions, il est admis que l'efficacité de pêche est constante au sein d'une station et entre les dates.

Des échanges seront approfondis avec Jean-Marc Rousselle sur les notions et les hypothèses admises à propos l'efficacité de pêche.

➤ Indicateur de richesse

Notion de référence :

La notion de référence de richesse établie à partir des données de DYNAPOP ne semble pas pertinente à ce stade avec uniquement 2 années de suivi. La valeur unique de la richesse (nombre de taxon/nombre d'espèce) semble déjà être une valeur pertinente dans le cas où l'objectif est de donner un indice de qualité de peuplement. Cet indicateur est dans un premier temps utilisé sur les taxons à tous stades confondus. Il a l'avantage d'être simple, facile à comparer et stable dans le temps.

Il est aussi possible d'envisager une référence par rapport à une liste d'espèce potentielle (liste établie à l'échelle de l'île sur des stations d'embouchure et sur des espèces inféodées à ces zones) dans le cas où l'objectif est de créer un indicateur de l'évolution de la richesse. Il semble alors important de comparer ces valeurs à une valeur de référence stable. Cet indicateur d'évolution de la richesse permettrait d'avoir un indicateur simple, comparable dans le temps et dans l'espace, et dont la référence serait fixe.

Echelle temporelle :

Généralement on observe peu de variation mensuelle de la richesse. Cet indicateur est donc pertinent pour des analyses interannuelles.

Echelle spatiale :

Il est possible de comparer les valeurs de richesses entre rivière à partir du moment où l'on a acté que l'efficacité de pêche est constante entre les rivières.

Il est possible d'intégrer les variabilités de chaque bassin pour un indicateur à l'échelle de l'île.

Il est pour le moment trop tôt pour choisir les 3 ou 4 rivières qui pourraient être représentatives de l'ensemble de l'île (manque de données spatiales et temporelles).

Si l'on souhaite extrapoler les résultats d'échantillonnage aux rivières non échantillonnées, on peut envisager de créer des groupes de rivières et de les assimiler à une ou plusieurs rivières du suivi DYNAPOP. Cependant, cela pose la question de la représentativité des rivières échantillonnées par rapport à l'ensemble des rivières de l'île.

Limites/contraintes :

Lors des différentes interprétation et création d'indicateurs, il faudra préciser le niveau de détermination taxonomique utilisé (exemple de genre Eleotris qui comporte des incertitudes au niveau spécifique).

Il faut que cet indicateur soit simple et parlant pour un public large.

➤ Indicateurs liés à l'abondance :

Précision sémantique : quand on parle ici d'abondance, il s'agit de la valeur d'abondance/EPA (on pourrait aussi l'appeler, abondance relative, mais cette notion est plus souvent utilisée pour décrire la proportion d'un taxon au sein d'un peuplement).

En premier lieu, ces valeurs d'abondances peuvent être utilisées en valeurs absolues et illustrer simplement la dynamique d'évolution de chaque rivière.

L'indice d'abondance est visuel et donne un même poids à chaque rivière permettant de les comparer entre elles. Il sera nécessaire de transformer les données en logarithme pour réduire l'effet des valeurs maximums trop fortes.

Echelle temporelle :

Cet indice d'abondance peut être étudié à différent pas de temps.

Il peut être analysé à l'échelle annuelle, bimensuelle, trimestrielle, à des périodes hydrologiques (saison sèche/humides), ou encore établi en fonction des périodes écologiques des espèces. Cependant, il est important de ne pas complexifier l'interprétation de cet indice.

Echelle spatiale :

Pour pouvoir globaliser à l'échelle de l'île il faut donner un poids à chaque rivière (exemple de la valeur max observée).

Les rivières peuvent aussi être regroupées entre elles à partir d'un modèle qui intègre la variabilité entre rivière vis-à-vis de la colonisation des post-larves. Des problématiques similaires sont abordées pour la gestion de la Civelles en Europe.

Il est possible d'utiliser des opérateurs mathématiques simples (addition, médiane) pour réaliser l'indice d'abondance à l'échelle de l'île.

Limites/contraintes :

Il sera important de définir précisément les différents stades de développement (jeune recrue, adultes etc).

➤ Ordre du jour de la seconde réunion :











A partir de ces différents éléments, validations et recommandations des premiers outils et résultats seront présentés lors de la seconde réunion technique. Lors de cette réunion, ces outils seront discutés, des pistes d'amélioration et développement seront proposés.

Cette réunion se déroulera avant mi-juin. A la suite de la diffusion de ce présent compte rendu, des propositions de créneaux de réunion seront transmises aux différents membres du groupe technique.

Compte rendu de Réunion

Groupe Technique Indicateur N°2

Personnes invitées, présentes et liste diffusion

Organisme	Prénom, Nom, contact	Invité	Présent	Diffusion
Animateurs				
	- Karoline Ruffié, chargée de projet DYNAPOP, kruffie@eaureunion.fr ; 06 93 00 84 95	X	X	X
	- Guillaume BORIE, chargé de projet DYNAPOP guillaume.borie@oceare.re ; 06 92 28 08 65	X	X	X
Membres du groupe technique				
	- Julien Bonnier, chef du service Observatoire de la ressource en eau et de la biodiversité aquatique, jbonnier@eaureunion.fr - Alexandre Moullama, Chef de projet, amoullama@eaureunion.fr	X		X
	- Pierre VALADE, Direction Scientifique DYNAPOP pierre.valade@oceare.re ; 06 92 30 54 12	X	X	X
	- Laetitia FAIVRE, Chargée de recherche, laetitia.faivre@oceare.re	X	X	X
	- Valentin Le Tellier – DEAL Service eau Réunion Chargé de mission gestion de la ressource en eau et de la pêche - valentin.le-tellier@developpement-durable.gouv.fr	X		X
	- Jean-Marc Roussel, UMR Ecologie et Santé des Ecosystèmes, jean-marc.roussel@inrae.fr	X		X
	- Laurent Beaulaton, OFB et Gestion du Pôle MIAME laurent.beaulaton@ofb.gouv.fr	X		X
	- Nils Teichert, BIOPAC, MNHN Nils.teichert@mnhn.fr	X	X	X
	- Raphael Igarde, CEFREM, université de Perpignan Raphael.igarde@univ-perp.fr	X		X
	- Anaïs GRONDIN, FDAAPPMA974, a.grondin.apn.fdp974@gmail.com	X		X

Rôle du Groupe Technique Indicateur

Alimenter les discussions autour d'indicateurs de l'état relatif des peuplements et des principales populations : Richesses, abondance, activité et mois de reproduction.

Ordre du jour :

Discussion des premiers résultats, pistes d'améliorations et de développement des outils.

Déroulé de la réunion

La réunion s'est tenue en visioconférence le 27 juin 2023 de 11h à 13h00.

Les échanges se sont appuyés sur un support de présentation (en annexe du présent CR).

Synthèses des échanges et recommandations émises lors de la réunion :

➤ Critères de distinction de stade

La démarche et les critères de distinction du stade Nouvel arrivant (NWA) est essentielle et pertinente.

Les critères de distinctions du stade nouvel arrivant sont validés pour l'ensemble des taxons, sauf pour le genre Microphis. En effet, la méconnaissance du cycle de vie de ce genre ne permet pas de valider avec certitude un critère distinctif pour qualifier les nouveaux arrivants. Les Microphis seront retirés de l'analyse des richesses, abondances des nouveaux arrivants et uniquement comptabilisés dans les richesses et abondances tous stades confondus. Ce genre fera l'objet d'une analyse spécifique sur sa variabilité spatiale et temporelle.

Résumé des distinctions de stade :

- Le stade NWA est attribué aux taxons en cours de métamorphose passage de post-larve à juvénile).
- Pour les taxons sans métamorphose, le stade NA est défini à partir des courbes de distribution de taille
- Pour les taxons dont le stade adulte est décrit dans la bibliographie, le stade adulte est alors bien défini
- Pour les taxons dont le stade adulte reste à définir précisément, seuls les individus présentant un caractère de maturité sexuelle (présence d'œuf par exemple) seront considérés comme adultes.

➤ L'analyse de la richesse mensuelle

Le niveau d'identification taxonomique est validé (regroupement pour les genres : Anguilla, Eleotris, Kuhlia). Pour rappel le genre Microphis sera retiré de ces analyses.

L'outil établi à partir de la variation de la richesse taxonomique pour chaque rivière et par lune est visuel et pertinent. Il faudra spécifier les dates de non échantillonnages pour cause de crues.

Il sera possible de générer une figure qui cumule la richesse poissons et crustacés en conservant une couleur de légende associée.

➤ L'analyse la densité mensuelle

L'outil de présentation des variations de densités par mois et par rivière est visuel et permet de cibler rapidement les fenêtres d'arrivées des poissons et crustacés.

Les ratios d'abondances permettent d'avoir une représentation à l'échelle de l'île. Elle peut se faire au niveau espèce, genre, famille etc...

Nils propose de faire un modèle qui permettrait d'agglomérer chacune des rivières et de mettre en évidence la variabilité des nouveaux arrivants à l'échelle de l'île. Ce modèle tiendrait compte des efficacités de pêche propre à chaque station. Ce modèle peut être décliné à différents niveaux taxonomiques.

L'analyse des fenêtres reproduction efficaces sont très intéressantes. Il sera intéressant de comparer ces résultats à ceux obtenus lors de l'observatoire entre 2008 et 2009.

Annexe 1 : Support pdf de présentation du groupe technique n°2.

Annexe 5

Rappel du cadre des tests d'efficacité

Les échantillonnages des poissons et macro crustacés sont réalisés mensuellement sur les 6 embouchures par pêche électrique à partir de la méthode dite "indice d'abondance anguille" (Germis 2016b). Cette méthode, dérivée de la méthode des Echantillonnages Ponctuels d'Abondance (EPA) a déjà montré son efficacité sur les anguilles, et elle est également pertinente pour capturer les espèces benthiques, comme la majorité des poissons et crustacés d'eau douce de La Réunion (Faivre et al. 2019a, b, c).

Dans un but d'améliorer l'acquisition de données, et suite au COTEC du 16/02/2021, des tests de l'influence de la tension électrique délivrée sur l'efficacité de pêche ont été menés lors de 4 opérations. Ces tests ont été réalisés en complément du protocole d'échantillonnage déjà en place.

Réglage des tensions de courant choisies

La différence de potentiel (en V) mesurée dans l'eau à 0,5 m de l'anode à l'aide d'un oscilloscope associé à une sonde Penny permet de calculer le transfert de puissance (en W.cm³) délivré à travers les poissons et macro crustacés et de caractériser l'efficacité de pêche.

Le but de ce test est de comparer les captures à deux valeurs de tensions différentes dans l'eau (rapport de 1 pour 2 entre les deux tensions de sortie).

La première tension de sortie de l'appareil est choisie sur la même méthode que celle utilisée pour l'ensemble du suivi, à partir de l'autotest proposé par l'appareil de pêche (Smith Roots LR-24). Une mesure de la différence du potentiel électrique (en V) dans l'eau à 0,5 m de l'anode permet de connaître la valeur du gradient de tension dans l'eau avec ce réglage (R1).

La seconde valeur de tension testée correspond à la moitié de la tension au réglage R1. Une seconde mesure de la différence du potentiel électrique (toujours à 50 cm de l'anode) permettant de connaître le gradient de tension dans l'eau avec ce second réglage de tension de l'appareil (R2).

Ces deux réglages peuvent être sauvegardés en mémoire dans l'appareil de pêche Smith-Rooth LR 24, permettant de passer d'un réglage à l'autre très facilement (d'une EPA à l'autre par exemple).

Protocole d'échantillonnage :

Au total lors de ces opérations, 60 EPA ont été échantillonnées : 30 EPA effectués au réglage 1 (correspondant aux 30 points du protocole « habituel ») et 30 EPA au réglage 2

Les EPA ont été réalisés en Zig-zag d'une berge à l'autre dans le cours d'eau. Le changement entre le réglage 1 et 2 a été opéré entre chaque EPA (voir schéma). Ceci a permis d'échantillonner en même proportion les habitats de berge et de chenal pour chaque valeur de réglage.

Les captures des deux réglages ont ensuite été stockées, puis identifiées et mesurées séparément.

Le test a été effectué sur deux rivières (Roches et Saint-Etienne) lors de deux nouvelles lunes (entre septembre et novembre), soit 4 opérations au total.

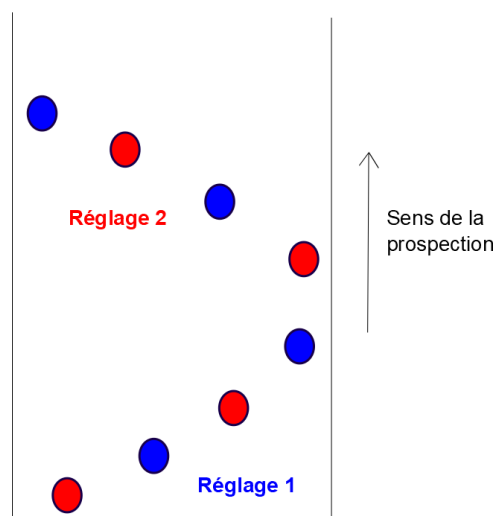


Figure 144 : Schéma de l'échantillonnage en faisant varier la tension entre chaque EPA.

Résultats des échantillonnages :

Le tableau ci-dessous détail le résultat des mesures de conductivités, et de gradient de tension (sur 10 cm) ainsi que le résultat du calcul de densité de puissance pour chaque opération. La formule utilisée pour calculer la densité de puissance (D, en $\mu\text{W}/\text{cm}^3$) est issue du guide OFB (Pottier et al. 2022) :

$$D = G^2 / C_{\text{amb}}$$

G : gradient de tension / cm, soit $G = G_p/10$, avec G_p étant la mesure du gradient de tension sur 10 cm issue de la lecture à l'oscilloscope connecté à la sonde Penny ;

C_{amb} : conductivité de l'eau en $\mu\text{S}/\text{cm}$

Tableau 14 : Détails des tensions, gradients de tension et densités de puissances mesurées ou calculées lors des 4 campagnes.

Rivière	Date	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Température ($^{\circ}\text{C}$)	Réglage	Tension (V)	Gradient de tension (V/10cm)	Densité de puissance ($\mu\text{W}/\text{cm}^3$)
Saint-Etienne	2021-10-06	219,10	26,50	R1	210	5,70	71,2
				R2	105	2,70	16,0
	2022-09-26	215,40	19,90	R1	225	5,90	75,0
				R2	115	2,80	16,9
Roches	2021-11-05	78,40	23,00	R1	305	4,20	13,8
				R2	150	2,00	3,1
	2023-10-14	79,50	24,10	R1	295	6,00	28,6
				R2	170	3,00	7,2

Le tableau ci-dessous résume les résultats des 4 campagnes d'échantillonnages :

Tableau 15 : Résultats des abondances des taxons en fonction des deux réglages utilisés lors des 4 campagnes tests.

		Saint-Etienne				Roches			
		06/10/2021		26/09/2022		05/11/2021		14/10/2023	
		R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
Crustacé	<i>Atyoida serrata</i>		2			37	16	14	16
	<i>Caridina serratirostris</i>		2			54	17	1	
	<i>M. australe</i>	221	52	130	107	223	78	37	19
	<i>Macrobrachium lar</i>		1						
	<i>M. lepidactylus</i>	3					1		
	<i>Varuna litterata</i>		1			1	4		
Abondance crustacés		224	58	130	107	315	116	52	35
Nombre de taxons crustacés		2	5	1	1	4	5	3	2
Poisson	<i>Anguilla marmorata</i>	1	4	3		4		9	1
	<i>Anguilla sp.</i>	1		5	1	5	1	5	
	<i>Awaous commersoni</i>	1	1	18	6	53	8	3	1
	<i>Cotylopus acutipinnis</i>	23	2	28	7	10	8	5	3
	<i>Eleotris acanthopoma</i>	8		25	8	7	2		
	<i>Eleotris klunzingerii</i>	5	2	2	4	28	5	3	
	<i>Eleotris sp.</i>	9	2	14	17	8	12	5	1
	<i>Kuhlia rupestris</i>	6				1		2	
	<i>Kuhlia sauvagii</i>	2							
	<i>Kuhlia sp.</i>					1			
	<i>Microphis argulus</i>					1			
	<i>Microphis sp.</i>		1			9	2	5	4
	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	51	17	132	65	17		13	2
<i>Stenogobius genevittatus</i>	5	1	3	1	7				
Abondance Poissons		112	30	230	109	151	38	50	12
Nombre de taxons Poissons		11	8	9	8	13	7	9	6

Analyse et interprétations des tests :

Les résultats des inventaires ont été analysés sur la différence entre les deux réglages :

- Nombre de taxons : Nombre de taxons R2 – Nombre de taxons R1. Si la valeur est positive, le réglage R2 est plus efficace que le réglage R1, et inversement. Si la valeur est nulle, il n'y a pas de différence entre les deux réglages ;
- Ratio d'abondance : (Abondance R2 – Abondance R1) / Abondance R1. Si le ratio est positif, le réglage R2 permet de capturer plus d'individus que le réglage R1 et si le ratio est négatif, c'est le réglage R1 qui permet de capturer plus d'individus que le réglage R2. Si la valeur est nulle, il n'y a pas de différence entre les deux réglages.

Les deux figures ci-dessous illustrent les valeurs de ces paramètres, pour chacune des opérations, pour les crustacés et les poissons.

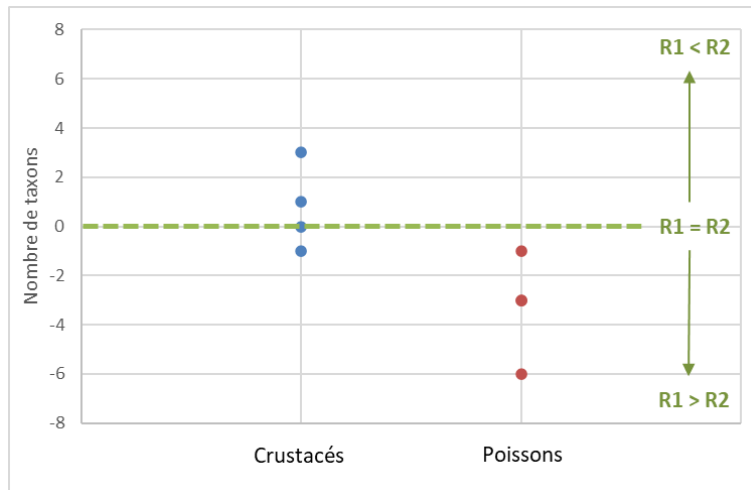


Figure 145 : Différence du nombre de taxons observés entre les réglages R1 et R2, toutes opérations confondues.

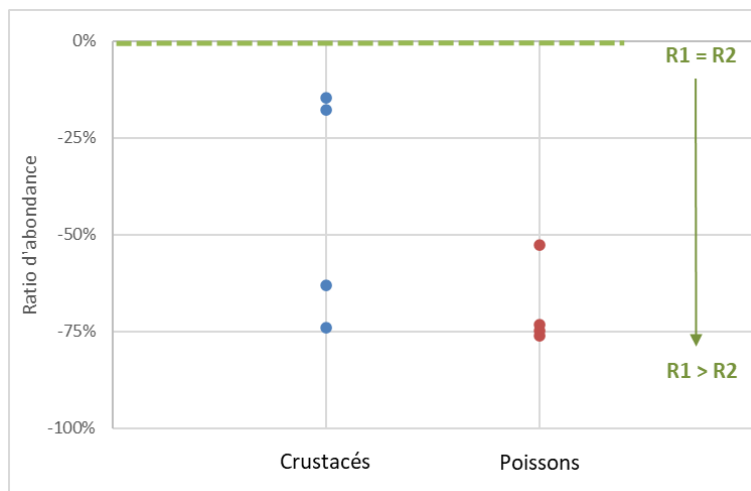


Figure 146 : Ratio d'abondance au réglage R2 par rapport à l'abondance au réglage R1, toutes opérations confondues.

Pour les crustacés, le nombre de taxons estimé aux deux réglages est similaire (+/- 1) pour 3 opérations, et il est significativement supérieur au réglage R2 (+3 taxons) pour une opération (Rivière Saint Etienne le 6/10/2021). A noter que lors de cette opération, sur les taxons observés à R2 uniquement (absents à R1), seulement 1 à 2 individus ont été capturés. L'abondance est toujours plus faible à R2 qu'à R1 et jusqu'à -75%.

Pour les poissons, le nombre des taxons est toujours inférieur à R2, et significativement (2 à 6 taxons) pour 3 des 4 opérations. L'abondance est également toujours significativement plus faible à R2 (entre 50 et 75% plus faible).

En résumé, les réglages R1 permettent de capturer davantage d'individus et d'espèces, hormis éventuellement pour les crustacés où la richesse peut être ponctuellement sous-évaluée. A noter que seulement 4 opérations tests ont été menées et que seules des tendances peuvent être observées en attente de données supplémentaires.