



Avec le soutien financier de :



**Etude des préférences d'habitat des espèces piscicoles
et caractérisation des rivières de La Réunion
- PHACAR-**

Rapport final - Volet A : Préférences d'habitat



V2
03/03/2020

Fiche signalétique

Titre : Etude des préférences d'habitat des espèces piscicoles et caractérisation des rivières de La Réunion - PHACAR. Rapport final – Volet A : Préférences d'habitat.

Numéro et indice de version : 1

Date d'envoi : 31/12/2019

Nombre de pages hors annexes : 77

Nombre d'annexes dans le texte : 3

Nombre d'annexes séparées : 2

OCEA Consult'

Adresse : 236 B, chemin Concession, 97 432 Ravine des cabris, Saint Pierre - La Réunion

Tél : 0262 32 23 72

Site web : www.ocea.re

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Traitement des données et rédaction : Laetitia Faivre (laetitia.faivre@ocea.re)

Direction de projet, validation : Pierre Valade (pierre.valade@ocea.re)

Bancarisation des données : Henri Grondin (henri.grondin@ocea.re)

Mise en œuvre des opérations de terrain : Guillaume Borie, Henri Grondin, Baptiste Salager

Office de l'Eau

Adresse : 49, rue Mazagran 97 400 Saint-Denis - La Réunion

Tél : 0262 30 84 84 – Fax : 0262 30 84 85

<http://www.eaureunion.fr> - www.facebook.com/eaureunion - <https://twitter.com/eaureunion>

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Direction de projet, validation : Alexandre Moullama (amoullama@eaureunion.fr)

Mise en œuvre des opérations de terrain : Jean Hugues Picard, Yann Sotaca, René Dominique Corbière, Serges Vidot

FDAAPPMA 974 et associations affiliées (AAPPMA-RS et AAPPMA-SA)

Adresse : 208, route de la Passerelle - La Réunion

Tél : 0262 91 32 48 – Mobile : 0692 02 29 62

Site web : www.pechereunion.fr

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Mise en œuvre des opérations de terrain : Gabriel Hoarau, Johny Maillot, Mehdy Moïse, Camille Treilhes, Guy Claude Vienne, Daniel Vitry, Anaïs Grondin

Participation aux comités techniques : Armand Metro

IRSTEA

Adresse : 5, rue de la Doua, CS 20244, 69625 Villeurbanne Cedex – La Métropole

Tél : 0472 20 10 67

<https://dynam.irstea.fr/>

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Proposition et validation des analyses statistiques : Maxence Forcellini (maxence.forcellini@irstea.fr) et Nicolas Lamouroux (nicolas.lamouroux@irstea.fr).

Mots clés : Réunion, rivières, poissons, crustacés, préférences d'habitat.

Ce rapport peut être cité comme suivant : Faivre L., Moullama A., Forcellini M., Lamouroux N. et Valade P., 2019, Etude des préférences d'habitat des espèces piscicoles et caractérisation des rivières de La Réunion - PHACAR. Rapport final OCEA, Office de l'Eau, FDAAPPMA 974 et IRSTEA, Volet A : Préférences d'habitat, 114p.

La base de données et les courbes de préférences d'habitats sont disponibles au lien suivant

http://www.eaureunion.fr/fileadmin/user_upload/Etudes/ETUDE_01767_BDD_COURBES.zip

Table des matières

Table des matières	3
1. Cadre du rapport.....	8
2. Résumé.....	9
3. Matériels et méthodes.....	10
3.1 Calendrier de réalisation des inventaires	10
3.1.1 Demande d'autorisation	10
3.1.2 Planning de réalisation des opérations de terrain	10
3.2 Localisation des stations d'inventaires	13
3.2.1 Bassins versants d'étude.....	13
3.2.2 Répartition des stations d'échantillonnage au sein des bassins versants	13
3.3 Repérage des stations	15
3.4 Echantillonnages Ponctuels d'Abondance	16
3.4.1 Echantillonnage par pêche électrique	17
3.4.2 Description des habitats	18
3.4.3 Biométrie des individus capturés.....	19
3.5 Observations subaquatiques.....	19
3.6 Mesures des débits instantanés	21
3.7 Relevé des paramètres physico-chimiques de la station.....	22
3.8 Bancarisation des données	22
3.9 Pré-traitement des données	22
3.9.1 Transformation des données d'habitats	22
3.9.2 Identification des espèces prioritaires.....	23
3.10 Méthodes de production des courbes de préférences d'habitats.....	26
4. Résultats.....	27
4.1 Bilan sur les mesures de débits.....	27
4.1.1 La première campagne en juillet- août 2018	28
4.1.2 La deuxième campagne d'avril- mai 2019	28
4.1.3 Phénomènes hydrologiques remarquables	28
4.2 Bilan sur les données poissons et crustacés collectées	29
4.2.1 Effectifs.....	29
4.2.2 Richesses taxonomiques	30
4.3 Choix du jeu de données pour l'élaboration des courbes de préférences	31
4.4 Classes de taille et niveau taxonomique étudiés.....	34

4.4.1	Echelle temporelle	37
4.4.2	Echelle spatiale.....	37
4.5	Préférences d'habitats	41
4.5.1	Robustesse des modèles d'habitats.....	42
4.5.2	Normalisation des modèles	42
4.5.3	Arbre de décisions pour l'évaluation de la pertinence des modèles.....	43
4.5.4	Hierarchisation de la part d'explication des variables d'habitats.....	47
4.5.5	Préférences d'habitats des taxons.....	47
4.5.6	Courbes de préférences pour les taxons de priorité 1.....	49
4.5.7	Courbes de préférence pour le cabot bouche-ronde <i>C. acutipinnis</i> (priorité 2).....	60
4.5.8	Courbes de préférences pour les taxons de priorité 3.....	61
4.5.9	Courbes de préférences pour les taxons exotiques.....	71
4.5.1	Synthèse sur les préférences d'habitats des espèces de poissons et de crustacés.....	75
	Bibliographie	78
4.6	Annexe 1 : Arrêté préfectoral délivré dans le cadre du projet	80
	Annexe 2 : Fiche terrain habitats	92
	Annexe 3 : Courbes standardisées retenues.....	93
	• Anguilles (<i>A. marmorata adulte et Anguilla sp. juvénile</i>)	93
	• Loche des sables (<i>Awaous commersoni</i>).....	97
	• Cabots noirs (<i>Eleotris sp., E.mauritiannus, E.klunzigerii</i>).....	99
	• Poissons plats (<i>Kuhlia sp., K.rupestris, K.sauvagii</i>).....	104
	• Cabot rayé (<i>Stenogobius polyzona</i>).....	105
	• Cabot bouche-ronde (<i>Cotylopus acutipinnis</i>).....	108
	• Cabot bouche-ronde (<i>Sicyopterus lagocephalus</i>)	109
	• Chevaquine (<i>Atyoida serrata</i>)	110
	• Caridine (<i>Caridina serratirostris</i>).....	111
	• Camaron (<i>Macrobrachium lar</i>).....	112
	• Chevrette (<i>Macrobrachium australe</i>)	113
	• Ecrevisse (<i>Macrobrachium lepidactylus</i>).....	115
	• Crabe (<i>Varuna litterata</i>).....	116
	• Guppy (<i>Poecilia reticulata</i>).....	117
	• Porte-épée (<i>Xiphophorus hellerii</i>)	119

Liste des Figures

Figure 1: Situation géographique des 21 stations d'inventaires PHACAR. En rose : stations inventoriées uniquement lors de la campagne de 2018 (GAL3000, GAL6000 et ROC6000), en bleu : station uniquement inventoriée lors de la seconde campagne (SSU1500), en violet : stations inventoriées lors des deux campagnes	14
Figure 2 - Exemple de matérialisation des points d'échantillonnages lors d'un inventaire par EPA. Chaque point rose représente un point d'échantillonnage	17
Figure 3 - Equipe réalisant un EPA par pêche électrique (gauche) suivie de l'équipe de description des habitats (droite).....	17
Figure 4 – Opérateur au poste de biométrie (gauche) et mesure d'individus capturés sur un EPA (droite).	19
Figure 5 - Les deux opérateurs autour d'un point matérialisé par un flotteur pour la mise en œuvre des EPO ..	20
Figure 6 - De gauche à droite, représentation symbolique des modèles M1, M2 et M3.....	26
Figure 7 - Effectifs inventoriés lors des deux campagnes d'inventaires PHACAR (en bleu : campagne 1- août à septembre 2018, en rouge : campagne 2 avril à mai 2019. En traits pleins : inventaires EPA, en hachurés ; inventaires EPO	29
Figure 8 - Effectifs de la chevrette grand bras <i>Macrobrachium australe</i> inventoriés lors des deux campagnes d'inventaires PHACAR.....	30
Figure 9 - Richesses taxonomiques totales (données 2018 et 2019) observées par stations et selon les méthodologies d'inventaires. En bleu : EPA, en rouge : EPO	31
Figure 10 - Fréquences de tailles observées pour les taxons à effectifs et à occurrences élevés dans le cadre de PHACAR	35
Figure 11 - Résultats de l'ACP menée sur l'ensemble des données habitats distinguant les deux campagnes d'inventaire. En rouge : campagne1, en bleu : campagne 2	37
Figure 12 : ACP réalisée à l'échelle du méso habitat.....	39
Figure 13 - Regroupement de l'ACP sur la description des points d'inventaires par les variables de méso-habitat par stations inventoriées dans le cadre de PHACAR (données brutes).....	40
Figure 14 - A gauche, exemple sur quelques campagnes de l'ajustement des modèles M2 et M3 (modèles conditionnelles) pour <i>Sicyopterus lagocephalus</i> . A droite, courbe de préférence normalisée et extrapolée pour <i>Sicyopterus lagocephalus</i>	43
Figure 15 - Arbre de décision pour l'évaluation de la pertinence des modèles et les recommandations d'usages qui en découlent	46
Figure 16 - courbes de préférences pour l'anguille marbrée adulte au regard de la vitesse	50
Figure 17 -courbes de préférences pour les jeunes anguilles (LT < 150 mm) au regard des contraintes hydrauliques.....	50
Figure 18 -Anguille marbrée <i>Anguilla marmorata</i>	50
Figure 19 - Courbe de préférence de la loche des sables <i>Awaous commersoni</i> au regard des contraintes hydrauliques.....	51
Figure 20 - loche des sables juvénile <i>Awaous commersoni</i>	52
Figure 21 - Chitte <i>Aonostomus telfairii</i>	53
Figure 22: courbes de préférences de <i>E. klunzingerii</i> adulte au regard de la vitesse	55
Figure 23 : courbes de préférences des stades juvéniles de cabots noirs <i>Eleotris sp.</i> au regard de la profondeur.....	55
Figure 24 - Cabot noir <i>E. klunzingerii</i>	55
Figure 25 - Courbe de préférence des stades adultes de poissons plats <i>Kuhlia sp.</i> adulte au regard de la profondeur.....	58
Figure 26 - Poisson plat <i>Kuhlia rupestris</i>	58
Figure 27 - courbe de préférence des cabots rayés <i>Stenogobius polyzona</i> au regard de la granulométrie dominante.....	59
Figure 28 -courbe de préférence des cabots rayés <i>Stenogobius polyzona</i> au regard de la vitesse	59
Figure 29 - : Cabots rayés <i>Stenogobius polyzona</i>	60

Figure 30 - courbe de préférence des bouche-rondes <i>C. acutipinnis</i> au regard de la vitesse.....	60
Figure 31 - courbe de préférence des bouche-rondes <i>C. acutipinnis</i> au regard des contraintes hydrauliques ..	60
Figure 32 - Cabot bouche-ronde <i>Cotylopus acutipinnis</i>	61
Figure 33 - courbe de préférence des cabot bouche-ronde <i>Sicyopterus lagocephalus</i> au regard de la vitesse ..	61
Figure 34 - Cabot bouche-ronde <i>Sicyopterus lagocephalus</i>	61
Figure 35 - courbe de préférence des crevettes bouledogue au regard des contraintes hydrauliques	62
Figure 36 - Crevette bouledogue <i>Atyoida serrata</i>	62
Figure 37 - courbe de préférence des <i>Caridina serratiostris</i> au regard des contraintes hydrauliques	63
Figure 38 - Caridine <i>Caridina serratiostris</i>	63
Figure 39 - Caridine <i>Caridina typus</i>	65
Figure 40 - Courbe de préférence du Camaron <i>M. lar</i> au regard de la distance à la berge	66
Figure 41 - Camaron <i>Macrobrachium lar</i>	66
Figure 42 - Courbe de préférence de la chevrette grand bras <i>M. australe</i> au regard de la distance à la berge ...	68
Figure 43 - Chevrette grand bras <i>M. australe</i>	68
Figure 44 - Courbe de préférence de l'écrevisse <i>M. lepidactylus</i> au regard de la vitesse	69
Figure 45 - Ecrevisse <i>M. lepidactylus</i>	69
Figure 46 - Courbe de préférence de <i>Varuna litterata</i> au regard de la vitesse	70
Figure 47 - Crabe d'eau douce <i>Varuna litterata</i>	70
Figure 48 - Courbe de préférence du guppy <i>Poecilia reticulata</i> au regard de la vitesse	71
Figure 49 - Guppy <i>Poecilia reticulata</i>	71
Figure 50 - Courbe de préférence du porte-épée au regard de la vitesse.....	72
Figure 51 - Porte-épée <i>Xiphophorus helleri</i> . Source : https://www.aquariophilie.org/	72
Figure 52: <i>Tilapia Oreochromis sp.</i>	73

Liste des Tableaux

Tableau 1: Planning des opérations menées dans le cadre de la première campagne d'inventaires du projet PHACAR. NA : sans objet.....	11
Tableau 2 : Coordonnées géographiques des tronçons étudiés dans le cadre de PHACAR. Il s'agit ici des limites de tronçons matérialisés pendant les phases de repérage. Ces tronçons contiennent à la fois les stations d'EPA et d'EPO.....	15
Tableau 3: Stratégies d'inventaires déployées lors des deux campagnes d'inventaires de PHACAR.....	21
Tableau 4: Types granulométriques, tailles (mesures dans le grand axe, en mm) et classe correspondante	23
Tableau 5: Proposition de priorisation des espèces principales des cours d'eau de La Réunion pour analyses ultérieures dans le cadre du projet PHACAR	25
Tableau 6 : Synthèse des débits mesurés sur les stations PHACAR lors des campagnes d'inventaire	27
Tableau 7: Effectifs inventoriés lors des deux campagnes d'inventaire PHACAR	29
Tableau 8 : Richesses spécifiques observées lors des deux campagnes et selon les méthodologies EPA et EPO	30
Tableau 9: Détection des taxons selon les méthodologies EPA/EPO. En bleu : % de détection EPA > 40%, en vert : % de détection EPA > 40%	32
Tableau 10: Résultats des comparaisons des abondances entre méthodologies EPA et EPO.....	33
Tableau 110 : Origines des données utilisées par taxon pour l'élaboration des courbes de préférences d'habitats	34
Tableau 12: Classes de taille et niveau taxonomique pris en compte dans le cadre des analyses PHACAR. *Pour chaque limite de taille, les bornes suivantes ont été appliquées :]0 ; limite juvénile] et] limite juvénile ; ∞[en vue de la réalisation des courbes de préférences à différents niveaux de groupements	36

Tableau 13: résultats des analyses réalisées sur le jeu de données habitats en vue de tests de regroupements pour l'élaboration des courbes de préférences d'habitats (Struct. : classement des variables structurantes par ordre de plus forte importance).....	38
Tableau 14: Liste des taxons pour lesquels des courbes de préférences d'habitats ont été obtenues	41
Tableau 15 : Synthèse des valeurs de gain rho intra obtenues pour les paramètres du microhabitat.....	47
Tableau 16: Préférences d'habitats obtenues pour les Anguillidae	49
Tableau 17 : Préférences d'habitats obtenues pour la loche des sables <i>Awaous commersoni</i>	51
Tableau 18 : Préférences d'habitats obtenues pour le Chitte <i>Agonostomus telfairii</i> . * Filtre d'occurrence et d'abondance à la baisse.....	52
Tableau 19 : Préférences d'habitats obtenues pour le cabot noir : <i>Eleotris klunzingerii</i> (ELF), <i>Eleotris mauritanus</i> (ELM), <i>Eleotris sp.</i> , (ELS sp), juvéniles et adultes.....	54
Tableau 20: Préférences d'habitats obtenues pour le poisson plat : <i>Kuhlia rupestris</i> (KUL), <i>Kuhlia sauvagii</i> (KSO), <i>Kuhlia sp.</i> , (KUS sp), juvéniles et adultes.....	57
Tableau 21 : Préférences d'habitats obtenues pour le cabot rayé (<i>Stenogobius polyzona</i>).....	59
Tableau 22 : Préférences d'habitats obtenues pour le cabot bouche-ronde <i>Cotylopus acutipinnis</i>	60
Tableau 23 : Préférences d'habitats obtenues pour le cabot bouche-ronde <i>Sicyopterus lagocephalus</i>	61
Tableau 24:Préférences d'habitats obtenues pour la crevette bouledogue <i>Atyoida serrata</i>	62
Tableau 25 : Préférences d'habitats obtenues pour la caridine <i>Caridina serratirostris</i>	63
Tableau 26 : Préférences d'habitats obtenues pour la caridine <i>Caridina typus</i>	65
Tableau 27 : Préférences d'habitats obtenues pour le Camaron (<i>Macrobrachium lar</i>)	66
Tableau 28 : Préférences d'habitats obtenues pour la chevrette grand bras <i>Macrobrachium australe</i>	67
Tableau 29 : Préférences d'habitats obtenues pour l'écrevisse <i>M. lepidactylus</i>	69
Tableau 30:Préférences d'habitats obtenues pour le crabe d'eau douce <i>Varuna litterata</i>	70
Tableau 31 : Préférences d'habitats obtenues pour le guppy <i>Poecilia reticulata</i>	71
Tableau 32 : Préférences d'habitats obtenues pour le porte-épée <i>Xiphophorus helleri</i>	72
Tableau 33 : Préférences d'habitats obtenues pour le tilapia <i>Oreochromis sp.</i> * Filtre d'occurrence et d'abondance à la baisse.....	73
Tableau 34: Synthèse des modèles de préférences d'habitats obtenus pour les taxons des cours d'eau de La Réunion. Les flèches indiquent le sens de variation des abondances des taxons en fonction de l'augmentation de la variable habitat considérée. Les couleurs correspondent à la pertinence des modèles telle que décrite plus haut : Gris : Nulle ; Jaune : Faible ; Orange : Moyenne ; Bleu : Elevée.....	77

1. Cadre du rapport

L'étude et le suivi de la qualité biologique des milieux aquatiques montrent un état écologique dégradé des cours d'eau de La Réunion du fait de pressions anthropiques qui impactent entre autres la qualité des habitats et le fonctionnement des écosystèmes.

L'amélioration de l'état des communautés biologiques passe par la mise en place de mesures de préservation et de restauration de la disponibilité et de la qualité des habitats critiques. Cela nécessite des connaissances sur la distribution des espèces et particulièrement sur les processus de sélection de l'habitat par celles-ci.

L'acquisition de ces données est essentielle pour l'évaluation de l'impact de la fragmentation et de la diminution des habitats disponibles liées aux aménagements anthropiques sur la faune aquatique. L'approfondissement des connaissances sur ces espèces patrimoniales contribuera à l'amélioration des outils d'évaluation de la qualité des milieux ainsi qu'à la mise en place de mesures de gestion des cours d'eau, comme la caractérisation de débits minimums biologiques ou la définition des mesures de restauration des habitats.

A La Réunion, hormis pour les cabots bouche-ronde, ces connaissances sur les préférences d'habitat ont été très peu développées alors que de nombreuses espèces patrimoniales sont inféodées à la zone aval des cours d'eau et y sont soumises à de multiples pressions hydromorphologiques : abstraction de débit, modification des écoulements, recalibrage du cours d'eau, entretien des zones de berges, ...

Afin de répondre à ces besoins, le programme de recherche PHACAR, associant l'Agence Française pour la Biodiversité, l'Office de l'eau Réunion, OCEA Consult', la Fédération départementale de pêche et de protection du milieu aquatique et l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture a vu le jour courant 2018. D'une durée de 18 mois, ce projet a pour objectif de caractériser les habitats préférentiellement utilisés par les espèces présentes sur le cours aval des rivières de La Réunion. Il se décline en quatre phases principales :

- La mise en œuvre d'une première campagne d'inventaire terrain en période de basses eaux : juillet à septembre 2018,
- La bancarisation et les premières analyses des données obtenues lors de cette première campagne : septembre à décembre 2018,
- La mise en œuvre d'une seconde campagne d'inventaire terrain ajustée en fonction des premiers résultats obtenus (conditions hydrologiques contrastées, ciblage d'espèces à faible occurrence) : février à mai 2019,
- **L'analyse finale des données, la rédaction du rapport final, et la restitution du programme : mai à décembre 2019.**

Les trois premières phases du projet faisant suite à la première campagne de terrain ont fait l'objet de deux premiers rapports (« OCEA_PHACAR_Rapcamp1_v2_20190213.pdf » et « OCEA_PHACAR_Rapcamp2_v1.pdf »).

La restitution finale du travail mené dans le cadre de ce projet se présente sous forme de trois rapports :

- « PHACAR- Volet A », relatif aux courbes de préférences d'habitats,
- « PHACAR- Volet B », relatif aux outils d'interprétation de la qualité des peuplements,
- « PHACAR- Volet C » relatif à la base de données générée.

Le présent rapport, « PHACAR- Volet A », rend compte de l'ensemble des étapes menées pour établir des courbes de préférences d'habitats d'espèces de poissons et de crustacés d'eau douce des cours d'eau de La Réunion.

2. Résumé

Le projet PHACAR vise à déterminer les préférences d'habitats des espèces de poissons et crustacés des zones aval des cours d'eau de La Réunion. Pour ce faire deux campagnes d'inventaires ont été réalisées, une première en étiage (août-septembre 2018) et une seconde en fin de saison humide (avril-mai 2019). Au total, 21 stations réparties sur neuf bassins versants ont été échantillonnées. Deux méthodologies ont été utilisées : les Echantillonnages Ponctuels d'Abondance (EPA) et les Echantillonnages Ponctuels par Observation (EPO). Ces méthodes permettent d'associer des abondances de taxons à des descripteurs du microhabitat (hauteur d'eau, vitesse de l'eau, contraintes hydrauliques, granulométrie du substrat). D'autres éléments ont été relevés, tels que le débit, la physico-chimie ou encore le type de cours d'eau. L'ensemble des données obtenues a été renseigné dans une base de données spécifique au projet, administrée par le système de bases de données relationnel objet PostgreSQLTM version 10.4. Des modèles « mixtes non-linéaires » ont été utilisés pour associer l'abondance de chaque taxon à une des différentes variables d'habitats. Ainsi, pour chaque taxon, trois modèles de complexité croissante correspondant à différentes hypothèses de sélection de l'habitat par les taxons ont été ajustés puis comparés entre eux.

Au total 20 604 poissons ou crustacés ont été inventoriés sur 2 631 points d'échantillonnage, toutes méthodes confondues. Des différences d'abondances et de richesses taxonomiques sont observées selon les méthodologies employées (EPA et EPO). Aucune différence significative n'est observée entre les deux saisons d'inventaires, et les microhabitats des zones aval de cours d'eau sont homogènes à l'échelle de l'île.

Les courbes de préférences d'habitats ont été testées pour sept éléments descriptifs du microhabitat (profondeur, vitesse, contraintes hydrauliques, granulométrie dominante, granulométrie secondaire, granulométrie la plus grosse et distance à la berge) et pour 34 taxons prenant en compte différentes classes d'âge et différents niveaux taxonomiques (genres ou espèce). Pour chaque couple taxon-variable d'habitat testé, la pertinence des modèles a été catégorisée, et des préconisations d'utilisation ont été délivrées. Les modèles à niveau de pertinence élevée ont été standardisés afin de produire une seule courbe de préférence par couple taxon-variable d'habitat à l'échelle de l'île. Ces modèles standardisés ont pu être réalisés pour 23 taxons, représentant un nombre total de 58 modèles pertinents à l'échelle de l'île. Ils sont utilisables par les logiciels de modèles d'habitats développés par IRSTEA tels que FSTress ou HABBY. Les paramètres les plus structurants des peuplements de poissons et de crustacés sont la vitesse, les contraintes hydrauliques et la distance à la berge.

3. Matériels et méthodes

3.1 Calendrier de réalisation des inventaires

3.1.1 Demande d'autorisation

Les inventaires ont été autorisés par l'Arrêté préfectoral N°18- 012/DEAL/SEB/UPEMA pour la première campagne et l'Arrêté préfectoral N°19- 003/DEAL/SEB/UPEMA pour la seconde campagne (Annexe 1).

3.1.2 Planning de réalisation des opérations de terrain

Les opérations liées à la mise en œuvre du projet PHACAR se sont tenues en deux campagnes distinctes : une première en saison sèche (aout et septembre 2018) et une seconde en saison des pluies (avril et mai 2019).

Les inventaires de terrain se sont déroulés en trois temps successifs :

- Repérage des stations
- Echantillonnages par pêches électriques (EPA)
- Observations subaquatiques (EPO)

Globalement, les campagnes de repérage, de pêche électrique et de jaugeages se sont déroulées dans des conditions hydrologiques basses et stables.

La saison humide 2018-2019 fut caractérisée par des records de températures, très élevées, et des précipitations très faibles (données meteofrance.re). Par conséquent, la seconde campagne qui devait initialement se dérouler dans des conditions hydrologiques de hautes eaux comparativement à celles de 2018, s'est finalement tenue dans des conditions relatives de basses eaux.

A noter lors de la semaine du 08/04/2019 l'apparition de fortes précipitations dans l'Est, entraînant des crues sur les rivières des Roches, St Jean, Sainte -Suzanne et Mât.

Ces opérations ont mobilisé du personnel de la FDAAPPMA, de l'APPMA-RS de l'AAPPMA -SA, de l'OLE, de l'IRSTEA et d'OCEA.

Ces informations sont résumées dans le planning résumé dans le Tableau 1 ci-dessous :

BV	Station	Repérage		Pêche électrique		Jaugeage		Observation subaquatique		
		Camp 1	Camp 2	Camp 1	Camp 2	Camp 1	Camp 2	Camp 1	Camp 2	
Rivière Saint Jean	JEA6000	09/07/2018	NA	22/08/2018	16/04/2019	22/08/2018	16/04/2019	17/09/2018	14/05/2019	
	JEA3000			22/08/2018	17/04/2019	21/08/2018	17/04/2019	NA	NA	
	JEA650			23/08/2018	17/04/2019	23/08/2018		17/09/2018	14/05/2019	
Rivière du Mât	MAT6000	09/07/2018		06/08/2018	18/04/2019	06/08/2018	18/04/2019	29/08/2018	22/05/2019	
	MAT3000			06/08/2018	18/04/2019			NA	NA	
	MAT650			07/08/2018	15/04/2019			15/04/2019	29/08/2018	22/05/2019
Rivière des Roches	ROC6000	10/07/2018		22/08/2018	NA	22/08/2018	NA	NA	NA	
	ROC3000			20/08/2018	15/04/2019	20/08/2018	15/04/2019	30/08/2018	23/05/2019	
	ROC650			20/08/2018	08/04/2019	20/08/2018	08/04/2019	30/08/2018	23/05/2019	
Rivière des Marsouins	MAR3000	10/07/2018		02/08/2018	04/04/2019	02/08/2018	04/04/2019	14/09/2018	16/05/2019	
	MAR650			02/08/2018	04/04/2019			27/08/2018	16/05/2019	
Rivière des Pluies	PLU6000	11/07/2018		08/08/2018	11/04/2019	08/08/2018	11/04/2019	NA	NA	
	PLU3000			08/08/2018	10/04/2019					09/04/2019
	PLU650			09/08/2018	10/04/2019					
Rivière des Galets	GAL6000	NA		14/08/2018	NA	14/08/2018	NA	NA	NA	
	GAL3000	11/07/2018	14/08/2018							
Rivière des Remparts	REM650	11/07/2018	30/07/2018	01/04/2019	30/07/2018	01/04/2019	NA	NA		
Rivière Saint Etienne	STE6000	12/07/2018	31/07/2018	02/04/2019	31/07/2018	02/04/2019	28/08/2018	09/05/2019		
	STE3000		31/07/2018	02/04/2019	01/08/2018		28/08/2018	09/05/2019		
	STE650		01/08/2018	03/04/2019	02/08/2018		NA	NA		
Rivière Sainte Suzanne	SSU1500	NA	14/02/2019	NA	20/05/2019	NA	20/05/2019	NA	10/05/2019	

Tableau 1: Planning des opérations menées dans le cadre de la première campagne d'inventaires du projet PHACAR. NA : sans objet.

3.2 Localisation des stations d'inventaires

3.2.1 Bassins versants d'étude

21 stations, réparties sur neuf bassins versants, comme illustré dans le Tableau 1 ci-dessus, ont fait l'objet des opérations d'inventaire.

Ce plan d'échantillonnage a été déterminé de façon à maximiser la diversité des habitats échantillonnés à travers la caractérisation fine des grands types de cours d'eau présents à La Réunion (OLE, 2012).

Certains bassins versants n'ont pas été retenus dans ce plan d'échantillonnage soit en raison de la présence d'obstacles infranchissables par les espèces cibles ou des faibles effectifs de ces dernières (rivières de l'Est et Langevin) soit en raison du trop fort degré d'anthropisation de leurs zones aval (rivière St Denis et ravine St Gilles).

Il a fait l'objet de quelques modifications entre les deux campagnes d'inventaire :

- Le bassin versant de la rivière des Galets (2 stations) a été écarté du plan d'échantillonnage de la seconde campagne du fait du peu d'intérêt que présente ce bassin versant en termes de captures lors de la première campagne vis-à-vis des espèces cibles (priorité 1), et des contraintes d'accès qu'il présente.
- A l'inverse, la rivière Sainte- Suzanne a été inventoriée pour la première fois lors de la seconde campagne. Ce bassin versant n'avait pas été retenu de prime abord du fait du caractère atypique de la zone du « bocage » et de la présence d'un obstacle naturel infranchissable par les espèces cibles très bas dans le cours d'eau. Cependant, compte tenu des peuplements observés par ailleurs ces dernières années dans le cadre du suivi RCS, il est apparu intéressant de l'inventorier, sur un tronçon en aval de la cascade Niagara.
- La station ROC6000, située sur la rivière Bras Panon, a été écartée lors de la seconde campagne du fait du faible nombre de captures d'espèces cibles (priorité 1) lors de la première campagne.

3.2.2 Répartition des stations d'échantillonnage au sein des bassins versants

La diversité spécifique en poissons et en crustacés étant plus élevée sur les zones aval, les stations ont été majoritairement réparties proches de l'embouchure afin de maximiser la probabilité d'observer un large spectre d'espèces. Pour chaque bassin versant, un maximum de trois stations d'étude a été retenu.

La première station a été positionnée environ à 650 m de l'embouchure (Nom de station suivi de « 650 »). Cette distance permet d'éviter les zones lenticules potentiellement saumâtres des rivières des Roches et St Jean ainsi que de se placer en amont des zones aménagées par les pêcheurs de bichiques. Cette station « 650 » n'a pas été positionnée sur la rivière des Galets en raison d'une fréquence d'assec importante dans cette zone.

Les deux autres stations ont été positionnées à 3 000 et 6 000 m de l'embouchure (Nom de station respectivement suivi de « 3 000 » et « 6 000 »). Cette répartition des stations a été établie dans le but d'évaluer l'évolution des peuplements et des caractéristiques d'habitat en fonction de la distance à l'embouchure. Les rivières des Remparts et des Marsouins, présentant respectivement un obstacle complètement infranchissable à environ 2.5 km de l'embouchure, ou des densités d'espèces accompagnatrices très faibles, se sont vu attribuer en conséquence une et deux stations. La rivière Sainte- Suzanne présentant un linéaire prospectable par pêche électrique assez restreint (linéaire d'environ 1.2 km) en aval du premier cassé naturel, la station fut positionnée à environ 1.5 km de l'embouchure.

Dans un souci de comparaison temporelle des données, la répartition des stations d'étude au sein des bassins versants n'a pas été significativement modifiée entre les deux campagnes de terrain.

La localisation précise des stations par bassin versant est présentée sur la Figure 1 ainsi que dans le tableau 2 pages suivantes.

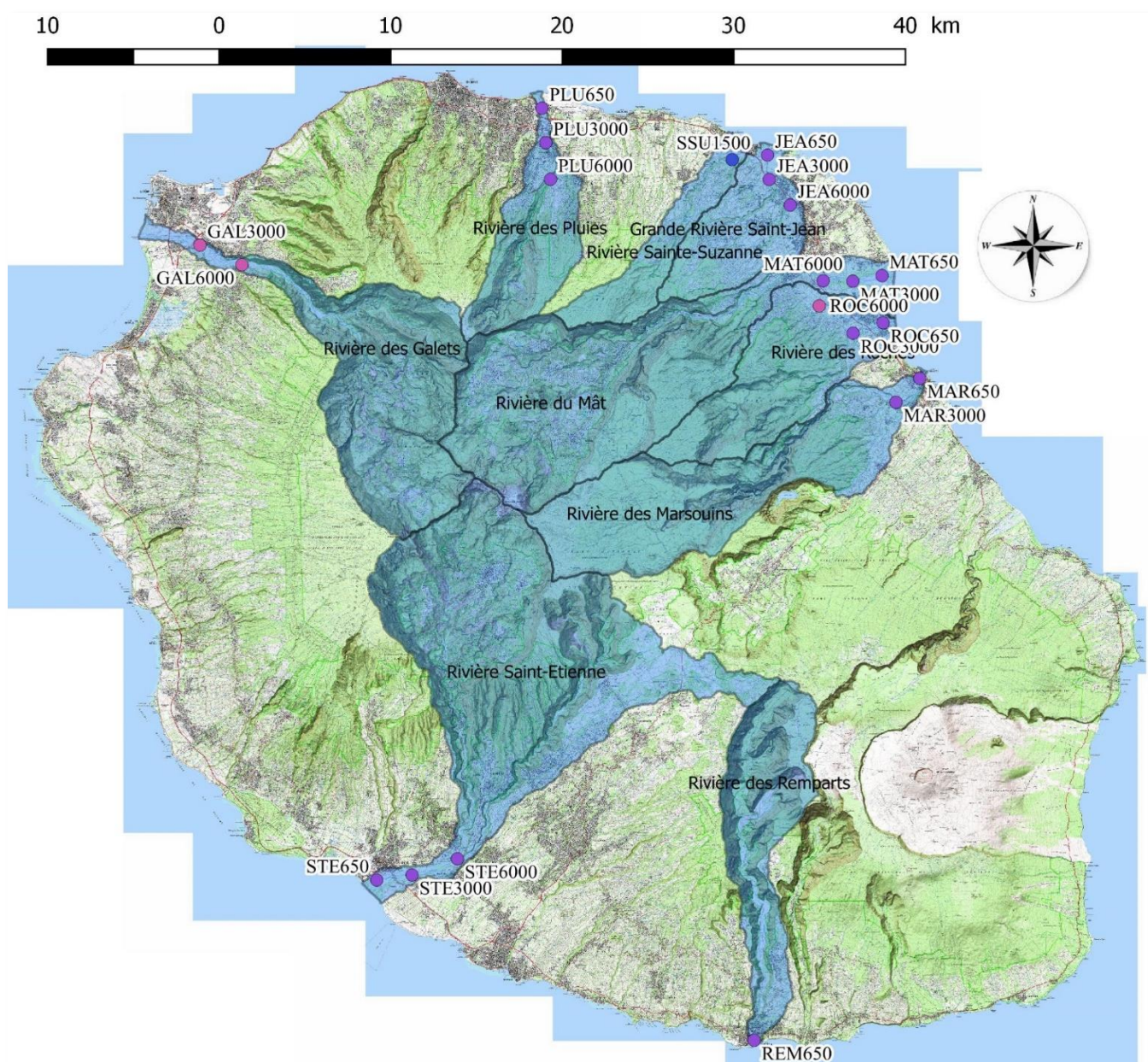


Figure 1: Situation géographique des 21 stations d'inventaires PHACAR. En rose : stations inventoriées uniquement lors de la campagne de 2018 (GAL3000, GAL6000 et ROC6000), en bleu : station uniquement inventoriée lors de la seconde campagne (SSU1500), en violet : stations inventoriées lors des deux campagnes

Station	Xamont	Yamont	Xaval	Yaval
STE6000	340350.89	7645683.05	339454.03	7645409.73
STE3000	337820.48	7644593.24	336813.73	7644463.34
STE650	335694.80	7644650.11	334753.71	7644170.05
REM650	356459.88	7635743.50	356751.67	7634824.24
ROC6000	361022.93	7677688.10	360546.34	7677641.64
ROC3000	362291.06	7675436.99	362520.32	7676047.04
ROC650	363573.83	7676296.63	364265.35	7676651.99
GAL6000	327830.13	7680045.10	326900.25	7680039.27
GAL3000	325000.36	7680520.07	324453.01	7681179.96
PLU6000	344205.87	7684307.32	344886.33	7685016.95
PLU3000	345072.20	7686282.48	344606.99	7687156.47
PLU650	344535.35	7688209.13	344383.76	7689164.65
MAT6000	360160.37	7679625.63	360775.80	7679104.40
MAT3000	361573.58	7679166.12	362505.12	7679077.17
MAT650	363281.15	7679208.77	364206.70	7679402.55
JEAN6000	358436.91	7683144.35	358856.16	7683513.04
JEAN3000	357957.13	7684304.39	357633.79	7685009.21
JEAN650	357500.55	7685455.04	357532.51	7686431.88
MAR3000	364273.12	7672542.09	365020.07	7672022.17
MAR650	366238.24	7672469.76	366408.79	7673415.42
SSU1500	354876.34	7686013.21	355470.27	7686170.07

Tableau 2 : Coordonnées géographiques des tronçons étudiés dans le cadre de PHACAR. Il s'agit ici des limites de tronçons matérialisés pendant les phases de repérage. Ces tronçons contiennent à la fois les stations d'EPA et d'EPO.

3.3 Repérage des stations

Une première opération de repérage des stations a été réalisée en juillet 2017 par Hydrô Réunion ; ancien opérateur chargé de la mise en œuvre de ce projet. Des tronçons d'1 km de long avaient ainsi été décrits en termes de distribution de faciès d'écoulements, dans le but de garantir des échantillonnages sur des portions représentatives des cours d'eau étudiés et selon le gradient longitudinal.

Ce repérage a été repris par l'équipe d'OCEA en juillet 2018 afin de vérifier que la composition des tronçons en termes de faciès d'écoulement n'avait pas trop évolué suite aux crues morphogènes du début de l'année 2018. De plus, lors de cette phase de repérage, les emplacements des stations destinées aux échantillonnages par pêches électriques, ainsi que celles faisant l'objet des observations subaquatiques ont pu être précisément positionnées (hormis pour la station GAL6000, pour laquelle il a été convenu de réaliser ce repérage le même jour que la pêche électrique pour des raisons de difficultés d'accès).

3.4 Echantillonnages Ponctuels d'Abondance

Les inventaires des poissons et crustacés ont été réalisés par pêche électrique à pied, par la méthode des EPA (Echantillonnages Ponctuels d'Abondance).

Cette méthode permet d'une part de prospecter une grande diversité d'habitats en répliquant le nombre de points d'échantillonnage et d'autre part de disposer de mesures précises de localisation des individus capturés pour ensuite étudier le lien entre les espèces (voire le stade de développement) et l'habitat.

Deux efforts d'échantillonnage distincts ont été appliqués aux stations faisant l'objet de la seconde campagne d'inventaire, conformément à la stratégie définie dans le rapport de fin 2018 :

- Les stations à EPA « simples », comprenant entre 40 et 50 points ;
- Les stations à EPA « doubles », comprenant entre 75 et 100 points.

Pour chaque station, un minimum de 40 ou 80 EPA « classiques », c'est-à-dire représentatifs du tronçon en termes d'hydraulique et d'habitats, ont été échantillonnés selon un cheminement de type « zigzag » le long de la station (Figure 2). Ces EPA étaient complétés par des EPA « extrêmes », correspondant à des habitats particuliers : vitesses élevées ou lentes ; habitats rares de type herbiers, embâcles, caches...

Les EPA classiques et extrêmes ont été identifiés distinctement (chiffres pour les classiques et lettres pour les extrêmes) afin de faciliter les traitements ultérieurs.

Pour les stations à EPA « simples », le nombre d'EPA classiques variait entre 41 et 48, pour un nombre d'EPA « extrêmes » compris entre 2 et 9.

Pour les stations à EPA « doubles », le nombre d'EPA classiques variait entre 67 et 80, pour un nombre d'EPA « extrêmes » compris entre 5 et 8.

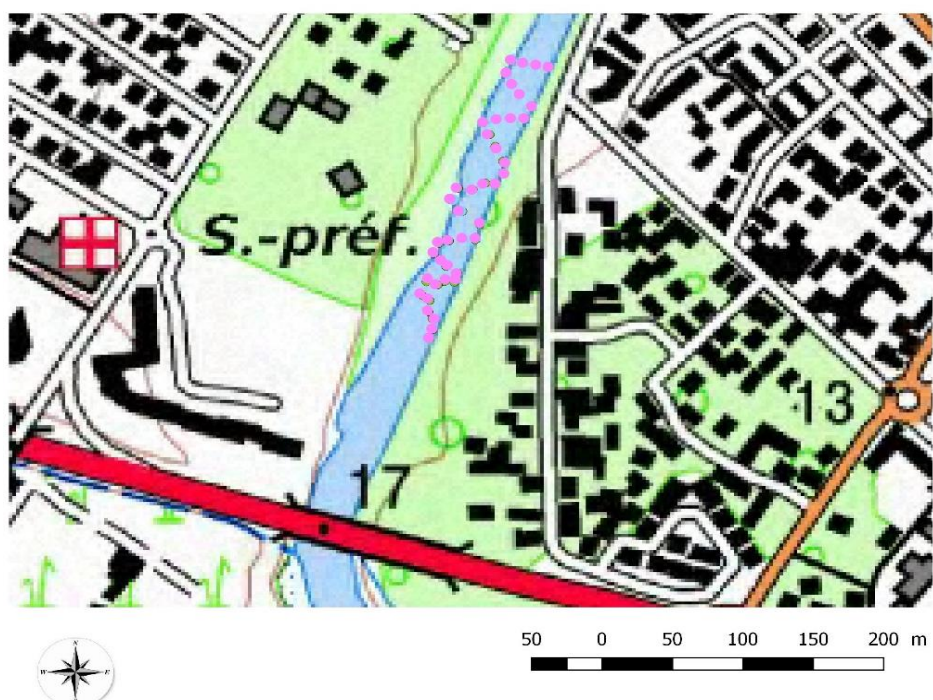


Figure 2 - Exemple de matérialisation des points d'échantillonnages lors d'un inventaire par EPA. Chaque point rose représente un point d'échantillonnage

3.4.1 Echantillonnage par pêche électrique

Les échantillonnages ont été mis en œuvre de l'aval vers l'amont de la station.

Chaque point d'échantillonnage a été prospecté pendant 30 secondes, sur une surface d'environ 1m² (anode immobile). Les poissons et crustacés tétanisés par le courant électrique ont été capturés à l'épuisette (maille fine - 2 mm) par deux opérateurs.

Les captures de chaque point d'échantillonnage ont été identifiées par une étiquette portant le numéro ou la lettre du point d'échantillonnage plongée dans le bac de stabulation correspondant.

Les points ont été prospectés à un intervalle de distance de 5 à 10 mètres selon les habitats et la largeur mouillée, de façon à ce que le point précédent ne perturbe pas le suivant (distance inter-points plus importante dans les habitats lenticules).



Figure 3 - Equipe réalisant un EPA par pêche électrique (gauche) suivie de l'équipe de description des habitats (droite).

3.4.2 Description des habitats

Au niveau de chaque point d'échantillonnage plusieurs paramètres d'habitat ont été relevés par deux à trois opérateurs. Le tableau suivant synthétise ces éléments d'habitat :

Descripteur habitat		Méthode et références employées
1	Faciès d'écoulement	<i>Référence : Malavoi et Souchon, 2002</i> Dix modalités ont été renseignées : Rapide (RPD), Plat courant (PCR), Radier (RAD), plat lentique (PLT), Bordure (BOR), Cascade, Chenal lentique (CHE), Chenal lotique (CHO), Vasque (VAS), Mouille de concavité (MOU)
2	Position du point (chenal ou berge)	Information "Berge" ou "Chenal" renseignée
3	Distance du point à la berge	Distance renseignée en mètres Mesure à l'aide d'un lasermètre Une distance de 0.25 m a été attribuée aux points de berge.
4	Type de berge	Donnée renseignée en présence/absence Biotique : Arbres/arbustes/graminées/minéral Abiotique : Bitume/béton/habitation/talus/falaise/autres
5	Recouvrement du point par la ripisylve (%)	Evaluation en quatre classes : [0-25% [, [25-50% [, [50-75% [et [75-100% [
6	Epaisseur du périphyton	Evaluation en trois modalités : 1 (nul) /2 (mince) /3 (épais)
7	Recouvrement par les algues	Evaluation en trois modalités : 0 (nul) / 1 (faible) / 2 (moyen)
8	La présence de végétation aquatique	Donnée renseignée en présence/absence Exemple : spermaphytes, bryophytes, débris végétaux, débris organiques, souches, tronc, bois mort,..
9	Etat de colmatage du substrat	Evaluation en trois modalités : 0 (nul) , 1 (moyen) et 2 (élevé)
10	Profondeur du point d'échantillonnage	Mesure en mètre, précision de l'ordre du cm Mesure effectuée à l'aide du vernier du courantomètre
11	Granulométrie dominante et accessoire au niveau de ce point	<i>Référence : Wentworth, dans Malavoi et Souchon, 2002</i> Evaluation au sein des douze modalités (mesures dans le grand axe, en mm) : Argiles <0,0039, Limons : 0,0039-0,0625, SF : 0,0625-0,5, SG : 0,5-2, GF : 2-8, GG : 8-16, CF : 16-32, CG : 32-64, PF :64-128, PG : 128-256, Blocs :256-1024, Dalle >1024
12	Qualité de la cache	Evaluation en trois modalités : 1(mauvaise), 2(moyenne) et 3 (bonne)
13	Vitesse moyenne du courant	Vitesse moyenne en m/s, mesurée sur une durée de 20 secondes à l'aide d'un courantomètre à induction magnétique (OTT MF PRO) à une distance du fond de 40% de la profondeur totale
14	Contraintes hydrauliques	<i>Référence : Statzner & Müller, 1989</i> Mesure réalisée au fond, à l'aide d'hémisphères FST. Un jeu d'hémisphères comporte 24 éléments de même taille mais qui diffèrent par leur densité. Les hémisphères sont placés sur une plaque lestée posée horizontalement au fond de la rivière. L'hémisphère le plus lourd qui quitte la plaque donne la valeur de la contrainte. esure effectuée pour 1 point sur deux pour les EPA classiques, et systématiquement pour les EPA extrêmes et pour les EPO

Tableau 3 : Descripteurs d'habitats mesurés pour les points d'inventaire

Le modèle de fiche renseignée sur le terrain figure en Annexe 2 : Fiche terrain habitats.

3.4.3 Biométrie des individus capturés

Les adultes et les juvéniles de poissons et macro-crustacés ne posant pas de problème d'identification ont été traités sur place. Les individus ont été mesurés au mm (LT ou LF). Un sous échantillon de 200 individus maximum a été pesé individuellement (les 200 premiers individus mesurés, ou, à défaut, l'ensemble des individus).

Concernant les deux espèces de cabots bouche-ronde (*S.lagocephalus* et *C.acutipinnis*), pour lesquelles divers travaux préalables d'identification des préférences d'habitats ont déjà été menés, cette opération a été simplifiée. Les individus étaient dénombrés par espèce et par stade (post-larve/juvenile/adulte) pour chaque point d'échantillonnage.

Après identification, les captures ont été conservées dans un vivier alimenté d'eau courante avant d'être relâchées dans la rivière à l'issue de l'inventaire (ou en aval durant l'opération). Les individus aux stades post-larvaires ou juvéniles présentant des difficultés d'identification ou un intérêt pour les recherches complémentaires ont été fixés à l'alcool pour être identifiés et mesurés au laboratoire (sous loupe binoculaire). Sur le terrain, les individus ont été fixés dans un flacon différencié et étiqueté pour chaque point EPA. Après identification, les échantillons ont été reconditionnés dans de l'alcool à 95°, regroupés par station et par date, à disposition pour analyses ultérieures.

Les données ont été saisies lors de la pêche sur des feuilles de terrain (papier ou numérique) préparées spécifiquement pour l'étude.



Figure 4 – Opérateur au poste de biométrie (gauche) et mesure d'individus capturés sur un EPA (droite).

3.5 Observations subaquatiques

Des observations subaquatiques, ou EPO (Echantillonnages Ponctuels par Observation) ont été menées sur les tronçons comprenant plus de 20 % de zones non prospectables en pêches électriques (zones profondes ou de rapides). Elles ont été réalisées lors d'une campagne annexe à celle de pêche électrique, comme indiqué dans le planning (Tableau 1). Ce type d'inventaire est parfois mené de façon complémentaire aux pêches électriques pour l'échantillonnage de zones difficiles ou pour certaines espèces de poissons (Plichard et al. 2017).

Pour chaque station, un minimum de 30 EPO a été réalisé selon un cheminement de type « zigzag », de façon analogue aux EPA.

La première étape de cette opération consistait à décrire les habitats, de façon analogue à la mise en œuvre des EPA. Seules les zones où l'accès n'était possible qu'à la nage (zones profondes de plus d'1,50 m) n'ont pas fait l'objet de mesures de vitesses. Les points ainsi décrits étaient matérialisés par des flotteurs pour l'étape ultérieure d'observation (Figure 6). Ces flotteurs disposaient d'une étiquette afin d'associer par la suite les données d'habitat aux individus observés par les plongeurs. Cette opération nécessitait trois opérateurs.

La seconde étape consistait à réaliser les observations autour des points matérialisés préalablement, en débutant par l'aval. Chaque point a été observé par deux opérateurs en simultanée, équipés de masque, tuba et combinaisons, à distance variable selon les caractéristiques du milieu (vitesse, caches, visibilité), et pendant 30 secondes. Au terme des 30 secondes, les deux opérateurs se rapprochaient doucement du point matérialisé pour y déceler des individus éventuellement non visibles à distance.

Chaque observateur indiquait les résultats obtenus au terme de ses observations au troisième opérateur : nombre d'individus par espèce et par stade (post-larve/juvenile/adulte).



Figure 5 - Les deux opérateurs autour d'un point matérialisé par un flotteur pour la mise en œuvre des EPO

Le Tableau 4 ci-après résume les stratégies d'inventaire déployées lors des deux campagnes d'échantillonnage, pour chaque station :

Stations	CAMPAGNE 1 (août-sept 2018)		CAMPAGNE 2 (avril-mai 2019)		Total EPA +EPO
	EPA	EPO	EPA	EPO	
REM650	50	0	50	0	100
STE6000	50	30	50	30	160
STE3000	50	30	50	30	160
STE650	50	0	50	0	100
GAL6000	56	0	0	0	56
GAL3000	50	0	0	0	50
PLU6000	50	0	50	0	100
PLU3000	50	0	50	0	100
PLU650	50	0	50	0	100
SSU1500	0	0	85	30	115
JEAN6000	49	30	75	30	184
JEAN3000	50	0	50	30	130
JEAN650	50	30	50	30	160
MAT6000	50	30	50	30	160
MAT3000	50	0	50	0	100
MAT650	51	30	44	30	155
ROC6000	50	0	0	0	50
ROC3000	50	30	80	30	190
ROC650	50	30	50	30	160
MAR3000	45	31	50	30	156
MAR650	50	30	50	30	160
Total stations campagne	20	10	18	12	60
Total points inventaire	1001	301	819	360	2481

Tableau 3: Stratégies d'inventaires déployées lors des deux campagnes d'inventaires de PHACAR

A noter que 150 points de type EPA ont également été réalisés en mai 2019 sur la rivière des Galets dans le cadre d'un autre projet et que les données collectées ont servi à l'élaboration des courbes de préférences d'habitats, ce qui porte à un total de 2631 points d'inventaire.

3.6 Mesures des débits instantanés

Des jaugeages ont été effectués soit pendant la mise en œuvre des pêches électriques, soit dans un délai maximum de 24 heures avant ou après, par deux opérateurs.

Ils ont été réalisés à l'aide d'un moulinet à hélice ou d'un courantomètre sur des sections préalablement sélectionnées afin de déterminer des débits instantanés, sur les stations de pêche, ou à proximité immédiate. Lorsque la station comportait plusieurs bras de cours d'eau, les mesures de débit instantané ont été réalisées individuellement, pour ensuite en déduire le débit du cours d'eau.

3.7 Relevé des paramètres physico-chimiques de la station

Les paramètres physico-chimiques suivants ont été relevés dès le début de l'opération (échantillonnage ponctuel d'abondance ou observation subaquatique) :

- Température,
- Oxygène dissous (teneur et pourcentage),
- Conductivité spécifique,
- pH,
- potentiel redox.

La conductivité a permis notamment de calibrer l'appareil de pêche électrique. Les conditions de température et d'oxygène ont permis de définir les conditions de stabulation des espèces (temps de séjour dans les bacs, volume d'eau, ...). En complément, la turbidité a été mesurée lors des observations subaquatiques.

3.8 Bancarisation des données

L'ensemble des données concernant les captures, les habitats et les stations ont été bancarisées dans une base de données qui est décrite dans un rapport spécifique (PHACAR- Rapport final-Volet C).

3.9 Pré-traitement des données

3.9.1 Transformation des données d'habitats

Certaines valeurs d'habitats ont dû être traduites en valeurs quantitatives afin d'être traitées par la suite pour l'élaboration des modèles.

3.9.1.1 Classes granulométriques

Les classes granulométriques ont été renseignées d'après Wentworth, dans Malavoi et Souchon (2002) selon douze modalités (voir Tableau ci-dessous).

Les classes granulométriques ont été transformées de façon à être analysées comme des variables continues au sein des modèles développés par l'IRSTEA, selon la formule suivante :

***Classe granulo = - log base2 (taille moyenne du type de granulométrie en mètre),
arrondie à l'unité***

Le tableau suivant présente la valeur de classe des différents types de granulométries décrits :

Type granulométrique	Code	Taille	Classe
Dalles	D	>1024	20
Argiles	A	<0,0039	18
Limons	L	0,0039-0,0625	15
Sables fins	SF	0,0625-0,5	12
Sables grossiers	SG	0,5-2	10
Graviers fins	GF	2-8	8
Graviers grossiers	GG	8-16	6
Cailloux fins	CF	16-32	5
Cailloux grossiers	CG	32-64	4
Pierres fines	PF	64-128	3
Pierres grossières	PG	128-256	2
Blocs	B	256-1024	1

Tableau 4: Types granulométriques, tailles (mesures dans le grand axe, en mm) et classe correspondante

3.9.1.2 Distance à la berge

Les mesures de distance à la berge ont été traitées afin que la position des points d'observation soit renseignée de façon relative et pour être analysée comme une variable continue dans le cadre de l'élaboration des courbes de préférences d'habitats. La formule suivante a ainsi été appliquée :

$$\text{Distance à la berge} = \frac{2 \times [\min(\text{distance rive gauche} ; \text{distance rive droite})]}{(\text{distance rive gauche} + \text{distance rive droite})}$$

Les valeurs ainsi obtenues sont comprises entre 0 (proche de la berge) et 1 (au centre du chenal).

3.9.1.3 Vitesse

Les valeurs de vitesses ont toutes été renseignées en valeur absolue.

3.9.2 Identification des espèces prioritaires

Au vu des éléments connus sur les peuplements de poissons et crustacés des cours d'eau de La Réunion, de la biologie des espèces, de leur état de vulnérabilité, et afin de répondre au mieux aux objectifs du projet, une hiérarchisation des espèces a été proposée au terme de la première campagne d'inventaire, comme présenté dans le Tableau 5. Elle vise à identifier les espèces pour lesquelles l'acquisition de connaissances relatives aux préférences d'habitats est prioritaire.

Ainsi, quatre niveaux de priorité d'étude ont été attribués aux espèces, comme suit :

- La priorité 1 correspond aux poissons identifiés comme « espèces accompagnatrices » utilisées dans le cadre du calcul de l'IRP¹ (Olivier et al, 2012).

Elle concerne 14 taxons, dont trois taxons renseignés au niveau générique (*Anguilla sp.*, *Eleotris sp.* *Kuhlia sp.*) en raison des difficultés rencontrées lors de l'identification des jeunes individus notamment. Ces espèces sont les principales espèces ciblées par l'étude.

- Les taxons de priorité de niveau 2 correspondent aux espèces sensibles, identifiées comme prioritaires en termes d'action publique de conservation et de gestion (DEAL, 2019).

Cette classe concerne deux espèces à priorité de conservation « extrême » : *Cotylopus acutipinnis* (espèce constitutive d'une métrique de l'IRP, subendémique, et identifiée comme menacée) et *Macrobrachium hirtimanus* (endémique, suspicions d'extinction).

Trois espèces d'anguilles (*A. marmorata*, *A. bicolor b.*, *A. mossambica*) présentent une priorité d'action publique de conservation très forte (DEAL, 2018) mais sont déjà prises en compte dans les taxons de priorité 1 au titre de l'IRP.

- La troisième catégorie correspond aux poissons et crustacés fréquemment rencontrés dans les cours d'eau de l'île, avec un niveau de priorité en termes de protection et gestion moins élevé que précédemment : fort ou moyen (DEAL, 2019).

Elle concerne huit crustacés (dont un taxon renseigné au niveau générique *Atyidae sp.*) et le cabot bouche-ronde *Sicyopterus lagocephalus* (espèce faisant l'objet d'une métrique constitutive de l'IRP).

- Enfin, la dernière priorité concerne les espèces rarement rencontrées dans les cours d'eau, et n'intervenant pas dans le calcul de l'indice IRP.

L'attribution de la notion de rareté de ces espèces est issue de l'analyse des peuplements dans le cadre du Réseau piscicole (OCEA, 2015).

Elle concerne six poissons et un crustacé. Parmi les poissons, *Anguilla bengalensis labiata* a été affectée à cette catégorie, car malgré son genre correspondant à la priorité 1, cette espèce demeure rare, et, à priori, inféodée aux zones amont des cours d'eau (hors champ de l'étude).

¹ **Espèces accompagnatrices** : il s'agit d'espèces de poissons non rares qui sont présentes aux côtés des espèces de cabots bouche-ronde, avec des densités moins importantes que ces dernières. La liste de ces espèces varie en fonction de la position des stations sur le gradient longitudinal :

- Cours inférieur : *Anguilla bicolor*, *Eleotris mauritanus*, *Kuhlia rupestris*, *Microphis brachyurus m.*, *Stenogobius polyzona*, *Agonostomus telfairii*, *Anguilla mossambica*,
- Cours moyen : *Agonostomus telfairii*, *Anguilla mossambica*, *Awaous commersoni*, *Eleotris klunzingerii*,
- Cours supérieur : *Anguilla mossambica*, *Anguilla marmorata*.

Priorité	Argumentation	Espèces
1	Espèces accompagnatrices (IRP)	<i>Agonostomus telfairii</i> <i>Anguilla marmorata</i> <i>Anguilla mossambica</i> <i>Anguilla bicolor bicolor</i> <i>Anguilla sp.</i> <i>Awaous commersoni</i> <i>Eleotris klunzingerii</i> <i>Eleotris mauritanus</i> <i>Eleotris sp.</i> <i>Kuhlia rupestris</i> <i>Kuhlia sauvagii</i> <i>Kuhlia sp.</i> <i>Microphis brachyurus m.</i> <i>Stenogobius polyzona</i>
2	Espèces sensibles, identifiées comme extrêmement prioritaires en termes d'actions de conservation et de gestion (IRP et hors IRP)	<i>Cotylopus acutipinnis</i> <i>Macrobrachium hirtimanus</i>
3	Crustacés et poisson « communs » (IRP et hors IRP)	<i>Atyoida serrata</i> <i>Atyidae sp.</i> <i>Caridina serratirostris</i> <i>Caridina typus</i> <i>Macrobrachium australe</i> <i>Macrobrachium lar</i> <i>Macrobrachium lepidactylus</i> <i>Varuna litterata</i> <i>Sicyopterus lagocephalus</i>
4	Espèces rares (hors IRP)	<i>Anguilla bengalensis labiata</i> <i>Butis butis</i> <i>Glossogobius giurius</i> <i>Glossogobius kokius</i> <i>Hypseleotris cyprinoides</i> <i>Microphis argulus</i> <i>Palaemon concinnus</i>

Tableau 5: Proposition de priorisation des espèces principales des cours d'eau de La Réunion pour analyses ultérieures dans le cadre du projet PHACAR

3.10 Méthodes de production des courbes de préférences d'habitats

Des modèles « mixtes non-linéaires » ont été utilisés pour relier l'abondance de chaque taxon à une des différentes variables d'habitats (profondeur, vitesse, contraintes hydrauliques, ...). Ces modèles ont été utilisés récemment par Irstea pour mettre à jour les modèles de préférence d'habitat utilisés en France métropolitaine pour les poissons et les invertébrés (Plichard *et al*, revised). Ils ont l'avantage de pouvoir être ajustés sur des données de plusieurs campagnes (plusieurs rivières, plusieurs dates) en se focalisant sur les préférences d'habitat local (hydraulique, faciès ...) indépendamment des différences d'abondance entre campagnes. Par ailleurs, les modèles utilisés prennent en compte, pour chaque taxon, la « surdispersion » des abondances observées inhérentes aux données de comptage en écologie (exemple : beaucoup de points de pêche sans capture et quelques points contenant la majorité des individus groupés en « bancs »). Techniquement, les abondances dans les points de pêche sont supposées suivre une loi de distribution Binomiale Négative (Vaudor *et al*, 2011).

Pour chaque taxon, trois modèles de complexité croissante correspondant à différentes hypothèses de sélection de l'habitat ont été ajustés puis comparés entre eux (Figure 6) :

- Modèle 1 : aucune sélection au regard des éléments de microhabitats. Ce modèle est considéré comme un modèle « nul » et sert ainsi de référence afin d'apprécier la valeur ajoutée des modèles 2 et 3,
- Modèle 2 : sélection d'habitat (*i.e.* forme de la courbe) identique à l'échelle de l'île, toutes dates et toutes méthodes confondues,
- Modèle 3 : sélection d'habitat (*i.e.* forme de la courbe) différente pour chaque station à chaque date et selon la méthode.

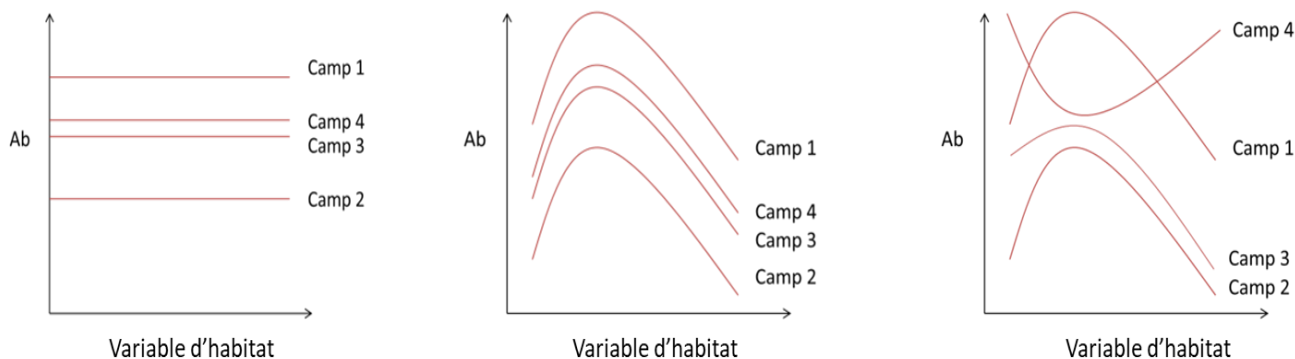


Figure 6 - De gauche à droite, représentation symbolique des modèles M1, M2 et M3

Les données relatives à la description synthétique des peuplements et des habitats ont été traitées avec les logiciels R et Excel. Tous les modèles ont été réalisés avec le logiciel R (version 3.5.1, R Core Team, 2018) en utilisant la fonction {glmer.nb} du package lme4 (v.1.1.21, Bates *et al.*, 2015) pour les modèles à effets mixtes, le package MASS (v.7.3.51.4, Venables et Ripley 2002) pour les distributions Binomiales Négatives et la fonction {ns} du package splines (v.3.5.1, R Core Team, 2018) pour la non linéarité des réponses. Pour des raisons numériques, la fonction {glmMADMB} du package glmMADMB (v.0.8.3.3, Fournier *et al.*, 2012) a été utilisée à la place de la fonction glmer.nb pour les modèles 1.

4. Résultats

4.1 Bilan sur les mesures de débits

Bien que les jaugeages se soient déroulés dans des conditions hydrologiques globalement stables, il faut toutefois noter certaines particularités pour ces campagnes.

La synthèse de ces données hydrologiques figure dans le tableau suivant :

BV	Station	Débit (l/s)		
		Campagne 1	Campagne 2	Différences
Rivière des Remparts	REM650	1770	794	↓ -976
Rivière Saint-Etienne	STE6000	2561	727	↓ -1834
	STE3000	3070	884	↓ -2186
	STE650	623	1495	↑ 872
Rivière des Marsouins	MAR300	5650	2130	↓ -3520
	MAR650	3750	2099	↓ -1651
Rivière du Mât	MAT6000	4280	3742	↓ -538
	MAT3000	3850	3497	↓ -353
	MAT650	2294		
Rivière des Pluies	PLU6000	623	456	↓ -167
	PLU3000	584	999	↑ 415
	PLU650	181	574	↑ 393
Rivière des Galets	GAL6000	1290		
	GAL3000	869		
Rivière des Roches	ROC6000	265		
	ROC3000	210	1542	↑ 1332
	ROC650	368	130	↓ -238
Rivière Saint-Jean	JEA6000	248	686	↑ 438
	JEA3000	167	365	↑ 198
	JEA650	470	1011	↑ 541
Rivière Sainte-Suzanne	SSU1500		~144	

Tableau 6 : Synthèse des débits mesurés sur les stations PHACAR lors des campagnes d'inventaire

4.1.1 La première campagne en juillet- août 2018

Une saison des pluies 2017-2018 classée au 3^{ème} rang des plus pluvieuses a permis de bénéficier d'un débit favorable lors des inventaires. Bien que la pluviométrie soit déficitaire sur le mois d'août, globalement les débits sur les cours d'eau lors de cette période ont été excédentaires, à l'exception de la Rivière Saint-Jean.

4.1.2 La deuxième campagne d'avril- mai 2019

La saison des pluies 2018-2019 fut caractérisée par des records de températures, très élevées, et des précipitations très faibles. Les débits des cours d'eau étaient déficitaires voire fortement déficitaires (inférieurs à la décennale sèche) notamment dans l'Est de l'île lors de la campagne d'inventaire 2019.

La seconde campagne, qui aurait dû se dérouler dans des conditions hydrologiques de hautes eaux comparativement à celles de 2018, s'est finalement tenue dans des conditions relatives de basses eaux. Le contraste hydrologique a donc été inversé sur certains cours d'eau.

Malgré cette période de basses eaux, de fortes précipitations ont entraîné des crues notamment sur les rivières des Roches, St Jean, Sainte -Suzanne et Mât lors de la semaine du 08/04/2019.

4.1.3 Phénomènes hydrologiques remarquables

- Rivière des Remparts

Une saison des pluies plus importante en 2018 qu'en 2019 a eu pour conséquence un débit soutenu en 2018, notamment en raison de fortes pluies en juillet 2018 sur le bassin versant.

- Rivière Saint Etienne

La saison des pluies plus importante en 2018 qu'en 2019, a entraîné un débit du cours d'eau très soutenu malgré l'étiage en 2018.

Bras de la Plaine: Ce cours d'eau est soumis à d'importants prélèvements et marnages (Irrigation, AEP, hydroélectricité) qui ont pu influencer les débits sur les stations lors des inventaires.

- Rivière des Marsouins

Une saison des pluies plus importante en 2018 qu'en 2019, a pu entraîner un débit du cours d'eau très soutenu malgré l'étiage en 2018.

- Rivière du Mât

Une saison des pluies plus importante en 2018 qu'en 2019, a entraîné un débit du cours d'eau très soutenu malgré l'étiage en 2018.

La mesure de débit le 15/04/19 n'a pas été menée à son terme en raison de la survenue inattendue d'une crue.

- Rivière des Roches

De forte pluies et une augmentation de débit sur le bassin versant est survenue entre le 08/04/19 et le 15/04/19.

4.2 Bilan sur les données poissons et crustacés collectées

4.2.1 Effectifs

Les deux campagnes d'inventaires ont permis d'inventorier plus de 20 000 individus pour 2 631 points, toutes méthodes confondues, poissons et crustacés compris, comme le montre le tableau suivant :

Méthode inventaire	CAMPAGNE 1 (août-sept 2018)		CAMPAGNE 2 (avril-mai 2019)	
	EPA	EPO	EPA	EPO
Effectifs inventoriés	8 725 (42 %)	1 974 (10 %)	7 672 (37 %)	2 233 (11 %)
	10 699 (52%)		9 905 (48%)	
Total effectifs	20 604			

Tableau 7: Effectifs inventoriés lors des deux campagnes d'inventaire PHACAR

La première campagne d'inventaires est celle qui a permis de recenser le plus d'individus, notamment via la méthode EPA (42% des effectifs totaux). Les effectifs observés par la méthode EPO sont eux assez constants au regard des campagnes d'inventaires. Le ratio des effectifs inventoriés par EPA par rapport aux effectifs inventoriés par EPO est d'environ 4 pour 1.

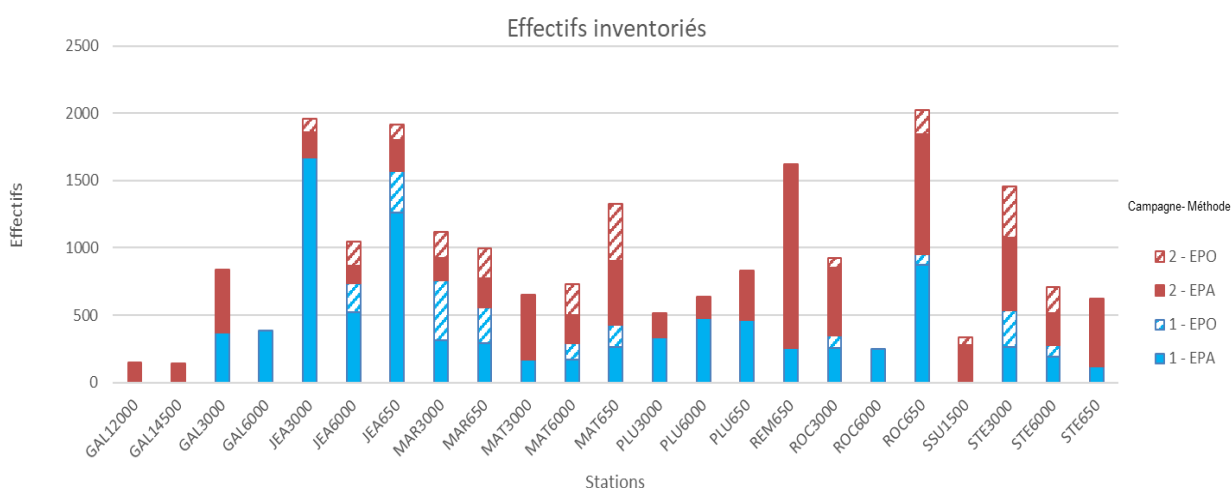


Figure 7 - Effectifs inventoriés lors des deux campagnes d'inventaires PHACAR (en bleu : campagne 1- août à septembre 2018, en rouge : campagne 2 avril à mai 2019. En traits pleins : inventaires EPA, en hachurés ; inventaires EPO

Les histogrammes ci-dessus, illustrant les effectifs inventoriés par stations, méthode et campagnes d'inventaires, permettent de mettre en valeur de grandes tendances :

- Les bassins versants de la rivière St Jean (4 916 individus), Roches (3 195 individus), St Etienne (2 790 individus) et Mât (2 705 individus) présentent les effectifs les plus importants parmi les cours d'eau sélectionnés,
- Les stations présentant les effectifs les plus élevés sont ROC650 (2 026 individus), JEA3000 (1 957 individus), JEA650 (1 915 individus) et REM 650 (1 620 individus).

Pour les stations de la rivière Saint Jean, les effectifs sont en grande partie représentées par la chevrette grand bras *M. australe*, qui était notamment très abondante lors de la première campagne d'inventaire, comme illustré ci-dessous :

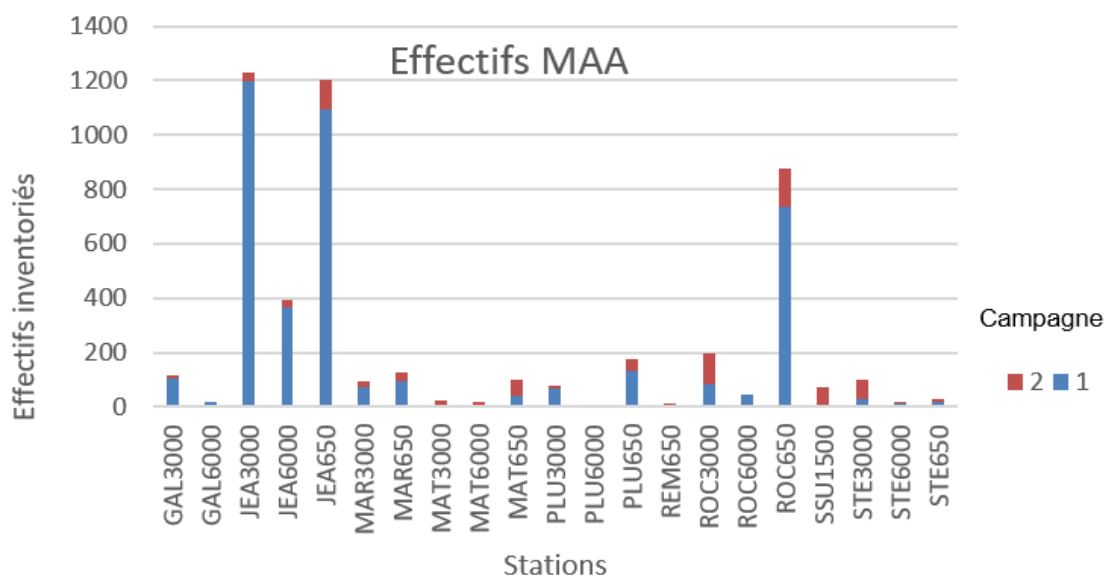


Figure 8 - Effectifs de la chevrette grand bras *Macrobrachium australe* inventoriés lors des deux campagnes d'inventaires PHACAR.

Ces données sont à pondérer avec l'effort d'échantillonnage déployé.

4.2.2 Richesses taxonomiques

La richesse taxonomique totale inventoriée lors de l'ensemble du projet s'élève à 32 taxons, poissons et crustacés compris, avec 23 espèces de poissons et 9 espèces de crustacés, comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

Méthode inventaire	CAMPAGNE 1 (août-sept 2018)		CAMPAGNE 2 (avril-mai 2019)	
	EPA	EPO	EPA	EPO
Total taxons	24	18	29	20
	32			

Tableau 8 : Richesses spécifiques observées lors des deux campagnes et selon les méthodologies EPA et EPO

La seconde campagne d'inventaire a permis de dénombrer davantage de taxons, toutes méthodes confondues (EPA ou EPO). Ces différences (1 crustacé et 5 poissons) peuvent être expliquées en partie à la présence d'espèces exotiques (1 crustacé et 2 poissons) qui ont été davantage observées lors de la seconde campagne (voir plan d'échantillonnage avec la rivière Sainte Suzanne).

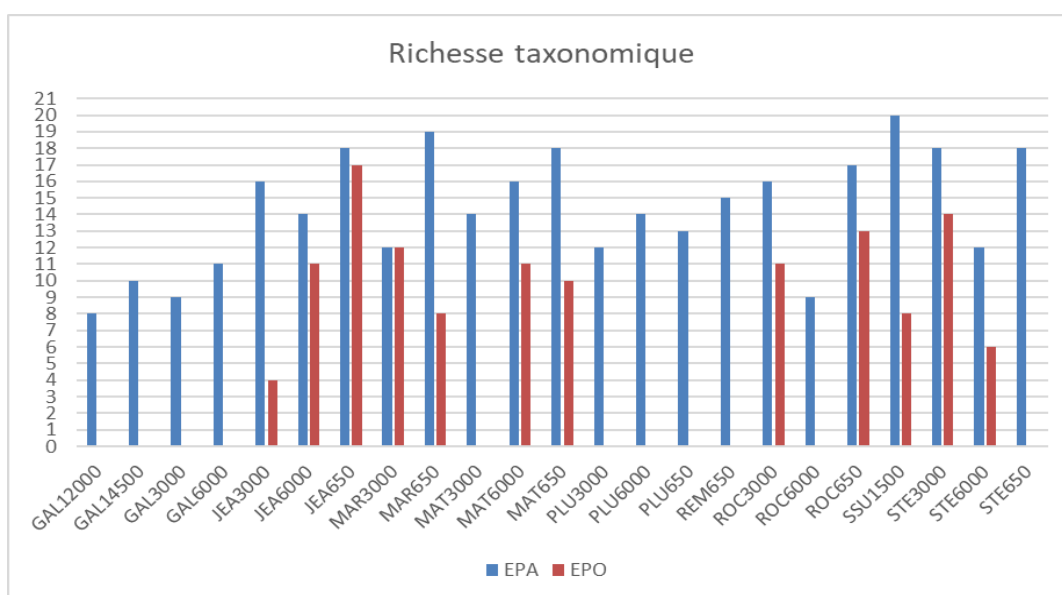


Figure 9 - Richesses taxonomiques totales (données 2018 et 2019) observées par stations et selon les méthodologies d'inventaires. En bleu : EPA, en rouge : EPO

Enfin, les histogrammes ci-avant, illustrant les richesses taxonomiques inventoriées par stations, méthode et campagnes d'inventaires permettent de conclure que :

- Les bassins versants de la rivière du Mât (26 taxons), St Jean (24 taxons), Roches (24 taxons), et St Etienne (24 taxons) hébergent les richesses les plus élevées parmi les cours d'eau sélectionnés,
- Les stations présentant les richesses taxonomiques les plus élevées (23 taxons) sont JEA650, ROC650, SSU1500 et STE3000, en lien avec la présence d'une plus forte richesse en espèces exotiques.

4.3 Choix du jeu de données pour l'élaboration des courbes de préférences

Un premier travail a été réalisé afin d'identifier, pour chaque taxon, le jeu de données le plus adéquat (EPA, EPO ou EPA et EPO) pour ainsi être en mesure de produire des courbes de préférences d'habitats avec un niveau de pertinence et de discrimination le plus élevé.

Pour cela, des analyses ont été menées sur l'estimation de plusieurs descripteurs des peuplements selon les méthodologies EPA/EPO. Celles-ci révèlent une variabilité des estimations de la richesse (détection des espèces), de l'abondance, et donc de la composition des peuplements en fonction de la méthodologie d'inventaire utilisée.

Les résultats obtenus en termes de détection des taxons (*i.e.* richesse taxonomique par station/campagne) au regard de la méthodologie employée figurent dans le tableau page suivante :

Dans le tableau 8, les pourcentages de détections correspondent au nombre de fois où le taxon considéré a été inventorié dans les stations d'étude selon les méthodologies :

Par exemple pour l'anguille marbrée, parmi les points où elle a été détectée, 96% d'entre eux sont des points de type EPA, et dans 4% des cas, elle a été observée par EPO.

Taxon		EPA	EPO
<i>Anguilla marmorata</i>	Anguille marbrée	96%	4%
<i>Anguilla sp.</i>	Anguilles	100%	0%
<i>Awaous commersoni</i>	Loche des sables	51%	49%
<i>Agonostomus telfairii</i>	Chitte	29%	71%
<i>Eleotris klunzingerii</i>	Cabot noir	77%	23%
<i>Eleotris mauritiannus</i>	Cabot noir	100%	0%
<i>Eleotris sp.</i>	Cabot noir	57%	43%
<i>Kuhlia rupestris</i>	Poisson plat	55%	45%
<i>Kuhlia sauvagii</i>	Poisson plat	29%	71%
<i>Kuhlia sp</i>	Poisson plat	29%	71%
<i>Stenogobius polyzona</i>	Cabot rayé	56%	44%
<i>Cotylopus acutipinnis</i>	Cabot bouche-ronde	47%	53%
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	Cabot bouche-ronde	49%	51%
<i>Atyoida serrata</i>	Chevaquine	100%	0%
<i>Caridina serratirostris</i>	Caridine	100%	0%
<i>Caridina typus</i>	Caridine	100%	0%
<i>Macrobrachium lar</i>	Camaron	88%	13%
<i>Macrobrachium australe</i>	Chevrette	57%	43%
<i>Macrobrachium lepidactylus</i>	Ecrevisse	100%	0%
<i>Varuna litterata</i>	Crabe	62%	38%
<i>Poecilia reticulata</i>	Guppy	61%	39%
<i>Xiphophorus hellerii</i>	Porte-épée	60%	40%
<i>Oreochromis sp.</i>	Tilapia	50%	50%

Tableau 9: Détection des taxons selon les méthodologies EPA/EPO. En bleu : % de détection EPA > 40%, en vert : % de détection EPO > 40%

Dans le tableau ci-dessus, pour chaque taxon, les inventaires permettant d'obtenir les taux de détection les plus élevés sont mis en avant : en bleu lorsque les valeurs les plus élevées concernent les EPA, et en vert lorsqu'il s'agit des EPO. Pour un taxon donné, lorsque la différence de taux de détection entre EPA et EPO est inférieure à 20%, les deux valeurs sont mises en avant

A noter que seuls les taxons pour lesquels des résultats significatifs ont été observés (avec suffisamment d'effectifs et d'occurrences) figurent dans le tableau ci-dessus. Il en ressort les orientations suivantes concernant le jeu de données à prendre en compte par taxon :

- *Awaous commersoni*, *Eleotris sp.*, *Kuhlia rupestris*, *Stenogobius polyzona*, *Cotylopus acutipinnis*, *Sicyopterus lagocephalus*, *M. australe*, *Oreochromis sp.* : EPA+EPO,
- *Anguilla marmorata*, *Anguilla sp.*, *Eleotris klunzingerii*, *Eleotris mauritniannus*, *Atyoida serrata*, *Caridina typus*, *Caridina serratirostris*, *Macrobrachium lar*, *Macrobrachium lepidactylus*, *Varuna litterata*, *Poecilia reticulata*, *Xiphophorus hellerii* : EPA uniquement,
- *Agonostomus telfairii*, *Kuhlia sauvagii*, *Kuhlia sp. juvénile* : EPO uniquement.

En complément de cette approche liée à la détection des taxons, une analyse des abondances (tests de corrélations) au niveau générique a été menée pour les taxons répondant a priori au jeu de données « EPA et EPO ». Ainsi, l'évolution de leur abondance en fonction des méthodologies d'inventaires a permis d'obtenir les résultats suivants :

Genre	Evolution abondance EPA vs EPO
<i>Awaous</i>	Corrélation significative
<i>Eleotris</i>	Pas de corrélation
<i>Kuhlia</i>	Pas de corrélation
<i>Stenogobius</i>	Pas de corrélation
<i>Cotylopus</i>	Pas de corrélation
<i>Sicyopterus</i>	Corrélation significative
<i>Macrobrachium</i>	Corrélation significative
<i>Oreochromis</i>	Pas de corrélation

Tableau 10: Résultats des comparaisons des abondances entre méthodologies EPA et EPO

Ce second niveau d'analyse permet de déterminer si les abondances obtenues selon les méthodologies EPA et EPO évoluent de la même façon ou non, il permet ainsi de déterminer les taxons pour lesquels le jeu de données issu de ces deux méthodologies est pertinent. Il s'agit ici de ***Sicyopterus lagocephalus***, ***Awaous commersoni***, et ***Macrobrachium australe***.

Pour les taxons, *Cotylopus acutipinnis*, *Eleotris*, *Kuhlia*, il a été décidé de déterminer le jeu de données le plus adéquat au cas par cas, après avoir réalisé quelques tests de réalisation de courbes de préférences, en fonction des méthodologies. Ce sont ainsi les résultats les plus significatifs qui ont été conservés :

- *Cotylopus acutipinnis* et *Eleotris* : EPA seuls
- *Kuhlia* : EPA seuls/EPO seuls/EPA + EPO selon niveau taxonomique

Ces analyses permettent d'aboutir aux choix suivants :

Taxon		Origines des données
<i>Anguilla marmorata</i>	Anguille marbrée	EPA
<i>Anguilla sp.</i>	Anguilles	EPA
<i>Awaous commersoni</i>	Loche des sables	EPA + EPO
<i>Agonostomus telfairii</i>	Chitte	EPO
<i>Eleotris klunzingerii</i>	Cabot noir	EPA
<i>Eleotris mauritiana</i>	Cabot noir	EPA
<i>Eleotris sp.</i>	Cabot noir	EPA
<i>Kuhlia rupestris</i>	Poisson plat	EPA + EPO / EPA/ EPO
<i>Kuhlia sauvagii</i>	Poisson plat	EPA + EPO / EPA/ EPO
<i>Kuhlia sp</i>	Poisson plat	EPA + EPO / EPA/ EPO
<i>Stenogobius polyzona</i>	Cabot rayé	EPA
<i>Cotylopus acutipinnis</i>	Cabot bouche-ronde	EPA
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	Cabot bouche-ronde	EPA + EPO
<i>Atyoida serrata</i>	Chevaquine	EPA
<i>Caridina serratirostris</i>	Caridine	EPA
<i>Caridina typus</i>	Caridine	EPA
<i>Macrobrachium lar</i>	Camaron	EPA
<i>Macrobrachium australe</i>	Chevette	EPA + EPO
<i>Macrobrachium lepidactylus</i>	Ecrevisse	EPA
<i>Varuna litterata</i>	Crabe	EPA
<i>Poecilia reticulata</i>	Guppy	EPA
<i>Xiphophorus hellerii</i>	Porte-épée	EPA
<i>Oreochromis sp.</i>	Tilapia	EPA

Tableau 110 : Origines des données utilisées par taxon pour l'élaboration des courbes de préférences d'habitats

4.4 Classes de taille et niveau taxonomique étudiés

Afin de pallier à des problématiques de difficultés de déterminations morphologiques ou pour permettre de développer des courbes de préférences pour les taxons à faibles effectifs et à faibles occurrences, des niveaux de regroupements taxonomiques ont été explorés. En compléments, pour les taxons ou les regroupements de taxons à fortes abondances ou à fortes occurrences, des analyses portant sur des classes de tailles ont été menées :

- Analyses de regroupements à un niveau générique : *Kuhliidae* et *Eleotridae*,

- Analyses des fréquences de tailles pour les taxons à densités et occurrences élevées : *M. australe*, *Anguillidae*, *Eleotridae*, *Kuhlidae*.

Les figures ci-dessous illustrent les fréquences de taille observées pour les taxons à fortes densités dans le cadre de PHACAR :

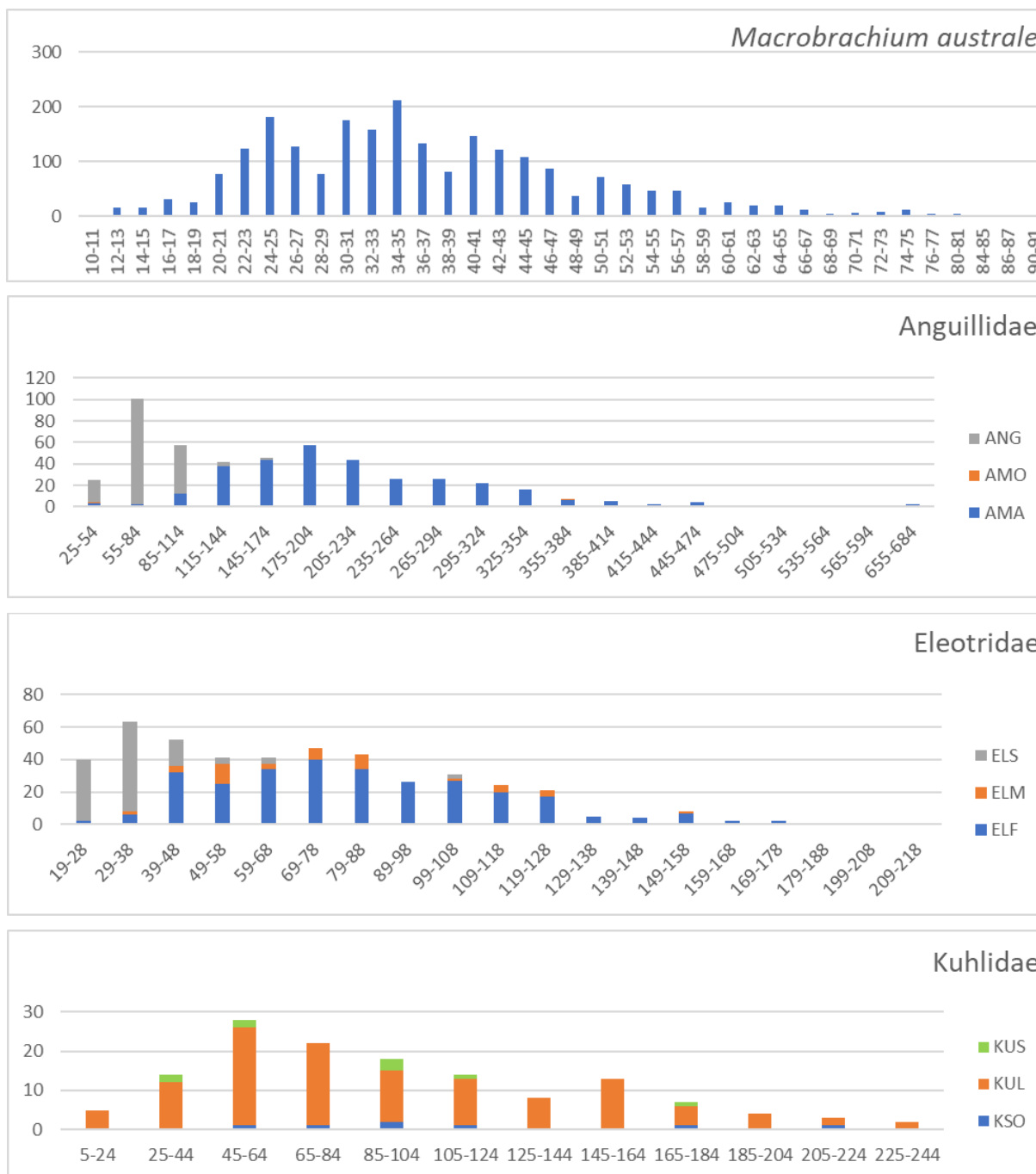


Figure 10 - Fréquences de tailles observées pour les taxons à effectifs et à occurrences élevés dans le cadre de PHACAR

Deux approches complémentaires ont été menées pour établir des limites de classes de tailles, à savoir l'étude du jeu de données PHACAR avec l'analyse des classes de taille observées, accompagnée d'une analyse de la littérature scientifique². Ces analyses permettent de définir les limites de classes de taille correspondant aux limites théoriques de stades juvéniles/adultes.

² Lagarde et al. 2017 ; Robinet et al 2003 ; DEAL (PDC Anguilles), 2018 ; OCEA, 2017 ; Hoareau et al, 2018 ; Richarson et al.2009 ; Hutchison et al , 2008 ; McRae et al. 2001 ; Peyton et al 2015 ; Benson, 2002

Elles doivent cependant être prises avec précaution car elles nécessitent d'être davantage documentées pour être validées. Les Limites de classes de taille et niveaux taxonomiques retenus sont synthétisés dans le tableau ci-après :

Taxons		Limite taille juvénile/adulte (mm)*	Niveau taxonomique	Codes taxon	
				Juvénile	Adulte
<i>Atyoida serrata</i>	Chevaquine	15	espèce	ATY0	ATY1
<i>Caridina serratirostris</i>	Caridine	7	espèce	CAS0	CAS1
<i>Caridina typus</i>	Caridine	8	espèce	CAR0	CAR1
<i>Macrobrachium australe</i>	Chevrette	30	espèce	MAA0	MAA1
<i>Macrobrachium lar</i>	Camaron	18	espèce	MAL0	MAL1
<i>M. lepidactylus</i>	Ecrevisse	20	espèce	MAH0	MAH1
<i>Varuna litterata</i>	Crabe	10	espèce	VAL0	VAL1
<i>Anguilla bicolor</i>	Anguille bicolor	150	espèce si >150 mm genre si <150 mm	-	ABI1
<i>Anguilla marmorata</i>	Anguille marbrée			-	AMA1
<i>Anguilla Mossambica</i>	Anguille du Mozambique			-	AMO1
<i>Anguilla sp.</i>	Anguilles			ANG0	-
<i>Eleotris klunzingerii</i>	Cabot noir	38	espèce si >38 mm genre si <38 mm	-	ELF1
<i>Eleotris mauritiana</i>	Cabot noir			-	ELM1
<i>Eleotris sp.</i>	Cabot noir			ELS0	-
<i>Awaous commersoni</i>	Loche des sables	46	espèce	AWA0	AWA1
<i>Cotylopus acutipinnis</i>	Cabot bouche-ronde	35	espèce	COA0	COA1
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	Cabot bouche-ronde	40	espèce	SIC0	SIC1
<i>Stenogobius polyzona</i>	Cabot rayé	27	espèce	STE0	STE1
<i>Kuhlia rupestris</i>	Poisson plat	85	espèce si >85 mm genre si <85 mm	-	KUL1
<i>Kuhlia sauvagii</i>	Poisson plat	85		-	KSO1
<i>Kuhlia sp</i>	Poisson plat	85		KUS0	-
<i>Agonostomus telfairii</i>	Chitte	100	espèce	AGO0	AGO1

Tableau 12: Classes de taille et niveau taxonomique pris en compte dans le cadre des analyses PHACAR. *Pour chaque limite de taille, les bornes suivantes ont été appliquées :]0 ; limite juvénile] et] limite juvénile ; ∞[en vue de la réalisation des courbes de préférences à différents niveaux de groupements

4.4.1 Echelle temporelle

Afin de déterminer l'intérêt d'élaborer des courbes de préférences d'habitats selon les campagnes d'inventaire et de mettre en évidence d'éventuelles variations saisonnières, des Analyses en Composantes Principales (ACP) ont été réalisées sur le jeu de données des paramètres de micro-habitat. L'objectif est d'observer d'éventuels regroupement ou différences en fonction des campagnes d'inventaire, comme illustré sur la représentation graphique suivante :

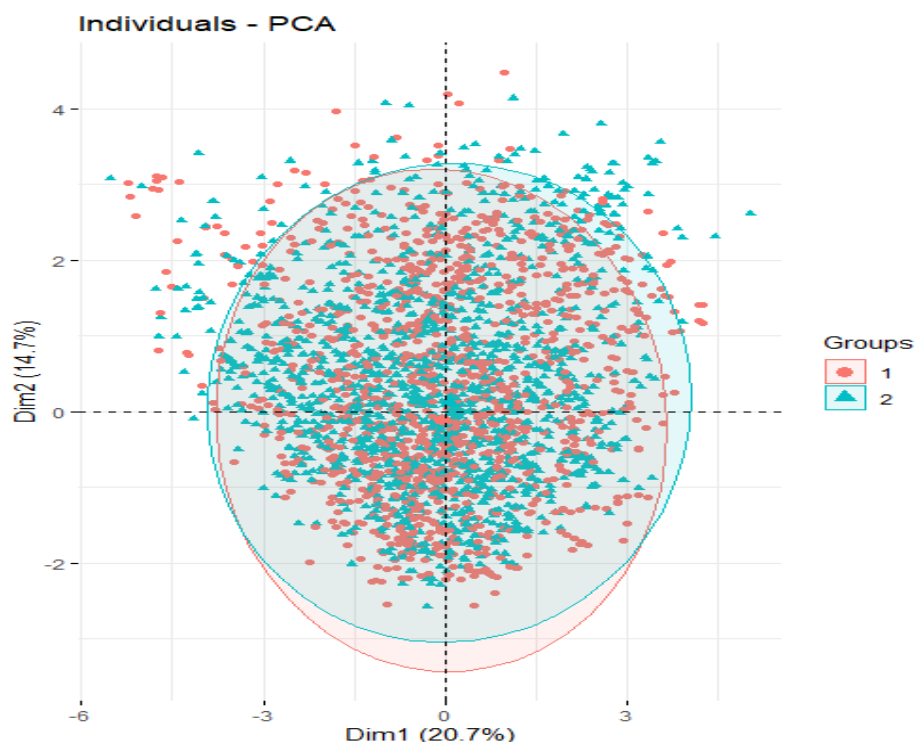


Figure 11 - Résultats de l'ACP menée sur l'ensemble des données habitats distinguant les deux campagnes d'inventaire. En rouge : campagne 1, en bleu : campagne 2

Ces analyses ne révèlent aucune différence entre les campagnes d'inventaire, ce qui est en adéquation avec le fait que les conditions hydrologiques étaient sensiblement similaires entre ces deux périodes.

Cette configuration présente l'avantage de bénéficier d'un nombre conséquent de points dans une seule gamme de conditions environnementales pour l'élaboration des courbes de préférences d'habitats. En revanche, la variabilité saisonnière des préférences des poissons et crustacés d'eau douce ne pourra pas être approchée.

4.4.2 Echelle spatiale

Afin de déterminer l'intérêt d'élaborer des courbes de préférences d'habitats à certains niveaux de regroupement spatiaux (île, bassin versant, types Malavoi, altitude...) des Analyses en Composantes Principales (ACP) ont été réalisées. Ces analyses ont été réalisées sur l'ensemble du jeu de données collectées dans le cadre de PHACAR, complété par des données issues d'une étude sur la rivière des Galets (Mairie de La Possession, OCEA, en cours), représentant 150 points supplémentaires.

Les premières analyses révèlent que les habitats sont assez homogènes d'un point de vue spatio-temporel à une échelle du micro-habitat.

Pour aller plus loin et tenter de mettre en évidence des tendances globales de conditions d'habitats, des tests ont été réalisés à trois échelles spatiales : échelle du macro-habitat, du méso-habitat et du micro-habitat (approche à échelles emboîtées utilisée dans Teichert et al., 2013).

Pour chacun des paramètres, les ACP ont été réalisées sur les données brutes et sur les données en classes afin d'être en mesure d'identifier plus facilement des regroupements. Ainsi, c'est l'ACP (avec ou sans classes) expliquant au mieux la répartition des points (% de contribution des axes le plus élevé) qui a été retenue.

Les ACP révèlent que selon l'échelle considérée, les paramètres les plus structurants varient :

ECHELLE D'ANALYSE	Macro		Méso		Micro	
	Testé	Struct.	Testé	Struct.	Testé	Struct.
Distance à la mer	X	1				
Altitude de la station	X	2				
Débit à la station	X		X	1		
Pente à la station	X		X			
Faciès d'écoulement	X	4	X	5		
Largeur mouillée	X		X	2		
Profondeur d'eau	X		X		X	
Vitesse à 40% de la hauteur d'eau	X	5	X	4	X	1
Contraintes hydrauliques	X	3	X	3	X	2
Granulométrie la plus grosse	X		X		X	3
Granulométrie dominante	X		X		X	
Granulométrie accessoire	X		X		X	

Tableau 13: résultats des analyses réalisées sur le jeu de données habitats en vue de tests de regroupements pour l'élaboration des courbes de préférences d'habitats (Struct. : classement des variables structurantes par ordre de plus forte importance).

Ainsi, à l'échelle du macro-habitat, les paramètres les plus structurants sont en premier lieu la distance à la mer et l'altitude de la station, suivis de paramètres d'ordre du microhabitat (contraintes et vitesse) et du méso-habitat (faciès).

Les analyses des données à l'échelle du méso-habitat (les paramètres distance à la mer et altitude de la station ayant été écartés) mettent en évidence une structuration liée à des variables correspondant à une échelle méso (débit, largeur mouillée, faciès) et micro (contraintes, vitesses).

Enfin, les analyses à l'échelle du microhabitat (débit, largeur mouillée et pente ayant été écartés des analyses) révèlent une structuration des données selon la vitesse, puis les contraintes et enfin la granulométrie grossière.

Les paramètres de l'échelle du méso-habitat ont été retenus pour l'identification des variables d'habitats les plus structurantes, cette échelle étant celle à laquelle les données de préférences d'habitats seront utilisées pour des études ultérieures (échelle du tronçon).

Ces paramètres de méso habitat ont ensuite été étudiés selon dix niveaux de regroupements : bassin versant, Malavoi³, altitude, stations, stations-date, distance à la mer, campagne

³. Typologie géomorphologique (Malavoi, 1999) :

d'inventaire, HER⁴, zone, faciès. Cette analyse étant toujours destinée à identifier des tendances en termes de descripteurs d'habitats. Pour les trois échelles spatiales considérées, les niveaux de regroupement significatifs sont variables selon l'échelle spatiale considérée.

Le niveau de regroupement le plus discriminant est celui de la station. La représentation graphique suivante permet d'identifier les éléments les plus structurants à l'échelle de la station :

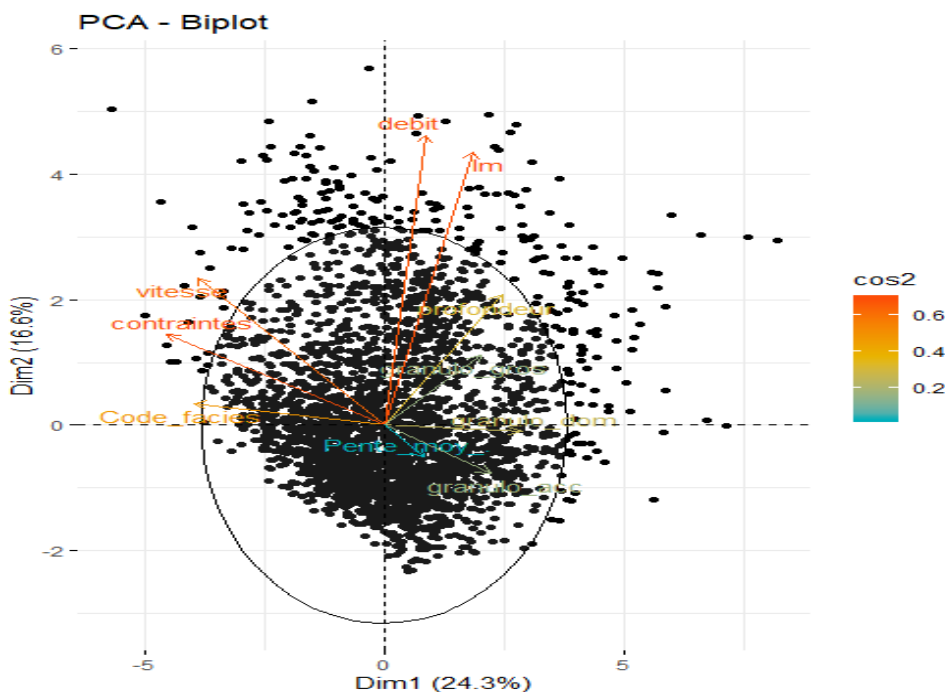


Figure 12 : ACP réalisée à l'échelle du méso habitat

L'ACP ci-dessus met en évidence 3 axes principaux :

- Un premier axe relatif au débit et la largeur mouillée,
- Un second axe relatif à la vitesse, aux contraintes hydrauliques et aux faciès,

- Les cours d'eau drainant les Cirques : Rivière du Mât, Rivière Saint-Etienne, Rivière des Galets ; et les flancs du Piton de la Fournaise : Rivière des Remparts, Rivière de l'Est, Rivière Langevin,

- Les cours d'eau des flancs, à vallée et bassins encaissés, d'origine tectonique : Rivière Saint-Denis, Rivière des Pluies, Rivière des Marsouins,

- Les cours d'eau peu encaissés des pentes externes : Rivière des Roches, Rivière Sainte-Suzanne, Rivière Saint-Jean.

⁴ Hydro-écorégions de l'île de La Réunion (Arrêté du 12 janvier 2010) :

- M61 : cours d'eau moyens des cirques au vent : Rivière des Remparts, Rivière du Mât, Rivière Langevin
- MP63 : Cours d'eau des versants au vent : Rivière Saint Jean, Marsouins, Pluies, Roches, Sainte Suzanne, Est, Saint Denis
- P61 : Petits cours d'eau des criques au vent : Rivière du Mât
- M62 : Cours d'eau moyens des cirques sous le vent : Rivière des Galets, Saint-Etienne
- P62 : Petits cours d'eau des cirques sous le vent : Rivière Saint-Etienne
- MP64 : Cours d'eau des versants sous le vent : Ravine Saint Gilles

- Un dernier axe en lien avec les granulométries (dominante, accessoire, la plus grosse) et la profondeur.

La projection des stations au regard de ces 3 axes principaux donne la figure suivante :

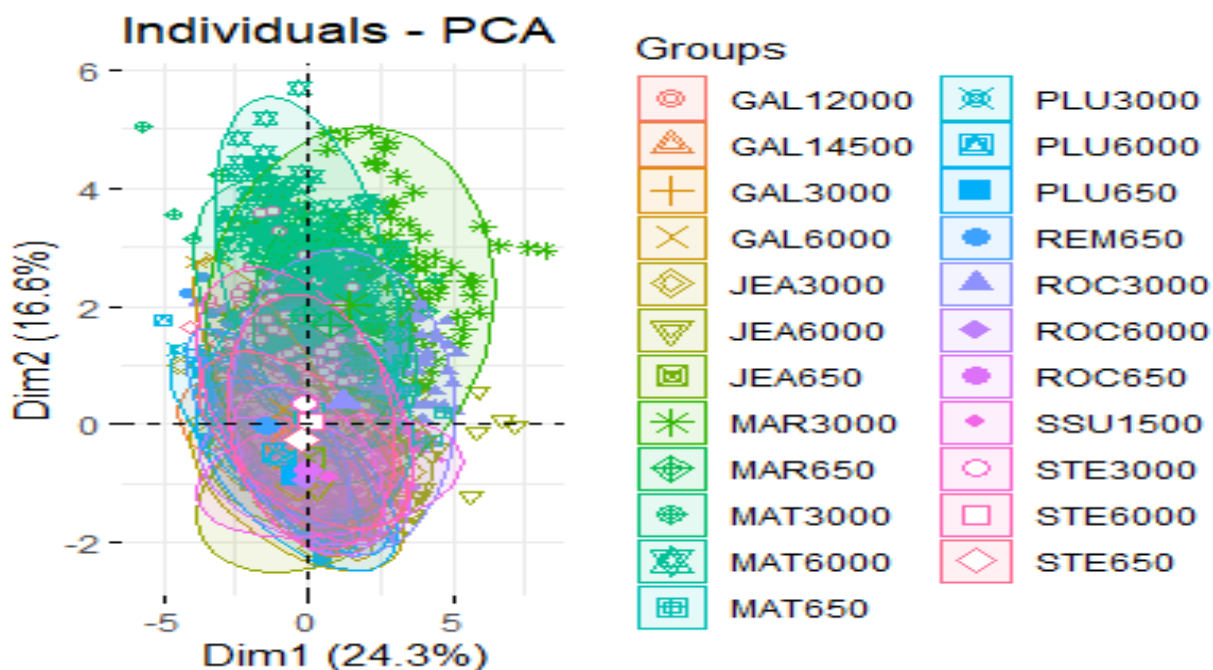


Figure 13 - Regroupement de l'ACP sur la description des points d'inventaires par les variables de méso-habitat par stations inventoriées dans le cadre de PHACAR (données brutes)

Sur la figure ci-dessus, on observe les regroupements suivants :

- Les stations REM650, STE650, GAL3000, GAL12000, GAL6000 sont positivement corrélées au gradient « Vitesse + Contraintes + Faciès » : ce sont des stations de type lotiques à vitesses et contraintes hydrauliques élevées,
- La station SSU1500 est négativement corrélée au gradient « Vitesse + Contraintes + Faciès » : il s'agit d'une station de type lenticule à vitesses et contraintes hydrauliques élevée,
- Les stations MAT650, MAT6000, MAT3000, STE3000, STE6000, MAR3000, MAR650 sont positivement corrélés à un gradient « Débit + Largeur mouillée » : il s'agit de stations à fort débit et lit mineur étendu,
- Les stations PLU650, PLU3000, PLU6000, GAL14500, ROC650, JEA650, JEA6000, JEA3000, ROC6000 sont négativement corrélés à un gradient « Débit + Largeur mouillée » : ce sont des stations à faible débit et lit mineur étroit,
- La station ROC3000 est positivement corrélée à un gradient « Granulos+profondeur » : il s'agit d'une station à granulométrie grossière et profondeurs élevées.

Les courbes de préférences d'habitats pourront donc être testées selon ce mode de regroupement pour certains taxons présentant des effectifs et occurrences élevées, et pour lesquels le modèle à l'échelle de l'île pourrait être perfectible.

4.5 Préférences d'habitats

Les courbes de préférences d'habitats ont été élaborées au regard de sept éléments descriptifs des microhabitats :

- Profondeur
- Vitesse à 40% de la hauteur d'eau (V04)
- Contraintes hydrauliques
- Granulométrie dominante
- Granulométrie secondaire
- Granulométrie la plus grosse
- Distance à la berge

Elles ont été testées pour 34 taxons -niveaux taxonomiques différents, en prenant en compte les différentes classes d'âge et différents niveaux taxonomiques. Sur l'ensemble des taxons ciblés dans le cadre du projet, seuls les syngnathes (*Microphis brachyurus m* et *Microphis argulus*) et l'anguille du Mozambique (*Anguilla mossambica*) n'ont pas pu être associés à des courbes au vu de leurs faibles effectifs et occurrences. Les courbes de préférences obtenues concernent les 23 taxons suivants :

Type	Taxons			Priorité
	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Abréviation	
Poisson	Chitte	<i>Agonostomus telfairii</i>	AGO	1
Poisson	Anguille marbrée	<i>Anguilla marmorata</i>	AMA	1
Poisson	Anguilles	<i>Anguilla sp.</i>	ANG	1
Poisson	Loche des sables	<i>Awaous commersoni</i>	AWA	1
Poisson	Cabot noir	<i>Eleotris klunzingerii</i>	ELF	1
Poisson	Cabot noir	<i>Eleotris mauritanus</i>	ELM	1
Poisson	Cabot noir	<i>Eleotris sp.</i>	ELS	1
Poisson	Poisson plat	<i>Kuhlia rupestris</i>	KUL	1
Poisson	Poisson plat	<i>Kuhlia.sp.</i>	KUS	1
Poisson	Poisson plat	<i>Kuhlia. sauvagii</i>	KSO	1
Poisson	Cabot rayé	<i>Stenogobius polyzona</i>	STE	1
Poisson	Cabot bouche-ronde	<i>Cotylopus acutipinnis</i>	COA	2
Crustacé	Chevaquine	<i>Atyoida serrata</i>	ATY	3
Crustacé	Caridine	<i>Caridina typus</i>	CAR	3
Crustacé	Caridine	<i>Caridina serratirostris</i>	CAS	3
Crustacé	Chevrette	<i>Macrobrachium australe</i>	MAA	3
Crustacé	Ecrevisse	<i>Macrobrachium lepidactylus</i>	MAH	3
Crustacé	Camaron	<i>Macrobrachium lar</i>	MAL	3
Poisson	Cabot bouche-ronde	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	SIC	3
Crustacé	Crabe	<i>Varuna litterata</i>	VAL	3
Poisson	Guppy	<i>Poecilia reticulata</i>	GUP	exo
Poisson	Tilapia	<i>Oreochromis sp.</i>	TIL	exo
Poisson	Porte-épée	<i>Xiphophorus hellerii</i>	XIP	exo

Tableau 14: Liste des taxons pour lesquels des courbes de préférences d'habitats ont été obtenues

Parmi ces taxons, 11 sont de priorité d'ordre 1, correspondant aux espèces accompagnatrices de l'Index Poisson Réunion. ; 7 sont des crustacés et 3 sont des poissons exotiques.

4.5.1 Robustesse des modèles d'habitats

Pour chaque couple « paramètre du microhabitat - taxon », deux coefficients ont été déterminés à partir des « rho conditionnels » (coefficients de corrélation) issu de chaque « modèle mixtes non-linéaires » utilisé pour relier l'abondance de chaque taxon à une des différentes variables d'habitats (paragraphe 3.10, p.26) :

➤ Gain rho intra :

$$\text{Gain rho intra} = \text{rho conditionnel modèle 3} - \text{rho conditionnel modèle 1}$$

Il s'agit d'un rho relatif, qui correspond à la corrélation « intra-campagne », indiquant la part des variations « microhabitat » expliquée. **Les valeurs de ce coefficient ont été catégorisées en classes de robustesse comme suit :**

- **Gain rho intra ≤ 0.05 : mauvaise**
- **$0.05 < \text{Gain rho intra} \leq 0.10$: assez bonne**
- **$0.10 < \text{Gain rho intra} \leq 0.20$: bonne**
- **$0.20 < \text{Gain rho intra}$: très bonne**

➤ Part modèle moyen M2 :

$$\text{Part modèle moyen M2} = \frac{\text{rho conditionnel modèle 2} - \text{rho conditionnel modèle 1}}{\text{rho conditionnel modèle 3} - \text{rho conditionnel modèle 1}}$$

Il s'agit de la part des variations expliquées par le modèle 2, le modèle valable à l'échelle de l'île, toutes dates et méthodes d'inventaires confondues. C'est ce modèle qui sera privilégié car il est plus aisé de disposer de courbes de préférences transposables dans toutes conditions. **Les valeurs de ce coefficient ont été catégorisées en classes de robustesse comme suit :**

- **Part modèle moyen M2 ≤ 0.25 : mauvaise**
- **$0.25 < \text{Part modèle moyen M2} \leq 0.50$: assez bonne**
- **$0.50 < \text{Part modèle moyen M2} \leq 0.75$: bonne**
- **$0.75 < \text{Part modèle moyen M2}$: très bonne**

De plus, les modèles ont été développés avec des filtres relatifs aux abondances et aux occurrences afin de garantir la robustesse des données. Ainsi pour la majorité des taxons, les données prises en compte concernaient des abondances d'au moins 6 individus et 3 occurrences.

4.5.2 Normalisation des modèles

Dans le modèle M2, la forme du modèle est la même dans chaque campagne (à un coefficient multiplicateur près). Cette forme est ce qu'on appelle le « modèle de préférence », et est généralement normalisée pour utilisation dans les modèles d'habitat (maximum fixé à 1 ; Jowett, 2000). Ainsi, cette courbe reflète des différences relatives d'abondance entre des points d'échantillonnage, indépendamment de l'abondance totale du taxon dans les campagnes. Ces

courbes de préférences pourront être utilisées telles quelles dans le logiciel d'habitat Habby d'Irstea.

In fine, les courbes normalisées obtenues sont corrigées par expertise, en général pour les valeurs extrêmes de la variable d'habitat, afin de gommer des effets « indésirables » purement numériques. Ceci permet également que la courbe de préférence couvre la gamme totale de la variable d'habitat considérée dans les logiciels d'habitat (exemple : valeurs d'hémisphères allant de 0 à 19 ; Fig. 14).

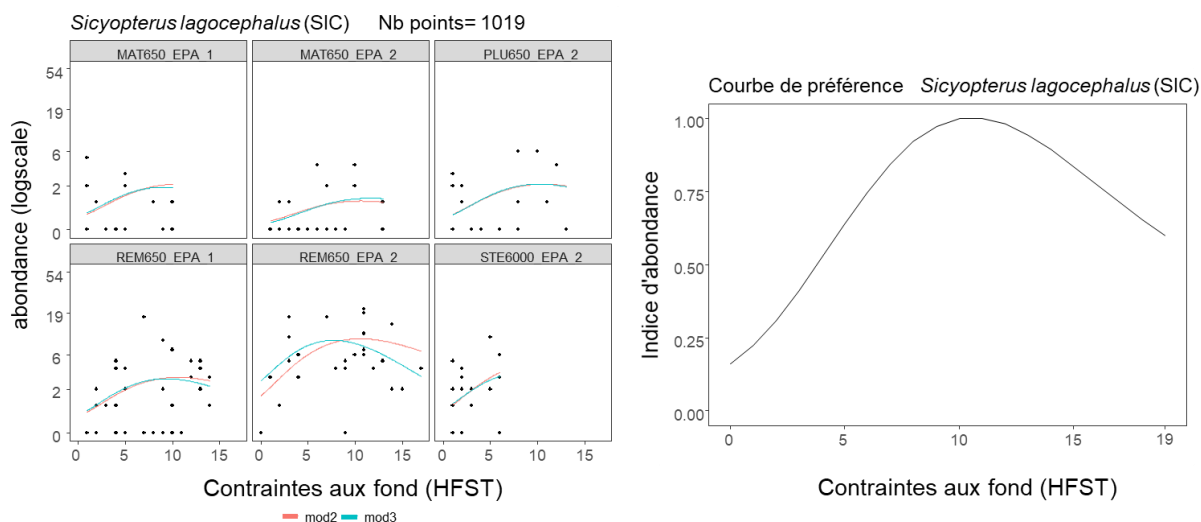


Figure 14 - A gauche, exemple sur quelques campagnes de l'ajustement des modèles M2 et M3 (modèles conditionnelles) pour *Sicyopterus lagocephalus*. A droite, courbe de préférence normalisée et extrapolée pour *Sicyopterus lagocephalus*.

4.5.3 Arbre de décisions pour l'évaluation de la pertinence des modèles

Afin d'objectiver au mieux la démarche de sélection des courbes de préférences obtenues et de leur attribuer un niveau de confiance ainsi que des préconisations d'utilisation catégorisées, un arbre de décision a été établi. Il prend en compte les valeurs prises par les deux coefficients décrits plus haut, et l'allure des courbes.

Le premier niveau de cette évaluation prend en compte le rho intra et la part du modèle 2. Chacun de ces coefficients est scindé en 4 classes correspondant à des classes de qualité des modèles. Pour chaque couple taxon-variable d'habitat les deux classes obtenues sont comparées deux à deux, et selon la règle du paramètre le plus déclassant, une note de robustesse agrégée est ainsi obtenue. Tout comme pour les coefficients, cette note de robustesse agrégée est découpée en 4 classes, allant de « mauvaise » à « très bonne ».

Le second niveau d'évaluation est relatif à l'allure des courbes de préférences d'habitat, décrites selon deux modalités :

- allure « plate », correspondant soit à la présence du taxon dans toute la gamme de valeurs de la variable (exemple *S. lagocephalus* au regard des valeurs de vitesse) avec un nombre d'observations suffisantes, soit à peu d'observations avec une variabilité importante ;
- allure « marquée », correspondant à la présence du taxon dans une gamme restreinte de valeurs prises par le paramètre d'habitat considéré, avec un nombre d'observations qui peut être faible (exemple *S. polyzona* au regard des contraintes hydrauliques) ou important (exemple *M. australe* au regard de la profondeur).

La mise en relation de la note robustesse et de l'allure des courbes permet de qualifier ainsi la pertinence du modèle, avec quatre niveaux de pertinence : nul, faible, moyen ou élevé.

Enfin, des recommandations sont proposées pour l'utilisation des courbes ainsi produites, en fonction du niveau de pertinence qui a été attribué au modèle considéré. Ainsi, les modèles avec un niveau de pertinence élevé pourront être utilisés sans contraintes particulières à l'échelle de l'île, ceux avec un niveau de pertinence nul sont déconseillés. Les niveaux de pertinence intermédiaires (faible et moyen) feront l'objet d'évaluation au cas par cas, en fonction d'une expertise plus fine du jeu de données, de l'enjeu porté par le taxon, de l'existence d'autres modèles pertinents pour le taxon, ...

Pour les taxons dont les filtres d'abondance et occurrences minimales ont été revus à la baisse, avec une abondance minimale de 3 et une occurrence de 1 (au lieu de 6 et 3), le même arbre de décision a été attribué, sauf pour la dernière étape d'évaluation de la pertinence, qui a été déclassée d'un rang.

Seules les courbes correspondant à un niveau de pertinence élevé seront proposées dans le cadre de ce rapport.

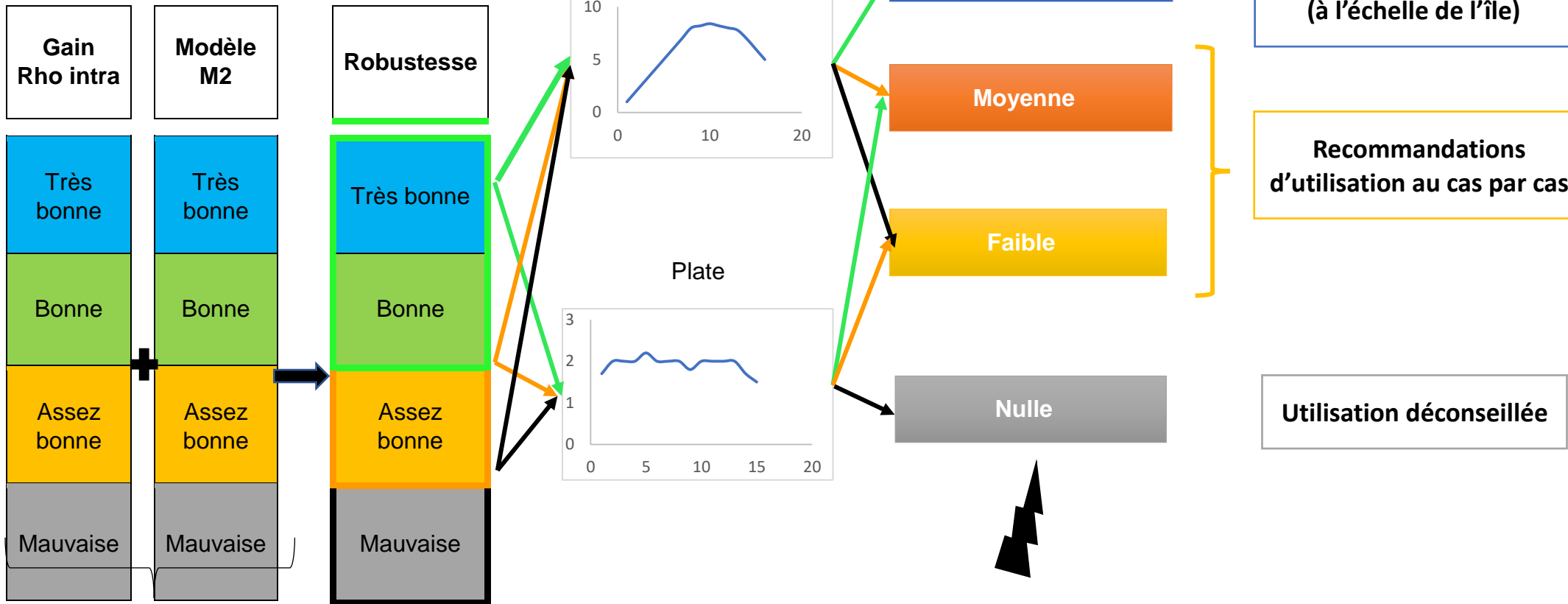
L'ensemble de cette démarche peut être schématisée de la façon suivante :

1. Robustesse modèles

2. Allure courbes

3. Pertinence modèle

4. Usages



Paramètre le plus déclassant

Déclassement N-1 pour filtres (abondance, occurrence) inférieurs

Figure 15 - Arbre de décision pour l'évaluation de la pertinence des modèles et les recommandations d'usages qui en découlent

4.5.4 Hiérarchisation de la part d'explication des variables d'habitats

L'analyse des notes obtenues pour la robustesse (issue de l'agrégation du rho intra et de la part du modèle moyen M2) permet d'identifier les variables d'habitats les plus pertinentes pour le choix de l'habitat par les espèces de poissons et de crustacés. Les résultats figurent dans le tableau suivant :

Robustesse	V ₀₄	Profondeur	Contraintes	Granulo dominante	Granulo accessoire	Granulo grossière	Distance à la berge
Très bonne	6	0	8	1	0	0	4
Bonne	16	10	8	7	8	5	12
Assez bonne	2	10	6	8	6	8	5
Mauvaise	6	10	8	14	16	17	9
Nb Très bonne + bonne	22	10	16	8	8	5	16
Classement	1	3	2	4	4	5	2

Tableau 15 : Synthèse des valeurs de gain rho intra obtenues pour les paramètres du microhabitat

Le tableau ci-dessus nous indique que le paramètre de microhabitat des peuplements de poissons et crustacés le plus structurant à l'échelle de l'île est la vitesse, suivie par les contraintes hydrauliques et de la distance à la berge, puis la profondeur. Les granulométries dominantes, accessoires, puis grossières arrivent en dernier.

L'analyse du facteur le plus explicatif toute échelle géographique considérée (sans prendre en compte la part du modèle moyen M2) aboutit à un autre classement, avec les contraintes hydrauliques en première position, suivi des paramètres vitesse, distance à la berge, granulométrie grossière, profondeur et enfin granulométrie dominante et granulométrie accessoire.

4.5.5 Préférences d'habitats des taxons

Les courbes ont été élaborées à partir de jeux de données adaptés, conformément aux résultats obtenus dans le paragraphe 4.2.

Seuls les résultats concluants sont présentés ici. Pour certains taxons comme les syngnathes *Microphis brachyurus m* et *Microphis argulus*, l'anguille du Mozambique *Anguilla mossambica*, le jeu de données n'a pas permis de générer de courbes.

Les données ainsi obtenues, sont décrites par ordre de priorité et par taxon. Les courbes de préférences correspondant à une pertinence élevée de modèle se trouve en Annexe 3.

En complément, l'intégralité des courbes de préférence générées dans le cadre de ce projet, tous modèles et tous niveaux de pertinence confondus, sont consultables dans les Annexes séparées dénommées : « OCEA_PHACAR_Courbes_modeles2&3 » et « OCEA_PHACAR_Standardisation_modele2_courbes_equations ». A noter que ces annexes contiennent également des courbes de préférences des taxons au regard du

paramètre « faciès d'écoulement ». Ces préférences sont développées et utilisées dans un rapport connexe, dénommé « OCEA_PHACAR_Rap_final_voletB_V1 ».

4.5.6 Courbes de préférences pour les taxons de priorité 1

4.5.6.1 Les Anguilles

Les analyses ont été réalisées pour deux classes de tailles (inférieur et supérieur à 150 mm) et différents niveaux taxonomiques. N'ayant pu aboutir pour l'anguille du Mozambique (nombre d'individus capturés insuffisant), et étant moins significatives au niveau générique, seules les préférences d'habitats pour l'anguille marbrée *Anguilla marmorata* (AMA adulte, taille > 150mm) et les jeunes stades *Anguilla sp* (taille < 150mm) seront exploitées :

ANG sp juvénile (- de 150 mm)	V04		Profondeur		Contraintes		Gran_dom		Gran_acc		Gran_gros		Dist.berge	
	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2
	0,23	0,89	0,14	0,64	0,38	0,93	0,11	0,78	0,18	0,64	0,22	0,29	-0,01	1,00
Robustesse	Très bonne		Bonne		Très bonne		Bonne		Bonne		Assez bonne		Mauvaise	
Allure courbes	Marquée		Marquée		Marquée		Marquée		Marquée		Marquée		Plate	
Pertinence modèle	Elevée		Elevée		Elevée		Elevée		Elevée		Moyenne		Nulle	
Variation	↗↘		↘		↗↘		B,P,C		B,P,C,A,D,L		B,P,C,A,D,L		-	

AMA adulte (+ de 150 mm)	V04		Profondeur		Contraintes		Gran_dom		Gran_acc		Gran_gros		Dist.berge	
	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2
	0,13	0,82	0,18	1	0,05	0,75	0,11	0,67	0,11	0,89	0,12	0,8	0,06	0,4
Robustesse	Bonne		Bonne		Mauvaise		Bonne		Bonne		Bonne		Assez bonne	
Allure courbes	Marquée		Plate		Marquée		Marquée		Marquée		Marquée		Marquée	
Pertinence modèle	Elevée		Moyenne		Faible		Elevée		Elevée		Elevée		Moyenne	
Variation	↗↘		-		↗		B, P, C		B, P, C		B, P, C		Berge	

Tableau 16: Préférences d'habitats obtenues pour les Anguillidae

Ces taxons présentent dans l'ensemble de bonnes réponses aux descripteurs de microhabitats testés, particulièrement pour les plus jeunes stades.

Les courbes présentent globalement une allure de type « marquée », avec des niveaux de robustesse assez élevés. Les juvéniles présentent dans l'ensemble des préférences plus précises que pour les adultes (contraintes hydrauliques notamment).

Les meilleurs résultats toutes classes d'âge confondues, sont obtenus pour la vitesse, et les granulométries. Les jeunes stades réagissent mieux que les stades adultes pour la profondeur et les contraintes hydrauliques. Les plus grands stades réagissent davantage que les plus petits à la granulométrie la plus grosse et à la distance à la berge.

L'évolution des abondances de jeunes anguilles indique que ces stades affectionnent des milieux peu profonds et relativement lotiques et turbulents. En effet, leur optimum se trouve à des profondeurs inférieures à 30 cm, des vitesses avoisinant 0.7 m/s, et des contraintes à partir de 10/19.

Pour les plus grands individus d'anguille marbrée, les abondances les plus importantes sont rencontrées dans des milieux à forte énergie, avec des vitesses préférentielles atteignant les 1 m/s. On les retrouve dans toutes les gammes de profondeur, et de préférence en zones proches de la berge.

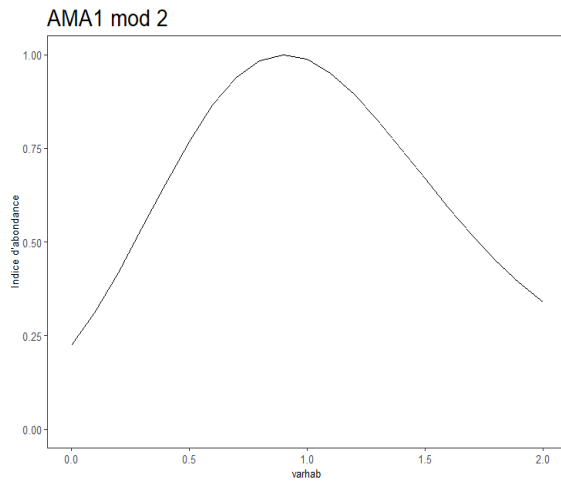


Figure 16 - courbes de préférences pour l'anguille marbrée adulte au regard de la vitesse

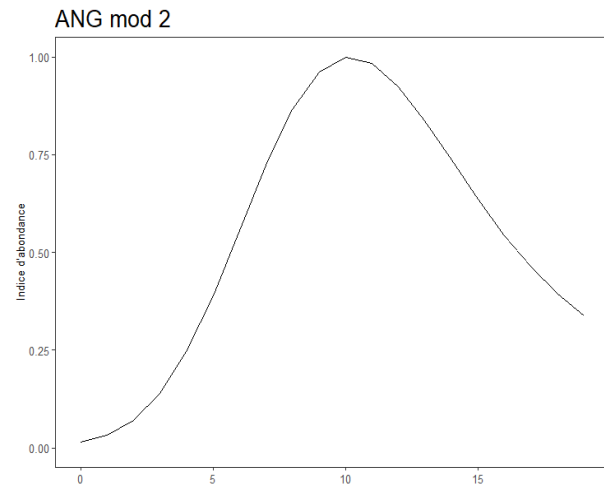


Figure 17 - courbes de préférences pour les jeunes anguilles (LT < 150 mm) au regard des contraintes hydrauliques



Figure 18 - Anguille marbrée *Anguilla marmorata*

Les courbes aux regards des granulométries sont globalement similaires pour les deux stades, elles indiquent une préférence pour les éléments de grande taille (cailloux, pierres, blocs) et aussi pour les substrats présentant peu d'anfractuosités (dalles, argiles).

Les jeunes stades d'anguilles et les adultes d'anguille marbrée présentent donc des préférences d'habitats caractéristiques des milieux à forte énergie, avec quelques variations selon les stades considérés : les plus jeunes se retrouvent davantage en zones peu profondes, protégées des conditions hydrauliques les plus extrêmes, alors que les plus grands individus sont observés dans les mêmes types de milieu, mais sur l'ensemble des habitats disponibles.

Pour les jeunes individus, les modèles relatifs à la vitesse, la profondeur, les contraintes hydrauliques, les granulométries dominante et accessoires sont bons à l'échelle de l'île, celui de la granulométrie grossière est à considérer au cas par cas. La distance à la berge ne peut pas être retenue.

Pour les plus grands individus, les modèles de vitesse et des trois granulométries sont bon à l'échelle de l'île, celui de la profondeur, des contraintes hydrauliques et de la distance à la berge sont à évaluer au cas par cas.

4.5.6.2 Loche des sables (*Awaous commersoni*)

Cette espèce présente des réponses variables aux descripteurs de microhabitats testés, comme indiqué par les niveaux de pertinence des modèles ci-dessous :

AWA	V04		Profondeur		Contraintes		Gran_dom		Gran_acc		Gran_gros		Dist.berge	
	Rho intr a	Mod. 2	Rho intr a	Mod. 2	Rho intr a	Mod. 2	Rho intr a	Mod. 2	Rho intr a	Mod. 2	Rho intr a	Mod. 2	Rho intr a	Mod. 2
	0,15	0,64	0,12	0,11	0,25	0,65	0,15	0,55	0,10	0,14	0,05	0,00	0,14	0,30
Robustesse	Bonne		Mauvaise		Bonne		Bonne		Mauvaise		Mauvaise		Assez bonne	
Allure courbes	Marquée		Marquée		Marquée		Marquée		Plate		Plate		Plate	
Pertinence modèle	Elevée		Faible		Elevée		Elevée		Nulle		Nulle		Faible	
Variation	↘		↘		↘		G, S		-		-		-	

Tableau 17 : Préférences d'habitats obtenues pour la loche des sables *Awaous commersoni*

Les meilleurs résultats sont obtenus pour les contraintes hydrauliques, suivies de la vitesse, et de la granulométrie dominante. Les variables de profondeur et de distance à la berge sont explicatives, mais dans une moindre mesure.

Ce taxon affectionne les zones à faibles contraintes hydrauliques (inférieures à 5/19) et vitesses peu élevées (<0.2 m/s), avec une granulométrie dominante fine, de type graviers et sables. Il semble y avoir une variabilité importante à l'échelle de l'île concernant la préférence à la profondeur et à la distance à la berge. Cependant, ce taxon se retrouve davantage dans des gammes de profondeurs plutôt faibles (< 1m), aussi bien en zones de berges que dans le chenal principal. En revanche les réponses aux paramètres de granulométries accessoire et la plus grosse sont peu marquées.

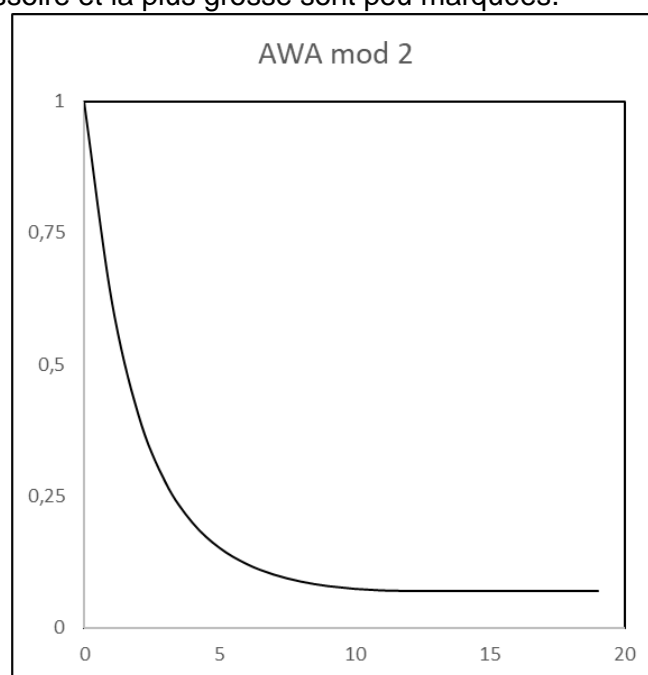


Figure 19 - Courbe de préférence de la loche des sables *Awaous commersoni* au regard des contraintes hydrauliques

Ces caractéristiques sont typiques d'une espèce limnophile, à répartition cantonnée à certaines gammes d'habitats rencontrées dans les milieux à faible énergie : vitesses et contraintes hydrauliques faibles et granulométrie fine.



La profondeur et la distance à la berge ont une influence sur ce taxon, mais ne répondent pas de la même façon selon les cours d'eau : elle se retrouve autant en berges qu'en chenal et à toutes gammes de profondeur pour Galets, St Jean, Pluies, Roches, Ste Suzanne, St Etienne et davantage en berges et à faibles profondeurs pour les cours d'eau à forte énergie (Marsouins et Mât). Ces préférences sont davantage à attribuer à la recherche de conditions favorables en termes de contraintes hydrauliques, vitesse et granulométrie, qui se retrouvent en zones de bordures peu profondes dans les cours d'eau à forte énergie.

granulométrie, qui se retrouvent en zones de bordures peu profondes dans les cours d'eau à forte énergie.

Figure 20 - loche des sables juvénile *Awaous commersoni*

Les modèles obtenus sont bons à l'échelle de l'île pour la vitesse, les contraintes hydrauliques et la granulométrie dominante. Pour la profondeur et la distance à la berge, la prise en compte des modèles sera à prendre au cas par cas, et les modèles des granulométries accessoire et grossière sont proscrites.

On notera que les modèles pour les contraintes hydrauliques et la vitesse ont fait l'objet de corrections afin de pallier à d'éventuels « effets de bord » liés à l'élaboration des modèles.

4.5.6.3 Chitte (*Agonostomus telfairii*)

Au vu des faibles valeurs d'effectifs et d'occurrences obtenues pour cette espèce, les courbes de préférences d'habitats ont été réalisées sur des seuils de valeurs inférieures aux autres taxons (abondance minimum de 3 et occurrence de 1), et le niveau de pertinence des modèles a donc été réajusté conformément à l'arbre de décisions vu plus haut :

AGO*	V04		Profondeur		Contraintes		Gran_dom		Gran_acc		Gran_gros		Dist.berge	
	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod.2
	0,15	1,00	NA	NA	NA	NA	0,16	0,75	0,14	0,79	0,22	0,09	0,22	0,55
Robustesse	Bonne		Mauvaise		Mauvaise		Bonne		Bonne		Mauvaise		Bonne	
Allure courbes	Marquée		Plate		Plate		Marquée		Marquée		Plate		Marquée	
Pertinence modèle	Moyenne		Nulle		Nulle		Moyenne		Moyenne		Nulle		Moyenne	
Variation	↗↘		-		-		B, P, C		C, G, S		-		Intermédiaire	

Tableau 18 : Préférences d'habitats obtenues pour le Chitte *Agonostomus telfairii*. * Filtre d'occurrence et d'abondance à la baisse

Cette espèce présente des réponses nulles à moyennes aux descripteurs de microhabitats testés, avec cependant des courbes à allure marquée pour les paramètres relatifs à la vitesse, les granulométries dominante et accessoire et la distance à la berge.

On notera que le modèle 3 a fait l'objet de corrections pour les couples « AGO-contraintes », « AGO-granulométrie accessoire », « AGO-profondeur », et « AGO_vitesse » pour ainsi atteindre une bonne convergence. Malgré cette opération, les courbes obtenues ne sont pas concluantes. Ce modèle sera donc déconseillé pour une quelconque utilisation.

Les meilleurs résultats sont obtenus pour la distance à la berge, et la granulométrie dominante.



Ce taxon affectionne les zones intermédiaires au sein de la section de cours d'eau, avec des compositions granulométriques hétérogènes, constituées de granulométries accessoires fines (cailloux, graviers, sables).

Figure 21 - Chitte *Aonostomus telfairii*

Les modèles de granulométries dominante et distance à la berge seront à considérer au cas par cas. Les modèles de profondeur, vitesse, granulométrie accessoire, contraintes hydrauliques et granulométrie la plus grosse sont à écarter.

Ces caractéristiques semblent indiquer qu'il s'agit d'une espèce nécessitant une mosaïque d'habitats diversifiés, en lien avec sa biologie (nourrissage, repos).

Le jeu de données ne permet cependant pas de décrire davantage les préférences d'habitats de cette espèce.

4.5.6.4 Cabots noirs

Les analyses ont été réalisées pour deux classes d'âge (adulte/juvenile) et différents niveaux taxonomiques : toutes classes d'âge confondues pour les niveaux spécifiques de *Eleotris klunzingerii* (ELF), *Eleotris mauritanus* (ELM), et le niveau générique de *Eleotris sp* (ELS sp), et avec distinction de stades pour le niveau générique (limite de classe de taille de 38mm). La pertinence des modèles testés est présentée dans le tableau page suivante.

Les cabots noirs présentent des réponses variables aux descripteurs de microhabitats testés, avec des courbes à allure marquée pour l'ensemble des niveaux considérés pour les paramètres de vitesse uniquement. **Le paramètre le plus explicatif de l'abondance des cabots noirs tous niveaux d'analyses confondus, est la vitesse.**

Les meilleurs résultats sont obtenus au niveau taxonomique le plus précis (espèce), et aussi pour les juvéniles au niveau générique. **Ainsi, tous les cabots noirs analysés montrent une affinité pour les vitesses faibles**, les adultes *E. klunzingerii* et *E. mauritanus* se retrouvant dans des gammes comprises entre 0 et 0.25 m/s, alors que les juvéniles sont observés jusqu'à 0.5m/s.

Les paramètres de contraintes hydrauliques et de distance à la berge sont les éléments qui structurent ensuite le plus l'abondance de ces poissons.

ELF	V04		Profondeur		Contraintes		Gran_dom		Gran_acc		Gran_gros		Dist.berge	
	Rho intra	Mod.2	Rho intra	Mod.2	Rho intra	Mod.2	Rho intra	Mod.2	Rho intra	Mod.2	Rho intra	Mod.2	Rho intra	Mod.2
	0,20	0,88	0,09	0,43	0,17	1,07	0,06	0,00	0,08	0,50	0,05	0,00	0,11	0,78
Robustesse	Très bonne		Assez bonne		Bonne		Mauvaise		Assez bonne		Mauvaise		Bonne	
Allure courbes	Marquée		Marquée		Marquée		Plate		Plate		Plate		Marquée	
Pertinence modèle	Elevée		Moyenne		Elevée		Nulle		Faible		Nulle		Elevée	
Variation	↘		↘		↘		-		-		-		Berge	
ELM	0,19	1,00	0,07	0,83	0,08	-0,86	0,20	1,06	0,15	1,00	0,18	0,73	0,07	1,00
Robustesse	Bonne		Assez bonne		Mauvaise		Très bonne		Bonne		Bonne		Assez bonne	
Allure courbes	Marquée		Marquée		Marquée		Marquée		Marquée		Plate		Marquée	
Pertinence modèle	Elevée		Moyenne		Elevée		Nulle		Faible		Nulle		Moyenne	
Variation	↘		↗↘		↘		C, P, B, D		S, L		-		-	
ELS sp.	0,22	0,88	0,08	0,67	0,23	0,89	0,05	0,25	0,07	0,40	0,05	0,00	0,15	0,91
Robustesse	Très bonne		Assez bonne		Très bonne		Mauvaise		Assez bonne		Mauvaise		Bonne	
Allure courbes	Marquée		Marquée		Plate		Marquée		Plate		Plate		Marquée	
Pertinence modèle	Elevée		Moyenne		Moyenne		Nulle		Faible		Nulle		Elevée	
Variation	↘		↘		-		C, G, S		-		-		Berge	
ELS sp juvénile	0,15	0,77	0,17	1,00	0,05	1,20	0,11	0,11	0,02	-0,50	0,06	0,00	0,18	0,80
Robustesse	Bonne		Bonne		Assez bonne		Mauvaise		Mauvaise		Mauvaise		Bonne	
Allure courbes	Marquée		Marquée		Plate		Plate		Plate		Plate		Marquée	
Pertinence modèle	Elevée		Elevée		Faible		Nulle		Nulle		Nulle		Elevée	
Variation	↘		↘		-		-		-		-		Berge	
ELS sp adulte	0,21	0,94	0,08	0,50	0,20	0,88	0,05	0,50	0,09	0,43	0,06	0,20	0,13	0,90
Robustesse	Très bonne		Assez bonne		Très bonne		Mauvaise		Assez bonne		Mauvaise		Bonne	
Allure courbes	Marquée		Plate		Plate		Plate		Plate		Plate		Plate	
Pertinence modèle	Elevée		Faible		Moyenne		Nulle		Faible		Nulle		Moyenne	
Variation	↘		-		-		-		-		-		-	

Tableau 19 : Préférences d'habitats obtenues pour le cabot noir : *Eleotris klunzingerii* (ELF), *Eleotris mauritanus* (ELM), *Eleotris sp.*, (ELS sp), juvéniles et adultes

L'analyse des courbes pour les contraintes d'habitats révèle une affinité de *E. klunzingerii* pour les zones peu turbulentes, avec une répartition qui s'étend tout de même jusqu'à des valeurs élevées.

Pour le facteur distance à la berge, la réponse est plus ou moins marquée selon le niveau taxonomique étudié, mais elle indique, dans tous les cas, une préférence pour les zones proches de la berge, cette tendance étant plus marquée pour les stades juvéniles.

Concernant les granulométries, les individus se retrouvent dans toutes les gammes de tailles de granulométries, avec une variabilité importante entre stations. *E. mauritanus* est observé préférentiellement dans les habitats à granulométrie grossière (cailloux, pierres, blocs) ou sans interstice (dalles).

Enfin, pour la profondeur, les stades juvéniles sont observés dans les zones peu profondes (<25 cm), alors que les stades adultes se retrouvent dans toutes les gammes.

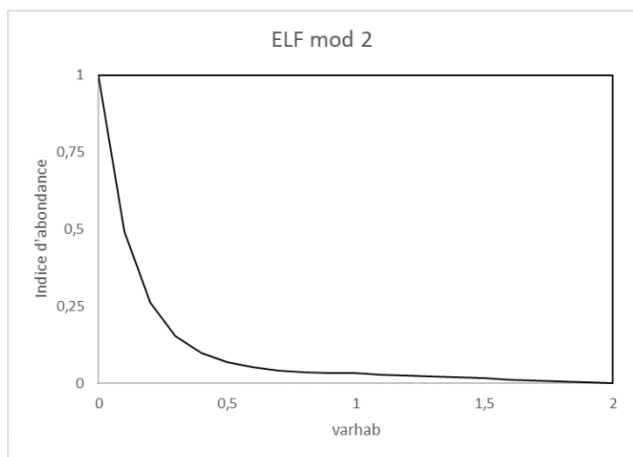


Figure 22: courbes de préférences de *E. klunzingerii* adulte au regard de la vitesse

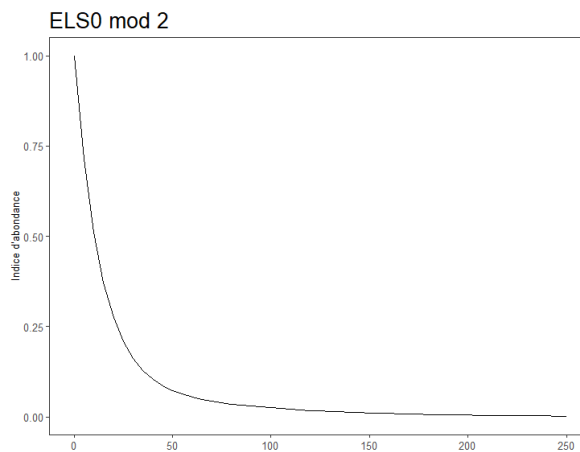


Figure 23 : courbes de préférences des stades juvéniles de cabots noirs *Eleotris* sp. au regard de la profondeur

Les cabots noirs se retrouvent donc préférentiellement dans des milieux à faible énergie, surtout *E. klunzingerii* qui est observé dans des gammes de vitesses et de contraintes hydrauliques faibles. Des disparités sont également observées entre les stades considérés, avec des juvéniles évoluant dans des gammes de vitesses assez étendues, en bordure, avec des profondeurs faibles. *E. mauritanus* se distingue des autres *Eleotris* par sa présence dans toute la section transversale, et une affinité pour les granulométries grossières.



Figure 24 - Cabot noir *E. klunzingerii*

Les modèles pour la vitesse et la distance à la berge sont bons pour l'ensemble des taxons et stades considérés à l'échelle de l'île.

Les modèles de distance à la berge sont bons à l'échelle de l'île pour *E. klunzingerii*, *Eleotris* sp. et les stades juvéniles.

Pour les contraintes hydrauliques, les modèles sont bons pour *E. klunzingerii* et *E. mauritanus*, et à voir au cas par cas pour les autres taxons.

Les modèles de profondeur sont bons pour les juvéniles à l'échelle de l'île, et doivent être vus au cas par cas dans les autres configurations. Les modèles relatifs aux granulométries sont dans leur ensemble non recommandés à l'échelle de l'île.

On notera plusieurs corrections apportées aux modèles :

- le modèle de contraintes hydrauliques pour *E. klunzigerii* à partir de l'hémisphère 8;
- le modèle de vitesses pour *E. klunzigerii* à partir de 1.1 m/s;
- le modèle de distance à la berge pour *E. klunzigerii* ;
- le modèle de vitesse pour *E. mauritiannus* à partir de 0.7m/s ;
- le modèle de vitesse pour *Eleotris sp.* à partir de 1.4 m/s ;
- le modèle de distance à la berge pour *Eleotris sp juvénile* ;
- le modèle de vitesse pour *Eleotris sp adulte* pour la vitesse à partir de 1.1m/s.

4.5.6.5 Poissons plats :

Différents niveaux de regroupements ont été testés, en termes de niveau taxonomique, de classes d'âge, avec des jeux de données différents (EPA+EPO ou EPA seuls ou EPO seuls). Les données relatives à *Kuhlia sauvagii* (KSO) présentent un niveau de robustesse moindre du fait d'un filtre (abondance et occurrence) moins élevé.

Ces taxons présentent des réponses variables aux descripteurs de microhabitats testés, avec des allures de courbes fluctuantes, souvent avec plusieurs modalités, et des robustesses allant de « mauvaise » à « bonne ». **Les meilleurs résultats toutes méthodes d'analyses confondues, sont obtenus pour la profondeur.**

Kuhlia rupestris (KUL) montre des préférences pour les profondeurs moyennes à élevées (entre 50 cm et 1,5 m), alors qu'aucune tendance n'est remarquable pour *K. sauvagii* (KSO). Les préférences au regard de la profondeur dépendent également des stades considérés : les stades juvéniles affectionnent les profondeurs faibles à moyenne (jusqu'à 1.5 m) alors que les stades adultes se retrouvent davantage dans des gammes de profondeur élevée (supérieure à 1 m).

Pour la variable distance à la berge, *K. sauvagii* présente des affinités pour les zones de chenal, alors qu'aucune tendance n'est observée pour *K. rupestris*. Les stades adultes vont davantage se retrouver en zone intermédiaire, alors que les stades juvéniles seront plus dispersés sur la section.

Les réponses aux contraintes hydrauliques sont nulles ou moyennes selon les niveaux de regroupements considérés. *K. sauvagii* ne montre pas de préférences au regard de ce paramètre alors que les stades juvéniles préfèrent les faibles contraintes hydrauliques.

Les réponses aux paramètres de vitesse sont également variables pour l'ensemble des niveaux taxonomiques et stades considérés. Les niveaux génériques *Kuhlia sp* et tous stades et juvéniles montrent une préférence pour les vitesses faibles, alors que *K. rupestris* et *Kuhlia sp* adulte montrent une légère préférence pour les vitesses moyennement élevées à élevées.

Enfin pour les facteurs granulométries (dominante, accessoire et la plus grosse), les éléments très grossiers sont préférés (cailloux à pierres et argiles à dalles) par *K. rupestris* et *Kuhlia sp* adulte. Pour les autres niveaux de regroupement, il n'y pas de tendances significatives décelées.

KUL	V04		Profondeur		Contraintes		Gran_dom		Gran_acc		Gran_gros		Dist.berge	
	Rho intra	Mod.2	Rho intra	Mod.2	Rho intra	Mod.2	Rho intra	Mod.2	Rho intra	Mod.2	Rho intra	Mod.2	Rho intra	Mod.2
	0,00	NA	0,15	0,92	0,08	1,00	0,06	0,80	0,05	0,25	0,10	0,56	0,12	-0,10
Robustesse	Mauvaise		Bonne		Assez bonne		Assez bonne		Mauvaise		Assez bonne		Mauvaise	
Allure courbes	Marquée		Marquée		Marquée		Marquée		Plate		Marquée		Plate	
Pertinence modèle	Faible		Elevée		Moyenne		Moyenne		Nulle		Moyenne		Nulle	
Variation	↗		↗↘		↘		Bl,P,C		-		Bl,P,C		-	
KSO*	-0,18	1,00	0,15	1,00	0,24	1,00	0,19	1,00	0,15	1,00	0,21	NA	0,18	1,00
Robustesse	Mauvaise		Bonne		Très bonne		Bonne		Bonne		Mauvaise		Bonne	
Allure courbes	Plate		Plate		Plate		Plate		Plate		Marquée		Marquée	
Pertinence modèle	Nulle		Faible		Faible		Faible		Faible		Nulle		Moyenne	
Variation	-		-		-		-		-		Bl, Da		Chenal	
KUS sp	0,00	NA	0,10	1,00	0,02	1,50	0,08	0,67	0,09	0,14	0,06	0,60	0,09	0,00
Robustesse	Mauvaise		Assez bonne		Mauvaise		Assez bonne		Mauvaise		Assez bonne		Mauvaise	
Allure courbes	Marquée		Marquée		Marquée		Plate		Plate		Marquée		Plate	
Pertinence modèle	Faible		Moyenne		Nulle		Faible		Nulle		Moyenne		Nulle	
Variation	↘		↗↘		↘		-		-		Bl, P,C,G		-	
KUS sp juvénile	0,08	0,43	0,04	1,00	0,07	0,67	0,02	1,00	0,04	0,67	0,01	1,00	0,16	0,00
Robustesse	Assez bonne		Mauvaise		Assez bonne		Mauvaise		Mauvaise		Mauvaise		Mauvaise	
Allure courbes	Marquée		Marquée		Marquée		Plate		Plate		Plate		Plate	
Pertinence modèle	Moyenne		Faible		Moyenne		Nulle		Nulle		Nulle		Nulle	
Variation	↘		↗↘		↘		-		-		-		-	
KUS sp adulte	0,01	0,00	0,18	1,00	0,05	0,75	0,06	0,80	0,01	2,00	0,10	0,75	0,04	1,33
Robustesse	Mauvaise		Bonne		Mauvaise		Assez bonne		Mauvaise		Assez bonne		Mauvaise	
Allure courbes	Marquée		Marquée		Plate		Marquée		Plate		Marquée		Marquée	
Pertinence modèle	Faible		Elevée		Nulle		Moyenne		Nulle		Moyenne		Faible	
Variation	↗↘		↗↘		-		Bl,P,C,Da		-		Bl,P,Da		Intermédiaire	

Tableau 20: Préférences d'habitats obtenues pour le poisson plat : *Kuhlia rupestris* (KUL), *Kuhlia savagii* (KSO), *Kuhlia sp.*, (KUS sp), juvéniles et adultes

KUS1 mod 2

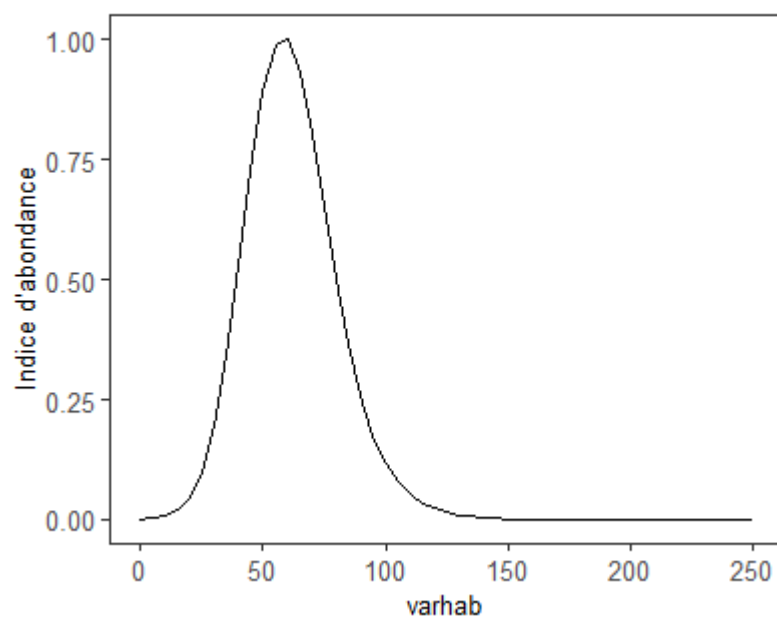


Figure 25 - Courbe de préférence des stades adultes de poissons plats *Kuhlia* sp. adulte au regard de la profondeur

Ces caractéristiques indiquent que le genre *Kuhlia* nécessite une mosaïque d'habitats diversifiée, probablement en lien avec sa biologie (nourrissage, repos) et ses capacités de nage.



Elles reflètent tout de même des préférences d'habitats davantage rencontrées dans les grands cours d'eau à énergie plus ou moins forte, et variables selon les stades considérés : les juvéniles se retrouvent davantage en zones proches de berges, avec des profondeurs faibles à moyennes alors que les adultes affectionnent les zones centrales à profondeurs élevées.

Figure 26 - Poisson plat *Kuhlia rupestris*

Les modèles sont bons à l'échelle de l'île pour la profondeur pour *K. rupestris*, et *Kuhlia* sp adulte. Pour les autres couples variables d'habitats-taxon, une expertise sera nécessaire pour une bonne utilisation des modèles.

4.5.6.6 Cabot rayé (*Stenogobius polyzona*)

Cette espèce présente de bonnes réponses aux descripteurs de microhabitats testés.

STE	V04		Profondeur		Contraintes		Gran_dom		Gran_acc		Gran_gros		Dist.berge	
	Rho intr a	Mod. 2	Rho intr a	Mod. 2	Rho intr a	Mod. 2	Rho intr a	Mod. 2	Rho intr a	Mod. 2	Rho intr a	Mod. 2	Rho intr a	Mod. 2
	0,15	1,00	0,09	0,89	0,18	1,00	0,20	1,00	0,12	1,00	0,20	1,00	0,13	0,77
Robustesse	Bonne		Assez bonne		Bonne		Bonne		Bonne		Mauvaise		Bonne	
Allure courbes	Marquée		Marquée		Marquée		Marquée		Marquée		Marquée		Plate	
Pertinence modèle	Elevée		Moyenne		Elevée		Elevée		Elevée		Elevée		Moyenne	
Variation	↘		↗↘		↘		S, L		L, A, D		B, P,C,S,G		-	

Tableau 21 : Préférences d'habitats obtenues pour le cabot rayé (*Stenogobius polyzona*)

Les courbes présentent globalement une allure de type « marquée », avec de bonnes robustesses, sauf pour la distance à la berge et la profondeur. Les meilleurs résultats sont obtenus pour les granulométries, les contraintes hydrauliques, et la vitesse. Ce taxon affectionne une mosaïque de granulométries, de types sable, limon en dominante et plus grossière comme granulométrie accessoire ou la plus grosse. Ce taxon est observé dans les zones à faibles contraintes hydrauliques et faibles vitesses (<0.4 m/s).

La réponse à la distance à la berge est bonne mais ne montre pas de zonation, on retrouve donc ce taxon dans toute la section. Pour la profondeur, les préférences sont moins marquées, avec tout de même une préférence pour des profondeurs intermédiaires (25 à 50 cm).

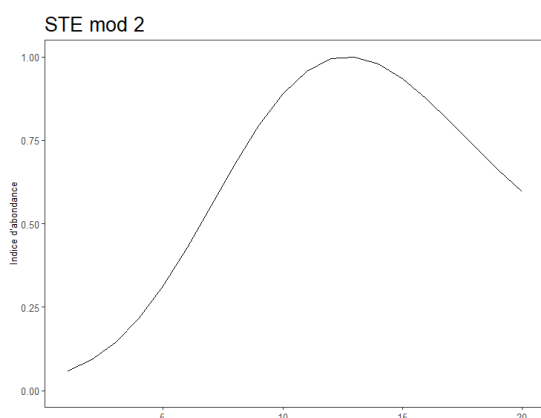


Figure 27 - courbe de préférence des cabots rayés *Stenogobius polyzona* au regard de la granulométrie dominante

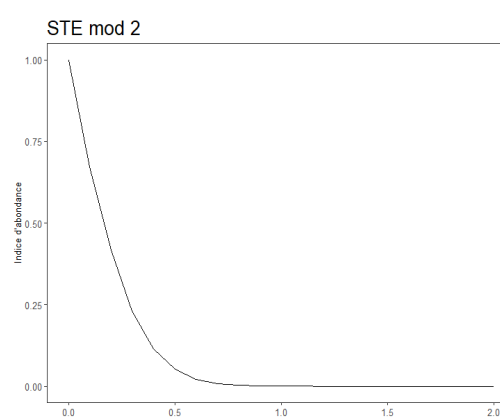


Figure 28 - courbe de préférence des cabots rayés *Stenogobius polyzona* au regard de la vitesse



Ces caractéristiques sont typiques des taxons de zones lenticques, avec des exigences d'habitats élevées, on la retrouvera dans des zones à granulométrie fine, sans courant, sur toute la largeur de l'écoulement.

Les modèles obtenus sont tous bons à l'échelle de l'île, avec tout de même une expertise nécessaire pour la profondeur et la distance à la berge.

4.5.7 Courbes de préférence pour le cabot bouche-ronde *C. acutipinnis* (priorité 2)

Cette espèce présente des réponses globalement moyennes aux descripteurs de microhabitats testés.

COA	V04		Profondeur		Contraintes		Gran_dom		Gran_acc		Gran_gros		Dist.berge	
	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mo d.2	Rho intra	Mo d.2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2
		0,15	0,55	0,10	0,35	0,21	0,81	0,08	0,17	0,09	0,57	0,05	0,00	0,11
Robustesse	Bonne		Assez bonne		Très bonne		Mauvaise		Assez bonne		Mauvaise		Mauvaise	
Allure courbes	Marquée		Marquée		Marquée		Plate		Plate		Plate		Plate	
Pertinence modèle	Elevée		Moyenne		Elevée		Nulle		Faible		Nulle		Nulle	
Variation	↗↘		↘		↗↘		-		-		-		-	

Tableau 22 : Préférences d'habitats obtenues pour le cabot bouche-ronde *Cotylopus acutipinnis*

Les courbes présentent globalement une allure de type « plate » à « marquée » selon le paramètre d'habitat considéré, avec des pertinences nulles à élevés. **Les meilleurs résultats sont obtenus pour les contraintes hydrauliques et la vitesse. Ce taxon affectionne des contraintes hydrauliques élevées (8 à 10/19) ainsi que des vitesses élevées**, avec un optimum aux alentours de 0.5 m/s.

Dans une seconde mesure, ce taxon répond à la profondeur, se retrouvant davantage dans les zones peu profondes (< 30 cm). En revanche les réponses aux paramètres de granulométries dominante, accessoire, grossière et à la distance à la berge ne sont pas marquées.

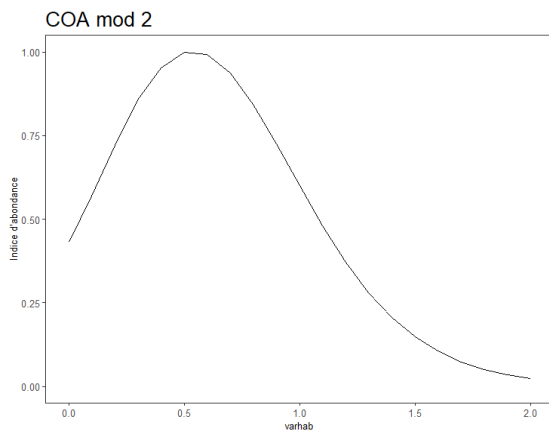


Figure 30 - courbe de préférence des bouche-rondes *C. acutipinnis* au regard de la vitesse

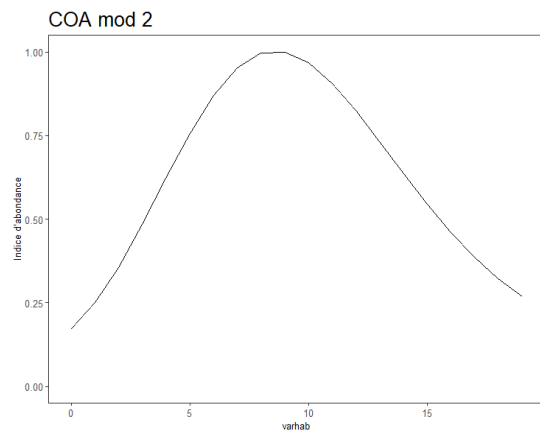
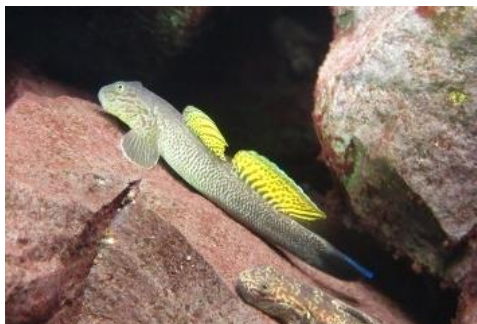


Figure 31 - courbe de préférence des bouche-rondes *C. acutipinnis* au regard des contraintes hydrauliques



Ces caractéristiques sont typiques d'une espèce rhéophile, à répartition cantonnée à certaines gammes d'habitats.

Les modèles obtenus sont bons à l'échelle de l'île pour les paramètres vitesse et contraintes.

Pour les autres paramètres, il est déconseillé d'utiliser les modèles au vu de la forte variabilité observée.

Figure 32 - Cabot bouche-ronde *Cotylopus acutipinnis*

4.5.8 Courbes de préférences pour les taxons de priorité 3

4.5.8.1 Cabot bouche-ronde *Sicyopterus lagocephalus*

Cette espèce présente des réponses variables aux descripteurs de microhabitats testés.

SIC	V04		Profondeur		Contraintes		Gran_dom		Gran_acc		Gran_gros		Dist.berge	
	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod. 2
	0,12	0,67	0,10	0,20	0,19	0,89	0,08	0,75	0,08	0,50	0,12	0,67	0,08	0,50
Robustesse	Bonne		Mauvaise		Bonne		Assez bonne		Assez bonne		Bonne		Assez bonne	
Allure courbes	Marquée		Plate		Marquée		Plate		Plate		Marquée		Plate	
Pertinence modèle	Elevée		Nulle		Elevée		Faible		Faible		Elevée		Faible	
Variation	↗		-		↗		-		-		Bl, P, C, Da		-	

Tableau 23 : Préférences d'habitats obtenues pour le cabot bouche-ronde *Sicyopterus lagocephalus*

Les meilleurs résultats sont obtenus pour la vitesse, les contraintes hydrauliques et la granulométrie la plus grosse. Ce taxon affectionne les vitesses élevées, les fortes contraintes hydrauliques et les granulométries de gros diamètre (Blocs, Pierres, Cailloux, Dalle).

En revanche les réponses aux paramètres de granulométries dominante et accessoire et distance à la berge sont peu marquées.

SIC mod 2

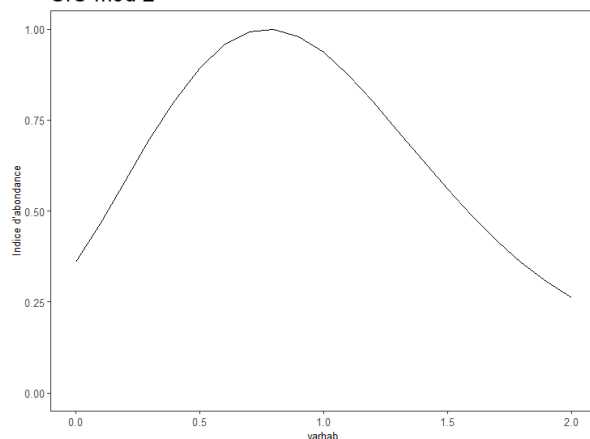


Figure 33 - courbe de préférence des cabot bouche-ronde *Sicyopterus lagocephalus* au regard de la vitesse

Figure 34 - Cabot bouche-ronde *Sicyopterus lagocephalus*

Le modèle relatif à la profondeur a une pertinence qualifiée de nulle. Il s'agit certes d'une variable qui influence la répartition de ce taxon, mais de façon variable au regard du plan d'échantillonnage considéré.

Ces caractéristiques sont typiques d'une espèce rhéophile, à large répartition dans les gammes d'habitats. Les modèles obtenus sont bons à l'échelle de l'île, pour la vitesse, les contraintes hydrauliques et la granulométrie la plus grosse.

Une expertise est nécessaire pour la granulométrie dominante et la granulométrie accessoire ainsi que la distance à la berge. Pour la profondeur, dont l'allure varie selon les stations, les méthodes et les campagnes, ce modèle île est déconseillé.

4.5.8.2 Crevette bouledogue *Atyoida serrata*

Cette espèce présente des réponses globalement moyennes aux descripteurs de microhabitats testés :

ATY	V04		Profondeur		Contraintes		Gran_dom		Gran_acc		Gran_gros		Dist.berge	
	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2
	0,14	0,63	-0,42	-0,20	0,20	0,75	0,08	0,40	0,07	0,25	0,07	0,25	0,07	0,25
Robustesse	Bonne		Mauvaise		Bonne		Assez bonne		Mauvaise		Mauvaise		Mauvaise	
Allure courbes	Marquée		Marquée		Marquée		Marquée		Plate		Marquée		Plate	
Pertinence modèle	Elevée		Faible		Elevée		Moyenne		Nulle		Nulle		Nulle	
Variation	↗↘		↘		↗↘		B, P, D		-		B, P, D		-	

Tableau 24:Préférences d'habitats obtenues pour la crevette bouledogue *Atyoida serrata*

Les courbes présentent une allure de type « plate » à « marquée » selon le paramètre d'habitat considéré, avec des robustesses de modèle faibles à élevées. **Les meilleurs résultats sont obtenus pour les contraintes hydrauliques et la vitesse. Ce taxon affectionne les fortes contraintes hydrauliques et les vitesses élevées** (optimum aux alentours de 0.75 m/s).

Les réponses aux paramètres de granulométries dominante, et de la profondeur sont respectivement moyenne et faible, indiquant une préférence pour les substrats de type grossiers (blocs, pierres, dalle) et les faibles profondeurs dans une moindre mesure. Les réponses à la granulométrie accessoire et à la granulométrie la plus grosse ainsi qu'à la distance à la berge sont nulles.

On notera que le modèle 3 a fait l'objet de corrections pour le couple « ATY-profondeur » pour ainsi atteindre une bonne convergence.

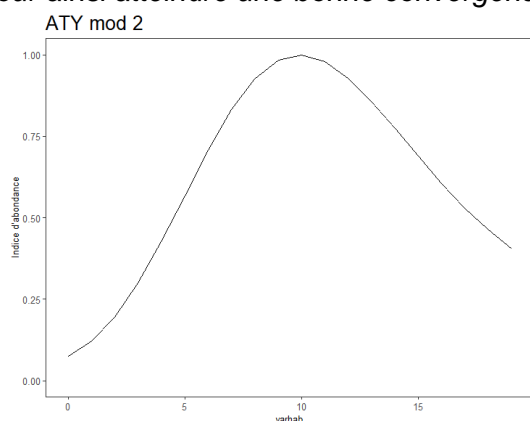


Figure 35 - courbe de préférence des crevettes bouledogue au regard des contraintes hydrauliques



Figure 36 - Crevette bouledogue *Atyoida serrata*

Ces caractéristiques témoignent d'une espèce rhéophile, à large répartition au sein de la section du cours d'eau.

Les modèles obtenus sont bons à l'échelle de l'île pour les paramètres de vitesse, et contraintes hydrauliques. Ils sont à voir au cas par cas pour la granulométrie

dominante et la profondeur, et à écarter pour la granulométrie accessoire et la granulométrie grossière ainsi que la distance à la berge.

4.5.8.3 Caridine *Caridina serratiostris*

Cette espèce présente globalement des réponses faibles aux descripteurs de microhabitats testés :

CAS	V04		Profondeur		Contraintes		Gran_dom		Gran_acc		Gran_gros		Dist.berge	
	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod .2
	0,06	0,00	-0,02	0,00	0,18	0,56	0,02	-1,00	0,00	NA	0,04	0,00	0,11	1,00
Robustesse	Mauvaise		Mauvaise		Bonne		Mauvaise		Mauvaise		Mauvaise		Bonne	
Allure courbes	Plate		Marquée		Marquée		Plate		Plate		Plate		Plate	
Pertinence modèle	Nulle		Faible		Elevée		Nulle		Nulle		Nulle		Moyenne	
Variation	-		↗↘		↘		-		-		-		-	

Tableau 25 : Préférences d'habitats obtenues pour la caridine *Caridina serratiostris*

Les courbes présentent une allure de type « marquée » pour les paramètres des contraintes hydrauliques et de profondeur, avec des robustesses mauvaises à bonne. Pour les autres paramètres, le jeu de données ne permet pas de mettre en évidence de préférences.

Les meilleurs résultats sont obtenus pour les contraintes hydrauliques, avec une affinité pour les faibles contraintes. On observe aussi une réponse à la distance à la berge, sans observer de tendances de répartition au sein de la section. La réponse à la profondeur est faible et indique une préférence pour les gammes faibles (< 0.2 m/s). Les réponses à la vitesse et aux granulométries sont nulles.

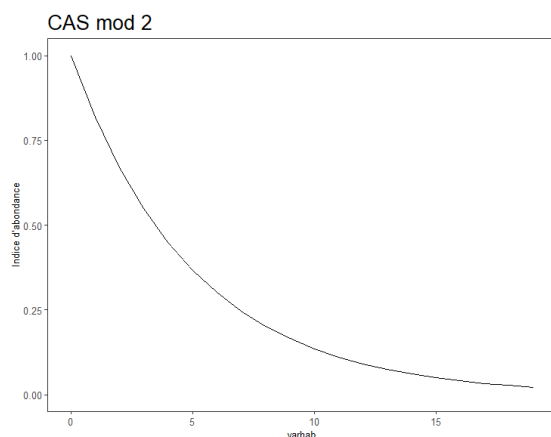


Figure 37 - courbe de préférence des *Caridina serratiostris* au regard des contraintes hydrauliques

Figure 38 - Caridine *Caridina serratiostris*

Seul le modèle relatif aux contraintes hydrauliques peut être exploité pour *C. serratiostris*, témoignant d'une espèce plutôt limnophile.

Pour les paramètres distance à la berge et profondeur, l'utilisation et l'interprétation des données seront à faire au cas par cas. Les modèles de vitesse et granulométries sont à écarter.

4.5.8.4 Caridine *Caridina typus*

Cette espèce présente des réponses faibles à moyennes aux descripteurs de microhabitats testés :

CAR	V04		Profondeur		Contraintes		Gran_dom		Gran_acc		Gran_gros		Dist.berge	
	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod .2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2
	0,07	0,40	0,09	0,33	0,21	0,25	0,01	1,00	0,01	1,00	0,04	-0,33	0,03	1,50
Robustesse	Assez bonne		Assez bonne		Mauvaise		Mauvaise		Mauvaise		Mauvaise		Mauvaise	
Allure courbes	Marquée		Marquée		Marquée		Marquée		Marquée		Marquée		Marquée	
Pertinence modèle	Moyenne		Moyenne		Faible		Faible		Faible		Faible		Faible	
Variation	↗↘		↘		↗		C,S,G		C,S,G		B,P,C,S,G		Berge	

Tableau 26 : Préférences d'habitats obtenues pour la caridine *Caridina typus*

Les courbes présentent une allure de type « marquée » pour l'ensemble des paramètres, avec des robustesses allant de mauvaises à assez bonnes.

Les meilleurs résultats sont obtenus pour les vitesses et les profondeurs. Ce taxon affectionne les vitesses comprises entre 0.2 et 0.6 m/s et les profondeurs faibles (< 25 cm).



Figure 39 - Caridine *Caridina typus*

Les modèles relatifs aux variables d'habitats ont une pertinence faible à moyenne mais avec des allures de courbes marquées, témoignant d'une affinité de cette espèce pour les forces de cisaillement élevées, les granulométries assez fines et une répartition davantage en zone de berge. Ces caractéristiques témoignent d'une espèce plutôt rhéophile, répartie sur peu de bassins versants (Jean, Roches, Saine Suzanne).

Une expertise est nécessaire pour l'utilisation de l'ensemble des paramètres.

4.5.8.5 Camaron (*Macrobrachium lar*)

Cette espèce présente des réponses moyennes aux descripteurs de microhabitats testés :

MAL	V04		Profondeur		Contraintes		Gran_dom		Gran_acc		Gran_gros		Dist.berge	
	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2
	0,18	0,87	0,26	0,68	-0,12	0,89	0,14	-0,42	0,14	-0,08	0,24	0,30	0,21	0,78
Robustesse	Bonne		Bonne		Mauvaise		Mauvaise		Mauvaise		Assez bonne		Très bonne	
Allure courbes	Marquée		Marquée		Marquée		Marquée		Marquée		Marquée		Marquée	
Pertinence modèle	Elevée		Elevée		Faible		Faible		Faible		Moyenne		Elevée	
Variation	↘		↗↘		↘		B,P,C		C,G,S		C,G,S		Berge	

Tableau 27 : Préférences d'habitats obtenues pour le Camaron (*Macrobrachium lar*)

Les meilleurs résultats sont obtenus pour la profondeur, la distance à la berge, et la vitesse. Les courbes présentent une allure de type « marquée » pour tous les paramètres, avec des robustesses variables. Les courbes relatives à la vitesse indiquent une préférence pour les zones calmes (maximum d'abondance aux alentours de 0.25 m/s).

Ce taxon affectionne les faibles profondeurs (environ 20 cm), les faibles vitesses, et se retrouve davantage en zones proches de berge ou intermédiaire. La réponse à la granulométrie la plus grosse est moyenne, indiquant une préférence pour les substrats fins à moyens de types cailloux, graviers, sables.

Les réponses aux contraintes hydrauliques, à la granulométrie dominante et à la granulométrie accessoire sont faibles, indiquant une légère affinité de cette espèce pour les faibles forces de cisaillement et des granulométries hétérogènes.

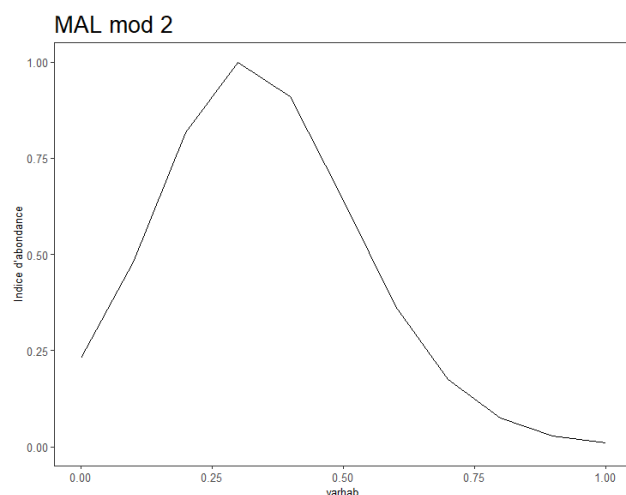


Figure 40 - Courbe de préférence du Camaron *M. lar* au regard de la distance à la berge

Figure 41 - Camaron *Macrobrachium lar*

Ces caractéristiques témoignent d'une espèce évoluant dans des habitats à faible énergie, à proximité des berges et à faible profondeur.

Les modèles sont bons pour la vitesse, la profondeur et la distance à la berge. Ils sont à considérer au cas par cas pour les contraintes hydrauliques, la granulométrie dominante et la granulométrie accessoire.

- **Chevrette grand bras (*Macrobrachium australe*)**

Les analyses ont été réalisées pour deux classes d'âge (adulte/juvenile) au vu des effectifs importants rencontrés.

	V04		Profondeur		Contraintes		Gran_dom		Gran_acc		Gran_gros		Dist.berge	
	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2
MAA	0,16	0,75	0,21	0,73	0,16	0,44	0,06	0,33	0,06	0,33	0,04	0,00	0,24	0,83
Robustesse	Bonne		Bonne		Assez bonne		Assez bonne		Assez bonne		Mauvaise		Très bonne	
Allure courbes	Marquée		Marquée		Marquée		Plate		Plate		Plate		Marquée	
Pertinence modèle	Elevée		Elevée		Moyenne		Faible		Faible		Nulle		Elevée	
Variation	↘		↘		↘		-		-		-		Berge + chenal	
MAA adulte	0,17	0,64	0,18	0,67	0,19	0,46	0,06	0,25	0,08	0,20	0,05	0,00	0,23	0,73
Robustesse	Bonne		Bonne		Assez bonne		Mauvaise		Mauvaise		Mauvaise		Bonne	
Allure courbes	Marquée		Marquée		Marquée		Plate		Plate		Plate		Marquée	
Pertinence modèle	Elevée		Elevée		Moyenne		Nulle		Nulle		Nulle		Elevée	
Variation	↘		↘		↘		-		-		-		Berge	
MAA juvénile	0,05	0,50	0,16	0,92	0,16	0,00	0,04	0,67	-0,40	-0,07	0,05	0,25	0,14	0,73
Robustesse	Mauvaise		Bonne		Mauvaise		Mauvaise		Mauvaise		Mauvaise		Bonne	
Allure courbes	Marquée		Marquée		Plate		Plate		Plate		Plate		Plate	
Pertinence modèle	Faible		Elevée		Nulle		Nulle		Nulle		Nulle		Moyenne	
Variation	↘		↘		-		-		-		-		-	

Tableau 28 : Préférences d'habitats obtenues pour la chevrette grand bras *Macrobrachium australe*

Cette espèce présente des réponses variables aux descripteurs de microhabitats testés. Les courbes présentent des allures plates à marquées, avec des robustesses allant de mauvaise à très bonnes. **Les meilleurs résultats tous stades confondus sont obtenus pour la distance à la berge, la profondeur, et la vitesse. Ce taxon se retrouve en abondance à proximité des berges, mais aussi en chenal principal, à faibles profondeurs, dans des gammes de vitesses faibles.** Les réponses aux contraintes hydrauliques sont moyennes mais indiquent des préférences pour les faibles valeurs. En revanche les réponses aux paramètres de granulométries sont faibles voire nulles.

Lorsqu'on s'intéresse aux différents stades, les tendances restent globalement les mêmes, avec **une réponse moins marquée pour l'ensemble des paramètres pour les stades juvéniles.**

On notera que le modèle 3 a fait l'objet de corrections pour le couple « MAA-facies » pour ainsi atteindre une bonne convergence.

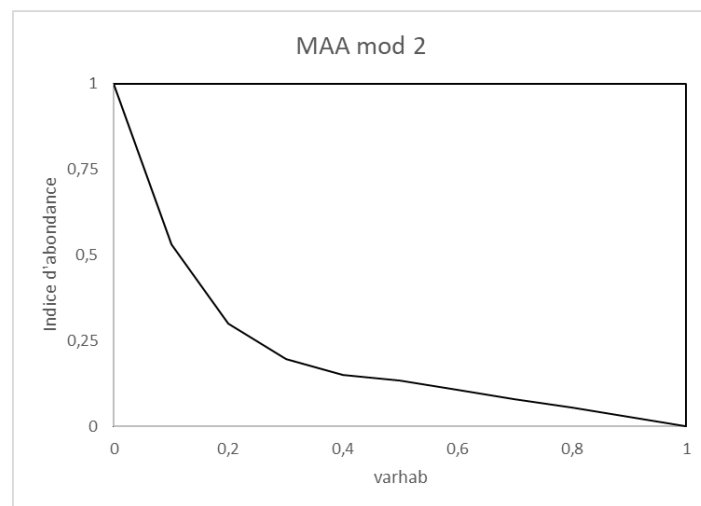


Figure 42 - Courbe de préférence de la chevrete grand bras *M. australe* au regard de la distance à la berge

On notera que les modèles pour la distance à la berge et la vitesse ont fait l'objet de corrections afin de pallier à d'éventuels « effets de bord » liés à l'élaboration des modèles.

Ces caractéristiques sont typiques d'une espèce limnophile, à répartition réservée à

certaines gammes d'habitats. Les modèles pertinents sont ceux liés à la vitesse, à la profondeur, et à la distance à la berge. Les modèles relatifs aux contraintes hydrauliques peuvent être utilisés sous réserve d'expertise. Les modèles relatifs aux granulométries sont à écarter ou à prendre avec précautions. Enfin, il est recommandé de prendre les modèles toutes classes d'âge confondues (modèle MAA) et d'utiliser les autres modèles sous réserve d'une expertise complémentaire.



Figure 43 - Chevrete grand bras *M. australe*

4.5.8.6 Ecrevisse *Macrobrachium lepidactylus*

Cette espèce présente globalement des réponses moyennes aux descripteurs de microhabitats testés :

MAH	V04		Profondeur		Contraintes		Gran_dom		Gran_acc		Gran_gros		Dist.berge	
	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2
	0,24	0,59	0,01	0,00	0,28	0,79	0,02	-1,00	0,01	-3,00	0,09	1,00	0,17	0,44
Robustesse	Bonne		Mauvaise		Très bonne		Mauvaise		Mauvaise		Assez bonne		Assez bonne	
Allure courbes	Marquée		Marquée		Marquée		Plate		Marquée		Plate		Marquée	
Pertinence modèle	Elevée		Faible		Elevée		Nulle		Faible		Faible		Moyenne	
Variation	↘		↘		↘		-		B,P,C		-		Berge	

Tableau 29 : Préférences d'habitats obtenues pour l'écrevisse *M. lepidactylus*

Les courbes présentent une allure de type « marquée » pour bon nombre de paramètres, avec des robustesses allant de mauvaise à bonne.

Les meilleurs résultats sont obtenus pour les contraintes hydrauliques et la vitesse. Ce taxon affectionne les contraintes hydrauliques et les vitesses faibles (<0.7 m/s).

La réponse à la distance à la berge est moyenne et indique des préférences pour les habitats proches de la berge. Les réponses à la profondeur et aux granulométries sont faibles ou nulles.

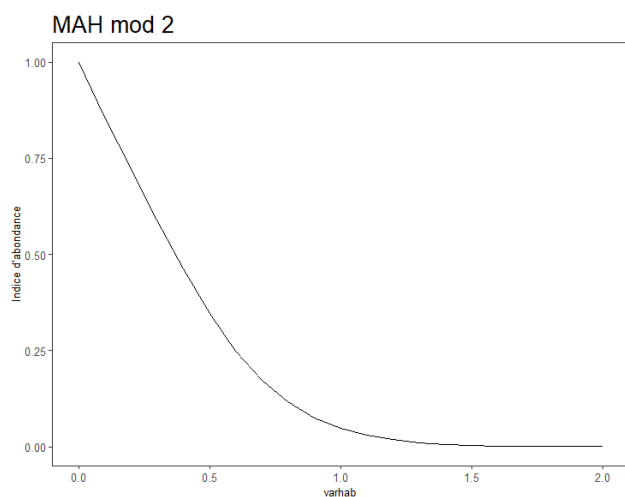


Figure 44 - Courbe de préférence de l'écrevisse *M. lepidactylus* au regard de la vitesse



Figure 45 - Ecrevisse *M. lepidactylus*

Ces caractéristiques témoignent d'une espèce plutôt limnophile, inféodée aux zones de berges. Les modèles pertinents sont ceux liés à la vitesse et aux contraintes hydrauliques.

Les modèles relatifs à la distance à la berge, à la profondeur et aux granulométries sont à écarter ou à prendre avec précautions.

4.5.8.7 Crabe d'eau douce *Varuna litterata*

Cette espèce présente des réponses variables aux descripteurs de microhabitats testés :

VAL	V04		Profondeur		Contraintes		Gran_dom		Gran_acc		Gran_gros		Dist.berge	
	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2
	0,13	0,83	0,18	0,47	0,29	0,39	0,12	-0,27	0,17	1,00	0,13	0,33	0,12	1,00
Robustesse	Bonne		Assez bonne		Assez bonne		Mauvaise		Bonne		Assez bonne		Bonne	
Allure courbes	Marquée		Marquée		Marquée		Plate		Marquée		Plate		Plate	
Pertinence modèle	Elevée		Moyenne		Moyenne		Nulle		Elevée		Faible		Moyenne	
Variation	↘		↘		↘		-		A,D,L		-		-	

Tableau 30: Préférences d'habitats obtenues pour le crabe d'eau douce *Varuna litterata*

Les courbes présentent globalement une allure de type « marquée », hormis pour la granulométrie dominante, la plus grosse granulométrie et la distance à la berge, avec des robustesses assez bonnes en général.

Les meilleurs résultats sont obtenus pour la vitesse et la granulométrie accessoire. Ce taxon affectionne les vitesses faibles (0.25 m/s) et montre des préférences pour les substrats sans anfractuosités de type limon, dalle, argiles.

Dans une seconde mesure, les résultats indiquent une préférence pour les contraintes faibles, donc des habitats présentant peu de forces de cisaillement, et des profondeurs faibles à moyennes (20 à 45 cm). Les coefficients relatifs à la distance à la berge révèlent une répartition homogène sur la section transversale du cours d'eau.

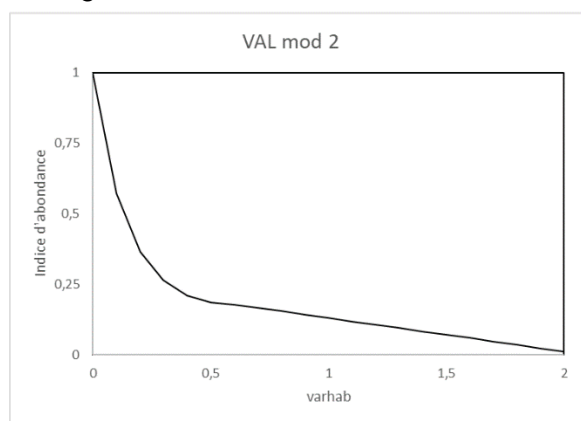


Figure 46 - Courbe de préférence de *Varuna litterata* au regard de la vitesse



Figure 47 - Crabe d'eau douce *Varuna litterata*

On notera que le modèle pour la vitesse a été corrigé pour les valeurs supérieures à 1 m/s.

Ces caractéristiques témoignent d'une espèce limnophile, vivant en zones moyennement profondes. Les modèles à prendre en compte sont ceux relatifs à la vitesse et la granulométrie accessoire.

Les modèles de profondeur, contraintes hydrauliques, distance à la berge et granulométrie la plus grosse sont à évaluer au cas par cas, et celui de la granulométrie dominante est à écarter.

4.5.9 Courbes de préférences pour les taxons exotiques

4.5.9.1 Guppy *Poecilia reticulata*

Cette espèce présente des réponses variables aux descripteurs de microhabitats testés :

GUP	V04		Profondeur		Contraintes		Gran_dom		Gran_acc		Gran_gros		Dist.berge	
	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2
	0,14	0,89	0,02	11,00	0,24	0,92	0,06	0,75	0,06	0,25	0,06	0,00	0,15	0,90
Robustesse	Bonne		Mauvaise		Très bonne		Assez bonne		Mauvaise		Mauvaise		Bonne	
Allure courbes	Marquée		Marquée		Marquée		Plate		Plate		Marquée		Marquée	
Pertinence modèle	Elevée		Faible		Elevée		Faible		Nulle		Faible		Elevée	
Variation	↘		↘		↘		-		-		B,P,C		Berge	

Tableau 31 : Préférences d'habitats obtenues pour le guppy *Poecilia reticulata*

Les courbes présentent globalement une allure de type « marquée », hormis pour les granulométries dominante et accessoire, avec des robustesses très variables. **Les meilleurs résultats sont obtenus pour la vitesse, les contraintes hydrauliques et la distance à la berge. Ce taxon affectionne les vitesses faibles (0.3 m/s), les faibles forces de cisaillement et montre une préférence pour les zones proches des berges.**

Les réponses à la profondeur, à la granulométrie dominante et à la plus grosse granulométrie sont faibles, mais indiquent une affinité du guppy pour les profondeurs faibles et les granulométries de gros diamètre de type Blocs, pierres, cailloux. La réponse à la granulométrie accessoire est nulle.

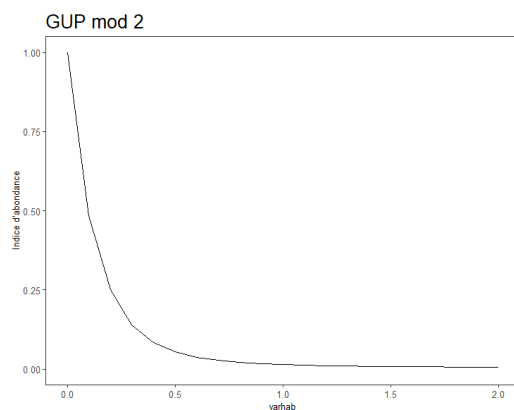


Figure 48 - Courbe de préférence du guppy *Poecilia reticulata* au regard de la vitesse



Figure 49 - Guppy *Poecilia reticulata*

On notera que le modèle pour les contraintes hydrauliques et la distance à la berge ont été corrigées.

Ces caractéristiques témoignent d'une espèce limnophile, vivant en zones proches des berges.

Les modèles à prendre en compte sont ceux relatifs à la vitesse, aux contraintes hydrauliques, et à la distance à la berge. Les modèles relatifs aux granulométries et à la profondeur sont à évaluer au cas par cas.

4.5.9.2 Porte-épée *Xiphophorus helleri*

Cette espèce présente des réponses variables aux descripteurs de microhabitats testés :

XIP	V04		Profondeur		Contraintes		Gran_dom		Gran_acc		Gran_gros		Dist.berge	
	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2
	0,23	1,00	0,00	NA	0,19	1,00	0,05	1,25	0,04	1,00	0,11	0,89	0,26	1,19
Robustesse	Très bonne		Mauvaise		Bonne		Mauvaise		Mauvaise		Bonne		Très bonne	
Allure courbes	Marquée		Marquée		Marquée		Marquée		Plate		Plate		Marquée	
Pertinence modèle	Elevée		Faible		Elevée		Faible		Nulle		Moyenne		Elevée	
Variation	↘		↘		↘		G, S		-		-		Berge	

Tableau 32 : Préférences d'habitats obtenues pour le porte-épée *Xiphophorus helleri*

Les courbes présentent globalement une allure de type « marquée », hormis pour la granulométrie accessoire et la plus grosse granulométrie, avec des robustesses très variables. On notera que le modèle 3 a fait l'objet de corrections pour le couple « XIP-profondeur pour ainsi atteindre une bonne convergence. Malgré cette opération, les courbes obtenues ne sont pas concluantes. Ce modèle sera donc déconseillé pour une quelconque utilisation.

Les meilleurs résultats sont obtenus pour la vitesse, les contraintes hydrauliques et la distance à la berge. Ce taxon affectionne les vitesses faibles (0.1 m/s), les faibles forces de cisaillement, et montre des préférences pour les zones proches des berges.

Les réponses à la granulométrie dominante sont faibles, mais indiquent une affinité du porte-épée pour les granulométries fines de type graviers, sables. La réponse à la granulométrie accessoire est nulle.

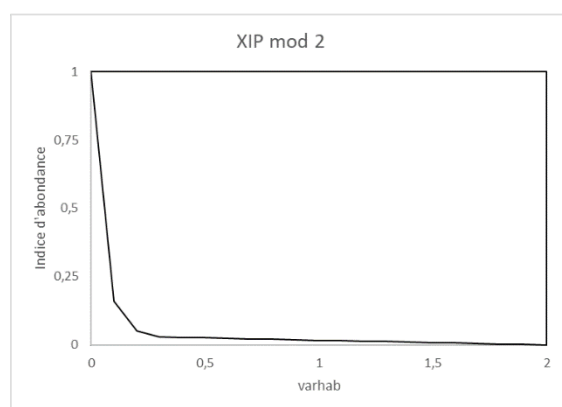


Figure 50 - Courbe de préférence du porte-épée au regard de la vitesse



Figure 51 - Porte-épée *Xiphophorus helleri*. Source : <https://www.aquariophilie.org/>

Ces caractéristiques témoignent d'une espèce limnophile, vivant en zones proches des berges.

Les modèles à prendre en compte sont ceux relatifs à la vitesse, aux contraintes hydrauliques, et à la distance à la berge. On notera que les modèles pour la vitesse n'est cohérent que pour des vitesses comprises entre 0 et 0.5 m/s.

Les modèles relatifs aux granulométries sont à évaluer au cas par cas. Le modèle lié à la profondeur est à proscrire.

4.5.9.3 *Tilapia Oreochromis sp.*

Ce taxon présente des réponses faibles à moyennes aux descripteurs de microhabitats testés :

TIL	V04*		Profondeur *		Contraintes *		Gran_dom		Gran_acc		Gran_gros		Dist.berge	
	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2	Rho intra	Mod. 2
	0,29	0,77	0,31	0,46	0,31	0,46	0,17	0,93	-0,01	4,00	0,18	1,06	0,26	0,96
Robustesse	Très bonne		Assez bonne		Assez bonne		Bonne		Mauvaise		Bonne		Très bonne	
Allure courbes	Marquée		Marquée		Marquée		Marquée		Plate		Plate		Marquée	
Pertinence modèle	Moyenne		Faible		Faible		Moyenne		Nulle		Faible		Moyenne	
Variation	↘		↘		↗↘		C,G,S		-		-		Berge	

Tableau 33 : Préférences d'habitats obtenues pour le tilapia *Oreochromis sp.*. * Filtre d'occurrence et d'abondance à la baisse

Les données ont été analysées avec un filtre minimal pour les abondances et occurrences, donnant les niveaux de pertinences suivants.

Les courbes présentent globalement une allure de type « marquée », hormis pour la granulométrie accessoire et la plus grosse granulométrie, avec des robustesses très variables.

On notera que le modèle 3 a fait l'objet de corrections pour les couples « TIL-contraintes », « TIL-facies » et « TIL-granulo_dom » pour ainsi atteindre une bonne convergence. Malgré cette opération, les courbes obtenues pour le couple « TIL-granulo_dom » ne sont pas concluantes. Ce modèle sera donc déconseillé pour une quelconque utilisation.

Les meilleurs résultats sont obtenus pour la vitesse et la distance à la berge. Ce taxon affectionne les vitesses faibles (0.4m/s), et montre des préférences pour les zones proches des berges.

Les réponses à la profondeur, aux contraintes hydrauliques et à la granulométrie grossière sont faibles, mais indiquent une affinité du tilapia pour les contraintes hydrauliques moyennes. La réponse à la granulométrie accessoire est nulle.



Ces caractéristiques témoignent d'une espèce limnophile, vivant en zones proches des berges. Les modèles sont tous à évaluer au cas par cas, sauf pour ceux de la granulométrie dominante et accessoire qui sont déconseillés.

Figure 52: *Tilapia Oreochromis sp.*

4.5.1 Synthèse sur les préférences d'habitats des espèces de poissons et de crustacés

Le tableau synthétique page suivante résume les modèles qui ont été obtenus pour chaque taxon, avec le sens d'évolution de la préférence d'habitat en fonction de l'augmentation des valeurs du paramètres d'habitat. Les couleurs indiquent le niveau de pertinence des modèles.

Les courbes standardisées correspondant aux modèles ayant une pertinence élevée figurent en Annexe 3. Les fichiers regroupant l'intégralité des valeurs prises pour ces courbes standards sont compilés, et disponibles auprès de l'Office de l'eau de La Réunion.

Ces modèles ont pu être réalisés pour 23 taxons, représentant un nombre total de 58 modèles taxon / paramètre d'habitat pertinents à l'échelle de l'île. Les paramètres les plus pertinents sont la vitesse, les contraintes hydrauliques et la distance à la berge. On observe trois groupes de taxons :

- **les taxons rhéophiles**, avec des affinités pour les vitesses et les contraintes hydrauliques élevées et les granulométries plutôt grossières. Ce cas de figure concerne l'anguille marbrée (*A. marmorata*), les cabots bouche-ronde (*C. acutipinnis* et *S. lagocephalus*) et les chevaquines (*A. serrata*) ;
- **les taxons limnophiles**, préférant les faibles vitesses et contraintes hydrauliques, ainsi que des substrats fins. Cette catégorie concerne la loche (*A. commersoni*), les cabots noirs (*Eleotris sp.*), le cabot rayé (*S. polyzona*), les crustacés (Palaemonidae) et les espèces de poissons exotiques ;
- **les taxons nécessitant une mosaïque d'habitats diversifiée**, avec une pertinence de modèles à évaluer au cas par cas. Il s'agit des poissons plats (*Kuhlia sp.*) et des chittes (*A. telfairii*).

Ce travail propose une première approche de préférences d'habitats pour une bonne part des peuplements de poissons et crustacés des zones aval des cours d'eau de La Réunion. Il a permis également de préciser des données collectées lors d'études antérieures (Girard et al. 2013 ; Teichert, 2013, 2014), notamment pour les cabots bouche-ronde et les chevaquines.

Tous les poissons et crustacés sont sensibles aux conditions hydrauliques notamment en rapport avec leur capacité de nage, marche ou grimpe. Dans le cas d'une réflexion sur des valeurs de débits minimales, il convient de cibler les espèces qui seraient le plus pénalisées par une réduction des grandeurs hydrauliques que sont la vitesse du courant et la profondeur de l'eau (Baran et al., 2015). Les modèles standardisés produits dans le cadre de ce travail pourront être intégrés directement dans les logiciels de modèles d'habitats comme FStress, Estimhab ou HABBY. Ils pourront être utilisés pour la recherche de débits minimums biologiques et pour la définition de mesures de restauration des habitats.

A noter ici que le facteur « contraintes hydrauliques » explique une bonne part de l'abondance des taxons rhéophiles et des taxons limnophiles. La prise en compte de ce facteur au sein d'études sur le suivi des peuplements faunistiques des cours d'eau de La Réunion pourrait être complémentaire ou remplacer la mesure de vitesse selon les taxons et leurs préférences.

Ces éléments sont essentiels à la définition et au choix des débits écologiques. Cependant, il sera essentiel de prendre en compte d'autres facteurs tels que les scénarios possibles de gestion, les caractéristiques hydrologiques et morphologiques ainsi que les usages (Lamouroux et al., 2016).

Ces données pourront également être utilisées pour la compréhension de l'évolution des peuplements d'un point de vue spatial, notamment en vue de l'évaluation de l'impact des activités

anthropiques sur la faune aquatique (*i.e.* dans le cadre du RCS, Cf. PHACAR – Rapport final-Volet B).

Priorité	Taxon	Type d'habitat	V ₀₄	Profondeur	Contraintes	Granulométrie dominante	Granulométrie accessoire	Granulométrie la plus grosse	Distance à la berge
1	ANG sp juvénile (< 150 mm)	Rhéophile	↗↘	↘	↗↘	B, P, C	B, P, C, A, D, L	B, P, C, A, D, L	-
	AMA adulte (> 150 mm)	Rhéophile	↗↘	-	↗	B, P, C	B, P, C	B, P, C	Berge
	AWA	Limnophile	↘	↘	↘	G, S	-	-	-
	AGO*	Habitats diversifiés	↗↘	-	-	B, P, C	C, G, S	-	Intermédiaire
	ELF	Limnophile	↘	↘	↘	-	-	-	Berge
	ELM	Limnophile	↘	↗↘	↘	C, P, B, D	S, L	-	Berge
	ELS sp	Limnophile	↘	↘	-	C, G, S	-	-	Berge
	ELS sp juvénile	Limnophile	↗↘	↘	-	-	-	-	Berge
	ELS sp adulte	Limnophile	↗↘	-	↗	B, P, C	B, P, C	B, P, C	Berge
	KUL	Habitats diversifiés	↗	↗↘	↘	B, P, C	-	B, P, C	-
	KSO*	Habitats diversifiés	-	-	-	-	-	B, D	Chenal
	KUS sp	Habitats diversifiés	↘	↗↘	↘	-	-	B, P, C, G	-
	KUS sp juvénile	Habitats diversifiés	↘	↗↘	↘	-	-	-	-
	KUS sp adulte	Habitats diversifiés	↗↘	↗↘	-	B, P, C, D	-	B, P, D	Intermédiaire
STE	Limnophile	↘	↗↘	↘	S, L	L, A, D	B, P, C, S, G	-	
2	COA	Rhéophile	↗↘	↘	↗↘	-	-	-	-
3	SIC	Rhéophile	↗	-	↗	-	-	B, P, C, D	-
	ATY	Rhéophile	↗↘	↘	↗↘	B, P, D	-	B, P, D	-
	CAR	Rhéophile	↗↘	↘	↗	C, G, S	C, G, S	B, P, C, S, G	Berge
	CAS	Limnophile	-	↗↘	↘	-	-	-	-
	MAL	Limnophile	↘	↗↘	↘	B, P, C	C, G, S	C, G, S	Berge
	MAA	Limnophile	↘	↘	↘	-	-	-	Berge
	MAA adulte	Limnophile	↘	↘	↘	-	-	-	Berge
	MAA juvénile	Limnophile	↘	↘	-	-	-	-	-
	MAH	Limnophile	↘	↘	↘	-	B, P, C	-	Berge
	VAL	Limnophile	↘	↘	↘	-	A, D, L	-	-
exo	GUP	Limnophile	↘	↘	↘	-	-	B, P, C	Berge
	XIP	Limnophile	↘	↘	↘	G, S	-	-	Berge
	TIL*	Limnophile	↘	↘	↗↘	C, G, S	-	-	Berge

Tableau 34: Synthèse des modèles de préférences d'habitats obtenus pour les taxons des cours d'eau de La Réunion. Les flèches indiquent le sens de variation des abondances des taxons en fonction de l'augmentation de la variable habitat considérée. Les couleurs correspondent à la pertinence des modèles telle que décrite plus haut : Gris : Nulle ; Jaune : Faible ; Orange : Moyenne ; Bleu : Elevée.

Bibliographie

Baran, P., Longuevergne, L., Ombredane, D., Dufour, S., & Dupont, N. (2015). Débit Minimum Biologique (DMB) et gestion quantitative de la ressource en eau.

Bates D, Maechler M, Bolker B & Walker S (2013) lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and S4. R package version 1.0-4. <http://CRAN.R-project.org/package=lme4>

Benson K. L., Fitzsimons M.,J. (2002) Life History of the Hawaiian Fish *Kuhlia sandvicensis* as Inferred from Daily Growth Rings of Otoliths. *Environmental Biology of Fishes*. October 2002, Volume 65, Issue 2, pp 131–137

DEAL Réunion. (2018). Plan Directeur de Conservation en faveur des Anguillidae à l'Île de La Réunion.

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.

Fournier, D. A., Skaug, H. J., Ancheta, J., Ianelli, J., Magnusson, A., Maunder, M. N., ... Sibert, J. (2012). AD Model Builder: Using automatic differentiation for statistical inference of highly parameterized complex nonlinear models. *Optimization Methods and Software*, 27(2), 233–249. <https://doi.org/10.1080/10556788.2011.597854>

Girard, V., Monti, D., Valade, P., Lamouroux, N., & Grondin, H. (2013). Hydraulic preferences of shrimps and fishes in tropical insular rivers. *River Research and Applications*, DOI: 10.10, 14. <https://doi.org/10.1002/rra>

Hoarau, P. E., Treilhes, C. R. M., & Valade, P. B. (2018). Reproductive biology and recruitment in an amphidromous prawn *Macrobrachium australe* in Reunion Island. *Invertebrate Biology*, 137(3). <https://doi.org/10.1111/ivb.12222>

Hutchison, Michael Lee, Peter Norris, Andrew Nixon, David et al. (2016) Developing Jungle Perch Fingerling Production to Improve Fishing Opportunities. Fisheries Research and Development Corporation

Jowett, I. G. (2000). Flow management. Collier, K.J.; Winterbourn (Eds) *New Zealand Stream Invertebrates: Ecology and Implications for Management*. Hamilton, New Zealand. Limnological Society, 289–312.

Lagarde, R. (2018). Phénologies, mécanismes et perturbations anthropiques des dynamiques de migration dulçaquicoles des espèces amphidromes : cas des Sicydiinae de La Réunion. Thèse pour l'obtention du titre de Docteur en biologie des populations. Université de La Réunion, Ecole doctorale Sciences, Technologies et Santé.

Lamouroux, N., Augeard, B., Baran, P., Capra, H., Coarer, Y. Le, Girard, V., ... Tissot, L. (2015). Débits écologiques : la place des modèles d'habitat dans une démarche intégrée. *Hydroécologie Appliquée*, (8), 1–27. <https://doi.org/10.1051/hydro/2016004>

Malavoi, J. R. (1999). Typologie et sectorisation des petits cours d'eau de La Réunion.

Malavoi, J. R., & Souchon, Y. (2002). Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière : clé de détermination qualitative et mesures physiques. *Bulletin Français de La Pêche et de La Pisciculture*, 357–372. <https://doi.org/10.1051/kmae:2002040>

McRae MG, McRae LB, Fitzsimons JM (2011) Habitats used by juvenile flagtails (*Kuhlia* spp.; Perciformes: *Kuhliidae*) on the island of Hawai'i. *Pacific Science* 65:441–450

OCEA. (2015). Suivi milieu aquatique lors des travaux de protection contre les crues de la rivière des Marsouins - Secteur EF. Rapport pour le compte de la Commune de Saint-benoît.

OCEA, & Ville de la Possession (en cours). Suivi écologique de la rivière des Galets dans le cadre de l'entretien de la piste 4x4 reliant La Possession à deux Bras

Olivier, J.-M., Mériçoux, S., Forcellini, M., Grondin, H., Mathieu, C., Péru, N., ... Valade, P. (2012). Conception d'indices de bio-évaluation de la qualité écologique des rivières de l'île de La Réunion à partir des poissons et macrocrustacés et des invertébrés benthiques.. Rapport final Univ Lyon I CNRS ENTPE - LEHNA, ARDA, Europe FEDER, Office de l'eau R.

Peyton, K. A., Sakihara, T. S., Nishiura, L. K., Shindo, T. T., Shimoda, T. E., Hau, S., Lorange, K. (2016). Length–weight relationships for common juvenile fishes and prey species in Hawaiian estuaries. *Journal of Applied Ichthyology*, 32, 499–502

Plichard, L., Capra, H., Mons, R., Pella, H., & Lamouroux, N. (2017). Comparing electrofishing and snorkelling for characterizing fish assemblages over time and space. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 74(1), 75–86. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2015-0578>

République Française. (2010). Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R.212-10, R.212-11 et R.212-18 du code de l'environnement. *Journal Officiel de La République Française*, texte n°9 (JORF n°46 du 24 Février 2010), 3429.

Richardson, M., Valade, P., Grondin, H., & Bosc, P. (2009). Observation des Flux Migratoires Migratoires des populations de poissons et de macrocrustacés diadromes de La Réunion. Rapport d'étape 2008.

Robinet, T., Guyet, S., Marquet, G., Mounaix, B., Olivier, J.-M., Tsukamoto, K., ... Feunteun, E. (2003). Elver invasion, population structure and growth of marbled eels *Anguilla marmorata* in a tropical river on Réunion Island in the Indian Ocean. *Environmental Biology of Fishes*, 68, 339–348. Retrieved from <http://link.springer.com/article/10.1023/B:EBFI.0000005761.51686.f7>

Statzner, B., Müller, R. (1989). Standard hemispheres as indicators of flow characteristics in lotic benthos research. *Freshwater Biology*, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1989.tb01377.x>

Teichert, N., Valade, P., Bosc, P., Richardson, M., & Gaudin, P. (2013). Spawning-habitat selection of an Indo-Pacific amphidromous gobiid fish, *Sicyopterus lagocephalus* (Pallas). *Marine and Freshwater Research*, <http://dx>.

Teichert, N., Valade, P., Lim, P., Dauba, F., Labonne, J., Richardson, M., Gaudin, P. (2014). Habitat selection in amphidromous Gobiidae of Reunion Island: *Sicyopterus lagocephalus* (Pallas, 1770) and *Cotylopus acutipinnis* (Guichenot, 1863). *Environmental Biology of Fishes*, 97(3), 255–266. <https://doi.org/10.1007/s10641-013-0148-0>

Vaudor, L., Lamouroux, N., Olivier, J.-M., 2011-Comparing distribution models for small samples of overdispersed counts of freshwater fish. *Acta Oecologica- International Journal of Ecology*, 37(3):1709178.

Venables, W. N., & Ripley, B. D. (2002). *Modern Applied Statistics with S-Plus*. New York, NY, USA: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-21706-2>

4.6 Annexe 1 : Arrêté préfectoral délivré dans le cadre du projet



PRÉFET DE LA REUNION

Direction de l'Environnement, de l'Aménagement
et du Logement de la Réunion

Saint-Denis, le

6 juillet 2018

Service Eau et Biodiversité

ARRÊTÉ N° 18 – 012/DEAL/SEB/UPEMA autorisant la capture de poissons et de macrocrustacés à des fins scientifiques

Le Préfet de la Réunion
Chevalier de la Légion d'Honneur
Officier de l'Ordre National du Mérite

VU les articles L 436-9 , R 432-5 à R 432.11 du Code de l'Environnement,

VU l'arrêté préfectoral n° 1472 du 10 juillet 2017 portant délégation de signature à M. Jean- Michel MAURIN , directeur de l'environnement, de l'aménagement et du logement de La Réunion,

VU la décision n° 2018/03/01/DIR110 portant subdélégation de signature à certains agents placés sous l'autorité du Directeur de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de La Réunion,

VU la demande de OCEA Consult du 2 juillet 2018.

VU l'avis de l'Agence Française pour la Biodiversité du 5 juillet 2018 .

VU l'avis de la Fédération de pêche du 4 juillet 2018 .

SUR proposition du Chef du Service Eau et Biodiversité,

p14

ARRÊTE

ARTICLE 1- BÉNÉFICIAIRE DE L'AUTORISATION

OCEA Consult (236 B Chemin Concession – 97432 Ravine des Cabris) est autorisé à capturer des poissons et macro crustacés, à des fins scientifiques dans les conditions et sous les réserves précisées aux articles suivants du présent arrêté.

ARTICLE 2 – LISTE DE PERSONNEL TITULAIRE SUSCEPTIBLE D'INTERVENIR DANS LES OPÉRATIONS

L'autorisation est délivrée à Mme FAIVRE Laëtia, en qualité de directeur de pêche.

Les personnes susceptibles d'intervenir sur ces opérations en complément du directeur de pêche sont :

- VALADE Pierre
- BORIE Guillaume
- SALAGER Baptiste
- 4 agents de la FDAAPPMA
- 2 agents de l'Office de l'Eau

L'équipe de pêche est constituée d'au moins 9 personnes.

A minima, dix jours avant chaque campagne de pêche, OCEA Consult communique la date de l'intervention et les noms des personnes constituant l'équipe de pêche, ainsi que le nom des membres de l'équipe de pêche ayant reçu une formation pour administrer les premiers soins aux victimes d'accidents électriques, à l'adresse suivante : peche.upema-deal-reunion@developpement-durable.gouv.fr

ARTICLE 3- BUT DE L'OPÉRATION

L'opération a pour objectif d'améliorer les connaissances sur les préférences d'habitats des peuplements de poissons et macrocrustacés des zones aval des réseaux hydrographiques de l'île (projet PHACAR)

ARTICLE 4 – LIEU DE L'OPÉRATION

Bassin versant	Commune	Code station	Limite amont (coordonnées GPS z et y)	Limite aval (coordonnées GPS z et y)	Largeur lit moyenne (m)
Rivière Saint Etienne	Saint Pierre – Saint Louis	STE 600	(340350.89 ; 7645683.05)	(339454.03 ; 7645409.73)	8.9
	Saint Pierre – Saint Louis	STE3000	(337820.48 ; 7644593.24)	(336813.73 ; 7644403.34)	8.4
	Saint Pierre – Saint Louis	STE600	(335694.8 ; 7644050.11)	(334753.71 ; 7644170.05)	4.7
Rivière des Remparts	Saint Joseph	REM 650	(356459.88 ; 7635743.6)	(356751.67 ; 7634824.24)	4.7
Rivière des Roches	Bras Panon	ROC 6300	(361022.93 ; 7677688.1)	(360546.34 ; 7677641.64)	19.9
	Bras Panon – Saint Benoît	ROC 3000	(362291.05 ; 7675436.99)	(362520.32 ; 7676047.64)	7.8
	Bras Panon – Saint Benoît	ROC 650	(363573.83 ; 7676296.63)	(364265.35 ; 7676651.96)	20.0
Rivière des Galets	Saint Paul – La Possession	GAL3000	(327830.13 ; 7689046.1)	(326900.25 ; 7689039.27)	12.4
	Saint Paul – Le Port	GAL 6000	(325000.35 ; 7689520.07)	(324453.01 ; 7681179.80)	10.4
	Saint Denis – Sainte Marie	PLU6000	(344205.87 ; 7684307.32)	(344885.33 ; 7685095.95)	4.7
Rivière des Pluies	Saint Denis – Sainte Marie	PLU3000	(345072.2 ; 7688282.48)	(344606.09 ; 7687196.47)	8.7
	Saint Denis – Sainte Marie	PLU650	(344535.35 ; 7688709.13)	(344383.76 ; 7688104.65)	6.6
	Saint André – Bras Panon	MAT6000	(360160.37 ; 7679625.63)	(360775.6 ; 7679104.4)	20.9
Rivière du Mat	Saint André – Bras Panon	MAT3000	(361573.58 ; 7679186.12)	(362506.12 ; 7679077.17)	26.9
	Saint André – Bras Panon	MAT650	(363281.15 ; 7679208.77)	(364205.7 ; 7679402.55)	15.9
	Sainte Suzanne – Saint André	JEAG000	(358436.91 ; 7683144.35)	(358856.16 ; 7683513.04)	9.5
Rivière Saint Jean	Sainte Suzanne	JEAG000	(357967.13 ; 7684304.36)	(357633.79 ; 7685009.21)	7.2
	Sainte Suzanne – Saint André	JEAG000	(357500.55 ; 7685455.04)	(357532.61 ; 7686031.86)	9.3
	Saint Benoît	MAR3000	(384373.12 ; 7672942.09)	(385020.07 ; 7672022.17)	21.2
Rivière des Marsouins	Saint Benoît	MAR650	(386238.24 ; 7672469.76)	(386408.79 ; 7673415.42)	22.2

p2/4

ARTICLE 5 – MATÉRIEL UTILISÉ ET PROTOCOLE DE PÊCHE

Les poissons et macrocrustacés seront échantillonnés par la méthode de pêche à l'électricité à l'aide de matériel de type portatif (HANS GRASSL IG 202-2), et en conformité avec la norme CEN 14011 d'échantillonnage par pêche électrique.

Ces inventaires seront menés à pied, selon les méthodes standardisées et normalisées d'échantillonnage de l'ichtyofaune adaptées au contexte réunionnais en 1998 (ARDA/CSP/DIREM NPENSAT).

A l'issue de l'inventaire, tous les individus seront relâchés dans le milieu. Le recensement des espèces présentes dans les zones profondes (profondeur supérieure à 110 cm) se fera par observation visuelle subaquatique.

ARTICLE 6 – ESPÈCES CONCERNÉES

L'autorisation est délivrée pour toutes les espèces de poissons et de macrocrustacés présentes dans les cours d'eau de La Réunion (Arrêté du 7 septembre 1999 fixant la liste des espèces de poissons, grenouilles et crustacés représentés dans les cours d'eau et les plans d'eau de La Réunion).

ARTICLE 7 – COMPTE RENDU D'EXÉCUTION

Dans le délai de trois mois après l'exécution de l'opération, le bénéficiaire de la présente autorisation est tenu de transmettre un rapport de synthèse sur l'ensemble des campagnes réalisées, indiquant les lieux, dates, objets et résultats obtenus à la DEAL, Service Eau et Biodiversité. Le rapport est remis dans le format de rendu fourni par la DEAL.

ARTICLE 8 – DIFFUSION DES DONNÉES ISSUES DES PÊCHES

Les informations et données consignées dans le compte rendu d'exécution des pêches sont réputées publiques et seront diffusées comme telles.

ARTICLE 9 – VALIDITÉ DE L'AUTORISATION

La présente autorisation est valable du : 15 juillet 2018 au 15 novembre 2018.

ARTICLE 10 – PRÉSENTATION DE L'AUTORISATION

Le bénéficiaire doit être porteur de la présente autorisation lors des opérations de capture. Il est tenu de la présenter à toute demande des agents chargés de la police de la pêche en eau douce.

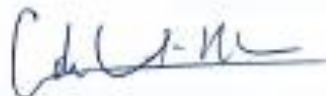
ARTICLE 11 – RETRAIT DE L'AUTORISATION

La présente autorisation est personnelle et incessible. Elle peut être retirée à tout moment sans indemnité si le bénéficiaire n'en a pas respecté les clauses ou les prescriptions qui lui sont liées.

ARTICLE 12

Le secrétaire général de la préfecture, les sous-préfets d'arrondissement, les maires, le directeur de l'environnement, de l'aménagement et du logement, le directeur régional de l'office national des forêts, le directeur du Parc national de La Réunion, le chef de la brigade de la nature de l'Océan Indien, le directeur régional des finances publiques, le colonel commandant le groupement de gendarmerie, le directeur départemental de la sécurité publique, les gardes assermentés des AAPPMA et de la fédération départementale de pêche, les gardes champêtres, sont chargés, chacun en ce qui les concerne de l'exécution du présent arrêté dont notification sera adressée au bénéficiaire et copie transmise au Président de la Fédération Départementale de La Réunion pour la pêche et la protection du milieu aquatique et à la Brigade Nature Océan Indien.

Pour le préfet et par délégation,
Le Chef de l'Unité Politique de l'Eau
et des Milieux Aquatiques



Grégoire De Saint-Romain



PREFET DE LA REUNION

Direction de l'Environnement, de l'Aménagement
et du Logement de la Réunion

Saint-Denis, le 29 MARS 2019

Service Eau et Biodiversité

ARRÊTÉ N° 19 – 003/DEAL/SEB/UPEMA
autorisant la capture de poissons et de macrocrustacés
à des fins scientifiques

Le Préfet de la Réunion
Chevalier de la Légion d'Honneur
Officier de l'Ordre National du Mérite

VU les articles L 436-9, R 432-5 à R 432.11 du Code de l'Environnement,

VU l'arrêté préfectoral n° 1472 du 10 juillet 2017 portant délégation de signature à M. Jean- Michel MAURIN, directeur de l'environnement, de l'aménagement et du logement de La Réunion,

VU la décision n° 2018/09/26 DIR174 portant subdélégation de signature à certains agents placés sous l'autorité du Directeur de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de La Réunion,

VU la demande de OCEA du 11 mars 2019,

VU l'avis de l'Agence Française pour la Biodiversité du 13 mars 2019,

VU l'avis de la Fédération Départementale des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique du 14 mars 2019

SUR proposition du Chef du Service Eau et Biodiversité,

p1/8

ARRÊTE

ARTICLE 1- BÉNÉFICIAIRE DE L'AUTORISATION

OCEA Consult (236 B Chemin Concession – 97432 Ravine des Cabris) est autorisé à capturer des poissons et macro crustacés, à des fins scientifiques dans les conditions et sous les réserves précisées aux articles suivants du présent arrêté.

ARTICLE 2 – LISTE DES PERSONNES TITULAIRES SUSCEPTIBLES D'INTERVENIR DANS LES OPÉRATIONS

L'autorisation est délivrée à Mme Laëtitia Faivre, en qualité de directrice de pêche (appareil pêche électrique).

Les personnes susceptibles d'intervenir sur ces opérations en complément des personnes déjà citées sont :

- VALADE Pierre
- GRONDIIN Henri
- HOAREAU Pierre
- BORIE Guillaume
- SALAGER Baptiste
- FDAAPPMA : 4 agents
- Office de l'eau : 1 agent

L'équipe de pêche est constituée d'au moins 9 personnes.

A minima, dix jours avant chaque campagne de pêche, OCEA Consult communique la date de l'intervention et les noms des personnes constituant l'équipe de pêche, ainsi que le nom des membres de l'équipe de pêche ayant reçu une formation pour administrer les premiers soins aux victimes d'accidents électriques, à l'adresse suivante : peche.upema-deal-reunion@developpement-durable.gouv.fr.

ARTICLE 3- BUT DE L'OPÉRATION

Le but de l'opération est de réaliser des pêches d'inventaires afin d'améliorer les connaissances sur les préférences d'habitats des peuplements de poissons et macrocrustacés des zones aval des réseaux hydrographiques de l'île (projet PHACAR).

p2/8

ARTICLE 4 – LIEUX DE L'OPÉRATION

Bassin versant	Communes	Stations	Limite Amont (distance à l'embouchure / Coordonnées GPS x et y)	Limite Aval (distance à l'embouchure / Coordonnées GPS x et y)	Largeur lit mouillé moyenne (m)
Rivière Saint Etienne	Saint-Pierre – Saint-Louis Saint-Pierre – Saint-Louis Saint-Pierre – Saint-Louis	Amont	7000 m (340350.89;7645683.05)	6000 m (339454.03;7645409.73)	8,9
		intermédiaire	4000 m (337820.48;7644593.24)	3000 m (336813.73;7644463.34)	8,4
		Aval	1600 m (335694.8;7644650.11)	600 m (334753.71;7644170.05)	4,7
Rivière des Remparts	Saint Joseph	Aval	1600 m (356459.88;7635743.5)	600 m (356751.67;7634824.24)	4,7
Rivière des Roches	Bras Panon – Saint Benoît Bras Panon – Saint Benoît	Intermédiaire	4000 m (362291.06;7675436.99)	3000 m (362520.32;7676047.04)	7,8
		Aval	1600 m (363573.83;7676296.63)	600 m (364265.35;7676651.99)	20,0
Rivière des Pluies	Saint Denis – Sainte Marie Saint Denis – Sainte Marie Saint Denis – Sainte Marie	Amont	7000 m (344205.87;7684307.32)	6000 m (344886.33;7685016.95)	4,7
		intermédiaire	4000 m (345072.2;7686282.48)	3000 m (344606.99;7687156.47)	8,7
		Aval	1600 m (344535.35;7688209.13)	600 m (344383.76;7689164.65)	6,6
Rivière du Mât	Saint André – Bras Panon Saint André – Bras Panon Saint André – Bras Panon	Amont	7000 m (360160.37;7679625.63)	6000 m (360775.8;7679104.4)	20,9
		intermédiaire	4000 m (361573.58;7679166.12)	3000 m (362505.12;7679077.17)	26,9
		Aval	1600 m (363281.15;7679208.77)	600 m (364206.7;7679402.55)	15,9
Rivière Saint Jean	Sainte Suzanne – Saint André Sainte Suzanne – Saint André Sainte Suzanne – Saint André	Amont	7000 m (358436.91;7683144.35)	6000 m (358856.16;7683513.04)	9,5
		intermédiaire	4000 m (357957.13;7684304.39)	3000 m (357633.79;7685009.21)	7,2
		Aval	1600 m (357500.55;7685455.04)	600 m (357532.51;7686431.88)	9,7
Rivière des Marsouins	Saint Benoît Saint Benoît	Amont	7000 m (364273.12;7672542.09)	6000 m (365020.07;7672022.17)	25,2
		Intermédiaire	4000 m (366238.24;7672469.76)	3000 m (366408.79;7673415.42)	22,2
Rivière Sainte Suzanne	Sainte Suzanne	Aval	2200 m (355298;7685978)	1000 m (355435;768108)	9,8

Plans de situation des stations de Pêche (voir annexe)

ARTICLE 5 – MATÉRIEL UTILISÉ ET PROTOCOLE DE PÊCHE

Les poissons et macrocrustacés seront échantillonnés par la méthode de pêche à l'électricité à l'aide de matériel de type portatif (HANS GRASSL IG 202-2), et en conformité avec la norme CEN 14011 d'échantillonnage par pêche électrique. Ces inventaires seront menés à pied, selon les méthodes standardisées et normalisées d'échantillonnage de l'ichtyofaune adaptées au contexte réunionnais en 1998 (ARDA/CSP/DIREN/INP ENSAT).

A l'issue de l'inventaire, tous les individus seront relâchés dans le milieu.

Le recensement des espèces présentes dans les zones profondes (profondeur supérieure à 110 cm) se fera par observation visuelle subaquatique.

ARTICLE 6 – ESPÈCES CONCERNÉES

L'autorisation est délivrée pour toutes les espèces de poissons et de macrocrustacés présentes dans les cours d'eau de La Réunion (Arrêté du 7 septembre 1999 fixant la liste des espèces de poissons, grenouilles et crustacés représentés dans les cours d'eau et les plans d'eau de La Réunion).

p3/8

ARTICLE 7 – COMPTE RENDU D'EXÉCUTION

Dans le délai de trois mois après l'exécution de l'opération, le bénéficiaire de la présente autorisation est tenu de transmettre les résultats de la pêche sous format à télécharger sur le site de la DEAL :

<http://www.reunion.developpement-durable.gouv.fr/peche-en-eau-douce-r249.html>

Les données sont également à envoyer à la même adresse mail que dans l'article 2.

ARTICLE 8 – DIFFUSION DES DONNÉES ISSUES DES PÊCHES

Les informations et données consignées dans le compte rendu d'exécution des pêches sont réputées publiques et sont diffusées comme telles.

ARTICLE 9 – VALIDITÉ DE L'AUTORISATION

La présente autorisation est valable du 1^{er} avril 2019 au 31 juillet 2019.

ARTICLE 10 – PRÉSENTATION DE L'AUTORISATION

Le bénéficiaire doit être porteur de la présente autorisation lors des opérations de capture. Il est tenu de la présenter à toute demande des agents chargés de la police de la pêche en eau douce.

ARTICLE 11 – RETRAIT DE L'AUTORISATION

La présente autorisation est personnelle et incessible. Elle peut être retirée à tout moment sans indemnité si le bénéficiaire n'en a pas respecté les clauses ou les prescriptions qui lui sont liées.

ARTICLE 12

Le secrétaire général de la préfecture, les sous-préfets d'arrondissement, les maires, le directeur de l'environnement, de l'aménagement et du logement, le directeur régional de l'office national des forêts, le directeur du Parc national de La Réunion, le chef de la brigade de la nature de l'Océan Indien, le directeur régional des finances publiques, le général commandant la gendarmerie de La Réunion, le directeur départemental de la sécurité publique, les gardes assermentés des AAPPMA et de la fédération départementale de pêche, sont chargés, chacun en ce qui les concerne de l'exécution du présent arrêté dont notification sera adressée au bénéficiaire et copie transmise au Président de la Fédération Départementale de La Réunion pour la pêche et la protection du milieu aquatique et à la Brigade Nature Océan Indien.

Pour le préfet et par délégation,
Le Chef de l'Unité Politique de l'Eau
et des Milieux Aquatiques

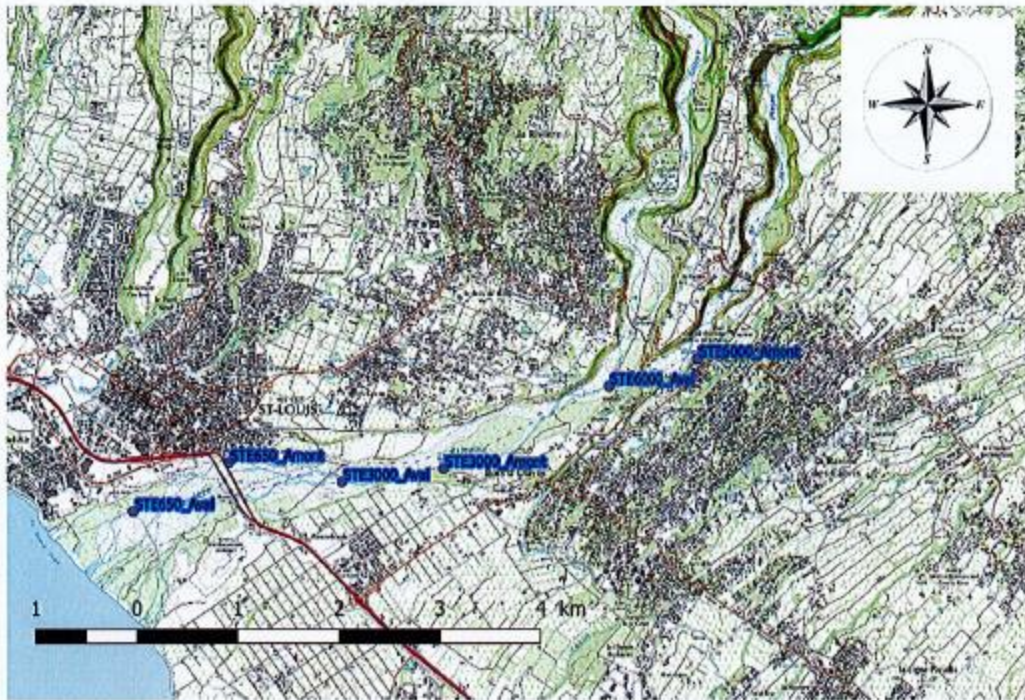


Grégoire De Saint-Romain

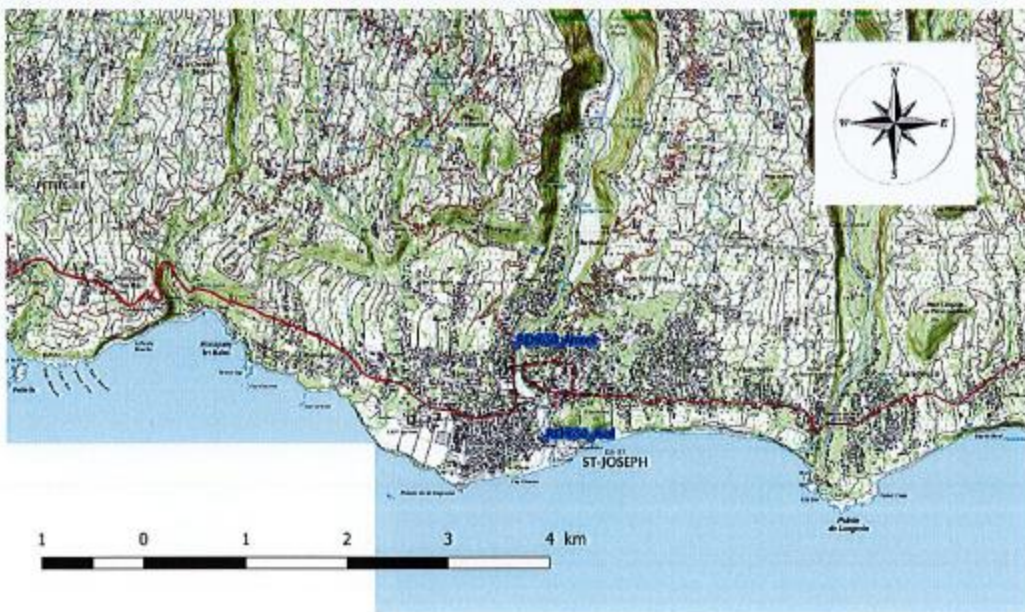
p4/8

ANNEXE

Rivière Saint-Etienne



Rivière des Remparts



Rivière des Roches



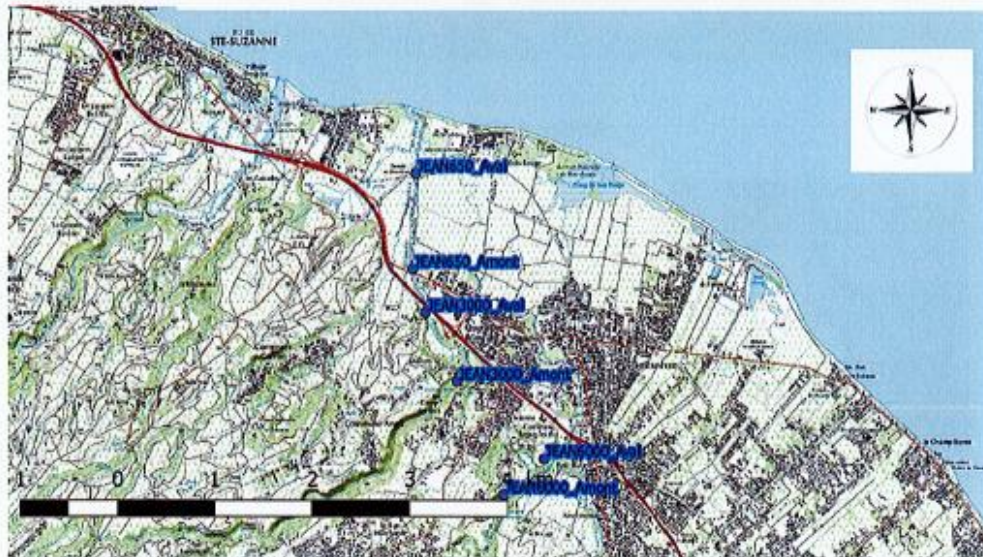
Rivière des Pluies



Rivière du Mât



Rivière Saint-Jean



Rivière des Marsouins



Rivière Sainte-Suzanne



Cours d'eau		Intervenant: Pêche				Ensoleillement:			/
Station		Habitat							
Date		Biométrie				Pluie:			
Id EPA	No EPA (chiffres, lettres)								
	Point GPS								
	Photo								
	Heure								
Situation Géomorphologique	Distance RD (m)								
	Distance RG (m)								
	FACIES (Cas, Rap, Rad, Pla cou, Pla len, Che cou, Che len)								
Type de berge (Présence: x)	Biotique	Arbres							
		Arbustes							
		Graminés							
		Minéral							
	Abiotique	Bitume / Béton / Habitation							
		Talus/Falaise							
		Autre							
Recouvrement ripisylve [0-25%]; [25-50%]; [50- 75%]; [75;100%]									
Substrat Biotique (Présence: x)	Périphyton (nul, mince, épais)								
	Algues (0, 1, 2)								
	Plantes (0, 1, 2)								
	Souche, tronc, Bois mort								
	Racines (LIG ligneuses ou CHE chevelue)								
	Débris organiques								
	Autres								
Substrat Abiotique	COLMATAGE (0,1,2)								
	Granulo DOMINANTE								
	Granulo ACCESSOIRE								
	Granulo la + grosse								
	Qualité cache (Mauvaise, moyenne, bonne)								
Hydraulique	PROFONDEUR (cm)								
	VITESSE 40%								
	CONTRAINTES HYDRAULIQUES (N°)								
Absence capture (x)									
Classes granulo dans le grand axe (mm):		Argiles <0,0039 Limons : 0,0039- 0,0625	SF : 0,0625-0,5 SG : 0,5-2	GF : 2-8 GG : 8-16	CF : 16-32 CG : 32-64	PF : 64-128 PG : 128-256	Blocs : 256-1024	Daïle >1024	

Annexe 2 : Fiche terrain habitats

Annexe 3 : Courbes standardisées retenues

- Anguilles (*A. marmorata* adulte et *Anguilla* sp. juvénile)

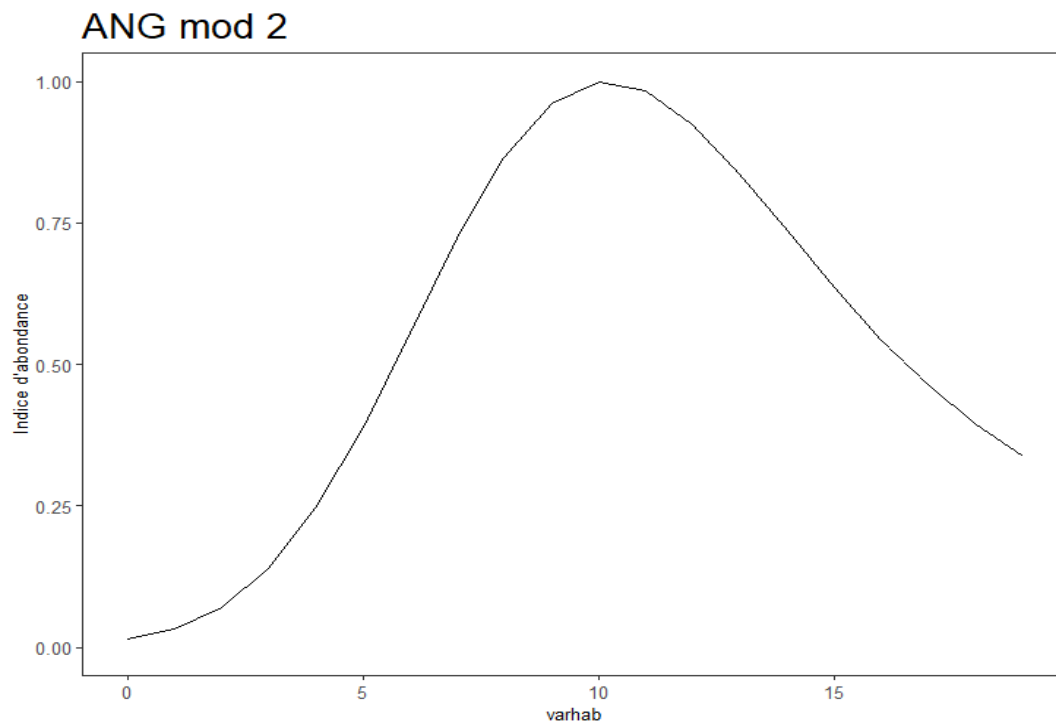


Figure 53: Courbe de préférence standardisée pour *Anguilla* sp. (<150mm) au regard des contraintes hydrauliques

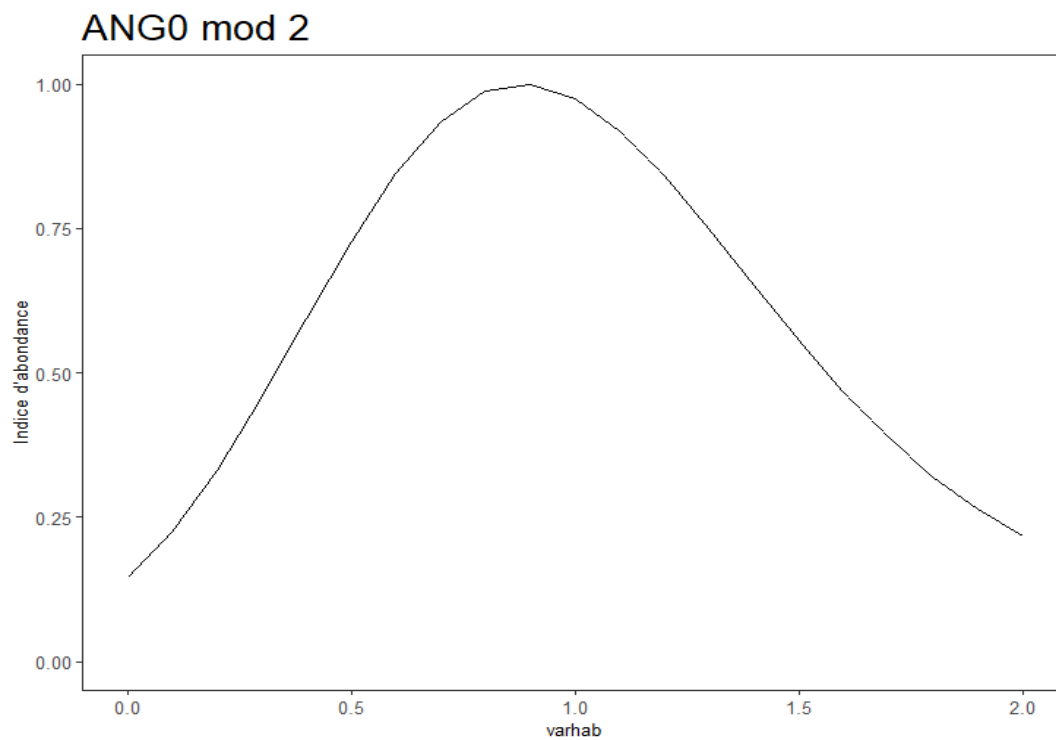


Figure 54 : Courbe de préférence standardisée pour *Anguilla* sp. (<150mm) au regard de la vitesse (m/s)

ANG mod 2

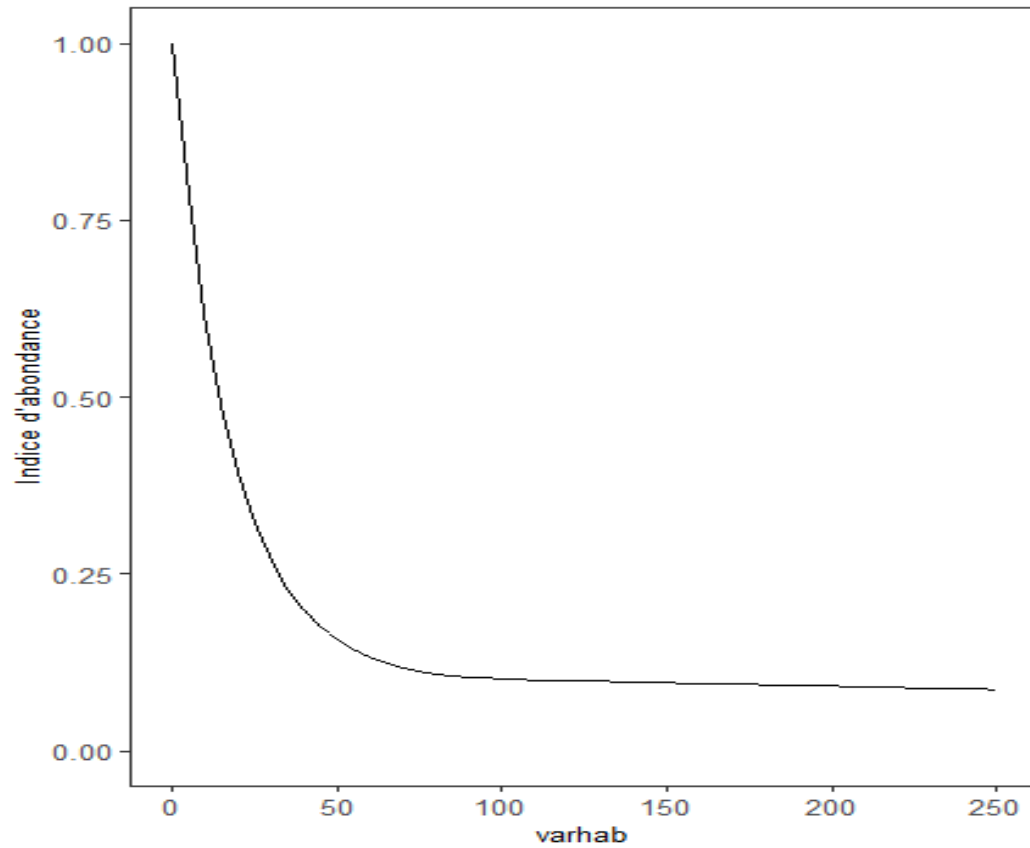


Figure 55: Courbe de préférence standardisée pour *Anguilla* sp. (<150mm) au regard de la profondeur (cm)

ANG0 mod 2

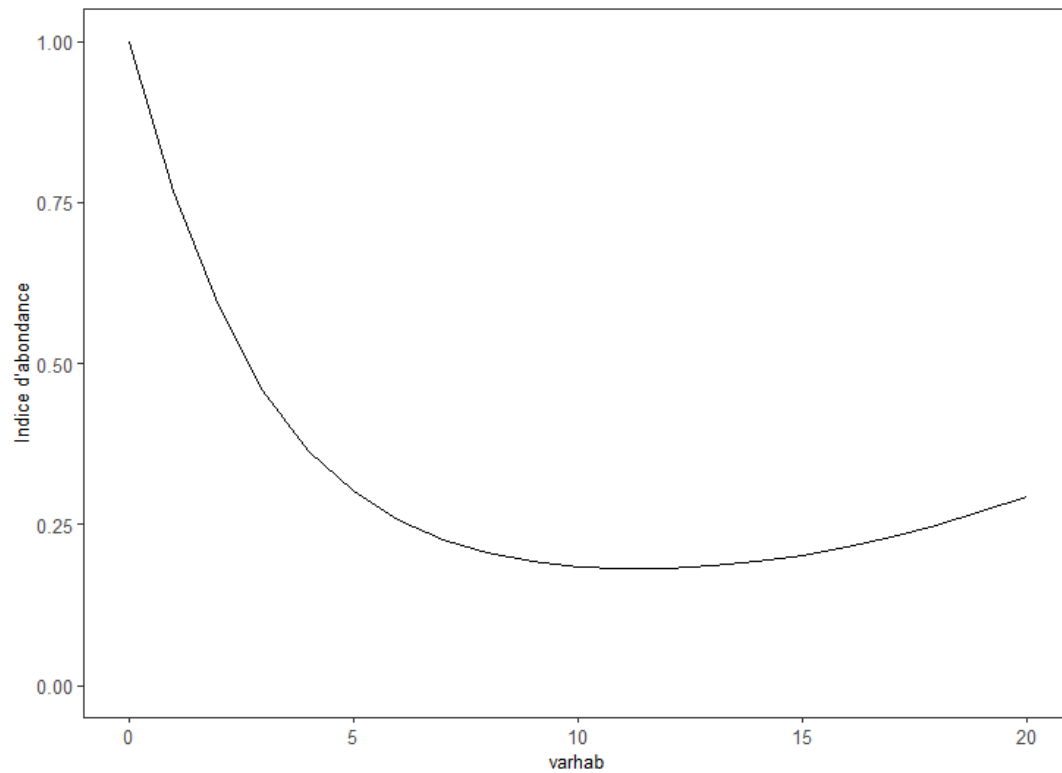


Figure 56 : Courbe de préférence standardisée pour *Anguilla* sp. (<150mm) au regard de la granulométrie dominante

ANG0 mod 2

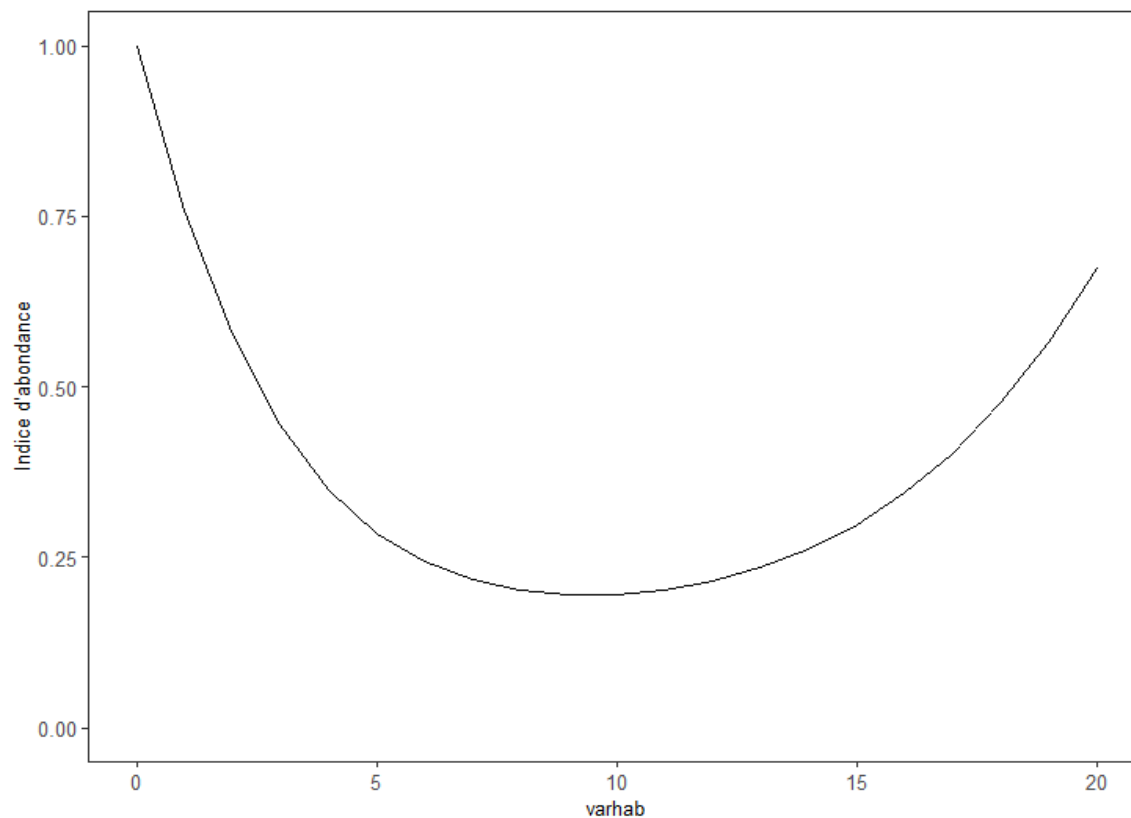


Figure 57: Courbe de préférence standardisée pour *Anguilla* sp. (<150mm) au regard de la granulométrie accessoire

AMA1 mod 2

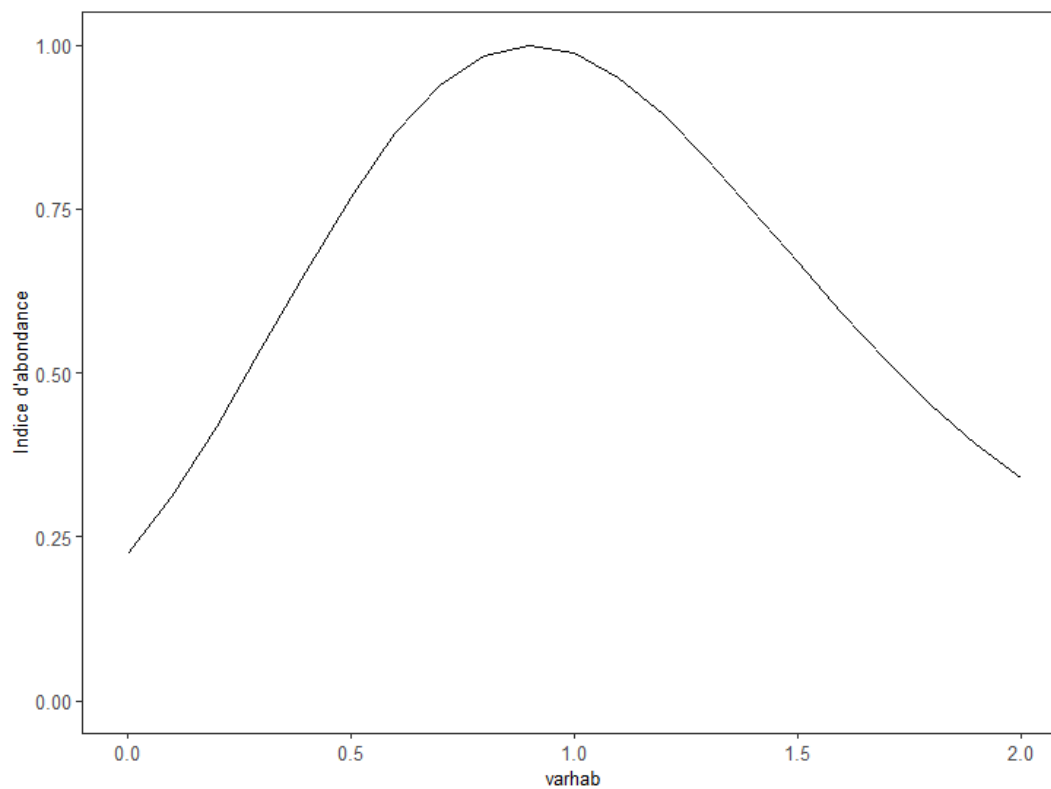


Figure 58 : Courbe de préférence standardisée pour *A. marmorata* (> 150 mm) au regard de la vitesse (m/s)

AMA1 mod 2

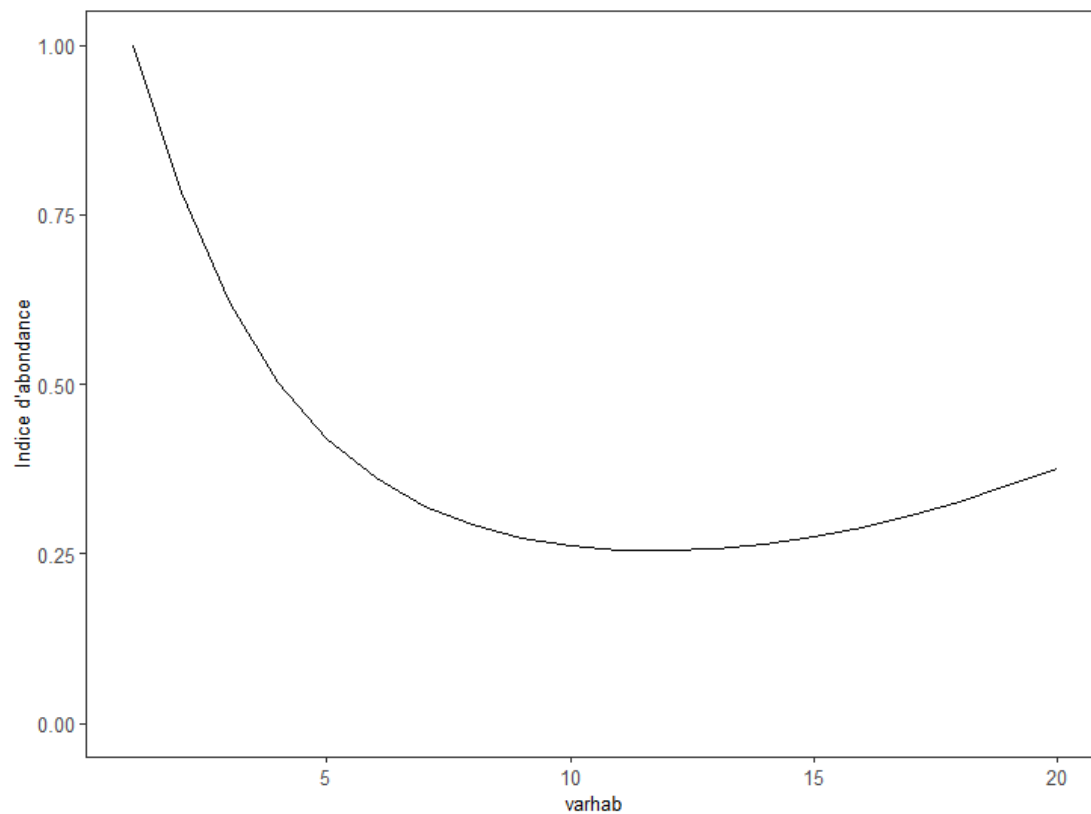


Figure 59 : Courbe de préférence standardisée pour *A. marmorata* (> 150 mm) au regard de la granulométrie dominante

AMA1 mod 2

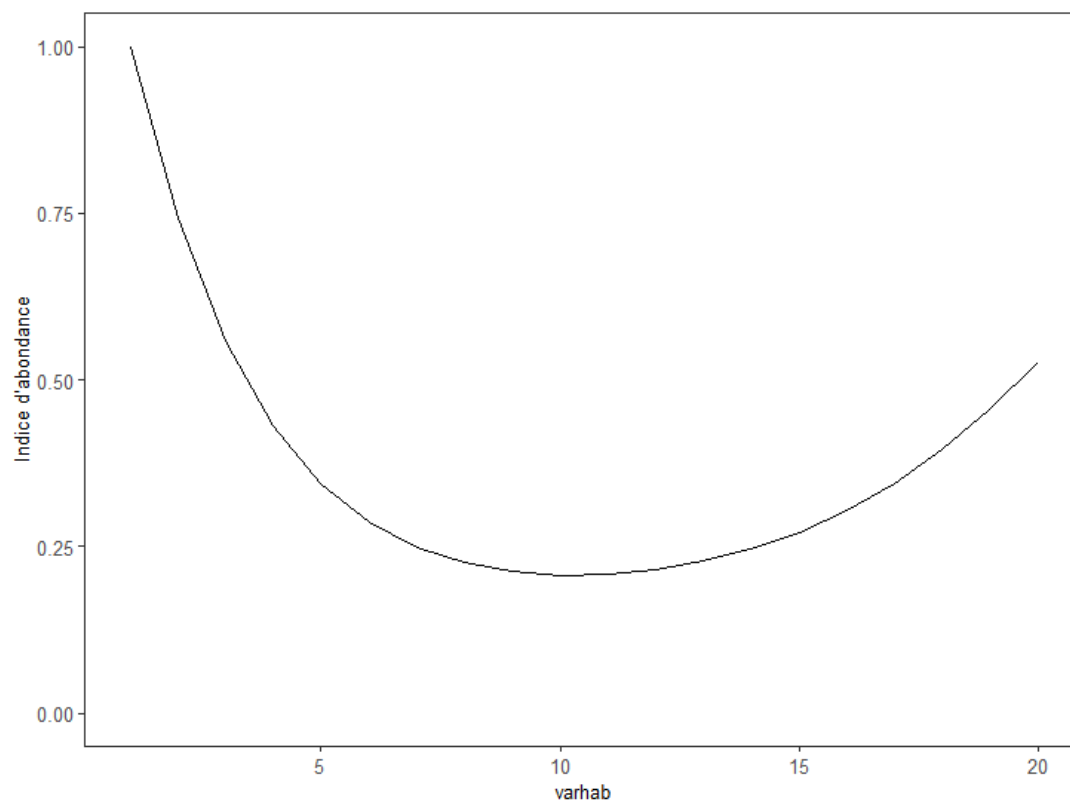


Figure 60 : Courbe de préférence standardisée pour *A. marmorata* (> 150 mm) au regard de la granulométrie accessoire

AMA1 mod 2

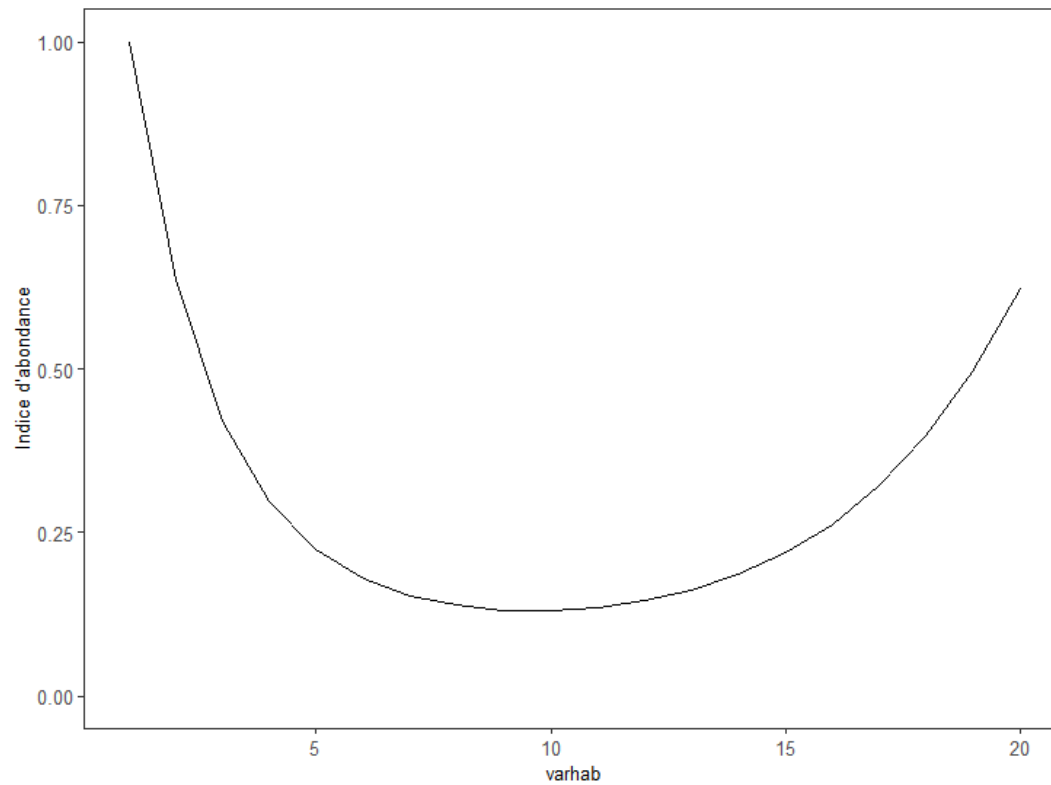


Figure 61 : Courbe de préférence standardisée pour *A. marmorata* (> 150 mm) au regard de la granulométrie la plus grosse

- **Loche des sables (*Awaous commersoni*)**

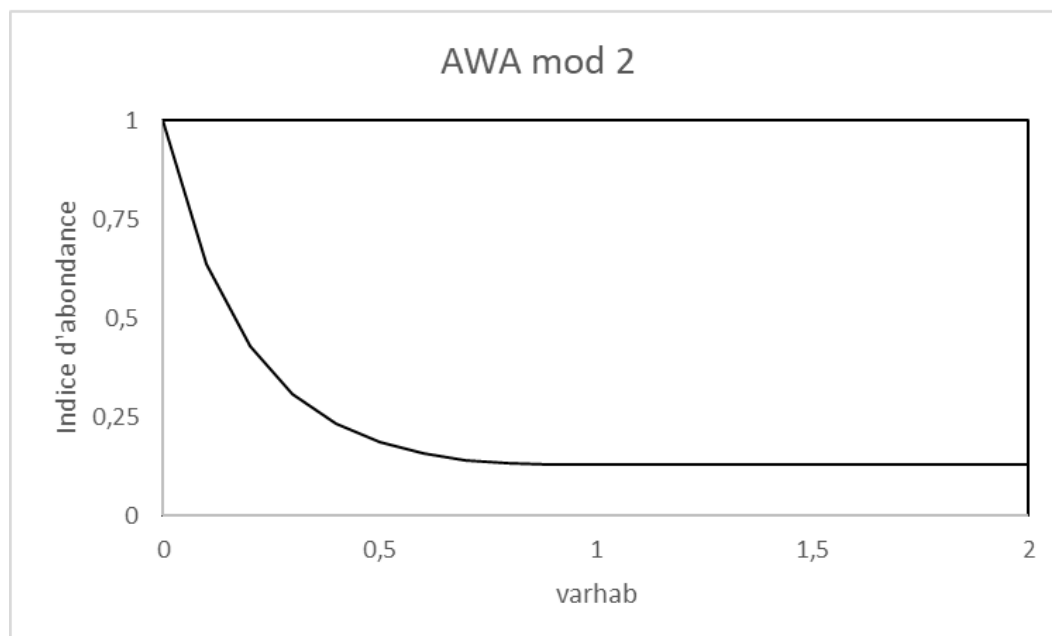


Figure 62: Courbe de préférence standardisée pour *A. commersoni* au regard de la vitesse (m/s)

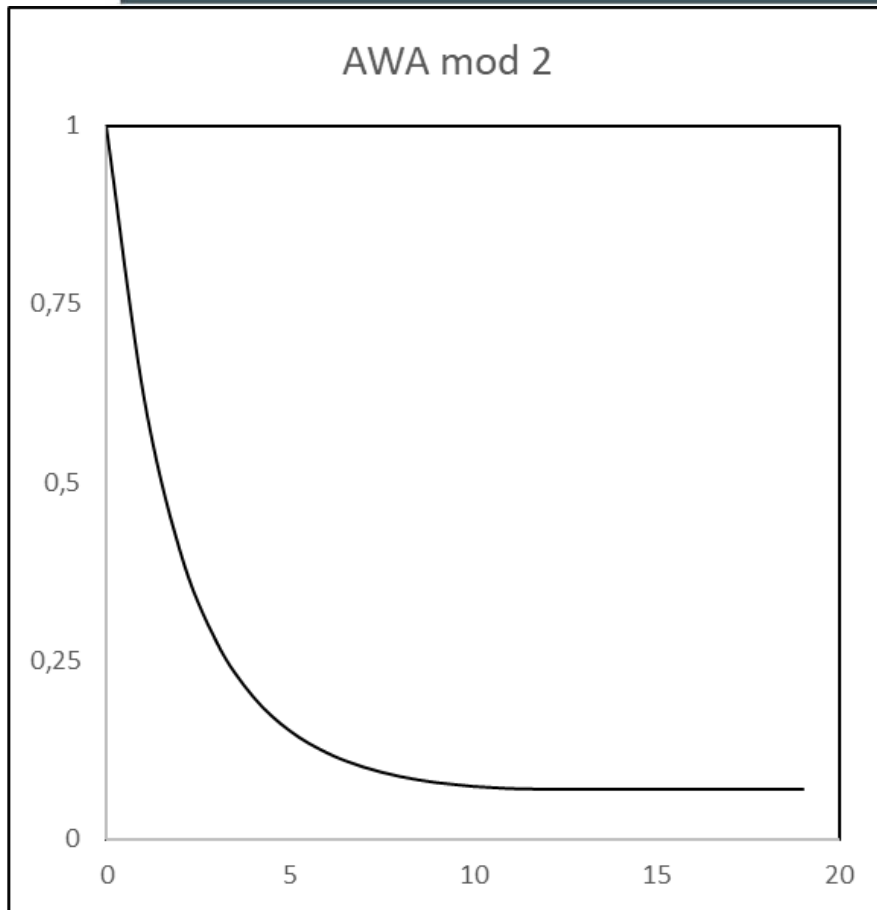


Figure 63: Courbe de préférence standardisée pour *A. commersoni* au regard des contraintes hydrauliques

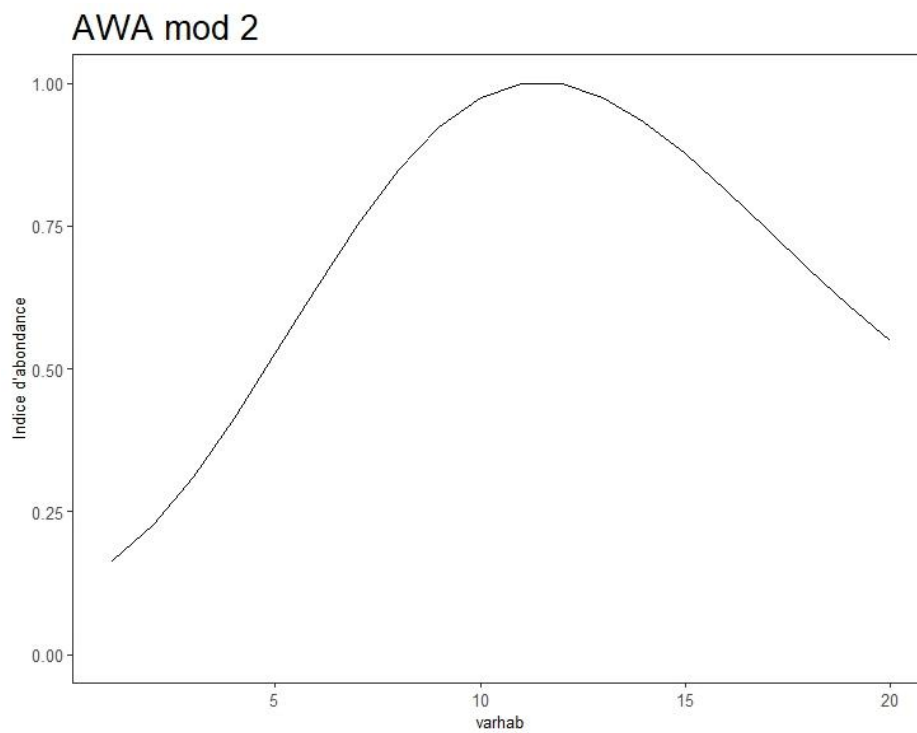


Figure 64: Courbe de préférence standardisée pour *A. commersoni* au regard de la granulométrie dominante

- Cabots noirs (*Eleotris sp.*, *E.mauritiannus*, *E.klunzingerii*)

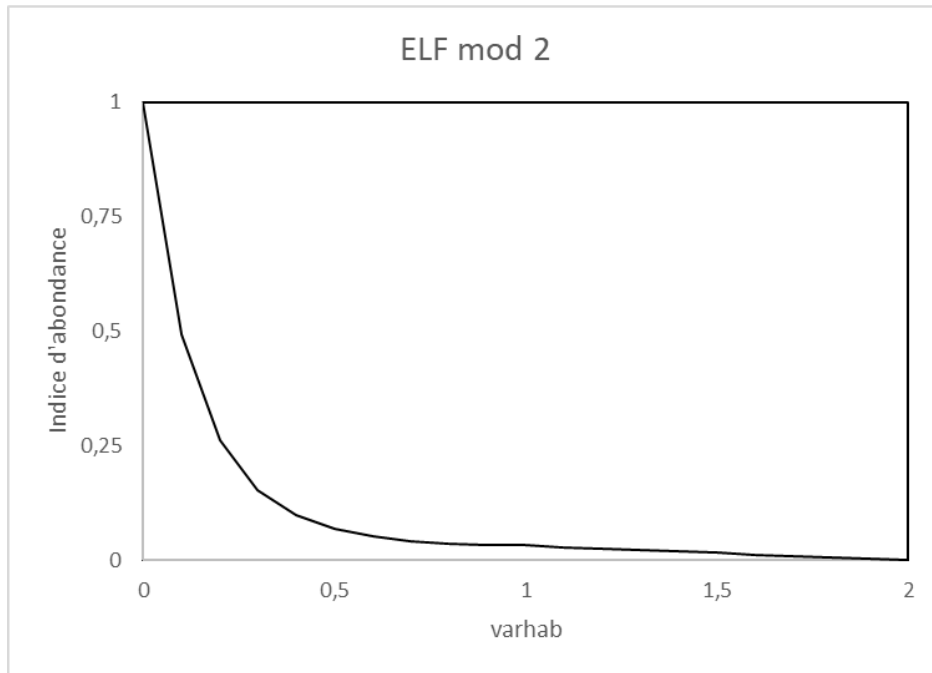


Figure 65: Courbe de préférence standardisée pour *E. klunzingerii* au regard de la vitesse (m/s)

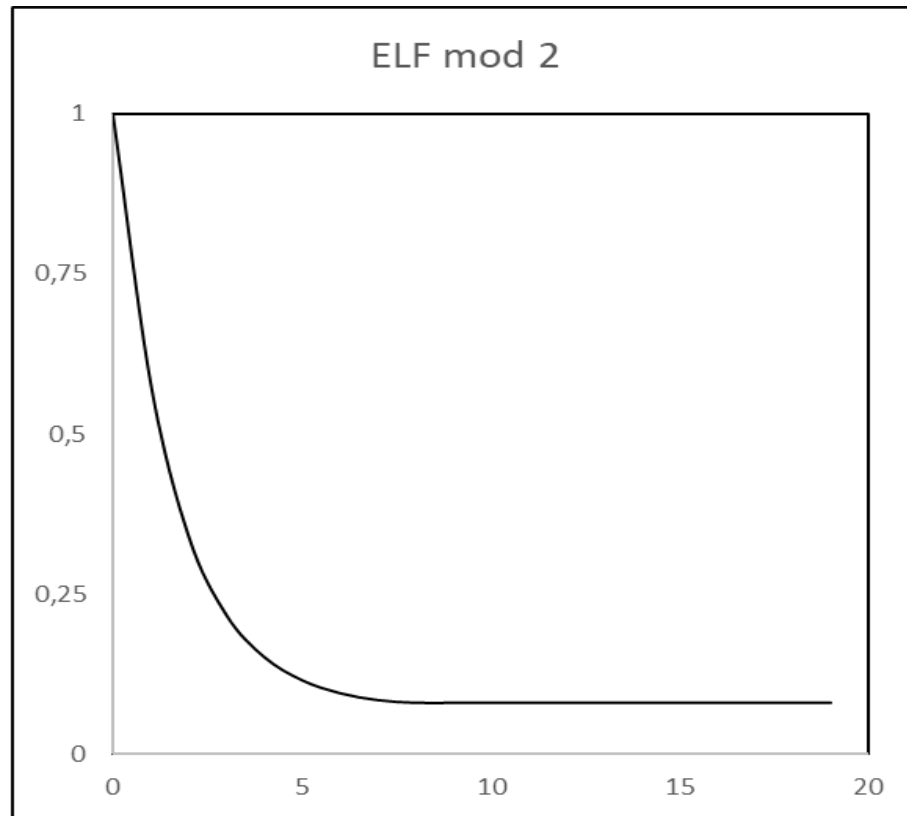


Figure 66 : Courbe de préférence standardisée pour *E. klunzingerii* au regard des contraintes hydrauliques

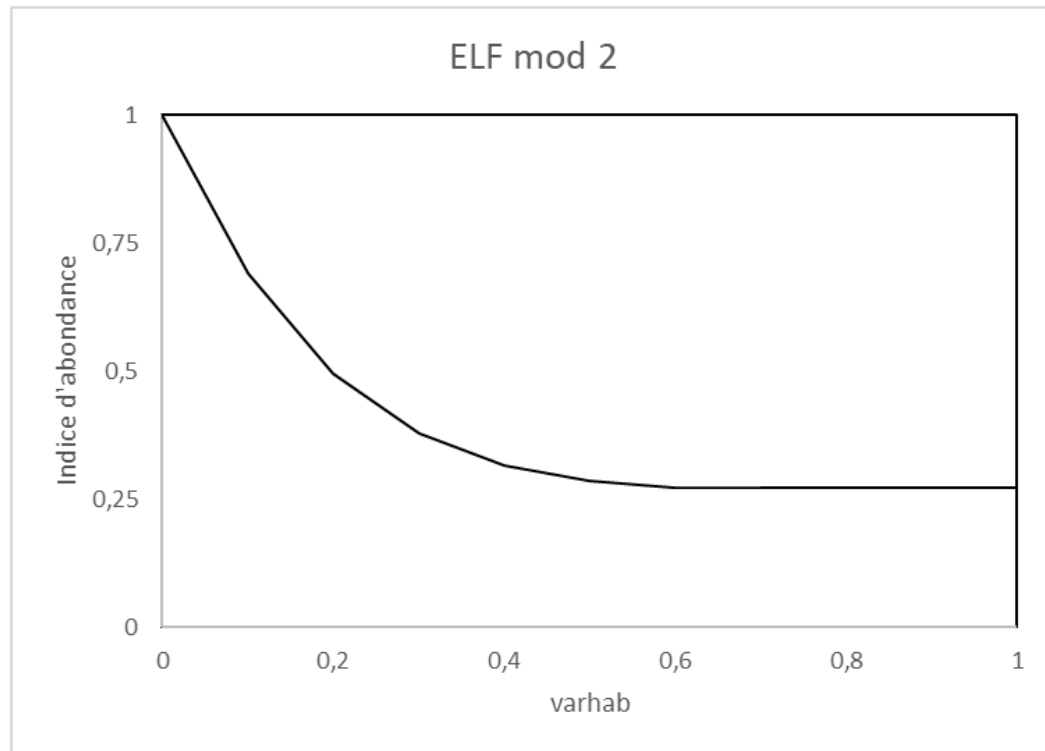


Figure 67: Courbe de préférence standardisée pour *E. klunzingerii* au regard de la distance à la berge

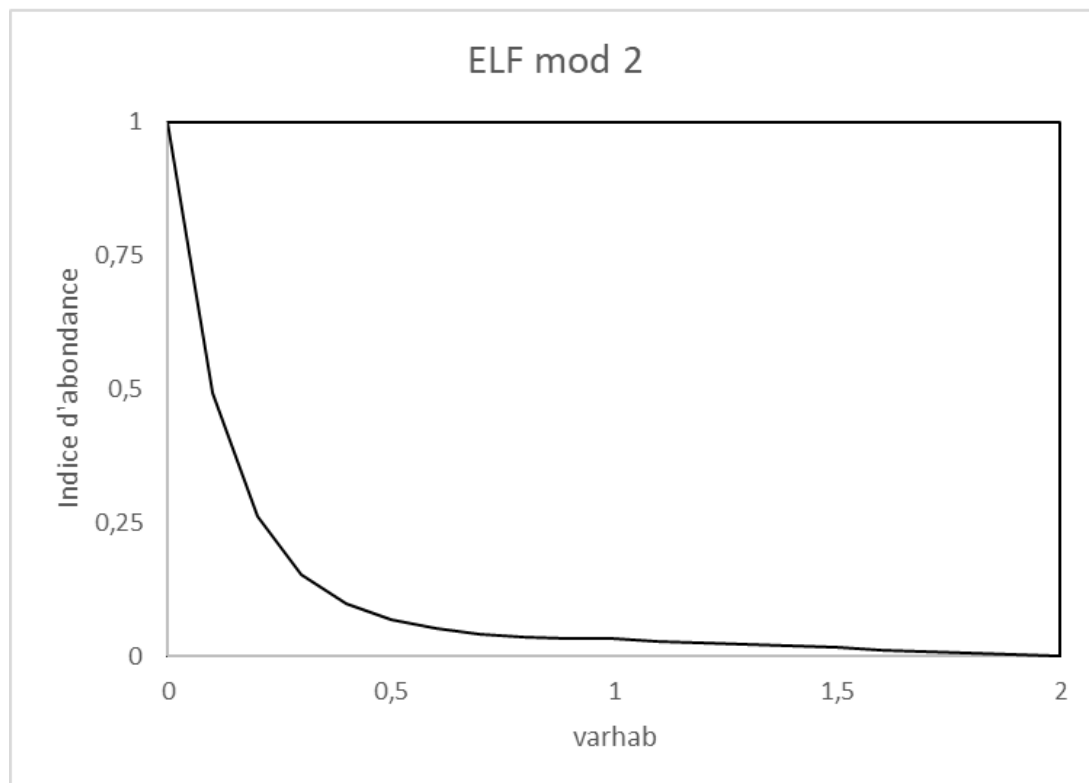


Figure 68: Courbe de préférence standardisée pour *E. mauritiannus* au regard de la vitesse (m/s)

ELM mod 2

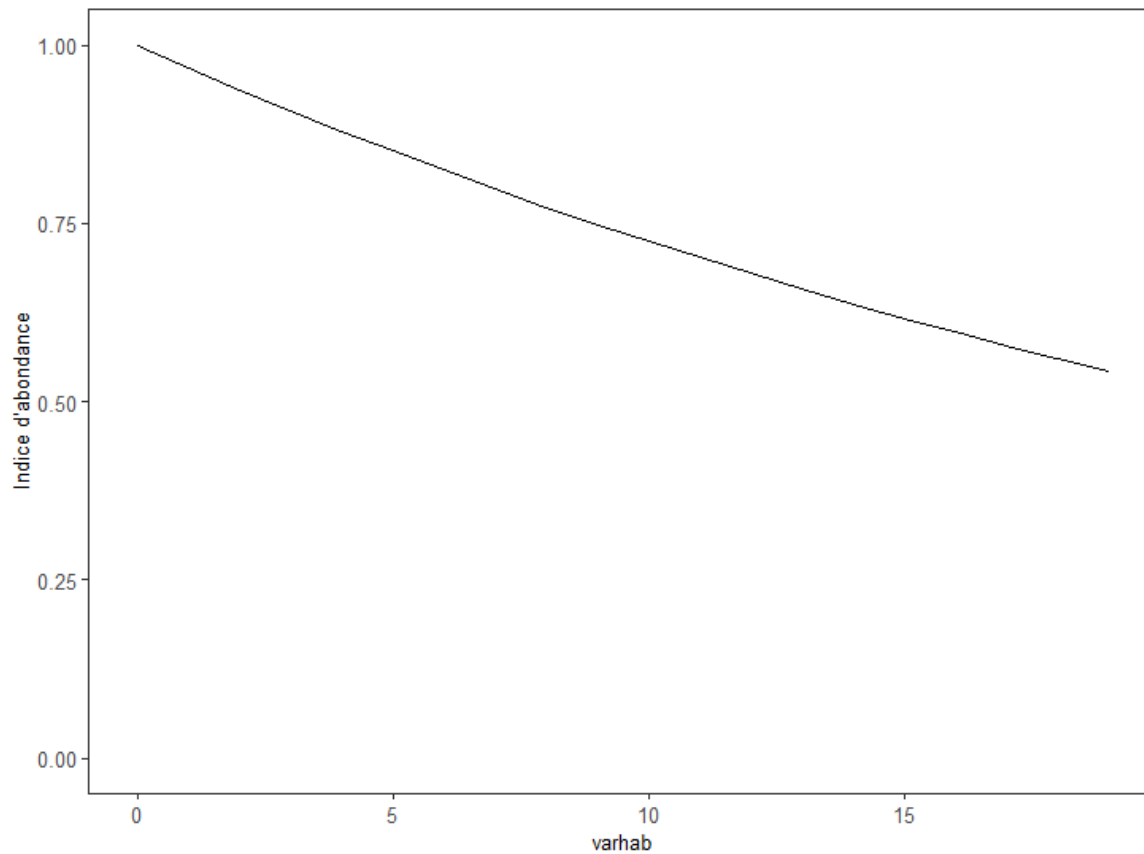


Figure 69: Courbe de préférence standardisée pour *E. mauritanus* au regard des contraintes hydrauliques

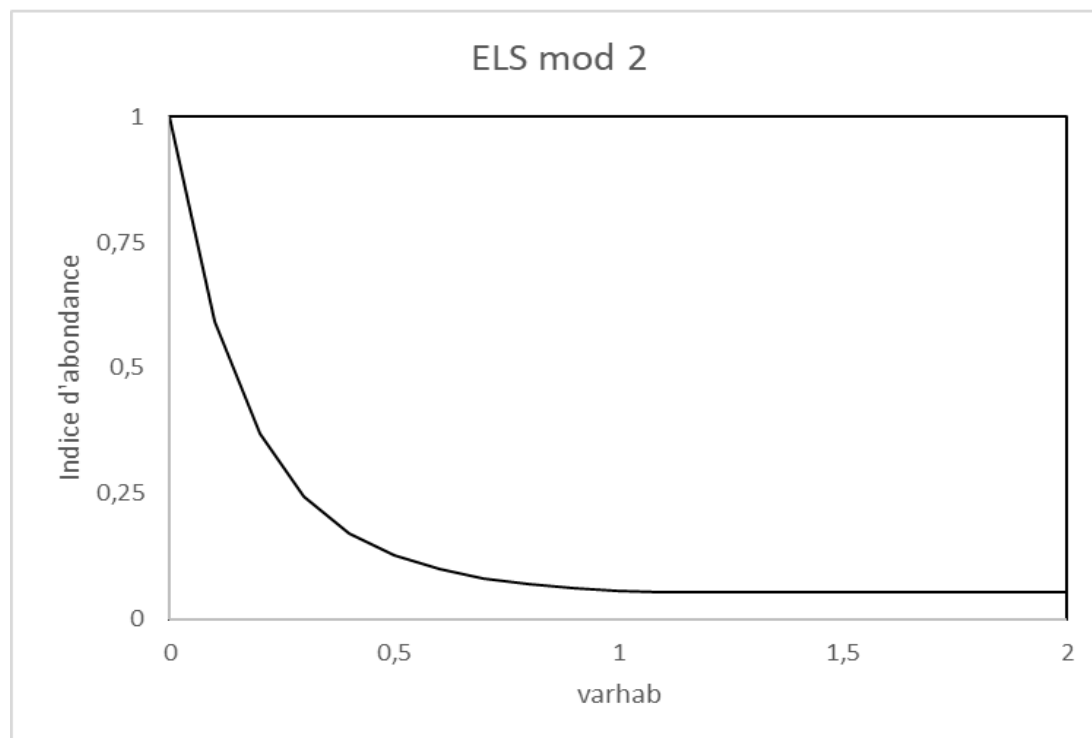


Figure 70: Courbe de préférence standardisée pour *Eleotris sp.* au regard de la vitesse (m/s)

ELS mod 2

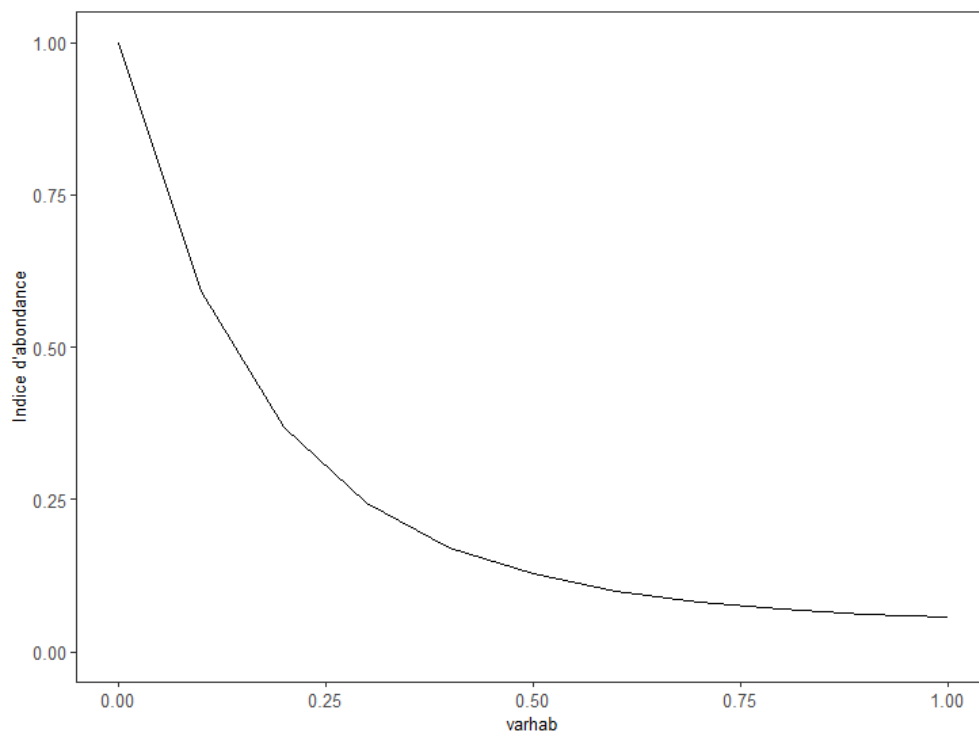


Figure 71: Courbe de préférence standardisée pour Eleotris sp. au regard de la distance à la berge

ELS0 mod 2

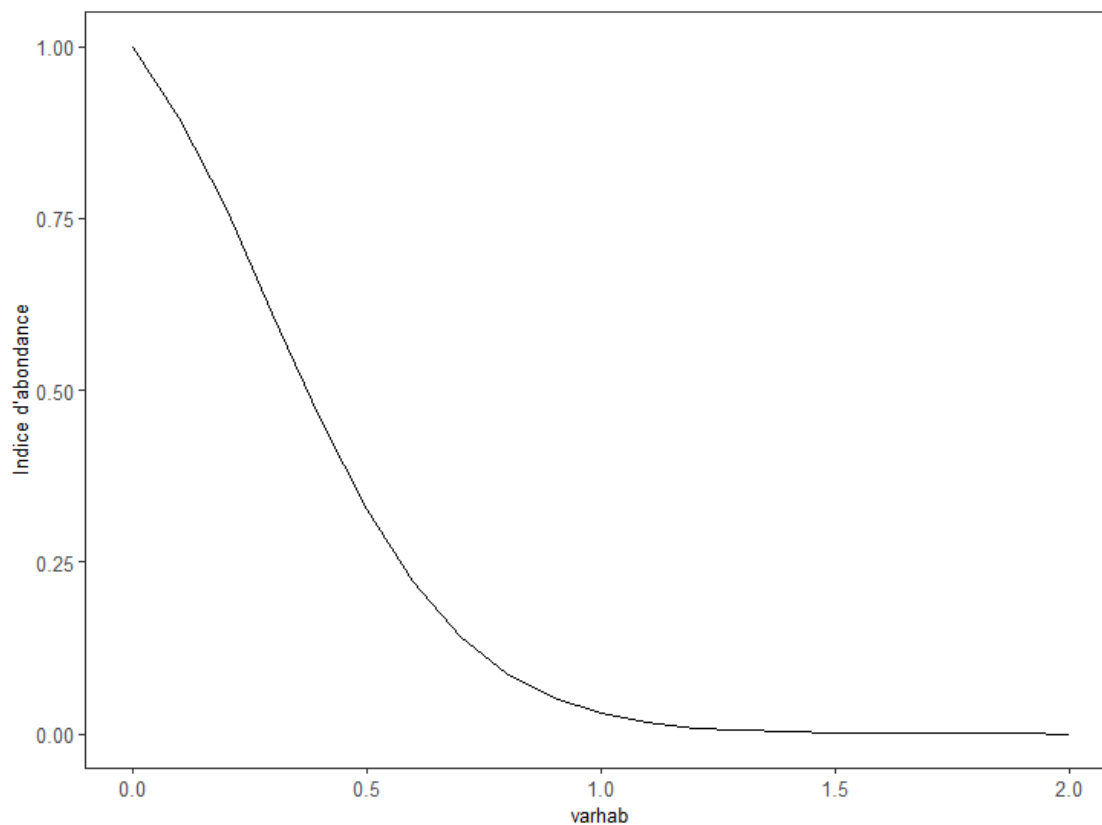


Figure 72: Courbe de préférence standardisée pour Eleotris sp. (< 38 mm) au regard de la vitesse (m/s)

ELSO mod 2

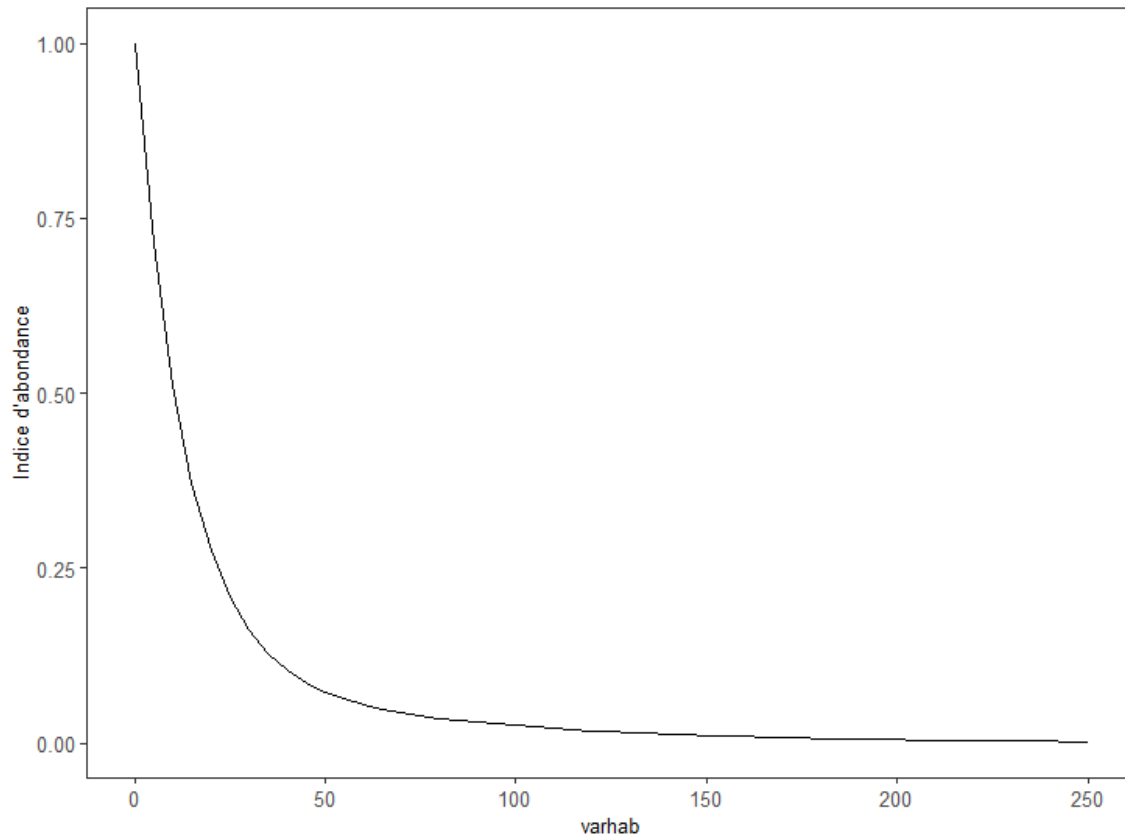


Figure 73: Courbe de préférence standardisée pour *Eleotris* sp. (< 38 mm) au regard de la profondeur (cm)

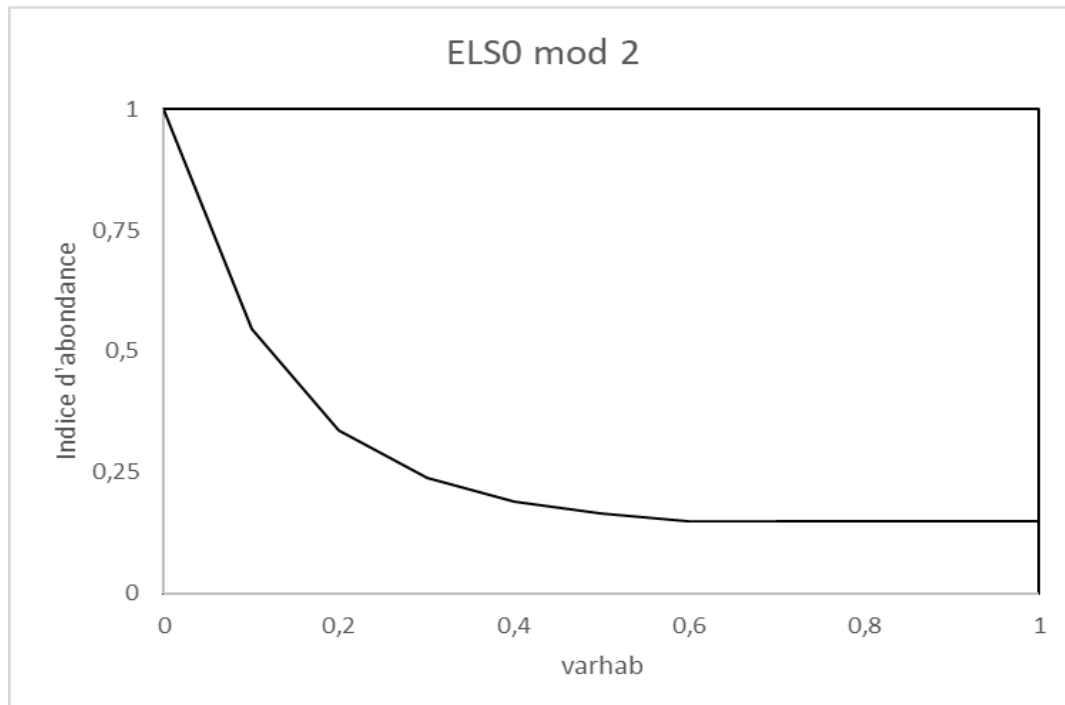


Figure 74: Courbe de préférence standardisée pour *Eleotris* sp. (< 38 mm) au regard de la distance à la berge

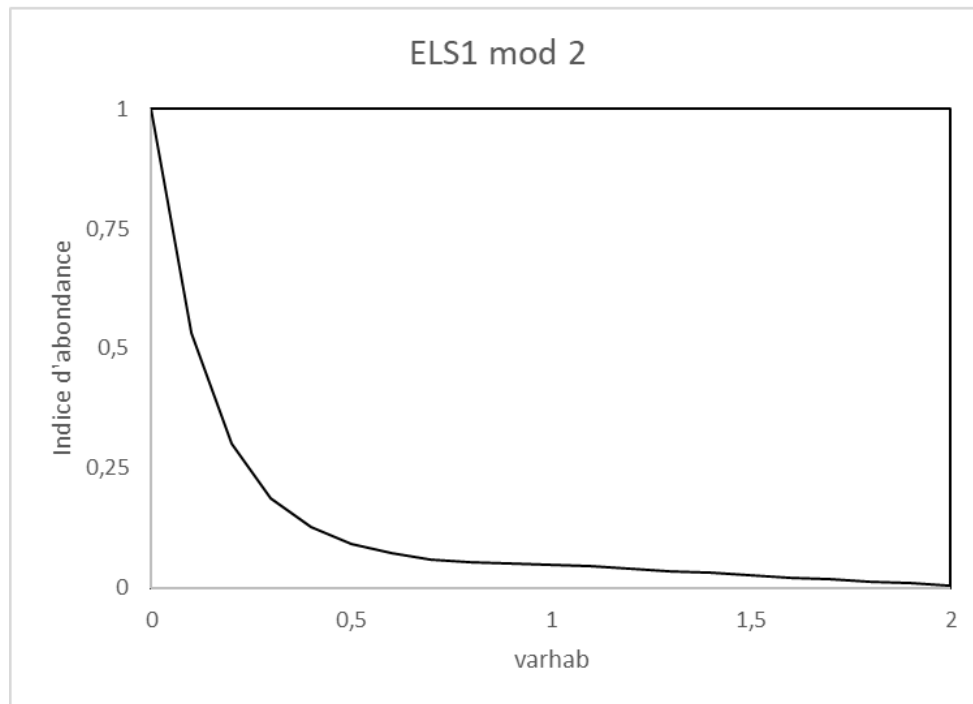


Figure 75: Courbe de préférence standardisée pour *Eleotris* sp (> 38 mm) au regard de la vitesse (m/s)

- **Poissons plats (*Kuhlia* sp., *K.rupestris*, *K.sauvagii*)**

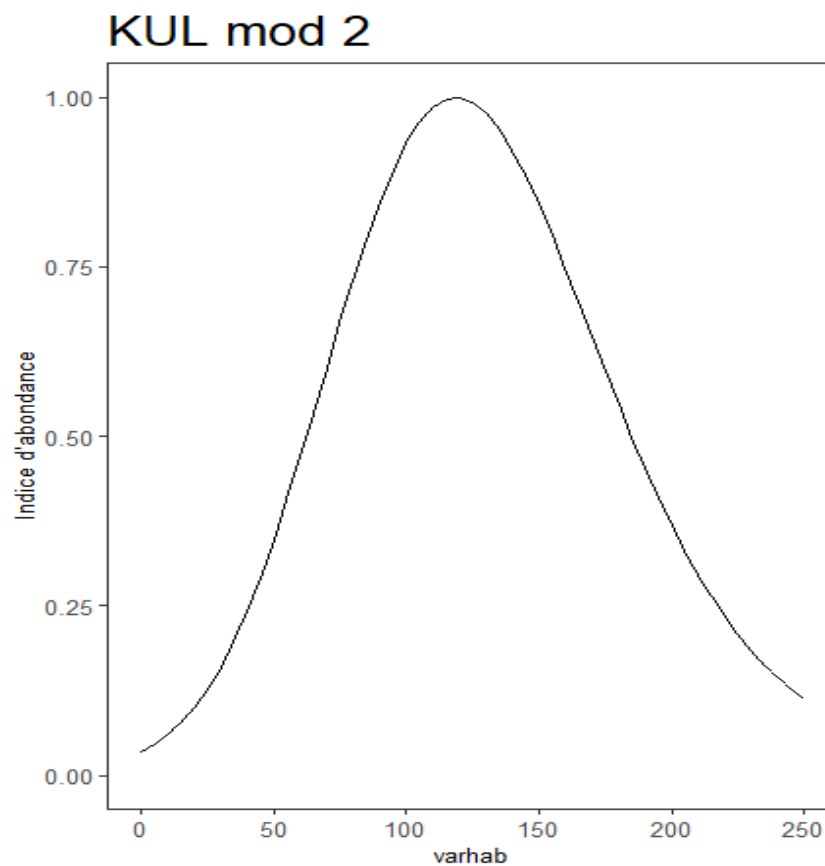


Figure 76: Courbe de préférence standardisée pour *Kuhlia rupestris* au regard de la profondeur (cm)

KUS1 mod 2

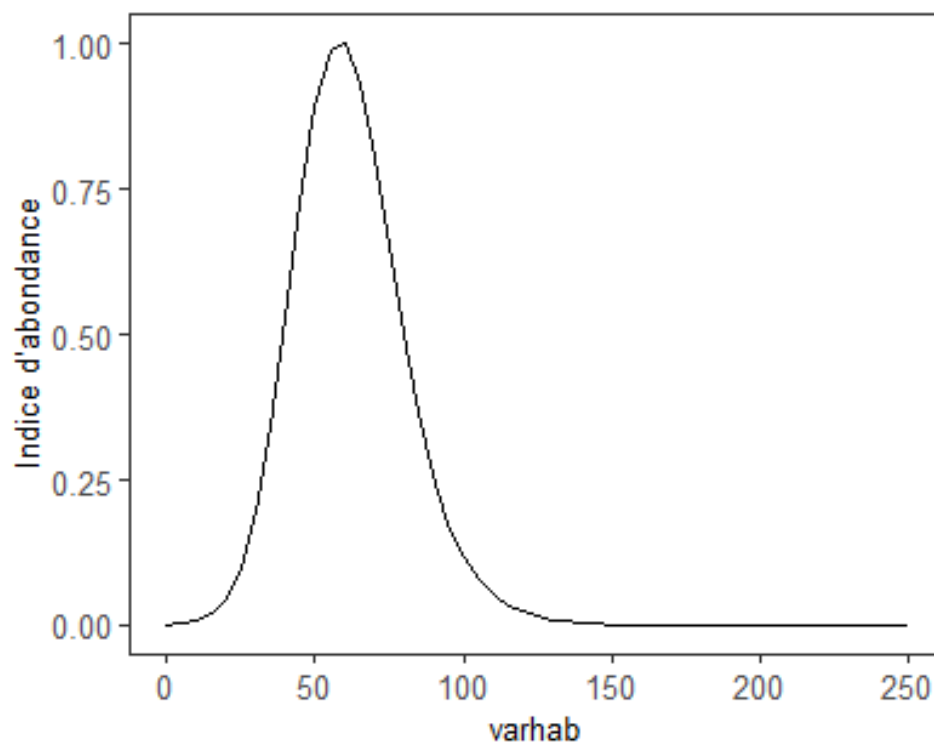


Figure 77 : Courbe de préférence standardisée pour *Kuhlia* sp (> 85 mm) au regard de la profondeur (cm)

- Cabot rayé (*Stenogobius polyzona*)

STE mod 2

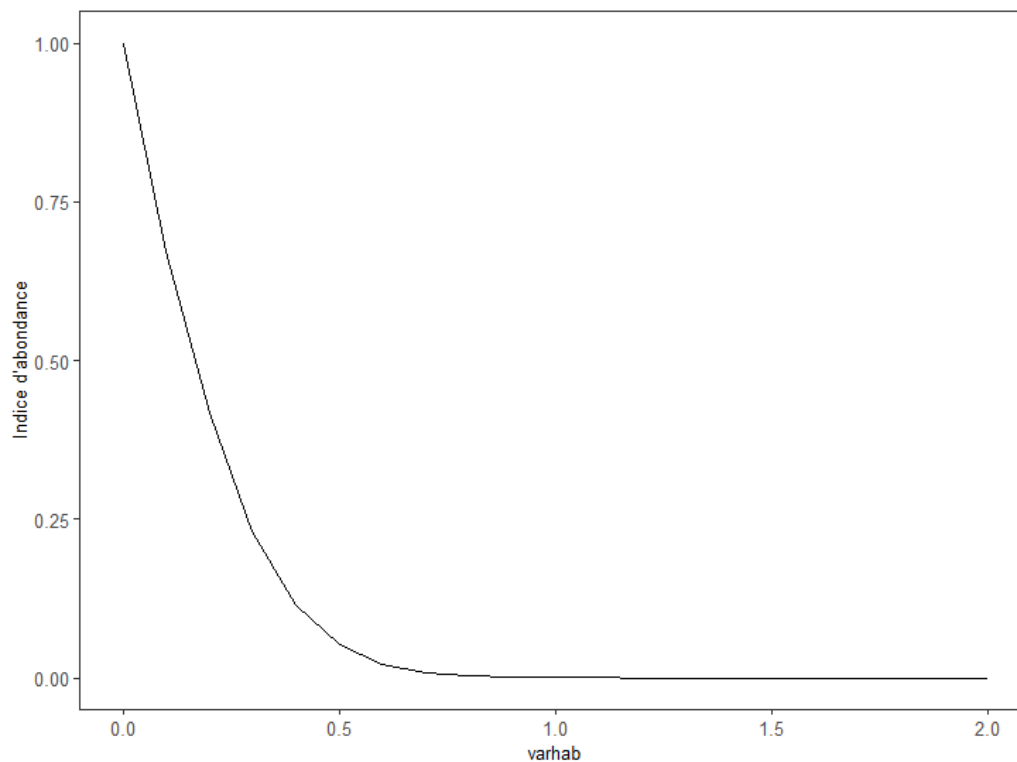


Figure 78: Courbe de préférence standardisée pour *Stenogobius polyzona* au regard de la vitesse (m/s)

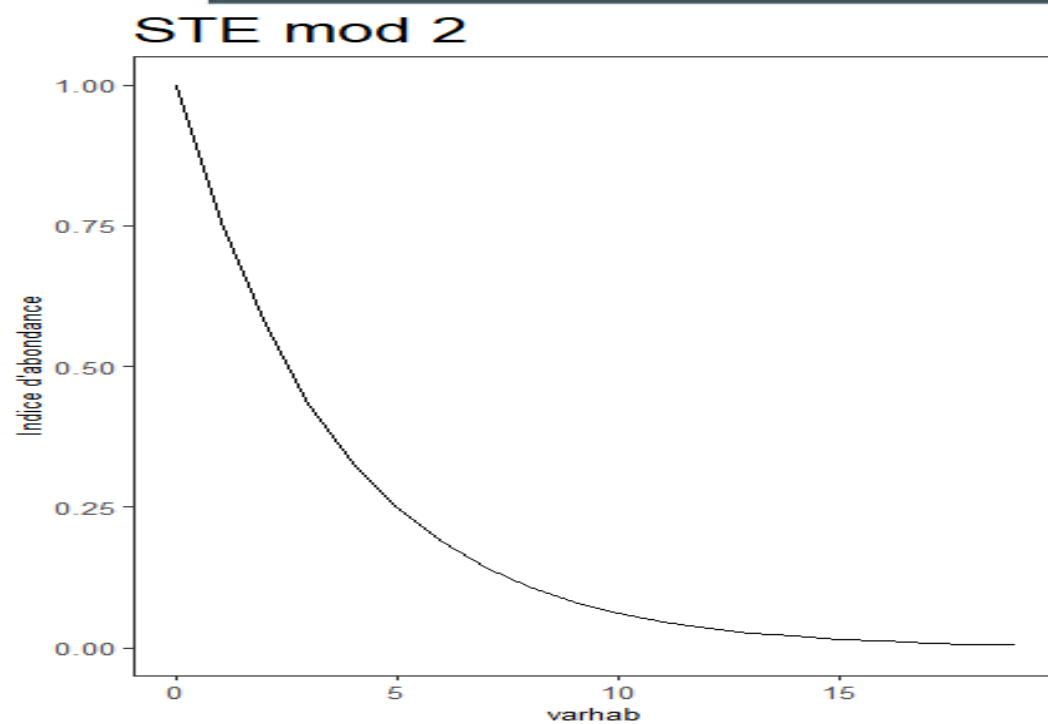


Figure 79: Courbe de préférence standardisée pour *Stenogobius polyzona* au regard des contraintes hydrauliques

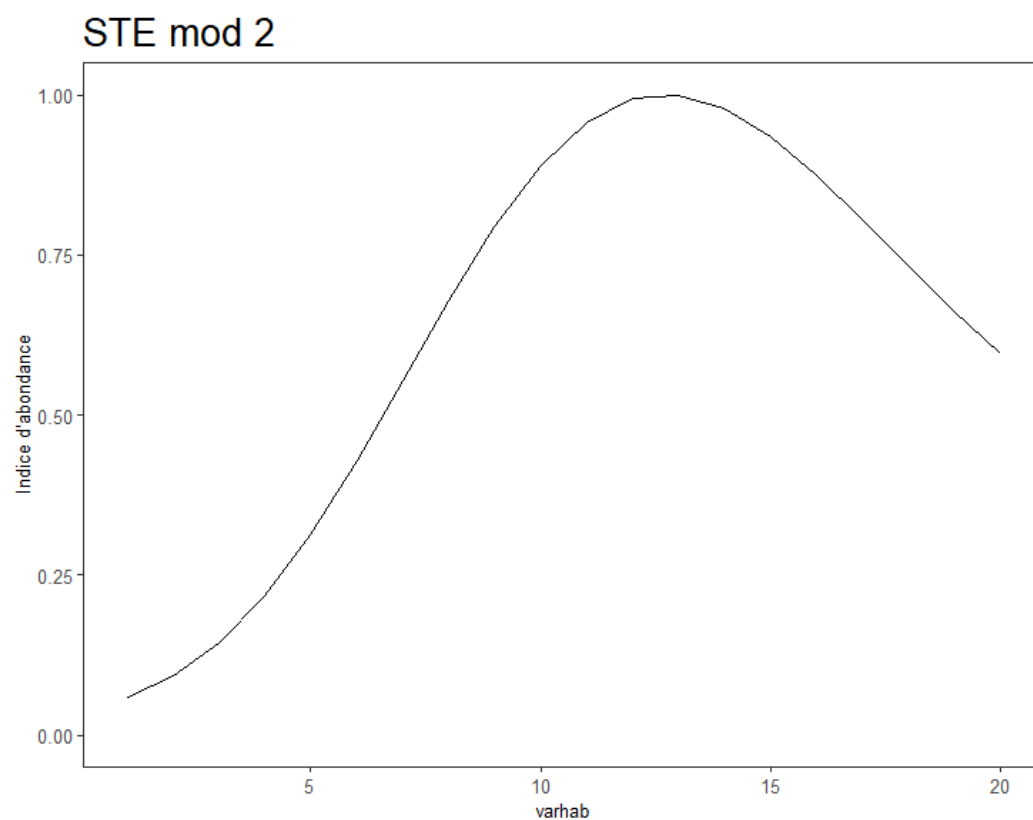


Figure 80: Courbe de préférence standardisée pour *Stenogobius polyzona* au regard de la granulométrie dominante

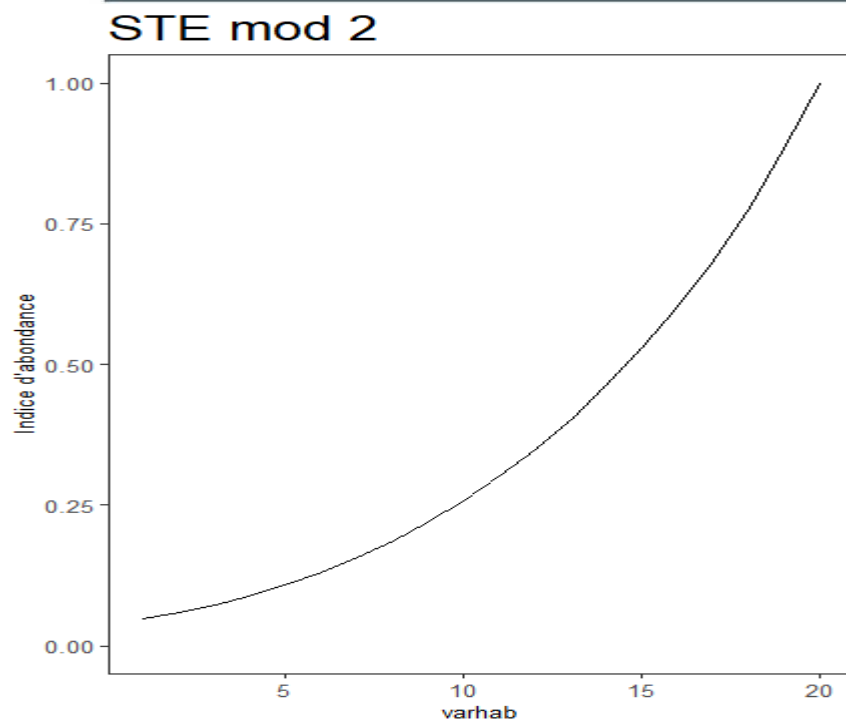


Figure 81: Courbe de préférence standardisée pour *Stenogobius polyzona* au regard de la granulométrie accessoire

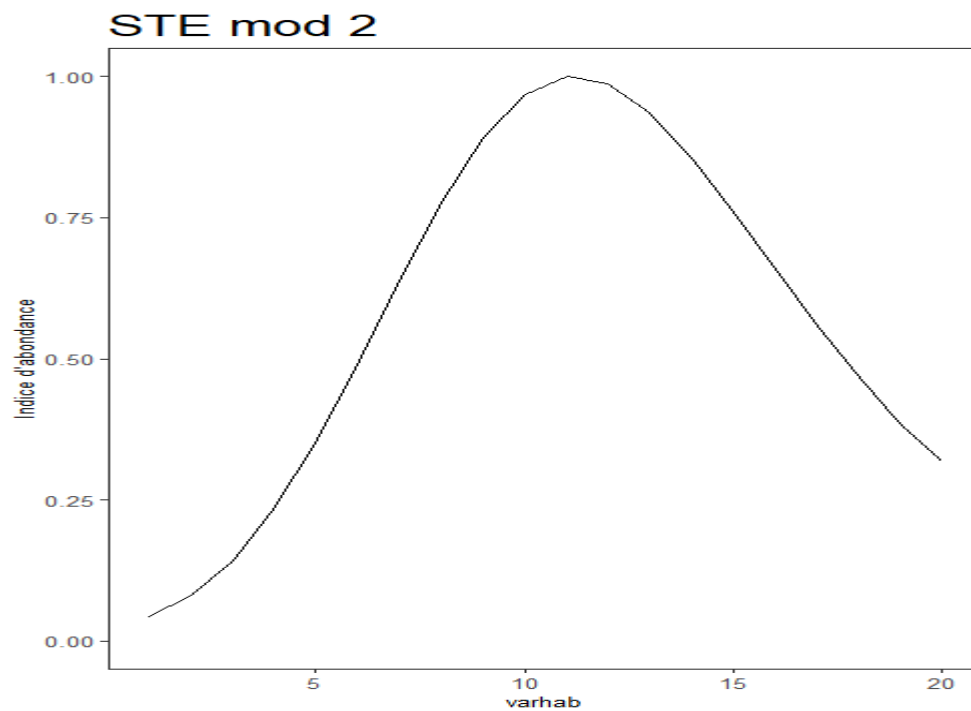


Figure 82: Courbe de préférence standardisée pour *Stenogobius polyzona* au regard de la granulométrie la plus grosse

- Cabot bouche-ronde (*Cotylopus acutipinnis*)

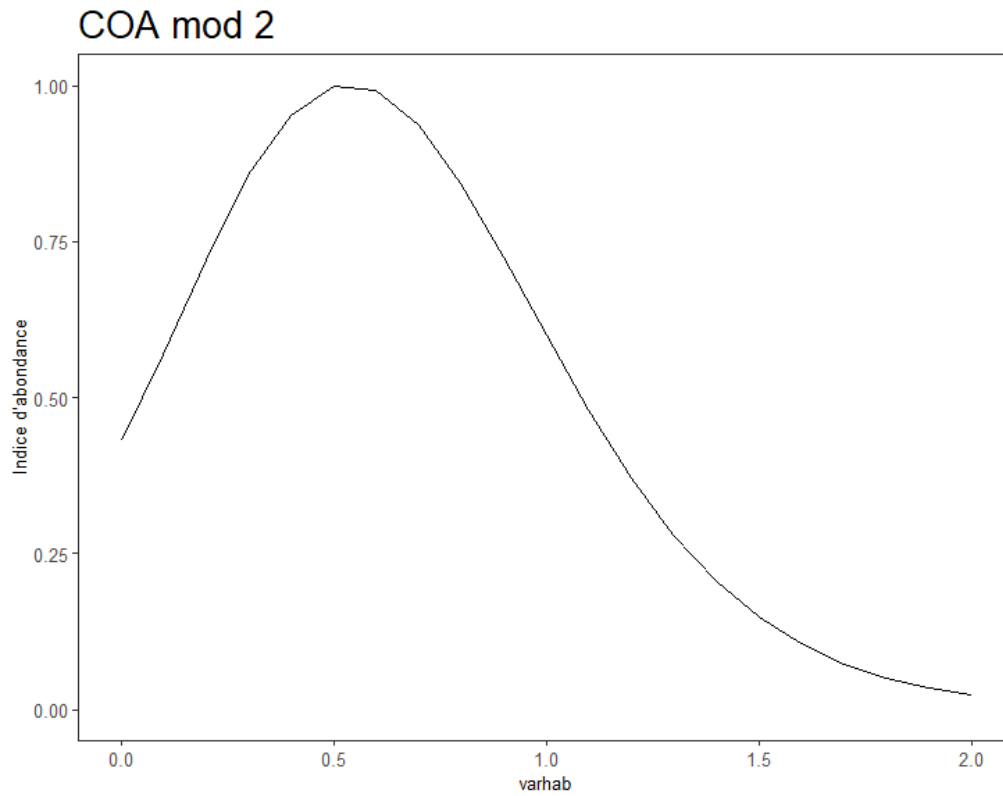


Figure 83 : Courbe de préférence standardisée pour *Cotylopus acutipinnis* au regard de la vitesse (m/s)

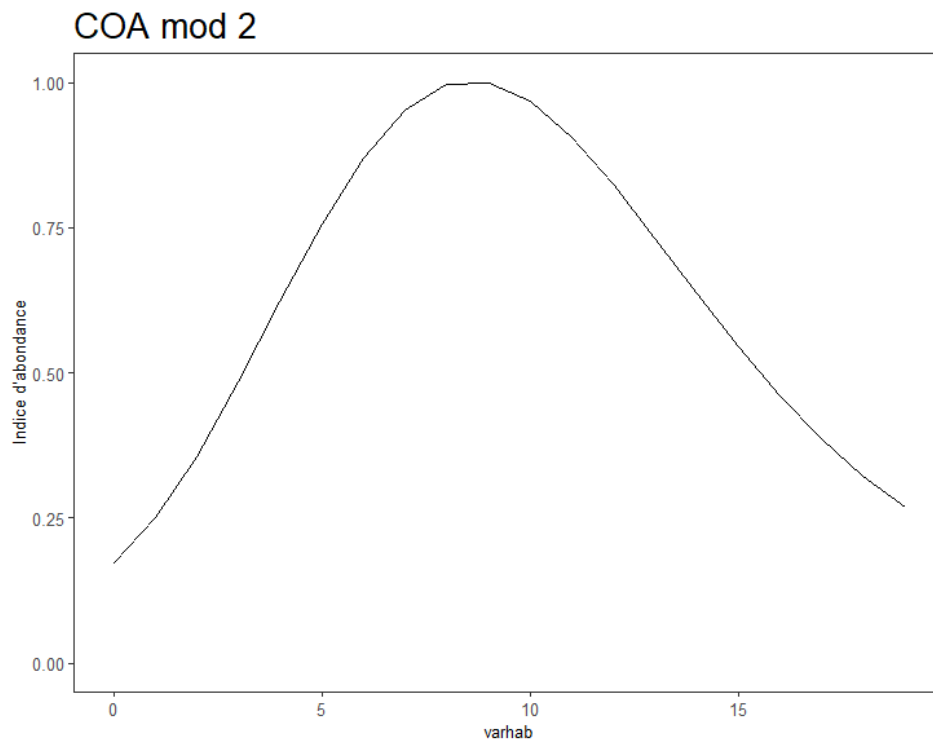


Figure 84: Courbe de préférence standardisée pour *Cotylopus acutipinnis* au regard des contraintes hydrauliques

- Cabot bouche-ronde (*Sicyopterus lagocephalus*)

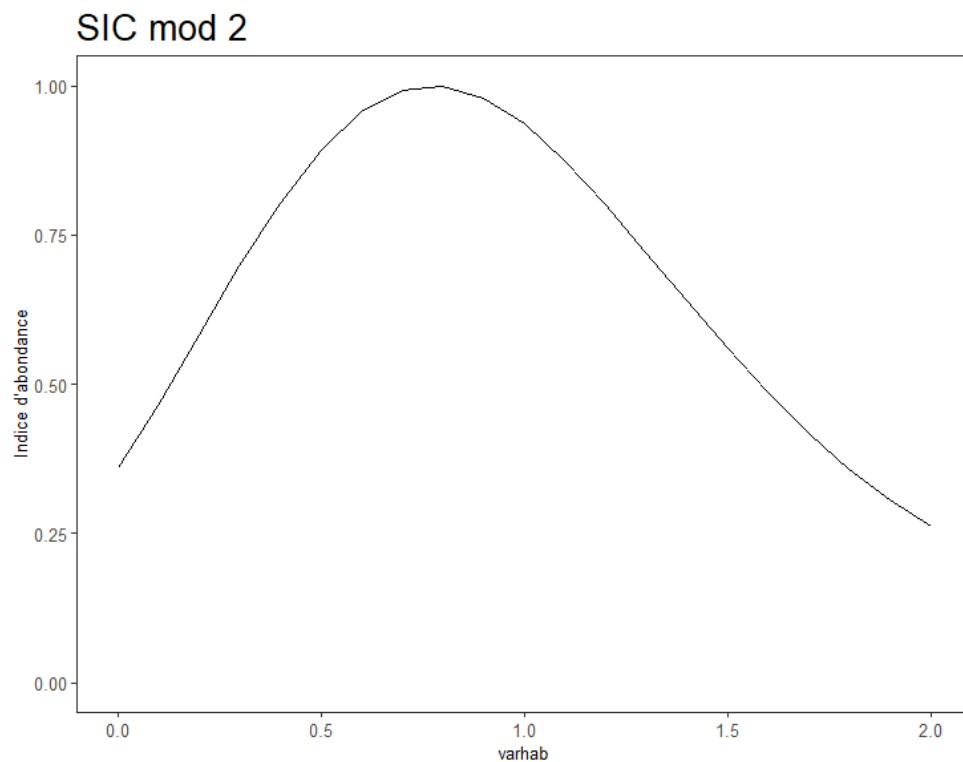


Figure 85: Courbe de préférence standardisée pour *Sicyopterus lagocephalus* au regard de la vitesse (m/s)

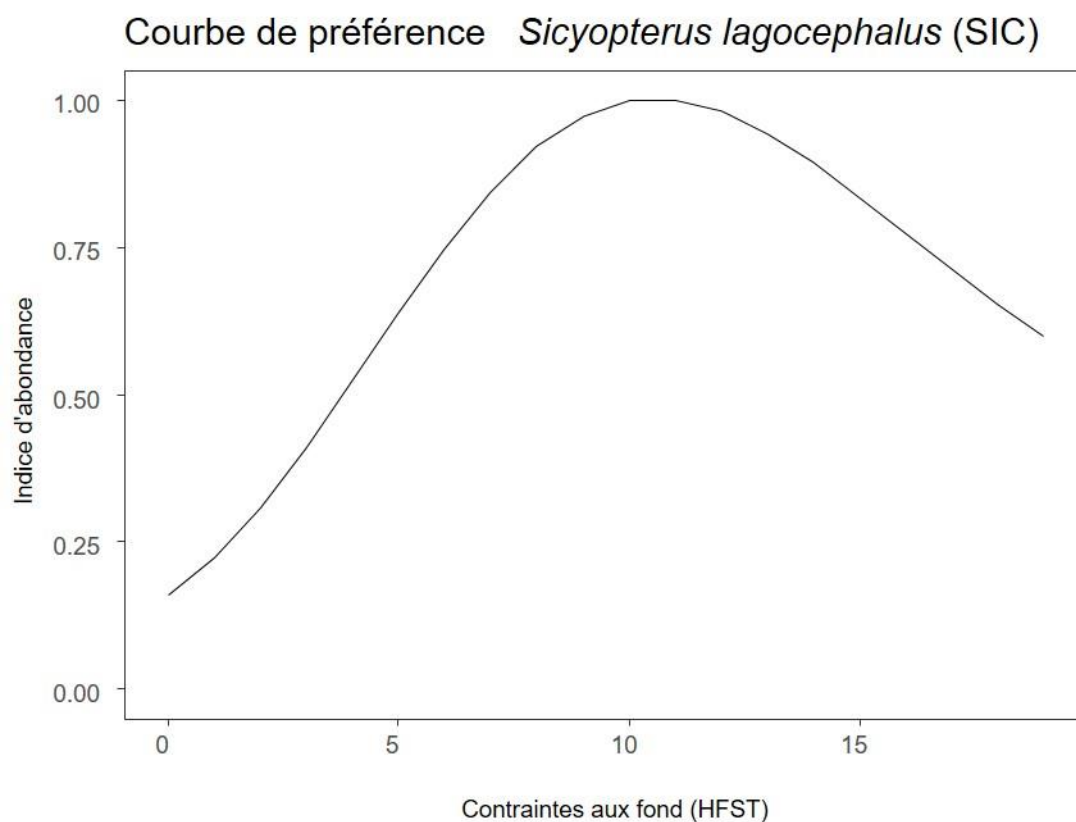


Figure 86: Courbe de préférence standardisée pour *Sicyopterus lagocephalus* au regard des contraintes hydrauliques

SIC mod 2

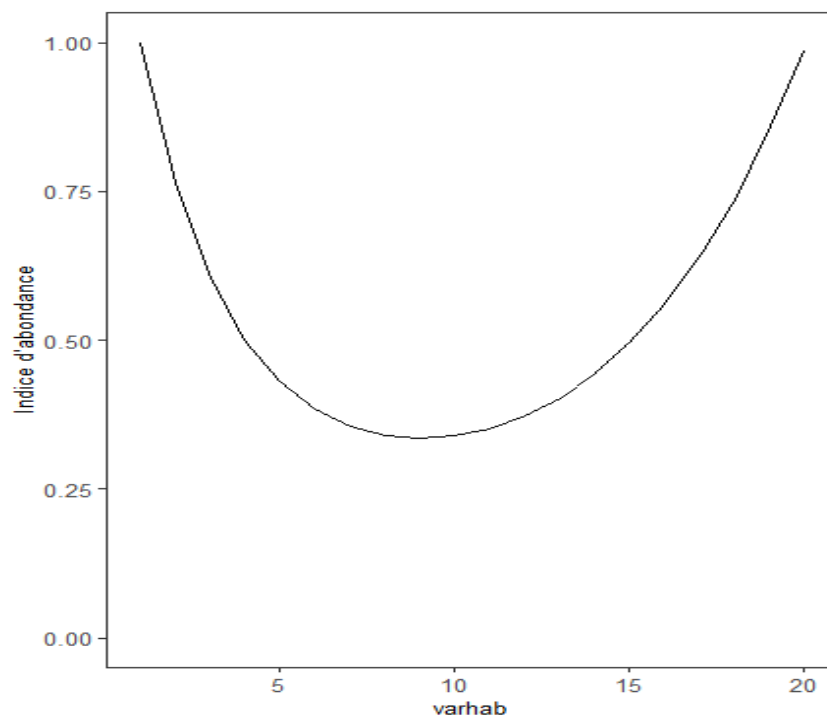


Figure 87 : Courbe de préférence standardisée pour *Sicyopterus lagocephalus* au regard de la granulométrie la plus grosse

- **Chevaquine (*Atyoida serrata*)**

ATY mod 2

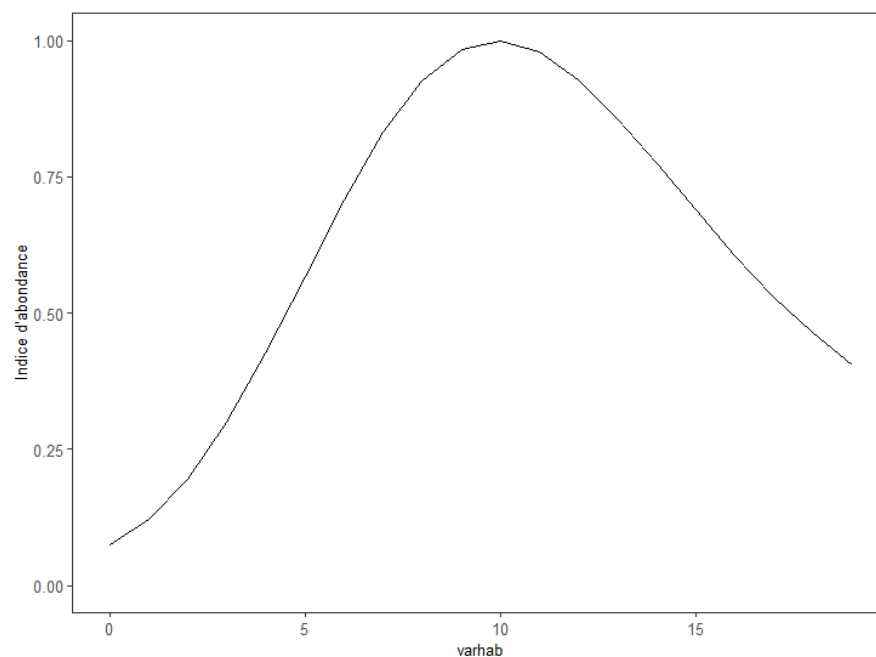


Figure 88 : Courbe de préférence standardisée pour *Atyoida serrata* au regard des contraintes hydrauliques

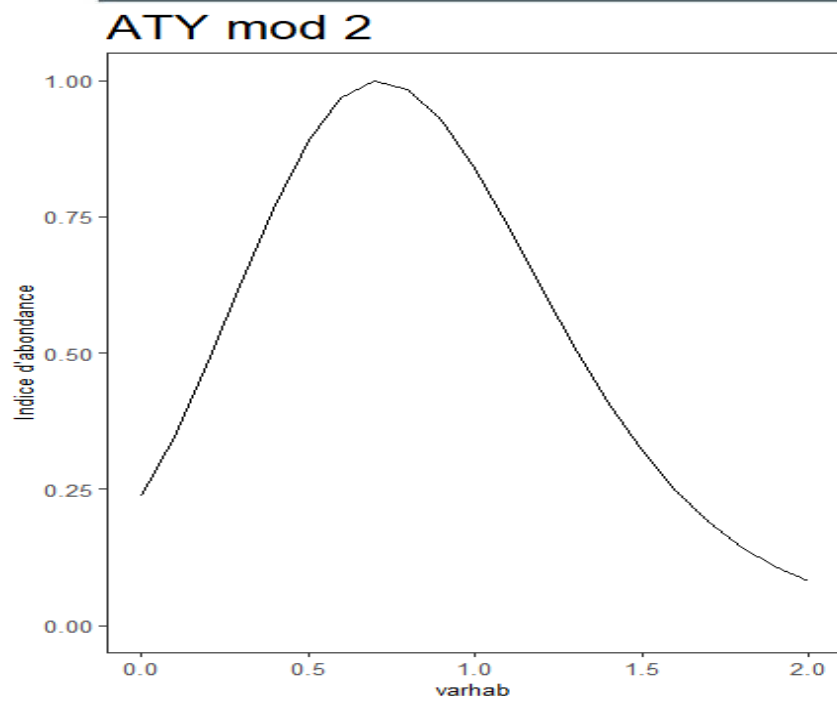


Figure 89: Courbe de préférence standardisée pour *Atyoida serrata* au regard de la vitesse (m/s)

- **Caridine (*Caridina serratirostris*)**

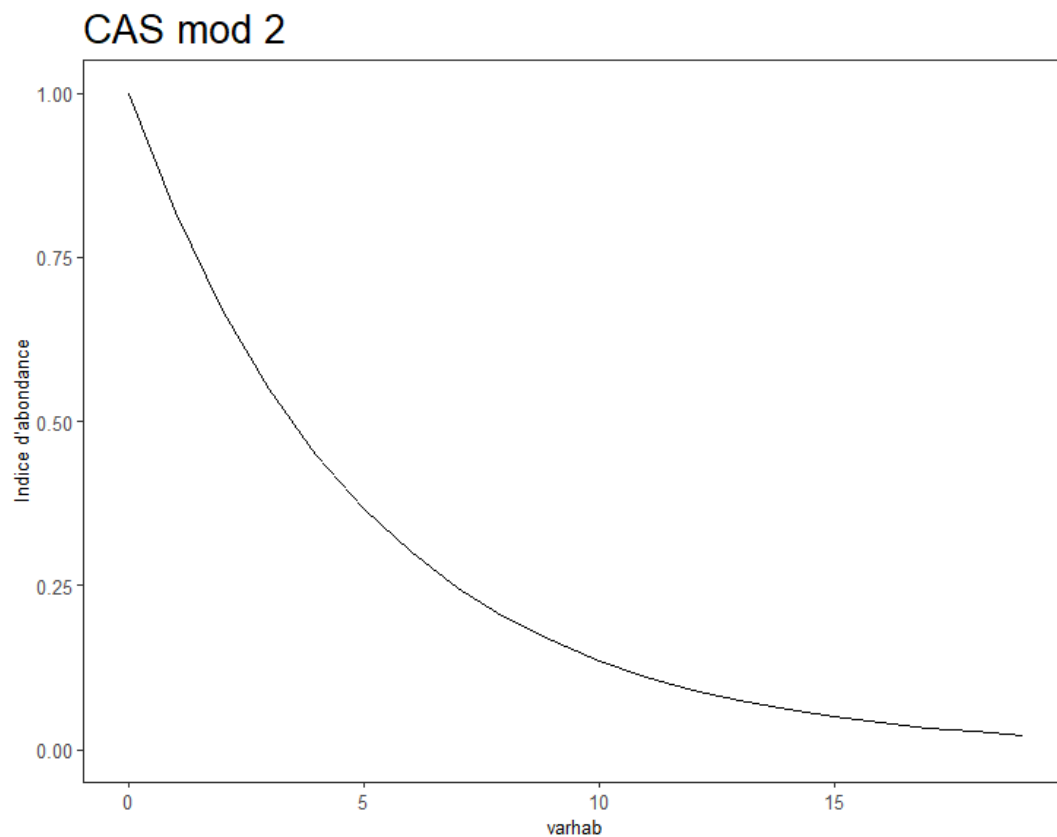


Figure 90 : Courbe de préférence standardisée pour *Caridina serratirostris* au regard des contraintes hydrauliques

- Camaron (*Macrobrachium lar*)

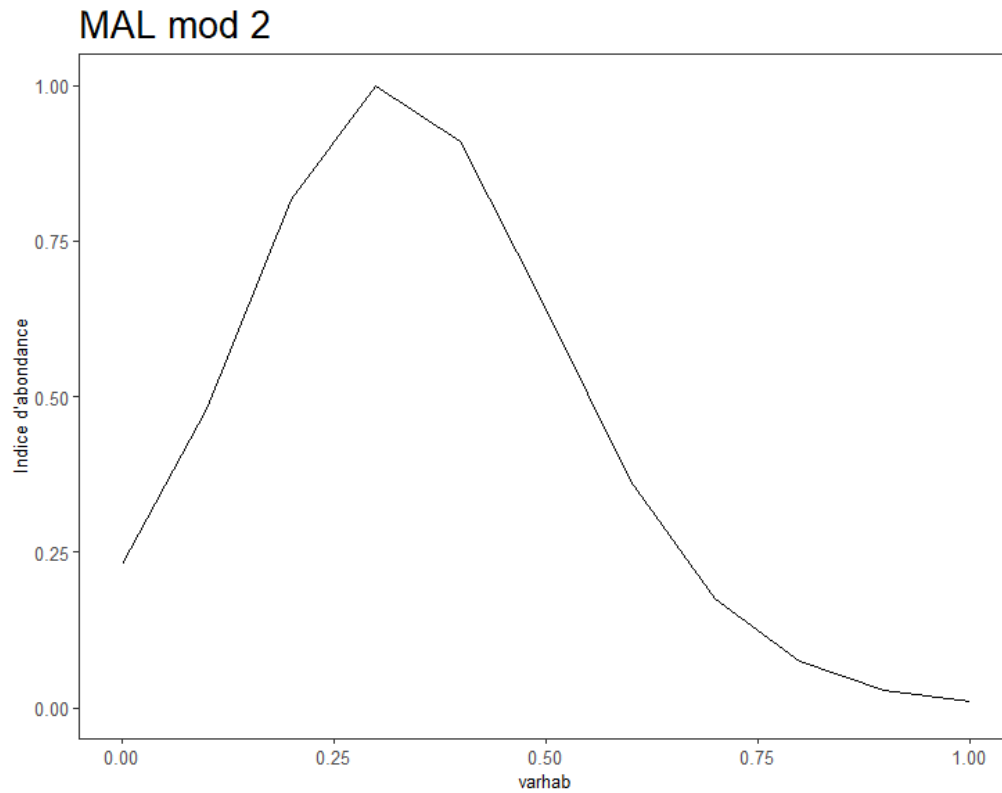


Figure 91 : Courbe de préférence standardisée pour *Macrobrachium lar* au regard de la distance à la berge

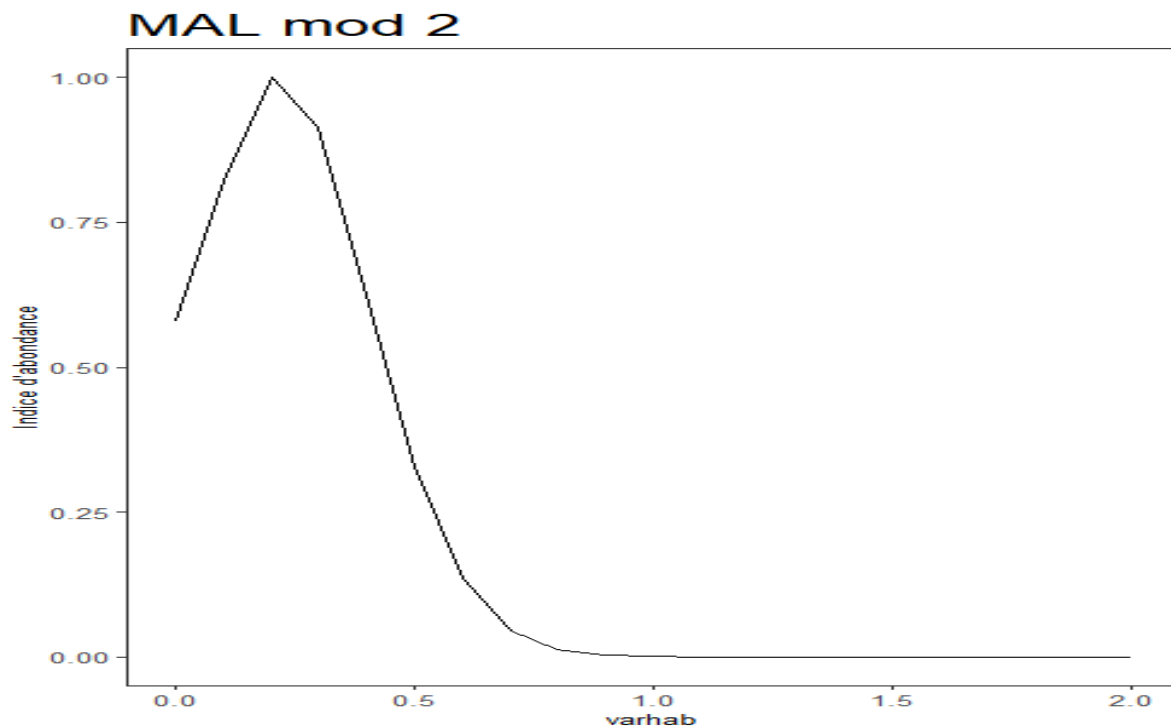


Figure 92: Courbe de préférence standardisée pour *Macrobrachium lar* au regard de la vitesse (m/s)

MAL mod 2

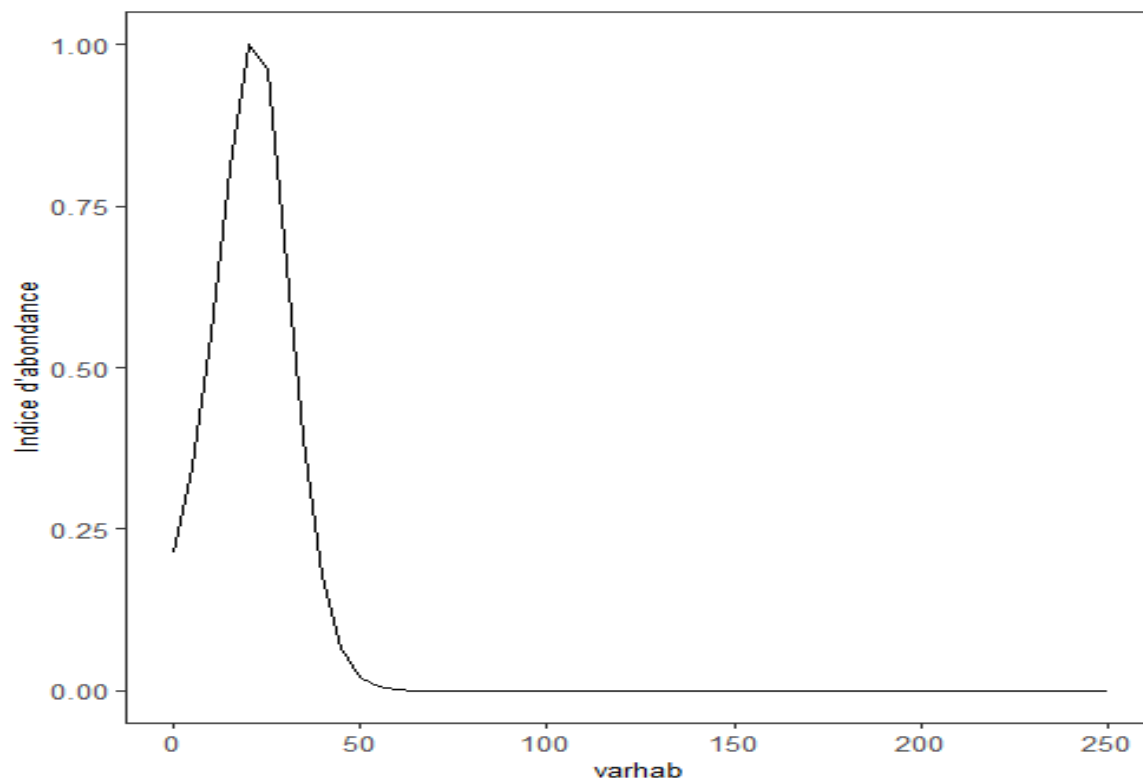


Figure 93 : Courbe de préférence standardisée pour *Macrobrachium lar* au regard de la profondeur (cm)

- **Chevrette (*Macrobrachium australe*)**

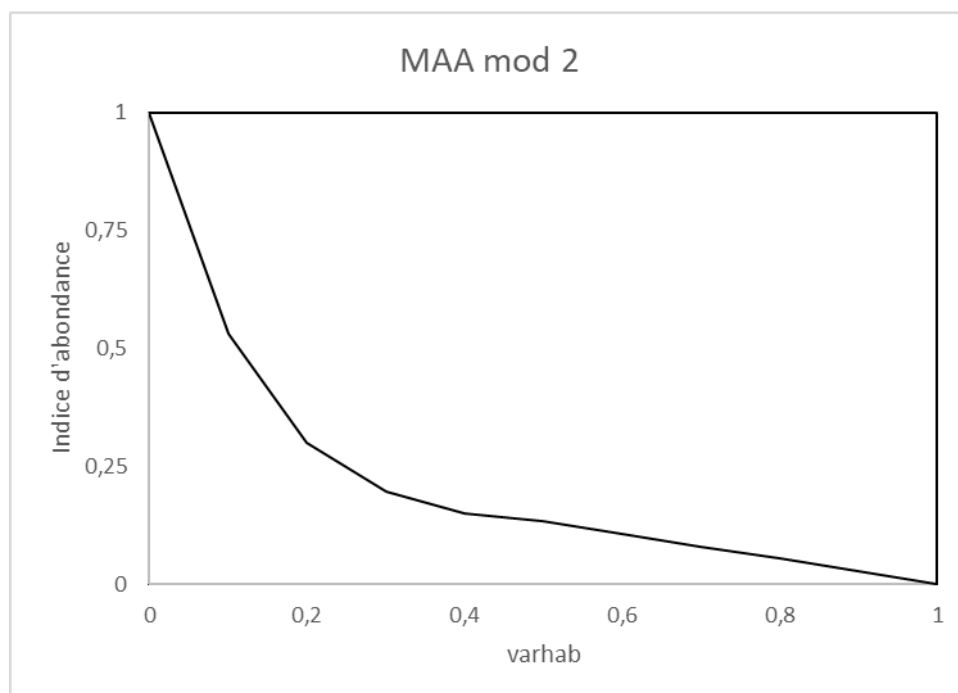


Figure 94: Courbe de préférence standardisée pour *Macrobrachium australe* au regard de la distance à la berge

MAA mod 2

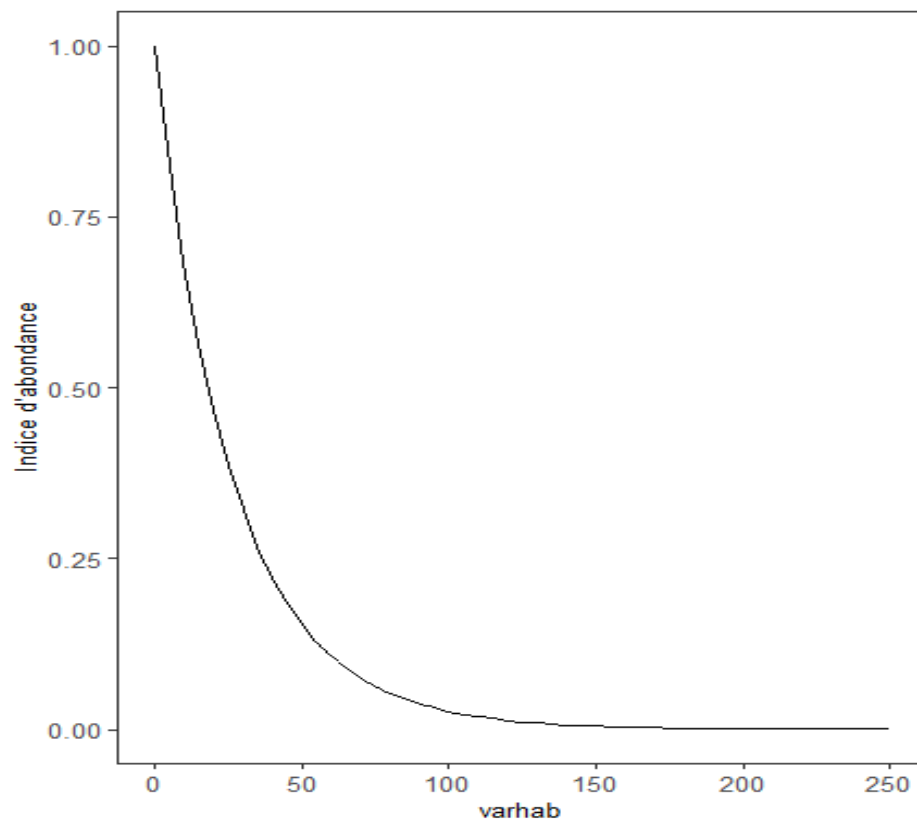


Figure 95 : Courbe de préférence standardisée pour *Macrobrachium australe* au regard de la profondeur (cm)

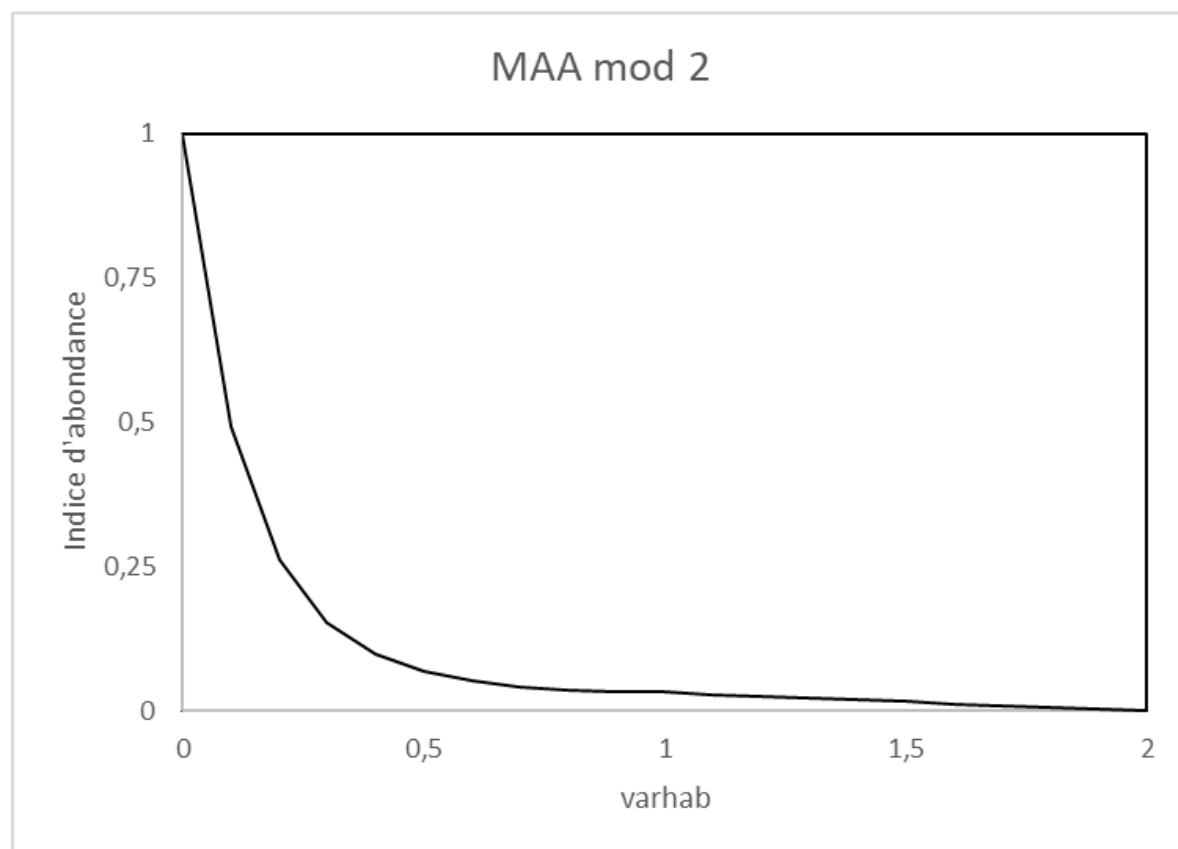


Figure 96: Courbe de préférence standardisée pour *Macrobrachium australe* au regard de la vitesse (m/s)

MAA mod 2

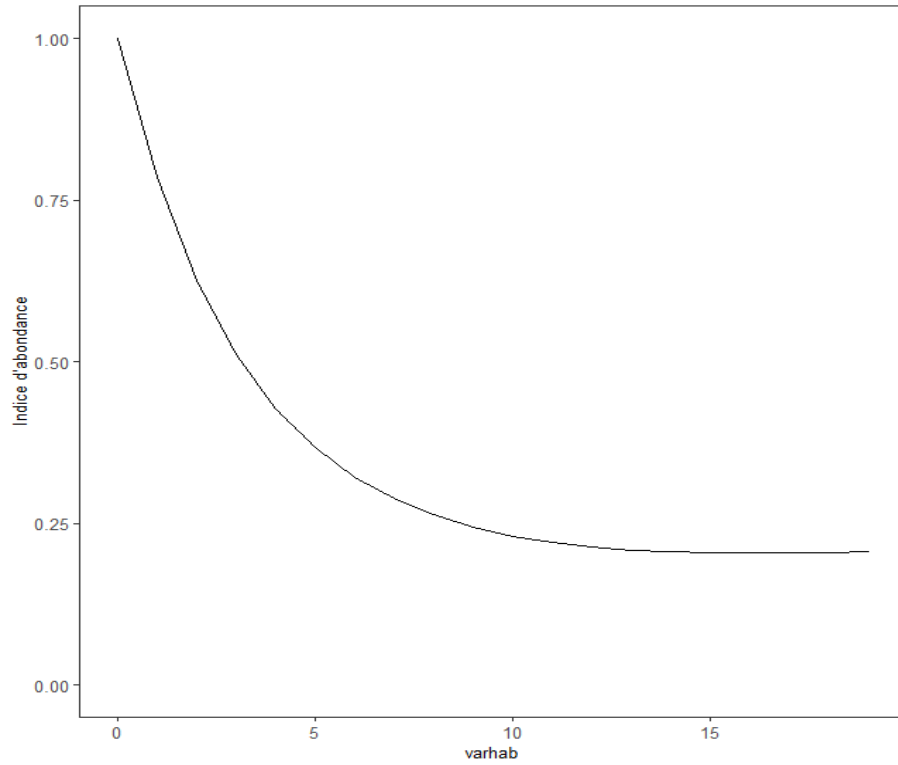


Figure 97: Courbe de préférence standardisée pour *Macrobrachium australe* au regard des contraintes hydrauliques

- **Ecrevisse (*Macrobrachium lepidactylus*)**

MAH mod 2

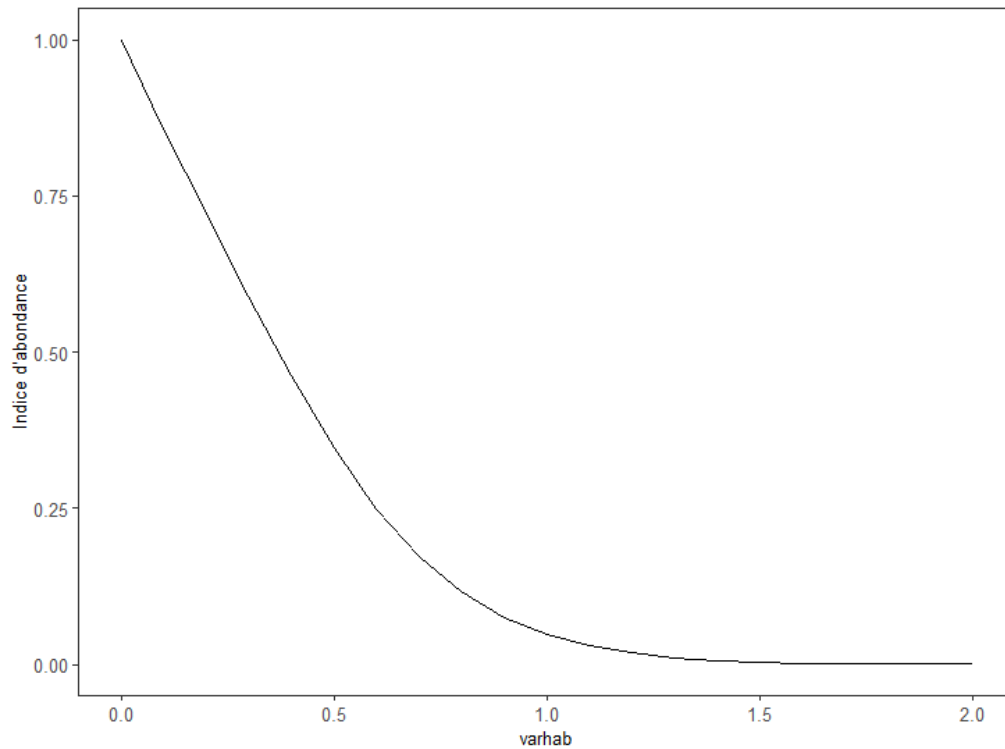


Figure 98: Courbe de préférence standardisée pour *Macrobrachium lepidactylus* au regard de la vitesse (m/s)

MAH mod 2

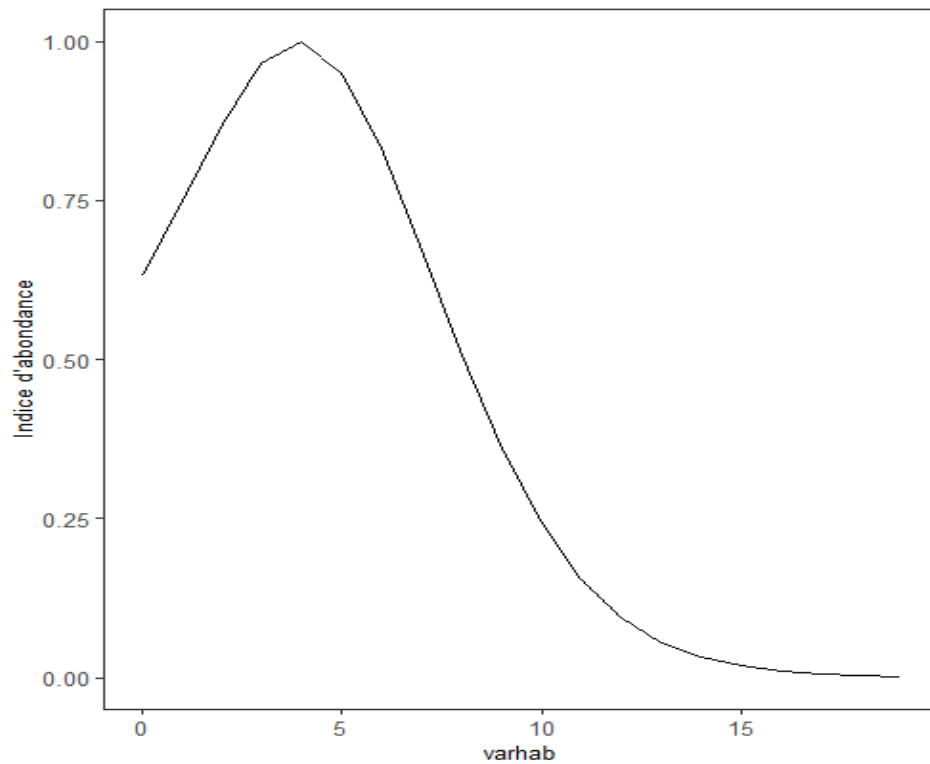


Figure 99: Courbe de préférence standardisée pour *Macrobrachium lepidactylus* au regard des contraintes hydrauliques

- **Crabe (*Varuna litterata*)**

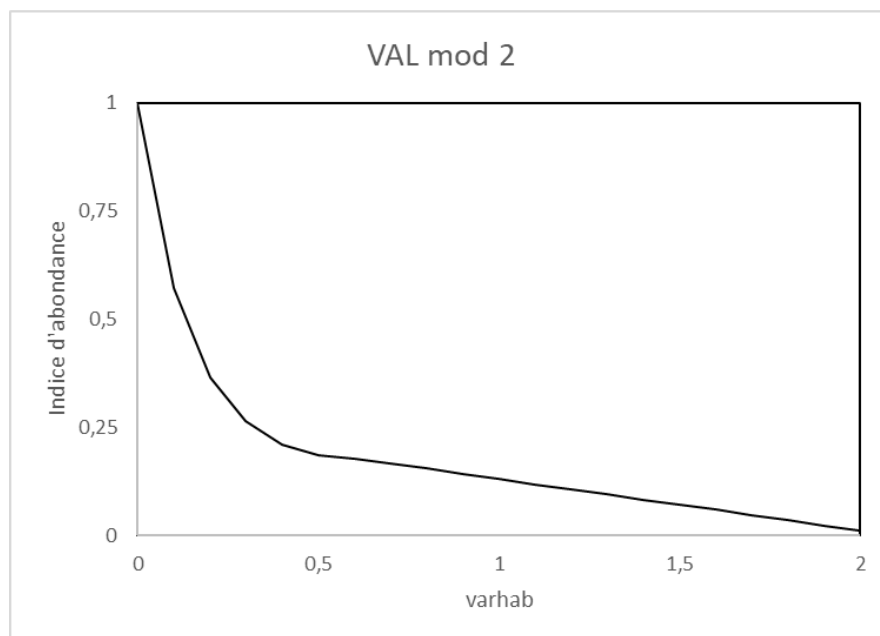


Figure 100 : Courbe de préférence standardisée pour *Varuna litterata* au regard de la vitesse (m/s)

VAL mod 2

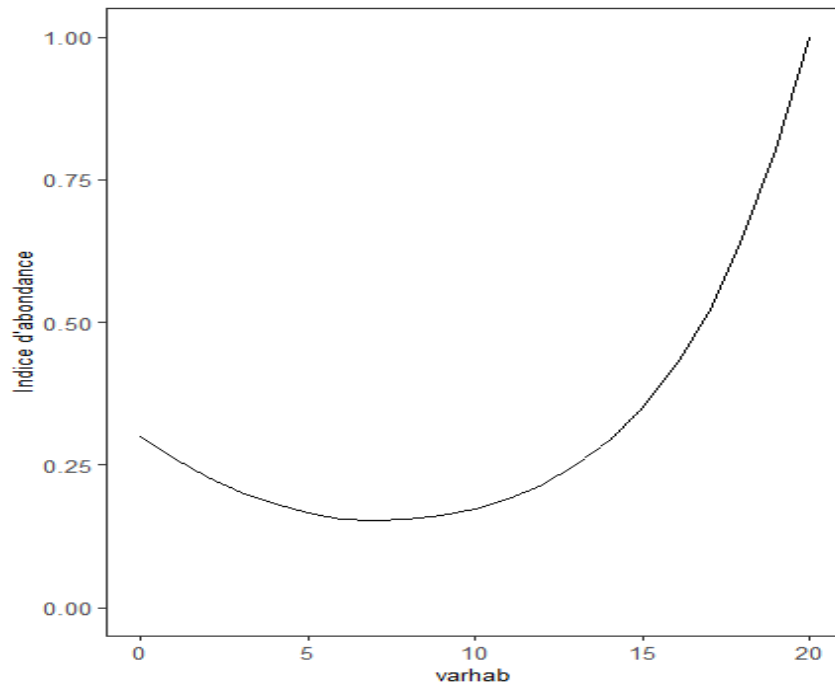


Figure 101: Courbe de préférence standardisée pour *Varuna litterata* au regard de la granulométrie accessoire

- **Guppy (*Poecilia reticulata*)**

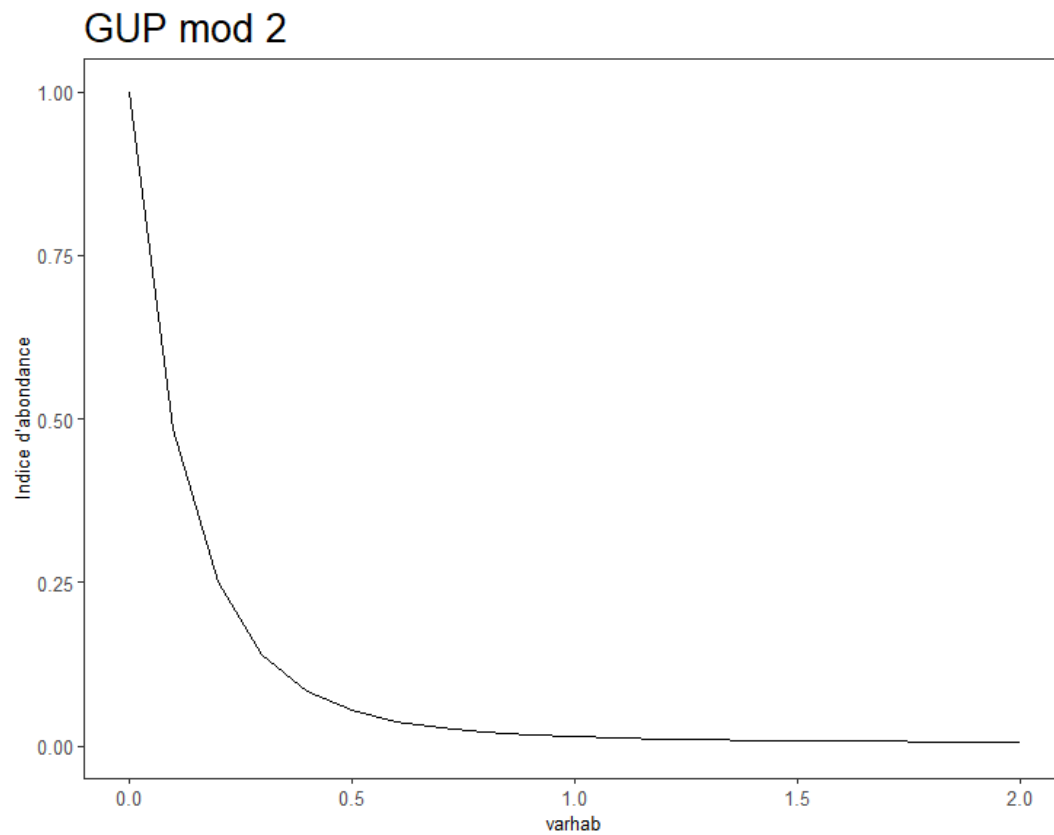


Figure 102: Courbe de préférence standardisée pour *Poecilia reticulata* au regard de la vitesse (m/s)

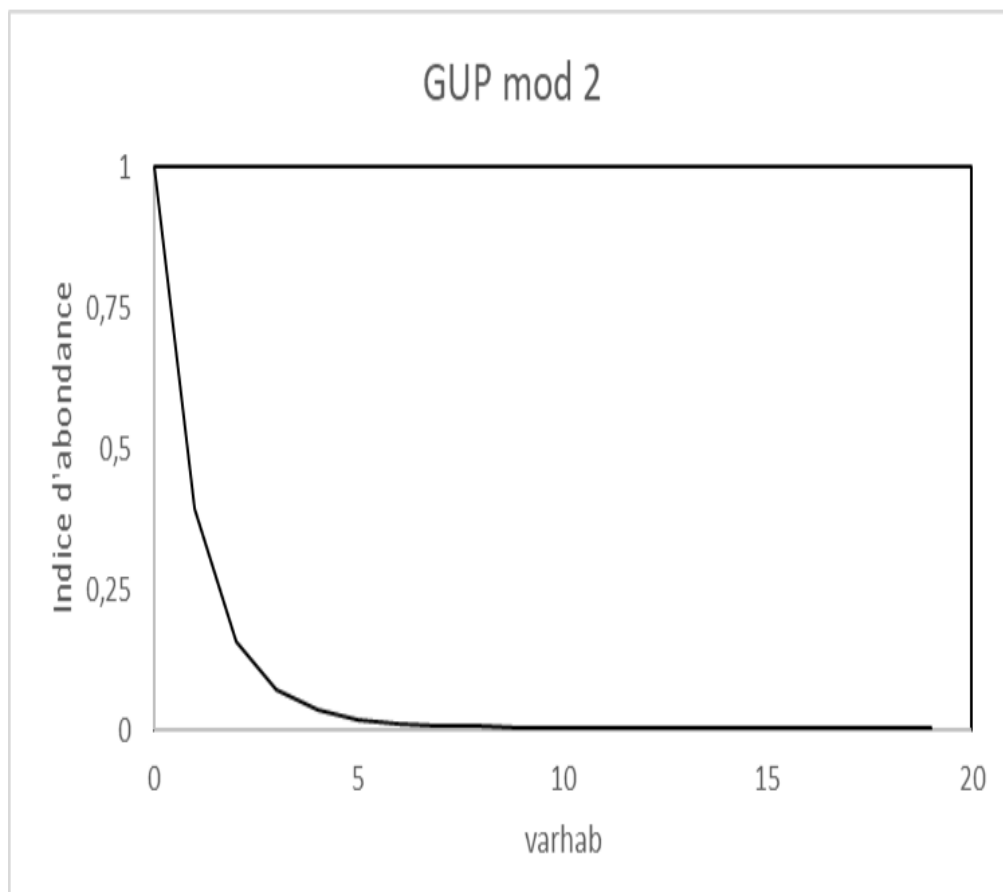


Figure 103 : Courbe de préférence standardisée pour *Poecilia reticulata* au regard des contraintes hydrauliques

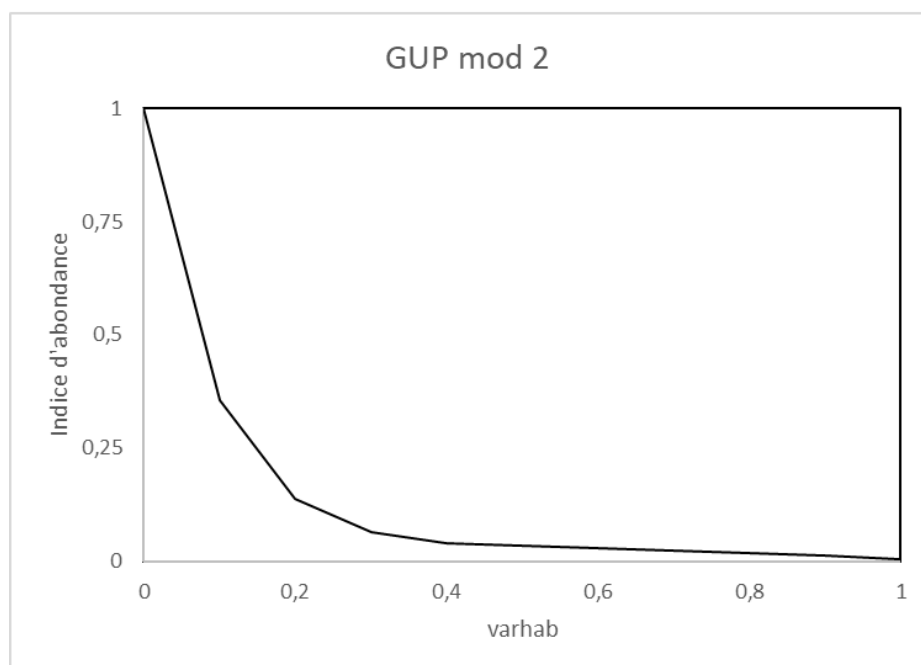


Figure 104: Courbe de préférence standardisée pour *Poecilia reticulata* au regard de la distance à la berge

- Porte-épée (*Xiphophorus hellerii*)

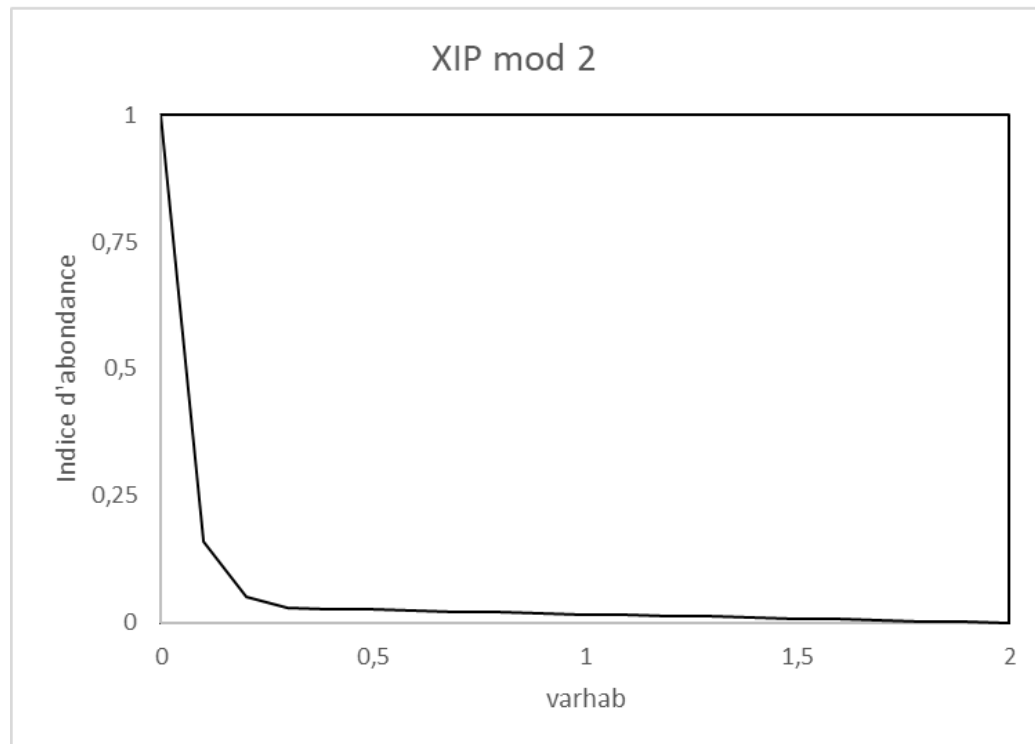


Figure 105: Courbe de préférence standardisée pour *Xiphophorus hellerii* au regard de la vitesse (m/s)

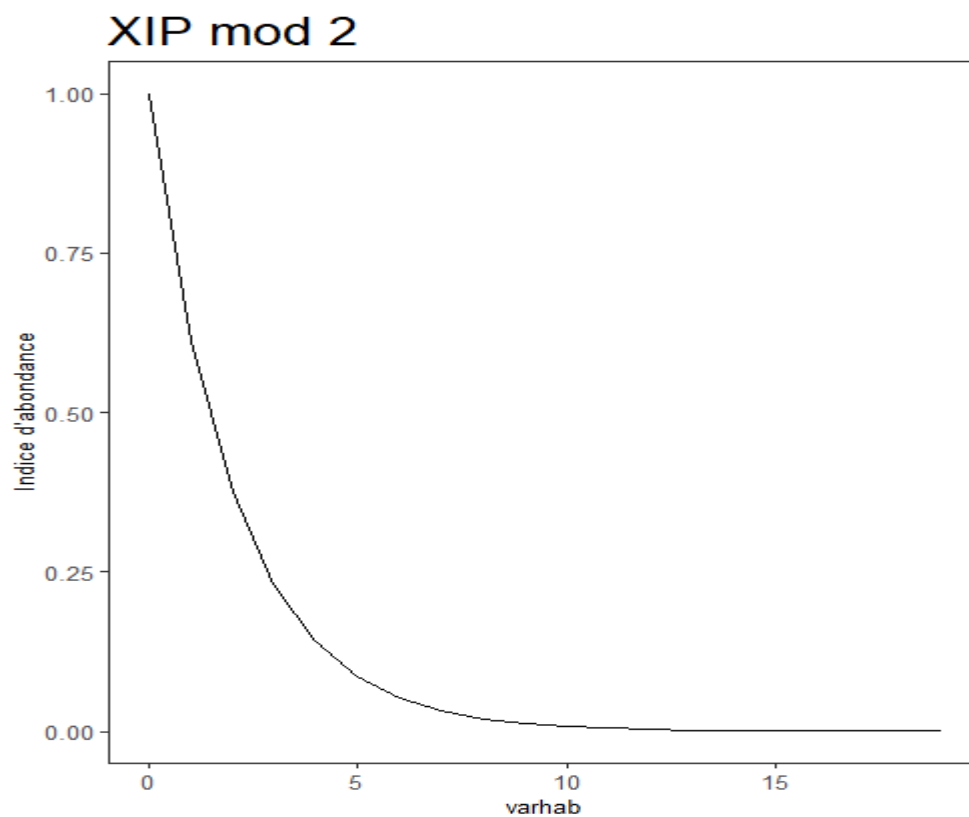


Figure 106: Courbe de préférence standardisée pour *Xiphophorus hellerii* au regard des contraintes hydrauliques

XIP mod 2

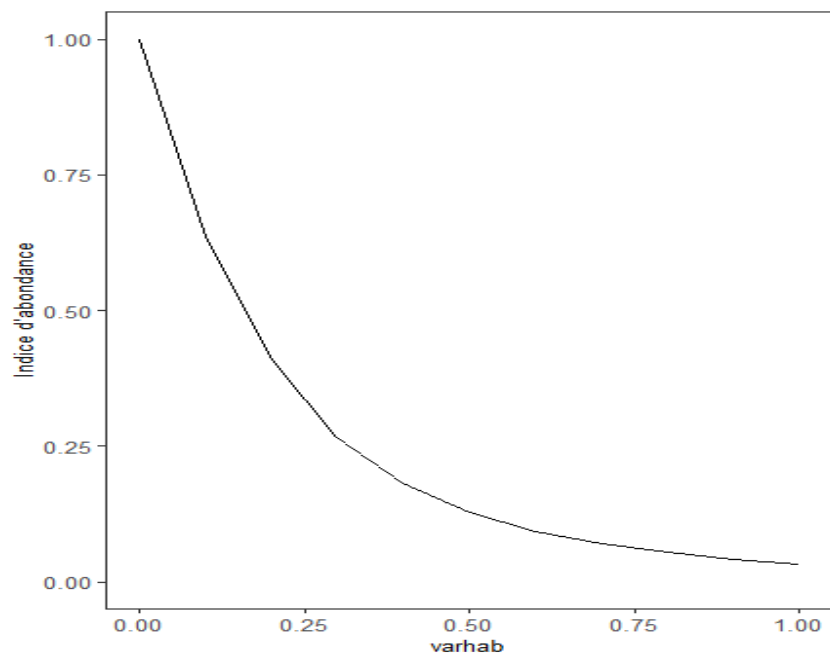


Figure 107: Courbe de préférence standardisée pour *Xiphophorus hellerii* au regard de la distance à la berge



Avec le soutien financier de :



Etude des préférences d'habitat des espèces piscicoles et caractérisation des rivières de La Réunion

- PHACAR-

Rapport final- Volet B « Outils d'interprétation de la qualité des peuplements »



V2
16/03/2020

Fiche signalétique

Titre : Etude des préférences d'habitat des espèces piscicoles et caractérisation des rivières de La Réunion - PHACAR. Rapport final – Volet B : Outils d'interprétation de la qualité des peuplements.

Numéro et indice de version : 1

Date d'envoi : 04/02/2019

Nombre de pages hors annexes : 68

Nombre d'annexes dans le texte : 3

Nombre d'annexes séparées : 1

OCEA Consult'

Adresse : 236 B, chemin Concession, 97 432 Ravine des cabris, Saint Pierre - La Réunion

Tél : 0262 32 23 72

Site web : www.ocea.re

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Traitement des données et rédaction : Laetitia Faivre (laetitia.faivre@ocea.re)

Direction de projet, validation : Pierre Valade (pierre.valade@ocea.re)

Bancarisation des données : Henri Grondin (henri.grondin@ocea.re)

Mise en œuvre des opérations de terrain : Guillaume Borie, Henri Grondin, Baptiste Salager

Office de l'Eau

Adresse : 49, rue Mazagran 97 400 Saint-Denis - La Réunion

Tél : 0262 30 84 84 – Fax : 0262 30 84 85

<http://www.eaureunion.fr> - www.facebook.com/eaureunion - <https://twitter.com/eaureunion>

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Direction de projet, validation : Alexandre Moullama (amoullama@eaureunion.fr)

Mise en œuvre des opérations de terrain : Jean Hugues Picard, Yann Sotaca, René Dominique Corbière, Serges Vidot

FDAAPPMA 974 et associations affiliées (AAPPMA-RS et AAPPMA-SA)

Adresse : 208, route de la Passerelle - La Réunion

Tél : 0262 91 32 48 – Mobile : 0692 02 29 62

Site web : www.pechereunion.fr

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Mise en œuvre des opérations de terrain : Gabriel Hoarau, Johny Maillot, Mehdy Moïse, Camille Treilhes, Guy Claude Vienne, Daniel Vitry, Anaïs Grondin

Participation aux comités techniques : Armand Metro

IRSTEA

Adresse : 5, rue de la Doua, CS 20244, 69625 Villeurbanne Cedex – La Métropole

Tél : 0472 20 10 67

<https://dynam.irstea.fr/>

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Proposition et validation des analyses statistiques : Maxence Forcellini (maxence.forcellini@irstea.fr) et Nicolas Lamouroux (nicolas.lamouroux@irstea.fr).

Mots clés : Réunion, rivières, poissons, crustacés, préférences d'habitat, outils, qualité

Ce rapport peut être cité comme suivant : Faivre L., Moullama A., Forcellini M., Lamouroux N. et Valade P., 2019, Etude des préférences d'habitat des espèces piscicoles et caractérisation des rivières de La Réunion - PHACAR. Rapport final OCEA, Office de l'Eau, FDAAPPMA 974 et IRSTEA, Volet B : Outils d'interprétation de la qualité des peuplements, 77p.

La base de données et les courbes de préférences d'habitats sont disponibles au lien suivant

http://www.eaureunion.fr/fileadmin/user_upload/Etudes/ETUDE_01767_BDD_COURBES.zip

Table des matières

1	Cadre du rapport	7
2	Rappel des objectifs	8
3	Indice Réunion Poissons (IRP) : Rappels conceptuels et méthodologiques.....	9
3.1	Cadre de développement et principe de l'IRP.....	9
3.2	Mise en œuvre de l'IRP	11
3.2.1	Sectorisation de la station.....	11
3.2.2	Calcul des densités d'espèces ou de population en pêche par ambiances.....	13
4	Détermination des valeurs de référence.....	15
4.1	Typologie des stations d'étude	15
4.1.1	Typologie des stations RCS Poissons	15
4.1.2	Typologie des stations PHACAR.....	17
4.2	Classes d'abondance	19
4.2.1	Méthodologie EPA.....	19
4.2.2	Méthodologie EPO.....	20
4.2.3	Comparaison des quartiles entre types de stations et entre méthodes de pêche	20
4.3	Classes de richesse spécifiques	21
4.3.1	Méthodologie EPA.....	21
4.3.2	Méthodologie EPO.....	22
5	Variabilité des descripteurs des peuplements faunistiques en fonction des méthodologies d'inventaire	23
5.1	Jeu de données employé et principes méthodologiques.....	23
5.2	Variabilité de la richesse spécifique en fonction des méthodologies d'inventaire.....	24
5.3	Variabilité des abondances taxonomiques en fonction des méthodologies d'inventaire	26
5.3.1	Variabilité de l'abondance de l'ensemble des taxons toutes stations confondues.....	26
5.3.2	Variabilité des taxons-cibles par stations.....	27
5.3.3	Conclusions sur les corrélations d'abondances observées entre les différentes méthodologies.....	38
6	Apports des descripteurs d'habitats à l'interprétation de la qualité des peuplements de poissons et de crustacés	40
6.1	Détermination des surfaces pondérées utiles à partir d'éléments du mésohabitat	41
6.1.1	Variables d'habitats utilisées.....	41
6.1.2	Détermination des surfaces pondérées utiles à partir des faciès	44
6.2	Détermination des surfaces pondérées utiles à partir d'éléments du microhabitat.....	46
6.2.1	Variables d'habitats utilisées.....	46

6.2.2	Détermination des capacités d'accueil d'une station au regard des paramètres du micro-habitat.....	48
6.3	Application sur un jeu de stations issues du RCS	50
6.3.1	Stations d'étude	50
6.3.2	Détermination des surfaces pondérées utiles à partir des faciès	51
6.3.3	Détermination de peuplements théoriques d'une station au regard des paramètres du micro-habitat.....	52
6.3.4	Confrontation des résultats obtenus via les faciès et les paramètres du microhabitat	55
6.3.5	Interprétation des différences entre peuplements théoriques et observés dans l'analyse de la qualité des peuplements	57
6.3.6	Conclusions sur les différences entre peuplements théoriques et observés	68
7	Conclusions.....	69
	Bibliographie.....	70
	Annexe 1 : Courbes standardisées pour le paramètre « faciès » retenues	71
	Annexe 2 : Limites de classes de densités utilisées pour le RCS poissons-crustacés	75
	Annexe 3 : Classes de taille et niveau taxonomique pris en compte dans le cadre des analyses PHACAR	78

Liste des Figures

Figure 1 - Localisation des stations d'échantillonnage du Réseau Piscicole. Source : UMR CNRS 5023 et al, 2012.....	10
Figure 2 - Exemple de données issues d'une pêche par ambiances Source : Hydrô Réunion ,2016	13
Figure 3 - Projection des valeurs de d'altitude en fonction de la distance à la mer pour les différents types de stations RCS.....	16
Figure 4 - Projection des stations PHACAR sur le gradient distance à la mer- altitude des types de stations RCS	17
Figure 5 - Quartiles maximum des abondances des taxons selon les types et méthodologies d'inventaires	20
Figure 6 - Richesse spécifique obtenue pour les poissons et crustacés indigènes, en fonction des méthodes d'inventaire. En Noir : le modèle moyen, en bleu : le modèle EPA, en orange ; le modèle EPA+EPO	24
Figure 7 - Richesse spécifique obtenue pour les poissons indigènes, en fonction des méthodes d'inventaire. En Noir : le modèle moyen, en bleu : le modèle EPA, en orange ; le modèle EPA+EPO.....	25
Figure 8 - Richesse spécifique obtenue pour les crustacés indigènes, en fonction des méthodes d'inventaire. En Noir : le modèle moyen, en bleu : le modèle EPA, en orange ; le modèle EPA+EPO.....	25
Figure 9 - Abondances des poissons et crustacés indigènes selon les méthodologies d'inventaires de pêche par "Ambiances", par "EPA", et par "EPO"	26
Figure 10 - Abondances (individus/100m²) de loches (A. commersoni) obtenues selon les différentes méthodologies d'inventaires (pêche par ambiances/EPA/EPA+EPO) sur le jeu de station commun au RCS et à PHACAR	28
Figure 11 - Abondances (individus/100m²) de chittes (A. telfairii) obtenues selon les différentes méthodologies d'inventaires (pêche par ambiances/EPA/EPA+EPO) sur le jeu de station commun au RCS et à PHACAR	29

Figure 12 - Abondances (individus/100m ²) d'anguilles marbrées (<i>A. marmorata</i>) obtenues selon les différentes méthodologies d'inventaires (pêche par ambiances/EPA/EPA+EPO) sur le jeu de station commun au RCS et à PHACAR	30
Figure 13 - Abondances obtenues pour l'anguille marbrée (<i>A. marmorata</i>), en fonction des méthodes d'inventaire. En Noir : le modèle moyen, en bleu : le modèle EPA, en orange ; le modèle EPA+EPO.....	30
Figure 14 - Abondances (individus/100m ²) de cabots bouche-ronde (<i>C. acutipinnis</i>) obtenues selon les différentes méthodologies d'inventaires (pêche par ambiances/EPA/EPA+EPO) sur le jeu de station commun au RCS et à PHACAR	31
Figure 15 : Abondances obtenues pour le cabot bouche-ronde (<i>C. acutipinnis</i>), en fonction des méthodes d'inventaire. En Noir : le modèle moyen, en bleu : le modèle EPA, en orange ; le modèle EPA+EPO.....	31
Figure 16 - Abondances (individus/100m ²) de cabots noirs (<i>E. klunzingerii</i>) obtenues selon les différentes méthodologies d'inventaires (pêche par ambiances/EPA/EPA+EPO) sur le jeu de station commun au RCS et à PHACAR	33
Figure 17 - Abondances (individus/100m ²) de cabots bouche-ronde (<i>S. lagocephalus</i>) obtenues selon les différentes méthodologies d'inventaires (pêche par ambiances/EPA/EPA+EPO) sur le jeu de station commun au RCS et à PHACAR	34
Figure 18 - Abondances obtenues pour le cabot bouche-ronde (<i>S. lagocephalus</i>), en fonction des méthodes d'inventaire. En Noir : le modèle moyen, en bleu : le modèle EPA, en orange ; le modèle EPA+EPO	35
Figure 19 - Abondances (individus/100m ²) de chevaquines (<i>A. serrata</i>) obtenues selon les différentes méthodologies d'inventaires (pêche par ambiances/EPA/EPA+EPO) sur le jeu de station commun au RCS et à PHACAR	36
Figure 20 - Abondances (individus/100m ²) de chevrettes (<i>M. australe</i>) obtenues selon les différentes méthodologies d'inventaires (pêche par ambiances/EPA/EPA+EPO) sur le jeu de station commun au RCS et à PHACAR	37
Figure 21 - Abondances obtenues pour la chevrette (<i>M. australe</i>) en fonction des méthodes d'inventaire. En Noir : le modèle moyen, en bleu : le modèle EPA, en orange ; le modèle EPA+EPO	38
Figure 22 - Schéma de la démarche de détermination des capacités d'accueil des stations en fonction de sa composition en faciès	45
Figure 23 - Schéma de la démarche de détermination de la surface utile échantillonnée par taxon en fonction des ambiances échantillonnées dans une station	49
Figure 24: Delta de capacité d'accueil (capacité d'accueil « microhabitat » - capacité d'accueil « faciès » des taxons). Trait noir horizontal : moyenne des deltas pour chaque taxon.....	66

Liste des Tableaux

Tableau 1 - Notes calculées en additionnant les 3 métriques biologiques et écologiques retenues et limites des 5 classes de qualité	11
Tableau 2 - typologie des stations du RCS	15
Tableau 3 - Typologie des stations PHACAR	18
Tableau 4 - Quartiles obtenus via la méthodologie EPA pour les stations de type I aval pour l'ensemble des campagnes d'inventaire.....	21
Tableau 5 - Quartiles obtenus via la méthodologie EPA pour les stations de type I Intermédiaire pour l'ensemble des campagnes d'inventaire	21
Tableau 6 - Quartiles obtenus via la méthodologie EPA pour les stations de type II Aval Intermédiaire pour l'ensemble des campagnes d'inventaire	22
Tableau 7 - Quartiles obtenus via la méthodologie EPO pour l'ensemble des stations et pour l'ensemble des campagnes d'inventaire.....	22
Tableau 8 - Liste des stations sélectionnées pour la comparaison des données de peuplements obtenues par différentes méthodologies d'inventaire	23
Tableau 9 - Variables d'habitats pour lesquelles des préférences ont été testées dans le projet PHACAR et variables collectées dans le cadre du RCS pour le suivi des peuplements de poissons et crustacés des cours d'eau de La Réunion.....	40

Tableau 10 - Codification des faciès utilisée, d'après Malavoi et Souchon, 2002.....	41
Tableau 11 - Pertinence des modèles obtenus pour la variable faciès. *Filtre abondance-occurrence moindre, donc pertinence du modèle déclassée. Colonne « Priorité » : priorité d'acquisition de données tel que définie dans le rapport final « PHACAR-Volet A ».....	42
Tableau 12 - Taxons retenus pour les analyses de capacité d'accueil au regard des faciès. *Filtre abondance-occurrence moindre, donc pertinence du modèle déclassée.....	43
Tableau 13 - Variables de microhabitats prises en compte pour le calcul des capacités d'accueil du milieu en fonction des éléments décrits au sein des ambiances.....	47
Tableau 14 - Correspondance entre les granulométries utilisées dans le cadre des modèles d'habitats et celles renseignées dans le cadre du RCS.....	47
Tableau 15 - Classes de capacités d'accueil des stations d'étude au regard des taxons.....	49
Tableau 16 - Liste des stations sélectionnées pour application de la méthodologie de prédiction de populations de poissons et crustacés en fonction des habitats. * Station en dehors de la limite de validité des données en raison d'une altitude supérieure à 150 mètres.....	50
Tableau 17 – Capacités d'accueil des stations d'étude par taxons au regard des faciès rencontrés.....	51
Tableau 18 - Capacités d'accueil dans les stations d'étude pour les taxons, au regard des éléments du microhabitat présents.....	53
Tableau 19 – Capacités d'accueil des stations au regard de la description des faciès et des ambiances échantillonnées. En exposant : le degré de précision des données : élevé (1), moyen (2), faible (3).....	56
Tableau 20 - Code couleurs attribués aux classes d'abondances des taxons collectés dans le cadre du RCS.....	57
Tableau 21 - Comparaison des peuplements théoriques (capacités d'accueil) et des peuplements observés (classes d'abondance, nb ind/100m²) dans les stations d'étude de « La rivière du Mât à Bengalis » et « Le Bras de la Plaine à l'Îlet du Bras Sec ». « Théo Facies » : peuplement théorique déterminé d'après les faciès d'écoulement, « Théo Microhab » : peuplement théorique déterminé d'après les variables du microhabitat, « Obs. » : peuplement observé dans le cadre du RCS ; * : taxon « assez rare » ; ** : taxon « rare » ; ***: taxon « jamais observé ». « NA » : taxons ne disposant pas de modèle de capacités d'accueil.....	59
Tableau 22 - Comparaison des peuplements théoriques (capacités d'accueil du milieu) et des peuplements observés (classes d'abondance, nb ind/100m²) dans la station d'étude de « La rivière des Pluies à l'embouchure » en 2018 et 2011. « Théo Facies » : peuplement théorique déterminé d'après les faciès d'écoulement, « Théo Microhab » : peuplement théorique déterminé d'après les variables du microhabitat, « Obs. » : peuplement observé dans le cadre du RCS ; * : taxon « assez rare » ; ** : taxon « rare » ; ***: taxon « jamais observé ». « NA » : taxons pour lesquels aucune capacité d'accueil n'a été développée.....	62
Tableau 23 - Comparaison des peuplements théoriques (capacités d'accueil) et des peuplements observés (classes d'abondance, nb ind/100m²) dans les stations d'étude de « La rivière Sainte- Suzanne aux Cascades » et « La Grande Rivière Saint- Jean aval Quartier Français ». « Théo Facies » : peuplement théorique déterminé d'après les faciès d'écoulement, « Théo Microhab » : peuplement théorique déterminé d'après les variables du microhabitat, « Obs. » : peuplement observé dans le cadre du RCS ; * : taxon « assez rare » ; ** : taxon « rare » ; ***: taxon « jamais observé ». « NA » : taxons pour lesquels aucune capacité d'accueil n'a été développée.....	65
Tableau 24: Classes de taille et niveau taxonomique pris en compte dans le cadre des analyses PHACAR. *Pour chaque limite de taille, les bornes suivantes ont été appliquées :]0 ; limite juvénile] et] limite juvénile ; ∞[en vue de la réalisation des courbes de préférences à différents niveaux de groupements ..	79

1 Cadre du rapport

L'étude et le suivi des milieux aquatiques montrent un état écologique dégradé des cours d'eau de La Réunion, du fait de pressions anthropiques qui impactent entre autres la qualité des habitats et le fonctionnement des écosystèmes.

L'amélioration de l'état des communautés biologiques passe par la mise en place de mesures de préservation et de restauration de la disponibilité et de la qualité des habitats critiques. Cela nécessite des connaissances sur la distribution des espèces et particulièrement sur les processus de sélection de l'habitat.

Mis à part les cabots bouche-ronde, ces connaissances sont très peu développées pour les espèces patrimoniales. Les préférences d'habitats des espèces inféodées à la zone aval, sont encore peu connues alors que ces espèces sont potentiellement plus sensibles aux conditions d'habitat. De plus, les zones aval présentent une diversité d'habitats importante et sont soumises à des multiples contraintes d'origines anthropiques.

L'acquisition de ces données est essentielle pour l'évaluation de l'impact de la fragmentation et de la diminution des habitats disponibles pour la faune aquatique. L'amélioration des connaissances sur ces espèces patrimoniales contribuera à l'amélioration future des outils d'évaluation de la qualité des milieux ainsi qu'à la mise en place de mesure de gestion des cours d'eau, notamment la caractérisation de débits minimums biologiques et la définition de mesures de restauration des habitats.

Afin de répondre à ces besoins, un programme de recherche associant l'Agence Française pour la Biodiversité (devenue Office Français pour la Biodiversité), l'Office de l'eau Réunion, OCEA Consult', la Fédération départementale de pêche et de protection du milieu aquatique de La Réunion et l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture recherche a vu le jour courant 2018. Ainsi, le projet PHACAR d'une durée de 18 mois, ayant pour objectif de caractériser les habitats préférentiellement utilisés par les espèces présentes sur le cours aval des rivières de La Réunion, se décline en quatre phases principales :

- La mise en œuvre d'une première campagne d'inventaire terrain en période de basses eaux : juillet à septembre 2018,
- La bancarisation et les premières analyses des données obtenues lors de cette première campagne : septembre à décembre 2018,
- La mise en œuvre d'une seconde campagne d'inventaire terrain ajustée en fonction des premiers résultats obtenus (conditions hydrologiques contrastées, ciblage d'espèces à faible occurrence) : février à mai 2019,
- **L'analyse finale des données, la rédaction du rapport final, et la restitution du programme : mai à décembre 2019.**

Les trois premières phases du projet faisant suite à la première campagne de terrain ont fait l'objet de deux premiers rapports (« OCEA_PHACAR_Rapcamp1_v2_20190213.pdf » et « OCEA_PHACAR_Rapcamp2_v1.pdf »).

Un premier rapport final, nommé PHACAR- Volet A reprend l'intégralité des étapes et analyses menées pour la réalisation des courbes de préférences d'habitats.

Le présent rapport, rend compte des analyses destinées à développer des outils d'interprétation de la qualité des peuplements de poissons et crustacés (RCS, suivi de bassin, étude d'impact, plan de gestion, ...).

2 Rappel des objectifs

Dans le cadre de ce projet, une étude de la variabilité de la distribution des habitats en fonction de différentes échelles spatiales (bassins versants, types de cours d'eau ou encore des hydroécotones) a été réalisée.

Les variables d'habitats testées se situent à différentes échelles spatiales (Ginot et al., 1998, Tejerina Garro, 2001) :

- Macro-habitat : distance à la mer, altitude,
- Méso-habitat : débit, pente, faciès, distance à la berge,
- Micro-habitat : profondeur, granulométries, vitesse, contraintes hydrauliques.

Cette approche révèle que selon l'échelle considérée, les paramètres les plus structurants varient. Ainsi, à une échelle d'analyse large, les paramètres les plus structurants sont de l'ordre d'une échelle macro (distance à la mer, altitude), méso (faciès) et micro (vitesse, contraintes hydrauliques). A une échelle d'analyse plus fine, les paramètres explicatifs sont dans l'ordre : le débit, la largeur mouillée (éléments méso), la contrainte hydraulique, la vitesse (éléments micro) et le faciès (élément méso).

L'échelle du méso-habitat a été retenue pour tenter d'identifier des niveaux de regroupements spatiaux, cette échelle étant celle à laquelle les données de préférences d'habitats seront utilisées pour la majorité des études ultérieures (échelle du tronçon). Ces analyses ne permettent pas de mettre en évidence de regroupements spatiaux ou typologiques significatifs au regard du microhabitat. En d'autres termes, le jeu de données révèle que les conditions de microhabitats sont homogènes à l'échelle de l'île. Il ne paraît donc pas pertinent de développer des modèles spécifiques à certains niveaux de regroupements spatiaux.

En parallèle, des éléments de préférences d'habitats pour un cortège de poissons et crustacés des cours d'eau de La Réunion ont été identifiés. L'analyse de ces préférences a permis de déterminer quelles gammes de valeurs de variables d'habitats sont sélectionnées par les taxons, et donc d'associer la présence d'un taxon à certaines gammes d'habitats.

La plupart des courbes de préférences établies étant valables à l'échelle de l'île, il est possible désormais à partir de la description des habitats de prédire un peuplement théorique.

Dans le cadre du Réseau de Contrôle et Surveillance (RCS) des cours d'eau de La Réunion, lors des inventaires du compartiment poisson, des données d'habitats sont relevées. Il est ainsi possible d'associer le peuplement observé de poissons à des éléments d'habitats.

A partir de ces éléments, l'objectif des analyses menées ici est triple :

1. Identifier des valeurs de référence par méthodologie (EPA et EPO) et par type de stations,
2. Comparer les résultats de densités et de richesse des peuplements obtenus par pêche par ambiances et ceux obtenus par pêche par EPA et par EPO sur un jeu de stations communes à PHACAR et au RCS,
3. Définir les capacités d'accueil du milieu pour les taxons, à partir des éléments d'habitat collectés dans le cadre du RCS (mesohabitat et microhabitat) et de comparer la différence entre le peuplement observé et le peuplement théorique sur des stations soumises à différents types de pressions ou sur une évolution temporelle longue.

Ces éléments permettront *in fine* d'apporter des éléments complémentaires à l'interprétation de l'indice IRP.

3 Indice Réunion Poissons (IRP) : Rappels conceptuels et méthodologiques

3.1 Cadre de développement et principe de l'IRP

Le Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS) est un réseau de mesures qui a été mis en place dans le cadre du programme de surveillance de la Directive-Cadre sur l'Eau (DCE). Il a été créé dans le but d'évaluer l'état général des eaux (eaux de surface, souterraines, littorales) et les tendances d'évolution au niveau d'un bassin. Il est constitué de stations de mesures représentatives du fonctionnement global de la masse d'eau. Ces stations font l'objet de suivis physico-chimiques, biologiques et hydromorphologiques à pas de temps réguliers.

A La Réunion, trois outils permettant le suivi de la qualité biologique des cours d'eau ont été développés : l'Indice Réunion Macroinvertébrés (IRM), l'Indice Diatomées Réunion (IDR), et l'Indice Réunion Poissons (IRP). Ces indices sont calculés annuellement à La Réunion depuis 2012 sur des jeux de stations permettant de refléter l'état biologique global des cours d'eau.

L'IRP a été développé par le CNRS, l'office de l'eau Réunion (OLE) et l'ARDA de 2008 à 2011. Il repose sur un ensemble de données collectées lors des campagnes d'inventaires des peuplements piscicoles réalisées entre 2000 et 2011 dans le cadre du Réseau Piscicole (RP), concernant **29 stations**, réparties dans les **13 rivières pérennes** de l'île (Figure 5).

Ces stations d'échantillonnage sont réparties de façon à être représentatives des différents types d'habitats rencontrés dans les rivières de l'île. Une typologie des masses d'eau a été réalisée dans le but d'obtenir une répartition des stations adaptée à la structure des habitats et des peuplements.

Par conséquent, une classification des cours d'eau adaptée au contexte piscicole réunionnais est adoptée, en se basant sur la morphologie des bassins versants et la composition des peuplements de poissons et de macrocrustacés, aboutissant à deux types de cours d'eau :

- **les rivières de type cirques ou pseudo-cirques**

Ce type de cours d'eau présente des précipitations soutenues au niveau des bassins de réception ainsi qu'une structure de réseau hydrographique ramifiée convergeant vers un axe principal de type « couloir ».

- **les rivières des pentes externes**

Il s'agit de rivières présentant un bassin versant allongé et aux tracés relativement parallèles, ruisselant sur les pentes des deux massifs volcaniques de l'île (Robert, 1986).

Dans chacun de ces types de cours d'eau un découpage en **trois zones** est réalisé, reposant sur les caractéristiques géomorphologiques, l'altitude et la présence d'obstacles naturels à la migration des poissons :

- **Zone aval** : zone qui ne présente pas d'obstacle majeur à la libre circulation des poissons depuis la mer ;

- **Zone intermédiaire** : zone matérialisée en aval par les premières ruptures de pente depuis l'embouchure ou la présence d'un cassé limitant la progression des espèces dotées des plus faibles capacités de montaison ;

- **Zone amont** : zone d'accès très limité pour la plupart des espèces, soit du fait de l'éloignement de la mer, soit par la présence d'obstacles difficilement franchissables.

La répartition des 29 stations d'échantillonnage figure sur la figure suivante :

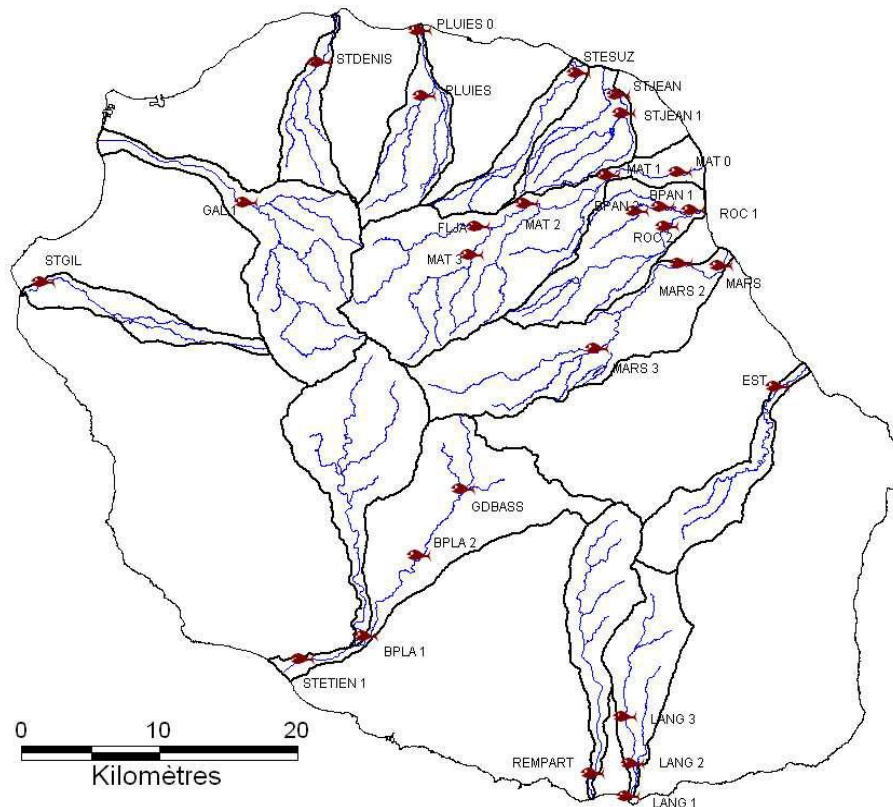


Figure 1 - Localisation des stations d'échantillonnage du Réseau Piscicole. Source : UMR CNRS 5023 et al, 2012

Une étape préalable d'examen des pressions a été établie afin de caractériser les conditions de l'état physico-chimique, hydro-morphologique et de la continuité écologique des différentes stations. Les stations présentant des pressions très faibles voire inexistantes sont considérées comme étant des stations de référence, les autres atteintes par une ou plusieurs de ces pressions sont appelées stations « test ».

Différentes métriques issues de l'analyse des peuplements de poissons au regard des types de cours d'eau et de la zonation ont pu être établies.

Au final, **trois métriques relatives aux abondances (SIC : *Sicyopterus lagocephalus*, COA : *Cotylopus acutipinnis* et espèces accompagnatrices*) ont été retenues pour le calcul de l'indice IRP**, en fonction de leur réponse aux atteintes anthropiques. Elles correspondent ainsi à celles dont les valeurs observées présentent une amplitude élevée et qui répondent de façon cohérente face aux pressions.

***Espèces accompagnatrices** : il s'agit d'espèces qui sont présentes aux côtés des espèces de cabots bouche-ronde, avec des abondances moins importantes que ces dernières. La liste de ces espèces varie en fonction de la position des stations sur le gradient longitudinal :

- Cours inférieur : *Anguilla bicolor*, *Eleotris mauritiana*, *Kuhlia rupestris*, *Microphis brachyurus m.*, *Stenogobius polyzona*, *Agonostomus telfairii*, *Anguilla mossambica*,
- Cours moyen : *Agonostomus telfairii*, *Anguilla mossambica*, *Awaous commersoni*, *Eleotris klunzingerii*,
- Cours supérieur : *Anguilla mossambica*, *Anguilla marmorata*.

La note globale de l'IRP est calculée en additionnant les 3 notes de qualité exprimées pour chacune des métriques. On obtient alors une note sur 15 points. Cette note est ensuite divisée par 15 pour être transformée en EQR (valeur comprise entre 0 et 1).

Etat	EQR	Note de l'indice
Mauvais	[0 ; 0.4[[3-5]
Médiocre	[0.4 ; 0.6[[6-8]
Moyen	[0.6 ; 0.8[[9-11]
Bon]0.8 ; 1[[12-14]
Très bon	1	15

Tableau 1 - Notes calculées en additionnant les 3 métriques biologiques et écologiques retenues et limites des 5 classes de qualité

3.2 Mise en œuvre de l'IRP

L'échantillonnage déployé dans le cadre de l'IRP est le fruit de l'adaptation des méthodologies classiques d'échantillonnage des peuplements de poissons par pêche à l'électricité (ARDA, 1999).

Il vise à rendre compte des peuplements en place, aux points de vue qualitatif et quantitatif. Il s'agit de pouvoir appréhender d'une part la représentativité faunistique de la station pêchée (aspect qualitatif du peuplement) et d'autre part de pouvoir évaluer l'importance de chaque espèce sur le site (aspect quantitatif ou semi-quantitatif du peuplement).

L'application de la méthode d'échantillonnage doit permettre de réaliser à terme des comparaisons intra-bassin, interbassins et interannuelles.

Les inventaires piscicoles de déclinent en deux phases : une phase de description et mesure de la station, nommée **sectorisation** et une phase d'inventaire des poissons et crustacés, nommée **pêche**.

3.2.1 Sectorisation de la station

Cette étape se déroule en **quatre phases successives (OCEA, 2015)** :

La première étape est le **repérage** et la définition de la station de pêche. Une reconnaissance est réalisée à pied le long du cours d'eau afin d'en identifier les différents habitats. Les limites de la station sont définies lorsque de nouveaux types d'habitats ne sont plus observés.

Les **faciès d'écoulement** sont ensuite recensés, et leurs proportions évaluées (surface du faciès / surface de la station). L'identification des faciès est réalisée à partir de la méthodologie proposée par Malavoi et Souchon (2002).

La **surface** de chacun des types de faciès rencontrés (certains peuvent se répéter) doit ensuite être calculée. La valeur précise de l'importance relative de tous les types de faciès présents sur la station est alors calculée.

Le **plan d'échantillonnage** de la station peut alors être élaboré.

Deux méthodes d'investigation sont retenues pour la Réunion : la méthode de **pêche totale par épuisements des captures** sur une portion de rivière, et la méthode de **pêche par ambiances**.

Le choix des méthodologies de pêche employées dépend des caractéristiques de la station (largeur du cours d'eau, présence de zones difficilement prospectables i.e. mouilles, profonds, rapides) et surtout de la nécessité de répliquer la même technique chaque année.

Dans les deux cas, la pêche est réalisée sur des stations qui correspondent à des segments de rivière représentatifs d'un tronçon plus long.

- **Cas de la pêche par ambiance**

Ce type d'échantillonnage est une méthode stratifiée qui nécessite une délimitation des ambiances avant la mise en œuvre de la pêche. Il s'agit de définir et quantifier la surface des différents faciès présents sur la station et dans chaque faciès d'écoulement les habitats disponibles. Cette étape a lieu suite à la phase de sectorisation mentionnée ci-dessus.

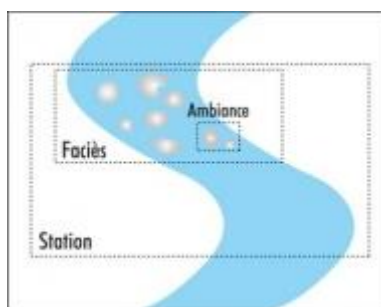


Figure 2 - Les différentes échelles d'études de la masse d'eau, avec l'illustration d'une ambiance. Source : Hydro Réunion, 2016

Les ambiances sont affectées au prorata de la surface des faciès et du nombre de fois où ils se répètent (redondance). Cette étape doit respecter les points suivants

- Au moins une ambiance est affectée au type de faciès le moins représenté ;
- Chacun des autres faciès se voit alors attribuer une surface totale à échantillonner proportionnelle à sa représentativité sur la station (ajustement avec le nombre et la surface des ambiances) ;
- Les ambiances d'un même type de faciès sont préférentiellement placées dans des faciès différents. Ceci évite de donner trop de poids à un agrégat de poissons ou encore à une absence ponctuelle ;
- L'ambiance est délimitée aux premières hétérogénéités d'habitats (hauteur d'eau, vitesse du courant, qualité du substrat) ;
- L'ambiance doit bien correspondre à une cache et sa zone proche présentant des valeurs d'habitat semblables au faciès. Les zones impossibles à échantillonner correctement sont à éviter.

Les ambiances prospectées doivent être décrites de façon précise. En particulier, doivent être relevées :

- La profondeur moyenne, calculée à partir de 6 points de mesures répartis dans l'ambiance ;
- La vitesse hydraulique, mesurée en un point de profondeur moyenne, à 40% de la hauteur de la colonne d'eau ;
- La surface pêchée, mesurée en la rapportant à des figures géométriques simples. En effet, une erreur de mesure de la surface de l'ambiance se reporte directement sur l'évaluation de l'abondance du peuplement. De façon à calibrer l'échantillonnage, les limites de l'ambiance sont choisies de façon à représenter une surface de 10 à 25 m².
- La description de la granulométrie du substrat est donnée en % de représentation des différentes classes observées, selon l'échelle de Wentworth (1922).

3.2.2 Calcul des densités d'espèces ou de population en pêche par ambiances

Dans le cadre des pêches par ambiances, l'abondance du peuplement peut être calculée à 4 niveaux :

1. au **niveau de l'ambiance**, en divisant le nombre d'individus capturés au sein d'une ambiance par la surface de cette ambiance
2. au **niveau du faciès**, en divisant le nombre total d'individus capturés dans un faciès par la surface pêchée du faciès en question,
3. au **niveau du type de faciès** ; pour cela, on cumule les prises capturées dans le type de faciès (par espèce, ou global), puis on le divise par le cumul des surfaces (ambiances) échantillonnées dans le type de faciès,
4. au **niveau de la station** ; on somme les abondances calculées par type de faciès, affectées du prorata de représentativité du type de faciès sur la station.

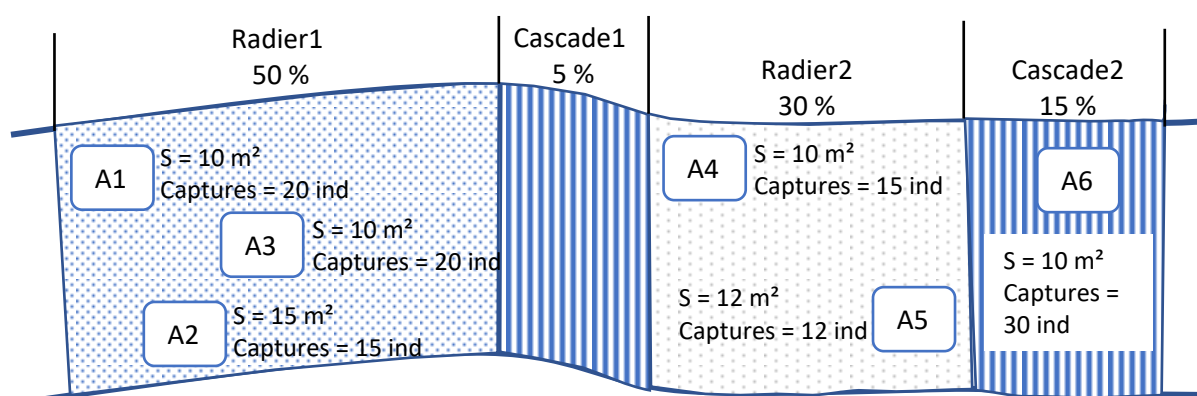


Figure 2 - Exemple de données issues d'une pêche par ambiances Source : Hydrô Réunion ,2016

L'exemple ci-dessus représente une sectorisation simplifiée, avec le placement des ambiances au sein d'une station. Le type de faciès le moins représenté « Cascade » est représenté par une ambiance, le choix se portant sur Cascade2 plus propice (taille, accès, ...) que Cascade1, ce dernier n'est donc pas échantillonné. Les autres faciès sont échantillonnés à raison d'une ambiance pour environ 15% de représentativité. Il est ainsi possible de calculer les abondances en individus à plusieurs niveaux :

- Au niveau ambiance : Exemple pour dA1 = 20 poissons/ 10 m² = 2 ind/ m²
- Au niveau faciès : Exemple pour dRadier1 = 55 poissons/ 35 m² = 1.57 ind/m²
- Au niveau du type de faciès : Exemple pour dRadier = 82 poissons/ 57 m² = 1.44 ind/m²

- Au niveau station : $d_{station} = (d_{Radier1} * 0.5) + (d_{Cascade1} * 0.05) + (d_{Radier2} * 0.3) + (d_{Cascade2} * 0.15)$

Cet exemple illustre l'importance de bien choisir les ambiances qui doivent être représentatives du faciès.

4 Détermination des valeurs de référence

4.1 Typologie des stations d'étude

Une première analyse de typologie des stations du RCS et de PHACAR a été menée afin de positionner sur un gradient longitudinal les stations PHACAR, et comparer les peuplements des poissons et crustacés observés.

4.1.1 Typologie des stations RCS Poissons

Les stations suivies dans le cadre du RCS sont représentatives de plusieurs types de tronçons de cours d'eau (voir tableau ci-dessous).

NOM	Distance à la mer (km)	Altitude (m)	Type_Zone
MAT_3	22,3	434	I_Amont
MAT_4	28,4	670	I_Amont
FLJA	21	384	I_Amont
LIA	14	670	I_Amont
MARS_3	16,5	221	I_Amont
LANG_3	6,5	270	I_Amont
GDBASS	23,1	600	I_Amont
STDENIS_0	1,6	25	I_Aval
PLUIES_0	1,4	10	I_Aval
MAT_0	1,8	40	I_Aval
MAT_0_B	2,2	40	I_Aval
MARS_1	1,3	5	I_Aval
REMP	2	60	I_Aval
STETIEN	1,8	35	I_Aval
STDENIS	4,4	85	I_Intermédiaire
PLUIES_1	5,9	134	I_Intermédiaire
MAT_1	7,6	120	I_Intermédiaire
MAT_2	15,4	250	I_Intermédiaire
MARS_2	5,2	56	I_Intermédiaire
EST	3	163	I_Intermédiaire
LANG_1	0,15	12	I_Intermédiaire
LANG_2	2,8	90	I_Intermédiaire
BPLA_1	7	120	I_Intermédiaire
BPLA_2	16,5	350	I_Intermédiaire
CIL	20,2	380	I_Intermédiaire
STGIL	1,8	35	I_Intermédiaire
STESUZ	4	3	II_Aval
STJEAN_0	4	9	II_Aval
STJEAN_1	5,5	26	II_Aval
ROC_1	0,9	4	II_Aval
ROC_2	3,9	11	II_Aval
BPAN_1	1,9	9	II_Aval
STESUZ_3	9,4	360	II_Intermédiaire
BPAN_2	7,2	107	II_Intermédiaire

Tableau 2 - typologie des stations du RCS

Ces tronçons sont déterminés par des facteurs relatifs à la morphologie et la composition des peuplements de poissons et de macrocrustacés des bassins versants (BV de type I ou II), et par les caractéristiques géomorphologiques, l'altitude et la présence d'obstacles

naturels à la migration des poissons pour les tronçons (tronçons aval, intermédiaire, ou amont). Ces informations sont synthétisées dans la colonne « Type_Zone » du Tableau 3.

Les stations RCS se répartissent ainsi en cinq types :

- I_amont : 7 stations
- I_aval : 7 stations
- I_intermédiaire : 12 stations
- II_aval : 6 stations
- II_intermédiaire : 2 stations

Les valeurs brutes de distance à la mer et d'altitude de ces stations ont été projetées dans la figure ci-dessous afin d'analyser leur distribution et ensuite de les comparer aux stations PHACAR :

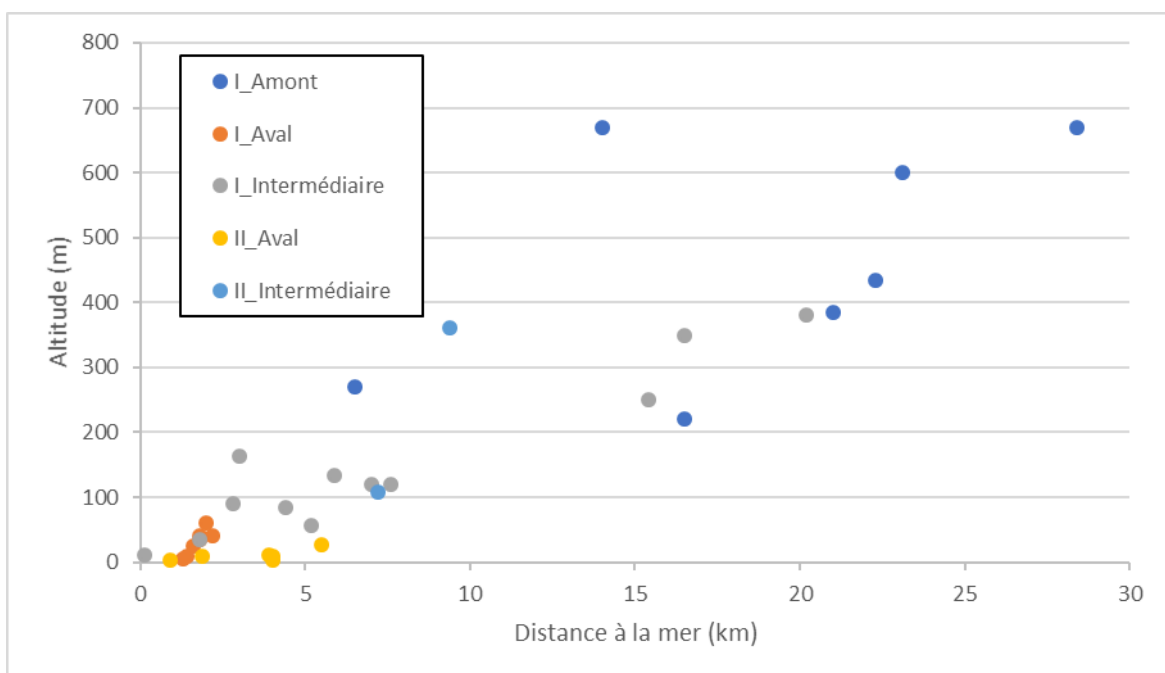


Figure 3 - Projection des valeurs de d'altitude en fonction de la distance à la mer pour les différents types de stations RCS

Ce graphique permet de mettre en évidence certaines tendances :

- La relation entre la typologie des stations et la distance à la mer et/ou l'altitude n'est pas linéaire,
- Les stations de type « aval » I et II sont réparties sur une gamme restreinte d'altitude et de distance à la mer,
- Les stations de type I_Amont et I_intermédiaire ont une large gamme de répartition.

4.1.2 Typologie des stations PHACAR

La projection des données de distance à la mer et d'altitude des stations de PHACAR sur celles du RCS permet d'obtenir la figure suivante :

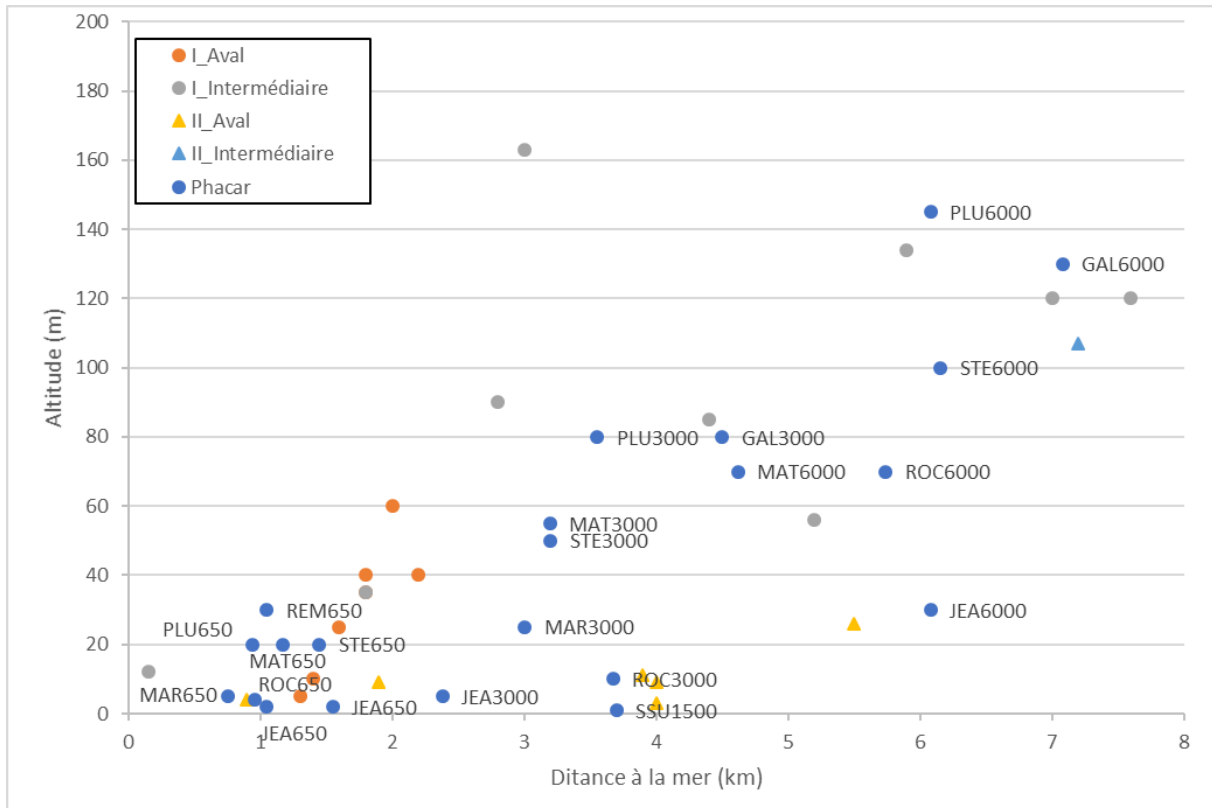


Figure 4 - Projection des stations PHACAR sur le gradient distance à la mer- altitude des types de stations RCS

Le graphique ci-dessus permet de situer les stations PHACAR par rapport aux stations du RCS, on peut en outre observer que les stations PHACAR sont réparties de façon assez homogène au sein du nuage des stations RCS de cours aval et intermédiaire.

Ces observations permettent de proposer une typologie des stations PHACAR, basée sur les corrélations « distance à la mer – altitude », telle qu'elle a été employée pour les stations RCS :

NOM	Distance à la mer (km)	Altitude (m)	Type_Zone
MAR650	0,76	5	I_Aval
MAR3000	3	25	I_Intermédiaire
MAT650	1,17	20	I_Aval
MAT3000	3,196	55	I_Intermédiaire
MAT6000	4,62	70	I_Intermédiaire
PLU650	0,94	20	I_Aval
PLU3000	3,556	80	I_Intermédiaire
PLU6000	6,08	145	I_Intermédiaire
REM650	1,044	30	I_Aval
STE650	1,443	20	I_Aval
STE3000	3,2	50	I_Intermédiaire
STE6000	6,151	100	I_Intermédiaire
GAL3000	4,5	80	I_Intermédiaire
GAL6000	7,08	130	I_Intermédiaire
JEA650	1,05	2	II_Aval
JEA3000	2,382	5	II_Aval
JEA6000	6,08	30	II_Aval
ROC650	0,96	4	II_Aval
ROC3000	3,673	10	II_Aval
ROC6000	5,738	70	II_Aval
SSU1500	3,7	1	II_Aval

Tableau 3 - Typologie des stations PHACAR

Les stations PHACAR se répartissent ainsi en trois types :

- I_aval : 5 stations
- I_intermédiaire : 9 stations
- II_aval : 8 stations

La typologie des stations étant effectuée, les données d'inventaires peuvent désormais être traitées afin de disposer de valeurs de référence par type de stations, et méthodologies.

Ces valeurs de référence concernent les densités et les richesses taxonomiques. Elles n'ont été menées que pour les taxons indigènes.

Les campagnes d'inventaires ayant été réalisées dans des conditions hydrologiques relativement similaires, et afin de donner davantage de poids aux données, ces valeurs concernent l'ensemble des campagnes confondues. Le niveau taxonomique exploité est celui de l'espèce.

4.2 Classes d'abondance

Les valeurs d'abondance observées lors des inventaires menés dans le projet PHACAR ont été découpées en quartiles par méthodologie (EPA/EPO) et par taxon. Pour la méthodologie EPA, ces valeurs de référence ont été calculées par type de stations (tels que définies plus haut : I_aval, I_intermédiaire, et II_aval), alors que les valeurs correspondant à la méthodologie EPO concernent l'ensemble des stations.

Les valeurs calculées correspondent à des abondances pour 100 points, qui peuvent être assimilées à un nombre d'individus/100m².

A noter que seuls les taxons présentant des médianes de référence supérieures à 0 sont présentés ici, les autres taxons étant considérés comme « rares », conformément aux tableaux suivants :

4.2.1 Méthodologie EPA

Les tableaux ci-dessous présentent les valeurs de références (quartiles) de densités (indiv/100 EPA) obtenues par la méthode des EPA sur les stations du projet PHACAR :

Station Type I_aval	AMA	AWA	COA	ELF	KUL	SIC	ATY	MAA	MAL	VAL
Minimum	2	0	2	0	0	68	2	2	0	0
1er quartile	7	8	6	10	1	120	15	30	1	0
Médian	12	15	28	12	3	163	53	73	2	1
3ème quartile	14	45	48	18	8	295	208	86	4	6
Maximum	28	210	134	32	40	870	1662	270	12	8

Tableau 5 : Quartiles obtenus via la méthodologie EPA pour les stations de type I aval pour l'ensemble des campagnes d'inventaire

Type I_intermédiaire	AMA	AWA	COA	ELF	KUL	SIC	ATY	MAA
Minimum	0	2	0	0	0	68	0	0
1er quartile	8	6	12	4	0	171	10	17
Médian	13	10	31	11	2	228	35	33
3ème quartile	23	20	39	14	6	343	82	68
Maximum	48	38	258	34	28	804	520	214

Tableau 6 : Quartiles obtenus via la méthodologie EPA pour les stations de type I Intermédiaire pour l'ensemble des campagnes d'inventaire

Type II_aval	AMA	AWA	COA	ELF	KUL	SIC	ATY	CAR	MAA	VAL
Minimum	0	0	0	0	0	0	2	0	40	0
1er quartile	7	4	0	8	2	25	56	5	92	0
Médian	17	7	1	12	3	45	89	17	186	2
3ème quartile	24	16	23	22	7	81	188	35	906	3
Maximum	40	52	52	40	20	278	646	458	2390	20

Tableau 7 : Quartiles obtenus via la méthodologie EPA pour les stations de type II Aval Intermédiaire pour l'ensemble des campagnes d'inventaire

Les valeurs de référence pour la méthodologie EPA concernent un total de 11 espèces indigènes (6 poissons et 5 crustacés).

Les types I aval et II aval concernent 10 taxons, alors que le type I intermédiaire concerne 8 taxons. Certains taxons n'apparaissent que dans un type de stations : le Camaron *M. lar* (MAL) ne figure que dans les stations de type I aval, et la caridine *C. typus* (CAR) n'apparaît que dans les stations de type II aval.

C'est le type I aval qui présente les valeurs d'abondance les plus élevées en prenant en compte les valeurs maximales obtenues pour chaque taxon.

Les valeurs les plus importantes concernent la chevrette *M. australe* (MAA), la chevaquine *A. serrata* (ATY), et le cabot bouche-ronde *S. lagocephalus* (SIC).

4.2.2 Méthodologie EPO

Pour la méthodologie EPO, compte tenu du nombre restreint de stations, les données ont été regroupées, indépendamment de la typologie des stations :

Toutes stations	AGO	AWA	COA	KUL	SIC	MAA
Minimum	0	0	0	0	10	0
1er quartile	0	15	3	0	116	1
Médian	0	50	25	22	298	7
3ème quartile	14	79	68	87	455	10
Maximum	119	220	216	200	933	373

Tableau 8 : Quantiles obtenus via la méthodologie EPO pour l'ensemble des stations et pour l'ensemble des campagnes d'inventaire

Les valeurs de référence pour la méthodologie EPO concernent un total de 6 espèces indigènes (5 poissons et 1 crustacé). Les valeurs les plus importantes concernent le cabot bouche-ronde *S. lagocephalus* (SIC).

4.2.3 Comparaison des quartiles entre types de stations et entre méthodes de pêche

La figure suivante, comparant les valeurs de quartile maximum par type de stations et par méthodologies d'inventaire permet d'observer certaines tendances :

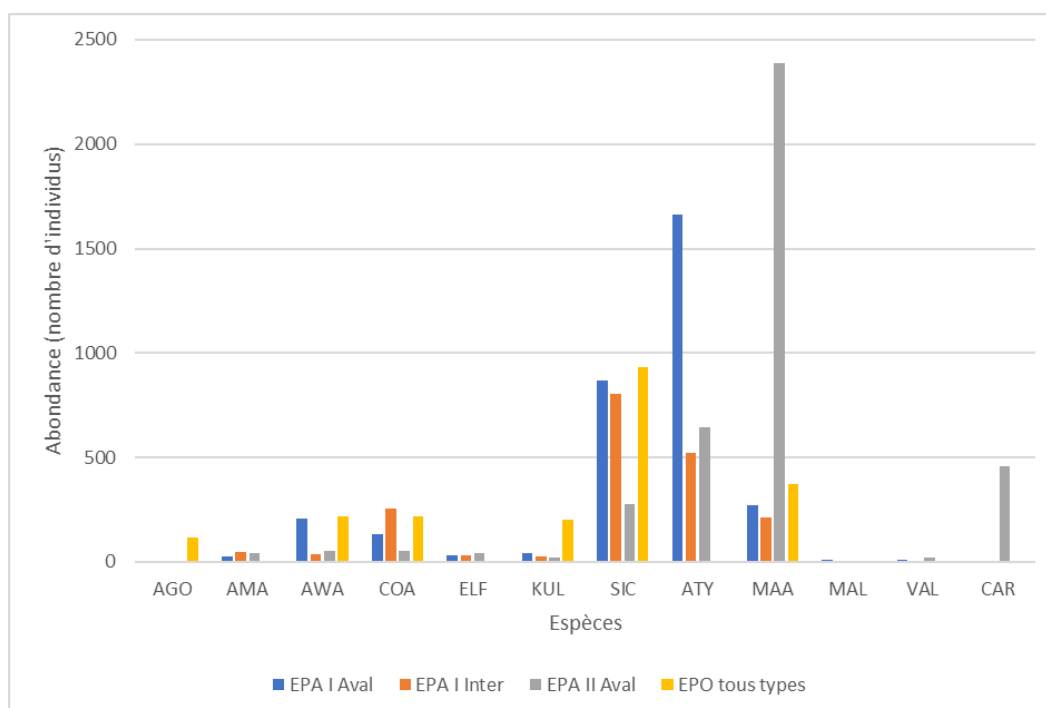


Figure 5 - Quartiles maximum des abondances des taxons selon les types et méthodologies d'inventaires

- La méthodologie EPA (11 espèces) permet de générer des valeurs d'abondance de référence pour davantage d'espèces que la méthode EPO (6 espèces),
- La méthodologie EPA permet d'obtenir des valeurs de référence pour cinq taxons supplémentaires comparativement à la méthode EPO : l'anguille marbrée (AMA), le cabot noir (ELF), la chevaquine (ATY), le camaron (MAL), le crabe (VAL) et la caridine (CAR),
- La méthodologie EPO permet d'obtenir des valeurs de référence pour un taxon supplémentaire comparativement à la méthode EPA : le chitte (AGO),
- Les valeurs obtenues en EPO sont supérieures à celles obtenues en EPA pour le chitte (AGO) et le poisson plat (KUL),
- Les valeurs obtenues EPO sont proches de valeurs obtenues en EPA pour un type de station au moins pour les cabots bouche-ronde (SIC et COA) et la loche des sables (AWA).

4.3 Classes de richesse spécifiques

Les valeurs de richesses ont également été découpées en quartiles par méthodologie (EPA/EPO) et par grands groupes taxonomiques (poissons/crustacés). Pour la méthodologie EPA, ces valeurs de référence ont été calculées par type de stations (tels que définis plus haut : I_aval, I_intermédiaire, et II_aval), alors que les valeurs correspondant à la méthodologie EPO concernent l'ensemble des stations.

4.3.1 Méthodologie EPA

Les tableaux ci-dessous présentent les valeurs de références (quartiles) de richesses obtenues par la méthode des EPA sur les stations du projet PHACAR :

Type I_aval	Richesse poissons indigènes	Richesse crustacés indigènes
Minimum	4	3
1er quartile	6	4
Médian	7	4
3ème quartile	8	4
Maximum	10	6

Tableau 4 - Quartiles obtenus via la méthodologie EPA pour les stations de type I aval pour l'ensemble des campagnes d'inventaire

Type I_intermédiaire	Richesse poissons indigènes	Richesse crustacés indigènes
Minimum	4	1
1er quartile	5	2
Médian	6	3
3ème quartile	7	3
Maximum	8	5

Tableau 5 - Quartiles obtenus via la méthodologie EPA pour les stations de type I Intermédiaire pour l'ensemble des campagnes d'inventaire

Type II_aval	Richesse poissons indigènes	Richesse crustacés indigènes
Minimum	4	2
1er quartile	5	3
Médian	6	4
3ème quartile	7	4
Maximum	8	5

Tableau 6 - Quartiles obtenus via la méthodologie EPA pour les stations de type II Aval Intermédiaire pour l'ensemble des campagnes d'inventaire

Les valeurs de référence maximales pour la méthodologie EPA sont observées pour les stations de type I aval, avec un maximum de 16 espèces (10 poissons, 6 crustacés).

4.3.2 Méthodologie EPO

Pour la méthodologie EPO, compte tenu du nombre restreint de stations, les données ont été regroupées, indépendamment de la typologie des stations :

	Richesse poissons indigènes	Richesse crustacés indigènes
Minimum	2	0
1er quartile	4	1
Médian	5	1
3ème quartile	6	1
Maximum	8	2

Tableau 7 - Quantiles obtenus via la méthodologie EPO pour l'ensemble des stations et pour l'ensemble des campagnes d'inventaire

Les valeurs maximales de richesse spécifique observées par la méthodologie EPO atteignent 8 poissons et 2 crustacés indigènes.

Ces valeurs sont proches de celles obtenues par la méthode EPA pour les poissons, et sensiblement inférieures pour les crustacés.

L'ensemble des valeurs ainsi obtenues permet de définir des premières références par type de stations, et méthodologies d'inventaire. Les classes pourront être ordonnées afin de rendre compte d'une qualité des populations observées. Elles pourront être amenées à évoluer au grès de l'acquisition de données via ce type d'inventaire sur les cours d'eau de l'île.

5 Variabilité des descripteurs des peuplements faunistiques en fonction des méthodologies d'inventaire

5.1 Jeu de données employé et principes méthodologiques

Un jeu de stations communes aux réseaux RCS et PHACAR, inventoriées selon différentes méthodologies a été sélectionné afin de comparer les résultats ainsi obtenus.

Les stations sélectionnées deux à deux présentent des caractéristiques analogues en termes de bassin versant, distance à la mer, altitude, et donc à priori avec des peuplements faunistiques similaires. Enfin, elles ont été inventoriées lors de la même période, en étiage, soit de juillet à octobre 2018. Les stations sont listées dans le tableau suivant :

Station PHACAR			Station RCS			
Nom station	Distance à la mer (km)	Altitude (m)	Nom station	Code OLE	Distance à la mer (km)	Altitude (m)
PLU650	0,99	20	La Rivière des Pluies à l'embouchure	21128	1,4	10
PLU6000	6,08	145	La Rivière des Pluies à l'îlet Quinquina	21018	5,9	134
JEA3000	2,382	5	La Rivière Saint Jean en aval du Quartier Français	22174	4	9
JEA6000	6,08	30	La Rivière Saint Jean au Petit Bazar	22801	5,5	26
MAT3000	3,196	55	La Rivière du Mât au pont RN2	22071	2,2	40
ROC650	0,96	4	La Rivière des Roches à Beauvallon	23063	0,9	4
ROC3000	3,673	10	La Rivière des Roches à Mondésir	27104	3,9	11
MAR3000	3	25	La Rivière des Marsouins 50 m aval RN2	27107	1,3	5
REM650	1,044	30	La Rivière des Remparts au Goyave	46101	2	60
STE650	1,443	20	La Rivière Saint Etienne à la Chapelle	38147	1,8	35
STE6000	6,151	100	Le Bras de la Plaine au pont de l'Entre Deux	38148	7	120
GAL6000	6,51	130	La Rivière des Galets à l'îlet Malidé	13093	8,3	145

Tableau 8 - Liste des stations sélectionnées pour la comparaison des données de peuplements obtenues par différentes méthodologies d'inventaire

Pour la suite des analyses, les stations prises deux à deux seront considérées comme une seule station (nom de la station RCS retenu), pour laquelle les résultats de captures seront comparés en fonction des méthodologies d'inventaire.

Les richesses spécifiques et les abondances des principaux taxons ont été comparés au regard des méthodologies d'inventaires utilisées, à savoir la méthode de pêche par ambiance pour les inventaires RCS, et les méthodes par EPA seuls ou EPA+EPO pour les inventaires PHACAR.

Toutefois, ces résultats nécessitent d'être abordés avec précaution compte tenu des variabilités d'occurrence et d'abondance d'origine naturelle ou anthropique qui auraient pu survenir entre les inventaires.

5.2 Variabilité de la richesse spécifique en fonction des méthodologies d'inventaire

Cette analyse a été menée uniquement sur les taxons indigènes, au niveau spécifique. La figure ci-dessous illustre la variabilité des richesses spécifiques obtenues sur le jeu de stations identifié plus haut, au regard des méthodologies d'inventaires :

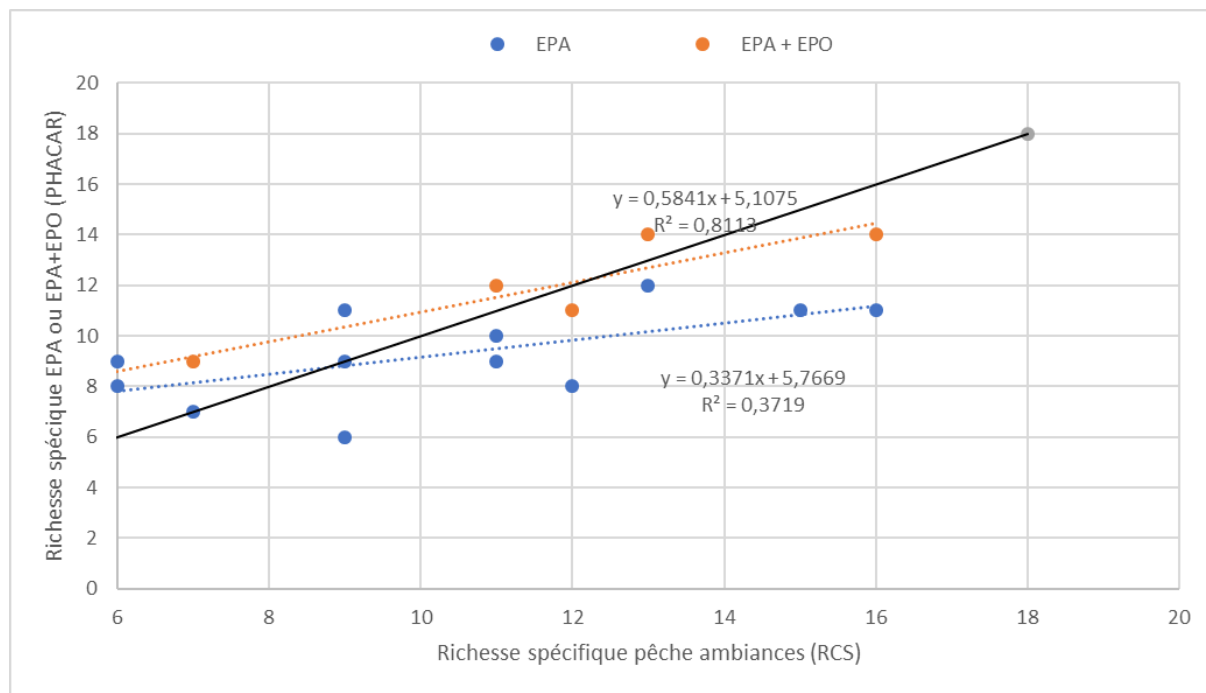


Figure 6 - Richesse spécifique obtenue pour les poissons et crustacés indigènes, en fonction des méthodes d'inventaire. En Noir : le modèle moyen, en bleu : le modèle EPA, en orange ; le modèle EPA+EPO

Le graphique ci-dessus montre une mauvaise corrélation (coefficient de corrélation R^2 qui s'élève à 0.37) entre les résultats obtenus par pêche par ambiances (RCS) et par pêche EPA (PHACAR). En outre, il indique que la méthode de pêche par ambiances permet en moyenne d'inventorier davantage de taxons que la méthodologie de pêche par EPA, correspondant à l'équation suivante :

$$\text{Richesse spécifique (EPA)} = 0.3371 \times \text{Richesse spécifique (Ambiances)} + 5.7669$$

A l'inverse, la corrélation entre les résultats obtenus entre pêches par ambiances et pêches EPA+EPO est très bonne, avec un coefficient de corrélation R^2 qui atteint plus de 80%. La relation ainsi obtenue entre les deux méthodologies d'inventaire répond à l'équation suivante :

$$\text{Richesse spécifique (EPA+EPO)} = 0.5841 \times \text{Richesse spécifique (Ambiances)} + 5.1075$$

L'analyse de la corrélation des richesses spécifiques obtenues au regard des méthodologies d'inventaires uniquement pour le compartiment « poissons » confirme ces premières tendances, comme le montre le graphique suivant :

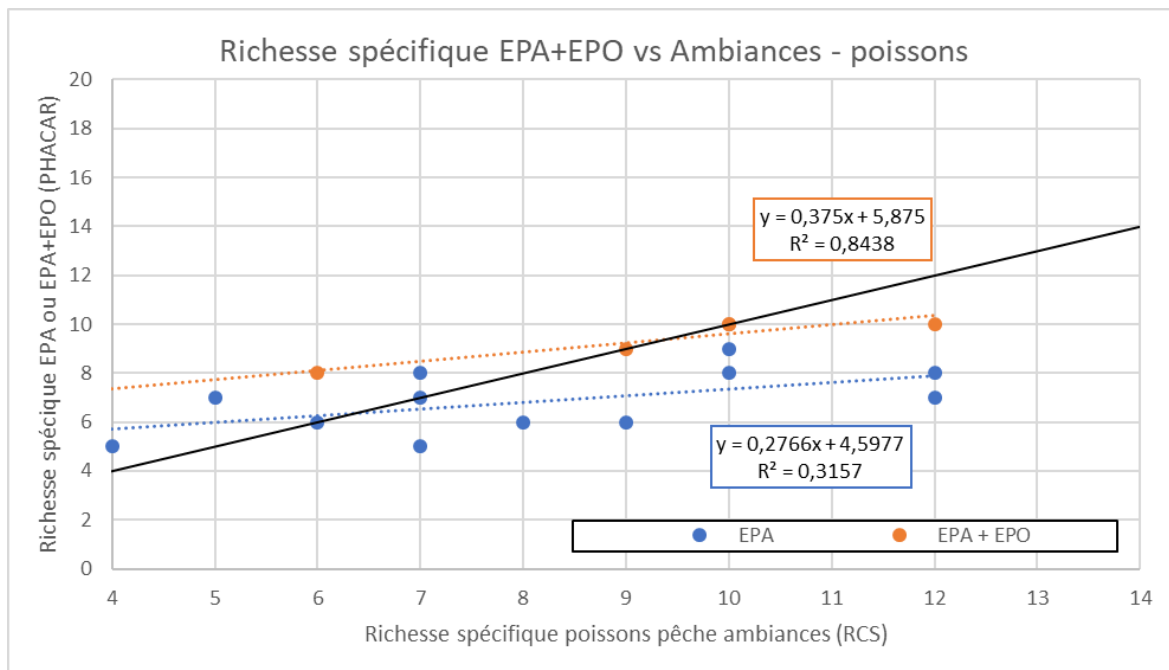


Figure 7 - Richesse spécifique obtenue pour les poissons indigènes, en fonction des méthodes d'inventaire. En Noir : le modèle moyen, en bleu : le modèle EPA, en orange ; le modèle EPA+EPO

On note ainsi que la corrélation entre les résultats obtenus entre pêches par ambiances et pêches EPA+EPO est très bonne, avec un coefficient de corrélation R^2 qui atteint plus de 84%. La relation ainsi obtenue entre les deux méthodologies d'inventaire répond à l'équation suivante :

$$\text{Richesse spécifique poissons (EPA+EPO)} = 0.375 \times \text{Richesse spécifique (Ambiances)} + 5.875$$

Enfin, cette corrélation pour le compartiment « crustacés » donne le graphique suivant :

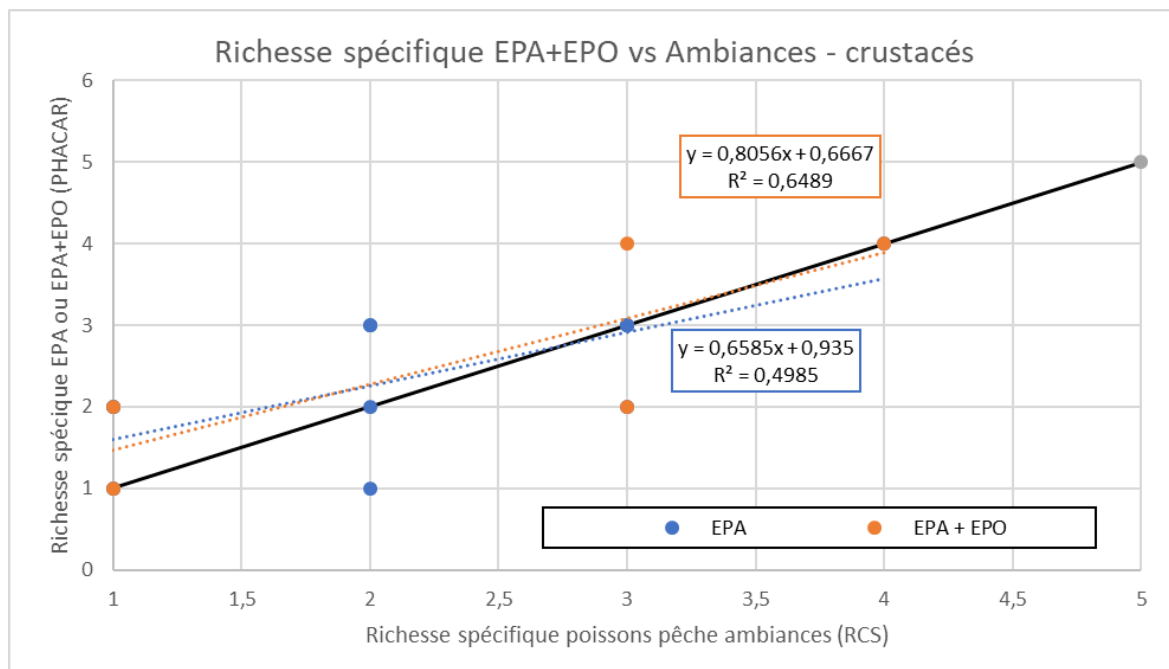


Figure 8 - Richesse spécifique obtenue pour les crustacés indigènes, en fonction des méthodes d'inventaire. En Noir : le modèle moyen, en bleu : le modèle EPA, en orange ; le modèle EPA+EPO

Pour les crustacés, on observe peu de différences entre les richesses spécifiques obtenues selon les méthodologies EPA et EPA+EPO, avec un coefficient de corrélation assez moyen pour ces deux cas de figure (R^2 proche de 0.5 pour les EPA et de 0.65 pour les EPA+EPO). Le meilleur taux de corrélation avec les pêches par ambiances est tout de même observé avec les méthodes EPA+EPO, correspondant ainsi à l'équation :

$$\text{Richesse spécifique crustacés (EPA+ EPO)} = 0.8056 \times \text{Richesse spécifique (Ambiances)} + 0.6667$$

Ces résultats sont à prendre avec précaution au regard du faible nombre de taxons concernés.

5.3 Variabilité des abondances taxonomiques en fonction des méthodologies d'inventaire

L'analyse des occurrences et des abondances des taxons a été réalisée sur le jeu de stations identifié plus haut, pour lesquelles les méthodologies de pêche par ambiances, EPA et EPO ont été réalisées en étiage 2018.

5.3.1 Variabilité de l'abondance de l'ensemble des taxons toutes stations confondues

La figure ci-dessous illustre les abondances moyennes des poissons et crustacés indigènes obtenues selon les différentes méthodologies d'inventaires : Ambiances, EPA, et EPO :

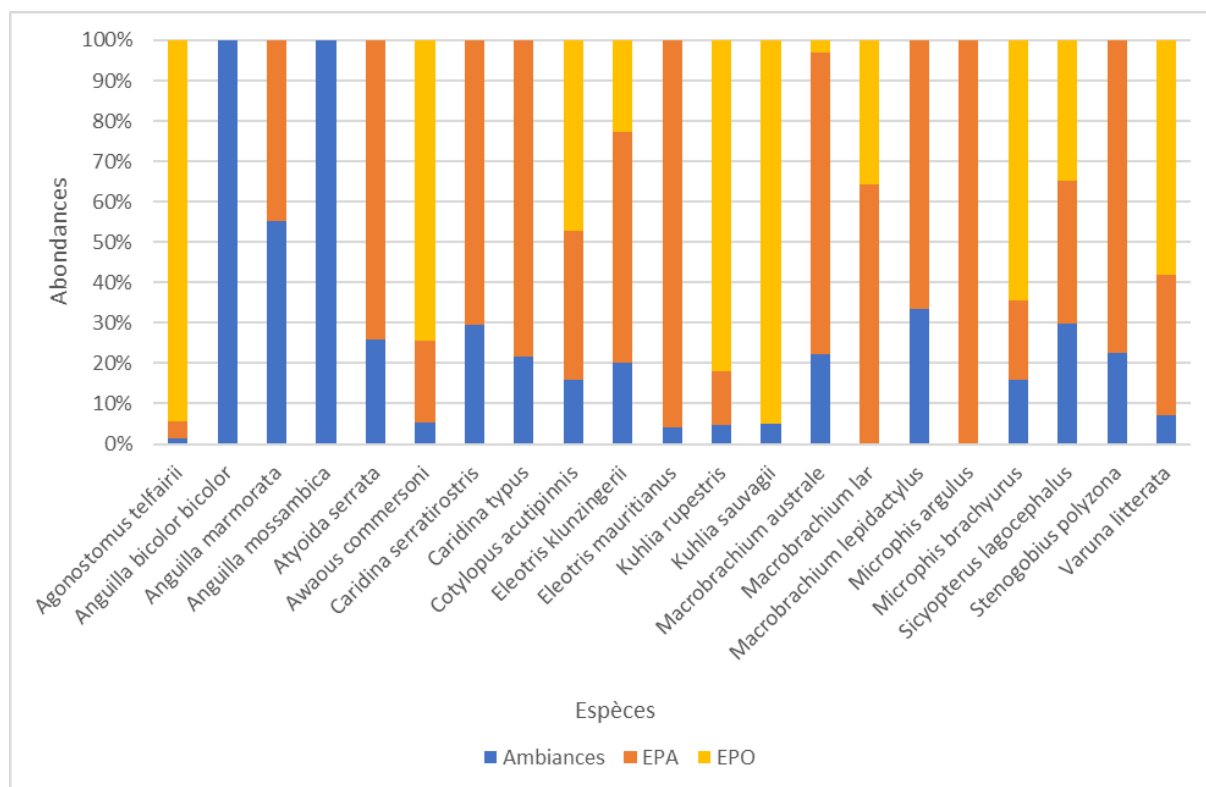


Figure 9 - Abondances des poissons et crustacés indigènes selon les méthodologies d'inventaires de pêche par "Ambiances", par "EPA", et par "EPO"

Sur cette première figure, on observe que certains taxons ne sont observés que via une méthode d'inventaire, il s'agit de :

- *Anguilla bicolor bicolor* et *Anguilla mossambica* qui n'ont été capturées que lors des pêches par ambiances ;

- *Microphis argulus* qui n'a été capturé que par EPA.

Ces disparités peuvent être expliquées par deux hypothèses principales : ce cas de figure concerne des taxons à occurrences étant faibles, la méthodologie par ambiances étant appliquée sur des surfaces avoisinant les 200 m² alors que celle par EPA concerne au maximum 80 m². Les ambiances permettent de couvrir des surfaces plus de deux fois plus importantes que les EPA, la probabilité de capturer des taxons « rares » est donc plus importante. A contrario, la méthodologie de pêche par EPA, du fait d'un nombre de points élevés répartis de façon pseudo-aléatoire au sein d'une station, permet d'inventorier des habitats plus diversifiés que les ambiances, et donc d'inventorier des taxons présentant des habitats peu étendus.

La seconde hypothèse est en rapport avec la réaction des taxons face aux champs électriques : les anguilles réagissent de façon très variable au regard des engins de pêche utilisés et des courants électriques délivrés, ce qui influe de façon significative les résultats de Captures par Unités d'Efforts (CPUE)(Pottier, 2017).

D'autres différences significatives sont observées au niveau des abondances observées selon les méthodologies d'inventaires, à savoir :

- La chevaquine (*A. serrata*), les caridines (*C. serratiostris* et *C. typus*), les cabots noirs (*E. klunzigerii* et *E. mauritanus*), la chevrette (*M. australe*), le camaron (*M. lar*), l'écrevisse (*M. lepidactylus*), le cabot rayé (*S. polyzona*) et le crabe d'eau douce (*V. litterata*) présentent des abondances plus importantes par la technique EPA ;
- Le chitte (*A. telfairii*), la loche (*A. commersoni*), les poissons plats (*K. rupestris* et *K. sauvagii*) ; le syngnathe (*M. brachyurus*) sont davantage inventoriés par la méthodologie EPO .

Là aussi plusieurs hypothèses peuvent être avancées afin d'expliquer ces différences, telles que les différences de plan d'échantillonnage, la rareté de certains taxons ou encore les biais attribuables à un effet opérateurs.

5.3.2 Variabilité des taxons-cibles par stations

Les abondances des taxons étudiés ont été rapportées à un nombre d'individus pour 100 m² pour l'ensemble des méthodologies d'étude (1 EPA et 1 EPO estimées à 1m²).

Ces analyses ont été menés pour les taxons les plus abondants et ceux prioritaires en termes de suivis écologiques, notamment dans le cadre du calcul de l'Indice Réunion Poisson (IRP).

On notera que dans les résultats, les abondances « EPA+EPO » ne sont affichées que pour les stations où les deux méthodologies ont été utilisées. En conséquence, lorsqu'aucune valeur d'abondance n'est affichée, cela ne correspond pas à un 0 mais à une absence de donnée EPO.

Cette approche permet de comparer au cas par cas à la fois l'occurrence des taxons au sein des stations d'étude, mais aussi la corrélation des abondances récoltées en fonction des méthodologies d'inventaire.

Les résultats ainsi obtenus figurent dans les parties suivantes, présentées par taxons :

5.3.2.1 La loche des sables *Awaous commersoni*

Les résultats obtenus via les différentes méthodologies pour la loche (*A. commersoni*) sont dans l'ensemble discordants, en termes d'occurrences et abondances observées :

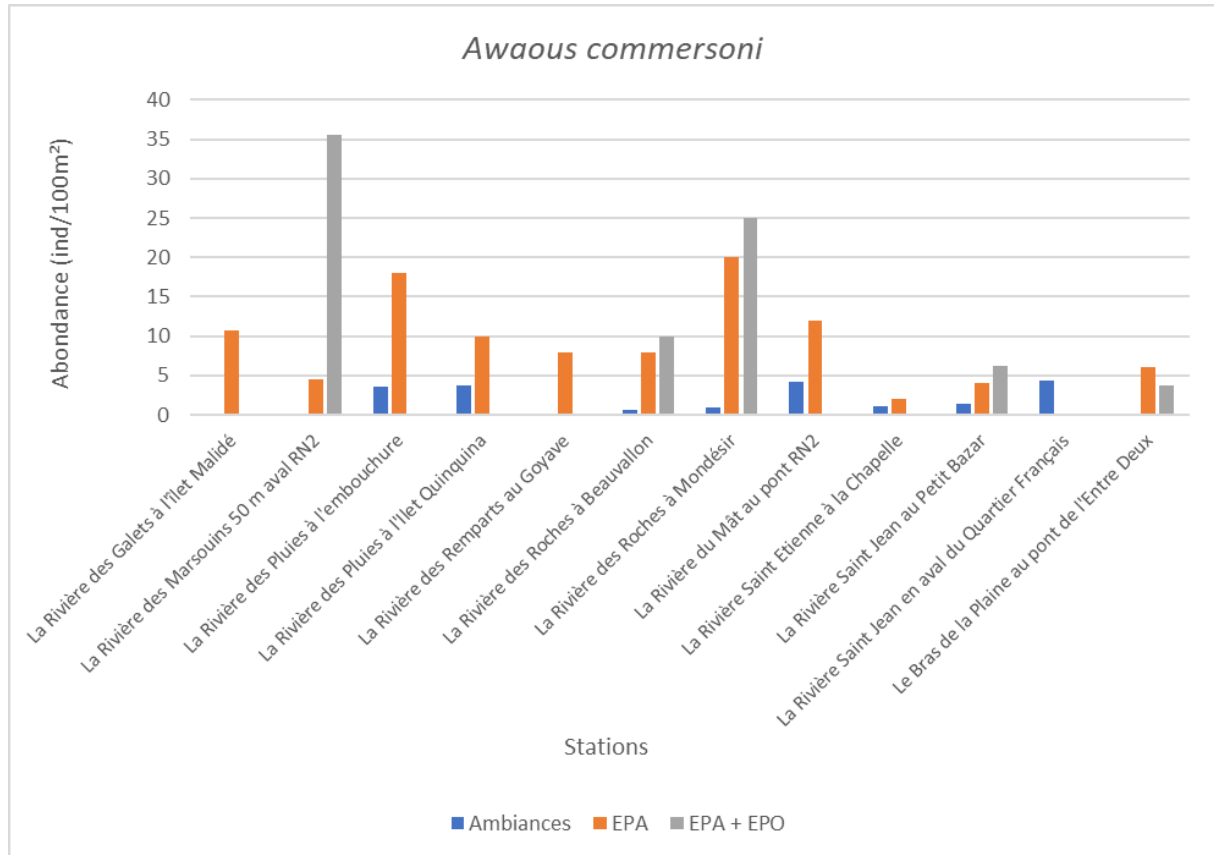


Figure 10 - Abondances (individus/100m²) de loches (*A. commersoni*) obtenues selon les différentes méthodologies d'inventaires (pêche par ambiances/EPA/EPA+EPO) sur le jeu de station commun au RCS et à PHACAR

L'espèce a été détectée sur huit stations par la méthode de pêche par ambiances, contre 11 par la méthode EPA. Les inventaires EPA permettent de détecter la loche sur toutes les stations couvertes par les pêches par ambiances, sauf celle de « La Rivière St Jean en aval du Quartier Français ».

En ce qui concerne les abondances, les méthodologies EPA+EPO permettent d'obtenir des valeurs supérieures aux autres méthodes, avec des abondances en moyenne plus de six fois plus importantes que par les pêches par ambiances, hormis pour le Bras de la Plaine au Pont de l'Entre Deux, pour laquelle la méthodologie EPA l'emporte.

Les coefficients de corrélation sont mauvais, avec un R² 0.09 entre les abondances EPA / Ambiances et de 0.08 entre les abondances EPA+EPO / Ambiances.

En conclusion, il n'existe pas de corrélation entre l'occurrence et les abondances de la loche des sables obtenues via les méthodologies d'inventaires par ambiances et EPA+EPO. La méthode EPA et EPO combinées aboutit à des estimations d'abondances les plus élevées.

5.3.2.2 Le Chitte *Agonostomus telfairii*

Les résultats obtenus via les différentes méthodologies pour le chitte (*A. telfairii*) sont dans l'ensemble discordants, en termes d'occurrences et abondances observées :

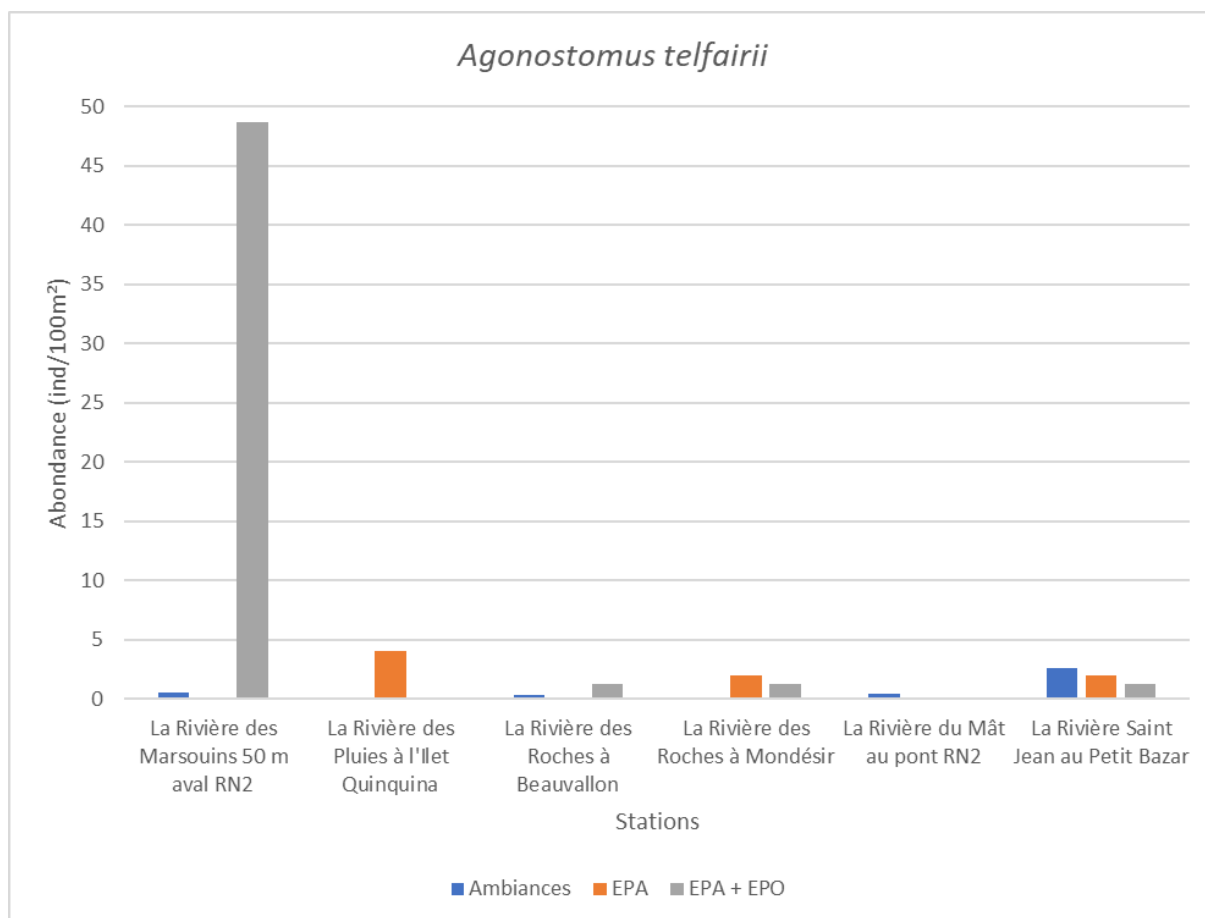


Figure 11 - Abondances (individus/100m²) de chittes (*A. telfairii*) obtenues selon les différentes méthodologies d'inventaires (pêche par ambiances/EPA/EPA+EPO) sur le jeu de station commun au RCS et à PHACAR

En effet, ce taxon est détecté sur quatre stations par la méthode de pêche par ambiances, contre six par la méthode EPA. Les inventaires EPA permettent de détecter le chitte sur toutes les stations couvertes par les pêches par ambiances, sauf celle de « La Rivière du Mât au pont RN2 ».

En ce qui concerne les abondances, les méthodologies combinées EPA et EPO permettent en moyenne d'obtenir des valeurs supérieures à celles des autres méthodes, particulièrement pour la station « La Rivière des Marsouins 50 m en aval RN2 », avec une abondance 10 fois plus élevée par la méthode EPA+EPO, sachant que l'intégralité des effectifs a été inventoriée par le biais des observations subaquatiques (EPO).

Pour les autres stations, les estimations sont fluctuantes, avec un taux de corrélation faible, (R^2 de 0.21) entre les abondances EPA+EPO et Ambiances.

En conclusion, il n'existe pas de corrélations entre l'occurrence et les abondances du chitte obtenues via les méthodologies d'inventaires par ambiances et EPA+EPO. La méthode EPA et EPO combinées aboutit à des estimations d'abondances les plus élevées.

5.3.2.3 L'anguille marbrée *Anguilla marmorata*

Les corrélations obtenues via les pêches par ambiances et les EPA seuls ou EPA+EPO pour l'anguille marbrée (*A. marmorata*) sont moyennes à bonnes :

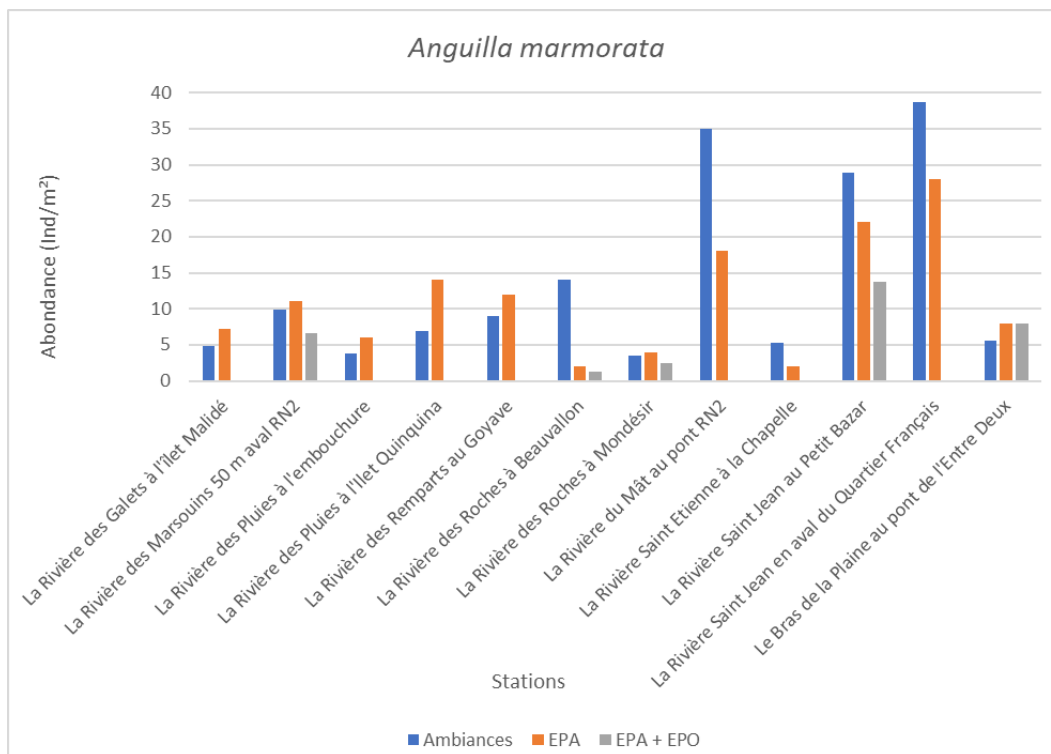


Figure 12 - Abondances (individus/100m²) d'anguilles marbrées (*A. marmorata*) obtenues selon les différentes méthodologies d'inventaires (pêche par ambiances/EPA/EPA+EPO) sur le jeu de station commun au RCS et à PHACAR

En effet, concernant les occurrences, cette espèce est détectée sur les 12 stations d'étude toutes méthodes confondues.

En ce qui concerne les abondances, la méthodologie de pêche par ambiance permet d'obtenir en moyenne des valeurs légèrement supérieures à celles des autres méthodes (abondance moyenne de 13.8 pour les ambiances, contre 11.2 pour les EPA et 6.4 pour les EPA+EPO), en revanche, dans 7 cas sur 12, ce sont les EPA qui permettent de capturer le plus d'individus. Le coefficient de corrélation est bon entre les EPA et les ambiances, avec un R² de 0.7, et moyen entre les EPA+ EPO et les ambiances.

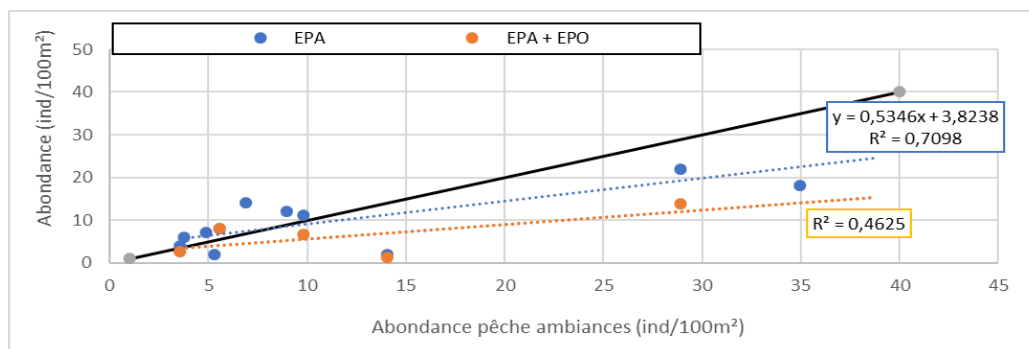


Figure 13 - Abondances obtenues pour l'anguille marbrée (*A. marmorata*), en fonction des méthodes d'inventaire. En Noir : le modèle moyen, en bleu : le modèle EPA, en orange ; le modèle EPA+EPO

En conclusion, il existe une bonne corrélation entre l'occurrence et les abondances en anguille marbrée obtenues via les méthodologies d'inventaires par ambiances et par EPA. La méthode EPA et EPO combinées aboutit à des estimations d'abondances inférieures (quasi absence d'observations d'anguilles en EPO).

5.3.2.4 Le cabot bouche-ronde *Cotylopus acutipinnis*

Les corrélations obtenues via les pêches par ambiances et les EPA seuls ou EPA+EPO pour le cabot bouche-ronde (*C. acutipinnis*) sont globalement moyennes :

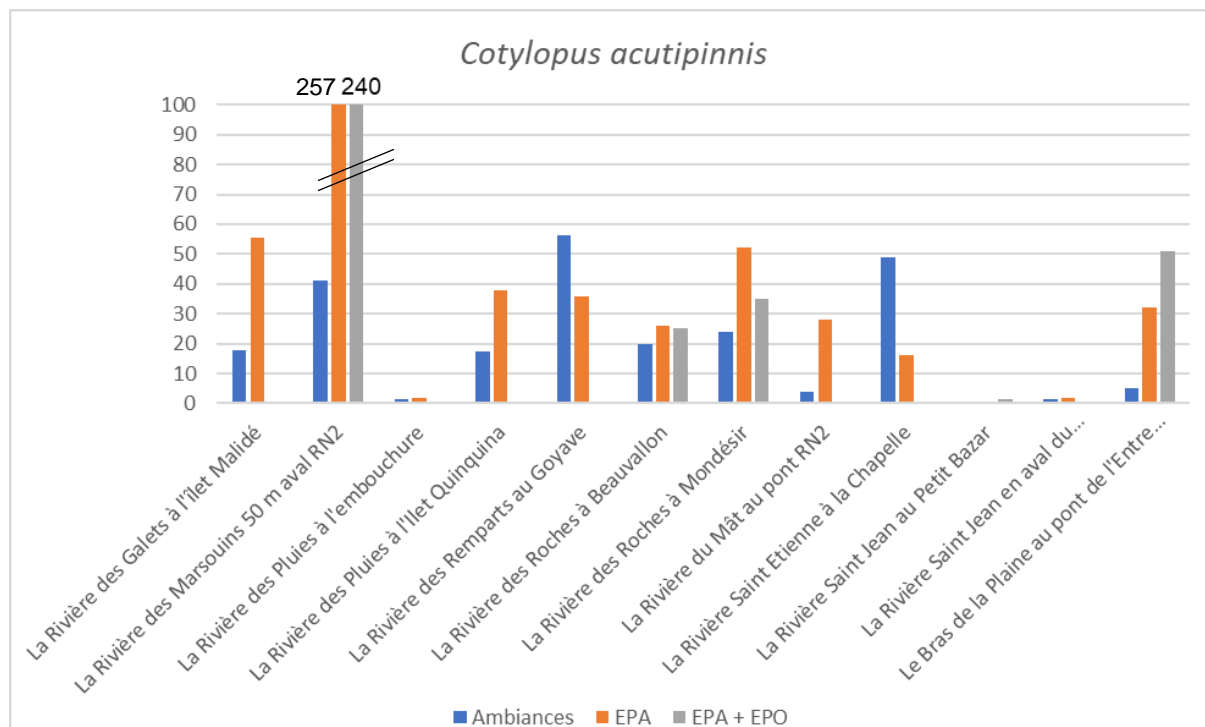


Figure 14 - Abondances (individus/100m²) de cabots bouche-ronde (*C. acutipinnis*) obtenues selon les différentes méthodologies d'inventaires (pêche par ambiances/EPA/EPA+EPO) sur le jeu de station commun au RCS et à PHACAR

En termes d'occurrences, cette espèce est détectée via toutes les méthodologies d'inventaire pour 11 stations d'étude. Seule la station « La Rivière Saint Jean au Petit Bazar » n'est pas commune à la détection du cabot bouche-ronde, qui n'a été observé que par EPO.

En ce qui concerne les abondances, la méthodologie de pêche par EPA+EPO permet d'obtenir en moyenne des valeurs supérieures à celles des autres méthodes (abondance moyenne de 70.6 pour les EPA+EPO, contre 49.6 pour les EPA et 21.5 pour les ambiances), en revanche, dans 9 cas sur 12, ce sont les EPA qui l'emportent. Le coefficient de corrélation est assez bon entre les EPA+EPO et les ambiances, avec un R² de 0.62, et faible entre les EPA et les ambiances.

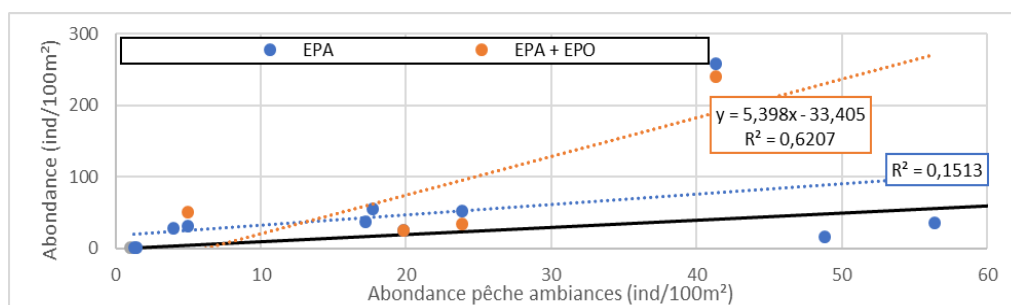


Figure 15 : Abondances obtenues pour le cabot bouche-ronde (*C. acutipinnis*), en fonction des méthodes d'inventaire. En Noir : le modèle moyen, en bleu : le modèle EPA, en orange ; le modèle EPA+EPO

En conclusion, il existe une assez bonne corrélation entre l'occurrence et les abondances du cabot bouche-ronde *C.acutipinnis* obtenus via les méthodologies d'inventaires par ambiances et EPA+ EPO, cette dernière amenant à des abondances

environ trois fois plus élevées. La méthode EPA aboutit à des estimations de abondances intermédiaires.

5.3.2.5 Le poisson plat *Kuhlia rupestris*

Le coefficient de corrélation est faible entre les méthodologies, avec un R^2 de 0.2 pour les EPA+EPO et les ambiances, et un R^2 de 0.27 pour les EPA et les ambiances :

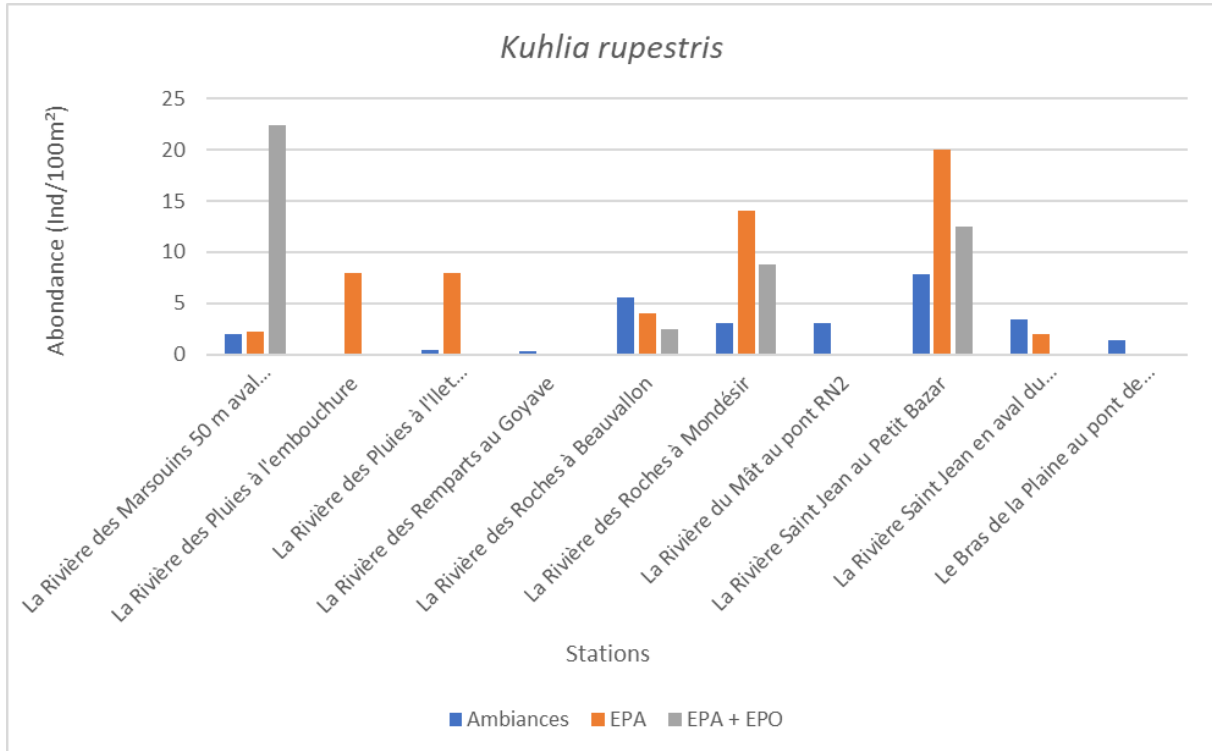


Figure 14 : Abondances (individus/100m²) de poissons plats (*K. rupestris*) obtenues selon les différentes méthodologies d'inventaires (pêche par ambiances/EPA/EPA+EPO) sur le jeu de station commun au RCS et à PHACAR

En conclusion, il existe une faible corrélation entre l'occurrence et les abondances du poisson plat (*K. rupestris*) obtenus via les méthodologies d'inventaires par ambiances et EPA seuls ou EPA+ EPO. La méthode EPO est celle qui conduit à des abondances les plus élevées (en moyenne 17 fois plus élevées que les ambiances).

5.3.2.6 Le cabot noir *Eleotris klunzingerii*

Les résultats obtenus via les pêches par ambiances et les EPA seuls ou EPA+EPO pour le cabot noir (*E. klunzingerii*) sont dans l'ensemble discordants en termes d'occurrences et d'abondances observées :

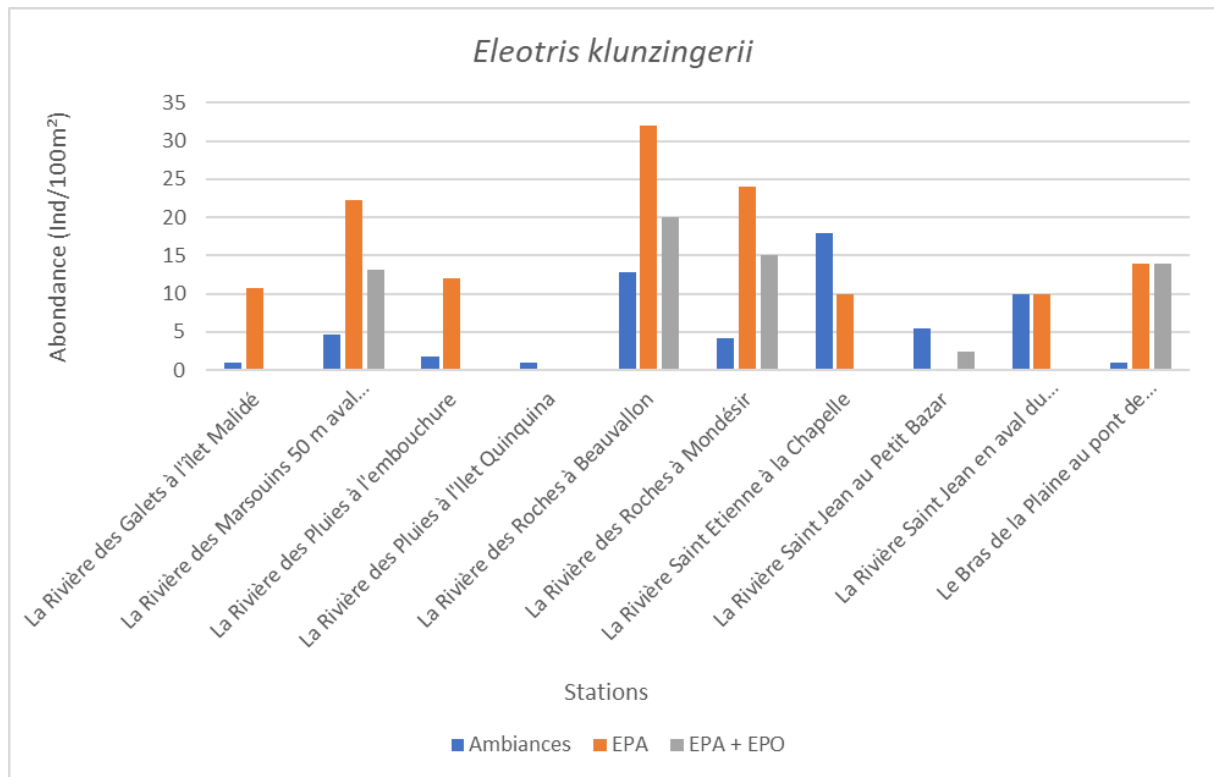


Figure 16 - Abondances (individus/100m²) de cabots noirs (*E. klunzingerii*) obtenues selon les différentes méthodologies d'inventaires (pêche par ambiances/EPA/EPA+EPO) sur le jeu de station commun au RCS et à PHACAR

En effet concernant les occurrences, cette espèce est détectée de façon variable selon les méthodologies prises en compte. On la retrouve dans dix stations via la méthode de pêche par ambiances, contre huit stations via la méthode EPA.

En ce qui concerne les abondances, la méthodologie de pêche par EPA permet d'obtenir en moyenne des valeurs supérieures à celles des autres méthodes (abondance moyenne de 16.9 pour les EPA, contre 12.9 pour les EPA+EPO et 6 pour les ambiances).

Le coefficient de corrélation est faible entre les méthodologies, avec un R^2 de 0.16 pour les EPA et les ambiances, et un R^2 de 0.01 pour les EPA+EPO et les ambiances.

En conclusion, il n'existe pas de corrélation entre l'occurrence et les abondances du cabot noir (*E.klunzingerii*) obtenues via les méthodologies d'inventaires par ambiances et EPA seuls ou EPA+ EPO. La méthode EPA est celle qui conduit à des abondances les plus élevées (près de 3 fois plus élevées que les ambiances).

5.3.2.7 Le cabot bouche-ronde *Sicyopterus lagocephalus*

Les corrélations obtenues via les pêches par ambiances et les EPA seuls ou EPA+EPO pour le cabot bouche-ronde (*S. lagocephalus*) sont globalement moyennes en termes d'occurrences et abondances observées :

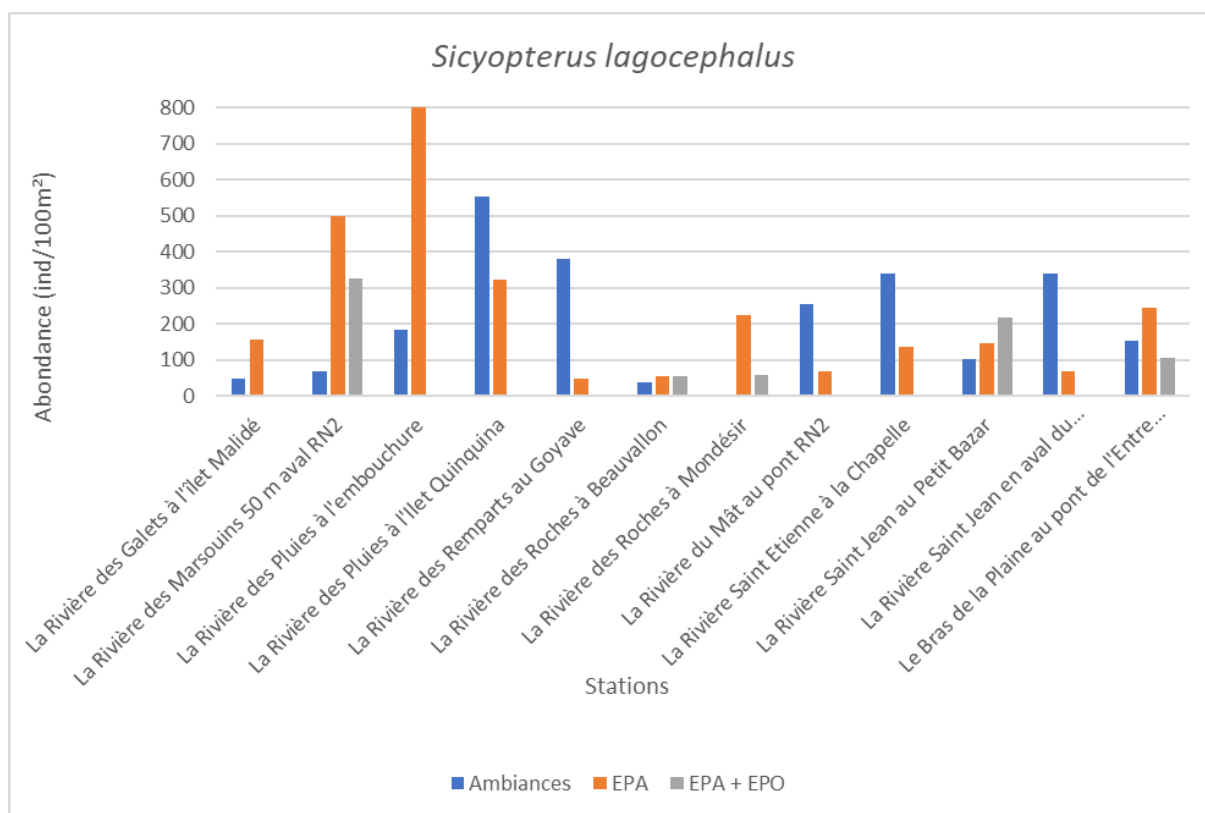


Figure 17 - Abondances (individus/100m²) de cabots bouche-ronde (*S. lagocephalus*) obtenues selon les différentes méthodologies d'inventaires (pêche par ambiances/EPA/EPA+EPO) sur le jeu de station commun au RCS et à PHACAR

En termes d'occurrences, cette espèce est détectée sur les mêmes stations, toutes méthodologies prises en compte.

En ce qui concerne les abondances, la méthodologie de pêche par EPA permet d'obtenir en moyenne des valeurs supérieures à celles des autres méthodes (abondance moyenne de 245.8 pour les EPA, contre 205.5 pour les ambiances et 152.6 pour les EPA+EPO), avec cependant 5 cas sur 12 où les abondances les plus importantes sont rencontrées par les pêches par ambiances (contre 6/12 pour les EPA).

Le coefficient de corrélation est moyen entre les méthodologies, avec un R^2 de 0.52 pour les EPA+EPO et les ambiances, et un R^2 de 0.31 pour les EPA et les ambiances (page suivante).

Il existe une corrélation moyenne entre l'occurrence et les abondances du cabot bouche-ronde (*S. lagocephalus*) obtenues via les méthodologies d'inventaires par ambiances et EPA seuls ou EPA+ EPO. La méthode EPA conduit à des abondances légèrement plus élevées que les ambiances.

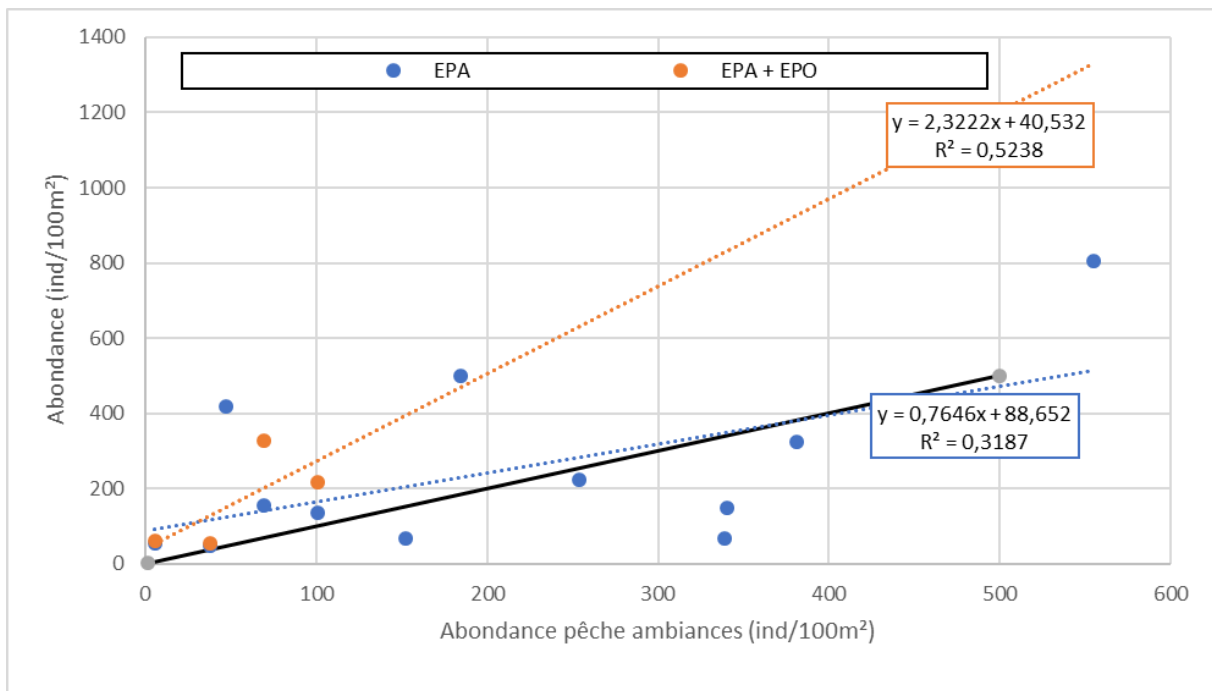


Figure 18 - Abondances obtenues pour le cabot bouche-ronde (*S. lagocephalus*), en fonction des méthodes d'inventaire. En Noir : le modèle moyen, en bleu : le modèle EPA, en orange ; le modèle EPA+EPO

5.3.2.8 La chevaquine *Atyoida serrata*

Les résultats obtenus via les pêches par ambiances et les EPA seuls ou EPA+EPO pour la chevaquine (*A. serrata*) sont dans l'ensemble discordants en termes d'occurrences et d'abondances observées :

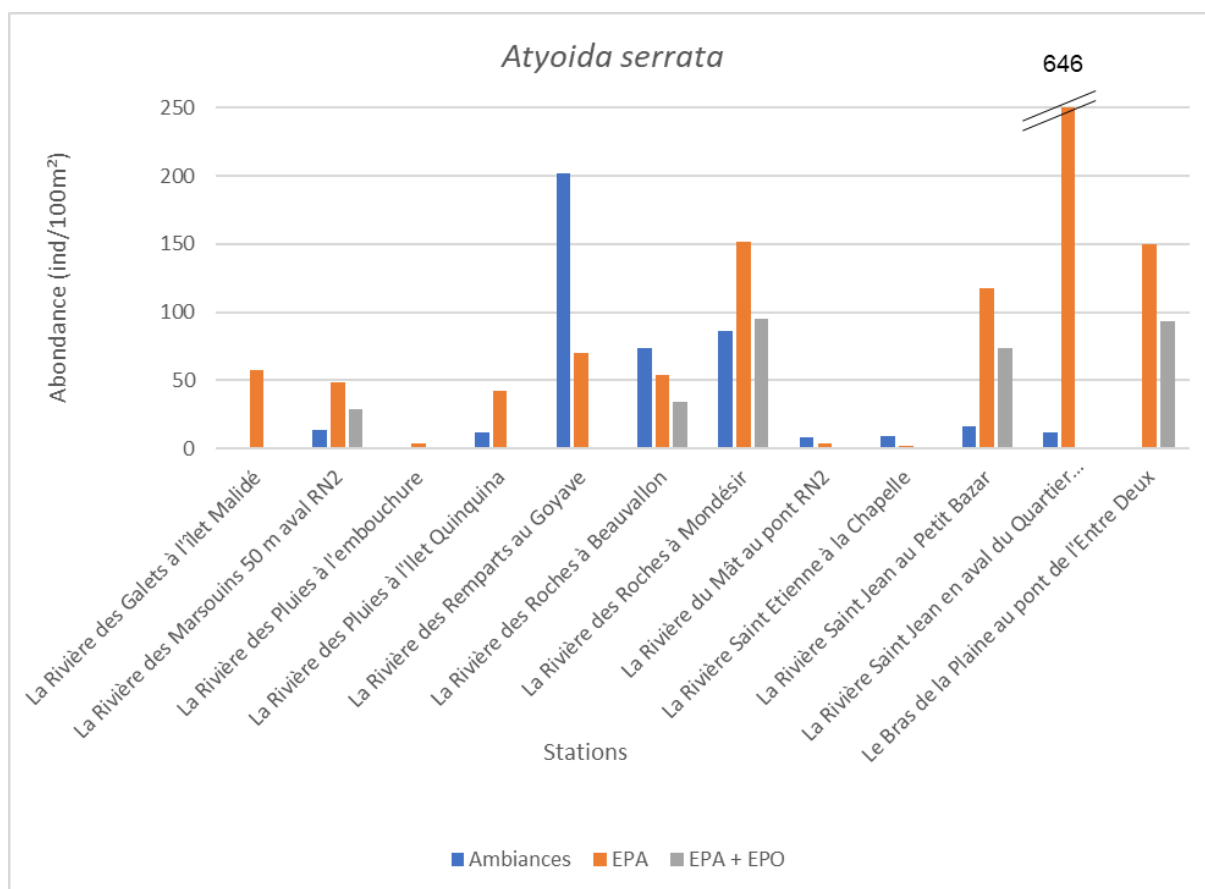


Figure 19 - Abondances (individus/100m²) de chevaquines (*A. serrata*) obtenues selon les différentes méthodologies d'inventaires (pêche par ambiances/EPA/EPA+EPO) sur le jeu de station commun au RCS et à PHACAR

En termes d'occurrence, cette espèce est détectée sur 11 stations d'étude via les EPA+EPO contre neuf stations via les ambiances. Trois stations ne sont concernées que par les EPA (+EPO) pour cette espèce : « La Rivière des Galets à l'îlet Malidé », « La Rivière des Pluies à l'embouchure », et le « Bras de la Plaine au pont de l'Entre Deux », alors qu'une seule station n'est concernée par les ambiances seules pour cette espèce : « La Rivière Saint Etienne à la Chapelle ».

En ce qui concerne les abondances, la méthodologie de pêche par EPA permet d'obtenir en moyenne des valeurs supérieures à celles des autres méthodes (abondance moyenne de 112 pour les EPA, contre 40 pour les ambiances et 65 pour les EPA+EPO), avec une abondance très élevée observée en EPA sur la station « La Rivière Saint Jean en aval du Quartier Français ».

La corrélation est nulle entre les méthodologies.

En conclusion, il n'existe pas de corrélation entre l'occurrence et les abondances de chevaquine (*A. serrata*) obtenues via les méthodologies d'inventaires par ambiances et EPA seuls ou EPA+ EPO. La méthode EPA est celle qui conduit à des abondances les plus élevées (en moyenne 3 fois plus élevées que les ambiances).

5.3.2.9 La chevrette *Macrobrachium australe*

Les corrélations obtenues via les pêches par ambiances et les EPA seuls ou EPA+EPO pour la chevrette (*M. australe*) sont dans l'ensemble moyennes à bonnes en termes d'occurrences et abondances observées :

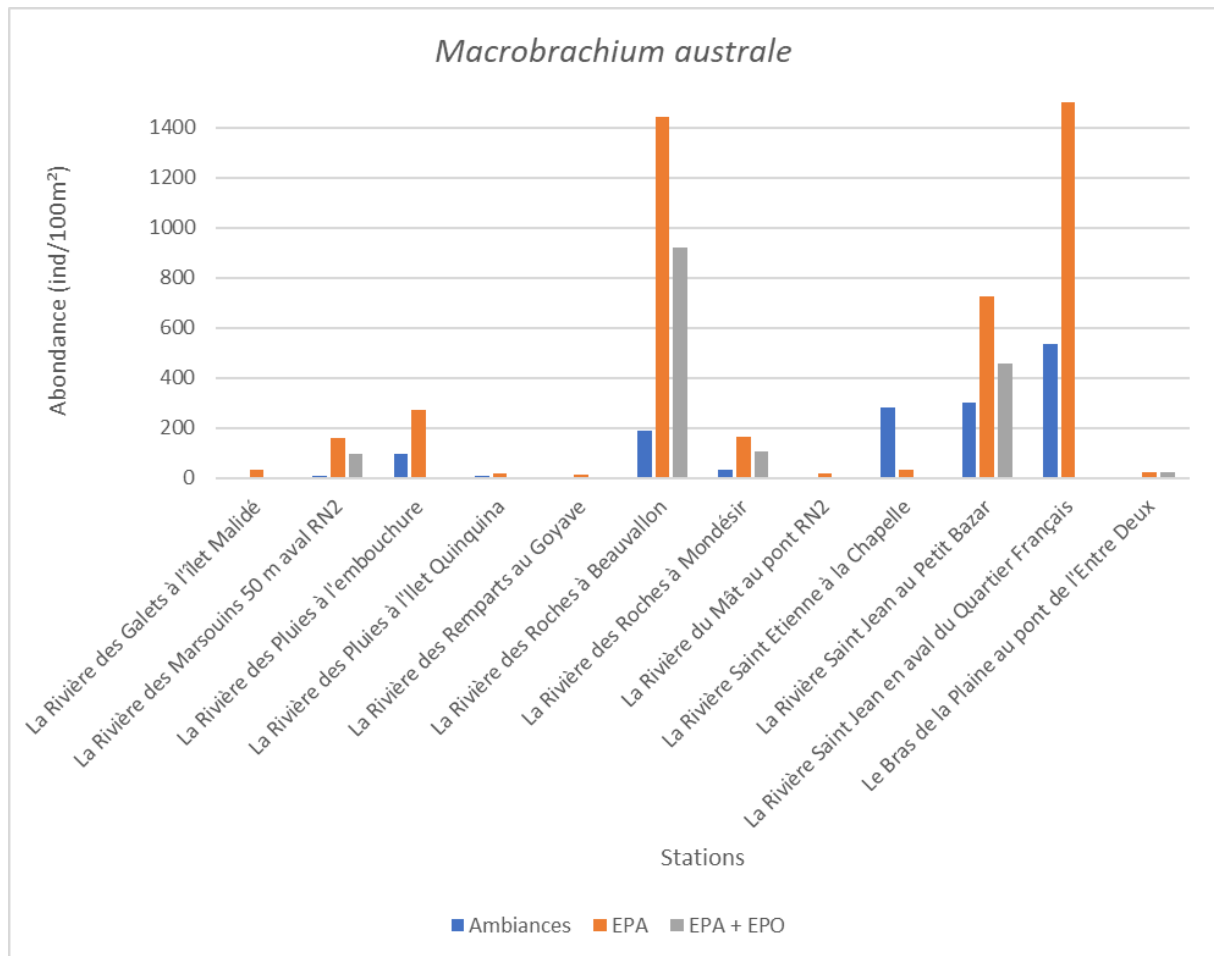


Figure 20 - Abondances (individus/100m²) de chevrettes (*M. australe*) obtenues selon les différentes méthodologies d'inventaires (pêche par ambiances/EPA/EPA+EPO) sur le jeu de station commun au RCS et à PHACAR

En termes d'occurrence, cette espèce est détectée sur toutes les stations par les deux méthodes d'inventaires (ambiances et EPA), hormis pour la station « La Rivière des Remparts au Goyave » pour laquelle aucun individu de cette espèce n'a été capturé par ambiances.

En ce qui concerne les abondances, la méthodologie de pêche par EPA permet d'obtenir en moyenne des valeurs supérieures à celles des autres méthodes (abondance moyenne de 441 pour les EPA, contre 132 pour les ambiances et 321 pour les EPA+EPO), avec des abondances très élevées observées en EPA sur les stations « La Rivière des Roches à Beauvallon » et « La Rivière Saint Jean en aval du Quartier Français ».

Le coefficient de corrélation est moyen à bon entre les méthodologies, avec un R^2 de 0.68 pour les EPA et les ambiances, et un R^2 de 0.43 pour les EPA et les ambiances, comme illustré dans la figure ci-après.

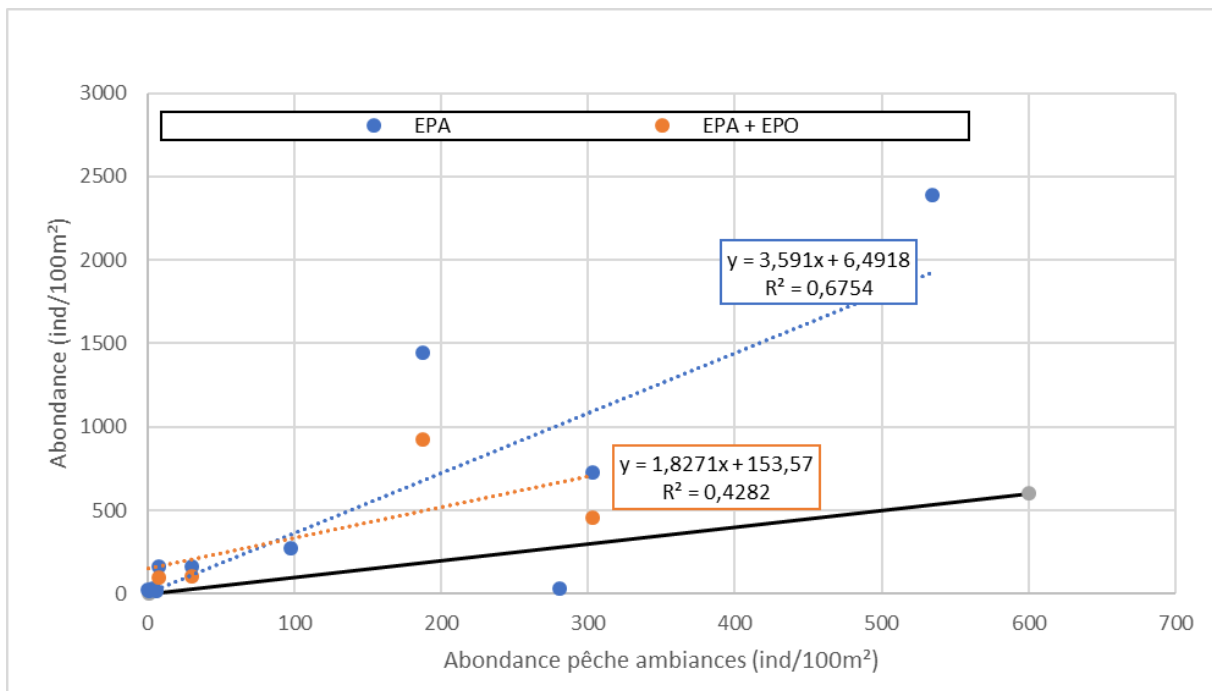


Figure 21 - Abondances obtenues pour la chevrette (*M. australe*) en fonction des méthodes d'inventaire. En Noir : le modèle moyen, en bleu : le modèle EPA, en orange ; le modèle EPA+EPO

Il existe une corrélation moyenne à bonne entre l'occurrence et les abondances de la chevrette (*M. australe*) obtenues via les méthodologies d'inventaires par ambiences et EPA seuls ou EPA+ EPO. La méthode EPA conduit à des abondances plus élevées (facteur de 3) que les ambiences.

5.3.3 Conclusions sur les corrélations d'abondances observées entre les différentes méthodologies

S'agissant des poissons indigènes, ces résultats montrent de bonnes corrélations en termes d'occurrences et d'abondances entre les méthodologies EPA+EPO et ambiences pour le cabot bouche-ronde *C. acutipinnis*, et entre les méthodes EPA seuls et ambiences pour les anguilles marbrées *A. marmorata*. Pour les autres poissons, de nombreuses discordances sont observées.

S'agissant des crustacés indigènes, ces résultats montrent de bonnes corrélations en termes d'occurrences et d'abondances entre les méthodologies EPA et ambiences pour la chevrette *M. australe* uniquement.

La comparaison des résultats obtenus selon les méthodologies d'inventaires de pêche par ambiences, pêche par points (EPA) et observations subaquatiques (EPO) révèle de nombreux biais méthodologiques. Ces différences se manifestent par une variabilité des descripteurs des peuplements de poissons et crustacés au sein d'une station, comme la richesse spécifique et l'abondance.

Ces premiers éléments peuvent être utilisés pour ouvrir des pistes de réflexion quant aux méthodologies utilisées en fonction des différents types d'études et d'inventaires souhaités. Pour aller plus loin dans cette réflexion, des tests rigoureux pourraient être menés afin de comparer les occurrences et abondances ainsi obtenues au regard des méthodologies d'inventaires utilisées. Pour cela, il sera nécessaire de pratiquer les inventaires dans des conditions similaires, à savoir : l'emprise de la station, le matériel de pêche utilisé, les équipes, ou encore la date d'inventaire.

Toutefois, ces analyses comparatives permettent de soulever certaines questions d'ordre méthodologique.

Le premier point concerne la comparaison des méthodes d'inventaires par pêches électriques et d'observations subaquatiques. Le jeu de données collecté dans le cadre de PHACAR pourra être analysé dans le but de mettre en relief l'efficacité des méthodes d'inventaire (pêche ou observation) par rapport aux différentes espèces. Ainsi, les observations subaquatiques semblent plus efficaces pour les espèces pélagiques tels que le chitte et le poisson plat, alors que les pêches électriques seraient plus performantes pour les anguilles et les macrocrustacés.

Le second questionnement concerne l'apport des points extrêmes au plan d'échantillonnage classique, soit avec un cheminement en « zigzag ». L'intégralité des points « classiques » ou « extrêmes » a été traitée de façon similaire pour les analyses menées dans PHACAR. Or, des analyses complémentaires, destinées à proposer des plans d'échantillonnages ciblés sur certains taxons, notamment des exotiques, ou destinés à inventorier une biodiversité maximale pourraient être menées. Par exemple, l'espèce exotique *Neocaridina davidi* n'a été détectée que sur des points dits « extrêmes », et pour le camaron *M.lar* 82 % des points positifs ont été réalisés sur des points extrêmes.

La poursuite de la réflexion peut être menée sur le ciblage de certains bassins versants, hébergeant une faune aquatique remarquable à l'échelle de l'île. Ainsi, la rivière St Jean, est le bassin versant qui présente des taux de détection les plus élevés pour bon nombre de taxons comme les anguilles (AMA, ANG), les caridines (CAR), les cabots noirs (ELM, ELS), la loche à tête plate (GLO), les poissons plats (KSO, KUL), la chevrette (MAA), et le cabot rayé (STE). La rivière des Marsouins présente les détections les plus élevées pour les syngnathes (MIC et MIA) et le chitte (AGO). Enfin, la rivière Saint Etienne présente des détections élevées pour l'écrevisse (MAH), le camaron (MAL), le chitte (AGO) et deux taxons exotiques (tilapia et porte-épée).

Enfin, une dernière piste de réflexion peut concerner la période d'inventaire. Les conditions hydrologiques rencontrées lors des inventaires de PHACAR n'ont pas permis de mettre en évidence de différences significatives de composition faunistique entre les campagnes. Seule la chevrette, avec un fort recrutement observé en période d'étiage semble montrer des fluctuations de populations saisonnières au vu du jeu de données étudié.

Ces points sont de pistes non exhaustives qui pourraient être menées pour la proposition de suivis des peuplements de poissons et crustacés des cours d'eau de La Réunion. Les méthodologies déployées répondraient ainsi à différents objectifs de suivi : approche biodiversité patrimoniale, ciblage des espèces exotiques, ou encore l'amélioration des connaissances sur certains taxons. Cette démarche devra intégrer l'intégralité des données et méthodologies d'inventaires pratiquées dans les cours d'eau de l'île. Elle devra également comporter une phase de synthèse bibliographique afin de bénéficier de retours d'expériences. On peut citer pour exemples les travaux menés récemment en Nouvelle-Calédonie (Bouchard, Roset, & Vigneron, 2018) visant à standardiser le suivi des peuplements de poissons et crustacés encours d'eau. D'autres travaux, davantage axés sur les caractéristiques techniques des engins de pêche pour mener à bien les suivis DCE ont été menés en France métropolitaine par l'INRAE (Pottier, 2017), l'ONEMA (Vigneron, 2013) ou encore en Angleterre (Beaumont, 2011) sur la comparaison de différents appareils de pêche électrique et leur efficacité notamment sur les anguilles. Cette réflexion pourrait être poussée vers l'intégration d'autres types d'engins de suivis, permettant de contourner les biais méthodologiques rencontrés actuellement avec la pêche à l'électricité, comme l'utilisation de filets, d'habitats artificiels ou encore l'ADN environnemental.

6 Apports des descripteurs d'habitats à l'interprétation de la qualité des peuplements de poissons et de crustacés

La démarche prospective présentée ici consiste, à prédire la composition du peuplement de poissons et de crustacés à partir des paramètres d'habitats et de confronter ce peuplement théorique à celui observé dans le cadre d'un inventaire par ambiances. Cette démarche vise à objectiver le dire d'expert dans l'analyse du peuplement observé.

Les données d'habitats et de peuplements collectées sur les stations de suivi de PHACAR peuvent être utilisées à plus large échelle, afin d'apporter des éléments explicatifs sur les peuplements de poissons et crustacés des cours d'eau de La Réunion. Cet éclairage peut être réalisé à deux échelles spatiales : le mésohabitat et le microhabitat.

La confrontation des paramètres d'habitat décrits lors de la mise en œuvre de l'Indice Poisson dans le cadre du RCS (paragraphe 3 de ce rapport), et des paramètres d'habitats pour lesquels des préférences ont pu être établies (rapport final PHACAR- Volet A : préférences d'habitats) permettent de mettre en évidence les variables d'habitats communes. Le tableau suivant résume les données ainsi disponibles :

Echelles habitat	Variables d'habitats renseignées		
	Variables	PHACAR	RCS
Méso	Faciès	X	X
Micro	Granulométrie dominante	X	X
	Granulométrie accessoire	X	X
	Granulométrie la plus grosse	X	X
	Profondeur	X	X
	Vitesse 0,4	X	X
	Contraintes hydrauliques	X	
	Distance berge	X	

Tableau 9 - Variables d'habitats pour lesquelles des préférences ont été testées dans le projet PHACAR et variables collectées dans le cadre du RCS pour le suivi des peuplements de poissons et crustacés des cours d'eau de La Réunion

Ce tableau permet de mettre en évidence une bonne couverture par le RCS des paramètres d'habitats exploités dans PHACAR.

Ainsi, ces variables d'habitats pourront être utilisées pour la détermination de **surfaces pondérées utiles (SPU)** au sein des stations d'études. **Ces SPU correspondent à une quantification de l'habitat disponible pour un taxon considéré.** Ce type d'approche est utilisée en routine dans le cadre d'évaluation des habitats aquatiques, notamment via les logiciels dédiés (EVHA (Ginot et al., 1998)).

Il s'agit donc ici d'utiliser des paramètres à différentes échelles : faciès (échelle mésohabitat), granulométries (x 3), profondeur, et vitesse (échelle microhabitat). Le détail de leur utilisation est présenté dans les paragraphes suivants.

6.1 Détermination des surfaces pondérées utiles à partir d'éléments du mésohabitat

6.1.1 Variables d'habitats utilisées

La confrontation des données d'habitats à l'échelle « méso » renseignées dans le cadre du RCS à celles de PHACAR, aboutit à un niveau d'information élevé pour la variable « faciès ». En conséquence, des modèles de préférences d'habitats ont été calculés en fonction des faciès renseignés lors des deux campagnes d'inventaire PHACAR.

Afin d'être intégrées dans les modèles développés par l'IRSTEA, les faciès ont été codifiés en valeurs numériques ordinales de la manière suivante :

FACIES	Abréviation	Code FACIES
Chenal lentique	CHE LEN	1
Fosse de dissipation et vasque	FOS DIS	2
Mouille de concavité	MOU	3
Fosse d'affouillement	FOS AFF	4
Chenal lotique	CHE LOT	5
Bordure	BORD	6
Plat lentique	PLA LEN	7
Plat courant	PLA COU	8
Radier	RAD	9
Rapide	RAP	10
Cascade	CAS	11

Tableau 10 - Codification des faciès utilisée, d'après Malavoi et Souchon, 2002

Les modèles ont pu être générés pour 29 taxons-stades.

Le même arbre de décision que celui employé pour les autres descripteurs du micro-habitats (Rapport final PHACAR-volet A) a été appliqué à cet élément, aboutissant à différents niveaux de pertinence des modèles, figurant dans le tableau page suivante :

On notera que les limites de classes de taille et niveaux taxonomiques utilisés dans la suite des analyses sont synthétisés dans le tableau figurant en Annexe 3.

Priorité	Taxons			Robustesse	Allure courbes	Pertinence modèle
1	Chitte	<i>Agonostomus telfairii</i>	AGO*	Bien	Marquée	Moyenne
	Anguille marbrée	<i>Anguilla marmorata</i> (LT≥150 mm)	AMA	Bien	Marquée	Elevée
	Anguilles juvéniles	<i>Anguilla sp</i> (LT<150 mm)	ANG	Très Bien	Marquée	Elevée
	Loche des sables	<i>Awaous commersoni</i>	AWA	Assez bien	Marquée	Moyenne
	Cabot noir	<i>Eleotris klunzingerii</i>	ELF	Assez bien	Plate	Faible
	Cabot noir	<i>Eleotris mauritanus</i>	ELM	Mauvaise	Marquée	Faible
	Cabot noir	<i>Eleotris sp.</i>	ELS	Assez bien	Marquée	Moyenne
	Cabot noir juvénile	<i>Eleotris sp. (LT<38 mm)</i>	ELS0	Mauvaise	Marquée	Faible
	Cabot noir adulte	<i>Eleotris sp. (LT≥38 mm)</i>	ELS sp1	Bien	Plate	Moyenne
	Poisson plat	<i>Kuhlia sauvagii</i>	KSO	Mauvaise	Plate	Nulle
	Poisson plat	<i>Kuhlia rupestris</i>	KUL	Mauvaise	Plate	Nulle
	Poisson plat	<i>Kuhlia sp.</i>	KUS	Mauvaise	Plate	Nulle
	Poisson plat juvénile	<i>Kuhlia sp. (LT<85 mm)</i>	KUS0	Mauvaise	Marquée	Faible
	Poisson plat adulte	<i>Kuhlia sp. (LT≥85 mm)</i>	KUS1	Mauvaise	Marquée	Faible
	Cabot rayé	<i>Stenogobius polyzona</i>	STE	Bien	Marquée	Elevée
2	Cabot bouche-ronde	<i>Cotylopus acutipinnis</i>	COA	Bien	Marquée	Elevée
3	Cabot bouche-ronde	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	SIC	Très Bien	Marquée	Elevée
	Chevaquine	<i>Atyoida serrata</i>	ATY	Très Bien	Marquée	Elevée
	Caridine	<i>Caridina typus</i>	CAR	Bien	Marquée	Elevée
	Caridine	<i>Caridina serratirostris</i>	CAS	Mauvaise	Marquée	Faible
	Chevrette	<i>Macrobrachium australe</i>	MAA	Mauvaise	Marquée	Faible
	Chevrette juvénile	<i>Macrobrachium australe</i> (LT<30 mm)	MAA0	Mauvaise	Plate	Nulle
	Chevrette adulte	<i>Macrobrachium australe</i> (LT≥30 mm)	MAA1	Assez bien	Marquée	Moyenne
	Ecrevisse	<i>Macrobrachium lepidactylus</i>	MAH	Bien	Marquée	Elevée
	Camaron	<i>Macrobrachium lar</i>	MAL	Bien	Marquée	Elevée
	Crabe	<i>Varuna litterata</i>	VAL	Bien	Marquée	Elevée
exo	Guppy	<i>Poecilia reticulata</i>	GUP	Assez bien	Plate	Faible
	Tilapia	<i>Oreochromis sp.</i>	TIL*	Bien	Marquée	Elevée
	Porte-épée	<i>Xiphophorus hellerii</i>	XIP	Bien	Marquée	Elevée

Tableau 11 - Pertinence des modèles obtenus pour la variable faciès. *Filtre abondance-occurrence moindre, donc pertinence du modèle déclassée. Colonne « Priorité » : priorité d'acquisition de données tel que définie dans le rapport final « PHACAR-Volet A »

Pour la suite des analyses, seuls les modèles avec une pertinence moyenne et élevée, et avec des allures de courbes marquées seront conservés, ce qui conduit à sélection suivante :

Taxons			Faciès préférentiels
<i>Agonostomus telfairii</i>	Chitte	AGO	PLA LEN à CAS
<i>Anguilla marmorata</i> (LT>150mm)	Anguille marbrée	AMA	PLA COU à CAS
<i>Anguilla sp</i> (LT<150 mm)	Anguilles juvéniles	ANG	PLA LEN à RAP
<i>Awaous commersoni</i>	Loche des sables	AWA	CHE à PLA LEN
<i>Eleotris sp.</i>	Cabot noir	ELS	PLA LEN à RAP
<i>Stenogobius polyzona</i>	Cabot rayé	STE	CHE LEN à CHE LOT
<i>Cotylopus acutipinnis</i>	Cabot bouche-ronde	COA	PLA LEN à CAS
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	Cabot bouche-ronde	SIC	CHE LOT à RAP
<i>Atyoida serrata</i>	Chevaquine	ATY	BORD à CAS
<i>Caridina typus</i>	Caridine	CAR	PLA LEN à RAD
<i>Macrobrachium australe</i>	Chevrette	MAA	BORD
<i>Macrobrachium lepidactylus</i>	Ecrevisse	MAH	PLA COU à RAP
<i>Macrobrachium lar</i>	Camaron	MAL	FOS à PLA LEN
<i>Varuna litterata</i>	Crabe	VAL	MOU à PLA LEN
<i>Xiphophorus hellerii</i>	Porte-épée	XIP	MOU à PLA LEN
<i>Oreochromis sp.</i>	Tilapia	TIL	MOU à PLA LEN

Tableau 12 - Taxons retenus pour les analyses de capacité d'accueil au regard des faciès. *Filtre abondance-occurrence moindre, donc pertinence du modèle déclassée

A noter que pour les taxons pour lesquels un modèle avait été généré selon plusieurs classes d'âge (*i.e* juvénile/adulte) ou niveaux taxonomiques, l'approche a été simplifiée en conservant les cas les plus pertinents.

Dans le tableau ci-dessus, les faciès préférentiels sont indiqués à titre informel. Ils correspondent aux faciès pour lesquels les modèles prédisent des abondances les plus élevées pour les taxons considérés.

Au final ce sont 16 taxons-stades qui pourront être utilisés pour le calcul des surfaces utiles en fonction des faciès d'une station.

Ces premiers éléments de préférences des taxons vis-à-vis des faciès d'écoulement peuvent être mis en relation avec la description de la composition en faciès des cours d'eau de l'île. Ainsi, le travail mené par Malavoi en 1998 permet de définir trois types de cours d'eau selon leur diversité en faciès :

- cours d'eau à séquences peu diversifiées : Sainte-Suzanne, Fleurs Jaunes et Saint Gilles),
- moyennement diversifiées : St Denis, Roches, Langevin, Est, Bars Ste Suzanne et
- très diversifiées : Pluies, Marsouins, Cilaos, Plaine, Galets.

Cette typologie peut être utilisée pour prédire que les peuplements les plus diversifiés pourront à priori être attendus sur les cours d'eau présentant les séquences de faciès les plus diversifiées.

De la même façon, Malavoi dans son rapport de 1998 classifie les cours d'eau selon leur dominance en faciès, il distingue alors :

- les cours d'eau à cascades et cascades-baignoires : St Gilles, Fleurs jaunes, Langevin, Marsouins, Bars Ste Suzanne, Ste Suzanne,
- des cours d'eau à rapides et radiers-rapides : Est, Mât, Galets, Pluies, Plaine, Cilaos
- des cours d'eau à chenaux lenticques : Roches.

Cette typologie basée sur les faciès pourrait être utilisée pour identifier les cours d'eau offrant de plus fortes capacités d'accueil pour chaque taxon étudié, au regard des préférences de méso-habitats.

Ce travail d'extrapolation est à prendre avec précaution, car la composition en faciès est variable selon l'échelle d'analyse prise en compte. Ainsi, dans le travail mené par Hydrô Réunion en 2018 sur la composition en faciès des portions aval des cours d'eau d'étude du projet PHACAR, d'autres tendances sont observées, avec notamment des cours d'eau à séquences peu diversifiées : Galets, St Etienne, et Pluies. Ce travail pourrait alors être mené à partir des relevés faciès de Malavoi 1998 (SIG des faciès identifiés, format linéaire, sans appréciation des largeurs mouillées) ou de la base de données établie dans le cadre de l'étude continuité écologique (DEAL, 2011, SIG par tronçons, à partir de relevés de terrain, intégrant la largeur mouillée), permettant d'approcher la proportion de faciès par tronçon de cours d'eau.

6.1.2 Détermination des surfaces pondérées utiles à partir des faciès

Cette méthodologie est basée sur les équations standardisées des courbes de préférences d'habitats obtenues pour le paramètre « faciès ». Cette préférence standardisée est comprise entre 0 et 1, donc pour un taxon, le faciès pour lequel l'abondance maximale est atteinte se voit attribuer la note de 1. L'ensemble des courbes standardisées correspondant à un niveau de pertinence de modèles moyen à élevé figure en Annexe 1.

Parallèlement, la composition en faciès de la station d'étude est renseignée, en surface par type de faciès ou en proportion de faciès dans une station.

Ainsi, pour un taxon donné, la surface pondérée utile d'une station est un ratio (compris entre 0 et 1) et va correspondre à la somme des produits des préférences standardisées par la proportion des faciès, correspondant à l'équation suivante :

$$SPU_{\text{taxon}} = \sum (\text{préférence standardisée faciès } i \times \text{proportion faciès } i)$$

SPU_{taxon} : Surface Pondérée Utile du taxon dans la station d'étude

Avec préférences standardisée faciès i compris entre 0 et 1

La démarche employée est schématisée dans la figure ci-dessous :

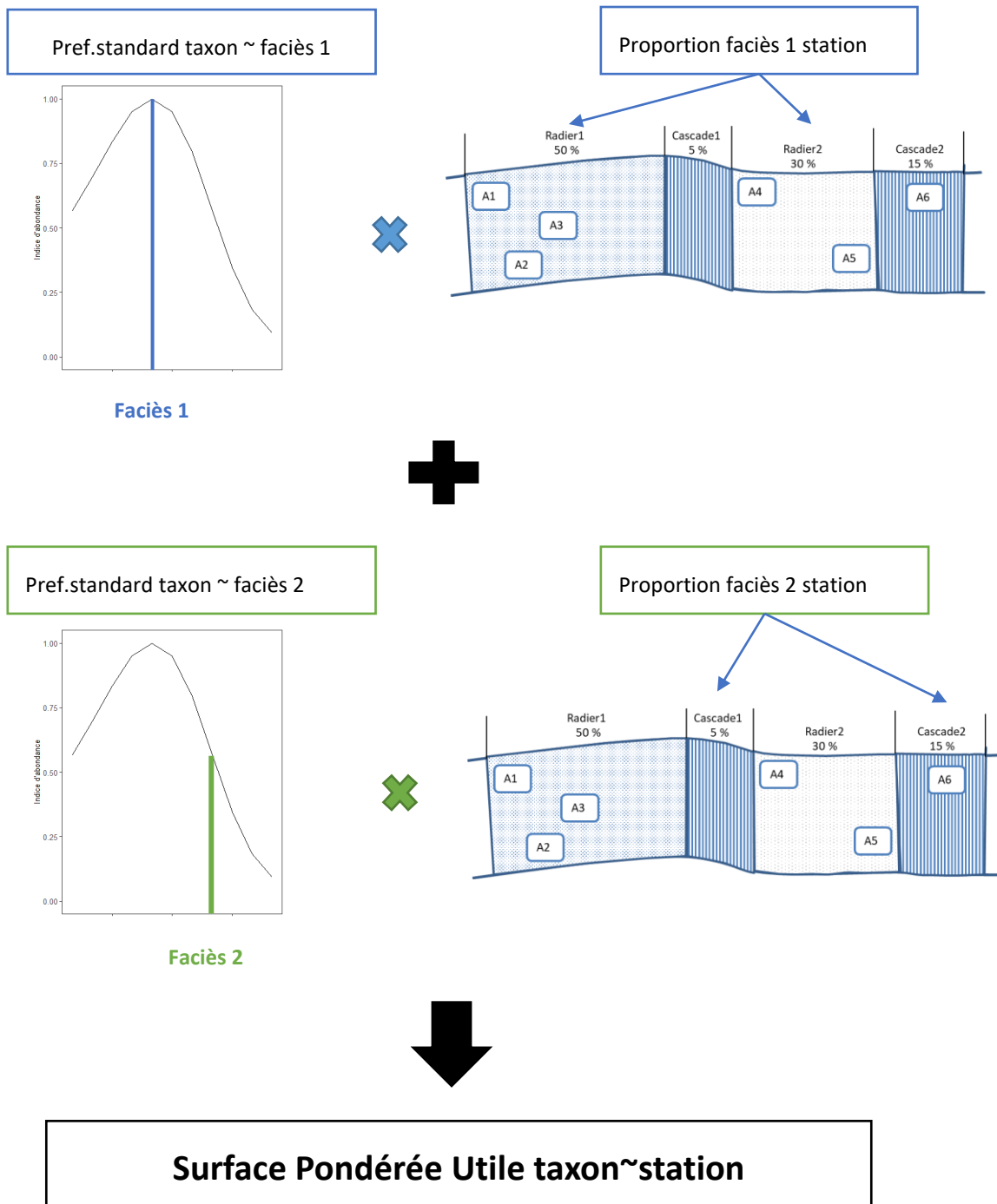


Figure 22 - Schéma de la démarche de détermination des capacités d'accueil des stations en fonction de sa composition en faciès

Cette approche permet d'obtenir une surface pondérée utile à l'échelle de la station. Elle pourra être appliquée pour les stations échantillonnées en pêche totale ainsi que pour celles échantillonnées par ambiances.

6.2 Détermination des surfaces pondérées utiles à partir d'éléments du microhabitat

6.2.1 Variables d'habitats utilisées

La seconde approche proposée consiste à déterminer les **surfaces pondérées utiles échantillonnées (i.e. des ambiances)** à partir des préférences d'habitats identifiées à l'échelle du microhabitat (cf rapport final PHACAR-Volet A).

La méthodologie déployée dans le paragraphe précédent ne pouvant être appliquée pour l'ensemble des taxons (modèles « faciès » non pertinents pour l'ensemble des taxons), et selon les objectifs des analyses à mener, cette approche constitue une alternative de calcul des peuplements théoriques à partir des données habitats.

Il s'agit dans ce cas de figure de déterminer au cas par cas pour chaque taxon, quelle variable du microhabitat conditionnera au mieux la présence du taxon en question et ainsi prédire une capacité d'accueil du milieu considéré. Dans ce cas de figure, ce sont les courbes de préférences de microhabitats qui seront utilisées, à savoir :

- La vitesse en m/s
- Les contraintes hydrauliques
- La profondeur en cm
- Les granulométries principale, accessoire et la plus grosse
- La distance à la berge

L'ensemble de ces données n'étant pas renseigné dans la mise en œuvre des inventaires RCS, seules les données de **vitesse, profondeur, et granulométries** pourront être valorisées (voir liste de paramètres communs à PHACAR et au RCS dans Tableau 13).

L'analyse de la précision de ces variables d'habitats, telles que renseignées dans le cadre du RCS (échelle de l'ambiance), permet de proposer une hiérarchisation des paramètres à prendre en compte afin de réaliser cet exercice.

Les paramètres de microhabitat sont ainsi catégorisés du plus précis au moins précis, selon le mode d'acquisition effectué dans le cadre du RCS, comme suit :

- **Précision niveau élevé : granulométries (x3)** : données renseignées de façon similaire dans PHACAR et dans le RCS
- **Précision niveau moyen : profondeur** : donnée moyenne renseignée à partir de 6 mesures au sein de l'ambiance dans le RCS, avec une variabilité prise en compte au sein de l'ambiance par la méthodologie (moyenne de 6 valeurs),
- **Précision niveau faible : vitesse** : données renseignées en un seul point de l'ambiance dans le RCS, avec une variabilité possiblement élevée mais non décrite au sein d'une même ambiance (un seul point de mesure).

C'est donc le paramètre parmi les trois cités plus haut, présentant la précision la plus élevée, qui sera choisi, dans la mesure où celui-ci présente un modèle de pertinence élevée uniquement (voir Rapport final PHACAR- Volet A).

Cette approche concerne au final 17 taxons. Le détail des paramètres retenus par taxon figure dans le tableau page suivante :

Taxon	Variable microhabitat utilisée	Niveau de précision
ANG (< 150 mm)	Granulométrie dominante	Elevé
AMA (≥ 150 mm)	Granulométrie dominante	Elevé
AWA	Granulométrie dominante	Elevé
ELF	Vitesse	Faible
ELM	Vitesse	Faible
ELS	Vitesse	Faible
KUL	Profondeur	Moyen
STE	Granulométrie dominante	Elevé
COA	Vitesse	Faible
SIC	Granulométrie la plus grosse	Elevé
ATY	Vitesse	Faible
MAL	Profondeur	Moyen
MAA	Profondeur	Moyen
MAH	Vitesse	Faible
VAL	Granulométrie accessoire	Elevé
XIP	Vitesse	Faible
GUP	Vitesse	Faible

Tableau 13 - Variables de microhabitats prises en compte pour le calcul des capacités d'accueil du milieu en fonction des éléments décrits au sein des ambiances

On notera quelques adaptations pour la transposition des valeurs d'habitats collectées dans le cadre du RCS à celles de PHACAR :

- Les classes de granulométrie utilisées ne concernent que celle issues de *Wentworth, dans Malavoi et Souchon, 2002* : Argiles <0,0039, Limons : 0,0039-0,0625, SF : 0,0625-0,5, SG : 0,5-2, GF : 2-8, GG : 8-16, CF : 16-32, CG : 32-64, PF : 64-128, PG : 128-256, Blocs : 256-1024, Dalle >1024 (mesures dans le grand axe, en mm). Un tableau de correspondance a dû être établi avec les classes de granulométrie du RCS :

Type granulométrique	Granulométrie RCS correspondante	Code	Taille
Dalles	Dalles	Da	>1024
Argiles	Argiles	Ar	<0,0039
Limons	Limons	Li	0,0039-0,0625
Sables fins	-	SF	0,0625-0,5
Sables grossiers	Sables	SG	0,5-2
Graviers fins	Graviers fins	GF	2-8
Graviers grossiers	Graviers grossiers	GG	8-16
Cailloux fins	Cailloux fins	CF	16-32
Cailloux grossiers	Cailloux grossiers	CG	32-64
Pierres fines	Pierres fines	PF	64-128
Pierres grossières	Pierres grossières	PG	128-256
Blocs	Blocs + Rochers	BI	256-1024

Tableau 14 - Correspondance entre les granulométries utilisées dans le cadre des modèles d'habitats et celles renseignées dans le cadre du RCS

De plus, au sein d'une ambiance, en cas d'égalité de recouvrement entre classes granulométriques, c'est la granulométrie la plus grosse qui a été retenue.

- Pour la profondeur, renseignée en cm, la donnée brute à l'échelle de l'ambiance a été utilisée. Ce paramètre étant estimé à partir de plusieurs mesures au sein d'une ambiance, le niveau de précision attribué à ce paramètre est moyen.
- Concernant les vitesses, renseignée en m/s, et arrondie au dixième, c'est la donnée brute, moyennée à l'ambiance qui est utilisée. Ce paramètre pouvant être très variable au sein d'une ambiance, le niveau de précision attribué à ce paramètre est faible.

6.2.2 Détermination des capacités d'accueil d'une station au regard des paramètres du micro-habitat

La capacité d'accueil d'une station sera donc calculée à partir des ambiances qui y ont été identifiées. Elle sera ainsi déterminée en faisant le produit de la valeur de préférence standardisée par la surface de l'ambiance, en attribuant un niveau de confiance aux valeurs obtenues, en lien avec le niveau de précision mentionné dans le Tableau 17 ci-dessus.

Ainsi, pour un taxon donné, la surface pondérée utile échantillonnée d'une station (ratio compris entre 0 et 1) va correspondre à la somme des produits des préférences standardisées des variables d'habitats par la proportion de variables d'habitats constitutives des ambiances, correspondant à l'équation suivante :

$$SPUE_{\text{taxon}} = \frac{\sum (\text{préférence standardisée variable habitat } i \times \text{surface de l'ambiance } i)}{\sum (\text{Surface ambiances})}$$

SPUE_{taxon} : Surface Pondérée Utile Echantillonnée du taxon dans la station

Avec préférence standardisée facies *i* comprise entre 0 et 1

Cette approche permettra de disposer de surfaces pondérées utiles sur la base des ambiances échantillonnées. Cette démarche peut être schématisée comme suit :

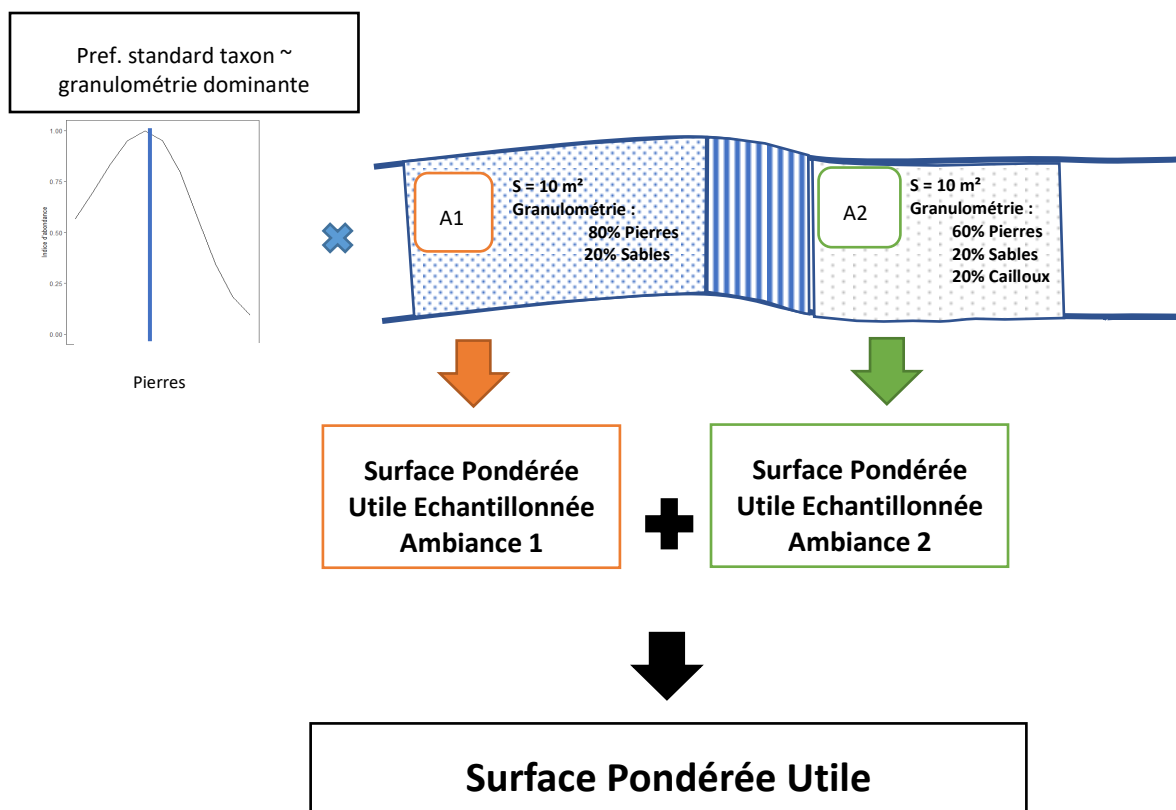


Figure 23 - Schéma de la démarche de détermination de la surface utile échantillonnée par taxon en fonction des ambiances échantillonnées dans une station

Cette démarche ne pourra être appliquée uniquement pour les stations échantillonnées par ambiances. Elle peut permettre de tester l'impact des paramètres d'habitat dans l'évolution temporelle de la composition des peuplements de poissons et crustacés.

Les surfaces pondérées utiles ainsi obtenues via l'approche méso ou microhabitat pourront être interprétées comme **des capacités d'accueil** des stations de suivis au regard des taxons, comprises entre 0 et 1. Ces valeurs ont ainsi été catégorisées, en y appliquant les limites de classes utilisées classiquement dans l'étude de rareté des taxons (DEAL Réunion, OCEA, & ECO-MED OI, 2019) :

Occurrence	Classe
[0,75- 1]	Très forte
[0,5-0,75[Forte
[0,25-0,5[Moyenne
[0,125-0,25[Faible
[0,0625-0,125[Très faible
<0,0625	Nulle

Tableau 15 - Classes de capacités d'accueil des stations d'étude au regard des taxons

Il est important de noter que le cortège de taxons pour lequel ces estimations peuvent être réalisées n'est pas exhaustif car il dépend des préférences d'habitats qui ont pu être générées. L'objectif principal qui sera visé via cette approche est d'être en mesure de prédire la présence d'un taxon au sein d'une station au regard des habitats. Si pour une station donnée, ces estimations prévoient la présence d'un taxon et que celui-ci est absent des inventaires, il faudra alors déterminer les raisons de cette absence.

6.3 Application sur un jeu de stations issues du RCS

Les démarches décrites plus haut ont été testées sur un jeu de stations suivies dans le cadre du RCS. Pour cet exercice, seront comparés des peuplements « théoriques » déterminés à partir des paramètres d'habitats de la station, et des peuplements « observés » échantillonnés par pêches électriques.

6.3.1 Stations d'étude

Les stations sélectionnées pour tester l'approche « peuplement théorique à partir des habitats » sont :

Nom station	Code OLE	Altitude (mètres)	Type de pressions majeure pré-ciblée	Justification
La Rivière du Mât à Bengalis	22056	120	Continuité écologique (montaison)	ANTEA et al., 2011 : Amont immédiat barrage Bengalis : barrière à impact modéré pour les cabots bouche-ronde et les chevaquines, à fort impact pour les anguilles et les crustacés, totale à quasi-totale pour les cabots noirs, loche, cabot rayé, chittes et poissons plats
Le Bras de la Plaine à l'ilet du Bras Sec (aval puits AEP) *	41030	350	Prélèvements en eau	Bonnier, 2012 : ratio ($Q_{\text{réservé}}/Q_{\text{MNA5}}$) = 13%. Très forte abstraction de débit ; Oliver et al., 2012 : station identifiée comme fortement impactée niveau hydrologie. Ratio ($Q_{\text{mesuré}}/Q_{\text{théorique sans prélèvement}}$) = 8,75. Classe d'impact la plus élevée
La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara)	22057	3	Pollutions diffuses	BRGM et al., 2013 : Fort impact des pesticides dépassant fréquemment les seuils de concentrations limites. Comité de Bassin Réunion, 2013 : forte pression fertilisation azotée et phosphatée
La Grande Rivière Saint-Jean aval Quartier Français	22174	9	Pollutions diffuses	Comité de Bassin Réunion, 2013 : forte pression liée à l'assainissement non collectif, à la présence de phytosanitaires, forte pression fertilisation azotée et phosphatée
La Rivière des Pluies (embouchure)	21018	10	Inconnue	OLE (com pers), 2019 : Dégradation des notes de l'état écologique ces 10 dernières années

Tableau 16 - Liste des stations sélectionnées pour application de la méthodologie de prédiction de populations de poissons et crustacés en fonction des habitats. * Station en dehors de la limite de validité des données en raison d'une altitude supérieure à 150 mètres

Les stations ainsi retenues dans cette analyse couvrent un gradient contrasté en termes de grands groupes de pressions. Leur sélection a été effectuée afin d'être en mesure d'observer au mieux les impacts de ces pressions.

On notera que la méthodologie de pêche d'inventaires pratiquée sur l'ensemble de ces stations est la pêche par ambiances.

6.3.2 Détermination des surfaces pondérées utiles à partir des faciès

Le calcul des capacités d'accueil (SPU) des stations au regard des faciès donne les résultats suivants :

Nom station	La Rivière du Mât à Bengalis	Le Bras de la Plaine à l'ilet du Bras Sec (aval puits AEP)	La Rivière des Pluies (embouchure)		La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara)	La Grande Rivière Saint-Jean aval Quartier Français
Code OLE	22056	41030	21018		22057	22174
Année	2018	2018	2018	2011	2018	2018
Poissons						
AMA	0,3	0,34	0,27	0,33	0,08	0,1
ANG	0,3	0,34	0,27	0,33	0,08	0,1
AGO	0,51	0,49	0,57	0,6	0,94	0,83
ELS	0,33	0,3	0,36	0,4	0,72	0,62
AWA	0,3	0,28	0,34	0,39	0,74	0,62
STE	0,07	0,05	0,07	0,1	0,28	0,23
COA	0,34	0,38	0,31	0,35	0,1	0,13
SIC	0,39	0,43	0,36	0,4	0,14	0,17
TIL (exo)	0,07	0,05	0,09	0,15	0,58	0,38
XIP (exo)	0,08	0,05	0,08	0,14	0,5	0,34
Crustacés						
ATY	0,25	0,29	0,22	0,29	0,05	0,07
CAR	0,39	0,44	0,36	0,39	0,12	0,15
MAA	0,51	0,49	0,57	0,6	0,94	0,83
MAH	0,84	0,74	0,7	0,62	0,11	0,3
MAL	0,15	0,12	0,18	0,23	0,61	0,46
VAL	0,33	0,31	0,39	0,45	0,88	0,72

Tableau 17 – Capacités d'accueil des stations d'étude par taxons au regard des faciès rencontrés

Sur le jeu de stations étudié, les compositions de peuplements de poissons et crustacés se structurent selon deux types de cours d'eau : les cours d'eau à dominante lentique (Sainte-Suzanne et St Jean) et ceux à dominante lotique (Mât, Bras de la Plaine, Pluies).

- **Les cours d'eau à dominante lentique présentent des capacités d'accueil de peuplements hétérogènes. Elles sont très élevées pour le chitte (AGO), la chevrette (MAA), et le crabe (VAL), et élevées pour les loches, cabots noirs, camarons et les deux exotiques tilapia et porte-épée. Pour les cabots rayés (STE) et bouche-ronde (SIC), ces capacités sont faibles, tandis que pour le cabot bouche-ronde (COA), la caridine et l'écrevisse (MAH) elles sont très faibles sur la rivière Ste Suzanne et faibles ou moyennes sur la rivière St Jean. Pour les anguilles (AMA et ANG) et la chevaquine (ATY), ces capacités sont très faibles voire nulles.**

- **Les cours d'eau à dominante lotique présentent des capacités d'accueil des peuplements plus homogènes, avec tout de même certains taxons qui ressortent comme plus attendus, à savoir le chitte (AGO), la chevrette (MAA), et l'écrevisse (MAH).** De nombreuses espèces correspondent à des capacités d'accueil « moyennes » : les anguilles (AMA et ANG), les cabots bouche-ronde (COA et SIC), la caridine (CAR), la chevaquine (ATY), la loche (AWA), le cabot noir (ELS) et le crabe (VAL). Le camaron (MAL), le cabot rayé (STE) et les deux taxons exotiques tilapia et porte-épée ont peu d'habitats favorables.
- La station « La Rivière des Pluies (embouchure) » pour laquelle deux dates ont été analysées (2011 et 2018) présente des profils sensiblement similaires, avec une composition de peuplements de poissons et crustacés typique des cours d'eau à dominante lotique. On notera cependant que l'année 2011 affiche des capacités d'accueil supérieures à 2018. Ces résultats indiquent une homogénéisation de la composition en faciès sur la station proche de l'embouchure de la rivière des pluies, et donc moins de diversité de méso-habitats.

Ces résultats sont à nuancer en prenant en compte le fait qu'ils ont été obtenus à partir de valeurs moyennées des faciès à l'échelle de la station, il s'agit donc d'une approche à l'échelle du méso-habitat. Cette approche peut ne pas refléter l'existence de microhabitats particuliers et donc la capacité d'accueil du milieu à cette échelle pourra être différente de celle obtenue avec les éléments du microhabitat.

6.3.3 Détermination de peuplements théoriques d'une station au regard des paramètres du micro-habitat

La détermination des peuplements théoriques à partir d'éléments du microhabitat conduit à une surface utile échantillonnée ($SPUE_{\text{taxon}}$), comme définit plus haut (Figure 19). Ces valeurs, correspondant également à des capacités d'accueil, ont été soumises à la même hiérarchisation que celle appliquée sur les capacités d'accueil calculées à partir des faciès (SU_{taxon}).

On parle ici de capacité d'accueil sur les zones échantillonnées car les résultats obtenus ne concernent que les ambiances inventoriées auxquelles des paramètres de microhabitats sont associés. Il n'est pas possible de transposer ces résultats à l'ensemble de la station, ne connaissant pas sa composition en microhabitats. Ces capacités d'accueil des taxons au sein des ambiances échantillonnées dans les stations d'étude, ont été calculées à partir des trois types d'éléments de microhabitat présentés ci-avant.

Le détail de ces capacités d'accueil figure dans le tableau suivant :

Nom station	La Rivière du Mât à Bengalis	Le Bras de la Plaine à l'Ilet du Bras Sec (aval puits AEP)	La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara)	La Grande Rivière Saint-Jean aval Quartier Français	La Rivière des Pluies (embouchure)	
Code OLE	22056	41030	22057	22174	21018	
Année	2018	2018	2018	2018	2018	2011
Poissons						
AMA	0,54	0,58	0,35	0,82	0,56	0,76
ANG	0,52	0,56	0,33	0,81	0,54	0,75
KUL	0,22	0,20	0,122	0,25	0,12	0,19
ELS	0,08	0,065	0,63	0,23	0,10	0,23
ELF	0,05	0,03	0,55	0,15	0,055	0,18
ELM	0,058	0,05	0,51	0,13	0,07	0,19
AWA	0,46	0,39	0,77	0,26	0,46	0,33
STE	0,28	0,22	0,65	0,15	0,30	0,21
COA	0,64	0,65	0,59	0,83	0,90	0,84
SIC	0,97	1,00	0,85	1,00	1,00	0,96
XIP	0,02	0,02	0,36	0,03	0,02	0,14
GUP	0,03	0,02	0,54	0,14	0,04	0,17
Crustacés						
ATY	0,76	0,82	0,37	0,68	0,93	0,80
MAA	0,27	0,28	0,44	0,27	0,40	0,31
MAH	0,14	0,08	0,85	0,51	0,23	0,37
MAL	0,42	0,47	0,76	0,45	0,88	0,48
VAL	0,21	0,23	0,23	0,23	0,22	0,25

Tableau 18 - Capacités d'accueil dans les stations d'étude pour les taxons, au regard des éléments du microhabitat présents.

Sur le jeu de stations étudié, les compositions de peuplements de poissons et crustacés se structurent selon trois modèles :

- **Les cours d'eau à dominante lotique (Mât, Bras de la Plaine et Rivière des Pluies 2018) présentent des peuplements hétérogènes, dominés par la chevaquine (ATY) et le cabot bouche-ronde (SIC).** Les capacités d'accueil sont élevées pour les anguilles (AMA et ANG) et le cabot bouche-ronde (COA), alors qu'elles sont moyennes pour la loche (AWA), le cabot rayé (STE), la chevrette (MAA) et le camaron (MAL). Pour l'écrevisse (MAH), le crabe (VAL) et le poisson plat (KUL) les capacités d'accueil sont faibles. Enfin, pour les cabots noirs (ELS, ELF et ELM) et les taxons exotiques (XIP Et GUP), les capacités d'accueil sont « très faibles ou nulles ».

- **La station de la rivière des pluies à l'embouchure (2011) et celle de la grande rivière saint jean (2018) présentent un profil relativement similaire, avec une dominance d'anguilles (AMA, ANG), de cabot bouche-ronde (COA), et de chevaquine (ATY).** Viennent ensuite le camaron (MAL), l'écrevisse (MAH), la loche (AWA), la chevrette (MAA), le crabe (VAL) et le poisson plat (KUL), les cabots noirs (ELS, ELF et ELM), le cabot rayé (STE) pour lesquels les capacités d'accueil sont « moyennes ou faibles ». Seul le porte-épée sur la Grande Rivière Saint Jean présente une capacité nulle.

- La rivière Sainte- Suzanne possède un profil qui lui est propre, dominé par l'écrevisse (MAH), le cabot bouche-ronde (SIC), la loche (AWA) et le camaron (MAL). Les

capacités d'accueil pour les cabots noirs (ELS, ELF, ELM), le cabot rayé (STE), le cabot bouche -ronde -COA), et le guppy sont « fortes ». Viennent ensuite des populations de chevrette (MAA), chevaquine (ATY), porte-épée -XIP), et anguilles (AMAet ANG). Les capacités d'accueil pour le poisson plat sont identifiées comme « très faibles ».

- La comparaison temporelle pour la station « La Rivière des Pluies (embouchure) » révèle des différences à l'échelle du microhabitat, avec une diminution des capacités d'accueil pour 2018 pour certains taxons rhéophiles (anguilles) et des taxons limnophiles (cabots noirs, écrevisse, crabe, exotiques) et des taxons nécessitant une mosaïque d'habitats diversifiés (poissons plats). A contrario, on observe des conditions plus favorables pour certains taxons rhéophiles comme la chevaquine (ATY), les cabots bouche-ronde (COA et SIC), et des taxons limnophiles, la loche (AWA), le cabot rayé (STE), la chevrette (MAA), et le camaron (MAL). On peut attribuer ces différences à des modifications de granulométries, devenues plus fines en 2018, une augmentation de la vitesse, et une diminution de la profondeur.

Ces résultats sont à pondérer par le niveau de précision en lien avec les variables du microhabitat utilisées :

- La précision est élevée pour les prédictions sur les anguilles (ANG et AMA), la loche (AWA), le cabot bouche-ronde (SIC), le cabot rayé (STE), et le crabe (VAL),
- Elle est moyenne pour les prédictions concernant le poisson plat (KUL), la chevrette (MAA), et le camaron (MAL),
- Elle est faible pour la chevaquine, le cabot bouche-ronde (COA), les cabots noirs (ELS, ELF, ELM), l'écrevisse (MAH), le porte-épée (XIP), et le guppy (GUP).

6.3.4 Confrontation des résultats obtenus via les faciès et les paramètres du microhabitat

Le tableau page suivante permet de comparer deux à deux les valeurs de capacités d'accueil obtenues à partir des faciès (SPU) et des ambiances (SPUE). Certains taxons ne sont concernés que par une méthodologie d'extrapolation :

- Le chitte (AGO), la caridine (CAR), et le tilapia ne disposent que de modèles déterminés à partir des faciès,
- Les cabots noirs (ELF et ELM), le guppy (GUP), et le poisson plat (KUL) ne disposent que de modèles déterminés à partir des ambiances.

Pour les 13 autres taxons, ayant fait l'objet des deux approches de détermination des peuplements (faciès et ambiances), les données sont dans les mêmes gammes de prédiction (moins de deux classes de rareté de différence pour l'ensemble des stations) uniquement pour la loche (AWA). Lorsqu'on sépare les cours d'eau à dominante lotique des lentiques, on observe une meilleure adéquation des résultats obtenus pour les cours d'eau à dominante lotique (Mât, Bras de la plaine, pluies), notamment pour les anguilles (ANG et AMA), le cabot bouche-ronde (COA), le crabe (VAL), le porte-épée (XIP), et la chevrette (MAA).

Ces différences peuvent être dues au fait que l'échelle des faciès est peu précise pour renseigner les préférences d'habitats des taxons. Au sein des cours d'eau lotiques, où les habitats ont tendance à être plus homogènes, cette différence est moins décelable que dans les cours d'eau à faible énergie, offrant une diversité plus importante.

Ces résultats sont enfin comparés aux peuplements observés (partie suivante). Afin de tester la variabilité induite par les méthodes de prédiction de présence des taxons, cet exercice a été mené en prenant en compte les deux modalités de prédictions de peuplements dans le paragraphe.

Enfin, les résultats obtenus seront à pondérer avec les limites altitudinales de colonisation des espèces. Dans le cadre du PDPG, les valeurs suivantes ont été retenues (FDAAPPMA974, 2014) :

- 50 mètres : *C. serratiostris*, *V. litterata*, *E. mauritanus*, *M. brachyurus*
- 300 mètres : *C. typus*, *A. bicolor*, *E. klunzingerii*
- 600 mètres : *M. australe*, *A. commersoni*, *A. telfairii*, *K. rupestris*
- 1000 mètres : *A. mossambica*, *C. acutipinnis*, *S. lagocephalus*
- 1500 mètres : *A. serrata*, *M. lar*, *A. marmorata*

Il est important de rappeler ici les limites de l'exercice, à savoir que ces comparaisons concernent des capacités d'accueil du milieu au regard de certaines variables d'habitats, et que d'autres facteurs, non testés dans cette étude peuvent davantage expliquer la répartition des poissons et crustacés. De plus, ces estimations sont valables pour le cours aval des cours d'eau (altitude <150m), et donc l'aire de colonisation altitudinale des espèces doit être prise en compte.

Nom station	Estimation	La Rivière du Mât à Bengalis	Le Bras de la Plaine à l'Îlet du Bras Sec (aval puits AEP)	La Rivière des Pluies (embouchure)		La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara)	La Grande Rivière Saint-Jean aval Quartier Français
		22056	41030	21018		22057	22174
Code OLE	Année	2018	2018	2018	2011	2018	2018
Poissons							
AMA ADULTE	Ambiances ¹	0,54	0,58	0,56	0,76	0,35	0,82
	Facies ¹	0,3	0,34	0,27	0,33	0,08	0,1
ANG JUVÉNILE	Ambiances ¹	0,52	0,56	0,54	0,75	0,33	0,81
	Facies ¹	0,3	0,34	0,27	0,33	0,08	0,1
AGO	Facies ¹	0,51	0,49	0,57	0,6	0,94	0,83
KUL	Ambiances ²	0,22	0,2	0,12	0,19	0,122	0,25
ELS	Ambiances ³	0,08	0,065	0,1	0,23	0,63	0,23
	Facies ¹	0,33	0,3	0,36	0,4	0,72	0,62
ELF	Ambiances ³	0,05	0,03	0,055	0,18	0,55	0,15
ELM	Ambiances ³	0,058	0,05	0,07	0,19	0,51	0,13
AWA	Ambiances ¹	0,46	0,39	0,46	0,33	0,77	0,26
	Facies ¹	0,3	0,28	0,34	0,39	0,74	0,62
STE	Ambiances ¹	0,28	0,22	0,3	0,21	0,65	0,15
	Facies ¹	0,07	0,05	0,07	0,1	0,28	0,23
COA	Ambiances ³	0,64	0,65	0,9	0,84	0,59	0,83
	Facies ¹	0,34	0,38	0,31	0,35	0,1	0,13
SIC	Ambiances ¹	0,97	1	1	0,96	0,85	1
	Facies ¹	0,39	0,43	0,36	0,4	0,14	0,17
XIP	Ambiances ³	0,02	0,02	0,02	0,14	0,36	0,03
	Facies ¹	0,08	0,05	0,08	0,14	0,5	0,34
GUP	Ambiances ³	0,03	0,02	0,04	0,17	0,54	0,14
TIL	Facies ¹	0,07	0,05	0,09	0,15	0,58	0,38
Crustacés							
ATY	Ambiances ³	0,76	0,82	0,93	0,8	0,37	0,68
	Facies ¹	0,25	0,29	0,22	0,29	0,05	0,07
CAR	Facies ¹	0,39	0,44	0,36	0,39	0,12	0,15
MAH	Ambiances ³	0,14	0,08	0,23	0,37	0,85	0,51
	Facies ¹	0,84	0,74	0,7	0,62	0,11	0,3
VAL	Ambiances ¹	0,21	0,23	0,22	0,25	0,23	0,23
	Facies ¹	0,33	0,31	0,39	0,45	0,88	0,72
MAA	Ambiances ²	0,27	0,28	0,4	0,31	0,44	0,27
	Facies ¹	0,51	0,49	0,57	0,6	0,94	0,83
MAL	Ambiances ²	0,42	0,47	0,88	0,48	0,76	0,45
	Facies ¹	0,15	0,12	0,18	0,23	0,61	0,46

Tableau 19 – Capacités d'accueil des stations au regard de la description des faciès et des ambiances échantillonnées. En exposant : le degré de précision des données : élevé (1), moyen (2), faible (3)

6.3.5 Interprétation des différences entre peuplements théoriques et observés dans l'analyse de la qualité des peuplements

Pour réaliser les comparaisons entre les peuplements théoriques et les peuplements observés, les classes d'abondance des peuplements observés ont été traduites d'après les valeurs de référence d'abondances relatives proposées dans le cadre de l'analyse menée par OCEA sur le jeu de données poissons-crustacés RCS (OCEA, 2015). Les limites de classes utilisées figurent en Annexe 2. La codification suivante leur a été appliquée :






Classe d'abondance	Code couleur
Très forte	
Forte	
Moyenne	
Faible	
Très faible	
Assez rare	*
Rare	**
Jamais observé	***

Tableau 20 - Code couleurs attribués aux classes d'abondances des taxons collectés dans le cadre du RCS

Les résultats ainsi obtenus sont présentés par stations d'étude à profil comparable dans les paragraphes à venir. Dans chacun des tableaux présentés, la ligne « Nb taxons » correspond, pour les peuplements théoriques aux capacités d'accueil « Très élevée », « Elevée » et « moyenne », c'est-à-dire une capacité d'accueil de la station pour le taxon considéré supérieure à 0,25. Pour les peuplements observés, il s'agit de la richesse taxonomique dénombrée.

La comparaison a été testée sur un jeu de données issu du suivi piscicole de 2018 et de 2011.

6.3.5.1 La Rivière du Mât à Bengalis (Type I aval) et Le Bras de la Plaine à l'Ilet du Bras Sec (aval puits AEP) (Type I intermédiaire)

- **Caractéristiques des habitats et des peuplements théoriques associés**

Les stations « La Rivière du Mât à Bengalis » et « Le Bras de la Plaine à l'Ilet du Bras Sec », présentant un profil à dominante lotique, disposent d'habitats favorables à un large cortège de poissons et crustacés (Tableau 21).

Les deux méthodes d'estimation basées sur l'habitat présentent des capacités d'accueil élevées pour les anguilles (AMA et ANG), le chitte (AGO), la loche (AWA), les cabots bouche-ronde (SIC et COA), la chevaquine (ATY), la caridine (CAR), et la chevrette (MAA). Ces espèces sont par ailleurs identifiées comme espèce cible dans le cadre de la continuité écologique.

- **Différences entre peuplements théoriques et peuplements observés**

Les disparités sont fortes entre les estimations basées sur les faciès ou les microhabitats et les données observées, avec des capacités d'accueil supérieures en termes de nombre de taxons via l'approche « faciès » que via la méthode « microhabitats », pour un nombre faible de taxons réellement inventoriés.

On notera que pour le chitte (AGO) et la caridine (CAR), la méthode par « faciès » permet de donner une capacité d'accueil plutôt élevée, mais il n'existe pas de modèle microhabitats adaptés aux inventaires pas pêche électrique pour ces taxons. Ensuite, la comparaison entre les modèles met en évidence des différences de capacité d'accueil pour certains taxons :

- le modèle « faciès » donne une capacité d'accueil plus forte pour le cabot noir (ELS) et l'écrevisse (MAH),
- le modèle « microhabitats » donne une capacité d'accueil plus forte pour le cabot rayé (STE) et le camaron (MAL).

A noter que le cabot noir (ELS) et le cabot rayé (STE) sont considérés comme « rares » ou « jamais observés » dans la chronique des inventaires RCS pour les stations de type I aval et I intermédiaire, alors que l'écrevisse (MAH) et le camaron (MAL) devraient se retrouver en abondances plus importantes pour ce type de stations.

On notera enfin que certains taxons (CAS, VAL, ELM, MIC) peuvent être naturellement absents de ces stations en raison de leur aire de colonisation.

Pour la station « La Rivière du Mât à Bengalis », hormis la chevrette, tous les taxons pour lesquels une capacité d'accueil élevée a été déterminée, ont été inventoriés. L'écrevisse (MAH) a également été échantillonnée alors que seul le modèle basé sur les faciès présente une capacité d'accueil élevée.

Sur cette station, le cabot bouche-ronde *S. lagocephalus* (SIC) présente la plus forte densité relative (moyenne). Cette observation est à mettre en lien avec les capacités de franchissement très développées de cette espèce, lui permettant de franchir le barrage de Bengalis. Cependant, même les autres taxons disposant de capacités de franchissement des obstacles, comme le cabot bouche-ronde (COA), les anguilles (ANG, AMA – aux stades civelles), la loche (AWA – aux stades juvéniles), et les crustacés (MAH, ATY), bien qu'étant observés, présentent des densités très faibles comparativement aux capacités d'accueil que leur offre le milieu. Enfin, les taxons disposant de capacités de franchissement moins développées (chitte, poisson plat notamment) sont totalement absents des inventaires alors que les habitats leurs sont favorables.

Pour la station « Le Bras de la Plaine à l'Îlet du Bras Sec », on observe l'absence totale d'anguille juvénile (ANG), de loche (AWA) et de chevrette (MAA).

Sur cette station, on observe seulement quatre taxons en très faible abondance relative (les deux cabots bouche-ronde, la chevaquine et l'anguille marbrée), en lien avec les capacités d'accueil du milieu : moyenne pour SIC, COA et ATY.

Bien que les capacités d'accueil soient élevées pour neuf taxons au regard des habitats, un certain nombre d'entre eux se situent en limite de leur aire de colonisation ce qui peut expliquer leur faible présence, voire leur absence (crabe -VAL, et caridine-CAR).

La Rivière du Mât à Bengalis (Type I aval)				Le Bras de la Plaine à l'ilet du Bras Sec (aval puits AEP) (Type I inter)		
22056				41030		
2018				2018		
Taxons	Théo Facies	Théo Microhab	Obs	Théo Facies	Théo Microhab	Obs
Poissons						
AMA	0,30	0,54	0,50	0,34	0,58	0,40
ANG	0,30	0,52	0,50	0,34	0,56	
AGO	0,51	NA	*	0,49	NA	*
KUL	NA	0,22		NA	0,20	**
KSO	NA	NA	**	NA	NA	***
ELS	0,33	0,08	**	0,30	0,06	***
ELF	NA	0,05		NA	0,03	*
ELM	NA	0,06		NA	0,05	**
AWA	0,30	0,46	0,50	0,28	0,39	*
STE	0,07	0,28	**	0,05	0,22	***
GLO	NA	NA	***	NA	NA	***
COA	0,34	0,64	30,80	0,38	0,65	11,10
SIC	0,39	0,97	423,70	0,43	1,00	114,40
XIP	0,08	0,02		0,05	0,02	
GUP	NA	0,03		NA	0,02	
TIL	0,07	NA		0,05	NA	
Crustacés						
ATY	0,25	0,76	1,50	0,29	0,82	5,30
CAR	0,39	NA	**	0,44	NA	**
CAS	NA	NA	**	NA	NA	**
MAA	0,51	0,27		0,49	0,28	
MAH	0,84	0,14	0,77	0,74	0,08	
MAL	0,15	0,42		0,12	0,47	
VAL	0,33	0,21	*	0,31	0,23	**
Nb taxons	13	9	7	12	8	4

Tableau 21 - Comparaison des peuplements théoriques (capacités d'accueil) et des peuplements observés (classes d'abondance, nb ind/100m²) dans les stations d'étude de « La rivière du Mât à Bengalis » et « Le Bras de la Plaine à l'ilet du Bras Sec ». « Théo Facies » : peuplement théorique déterminé d'après les faciès d'écoulement, « Théo Microhab » : peuplement théorique déterminé d'après les variables du microhabitat, « Obs. » : peuplement observé dans le cadre du RCS ; * : taxon « assez rare » ; ** : taxon « rare » ; *** : taxon « jamais observé ». « NA » : taxons ne disposant pas de modèle de capacités d'accueil

- **Interprétation au regard des pressions connues**

Pour la station « La Rivière du Mât à Bengalis » l'impact supposé du barrage de Bengalis sur les peuplements de poissons et crustacés est donc très fort, ne permettant pas à un large cortège d'espèce de gagner les zones amont qui leur offrent pourtant des habitats favorables.

Cela se reflète sur l'indicateur poisson qui se base sur les densités en cabot bouche-ronde et sur un large cortège d'espèces accompagnatrices. Ces dernières sont peu présentes sur cette station entrant dans leur aire de colonisation et malgré des habitats favorables.

Concernant la station « Le Bras de la Plaine à l'Îlet du Bras Sec », soumise notamment au régime de prélèvement en eau du barrage du Bras de la Plaine, on observe globalement une relativement faible utilisation des habitats disponibles par les espèces de poissons et de crustacés. Une hypothèse pouvant expliquer en partie cette absence de colonisation vers l'amont pourrait être que le linéaire en aval de cette zone présente des conditions hydrauliques pouvant être limitantes (vitesses élevées, substrat sans infractuosités de type « dalle », donc peu d'abris ou de zones de repos), même pour les taxons disposant de capacités développées de franchissement des obstacles. Ces observations peuvent être mises en lien avec la faible note IRP sur cette station.

Nota Bene : cette station est située en dehors de la répartition altitudinale des stations PHACAR et l'interprétation ainsi faite est exploratoire (nécessitant compléments d'interprétation et l'intégration de données autres : obstacles à la continuité écologique, distribution des habitats au sein du BV, ...).

6.3.5.2 La Rivière des Pluies (embouchure) (Type I aval)

- **Caractéristiques des habitats et des peuplements théoriques associés**

La station « La Rivière des Pluies à l'embouchure » est située sur un tronçon à dominante lotique, offrant des conditions d'habitats favorables pour bon nombre de poissons et crustacés (Tableau 23).

Les deux années prises en compte (2011 et 2018) présentent des estimations et des observations très différentes. Pour l'année 2011, les deux méthodes offrent des conditions d'habitats favorables au chitte (AGO), aux anguilles (ANG et AMA), la loche (AWA), les cabots bouche-ronde (COA et SIC), la chevaquine (ATY), la chevrette (MAA), et l'écrevisse (MAH). La richesse théorique est de 11 taxons avec l'approche faciès, contre 15 taxons avec l'approche microhabitats. Pour 2018, ce peuplement attendu est constitué de chitte (AGO), d'anguilles (ANG et AMA), cabots noirs (ELS), loches (AWA), cabots bouche-ronde (COA et SIC), chevrettes (MAA), et d'écrevisses (MAH). La richesse théorique est de 12 taxons avec l'approche faciès, contre 10 taxons avec l'approche microhabitats.

- **Différences entre peuplement théoriques et peuplements observés**

Concernant l'année 2011, les disparités sont faibles entre les estimations basées sur les faciès ou les microhabitats et les données observées, avec un nombre de taxons bénéficiant de capacités d'accueil élevées via l'approche « faciès », équivalente au nombre de taxons réellement inventoriés. La méthode « microhabitats » est celle qui donne des estimations les plus discordantes par rapport aux taxons réellement inventoriés.

Pour l'année 2011, hormis l'écrevisse (MAH), tous les taxons pour lesquels une capacité d'accueil élevée a été déterminée, ont été inventoriés. Pour l'année 2018, on observe l'absence totale de cabot noir (ELS) et d'écrevisse (MAH).

On notera enfin que pour le chitte (AGO), le poisson plat (KUL), et la caridine (CAR), les capacités d'accueil sont élevées via la méthode par « faciès » uniquement, le modèle « microhabitats » ne prenant pas en compte ces taxons.

En revanche pour le cabot rayé (STE) la méthode des « microhabitats » aboutit à des capacités d'accueil plus élevées que la méthode « faciès ».

A noter que le chitte (AGO), le cabot noir (ELS), le cabot rayé (STE) et la caridine (CAR) sont considérés comme « rares » dans la chronique des inventaires RCS ce type de stations.

Enfin, le modèle d'habitat qui s'ajuste le mieux à l'évolution des peuplements observés entre 2011 et 2018 et celui des « microhabitats », intégrant notamment une diminution significative des capacités d'accueil du milieu pour les anguilles et les chevaquines, et une augmentation pour les cabots noirs. L'approche faciès semble ne pas être assez sensible pour mettre en évidence d'évolution du milieu.

Parmi les 12 espèces pour lesquelles les capacités d'accueil sont élevées, 11 à 15 sont observées en 2018, et 10 à 12 en 2011. L'adéquation entre les capacités d'accueil et les peuplements observés en 2011 est bonne, avec une dominance observée d'anguilles (AMA et ANG), de cabot bouche-ronde (SIC) et de chevrette (MAA). Pour certains taxons observés en abondance significative, les capacités d'accueil sont pourtant faibles, comme le poisson plat (KUL) et la caridine (CAS). A l'inverse, le chitte (AGO), les cabots noirs (ELS et ELM), l'écrevisse (MAH) et le camaron (VAL) présentent des densités relativement faibles au regard des capacités d'accueil du milieu.

Pour 2018 seules les anguillettes (ANG) et les chevrettes (MAA) présentent une bonne adéquation entre l'habitat disponible et l'abondance observée.

Globalement, les densités observées en 2011 sont plus proches des peuplements attendus (au titre des habitats disponibles) qu'en 2018, à la fois en diversité et en densité. On notera une forte diminution des densités entre 2011 et 2018 pour certains taxons élémentaires au calcul de l'IRP, à savoir les anguilles (AMA et ANG), le poisson plat (KUL), le cabot noir (ELS), les cabots bouche-ronde (SIC et COA). Cette diminution est également observée pour la chevaquine (ATY) et les caridines (CAR et CAS). Ces évolutions de densité de l'ensemble des taxons ont une incidence sur les notes de l'IRP qui diminuent entre 2011 et 2018.

- **Interprétation au regard des pressions connues**

La station « la rivière des Pluies à l'embouchure » présente un profil variable selon la période d'étude. En 2011 un large cortège de taxons est en adéquation avec la composition de l'habitat, témoignant d'une bonne utilisation des habitats par l'ensemble des taxons, hormis pour le chitte et l'écrevisse. En 2018 cette station affiche un déficit en taxons rhéophiles ou ubiquistes (anguille marbrée adulte, poisson plat, cabots bouche-ronde, chevaquine) et limnophiles (cabots noirs, caridines). Ces différences peuvent être mises en lien avec une évolution du microhabitat (granulométrie, vitesse, profondeur) pour certains taxons (anguilles, cabots noirs et poissons plats). A contrario, en 2018 bien que les conditions soient plus favorables pour la chevaquine (ATY) et les cabots bouche-ronde (COA et SIC), on observe une diminution de ces taxons, qui ne peut être expliquée par l'habitat. Seule la chevrette présente des densités en adéquation avec l'évolution de l'habitat.

L'évolution des habitats n'explique qu'en partie la régression de densité de la quasi- totalité des taxons.

La Rivière des Pluies (embouchure) (Type I aval)						
21018						
Taxons	2018			2011		
	Théo Facies	Théo Microhab	Obs	Théo Facies	Théo Microhab	Obs
Poissons						
AMA	0,27	0,35	3,80	0,33	0,82	51,29
ANG	0,27	0,33	19,20	0,33	0,81	23,64
AGO	0,57		*	0,60		*
KUL		0,12			0,25	2,58
KSO			**			**
ELS	0,36	0,63	**	0,40	0,23	0,66**
ELF		0,55	1,80		0,15	2,82
ELM		0,51	0,50		0,13	
AWA	0,34	0,77	3,60	0,39	0,26	6,46
STE	0,07	0,65	**	0,10	0,15	**
GLO			***			***
COA	0,31	0,59	1,40	0,35	0,83	6,45
SIC	0,36	0,85	184,10	0,40	1,00	388,85
XIP	0,08	0,36		0,14	0,03	
GUP		0,54			0,14	
TIL	0,09			0,15		
Crustacés						
ATY	0,22	0,37	0,90	0,29	0,68	28,93
CAR	0,36		**	0,39		0,32**
CAS			**			0,66**
MAA	0,57	0,44	97,40	0,60	0,27	55,38
MAH	0,70	0,85		0,62	0,51	
MAL	0,18	0,76		0,23	0,45	
VAL	0,39	0,23	2,0*	0,45	0,23	*
Nb taxons	11	15	10	12	10	12

Tableau 22 - Comparaison des peuplements théoriques (capacités d'accueil du milieu) et des peuplements observés (classes d'abondance, nb ind/100m³) dans la station d'étude de « La rivière des Pluies à l'embouchure » en 2018 et 2011. « Théo Facies » : peuplement théorique déterminé d'après les faciès d'écoulement, « Théo Microhab » : peuplement théorique déterminé d'après les variables du microhabitat, « Obs. » : peuplement observé dans le cadre du RCS ; * : taxon « assez rare » ; ** : taxon « rare » ; *** : taxon « jamais observé ». « NA » : taxons pour lesquels aucune capacité d'accueil n'a été développée

6.3.5.3 La Grande Rivière Saint-Jean aval Quartier Français (Type II aval) et La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara) (Type II aval)

- **Caractéristiques des habitats et des peuplements théoriques associés**

Les stations « La Grande Rivière Saint-Jean aval Quartier Français » et « La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades » (Tableau 24), présentant un profil à dominante lentique, disposent d'habitats favorables pour le chitte (AGO), la loche (AWA), la chevrette (MAA), et le camaron (MAL).

Les deux méthodes d'estimation basées sur l'habitat présentent des capacités d'accueil élevées pour le cabot rayé (STE) pour la station de la Rivière Ste Suzanne uniquement, le crabe (VAL) et l'écrevisse (MAH) pour la station de la Grande Rivière Saint Jean uniquement.

- **Différences entre peuplement théoriques et peuplements observés**

Les estimations basées sur les faciès et les microhabitats sont proches, mais discordantes avec les données observées, ces dernières étant supérieures aux estimations.

Pour la station de la Rivière Ste Suzanne, parmi les espèces fortement attendues au regard des deux approches habitats, seules la loche (AWA) et la chevrette (MAA) ont été inventoriées. Les autres taxons inventoriés en abondances significatives sont pris en compte par l'un des deux modèles : le chitte (AGO), le cabot noir (ELS) et le crabe (VAL) via le modèle « faciès » et les anguilles (AMA et ANG) ainsi que le cabot bouche-ronde (SIC) par la méthode « microhabitat ».

On observe sur cette station une bonne adéquation entre peuplements attendus (en prenant en compte les deux modèles d'habitats disponibles) et observés sur cette station, avec même une richesse spécifique observée en taxons indigènes supérieure à la théorie compte tenu du fait que les capacités d'accueil du milieu n'ont pas pu être déterminées pour certains taxons relativement rares comme *Glossogobius sp.* (GLO) ou *C. serratiostris* (CAS). Cependant, on notera de faibles abondances en cabots noirs (ELS et ELM), cabot rayé (STE) et camaron (MAL) au regard des habitats disponibles. A contrario, on observe des densités significatives pour la chevaquine (ATY), la caridine (CAR), l'écrevisse (MAH) et le poisson plat (KUL) alors que les habitats leurs sont peu favorables.

On note historiquement sur cette station des densités moyennes à très faibles en cabots bouche-ronde SIC et COA. Cela peut s'expliquer au regard des capacités d'accueil déterminées à partir de la description des faciès qui sont faibles à moyennes.

Pour la station de la Grande Rivière Saint Jean, parmi les espèces bénéficiant de capacités d'accueil favorables au regard des deux approches habitats, seules la loche (AWA), la chevrette (MAA), et l'écrevisse (MAH) ont été inventoriées. Les autres taxons inventoriés en fortes abondances sont pris en compte uniquement par la méthode « microhabitat », à savoir le cabot bouche-ronde (SIC) et la chevaquine (ATY).

Les peuplements observés concordent assez bien avec ces capacités d'accueil, hormis pour le chitte (AGO), qui n'a pas été capturé (nota : cette espèce est présente sur le secteur, mais difficile à capturer compte tenu des habitats ouverts). D'autres taxons attendus, avec une capacité d'accueil moyenne sont peu présents voir absents, comme le poisson plat (KUL), l'écrevisse (MAH) et le camaron (MAL). En revanche, on observe des taxons non ou peu

attendus, comme la chevaquine, la caridine *C. serratirostris* (CAS) ainsi qu'un taxon rare la loche à tête plate *Glossogobius sp.* (GLO). Ces différences sont là aussi attribuables aux limites des modèles de préférences d'habitats disponibles, sauf pour la chevaquine (ATY), qui comme pour la rivière Sainte Suzanne se retrouve dans des densités plus importantes que celles attendues.

Enfin, certains taxons, attendus dans de faibles abondances au regard des habitats son échantillonnés en nombre, il s'agit du poisson plat (KUL), du cabot noir (ELF) et des caridines (CAR). D'autres sont réellement observés mais ne présentent pas de préférences d'habitats exploitables dans cette étude : le poisson plat (KSO), la loche à tête plate (GLO), et la caridine (CAS).

A noter que le poisson plat (KSO), le cabot noir (ELS) le cabot rayé (STE), la loche à tête plate (GLO) et les caridines (CAR et CAS) sont considérés comme « rares » dans la chronique des inventaires RCS pour les stations de type II aval, alors que le chitte (AGO) et le cabot bouche-ronde (COA) devraient se retrouver en abondances plus importantes sur la station de la Grande Rivière Saint Jean.

- **Interprétation au regard des pressions connues**

Pour la station de la Rivière Sainte Suzanne, l'impact supposé des pollutions diffuses sur les peuplements n'est donc pas avéré sur l'ensemble du cortège de poissons et crustacés de cette station de la rivière Sainte-Suzanne. La faible densité en bouche-rondes pourrait s'expliquer en partie au regard des habitats disponibles.

On notera cependant un déficit en certaines espèces (cabots noirs, cabot rayés et camaron) qui devraient être présentes sur cette station au regard des habitats, mais également des espèces relativement abondantes alors que les habitats ne leur sont à priori pas très favorables (crustacés en particulier). Cette station a par ailleurs fait l'objet de braconnage durant la campagne IRP (BIOTOPE, 2019. Suivi des éléments biologiques « poissons et macrocrustacés » des rivières du bassin Réunion - Campagne 2018)

Pour la station de la Rivière Saint Jean, on observe l'absence d'espèces dont le potentiel d'habitat est moyen ou élevé, mais également des espèces présentes alors que les habitats leur sont à priori peu favorables. De plus, chaque groupe, poissons et crustacés présente des taxons avec des abondances ponctuellement élevées. Dans ces conditions, l'habitat n'est pas le facteur prépondérant pour expliquer la qualité des peuplements observés.

La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara) (Type II aval)				La Grande Rivière Saint-Jean aval Quartier Français (Type II aval)		
22057				22174		
2018				2018		
Taxons	Théo Facies	Théo Microhab	Obs	Théo Facies	Théo Microhab	Obs
Poissons						
AMA	0,08	0,56	12,40	0,10	0,76	38,70
ANG	0,08	0,54	36,30	0,10	0,75	28,80
AGO	0,94		2,10	0,83		
KUL		0,12	0,80		0,19	3,4
KSO			**			1,2**
ELS	0,72	0,10	0,5**	0,62	0,23	3,6**
ELF		0,06	16,10		0,18	9,90
ELM		0,07	0,39		0,19	1,20
AWA	0,74	0,46	30,20	0,62	0,33	4,40
STE	0,28	0,30	**	0,23	0,21	2,3**
GLO			0,4**			**
COA	0,10	0,90		0,13	0,84	1,30
SIC	0,14	1,00	86,60	0,17	0,96	340,50
XIP	0,50	0,02		0,34	0,14	0,50
GUP		0,04	1,60		0,17	
TIL	0,58			0,38		
Crustacés						
ATY	0,05	0,93	5,76	0,07	0,80	11,90
CAR	0,12		45,6*	0,15		*
CAS			20,2*			0,5*
MAA	0,94	0,40	636,30	0,83	0,31	534,00
MAH	0,11	0,23	8,5*	0,30	0,37	0,7*
MAL	0,61	0,88		0,46	0,48	
VAL	0,88	0,22	0,80	0,72	0,25	
Nb taxons	9	9	17	9	10	16

Tableau 23 - Comparaison des peuplements théoriques (capacités d'accueil) et des peuplements observés (classes d'abondance, nb ind/100m²) dans les stations d'étude de « La rivière Sainte- Suzanne aux Cascades » et « La Grande Rivière Saint- Jean aval Quartier Français ». « Théo Facies » : peuplement théorique déterminé d'après les faciès d'écoulement, « Théo Microhab » : peuplement théorique déterminé d'après les variables du microhabitat, « Obs. » : peuplement observé dans le cadre du RCS ; * : taxon « assez rare » ; ** : taxon « rare » ; *** : taxon « jamais observé ». « NA » : taxons pour lesquels aucune capacité d'accueil n'a été développée

6.3.5.4 Standardisation des différences obtenues entre les modèles théoriques d'habitats

La comparaison des capacités d'accueil au regard des différents éléments des habitats, telle que pratiquée plus haut, peut être synthétisée par taxon afin de mettre en évidence d'éventuelles corrélations entre les méthodes d'estimations.

Pour ce faire, un delta de capacité d'accueil a été déterminé pour les taxons bénéficiant des deux modèles théoriques. Il a été calculé comme suit :

$$\Delta \text{ taxon } i = (\text{capacité d'accueil modèle « microhabitat »}) - (\text{capacité d'accueil modèle « faciès »}) \text{ taxon } i$$

Avec $\Delta \text{ taxon } i$ compris entre -1 et 1 et capacités d'accueil comprises entre 0 et 1

Ce Delta concerne 13 taxons, dont les résultats obtenus sont résumés dans la Figure 24 :

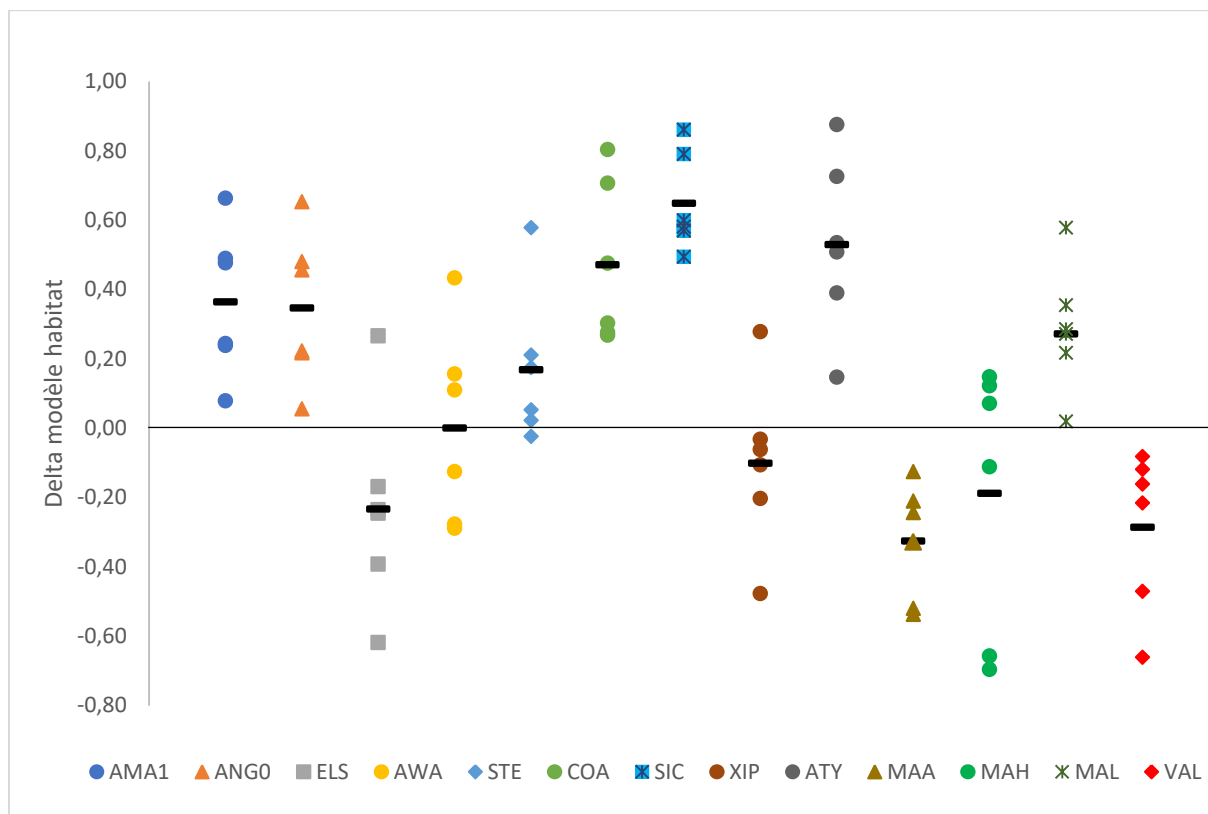


Figure 24: Delta de capacité d'accueil (capacité d'accueil « microhabitat » - capacité d'accueil « faciès » des taxons). Trait noir horizontal : moyenne des deltas pour chaque taxon

Ces estimations permettent à la fois de caractériser la dispersion, et le sens d'évolution des Deltas.

L'analyse de la dispersion des Deltas aboutit à trois groupes :

- **Δ moyen ≥ 0.2 : la différence entre la capacité d'accueil calculée à partir des microhabitats et celle déterminée à partir des faciès est importante et positive. Les éléments du microhabitat donnent des préférences plus élevées que celles prédites à l'échelle du faciès. Ce cas concerne les anguilles (AMA et ANG), les cabots bouche – ronde (SIC et COA), la chevaquine (ATY), et le camaron (MAL).**
- **Δ moyen $-0.2 \leq \Delta < 0.2$: la différence entre la capacité d'accueil calculée à partir des microhabitats et celle déterminée à partir des faciès est faible, positive ou négative. Les éléments du microhabitat et du faciès aboutissent à une capacité d'accueil équivalente. Ce cas concerne la loche (AWA), le cabot rayé (STE), le porte-épée (XIP), et l'écrevisse (MAH).**
- **Δ moyen ≤ -0.2 : la différence entre la capacité d'accueil calculée à partir des microhabitats et celle déterminée à partir des faciès est importante et négative. Les éléments du faciès donnent les capacités d'accueil plus élevées que celles prédites à l'échelle du microhabitat. Ce cas concerne le cabot noir (ELS), la chevrette (MAA) et le crabe d'eau douce (VAL).**

Afin d'évaluer la pertinence de ces tendances, la dispersion des Deltas au sein des stations étudiées est catégorisée :

- Dispersion **$\Delta < 0.5$: on observe moins de 50% de variabilité des deltas sur les stations d'étude. Les différences de capacité d'accueil sont stables, avec la même tendance sur les stations d'étude.** Ce cas concerne le cabot bouche-ronde (SIC) et la chevrette (MAA) ;
- Dispersion **$\Delta \geq 0.5$: on observe plus de 50% de variabilité des deltas sur les stations d'étude. Les différences de capacité d'accueil sont instables, elles ne concordent pas entre stations.** Ce cas concerne les anguilles (AMA et ANG), le cabot rayé (STE), le cabot bouche-ronde (COA), le camaron (MAL), le crabe d'eau douce (VAL), le cabot noir (ELS), la loche (AWA), le porte-épée (XIP), et la chevaquine (ATY).

Ces éléments permettent d'identifier deux taxons pour lesquels une correspondance peut être proposée entre les capacités d'accueil liées aux faciès et aux microhabitats.

- Pour le cabot bouche-ronde (SIC), l'équation suivante est proposée :

SIC : Capacité d'accueil modèle « faciès » = 0.65 x (capacité d'accueil modèle « microhabitat »)

- Pour la chevrette (MAA), l'équation suivante est proposée :

MAA : Capacité d'accueil modèle « faciès » = - 0.33 x (capacité d'accueil modèle « microhabitat »)

Ces différences extrêmes entre ces deux taxons communs des zones aval de cours d'eau mettent en évidence la complexité et la complémentarité des deux approches habitats (faciès et microhabitat). A ce stade, il est recommandé de poursuivre l'utilisation des deux approches et de les intégrer en complémentarité à l'analyse des peuplements, permettant de prendre en compte des échelles d'habitats différentes et sensibles à des pressions d'origines diverses (par exemple, l'approche faciès sera insensible au colmatage des habitats par des fines particules, mais pourra mettre en évidence des bouleversements hydromorphologiques majeurs).

6.3.6 Conclusions sur les différences entre peuplements théoriques et observés

Les premiers tests de comparaisons entre les peuplements théoriques et les peuplements observés, permettent dans certains cas de faire le lien entre le potentiel de l'habitat disponible et la présence de certains taxons et les pressions anthropiques.

Concernant la richesse taxonomique, compte tenu du nombre de taxons pour lequel on dispose de modèles d'habitats, les valeurs obtenues dans le cadre des peuplements reconstitués à partir des variables d'habitats sont systématiquement plus élevées que celles observées pour les stations à dominante lotique, à savoir celles de la rivière du Mât, Bras de la Plaine, et rivière des Pluies. En revanche, la richesse taxonomique observée est plus importante que la richesse reconstituée à partir des variables d'habitat pour les stations de la rivière Sainte-Suzanne et de la rivière Saint Jean (contexte de fortes richesses portées par des taxons rares non pris en compte dans les modèles).

Toutefois au regard de la complexité des phénomènes en jeu, des limites mentionnées plus haut (comparaison uniquement sur 2 campagnes) et des biais méthodologiques (inventaire par pêche électrique comparé à des courbes qui intègrent des observations subaquatiques plus performantes pour certaines espèces) ces éléments apportent de nouvelles informations dans l'analyse des peuplements, permettant de mieux appréhender les interactions entre les espèces et leurs écosystèmes.

7 Conclusions

Les résultats obtenus dans le cadre de l'étude PHACAR ont permis de couvrir différentes pistes de valorisation, et de proposer ainsi plusieurs apports à l'état des connaissances des peuplements de poissons et crustacés des cours d'eau de La Réunion.

L'axe d'analyse s'intéressant aux richesses taxonomiques et abondances obtenues dans le cadre de ce projet aboutit à des premières valeurs de référence par type de stations, et par méthodologie d'inventaire. Ces classes pourront être utilisées dans des travaux ultérieurs afin de rendre compte d'une qualité des populations observées.

Le second axe, consistant à comparer des résultats obtenus selon les méthodologies d'inventaires de pêche par ambiances, pêche par points (EPA) et observations subaquatiques (EPO), révèle des différences significatives entre les approches. Ces différences se manifestent par une variabilité des descripteurs des peuplements de poissons et crustacés au sein d'une station, comme la richesse spécifique et l'abondance. Ces méthodes restent complémentaires s'évaluent au regard des objectifs de l'inventaires à mener (RCS, étude de zones profondes, comparaison amont/aval, suivi des effets d'une action de restauration, ...).

Le dernier axe de ce rapport, se basant sur la détermination des capacités d'accueil du milieu à partir des données d'habitats a permis de proposer un peuplement théorique, fonction de la composition en habitats du milieu. La comparaison entre peuplements observés et théoriques permet de mettre en évidence l'impact de certaines grosses pressions sur un cortège de poissons et crustacés. L'effet des pressions relatives à la continuité écologique impactent l'ensemble des peuplements de poissons et crustacés en diversité et abondance. Les cabots bouche-ronde, ainsi que la chevaquine, de par leurs capacités de franchissement des obstacles sont les taxons montrant le plus de résilience, leur permettant de se maintenir sous certaines conditions de pressions. Les pressions portant sur l'abstraction de débit et d'ordre physico-chimique n'impactent qu'une partie des taxons et doivent être prises en considération dans un ensemble de pressions (*i.e.* pressions difficiles à identifier comme majeures au cas par cas).

Bibliographie

- ARDA - Ricou J.F., Bosc P., Cadene R., (1999) Mise en place d'un réseau piscicole à la Réunion : Adaptation méthodologique d'un protocole d'échantillonnage de l'ichtyofaune, Rapport final d'étude, ARDA – CSP – ENSAT – DIREN - Région Réunion, 100 p (hors annexes)
- ANTEA, OCEA, ECOGEA, & HYDRETTUES. (2011). Evaluation de la continuité écologique des 13 rivières pérennes de La Réunion. Proposition d'un plan d'action pour reconquérir cette continuité. Phase III : propositions de mesures de restauration - plan d'action. Rapport DEAL Réunion.
- Beaumont, W.R.C. (2011). Electric Fishing: A Complete Guide to Theory and Practice. Game & Wildlife Conservation Trust, Fordingbridge, Hampshire.
- Bonnier, J. (2012). Note technique sur l'évaluation des débits caractéristiques du Bras de la Plaine.
- BRGM, OLE, D. (2013). Pollution diffuse et transferts des produits phytosanitaires du sol vers les ressources en eaux souterraines de l'île de La Réunion. Rapport final.
- Comité de Bassin de la Réunion. (2013). Etat des lieux 2013 du district hydrographique de la Réunion (Vol. 00).
- 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.
- Faivre, L., Lagarde, R., & Valade, P. (2016). Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Réunion Poissons (IRP).
- FDAAPPMA974. (2014). Plan Départemental de Protection du milieu aquatique et de Gestion des ressources piscicole. Diagnostic de l'état des milieux aquatiques et propositions de mesures de gestion halieutique et patrimoniale des eaux douces de La Réunion pour la période 2014-2.
- Garro, T. (2001). Etude des relations habitat-poissons dans les eaux courantes de Guyane Française pour l'évaluation de la qualité du milieu aquatique. Université de Montpellier II.
- Ginot, V., & Le Page, C. (1998). Mobidyc, a generic multi-agents simulator for modeling populations dynamics. In A. del Pobil, J. Mira, & M. Ali (Eds.), Tasks and Methods in Applied Artificial Intelligence (pp. 805–814). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Ginot V., Y., S., H., C., P., B., & S., V. (1998). Logiciel EVHA 2.0. Evaluation de l'habitat physique des poissons en rivière. Guide méthodologique.
- Malavoi, J. R. & Y. Souchon. (2002). Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière : clé de détermination qualitative et mesures physiques. Note Technique. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture, 365/366 : 357-372.
- OCEA Consult', Office de l'eau Réunion, 2015. Suivi 2014 des éléments biologiques « poissons et macro-crustacés » des rivières du bassin Réunion. Rapport Final- Version B.
- Olivier, J.-M., Méricoux, S., Forcellini, M., Grondin, H., Mathieu, C., Péru, N., ... Valade, P. (2012). Conception d'indices de bio-évaluation de la qualité écologique des rivières de l'île de La Réunion à partir des poissons et macrocrustacés et des invertébrés benthiques. Rapport final Univ Lyon I CNRS ENTPE - LEHNA, ARDA, Europe FEDER, Office de l'eau R.
- Pottier, G. (2017). Notions d'électricité dans le cas de la pêche électrique. Colloque Pêche Electrique INRA.
- Robert, R. (1986). Climat et hydrologie à La Réunion.
- Vignerot, T. (2013). Test in situ des matériels de pêche électrique Héron et EFKO, (March 2013), 10.
- Wentworth C. K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. Journal of Geology, 30, 377-392.

Annexe 1 : Courbes standardisées pour le paramètre « faciès » retenues

Les courbes standardisées pour le paramètre « faciès » figurent dans cette annexe. Ces courbes ne concernent que les taxons pour lesquels le modèle « faciès » a été évalué de pertinence « élevée » ou « moyenne ».

Cette forme de courbe, ou « modèle de préférence », est normalisée. Ainsi, cette courbe reflète des différences relatives d'abondance entre des points d'échantillonnage, indépendamment de l'abondance totale du taxon dans les campagnes.

Pour chaque graphique, l'axe des abscisses correspond aux faciès, qui pour rappel sont codifiés de la façon suivante :

FACIES	Abréviation	Code FACIES
Chenal lentique	CHE LEN	1
Fosse de dissipation et vasque	FOS DIS	2
Mouille de concavité	MOU	3
Fosse d'affouillement	FOS AFF	4
Chenal lotique	CHE LOT	5
Bordure	BORD	6
Plat lentique	PLA LEN	7
Plat courant	PLA COU	8
Radier	RAD	9
Rapide	RAP	10
Cascade	CAS	11

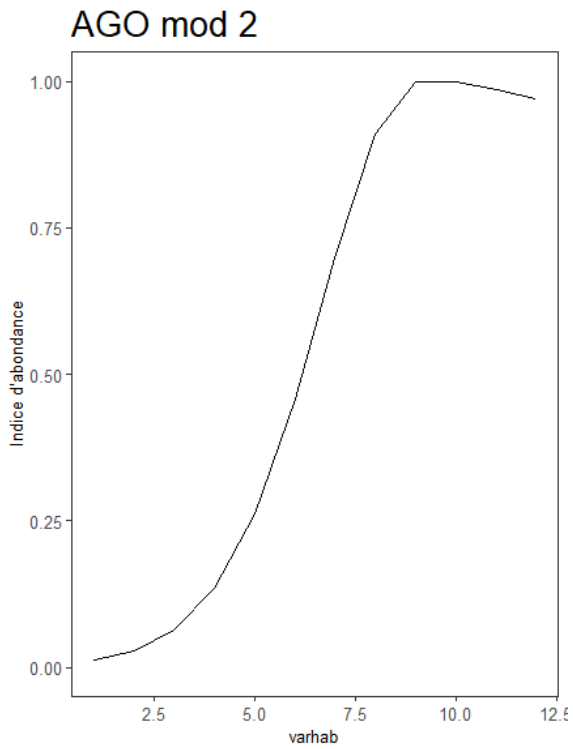
Codification des faciès

L'axe des ordonnées correspond quant à lui à un indice d'abondance.

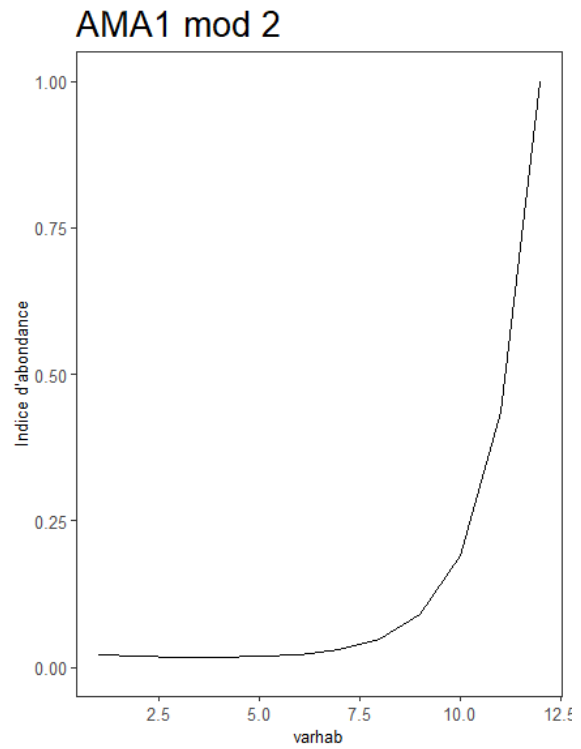
Les courbes sont ainsi présentées dans l'ordre suivant :

<i>Agonostomus telfairii</i>	Chitte	AGO
<i>Anguilla marmorata</i>	Anguille marbrée	AMA
<i>Anguilla sp (LT<150 mm)</i>	Anguilles juvéniles	ANG
<i>Awaous commersoni</i>	Loche des sables	AWA
<i>Eleotris sp.</i>	Cabot noir	ELS sp
<i>Stenogobius polyzona</i>	Cabot rayé	STE
<i>Cotylopus acutipinnis</i>	Cabot bouche-ronde	COA
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	Cabot bouche-ronde	SIC
<i>Atyoida serrata</i>	Chevaquine	ATY
<i>Caridina typus</i>	Caridine	CAR
<i>Macrobrachium australe</i>	Chevrette	MAA
<i>Macrobrachium lepidactylus</i>	Ecrevisse	MAH
<i>Macrobrachium lar</i>	Camaron	MAL
<i>Varuna litterata</i>	Crabe	VAL
<i>Xiphophorus hellerii</i>	Porte-épée	XIP
<i>Oreochromis sp.</i>	Tilapia	TIL

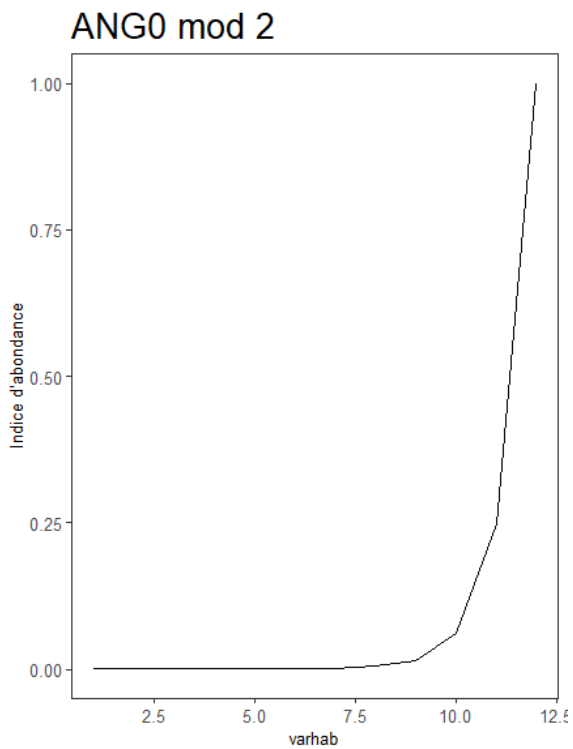
Liste des taxons ayant fait l'objet de détermination de préférences de faciès



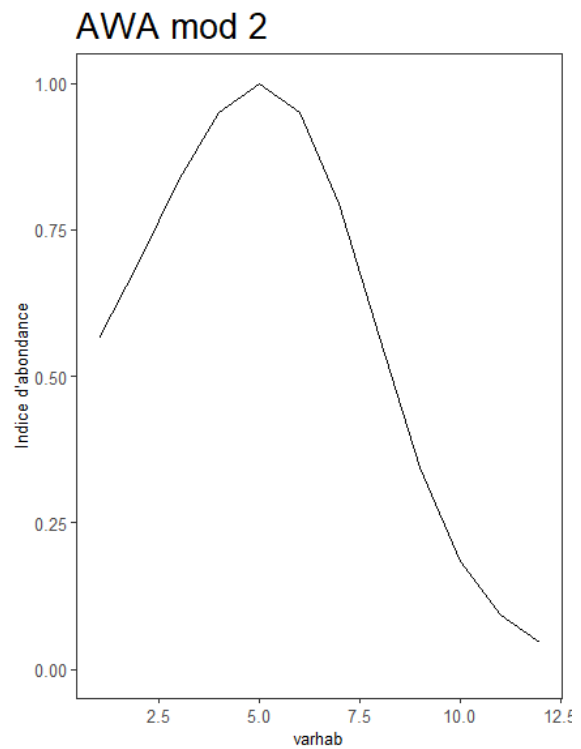
Courbe standardisée du paramètre "faciès" pour le chitte (*A.telfairii*)



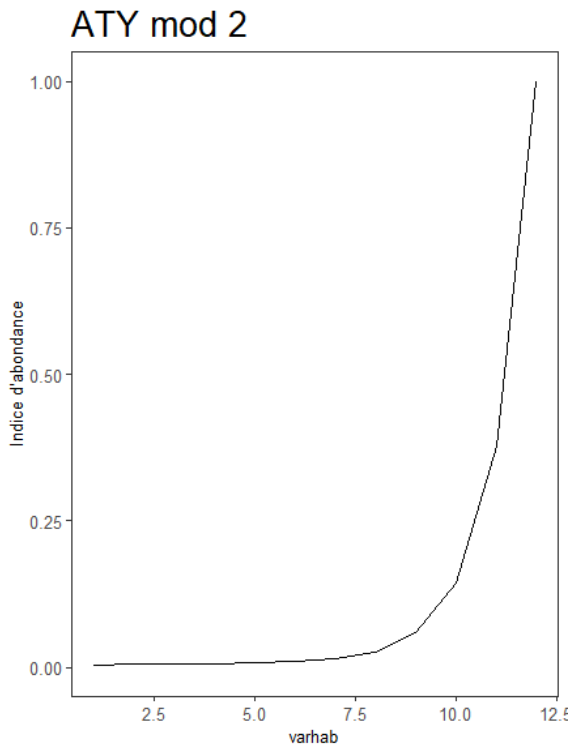
Courbe standardisée du paramètre "faciès" pour l'anguille marbrée (*A.marmorata*)



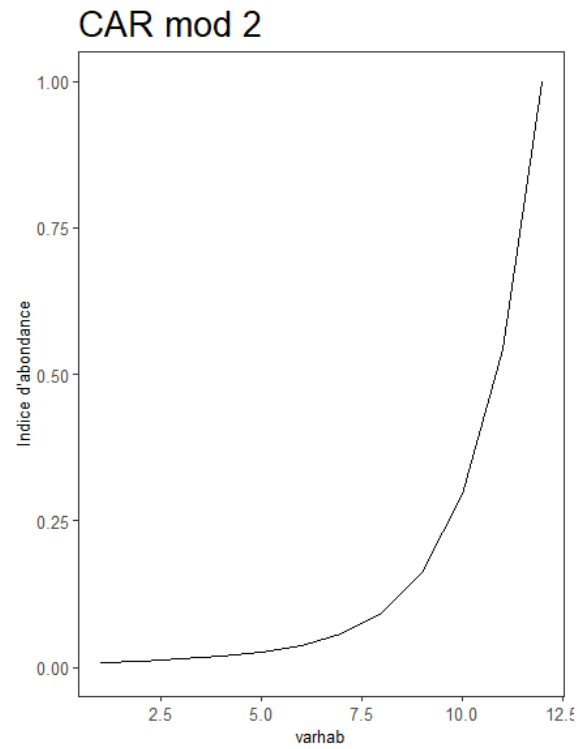
Courbe standardisée du paramètre "faciès" pour l'anguille juvénile (*Anguilla sp.*)



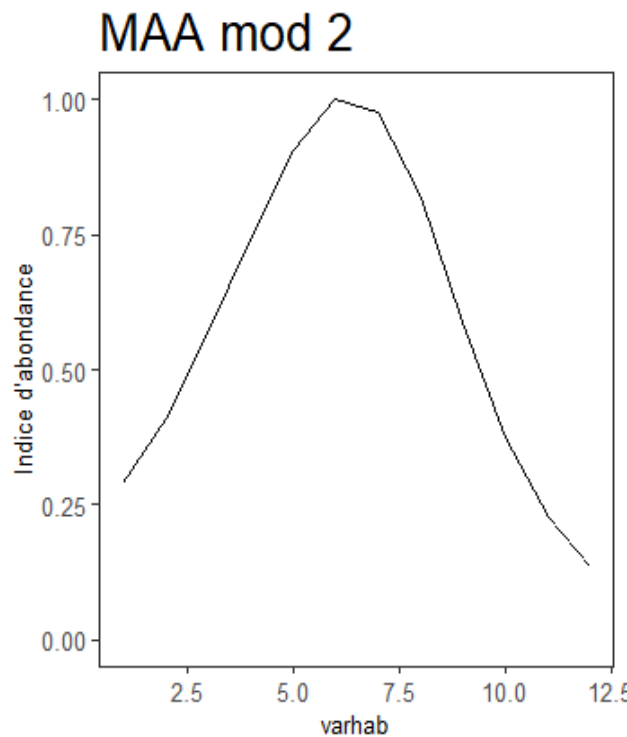
Courbe standardisée du paramètre "faciès" pour la loche (*A.commersoni.*)



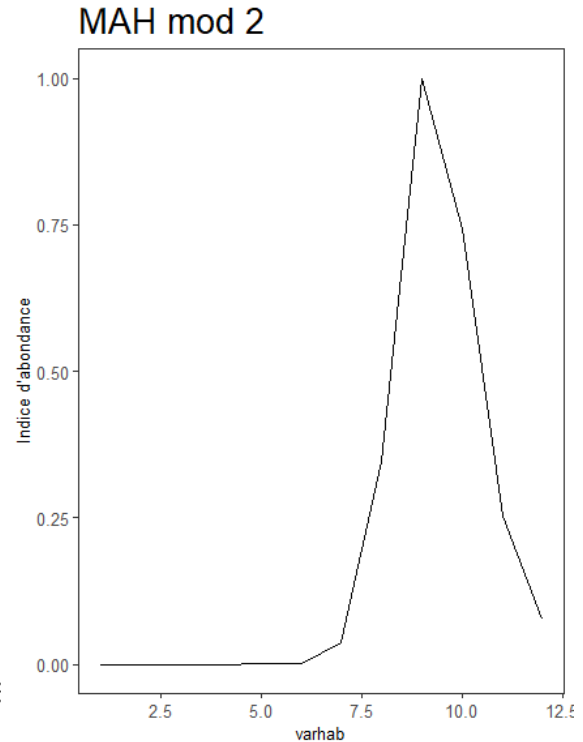
: Courbe standardisée du paramètre "faciès" pour la chevaquine (*A. serrata*)



Courbe standardisée du paramètre "faciès" pour la caridine (*C. typus*)

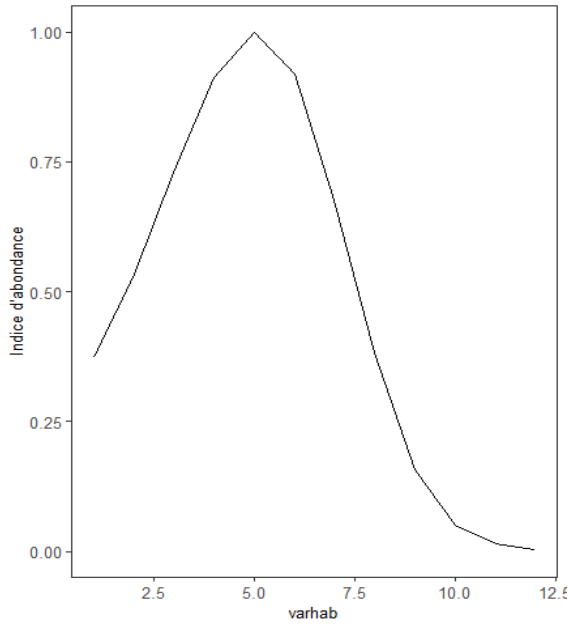


Courbe standardisée du paramètre "faciès" pour la chevrette (*M. australe*)



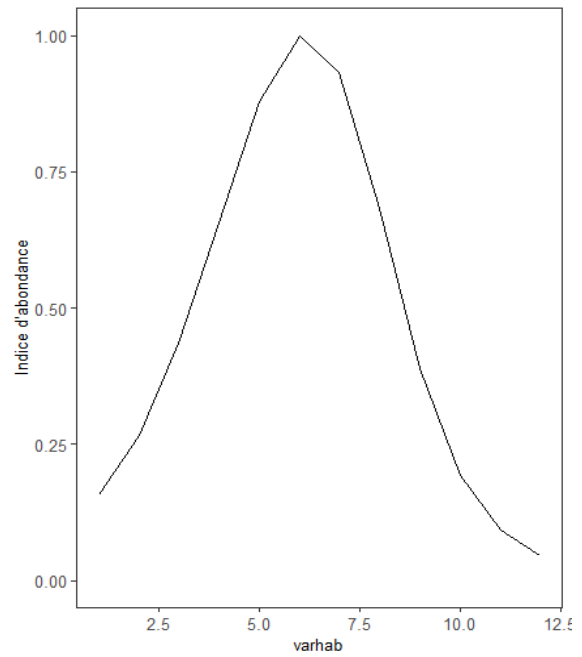
Courbe standardisée du paramètre "faciès" pour l'écrevisse (*M. lepidactylus*)

MAL mod 2



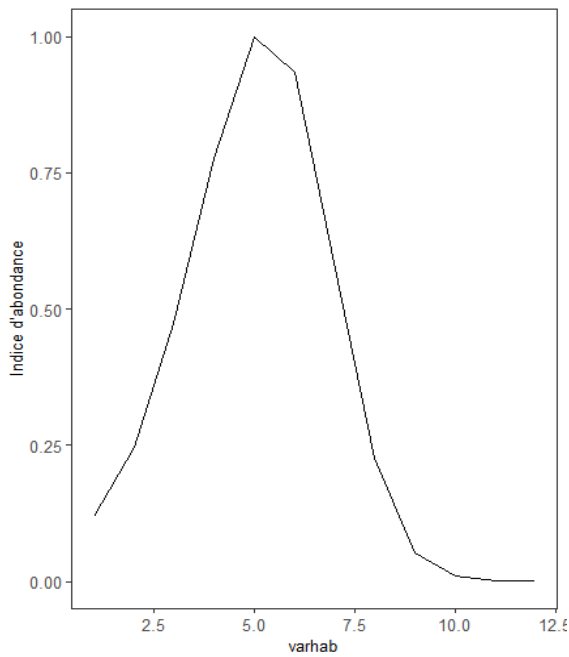
Courbe standardisée du paramètre "faciès" pour le camaron (*M.lar*)

VAL mod 2



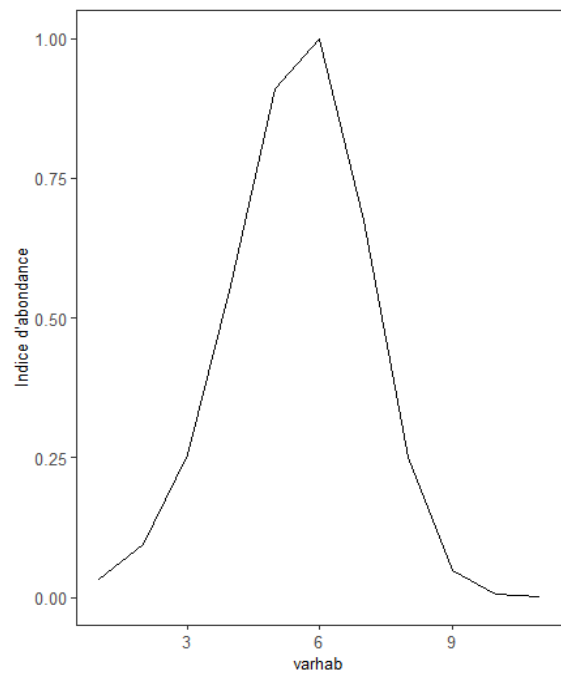
Courbe standardisée du paramètre "faciès" pour le crabe (*V. litterata*)

XIP mod 2



Courbe standardisée du paramètre "faciès" pour le porte-épée (*X.hellerii*)

TIL mod 2



Courbe standardisée du paramètre "faciès" pour le tilapia (*Oreochromis sp.*)

Annexe 2 : Limites de classes de densités

		<i>Poissons</i>				
		Très faible	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
Famille	Code espèces					
Anguillidae	ABI	Rare				
	AMA	5,5	9,4	13,2	23,2	+∞
	AMO	Assez rare				
	ANE	Jamais observé				
	ANG	2,7	5,3	8,0	13,3	+∞
Eleotridae	ELF	0,9	2,4	3,8	6,3	+∞
	ELM	0,5	1,4	2,2	3,3	+∞
	ELS	Rare				
Gobiidae	AWA	2,1	8,1	13,4	27,2	+∞
	COA	20,9	51,1	160,8	319,2	+∞
	GLO	Jamais observé				
	SIC	239,1	329,1	466,5	706,8	+∞
	STE	Rare				
Kuhliidae	KUL	0,5	1,0	2,1	3,1	+∞
	KSO	Rare				
Mugilidae	AGO	Assez rare				
	VAR	Jamais observé				
Syngnathidae	MIA	Rare				
	MIC	Rare				
		Macro-crustacés				
Atyidae	ATY	2,4	7,6	29,5	135,5	+∞
	CAR	Rare				
	CAS	Rare				
Palaemonidae	MAA	3,2	18,6	31,3	59,2	+∞
	MAH	0,8	1,0	1,9	2,7	+∞
	MAL	0,5	1,8	2,6	3,2	+∞
Potamonidae	VAL	Assez rare				

utilisées pour le RCS poissons-crustacés

Limites supérieures des classes de densités de chaque espèce sélectionnée pour le type I Aval (en ind/100m²). D'après OCEA, 2015

		Poissons				
		Très faible	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
Famille	Code espèces					
Anguillidae	ABI	Rare				
	AMA	1,2	3,2	5,7	9,7	+∞
	AMO	Rare				
	ANE	Rare				
	ANG	0,5	1,0	1,9	4,1	+∞
Eleotridae	ELF	Assez rare				
	ELM	Rare				
	ELS	Jamais observé				
Gobiidae	AWA	Assez rare				
	COA	7,1	20,9	50,4	114,3	+∞
	GLO	Jamais observé				
	SIC	93,2	156,8	249,5	403,4	+∞
	STE	Jamais observé				
Kuhliidae	KUL	Rare				
	KSO	Jamais observé				
Mugilidae	AGO	Assez rare				
	VAR	Jamais observé				
Syngnathidae	MIA	Jamais observé				
	MIC	Jamais observé				
		Macro-crustacés				
Atyidae	ATY	1,5	9,6	35,3	165,4	+∞
	CAR	Rare				
	CAS	Rare				
Palaemonidae	MAA	1,7	7,3	23,9	115,9	+∞
	MAH	0,6	1,4	3,2	11,9	+∞
	MAL	0,5	1,3	3,0	9,1	+∞
Potamonidae	VAL	Rare				

Limites supérieures des classes de densités de chaque espèce sélectionnée pour le type I Intermédiaire (en ind/100m²).
D'après OCEA, 2015

		Poissons				
		Très faible	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
Famille	Code espèces					
Anguillidae	ABI	0,3	0,6	1,1	1,8	+∞
	AMA	5,1	7,4	12,5	17,1	+∞
	AMO	0,5	0,7	1,1	2,0	+∞
	ANE	Rare				
	ANG	1,5	2,5	4,4	8,3	+∞
Eleotridae	ELF	2,9	5,6	8,0	10,9	+∞
	ELM	0,4	0,7	1,2	2,6	+∞
	ELS	Rare				
Gobiidae	AWA	1,1	2,8	5,2	9,8	+∞
	COA	3,0	8,3	21,5	37,1	+∞
	GLO	Rare				
	SIC	59,2	116,4	168,0	242,4	+∞
	STE	Rare				
Kuhliidae	KUL	0,6	1,5	2,4	4,2	+∞
	KSO	Rare				
Mugilidae	AGO	0,3	0,5	0,7	1,0	+∞
	VAR	Rare				
Syngnathidae	MIA	Rare				
	MIC	Assez rare				
		Macro-crustacés				
Atyidae	ATY	0,7	2,4	5,8	12,8	+∞
	CAR	Assez rare				
	CAS	Assez rare				
Palaemonidae	MAA	4,5	14,3	34,2	51,1	+∞
	MAH	Assez rare				
	MAL	0,6	1,2	2,1	3,5	+∞
Potamonidae	VAL	0,3	1,0	2,2	6,4	+∞

Limites supérieures des classes de densités de chaque espèce sélectionnée pour le type II Aval (en ind/100m²). D'après OCEA, 2015

Annexe 3 : Classes de taille et niveau taxonomique pris en compte dans le cadre des analyses PHACAR

Taxons		Limite taille juvénile/adulte (mm)*	Niveau taxonomique	Codes taxon	
				Juvénile	Adulte
<i>Atyoida serrata</i>	Chevaquine	15	espèce	ATY0	ATY1
<i>Caridina serratirostris</i>	Caridine	7	espèce	CAS0	CAS1
<i>Caridina typus</i>	Caridine	8	espèce	CAR0	CAR1
<i>Macrobrachium australe</i>	Chevrette	30	espèce	MAA0	MAA1
<i>Macrobrachium lar</i>	Camaron	18	espèce	MAL0	MAL1
<i>M. lepidactylus</i>	Ecrevisse	20	espèce	MAH0	MAH1
<i>Varuna litterata</i>	Crabe	10	espèce	VAL0	VAL1
<i>Anguilla bicolor</i>	Anguille bicolor	150	espèce si >150 mm genre si <150 mm	-	ABI1
<i>Anguilla marmorata</i>	Anguille marbrée			-	AMA1
<i>Anguilla Mossambica</i>	Anguille du Mozambique			-	AMO1
<i>Anguilla sp.</i>	Anguilles			ANG0	-
<i>Eleotris klunzingerii</i>	Cabot noir	38	espèce si >38 mm genre si <38 mm	-	ELF1
<i>Eleotris mauritiana</i>	Cabot noir			-	ELM1
<i>Eleotris sp.</i>	Cabot noir			ELS0	-
<i>Awaous commersoni</i>	Loche des sables	46	espèce	AWA0	AWA1
<i>Cotylopus acutipinnis</i>	Cabot bouche-ronde	35	espèce	COA0	COA1
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	Cabot bouche-ronde	40	espèce	SIC0	SIC1
<i>Stenogobius polyzona</i>	Cabot rayé	27	espèce	STE0	STE1
<i>Kuhlia rupestris</i>	Poisson plat	85	espèce si >85 mm genre si <85 mm	-	KUL1
<i>Kuhlia sauvagii</i>	Poisson plat	85		-	KSO1
<i>Kuhlia sp</i>	Poisson plat	85		KUS0	-

<i>Agonostomus telfairii</i>	Chitte	100	espèce	AGO0	AGO1
------------------------------	--------	-----	--------	------	------

Tableau 24: Classes de taille et niveau taxonomique pris en compte dans le cadre des analyses PHACAR. *Pour chaque limite de taille, les bornes suivantes ont été appliquées :]0 ; limite juvénile] et] limite juvénile ; ∞[en vue de la réalisation des courbes de préférences à différents niveaux de groupements



Avec le soutien financier de :



**Etude des préférences d'habitat des espèces piscicoles
et caractérisation des rivières de La Réunion
- PHACAR-**

**Rapport final - Volet C :
Description de la base de données**



V1
31/12/2019

Fiche signalétique

Titre : Etude des préférences d'habitat des espèces piscicoles et caractérisation des rivières de La Réunion - PHACAR. Rapport final – Volet C : Description de la base de données.

Numéro et indice de version : 1

Date d'envoi : 31/12/2019

Nombre de pages hors annexes : 25

Nombre d'annexes dans le texte : 1

Nombre d'annexes séparées : 2

OCEA Consult'

Adresse : 236 B, chemin Concession, 97 432 Ravine des cabris, Saint Pierre - La Réunion

Tél : 0262 32 23 72

Site web : www.ocea.re

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Traitement des données et rédaction : Laetitia Faivre (laetitia.faivre@ocea.re)

Direction de projet, validation : Pierre Valade (pierre.valade@ocea.re)

Bancarisation des données : Henri Grondin (henri.grondin@ocea.re)

Mise en œuvre des opérations de terrain : Guillaume Borie, Henri Grondin, Baptiste Salager

Office de l'Eau

Adresse : 49, rue Mazagran 97 400 Saint-Denis - La Réunion

Tél : 0262 30 84 84 – Fax : 0262 30 84 85

<http://www.eaureunion.fr> - www.facebook.com/eaureunion - <https://twitter.com/eaureunion>

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Direction de projet, validation : Alexandre Moullama (amoullama@eaureunion.fr)

Mise en œuvre des opérations de terrain : Jean Hugues Picard, Yann Sotaca, René Dominique Corbière, Serges Vidot

FDAAPPMA 974 et associations affiliées (AAPPMA-RS et AAPPMA-SA)

Adresse : 208, route de la Passerelle - La Réunion

Tél : 0262 91 32 48 – Mobile : 0692 02 29 62

Site web : www.pechereunion.fr

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Mise en œuvre des opérations de terrain : Gabriel Hoarau, Johny Maillot, Mehdy Moïse, Camille Treilhaes, Guy Claude Vienne, Daniel Vitry, Anaïs Grondin

Participation aux comités techniques : Armand Metro

IRSTEA

Adresse : 5, rue de la Doua, CS 20244, 69625 Villeurbanne Cedex – La Métropole

Tél : 0472 20 10 67

<https://dynam.irstea.fr/>

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Proposition et validation des analyses statistiques : Maxence Forcellini (maxence.forcellini@irstea.fr) et Nicolas Lamouroux (nicolas.lamouroux@irstea.fr).

Mots clés : Réunion, rivières, poissons, crustacés, préférences d'habitat.

Ce rapport peut être cité comme suivant : Grondin H., Faivre L., Moullama A., Forcellini M., Lamouroux N. et Valade P., 2019, Etude des préférences d'habitat des espèces piscicoles et caractérisation des rivières de La Réunion - PHACAR. Rapport final OCEA, Office de l'Eau, FDAAPPMA 974 et IRSTEA, Volet C : Description de la base de données, Page 27p.

Sommaire

1	Cadre du rapport	5
2	Présentation générale de la base de données	6
2.1	Outils et logiciels informatiques	6
2.2	Modèle conceptuel des données	6
3	Présentation des tables de la base de données PHACAR.....	8
3.1	Tables du groupe ECHANTILLONNAGE.....	9
3.1.1	Table de données "echantillonnage"	9
3.1.1	Table de données "point"	11
3.1.2	Table de variables "station" et autres tables liées	11
3.1.3	Table de variables "méthode_echantillonnage"	14
3.1.4	Table de variable "appareil_de_peche"	14
3.1.5	Table de variables "intervenant"	15
3.1.6	Table de variables "qualites"	15
3.1.7	Table de variables "etudes_arretes"	16
3.2	Tables du groupe HABITAT	17
3.2.1	Table de données "point_description"	17
3.2.2	Table de variables "facies_type"	18
3.2.3	Table de variables "recouvrement_ripisylve"	19
3.2.4	Table de variables "periphyton"	19
3.2.5	Table de variables "quantite"	20
3.2.6	Table de variables "racines"	20
3.2.7	Table de variables "granulo"	21
3.3	Tables du groupe CAPTURES	22
3.3.1	Table de données "point_capture"	22
3.3.1	Table de variables "especes" et autres tables associées.....	23
3.3.2	Table de variables "sexe"	24
3.3.3	Table de variables "stades"	25
3.3.4	Table de variables "observateur_epo"	25
4	Annexes – Captures d'écran des formulaires de saisie	26

Liste des tableaux

Tableau 1: Table "rivière" de la base de données PHACAR	12
Tableau 2: Table "bassin versant" de la base de données PHACAR.....	13
Tableau 3: Table "station" de la base de données PHACAR	11
Tableau 4: Table "Type" de la base de données PHACAR	13
Tableau 5: Table "localisation type" de la base de données PHACAR.....	13
Tableau 6: Table "echantillonnage" de la base de données PHACAR.....	10
Tableau 7:Table "méthode_echantillonnage" de la base de données PHACAR.....	14
Tableau 8:Table "appareil_de_peche" de la base de données PHACAR.....	14
Tableau 9: Table "intervenant" de la base de données PHACAR	15
Tableau 10:Table "qualites" de la base de données PHACAR	15
Tableau 11: Table "etudes_arretes" de la base de données PHACAR	16
Tableau 12:Table "point" de la base de données PHACAR	11
Tableau 13:Table "point_description" de la base de données PHACAR.....	18
Tableau 14:Table "facies_type" de la base de données PHACAR	18
Tableau 15 : Table "recouvrement_ripisylve" de la base de données PHACAR.....	19
Tableau 16:Table "periphyton" de la base de données PHACAR	19
Tableau 17:Table "quantite" de la base de données PHACAR	20
Tableau 18:Table "racines" de la base de données PHACAR	20
Tableau 19:Table "granulo" de la base de données PHACAR.....	21
Tableau 20:Table "point_capture" de la base de données PHACAR	23
Tableau 21:Table "sexe" de la base de données PHACAR.....	24
Tableau 22:Table "stades" de la base de données PHACAR	25
Tableau 23:Table "observateur_epo" de la base de données PHACAR	25
Tableau 24:Table "especes" de la base de données PHACAR.....	23
Tableau 25:Table "famille" de la base de données PHACAR	24
Tableau 26:Table "famille_type" de la base de données PHACAR	24

Liste des figures

Figure 1: Modèle Conceptuel des données de la base PHACAR	7
Figure 2 : Formulaire de saisie de la station	26
Figure 3 : Formulaire de saisie de l'échantillonnage.....	26
Figure 4 : Formulaire de saisie de description de point.....	27
Figure 5 : Formulaire de saisie de capture des points	27

1 Cadre du rapport

L'étude et le suivi de la qualité biologique des milieux aquatiques montrent un état écologique dégradé des cours d'eau de La Réunion, du fait de pressions anthropiques qui impactent entre autres la qualité des habitats et le fonctionnement des écosystèmes.

L'amélioration de l'état des communautés biologiques passe par la mise en place de mesures de préservation et de restauration de la disponibilité et de la qualité des habitats critiques. Cela nécessite des connaissances sur la distribution des espèces et particulièrement sur les processus de sélection de l'habitat par celles-ci.

L'acquisition de ces données est essentielle pour l'évaluation de l'impact de la fragmentation et de la diminution des habitats disponibles liées aux aménagements anthropiques sur la faune aquatique. L'approfondissement des connaissances sur ces espèces patrimoniales contribuera à l'amélioration des outils d'évaluation de la qualité des milieux ainsi qu'à la mise en place de mesures de gestion des cours d'eau, comme la caractérisation de débits minimums biologiques ou la définition des mesures de restauration des habitats.

A La Réunion, hormis pour les cabots bouche-ronde, ces connaissances sur les préférences d'habitat ont été très peu développées alors que de nombreuses espèces patrimoniales sont inféodées à la zone aval des cours d'eau et y sont soumises à de multiples pressions hydromorphologiques : abstraction de débit, modification des écoulements, recalibrage du cours d'eau, entretien des zones de berges, ...

Afin de répondre à ces besoins, le programme de recherche PHACAR, associant l'Agence Française pour la Biodiversité, l'Office de l'eau Réunion, OCEA Consult, la Fédération départementale de pêche et de protection du milieu aquatique et l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture a vu le jour courant 2018. D'une durée de 18 mois, ce projet a pour objectif de caractériser les habitats préférentiellement utilisés par les espèces présentes sur le cours aval des rivières de La Réunion. Il se décline en quatre phases principales :

- La mise en œuvre d'une première campagne d'inventaire terrain en période de basses eaux : juillet à septembre 2018,
- La bancarisation et les premières analyses des données obtenues lors de cette première campagne : septembre à décembre 2018,
- La mise en œuvre d'une seconde campagne d'inventaire terrain ajustée en fonction des premiers résultats obtenus (conditions hydrologiques contrastées, ciblage d'espèces à faible occurrence) : février à mai 2019,
- **L'analyse finale des données, la rédaction du rapport final, et la restitution du programme : mai à décembre 2019.**

Les trois premières phases du projet faisant suite à la première campagne de terrain ont fait l'objet de deux premiers rapports (« OCEA_PHACAR_Rapcamp1_v2_20190213.pdf » et « OCEA_PHACAR_Rapcamp2_v1.pdf »).

La restitution finale du travail mené dans le cadre de ce projet se présente sous forme de trois rapports :

- "PHACAR- Volet A", relatif aux courbes de préférences d'habitats,
- "PHACAR- Volet B", relatif aux outils d'interprétation de la qualité des peuplements,
- "PHACAR- Volet C" relatif à la base de données générée.

Le présent rapport, "PHACAR- Volet C", a pour objectif de décrire la base de données PHACAR, qui sert au stockage des données récoltées pendant les campagnes terrain de cette étude.

2 Présentation générale de la base de données

Le principe des bases de données relationnelles est de structurer le stockage des données, dans différentes tables liées entre elles afin d'éviter la redondance des données. Ce document présente le Modèle Conceptuel des Données, la description des différentes tables, et le dictionnaire des données.

Dans une base de données relationnelle, on distingue deux catégories de tables : tables de stockage des données (utilisées pour stocker les données) et tables des variables (uniquement utilisées pour standardiser des informations génériques sur les valeurs des champs de tables de données).

2.1 Outils et logiciels informatiques

La base PHACAR est administrée par le système de bases de données relationnel objet PostgreSQL™ version 10.4. L'outil requête de PostgreSQL permet ensuite l'extraction des données selon les besoins, l'exploitation, le traitement de celles-ci.

Pour PHACAR, les données ont été saisies par l'intermédiaire de formulaires clients. Ces formulaires ont été créés avec le logiciel *Base de LibreOffice*. Les mises en page de ces formulaires, ont été réalisées de façon à ressembler le plus possible aux feuilles de terrain, pour faciliter la compréhension lors des saisies et limiter les erreurs de champ.

2.2 Modèle conceptuel des données

L'ensemble des données renseignées dans la base de données peut être regroupé en quatre thèmes principaux :

- "Station" : données et variables relatives au bassin versant, cours d'eau et à la station d'inventaire,
- "Echantillonnage" : données et variables relatives à la méthodologie d'inventaire, aux équipes, aux instruments, aux autorisations administratives, aux paramètres physico-chimiques et au débit, mesurés sur la station le jour de l'inventaire,
- "Habitat" : données et variables relatives à la description des paramètres habitats (échelles méso et micro) pour chaque point d'inventaire,
- "Captures" : données et variables relatives aux taxons inventoriés à chaque point d'inventaire.

Cet agencement permet d'associer par requête des abondances de taxons à des points décrits par plusieurs variables d'habitats. Cette structure permet en outre de renseigner les données provenant des méthodologies par Echantillonnages Ponctuels d'Abondance (EPA) et par Observations subaquatiques (EPO).

Cette base de données pourra ainsi facilement évoluer, notamment en y incrémentant de nouvelles données, utiles à la consolidation des courbes de préférences d'habitats et des données de référence sur les peuplements faunistiques des cours d'eau de La Réunion.

Ce format est compatible avec les systèmes de référencement locaux et nationaux des données sur l'eau (SINP, SANDRE, etc).

La figure suivante présente ainsi le Modèle Conceptuel des données de PHACAR :

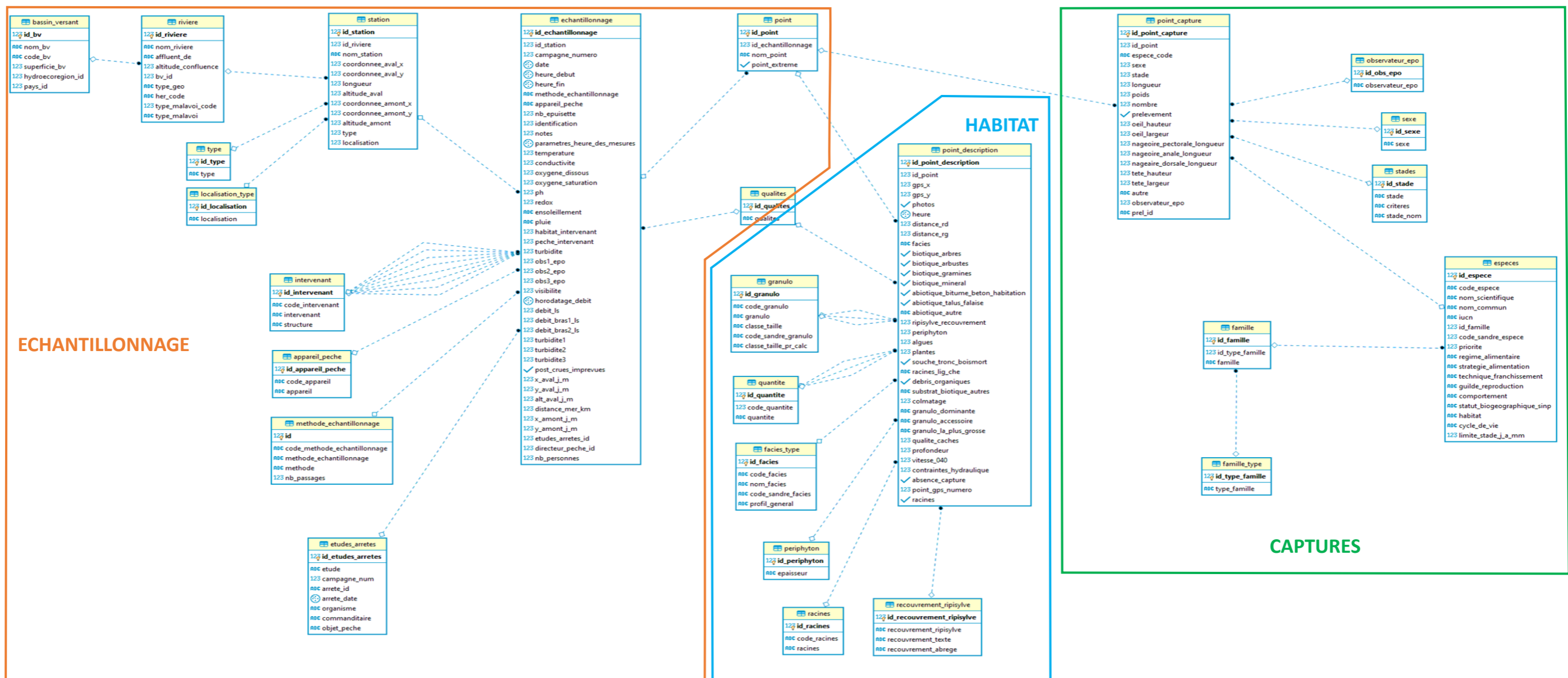


Figure 1: Modèle Conceptuel des données de la base PHACAR

3 Présentation des tables de la base de données PHACAR

La base de données PHACAR est composée d'un schéma : PHACAR, et ce schéma est quant à lui constitué de 26 tables qui sont listées ci-dessous par thèmes et par ordre alphabétique :

Groupe	Tables de données	Tables de variables niveau 1	Tables de variables niveaux 2 et 3
Echantillonnage	point	appareil_peche	
		etudes_arretes	
		intervenant	
		methode_echantillonnage	
		station	Riviere (2)
			bassin_versant (3)
		Localisation_type	
			type
Captures	point_capture	observateur_epo	
		especes	Famille (2)
			famille_type (3)
		sexe	
		stades	
Habitat	point_description	facies_type	
		granulo	
		periphyton	
		qualites	
		quantite	
		racines	
		recouvrement_ripisylve	

Tableau 1 – Détail des tables de données et des tables de variables de la base de données PHACAR.

La description des tables de chaque groupe est détaillée dans les parties à venir.

3.1 Tables du groupe ECHANTILLONNAGE

Ce groupe de tables permet de décrire les conditions de réalisation d'un échantillonnage. Un échantillonnage correspond à l'inventaire d'une station à une date unique et par une méthodologie unique. Ce groupe de table comprend deux tables de données, et plusieurs tables de variables permettant d'identifier, entre autres, la station d'échantillonnage.

3.1.1 Table de données "echantillonnage"

Cette table est centrale dans la base de données. Elle décrit l'échantillonnage comme entité première et unique. Toutes les autres tables de données y sont rattachées.

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_echantillonnage	Identifiant unique de chaque échantillonnage	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY
id_station		integer	Ne pas renseigner	FOREIGN KEY Table "station"
campagne_numero	Numéro de la campagne	integer		
date	Date	date	Format : yyyy-mm-dd	
heure_debut	Heure de début de l'échantillonnage	time without time zone		
heure_fin	Heure de fin de l'échantillonnage	time without time zone		
methode_echantillonnage	Méthode d'échantillonnage	character varying	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "methode_echantillonnage"
appareil_peche	Nom de l'appareil de pêche	character varying	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "appareil-peche"
nb_epuisette	Nombre d'épuisettes	integer		
identification	Personne chargée de l'identification des captures à la biométrie	integer	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "intervenant"
notes	Personne chargée de la prise de notes à la biométrie	integer	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "intervenant"
parametres_heure_des_mesures	Heure de mesure des paramètres physico-chimiques	time without time zone		
temperature	Température de l'eau mesurée	numeric(6, 2)	Unité : °C	
conductivite	Conductivité mesurée	numeric(6, 2)	Unité : µS/cm	
oxygene_dissous	Oxygène dissout mesuré	numeric(6, 2)	Unité : mg/L	
oxygene_saturation	Oxygène à saturation mesuré	numeric(6, 2)	Unité : %	
ph	pH mesuré	numeric(6, 2)	Unité : unité de pH	
redox	Potentiel Redox mesuré	numeric(6, 2)	Unité : mw	
turbidite	Turbidité moyenne des 3 mesures réalisées	numeric(6, 2)	Unité : NTU	Moyenne des champs "turbidite1", "turbidite2", "turbidite3"
ensoleillement	Météo	character varying		

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
pluie	Météo	character varying		
habitat_intervenant	Personne référente pour la prise des données d'habitat	integer	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "intervenant"
peche_intervenant	Porteur de l'appareil de pêche	integer	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "intervenant"
obs1_epo	Observateur 1 pour les observations subaquatiques	integer	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "intervenant"
obs2_epo	Observateur 2 pour les observations subaquatiques	integer	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "intervenant"
obs3_epo	Observateur 3 pour les observations subaquatiques	integer	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "intervenant"
visibilite	Visibilité dans l'eau pour les observations subaquatiques	integer	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "qualite"
horodatage_debit	Date et Heure du jaugeage de l'OLE	timestamp without time zone		
debit_Is	Débit mesuré par OLE	integer	Unité : L/s	
debit_bras1_Is	Débit mesuré par OLE lors existence de plusieurs bras sur le tronçon	integer	Unité : L/s	
debit_bras2_Is	Débit mesuré par OLE lors existence de plusieurs bras sur le tronçon	integer	Unité : L/s	
turbidite1	Première valeur de turbidité mesurée	numeric(6, 2)	Unité : NTU	
turbidite2	Seconde valeur de turbidité mesurée	numeric(6, 2)	Unité : NTU	
turbidite3	Troisième valeur de turbidité mesurée	numeric(6, 2)	Unité : NTU	
post_crues_imprevues	Crue subite intervenue pendant ou proche de l'opération terrain	boolean	Vrai / faux	
x_aval_j_m	Abscisse aval de la station le jour de l'échantillonnage	numeric	Unité : mètre	
y_aval_j_m	Ordonnée aval de la station le jour d'échantillonnage	numeric	Unité : mètre	
alt_aval_j_m	Altitude aval de la station le jour d'échantillonnage	integer	Unité : mètre	
distance_mer_km	Distance à la mer	numeric	Unité : kilomètre	
x_amont_j_m	Abscisse amont de la station le jour d'échantillonnage	numeric	Unité : mètre	
y_amont_j_m	Ordonnée amont de la station le jour d'échantillonnage	numeric	Unité : mètre	
etudes_arretes_id	Code de l'arrêté préfectoral autorisant l'échantillonnage	integer	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "etudes_arretes"
directeur_peche_id	Code du directeur de pêche	integer	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "intervenant"
nb_personnes	Nombre d'intervenants pour la mise en œuvre de l'inventaire	integer		

Tableau 2 - Table "echantillonnage" de la base de données PHACAR

3.1.1 Table de données "point"

Cette table est reliée à l'échantillonnage par l'identifiant unique "*id_echantillonnage*". Plusieurs points sont inventoriés lors d'un même échantillonnage. C'est à ce point d'échantillonnage, par l'identifiant unique "*id_point*" que sont ensuite reliées les tables de description de l'habitat et les tables de description des captures.

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_point	Identifiant unique du point	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY
id_echantillonnage	Echantillonnage auquel le point fait référence	integer	Ne pas renseigner	FOREIGN KEY
nom_point	Nom du point	character varying		
point_extreme	Indique s'il s'agit d'un point dit "extrême"	boolean	Valeurs : vrai/faux	

Tableau 3: Table "point" de la base de données PHACAR

3.1.2 Table de variables "station" et autres tables liées

Cette table comporte la description de la station d'échantillonnage :

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_station	Identifiant unique de chaque station	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY,
id_riviere	Valeur identifiant unique de la table "riviere"	integer	Ne pas renseigner	FOREIGN KEY Table "riviere"
nom_station	Nom de la station	character varying		
coordonnee_aval_x	Longitude à l'aval	numeric(10, 2)	EPSG 2975, unité mètre	
coordonnee_aval_y	Latitude à l'aval	numeric(10, 2)	EPSG 2975, unité mètre	
longueur	Longueur de la station	numeric(7, 2)	Unité : mètre	
altitude_aval	Altitude à l'aval	numeric(7, 2)	Unité : mètre	
coordonnee_amont_x	Longitude à l'amont	numeric(10, 2)	EPSG 2975, unité mètre	
coordonnee_amont_y	Latitude à l'amont	numeric(10, 2)	EPSG 2975, unité mètre	
altitude_amont	Altitude à l'amont	numeric(7, 2)	Unité : mètre	
type	Identifiant unique dans la table "type"	integer	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "type"
localisation	Identifiant unique dans la table "localisation_type"	integer	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "localisation-type"

Tableau 4 - Table "station" de la base de données PHACAR

La station est décrite ici comme une enveloppe de l'ensemble des campagnes d'échantillonnages qui seront réalisés. Ainsi, pour chaque échantillonnage (une opération menée par une méthode donnée à une date donnée), la localisation précise des points inventoriés sera renseignée dans la table "echantillonnage". La description d'une station fait appel à quatre autres tables de variables.

- **Tables de variables "riviere" et "bassin versant"**

Dans la table "riviere", sont stockées les caractéristiques des cours d'eau où est localisée la station. Plusieurs cours d'eau pouvant être échantillonnés au sein du même bassin versant, cette table fait également appel à la table "bassin-versant" (ci-après).

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_riviere	Identifiant unique par rivière	bigint	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY
nom_riviere	Nom de la rivière	character varying	Sans abréviation	
affluent_de	Nom du cours principal	character varying		
altitude_confluence	Altitude de la confluence	Numeric (NA, NA)	Unité : mètres (m)	
bv_id	Identifiant unique de la table bassin_versant	integer	Ne pas renseigner	FOREIGN KEY Table "bassin_versant"
type_geo	Région	character varying		
her_code	Code de l'hydroécocorégion	character varying		
type_malavoi_code	Code malavoi type	integer		
type_malavoi	Type de cours d'eau selon Malavoi, 1999	character varying		

Tableau 5 - Table "riviere" de la base de données PHACAR

Le champ "her_code" est renseigné à partir des codes des Hydro-écocorégions de l'île de La Réunion (Arrêté du 12 janvier 2010) :

- M61 : cours d'eau moyens des cirques au vent : Rivière des Remparts, Rivière du Mât, Rivière Langevin
- MP63 : Cours d'eau des versants au vent : Rivière Saint Jean, Marsouins, Pluies, Roches, Sainte Suzanne, Est, Saint Denis
- P61 : Petits cours d'eau des criques au vent : Rivière du Mât
- M62 : Cours d'eau moyens des cirques sous le vent : Rivière des Galets, Saint-Etienne
- P62 : Petits cours d'eau des cirques sous le vent : Rivière Saint-Etienne
- MP64 : Cours d'eau des versants sous le vent : Ravine Saint Gilles

Le champ "type_malavoi" est renseigné selon la typologie géomorphologique (Malavoi, 1999) :

- Les cours d'eau drainant les Cirques : Rivière du Mât, Rivière Saint-Etienne, Rivière des Galets ; et les flancs du Piton de la Fournaise : Rivière des Remparts, Rivière de l'Est, Rivière Langevin,
- Les cours d'eau des flancs, à vallée et bassins encaissés, d'origine tectonique : Rivière Saint-Denis, Rivière des Pluies, Rivière des Marsouins,
- Les cours d'eau peu encaissés des pentes externes : Rivière des Roches, Rivière Sainte-Suzanne, Rivière Saint-Jean.

- **Table de variables "bassin_versant"**

La table "bassin_versant" contient la description des bassins versants :

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_bv	Identifiant unique de chaque bassin versant	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY,
nom_bv	Nom du bassin versant	character varying		
code_bv	Code du bassin versant	character varying		
superficie_bv	Superficie du bassin versant (km ²)	integer		

Tableau 6 - Table "bassin_versant" de la base de données PHACAR

- **Table de variables "type"**

Cette table a été créée pour renseigner les différentes valeurs de la liste de choix du champ "type" décrit précédemment dans la table "station".

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_type	Identifiant unique de chaque type	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY,
type	Type de cours d'eau selon IRP	character varying		

Tableau 7: Table "Type" de la base de données PHACAR

Le champ "type" peut prendre les valeurs : "I" ou "II" tels que définis dans l'Indice Poisson Réunion (Oliver et al., 2012) :

- Type I : les rivières de type cirques ou pseudo-cirques ou à peuplement très perturbé : Mât, Marsouins, Langevin, Saint Etienne, Saint Denis, Pluies, Remparts, Est
- Type II : les rivières des pentes externes : Sainte Suzanne, Saint Jean, Roches.

- **Table de variables "localisation_type"**

Cette table a été créée pour renseigner les valeurs de la liste de choix du champ "localisation" décrit précédemment dans la table "station".

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_localisation	Identifiant unique de chaque localisation	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY,
localisation	Localisation au sein du cours d'eau	character varying		

Tableau 8: Table "localisation type" de la base de données PHACAR

Le champ "localisation" peut prendre les valeurs : "aval", "intermédiaire", "amont", reposant sur les caractéristiques géomorphologiques, l'altitude et la présence d'obstacles naturels à la migration des poissons (Oliver et al., 2012) :

- Zone aval : zone qui ne présente pas d'obstacle majeur à la libre circulation des poissons depuis la mer ;
- Zone intermédiaire : zone matérialisée en aval par les premières ruptures de pente depuis l'embouchure ou la présence d'un cassé limitant la progression des espèces dotées des plus faibles capacités de montaison ;
- Zone amont : zone d'accès très limité pour la plupart des espèces, soit du fait de l'éloignement de la mer, soit par la présence d'obstacles difficilement franchissables.

3.1.3 Table de variables "méthode_echantillonnage"

Cette table a été créée pour renseigner les valeurs de la liste de choix pour le champ "methode_echantillonnage" de la table "echantillonnage".

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id	Identifiant unique de chaque méthode	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY
code_methode_echantillonnage	Code unique de chaque méthode	character varying	S'assurer de l'unicité de la valeur	UNIQUE
methode_echantillonnage	Description de la méthode	character varying		
methode	Méthode d'échantillonnage	character varying		
nb_passages	Nb de passage	integer	NA	NA

Tableau 9 -Table "methode_echantillonnage" de la base de données PHACAR

Le champ "methode_echantillonnage" peut prendre les valeurs "EPA" ou "EPO", alors que le champ "methode" peut prendre les valeurs "pêche électrique" ou "observations subaquatiques".

3.1.4 Table de variable "appareil_de_peche"

Cette table est utilisée comme liste de choix pour le champ "appareil_peche" de la table "echantillonnage".

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_appareil_peche	Identifiant unique de chaque appareil	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY
code_appareil	Code unique de chaque appareil	character varying	S'assurer de l'unicité de la valeur	UNIQUE
appareil	Nom ou type d'appareil de pêche	character varying		

Tableau 10 -Table "appareil_de_peche" de la base de données PHACAR

3.1.5 Table de variables "intervenant"

Cette table liste le personnel qui a été amené à intervenir pour l'étude PHACAR. Elle est utilisée comme liste de choix pour les tables qui font appel à un intervenant.

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_intervenant	Identifiant unique intervenant	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY
code_intervenant	Initiales de l'intervenant	character varying		
intervenant	Prénom et nom de l'intervenant	character varying		
structure	Structure qui emploie la personne	character varying		

Tableau 11 - Table "intervenant" de la base de données PHACAR

Les champs "intervenant" et "structure" peuvent prendre les valeurs suivantes :

<u>"intervenant"</u>	<u>"structure"</u>
"Pierre Valade"	"Ocea Consult"
"Guillaume Borie"	"Ocea Consult"
"Baptiste Salager"	"Ocea Consult"
"Laetitia Faivre"	"Ocea Consult"
"Henri Grondin"	"Ocea Consult"
"Daniel Vitry"	"Fédération de pêche"
"Camille Treilhaes"	"Fédération de pêche"
"Alexandre Moullama"	"Office de l'eau"
"Gabriel Hoarau"	"Fédération de pêche"
"Pierre Hoarau"	"Ocea Consult"
"Anaïs Grondin"	"Fédération de pêche"
"Guy-Claude Vienne"	"Fédération de pêche"
"Johnny Maillot"	"Fédération de pêche"
"Héloïse Oulia"	"Ocea Consult"
"Eline Copin"	"Ocea Consult"

3.1.6 Table de variables "qualites"

Cette table est utilisée comme liste de choix par la table "echantillonnage" et par la table "habitat" pour décrire la qualité d'un paramètre.

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_qualites	Identifiant unique par qualité	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY
qualites	Différents types de qualité	character varying		

Tableau 12 - Table "qualites" de la base de données PHACAR

Le champ "qualites" peut prendre 3 valeurs : "mauvaise", "moyenne", "bonne". Cette table est utilisée pour qualifier les caches (table "habitat") ou la visibilité (table "echantillonnage").

3.1.7 Table de variables "etudes_arretes"

Cette table est utilisée comme liste de choix pour décrire le cadre réglementaire de l'échantillonnage dans le champ "etudes_arretes_id" de la table "echantillonnage".

Nom du champ	Description	Type de données	de	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_etudes_arretes	Identifiant unique par arrêté	integer		Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY
etude	Nom de l'étude	character varying			
campagne_num	Numéro de la campagne de l'étude	integer			
arrete_id	Numéro de l'arrêté	character varying			
arrete_date	Date de l'arrêté	date			
organisme	Organisme	character varying			
commanditaire	Commanditaire(s)	character varying			
objet_peche	Type de pêche	character varying			

Tableau 13 - Table "etudes_arretes" de la base de données PHACAR

Les champs "etude", "campagne_num", "arrete_id" et "arrete_date" de cette table prennent les valeurs suivantes :

"etude"	"campagne_num"	"arrete_id"	"arrete_date"
"PHACAR"	1	"18-012"	"2018-07-06"
"PHACAR"	2	"19-003"	"2019-03-29"
"RIV GALETS PISTES"	2	"19-008"	"2019-04-24"

3.2 Tables du groupe HABITAT

Ce groupe de table permet de décrire les caractéristiques physiques de l'habitat de chaque point d'inventaire EPA ou EPO.

3.2.1 Table de données "point_description"

Cette table contient les données de description de l'habitat physique de chaque point d'inventaire EPA ou EPO. Elle s'appuie sur six tables de variables permettant de simplifier (codifier) les champs descripteurs par des listes de choix. Cette table est reliée à la table de données "point" par l'identifiant unique "id_point".

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_point_description	Identifiant unique de chaque description	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY
id_point	Identifiant du point sélectionné	integer	Ne pas renseigner	FOREIGN KEY Table "point"
gps_x	Coordonnée x	numeric(10, 2)	Unité : mètre	
gps_y	Coordonnée y	numeric(10, 2)	Unité : mètre	
photos	Photos du point	boolean	Valeur : vrai/faux	
heure	Heure de prise de la photo	time without time zone		
distance_rd	Distance du point par rapport à la rive droite	numeric(6, 2)	Si en berge, valeur = 0,25 Unité = mètre	
distance_rg	Distance du point par rapport à la rive gauche	numeric(6, 2)	Si en berge, valeur = 0,25 Unité = mètre	
facies	Type de faciès (Malavoi, 2002), où se trouve le point	character varying	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "facies_type"
biotique_arbres	Présence d'arbres sur la berge	boolean	Valeur : vrai/faux	
biotique_arbustes	Présence d'arbustes	boolean	Valeur : vrai/faux	
biotique_gramines	Présence de graminées sur la berge	boolean	Valeur : vrai/faux	
biotique_mineral	Présence de substrat minéral sur la berge	boolean	Valeur : vrai/faux	
abiotique_bitume_beton_habitation	Berge type béton, habitation	boolean	Valeur : vrai/faux	
abiotique_talus_falaise	Berge type talus, falaise	boolean	Valeur : vrai/faux	
abiotique_autre	Autre type de berge abiotique	character varying		
Ripisylve_recouvrement	Quantification du recouvrement de la ripisylve	integer	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "recouvrement_ripisylve"
periphyton	Quantification du périphyton	integer	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "periphyton"
algues	Quantification de la présence d'algues	integer	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "quantite"
plantes	Quantification des plantes aquatiques	integer	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "quantite"
souche_tronc_boismort	Présence de souche, tronc, bois mort	boolean	Valeur : vrai/faux	

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
racines_lig_che	Type de racines	character varying	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "racines"
debris_organiques	Présence de débris organique	boolean	Valeur : vrai/faux	
substrat_biotique_autres	Autre type de substrat biotique	character varying		
colmatage	Colmatage du substrat à quantifier	integer	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "quantite"
granulo_dominante	Granulométrie la plus représentée	character varying	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "granulo"
granulo_accessoire	Granulométrie secondaire	character varying	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "granulo"
granulo_la_plus_grosse	Granulo la plus grosse	character varying	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "granulo"
qualite_caches	Qualité des caches	integer	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "qualite"
profondeur	Profondeur mesurée	numeric(7, 2)	Unité : cm	
vitesse_040	Vitesse mesurée à 40% du fond	numeric(6, 3)	Unité : m/s	
Contraintes_hydraulique	Numéro d'hémisphère FST	integer		
absence_capture	Point sans aucune capture	boolean	Valeur : vrai/faux	
point_gps_numero	Numéro du point gps	integer		
racines	Présence de racines	boolean	Valeur : vrai/faux	

Tableau 14 -Table "point_description" de la base de données PHACAR

3.2.2 Table de variables "facies_type"

Cette table est utilisée pour renseigner les valeurs de la liste de choix du champ "facies" de la table "point_description".

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_facies	Identifiant unique du facies	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY
code_facies	Code du facies type à 3 lettres	character varying		UNIQUE
nom_facies	Nom du faciès type	character varying		
code_sandre_facies	Code sandre du faciès type	character varying		
profil_general	Type écoulement lentique ou lotique	character varying		

Tableau 15 -Table "facies_type" de la base de données PHACAR

Les champs "code_facies", "nom_facies" et "code_sandre_facies" de cette table prennent les valeurs suivantes :

<i>"code facies"</i>	<i>"nom facies"</i>	<i>"code sandre facies"</i>
"CHE"	"chenal lentique"	2
"CHO"	"chenal lotique"	1
"CSC"	"cascade"	12
"MOU"	"mouille de concavité"	18
"PCR"	"plat courant"	8
"PLT"	"plat lentique"	6
"RAD"	"radier"	9
"RPD"	"rapide"	10
"BOR"	"bordure"	3
"VAS"	"vasque"	NULL

3.2.3 Table de variables "recouvrement_ripisylve"

Cette table est utilisée pour renseigner les valeurs de la liste de choix du champ "Ripisylve_recouvrement" de la table "point_description".

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_recouvrement_ripisylve	Identifiant unique du recouvrement	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY
recouvrement_ripisylve	Classe de recouvrement	character varying		
recouvrement_texte	Description	character varying		
recouvrement_abrege	Premier chiffre de la classe	character varying		

Tableau 16 - Table "recouvrement_ripisylve" de la base de données PHACAR

Les champs "recouvrement_ripisylve", "recouvrement_texte" et "recouvrement_abrege" de cette table prennent les valeurs suivantes :

<i>"recouvrement_ripisylve"</i>	<i>"recouvrement_texte"</i>	<i>"recouvrement_abrege"</i>
"[0-25%]"	"moins de 25 %"	"0"
"[25-50%]"	"entre 25 et 50 %"	"25"
"[50-75%]"	"entre 50 et 75 %"	"50"
"[75-100%]"	"plus de 75 %"	"75"

3.2.4 Table de variables "periphyton"

Cette table est utilisée pour renseigner les valeurs de la liste de choix du champ "periphyton" de la table "point_description".

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_periphyton	Identifiant unique de l'épaisseur du périphyton	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY
epaisseur	Type d'épaisseur de périphyton	character varying		

Tableau 17 - Table "periphyton" de la base de données PHACAR

Le champ "epaisseur" peut prendre les valeurs "nul", "mince" ou "épais".

3.2.5 Table de variables "quantite"

Cette table est utilisée pour renseigner les valeurs de la liste de choix des champs "algues", "plantes", "colmatage" et "qualite_caches" de la table "point_description".

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_quantite	Identifiant unique de chaque quantité	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY
code_quantite	Code de quantité	integer	S'assurer de l'unicité	UNIQUE
quantite	Définition de la quantité	character varying		

Tableau 18 -Table "quantite" de la base de données PHACAR

Les champs "code_quantite" et "quantite" de cette table prennent les valeurs suivantes :

<u>"code_quantite"</u>	<u>"quantite"</u>
0	"nulle"
1	"faible"
2	"moyen"

3.2.6 Table de variables "racines"

Cette table est utilisée pour renseigner les valeurs de la liste de choix du champ "racines_lig_che", de la table "point_description".

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_racines	Identifiant unique de chaque type de racine	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY
code_racines	Code racines en 3 lettres	character varying	S'assurer de l'unicité	UNIQUE
racines	Type de racines	character varying		

Tableau 19 -Table "racines" de la base de données PHACAR

Les champs "code_racines" et "racines" de cette table prennent les valeurs suivantes :

<u>"code_racines"</u>	<u>"racines"</u>
"LIG"	"ligneuses"
"CHE"	"chevelues"

3.2.7 Table de variables "granulo"

Cette table est utilisée pour renseigner les valeurs de la liste de choix des champs "granulo_dominante", "granulo_accessoire" et "granulo_la_plus_grosse" de la table "point_description".

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_granulo	Identifiant unique de chaque granulo	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY
code_granulo	Code granulo de 2 lettres	character varying	unique	UNIQUE
granulo	Définition de la granulo	character varying		
classe_taille	Classe de taille des granulo	character varying		
code_sandre_granulo	Code sandre de la granulo	character varying		
classe_taille_pr_calc	Classe de taille au format pour les calculs	character varying		

Tableau 20 -Table "granulo" de la base de données PHACAR

Les champs "code_granulo", "granulo", "classe-taille" et "code_sandre_granulo" de cette table prennent les valeurs suivantes :

"code granulo"	"granulo"	"classe taille"	"code sandre granulo"
"SF"	"Sable fin"	"0,0625-0,5"	NULL
"SG"	"Sable grossier"	"0,5-2"	NULL
"AR"	"Argiles"	"<0,0039"	"A"
"LI"	"Limos"	"0,0039-0,0625"	"L"
"GF"	"Gravier fin"	"2-8"	"GF"
"GG"	"Gravier grossier"	"8-16"	"GC"
"CF"	"Cailloux fins"	"16-32"	"CF"
"CG"	"Cailloux grossiers"	"32-64"	"CG"
"PF"	"Pierres fines"	"64-128"	"PF"
"PG"	"Pierres grossières"	"128-256"	"PG"
"BL"	"Blocs"	"256-1024"	"B"
"DA"	"Dalles"	">1024"	"D"

3.3 Tables du groupe CAPTURES

Ce groupe de table permet de décrire les poissons et les crustacés capturés à chaque point d'inventaire EPA ou EPO.

3.3.1 Table de données "point_capture"

Cette table contient les données sur les espèces de poissons et de crustacés capturés ou observés sur chaque point d'inventaire EPA ou EPO. Elle s'appuie sur six tables de variables permettant de simplifier (codifier) les champs descripteurs par des listes de choix. Cette table est reliée à la table de données "point" par l'identifiant unique "id_point".

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_point_capture	Identifiant unique de chaque capture ou de chaque observation	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY
id_point	Identifiant permettant la liaison à la table point	integer	Ne pas renseigner	FOREIGN KEY Table "point"
espece_code	Code 3 lettre de l'espèce	character varying	Renseignement obligatoire	FOREIGN KEY Table "especes"
sexe	Sexe de la capture ou de l'observation	integer	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "sexe"
stade	Stade de développement de la capture ou de l'observation	integer	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "stades"
longueur	Longueur de la capture (non renseigné en EPO)	numeric	Unité : mm Quand les captures sont comptées, ce champ = 1	
poids	Poids de la capture (non renseigné en EPO)	numeric(8, 2)	Unité : gramme (g)	
nombre	Nombre de captures ou d'observations	integer		
prelevement	Valeur vraie si la capture fait l'objet d'un prélèvement. Faux sinon.	boolean	Valeur : vrai/faux	
oeil_hauteur	Hauteur de l'œil (non renseigné en EPO)	numeric(8, 2)	Pour les anguilles Unité : mm	
oeil_largeur	Largeur de l'œil (non renseigné en EPO)	numeric(8, 2)	Pour les anguilles Unité : mm	
nageoire_pectorale_longueur	Longueur de la nageoire pectorale (non renseigné en EPO)	numeric(8, 2)	Pour les anguilles Unité : mm	
nageoire_anale_longueur	Longueur de la nageoire anale (non renseigné en EPO)	numeric(8, 2)	Pour les anguilles Unité : mm	
nageoire_dorsale_longueur	Longueur de la nageoire dorsale (non renseigné en EPO)	numeric(8, 2)	Pour les anguilles Unité : mm	
tete_hauteur	Hauteur de la tête (non renseigné en EPO)	numeric(8, 2)	Pour les anguilles Unité : mm	
tete_largeur	Largeur de la tête (non renseigné en EPO)	numeric(8, 2)	Pour les anguilles Unité : mm	

autre	Autre observation sur la capture	character varying		
observateur_epo	Code de l'observateur subaquatique si EPO (non renseigné si EPA)	numeric	Liste de choix	FOREIGN KEY Table "observateur_epo"
prel_id	Référence du prélèvement	character varying		

Tableau 21 - Table "point_capture" de la base de données PHACAR

3.3.1 Table de variables "especes" et autres tables associées

Dans cette table sont stockés les renseignements sur les espèces de poissons et de crustacés de La Réunion. Elle est utilisée pour renseigner les valeurs de la liste de choix du champ "espece_code" de la table "point_capture". Cette table est elle-même complétée à partir d'une table "famille" pour renseigner la famille du taxon, et cette dernière est renseignée à partir d'une table "famille-type".

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_espece	Identifiant unique pour chaque espèce	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY
code_espece	Code espèce en 3 lettres	character varying	S'assurer de l'unicité du code	UNIQUE
nom_scientifique	Nom scientifique du taxon	character varying		
nom_commun	Nom commun du taxon	character varying		
iucn	Statut IUCN du taxon	character varying		
id_famille	Identifiant reliant cette table à la table famille	integer		FOREIGN KEY Table "famille"
code_sandre_espece	Code SANDRE du taxon	integer		
priorite	Priorité telle que définie dans le projet	integer		
regime_alimentaire	Régime alimentaire	character varying		
strategie_alimentation	Stratégie d'alimentation	character varying		
technique_franchissement	Technique de franchissement	character varying		
guilde_reproduction	Guilde de reproduction	character varying		
comportement	Comportement	character varying		
statut_biogeographique_sinp	Statut biogéographique SINP	character varying		
habitat	Position	character varying	Benthique ou colonne d'eau	
cycle_de_vie	Cycle de vie	character varying		
limite_stade_juvenile_adulte_en_mm	Limite stade juvénile adulte en mm	integer		

Tableau 22 -Table "espèces" de la base de données PHACAR

- **Table de variables "famille"**

Cette table contient la famille à laquelle chaque taxon appartient :

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_famille	Identifiant unique pour chaque famille	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY
id_type_famille	Champ reliant cette table à la table type_famille	integer		FOREIGN KEY Table "famille type"
famille	Famille des captures	character varying		

Tableau 23: Table "famille" de la base de données PHACAR

- **Table de variables "famille_type"**

Dans cette table sont stockées les informations relatives aux "grandes familles", auxquelles appartiennent les taxons :

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_type_famille	Identifiant unique pour chaque famille	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY
type_famille	Type de famille des captures	character varying		

Tableau 24 - Table "famille_type" de la base de données PHACAR

Le champ "type_famille" peut prendre les valeurs "poisson", "crustace" ou "nul".

3.3.2 Table de variables "sexe"

Cette table est utilisée pour renseigner les valeurs de la liste de choix du champ "sexe" de la table "point_capture".

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_sexe	Identifiant unique de chaque sexe	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY
sexe	Le sexe de la capture	character varying		

Tableau 25 - Table "sexe" de la base de données PHACAR

Les champs "id_sexe" et "sexe" peuvent prendre les valeurs suivantes :

<u>"id_sexe"</u>	<u>"sexe"</u>
1	"mâle"
2	"femelle"
3	"indéterminé"
4	"ovigère femelle".

3.3.3 Table de variables "stades"

Cette table est utilisée pour renseigner les valeurs de la liste de choix du champ "stades" de la table "point_capture".

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_stade	Identifiant unique de chaque stade	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY
stade	Code du stade	character varying		
criteres	Critères aidant au choix de la description du stade	character varying		
stade_nom	Description du stade	character varying		

Tableau 26 -Table "stades" de la base de données PHACAR

Les champs "stade", "criteres" et "stade_nom" peuvent prendre les valeurs suivantes :

"stade"	"criteres"	"stade_nom"
"non renseigné"	NULL	"non renseigné"
"PL1"	"translucide"	"post larve stade 1"
"PL2"	NULL	"post larve stade 2"
"J1"	NULL	"juvénile stade 1"
"J2"	NULL	"juvénile stade 2"
"A"	NULL	"adulte"
"J"	NULL	"juvénile".

3.3.4 Table de variables "observateur_epo"

Cette table est utilisée pour renseigner les valeurs de la liste de choix du champ "observateur_epo" de la table "point_capture". La valeur de ce champ correspond au code attribué à un observateur subaquatique pour toute la durée de l'échantillonnage. Les inventaires EPO ayant été réalisés avec un maximum de trois opérateurs, 3 lettres codes ont été attribuées à ce champ.

Nom du champ	Description	Type de données	Commentaires	Contraintes, règles, calculs
id_obs_epo	Identifiant unique pour chaque observateur	integer	Unique, auto-incrément. Ne pas renseigner	PRIMARY KEY
observateur_epo	Numéro de l'observateur	character varying		

Tableau 27 -Table "observateur_epo" de la base de données PHACAR

Le champ "observateur_epo" peut prendre les valeurs "a", "b" ou "c".

4 Annexes – Captures d'écran des formulaires de saisie

id_riviere	nom_riviere	longueur_riviere	masse_eau	affluent_de	altitude_confluence
1	rivière des remparts			océan indien	0
3	rivière des galets			océan indien	
4	rivière des pluies			océan indien	
5	rivière du mât			océan indien	
6	rivière des roches			océan indien	
8	rivière des marsouins			océan indien	
12	rivière bras panon			rivière des roches	
13	Bras de la plaine			rivière saint Etienne	
2	rivière saint Etienne			océan indien	
7	grande rivière saint Jean			océan indien	
9	petite rivière saint Jean			grande rivière saint Jean	4

Enregistrement 1 de 11

nom_station	coordonnee_aval_x	coordonnee_aval_y	altitude_aval	longueur	coordonnee_amont_x	coordonnee_amont_y	altitude_amont
REM650	356751,67	7634824,24			356459,88	7635743,50	

Enregistrement 1 de 1

FORMULAIRE DE SAISIE DE LA STATION

id_station	id_riviere	nom_station	coordonnee_aval_x	coordonnee_aval_y	longueur	altitude_aval	coordonnee_amont_x	coordonnee_amont_y	altitude_amont
19	7.JEA6000		358856,16	7683513,04			358436,91	7683144,35	
18	12.ROC6000		360546,34	7677641,64			361022,93	7677688,10	
17	9.JEA3000		357833,79	7685009,21			357957,13	7684304,39	
16	6.ROC3000		362520,32	7678047,04			362291,06	7679436,99	
15	6.ROC050		364025,35	7678651,99			363573,63	7678296,63	
14	9.GAL6000		326900,25	7680039,27			327826,13	7680045,10	
13	3.GAL3000		324453,01	7681179,96			325000,36	7680520,07	
12	4.PIU050		344383,76	7689164,65			344535,35	7688209,13	
11	4.PIU000		344886,33	7685016,95			344205,67	7684937,32	
10	4.PIU000		344806,99	7687156,47			345072,20	7686282,48	
9	5.MAT650		364206,70	7679402,55			363281,15	7679308,77	
8	5.MAT3000		362505,12	7679077,17			361573,58	7679166,12	
7	5.MAT6000		360775,80	7679104,40			360160,37	7679025,63	
6	8.MAR3000		365020,07	7672022,17			364273,12	7672542,09	
5	8.MAR650		366408,79	7673415,42			366238,24	7672469,76	
4	2.STE650		334755,71	7644170,05			335694,80	7644630,11	
3	13.STE6000		339454,03	7645409,73			340356,89	7645863,95	
2	2.STE3000		336913,73	7644482,34			337020,40	7644593,24	
1	1.REM650		356751,67	7634824,24			356459,88	7635743,50	

Enregistrement 1 de 20

campagne_n	date	heure_debut	heure_fin	methode_echan...	appareil_peche	nb_epuisette	identification	notes	parametres_heu...	temperature	conductivite	oxygene_dist...	oxygene_sat...	ph	redox	turbidite	visibilite	ensoleillement	pluie	habitat_interven...	peche_interven...
1	23/08/10	07:27	10:10	EPA	IG	2/6	4		08:20	21,10	232,00	6,94	77,20	6,33	99,20		oui	non	2		1
1	17/09/10	08:10	11:15	EPO			5		08:12	22,10	204,10	6,84	78,50	7,14	34,20	1	oui	non			

Enregistrement 1 de 2

FORMULAIRE DE SAISIE DE L'ECHANTILLONNAGE

nom_du_point	nom_riviere	nom_station	id_echantillonnage	campagne_numero	date	id_point	nom_point	point_extreme
1	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	952.1		<input type="checkbox"/>
2	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	952.2		<input type="checkbox"/>
3	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	954.3		<input type="checkbox"/>
4	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	955.4		<input type="checkbox"/>
A	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	956.A		<input checked="" type="checkbox"/>
5	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	957.5		<input type="checkbox"/>
6	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	958.6		<input type="checkbox"/>
7	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	959.7		<input type="checkbox"/>
8	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	960.8		<input type="checkbox"/>
9	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	961.9		<input type="checkbox"/>
B	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	962.B		<input checked="" type="checkbox"/>
10	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	963.10		<input type="checkbox"/>
11	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	964.11		<input type="checkbox"/>
12	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	965.12		<input type="checkbox"/>
13	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	966.13		<input type="checkbox"/>
14	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	967.14		<input type="checkbox"/>
15	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	968.15		<input type="checkbox"/>
16	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	969.16		<input type="checkbox"/>
C	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	970.C		<input checked="" type="checkbox"/>
17	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	971.17		<input type="checkbox"/>
18	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	972.18		<input type="checkbox"/>
19	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	973.19		<input type="checkbox"/>
20	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	974.20		<input type="checkbox"/>
21	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	975.21		<input type="checkbox"/>
22	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	976.22		<input type="checkbox"/>
23	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	977.23		<input type="checkbox"/>
24	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	978.24		<input type="checkbox"/>
25	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	979.25		<input type="checkbox"/>
26	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	980.26		<input type="checkbox"/>
D	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	981.D		<input checked="" type="checkbox"/>
27	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	982.27		<input type="checkbox"/>
28	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	983.28		<input type="checkbox"/>
29	grande riviere saint Jean	JEA650	20	1	23/08/18	984.29		<input type="checkbox"/>

point_gp	gps_x	gps_y	photos	heure	distance_id	distance_rg	facies	biotique_arbres	biotique_arbustes	biotique_grammes	biotique_mineral	abiotique_bitume_beton_habitation	abiotique_talus_falaise	abiotique_autre	ipisylve_recouvrement	periphyton	algues	plantes	souche_tronc_3
951	357510.76	7685790.53	<input checked="" type="checkbox"/>	07:27	0.25	5.3	PLT plat lentique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	25 (25-50%)	mince 2	2 moyen	0 nulle	<input type="checkbox"/>

FORMULAIRE DE SAISIE DE DESCRIPTION DE POINT

nom_du_point	nom_riviere	nom_station	campagne_numero	date	id_point	nom_point	point_extreme	absence_capture
1	grande riviere saint Jean	JEA650	1	23/08/18	952.1			<input type="checkbox"/>
2	grande riviere saint Jean	JEA650	1	23/08/18	952.2			<input type="checkbox"/>
3	grande riviere saint Jean	JEA650	1	23/08/18	954.3			<input type="checkbox"/>
4	grande riviere saint Jean	JEA650	1	23/08/18	955.4			<input type="checkbox"/>
A	grande riviere saint Jean	JEA650	1	23/08/18	956.A			<input checked="" type="checkbox"/>
5	grande riviere saint Jean	JEA650	1	23/08/18	957.5			<input type="checkbox"/>
6	grande riviere saint Jean	JEA650	1	23/08/18	958.6			<input type="checkbox"/>
7	grande riviere saint Jean	JEA650	1	23/08/18	959.7			<input type="checkbox"/>
8	grande riviere saint Jean	JEA650	1	23/08/18	960.8			<input type="checkbox"/>
9	grande riviere saint Jean	JEA650	1	23/08/18	961.9			<input type="checkbox"/>
B	grande riviere saint Jean	JEA650	1	23/08/18	962.B			<input checked="" type="checkbox"/>
10	grande riviere saint Jean	JEA650	1	23/08/18	963.10			<input type="checkbox"/>

id_point_capture	espèce_code	sexe	stade	longueur	pois	nombre	prelevement	pret_id	oeil_hauteur	oeil_largeur	nageoire_pectorale_longueur	nageoire_anale_longueur	nageoire_dorsale_longueur	tete_hauteur	tete_largeur	observateur_epo	autre
415	ELF Eleotris fusca	2 femelle		45	0.99	1	<input type="checkbox"/>										
4141	ELS Eleotris sp.	3 indéterminé		26		1	<input type="checkbox"/>										
4142	ELS Eleotris sp.	3 indéterminé		27		1	<input type="checkbox"/>										
4143	ELS Eleotris sp.	3 indéterminé		33		1	<input type="checkbox"/>										
4144	ELS Eleotris sp.	3 indéterminé		30		1	<input type="checkbox"/>										
4145	ELS Eleotris sp.	3 indéterminé		28		1	<input type="checkbox"/>										
4146	ELS Eleotris sp.	3 indéterminé		25		1	<input type="checkbox"/>										
4147	ELS Eleotris sp.	3 indéterminé		27		1	<input type="checkbox"/>										
4148	ATV Alysiodes serrata	3 indéterminé		20		1	<input type="checkbox"/>										
4149	MAA Macrobrachium australe	3 indéterminé		1		35	<input type="checkbox"/>										
4150	GUP Poecilia reticulata	3 indéterminé	J juvénile	1		2	<input type="checkbox"/>										

FORMULAIRE DE SAISIE DE CAPTURE DES POINTS