



Projet INVERDO

**Vers une meilleure conservation de la biodiversité
aquatique dans les cours d'eau des "Hauts" de La
Réunion**

Rapport d'étape 2021

V3
10/05/2022

Fiche signalétique

Rapport

Titre : **Projet INVERDO : Vers une meilleure conservation de la biodiversité aquatique dans les cours d'eau des "Hauts" de La Réunion. Rapport d'étape 2021.**

Numéro et indice de version : 3

Date d'envoi : **10/05/2022**

Nombre de pages hors annexes : 46

Nombre d'annexes dans le texte : 7

Nombre d'annexes en volume séparé : 0

Opérateurs

OCEA Consult' : Organisme consultant en environnement aquatique

Adresse : 19 chemin Anda, 97432 Ligne des Bambous, Saint Pierre, La Réunion

Téléphone : 0262 32 23 72

Courriel : contact@oceare.re

Site web : www.oceare.re

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Interlocuteur commercial, relectures et validation : Pierre Valade (pierre.valade@oceare.re)

Traitement des données et rédaction : Emilie Métro (emilie.metro@oceare.re), Laëtitia Faivre

Directeur des opérations de terrain : Laëtitia Faivre (laetitia.faivre@oceare.re)

Appui terrain : Henri Grondin, Guillaume Borie, Chloé Yven, Lou-Anne Jannel, Hugo Franclet

OLE : Office de l'eau Réunion

Adresse : 49 Rue Mazagran, 97400 Saint-Denis, La Réunion

Téléphone : 0262 30 84 84

Nom et coordonnées des interlocuteurs :

Julien Bonnier, Chef de l'observatoire de la ressource en eau et de la biodiversité aquatique,
jbonnier@eaureunion.fr

Karoline Ruffié, Responsable du suivi de la qualité des eaux continentales, kruffie@eaureunion.fr

PNR : Parc National de La Réunion

Adresse : 258 rue de La République, 97431 Plaine des Palmistes, La Réunion

Téléphone : 0262 90 11 35

Nom et coordonnées des interlocuteurs :

Benoit Lequette, Responsable du Service Etudes et Patrimoines (SEP), benoit.lequette@reunion-parcnational.fr

Cyril Ducret, Inspecteur de l'environnement, cyril.ducret@reunion-parcnational.fr

Prestataires

ETHYC'O : Étude des Hydrosystèmes Insulaires tropicaux

Adresse : BP 13821, 98 803 Nouméa Cedex, Nouvelle-Calédonie ; Téléphone : (+687) 707299

Nom et coordonnées de l'interlocutrice : *Nathalie Mary, Docteur en Hydrobiologiste,*
ethyco2005@gmail.com

MICROPODA : expertise entomologique et environnementale

Adresse : 2 rue de l'étoile du berger, Résidence le Jardin des épices, 97419 La Possession

Téléphone : 0692 52 88 12

Nom et coordonnées des interlocuteurs : *Jacques Rochat, Ecologue expert en entomologie,*
jacques.rochat@micropoda.fr et *Vincent Legros, Ecologue spécialisé en entomologie,*
vincent.legros@micropoda.fr

Citer le document

OCEA Consult', OLE, PNR, 2021, Projet INVERDO : Vers une meilleure conservation de la biodiversité aquatique dans les cours d'eau des "Hauts" de La Réunion. Rapport d'étape 2021.

Mots clés : La Réunion, macroinvertébrés, hydrosystèmes apicaux, biodiversité.

Table des matières

1	Cadre du rapport.....	6
2	Etat des connaissances sur les peuplements de macroinvertébrés benthiques	7
2.1	Caractéristiques des peuplements des cours d'eau de La Réunion.....	7
2.2	Facteurs influençant la répartition des macroinvertébrés	8
3	Exploitation des données historiques.....	10
3.1	Origines des données.....	10
3.2	Description des conditions environnementales et des peuplements de macroinvertébrés.....	11
3.2.1	Distribution des inventaires au sein des HER et du profil des cours d'eau	11
3.2.2	Peuplements de macroinvertébrés	17
4	Rôle des zones amont suite à une crue morphogène.....	26
4.1	Origines des données.....	26
4.2	Distribution longitudinale des stations	27
4.3	Contexte hydrologique.....	28
4.4	Méthodes d'inventaire et de traitement des macroinvertébrés	29
4.5	Analyses réalisées.....	30
4.6	Résultats	31
4.6.1	Evolution de la composition des peuplements	31
4.6.2	Dynamique de recolonisation de différents modèles biologiques	33
4.7	Conclusions.....	39
5	Identification des zones à enjeux élevés.....	41
6	Suites et perspectives du projet	43
7	Références bibliographiques.....	44
8	Annexes	48

Tables des figures

Figure 1 : Classification des êtres vivants, codifiée en sept rangs principaux (nuances de bleu) et cinq rangs secondaires (en italique et gris).	8
Figure 2 : Cartographie des 132 stations inventoriées pour l'étude des macroinvertébrés des eaux douces de La Réunion (les couleurs des points distinguent les différentes études pour lesquelles ces inventaires ont été réalisés).	11
Figure 3 : Cartographie des six hydro-écorégions de l'île de La Réunion (OLE, 2021, com. pers.), et des stations historiques de macroinvertébrés au sein du réseau hydrographique (13 cours d'eau pérenne VS réseau hydrographique complet).	12
Figure 4 : Proportions de linéaires de cours d'eau (%) et de stations (%) par classe d'altitude.	14
Figure 5 : Nuage de points de la relation entre la distance à la mer et l'altitude des stations, colorées selon leur HER.	15
Figure 6 : Nuage de points de la relation entre la distance à la mer et l'altitude des stations, colorées par type d'étude.	15
Figure 7 : Biplot de l'ACP réalisée entre les descripteurs environnementaux et les descripteurs des peuplements par inventaire.	19
Figure 8 : Boîtes à moustache de la richesse (A) et de l'abondance (B) des inventaires par classe d'altitude (pour chacune des classes, le nombre d'inventaires est indiqué en rouge).	20
Figure 9 : Biplot de l'AFC réalisée à partir des abondances des taxons (en rouge) par inventaire (en bleu, la correspondance entre les abréviations et les noms complets des stations est indiquée en Annexe 3).	21
Figure 10 : Projection des taxons de l'AFC réalisée à partir des abondances des taxons par inventaire, avec un habillage par classe de rareté.	22
Figure 11 : Boîtes à moustache de l'abondance par inventaire du Trichoptère <i>Leptocerina pauliani</i> par classe d'altitude (pour chacune des classes, le nombre d'inventaires est indiqué en rouge).	23
Figure 12 : Boîtes à moustache de l'abondance par inventaire du Mollusque <i>Neritilia consimilis</i> par classe d'altitude (pour chacune des classes, le nombre d'inventaires est indiqué en rouge).	23
Figure 13 : Boîtes à moustache de l'abondance par inventaire des Diptères Simuliidae par classe d'altitude (pour chacune des classes, le nombre d'inventaires est indiqué en rouge).	24
Figure 14 : Localisation des sept stations d'étude inventoriées pour le volet fonctionnel.	26
Figure 15 : Répartition des stations selon un gradient longitudinal : en abscisse la distance à la mer et en ordonnée l'altitude. En orange : stations appartenant au bassin versant de la Rivière des Roches, en bleu : stations appartenant au bassin versant de la Rivière du Mât.	27
Figure 16 : Débits mesurés sur la Rivière du Mât (en haut) et la Rivière des Roches (en bas) lors de la période d'étude Push-Up (octobre 2016 à novembre 2017). En bleu : débits moyens journaliers issus des suivis de l'Office de l'eau (Rivière du Mât : station OLE « La Rivière du Mât à Bengalis », code Office 22056 ; Rivière des Roches : station OLE « La Rivière des Roches Amont cascade Bassin la paix », code Office 27047), en orange : périodes d'inventaires.	28
Figure 17 : Effectifs et richesses taxonomiques observés par campagne d'inventaire et par station.	31
Figure 18 : Evolution des effectifs de macroinvertébrés benthiques au regard du trait d'histoire de vie « Alimentation ».	32
Figure 19 : Evolution des abondances relatives des Orthoclaadiinae selon les campagnes d'inventaire et la zonation longitudinale des stations. Stations Intermédiaires : « Roches amont Bassin la Mer », « Trou Blanc Aval », « Fleurs Jaunes », « Fleurs Jaunes Amont », « Bras des Demoiselles ». Stations Aval : « Rivière des Roches Aval » et « Rivière du Mât Aval »	33
Figure 20 : Histogramme des classes de tailles (longueur, en mm) chez les Simuliidae pour les quatre campagnes d'inventaire.	34
Figure 21 : Evolution des effectifs par classe de taille (mm) des Simuliidae en fonction de la zonation longitudinale et des campagnes d'inventaire, à gauche : stations du bassin versant de la Rivière du Mât, à droite : stations du bassin versant de la Rivière des Roches.	35
Figure 22 : Projection des AFC réalisées entre les campagnes d'inventaire ; A gauche les classes de longueur totale ; A droite : les classes de largeurs du 7ème segment abdominal, de <i>H. mokaensis</i> en mm. Les noms des classes de tailles affichées correspondent à la limite inférieure des classes de taille de <i>H. mokaensis</i>	35

Figure 23 : Histogrammes des classes de tailles (longueur, en mm) chez <i>H. mokaensis</i> pour les quatre campagnes d'inventaire.....	36
Figure 24 : Histogrammes des classes de tailles (en mm) chez <i>P. acuta</i> pour les quatre campagnes d'inventaire.	37
Figure 25 : Projection des AFC réalisée entre les campagnes d'inventaire ; A gauche les classes de longueur totale ; A droite : les classes de largeurs de <i>P. acuta</i> en mm. Les noms des classes de tailles affichées correspondent à la valeur médiane des tailles concernées de <i>P. acuta</i>	38
Figure 26 : Evolution des effectifs des Mollusques amphidromes <i>N. consimilis</i> et <i>N. gagates</i> , au sein de la station Rivière des Roches Aval.	38
Figure 27 : Cartographie des zones d'intérêt pour l'étude de la biodiversité des communautés aquatiques. Données du réseau hydrographique issues de la BD Carthage. Cours d'eau pérennes : 13 cours d'eau pérennes de l'île. Cours d'eau non pérennes : tous les autres cours d'eau, intermittents ou non.	42

Tables des tableaux

Tableau 1 : Proportion (%) pour chaque HER, de stations historiques, de linéaire de cours d'eau (% de km) et de surface de bassin versant (% de km ²), pour les 13 cours d'eau pérennes et le réseau hydrographique complet.....	13
Tableau 2 : Classes de rareté utilisées selon l'occurrence des taxons (DEAL Réunion et al., 2019).	18
Tableau 3 : Résultats des tests de corrélation de Kendall entre l'altitude et les richesses et abondances des inventaires.....	21
Tableau 4 : Résultats des tests de corrélation de Kendall entre l'altitude et les abondances par inventaire de certains taxons remarquables.....	24
Tableau 5 : Planning des inventaires menés sur les stations d'étude Push-Up - Volet fonctionnel.....	27
Tableau 6 : Résultats de l'analyse discriminante réalisée sur les longueurs des Simuliidae, par campagne d'inventaire	34
Tableau 7 : Résultats de l'analyse discriminante réalisée sur les longueurs et largeurs de <i>P. acuta</i> , par campagne d'inventaire.....	37
Tableau 8 : Linéaire en km et en % du réseau hydrographique présentant une altitude supérieure à 1 000 m à La Réunion.....	41
Tableau 9 : Calendrier prévisionnel des phases restantes du projet INVERDO.	43

1 Cadre du rapport

Afin de mieux appréhender la biodiversité patrimoniale des cours d'eau dans les zones d'altitude, OCEA Consult', en partenariat avec l'Office de l'Eau de La Réunion et grâce au soutien technique et financier du Parc National de La Réunion, est chargé de la réalisation d'un programme de recherche et de développement portant sur l'étude des populations de macroinvertébrés aquatiques des cours d'eau des « Hauts » de l'île de La Réunion (INVERDO). En effet, les zones et peuplements faunistiques en amont des cours d'eau de l'île de La Réunion sont, à ce jour, peu connus et pourraient être particulièrement à même d'abriter une biodiversité remarquable (Métro, 2020 ; INRAE, OCEA & FDPPMA, en cours). Cette étude, prévue sur deux ans (2021-2023), s'intéresse donc au fonctionnement des hydrosystèmes apicaux, particulièrement en cœur de Parc National, dans le but de permettre aux gestionnaires de disposer d'éléments clés pour le rapportage, la diffusion, la gestion et la protection de ces milieux. Ce projet vise donc les orientations principales suivantes :

- Inventorier des zones apicales à forte biodiversité de macroinvertébrés benthiques et en caractériser l'originalité des peuplements,
- Caractériser des capacités de recolonisation du milieu par les espèces après une crue morphogène et estimer le rôle assuré par les zones amont en tant que réservoirs de biodiversité,
- Améliorer les connaissances sur la taxonomie et des traits d'histoire de vie des populations de macroinvertébrés benthiques.

Dans ce cadre, ce projet s'articule en deux phases :

- Une première phase d'analyses du fonctionnement des systèmes apicaux et de sélection de sites à enjeux élevés en termes de biodiversité dans l'objectif d'y développer des inventaires originaux,
- Une seconde phase de mise en place d'inventaires originaux des macroinvertébrés benthiques afin d'améliorer les connaissances sur leurs traits d'histoire de vie et proposer des outils de gestion adaptés.

Le présent rapport, rend compte de la première phase du projet INVERDO. Il s'intéresse aux points suivants :

- **Phase 1 - exploitation de données historiques :**
 - Description des conditions environnementales et des peuplements de macroinvertébrés benthiques des stations historiques
 - Caractérisation des systèmes apicaux des cours d'eau de La Réunion
 - Rôle des zones amont suite à une crue morphogène
 - Originalité des peuplements
 - Identification des zones à enjeux élevés

2 Etat des connaissances sur les peuplements de macroinvertébrés benthiques

2.1 Caractéristiques des peuplements des cours d'eau de La Réunion

Les inventaires de macroinvertébrés des cours d'eau de La Réunion, réalisés depuis plus d'une trentaine d'années, ont permis de mettre en évidence une grande diversité d'espèces de Mollusques, de Crustacés, de Vers, et surtout d'Insectes (la classe la plus diversifiée de macroinvertébrés aquatiques des cours d'eau réunionnais). Ainsi, plus de 150 taxons ont été répertoriés à ce jour (Métro, 2020).

De nombreuses lacunes sont encore observées au niveau de la composition, du fonctionnement, de la taxonomie ou encore de l'écologie des peuplements de macroinvertébrés benthiques des cours d'eau de La Réunion. En effet, les liens entre les stades larvaires et nymphaux aquatiques et les stades adultes aériens ne sont pas encore établis pour certains taxons de la classe des Insectes. Les peuplements de macroinvertébrés nécessitent donc d'être encore étudiés, notamment ceux des zones en amont du système hydrographique de l'île, encore mal connus de par leurs difficultés d'accès et leur caractère intermittent.

Néanmoins, certaines espèces peuvent être identifiées comme ayant une valeur patrimoniale importante, et donc à forts enjeux de protection et de conservation. Ainsi, sept taxons sont d'ores et déjà recensés comme étant endémiques ou sub-endémiques de La Réunion ou des Mascareignes, représentant 7 % de toutes les espèces décrites ainsi que 25 espèces indigènes, représentant 26 % de toutes les espèces (Annexe 1). Certains de ces taxons, comme les Trichoptères indigènes appartenant aux familles des Hydroptilidae et des Hydropsychidae sont fréquemment observés lors des inventaires (Annexe 1), alors que d'autres, comme l'Odonate *Pseudagrion punctum* est plus rarement échantonné. Concernant les espèces endémiques, là aussi certaines d'entre elles ont une large répartition à l'échelle de l'île, comme l'Odonate *Coenagriocnemis reuniense* ou encore l'Ephéméroptère, *Nigrobaetis colonus* alors que d'autres ont une répartition davantage localisée, comme les Coléoptères *Hydraena borbonica* et *Sicilicula borbonica* (Forcellini et al., 2012).

Deux ouvrages servent de référence pour la taxonomie des macroinvertébrés en eau douce, à savoir l'Atlas des Macroinvertébrés des eaux douces de l'île de La Réunion (Forcellini et al., 2012), et l'ouvrage sur les Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie (Tachet et al., 2010). L'Atlas des Macroinvertébrés benthiques des cours d'eau de La Réunion (Forcellini et al., 2012) est issu des travaux de bio-indication adaptés au contexte réunionnais menés par le CNRS pour le compte de l'Office de l'Eau de La Réunion. L'ouvrage de Tachet, à portée nationale, est couramment utilisé dans le cadre des analyses taxonomiques pour la bio-indication portant sur les macroinvertébrés benthiques. Ils ont l'avantage de couvrir une diversité importante de taxons. Cependant, une part importante des taxons sont décrits à des rangs taxonomiques élevés, tels que la famille, la sous-famille, la tribu ou encore le genre. Dans la classification classique des êtres vivants, les rangs taxonomiques correspondent à une hiérarchisation de cette classification (Figure 1). Il existe également des rangs supplémentaires, où les préfixes « sous- », « infra », « micro » ou « super » sont ajoutés aux rangs principaux.

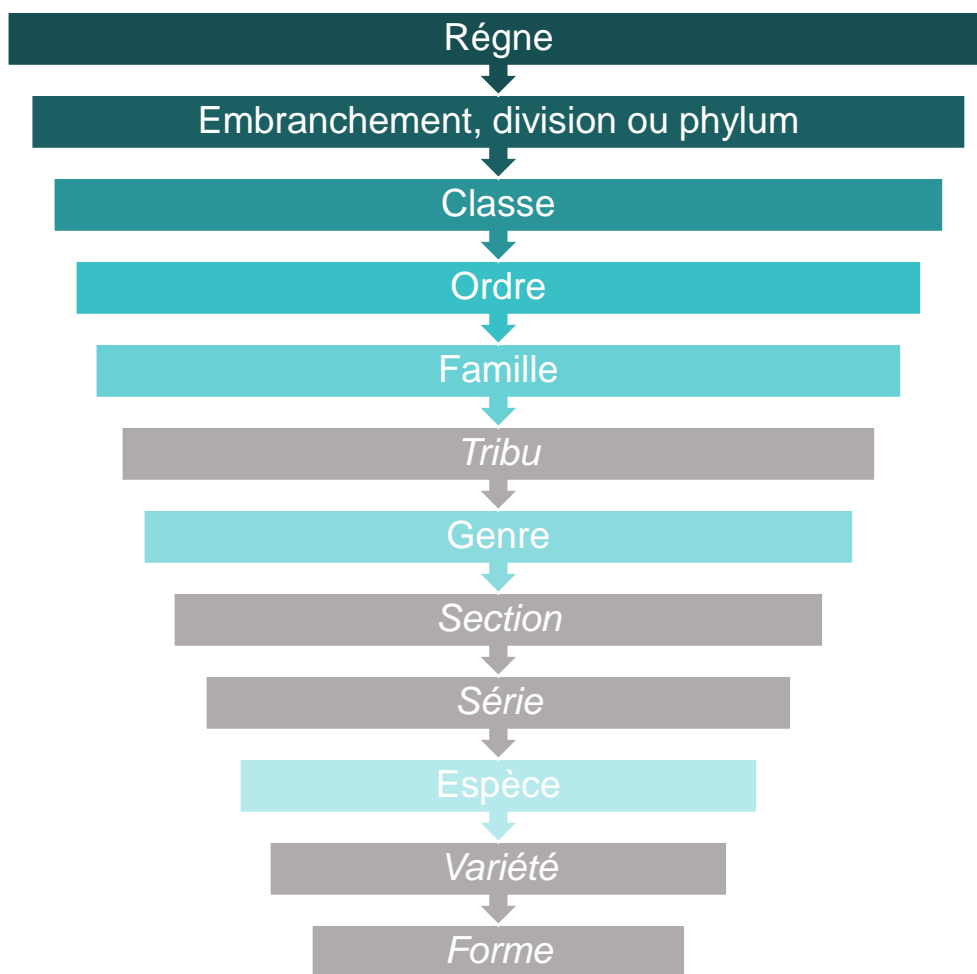


Figure 1 : Classification des êtres vivants, codifiée en sept rangs principaux (nuances de bleu) et cinq rangs secondaires (en italique et gris).

2.2 Facteurs influençant la répartition des macroinvertébrés

D'un point de vue spatio-temporel, de nombreux facteurs peuvent influencer les richesses et densités de macroinvertébrés benthiques des cours d'eau de La Réunion.

Au niveau spatial, les peuplements sont influencés par la zonation longitudinale (Beauger, 2012 ; Flourey, 2013), marquée par une diminution de l'amont vers aval de la richesse et de la densité en macroinvertébrés. Les peuplements amont sont majoritairement représentés par des mangeurs de sédiments fins, des filtreurs et prédateurs, tels que les Insectes, ceux de l'aval étant surtout des broyeurs et des racleurs-brouteurs, tels que les Mollusques (Olivier et al., 2012 ; Faivre et al., 2016).

D'autre part, le facteur temporel entre également en compte dans la composition des peuplements de macroinvertébrés. En effet, ils sont particulièrement influencés par les variations hydrologiques : une succession de périodes d'étiages, pouvant être aggravées par des prélèvements d'eau, et de périodes de crues en saison chaude, peuvent nuire à l'intégrité des communautés biologiques et donc modifier la composition des associations biotiques.

A une échelle plus locale, l'habitat constitue un facteur récurrent pour expliquer la structuration des peuplements de macroinvertébrés benthiques (Southwood, 1977 ; Townsend & Hildrew, 1994 ; Flourey, 2013 ; Olivier, 2014). Ainsi, des paramètres relatifs au substrat, au gabarit du cours d'eau (profondeur, vitesse, largeur) ou encore à la végétation des berges sont à l'origine de la diversité des habitats et influencent la composition des peuplements. En effet, des

corrélations ont pu être observées entre l'hétérogénéité du substrat et la richesse taxonomique (Métro, 2020) : plus l'hétérogénéité du substrat est importante, plus des zones refuges sont mises à disposition des organismes, et plus la richesse taxonomique est importante (Townsend, 1989). L'hétérogénéité du substrat (ECOGEA, 2008) est un indice calculé à partir de l'occurrence et de l'abondance des différents substrats majoritaires de chaque micro-prélèvement de la station et classé en fonction des classes de complexité définies par Usseglio-Polatera & Beisel (2002).

La physico-chimie est également un facteur déterminant pour les macroinvertébrés benthiques. Par exemple, la pollution chimique issue de l'urbanisation peut impacter les peuplements en entraînant une réduction de la diversité, une élimination des taxons les plus polluo-sensibles (comme les Trichoptères) ainsi que des changements de la composition des communautés, comme des changements de dominance de certains taxons (Li et al., 2010).

Enfin des facteurs biotiques peuvent conditionner la composition de ces peuplements, notamment la compétition inter-spécifique ou encore la prédation.

Les communautés benthiques d'un site sont considérées comme l'expression de l'ensemble des facteurs écologiques caractérisant ce site. Ainsi, tout changement dans les conditions environnementales de ce site va entraîner des modifications de composition et de structuration des communautés en place (Meyer et al., 2020).

3 Exploitation des données historiques

3.1 Origines des données

Au cours des 25 dernières années, 132 stations (dont 48 en cœur de Parc National de La Réunion), réparties sur 18 bassins versants (dont cinq intermittents) ont été inventoriées. Au fil du temps, différents opérateurs ont été en charge de ces inventaires, à savoir l'Office de l'Eau de La Réunion, le CNRS, ainsi que différents bureaux d'étude.

Ces stations ont été échantillonnées dans le cadre de différentes études (Figure 2) :

-Etudes « diverses » : Entre 1995 et 2007, 53 stations ont été échantillonnées dans le cadre d'études exploratoires (31 de ces stations ont été par la suite rééchantillonnées dans le cadre du RCS) et entre 2008 et 2011, le CNRS a effectué des inventaires sur 42 stations, dont 39 rééchantillonnées dans le cadre du RCS ; ces 679 inventaires ont été identifiés comme « Autres ».

-RCS : Depuis 2012, l'Office de l'Eau de La Réunion a mis en place le Réseau de Contrôle et de Surveillance (RCS) des macroinvertébrés. Une cinquantaine de stations ont été suivies et 341 inventaires ont été réalisés. Actuellement, 23 stations font l'objet d'inventaires.

-Captages : Entre 2015 et 2020, 22 stations, situées en amont ou en aval de captages d'eau, ont été échantillonnées, dans le cadre d'études environnementales. Parmi ces stations, deux d'entre elles étaient situées sur la rivière de l'Est, au niveau de la prise d'eau des Orgues (ECO-MED & OCEA, 2020).

-Push-Up (Projet enjeUx et méthodes de reStauracion de la continuité écologique des Hauts de La Réunion-Usages et Patrimoine- Hydrô Réunion et al., 2016 à 2018) : Cette étude visait à appréhender les enjeux liés à la continuité écologique ainsi que de proposer des méthodes de restauration de cette dernière. Seule l'Action 1 de ce projet, relative au « Suivi des éléments biologiques poissons et macrocrustacés des zones amonts des rivières de La Réunion » fait l'objet de ce rapport. Entre 2016 et 2017, 42 inventaires sur 22 stations ont été réalisés.

-Piste de la Rivière des Galets : Entre 2017 et 2020, une étude relative à l'impact de l'entretien de la piste de la rivière des Galets sur les populations de macroinvertébrés benthiques a été réalisée. Ainsi, trois stations réparties le long de la piste ont été inventoriées (OCEA, 2021), soient 15 inventaires.

-Truite arc-en-ciel (TAC) : Une autre étude, réalisée entre 2019 et 2020, s'intéresse à l'impact de la Truite arc-en-ciel sur les peuplements de macroinvertébrés de 11 stations d'inventaires de hautes altitudes (INRAE, OCEA, FDPPMA, en cours). Au cours de cette étude, 15 inventaires ont également été réalisés.

Au total, 1 114 inventaires ont été réalisés sur l'ensemble des études précédemment décrites. Lors de ces inventaires, six à 24 micro-prélèvements ont été effectués à l'aide d'un filet Surber, dérivé du prototype décrit dans la norme IBGN (AFNOR, 1992). D'autres méthodes d'échantillonnage complémentaires ont été employées lors de l'étude relative à la Truite arc-en-ciel, comme la méthode du troubleau et celle utilisant un filet planctonique pour la capture de la faune dérivante.

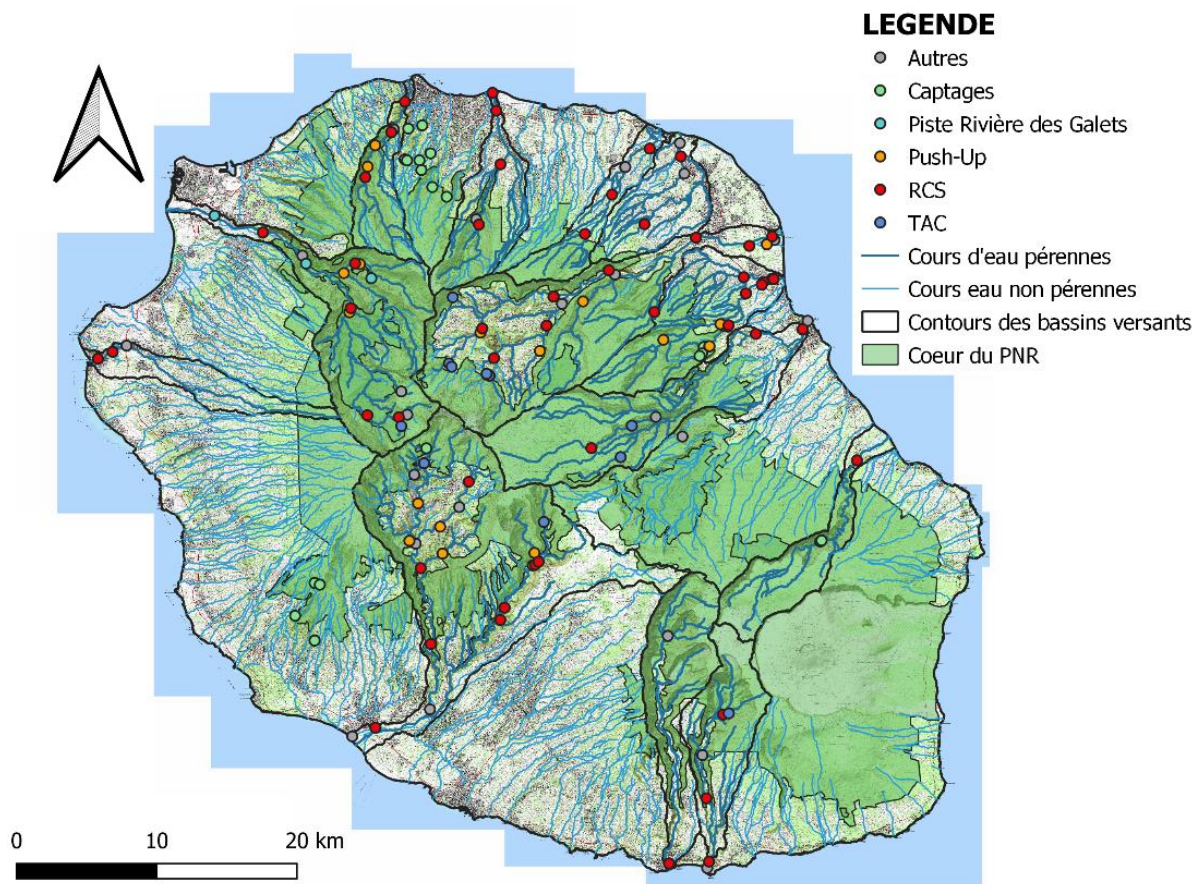


Figure 2 : Cartographie des 132 stations inventoriées pour l'étude des macroinvertébrés des eaux douces de La Réunion (les couleurs des points distinguent les différentes études pour lesquelles ces inventaires ont été réalisés).

Les stations inventoriées lors de ces études, sont projetées sur la Figure 2. La plupart d'entre elles se situent sur les rivières pérennes du réseau hydrographique de l'île, à l'exception de certaines stations des études environnementales liées à des captages d'eau. Il est également à noter que les inventaires ne couvrent pas toutes les zones de l'île. De nombreux cours d'eau non pérennes dans l'ouest et le sud n'ont jamais été inventoriés. Par ailleurs, à l'exception de l'étude « Truite arc-en-ciel », les zones amont, en tête de bassin versant et en cœur de Parc National, sont également peu inventoriées.

3.2 Description des conditions environnementales et des peuplements de macroinvertébrés

3.2.1 Distribution des inventaires au sein des HER et du profil des cours d'eau

➤ Descripteurs utilisés

Le but de cette analyse est de déterminer la répartition des stations inventoriées en fonction des variables environnementales. Pour ce faire, trois paramètres déterminants pour expliquer la répartition des macroinvertébrés ont été utilisés (Olivier et al., 2012). Parmi les paramètres disponibles, ces derniers sont **les seuls à être communs à l'ensemble des stations historiques**. Ils sont décrits ci-dessous :

- L'hydro-écorégion (HER). Il s'agit d'une zone géographique homogène du point de vue de la géologie, du relief et du climat, reconnue pour contrôler le fonctionnement et l'organisation des écosystèmes aquatiques (Frissell et al., 1986). Les six hydro-

écorégions de La Réunion sont représentées sur la Figure 3 (OLE, 2021, com. pers.). Ainsi, les rivières pérennes du réseau hydrographique de La Réunion, sont réparties de la façon suivante :

- Versants Est au vent : Rivière des Roches et des Marsouins,
 - Versants Nord intermédiaires : Rivière Saint-Denis, des Pluies, Sainte-Suzanne et Saint-Jean,
 - Formations volcaniques récentes : Rivière de l'Est, Langevin, des Remparts et le Bras de la Plaine,
 - Cirques Est au vent : Rivière du Mât,
 - Versants Ouest secs : Ravine Saint-Gilles,
 - Cirques Ouest et Sud sous le vent : Rivière des Galets, Rivière Saint-Etienne et le Bras de Cilaos.
- L'altitude (allant de 4 à 1 550 m).
 - La distance à la mer (entre 0.2 et 33.2 km).

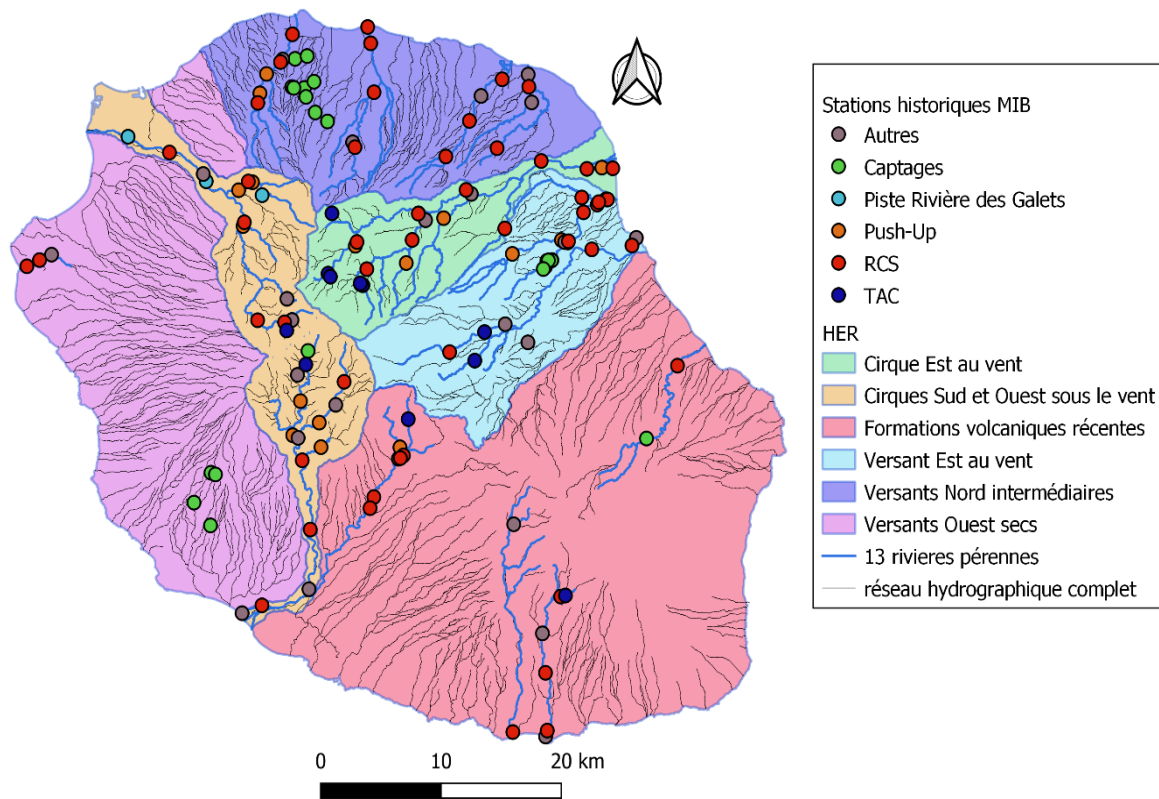


Figure 3 : Cartographie des six hydro-écorégions de l'île de La Réunion (OLE, 2021, com. pers.), et des stations historiques de macroinvertébrés au sein du réseau hydrographique (13 cours d'eau pérenne VS réseau hydrographique complet).

➤ Analyses réalisées

Un graphique en nuage de points a été réalisé à partir des données d'altitude et de distance à la mer de chacune des stations d'inventaire. Cette représentation a eu pour but de mettre en évidence des regroupements éventuels des stations d'étude et/ou des tendances de répartition des stations, en lien avec l'altitude ou la distance à la mer. Pour l'ensemble des analyses réalisées, des variables qualitatives supplémentaires ont été utilisées pour colorer les stations, à savoir : les HER et les noms des études auxquelles se rattachent les inventaires.

➤ Résultats

Les stations historiques sont inégalement réparties au regard des paramètres environnementaux considérés.

On observe que les HER ne sont pas toutes représentées dans des proportions équivalentes au linéaire de cours d'eau et à la surface des bassins versants concernés (Tableau 1).

Tableau 1 : Proportion (%) pour chaque HER, de stations historiques, de linéaire de cours d'eau (% de km) et de surface de bassin versant (% de km²), pour les 13 cours d'eau pérennes et le réseau hydrographique complet.

HER	Nombre stations	13 cours d'eau pérennes		Réseau hydrographique complet	
		Linéaire (km)	Surface du bassin versant	Linéaire (km)	Surface du bassin versant
Versants Ouest secs	5 %	1 %	3 %	28 %	23 %
Formations volcaniques récentes	8 %	20 %	16 %	32 %	36 %
Cirque Est au vent	18 %	18 %	16 %	5 %	7 %
Versant Est au vent	19 %	17 %	18 %	11 %	10 %
Versants Nord intermédiaires	21 %	22 %	15 %	17 %	13 %
Cirques Sud et Ouest sous le vent	28 %	22 %	32 %	7 %	10 %

En effet, les HER de type « Versants Ouest secs » et « Formations volcaniques récentes » sont faiblement représentées, comptant respectivement 5 % et 8 % des stations. Cette couverture est faible comparativement au linéaire et à la surface des bassins versants qu'ils représentent. Ainsi l'HER « Formations volcaniques récentes » représente 20 % du linéaire des cours d'eau pérennes, pour 16 % de surface de bassins versants. Ces proportions sont encore plus déséquilibrées lorsqu'on considère l'ensemble du réseau hydrographique (cours d'eau pérennes et non pérennes), puisque cette HER représente 32 % du linéaire hydrographique et 36% de la surface des bassins versants. Ces disparités sont moins marquées pour les « Versants Ouest secs », représentés davantage par des cours d'eau intermittents (28 % du linéaire et 23 % de la surface des bassins versants).

A l'inverse, les autres HER, à savoir « Cirque Est au vent » et « Cirques Sud et Ouest sous le vent », et dans une moindre mesure celles des « Versant Est au vent » et « Versant Nord intermédiaires » sont bien représentées au regard des portions pérennes du réseau hydrographique (proportions équivalentes entre le nombre de stations, le linéaire et la surface de bassins versants). En revanche, elles sont sur-représentées à l'échelle du réseau hydrographique complet (intermittent et pérenne).

La représentativité des classes d'altitude au regard des stations et des linéaires de cours d'eau révèle également des disparités (Figure 4).

Les différences de représentativité les plus élevées sont observées pour les stations de basses (< 500 m) à moyennes altitudes (entre 500 et 1 500 m).

On observe d'une part une sur-représentation des classes de faible altitude (< 500 m), particulièrement pour les altitudes comprises entre 0 et 100 m, suivies par 23 % des stations alors que cette gamme d'altitude ne représente que 10 % du réseau hydrographique et 16 % du réseau pérenne.

A l'inverse, les stations de moyennes altitudes (entre 500 et 1 500 m) sont fréquemment sous-représentées, particulièrement pour les classes à partir de 900 m d'altitude.

Enfin, les classes de hautes altitudes (supérieures à 1 500 m) ne sont couvertes par aucune station. Elles représentent en moyenne 0,5 % du réseau hydrographique complet, contre 0,1 % du réseau pérenne.

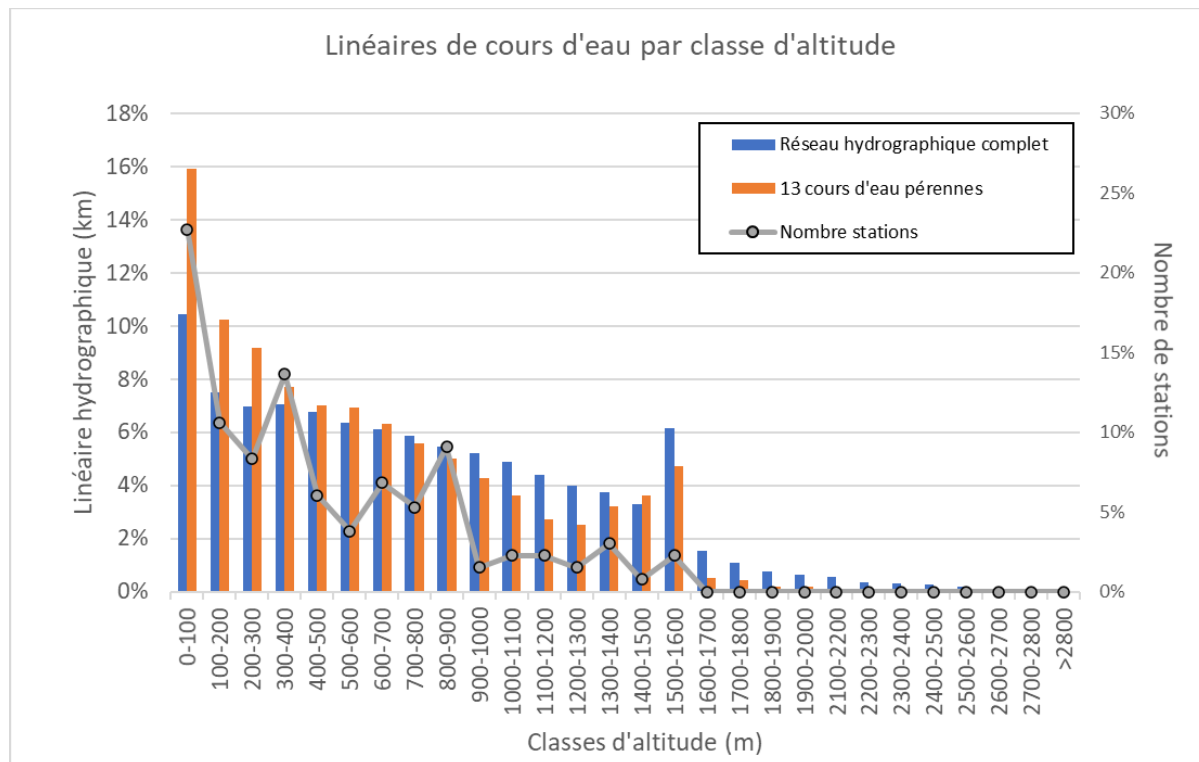


Figure 4 : Proportions de linéaires de cours d'eau (%) et de stations (%) par classe d'altitude.

Lorsqu'on considère simultanément la répartition des stations selon leur distance à la mer, leur altitude et les HER auxquelles elles appartiennent (Figure 5), on observe que les stations appartenant à l'HER « Versants Ouest secs », représentées notamment par le bassin versant de La Ravine Saint Gilles, sont des stations de hautes altitudes, mais de faibles distances à la mer. Elles sont donc réparties sur un linéaire court mais pentu. A l'inverse, les stations appartenant à l'HER « Cirque Est au Vent », représentées par des stations positionnées sur le bassin versant de la Rivière du Mât, sont des stations présentant des distances à la mer élevées, et des altitudes faibles à moyennes. Elles sont donc réparties sur un linéaire important, à pente plus faible.

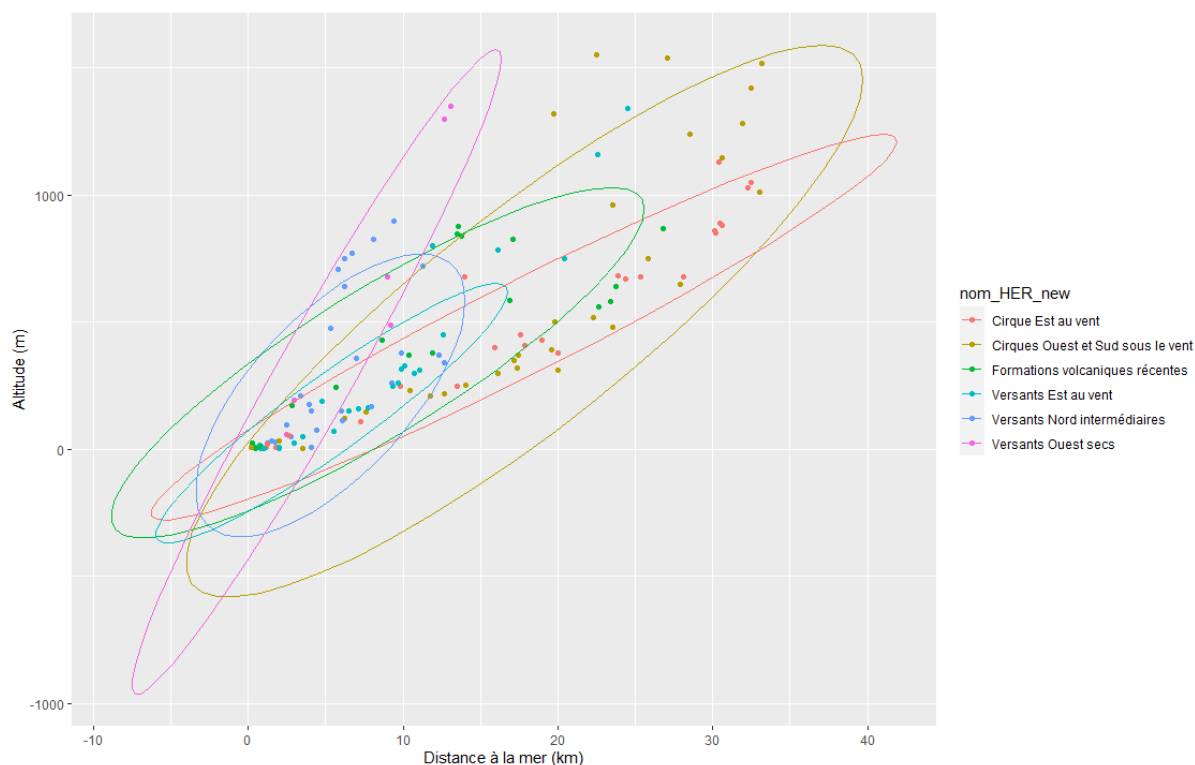


Figure 5 : Nuage de points de la relation entre la distance à la mer et l'altitude des stations, colorées selon leur HER.

Par ailleurs, lorsqu'on considère la répartition des stations selon le type d'études, on observe que certaines stations appartenant notamment aux études Truite arc-en-ciel (TAC) et Push-Up, se distinguent par leur altitude et distance à la mer élevées (Figure 6).

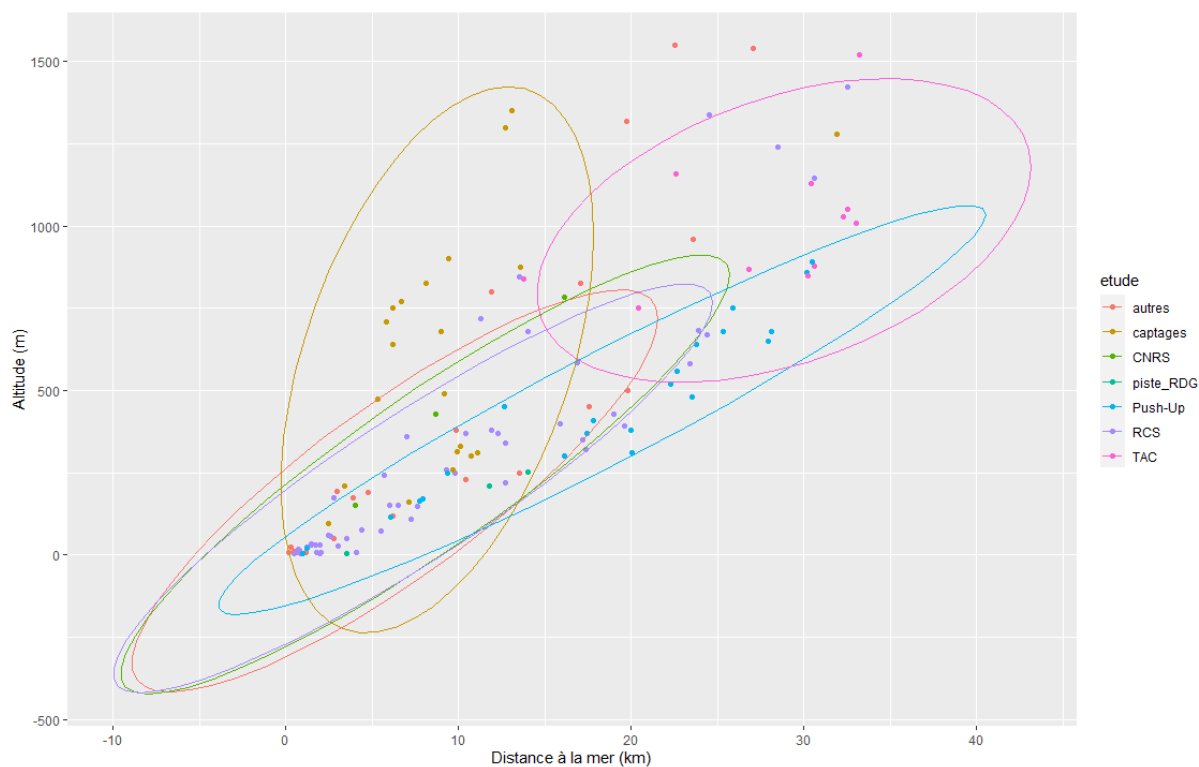


Figure 6 : Nuage de points de la relation entre la distance à la mer et l'altitude des stations, colorées par type d'étude.

➤ Conclusions

Les stations historiques présentent une répartition globalement représentative du réseau hydrographique pérenne (13 cours d'eau), en termes de linéaire, surface de bassin versant et classes d'altitudes. Certains secteurs sont cependant sous-représentés comparativement à leur étendue, notamment les cours d'eau appartenant aux HER de type « Formations volcaniques récentes » et « Versants Ouest secs ».

Cette couverture disparate du réseau hydrographique se manifeste également au niveau altitudinal, **les classes d'altitudes moyennes (particulièrement à partir de 900 m) et élevées (> 1 500 m) étant peu, voire pas du tout représentées.** Le réseau hydrographique de moyennes et hautes altitudes (à partir de 900 m), représentant 26 % du réseau hydrographique pérenne, n'est couvert que sporadiquement, hors cadre du RCS, notamment via des stations échantillonnées spécifiquement dans le cadre de l'étude « Truite arc-en-ciel » (par exemple les stations « Affluent Ravine Marla » et « Ravine Blanche » de l'étude, situées à plus de 1 100 m d'altitude). Ces stations (situées à plus de 900 m d'altitude) ne représentent que 14 % des stations historiques.

A l'échelle du réseau hydrographique complet (cours d'eau intermittents et pérennes), ces disparités de représentativité des différents secteurs hydrographiques sont plus marquées.

Or, la répartition des stations au sein du réseau hydrographique, peut fortement expliquer l'habitat à plusieurs échelles (micro et mésohabitat), et donc les peuplements de macroinvertébrés.

L'approche par HER doit permettre de garantir une couverture représentative du réseau hydrographique. Des études ont montré une bonne concordance entre les HER et la spatialisation des pressions anthropiques dans des contextes continentaux. Par analogie, cette typologie a été utilisée pour délimiter les différentes conditions de référence dans le cadre du développement de l'IRM (Olivier et al., 2012).

Une prise en compte plus représentative du réseau hydrographique, ajustée au regard de l'étendue et de la diversité des hydro-écorégions permettrait d'identifier des zones potentielles à enjeux de conservation. Cette démarche permettrait de couvrir des conditions environnementales diversifiées et représentatives des écosystèmes réunionnais, et de cibler des zones subissant un niveau de pression faible. De plus, le gradient lié à l'altitude (et par conséquent à la distance à la mer) pourrait être pris en compte dans la comparaison des milieux et des peuplements au sein d'une même HER.

Au vu du manque de données relatives aux portions d'altitude moyenne à élevée des cours d'eau, des inventaires plus réguliers sur les zones apicales permettraient de disposer d'une image plus exhaustive des milieux aquatiques, et de mieux comprendre les mécanismes influençant les peuplements faunistiques. En effet, il a été montré que les hydrosystèmes apicaux avaient une grande influence sur les systèmes situés en aval (Meyer et al., 2007) : ils fournissent des zones de refuge en termes de nourriture, d'habitat et de protection contre les conditions hydrologiques extrêmes et les prédateurs, tels que les poissons. Ainsi, les têtes de bassins versants ont un rôle majeur dans le bon fonctionnement des réseaux hydrographiques, puisqu'ils constituent, entre autres, des zones de réservoir de biodiversité (Gauthier et al., 2019).

Ces observations confirment l'intérêt de prendre en compte des altitudes moyennes à élevées (> 900 m) pour l'amélioration des connaissances sur le fonctionnement des milieux aquatiques et la caractérisation des peuplements faunistiques. Ainsi, les analyses sur les peuplements de macroinvertébrés menées par la suite, ne couvrent qu'une partie du gradient altitudinal, à savoir les basses à moyennes altitudes. En effet, les hautes altitudes ne sont représentées que par un nombre restreint d'inventaires.

3.2.2 Peuplements de macroinvertébrés

➤ Descripteurs écologiques des peuplements

Sur l'ensemble des inventaires présentés précédemment, la description des peuplements de macroinvertébrés a été réalisée à partir du calcul de différentes métriques listées ci-dessous.

- *Abondances, richesses taxonomiques, dominance d'un taxon, indices de diversité de Shannon et d'équitabilité de Pielou*

- Les **abondances** et **richesses taxonomiques** ont été déterminées pour chaque inventaire (correspondant donc à un échantillonnage réalisé sur une station, une date donnée) selon les équations suivantes :

$$\text{Abondance} = \sum_{1}^{n} A_i$$

A_i : nombre total (de 1 à n) d'individus du taxon i d'un même inventaire

$$\text{Richesse taxonomique} = \sum_{1}^{n} T_i$$

T_i : nombre de taxons i (de 1 à n, niveau de détermination allant de l'espèce à l'ordre) inventoriés par inventaire

En ce qui concerne plus particulièrement la richesse taxonomique, les taxons ayant un niveau de détermination trop faible ont été écartés lorsque d'autres taxons du même rang taxonomique ont été échantillonnés (exemple : Diptera). Les règles appliquées pour le calcul de la richesse taxonomique sont présentées en Annexe 2.

Ainsi le nombre de taxons retenus pour les analyses (Annexe 1) passe de 199 à 97 taxons.

- Complémentaire, la **dominance d'un taxon** a aussi été déterminée comme étant le rapport du taxon le plus abondant d'une année pour chaque station sur l'abondance totale (MDDEFP, 2012 ; Métro, 2020), selon l'équation suivante :

$$\frac{\text{Abondance du taxon le plus abondant}}{\text{Abondance de tous les taxons d'une station}} \times 100$$

Ce ratio permet de mettre en évidence un éventuel déséquilibre dans le peuplement de la station et permet de voir si ce potentiel déséquilibre est le même au cours du temps par identification du taxon dominant.

- **L'indice de diversité de Shannon, H** , (Shannon, 1948) a été calculé par inventaire selon l'équation suivante :

$$H = - \sum_{i=1}^{n} p_i \log p_i$$

p_i : abondance relative de la i -ème espèce

L'indice de Shannon permet d'exprimer la diversité d'un peuplement en prenant en compte le nombre de taxons et l'abondance des individus au sein de chaque taxon. Ainsi, un peuplement de macroinvertébrés dominé par un taxon aura un coefficient moindre comparativement à un peuplement dont tous les taxons sont codominants, à richesse taxonomique égale.

La valeur de l'indice varie de 0 (un taxon domine) au logarithme népérien du nombre total de taxons (tous les taxons ont la même abondance).

- **L'indice d'équitabilité de Piélou, J**, (Pielou, 1966) a également été calculé par inventaire, selon l'équation suivante :

$$J = \frac{H}{\log(\text{richesse taxonomique totale})}$$

H : indice de diversité de Shannon

L'indice d'équitabilité de Piélou permet de mesurer la répartition des individus au sein des taxons (Grall & Coic, 2006) et varie de 0 (dominance d'un taxon) à 1 (individus équitablement répartis par taxon).

- *Rareté et répartition d'un taxon*

La rareté des taxons a été déterminée à l'échelle de toutes les stations échantillonnées sur l'île (Annexe 1). Pour cette analyse, l'occurrence d'un taxon a été utilisée, déterminée à partir de l'équation suivante :

$$\text{Occurrence} = \frac{\text{Nombre de stations où a été échantillonné le taxon}}{\text{Nombre total de stations d'inventaires}}$$

Si un taxon a été échantillonné au moins une fois sur une même station (parmi tous les inventaires réalisés au fil du temps), alors la station est comptabilisée dans le calcul de l'occurrence. Ainsi, en fonction de leur occurrence, une classe de rareté a été attribuée à chacun des taxons (Tableau 2).

Tableau 2 : Classes de rareté utilisées selon l'occurrence des taxons (DEAL Réunion et al., 2019).

Occurrence	Classe
[0,75- 1]	Très commune
[0,50-0,75[	Commune
[0,25-0,50[	Assez commune
[0,125-0,25[	Peu commune
[0,0625-0,125[	Assez rare
[0,03125-0,0625[	Rare
[0,015625-0,03125[	Très rare

A partir de l'analyse de rareté des taxons, la notion de répartition des taxons a été déterminée. Ainsi, les taxons ayant une répartition « large » sont ceux ayant une classe de rareté allant d'assez commune à très commune, alors que les taxons avec une classe de rareté peu commune à très faible, ont une répartition dite « localisée ».

➤ **Analyses réalisées**

Différentes analyses ont été réalisées à partir de ces descripteurs :

- Une Analyse en Composantes Principales (ACP) a été réalisée à partir de l'ensemble de ces descripteurs (abondance, richesse taxonomique, dominance et indices de diversité de Shannon et d'équitabilité de Piélou). Ces descripteurs ont été utilisés comme des variables actives et les descripteurs du profil des cours d'eau (altitude et distance à la mer) ont été utilisés comme variables supplémentaires. Cette analyse a été réalisée dans le but de mettre en évidence des liens entre les descripteurs des peuplements et du milieu.

- Une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) a été effectuée à partir des données d'abondances des taxons par inventaires. Pour cette analyse, une transformation logarithmique des données a été réalisée. Le but de cette analyse est d'étudier les liaisons éventuelles entre deux variables qualitatives d'un tableau de contingence. L'association entre les taxons et les inventaires peut ainsi être visualisée graphiquement dans un graphique à deux dimensions. Ainsi, sur le graphique, plus un taxon sera proche d'un inventaire, plus les deux variables seront associées.

- Des boîtes à moustaches ainsi que des tests de corrélation de Kendall (tests non paramétriques, permettant une gestion des ex-æquos) ont également été utilisés afin de mettre en évidence la nature du lien entre les descripteurs du milieu (l'altitude et la distance à la mer), la richesse des inventaires et l'abondance de certains taxons remarquables. Concernant la réalisation des boîtes à moustaches, ce sont des classes d'altitude qui ont été utilisées. Deux types de classes d'altitude ont été utilisées : une classe fine par intervalle de 100 m (0-100, 100-200, ... 1 500-1 600) et une classe plus grossière, réalisée à partir des quartiles des données (0-100, 100-400, 400-800 et 800-1 600). Ces deux classes ont notamment été utilisées pour pallier le faible nombre d'inventaires dans certaines classes d'altitude.

➤ Résultats

- Lien entre les descripteurs des peuplements de macroinvertébrés et du milieu

Les descripteurs des peuplements utilisés dans l'ACP expliquent plus de 86 % de la répartition des inventaires¹ dans le premier plan factoriel (Figure 7).

L'indice de diversité de Shannon et la dominance sont corrélés à l'axe 1 et anticorrélés entre eux, alors que la variable relative à l'abondance totale est corrélée à l'axe 2. De plus, les descripteurs du milieu (altitude et distance à la mer), sont corrélés entre eux et suivent le gradient de l'abondance totale, sur l'axe 2 (Figure 7).

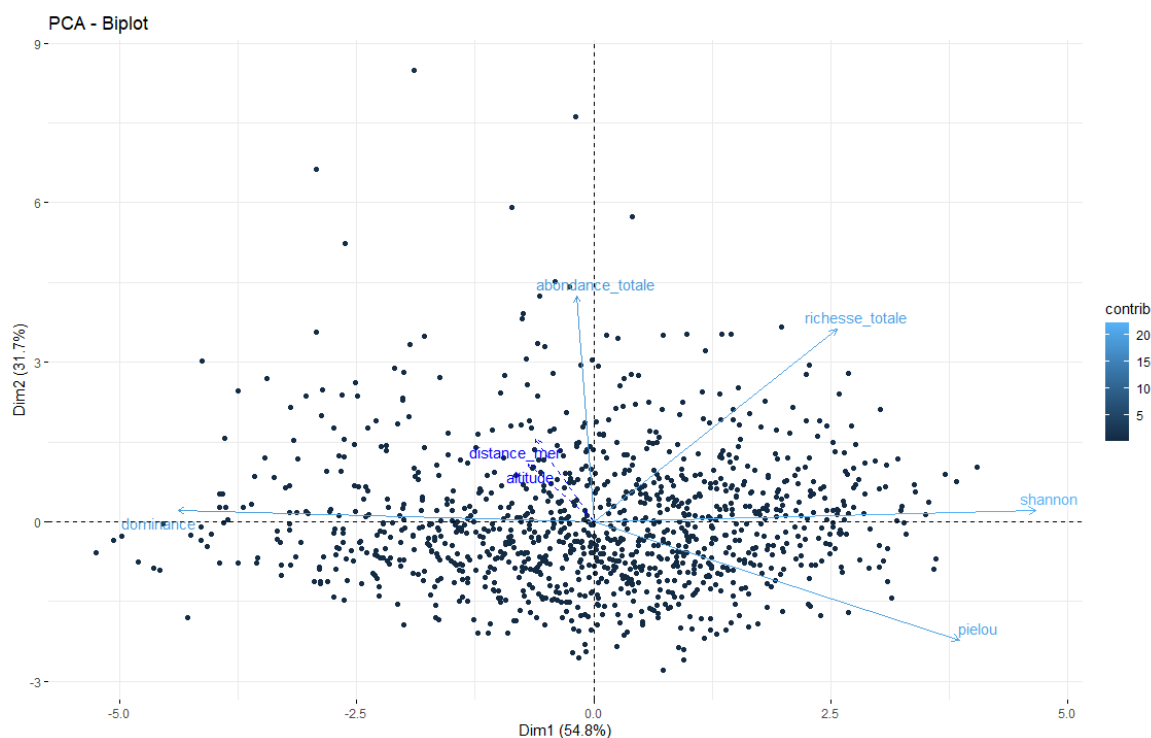


Figure 7 : Biplot de l'ACP réalisée entre les descripteurs environnementaux et les descripteurs des peuplements par inventaire.

Les boîtes à moustache réalisées à partir des abondances et richesses des inventaires par classe d'altitude, révèlent que les inventaires réalisés dans les gammes d'altitude les plus élevées abritent des peuplements remarquables (Figure 8). Cette tendance visuelle est cependant de faible intensité et est confirmée par les résultats des tests de corrélation (

¹ Un inventaire est défini comme un échantillonnage sur une station à une date donnée.

Tableau 3). Ces résultats sont donc à interpréter avec prudence. En effet, la distinction des stations de hautes altitudes (au-delà de 1 100 m) des stations aval, pourrait être le résultat d'un effet davantage lié à la station plutôt qu'à la tendance générale et pourrait aussi être due au faible nombre d'inventaires des stations de hautes altitudes (8 %).

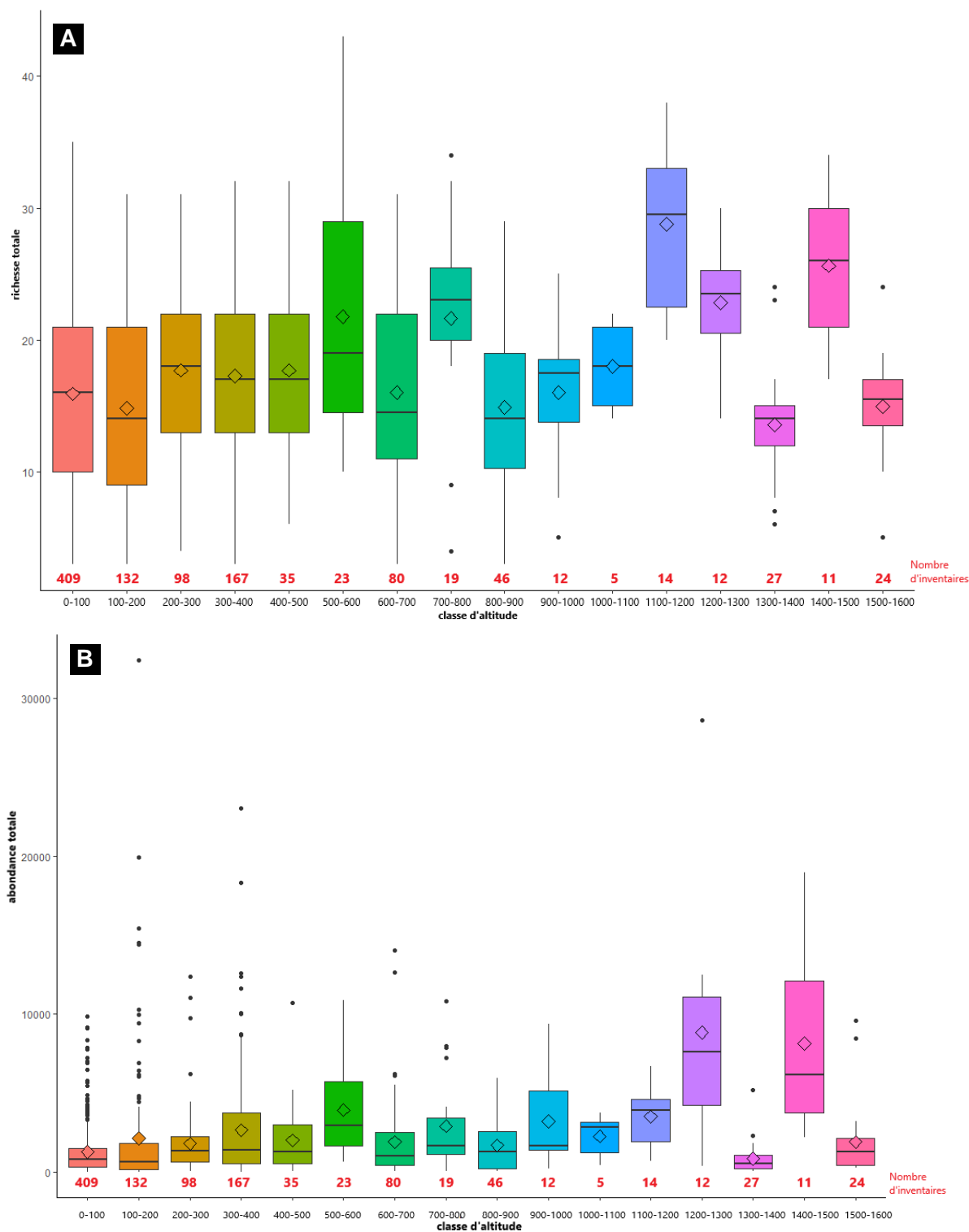


Figure 8 : Boîtes à moustache de la richesse (A) et de l'abondance (B) des inventaires par classe d'altitude (pour chacune des classes, le nombre d'inventaires est indiqué en rouge).

Tableau 3 : Résultats des tests de corrélation de Kendall entre l'altitude et les richesses et abondances des inventaires.

Variables testées	Coefficient de corrélation	P-value
Altitude et distance à la mer	0,76	$2,2 \times 10^{-16}$
Altitude et richesse des inventaires	0,09	$9,29 \times 10^{-6}$
Altitude et abondance des inventaires	0,14	$5,58 \times 10^{-12}$
Distance à la mer et richesse des inventaires	0,12	$5,90 \times 10^{-9}$
Distance à la mer et abondance des inventaires	0,20	$2,2 \times 10^{-16}$

Les résultats des tests de corrélation indiquent une corrélation de très faible intensité entre la distance à la mer/altitude et les richesse/abondance des inventaires (

Tableau 3). Il y a donc une corrélation significativement positive (p-values toutes nettement inférieures à 0,05) entre ces variables, principalement liée au nombre élevé d'inventaires.

- Répartition des taxons de macroinvertébrés par inventaire

La part d'explication de la projection est très faible puisqu'elle s'élève seulement à 16 % de la répartition des inventaires et des taxons. Concernant les liens éventuels pouvant être faits entre les taxons et les inventaires, l'AFC révèle que certains taxons peuvent être liés aux inventaires, comme par exemple le Mollusque *Neritilia consimilis*, particulièrement abondant lors d'inventaires réalisés sur la rivière des Roches ou encore les Trichoptères *Leptocerina pauliani* et *Oecetis* sp., associés à la station de la Rivière des Marsouins, à Bébour (Figure 9). Ces derniers sont notamment des taxons « rares » qui se distinguent donc des taxons « communs » (Figure 10).

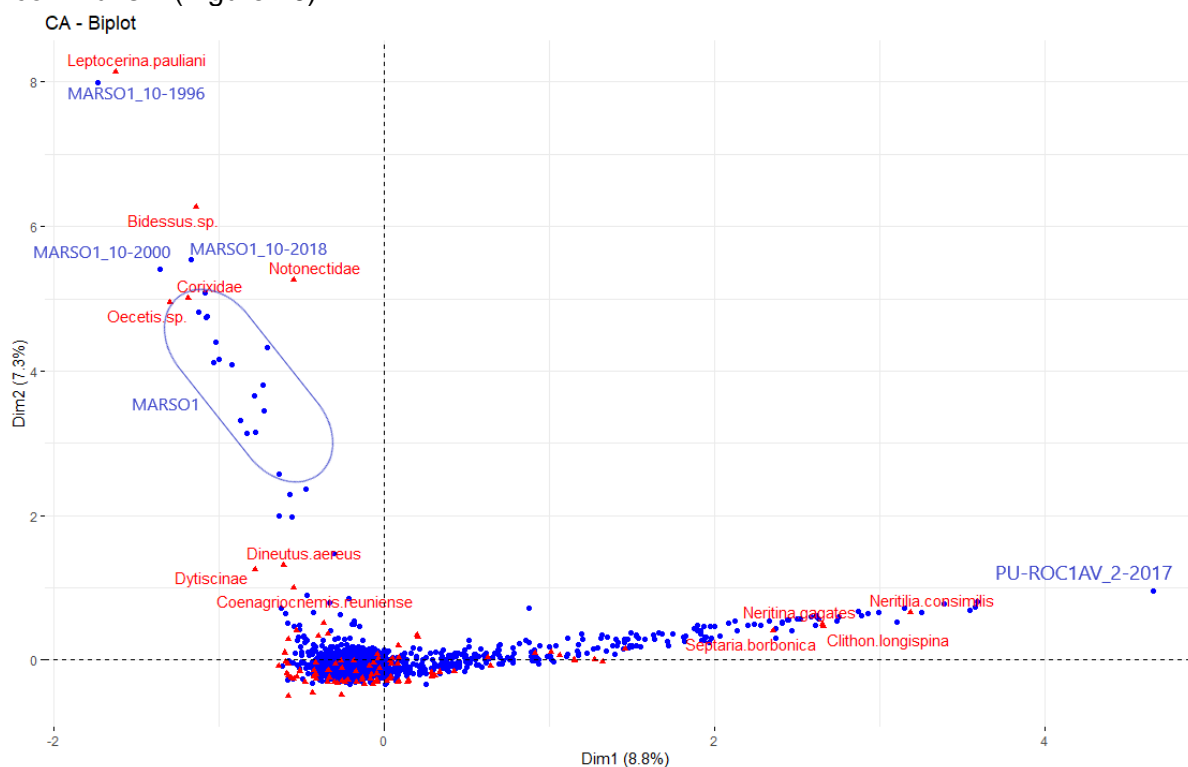


Figure 9 : Biplot de l'AFC réalisée à partir des abondances des taxons (en rouge) par inventaire (en bleu, la correspondance entre les abréviations et les noms complets des stations est indiquée en Annexe 3).

Au regard des analyses réalisées (ACP et AFC), la majorité des inventaires se répartit de façon homogène autour de l'origine des axes, à l'exception de certains d'entre eux, qui contribuent fortement à la formation des composantes de l'AFC. Cette contribution élevée est notamment due aux fortes abondances de certains taxons qui sont, par ailleurs, moins représentés dans le jeu de données global (Figure 9).

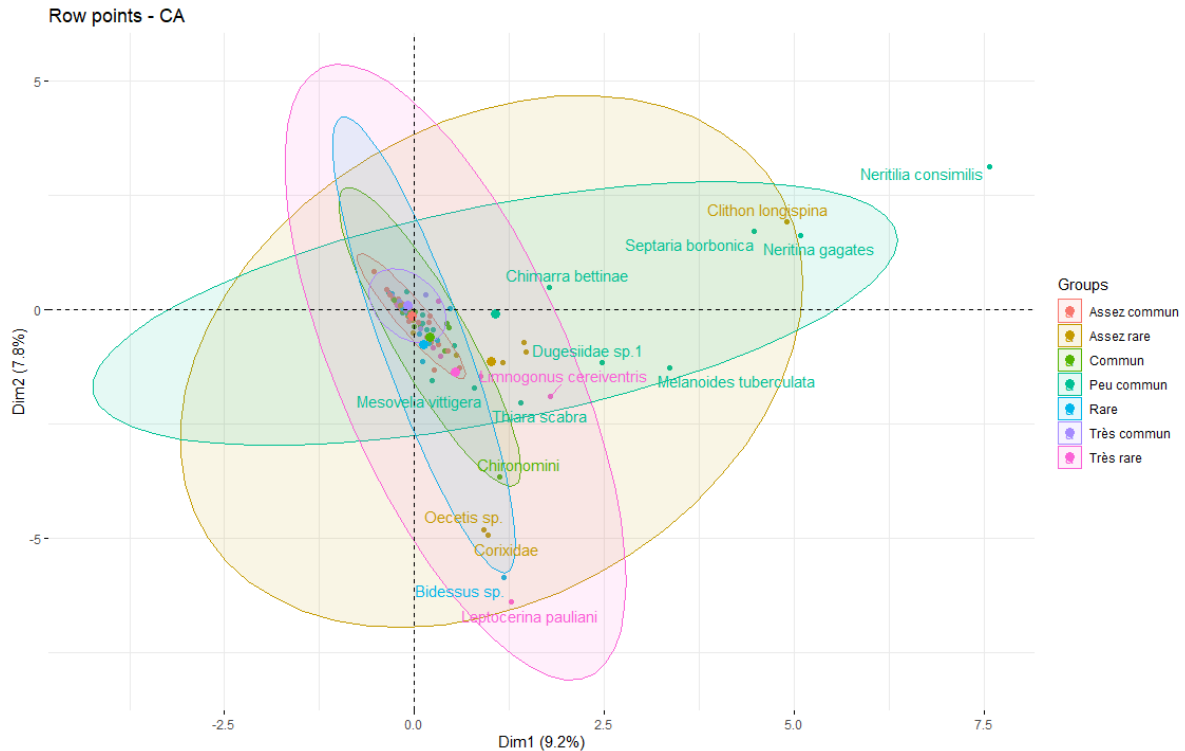


Figure 10 : Projection des taxons de l'AFC réalisée à partir des abondances des taxons par inventaire, avec un habillage par classe de rareté.

Les boîtes à moustache réalisées à partir des abondances de certains taxons remarquables par inventaire et classe d'altitude, révèlent que des taxons sont inféodés à certaines gammes d'altitude. En effet, pour le Trichoptère *Leptocerina pauliani*, ce sont les stations de hautes altitudes qui abritent majoritairement ce taxon (Figure 11).

A *contrario*, d'autres taxons, comme par exemple, le Mollusque amphidrome *Neritilia consimilis*, sont inféodés aux stations aval de basses altitudes (Figure 12).

A noter également que des taxons, tels que les Diptères Simuliidae, ont une répartition altitudinale variable (Figure 13). En effet, cette famille abrite différentes espèces, pouvant chacune avoir une répartition altitudinale propre. Il n'y a donc pas forcément de zonation longitudinale spécifique à la famille des Simuliidae.

Pour chacune de ces tendances, des tests de corrélation de Kendall ont été réalisés et confirment ces résultats car, comme précédemment, ils sont significatifs mais plus faiblement (Tableau 4). En effet, ces faibles coefficients de corrélations correspondent à un pourcentage de variance expliquée inférieur à 0,5 %.

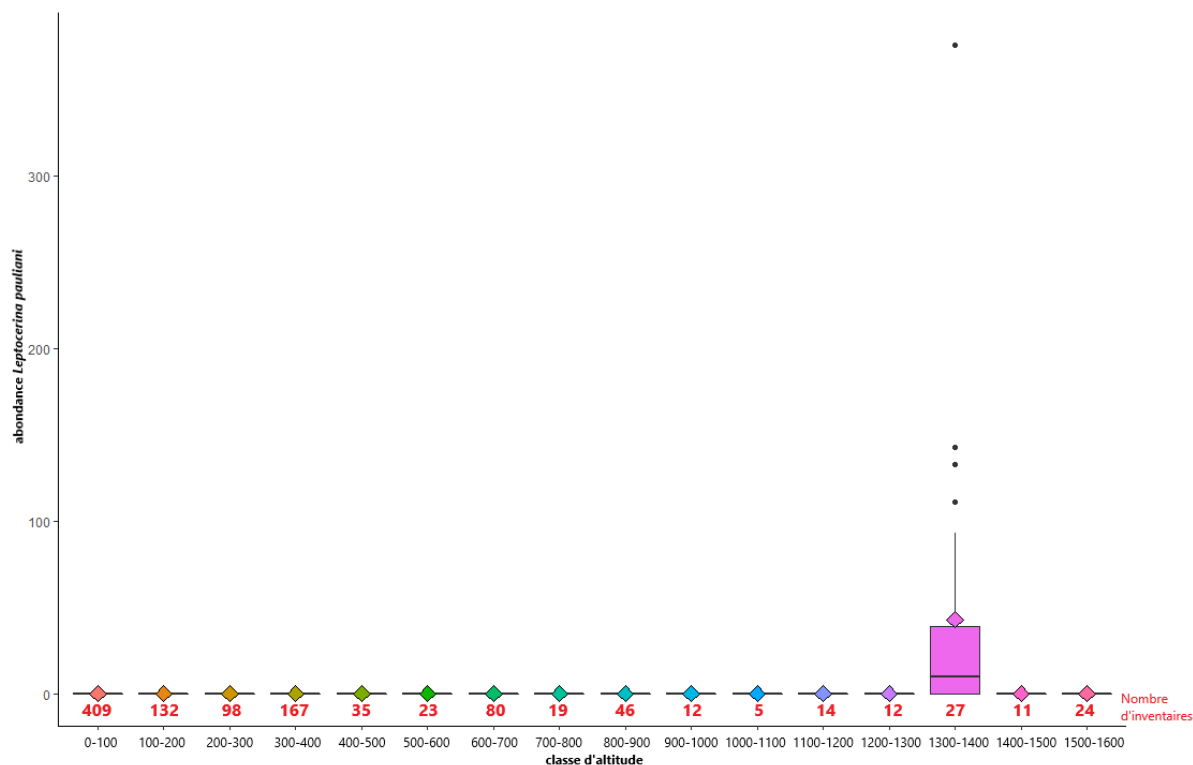


Figure 11 : Boîtes à moustache de l'abondance par inventaire du Trichoptère *Leptocerina pauliani* par classe d'altitude (pour chacune des classes, le nombre d'inventaires est indiqué en rouge).

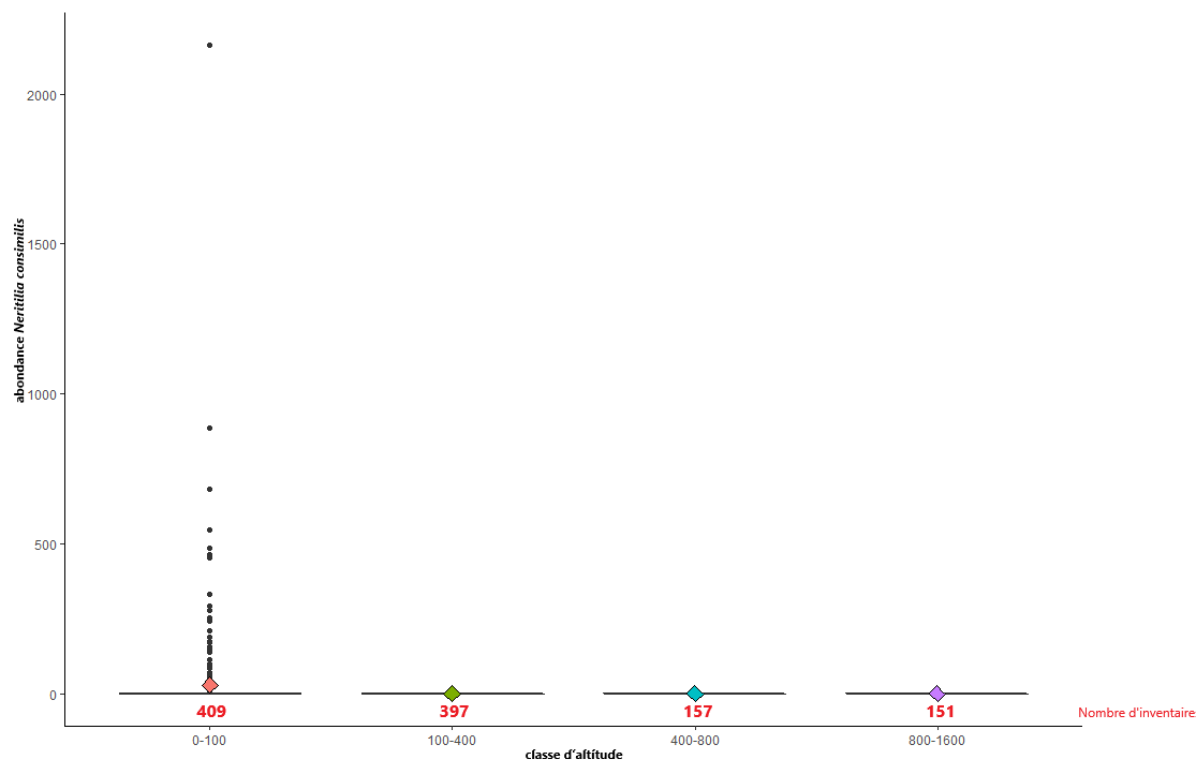


Figure 12 : Boîtes à moustache de l'abondance par inventaire du Mollusque *Neritilia consimilis* par classe d'altitude (pour chacune des classes, le nombre d'inventaires est indiqué en rouge).

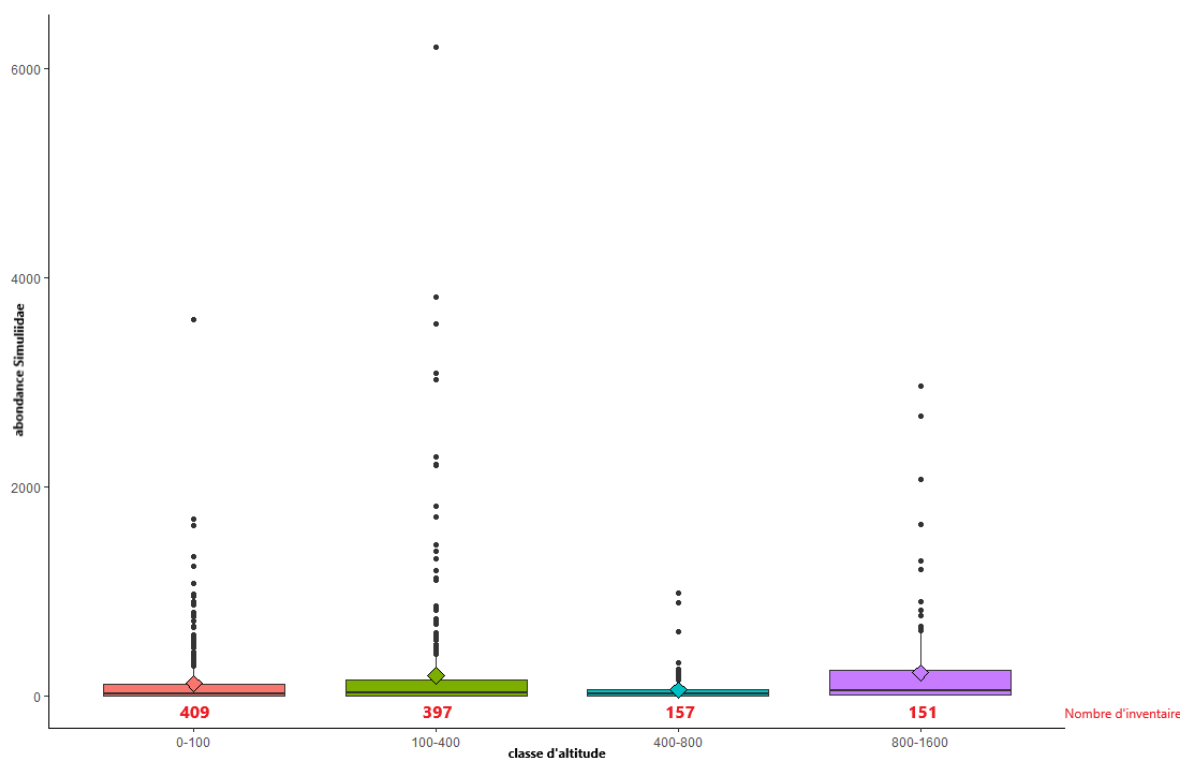


Figure 13 : Boîtes à moustache de l'abondance par inventaire des Diptères Simuliidae par classe d'altitude (pour chacune des classes, le nombre d'inventaires est indiqué en rouge).

Tableau 4 : Résultats des tests de corrélation de Kendall entre l'altitude et les abondances par inventaire de certains taxons remarquables.

Nom du taxon dont l'abondance par inventaire a été corrélée à l'altitude	Coefficient de corrélation	P-value
<i>Leptocerina pauliani</i>	0,18	$6,69 \times 10^{-13}$
<i>Neritilia consimilis</i>	-0,35	$2,2 \times 10^{-16}$
Simuliidae	0,07	0,001
<i>Coenagriocnemis reuniense</i>	0,22	$2,2 \times 10^{-16}$
<i>Nigrobaetis colonus</i>	0,18	$8,50 \times 10^{-14}$

Ces analyses ont également été réalisées sur d'autres taxons endémiques tels que l'Odonate *Coenagriocnemis reuniense* (Annexe 4) et l'Ephéméroptère *Nigrobaetis colonus*, qui ont également des abondances légèrement plus importantes dans les « Hauts » de l'île. Les peuplements des « Hauts » abritent donc davantage de taxons patrimoniaux que les stations des « Bas ». Les taxons patrimoniaux (Annexe 1) des inventaires en zone amont, ont des abondances relatives comprises entre 0,02 % et 6,9 %. Des pourcentages relativement faibles mais tout de même plus importants que ceux des stations en aval.

Par ailleurs, certains taxons de l'ordre des Diptères sont dominants sur ces stations d'altitude. Ce sont notamment les Orthocladiinae qui dominent les peuplements (74 % des inventaires en zone amont sont dominés par ce taxon). Dans une moindre mesure, les Chironomini, Tanytarsini et Simuliidae dominent certains inventaires. La dominance des Orthocladiinae sur ces stations n'est pas une particularité des zones amont, puisque ce taxon domine également de nombreux inventaires des stations en aval (Métro, 2020). En effet, la plupart des stations inventoriées abritent les habitats propices à ce taxon ayant une alimentation généraliste, principalement constituée de microphytes et macrophytes vivants (Forcellini et al., 2012). En revanche, il semblerait que les peuplements soient légèrement plus déséquilibrés en amont (avec des abondances relatives plus importantes) qu'en aval.

Cette dominance de taxons phytophages dans les peuplements des zones apicales peut être mise en lien avec des ressources trophiques plus importantes dans ces systèmes. Ces milieux seraient plus productifs que les systèmes aval.

➤ **Conclusions**

Les stations situées à une altitude et distance à la mer élevées (à partir de 1 000 m d'altitude) présentent des compositions de peuplements de macroinvertébrés qui se distinguent du jeu de données global, avec des taxons rarement échantillonnés à l'échelle de l'île et des inventaires. De plus, une tendance à de fortes abondances en altitude est observée. Cependant, au regard de l'indice de Piélou et de la dominance, les peuplements de ces systèmes apicaux sont plus déséquilibrés que ceux des stations situées plus en aval. Par ailleurs, des différences en termes de richesse taxonomique ont aussi été démontrées, entre les stations amont et aval du RCS (Métro, 2020).

De plus, la mise en relation des abondances des taxons et des inventaires révèle que la majorité des stations abrite un pool de taxons ayant une répartition commune. Cependant, certains ordres peuvent être inféodés à une partie du profil longitudinal et à certains bassins versants : les Mollusques, tels que *Neritilia consimilis*, *Septaria borbonica* ou encore *Clithon longispina*, sont davantage abondants sur les stations situées en aval, comme à la Rivière des Roches à Beauvallon, alors que les Trichoptères (*Leptocerina pauliani* et *Oecetis* sp.) ou encore les Hémiptères (Corixidae), le sont davantage en amont. C'est également en amont que sont situées les stations abritant le plus de taxons rares, notamment sur la Rivière des Marsouins.

La notion de rareté d'un taxon est cependant à prendre avec précaution. En effet, cette dernière a été calculée avec un jeu de données principalement constitué d'inventaires réalisés sur des stations aval et intermédiaires. Ainsi, les taxons que l'on dit « rares », le sont uniquement à l'échelle du jeu de données actuellement disponible, mais cette notion ne reflète peut-être pas la réalité. Certains taxons peuvent en effet être inféodés à une classe d'altitude, sans être rares à l'échelle de l'île. A noter également que la méthode d'échantillonnage peut aussi constituer un biais dans le calcul de la rareté. En effet, la méthodologie employée majoritairement lors des inventaires historiques est celle du filet Surber. Or, d'autres techniques d'échantillonnage permettent de cibler davantage les taxons se déplaçant en surface ou dans la colonne d'eau, tels que les Odonates, où la technique du troubleau s'avère efficace à leur capture (INRAE, OCEA, FDPPMA, en cours).

Les stations de hautes altitudes, peu inventoriées historiquement, se distinguent légèrement de celles de moyennes et basses altitudes de par leur biodiversité remarquable, ainsi que par la présence de certains taxons uniquement rencontrés à ces altitudes. Outre la composition des peuplements légèrement différente (au vu du jeu de données disponible couvrant très peu les stations apicales), les milieux apicaux sont aussi différents (régime hydraulique de faible énergie, ripisylve de forêt primaire, grande diversité d'habitats, etc.). Il semble donc essentiel d'inventorier les stations apicales afin de compléter les listes taxonomiques alimentées par des stations de basses et moyennes altitudes et ainsi mieux décrire la répartition des taxons à l'échelle de l'île. Ces éléments permettront de parfaire les connaissances sur l'écologie des macroinvertébrés, qui pourront servir à la gestion des milieux et des espèces, notamment celles présentant un intérêt patrimonial.

Dans le cadre des différentes analyses décrites ci-dessus, des limites sont à évoquer, notamment sur les jeux de données utilisés. En effet, des lacunes observées au niveau de la taxonomie de certains taxons constituent un biais dans les analyses, obligeant à, par exemple, calculer une richesse corrigée, dans le but d'homogénéiser les données.

Par ailleurs, au niveau des analyses multivariées effectuées, la faible part d'explication de certaines projections, rend les interprétations complexes. Certaines analyses réalisées expliquent donc très peu la variabilité du jeu de données et les tendances observées doivent être interprétées avec prudence.

4 Rôle des zones amont suite à une crue morphogène

4.1 Origines des données

Les données utilisées pour cette phase de l'étude sont issues du projet Push-Up (Hydrô Réunion et al., 2016 à 2018).

Cette phase de l'étude porte sur des analyses fonctionnelles. Elle vise deux objectifs :

- Quantifier le rôle refuge que peuvent avoir les zones amont dans le cas de crues majeures,
- Décrire la dynamique de recolonisation de ces dernières par la faune aquatique (macroinvertébrés benthiques) avec une attention particulière portée aux espèces endémiques ou à valeur patrimoniale.

Quatre campagnes d'inventaire ont ainsi été menées de 2016 à 2017 afin de répondre à ces objectifs. Au terme de la première campagne d'inventaire, menée sur 22 stations (analyse descriptive) deux bassins versants d'étude soumis régulièrement à de fortes précipitations, et donc potentiellement à de fortes crues ont été sélectionnés pour l'analyse fonctionnelle, à savoir la Rivière du Mât et la Rivière des Roches.

Ainsi, sept stations d'étude ont fait l'objet de cette étude (Figure 14).

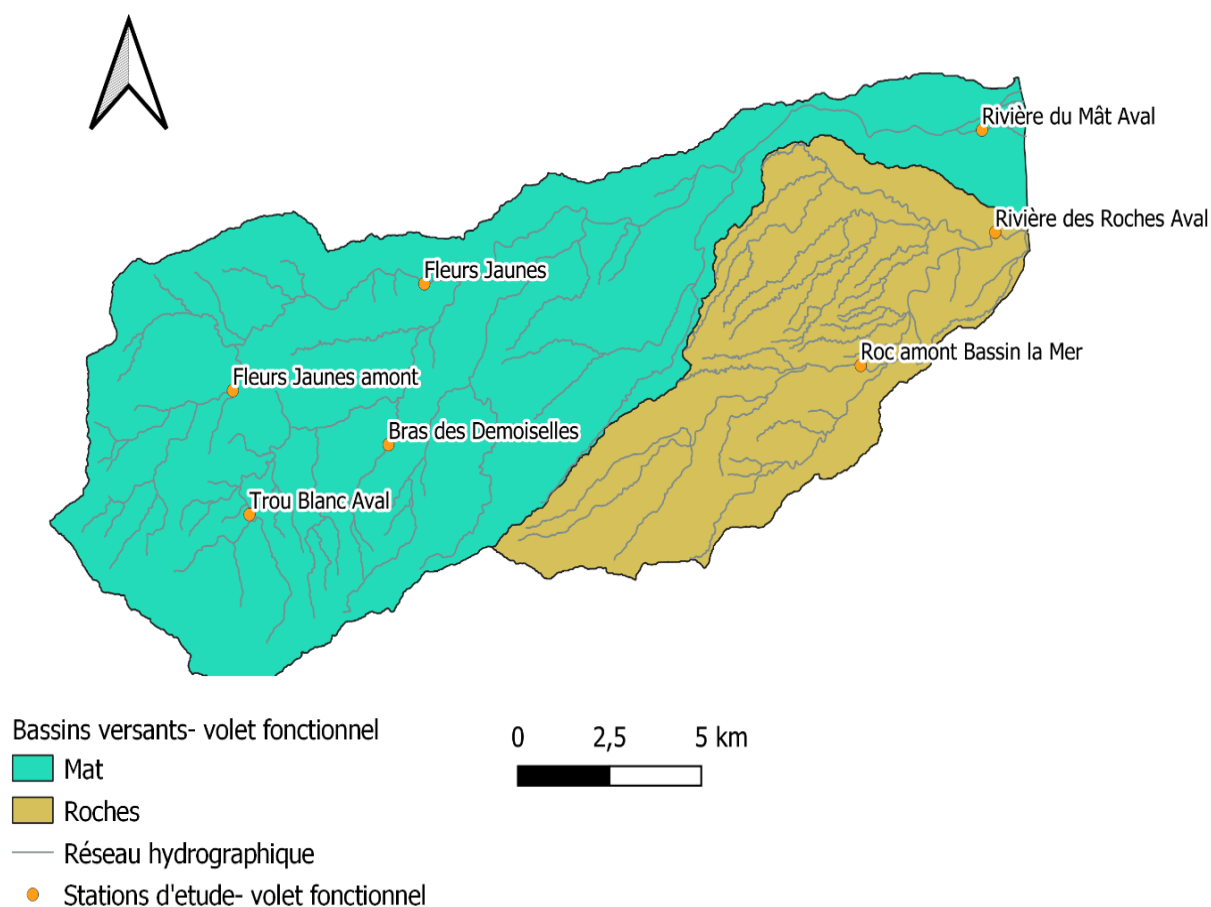


Figure 14 : Localisation des sept stations d'étude inventoriées pour le volet fonctionnel.

Le déroulé des opérations menées est synthétisé dans le tableau suivant (Tableau 5) :

Tableau 5 : Planning des inventaires menés sur les stations d'étude Push-Up - Volet fonctionnel.

Stations		PRE- CRUE	POST- CRUE		
Bassin versant	Nom station	Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4
Rivière des Roches	Roches amont Bassin la Mer	18/10/2016	21/02/2017	28/04/2017	06/11/2017
	Rivière des Roches Aval	19/10/2016	21/02/2017	24/04/2017	06/11/2017
Rivière du Mât	Rivière du Mât Aval	19/10/2016	-	25/04/2017	08/11/2017
	Trou Blanc Aval	27/10/2016	17/02/2017	27/04/2017	08/11/2017
	Fleurs Jaunes	25/10/2016	21/02/2017	24/04/2017	10/10/2017
	Fleurs Jaunes Amont	26/10/2016	17/02/2017	27/04/2017	09/10/2017
	Bras des Demoiselles	25/10/2016	17/02/2017	24/04/2017	06/11/2017

Exceptée la station « Rivière du Mât Aval », située en embouchure, toutes les stations ont été inventoriées à quatre reprises, une fois avant et trois fois après la période de crue intervenue en début d'année 2017.

4.2 Distribution longitudinale des stations

Les stations d'étude ont été réparties au sein de chaque bassin versant de façon à observer les phénomènes de recolonisation de la macrofaune aquatique le long d'un gradient longitudinal. Ainsi, pour chaque bassin versant, une station représentative de la zone proche de l'embouchure a été suivie : « Rivière du Mât Aval » située à 20 m d'altitude et « Rivière des Roches Aval » située à 4 m d'altitude. Pour la Rivière du Mât, quatre autres stations situées entre 380 et 860 m d'altitude ont également été suivies. Pour la Rivière des Roches, une seule station supplémentaire, située à 165 m d'altitude a été inventoriée.

La répartition des stations selon le gradient longitudinal est illustrée dans la Figure 15 :

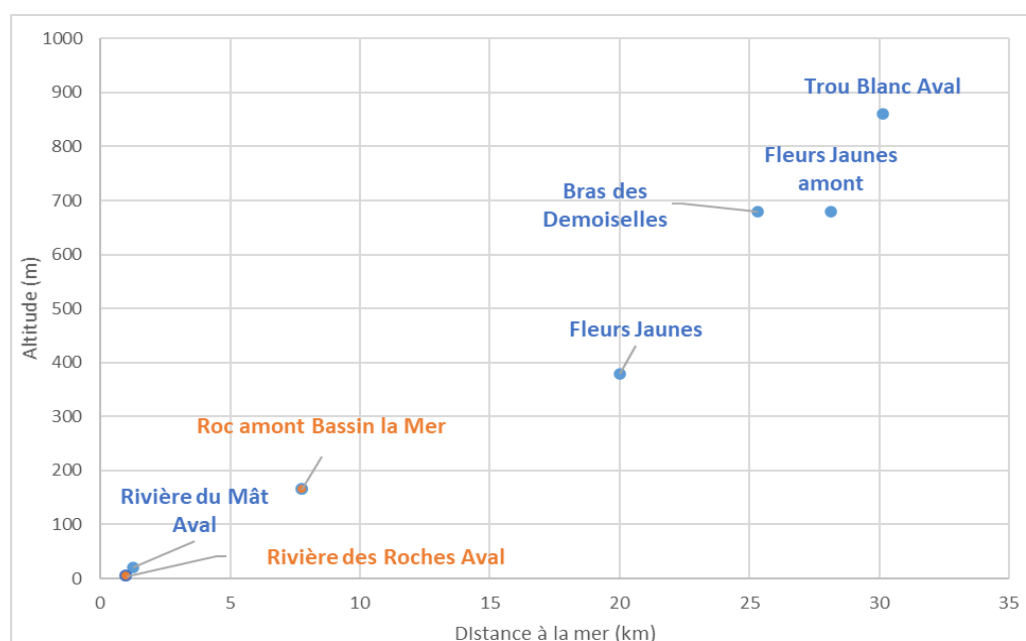


Figure 15 : Répartition des stations selon un gradient longitudinal : en abscisse la distance à la mer et en ordonnée l'altitude. En orange : stations appartenant au bassin versant de la Rivière des Roches, en bleu : stations appartenant au bassin versant de la Rivière du Mât.

L'ensemble des stations d'étude se trouve à une altitude inférieure à 1 000 mètres, pour une distance à la mer maximale de 30 km. Au vu des résultats évoqués précédemment, ces stations correspondent donc à des systèmes de faible à moyenne altitude.

Les stations du bassin versant de la Rivière du Mât sont réparties de façon homogène selon les gradients d'altitude et de distance à la mer, alors que celles de la Rivière des Roches couvrent des conditions de systèmes aval.

4.3 Contexte hydrologique

La période de hautes eaux de 2017-2018 fut marquée par le passage de cinq tempêtes (AVA, BERGUITTA, CARLOS, DUMAZILE et FAKIR) qui ont engendré des crues de durées et d'intensités variables sur l'ensemble du territoire (OLE, 2018). Les inventaires et conditions hydrologiques ainsi inventoriées sur les bassins versants et la période d'étude sont illustrées ci-dessous (Figure 16).

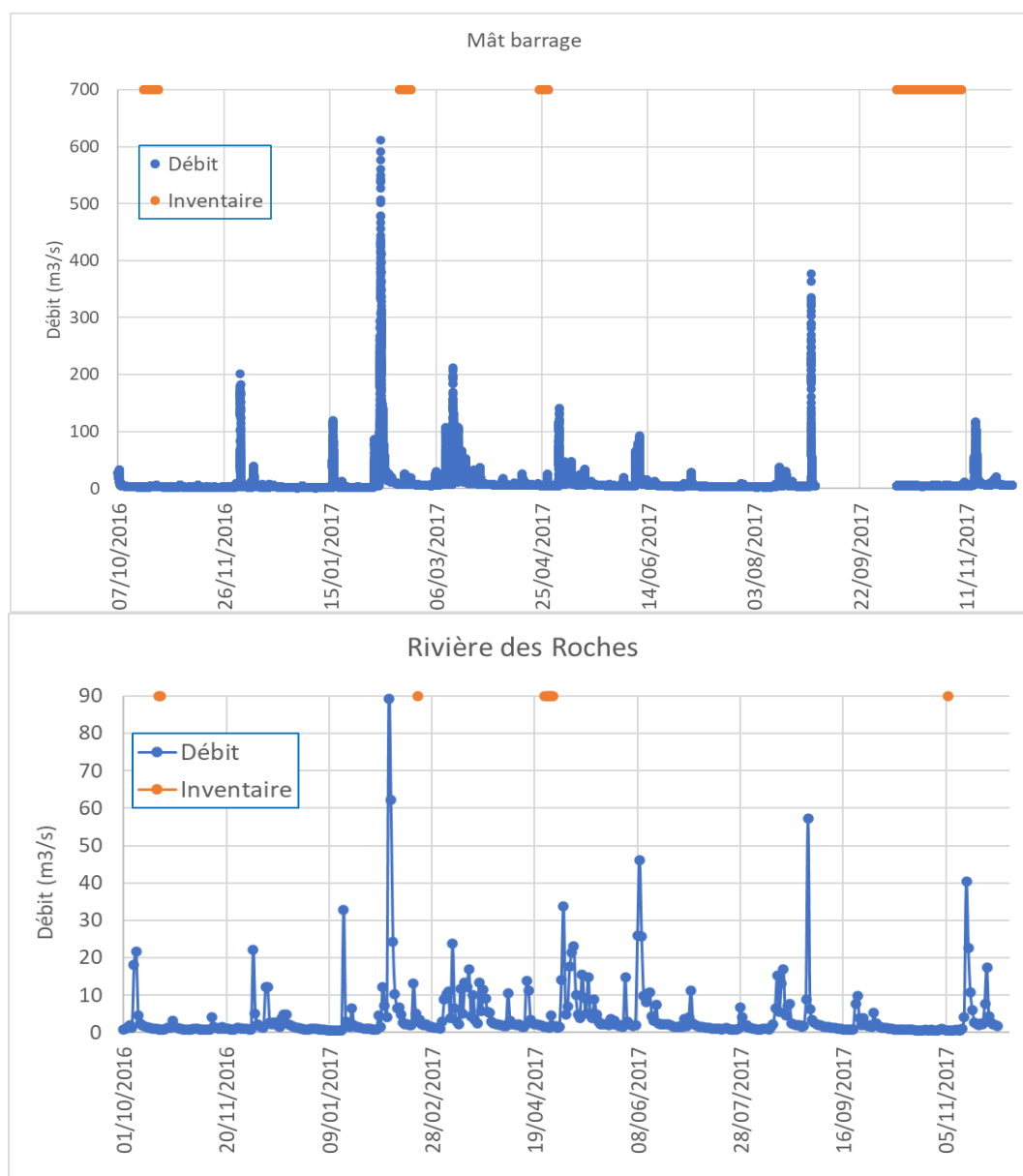


Figure 16 : Débits mesurés sur la Rivière du Mât (en haut) et la Rivière des Roches (en bas) lors de la période d'étude Push-Up (octobre 2016 à novembre 2017). En bleu : débits moyens journaliers issus des suivis de l'Office de l'eau (Rivière du Mât : station OLE « La Rivière du Mât à Bengalis », code Office 22056 ; Rivière des Roches : station OLE « La Rivière des Roches Amont cascade Bassin la paix », code Office 27047), en orange : périodes d'inventaires.

L'analyse des débits sur les deux bassins versants d'étude révèle que la première campagne d'inventaire s'est déroulée en période de basses eaux (0,88 m³/s pour la Rivière des Roches et 3,02 m³/s pour la Rivière du Mât).

Un évènement hydrologique significatif est observé (en lien avec le passage de la tempête Carlos) sur les deux bassins versants début 2017, une crue intervenant le 07/02/2017, avec plus de 600 m³/s observés sur la Rivière du Mât (soient 200 fois le débit d'étiage), et 90 m³/s sur la Rivière des Roches (soient près de 100 fois le débit d'étiage).

La seconde campagne d'inventaire (menée du 17 au 21/02/2017) s'est déroulée près de 10 jours après cette crue significative. La troisième campagne (menée du 24 au 28/04/2017) a eu lieu deux mois et 20 jours après cette crue. On notera qu'une crue de plus faible ampleur que celle de février est observée en août. Enfin, la campagne d'inventaire menée du 09/10 au 08/11/2017 s'est déroulée dans des conditions d'étiage, soient huit mois après la crue intense de février, et deux mois après celle d'août.

4.4 Méthodes d'inventaire et de traitement des macroinvertébrés

Les prélèvements ont été réalisés suivant la méthodologie employée dans le cadre de la mise en œuvre de l'IRM, avec quelques adaptations. Ainsi pour chaque station, 12 prélèvements, chacun espacé de dix mètres, ont été effectués de façon aléatoire à l'aide d'un filet de type Surber de maille de 0,5 mm. Les microprélèvements ont tous été rassemblés dans un contenant unique par station-date.

Les phases de tri et de détermination ont été réalisées par le personnel d'Hydrô-Réunion (jusqu'à 2018, à la fermeture de l'établissement), puis ultérieurement par OCEA, selon la méthodologie employée dans le cadre de l'IRM.

Des analyses morphométriques ont été réalisées afin d'étudier l'évolution de la structure des populations de certains taxons avant et après la crue morphogène. Elles ont été réalisées sur trois taxons : le Trichoptère *Hydropsyche mokaensis*, les Diptères Simuliidae et le Mollusque *Physella acuta*. Ces taxons ont été choisis pour leur taille (facilité de mesure) et leurs effectifs observés (élevés). Ces mesures ont été réalisées sur des individus stockés dans de l'éthanol à 90 %.

Pour *H. mokaensis*, les individus mesurés sont issus des trois premières campagnes d'inventaires de la station « Fleurs Jaunes ». Les individus ont été sélectionnés de façon aléatoire pour les campagnes 1 et 3 au vu des effectifs élevés.

Pour les Simuliidae et *P. acuta*, l'ensemble des individus collectés lors des quatre campagnes d'inventaire sur toutes les stations d'étude ont été mesurés.

Différentes mesures ont ainsi été réalisées selon les taxons :

- *H. mokaensis* : longueur totale et largeur du 7^{ème} segment abdominal,
- Simuliidae : longueur totale sur les stades larvaires et nymphaux,
- *P. acuta* : longueur totale et la plus grande largeur de la coquille.

Ces mesures ont été retenues au regard des caractéristiques des taxons (taille, position, visibilité) et de la littérature (Grenier & Feraud, 1960 ; Faessel & Monnier, 1985 ; Belkhodja & Romdhane, 2012).

A noter que les Simuliidae représentent un ensemble multispécifique. L'interprétation des données morphométriques obtenues devra prendre en compte ce paramètre.

Les mesures ont été obtenues à partir de photographies réalisées à l'aide d'un appareil photo placé sur une loupe binoculaire, et du logiciel ImageJ (Schneider et al., 2012).

La bancarisation des données a été réalisée par OCEA.

4.5 Analyses réalisées

La composition des peuplements de macroinvertébrés a été analysée via la richesse taxonomique et les effectifs totaux rencontrés, par station et par campagne d'inventaire. Afin de comparer les richesses et effectifs entre campagnes d'inventaires, des ANOVA et tests de Fisher ont été réalisés sur chacun de ces paramètres par station, entre campagnes d'inventaire.

Les traits d'histoire de vie d'un cortège d'espèces ont pu être renseignés à partir des travaux menés dans le cadre du développement de l'Indice Réunion Macroinvertébrés (Olivier et al., 2012). Les modalités renseignées figurent en Annexe 5. Leur évolution en fonction des campagnes d'inventaire a été traitée.

La dynamique de recolonisation des macroinvertébrés a été abordée par le biais de différents modèles biologiques. Les variations des effectifs et des tailles des taxons appartenant à ces modèles ont ainsi été étudiées d'un point de vue temporel (différences entre campagnes d'inventaire) et spatial (différences longitudinales).

Les analyses morphométriques, menées sur les Simuliidae, *H. mokaensis* et *P. acuta*, ont été réalisées afin d'évaluer si les populations différaient selon les campagnes d'inventaire et selon la zonation longitudinale.

Ce point a été abordé en premier lieu sur les données morphologiques brutes (longueur et largeur), via une Analyse Factorielle Discriminante (AFD) afin de déterminer si les descripteurs morphologiques permettaient de discriminer les populations selon les campagnes d'inventaire. Cette analyse a été réalisée pour les Simuliidae et *P. acuta*.

En second lieu, les données morphologiques ont été traitées par classe. Les classes de taille ont été construites arbitrairement en classes d'amplitudes égales (voir effectifs par classe de tailles et campagnes en Annexe 6).

Une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) a été réalisée afin de vérifier graphiquement si les structures de taille des populations de Simuliidae, *H. mokaensis* et de *P. acuta* étaient distinctes, en fonction des campagnes d'inventaire.

Enfin, afin de comparer la distribution de fréquences de taille des taxons par campagne d'inventaire, des tests du χ^2 ont été réalisés également sur les classes de taille. Lorsque les effectifs des combinaisons « classe de taille du taxon considérée x campagne d'inventaire » étaient trop faibles (< 5), le test exact de Fisher a été utilisé, complété des deux tests non paramétriques de comparaison de variances, le test de Levene et le test de Fligner-Killeen (plus robuste).

Pour l'ensemble de ces analyses morphométriques, l'hypothèse suivante a été testée : « Il n'y a pas de différence significative de taille observée au sein des populations des taxons considérés, selon les campagnes d'inventaire ».

4.6 Résultats

4.6.1 Evolution de la composition des peuplements

➤ *Effectifs et richesses taxonomiques*

L'analyse des effectifs et richesses taxonomiques déterminés par station et par campagne d'inventaire révèle des différences significatives ($p < 0,001$) entre les campagnes d'inventaire. Après la crue morphogène survenue en Février 2017, la richesse taxonomique et l'abondance diminuent fortement (Figure 17).

Les effectifs totaux diminuent de 98 % entre la première et la seconde campagne, puis remontent progressivement, mais n'atteignent, un an après, qu'un tiers des effectifs observés lors de la campagne initiale (abondance médiane de 656 pour la campagne 4 contre 1 795 individus pour la campagne 1).

La richesse taxonomique, passant de 21 à 7, est trois fois moins élevée lors de la campagne 2, puis remonte progressivement jusqu'à la campagne 4, sans atteindre la valeur initiale de la première campagne.

L'ensemble des stations, toutes altitudes et bassins versants confondus, présente une trajectoire comparable en termes de richesse taxonomique et d'effectifs totaux, avec une forte diminution observée lors de la campagne 2 (10 jours après la crue). Malgré une recolonisation des taxons, neuf mois après la crue morphogène (campagne 4) les peuplements ne retrouvent pas les caractéristiques observées lors de la campagne 1. On notera que la station la plus apicale appartenant au bassin versant de la Rivière du Mât « Trou Blanc Aval » (860 m d'altitude) est celle qui présente les effectifs et richesse taxonomique les plus élevés lors de la campagne 4.

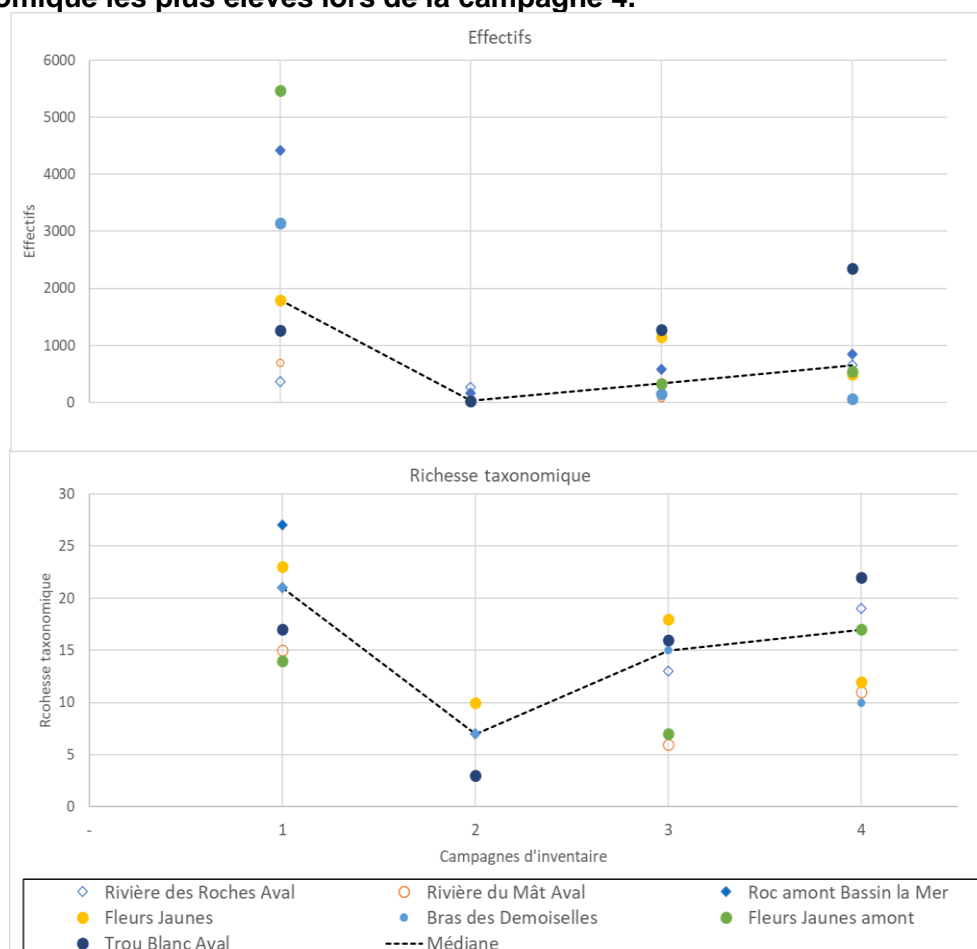


Figure 17 : Effectifs et richesses taxonomiques observés par campagne d'inventaire et par station.

Structure fonctionnelle des communautés benthiques

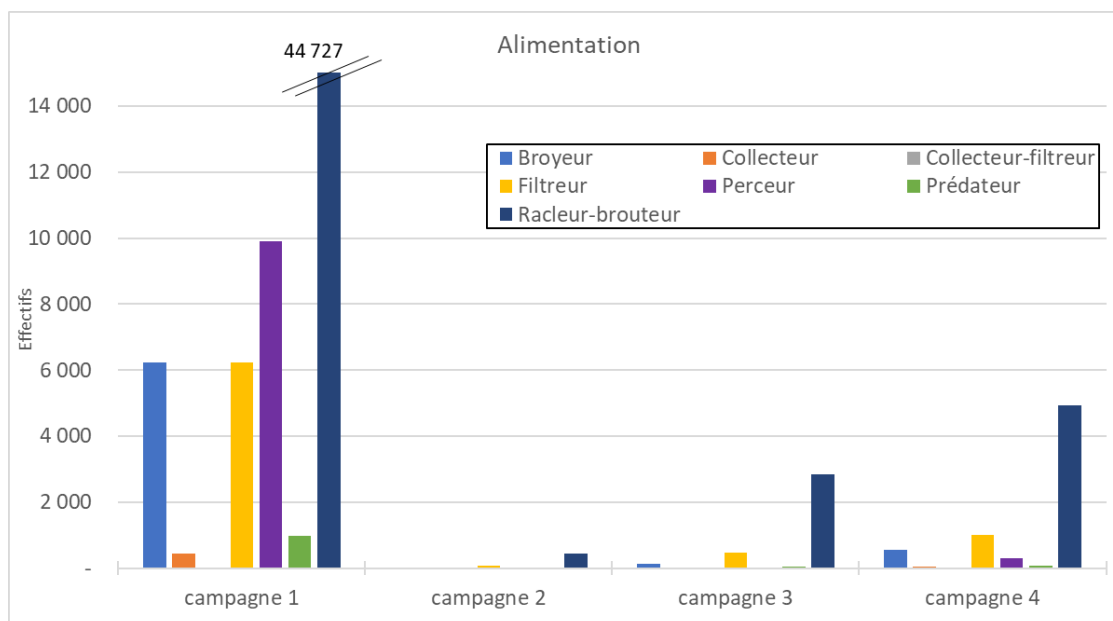


Figure 18 : Evolution des effectifs de macroinvertébrés benthiques au regard du trait d'histoire de vie « Alimentation ».

L'analyse de l'évolution des peuplements au regard de leurs traits d'histoire de vie révèle que seul le trait d'histoire de vie relatif à l'alimentation semble réagir à la crue.

On observe ainsi l'apparition précoce ou le maintien d'individus de type « racleur brouteur » et « filtreur » dès la campagne 2 (Figure 18). Cette dominance va perdurer jusqu'à la fin du suivi. Les racleurs brouteurs sont largement représentés par les Mollusques et les Orthocladinae, alors que les filtreurs sont représentés par les Insectes *H. mokaensis* et les Simuliidae.

Cette observation peut être mise en relation avec la dynamique de recolonisation du milieu par les ressources, le biofilm étant sans doute la première source de nourriture disponible pour les organismes pionniers.

La biologie (cycle de vie rapide) et l'évolution du milieu liée à la crue morphogène, déstabilisant les substrats et entraînant notamment le transport de matières allochtones (matières en suspension) peut expliquer la prépondérance des taxons filtreurs.

Des phénomènes de migration, notamment pour les Mollusques amphidromes, peuvent également expliquer cette recolonisation rapide des milieux, en zone aval.

De plus, les perceurs, représentant pourtant les seconds effectifs les plus élevés lors de la campagne 1, ne réapparaissent qu'à la campagne 4. Ce mécanisme, concernant majoritairement la famille des Hydroptilidae (Trichoptères), peut être mis en lien avec plusieurs phénomènes, notamment la dynamique de la ressource nutritive. En effet, les Hydroptilidae se nourrissent principalement d'algues filamenteuses, ressource qui a probablement été impactée par les crues morphogènes et qui recolonise également le milieu progressivement. Le cycle de vie de ces Insectes, pourrait également contribuer à ces fluctuations. En effet, les Hydroptilidae émergent lors de la saison chaude (de novembre à avril), saison pendant laquelle les campagnes d'inventaire 2 et 3 se sont tenues. Ce phénomène est également observé dans de plus faibles proportions pour les collecteurs.

On notera que les prédateurs sont faiblement représentés au sein des effectifs, mais en proportion globalement équivalente (1 % des effectifs) selon les campagnes d'inventaire. Cette observation peut être mise en lien avec la méthodologie d'inventaire qui n'optimise pas la capture de certains prédateurs vivant dans la colonne d'eau ou à la surface de l'eau (Odonates, Hémiptères, Coléoptères notamment). De plus, les prédateurs peuvent se retrouver dans d'autres modalités relatives au trait d'histoire de vie « Alimentation », comme les « broyeurs » ou encore les « perceurs ».

4.6.2 Dynamique de recolonisation de différents modèles biologiques

➤ Insectes à phase de vie larvaire aquatique et phase adulte aérienne

Ce groupe est appréhendé par le suivi des populations des Simuliidae, Orthoclaadiinae (Diptères), et du Trichoptère *H. mokaensis* (taxon indigène à La Réunion selon l'INPN).

○ Orthoclaadiinae

L'évolution des abondances relatives des Orthoclaadiinae en fonction des campagnes d'inventaire et selon la zonation longitudinale (Figure 19) révèle que ce taxon représente près de la moitié des effectifs de macroinvertébrés lors de la campagne pré-crue sur les portions intermédiaires (entre 165 et 860 m d'altitude), et près des deux tiers sur les portions aval (entre 4 et 20 m d'altitude).

Sur les zones de type intermédiaire, cette proportion reste constante dans le temps.

En revanche, on observe davantage de fluctuations sur les portions aval. En effet, lors de la campagne 2, la totalité des individus a disparu sur ces stations, puis les peuplements se reconstituent au fil du temps pour retrouver lors de la campagne 4 des proportions équivalentes à celles de la première campagne d'inventaire.

Les peuplements d'Orthoclaadiinae sont plus stables sur les portions intermédiaires comparativement aux portions aval. La dérive d'individus de l'amont vers l'aval et l'apparition de nouvelles générations issues de la reproduction aérienne permettent à ce taxon de recoloniser le milieu deux mois après la crue et de retrouver une structure de population similaire à l'année précédente.

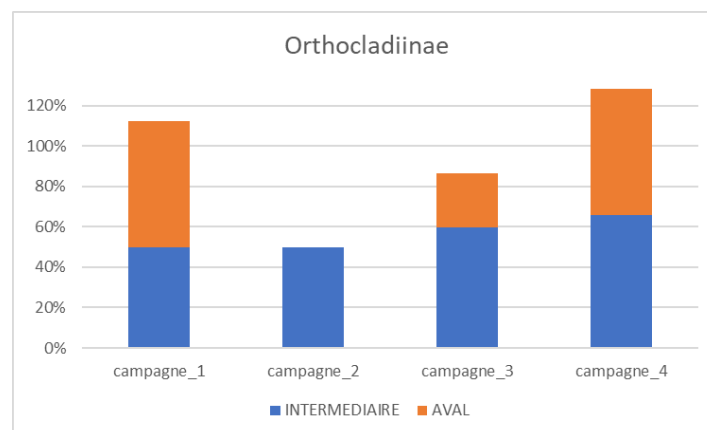


Figure 19 : Evolution des abondances relatives des Orthoclaadiinae selon les campagnes d'inventaire et la zonation longitudinale des stations. Stations Intermédiaires : « Roches amont Bassin la Mer », « Trou Blanc Aval », « Fleurs Jaunes », « Fleurs Jaunes Amont », « Bras des Demoiselles ». Stations Aval : « Rivière des Roches Aval » et « Rivière du Mât Aval ».

○ Simuliidae

Les analyses morphométriques réalisées sur les Simuliidae en fonction des campagnes d'inventaire révèlent quelques différences entre campagnes d'inventaire.

- L'analyse discriminante réalisée sur les longueurs brutes des Simuliidae par campagne d'inventaire, révèle une distribution inégale par campagnes d'inventaire, la campagne 4 étant la mieux représentée, à l'inverse de la campagne 2. Les moyennes des longueurs des individus sont globalement proches entre les campagnes 1, 3 et 4. La campagne 2 présente des individus aux longueurs plus élevées. Avec un coefficient discriminant proche de 1, les campagnes d'inventaire diffèrent peu entre elles au regard des longueurs brutes (Tableau 6).

Tableau 6 : Résultats de l'analyse discriminante réalisée sur les longueurs des Simuliidae, par campagne d'inventaire.

Campagnes d'inventaire	Distribution relative des campagnes	Moyennes des longueurs	Coefficients des fonctions discriminantes (LD1)
Campagne 1	0,21	3,64	0,97
Campagne 2	0,03	4,10	
Campagne 3	0,34	3,57	
Campagne 4	0,41	3,23	

- Les analyses par classe de taille (Figure 20) révèlent que la campagne 1 (octobre 2016) est représentée par des structures de tailles relativement équilibrées, avec une dominance d'individus de petite taille. Ces individus sont des juvéniles, et/ou des espèces de petite taille.

Lors de la seconde campagne d'inventaire, 10 jours après la crue morphogène, les Simuliidae ne sont plus représentés que par quelques individus de petite et moyenne tailles, correspondant à des premiers stades larvaires (juvéniles) et/ou à des espèces de petite taille. Les mois suivants, les classes de taille observées lors des campagnes 3 et 4 témoignent d'une dynamique rapide de dispersion et de recolonisation des populations de Simuliidae. Les populations sont ainsi marquées par la coexistence de nombreux stades, larvaires et nymphaux, et/ou de plusieurs espèces de différentes tailles.

- Les tests de corrélation réalisés sur ces classes de taille révèlent une différence significative entre campagnes ($p=0,01$). Cependant, ces résultats sont à prendre avec précaution du fait que les classes de tailles sont arbitraires.

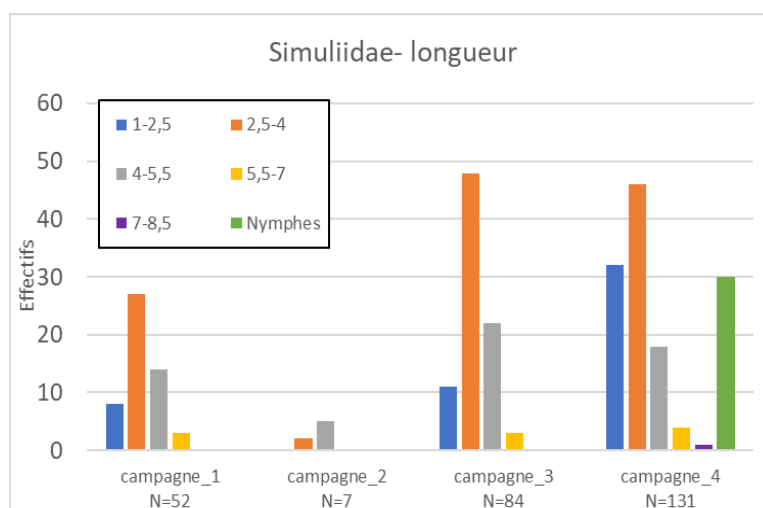


Figure 20 : Histogramme des classes de tailles (longueur, en mm) chez les Simuliidae pour les quatre campagnes d'inventaire.

D'un point de vue longitudinal, l'évolution des structures de taille des Simuliidae, par campagne d'inventaire et par bassin versant au sein des stations les plus apicales et les plus aval (Figure 21) révèle peu de différences de dynamique de croissance des populations entre les zones amont et aval.

Cette observation peut être liée au fait que ce taxon regroupe plusieurs espèces, au cycle de vie contrasté, exploitant probablement le milieu de manière décalée dans le temps.

Néanmoins, on notera que les zones amont sont recolonisées plus rapidement que les zones aval, et que les zones aval présentent des générations de juvéniles ou des populations d'espèces de petite taille plus soutenues que celles des zones « intermédiaires » à partir de la campagne 4.

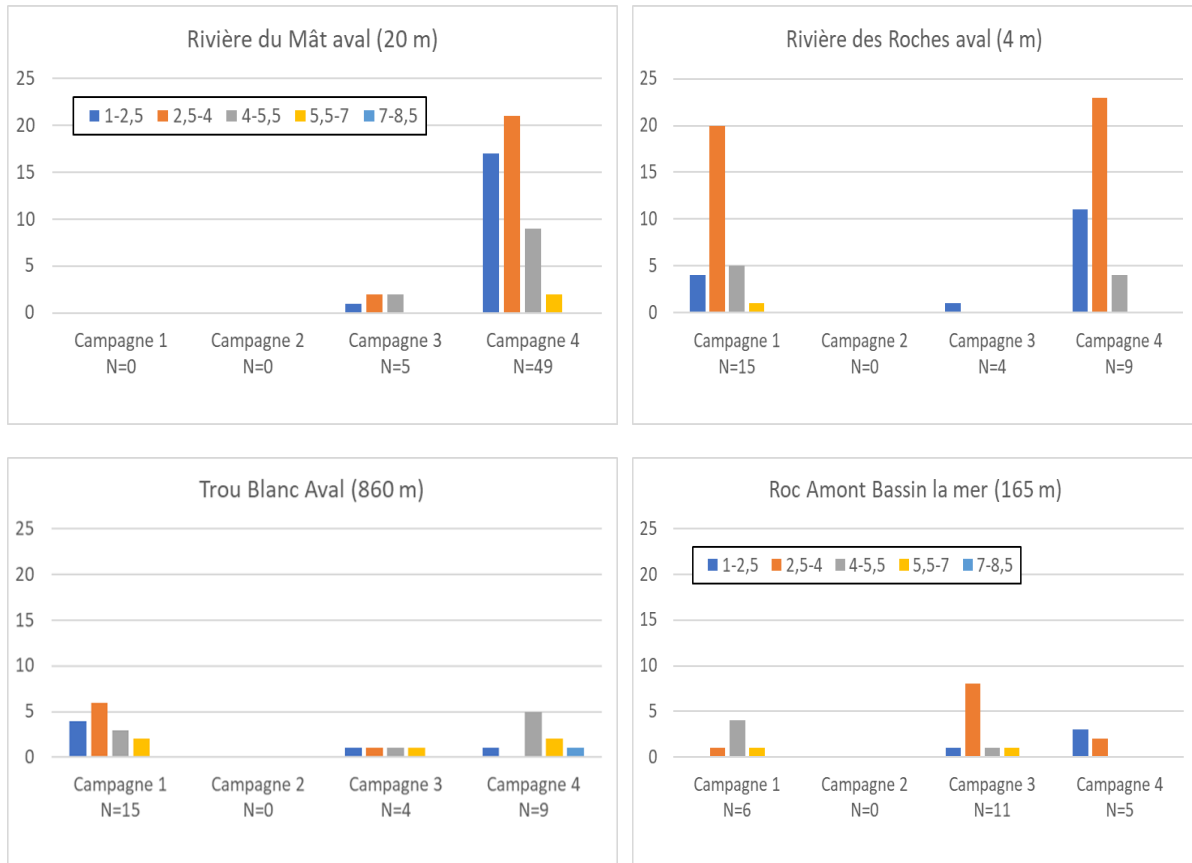


Figure 21 : Evolution des effectifs par classe de taille (mm) des Simuliidae en fonction de la zonation longitudinale et des campagnes d'inventaire, à gauche : stations du bassin versant de la Rivière du Mât, à droite : stations du bassin versant de la Rivière des Roches.

○ *Hydropsyche mokaensis*

Les analyses morphométriques réalisées sur les larves de *H. mokaensis* en fonction des campagnes d'inventaire révèlent des différences entre campagnes d'inventaire.

- Les analyses par classe de taille, concernant la longueur totale et la largeur du 7^{ème} segment abdominal (Figure 22), révèlent des différences entre campagnes d'inventaire. La campagne 1 présente la position la plus centrale, avec des classes diversifiées, proche de la campagne 3. La campagne 2 est celle qui semble la plus distincte des autres.

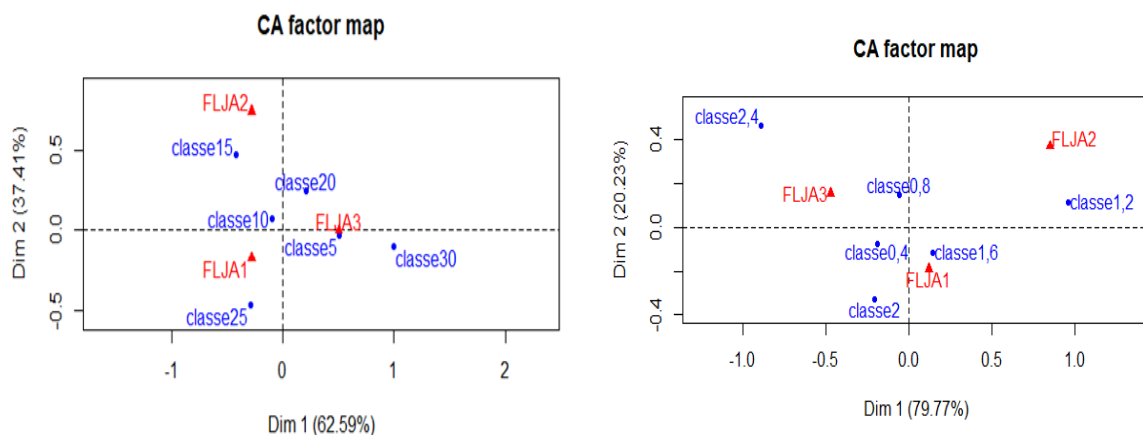


Figure 22 : Projection des AFC réalisées entre les campagnes d'inventaire ; A gauche les classes de longueur totale ; A droite : les classes de largeurs du 7^{ème} segment abdominal, de *H. mokaensis* en mm. Les noms des classes de tailles affichées correspondent à la limite inférieure des classes de taille de *H. mokaensis*.

- Les tests de corrélations révèlent des différences de structure de taille (longueur totale et largeur du 7^{ème} sement abdominal) entre campagnes d'inventaires ($p=0,05$ pour les longueurs et $p=0,007$ pour les largeurs). Ces différences concernent la campagne 1 (avant la crue) et la campagne 3 (plus de deux mois après la crue).

L'évolution des classes de longueur (Figure 23) révèle que la campagne 1 (octobre 2016) est représentée par des structures de tailles relativement équilibrées. Le peuplement est co-dominé par des individus de petite et grande taille.

Lors de la seconde campagne d'inventaire, 10 jours après la crue morphogène, les Insectes ne sont plus représentés que par quelques individus de petite et moyenne tailles.

Une dynamique de croissance se poursuit durant les deux mois suivants. La présence de juvéniles en avril (campagne 3) indique le développement d'une nouvelle génération, et de processus de dispersion et de recolonisation.

A partir d'octobre 2017 (campagne 4), la dynamique de croissance des populations d'*H.mokaensis*, apparait rapide, marquée par la coexistence de nombreux stades larvaires.

Cependant, au vu du faible nombre de campagnes étudiées pour ce taxon (trois campagnes), ces observations sont à considérer avec précaution.

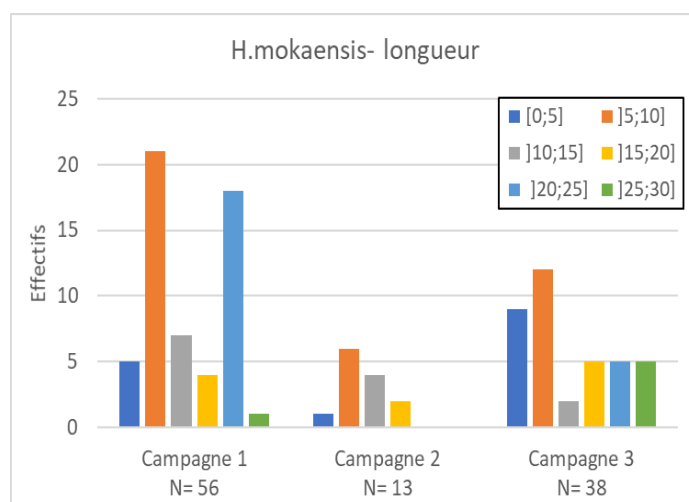


Figure 23 : Histogrammes des classes de tailles (longueur, en mm) chez *H. mokaensis* pour les quatre campagnes d'inventaire.

D'un point de vue longitudinal, ce taxon a été en très grande majorité (98 % des effectifs) inventorié sur des stations de type « Intermédiaire ».

➤ **Organismes dulçaquicoles stricts**

Ce groupe est appréhendé par le suivi des populations du Mollusque *Physella acuta* (taxon introduit à La Réunion selon l'INPN).

Les analyses morphométriques réalisées sur *Physella acuta* en fonction des campagnes d'inventaire révèlent des différences entre campagnes d'inventaire.

- L'analyse discriminante réalisée sur les longueurs et largeurs brutes de ce Mollusque par campagne d'inventaire, révèle une distribution inégale par campagnes d'inventaire, la campagne 1 étant la mieux représentée, à l'inverse de la campagne 2. Les moyennes des longueurs et largeurs des individus sont globalement proches entre les campagnes 1, 2 et 4. La campagne 3 présente des individus aux longueurs et largeurs plus élevées. Avec un coefficient discriminant supérieur à 3 (valeur absolue), les campagnes d'inventaire diffèrent entre elles particulièrement au regard des largeurs brutes (Tableau 7).

Tableau 7 : Résultats de l'analyse discriminante réalisée sur les longueurs et largeurs de *P. acuta*, par campagne d'inventaire

Campagnes d'inventaire	Distribution relative des campagnes	Moyennes des longueurs	Moyenne des largeurs
Campagne 1	0,38	3,53	2,03
Campagne 2	0,09	3,65	2,19
Campagne 3	0,34	4,21	2,51
Campagne 4	0,20	3,37	2,03

Coefficients des fonctions discriminantes		
Longueur	-1,47	2,63
Largeur	3,45	-3,84

- Les analyses par classe de taille révèlent que la campagne 1 (octobre 2016) est représentée par des structures de tailles relativement équilibrées, co-dominées par des individus juvéniles (classes de petites tailles) et des individus de taille intermédiaire (Figure 24).

Lors de la seconde campagne d'inventaire, 10 jours après la crue morphogène, les populations de *P. acuta* ne sont représentées que par quelques individus, appartenant à des structures de taille comparables à celles de la première campagne, exceptée une proportion d'individus de grande taille trois fois plus élevée comparativement aux autres campagnes (6 % lors de la campagne 2 contre 2 % en moyenne pour les autres campagnes). Cette observation pourrait s'expliquer par le fait que les plus grands individus seraient plus aptes à résister aux forces d'arrachement que les petits individus.

Une dynamique de croissance se poursuit durant les mois suivants. La présence de juvéniles en avril (campagne 3) et en octobre (campagne 4) indique le développement de nouvelles générations issues des reproductions précédentes, et de processus de dispersion et de recolonisation.

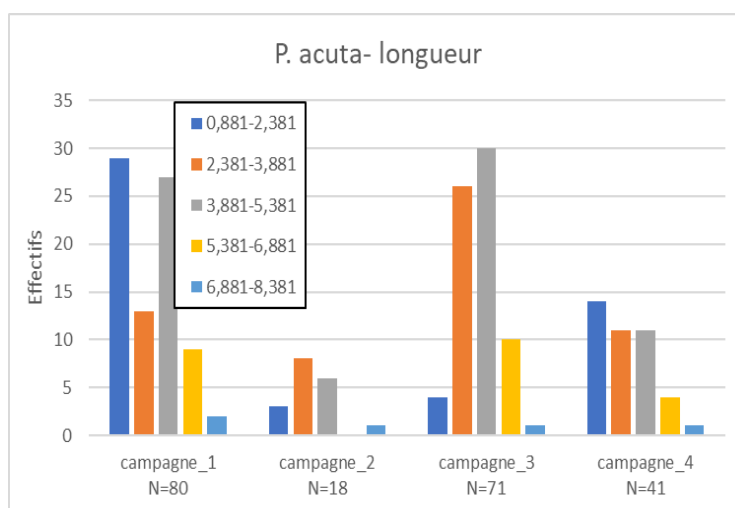


Figure 24 : Histogrammes des classes de tailles (en mm) chez *P. acuta* pour les quatre campagnes d'inventaire.

A noter que l'évolution saisonnière de la température peut avoir un éventuel effet confondant sur la taille des Mollusques.

- Les tests de corrélations réalisées sur ces classes de taille révèlent des différences de structure de taille entre campagnes d'inventaires pour les populations de *P. acuta* ($p < 0,001$). Ces différences concernent principalement la campagne 3 (plus de deux mois après la crue). Les individus inventoriés lors de la troisième campagne sont non seulement plus grands mais aussi plus larges que ceux des autres campagnes (présence d'individus plus âgés). Les structures de taille observées pour les campagnes 1 et 4 peuvent être considérées comme similaires.

La figure ci-dessous révèle que les campagnes d'étiage (1 et 4) sont associées à des individus juvéniles, de petite taille (largeur et longueur), alors que les campagnes 2 et 3 (post-crue) comportent des proportions plus élevées d'individus de grande taille, donc plus âgés (Figure 25).

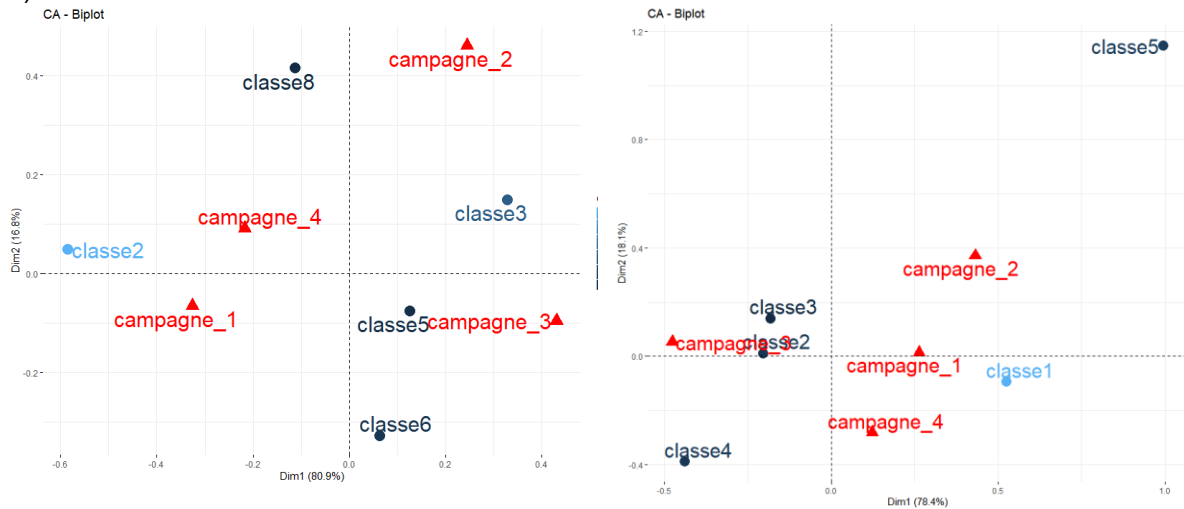


Figure 25 : Projection des AFC réalisée entre les campagnes d'inventaire ; A gauche les classes de longueur totale ; A droite : les classes de largeurs de *P. acuta* en mm. Les noms des classes de tailles affichées correspondent à la valeur médiane des tailles concernées de *P. acuta*.

D'in point de vue longitudinal, ce taxon a été inventorié quasiment exclusivement (99,5% des effectifs) sur des stations de type « Intermédiaire »

➤ Mollusques amphidromes dulçaquicoles

Ce groupe est appréhendé par le suivi des populations des Mollusques *Neritilia consimilis* et *Neritina gagates* (taxons indigènes à La Réunion selon l'INPN).

Les Mollusques *N. gagates* et *N. consimilis* sont uniquement présents sur la station la plus aval de la Rivière des Roches tout le long du suivi.

Les effectifs les plus élevés (Figure 26) sont observés lors de la campagne 2 (10 jours après la crue). Ces observations peuvent être attribuables à l'arrivée par l'océan de nouvelles générations de juvéniles. Ces phénomènes de recrutement de masse saisonniers peuvent être liés à l'augmentation des débits engendrés par la crue morphogène (Abdou, 2016).

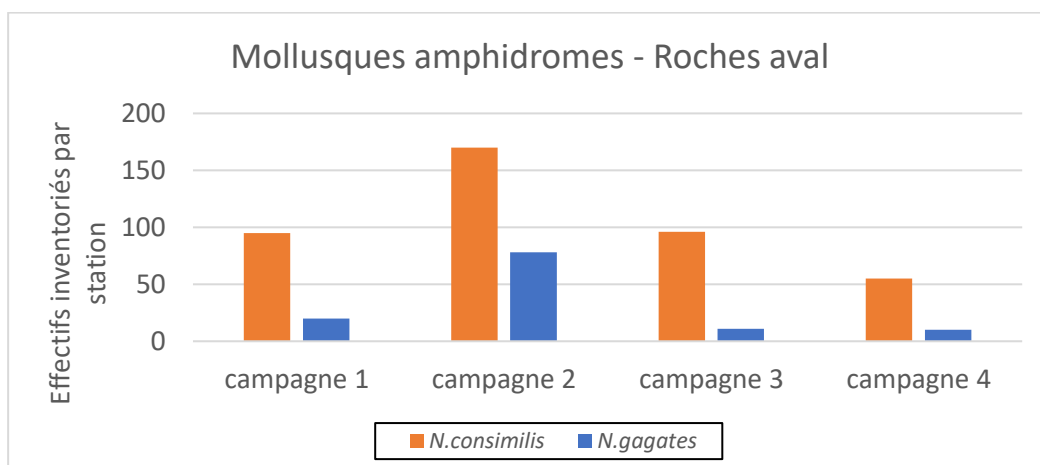


Figure 26 : Evolution des effectifs des Mollusques amphidromes *N. consimilis* et *N. gagates*, au sein de la station Rivière des Roches Aval.

4.7 Conclusions

Au vu de l'ensemble de ces éléments, l'impact de la crue et les mécanismes de recolonisation qui s'en suivent peuvent être caractérisés.

Les crues morphogènes ont un impact significatif sur les peuplements de macroinvertébrés benthiques, en termes de richesse taxonomique, abondances et de structure des populations. **La forte diminution des abondances et richesses taxonomiques**, voire la disparition de certains taxons sur l'ensemble des stations suivies, **témoigne d'un remaniement complet des peuplements, dont l'effet est perceptible même neuf mois après une crue morphogène.**

Les zones intermédiaires présentent une résilience plus élevée que les portions aval face à une crue. Subissant des débits de crue moins élevés qu'en aval, les zones amont permettent le maintien de certains individus, assurant une recolonisation plus rapide que les zones aval.

Cette dynamique peut être à l'origine de la recolonisation du milieu sur tout le gradient longitudinal, profitant ainsi aux portions aval dans un second temps. Ces éléments peuvent être mis en relation avec la recolonisation supposée des habitats par le périphyton (Tonkin & al, 2014).

La recolonisation, à l'origine de nouveau taxa dans le milieu, débute par l'apparition d'espèces pionnières de type « racleur brouteur » et « filtreur » dès 10 jours après une crue morphogène.

Ces processus de recolonisation des habitats ont plusieurs origines, et sont plus ou moins rapides, en lien avec l'écologie et la biologie des taxons.

Pour les Insectes à phase larvaire aquatique et phase adulte aérienne, la recolonisation est rendue possible grâce à des sources externes, permettant l'arrivée de pionniers juvéniles (Morel et al., 2016). Ainsi, par des phénomènes de dérive et/ou dispersion aérienne, ces organismes peuvent, selon la durée de leur cycle de vie, recoloniser le milieu en une durée inférieure à 10 jours (Simuliidae, Orthoclaadiinae) à plusieurs mois (Trichoptères *H. mokaensis* et Hydroptilidae).

Pour les organismes dulçaquicoles stricts, cette recolonisation est attribuable à la résilience de quelques individus (géniteurs), ayant trouvé des refuges internes (zone hyporhéique, connectivité latérale) (Yount & Niemi, 1990). La recolonisation du milieu par ce type d'organismes est donc relativement longue, les populations de *P. acuta* affichant une structure équivalente, dominée par les juvéniles, au bout de neuf mois.

Pour les organismes amphidromes, on observe, à l'inverse des autres groupes de taxons, une augmentation des effectifs lors des 10 jours succédant la crue morphogène. Cette recolonisation est liée à l'arrivée de juvéniles par l'océan qui semblent répondre favorablement à l'augmentation des débits en rivière.

Ces éléments indiquent que la structure des peuplements de macroinvertébrés est impactée sur du long terme (plusieurs mois) par une crue morphogène. Les zones les plus amont offrent un refuge à certains taxons, leur permettant de recoloniser l'ensemble du réseau hydrographique selon différents processus.

Cependant, ces observations nécessiteraient d'être complétées par des inventaires supplémentaires afin d'être en mesure de déconvoluer l'effet saisonnier de l'effet crue morphogène. Pour ce faire, il serait nécessaire de réaliser ces inventaires sur les mêmes stations, aux mêmes périodes d'étude (4 campagnes) lors d'une année hydrologique de faible intensité.

Une meilleure connaissance de la biologie des espèces permettra de mieux comprendre la dynamique des populations de macroinvertébrés, et de mettre en évidence des dysfonctionnements du milieu en lien avec les activités anthropiques (fragmentation des milieux aquatiques et aériens, obstacles à la continuité écologique, augmentation des assecs et des intermittences).

Enfin, le suivi de stations apicales (à partir de 1 000 m d'altitude) permettra de mieux quantifier le rôle des zones amont en tant que réservoir biologique.

5 Identification des zones à enjeux élevés

Les secteurs apicaux du réseau hydrographique de l'île représentent des enjeux élevés en termes de biodiversité et de gestion patrimoniale au vu de l'analyse des données historiques. En effet, certains secteurs se sont révélés particulièrement riches en taxons rares, comme le secteur de la Rivière des Marsouins, à Bébour.

Ces observations peuvent être expliquées par le fait que les zones amont abritent une grande diversité d'habitats, ce qui est favorable à une forte richesse taxonomique. Cela a notamment déjà été observé sur les stations du RCS (Métro, 2020). Par ailleurs, des caractéristiques relatives au micro-habitat expliquent, en partie, la présence de certains taxons patrimoniaux dans ces zones. Par exemple, de faibles hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement ont été observées comme structurantes et favorables à la présence de l'Odonate *Coenagriocnemis reuniense* (INRAE, OCEA & FDPPMA, en cours).

De plus, les stations amont sont essentielles dans la recolonisation des hydrosystèmes suite à des événements hydrologiques morphogènes. Ils sont en effet soumis à une intensité et une durée des crues moindres comparativement aux systèmes aval. Cette stabilité relative des milieux permet d'offrir aux macroinvertébrés davantage d'abris et une recolonisation du périphyton plus rapide, à la base des réseaux trophiques.

Ces zones amont sont également soumises à un faible gradient de pressions, favorisant la présence de taxons polluo-sensibles, tels que les Trichoptères.

Cependant, les stations suivies classiquement dans le cadre du RCS, réseau le plus étendu de l'île, ne permettent pas de refléter la richesse de ces milieux qui y sont faiblement représentés. La diversité des habitats n'est à l'heure actuelle que peu décrite.

L'altitude, l'hydrologie et la diversité des habitats sont donc des facteurs déterminants pour la composition des peuplements de macroinvertébrés, notamment pour la richesse taxonomique. Les petits systèmes apicaux doivent donc être ciblés pour des objectifs de suivi de la biodiversité.

La carte suivante (Figure 27) représente le réseau hydrographique de La Réunion, en distinguant les cours d'eau pérennes et les cours d'eau intermittents. La limite altitudinale des 1 000 m croise une majorité de cours d'eau intermittents.

Lorsqu'on compare le linéaire de cours d'eau à une altitude de plus de 1 000 m (Tableau 8), celui-ci représente 30 % du réseau hydrographique total de La Réunion, soit 8 % des 13 cours d'eau pérennes et 23 % des autres cours d'eau (intermittents ou non).

Tableau 8 : Linéaire en km et en % du réseau hydrographique présentant une altitude supérieure à 1 000 m à La Réunion.

Altitude > 1 000 m	Linéaire (km)	Pourcentage du linéaire total du réseau hydrographique
Linéaire 13 rivières pérennes	312,43	8 %
Linéaire hors 13 rivières pérennes	944,39	23 %
Linéaire (km) total	1 256,82	30 %

A l'heure actuelle, au vu de l'ensemble des suivis historiques qui ont été réalisés sur les macroinvertébrés benthiques, 16 stations (12 % des stations au total) ont permis de décrire ces 30 % de linéaire de cours d'eau apicaux.

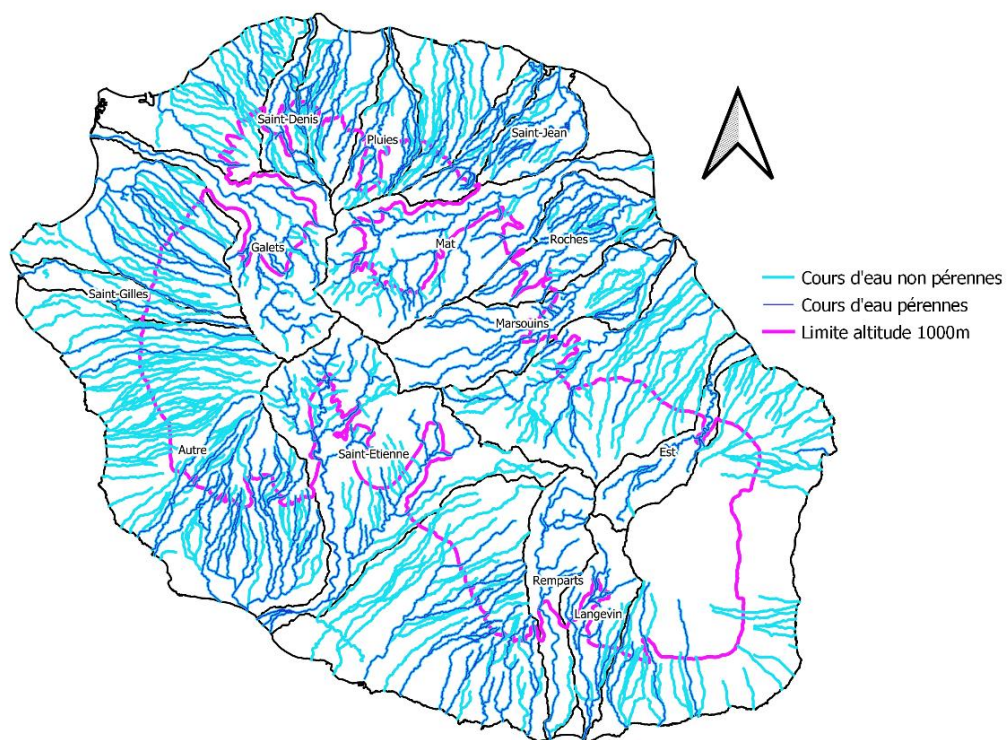


Figure 27 : Cartographie des zones d'intérêt pour l'étude de la biodiversité des communautés aquatiques. Données du réseau hydrographique issues de la BD Carthage. Cours d'eau pérennes : 13 cours d'eau pérennes de l'île. Cours d'eau non pérennes : tous les autres cours d'eau, intermittents ou non.

Afin de disposer d'une couverture représentative du réseau hydrographique de La Réunion, ce réseau doit donc être complété par des points situés dans ces zones apicales (proches ou plus de 1 000 m d'altitude).

Le réseau hydrographique en amont de cette limite altitudinale représente donc une priorité d'action pour l'étude et le maintien de la biodiversité aquatique.

Ce premier niveau de ciblage a été affiné, avec des données précises sur l'hydrologie et les habitats rencontrés dans ces secteurs.

6 Suites et perspectives du projet

Ces analyses restent encore à parfaire et des pistes restent encore à exploiter. Comme évoqué plus haut, les axes d'étude relatifs à l'hydrologie et aux habitats doivent être approfondis.

Ainsi, des travaux de prise en compte de paramètres tels que le rang de Strahler, la superficie du bassin versant en amont de la station, les débits, les largeurs mouillées et de plein bord, etc., sont en cours de réalisation.

Des analyses plus poussées sur les liens entre descripteurs environnementaux et peuplements de macroinvertébrés sont en cours, tout comme la prise en compte des descripteurs du micro-habitat.

Enfin, il apparaît pertinent de préciser et actualiser les degrés de pressions auxquels sont soumis les milieux, tels que l'occupation du sol, les prélèvements d'eau ou encore la continuité écologique (Olivier, 2014).

Un calendrier prévisionnel des différentes phases restantes du projet est présenté en Tableau 9.

Tableau 9 : Calendrier prévisionnel des phases restantes du projet INVERDO.

Phasage du projet	Jan-2022	Fév-Avril-2022	Juin-2022	Sept-2022	Déc-2022
Phase 1					
Retours des partenaires (membres du COPIL) au rapport final de la phase 1					
Version finalisée du rapport final de la phase 1					
Phase 2					
Campagne de terrain des inventaires aériens					
Réunion post-campagne de terrain					
Analyses taxonomiques					
Bancarisation et analyses des données					
Rendu rapport final de la phase 2					
Réunion de restitution finale					

Le rapport final intégrera les éléments suivants :

- La méthodologie de sélection des échantillons historiques et les résultats des analyses taxonomiques des collections disponibles,
- L'ensemble des éléments de la Phase 2 : stratégie d'inventaire mise en œuvre, et résultats,
- Les conclusions globales du projet.

7 Références bibliographiques

- ABDOU, A. (2016). Amphidromie et phylogéographie des Neritidae (Mollusca : Gastropoda) des rivières Indo-Pacifiques. Ecole doctorale de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes. Centre de Recherches Insulaires et Observatoire de l'Environnement.
- AFNOR. (1992). *NF T 90-350 - Décembre 1992 : Qualité de l'eau-Détermination de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN)*.
- AFNOR. (2004). *NF T90-350 (2004-03-01). Qualité de l'eau – Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN)*.
- AFNOR. (2020). *NF T 90-388 (Décembre 2020). Qualité de l'eau - Analyse d'échantillons contenant des macro-invertébrés de cours d'eau, canaux et plans d'eau*.
- Barré, N., Isautier, H., Frandsen, F., & Mandahl-Barth, G. (1982). Inventaire des mollusques d'eau douce de La Réunion. Conséquences sanitaires. *Revue d'élevage et de Médecine Veterinaire Des Pays Tropicaux*, 35(1), 35–41.
- Beauger, A. (2012). *Bio-évaluation de la qualité de l'eau: établissement d'un protocole d'échantillonnage simplifié, basé sur la collecte des macroinvertébrés benthiques sur les seuils des rivières à charge de fond graveleuse*.
- Belkhodja, H., & Romdhane, M. (2012). Etude morphométrique du mollusque gastéropodes *Patella caerulea* Linnaeus, 1758 des côtes nord de la Tunisie. *Bulletin de l'Institut National Des Sciences et Technologies de La Mer de Salammbô*, 39, 15–23.
- ECO-MED, & Consult', O. (2020). *Inventaire préalable aux travaux de rénovation de la prise d'eau des Orgues, Rivière de l'Est Diagnostic écologique et préconisations*. 974.
- ECOGEA. (2008). *Analyse des peuplements de macro-invertébrés benthiques sur les stations à Moules perlières (Margaritifera margaritifera) du Cousin*.
- Faessel, B., & Monnier, A. (1985). Les trichoptères - Données biologiques, éthologiques et écologiques. Clés de détermination larvaire des familles et des principaux genres en France. *Bulletin Français de La Pêche et de La Pisciculture*, 299, 1–41. <https://doi.org/10.1051/kmae:1985001>
- Faivre, L., Grondin, H., Borie, G., & Raphaël, L. (2017). *Projet enjeUx et méthodes de reStauratIon de la continuité écologique des Hauts de la Réunion- Usages et Patrimoine – PUSH UP Rapport de bilan de campagne N° 1 Action 1. Etude des enjeux écologiques relatifs aux zones amont Rédaction : Laëtitia Faivre H.* 1–62.
- Faivre, L., Lagarde, R., & Valade, P. (2016). *Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Réunion Macroinvertébrés (IRM)*.
- Floury, M. (2013). *Analyse des tendances d'évolution de peuplements de macroinvertébrés benthiques dans un contexte de réchauffement des eaux Mathieu Floury To cite this version : Université Blaise Pascal*.
- Forcellini, M., Mathieu, C., & Mérigoux, S. (2012). *Atlas des Macroinvertébrés des eaux douces de l'île de la Réunion*.
- Frissell, C. A., Liss, W. J., Warren, C. E., & Hurley, M. D. (1986). A Hierarchical Framework Stream Habitat Classification: Viewing Streams in a Watershed Context. *Environmental Management*, 10(2), 199–214.
- Gargominy, O., Tercerie, S., Régnier, C., Ramage, T., Schoelinck, C., Dupont, P., Vandel, E., Daszkiewicz, P., & Poncet, L. (2015). *TAXREF v9.0, référentiel taxonomique pour la France : méthodologie, mise en œuvre et diffusion. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris. Rapport Patrinat 2017-116*. <https://doi.org/Rapport SPN 2014 - 42>
- Gauthier, M., Douady, C., Lefebure, T., & Datry, T. (2019). *Biodiversité des têtes de bassins versants Dynamique et vulnérabilité en contexte de fragmentation*.
- Grall, J., & Coic, N. (2006). Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier Préliminaire. *Transformation*, 2005, 90. <file:///Users/DURU/Documents/Mendeley Desktop/Unknown - 2006 - Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier Préliminaire.pdf>
- Li, L., Binghui, Z., & Lusan, L. (2010). Biomonitoring and Bioindicators Used for River Ecosystems: Definitions, Approaches and Trends. In *Procedia environmental sciences* 2 (Vol. 17, Issue 3, pp. 1510–1524).

- 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>
- Métro, E. (2020). Caractérisation des peuplements de macroinvertébrés benthiques des cours d'eau de La Réunion. Rapport de stage de Master 2 Recherche. In *Recherche*.
- Meyer, A., Mary, N., Houvriez, L., Gomez, L., & Usseglio-Polatera, P. (2020). *Développement d'un indice biologique pour les cours d'eau de Mayotte, fondé sur la macrofaune benthique*.
- Meyer, J. L., Strayer, D. L., Wallace, J. B., Eggert, S. L., Helfman, G. S., & Leonard, N. E. (2007). The contribution of headwater streams to biodiversity in river networks. *Journal of the American Water Resources Association*, 43(1), 86–103. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2007.00008.x>
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'ENVIRONNEMENT DE LA FAUNE ET DES PARCS (MDDEFP). (2012). *Indice d'intégrité biotique basé sur les macroinvertébrés benthiques et son application en milieu agricole- Cours d'eau profonds à substrat grossier*.
- Mondy, C. P., Villeneuve, B., Archaimbault, V., & Usseglio-Polatera, P. (2012). A new macroinvertebrate-based multimetric index (I 2M 2) to evaluate ecological quality of French wadeable streams fulfilling the WFD demands: A taxonomical and trait approach. *Ecological Indicators*, 18, 452–467. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.12.013>
- Morel, A., Dumont, B., Pujol, A., Bêche, L., Morel, A., Dumont, B., Pujol, A., & Dynamique, L. B. (2016). *Dynamique de recolonisation des macro-invertébrés benthiques suite au décolmatage par une crue en Durance régulée To cite this version: HAL Id: hal-01253621*.
- Moubayed-Breil, J., & Mary, N. (2019). Eukiefferiella coconina sp. n., an afro-tropical element occurring in eurythermal lotic habitats of Mayotte Island, France [Diptera, Chironomidae, Orthocladiinae]. *Ephemera*, 20(February 2020), 3–17.
- Mulnet, D. (1995). *Cycle de vie et dynamique d'une population de Leucorrhinia dubia en Haute Auvergne*.
- OCEA. (2021). *SUIVI ECOLOGIQUE DE LA RIVIERE DES GALETS DANS LE CADRE DE L'ENTRETIEN DE LA PISTE 4X4 RELIANT LA POSSESSION A DEUX BRAS - Rapport de suivi de la campagne de novembre 2020*.
- OCEA, INRAE, 974, F., & OFB. (2020). *Projet "TAC- Réunion": Fonctionnement des populations de Truite Arc-en-Ciel et impact sur les écosystèmes de l'île de La Réunion. Volet: Etude des écosystèmes récepteurs et des communautés aquatiques indigènes. Rapport final*. 1–164.
- Olivier, J.-M., Mérigoux, S., Forcellini, M., Grondin, H., Mathieu, C., Péru, N., Richarson, M., Sagnes, P., Usseglio-Polatera, P., & 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*.
- Olivier, J. M. (CNRS). (2014). *ONEMA Paris 20-21 mars 2014 Bioindication cours d'eau L'indice Réunion Macroinvertébrés (IRM)*.
- Pielou, E. C. (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13, 131–144. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(66\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0022-5193(66)90013-0)
- Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb00917.x>
- Southwood, T. R. E. (1977). Habitat, the templet for ecological strategies? *Journal of Animal Ecology*, 46, 336–365.
- Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., & Usseglio-Polatera, P. (2010). *Invertébrés d'eau douce: systématique, biologie, écologie*.
- Townsend, C. R. (1989). The patch dynamics concept of stream community ecology. *Journal of The North American Benthological Society*, 8, 36–50.
- Townsend, C. R., & Hildrew, A. G. (1994). Species traits in relation to a habitat templet for

riversystems. *Freshwater Biology*, 31, 265–275.

Usseglio-Polatera, P., & Beisel, J.-N. (2002). Système Expert d'analyse et d'aide à l'interprétation de données recueillies avec le protocole IBGN. In *Livret-Guide version 1.0, Etude Inter-Bassin*.

Table des Annexes

Annexe 1 : Tableau des taxons de macroinvertébrés benthiques, de leur statut biogéographique, de leur répartition à l'échelle des cours d'eau de l'île de La Réunion ainsi que de leur classe de rareté.....	48
Annexe 2 : Règles appliquées pour le calcul de la richesse taxonomique.....	50
Annexe 3 : Tableau des correspondances entre les abréviations et les noms complets des stations.....	54
Annexe 4 : Boîtes à moustache de l'abondance par inventaire de l'Odonate <i>Coenagriocnemis reuniense</i> par classe d'altitude (A : 0- 100 ; B : 100-200 ; C : 200-300 ; D : 300-400 ; E : 400-500 ; F : 500-600 ; G : 600-700 ; H : 700-800 ; I : 800-900 ; J : 900-1 000 ; K : 1 000-1 100 ; L : 1 100-1 200 ; M : 1 200-1 300 ; N : 1 300-1 400 ; O : 1 400-1 500 ; P : 1 500-1 600).	57
Annexe 5 : Modalités prises par les traits d'histoire de vie pour les macroinvertébrés des cours d'eau de La Réunion (d'après Olivier et al., 2012, complété par Métro, 2020).	58
Annexe 6 : Effectifs pas classes de tailles et par campagnes d'inventaires pour les taxons ayant fait l'objet d'analyses morphométriques.....	59
Annexe 7 : Listes des échantillons sélectionnés pour des approfondissements taxonomiques (à la suite des analyses typologique et de rareté).	60

8 Annexes

Annexe 1 : Tableau des taxons de macroinvertébrés benthiques, de leur statut biogéographique, de leur répartition à l'échelle des cours d'eau de l'île de La Réunion ainsi que de leur classe de rareté.

Nom du taxon	Statut biogéographique du taxon	Répartition à l'échelle de l'île	Classe de rareté du taxon
Acoela	Inconnu	Localisée	Peu commun
<i>Afrogyrus rodriguezensis</i>	Indigène	Large	Commun
<i>Anax imperator mauricianus</i>	Indigène	Localisée	Peu commun
<i>Anopheles coustani</i>	Indigène	Localisée	Assez rare
<i>Atrichopogon sp.1</i>	Inconnu	Localisée	Peu commun
<i>Atrichopogon sp.2</i>	Inconnu	Localisée	Assez rare
<i>Atrichopogon sp.3</i>	Inconnu	Localisée	Peu commun
<i>Barbronia weberi</i>	Introduit	Large	Commun
<i>Bidessus sp.</i>	Inconnu	Localisée	Rare
<i>Chimarra bettinae</i>	Indigène	Localisée	Peu commun
Chironomini	Inconnu	Large	Commun
Clinocerinae	Inconnu	Localisée	Peu commun
<i>Clithon longispina</i>	Indigène	Localisée	Assez rare
<i>Cloeon</i>	Inconnu	Localisée	Très rare
<i>Clogmia albipunctata</i>	Indigène	Localisée	Très rare
<i>Coelostoma sp.</i>	Inconnu	Localisée	Rare
<i>Coenagriocnemis reuniense</i>	Endémique	Large	Assez commun
Corixidae	Inconnu	Localisée	Assez rare
<i>Crocothemis spp.</i>	Inconnu	Localisée	Rare
<i>Culex</i>	Inconnu	Localisée	Rare
<i>Dasyhelea sp.</i>	Inconnu	Large	Très commun
<i>Dineutus aereus</i>	Indigène	Localisée	Peu commun
<i>Dineutus sp.</i>	Inconnu	Large	Assez commun
Dolichopodidae	Inconnu	Large	Assez commun
Dryopidae	Inconnu	Localisée	Assez rare
<i>Dugesia sp.</i>	Inconnu	Large	Commun
Dugesiididae sp.1	Inconnu	Localisée	Peu commun
Dytiscinae	Inconnu	Localisée	Rare
<i>Enochrus sp.</i>	Inconnu	Localisée	Rare
<i>Eoophyla sp.</i>	Inconnu	Large	Assez commun
Ephydridae sp.1	Inconnu	Localisée	Peu commun
Ephydridae sp.2	Inconnu	Large	Assez commun
Eriopterini	Inconnu	Localisée	Rare
<i>Ferrissia modesta</i>	Indigène	Large	Assez commun
<i>Forcipomyia sp.</i>	Inconnu	Localisée	Assez rare
<i>Helisoma duryi</i>	Introduit	Large	Assez commun
<i>Helobdella europaea</i>	Inconnu	Large	Assez commun
Hemerodromiinae	Inconnu	Large	Assez commun
<i>Hemicordulia atrovirens</i>	Endémique	Localisée	Peu commun
<i>Hydra spp.</i>	Inconnu	Large	Assez commun
Hydracarina	Inconnu	Large	Commun
<i>Hydraena borbonica</i>	Endémique	Localisée	Rare
<i>Hydrellia spp.</i>	Inconnu	Localisée	Peu commun
<i>Hydropsyche mokaensis</i>	Indigène	Large	Très commun
<i>Hydroptila grucheti</i>	Indigène	Large	Commun
<i>Hydroptila kieneri</i>	Indigène	Large	Assez commun

<i>Hydroptila spp.</i>	Indigène	Large	Très commun
<i>Hydroptila starmüehleri</i>	Indigène	Large	Assez commun
<i>Hyphydrus sp.</i>	Inconnu	Localisée	Très rare
<i>Kempia sp.</i>	Inconnu	Large	Assez commun
<i>Laccobius mascarensis</i>	Indigène	Localisée	Assez rare
<i>Laccobius spp.</i>	Inconnu	Localisée	Peu commun
<i>Laccobius starmüehleri</i>	Inconnu	Localisée	Rare
<i>Leptocerina pauliani</i>	Endémique	Localisée	Très rare
<i>Limnogonus cereiventris</i>	Endémique	Localisée	Très rare
<i>Limnophora sp.1</i>	Inconnu	Large	Assez commun
<i>Limnophora sp.2</i>	Inconnu	Large	Assez commun
Limoniidae	Inconnu	Large	Assez commun
<i>Lispe sp.</i>	Inconnu	Localisée	Très rare
<i>Lymnaea columella</i>	Introduit	Large	Assez commun
<i>Lymnaea natalensis</i>	Introduit	Large	Commun
<i>Lymnaea truncatula</i>	Introduit	Large	Assez commun
<i>Melanoides tuberculata</i>	Introduit	Localisée	Peu commun
<i>Mesovelina vittigera</i>	Indigène	Localisée	Peu commun
<i>Metalimnobia sp.</i>	Inconnu	Large	Assez commun
<i>Microvelia bourbonensis</i>	Endémique	Large	Assez commun
Nematoda	Inconnu	Localisée	Peu commun
<i>Nephrotoma spp.</i>	Inconnu	Localisée	Rare
<i>Neritilia consimilis</i>	Indigène	Localisée	Peu commun
<i>Neritina gagates</i>	Indigène	Localisée	Peu commun
Neurorthidae	Inconnu	Localisée	Très rare
<i>Nigrobaetis colonus</i>	Endémique	Large	Assez commun
Notonectidae	Inconnu	Localisée	Très rare
<i>Oecetis sp.</i>	Inconnu	Localisée	Assez rare
Oligochaeta	Inconnu	Large	Très commun
<i>Orthetrum spp.</i>	Inconnu	Localisée	Peu commun
Orthocladinae	Inconnu	Large	Très commun
<i>Oxyethira flagellata</i>	Indigène	Large	Assez commun
<i>Physella acuta</i>	Introduit	Large	Très commun
Polychaeta	Inconnu	Localisée	Assez rare
<i>Prostoma sp.</i>	Inconnu	Large	Commun
<i>Pseudagrion punctum</i>	Indigène	Localisée	Assez rare
<i>Psychoda spp.</i>	Inconnu	Localisée	Rare
Psychodidae sp.1	Inconnu	Localisée	Peu commun
<i>Rhagovelia infernalis infernalis</i>	Indigène	Large	Assez commun
Sciomyzidae	Inconnu	Localisée	Peu commun
<i>Septaria borbonica</i>	Indigène	Localisée	Peu commun
<i>Sicilicula borbonica</i>	Endémique	Localisée	Assez rare
Simuliidae	Inconnu	Large	Très commun
<i>Stenochironomus spp.</i>	Inconnu	Localisée	Peu commun
Tanypodinae	Inconnu	Large	Commun
Tanytarsini	Inconnu	Large	Commun
<i>Thiara scabra</i>	Indigène	Localisée	Peu commun
<i>Tinearia alternata</i>	Indigène	Localisée	Peu commun
<i>Tipula spp.</i>	Inconnu	Localisée	Peu commun
<i>Trithemis annulata haematina</i>	Indigène	Large	Assez commun
<i>Zygonix torridus</i>	Inconnu	Large	Assez commun

Annexe 2 : Règles appliquées pour le calcul de la richesse taxonomique.

Certains taxons ont été regroupés (indiqués par le signe « égal »), car les dénominations et les connaissances ont évolué au fil du temps. En revanche, d'autres taxons ayant un niveau de détermination faible mais ne pouvant pas être confondus avec d'autres taxons, ont été conservés (par exemple, Dolichopodidae). C'est à l'aide du référentiel taxonomique national, TAXREF (Gargominy et al., 2015), que des recherches ont pu être réalisées afin de justifier ces règles taxonomiques.

Taxon comptabilisé
Acoela
<i>Afrogyrus rodriguezensis</i>
<i>Anax imperator mauricianus</i> = Aeshnidae
<i>Anopheles</i> = <i>Anopheles coustani</i>
<i>Atrichopogon</i> sp. 1,2,3
<i>Barbronia weberi</i>
<i>Bidessus</i> sp.
<i>Chimarra bettinae</i>
<i>Chironomus</i> = Chironomini
Clinocerinae
<i>Clithon longispina</i>
<i>Cloeon</i>
<i>Clogmia albipunctata</i>
<i>Coelostoma</i> sp.
<i>Coenagriocnemis reuniense</i>
Corduliidae = <i>Hemicordulia atrovirens</i>
Corixidae
<i>Crocothemis</i> spp.
<i>Culex</i> = Culicinae
<i>Dasyhelea</i> sp. = <i>Dasyheleinae</i>
<i>Dineutus aereus</i>
<i>Dineutus</i> sp.
Dolichopodidae
Dryopidae
<i>Dugesia</i> sp.
<i>Dugesiidae</i> sp.1
Dytiscinae
<i>Enochrus</i> sp.
<i>Eoophyla</i> sp. = Lepidoptera
<i>Ephydriidae</i> sp.1
<i>Ephydriidae</i> sp.2
Eriopterini
<i>Ferrissia modesta</i> = Ferrissiidae
<i>Forcipomyia</i> sp.
Glossiphoniidae = <i>Helobdella europaea</i>
<i>Helisoma</i> = <i>Helisoma duryi</i>
Hemerodromiinae
Hydracarina
<i>Hydraena borbonica</i>
<i>Hydrellia</i> spp.
Hydriidae = <i>Hydra</i> spp.
<i>Hydropsyche mokaensis</i>
<i>Hydroptila grucheti</i>
<i>Hydroptila kieneri</i>
<i>Hydroptila</i> spp.
<i>Hydroptila starmuehlneri</i>
<i>Hyphydrus</i> sp.
<i>Kempia</i> sp.
<i>Laccobius mascarensis</i>
<i>Laccobius</i> spp.
<i>Laccobius starmuehlneri</i>
<i>Leptocerina</i> = <i>Leptocerina pauliani</i>
<i>Limnogonus cereiventris</i>
<i>Limnophora</i> sp.1
<i>Limnophora</i> sp.2
Limoniidae = Limoniini

<i>Lispe sp.</i>
<i>Lymnaea columella</i>
<i>Lymnaea natalensis</i> = <i>Lymnaea mauritiana</i>
<i>Lymnaea truncatula</i>
<i>Melanoides</i> = <i>Melanoides tuberculata</i>
Mesoveliidae = <i>Mesovelia vittigera</i>
<i>Metalimnobia sp.</i>
<i>Microvelia bourbonensis</i>
Nematoda
<i>Nephrotoma spp.</i>
<i>Neritilia</i> = <i>Neritilia consimilis</i>
<i>Neritina</i> = <i>Neritina gagates</i>
Neurorthidae
<i>Nigrobaetis colonus</i> = <i>Baetis</i>
Notonectidae
<i>Oecetis sp.</i>
Oligochaeta
<i>Orthetrum spp.</i>
Orthoclaadiinae
<i>Oxyethira flagellata</i>
<i>Physella</i> = <i>Physella acuta</i> = <i>Physa acuta</i>
Polychaeta
<i>Prostoma sp.</i>
<i>Pseudagrion punctum</i>
<i>Psychoda spp.</i>
Psychodidae sp.1
<i>Rhagovelia infernalis infernalis</i>
Sciomyzidae
<i>Septaria</i> = <i>Septaria borbonica</i>
<i>Sicilicula borbonica</i>
Simuliidae
<i>Stenochironomus spp.</i>
Tanypodinae
Tanytarsini
<i>Thiara scabra</i>
<i>Tinearia alternata</i>
<i>Tipula spp.</i>
<i>Trithemis annulata haematina</i>
<i>Zygonix torridus</i>

Taxon non comptabilisé	Raison avancée justifiant l'exclusion du taxon
Crustacés (Amphipoda, Atyidae, <i>Atyoida serrata</i> , Branchiopoda, <i>Caridina</i> , <i>Caridina serratirostris</i> , <i>Caridina typus</i> , Conchostraca, Copepoda, Decapoda, Grapsidae, Isopoda, <i>Macrobrachium</i> , <i>Macrobrachium australe</i> , Malacostraca, Ostracoda, <i>Ptychognathus</i> , Talitridae, <i>Varuna litterata</i>)	Tous les taxons apparaissant dans l'Atlas (Forcellini et al., 2012), à l'exception des crustacés, ont été comptabilisés. En effet, la plupart des crustacés récoltés n'ont pas été identifiés jusqu'au rang de l'espèce, ce qui peut constituer un biais dans la lecture des analyses des peuplements.
Amphibicorise	Niveau de détermination trop faible, dénomination pouvant donc regrouper plusieurs espèces.
Anisoptera	
Anthomyiidae	
<i>Atrichopogon</i> = <i>Atrichopogon</i> spp.	
Baetidae	
Brachycera	
Ceratopogoninae	
Chironomidae	
Chironominae	
Coenagrionidae	
Coleoptera	
Culicidae	
Diptera	
Dytiscidae	
Empididae	
Ephemeroptera	
Ephydriidae	
Forcypomyiinae	
Gerridae	
Gyrinidae	
Heteroptera	
Hirudinea	
Hydraenidae	
Hydrophilidae	
Hydroporinae	
Leptoceridae	
Libellulidae	
<i>Limnophora</i>	
<i>Lymnaea</i> = <i>Lymnaea</i> spp.	
Mollusca	
Muscidae	
Neritidae	
Odonata	
Planorbidae	
Porifera (Eponge)	
Psychodidae	
Pulmonata	
Rhynchobdellida	
Sphaeriinae	
Tipulidae	
Trichoptera	
Tricladida	
Veliidae	
Athericidae	Famille d'Insectes terrestres, non présente à La Réunion, confusion probable avec d'autres taxons.
Bythinellidae	Famille de Mollusques d'eau douce, non présente à La Réunion, confusion probable avec d'autres taxons.
Calopterygidae	Famille d'Odonates, non présente à La Réunion,

	confusion probable avec d'autres taxons.
Ecnomidae	Famille de Trichoptères, non présente à La Réunion, confusion probable avec d'autres taxons.
Erpobdella	Genre de l'ordre des Hirudinida, non présent à La Réunion, confusion probable avec d'autres taxons.
Indéterminés	Taxons indéterminés donc impossible à prendre en compte dans les analyses.
<i>Limonia</i>	Genre de la famille des Limoniidae, plusieurs synonymes existent pour ce genre terrestre.
<i>Neritina mauriciae</i>	Mollusque marin présent à La Réunion, confusion probable avec d'autres taxons.
<i>Phaonia</i>	Genre de la famille des Muscidae, non connu à La Réunion, probablement terrestre.
<i>Plotia datura</i> et <i>Plotia</i>	Possible synonyme de <i>Thiara scabra</i> (Barré et al., 1982) mais écarté car pas de certitudes.
Ptychopteridae	Famille de Diptères, dont aucune espèce n'est connue à La Réunion, probablement terrestre.
Pyralidae	Famille de Lépidoptères, avec des genres connus, mais la plupart sont terrestres (pas d'informations disponibles sur les genres présents à La Réunion).
Rhagionidae	Famille de Diptères, majoritairement terrestre, confusion probable avec d'autres taxons.
<i>Sitala</i>	Probablement un genre de Gastéropode terrestre, confusion probable avec d'autres taxons.
Tabanidae	Famille en majorité terrestre de Diptères.

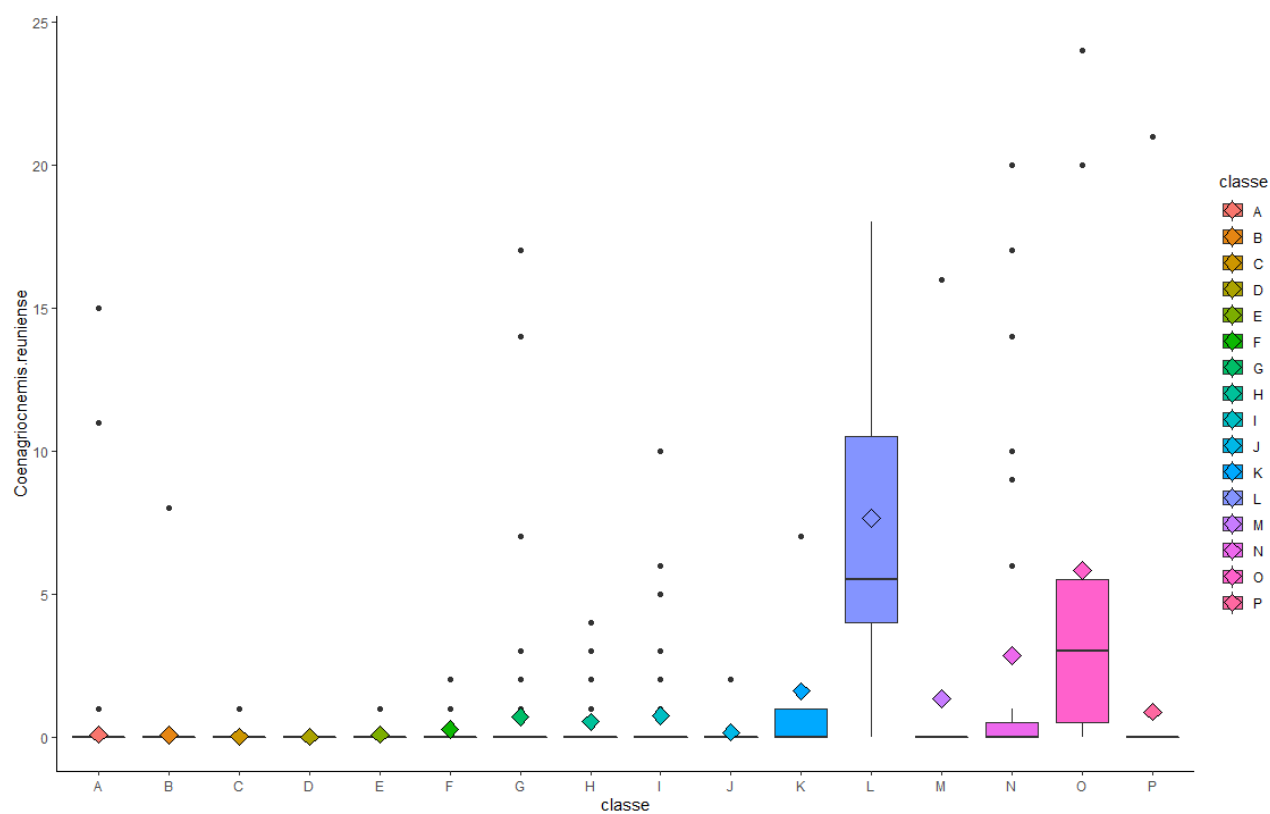
Annexe 3 : Tableau des correspondances entre les abréviations et les noms complets des stations.

Abréviation (code station)	Nom complet de la station
Marla	Affluent RD Ravine Marla
CAT	Bois de Nèfles Cateau
CRBL	Bois de Nèfles Ravine Blanche
BCA	Bras Cabot bassin Hironnelles
PLA_GB	Bras de la Plaine aval confluence B. Roches Noires
BRO	Bras Rouge
GBA	Bras Ste Suzanne (Grand Bassin)
CBL	Cap Blanc
CBLA	Captage Boucan Launay
CBSA	Captage Bras Samy
CBUT	Captage Butor
CIM	Captage Cimendal La Nouvelle (Mafate)
CLAV	Captage Laverdure
SAL	Cilaos Salazes
CP_FJA	Fleurs Jaunes (Camp Pierrot)
GALam	GAL Amont
GALint	GAL Intermédiaire
GALpon	GAL Pont
SJE0	La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge
SJE2	La Grande Rivière Saint-Jean aval Quartier Français
SJE_DEL	La Petite Rivière Saint-Jean Délices
GETA	La Ravine de l'Etang au Grand Etang
LAN1	La Ravine des sept bras aval confluence Le Bras Grand Pays
FJA_IAC	La Ravine Fleurs jaunes (Ilet a Cordes)
SG11	La Ravine Saint-Gilles au captage du verrou
SG12	La Ravine Saint-Gilles au pont RN1
SG13	La Ravine Saint-Gilles Bassin Malheur à l'exutoire
ORGam	La Rivière de l'Est Amont Prise des Orgues
EST	La Rivière de l'Est aval
ORGav	La Rivière de l'Est Aval Prise des Orgues
FJA1	La Rivière des Fleurs Jaunes au CD 52
GAL4	La Rivière des Galets à Ilet Malidé
GAL1	La rivière des Galets à Marla
GAL3	La Rivière des Galets amont confluence Bras d'Oussy
GAL_Lebot	La Rivière des Galets au cap Lebot
GAL_Laclos	La Rivière des Galets Maison Laclos
GAL2	La Rivière des Galets Trois Roches
MARSO4	La Rivière des Marsouins 50 m aval RN2
MARSO3	La Rivière des Marsouins à Bethléem
MARSO1	La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)
MAR_TAK	La rivière des Marsouins à Takamaka 1
MARSO5	La Rivière des Marsouins embouchure rive droite
PLU3_b	La Rivière des Pluies (embouchure)
PLU3	La Rivière des Pluies (pont RN2 4 voies)
PLU1	La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan
PLU2	La Rivière des Pluies à l'Ilet Quinquina (amont canal la Mare)
PLU_FRU	La Rivière des Pluies amont Cap Frumence
REM	La Rivière des Remparts Le Butor
ROC_Ab	La Rivière des Roches à Abondance
ROC3	La Rivière des Roches à Beauvallon (amont radier)
ROC2	La Rivière des Roches à Mon Désir
ROC_RN	La Rivière des Roches amont confluence Bras Panon
MATB	La Rivière du Mât à Bengalis
MAT4_b	La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)
MAT3	La Rivière du Mât à l'Escalier
MAT1	La Rivière du Mât à l'ilet à Vidot

MAT2	La Rivière du Mât à l'ilet Bananiers
MAT_ILO	La Rivière du Mât à Salazie (amont barrage ILO)
MAT4	La Rivière du Mât au pont RN2
MAT0	La Rivière du Mât embouchure rive droite
FJA2	La Rivière Fleurs Jaunes à Salazie (amont barrage ILO)
LAN_GGAL	La Rivière Langevin à la cascade Grand Galet
LAN_JAC	La Rivière Langevin à la Cascade Jacqueline
LAN3	La Rivière Langevin à la Passerelle
LAN4	La Rivière Langevin à Langevin (bassin Tamarin)
SDE_AEP	La Rivière Saint-Denis 25 m aval prise AEP
SDE2	La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP
SDE1	La Rivière Saint-Denis à l'aplomb d'Ilet à Guillaume
SDE3	La Rivière Saint-Denis au pont Vinh San
SUZ_MO	La Rivière Sainte-Suzanne à Monaco
SSU1	La Rivière Sainte-Suzanne amont confluence Bras Laurent
SSUBG	La Rivière Sainte-Suzanne au Bassin Grondin
SSU2	La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara)
SET	La Rivière Saint-Etienne à la Chapelle
SET_emb	La Rivière Saint-Etienne à l'embouchure en rive droite
BCAR	Le Bras Caron avant sa confluence avec Rivière des Remparts
BEN	Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)
BEN_pont	Le Bras de Benjoin au pont RN5
BCAV	Le Bras de Caverne amont confluence Rivière du Mât
CIL2	Le Bras de Cilaos à Ilet Furcy
OUAKI	Le Bras de Cilaos au radier Ouaki
CIL_3B	Le Bras de Cilaos aval confluence 3 bras
PLA2	Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)
PLA3	Le Bras de la Plaine à l'Ilet du Bras Sec (aval puits AEP)
LIA	Le Bras des Lianes à Bellevue les Hauts
BPA_AVOC	Le Bras Panon aux Avocats
PET	Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon
PLA1	Le Bras Sainte-Suzanne à Grand Bassin
BSU2	Le Bras Sainte-Suzanne à Mafate
ROC1	Le Grand Bras à l'Olympe
CIL1	Le Grand Bras de Cilaos au Pavillon
SJE1	Le Grand Bras de la Grande Rivière Saint-Jean
TBL	Mat amont cassé (Trou Blanc)
PU-CILBENJOIN	PU_Bras de Benjoin
PU-BCAVERNE	PU_Bras de Caverne
PU-CILBROUGE	PU_Bras Rouge
PU-GDBASSBPLA	PU-Bras de la Plaine
PU-CILBSTPAUL	PU-Bras de Saint-Paul
PU-DEMOISELLES	PU-Bras des Demoiselles
PU-GAMERLE	PU-Bras des Merles
PU-GDBASSROCNOIR	PU-Bras des Roches Noires
PU-GASUZ	PU-Bras Sainte-Suzanne
PU-FLJA	PU-Fleurs Jaunes
PU-FLJAAMPONT	PU-Fleurs Jaunes amont pont
PU-CILPBRAS	PU-Petit Bras de Cilaos
PU-GALAMONT	PU-Rivière des Galets amont
PU-ROC1AV	PU-Rivière des Roches aval
PU-MAT0AV	PU-Rivière du Mât aval
PU-ROCAMONT	PU-Roches amont
PU-ROCAMBMER	PU-Roches amont Bassin la Mer
PU-GDBRASROC	PU-Roches Grand Bras
PU-STDENIS2AM	PU-Saint-Denis amont
PU-STDENIS1AV	PU-Saint-Denis aval
PU-TROUBLAM	PU-Trou Blanc amont
PU-TROUBLAV	PU-Trou Blanc aval

RBL	Ravine Blanche
RBLA	Ravine Boucan Launay
RBUT	Ravine Butor
CP_GSA	Ravine Grand Sable (Camp Pierrot)
RLAV	Ravine Laverdure Intermédiaire
DEC	Ravine Maniron Déchenez
BSE	Ravine Sèche Bras Sec
GBR	Ravine Sèche Grand Bras
LES	Ravine Sèche Source Lesquelin amont
BCON5	Roches Bras des Congres 5
BCON6	Roches Bras des Congres 6
GBR1	Roches Grand Bras 1
GBR2	Roches Grand Bras 2
GBR3	Roches Grand Bras 3
GBR4	Roches Grand Bras 4
SPET	Source Pétrifiante (Trou Blanc)
TAKA	Takamaka entre 2 barrages

Annexe 4 : Boîtes à moustache de l'abondance par inventaire de l'Odonate *Coenagriocnemis* reunienne par classe d'altitude (A : 0- 100 ; B : 100-200 ; C : 200-300 ; D : 300-400 ; E : 400-500 ; F : 500-600 ; G : 600-700 ; H : 700-800 ; I : 800- 900 ; J : 900-1 000 ; K : 1 000-1 100 ; L : 1 100-1 200 ; M : 1 200-1 300 ; N : 1 300-1 400 ; O : 1 400-1 500 ; P : 1 500-1 600).



Annexe 5 : Modalités prises par les traits d'histoire de vie pour les macroinvertébrés des cours d'eau de La Réunion (d'après Olivier et al., 2012, complété par Métro, 2020).

Alimentation	Type d'alimentation	Respiration	Locomotion	Préférences hydrauliques
<ul style="list-style-type: none"> -Brouteur -Broyeur -Collecteur -Filtreur filet -Filtreur -Détritivore /Phytophage -Perceur -Prédateur 	<ul style="list-style-type: none"> -Invertébrés vivants -Généralistes -Généraliste microphytes -Détritus algues -Plantes 	<ul style="list-style-type: none"> -Aérienne -Branchies -Tégumentaire -Trachéo-branchies 	<ul style="list-style-type: none"> -Fixée -Fouisseur -Grimpeur -Marcheur -Marcheur/Fouisseur -Marcheur/Grimpeur -Marcheur/Nageur -Nageur -Rampant 	<ul style="list-style-type: none"> -Limnophiles -Rhéophiles -Ubiquiste

1 : Simuliidae - longueur totale

Taille	Campagne_1	Campagne_2	Campagne_3	Campagne_4
Classe 1-2,5	8	0	11	32
Classe 2,5-4	27	2	48	46
Classe 4-5,5	14	5	22	18
Classe > 5,5	3	0	3	5

2. *Hydropsyche mokaensis* - longueur totale

Taille	Campagne_1	Campagne_2	Campagne_3
Classe 0-5	5	1	9
Classe 5-10	21	6	12
Classe 10-15	7	4	2
Classe 15-20	4	2	5
Classe > 20	19	0	10

3. *Physella acuta* - longueur totale et plus grande largeur

Taille	Campagne_1	Campagne_2	Campagne_3	Campagne_4
Classe longueur 0,881-2,881	34	8	7	19
Classe longueur 2,881-4,881	31	6	43	16
Classe longueur > 4,881	15	4	21	6
Classe largeur 0,598-2,098	41	9	20	22
Classe largeur 2,098-3,598	36	8	45	15
Classe largeur 3,598-5,098	3	1	6	4

Annexe 7 : Listes des échantillons sélectionnés pour des approfondissements taxonomiques (à la suite des analyses typologique et de rareté).

Groupe altitude/année hydrologique	Nom de l'inventaire (nom de la station_ année d'inventaire)	Nom de l'étude à laquelle se rapporte l'inventaire	
1	La rivière des Galets à Marla_2015	RCS	
	Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)_2018		
	La rivière des Galets à Marla_2018		
	La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)_2015		
2	La Rivière des Galets Trois Roches_2015		
	La rivière des Galets à Marla_2013		
	Cilaos_Salazes_2017		
	La rivière des Galets à Marla_2017		
3	La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)_2014		
	Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)_2017		
	La Rivière des Galets Trois Roches_2016		
	Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)_2016		
4	Ravine Blanche_2019	TAC	
	Bras Cabot bassin Hirondelles_2019		
	Affluent RD Ravine Marla_2019		
	Le Bras Sainte-Suzanne à Grand Bassin_2015		
5	La Rivière Langevin à la Passerelle_2018	RCS	
	La Rivière des Galets amont confluence Bras d'Oussy_2018		
	La Rivière des Pluies (pont RN2 4 voies)_2018		
	Le Bras de la Plaine à l'Illet du Bras Sec (aval puits AEP)_2018		
6	La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan_2014		PUSH-UP
	La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)_2014		
	La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP_2014		
7	PU-ROC1AV-16_2016		PUSH-UP
	Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon_2013	RCS	
	PU-ROCAMONT-16_2016	PUSH-UP	
	GAL_Amont_2019_2	PISTE_Rivière des Galets	
	Ravine_Sèche_Source_Lesquelin_amont_2019	CAPTAGES	
Stations sélectionnées spécifiquement pour la recherche des taxons rares	Cap Blanc_2020	TAC	
	Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)_2016	RCS	
	La Rivière du Mât à l'Illet Bananiers_2013	RCS	
	Le Bras de Cilaos à llet Furcy_2013		
	Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)_2013		
	La Rivière des Pluies à l'Illet Quinquina (amont canal la Mare)_2013		
	La Rivière Saint-Etienne à la Chapelle_2014		
	La Rivière Saint-Denis à l'aplomb d'Illet à Guillaume_2014		
	La Rivière Saint-Denis au pont Vinh San_2014		
	La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara)_2015		
	Le Grand Bras de la Grande Rivière Saint-Jean_2015		
	Le Bras Sainte-Suzanne à Grand Bassin_2016		
	La rivière des Galets à Marla_2016		
	La Rivière du Mât à l'Escalier_2016		
	La Rivière du Mât à l'Illet Bananiers_2016		
	La Ravine Saint-Gilles au captage du verrou_2017		
La Rivière Langevin à Langevin (bassin Tamarin)_2018			
La Rivière des Galets à llet Malidé_2018			
La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara)_2019			
La Grande Rivière Saint-Jean aval Quartier Français_2019			



Avec le soutien de :



Projet INVERDO

Vers une meilleure conservation de la biodiversité aquatique dans les cours d'eau des "Hauts" de La Réunion

Rapport final 2023

V3
03/08/2023

Fiche signalétique

Rapport

Titre : **Projet INVERDO : Vers une meilleure conservation de la biodiversité aquatique dans les cours d'eau des "Hauts" de La Réunion. Rapport final 2023.**

Numéro et indice de version : 3

Date d'envoi : **03/08/2023**

Nombre de pages hors annexes : 61

Nombre d'annexes dans le texte : 4

Nombre d'annexes en volume séparé : 6

Opérateurs

OCEA Consult' : Organisme consultant en environnement aquatique

Adresse : 19 chemin Anda, 97432 Ligne des Bambous, Saint Pierre, La Réunion

Téléphone : 0262 32 23 72

Courriel : contact@oceare.re

Site web : www.oceare.re

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Interlocuteur commercial, relectures et validation : Pierre Valade (pierre.valade@oceare.re)

Traitement des données et rédaction : Emilie Métro (emilie.metro@oceare.re), Laëtitia Faivre

Directeur des opérations de terrain : Laëtitia Faivre (laetitia.faivre@oceare.re)

Appui terrain : Henri Grondin, Guillaume Borie, Chloé Yven, Lou-Anne Jannel, Hugo Franclet

OLE : Office de l'eau Réunion

Adresse : 49 Rue Mazagran, 97400 Saint-Denis, La Réunion

Téléphone : 0262 30 84 84

Nom et coordonnées des interlocuteurs :

Julien Bonnier, Chef de l'observatoire de la ressource en eau et de la biodiversité aquatique,
jbonnier@eaureunion.fr

Karoline Ruffié, Responsable du suivi de la qualité des eaux continentales, kruffie@eaureunion.fr

PNR : Parc National de La Réunion

Adresse : 258 rue de La République, 97431 Plaine des Palmistes, La Réunion

Téléphone : 0262 90 11 35

Nom et coordonnées des interlocuteurs :

Benoit Lequette, Responsable du Service Etudes et Patrimoines (SEP), benoit.lequette@reunion-parcnational.fr

Cyril Ducret, Inspecteur de l'environnement, cyril.ducret@reunion-parcnational.fr

Prestataires

ETHYC'O : Étude des Hydrosystèmes Insulaires tropicaux

Adresse : BP 13821, 98 803 Nouméa Cedex, Nouvelle-Calédonie ; Téléphone : (+687) 707299

Nom et coordonnées de l'interlocutrice : *Nathalie Mary, Docteur en Hydrobiologiste,*
ethyco2005@gmail.com

MICROPODA : expertise entomologique et environnementale

Adresse : 2 rue de l'étoile du berger, Résidence le Jardin des épices, 97419 La Possession

Téléphone : 0692 52 88 12

Nom et coordonnées des interlocuteurs : *Jacques Rochat, Ecologue expert en entomologie,*
jacques.rochat@micropoda.fr et *Vincent Legros, Ecologue spécialisé en entomologie,*
vincent.legros@micropoda.fr

Citer le document

OCEA Consult', OLE, PNR, 2023, Projet INVERDO : Vers une meilleure conservation de la biodiversité aquatique dans les cours d'eau des "Hauts" de La Réunion. Rapport final 2023.

Mots clés : La Réunion, macroinvertébrés, hydrosystèmes apicaux, biodiversité.

Table des matières

1	Contexte et travaux réalisés	7
1.1	Contexte et enjeux	7
1.2	Synthèse des travaux réalisés en phase 1 : analyses du fonctionnement et développement d'une stratégie d'évaluation de la biodiversité des systèmes aquatiques apicaux	9
1.2.1	Répartition des stations de suivis des macroinvertébrés benthiques	9
1.2.2	Peuplements de macroinvertébrés	10
1.2.3	Rôle des zones amont suite à une crue morphogène	11
1.2.4	Identification des zones à enjeux élevés	13
2	Inventaires originaux des zones apicales	15
2.1	Critères de sélection des stations d'étude	15
2.2	Caractéristiques environnementales des stations inventoriées	16
2.2.1	Echelle du macro-habitat (échelle du tronçon)	16
2.2.2	Echelle du méso-habitat (échelle stationnelle)	17
2.2.3	Echelle du micro-habitat (échelle du micro-prélèvement)	23
2.3	Peuplements de macroinvertébrés	25
2.3.1	Descripteurs des peuplements	25
2.3.2	Focus sur la classe des Insectes	29
2.3.3	Statuts biogéographiques des taxons	30
2.3.4	Modèles biologiques	33
2.3.5	Analyses de l'ensemble des descripteurs des peuplements de macroinvertébrés	34
2.3.6	Résultats du barcoding des macroinvertébrés	37
2.4	Liens entre les peuplements de macroinvertébrés et les conditions environnementales	38
2.4.1	Approche tous paramètres confondus	38
2.4.2	Lien habitats- peuplements de macroinvertébrés	40
2.5	Apports méthodologiques	42
2.5.1	Des méthodes de prélèvements	42
2.5.2	De la taxonomie	50
2.5.3	Des modèles biologiques	51
2.5.4	De la couverture des stations	52
3	Journée d'échange entre les partenaires du projet INVERDO	55
4	Vers le dimensionnement d'un réseau biodiversité	55
5	Conclusions	57
6	Glossaire	58
7	Références bibliographiques	60
8	Annexes	63

Tables des figures

Figure 1 : Cartographie des six hydro-écorégions de l'île de La Réunion (OLE, 2021, com. pers.), et des stations historiques de macroinvertébrés au sein du réseau hydrographique (13 cours d'eau pérennes VS réseau hydrographique complet).....	9
Figure 2 : Proportions de linéaires de cours d'eau (%) et de stations (%) par classe d'altitude.	10
Figure 3 : Biplot de l'AFC réalisée à partir des abondances des taxons (en rouge) par inventaire (en bleu).	11
Figure 4 : Effectifs et richesses taxonomiques observés par campagne d'inventaire et par station.	12
Figure 5 : Cartographie des zones d'intérêt pour l'étude de la biodiversité des communautés aquatiques. Données du réseau hydrographique issues de la BD Carthage. Cours d'eau pérennes : 13 cours d'eau pérennes de l'île. Cours d'eau non pérennes : tous les autres cours d'eau, intermittents ou non.	14
Figure 6 : Biplot de l'ACP des paramètres de macro-habitat par station d'inventaire.	17
Figure 7 : Répartition des stations d'étude sur le gradient thermique (représentation des températures estivales).	18
Figure 8 : Biplot de l'ACP des paramètres de méso-habitat par station d'inventaire.	21
Figure 9 : Projection des stations issue de la CAH de l'ACP des paramètres de méso-habitat par station d'inventaire.	22
Figure 10 : Biplot de l'ACP des paramètres de micro-habitat par point de prélèvement (habillage selon la station).	24
Figure 11 : Effectifs par modèles biologiques et par station.....	33
Figure 12 : ACP des descripteurs des peuplements de macroinvertébrés par station d'inventaire.....	34
Figure 13 : Dendrogramme de la CAH de l'ACP des descripteurs des peuplements de macroinvertébrés par station d'inventaires.....	35
Figure 14 : Résultats du barcoding des macroinvertébrés.	37
Figure 15 : Représentations des résultats de l'ACP entre les paramètres de l'habitat et les descripteurs des peuplements de macroinvertébrés (variables supplémentaires).	39
Figure 16 : Biplot de l'ACP entre la nature des substrats et les descripteurs des peuplements de macroinvertébrés (variables supplémentaires).	41
Figure 17 : Biplot de l'ACP réalisée entre les méthodologies d'inventaire aquatique et les habitats échantillonnés (micro-habitat).	42
Figure 18 : Courbe de raréfaction de la richesse taxonomique en fonction du nombre de prélèvement Surber de la station Ravine des Trois Cascades (droites rouges : 80 % de la richesse atteinte ; droites vertes : 90 % de la richesse atteinte ; droites bleues : 95 % de la richesse atteinte).....	43
Figure 19 : Courbe de raréfaction de la richesse taxonomique en fonction du nombre de prélèvement Surber de la station Bras Chansons (droites rouges : 80 % de la richesse atteinte ; droites vertes : 90 % de la richesse atteinte ; droites bleues : 95 % de la richesse atteinte).	43
Figure 20 : Courbe de raréfaction de la richesse taxonomique en fonction du nombre de prélèvement Surber de la station Ravine Figaro (droites rouges : 80 % de la richesse atteinte ; droites vertes : 90 % de la richesse atteinte ; droites bleues : 95 % de la richesse atteinte).	44
Figure 21 : Box-plot des richesses des stations par méthode de prélèvement.....	45
Figure 22 : Box-plot des abondances des stations par méthode de prélèvement	45
Figure 23 : Nombre de taxons supplémentaires apportés par méthodes de prélèvement entre elles. Ce graphique se lit comme suit : est indiqué le nombre de taxons apporté par les méthodes colorées par rapport aux méthodes indiquées en abscisse.	46
Figure 24 : Diagrammes en camembert des proportions (%) des principaux ordres de la classe des Insecta, échantillonnés par méthode d'inventaire en milieu aquatique, toutes stations confondues.	48
Figure 25 : Boîtes à moustache de la répartition des modèles biologiques au sein des stations INVERDO comparée aux stations du RCS (données 2021).....	51
Figure 26 : Cartographie des stations inventoriées pour l'étude des macroinvertébrés à La Réunion Données du réseau hydrographique issues de la BD Carthage. Cours d'eau pérennes : 13 cours d'eau pérennes de l'île. Cours d'eau non pérennes : tous les autres cours d'eau, intermittents ou non	53
Figure 27 : Box-plots des richesses taxonomiques moyennes des stations, réparties en quatre classes d'altitude.....	54

Figure 28 : Graphique en nuage de points des richesses taxonomiques moyennes selon l'altitude des stations..... 54

Tables des tableaux

Tableau 1 : Valeurs des paramètres du macro-habitat par station d'étude.....	16
Tableau 2 : Moyennes thermiques hivernale et estivale pour chaque station d'étude (d'après Roussel et al., 2022).....	18
Tableau 3 : Métriques hydrologiques des stations d'étude INVERDO. Fq= Fréquence des évènements hydrologiques extrapolées à partir des évaluations des débits moyens journaliers (OLE, période 1995-2021).....	19
Tableau 4 : Limites des classes de l'indice d'hétérogénéité qui qualifie l'hétérogénéité du substrat d'une station (Usseglio-Polatera & Beisel, 2002).....	20
Tableau 5 : Synthèse des données relatives au micro-habitat des stations.....	23
Tableau 6 : Nombre de prélèvement réalisé par méthodologie d'inventaire, par station. Méthodes en milieu aquatique : S : Surber ; T : troubleau ; P : ponctuel ; Sup : supplémentaire. Méthodes en milieu aérien : AV : à vue ; B : battage ; F : fauchage ; FAP : filet à papillons ; PL : piège lumineux ; 3CAS : Ravine des Trois Cascades ; BER : Bras du Bernica ; CAL : Ravine des Calumets ; CHA : Bras Chansons ; EUS : Bras l'Eustache ; FIG : Ravine Figaro ; GBR : Grand Bras Rouge ; MERE : Ravine Grand-Mère ; MERL : Ravine des Merles ; MIS : Bras Misère ; NOI : Bras Noir ; PAT : Grand Bras Patience ; RUI : Ravine Ruisseau ; SAV : Ravine Savon ; SER : Source Eboulis Rouge.....	25
Tableau 7 : Richesse taxonomique, abondance et indices de diversité (Shannon, Simpson et Piélou) par station ayant fait l'objet d'inventaires en milieu aquatique. En vert : les valeurs les plus élevées. En rouge : les valeurs les plus basses.....	27
Tableau 8 : Richesse taxonomique et abondance par station ayant fait l'objet d'inventaires en milieu aquatique. Ces valeurs ont été moyennées selon le nombre de prélèvement réalisé par station. En vert : les valeurs les plus élevées. En rouge : les valeurs les plus faibles.....	28
Tableau 9 : Richesse taxonomique et abondance par station ayant fait l'objet d'inventaires en milieu aérien. En vert : les valeurs les plus élevées. En rouge : les valeurs les plus basses.....	29
Tableau 10 : Richesse taxonomique et abondance par station ayant fait l'objet d'inventaires en milieu aérien. Ces valeurs ont été moyennées selon le nombre de prélèvement réalisé par station. En vert : les valeurs les plus élevées. En rouge : les valeurs les plus faibles.....	29
Tableau 11 : Proportions (abondances des ordres comparées aux abondances de l'ensemble des taxons, en %) des principaux ordres de la classe des Insecta, échantillonnés par station, toutes méthodes d'inventaire confondues En vert : les deux plus fortes proportions observées par ordre taxonomique. En rouge : les ordres absents par station.....	30
Tableau 12 : Liste des espèces endémiques ou sub-endémiques de La Réunion échantillonnées dans le cadre d'INVERDO.....	31
Tableau 13 : Pourcentage de taxons endémiques ou sub-endémiques par station (en vert : valeur maximale ; en rouge : valeur minimale).....	31
Tableau 14 : Liste des catégories UICN et ZNIEFF des taxons de l'ordre des Odonata, échantillonnés dans le cadre du projet INVERDO. LC : préoccupation mineure (risque de disparition faible) ; NT : quasi menacée (espèce qui pourrait être menacée si des mesures de conservation ne sont pas prises) ; EN : en danger d'extinction.....	32
Tableau 15 : Nombre de taxons de l'ordre des Odonata par station selon leur statut UICN et ZNIEFF. D : espèce déterminante ZNIEFF ; LC : préoccupation mineure (risque de disparition faible) ; NT : quasi menacée (espèce qui pourrait être menacée si des mesures de conservation ne sont pas prises) ; EN : en danger d'extinction.....	33
Tableau 16 : Taxons de macroinvertébrés originaux, échantillonnés à l'aide des méthodes du troubleau, des points ponctuels et supplémentaires par rapport à celle du filet Surber.....	47
Tableau 17 : Taxons de macro-invertébrés, ayant une phase larvaire aquatique, échantillonnés uniquement par des inventaires en milieu aérien sur les stations de Bras Chansons, Ravine Figaro et Ravine des Calumets.....	49
Tableau 18 : Classes de rareté utilisées selon l'occurrence des taxons (DEAL Réunion et al., 2019).....	50
Tableau 19 : Linéaire en km et en % du réseau hydrographique présentant une altitude supérieure à 1 000 m à La Réunion.....	52
Tableau 20 : Classes d'altitude (en mètres) des stations historiques et INVERDO.....	53

Remerciements

Nous tenons à remercier l'ensemble des spécialistes en taxonomie ayant contribué à ce projet, à savoir :

- Michael MANUEL et Nicolas RABET du MNHN de Paris, en France ;
- Harry SMIT du Centre de biodiversité Naturalis, aux Pays-Bas ;
- Manfred JÄCH du musée d'histoire naturelle de Vienne, en Autriche ;
- Jean-Luc GATTOLLIAT du Musée de zoologie de Lausanne, en Suisse ;
- Sergey ERMILOV de l'université de Tioumen, en Russie ;
- Joel BREIL, chercheur libre à Montpellier, en France.

Nous souhaitons également remercier l'ensemble des partenaires mobilisés dans le cadre de ce projet, notamment :

- Gael POTIN et Grégory CAZANOVE du Museum d'histoire Naturelle de La Réunion pour la mise à disposition des échantillons de macroinvertébrés ;
- Philippe USSEGLIO-POLATERA de de l'UMR 7360 CNRS - Université de Lorraine pour son expertise ;
- Valentin LE TELLIER de la DEAL 974 pour son appui stratégique ;
- Cyril DUCRET, Marc SALAMOLARD, Benoît LEQUETTE et l'ensemble des agents du Parc National de La Réunion pour leur contribution sur l'ensemble du projet.

1 Contexte et travaux réalisés

1.1 Contexte et enjeux

La Réunion présente des caractéristiques biogéographiques spécifiques (climat, insularité, biodiversité aquatique remarquable), à l'origine d'un état hétérogène des connaissances sur les systèmes aquatiques d'eau douce. La qualité biologique des milieux aquatiques continentaux est suivie et évaluée depuis plus de 30 ans au travers de trois principaux compartiments biologiques, à savoir les poissons, les macroinvertébrés benthiques et les diatomées.

Lors de la mise en place d'une méthodologie DCE compatible à La Réunion à partir de l'étude des macroinvertébrés benthiques, la faible diversité relative des habitats des cours d'eau (éléments grossiers prédominants, très rare présence de végétaux, gamme de vitesses de courant peu étendue) ainsi que la méconnaissance des préférences d'habitat des taxons ne permettaient pas d'envisager une simple transposition des méthodes couramment utilisées en métropole. Aussi, et dans le cadre de l'acquisition de connaissances préalable à la définition d'une méthodologie locale (programme OLE-CNRS-ARDA, 2008-2011), il a été choisi de réaliser les échantillonnages selon une méthodologie stratifiée aléatoire.

Les macroinvertébrés benthiques présentent des richesses taxonomiques variables d'un point de vue spatio-temporel, étant influencés à la fois par la zonation longitudinale des cours d'eau, le type de bassin versant ou les fluctuations hydrologiques. Les zones aval (0 à 450 m d'altitude) et intermédiaires (450 à 900 m d'altitude) ont fait l'objet de nombreuses études notamment par la mise en œuvre du Réseau de Contrôle et Surveillance dans la cadre de l'application de la DCE. En revanche, les zones amont du système hydrographique de La Réunion sont encore mal connues, de par leurs difficultés d'accès et leur caractère intermittent. En conséquence, l'état des connaissances (*i.e.* composition, fonctionnement, taxonomie et écologie) sur les peuplements des macroinvertébrés aquatiques de ces systèmes apicaux reste à l'heure actuelle peu développé. Les études déjà réalisées sur certaines de ces zones, montrent qu'elles pourraient être particulièrement à même d'abriter une biodiversité remarquable (Métro, 2020 ; OCEA, INRAE & FDPPMA, 2020).

Cette variabilité nécessite donc d'être étudiée afin d'en comprendre les origines et mécanismes, d'en appréhender les évolutions, et de guider les gestionnaires dans la préservation des écosystèmes aquatiques continentaux. De plus, l'amélioration des connaissances des traits de vie des principales espèces et la réponse de ces dernières aux pressions ainsi qu'une meilleure caractérisation des conditions de référence du bon et très bon état écologique permettraient de gagner en fiabilité et robustesse sur l'évaluation des masses d'eau continentales réunionnaises.

Le programme de recherche et de développement « INVERDO » vise l'acquisition de connaissances sur les populations de macroinvertébrés aquatiques des cours d'eau des « Hauts » de l'île de La Réunion. Il est issu d'un partenariat entre OCEA Consult' et l'Office de l'Eau de La Réunion et bénéficie du soutien technique et financier du Parc National de La Réunion. D'une durée de deux ans (2021-2023), il s'intéresse au fonctionnement des hydrosystèmes apicaux, particulièrement en cœur de Parc National, dans le but de permettre aux gestionnaires de disposer d'éléments clés pour le rapportage, la diffusion, la gestion et la protection de ces milieux. Il vise plus particulièrement les orientations suivantes :

- Inventorier des zones apicales à forte biodiversité de macroinvertébrés benthiques et en caractériser l'originalité des peuplements,

- Tester des méthodologies d'inventaire originales adaptées à l'étude de la biodiversité de ces écosystèmes,
- Caractériser les capacités de recolonisation du milieu par les espèces après une crue morphogène et estimer le rôle assuré par les zones amont en tant que réservoirs de biodiversité,
- Améliorer les connaissances sur la taxonomie et des traits d'histoire de vie des populations de macroinvertébrés benthiques.

Dans ce cadre, ce projet s'articule en deux phases :

- Une première phase d'analyses du fonctionnement des systèmes apicaux et de sélection de sites à enjeux élevés en termes de biodiversité dans l'objectif d'y développer des inventaires originaux,
- Une seconde phase de mise en place d'inventaires originaux des macroinvertébrés benthiques afin d'améliorer les connaissances sur leurs traits d'histoire de vie et proposer des outils de gestion adaptés.

La première phase a fait l'objet d'un rapport diffusé fin 2021 : « OCEA Consult', OLE, PNR, 2021, Projet INVERDO : Vers une meilleure conservation de la biodiversité aquatique dans les cours d'eau des "Hauts" de La Réunion. Rapport d'étape 2021. »

Le présent rapport, rend compte de la seconde phase du projet INVERDO. Il s'intéresse aux points suivants :

- **Acquisition de connaissances sur les macroinvertébrés benthiques**
 - Exploitation des données historiques
 - Mise au point d'une stratégie de suivis spécifiques aux macroinvertébrés aquatiques des zones amont
- **Résultats INVERDO : inventaires menés en zones apicales**
 - Contexte environnemental
 - Peuplements de macroinvertébrés benthiques
 - Relations peuplements milieux et pressions
 - Apports méthodologiques
- **Vers le dimensionnement d'un réseau de suivi biodiversité**

1.2 Synthèse des travaux réalisés en phase 1 : analyses du fonctionnement et développement d'une stratégie d'évaluation de la biodiversité des systèmes aquatiques apicaux

1.2.1 Répartition des stations de suivis des macroinvertébrés benthiques

Les stations historiques présentent une répartition globalement représentative du réseau hydrographique pérenne (13 cours d'eau), en termes de linéaire, surface de bassin versant et classes d'altitudes (Figure 1). Certains secteurs sont cependant sous-représentés comparativement à leur étendue, notamment les cours d'eau appartenant aux HER de type « Formations volcaniques récentes » et « Versants Ouest secs ».

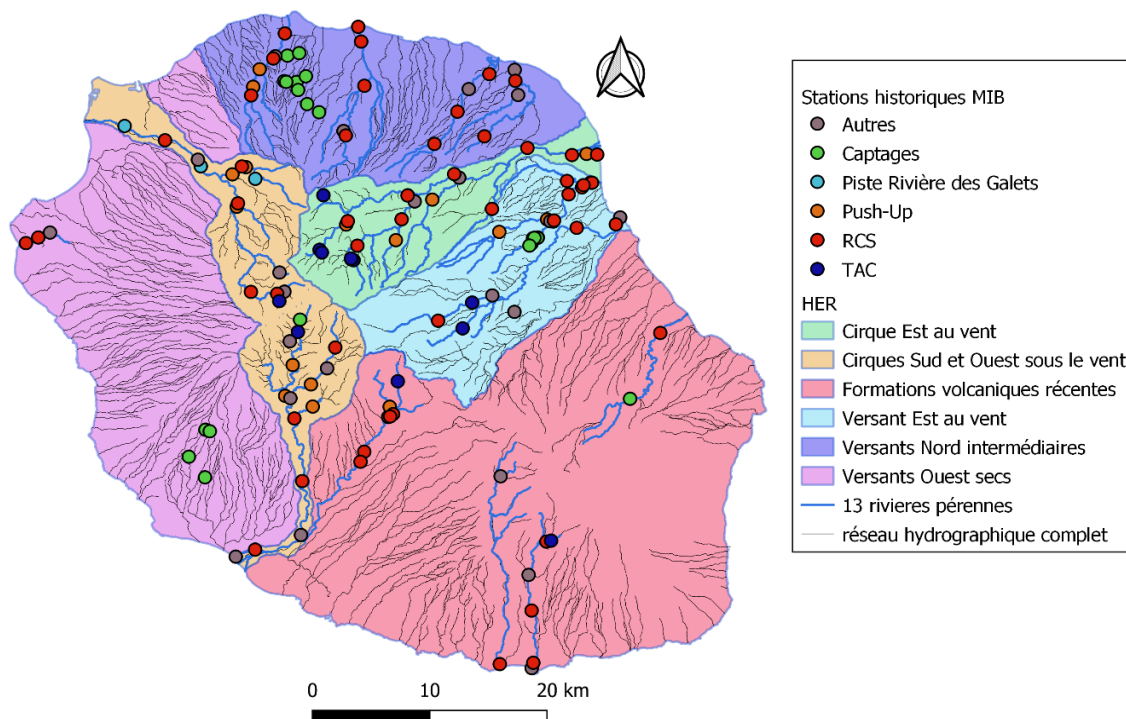


Figure 1 : Cartographie des six hydro-écorégions de l'île de La Réunion (OLE, 2021, com. pers.), et des stations historiques de macroinvertébrés au sein du réseau hydrographique (13 cours d'eau pérennes VS réseau hydrographique complet).

Cette couverture disparate du réseau hydrographique se manifeste également au niveau altitudinal, les classes d'altitudes élevées (particulièrement à partir de 900 m) et très élevées (> 1 500 m) étant peu, voire pas du tout représentées. Le réseau hydrographique de hautes altitudes (à partir de 900 m), représentant 26 % du réseau hydrographique pérenne, n'est couvert que sporadiquement. A l'échelle du réseau hydrographique complet (cours d'eau intermittents et pérennes), ces disparités de représentativité des différents secteurs hydrographiques sont plus marquées (Figure 2).

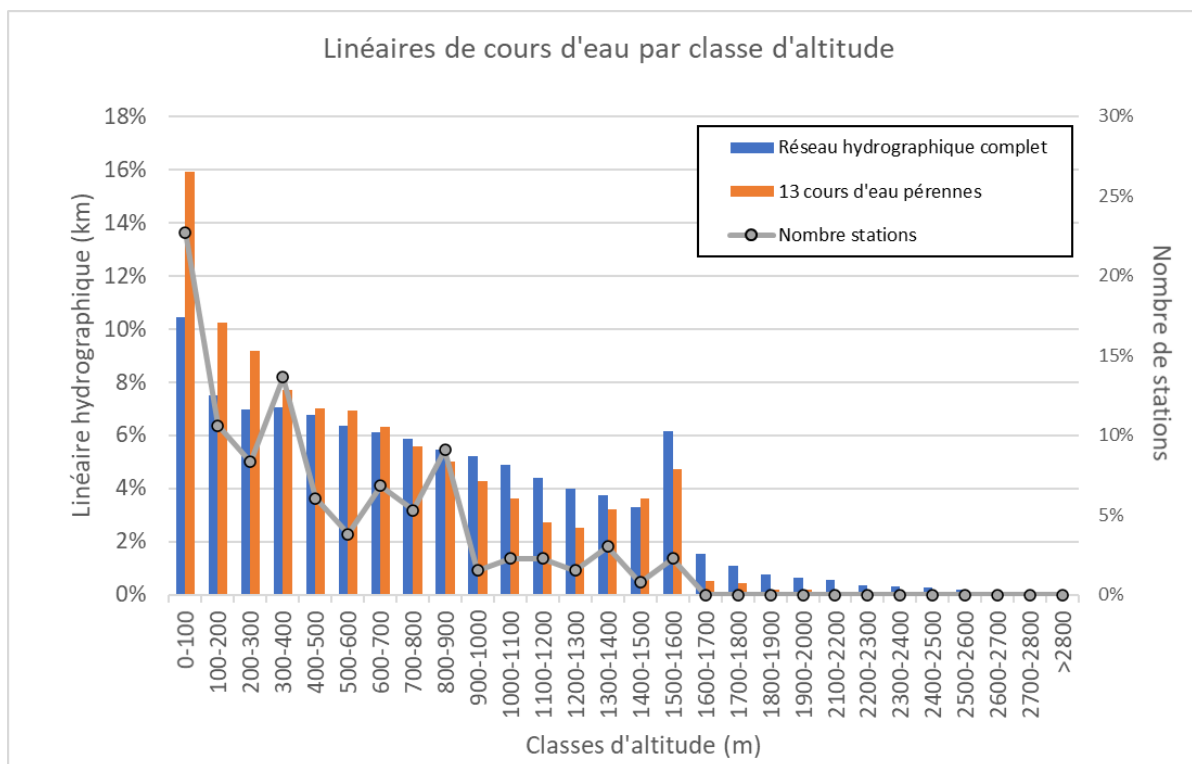


Figure 2 : Proportions de linéaires de cours d'eau (%) et de stations (%) par classe d'altitude.

Au vu du manque de données relatives aux portions d'altitude élevée des cours d'eau (> 900 m), des inventaires plus réguliers sur les zones apicales permettraient de disposer d'une image plus exhaustive des milieux aquatiques, et de mieux comprendre les mécanismes influençant les peuplements faunistiques.

De plus, une prise en compte plus représentative de l'étendue et de la diversité des hydro-écorégions permettrait d'identifier des zones potentielles à enjeux de conservation. Cette démarche permettrait de couvrir des conditions environnementales diversifiées et représentatives des écosystèmes réunionnais, et de cibler des zones subissant un niveau de pression faible. De plus, le gradient lié à l'altitude (et par conséquent à la distance à la mer) pourrait être pris en compte dans la comparaison des milieux et des peuplements au sein d'une même HER.

1.2.2 Peuplements de macroinvertébrés

Les inventaires de macroinvertébrés des cours d'eau de La Réunion réalisés depuis plus d'une trentaine d'années ont permis de mettre en évidence une grande diversité d'espèces de Mollusques, de Crustacés, de Vers et surtout d'Insectes (la classe la plus diversifiée de macroinvertébrés aquatiques des cours d'eau réunionnais). Ainsi, plus de 150 taxons ont été répertoriés à ce jour (Métro, 2020).

Les analyses menées sur les données historiques (cf. Annexe 1 en volume séparé « OCEA_INVERDO_Annexe_1_Bilan_expertise_ETHYC'O_sur_les_données_historiques ») révèlent que la majorité des stations abrite un pool de taxons ayant une répartition commune. Cependant, certains ordres peuvent être inféodés à une zonation longitudinale et à certains bassins versants : les Mollusques, tels que *Neritilia consimilis*, *Septaria borbonica* ou encore *Clithon longispina*, sont davantage abondants sur les stations situées en aval, comme à la Rivière des Roches à Beauvallon, alors que les Trichoptères (*Leptocerina pauliani* et *Oecetis* sp.) ou encore les Hémiptères (Corixidae), sont davantage présents en amont. C'est

également en amont que sont situées les stations abritant le plus de taxons rares, notamment sur la Rivière des Marsouins (Figure 3).

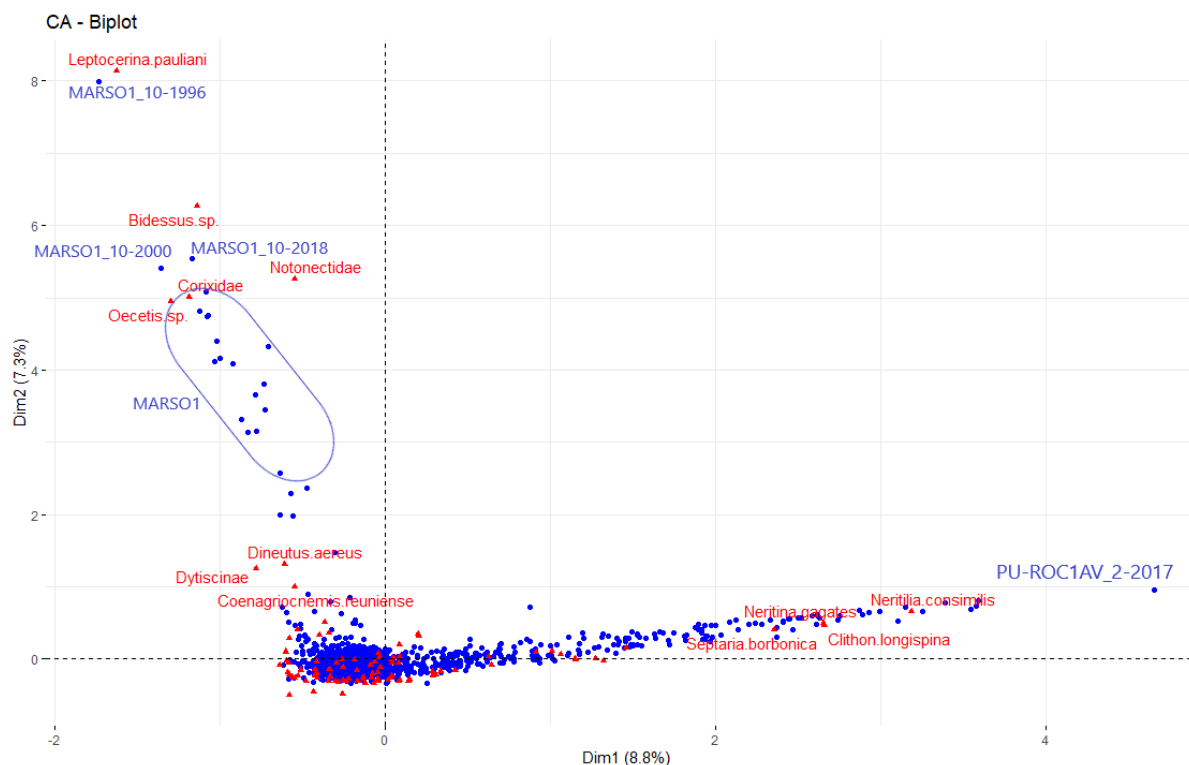


Figure 3 : Biplot de l'AFC réalisée à partir des abondances des taxons (en rouge) par inventaire (en bleu).

Les stations de hautes altitudes, peu inventoriées historiquement, se distinguent légèrement de celles de moyennes et basses altitudes de par leur biodiversité remarquable, ainsi que par la présence de certains taxons uniquement rencontrés à ces altitudes. Outre la composition des peuplements légèrement différente (au vu du jeu de données disponible couvrant très peu les stations apicales), les milieux apicaux sont aussi différents (régime hydraulique de faible énergie, ripisylve de forêt primaire, grande diversité d'habitats, etc.). Il semble donc essentiel d'inventorier les stations apicales afin de compléter les listes taxonomiques alimentées par des stations de basses et moyennes altitudes et ainsi mieux décrire la répartition des taxons à l'échelle de l'île. Ces éléments permettront de parfaire les connaissances sur l'écologie des macroinvertébrés, qui pourront servir à la gestion des milieux et des espèces, notamment celles présentant un intérêt patrimonial.

1.2.3 Rôle des zones amont suite à une crue morphogène

L'analyse de l'évolution des peuplements de macroinvertébrés suite à une crue morphogène révèle un impact significatif des événements hydrologiques sur les peuplements de macroinvertébrés benthiques. La forte diminution des abondances et richesses taxonomiques, voire la disparition de certains taxons sur l'ensemble des stations suivies, témoigne d'un remaniement complet des peuplements, dont l'effet est perceptible même neuf mois après une crue morphogène (Figure 4).

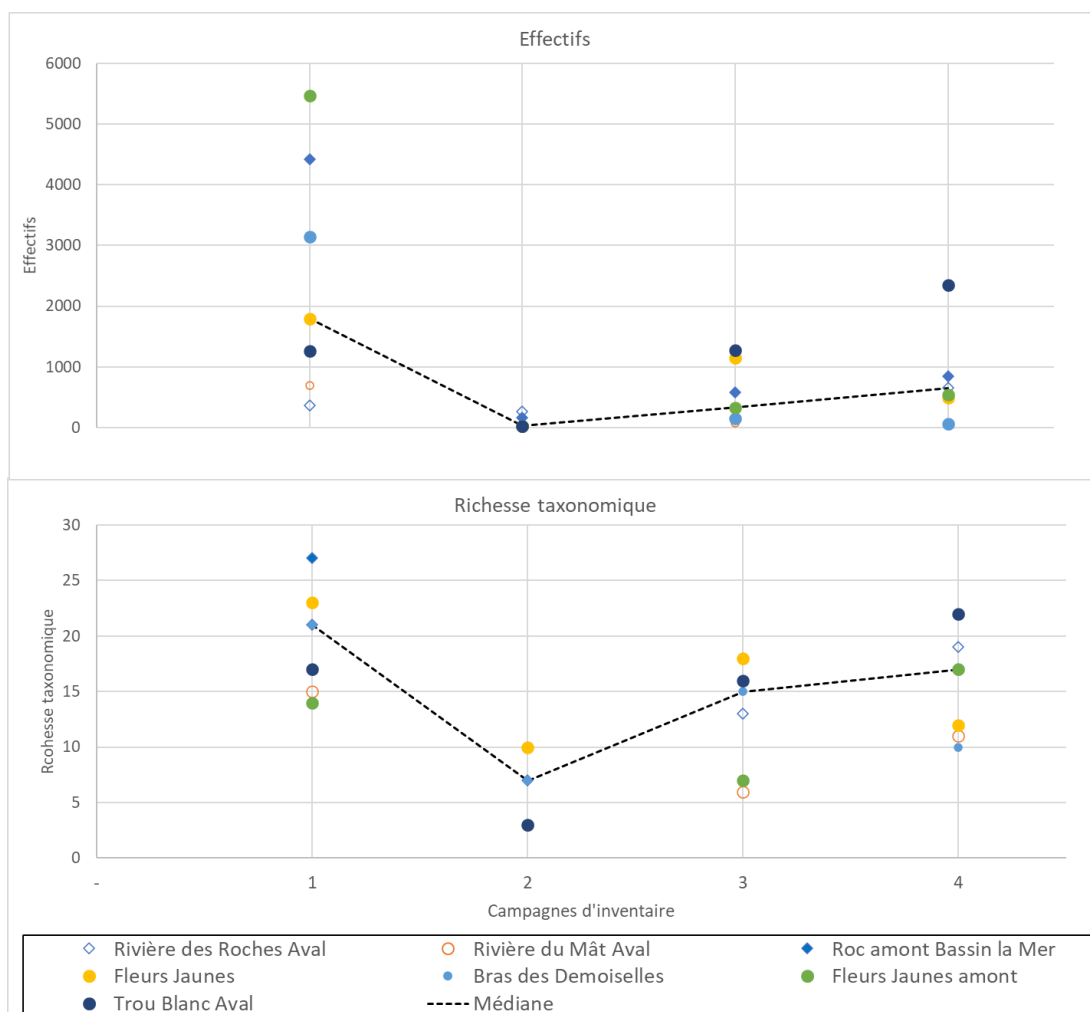


Figure 4 : Effectifs et richesses taxonomiques observés par campagne d'inventaire et par station.

Les zones intermédiaires présentent une résilience plus élevée que les portions aval face à une crue. Subissant des débits de crue moins élevés qu'en aval, les zones amont permettent le maintien de certains individus, assurant une recolonisation plus rapide que les zones aval.

Cette dynamique peut être à l'origine de la recolonisation du milieu sur tout le gradient longitudinal, profitant ainsi aux portions aval dans un second temps. Ces éléments peuvent être mis en relation avec la recolonisation supposée des habitats par le périphyton (Tonkin & al., 2014). La recolonisation, à l'origine de nouveau taxa dans le milieu, débute par l'apparition d'espèces pionnières de type « racleur brouteur » et « filtreur » dès 10 jours après une crue morphogène. Ces processus de recolonisation des habitats ont plusieurs origines, et sont plus ou moins rapides, en lien avec l'écologie et la biologie des taxons.

Pour les Insectes à phase larvaire aquatique et phase adulte aérienne, la recolonisation est rendue possible grâce à des sources externes, permettant l'arrivée de pionniers juvéniles (Morel et al., 2016). Ainsi, par des phénomènes de dérive et/ou dispersion aérienne, ces organismes peuvent, selon la durée de leur cycle de vie, recoloniser le milieu sur une durée allant de à 10 jours (Simuliidae, Orthocladiinae) à plusieurs mois (Trichoptères *H. mokaensis* et Hydroptilidae).

Pour les organismes dulçaquicoles stricts, cette recolonisation est attribuable à la résilience de quelques individus (géniteurs), ayant trouvé des refuges internes (zone hyporhéique, connectivité latérale) (Yount & Niemi, 1990). La recolonisation du milieu par ce type d'organismes est donc relativement longue, les populations de *P. acuta* affichant une structure équivalente, dominée par les juvéniles, au bout de neuf mois.

Pour les organismes amphidromes, on observe, à l'inverse des autres groupes de taxons, une augmentation des effectifs lors des 10 jours succédant la crue morphogène. Cette recolonisation est liée à l'arrivée de juvéniles par l'océan qui semblent répondre favorablement à l'augmentation des débits en rivière.

Ces éléments indiquent que la structure des peuplements de macroinvertébrés est impactée sur du long terme (plusieurs mois) par une crue morphogène. Les zones les plus amont offrent un refuge à certains taxons, leur permettant de recoloniser l'ensemble du réseau hydrographique selon différents processus.

Une meilleure connaissance de la biologie des espèces permettra de mieux comprendre la dynamique des populations de macroinvertébrés, et de mettre en évidence des dysfonctionnements du milieu en lien avec les activités anthropiques (fragmentation des milieux aquatiques et aériens, obstacles à la continuité écologique, augmentation des assecs et des intermittences).

Enfin, le suivi de stations apicales (à partir de 900-1 000 m d'altitude) permettra de mieux quantifier le rôle des zones amont en tant que réservoir biologique.

1.2.4 Identification des zones à enjeux élevés

Les secteurs apicaux du réseau hydrographique de l'île représentent des enjeux élevés en termes de biodiversité et de gestion patrimoniale au vu de l'analyse des données historiques.

Ces observations peuvent être expliquées par le fait que les zones amont abritent une grande diversité d'habitats, pouvant être favorable à une forte richesse taxonomique. Cela a notamment déjà été observé sur les stations du RCS (Métro, 2020).

De plus, les stations amont sont essentielles dans la recolonisation des hydrosystèmes suite à des événements hydrologiques morphogènes. Ils sont en effet soumis à une intensité et une durée des crues moindres comparativement aux systèmes aval. Cette stabilité relative des milieux permet d'offrir aux macroinvertébrés davantage d'abris et une recolonisation du périphyton plus rapide, à la base des réseaux trophiques.

Ces zones amont sont également soumises à un faible niveau de pressions, favorisant la présence de taxons polluo-sensibles, tels que les Trichoptères.

L'altitude, l'hydrologie et la diversité des habitats sont donc des facteurs déterminants pour la composition des peuplements de macroinvertébrés, notamment pour la richesse taxonomique. Les petits systèmes apicaux doivent donc être ciblés pour des objectifs de suivi de la biodiversité.

La carte suivante (Figure 5) représente le réseau hydrographique de La Réunion, en distinguant les cours d'eau pérennes et les cours d'eau intermittents. La limite altitudinale des 1 000 m croise une majorité de cours d'eau intermittents.

A l'heure actuelle, au vu de l'ensemble des suivis historiques qui ont été réalisés sur les macroinvertébrés benthiques, 16 stations (12 % des stations au total) ont permis de décrire 30 % de linéaire de cours d'eau apicaux.

Afin de disposer d'une couverture représentative du réseau hydrographique de La Réunion, ce réseau doit donc être complété par des points situés dans ces zones apicales (proches ou supérieurs à 1 000 m d'altitude).

Le réseau hydrographique en amont de cette limite altitudinale représente donc une priorité d'action pour l'étude et le maintien de la biodiversité aquatique.

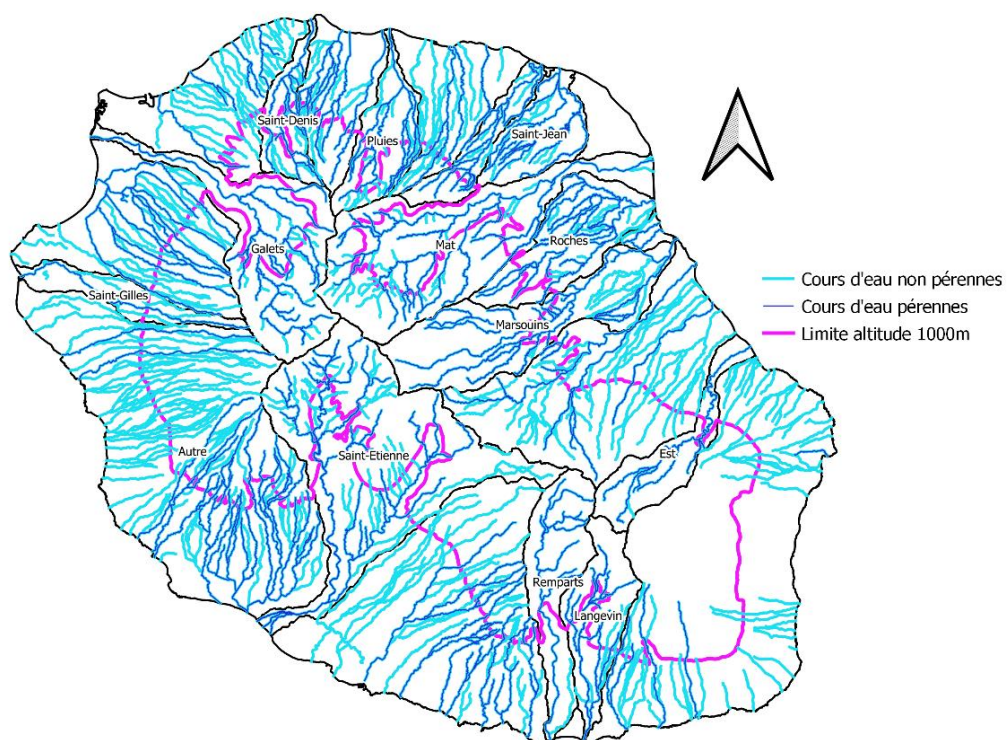


Figure 5 : Cartographie des zones d'intérêt pour l'étude de la biodiversité des communautés aquatiques. Données du réseau hydrographique issues de la BD Carthage. Cours d'eau pérennes : 13 cours d'eau pérennes de l'île. Cours d'eau non pérennes : tous les autres cours d'eau, intermittents ou non.

2 Inventaires originaux des zones apicales

2.1 Critères de sélection des stations d'étude

La sélection des 15 stations INVERDO a été réalisée selon les critères suivants :

- Zones à **forte biodiversité** et/ou hébergeant des taxons à **fort enjeux de conservation** (rares, endémiques, indigènes...) à l'échelle de l'île ;
- **Diversité des habitats** : recherche de mosaïques diversifiées, avec des substrats organiques et minéraux, recherchant en priorité les plus biogènes (d'après la hiérarchisation utilisée dans l'IBGN (AFNOR, 1992 ; 2004) ;
- **Conditions hydrologiques** : ciblage des systèmes en eau (écoulements de surface) à minima trois mois consécutifs dans l'année ainsi que les zones de faible à moyenne énergie (débits et largeurs mouillées faibles). Disposer d'un linéaire en eau équivalent à environ vingt fois la largeur mouillée est aussi nécessaire pour couvrir un panel de conditions hydrologiques (et d'habitats) diversifiées (alternance de faciès d'écoulement) ;
- **Localisation géographique** : les stations ayant une altitude élevée (au-delà de 1 000 m) et situées en cœur de Parc National de La Réunion (PNR) sont privilégiées pour les inventaires. Par ailleurs, la zonation longitudinale des stations est appréhendée par le nombre de Strahler, où toutes les zones identifiées sont de rang 1, soit en tête de bassin versant. Le choix des stations s'est également orienté sur leur appartenance à des secteurs géographiques différents.
- **Originalité des inventaires** : sites non inventoriés à ce jour ;
- **Pressions anthropiques** : absence ou peu de pressions connues ;
- **Logistique** : accès connus et accessibles à pied (inférieurs à une demi-journée de marche).

Les inventaires originaux déployés dans le cadre du présent projet, en zones apicales, ciblaient les milieux aquatiques et aériens. Ils ont été conduits en deux temps :

- Une première campagne, menée en période d'étiage 2021 (entre les mois d'août et d'octobre 2021) ciblant le compartiment aquatique ;
- Une seconde campagne en saison chaude ciblant le compartiment aérien.

Le détail de ces inventaires est consultable au sein des annexes en volume séparé : Annexe 2 « OCEA_INVERDO_Annexe_2_Bilan_inventaires_aquatiques » et Annexe 3 « OCEA_INVERDO_Annexe_3_Bilan_inventaires_aériens ». Seuls les analyses et résultats associés sont présentés ci-après.

2.2 Caractéristiques environnementales des stations inventoriées

Les données permettant de décrire les caractéristiques habitationnelles, physico-chimiques et hydromorphologiques des stations ont été compilées, en considérant des échelles spatiales variables.

Ainsi, trois échelles spatiales emboîtées ont été prises en compte : macro, méso et micro-habitat (Teichert, et al., 2013). Des analyses multivariées ont été réalisées à l'aide du logiciel R (R Core Team, 2021) indépendamment pour chacune de ces échelles, afin d'illustrer la répartition des stations en fonction des différentes échelles considérées.

2.2.1 Echelle du macro-habitat (échelle du tronçon)

Les paramètres suivants ont été renseignés pour chaque station : superficie du bassin versant amont, altitude et pente de la station en pourcentage (données obtenues par analyses cartographiques sous QGIS, à partir des coordonnées des stations d'étude).

Les valeurs de ces paramètres par station sont synthétisées dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Valeurs des paramètres du macro-habitat par station d'étude.

Station	Surface BV Amont (km ²)	Altitude (m)	Pente (%)
Bras Chansons	7,24	1324	12,73
Bras du Bernica	0,26	1234	15
Bras l'Eustache	0,51	947	13,27
Bras Misère	1,41	1506	22
Bras Noir	1,97	1592	4
Grand Bras Patience	0,86	998	10
Grand Bras Rouge	0,2	894	17,5
Ravine Calumets	0,77	1125	18,52
Ravine des Merles	0,67	1621	20
Ravine des Trois Cascades	2,57	948	12
Ravine du Figaro	0,66	728	2
Ravine Grand-Mère	1,34	874	10,91
Ravine Ruisseau	0,72	938	17,78
Ravine Savon	1,51	1351	10,64
Source Eboulis Rouge	4,01	1109	11,54
Moyenne (écart-type)	1.64 (1.8)	1146 (279)	13.19 (5.5)

Les données du macro-habitat ainsi compilées sont caractéristiques de stations apicales, avec une surface de bassin versant amont faible (1.64 km² en moyenne), une altitude élevée (1 146 m en moyenne), et une pente élevée (13.19%).

Ces stations couvrent un gradient relativement élevé de surfaces de bassin versant amont et de pente.

L'ACP, réalisée à partir des trois paramètres du macro-habitat pris en compte (Figure 6), révèle une part d'explication de la projection s'élevant à 81% de la répartition des stations. La surface de bassin versant amont est le paramètre le plus contributeur aux axes de l'ACP, particulièrement à l'axe 2. Cette surface de bassin versant amont est particulièrement

importante sur la station de Bras Chansons. Sur les deux axes, des stations se distinguent comme Bras Misère et Ravine des Merles par leur forte altitude (axe 1) et leur forte pente (axe 2).

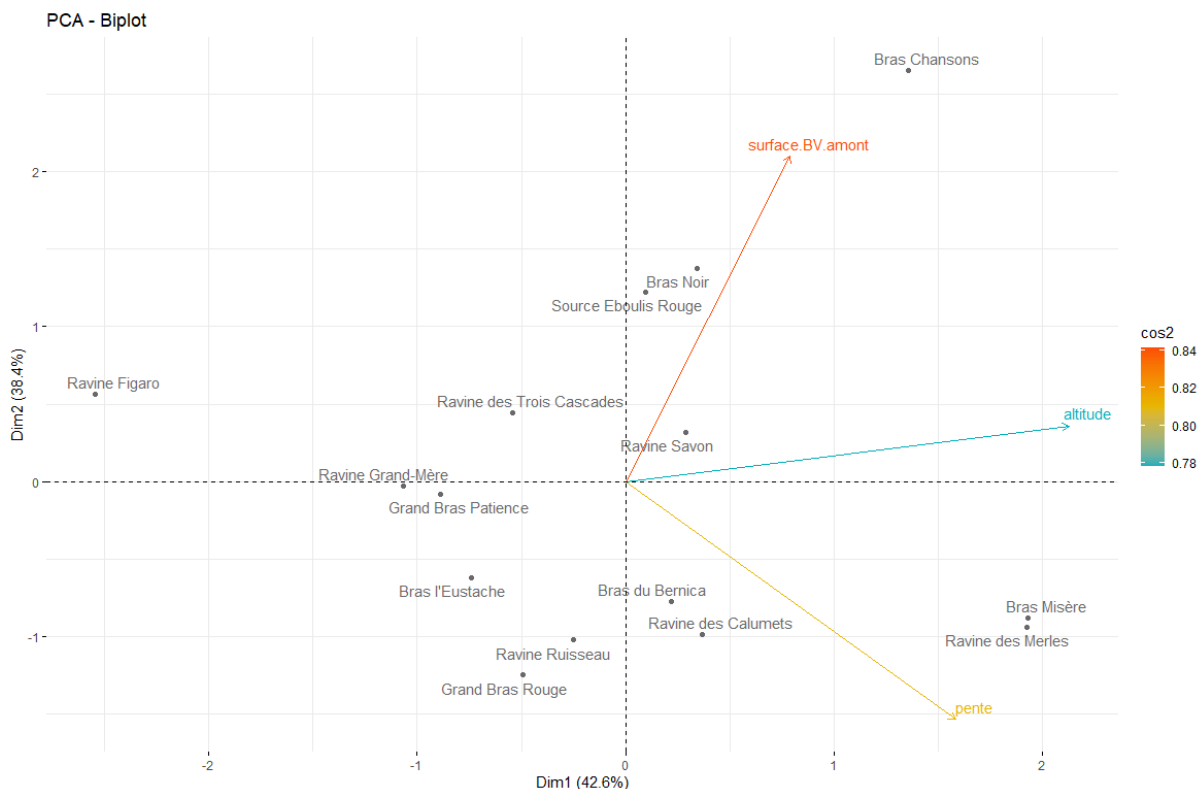


Figure 6 : Biplot de l'ACP des paramètres de macro-habitat par station d'inventaire.

A l'échelle du macro-habitat (tronçon), les zones d'étude sont donc comprises dans une gamme altitudinale représentative de systèmes intermédiaires à apicaux.

2.2.2 Echelle du méso-habitat (échelle stationnelle)

Cette échelle prend en compte cinq types de paramètres :

- Thermie :

Des modèles thermiques ont été appliqués aux stations d'étude, à partir des travaux de Roussel et al. (2022). La projection cartographique des stations d'inventaire sur ces modèles thermiques révèle qu'elles se situent dans des gammes thermiques fraîches comparativement à l'ensemble du réseau hydrographique (Figure 7).

Les températures hivernales des stations présentent une moyenne de 13.8°C, contre 16.7°C en été. Les stations présentant les températures les plus chaudes (supérieures à 15°C en hiver et à 18°C en été) sont Ravine Figaro, Grand Bras Rouge et Ravine des Trois Cascades. Les stations présentant les températures les plus faibles (inférieures à 12°C en hiver et à 15°C en été) sont Ravine des Merles et Bras Noir.

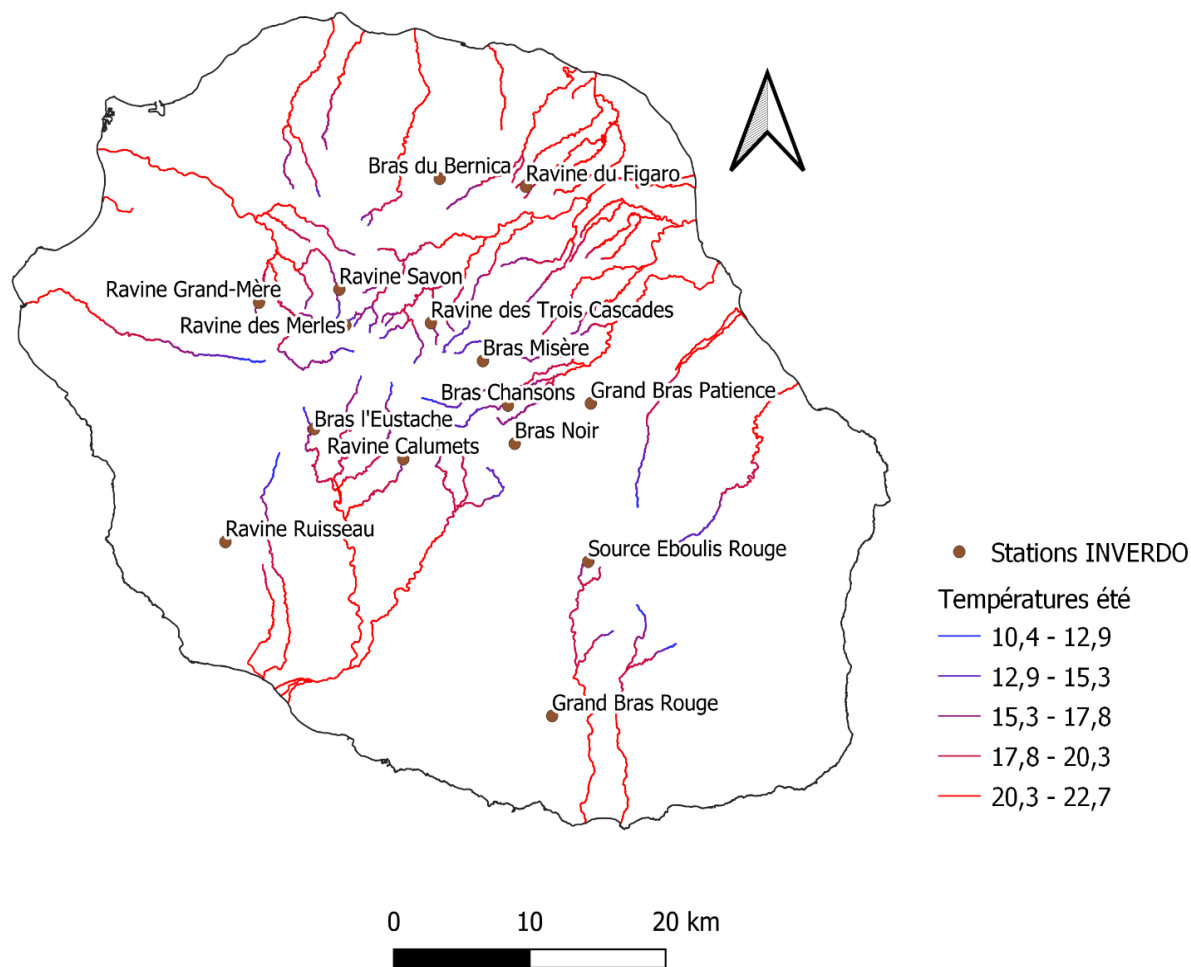


Figure 7 : Répartition des stations d'étude sur le gradient thermique (représentation des températures estivales).

Tableau 2 : Moyennes thermiques hivernale et estivale pour chaque station d'étude (d'après Roussel et al., 2022).

Station	Température moyenne hiver	Température moyenne été
Bras Chansons	13,19	16,09
Bras du Bernica	13,75	16,65
Bras l'Eustache	12,40	15,30
Bras Misère	12,33	15,23
Bras Noir	11,95	14,85
Grand Bras Patience	14,77	17,67
Grand Bras Rouge	15,37	18,27
Ravine Calumets	13,71	16,61
Ravine des Merles	11,15	14,05
Ravine des Trois Cascades	15,23	18,13
Ravine du Figaro	16,20	19,10
Ravine Grand-Mère	14,62	17,52
Ravine Ruisseau	14,85	17,75
Ravine Savon	13,40	16,30
Source Eboulis Rouge	14,30	17,20

- Hydrologie :

Plusieurs ressources ont été utilisées afin d'associer des données hydrologiques à chaque station d'inventaire :

- Analyses cartographiques, permettant de calculer trois métriques : le rang de Strahler* et l'ordre de Shreve* (en vert dans le Tableau 3) ;
- Extraction et caractérisation des données de suivis quantitatifs de l'Office de l'Eau conduisant à trois métriques : module* (m³/s), fréquence de débits d'étiage* et des débits de crue* lors des 26 dernières années (période 1995-2021) (en rouge dans le Tableau 3) ;
- Mesures in situ concernant 2 métriques : largeur moyenne mouillée (m) et largeur plein bord (m) (en orange dans le Tableau 3).

Tableau 3 : Métriques hydrologiques des stations d'étude INVERDO. Fq= Fréquence des événements hydrologiques extrapolées à partir des évaluations des débits moyens journaliers (OLE, période 1995-2021).

Station	Strahler	Shreve	Module m ³ /s	Fq étiage	Fq crues	Largeur mouillée moyenne (m)	Largeur plein bord moyenne (m)
Bras Chansons	2	5	0,29	6,8%	1,9%	7,81	13,19
Bras du Bernica	1	1	0,47	10,5%	1,9%	0,63	4,48
Bras l'Eustache	1	1	3	3,2%	0,4%	2,67	16,05
Bras Misère	3	18	0,29	6,8%	1,9%	3,3	6,28
Bras Noir	1	1	0,29	6,8%	1,9%	3,16	9,29
Grand Bras Patience	3	10	0,29	6,8%	1,9%	5,29	9,33
Grand Bras Rouge	3	13	1,75	5,3%	0,3%	1,77	7,85
Ravine Calumets	1	1	3	3,2%	0,4%	3,34	19,42
Ravine des Merles	1	1	5,2	9,8%	0,4%	3,24	17,41
Ravine des Trois Cascades	2	8	5,2	9,8%	0,4%	4,55	8,71
Ravine du Figaro	1	1	0,18	9,3%	0,9%	2,06	9,47
Ravine Grand-Mère	1	1	3	3,2%	0,4%	2,52	11,22
Ravine Ruisseau	1	1	0,006	0,0%	0,5%	2,63	9,03
Ravine Savon	1	1	3	3,2%	0,4%	2,57	12,11
Source Eboulis Rouge	3	5	1,75	5,3%	0,3%	3,7	12,95

Les données hydrologiques ainsi compilées sont caractéristiques de stations apicales, avec un rang de Strahler faible (1.7 en moyenne), et un ordre de Shreve relativement bas (4.5 en moyenne).

Les valeurs de largeurs mouillées et largeurs plein bord, avec des moyennes respectives de 3.3 m et 11.1 m reflètent des systèmes de petit gabarit.

Enfin, les valeurs de module (1.84 m³/s en moyenne) et la fréquence des débits d'étiage (6 %) et de crue (1 %), révèlent des systèmes à faible énergie, peu soumis aux crues, et davantage aux étiages.

- Hétérogénéité du substrat :

L'indice d'hétérogénéité du substrat a été calculé pour chacune des stations, à partir du nombre de chaque substrat.

Cet indice (H') répond à la formule suivante :

$$H' = -\sum\left(\frac{p_i}{S}\right) \times \log_2\left(\frac{p_i}{S}\right)$$

pi : abondance du substrat i

S : nombre de substrats possibles (variable selon le nombre de prélèvement par station)

Il s'agit d'un indice qui évalue la diversité d'habitats, il est utilisé ici à l'échelle de la station, pour mettre en évidence les stations les plus à même d'abriter une forte biodiversité (Southwood, 1977 ; Townsend et Hildrew, 1994 ; Beisel et al., 1998 ; Beisel et al., 2000 ; Firmignac & Lascaux, 2008 ; Métro, 2020). De plus, les substrats hétérogènes peuvent être considérés comme des zones refuges, offrant aux organismes de meilleures chances de survie face aux perturbations (Townsend, 1989).

Cet indice peut être classé en fonction des classes d'hétérogénéité (Tableau 4) définies par Usseglio-Polatera et Beisel (2002).

Tableau 4 : Limites des classes de l'indice d'hétérogénéité qui qualifie l'hétérogénéité du substrat d'une station (Usseglio-Polatera & Beisel, 2002).

Forte	Moyenne	Faible
>2.3	1.2 à 2.2	<1.1

- Occupation des sols et niveau d'anthropisation du milieu :

L'occupation des sols et le niveau d'anthropisation du milieu s'exerçant sur les sites d'étude ont été déterminés à partir de plusieurs critères :

- Le **contexte immédiat** aux abords de la station
- Le taux d'envahissement de la ripisylve par des **végétaux exotiques envahissants** (EEE)
- Le niveau de **pressions** en lien avec l'occupation des sols à l'échelle de la station
- Le pourcentage de **couverture de la végétation en berges** (moyenne des berges gauches et droites)
- L'**ombrage**
- La présence de taxons d'insectes et végétaux **marqueurs d'anthropisation** (3 stations)
- La classification Corine Land Cover (CLC DOM TOM Niveau 4)

Les calculs et définitions de ces critères sont décrits dans le Glossaire. Les données renseignées pour chacune des stations figurent en Annexe 4.

A noter que trois stations n'appartiennent pas au cœur de parc, à savoir Ravine des Trois Cascades, Grand Bras Rouge et Ravine du Figaro.

- Physico-chimique ponctuelle :

Il s'agit de paramètres relevés *in-situ* lors des inventaires, avec une sonde de mesure, à savoir : température, oxygène saturé et dissous, conductivité et conductivité spécifique, pH et potentiel redox.

- Hydromorphologie ponctuelle :

Il s'agit de paramètres relevés *in-situ* lors des inventaires, à savoir : largeur mouillée, largeur de plein bord et profondeur moyennes, pente des berges (pente moyennée des berges gauches et droites) et longueur de la station.

L'ACP (Figure 8), réalisée à partir de l'ensemble des variables quantitatives environnementales relatives à la station, révèle une part d'explication de la projection s'élevant à 42 % de la répartition des stations.

Ainsi, deux gradients orthogonaux sont observés. Le premier gradient est principalement porté par des valeurs de conductivité élevées, s'opposant à des fréquences de crues. Le second gradient est porté par la couverture de végétation en berges, opposée à l'oxygène et des températures moyennes en hiver et été.

On observe une distribution relative des stations sur ces deux gradients, le premier axe étant le plus discriminant. Les stations de Bras l'Eustache et de Ravine des Merles, sont corrélées à de fortes valeurs de conductivité et ont des valeurs de fréquences de crues relativement faibles, comparativement à l'ensemble des stations d'inventaire. Ces stations présentent donc une stabilité hydrologique.

Les stations de Bras Misère, Grand Bras Patience et de Bras Bernica sont inversement corrélées à ces paramètres. Ces stations sont davantage instables d'un point de vue hydrologique, avec un degré d'intermittence plus élevé. Les autres stations sont en position médiane.

Au sein du second gradient, les stations se répartissent selon les valeurs de couvertures de végétation en berges, d'oxygène, de températures moyennes. Ce gradient oppose, par exemple deux stations : Bras Chansons (ayant une forte couverture de végétation en berges ainsi que les plus faibles valeurs d'oxygène) à Source Eboulis Rouge. Ce second gradient reflète davantage le degré d'anthropisation du bassin versant immédiat.

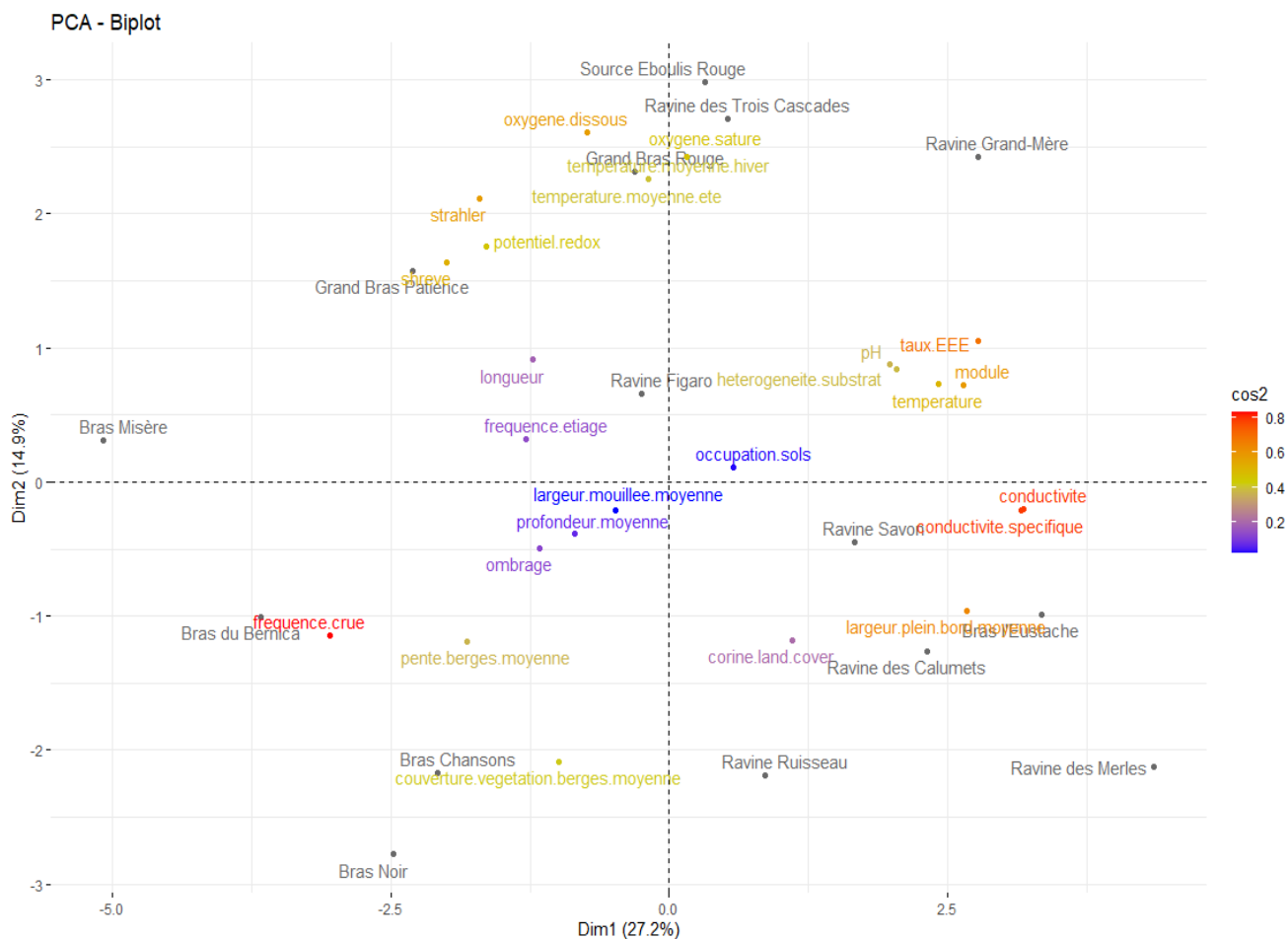


Figure 8 : Biplot de l'ACP des paramètres de méso-habitat par station d'inventaire.

La CAH (Figure 9), réalisée sur le même ensemble de variables environnementales, montre une répartition des stations en trois groupes, chaque groupe rassemblant entre quatre et six stations.

Le premier groupe (cluster 1), rassemblant les stations des Bras Misère, Bernica, Chansons et Noir, ayant de fortes fréquences de crue, mais de faibles valeurs de certains paramètres physico (température, conductivité, pH), d'hétérogénéité du substrat ou encore de taux d'envahissement par les espèces exotiques envahissantes (EEE). **Ce groupe est donc représentatif de stations apicales intermittentes peu anthropisées.**

Le second groupe (cluster 2), réuni les stations de Source Eboulis Rouge, Ravine Grand-Mère, Ravine des Trois Cascades, Ravine Figaro, Grand Bras Patience et Grand Bras Rouge, ayant de fortes températures moyennes en été comme en hiver, opposées à une faible couverture de végétation en berges. **Ce groupe est donc représentatif de stations intermédiaires d'un point de vue altitudinal, davantage anthropisées.**

Enfin, le dernier groupe (cluster 3), regroupant Ravine Savon, Bras l'Eustache, Ravine des Calumets, Ravine Ruisseau et Ravine des Merles, ont de fortes valeurs de conductivités et de largeurs de plein bord. **Ce groupe est donc représentatif de stations à écoulements pérennes stables.**

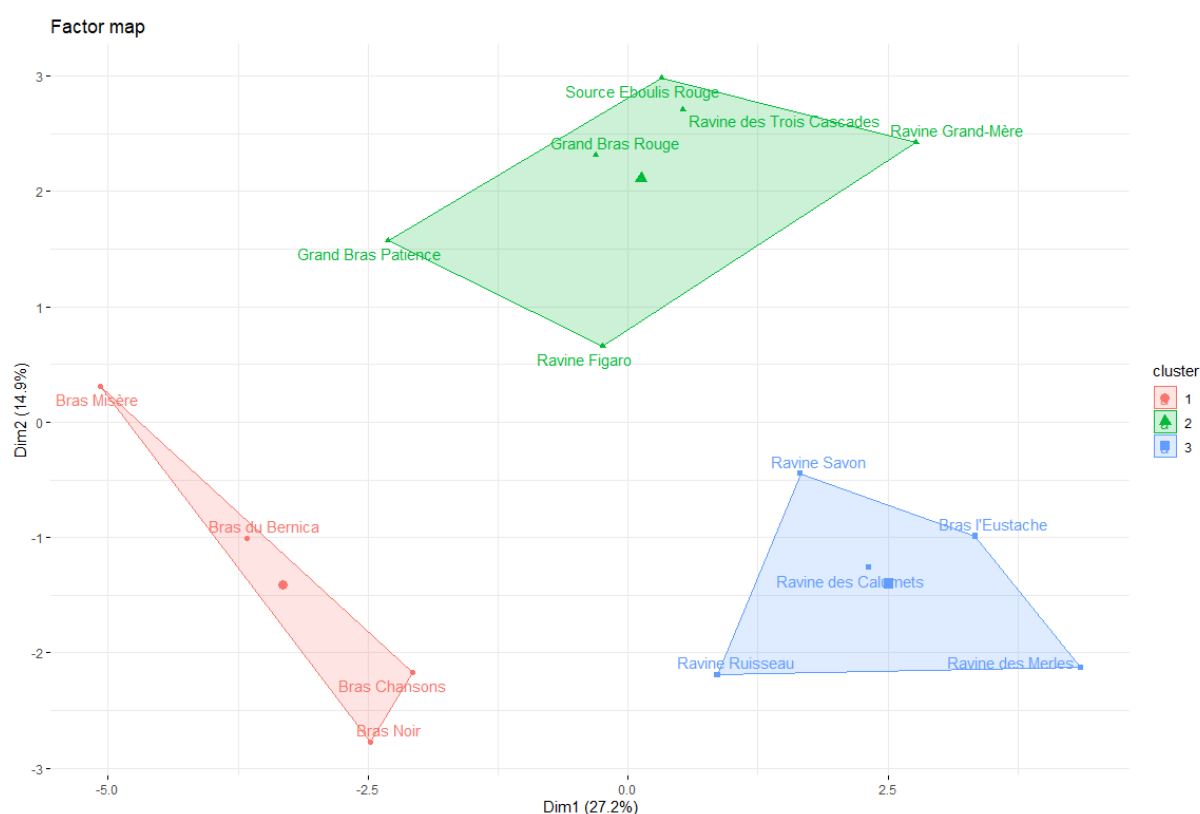


Figure 9 : Projection des stations issue de la CAH de l'ACP des paramètres de méso-habitat par station d'inventaire.

A l'échelle du méso-habitat (station), on observe donc des différences entre sites, principalement en lien avec la conductivité et l'hydrologie.

2.2.3 Echelle du micro-habitat (échelle du micro-prélèvement)

Les paramètres relevés à l'échelle du micro-habitat, ont tous été mesurés lors de la mise en œuvre des inventaires. Ils sont résumés dans le Tableau 5.

Tableau 5 : Synthèse des données relatives au micro-habitat des stations.

Stations / Descripteurs	Colmatage			Profondeur moyenne	Faciès d'écoulement		Nombre substrat
	0 : NUL	1 : FAIBLE	2 : FORT		Lotique	Lentique	
Bras Chansons	6	9	4	22	3	2	8
Bras du Bernica	2	12	3	22	0	2	7
Bras l'Eustache	8	4	1	17	2	2	7
Bras Misère	4	8	3	31	1	2	5
Bras Noir	4	5	4	34	0	2	6
Grand Bras Patience	8	4	5	25	4	2	8
Grand Bras Rouge	1	3	10	11	2	1	7
Ravine des Calumets	4	7	5	31	3	1	7
Ravine des Merles	4	8	4	27	4	1	7
Ravine des Trois Cascades	10	7	5	27	2	3	8
Ravine Figaro	12	4	4	17	2	2	7
Ravine Grand-Mère	3	9	5	22	3	1	9
Ravine Ruisseau	9	1	2	34	3	2	7
Ravine Savon	3	6	6	17	2	1	7
Source Eboulis Rouge	3	5	12	25	5	3	8
Nombre de modalités possibles	1	1	1		5	3	11

En ce qui concerne le colmatage, la majorité des points de prélèvements n'était pas ou peu colmaté. La profondeur d'eau moyenne des points varie de 11 à 34 cm, selon la station. Les très faibles hauteurs d'eau, notamment observées sur Grand Bras Rouge, sont probablement synonymes d'une forte intermittence du cours d'eau. Concernant les faciès d'écoulement, certaines stations ont une meilleure diversité que d'autres, comme Source Eboulis Rouge (tous les faciès possibles sont représentés), contrairement à Bras Noir ou Bras du Bernica (deux faciès lentiques représentés). Enfin, la majorité des stations ont au moins sept catégories de substrats échantillonnés, sauf Bras Misère et Bras Noir, ayant respectivement cinq et six substrats différents ayant fait l'objet d'inventaires.

L'ACP (Figure 10) réalisée révèle une part d'explication de la projection relativement faible, s'élevant à près de 20 % de la répartition des points de prélèvement. Le premier gradient (axe 1) est porté par les vitesses et faciès d'écoulement. Ainsi, les points de prélèvements se distinguent sur ce premier axe, en deux groupes, ceux prélevés en faciès lentiques (à gauche de l'axe) comparés à ceux en faciès lotiques (à droite de l'axe). La majorité des points de prélèvement sont situés en position médiane, toutes stations confondues. **Les stations ont donc été échantillonnées dans l'ensemble avec des paramètres du micro-habitat comparables.**

Certains points de prélèvement notamment inventoriés sur Bras Noir, se distinguent par de faibles vitesses d'écoulement (axe 1) et de fortes hauteurs d'eau (second gradient sur l'axe 2).

A l'échelle du micro-habitat (micro-prélèvement), les sites sont relativement homogènes.

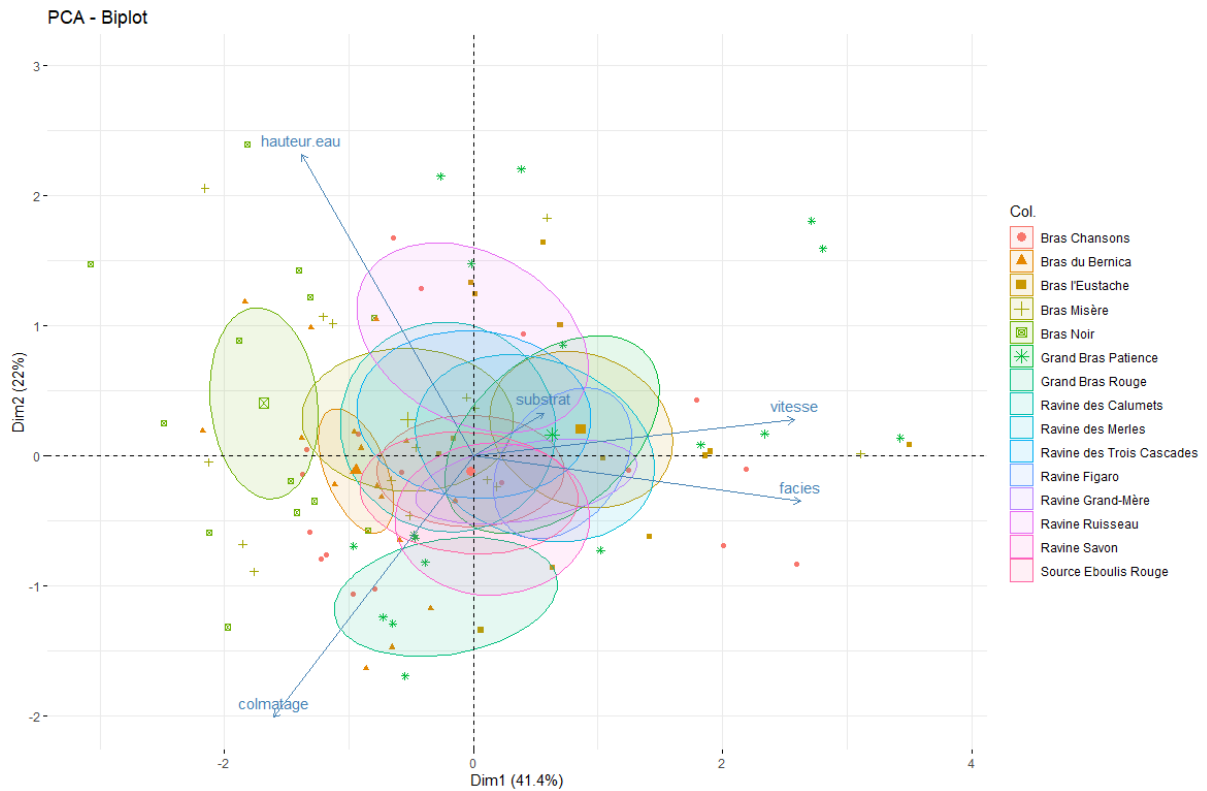


Figure 10 : Biplot de l'ACP des paramètres de micro-habitat par point de prélèvement (habillage selon la station).

En conclusion, les stations échantillonnées dans le cadre d'INVERDO couvrent des gammes altitudinales intermédiaires à apicales, avec des paramètres du micro-habitat relativement similaires. En revanche, elles diffèrent entre elles par leur conductivité et leurs caractéristiques hydrologiques. La station de Bras Noir est celle qui diverge le plus des autres stations d'étude.

2.3 Peuplements de macroinvertébrés

2.3.1 Descripteurs des peuplements

➤ Synthèse des méthodologies de prélèvement utilisées

Différentes méthodes d'inventaire ont été utilisées par station, avec un nombre de prélèvements variable selon la station considérée (Tableau 6 et voir documents annexes en volume séparé : « OCEA_INVERDO_Annexe_2_Bilan_inventaires_aquatiques » et « OCEA_INVERDO_Annexe_3_Bilan_inventaires_aériens »).

Tableau 6 : Nombre de prélèvement réalisé par méthodologie d'inventaire, par station. Méthodes en milieu aquatique : S : Surber ; T : troubleau ; P : ponctuel ; Sup : supplémentaire. Méthodes en milieu aérien : AV : à vue ; B : battage ; F : fauchage ; FAP : filet à papillons ; PL : piège lumineux ; 3CAS : Ravine des Trois Cascades ; BER : Bras du Bernica ; CAL : Ravine des Calumets ; CHA : Bras Chansons ; EUS : Bras l'Eustache ; FIG : Ravine Figaro ; GBR : Grand Bras Rouge ; MERE : Ravine Grand-Mère ; MERL : Ravine des Merles ; MIS : Bras Misère ; NOI : Bras Noir ; PAT : Grand Bras Patience ; RUI : Ravine Ruisseau ; SAV : Ravine Savon ; SER : Source Eboulis Rouge.

	Milieu aquatique				Milieu aérien				
	S	T	P	Sup	AV	B	F	FAP	PL
3CAS	12	5	5						
BER	7	5	5						
CAL	7	4	5	1	1	1			1
CHA	12	2	5	1	1	1	1	1	1
EUS	6	4	4	1					
FIG	12	3	5		1	1			1
GBR	6	3	5	1					
MERE	7	5	5						
MERL	7	4	5	1					
MIS	6	5	4	1					
NOI	6	3	5						
PAT	7	5	5	2					
RUI	6	5	1	1					
SAV	8	3	4	1					
SER	9	5	6						

Cet effort d'échantillonnage, variable selon les stations d'étude, est pris en compte par pondération dans le calcul des métriques relatives aux peuplements de macroinvertébrés.

➤ Métriques calculées

La description des peuplements de macroinvertébrés a été réalisée à partir du calcul de différentes métriques listées ci-dessous.

- Abondances, richesses taxonomiques, indices de Shannon, d'équitabilité de Piélou et de dominance de Simpson
- Ces métriques ont été déterminées pour chaque station, selon les équations suivantes :

$$\text{Abondance} = \sum_0^n A_i$$

A_i : nombre total (de 0 à n) d'individus du taxon i par station, méthode de prélèvement ainsi que par station et méthode de prélèvement

$$\text{Richesse} = \sum_0^n T_i$$

Richesse taxonomique = $\sum T_i$

T_i : nombre de taxons i (niveau de détermination allant de l'espèce à l'ordre) inventorié par station, méthode de prélèvement ainsi que par station et méthode de prélèvement

La richesse taxonomique a été corrigée en excluant les taxons ayant un niveau de détermination trop faible, lorsque d'autres taxons du même ordre ont été échantillonnés (exemple : Diptera).

L'indice de diversité de Shannon, H (Shannon, 1948) a été calculé par station selon l'équation suivante :

$$H = - \sum_{i=1}^S \left[\left(\frac{N_i}{N} \right) \times \ln \left(\frac{N_i}{N} \right) \right]$$

N_i = nombre d'individus de la i -ième espèce

N = nombre total d'individus

S = nombre total d'espèces

L'indice de Shannon permet d'exprimer la diversité d'un peuplement en prenant en compte le nombre de taxons et l'abondance des individus au sein de chaque taxon. Ainsi, un peuplement de macroinvertébrés dominé par un taxon aura un coefficient moindre comparativement à un peuplement dont tous les taxons sont codominants.

La valeur de l'indice varie de 0 (un taxon domine) au logarithme népérien du nombre total de taxons (tous les taxons ont la même abondance).

L'indice d'équitabilité de Pielou, J (Pielou, 1966) a également été calculé par station, selon l'équation suivante :

$$J = \frac{H}{\ln(S)}$$

H = indice de diversité de Shannon

S = nombre total d'espèces

L'indice d'équitabilité de Pielou permet de mesurer la répartition des individus au sein des taxons (Grall & Coic, 2006) et varie de 0 (dominance d'un taxon) à 1 (individus équitablement répartis par taxon).

L'indice de Simpson, D (Simpson, 1949) est le dernier indice de diversité calculé, selon l'équation suivante :

$$D = \frac{\sum N_i(N_i-1)}{N(N-1)}$$

N_i = nombre d'individus de la i -ième espèce

N = nombre total d'individus

L'indice de Simpson permet de mesurer la diversité d'un milieu, en calculant la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce. Plus cet indice est proche de 1, plus le peuplement est homogène.

Richesses et abondances brutes par station

Les valeurs de richesses taxonomiques, abondances, et indices de diversité de l'ensemble des méthodologies d'inventaire par station, sont synthétisées dans le Tableau 7.

Les résultats montrent d'importantes disparités entre les stations étudiées.

La station présentant les plus fortes abondances et richesses en macroinvertébrés, est celle de Source Eboulis Rouge, située sur la Rivière des Remparts (rivière pérenne du sud de La Réunion). En effet, plus de 14 000 individus appartenant à 51 taxons ont été dénombrés sur cette station.

L'abondance de Source Eboulis Rouge est environ 1,7 fois plus importante que celle de Bras Bernica, la station ayant la seconde plus forte abondance relevée. *A contrario*, la station ayant la plus faible abondance est celle de Ravine Savon, avec près de 1 750 individus inventoriés, soit 8 fois moins que la station de Source Eboulis Rouge.

La station de Bras Noir est celle ayant la plus faible richesse (21 taxons), suivie de celle de Bras Misère (25 taxons).

Pour ce qui est des indices de diversité, ceux de Shannon et Piélou donnent la même information : plus le coefficient observé est important, plus la diversité est importante et plus la répartition des individus au sein des taxons est équitable. C'est le cas pour la station de Ravine Figaro (Shannon : 2,71 ; Piélou : 0,73). En effet, cette station a une richesse taxonomique importante (40 taxons) et une abondance plus équilibrée au sein des taxons que la station de Bras Noir (Shannon : 0,82 ; Piélou : 0,27), dominée à plus de 80 % par le diptère de la tribu des Chironomini. L'indice de Simpson étant inversement proportionnel à la diversité, il indique une dominance d'un taxon pour la station de Bras Noir (0,67) et une absence de dominance pour la station de Ravine Figaro (0,09).

Tableau 7 : Richesse taxonomique, abondance et indices de diversité (Shannon, Simpson et Piélou) par station ayant fait l'objet d'inventaires en milieu aquatique. En vert : les valeurs les plus élevées. En rouge : les valeurs les plus basses.

Station	Richesse taxonomique	Abondance	Shannon	Simpson	Piélou
Ravine Ruisseau	38	5 212	1,66	0,28	0,46
Bras l'Eustache	33	3 379	2,15	0,17	0,62
Ravine des Calumets	40	2 309	2,42	0,14	0,65
Ravine Savon	28	1 747	1,51	0,37	0,45
Ravine des Merles	34	5 741	1,74	0,29	0,49
Bras Chansons	26	2 864	1,94	0,20	0,60
Bras Misère	25	1 831	1,90	0,24	0,59
Source Eboulis Rouge	51	14 061	1,94	0,23	0,49
Bras Noir	21	2 022	0,82	0,67	0,27
Grand Bras Patience	35	2 388	1,46	0,35	0,41
Ravine Grand-Mère	39	2 853	2,03	0,22	0,55
Bras du Bernica	35	8 305	1,49	0,44	0,42
Ravine Figaro	40	4 926	2,71	0,09	0,73
Ravine des Trois Cascades	36	6 096	2,32	0,14	0,65
Grand Bras Rouge	33	2 163	2,08	0,19	0,59
Moyenne	34	4 393	1,88	0,27	0,53

Richesses et abondances pondérées par station

Les abondances et richesses taxonomiques pondérées selon le nombre de prélèvement réalisé (quel que soit la méthodologie d'inventaire), par station, ont été renseignées dans le Tableau 8.

La station présentant la plus forte richesse taxonomique moyenne est celle de Ravine Ruisseau, avec 2,9 taxons par prélèvement. Elle est suivie par la station de Source Eboulis Rouge (la station présentant la plus forte valeur brute, Tableau 7), avec en moyenne 2,6 taxons par prélèvement. La station avec la plus faible valeur est celle de Bras Chansons (1,3 taxons), suivie par celle de Bras Noir (la station présentant la plus faible valeur brute, Tableau 7), avec 1,5 taxons en moyenne.

Pour l'abondance, ce sont toujours les mêmes stations qui présentent les plus fortes et les plus faibles valeurs, à savoir : Source Eboulis Rouge (703,1 individus par prélèvement) et Ravine Savon (109,2 individus par prélèvement).

Tableau 8 : Richesse taxonomique et abondance par station ayant fait l'objet d'inventaires en milieu aquatique. Ces valeurs ont été moyennées selon le nombre de prélèvement réalisé par station. En vert : les valeurs les plus élevées. En rouge : les valeurs les plus faibles.

Station	Nombre prélèvement	Richesse pondérée	Abondance pondérée
Ravine Ruisseau	13	2,9	400,9
Bras l'Eustache	15	2,2	225,3
Ravine des Calumets	17	2,4	135,8
Ravine Savon	16	1,8	109,2
Ravine des Merles	17	2,0	337,7
Bras Chansons	20	1,3	143,2
Bras Misère	16	1,6	114,4
Source Eboulis Rouge	20	2,6	703,1
Bras Noir	14	1,5	144,4
Grand Bras Patience	19	1,8	125,7
Ravine Grand-Mère	17	2,3	167,8
Bras du Bernica	17	2,1	488,5
Ravine Figaro	20	2,0	246,3
Ravine des Trois Cascades	22	1,6	277,1
Grand Bras Rouge	15	2,2	144,2

Pour conclure, ces analyses révèlent que les stations d'étude présentent des abondances et richesses taxonomiques fluctuantes : la station de **Source Eboulis Rouge** est clairement la station la plus riche et abondante de toutes les stations inventoriées. D'autres stations, comme **Bras Chansons**, **Ravine Savon** ou encore **Bras Noir** sont nettement moins riches et abondantes en macroinvertébrés.

➤ Résultats milieu aérien

Richesses et abondances brutes par station

Sur les 15 stations INVERDO, uniquement trois d'entre elles ont fait l'objet d'inventaires en milieu aérien (cf. Note technique sur les inventaires aériens visant à parfaire la taxonomie des Insectes à stades pré-imaginaux aquatiques du 13/08/2021).

Les abondances et richesses taxonomiques renseignées dans le Tableau 9, concernent les taxons de macroinvertébrés ayant au moins un stade de développement en milieu aquatique.

Ainsi, l'abondance observée est nettement plus importante sur la station de Bras Chansons (environ 2,5 fois plus que sur les deux autres stations). La richesse taxonomique est relativement moyenne et équivalente sur les stations Ravine Figaro et Bras Chansons. Une différence de quatre taxons est observée entre la station la plus riche (Ravine Figaro) et la moins riche (Ravine des Calumets).

Tableau 9 : Richesse taxonomique et abondance par station ayant fait l'objet d'inventaires en milieu aérien. En vert : les valeurs les plus élevées. En rouge : les valeurs les plus basses.

Station	Richesse taxonomique	Abondance
Bras Chansons	19	254
Ravine Figaro	20	108
Ravine des Calumets	16	97
Moyenne	18	153

Richesses et abondances pondérées par station

Les abondances et richesses taxonomiques pondérées selon le nombre de prélèvement réalisé (quel que soit la méthodologie d'inventaire), par station, ont été renseignées dans le Tableau 10.

La station présentant la plus forte richesse taxonomique moyenne est toujours celle de Ravine Figaro, la plus basse en altitude comparée aux deux autres. Celle de Bras Chansons a l'abondance moyenne la plus importante mais une richesse moyenne moindre comparée aux autres. La Ravine des Calumets reste également la station ayant la plus faible abondance moyenne.

Tableau 10 : Richesse taxonomique et abondance par station ayant fait l'objet d'inventaires en milieu aérien. Ces valeurs ont été moyennées selon le nombre de prélèvement réalisé par station. En vert : les valeurs les plus élevées. En rouge : les valeurs les plus faibles

Station	Nombre prélèvement	Richesse taxonomique pondérée	Abondance pondérée
Bras Chansons	5	3,8	50,8
Ravine Figaro	3	6,7	36,0
Ravine des Calumets	3	5,3	32,3

Pour conclure, la **Ravine des Calumets** est moins riche et moins abondante que les deux autres stations inventoriées en milieu aérien.

2.3.2 Focus sur la classe des Insectes

L'étude INVERDO a permis de mettre en évidence les **ordres taxonomiques** pour lesquels des **lacunes** ont été observées (ordre contenant beaucoup plus d'espèces que celles décrites actuellement dans l'Atlas des Macroinvertébrés des eaux douces de La Réunion, Forcellini et al., 2012). Parmi ces ordres, principalement appartenant à la classe des Insectes, se démarquent les Coléoptères, les Hémiptères, les Odonates et plus ponctuellement quelques espèces de Diptères et de Trichoptères (Tableau 11).

On observe une originalité dans la composition des peuplements d'Insectes pour certaines stations, qui présentent des proportions élevées de Trichoptères, comme Bras Misère ou Bras Chansons. La station Ravine des Calumets, avec des proportions relativement élevées d'Hémiptères, Lépidoptères et Odonates présente des peuplements d'Insectes équilibrés. Dans le cadre des suivis classiques (RCS), ce sont les Diptères qui dominent largement la composition des peuplements d'Insectes.

Certains ordres, n'ont cependant pas été échantillonnés sur l'ensemble des stations (Tableau 11). C'est le cas des Ephemeroptera, non échantillonnées sur Bras Chansons, Bras Misère, Grand Bras Rouge et Ravine des Calumets. Un autre ordre, celui des Lepidoptera est aussi dans ce cas et n'est pas représenté sur les stations de Bras l'Eustache et de Grand Bras Patience. Enfin, Bras Noir est la seule station où il n'y a ni Ephemeroptera, ni Lepidoptera. Il est à noter que certaines stations, comme Bras du Bernica, Source Eboulis Rouge ou Bras l'Eustache, ont des proportions plus importantes de certains ordres, tels que les Coléoptères, les Hémiptères ou les Ephéméroptères.

Tableau 11 : Proportions (abondances des ordres comparées aux abondances de l'ensemble des taxons, en %) des principaux ordres de la classe des Insecta, échantillonnés par station, toutes méthodes d'inventaire confondues. En vert : les deux plus fortes proportions observées par ordre taxonomique. En rouge : les ordres absents par station.

Station	Coleoptera	Diptera	Ephemeroptera	Hemiptera	Lepidoptera	Odonata	Trichoptera
Bras Chansons	1,76	44,23	0	2,73	0,03	0,16	23,06
Bras du Bernica	5,96	75,94	1,95	2,96	0,02	0,18	7,12
Bras l'Eustache	0,70	70,50	5,17	0,64	0	0,17	10,48
Bras Misère	4,78	37,46	0	0,49	0,16	2,01	42,89
Bras Noir	1,04	92,85	0	0,30	0	1,97	0,99
Grand Bras Patience	2,21	60,09	0,58	0,04	0	0,83	0,17
Grand Bras Rouge	4,19	43,04	0	0,70	0,08	1,25	0,04
Ravine des Calumets	0,78	34,49	0	3,40	0,25	2,74	3,20
Ravine des Merles	1,32	50,04	1,60	0,02	0,03	0,12	5,72
Ravine des Trois Cascades	0,87	35,06	0,42	0,03	0,02	0,13	5,64
Ravine Figaro	1,30	48,33	2,51	0,12	0,77	0,71	14,42
Ravine Grand-Mère	0,31	46,58	0,10	2,53	0,82	0,89	14,04
Ravine Ruisseau	0,61	81,84	0	0,19	0,17	0,27	0,02
Ravine Savon	0,57	31,82	0,06	0,23	0,17	3,18	2,39
Source Eboulis Rouge	4,18	79,54	0,09	7,09	0,06	0,03	2,14

Pour conclure, les stations échantillonnées dans le cadre d'INVERDO ont permis de collecter une **diversité élevée en Insectes**, avec des proportions équilibrées entre ordres pour certaines stations.

2.3.3 Statuts biogéographiques des taxons

La liste exhaustive des taxons de macroinvertébrés inventoriés dans le cadre du projet INVERDO est indiquée dans les documents annexes en volume séparé (cf. « OCEA_INVERDO_Annexe_2_Bilan_inventaires_aquatiques » et « OCEA_INVERDO_Annexe_3_Bilan_inventaires_aériens »).

Parmi les 144 taxons inventoriés dans le cadre de cette étude, uniquement 15 d'entre eux sont endémiques ou sub-endémiques de La Réunion (Gargominy et al., 2022). La majorité de ces espèces n'ont pas été décrites ou inventoriées dans de précédentes études (Forcellini et al., 2012). En effet, sur les 15 espèces endémiques ou sub-endémiques de La Réunion (Tableau 12), uniquement six d'entre elles ont des fiches descriptives dans l'Atlas des macroinvertébrés de La Réunion (Forcellini et al., 2012).

Tableau 12 : Liste des espèces endémiques ou sub-endémiques de La Réunion échantillonnées dans le cadre d'INVERDO.

Ordre	Nom du taxon	Fiche descriptive
Araneae	<i>Hygropoda borbonica</i>	Non
Coleoptera	<i>Berosus vinsoni</i>	Non
	<i>Dineutus indus olivaceus</i>	Non
	<i>Hydroglyphus lobulatus</i>	Non
	<i>Laccophilus irroratus</i>	Non
	<i>Rhantus phocaenarum</i>	Non
	<i>Sicilicula borbonica</i>	Oui
Diptera	<i>Limonia midas</i>	Non
Ephemeroptera	<i>Nigrobaetis colonus</i>	Oui
Hemiptera	<i>Anisops alluaudi</i>	Non
	<i>Microvelia bourbonensis</i>	Oui (mauvaise description)
Lepidoptera	<i>Eoophyla reunionalis</i>	Oui (uniquement le genre)
Odonata	<i>Coenagriocnemis reuniensis</i>	Oui
	<i>Hemicordulia atrovirens</i>	Oui
Trichoptera	<i>Leptocerina pauliani</i>	Oui

L'ordre des Coléoptères est celui comportant le plus d'espèces endémiques, qui sont pour la plupart non décrites. Ainsi, trois d'entre elles ont fait l'objet d'une nouvelle fiche descriptive (fiches qui seront visibles dans la prochaine version de l'Atlas des macroinvertébrés de La Réunion).

A l'échelle des stations du présent projet, la répartition de ces taxons est variable (Tableau 13). En effet, entre deux et dix taxons endémiques ou sub-endémiques ont été inventoriés par station. Les stations ayant respectivement le plus et le moins de taxons endémiques dans leur peuplement sont celles de Source Eboulis Rouge et celles de Ravine Grand-Mère et Bras Noir. En comparaison du total de taxons échantillonnés par station, ce sont les stations de Bras Chansons, suivie de celle de Source Eboulis Rouge, qui ont les pourcentages les plus élevés. A contrario, la station étant de loin la moins riche en taxons endémiques est toujours celle de Ravine Grand-Mère (Tableau 13).

Tableau 13 : Pourcentage de taxons endémiques ou sub-endémiques par station (en vert : valeur maximale ; en rouge : valeur minimale).

Station	Richesse	Nombre de taxons endémiques ou sub-endémiques	Pourcentage de taxons endémiques ou sub-endémiques
Bras Chansons	26	7	27
Bras du Bernica	35	6	17
Bras l'Eustache	33	4	12
Bras Misère	25	3	12
Bras Noir	21	2	10
Grand Bras Patience	35	4	11
Grand Bras Rouge	33	5	15
Ravine des Calumets	40	5	13
Ravine des Merles	34	4	12
Ravine des Trois Cascades	36	4	11
Ravine Figaro	40	7	18
Ravine Grand-Mère	39	2	5
Ravine Ruisseau	38	5	13
Ravine Savon	28	4	14
Source Eboulis Rouge	51	10	20

Hormis les statuts biogéographiques, il existe d'autres statuts permettant de caractériser les taxons, notamment les statuts ZNIEFF (présence d'espèces dites « déterminantes », soient des espèces montrant que le milieu naturel qui les héberge présente une valeur patrimoniale plus élevée que les autres milieux naturels environnants, DEAL Réunion, 2015), mais aussi

les statuts de la liste rouge UICN, catégorisant les espèces menacées de disparition à La Réunion (UICN France et al., 2013). Ce sont principalement les libellules et demoiselles (ordre des Odonata) qui sont concernées par ces autres statuts (Tableau 14). Pour certaines espèces appartenant aux autres ordres que celui des Odonates, ces statuts existent également mais concernent uniquement les espèces se développant exclusivement en milieu terrestre. Ainsi, la majorité des espèces d'Odonates ne sont pas en danger d'extinction (Tableau 14). En revanche, les deux espèces endémiques, *Coenagriocnemis reuniensis* et *Hemicordulia atrovirens* (Tableau 14) sont des espèces déterminantes pour les ZNIEFF et sont respectivement en danger d'extinction et quasi menacées de disparition.

Tableau 14 : Liste des catégories UICN et ZNIEFF des taxons de l'ordre des Odonata, échantillonnés dans le cadre du projet INVERDO. LC : préoccupation mineure (risque de disparition faible) ; NT : quasi menacée (espèce qui pourrait être menacée si des mesures de conservation ne sont pas prises) ; EN : en danger d'extinction.

Nom des taxons de l'ordre des Odonata	Catégorie UICN	Espèce déterminante ZNIEFF
<i>Anax imperator mauricianus</i> ou <i>Anax sp.</i>	LC	Non
<i>Coenagriocnemis reuniensis</i>	EN	Oui
<i>Gynacantha bispina</i>	EN	Oui
<i>Hemicordulia atrovirens</i>	NT	Oui
<i>Ischnura senegalensis</i>	LC	Non
<i>Orthetrum spp.</i>	LC	Non
<i>Pantala flavescens</i>	LC	Non
<i>Trithemis annulata haematina</i>	LC	Non
<i>Zygonyx torridus</i>	LC	Non

Le nombre de taxons d'Odonates par station, appartenant aux différents catégories UICN et ZNIEFF, est indiqué dans le Tableau 15.

Les stations du présent projet présentent une à cinq espèces d'Odonata au sein de leur peuplement (Tableau 15). L'espèce *Coenagriocnemis reuniensis* est la plus représentée, car présente sur l'ensemble des stations, à l'exception de celle Bras Noir (où uniquement deux espèces ont été inventoriées, *Anax sp.* et *Ischnura senegalensis*, cette dernière en relative forte abondance). Contrairement à la station de Bras Noir, celle de Ravine Figaro est celle présentant la plus forte richesse en Odonates, avec cinq espèces échantillonnées sur les neuf présentes sur l'ensemble des stations. C'est aussi la seule station où les trois espèces déterminantes pour les ZNIEFF ont été inventoriées.

Hormis les statuts biogéographiques, il existe d'autres statuts permettant de caractériser les taxons, notamment les statuts ZNIEFF (présence d'espèces dites « déterminantes », soient des espèces montrant que le milieu naturel qui les héberge présente une valeur patrimoniale plus élevée que les autres milieux naturels environnants, DEAL Réunion, 2015), mais aussi les statuts de la liste rouge UICN, catégorisant les espèces menacées de disparition à La Réunion (UICN France et al., 2013). Ce sont principalement les libellules et demoiselles (ordre des Odonata) qui sont concernées par ces autres statuts (Tableau 15). Pour certaines espèces appartenant aux autres ordres que celui des Odonates, ces statuts existent également mais ne concernent uniquement les espèces se développant exclusivement en milieu terrestre. Ainsi, la majorité des espèces d'Odonates présente un risque de disparition faible (LC-Tableau 14). En revanche, les deux espèces endémiques, *Coenagriocnemis reuniensis* et *Hemicordulia atrovirens* sont des espèces déterminantes pour les ZNIEFF et sont respectivement en danger d'extinction et quasi menacées de disparition.

Tableau 15 : Nombre de taxons de l'ordre des Odonata par station selon leur statut UICN et ZNIEFF. D : espèce déterminante ZNIEFF ; LC : préoccupation mineure (risque de disparition faible) ; NT : quasi menacée (espèce qui pourrait être menacée si des mesures de conservation ne sont pas prises) ; EN : en danger d'extinction.

Station	LC	EN	NT	D
Bras Chansons	3	1		1
Bras du Bernica		1	1	2
Bras l'Eustache		1		1
Bras Misère		1		1
Bras Noir	2			
Grand Bras Patience	1	1		1
Grand Bras Rouge		1	1	2
Ravine des Calumets		1	1	2
Ravine des Merles		1		1
Ravine des Trois Cascades		1		1
Ravine Figaro	2	2	1	3
Ravine Grand-Mère	3	1		1
Ravine Ruisseau		1	1	2
Ravine Savon		1		1
Source Eboulis Rouge		1		1

Pour conclure, les stations présentant les plus forts enjeux patrimoniaux sont celles de **Source Eboulis Rouge**, **Bras Chansons** et **Ravine Figaro**, car elles sont les plus riches en espèces endémiques, déterminantes ZNIEFF, et en danger d'extinction. Il est tout de même à noter que les stations de Bras Chansons et de Ravine Figaro ont fait l'objet d'inventaires complémentaires en milieu aérien, ce qui explique en partie la plus forte richesse en Odonata observée sur ces stations.

2.3.4 Modèles biologiques

Les modèles biologiques proposés dans le cadre du rapport intermédiaire du présent projet étaient les suivants :

- Insectes à phase de vie larvaire aquatique et phase adulte aérienne (Modèle 1 : organismes amphibiotiques)
- Organismes dulçaquicoles stricts (Modèle 2 : organismes holobiotiques)
- Mollusques amphidromes dulçaquicoles (Modèle 3)

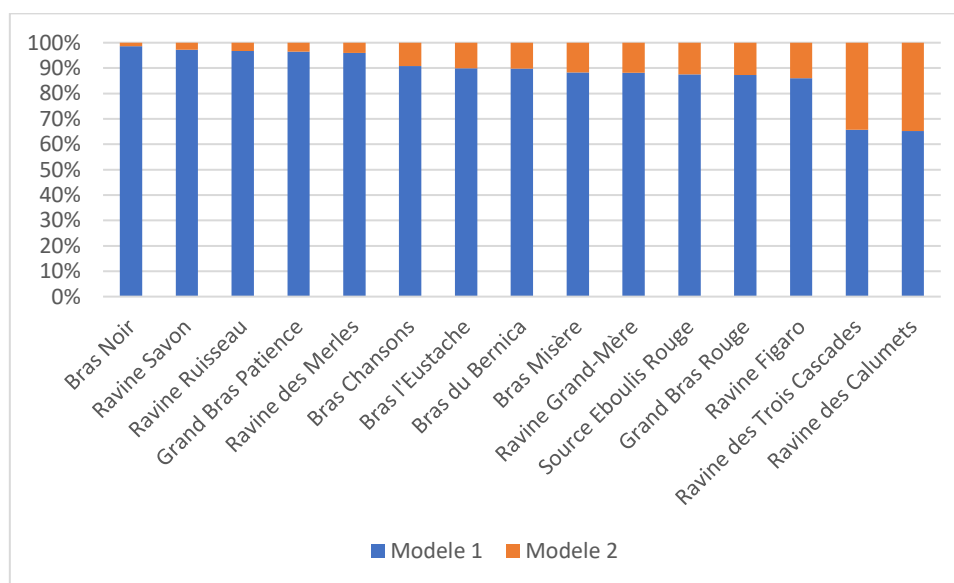


Figure 11 : Effectifs par modèles biologiques et par station.

L'ensemble des stations d'étude présente une majorité de taxons du modèle 1 (Figure 11), de type « Insectes à phase de vie larvaire aquatique et phase adulte aérienne » (88 %), comparativement aux Organismes dulçaquicoles stricts du Modèle 2 (12 %). Aucun organisme de type Mollusques amphidromes dulçaquicoles (Modèle 3) n'a été inventorié. Le site de Bras Noir est quasiment intégralement composé de taxons appartenant au Modèle 1 (99 %), alors que les sites de Ravine des Calumets et Ravine des Trois Cascades présentent les proportions les plus élevées en organismes du Modèle 2 (près d'un tiers).

La composition des peuplements de macroinvertébrés au regard des modèles biologiques révèle une prépondérance de taxons amphibiotiques (Modèle 1), avec des capacités de dispersion élevées (dispersion imaginale aérienne), et donc une résilience élevée face aux événements hydrologiques majeurs (crues, assecs).

2.3.5 Analyses de l'ensemble des descripteurs des peuplements de macroinvertébrés

La description des peuplements de macroinvertébrés a été réalisée à l'aide d'une ACP (analyse en composantes principales, Figure 12), ainsi qu'une CAH (classification ascendante hiérarchique) de cette ACP, Figure 13. Les paramètres pris en compte pour cette analyse sont les suivants :

- Les indices de diversité (Shannon, Piélou et Simpson), cf. 2.3.1
- Les abondances et richesses pondérées par station, cf. 2.3.1
- Les pourcentages des principaux ordres d'Insecta par station (Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Lepidoptera, Odonata, Trichoptera), cf. 2.3.2
- Les statuts biogéographiques des taxons (endémisme, UICN et ZNIEFF), cf.2.3.3
- Les modèles biologiques des taxons, cf. 2.3.4

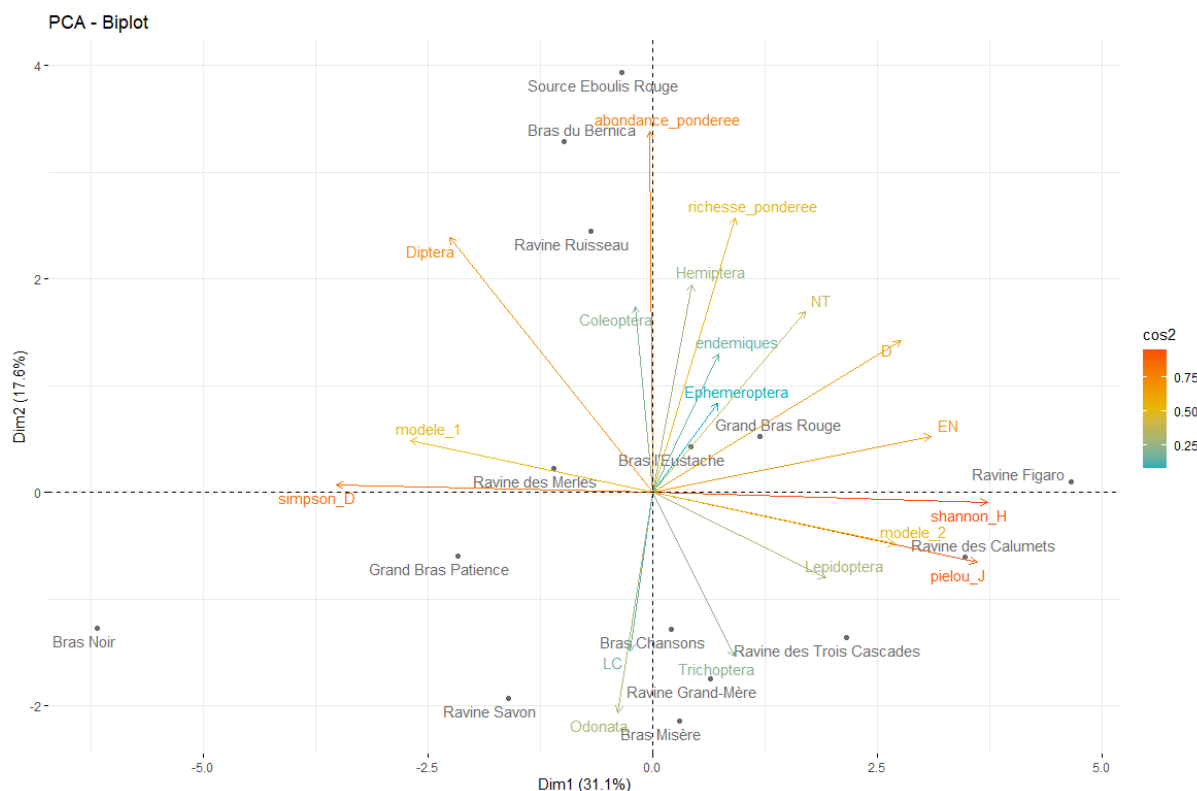


Figure 12 : ACP des descripteurs des peuplements de macroinvertébrés par station d'inventaire.

L'ACP (Figure 12), réalisée à partir de l'ensemble des variables quantitatives descriptives des peuplements révèle une part d'explication de la projection s'élevant à près de 49 % de la répartition des stations. Ainsi, deux gradients orthogonaux sont observés. Le premier gradient est principalement porté par les valeurs des indices de diversité, ceux de Shannon et Piélou, s'opposant à celui de Simpson. Le second gradient concerne les valeurs d'abondance et de richesse taxonomique pondérées. On observe une distribution relative des stations sur ces deux gradients, le premier axe étant le plus discriminant. Les stations, par exemple, de Ravine Figaro et Ravine des Calumets, sont corrélées à de fortes valeurs d'indices de Shannon et Piélou, comparativement à l'ensemble des stations d'inventaire. A l'inverse, la station de Bras Noir présente les plus faibles valeurs des indices de Shannon et Piélou. En revanche, elle a la plus forte valeur de l'indice de Simpson. Les autres stations sont en position médiane. Au sein du second gradient, les stations se répartissent selon les valeurs d'abondance et de richesse taxonomique, particulièrement fortes sur Source Eboulis Rouge, Bras du Bernica ou encore Ravine Ruisseau, contrairement aux stations, par exemple de Bras Misère ou de Ravine Savon. Ces deux dernières stations s'illustrent aussi par la forte proportion d'Odonates au sein de leur peuplement.

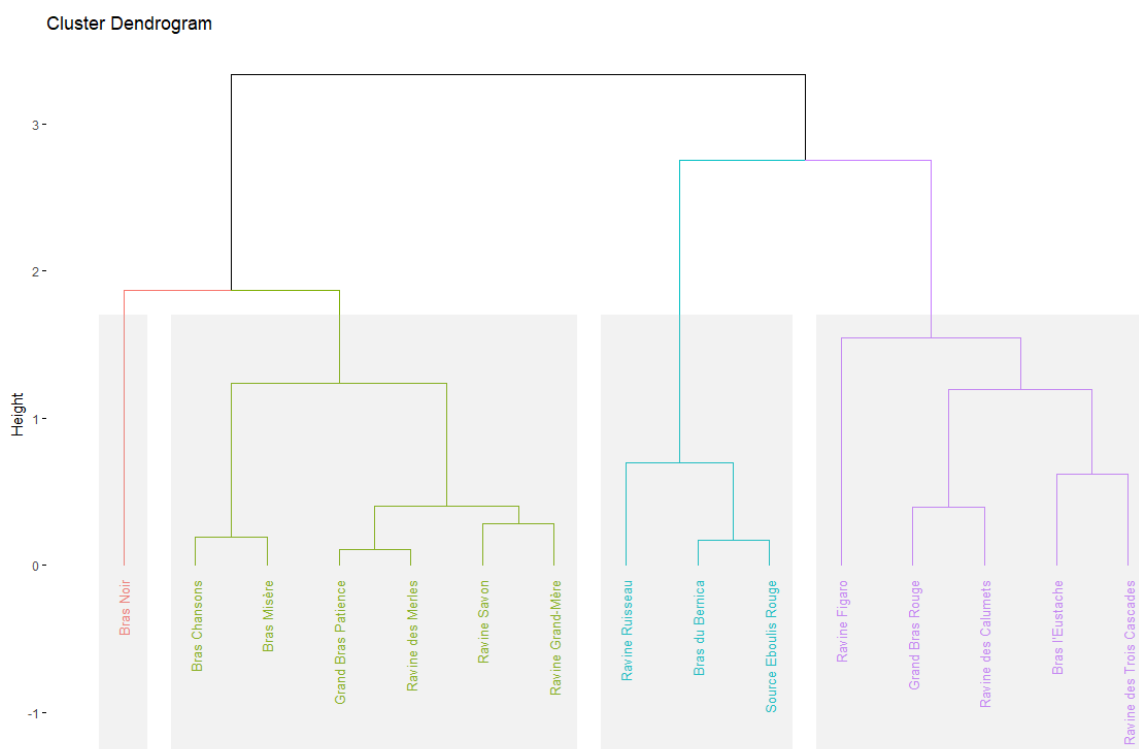


Figure 13 : Dendrogramme de la CAH de l'ACP des descripteurs des peuplements de macroinvertébrés par station d'inventaires.

La CAH (Figure 13), réalisée sur le même ensemble de variables descriptives des peuplements, est basée sur une répartition en quatre groupes. Ces groupes répartissent les stations selon les mêmes variables que précédemment. Le premier groupe (cluster 1) concerne la station de Bras Noir, s'illustrant par un fort indice de Simpson (diversité faible), de faibles indices de Shannon, Piélou et par le fait qu'aucun taxon en danger d'extinction ou déterminant pour les ZNIEFF n'ait été relevé dans le peuplement de cette station. Il s'oppose au cluster 4, concernant les stations, par exemple, de Ravine Figaro ou des Calumets. Le second groupe (cluster 2) inclut les stations de Source Eboulis Rouge, Bras du Bernica et Ravine Ruisseau ayant de fortes abondances et richesses pondérées ainsi qu'une forte

proportion de Diptera au sein de leur peuplement. Il s'oppose au cluster 3, concernant les stations, par exemple de Bras Misère ou de Ravine Savon.

La composition des peuplements de macroinvertébrés au regard de l'ensemble des descripteurs considérés révèle des groupes de stations distincts : un groupe constitué de stations médianes (en vert ci-dessus), un groupe constitué de stations à richesses et abondances élevées, notamment en abondances en Diptères (en bleu ci-dessus, ex : Eboulis Rouge, Bernica); un groupe constitué de stations à peuplements diversifiés et équilibrés (en violet ci-dessus, ex : Figaro, Calumet), et un groupe très homogène et pauvre constitué d'une seule station (Bras Noir).

2.3.6 Résultats du barcoding des macroinvertébrés

Dans le cadre de ce projet, une identification génétique des taxons d'intérêt a été réalisée. Pour ce faire, 46 taxons ont été ciblés, et trois individus (dans la mesure du possible) de chacun de ces taxons ont été barcodés. Au total, 143 individus ont été barcodés. L'extraction d'ADN et le barcoding a été réalisé par le laboratoire GenoScreen (Lille, France) en ciblant les amorces développées par Leray et Geller, 2013 : F-mICOLintF (5'-GGWACWGGWTGAACWGTWTAYCCYCC- 3') et R-jgHCO2198 (5' -TAIACYTCIGGRTGICCRAARAAYCA - 3').

A l'issue du barcoding, les séquences des trois individus ont été comparées. Quand les trois séquences d'ADN étaient identiques, le taxon identifié a été associé à la séquence d'ADN. Les séquences d'ADN ont été comparées à des bases de références mondiales (Genbank et BOLD) afin de vérifier l'assignation taxonomique.

Ainsi, 17 taxons ont été identifiés génétiquement (Figure 14). Les séquences de ces 17 taxons ont été déposés sur la base de BOLD afin de vérifier l'assignation ou non d'un Barcode Index Number (BIN). Pour 12 d'entre eux, un BIN a été associé, et pour les cinq autres, aucun BIN n'a été associé (un nouveau BIN sera à définir). Pour 7 taxons, un individu supplémentaire est nécessaire pour confirmation de la bonne attribution de la séquence d'ADN. Pour 10 taxons, deux individus sont manquants et pour 12 taxons, les séquences d'ADN ont été inexploitables, il est donc nécessaire d'avoir à nouveau les trois individus.

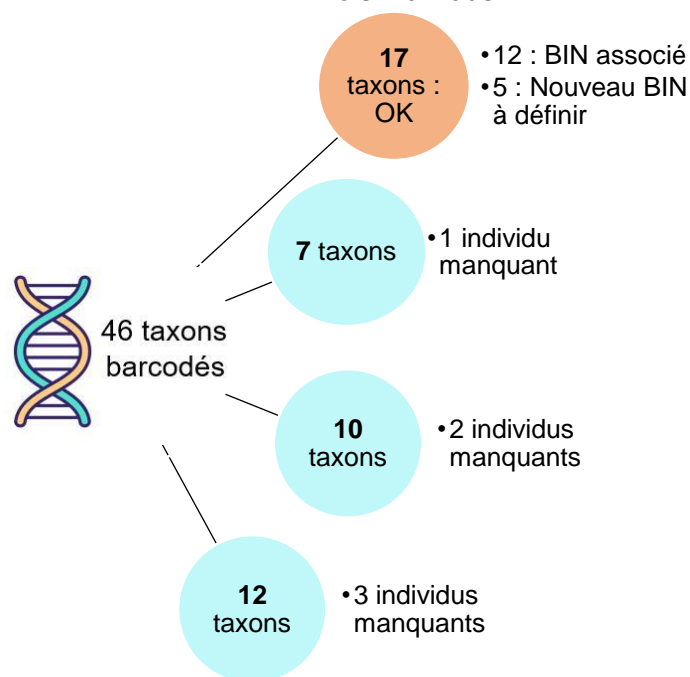


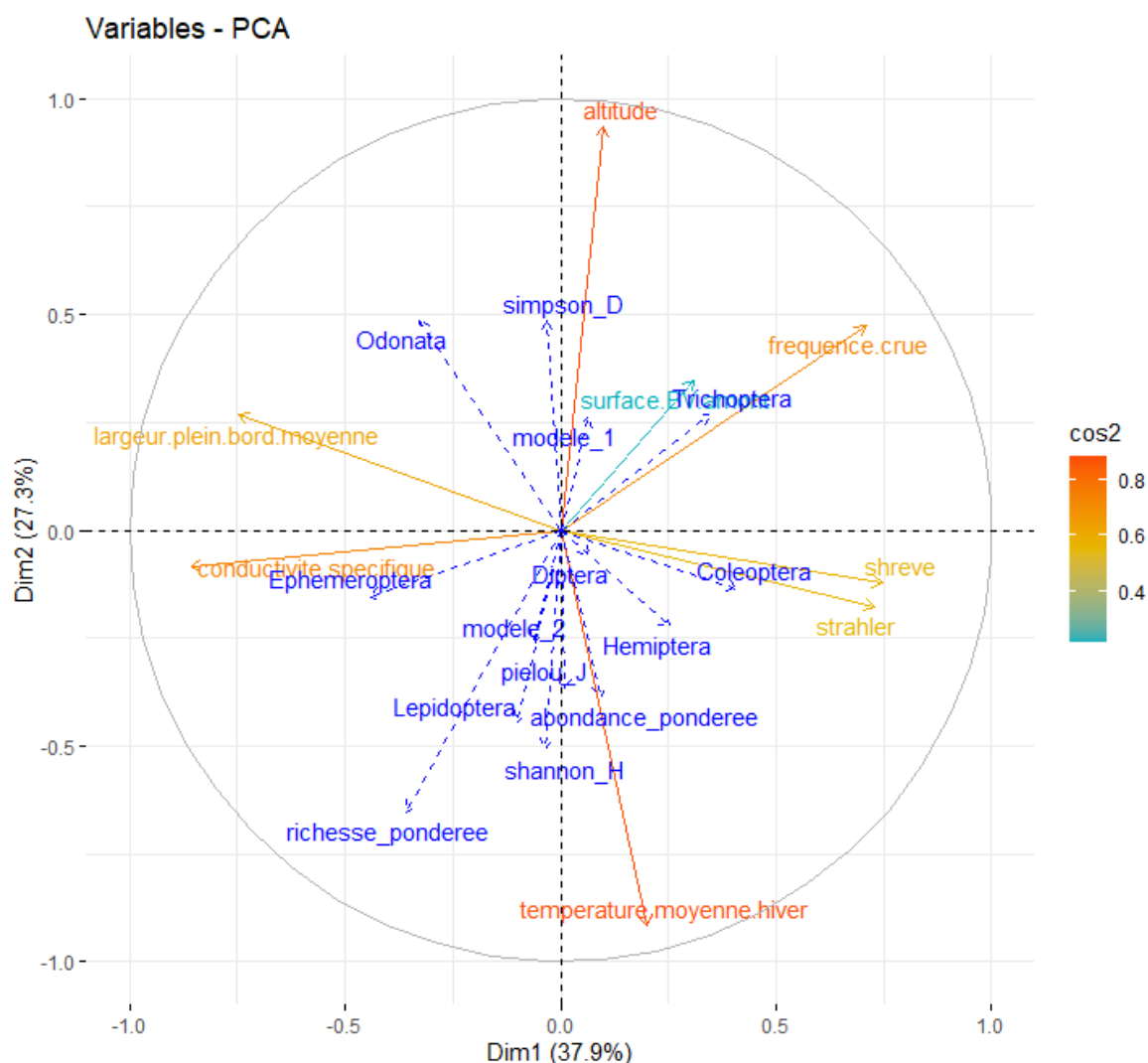
Figure 14 : Résultats du barcoding des macroinvertébrés.

La mauvaise qualité de ces séquences d'ADN peut être liée à différents paramètres comme, la faible quantité de matériels génétiques fournis, une méthodologie d'extraction d'ADN non-adéquate ou encore par l'utilisation d'amorces ne pouvant pas discriminer certains genres. Pour compléter ces analyses génétiques, il est nécessaire de collecter davantage d'individus pour compléter cette base de référence moléculaire de macroinvertébrés réunionnais.

2.4 Liens entre les peuplements de macroinvertébrés et les conditions environnementales

2.4.1 Approche tous paramètres confondus

Au vu des résultats observés en termes de répartition des stations au regard des paramètres environnementaux (paragraphe 2.1), seuls les paramètres à l'échelle du macro et méso-habitat ont été retenus pour cette phase d'analyse. De la même façon, les paramètres les plus discriminants en termes de description des peuplements ont été retenus.



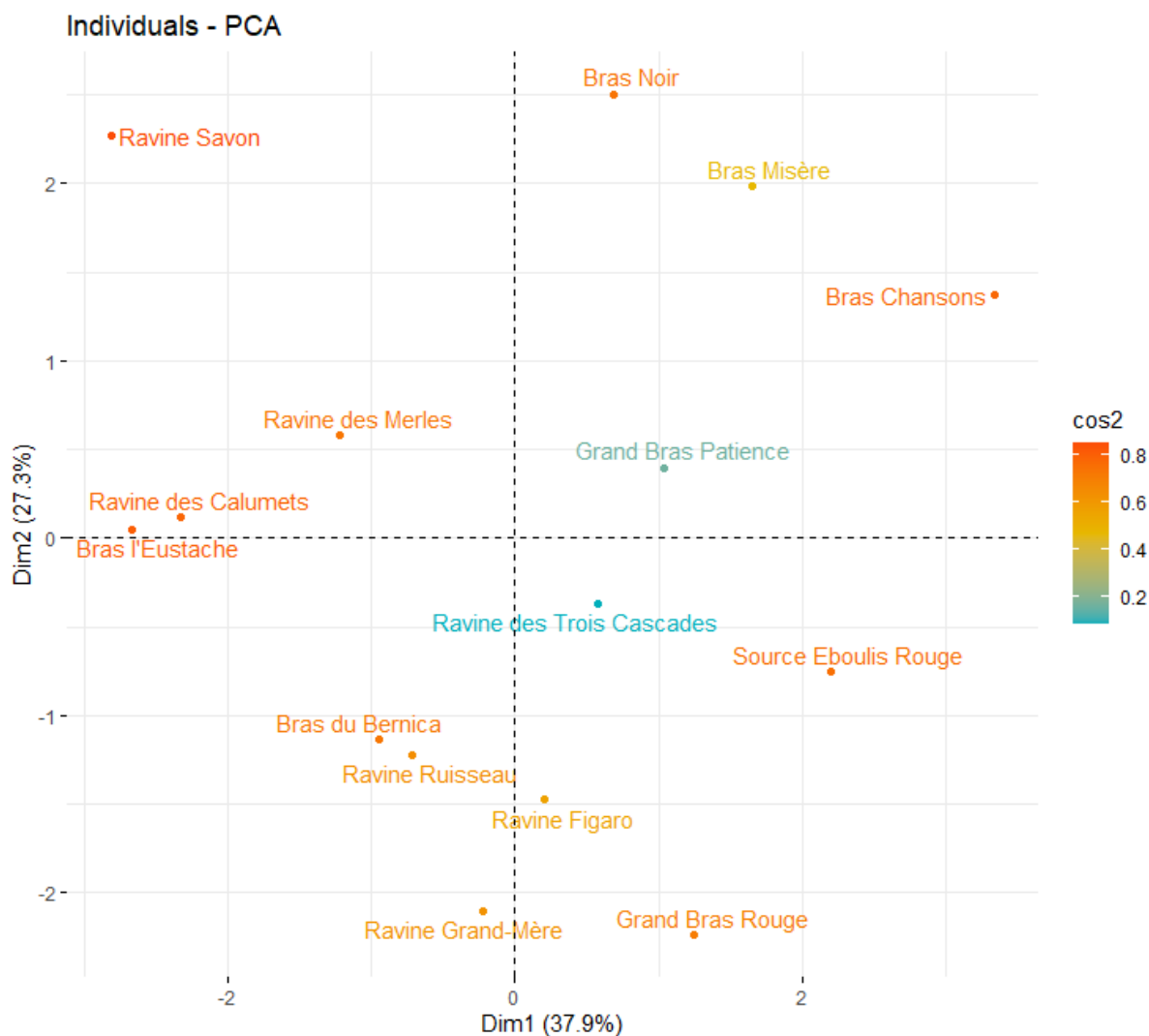


Figure 15 : Représentations des résultats de l'ACP entre les paramètres de l'habitat et les descripteurs des peuplements de macroinvertébrés (variables supplémentaires).

La projection des paramètres d'habitats et des descripteurs des peuplements en ACP permet de visualiser quels paramètres de l'habitat sont le plus corrélés à la composition des peuplements.

Les descripteurs d'habitat utilisés dans l'ACP (Figure 15) expliquent près de 65% de la répartition des stations dans le premier plan factoriel.

L'axe 1 est représentatif d'un gradient principalement lié à la nature physico-chimique de l'eau (conductivités) et à l'hydrologie alors que l'axe 2 est davantage lié à l'altitude. Parmi les gradients observés, les stations présentant les abondances les plus élevées en Trichoptères et Coléoptères sont celles à droite de la figure, notamment Bras Chansons et Source Eboulis Rouge, associées à des valeurs de fréquences de crue, Shreve et Strahler élevées et des conductivités faibles. A l'inverse, les stations Ravine des Calumets ou Bras l'Eustache présentent des valeurs d'abondances d'Ephémères élevées, avec des valeurs de conductivité et largeur plein bord élevées.

En complément sur l'axe 2, les stations présentant les valeurs les plus élevées d'abondances et richesses relatives, de proportions de taxons de Modèle 2 (organismes holobiotiques, strictement aquatiques), Lépidoptères et Diptères, sont celles associées à des valeurs élevées de température en hiver et aux plus faibles altitudes. C'est le cas notamment de Grand Bras Rouge et Ravine Grand-mère). A l'inverse, les stations apicales et froides comme la station

de Bras Noir ou Bras Misère présentent de plus faibles richesses taxonomiques et abondances, et des valeurs élevées de taxons appartenant au Modèle 1 et d'Odonates (organismes amphibiotiques).

Au sein d'une gamme d'altitude étendue (entre 700 et 1700 m d'altitude), la conductivité et l'altitude (comprenant la température) semblent donc être les paramètres les plus corrélés à la composition des peuplements de macroinvertébrés benthiques. L'hydrologie agit en second lieu sur les peuplements. Les distinctions de peuplements observées sont imputables principalement aux Trichoptères, Ephéméroptères, Coléoptères et Odonates : les Trichoptères sont associés à des systèmes instables (crues fréquentes), les Odonates à des altitudes élevées, les Ephéméroptères à des systèmes conducteurs et stables, et les Coléoptères (tout comme pour la richesse et les abondances) à des systèmes d'altitudes intermédiaires. Ces observations permettent de relativiser les observations d'Olivier et al. (2012), qui n'observait pas de réel gradient altitudinal.

Pour la conductivité, cette corrélation peut être associée à la durée en eau des stations d'étude ; des conductivités très basses peuvent être associées à des pluies récentes. La nature du substratum rocheux et des sols peuvent également être à l'origine de teneurs plus ou moins élevées de ces paramètres.

Afin de tester l'effet altitude, des échantillonnages complémentaires au sein de chaque gamme d'altitude devraient être réalisés.

2.4.2 Lien habitats- peuplements de macroinvertébrés

La projection de la composition des substrats inventoriés et des descripteurs des peuplements en ACP permet de visualiser quels substrats sont le plus corrélés à la composition des peuplements.

La nature des substrats utilisés dans l'ACP (Figure 16) explique près de 50% de la répartition des stations dans le premier plan factoriel. Il existe donc une variabilité significative dans la composition des substrats échantillonnés entre stations.

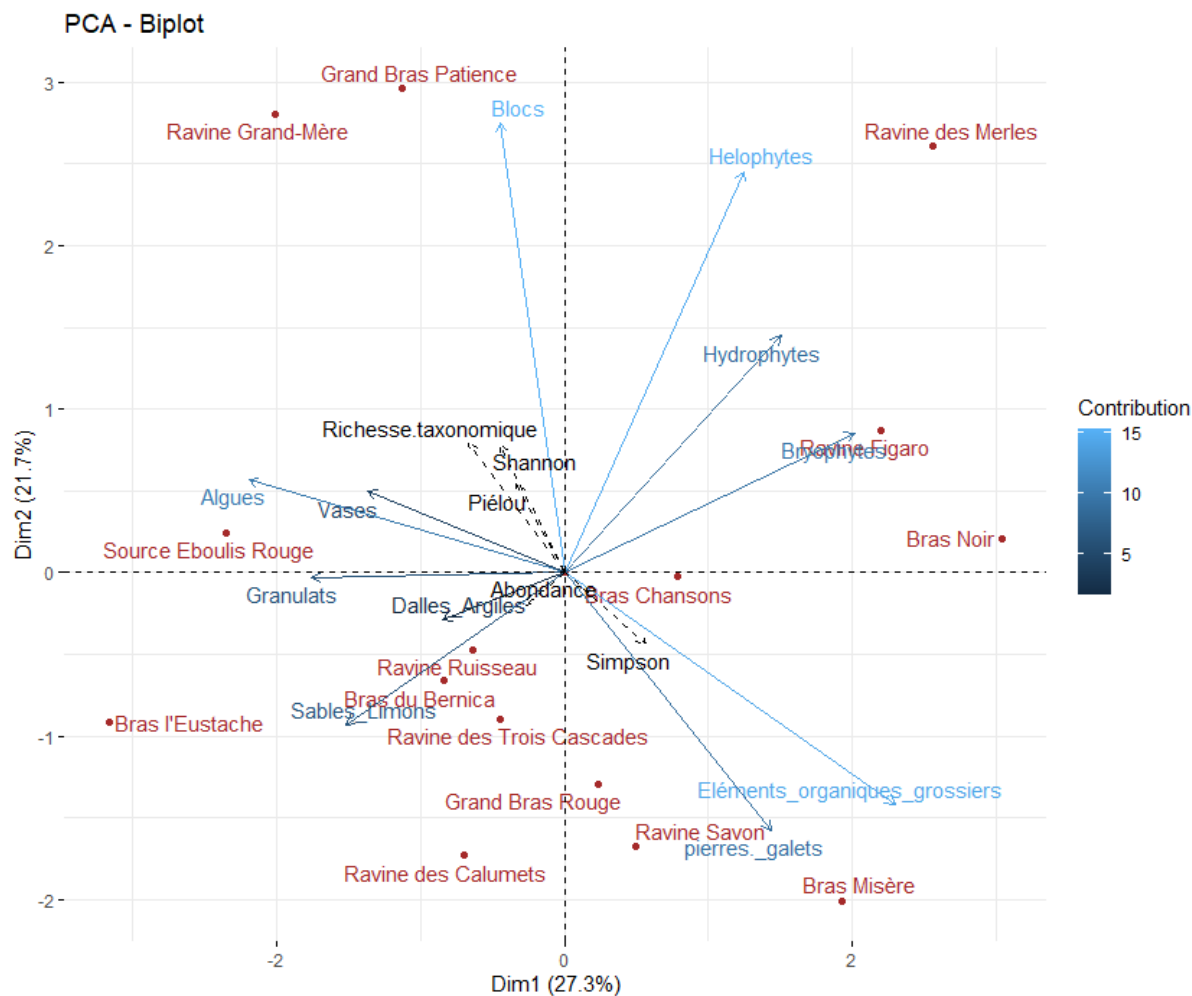


Figure 16 : Biplot de l'ACP entre la nature des substrats et les descripteurs des peuplements de macroinvertébrés (variables supplémentaires).

Les stations présentant les valeurs de richesse taxonomique, Shannon et Piélou les plus élevées sont celles présentant une prépondérance de blocs. A l'inverse, les substrats de type éléments organiques grossier et pierres-galets sont associés à de faibles valeurs de richesse taxonomique, Shannon et Piélou.

Une première tendance semble donc indiquer que le substrat de type Blocs présente un caractère biogène. Pour aller plus loin de la classification des substrats au regard de leur caractère biogène, des analyses complémentaires, notamment à l'échelle du micro-prélèvement sont nécessaires.

2.5 Apports méthodologiques

2.5.1 Des méthodes de prélèvements

➤ Milieu aquatique

- Habitats échantillonnés par méthode

La comparaison des types de micro-habitats inventoriés par types de méthodes d'échantillonnage révèle que les prélèvements de type « ponctuels » et « surber » couvrent des gammes relativement chevauchantes (Figure 17). Les prélèvements de type « troubleau » ont permis d'inventorier des habitats présentant des hauteurs d'eau plus élevées.

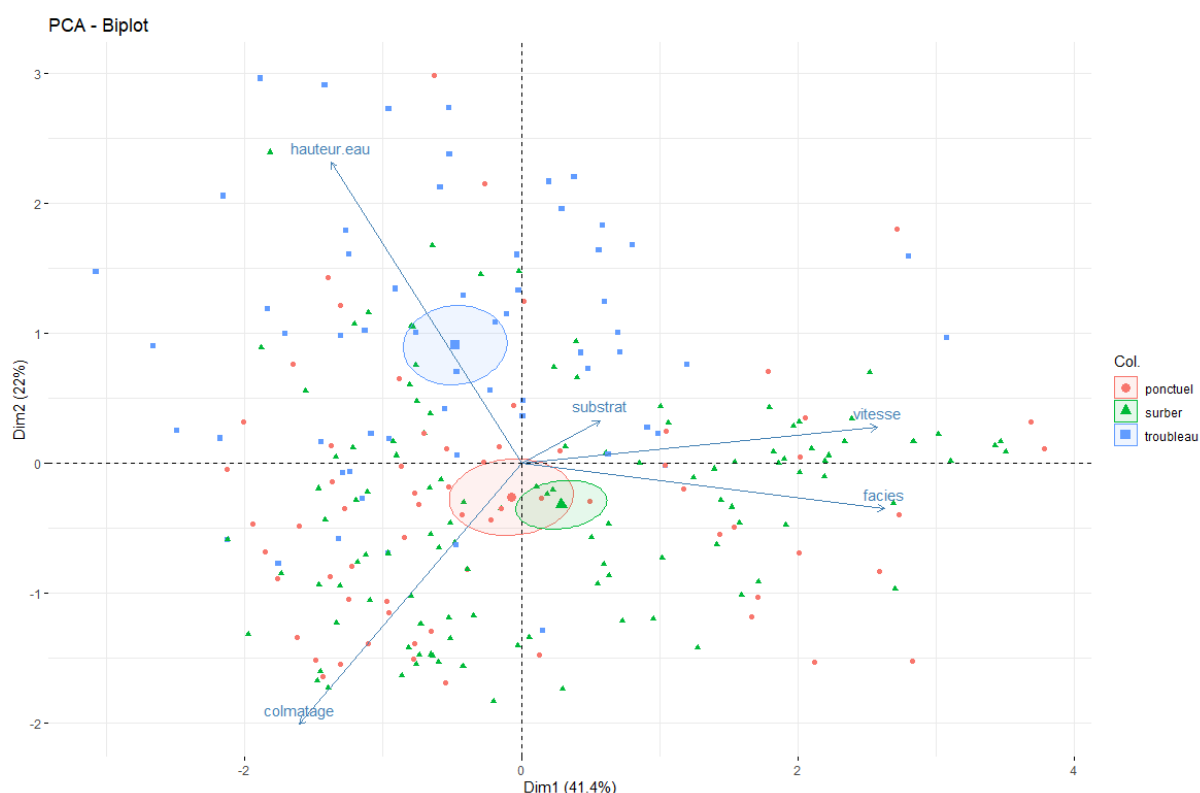


Figure 17 : Biplot de l'ACP réalisée entre les méthodologies d'inventaire aquatique et les habitats échantillonnés (micro-habitat).

- Effort d'échantillonnage au filet Surber

Sur les 15 stations INVERDO, trois d'entre elles (Bras Chansons, Ravine des Trois Cascades et Ravine Figaro) ont fait l'objet de 12 prélèvements au filet Surber (comme cela est fait classiquement dans le cadre du RCS macroinvertébrés de La Réunion - Tableau 6). Pour les autres stations, entre six et neuf prélèvements au Surber ont été réalisés.

Afin d'estimer la richesse et les abondances taxonomiques estimées en fonction de l'effort d'échantillonnage, des courbes de raréfaction ont été utilisées (à l'aide du logiciel R, package vegan, fonction specaccum). Ces courbes déterminent, de façon aléatoire, le nombre de taxons échantillonnés par point de prélèvement. Si cette courbe atteint un plateau au bout de n prélèvements, cela signifie que n prélèvements est le nombre suffisant pour atteindre le maximum de richesse taxonomique d'une station d'inventaire.

Pour l'ensemble des trois stations (Figure 18, Figure 19 et Figure 20), le plateau de richesse taxonomique n'est pas atteint au bout du nombre maximum de points de prélèvement. En revanche, au bout de six micro-prélèvements (soit le nombre de prélèvements effectué sur la plupart des autres stations), entre 80 et 90 % de la richesse taxonomique est atteinte. Au bout de sept ou huit prélèvements, environ 90 % de la richesse est atteinte et au bout de neuf prélèvements, plus de 95 % de la richesse taxonomique est échantillonnée.

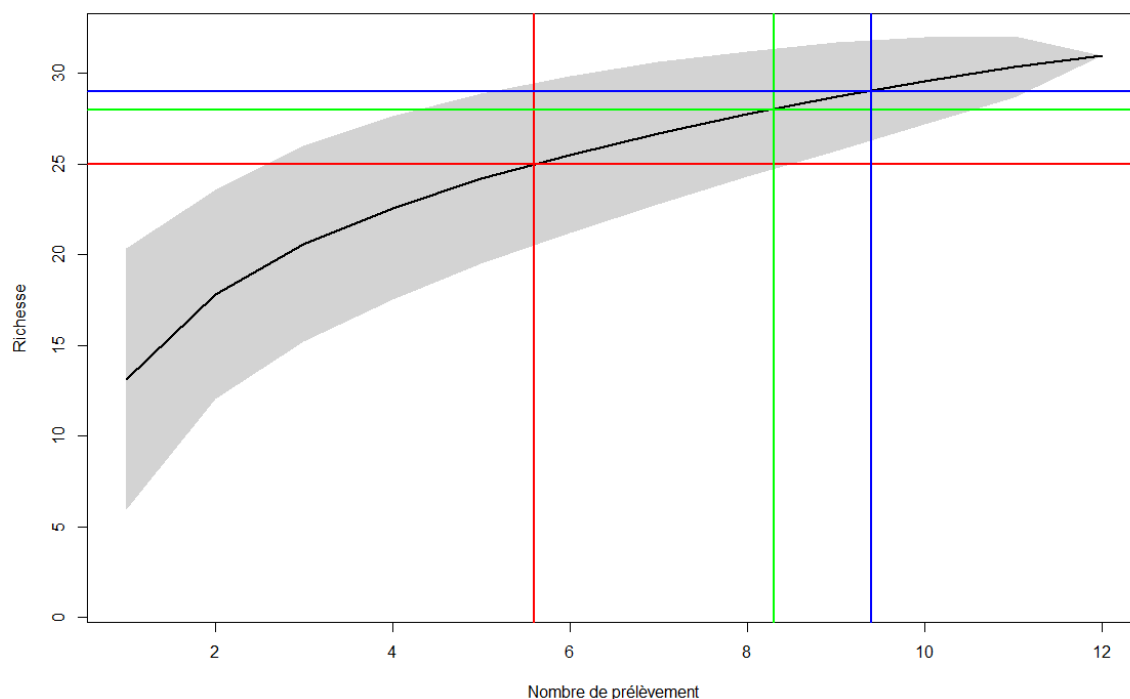


Figure 18 : Courbe de raréfaction de la richesse taxonomique en fonction du nombre de prélèvement Surber de la station Ravine des Trois Cascades (droites rouges : 80 % de la richesse atteinte ; droites vertes : 90 % de la richesse atteinte ; droites bleues : 95 % de la richesse atteinte).

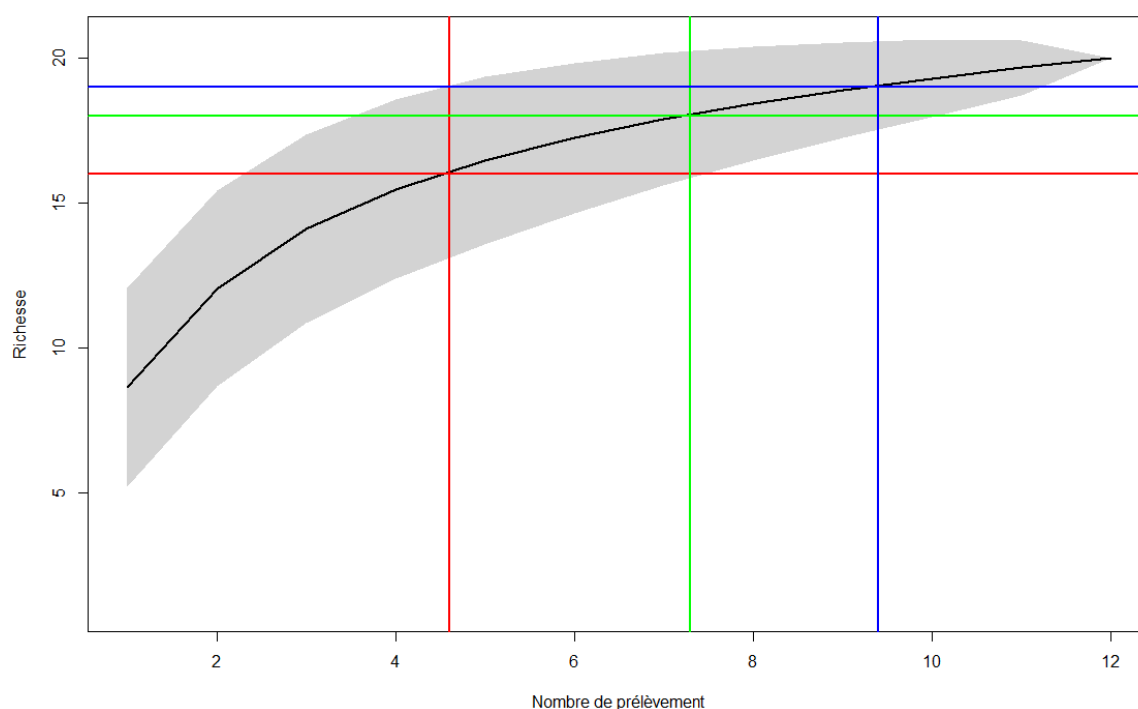


Figure 19 : Courbe de raréfaction de la richesse taxonomique en fonction du nombre de prélèvement Surber de la station Bras Chansons (droites rouges : 80 % de la richesse atteinte ; droites vertes : 90 % de la richesse atteinte ; droites bleues : 95 % de la richesse atteinte).

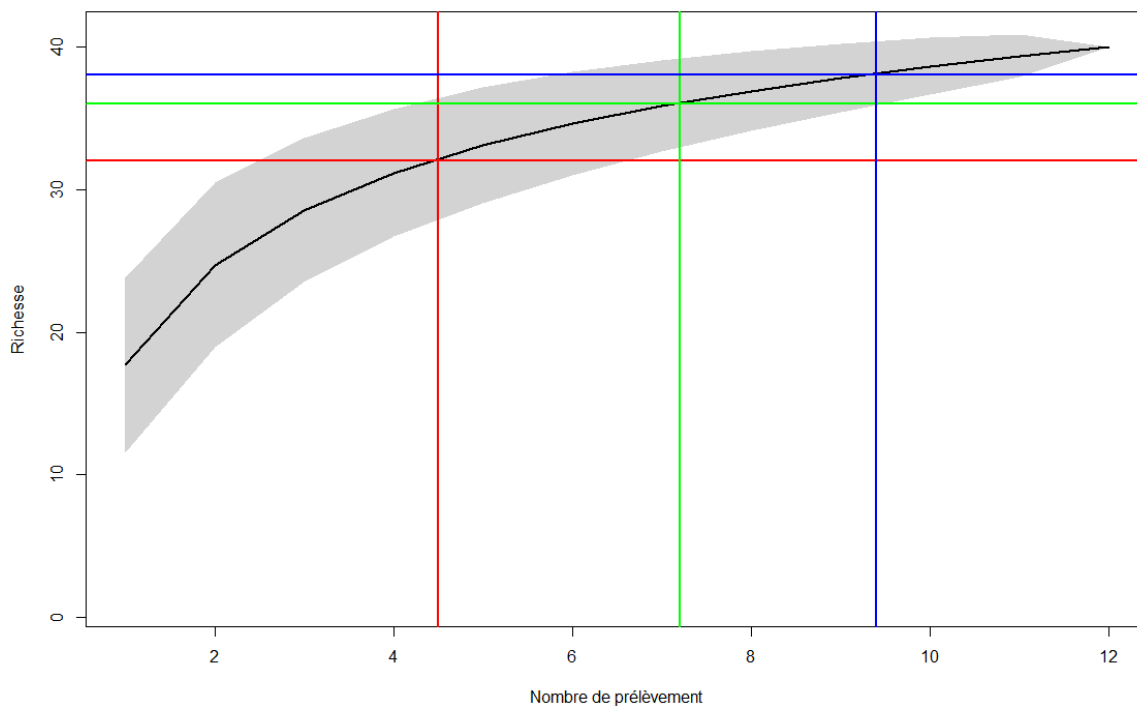


Figure 20 : Courbe de raréfaction de la richesse taxonomique en fonction du nombre de prélèvement Surber de la station Ravine Figaro (droites rouges : 80 % de la richesse atteinte ; droites vertes : 90 % de la richesse atteinte ; droites bleues : 95 % de la richesse atteinte).

La réduction de 12 à 6 micro-prélèvements permet d'obtenir une estimation fiable de la richesse taxonomique (environ 85% de la richesse).

- Richesses et abondances totales comparées par méthodes

Les richesses et abondances collectées via les trois méthodes de prélèvement principalement utilisées dans le cadre d'INVERDO sont comparées ici : le filet Surber, le troubleau ainsi que la méthode dite des « points ponctuels » (cf. [Synthèse des méthodologies de prélèvement utilisées](#)).

Des graphiques en box-plots (Figure 21 et Figure 22) ont été réalisés grâce au logiciel R (package ggplot2 et fonctions ggplot et geom_boxplot).

Que ce soit en termes d'abondances ou de richesses, la méthode de prélèvement utilisant un filet Surber est celle qui permet de collecter les valeurs les plus élevées (Figure 21 et Figure 22). Les deux autres méthodes ont des valeurs plus similaires entre elles. Des tests statistiques de Kruskal-Wallis et de Wilcoxon-Mann-Whitney, viennent confirmer ces observations visuelles, car **toutes les méthodes ont des richesses et abondances significativement différentes entre elles**.

Les mêmes analyses ont été réalisées en utilisant les richesses et abondances pondérées selon le nombre de point de prélèvement, avec globalement les mêmes résultats : **richesses et abondances significativement plus fortes avec des prélèvements au filet Surber**. La seule différence est que les richesses et abondances des deux autres méthodes (troubleau et ponctuels) ne sont pas significativement différentes entre elles.

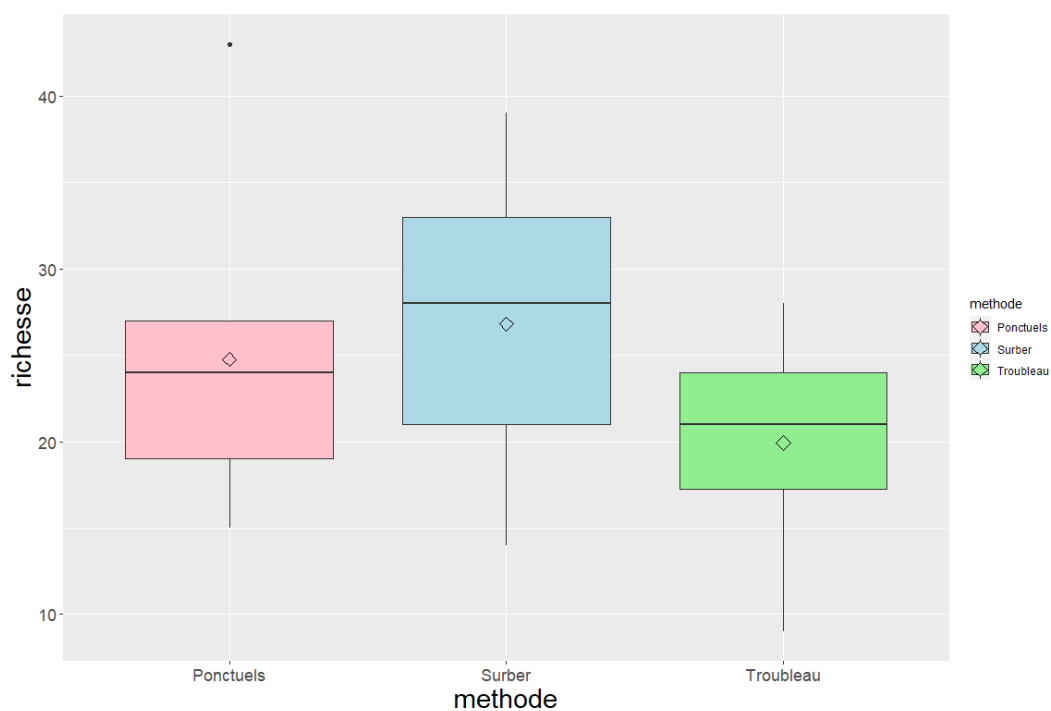


Figure 21 : Box-plot des richesses des stations par méthode de prélèvement.

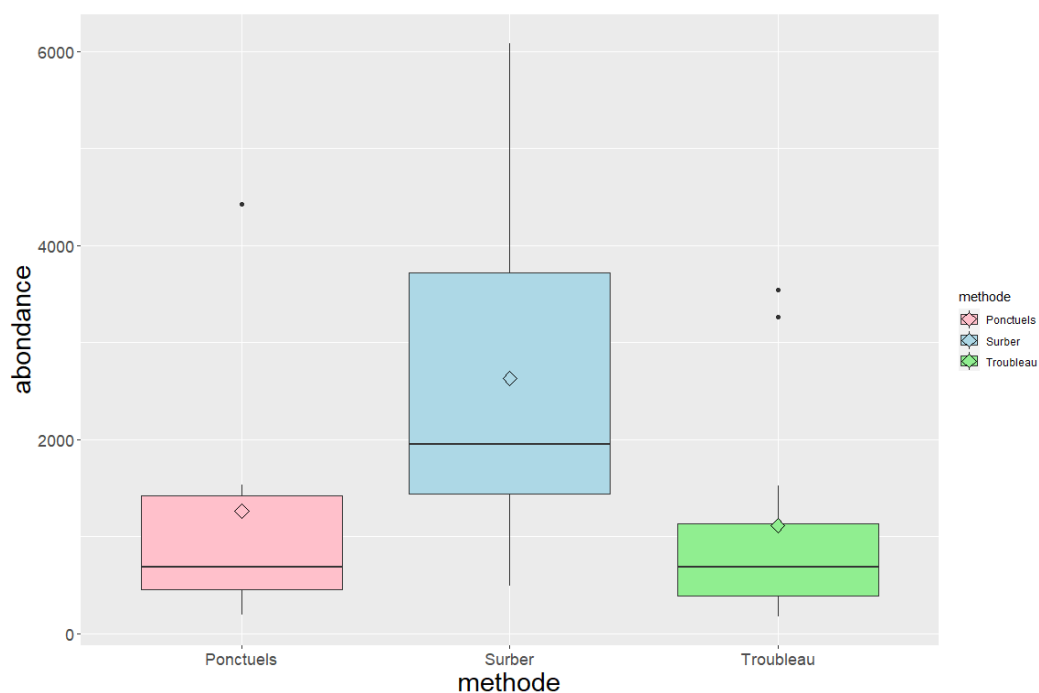


Figure 22 : Box-plot des abondances des stations par méthode de prélèvement

Par ailleurs, les richesses et abondances observées par méthode d'inventaire par station, semblent plus importantes avec la méthode du **filet Surber**.

- Contribution des méthodologies pour la description de la composition des peuplements

Les apports taxonomiques, obtenus par chacune des méthodologies, sont exploités ici, à savoir les apports des méthodes au Surber, troubleau, points ponctuels et points supplémentaires (voir Annexe 2 en volume séparé « OCEA_INVERDO_Annexe_2_Bilan_inventaires_aquatiques »).

La comparaison du nombre de taxons collectés par méthodes de prélèvement, (Figure 23) révèle que la méthode des « points ponctuels » est celle permettant de collecter le plus de taxons. En effet, ce sont respectivement 30, 17 et 70 taxons supplémentaires qui sont échantillonnés par cette méthode, comparés aux méthodes du filet troubleau, Surber et supplémentaires.

La méthode du filet Surber est celle présentant la seconde plus forte richesse taxonomique. En effet, ce sont respectivement 25, 14 et 64 taxons supplémentaires qui sont échantillonnés, comparés aux méthodes du filet troubleau, des « points ponctuels » et supplémentaires.

Enfin, la méthode des points supplémentaires est celle ayant apporté le moins de taxons aux autres méthodes (8 à celle du troubleau, 4 à celle du Surber et aucun à celle des « points ponctuels »).

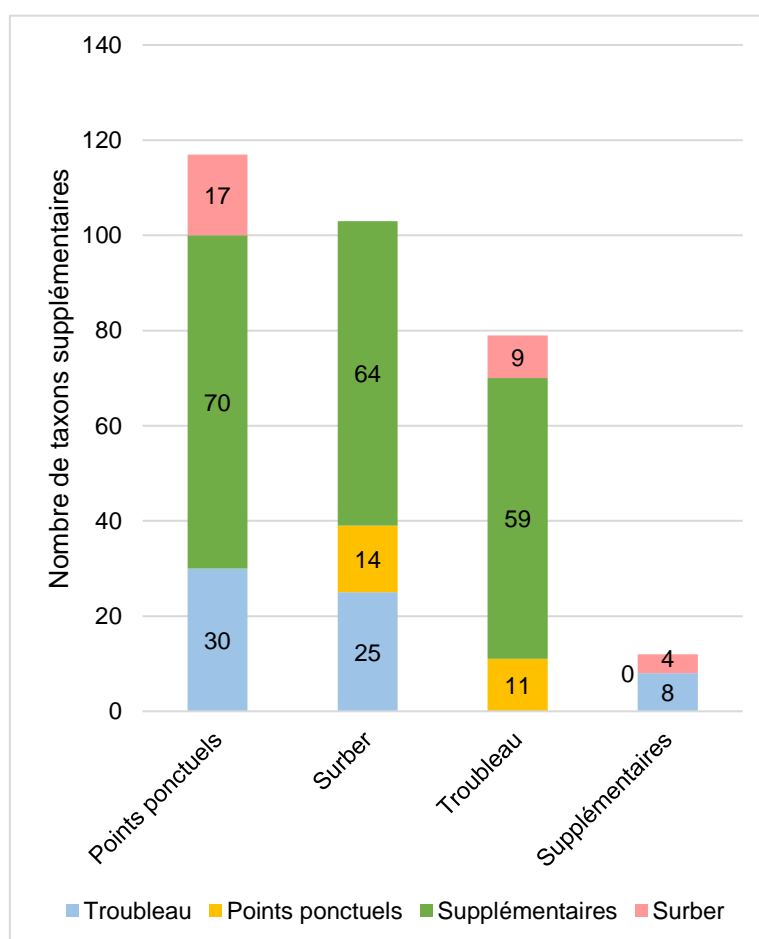


Figure 23 : Nombre de taxons supplémentaires apportés par méthodes de prélèvement entre elles. Ce graphique se lit comme suit : est indiqué le nombre de taxons apporté par les méthodes colorées par rapport aux méthodes indiquées en abscisse.

Ces différences s'expliquent par l'échantillonnage de taxons originaux, c'est-à-dire non échantillonnés usuellement au Surber (Tableau 16). Cette originalité peut s'expliquer par les traits d'histoire de vie des taxons et/ou à leur habitat très spécifique.

Par exemple, certains Coléoptères et Hémiptères vont majoritairement se déplacer en nageant, parfois en surface (*Dineutus indus olivaceus*, *Anisops alluaudi*), ce qui va rendre

difficile leur échantillonnage à l'aide d'un filet Surber, adapté pour l'échantillonnage des substrats.

Par ailleurs, d'autres taxons ont été retrouvés dans des habitats très spécifiques (comme les flaques, déconnectées du cours d'eau principal), par exemple *Hydroglyphus lobulatus*, *Hydroglyphus strigicollis*, ou encore *Micronecta praetermissa*.

Des études plus poussées sur les espèces précédemment citées sont nécessaires afin d'améliorer les connaissances sur leurs traits d'histoire de vie et leur écologie. En effet, dans le cadre de cette étude, ces taxons ont été spécifiquement retrouvés dans des flaques déconnectées du cours d'eau ou dans des mouilles lenticules peu profondes, mais cela ne veut pas dire qu'il s'agit de leur seul habitat.

Tableau 16 : Taxons de macroinvertébrés originaux, échantillonnés à l'aide des méthodes du troubleau, des points ponctuels et supplémentaires par rapport à celle du filet Surber.

Taxon / Méthode	Troubleau	Ponctuels	Supplémentaires
<i>Anisops alluaudi</i>		x	x
<i>Dineutus indus olivaceus</i>		x	x
<i>Enochrus natalensis</i>		x	
<i>Enochrus</i> sp.	x	x	
<i>Ephyridae</i> sp.2		x	
Forcipomyiinae	x		
<i>Galba truncatula</i>	x	x	
Hydracarien vrai	x	x	
<i>Hydroglyphus lobulatus</i>		x	
<i>Hydroglyphus</i> sp.2		x	x
<i>Hydroglyphus strigicollis</i>		x	x
<i>Hydrometra bifurcata</i>		x	
<i>Hydroptila kieneri</i>	x		
<i>Hyphydrus</i> sp.	x	x	
<i>Liodessus luteopictus</i>		x	
<i>Micronecta praetermissa</i>		x	
Platyhelminthes	x	x	
Talitridae	x	x	
<i>Tinearia alternata</i>	x	x	
TOTAL	9	17	4

Lorsqu'on se focalise sur les Insectes (Figure 24), les méthodes des « points ponctuels » et « supplémentaires » sont particulièrement efficaces à la capture des ordres d'Hémiptères et Coléoptères.

Pour conclure sur les méthodologies d'inventaire, les méthodes complémentaires à celle du filet Surber, notamment celle des « **points ponctuels** », permettent l'échantillonnage d'un nombre significatif de taxons supplémentaires, appartenant notamment aux ordres des **Coléoptères** et des **Hémiptères**.

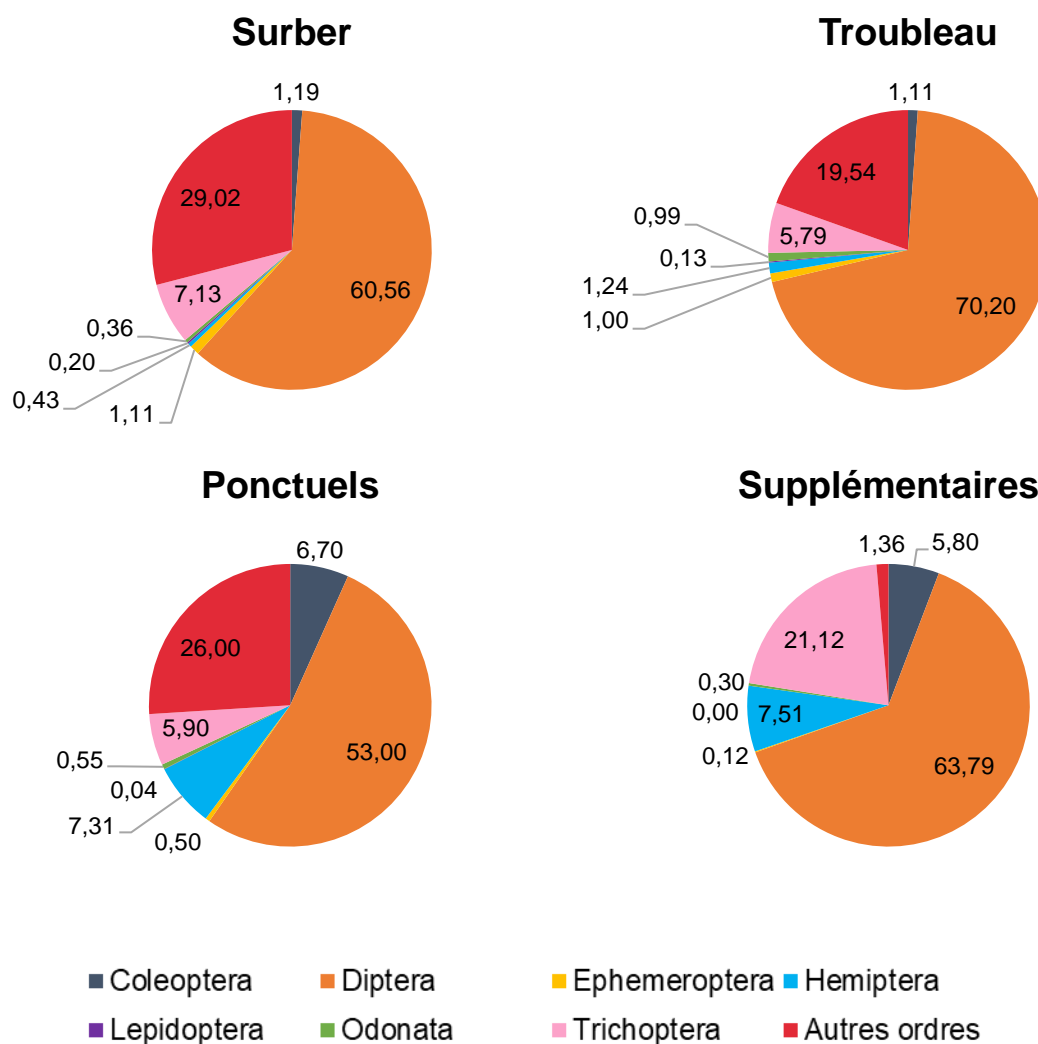


Figure 24 : Diagrammes en camembert des proportions (%) des principaux ordres de la classe des Insecta, échantillonnés par méthode d'inventaire en milieu aquatique, toutes stations confondues.

➤ Milieu aérien

Entre 15 et 17 taxons supplémentaires par station ont été échantillonnés grâce aux inventaires aériens (Tableau 17).

Les identifications effectuées en milieu aérien ont permis d'apporter des précisions taxonomiques pour certains taxons, comme par exemple la sous-famille des Orthoclaadiinae, où deux genres peuvent se distinguer *Cardiocladius* et *Eukiefferiella* ou encore la tribu des Chironomini ou le genre *Polypedilum* a été identifié. D'autres familles de diptères ont aussi des genres et espèces qu'il est difficile d'identifier en milieu aquatique, comme *Holorusa* (genre de la famille des Tipulidae), *Limonia* (deux espèces, famille des Limoniidae), *Simulium ruficorne* (famille des Simuliidae) ou encore *Tanypus* (sous-famille des Tanypodinae). D'autres

précisions taxonomiques sont aussi à noter comme *Eoophyla reunionalis* (identifiée au genre en milieu aquatique).

Tableau 17 : Taxons de macro-invertébrés, ayant une phase larvaire aquatique, échantillonnées uniquement par des inventaires en milieu aérien sur les stations de Bras Chansons, Ravine Figaro et Ravine des Calumets.

Taxon / Station	Bras Chansons	Ravine Figaro	Ravine des Calumets
<i>Anax imperator mauricianus</i>	x		
<i>Cardiocladius</i>	x	x	x
Ceratocombidae	x		
Ceratopogonidae	x	x	x
Chironomidae			x
<i>Chironomus</i>			x
<i>Clogmia</i>	x		
<i>Clogmia albipunctata</i>		x	
Dytiscidae	x		
<i>Eoophyla reunionalis</i>		x	x
<i>Eukiefferiella</i>	x	x	x
<i>Gynacantha bispina</i>		x	
<i>Holorusia</i>			x
<i>Hydroptila kieneri</i>	x	x	x
<i>Hygropoda borbonica</i>	x	x	
<i>Limonia</i>	x		
<i>Limonia midas</i>	x	x	
<i>Limonia tipulipes</i>	x	x	
Limoniidae		x	
Onychiuridae			x
<i>Oxyethira</i>		x	x
<i>Pantala flavescens</i>	x		
<i>Polypedilum</i>	x	x	x
Psychodidae			x
<i>Simulium ruficorne</i>	x		x
<i>Sternolophus angolensis</i>		x	
Tanypodinae			x
<i>Tanypus</i>			x
<i>Tetragnatha nitens</i>	x		
Tetragnathidae	x		
Tipuloidea		x	x
TOTAL	17	15	16

En outre, des taxons, jusqu'alors, non décrits dans l'Atlas des macroinvertébrés de La Réunion (Forcellini et al., 2012), ont aussi été inventoriés sur ces stations, comme l'Odonate *Pantala flavescens* et *Gynacantha bispina*, le Coléoptère *Sternolophus angolensis*, la famille d'Hémiptères, Ceratocombidae ou encore deux espèces de l'ordre des Araneae *Hygropoda borbonica* et *Tetragnatha nitens*. A noter que de nombreux taxons présentés en Tableau 17, sont fréquemment observés lors des inventaires en milieu aquatique, mais qu'ils ne l'ont pas été lors des inventaires de ces trois stations, comme les Diptères Ceratopogonidae, Psychodidae, Tanypodinae ou encore les Trichoptères *Hydroptila kieneri* et *Oxyethira*.

Pour conclure, les inventaires en milieu aérien ont apportés des **précisions taxonomiques** sur certains taxons, appartenant notamment à l'ordre des **Diptères** mais a également permis l'**inventaire** de taxons rarement échantillonnées en milieu aquatique, notamment des taxons de l'ordre des **Odonates**. Des études plus poussées permettraient d'en apprendre davantage sur le mode de vie, parfois peu connu, de certains taxons.

2.5.2 De la taxonomie

➤ *Rareté des taxons*

La rareté des taxons a été déterminée à différentes échelles (à l'échelle de l'ensemble du réseau hydrographique, comprenant les stations historiques et INVERDO ; et à l'échelle uniquement des stations INVERDO). Pour ces analyses, c'est l'occurrence d'un taxon selon l'échelle considérée qui a été utilisée. Ainsi, en fonction de leur occurrence, une classe de rareté a été attribuée à chacun des taxons (Tableau 18).

Tableau 18 : Classes de rareté utilisées selon l'occurrence des taxons (DEAL Réunion et al., 2019).

Occurrence	Classe
[0.75- 1]	Très commune
[0.5-0.75[	Commune
[0.25-0.5[	Assez commune
[0.125-0.25[	Peu commune
[0.0625-0.125[	Assez Rare
[0.03125-0.0625[	Rare
[0.015625-0.03125[	Très rare

Les résultats présentés en

Annexe 1 et Annexe 2 ont notamment servis à renseigner la répartition des taxons pour lesquels des nouvelles fiches taxons ont été créées.

L'analyse de la rareté des taxons constitutifs des peuplements de macroinvertébrés benthiques des stations suivies (à la fois stations historiques et INVERDO), révèle que de nombreux taxons ont une répartition très commune aux deux échelles considérées, notamment les Chironomidae de l'ordre des Diptères. En revanche, d'autres taxons inventoriés dans les stations d'étude (historiques et INVERDO), sont assez rares à l'échelle des stations INVERDO, comme les Odonates, à l'exception de *Coenagriocnemis reuniensis* (assez commune à l'échelle de l'ensemble du réseau hydrographique, mais très commune à l'échelle des stations INVERDO).

Les deux échelles utilisées pour calculer la rareté des taxons, ont permis de relativiser la notion de rareté. En effet, des taxons rares à l'échelle de l'ensemble du réseau hydrographique, le sont, parfois, beaucoup moins à l'échelle des stations apicales de l'étude INVERDO.

➤ *Base de données*

Les apports taxonomiques observés dans le cadre du projet INVERDO démontrent le besoin de mettre en place des supports permettant de renseigner les données de façon standardisée et incrémentale au fil du temps.

La référence utilisée afin de renseigner les taxons et l'ensemble de leur classification est TAXREF. Le recours à ce type de référentiel permet de pallier des évolutions taxonomiques, notamment avec les apports des outils de détermination génétique, qui sont en plein développement.

Les séquençages génétiques des taxons sont également en cours de développement pour le compartiment macro-invertébrés, et sont mises à disposition via des banques de référence. Il paraît essentiel d'associer aux taxons leur séquence génétique connue afin de parfaire les connaissances sur leur répartition géographique et leurs traits d'histoire de vie.

Enfin à une échelle plus locale, afin de permettre aux gestionnaires de rendre compte des suivis menés et des résultats associés, la nature des données collectées devra être au plus proche de celle utilisée dans le cadre du SIE.

2.5.3 Des modèles biologiques

Cette composition diffère légèrement de celle observée dans le cadre du RCS, composée de 67 % de taxons du Modèle 1, 22 % de taxons du Modèle 2 et 11 % du Modèle 3 (Figure 25).

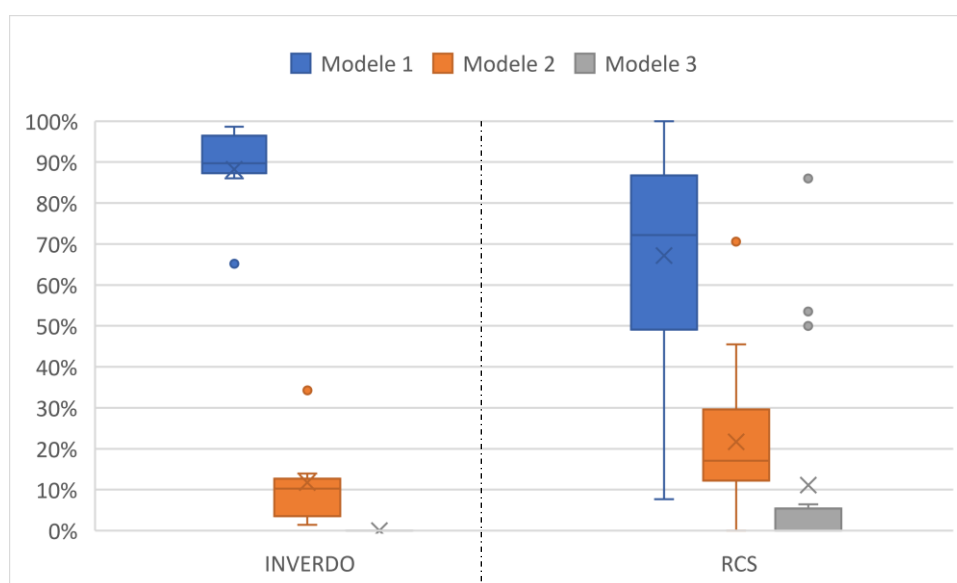


Figure 25 : Boîtes à moustache de la répartition des modèles biologiques au sein des stations INVERDO comparée aux stations du RCS (données 2021).

Cette composition des peuplements est représentative de systèmes apicaux, potentiellement soumis à des phénomènes d'intermittence plus ou moins fréquents.

Les stations Ravine des Calumets Ravine 3 cascades présentent des proportions plus élevées (respectivement 35 % et 34 %) en organismes représentatifs du modèle 2, ce qui laisse supposer que ces stations présentent moins d'assecs que les autres.

A l'inverse, les stations Bras Noir et Ravine Savon, avec 1 % et 3 % d'organismes représentatifs du modèle 2, semblent être des stations intermittentes.

Aucune relation significative n'a pu être observée entre la répartition de ces modèles biologiques et les conditions environnementales.

2.5.4 De la couverture des stations

➤ Couverture du réseau hydrographique

La prise en compte de stations apicales dans le cadre du projet INVERDO permet d'augmenter le nombre de stations représentatives du réseau hydrographique situé à plus de 1000m d'altitude. Ainsi, avec 10 stations supplémentaires à une altitude supérieur à 1000 m sur le territoire, la représentativité des 30 % de cours d'eau apicaux (Tableau 19) est couverte par près de 20 % des stations (contre 12 % avant l'étude).

Tableau 19 : Linéaire en km et en % du réseau hydrographique présentant une altitude supérieure à 1 000 m à La Réunion.

Altitude > 1 000 m	Linéaire (km)	Pourcentage du linéaire total du réseau hydrographique
Linéaire 13 rivières pérennes	312,43	8 %
Linéaire hors 13 rivières pérennes	944,39	23 %
Linéaire (km) total	1 256,82	30 %

Parmi les 15 stations INVERDO, 14 sont situées au sein du réseau hydrographique « non pérenne » (Figure 26), permettant de couvrir au total 30 stations (contre 16 auparavant) au sein de ce réseau à degré d'intermittence peu connu, ramenant la couverture du réseau non pérenne à 20 % (contre 10 % auparavant).

Ce plan d'échantillonnage a donc permis de se rapprocher de la représentativité des hydrosystèmes de La Réunion d'un point de vue altitudinal et d'intermittence.

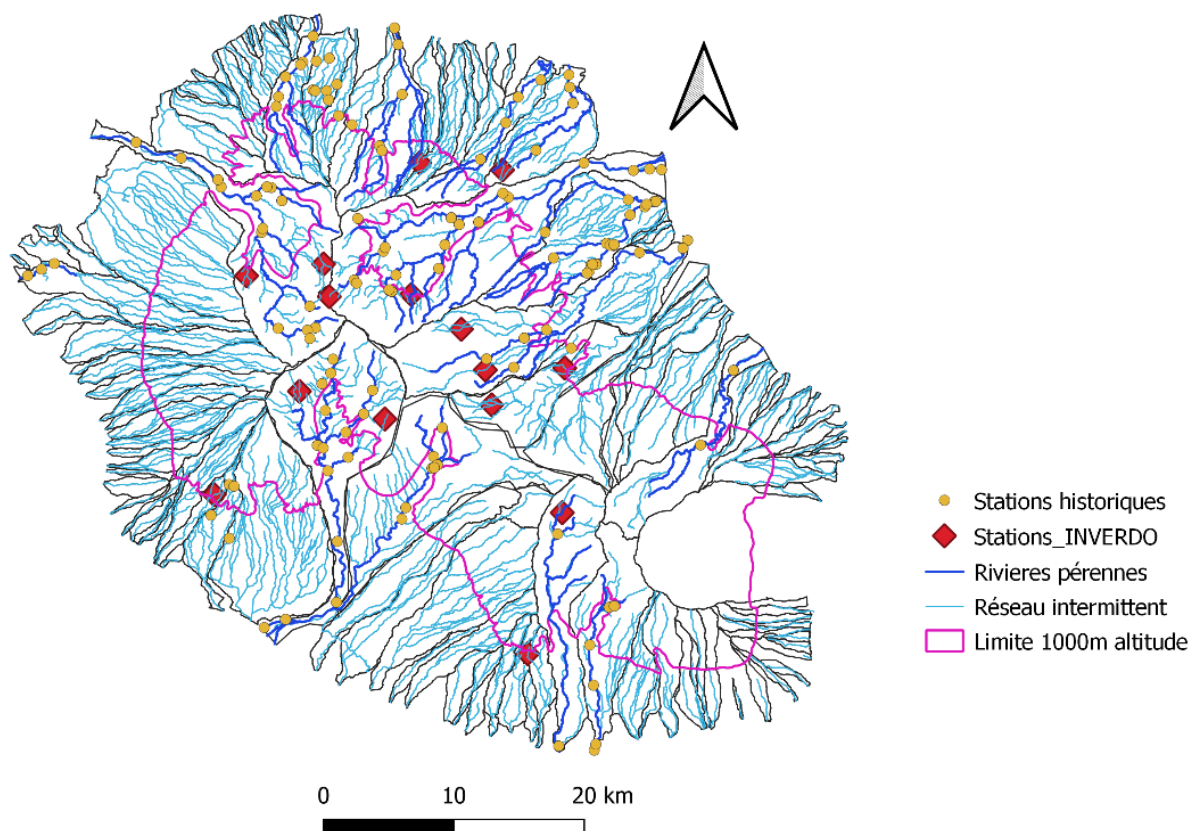


Figure 26 : Cartographie des stations inventoriées pour l'étude des macroinvertébrés à La Réunion. Données du réseau hydrographique issues de la BD Carthage. Cours d'eau pérennes : 13 cours d'eau pérennes de l'île. Cours d'eau non pérennes : tous les autres cours d'eau, intermittents ou non

➤ Richesses taxonomiques selon l'altitude des stations historiques et INVERDO

Des comparaisons de richesses taxonomiques ont été effectuées selon l'altitude des stations d'inventaire, stations historiques et issues du projet INVERDO. Pour ces comparaisons, ce sont uniquement les richesses obtenues à l'aide du filet Surber qui ont été utilisées. Pour ce faire, des quartiles ont été calculés sur l'ensemble des altitudes des stations, dans le but de créer quatre classes d'altitude, allant de faible à très forte (Tableau 20).

Tableau 20 : Classes d'altitude (en mètres) des stations historiques et INVERDO.

Classe d'altitude (en m)	
<156	Faible
156-410	Médiane
411-865	Forte
>866	Très forte

Les résultats sont présentés sous forme de box-plots (Figure 27) et de graphique en nuage de points (Figure 28). Ces analyses révèlent une très légère tendance linéaire des richesses taxonomiques moyennes en fonction de l'altitude (R^2 très faible mais positif). Les stations situées à de très hautes altitudes, semblent ainsi avoir des peuplements légèrement plus diversifiés que des stations de basses altitudes.

En effet, les stations INVERDO (ayant des altitudes fortes à très fortes), ont une richesse moyenne de 25 taxons, contre seulement 16 pour l'ensemble des stations historiques.

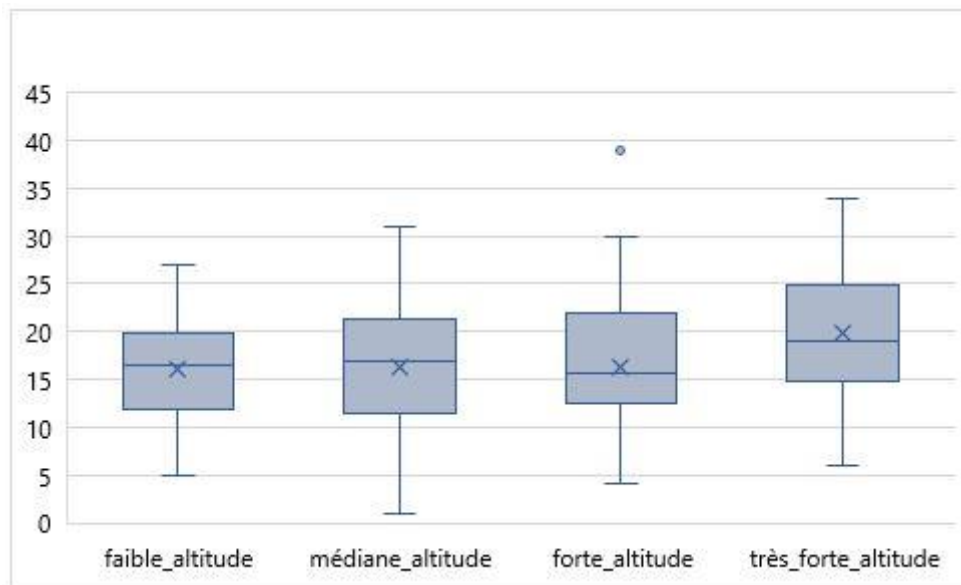


Figure 27 : Box-plots des richesses taxonomiques moyennes des stations, réparties en quatre classes d'altitude.

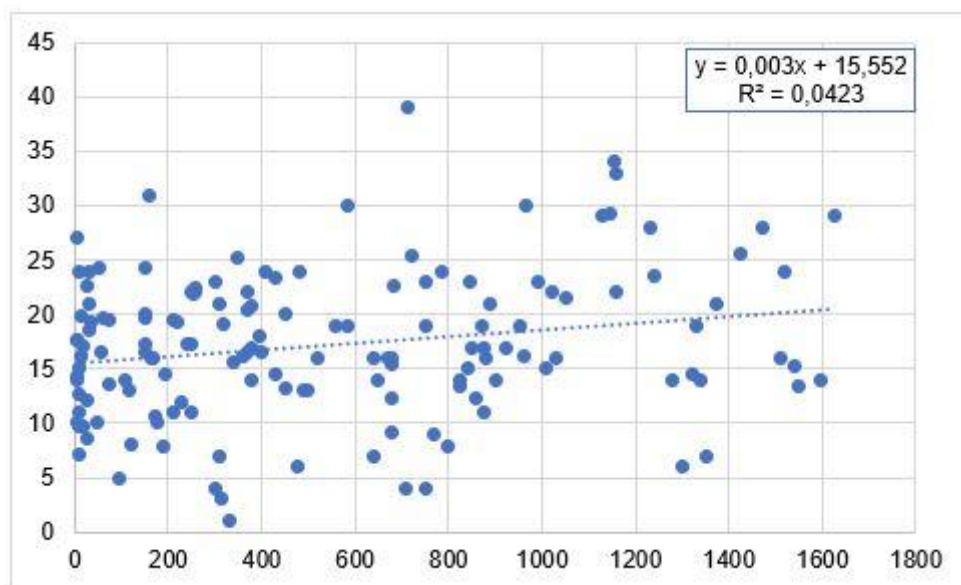


Figure 28 : Graphique en nuage de points des richesses taxonomiques moyennes selon l'altitude des stations.

Cette tendance peut être expliquée par la présence de certains taxons inféodés à certaines gammes d'altitude, par exemple du trichoptère endémique *Leptocerina pauliani* (que l'on pensait rare), retrouvé à des altitudes supérieures à 1 156 m ; cette espèce est notamment présente sur 30 % des stations ayant une altitude supérieure ou égale à 1 156 m.

3 Journée d'échange entre les partenaires du projet INVERDO

Le 29/08/2022 sur le site de Bras Chansons (Forêt de Bébour, Plaine des Palmistes) a été organisé une journée d'échange entre les partenaires du projet INVERDO. Cette journée de découverte des macroinvertébrés des cours d'eau de La Réunion, a été l'occasion de sensibiliser les différents partenaires du projet aux méthodologies d'inventaire ainsi qu'à la diversité de ce groupe très varié que forment les macroinvertébrés.

Ainsi, les équipes d'OCEA Consult' et de MICROPODA, ont réalisé plusieurs ateliers de présentation auprès de 22 participants, appartenant à quatre structures : l'Office de l'Eau de La Réunion, le Parc Nationale de La Réunion, la Fédération de pêche de La Réunion (FDAAPPMA974), ainsi qu'un agent de l'Agence Régional de Santé de La Réunion (ARS).

Les différents ateliers présentés ont été organisés comme suit :

- Atelier 1 : découverte de la stratégie et des méthodologies d'échantillonnage en milieu aquatique. Plus particulièrement, cet atelier consistait à initier les participants à la typologie des cours d'eau, à l'identification des différents habitats et à l'utilisation du matériel de prélèvements. La présentation de cet atelier a été assurée par Laëtitia Faivre (OCEA Consult').
- Atelier 2 : découverte des méthodologies d'échantillonnage en milieu aérien, avec présentation du matériel utilisé et démonstrations de prélèvements. Atelier qui fut animé par Jacques Rochat et Vincent Legros (MICROPODA).
- Atelier 3 : identification de macroinvertébrés. Les participants ont été initiés à l'utilisation d'une loupe binoculaire et aux clés de détermination permettant d'observer les critères d'identification des taxons de macroinvertébrés. Cet atelier a été animé par Emilie Métro (OCEA Consult').

A l'issue de cette journée, les participants sont repartis avec un petit livret, qui s'intitule « Les essentiels de la biodiversité d'eau douce de La Réunion » (cf. Annexe 6 en volume séparé « OCEA_INVERDO_Annexe_6_Plaquette_journée_initiation »). Sur ce livret, les participants ont un résumé des différents écosystèmes d'eau douce (rôle, habitat, faciès d'écoulement, substrat), des communautés biologiques qu'ils abritent (phytoplancton, diatomées, poissons, macro-crustacés et macroinvertébrés) et du rôle de ces communautés en tant qu'indicateurs biologiques. A la fin de ce livret, quelques fiches taxonomiques sont présentées et ont pour objectif d'illustrer la diversité des macroinvertébrés (uniquement 20 taxons présentés).

4 Vers le dimensionnement d'un réseau biodiversité

Les apports du projet INVERDO permettent de proposer des éléments pour la mise en place d'un réseau biodiversité.

Sur le plan d'échantillonnage, les gammes d'altitudes supérieures à 1000m présentent des peuplements de macroinvertébrés différents de ceux observés plus en aval. Cependant, la richesse taxonomique et les abondances observées dans ces zones apicales ne semblent pas significativement plus élevées que dans les portions plus aval. Ces zones apicales présentent davantage des peuplements originaux en termes de composition taxonomique.

D'un point de vue de la représentativité des cours d'eau et ravines intermittentes, la prise en compte de systèmes à degrés d'intermittence étendu semble essentielle, car ces systèmes représentent des habitats primordiaux, notamment pour l'accomplissement du cycle biologique des Insectes à phase de vie larvaire aquatique. Les systèmes intermittents garantissent une interconnexion au sein des mosaïques d'habitats aquatiques.

Il paraît essentiel de parfaire les connaissances sur le degré d'intermittence du réseau hydrographique de La Réunion. Pour ce faire, la mise en place d'un réseau participatif pourrait être envisagée.

Dans un objectif d'inventorier la diversité des milieux et peuplements de macroinvertébrés associés, il paraît donc adapté de poursuivre les échantillonnages des systèmes intermittents, toutes classes d'altitude confondues.

D'un point de vue méthodologique pour le prélèvement des individus, il paraît pertinent d'employer différentes méthodes, notamment la collecte par points ponctuels, permettant de cibler des habitats spécifiques et des taxons d'intérêt.

D'un point de vue taxonomique, au vu des lacunes en termes de détermination à partir de critères morphologiques, il paraît essentiel de développer les banques de référence relatives aux taxons de macroinvertébrés. Ces données pourront ensuite être valorisées dans le cadre d'analyses de type ADN environnemental.

5 Conclusions

Le projet INVERDO a permis d'apporter des éléments majeurs sur les macroinvertébrés benthiques des cours d'eau de La Réunion, d'un point de vue méthodologique et des connaissances sur la biologie des espèces.

D'un point de vue méthodologique, la révision taxonomique des échantillons historiques à partir de critères morphologiques à l'aide d'experts, la prospection de sites à haute valeur patrimoniale, et le déploiement de méthodes d'inventaires innovantes, a permis d'augmenter significativement le nombre de taxons de macroinvertébrés décrits à La Réunion (identification de 60 nouveaux taxons). Les travaux taxonomiques couplant des méthodes morphologiques aux méthodes génétiques doivent être poursuivis afin d'actualiser les listes taxonomiques.

D'un point de vue de la connaissance sur la biologie des taxons, la prise en compte de zones apicales, parfois intermittentes, a permis de relativiser sur la composition des peuplements usuellement décrite jusqu'ici. L'hydrologie et la physico-chimie semblent être les paramètres du milieu qui influent le plus sur cette composition.

Ces éléments permettront de mieux comprendre les mécanismes de dynamiques de populations de macroinvertébrés, et pourront notamment éclairer les rapportages réalisés dans le cadre de la DCE. Ils permettront également aux gestionnaires de cibler les zones d'intérêt, et d'avoir une gestion intégrée des milieux (prise en compte des écosystèmes aquatiques et terrestres) le long d'un continuum terre-mer.

6 Glossaire

- CORINE Land Cover (CLC) est un inventaire biophysique de l'occupation des sols produit par interprétation visuelle d'images satellite, selon une nomenclature en 44 postes. Il est produit par interprétation visuelle d'images satellite d'une précision de 20 mètres et permet de cartographier des unités homogènes d'occupation des sols (ou de changements) d'une surface minimale de 25 ha (5 ha pour les changements). Il a été lancé en 1985 dans le cadre du programme européen d'observation de la terre Copernicus afin de normaliser la collecte de données sur les terres en Europe et soutenir l'élaboration de politiques environnementales. Les millésimes disponibles sont : 1990, 2000, 2006, 2012 et 2018. Une nouvelle génération dénommée CLC+ est en cours de production.

La nomenclature de CORINE Land Cover est une nomenclature hiérarchisée en 3 niveaux qui permet de couvrir l'ensemble du territoire. Elle comprend 5 postes au niveau 1, 15 au niveau 2 et 44 au niveau 3. Le premier niveau (5 postes) correspond aux grandes catégories d'occupation du sol repérables à l'échelle de la planète, le second niveau (15 postes) est utilisable pour les échelles de 1/500 000 et 1/1 000 000 et le troisième niveau (44 postes) est utilisé au 1/100 000. Les codes d'occupation du sol sont construits par juxtaposition des numéros de postes de chaque niveau de la nomenclature. Exemple : 221 représente les Vignobles (2 : territoires agricoles, 2 : cultures permanentes, 1 : vignobles).

- Module, Fréquence de débits d'étiage et Fréquence des débits de crue : données calculées à partir de données hydrologiques extrapolées à partir des évaluations des débits moyens journaliers (OLE, période 1995-2021, Annexe 3) lors des 26 dernières années (période 1995-2021). L'attribution des données hydrologiques a été réalisée en associant à chaque station INVERDO des valeurs de stations de suivis hydrologiques de l'OLE, selon les correspondances suivantes :

Station INVERDO	Station OLE
Ravine Figaro	La Grande Rivière Saint-Jean
Bras l'Eustache	La Rivière des Galets
Ravine des Calumets	La Rivière des Galets
Ravine Grand-Mère	La Rivière des Galets
Ravine Savon	La Rivière des Galets
Ravine des Merles	La Rivière du Mât à l'Escalier
Ravine des Trois Cascades	La Rivière du Mât à l'Escalier
Grand Bras Rouge	La Rivière Langevin à la Passerelle
Source Eboulis Rouge	La Rivière Langevin à la Passerelle
Bras Chansons	Le Bras Noir à la Plaine des Palmistes
Bras Misère	Le Bras Noir à la Plaine des Palmistes
Bras Noir	Le Bras Noir à la Plaine des Palmistes
Grand Bras Patience	Le Bras Noir à la Plaine des Palmistes
Bras du Bernica	La Rivière Sainte-Suzanne
Ravine Ruisseau	Source Dussac

- % O₂ et mg O₂ : %O₂ correspond à la saturation en oxygène dissous (en % pourcentage de saturation). Il exprime la quantité d'oxygène présente dans l'eau par rapport à la quantité totale d'oxygène que l'eau peut contenir (fonction de la température, salinité, pression). L'écart au 100% renseigne donc sur l'équilibre entre la consommation et la production d'oxygène, généralement déterminé par l'état d'eutrophisation d'un milieu (apports en nutriments ou matière organique). mg O₂ correspond à la concentration en oxygène

dissous (en mg/L). Il s'agit d'un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse. En dessous d'un certain seuil (hypoxie, anoxie) des conséquences sur les organismes sont observées (stress physiologique, comportement d'évitements, mortalités). L'oxygène dissous est donc un paramètre utile dans le diagnostic biologique du milieu eau.

- Strahler (1957) : Strahler adopte le tronçon comme unité hydrographique, et attribue l'ordre "1" à tous les tronçons sources en tête de bassin. Puis le calcul de l'ordre de chaque tronçon se fait selon la méthode suivante :

* la rencontre de deux tronçons d'ordres égaux " N " produit un tronçon d'ordre " $N+1$ " (par exemple : deux tronçons d'ordre "1" produisent, après leur confluence, un tronçon d'ordre "2"), et

* la rencontre de deux tronçons d'ordres différents " $N_1 < N_2$ " produit un tronçon de l'ordre le plus élevé " N_2 " (par exemple : un tronçon de rang "1" et un tronçon "2" produisent, après leur confluence, un tronçon de rang "2").

- Shreve (1966) : Cette méthode propose la somme des valeurs d'ordre aux confluences afin d'insister sur la notion de magnitude du réseau hydrographique. Shreve donne l'ordre "1" à tous les tronçons sources en tête de bassin, puis toutes les valeurs d'ordre s'ajoutent aux confluences jusqu'à l'exutoire du cours d'eau principal.

Par exemple : la rencontre de deux tronçons d'ordre "1" produit un tronçon d'ordre "2" ; la rencontre d'un tronçon d'ordre "2" et d'un tronçon d'ordre "6" produit un tronçon d'ordre "8"; et ainsi de suite.

7 Références bibliographiques

- AFNOR, 1992, 2004. Essais des eaux – Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). NF T 90–350.
- Beisel, J.-N., Usseglio-Polatera, P., Moreteau, J.-C., 2000. The spatial heterogeneity of a river bottom: a key factor determining macroinvertebrate communities, in: Jungwirth, M., Muhar, S., Schmutz, S. (Eds.), *Assessing the Ecological Integrity of Running Waters*. Springer, Dordrecht, pp. 163–171.
- Beisel, J.-N., Usseglio-Polatera, P., Thomas, S., Moreteau, J.-C., 1998. Stream community structure in relation to spatial variation: the influence of mesohabitat characteristics. *Hydrobiologia* 389, 73–88.
- DEAL Réunion (2015). Les ZNIEFF Terre. Les listes des espèces déterminantes. <https://www.reunion.developpement-durable.gouv.fr/les-znieff-terre-a223.html>
- 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.
- Firmignac, F., & Lascaux, J. M. (2008). Analyse des peuplements de macro-invertébrés benthiques sur les stations à Moules perlières (*Margaritifera margaritifera*) du Cousin. In ECOGEA.
- Forcellini, M., Mathieu, C., & Merigoux, S. (2012). Atlas des Macroinvertébrés des eaux douces de l'île de la Réunion.
- Gargominy, O., Tercerie, S., Régnier, C., Dupont, P., Daszkiewicz, P., Antonetti, P., Léotard, G., Ramage, T., Idczak, L., Vandel, E., Petiteville, M., Leblond, S., Boulet, V., Denys, G., De Massary, J.C., Dusoulie, F., Lévêque, A., Jourdan, H., Touroult, J., Rome, Q., Le Divelec, R., Simian, G., Savouré-Soubelet, A., Page, N., Barbut, J., Canard, A., Haffner, P., Meyer, C., Van Es, J., Poncet, R., Demerges, D., Mehran, B., Horellou, A., Ah-Peng, C., Bernard, J.-F., Bounias-Delacour, A., Caesar, M., Comolet-Tirman, J., Courtecuisse, R., Delfosse, E., Dewynter, M., Hugonnot, V., Lavocat Bernard, E., Lebouvier, M., Lebreton, E., Malécot, V., Moreau, P.A., Moulin, N., Muller, S., Noblecourt, T., Noël, P., Pellens, R., Thouvenot, L., Tison, J.M., Robbert Gradstein, S., Rodrigues, C., Rouhan, G. & Véron, S. (2022). TAXREF v16.0, référentiel taxonomique pour la France. PatriNat (OFB-CNRS-MNHN), Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. Archive de téléchargement contenant 8 fichiers. <https://inpn.mnhn.fr/telechargement/referentielEspece/taxref/16.0/menu>
- Grall, J., & Coic, N. (2006). Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier Préliminaire. Transformation, 2005, 90.
- Méto, E. (2020). Caractérisation des peuplements de macroinvertébrés benthiques des cours d'eau de La Réunion. Rapport de stage de Master 2 Recherche.
- Morel, A., Dumont, B., Pujol, A., Bêche, L., Dumont, B., Pujol, A., & Dynamique, L. B. (2016). Dynamique de recolonisation des macro-invertébrés benthiques suite au décolmatage par une crue en Durance régulée. 2ème Conférence Internationale I.S. Rivers, Lyon, France.
- OCEA, INRAE, 974, F., & OFB. (2020). Projet "TAC- Réunion" : Fonctionnement des populations de Truite Arc-en-Ciel et impact sur les écosystèmes de l'île de La Réunion. Volet : Etude des écosystèmes récepteurs et des communautés aquatiques indigènes. Rapport final. 1–164.
- OCEA Consult', OLE, PNR (2021). Projet INVERDO : Vers une meilleure conservation de la biodiversité aquatique dans les cours d'eau des "Hauts" de La Réunion. Rapport d'étape 2021.
- Olivier, J.-M., Mérigoux, S., Forcellini, M., Grondin, H., Mathieu, C., Péru, N., Richarson, M., Sagnes, P., Usseglio-polatera, P., & 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 Réunion.
- Pielou, E. C. (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13, 131–144.
- R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation

- for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Roussel, J. M., Nevoux, M., Marie, A., Julien, R., Baglinière, J. L., & Amilien, F. (2022). TAC-Réunion : fonctionnement des populations de Truite Arc-en-Ciel et impacts sur les écosystèmes de l'île de La Réunion.
- Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*.
- Simpson, E.H. (1949). Measurement of diversity. *Journal of Nature*, 163, (4148) : 682–688.
- Southwood, T.R.E. (1977). Habitat, the templet for ecological strategies ? *Journal of Animal Ecology*, 46, 336–365.
- Teichert, N., Valade, P., Bosc, P., Richarson, M., & Gaudin, P. (2013). Spawning-habitat selection of an Indo-Pacific amphidromous gobiid fish, *Sicyopterus lagocephalus* (Pallas). *Marine and Freshwater Resaerch*.
- Tonkin, J.D., Death, R.G., and Barquín, J. (2014). Periphyton control on stream invertebrate diversity: is periphyton architecture more important than biomass? *Marine and Freshwater Research*, 65(9), 818–829.
- Townsend, C. R. (1989). The patch dynamics concept of stream community ecology. *Journal of The North American Benthological Society*, 8, 36–50.
- Townsend, C. R., & Hildrew, A. (1994). Species traits in relation to a habitat templet for riversystems. *Freshwater Biology*, 31, 265–275.
- UICN France, MNHN, SEOR, ARDA, Insectarium de La Réunion, GLOBICE & Kélonia (2013). La Liste rouge des espèces menacées en France - Faune de La Réunion. Paris, France.
- Usseglio-Polatera, P., & Beisel, J. N. (2002). Longitudinal changes in macroinvertebrate assemblages in the Meuse River : Anthropogenic effects versus natural change. *River Research and Applications*, 18(2), 197–211.
- Yount, J.D., and Niemi, G.J. (1990). Recovery of lotic communities and ecosystems from disturbance a narrative review of case-studies. *Environmental Management*. 14: 547–569.

Table des Annexes

Annexe 1 : Occurrences et classes de rareté des taxons à l'échelle de l'ensemble du réseau hydrographique.....	63
Annexe 2 : Occurrences et classes de rareté des taxons à l'échelle des stations INVERDO.	68
Annexe 3 : Stations de références pour l'extraction des métriques hydrologiques.....	71
Annexe 4 : Niveaux d'anthropisation et hiérarchisation associée.	72

8 Annexes

Annexe 1 : Occurrences et classes de rareté des taxons à l'échelle de l'ensemble du réseau hydrographique.

Les couleurs correspondent aux classes de rareté du Tableau 18.

Nom taxon	Occurrence et classe de rareté
Amphibicorise	0,00680272
Baetidae	0,00680272
Bythinellidae	0,00680272
Ceratocombidae	0,00680272
Cloeon	0,00680272
Clogmia	0,00680272
Coleoptera sp.2	0,00680272
Coleoptera sp.3	0,00680272
Culex	0,00680272
Diptera sp.1	0,00680272
Ferrissiidae	0,00680272
Gynacantha bispina	0,00680272
Holorusia	0,00680272
Hydridae	0,00680272
Hydroglyphus lobulatus	0,00680272
Hydrometra bifurcata	0,00680272
Hydroporinae	0,00680272
Hydroptila takamaka	0,00680272
Hyphydrus scriptus	0,00680272
Kempia sp.2	0,00680272
Limnophora spp.	0,00680272
Limoniini	0,00680272
Liodesus luteopictus	0,00680272
Malacostraca	0,00680272
Micronecta praetermissa	0,00680272
Onychiuridae	0,00680272
Pantala flavescens	0,00680272
Paracymus sp.	0,00680272
Platyhelminthes	0,00680272
Porifera	0,00680272
Ptychopteridae	0,00680272
Pulmonata	0,00680272
Rhynchobdellida	0,00680272
Sternolophus angolensis	0,00680272
Tabanidae	0,00680272
Tanypus	0,00680272
Tetragnatha nitens	0,00680272
Tetragnathidae	0,00680272
Amphipoda	0,01360544
Anax sp.	0,01360544
Anisops alluaudi	0,01360544
Berosus vinsoni	0,01360544
Chaoborus sp.	0,01360544
Dasyheleinae	0,01360544
Decapoda	0,01360544
Enochrus natalensis	0,01360544
Eoophyla reunionalis	0,01360544
Grapsidae	0,01360544

Hydroglyphus sp.1	0,01360544
Hydroglyphus sp.2	0,01360544
Hydroglyphus strigicollis	0,01360544
Hygropoda borbonica	0,01360544
Ischnura senegalensis	0,01360544
Laccophilus sp.	0,01360544
Leptocerina	0,01360544
Limnogonus cereiventris	0,01360544
Limonia midas	0,01360544
Limonia tipulipes	0,01360544
Neritidae	0,01360544
Neritina mauriciae	0,01360544
Nevrorthidae	0,01360544
Odonata	0,01360544
Oxyethira	0,01360544
Saldula sp.	0,01360544
Simulium ruficorne	0,01360544
Sitala	0,01360544
Sphaeridiinae	0,01360544
Tipuloidea	0,01360544
Anopheles coustani	0,02040816
Athericidae	0,02040816
Calopterygidae	0,02040816
Cardiocladius	0,02040816
Caridina typus	0,02040816
Ceratopogonidae	0,02040816
Coleoptera sp.1	0,02040816
Corynoneura sp.	0,02040816
Eukiefferiella	0,02040816
Helisoma	0,02040816
Hyphydrus sp.	0,02040816
Indéterminés	0,02040816
Laccophilus irroratus	0,02040816
Leptoceridae	0,02040816
Macrobrachium australe	0,02040816
Microvelia sp.	0,02040816
Neritilia	0,02040816
Notonectidae	0,02040816
Polypedilum	0,02040816
Ptychognathus	0,02040816
Rhagovelia sp.	0,02040816
Anisoptera	0,02721088
Bezzia sp.	0,02721088
Culicinae	0,02721088
Curculionidae	0,02721088
Dineutus indus olivaceus	0,02721088
Hydracarien vrai	0,02721088
Lispe sp.	0,02721088
Melanoides	0,02721088
Neritina	0,02721088
Psychodidae sp.2	0,02721088
Rhagionidae	0,02721088
Septaria	0,02721088
Cecidomyiidae	0,03401361

Clogmia albipunctata	0,03401361
Corduliidae	0,03401361
Hydraena sp.	0,03401361
Hyphydrus distinctus	0,03401361
Plotia	0,03401361
Rhantus sp.	0,03401361
Sigara alluaudi	0,03401361
Tricladida	0,03401361
Atyidae	0,04081633
Bidessus sp.	0,04081633
Caridina serratirostris	0,04081633
Culicidae	0,04081633
Dytiscinae	0,04081633
Eriopterini	0,04081633
Hirudinea	0,04081633
Leptocerina pauliani	0,04081633
Mesoveliidae	0,04081633
Nephrotoma spp.	0,04081633
Rhantus phocaenarum	0,04081633
Anopheles	0,04761905
Coleoptera	0,04761905
Forcipomyiinae	0,04761905
Heteroptera	0,04761905
Hydraena borbonica	0,04761905
Laccobius starmüehlneri	0,04761905
Pyralidae	0,04761905
Trichoptera	0,04761905
Coelostoma sp.	0,05442177
Crocothemis spp.	0,05442177
Cyphon sp.	0,05442177
Anax imperator mauricianus	0,06122449
Chironomus	0,06122449
Varuna litterata	0,06122449
Branchiopoda	0,06802721
Enochrus sp.	0,06802721
Ephemeroptera	0,06802721
Gerridae	0,06802721
Glossiphoniidae	0,06802721
Polychaeta	0,06802721
Ceratopogoninae	0,07482993
Clithon longispina	0,07482993
Dryopidae	0,08163265
Forcipomyia sp.	0,08163265
Caridina	0,08843537
Laccobius mascarensis	0,0952381
Pseudagrion punctum	0,0952381
Corixidae	0,10204082
Oribatidae	0,10204082
Psychoda spp.	0,10204082
Macrobrachium	0,10884354
Mesovelgia vittigera	0,10884354
Baetis	0,11564626
Conchostraca	0,11564626
Dugesiiidae sp.1	0,11564626

Dytiscidae	0,11564626
Limonia	0,11564626
Muscidae	0,11564626
Neritina gagates	0,11564626
Plotia datura	0,11564626
Aeshnidae	0,12244898
Atrichopogon sp.2	0,12244898
Copepoda	0,12244898
Ephydriidae sp.1	0,12244898
Neritilia consimilis	0,12244898
Sciomyzidae	0,12244898
Tipulidae	0,12244898
Chimarra bettinae	0,1292517
Atrichopogon sp.3	0,13605442
Gyrinidae	0,13605442
Hemicordulia atrovirens	0,13605442
Oecetis sp.	0,13605442
Tinearia alternata	0,13605442
Hydrellia spp.	0,14965986
Sicilicula borbonica	0,14965986
Anthomyiidae	0,15646259
Isopoda	0,15646259
Orthetrum spp.	0,17006803
Hydraenidae	0,17687075
Psychodidae	0,17687075
Psychodidae sp.1	0,17687075
Lepidoptera	0,18367347
Melanoides tuberculata	0,18367347
Phaonia	0,18367347
Planorbidae	0,18367347
Dineutus aereus	0,20408163
Helobdella europaea	0,20408163
Septaria borbonica	0,20408163
Thiara scabra	0,20408163
Acoela	0,21088435
Ecnomidae	0,21088435
Tipula spp.	0,21088435
Laccobius spp.	0,21768707
Stenochironomus spp.	0,21768707
Atyoida serrata	0,23129252
Brachycera	0,23129252
Empididae	0,23809524
Nematoda	0,23809524
Atrichopogon sp.1	0,24489796
Clinocerinae	0,24489796
Ephydriidae sp.2	0,24489796
Atrichopogon spp.	0,25170068
Erpobdella	0,25170068
Veliidae	0,25170068
Talitridae	0,2585034
Hydrophilidae	0,26530612
Hydra spp.	0,27210884
Limoniidae	0,27210884
Zygonyx torridus	0,27210884

Dolichopodidae	0,29251701
Chironomidae	0,31292517
Dineutus sp.	0,31292517
Limnophora	0,31292517
Coenagriocnemis reuniensis	0,31972789
Coenagrionidae	0,32653061
Libellulidae	0,33333333
Hydroptila kieneri	0,34693878
Pseudosuccinea columella	0,34693878
Trithemis annulata haematina	0,34693878
Rhagovelia infernalis infernalis	0,3537415
Chironominae	0,36054422
Kempia sp.	0,36734694
Pettancylus modestus	0,36734694
Galba truncatula	0,3877551
Helisoma duryi	0,3877551
Limnophora sp.1	0,3877551
Microvelia bourbonensis	0,3877551
Ephydriidae	0,39455782
Eophyla sp.	0,40136054
Limnophora sp.2	0,41496599
Nigrobaetis colonus	0,41496599
Metalimnobia sp.	0,42176871
Oxyethira flagellata	0,42857143
Hemerodromiinae	0,44897959
Hydroptila starmuehlneri	0,46938776
Mollusca	0,4829932
Hovorbis rodriguezensis	0,48979592
Barbronia weberi	0,49659864
Ostracoda	0,5170068
Lymnaea spp.	0,52380952
Dugesia sp.	0,54421769
Prostoma sp.	0,55102041
Radix natalensis	0,55782313
Chironomini	0,57823129
Hydracarina	0,59863946
Tanypodinae	0,62585034
Diptera	0,68707483
Hydroptila grucheti	0,70068027
Tanytarsini	0,7414966
Dasyhelea sp.	0,76190476
Hydroptila spp.	0,80272109
Physella acuta	0,80952381
Oligochaeta	0,85714286
Hydropsyche mokaensis	0,8707483
Simuliidae	0,93877551
Orthocladiinae	0,96598639

Annexe 2 : Occurrences et classes de rareté des taxons à l'échelle des stations INVERDO.

Les couleurs correspondent aux classes de rareté du Tableau 18.

Nom du taxon	Occurrence et classe de rareté
Anax imperator mauricianus	0,06666667
Ceratocombidae	0,06666667
Clogmia	0,06666667
Clogmia albipunctata	0,06666667
Coenagrionidae	0,06666667
Coleoptera sp.2	0,06666667
Coleoptera sp.3	0,06666667
Diptera sp.1	0,06666667
Dytiscidae	0,06666667
Ephydriidae sp.1	0,06666667
Ephydriidae sp.2	0,06666667
Forcipomyiinae	0,06666667
Gynacantha bispina	0,06666667
Holorusia	0,06666667
Hydroglyphus lobulatus	0,06666667
Hydrometra bifurcata	0,06666667
Hydroptila takamaka	0,06666667
Hyphydrus scriptus	0,06666667
Kempia sp.2	0,06666667
Limnophora spp.	0,06666667
Limonia	0,06666667
Liodessus luteopictus	0,06666667
Lispe sp.	0,06666667
Micronecta praetermissa	0,06666667
Onychiuridae	0,06666667
Pantala flavescens	0,06666667
Paracymus sp.	0,06666667
Platyhelminthes	0,06666667
Sciomyzidae	0,06666667
Sternolophus angolensis	0,06666667
Tanypus	0,06666667
Tetragnatha nitens	0,06666667
Tetragnathidae	0,06666667
Zygonyx torridus	0,06666667
Anax sp.	0,13333333
Anisops alluaudi	0,13333333
Atrichopogon spp.	0,13333333
Barbronia weberi	0,13333333
Berosus vinsoni	0,13333333
Chaoborus sp.	0,13333333
Chimarra bettinae	0,13333333
Dolichopodidae	0,13333333
Enochrus natalensis	0,13333333
Enochrus sp.	0,13333333
Eoophyla reunionalis	0,13333333
Hydroglyphus sp.1	0,13333333
Hydroglyphus sp.2	0,13333333
Hydroglyphus strigicollis	0,13333333
Hygropoda borbonica	0,13333333
Hyphydrus sp.	0,13333333

Ischnura senegalensis	0,13333333
Laccophilus sp.	0,13333333
Limonia midas	0,13333333
Limonia tipulipes	0,13333333
Orthetrum spp.	0,13333333
Oxyethira	0,13333333
Pseudosuccinea columella	0,13333333
Saldula sp.	0,13333333
Simulium ruficorne	0,13333333
Tipuloidea	0,13333333
Trithemis annulata haematina	0,13333333
Cardiocladius	0,2
Ceratopogonidae	0,2
Chironomidae	0,2
Coleoptera sp.1	0,2
Corynoneura sp.	0,2
Eukiefferiella	0,2
Forcipomyia sp.	0,2
Hydrellia spp.	0,2
Laccophilus irroratus	0,2
Microvelia sp.	0,2
Polypedilum	0,2
Rhagovelia sp.	0,2
Tinearia alternata	0,2
Atrichopogon sp.1	0,26666667
Atrichopogon sp.2	0,26666667
Bezzia sp.	0,26666667
Clinocerinae	0,26666667
Curculionidae	0,26666667
Dineutus indus olivaceus	0,26666667
Diptera	0,26666667
Dugesia sp.	0,26666667
Galba truncatula	0,26666667
Hovorbis rodriguezensis	0,26666667
Hydracarien vrai	0,26666667
Hydracarina	0,26666667
Hydroptila kieneri	0,26666667
Limnophora sp.1	0,26666667
Mollusca	0,26666667
Prostoma sp.	0,26666667
Psychodidae sp.1	0,26666667
Psychodidae sp.2	0,26666667
Talitridae	0,26666667
Cecidomyiidae	0,33333333
Ceratopogoninae	0,33333333
Ephydriidae	0,33333333
Hemicordulia atrovirens	0,33333333
Hydraena sp.	0,33333333
Hyphydrus distinctus	0,33333333
Kempia sp.	0,33333333
Leptocerina pauliani	0,33333333
Limoniidae	0,33333333
Nematoda	0,33333333
Physella acuta	0,33333333

Rhagovelia infernalis infernalis	0,33333333
Rhantus sp.	0,33333333
Sigara alluaudi	0,33333333
Stenochironomus spp.	0,33333333
Dineutus sp.	0,4
Hemerodromiinae	0,4
Hydroptila grucheti	0,4
Oecetis sp.	0,4
Rhantus phocaenarum	0,4
Limnophora sp.2	0,46666667
Microvelia bourbonensis	0,46666667
Radix natalensis	0,46666667
Chironomus	0,53333333
Cyphon sp.	0,53333333
Hydroptila spp.	0,53333333
Isopoda	0,53333333
Ostracoda	0,53333333
Oxyethira flagellata	0,53333333
Pettancylus modestus	0,53333333
Psychoda spp.	0,53333333
Psychodidae	0,53333333
Sicilicula borbonica	0,53333333
Tipula spp.	0,53333333
Hydropsyche mokaensis	0,6
Nigrobaetis colonus	0,6
Copepoda	0,66666667
Eoophyla sp.	0,66666667
Hydraenidae	0,66666667
Hydroptila starmuehlneri	0,66666667
Dineutus aereus	0,73333333
Tanypodinae	0,73333333
Dasyhelea sp.	0,8
Metalimnobia sp.	0,86666667
Coenagriocnemis reuniensis	0,93333333
Chironomini	1
Oligochaeta	1
Oribatidae	1
Orthoclaadiinae	1
Simuliidae	1
Tanytarsini	1

Annexe 3 : Stations de références pour l'extraction des métriques hydrologiques.

Station INVERDO	Station OLE	Module_m3_s	Frequence_evenements_extreme_etiage	Frequence_evenements_extreme_crue
Ravine du Figaro	La Grande Rivière Saint-Jean	0,18	0,09346513	0,00856672
Bras l'Eustache	La rivière des galets	3	0,0321	0,0044
Ravine Calumets	La rivière des galets	3	0,0321	0,0044
Ravine Grand-Mère	La rivière des galets	3	0,0321	0,0044
Ravine Savon	La rivière des galets	3	0,0321	0,0044
Ravine des Merles	La Rivière du Mat a l'Escalier	5,2	0,09763935	0,0042022
Ravine des Trois Cascades	La Rivière du Mat a l'Escalier	5,2	0,09763935	0,0042022
Grand Bras Rouge	La Rivière Langevin à la Passerelle	1,75	0,05341704	0,00339646
Source Eboulis Rouge	La Rivière Langevin à la Passerelle	1,75	0,05341704	0,00339646
Bras Chansons	Le Bras Noir à la Plaine des Palmistes	0,29	0,06839367	0,01853458
Bras Misère	Le Bras Noir à la Plaine des Palmistes	0,29	0,06839367	0,01853458
Bras Noir	Le Bras Noir à la Plaine des Palmistes	0,29	0,06839367	0,01853458
Grand Bras Patience	Le Bras Noir à la Plaine des Palmistes	0,29	0,06839367	0,01853458
Bras du Bernica	Rivière Sainte-Suzanne	0,47	0,1054364	0,01943088
Ravine Ruisseau	Source Dussac	0,006	0,00021189	0,00466151

Annexe 4 : Occupation des sols et niveau d'anthropisation du milieu.

Station	Contexte immédiat	Taux envahissement EEE	Pression occupation des sols échelle station	Corine Land Cover	Marqueurs végétaux et aériens anthropisation	Couverture vegetation berge gauche	Couverture vegetation berge droite
Bras Chansons	forestier	Faible	Peu ou aucune	Forêts de feuillus	non significatif	>75	>75
Bras du Bernica	forestier	Absence	Peu ou aucune	Forêt et végétation arbustive en mutation	non inventorié	>75	>75
Bras l'Eustache	forestier	Fort	Peu ou aucune	Forêts de feuillus	non inventorié	>75	>75
Bras Misère	forestier	Absence	Peu ou aucune	Forêt et végétation arbustive en mutation	non inventorié	>75	>75
Bras Noir	forestier	Moyen	Peu ou aucune	Landes et broussailles	non inventorié	>75	>75
Grand Bras Patience	forestier	Fort	Peu ou aucune	Forêt et végétation arbustive en mutation	non inventorié	>75	>75
Grand Bras Rouge	forestier	Moyen	Peu ou aucune	Forêts de feuillus	non inventorié	>75	>75
Ravine Calumets	forestier	Fort	Peu ou aucune	Forêt et végétation arbustive en mutation	significatif	>75	>75
Ravine des Merles	prairie	Fort	Peu ou aucune	Forêt et végétation arbustive en mutation	non inventorié	>75	>75
Ravine des Trois Cascades	forestier	Fort	Proximité habitations et ripisylve exotique	Territoires agroforestiers	non inventorié	>75	>75
Ravine du Figaro	forestier	Fort	Peu ou aucune	Forêt et végétation arbustive en mutation	non significatif	50-75	>75
Ravine Grand-Mère	forestier	Fort	Peu ou aucune	Landes et broussailles	non inventorié	>75	>75
Ravine Ruisseau	forestier	Moyen	Proximité habitations et ripisylve exotique	Forêts de feuillus	non inventorié	25-50	0-25
Ravine Savon	forestier	Fort	Ripisylve exotique	Forêt et végétation arbustive en mutation	non inventorié	>75	>75
Source Eboulis Rouge	forestier	Fort	Peu ou aucune	Forêts de feuillus	non inventorié	25-50	50-75



ETHYCO
ETude HYdrosystèmes COntinentaux



Projet INVERDO

Vers une meilleure conservation de la biodiversité aquatique dans les cours d'eau des "Hauts" de La Réunion

Note technique de l'expertise ETHYC'O sur les échantillons
historiques



V3
03/08/2023

OCEA

Organisme Consultant en Environnement Aquatique
19 chemin Anda - 97 432 Ravine des Cabris
Tél. 06 92 30 54 12 - Mail : contact@oceare.re - Site web : www.oceare.re

1. Exploitation taxonomique des collections disponibles

1.1 Stratégie de sélection des échantillons

Dans le but de parfaire la taxonomie et d'explorer la diversité des macro-invertébrés recensée au cours de ces dix dernières années, certains échantillons ont été sélectionnés à partir d'une analyse typologique des stations. Cette sélection prend en compte deux critères : l'hydrologie de l'année d'échantillonnage et l'altitude de la station.

Concernant l'hydrologie, grâce aux données Météo-France, les années hydrologiques faibles, médianes et élevées (correspondantes à l'écart de pluviométrie observé par rapport à la normale) ont pu être déterminées.

Concernant l'altitude, deux catégories se distinguent : les stations en amont (fortes altitudes) et en aval (faibles altitudes) ; la limite entre les stations amont et aval est fixée à 1 100 m, au vu des différences de composition des peuplements observées sur l'étude relative à la truite arc-en-ciel (OCEA et al., 2020). Ces deux critères ont ainsi permis de définir six groupes de stations possibles (Figure 1). Au sein de chacun de ces groupes, un tirage aléatoire de cinq échantillons par groupe a été réalisé sur Excel, soit un total de 30 échantillons sélectionnés pour des analyses taxonomiques approfondies (Annexe 1).

En complément, 18 échantillons ont été spécialement sélectionnés en vue d'analyser des taxons « rares ». La rareté d'un taxon a été définie selon le nombre d'observations faite de ce taxon sur un nombre limité de stations (cf. Rapport intermédiaire 2021). Ainsi, les taxons d'intérêt ont aussi été triés et envoyés à des experts en taxonomie, principalement ETHYCO.

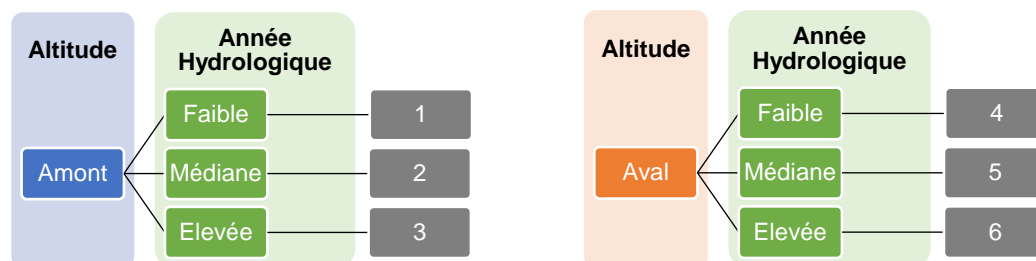


Figure 1 : Groupes (de 1 à 6) attribués à chaque échantillon en fonction de l'altitude et de l'année hydrologique.

1.2 Niveaux taxonomiques ciblés

Tous les Insectes et tous les taxons pour lesquels la taxonomie n'est pas assez précise (taxon non identifié au rang de l'espèce, Tableau 1) des 30 échantillons sélectionnés ont été triés par ordre taxonomique et envoyés pour une seconde identification à des experts en taxonomie (ETHYCO et d'autres spécialistes, Tableau 2). En effet, les Insectes font partie de la classe des macroinvertébrés benthiques la plus diversifiée mais aussi celle ayant le plus de lacunes taxonomiques, où de nombreux taxons ne sont pas identifiés au rang de l'espèce (famille, sous-famille, tribu ou genre). Ce sont également des taxons souvent utilisés en bio-indication.

Par ailleurs, les taxons ayant une classe de rareté comprise entre « peu commune » et « très rare » ont aussi été ciblés et récoltés (cf. Rapport intermédiaire 2021).

Tableau 1 : Taxons ciblés pour les analyses taxonomiques, en complément des Insectes.

Ordre	Nom du taxon
Capitata	<i>Hydra</i> spp.
Hoplonemertea	<i>Prostoma</i> sp.
Neophora	<i>Dugesia</i> sp.
	<i>Dugesidae</i> sp. 1
Trombidiformes	Hydracarina

Tableau 2 : Liste des spécialistes connus de ETHYCO et pouvant être sollicités dans le cadre du projet

Ordre	Famille	Spécialistes pouvant être sollicités par ETHYCO (Pays)
Hemiptera	Corixidae	Dan Polhemus (Etats-Unis)
Odonate	Aeshnidae, Coenagrionidae, Corduliidae et Libellulidae	Samuel Couteyen et Michel Papazian (France)
Trichoptera	Hydropsychidae et Philopotamidae	Kjell Arne Johanson (Suède)
	Hydroptilidae	Alice Wells (Australie)
Coleoptera	Dytiscidae, Gyrinidae et Noteridae	Michael Manuel (France)
	Hydraenidae	Manfred Jäch (Autriche)
	Hydrophilidae	Franck Bameul (France)
Diptera	Chironomidae	Joël Breil (France)
	Culicidae	Gilbert Legoff (France)
	Simuliidae	Craig Douglas (Canada)
Ephemeroptera	Baetidae	J.L. Gattoliat (Suisse)

2. Résultats

2.1 Taxons récoltés après tri des échantillons historiques

Lors de cette sélection, 48 échantillons ont été traités. La plupart de ces derniers étaient stockés au Muséum d'Histoire Naturelle (MHN) de La Réunion. Ainsi, lors de la recherche des échantillons au MHN, certains flacons d'un même inventaire n'ont pas été retrouvés ; cela concerne 18 inventaires. Par ailleurs, une quinzaine de flacons des inventaires récupérés ont souffert d'un manque d'alcool lors de leur conservation, rendant l'exploitation de leur contenu impossible.

Au total, plus de 50 000 individus d'Insectes et autres taxons spp. ont été triés et répartis dans 600 flacons. Concernant les taxons rares, sur les 31 taxons ciblés, 26 d'entre eux ont été retrouvés. Les taxons qui n'ont pas été retrouvés, sont probablement des taxons qui ont été confondus avec d'autres.

2.2 Erreurs systématiques et précisions taxonomiques

➤ Taxons communs

Les résultats bruts de l'identification des taxons dits « communs » par ETHYCO sont indiqués en Annexe 2 de cette note technique. Sur les 1 643 individus identifiés par ETHYCO, le tiers (544 individus) a montré une erreur d'identification (Annexe 2).

Ce sont principalement les diptères et notamment les stades nymphaux qui n'ont pas été correctement identifiés (Annexe 3).

D'autres individus ont parfois été confondus entre eux, notamment les Chironomidae (ordre des diptères), mais aussi les trichoptères (en particulier la famille des Hydroptilidae), lépidoptères (genre *Eoophyla*) et coléoptères (genre *Rhantus*) entre eux (Annexe 3).

Des erreurs systématiques ont aussi été remarquées par ETHYCO, notamment pour les ordres des coléoptères, hémiptères ou encore odonates (Tableau 3, Annexe 3) : par exemple, certains genres d'un même ordre ont été systématiquement confondus, comme *Bidessus* et *Hyphydrus*, *Microvelia* et *Rhagovelia* ou encore *Crocothemis* et *Hemicordulia* ; c'est également le cas de certaines sous-familles de coléoptère, par exemple les Dytiscinae, confondue avec les Colymbetinae, la sous-famille du genre *Rhantus*.

Outre les erreurs observées, des précisions taxonomiques ont été apportées. En effet, des taxons jusqu'ici identifiés à la famille, ont gagné en précision avec l'analyse d'ETHYCO en passant au genre ou à l'espèce, c'est le cas, par exemple, des Notonectidae identifié au genre *Anisops* ou encore des Corixidae, identifié au genre *Sigara* ou à l'espèce *Sigara alluaudi* (Tableau 3).

Tableau 3 : Exemples de précisions et corrections taxonomiques apportées par ETHYCO et classées par ordre taxonomique.

Rangs dans la classification : nd (non défini), classe (CL), ordre (O), famille (F), sous famille (sF), genre (G), espèce (sp)

Dénomination historique	Dénomination proposée par ETHYCO
Arachnida	
Hydracarina (O)	Oribatidae (F) ou Hydracarina (O)
Enopla	
<i>Prostoma</i> sp. (G)	<i>Prostoma graecense</i> * (sp)
Insecta	
Corixidae (F)	<i>Sigara</i> sp. (G) ou <i>Sigara alluaudi</i> (sp)
Dytiscinae (sF)	<i>Rhantus</i> sp. (G) ou <i>Rhantus phocaenarum</i> (sp)
<i>Bidessus</i> sp. (G)	<i>Hyphydrus</i> sp. (G) ou <i>Hyphydrus distinctus</i> (sp)
Notonectidae (F)	<i>Anisops</i> sp. (G)
<i>Microvelia bourbonensis</i> (sp)	<i>Rhagovelia infernalis infernalis</i> (sp)
Polychaeta	
Polychaeta (CL)	Nereidae (F)

*espèce supposée (sur les 267 individus observés, ETHYCO a jugé qu'il pourrait s'agir de cette espèce)

➤ Taxons rares

Concernant les taxons rarement inventoriés dans le cadre de réseaux de surveillance (RCS), ce sont 48 échantillons, contenant 26 taxons « rares », qui ont été analysés. Pour la majorité d'entre eux (27), ETHYCO est arrivé à des dénominations similaires à celles réalisées par les opérateurs historiques (Annexe 4). Pour le reste des échantillons, différents cas de figure sont observés :

-précisions taxonomiques pour six échantillons, concernant notamment l'ordre des diptères (passant de la sous-famille au genre) ;

- rectifications taxonomiques pour deux échantillons, concernant là aussi l'ordre des diptères. Pour ces taxons, ETHYCO a attribué un rang taxonomique plus élevé (remplacement de l'espèce indiquée par le genre ou la famille) afin de pallier aux erreurs probables d'identification ;

-erreurs taxonomiques pour neuf échantillons (confusions entre différentes espèces d'un même ordre). Ces erreurs concernent principalement l'ordre des odonates et de façon moins marquée les coléoptères ou les diptères ;

-taxons vivant exclusivement en milieu terrestre, et non pas en milieu aquatique, pour quatre échantillons.

Pour conclure, l'ordre des **odonates** est celui présentant le plus de **confusions** et de **nouveaux taxons identifiés**. C'est notamment le cas des représentants d'une même famille entre eux, et aussi du taxon *Crocothemis* spp. confondu avec les autres espèces de Libellulidae ou de Corduliidae. Comme ce taxon n'a pas été retrouvé dans les échantillons historiques, un doute est

permis sur sa présence avérée à La Réunion. En effet, la seule espèce dont la présence est avérée en France métropolitaine et à Mayotte est *Crocothemis erythraea* (Gargominy, 2022). Pour d'autres ordres, comme les coléoptères ou les hémiptères, les taxons présentés dans l'Atlas (Forcellini et al., 2012), sont globalement peu décrits. ETHYCO a donc réussi à identifier de façon plus poussée certains d'entre eux (*Rhantus sp.* et *Hyphydrus sp.* pour les coléoptères ; *Sigara sp.* et *Anisops sp.* pour les hémiptères). Enfin pour l'ordre des diptères, des travaux plus poussés sont nécessaires car il s'agit de l'ordre le plus diversifié, toujours en cours de traitement par certains spécialistes.

Les confusions taxonomiques ainsi que l'amélioration de la détermination de taxons à des rangs taxonomiques plus faibles, révèlent le besoin de décrire davantage les taxons et de mettre à jour l'Atlas des MIB.

Tableau 4 : Liste des nouveaux taxons identifiés (n'ayant pas une fiche descriptive dans l'Atlas, Forcellini et al., 2012) à l'issue de l'analyse des échantillons historiques.

Ordre	Nouveau taxon identifié
Odonate	<i>Gynacantha bispina</i> ; <i>Rhyothemis sp.</i> ; <i>Ischnura senegalensis</i>
Coléoptère	<i>Rhantus sp.</i> ; <i>Hyphydrus sp.</i>
Hémiptère	<i>Sigara sp.</i> ; <i>Anisops sp.</i>
Diptère	<i>Bezzia sp.</i>

3. Références bibliographiques

Forcellini, M., Mathieu, C., & Merigoux, S. (2012). Atlas des Macroinvertébrés des eaux douces de l'île de la Réunion.

Gargominy, O. (2022). TAXREF. Version 4.9. UMS PatriNat (OFB-CNRS-MNHN), Paris. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/vqueam> accessed via GBIF.org on 2023-06-22.

OCEA, INRAE, FDAAPPMA974, & OFB. (2020). Projet "TAC- Réunion" : Fonctionnement des populations de Truite Arc-en-Ciel et impact sur les écosystèmes de l'île de La Réunion. Volet : Etude des écosystèmes récepteurs et des communautés aquatiques indigènes. Rapport final. 1–164.

4. Annexes

Annexe 1 : Listes des échantillons sélectionnés pour des approfondissements taxonomiques (à la suite des analyses typologique et de rareté), avec indication de leur groupe, du nom de l'inventaire et de l'étude (cf. Rapport intermédiaire 2021 pour plus de détails).

Nombre d'échantillons non retrouvés, inexploitable (HS) ou difficilement exploitables (secs) : 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 7 ; 9 ; 10

Groupe altitude/année hydrologique	Nom de l'inventaire (nom de la station_année d'inventaire)	Nom de l'étude à laquelle se rapporte l'inventaire
1	La rivière des Galets à Marla_2015 ¹	RCS
	Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)_2018	
	La rivière des Galets à Marla_2018	
	La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)_2015 ⁶	
	La Rivière des Galets Trois Roches_2015 ⁹	
2	La rivière des Galets à Marla_2013 ¹	RCS
	Cilaos_Salazes_2017	
	La rivière des Galets à Marla_2017 ¹	
	La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)_2014 ⁴	
	Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)_2017 ²	
3	La Rivière des Galets Trois Roches_2016 ³	TAC
	Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)_2016 ¹	
	Ravine Blanche_2019	
	Bras Cabot bassin Hirondelles_2019	
4	Affluent RD Ravine Marla_2019	RCS
	Le Bras Sainte-Suzanne à Grand Bassin_2015 ⁷	
	La Rivière Langevin à la Passerelle_2018	
	La Rivière des Galets amont confluence Bras d'Oussy_2018	
	La Rivière des Pluies (pont RN2 4 voies)_2018	
5	Le Bras de la Plaine à l'Ilet du Bras Sec (aval puits AEP)_2018	RCS
	La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan_2014 ⁴	
	La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)_2014 ⁴	
	La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP_2014 ⁶	
	PU-Rivière des Roches aval_2016	
6	Le Bras Pétaud amont confluence Bras Panon_2013 ⁵	PUSH-UP
	PU-Roches amont_2016	PUSH-UP
	GAL_Amont_2019_2	PISTE Rivière des Galets
	Ravine_Sèche_Source_Lesquelin_amont_2019	CAPTAGES
	Cap Blanc_2020	TAC
Stations sélectionnées spécifiquement pour la recherche des taxons rares	Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)_2016 ¹⁰	RCS
	La Rivière du Mât à l'Ilet Bananiers_2013	RCS
	Le Bras de Cilaos à Ilet Furcy_2013	
	Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)_2013	
	La Rivière des Pluies à l'Ilet Quinquina (amont canal la Mare)_2013	
	La Rivière Saint-Etienne à la Chapelle_2014	
	La Rivière Saint-Denis à l'aplomb d'Ilet à Guillaume_2014	
	La Rivière Saint-Denis au pont Vinh San_2014	
	La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara)_2015	
	Le Grand Bras de la Grande Rivière Saint-Jean_2015	
	Le Bras Sainte-Suzanne à Grand Bassin_2016	
	La rivière des Galets à Marla_2016	
	La Rivière du Mât à l'Escalier_2016	
	La Rivière du Mât à l'Ilet Bananiers_2016	
	La Ravine Saint-Gilles au captage du verrou_2017	
	La Rivière Langevin à Langevin (bassin Tamarin)_2018	
La Rivière des Galets à Ilet Malidé_2018		
La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara)_2019		
La Grande Rivière Saint-Jean aval Quartier Français_2019		

Annexe 2 : Résultats bruts de l'identification des taxons « communs » par ETHYCO (n'apparaît que les lignes qui diffèrent des données historiques, soit environ 500, contre environ 1000 ayant été correctement identifiées).

*certains micro-prélèvements étaient conditionnés dans deux tubes

Nom de la station	Année	Etude	Numéro du point de prélèvement	Nom du taxon (historique)	Nom du taxon (identifié par ETHYCO)
Affluent RD Ravine Marla	2019	TAC	NA	Hydracarina	Oribatidae
Affluent RD Ravine Marla	2019	TAC	NA	Diptera	Psychodidae sp.1
Affluent RD Ravine Marla	2019	TAC	NA	Limnophora	Limnophora sp1
Affluent RD Ravine Marla	2019	TAC	NA	Metalimnobia sp.	Limoniidae
Affluent RD Ravine Marla	2019	TAC	NA	Tipula spp.	Limoniidae
Affluent RD Ravine Marla	2019	TAC	NA	Eoophyla sp.	Rhantus sp.
Affluent RD Ravine Marla	2019	TAC	NA	Coenagrionidae	Coenagrionemisi reuiense
Affluent RD Ravine Marla	2019	TAC	NA	Hydroptila spp.	Eoophyla sp.
Affluent RD Ravine Marla	2019	TAC	NA	Hydroptila starmuehneri	Hydroptila grucheti
Bras Cabot bassin Hirondelles	2019	TAC	NA	Diptera	Orthoclaadiinae
Bras Cabot bassin Hirondelles	2019	TAC	NA	Limnophora	Limnophora sp1
Bras Cabot bassin Hirondelles	2019	TAC	NA	Sciomyzidae	Cecidomyiidae
Bras Cabot bassin Hirondelles	2019	TAC	NA	Tanytarsini	Chironomini
Bras Cabot bassin Hirondelles	2019	TAC	NA	Corixidae	Sigara sp.
Bras Cabot bassin Hirondelles	2019	TAC	NA	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
Bras Cabot bassin Hirondelles	2019	TAC	NA	Dugesia sp.	Ferrissia modesta
Cap Blanc	2020	TAC	NA	Diptera	Orthoclaadiinae
Cap Blanc	2020	TAC	NA	Limnophora	Limnophora sp1
Cap Blanc	2020	TAC	NA	Eoophyla sp.	Non identifiable (abimé)
Cap Blanc	2020	TAC	NA	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
Cilaos Salazes	2017	CAPTAGES	NA	Diptera	Tanytarsini
Cilaos Salazes	2017	CAPTAGES	NA	Diptera	Orthoclaadiinae
Cilaos Salazes	2017	CAPTAGES	NA	Tanytarsini	Chironomini
GAL Amont	déc-19	PISTE RDG	NA	Chironomini	Chironomus
GAL Amont	déc-19	PISTE RDG	NA	Diptera	Orthoclaadiinae
GAL Amont	déc-19	PISTE RDG	NA	Diptera	Tanytarsini
GAL Amont	déc-19	PISTE RDG	NA	Diptera	Chironomini
GAL Amont	déc-19	PISTE RDG	NA	Ephydriidae	Limnophora sp1
GAL Amont	déc-19	PISTE RDG	NA	Inconnu	insecte terrestre
GAL Amont	déc-19	PISTE RDG	NA	Libellulidae	Trithemis annulata haematina
La rivière des Galets	2015	RCS	8	Diptera	Simuliidae
La rivière des Galets	2015	RCS	8	Diptera	Tanytopodinae
La rivière des Galets	2015	RCS	8	Diptera	Ephydriidae sp.2
La rivière des Galets	2015	RCS	8	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des Galets	2015	RCS	8	Diptera	Tanytarsini
La rivière des Galets	2015	RCS	8	Diptera	Kempia sp.
La rivière des Galets	2015	RCS	8	Diptera	Ceratopogoninae
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	1	Coelostoma sp.	Sigara alluaudi f. bourbonensis
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	8	Dytiscinae	Rhantus sp.
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	5	Atrichopogon	Atrichopogon sp.1
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	2	Atrichopogon sp.1	Atrichopogon sp.3
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	1	Chironomidae	Orthoclaadiinae
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	2	Chironomidae	Chironomini
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	3	Chironomidae	Orthoclaadiinae
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	5	Chironomidae	Dasyhelea sp.
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	8	Chironomidae	Chironomini
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	11	Chironomidae	Orthoclaadiinae
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	12	Chironomidae	Tanytarsini
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	5	Chironomini	Tanytarsini
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	11	Chironomini	Orthoclaadiinae
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	1	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	1	Diptera	Tanytarsini
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	2	Diptera	Orthoclaadiinae

La rivière des galets à Marla	2013	RCS	2	Diptera	Tanytarsini
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	3	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	3	Diptera	Tanytarsini
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	4	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	4	Diptera	Tanytarsini
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	5	Diptera	Tanytarsini
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	6	Diptera	Tanytarsini
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	7	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	8	Diptera	Dasyhelea sp.
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	8	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	8	Diptera	Tanytarsini
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	9	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	9	Diptera	Tanytarsini
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	11	Diptera	Tanytarsini
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	11	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	11	Diptera	Dasyhelea sp.
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	12	Diptera	Dasyhelea sp.
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	12	Diptera	Tanytarsini
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	1	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	3	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	8	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	11	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	12	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	1	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	2	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	4	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	4	Diptera	Tanytarsini
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	5	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	6	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	7	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	8	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	9	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	10	Diptera	Tanytarsini
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	10	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	11	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	12	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	12	Diptera	Tanytarsini
La rivière des Galets à Marla	2018	RCS	NA	Diptera	Orthoclaadiinae
La rivière des Galets à Marla	2018	RCS	NA	Diptera	Tanytarsini
La rivière des Galets à Marla	2018	RCS	NA	Diptera	Dasyhelea sp.
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	12	Ephydriidae	Ephydriidae sp.2
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	11	Hemerodromiinae	Clinocerinae
La rivière des Galets à Marla	2018	RCS	NA	Hemerodromiinae	Clinocerinae
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	3 (2/2) *	Inconnu	Non identifiable (abimé)
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	7	Limnophora	Limnophora sp1
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	4	Limnophora sp.1	Limnophora sp2
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	6	Limnophora sp.1	Limnophora sp2
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	7	Limnophora sp.1	Limnophora sp2
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	8	Limnophora sp.1	Limnophora sp2
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	12	Limnophora sp.1	Limnophora sp2
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	4	Limnophora sp.1	Hemerodromiinae
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	5	Limnophora sp.1	Hemerodromiinae
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	7	Limnophora sp.1	Limnophora sp2
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	9	Limnophora sp.1	Hemerodromiinae
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	11	Limnophora sp.2	Limnophora sp1
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	8	Limonniidae	Orthoclaadiinae
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	12	Metalimnobia sp.	Orthoclaadiinae
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	3 (1/2) *	Tanytarsini	Chironomini
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	6	Tanytarsini	Tanytarsini
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	7	Tanytarsini	Dasyhelea sp.
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	6	Tanytarsini	Chironomini
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	3	Inconnu	Rhagovelia infernalis infernalis
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	3	Inconnu	Mesoveliidae
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	2	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	4	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	6	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	8	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	11	Prostoma sp.	prostoma graecense ?

La rivière des galets à Marla	2013	RCS	12	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	11	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La rivière des Galets à Marla	2015	RCS	12	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La rivière des galets à Marla	2013	RCS	1	Hydropsyche mokaensis	Hydroptila starmüehneri
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	1	Hydroptila grucheti	Hydroptila starmüehneri
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	2	Hydroptila grucheti	Hydroptila starmüehneri
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	4	Hydroptila grucheti	Hydroptila starmüehneri
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	3 (1/2) *	Hydroptila grucheti	Hydroptila starmüehneri
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	8	Hydroptila spp.	Hydroptila grucheti
La rivière des Galets à Marla	2018	RCS	NA	Hydroptila spp.	Hydroptila starmüehneri
La rivière des Galets à Marla	2017	RCS	3 (2/2) *	Inconnu	Oecetis sp.
La Rivière des Galets amont confluence Bras d'Oussy	2018	RCS	NA	Hydracarina	Oribatidae
La Rivière des Galets amont confluence Bras d'Oussy	2018	RCS	NA	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière des Galets amont confluence Bras d'Oussy	2018	RCS	NA	Diptera	Chironomini
La Rivière des Galets amont confluence Bras d'Oussy	2018	RCS	NA	Diptera	Dasyhelea sp.
La Rivière des Galets amont confluence Bras d'Oussy	2018	RCS	NA	Dolichopodidae	Tipula spp.
La Rivière des Galets amont confluence Bras d'Oussy	2018	RCS	NA	Prostoma sp.	Barbronia weberi
La Rivière des Galets amont confluence Bras d'Oussy	2018	RCS	NA	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	6	Chironomidae	Orthoclaadiinae
La Rivière des Galets Trois Roches	2015	RCS	1	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière des Galets Trois Roches	2015	RCS	7	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière des Galets Trois Roches	2015	RCS	7	Diptera	Tanytarsini
La Rivière des Galets Trois Roches	2015	RCS	9	Diptera	Chironomini
La Rivière des Galets Trois Roches	2015	RCS	9	Diptera	Tanytarsini
La Rivière des Galets Trois Roches	2015	RCS	10	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière des Galets Trois Roches	2015	RCS	10	Diptera	Tanytarsini
La Rivière des Galets Trois Roches	2015	RCS	11	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière des Galets Trois Roches	2015	RCS	12	Diptera	Chironomini
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	1	Diptera	Ephydriidae sp.2
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	1	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	1	Diptera	Tanypodinae
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	2	Diptera	Tanypodinae
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	2	Diptera	Tanytarsini
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	2	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	2	Diptera	Limnophora sp1
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	2	Diptera	Ephydriidae sp.2
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	3	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	3	Diptera	Tanytarsini
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	5	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	5	Diptera	Dolichopodidae
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	5	Diptera	Tanytarsini
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	6	Diptera	Tanytarsini
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	7	Diptera	Limnophora sp2
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	7	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	7	Diptera	Limnophora sp1
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	8	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	8	Diptera	Tanytarsini
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	9	Diptera	Limnophora sp1
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	9	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	9	Diptera	Tanytarsini
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	10	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	10	Diptera	Tanytarsini
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	10	Diptera	Limnophora sp1
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	10	Diptera	Tanypodinae
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	11	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	11	Diptera	Tanytarsini
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	11	Diptera	Ephydriidae sp.2
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	12	Diptera	Limnophora sp2

La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	12	Diptera	Limnophora sp1
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	12	Diptera	Tanypodinae
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	12	Diptera	Ephydriidae sp.2
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	12	Diptera	Tanytarsini
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	12	Diptera	Orthocladiinae
La Rivière des Galets Trois Roches	2015	RCS	7	Eriopterini	Limoniidae
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	7	Limnophora sp.1	Limnophora sp2
La Rivière des Galets Trois Roches	2015	RCS	5	Tanytarsini	Tanypodinae
La Rivière des Galets Trois Roches	2015	RCS	7	Tanytarsini	Chironomini
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	11	Corixidae	Sigara alluaudi f. bourbonensis
La Rivière des Galets Trois Roches	2015	RCS	7	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière des Galets Trois Roches	2015	RCS	8	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière des Galets Trois Roches	2015	RCS	9	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière des Galets Trois Roches	2015	RCS	10	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	3	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	5	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	6	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	7	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	8	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	9	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	10	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	11	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	12	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	7	Hydropsyche mokaensis	Hydroptila kieneri
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	6	Hydroptila grucheti	Hydropsyche mokaensis
La Rivière des Galets Trois Roches	2016	RCS	9	Hydroptila grucheti	Hydropsyche mokaensis
La Rivière des Galets amont confluence Bras d'Oussy	2018	RCS	NA	Hydracarina	Rhagovelia sp.
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	7	Hydracarina	Oribatidae
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	11	Hydracarina	Oribatidae
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	11	Hydracarina	Hydracarien vrai
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	11	Hydracarina	Araignée
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2015	RCS	7	Bidessus sp.	Hyphydrus distinctus
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2015	RCS	3	Dytiscinae	Sigara sp.
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	11	Hydroporinae	Hyphydrus sp.
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	11	Ceratopogoninae	Dasyhelea
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2015	RCS	1	Chironomidae	Chironomini
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2015	RCS	10	Chironomidae	Chironomini
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2015	RCS	3	Chironomini	Chironomus
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2015	RCS	3	Chironomini	Dasyhelea sp.
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	6	Diptera	Chironomini
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	7	Diptera	Chironomini
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	11	Diptera	Chironomini
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2015	RCS	1	Diptera	Dasyhelea
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2015	RCS	3	Diptera	Chironomini
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2015	RCS	6	Diptera	Dasyhelea sp.
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2015	RCS	6	Diptera	Tanypodinae

La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2015	RCS	6	Diptera	Chironomini
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2015	RCS	9	Diptera	Tanytarsini
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	1	Orthoclaadiinae	Tanytarsini
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	1	Orthoclaadiinae	Oligochaeta
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	2	Diptera	Simuliidae
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	5	Orthoclaadiinae	Stenochironomus
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	7	Orthoclaadiinae	Tanypodinae
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	7	Orthoclaadiinae	Chironomini
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	8	Orthoclaadiinae	Chironomini
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	9	Orthoclaadiinae	Chironomini
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	12	Orthoclaadiinae	Chironomini
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2015	RCS	1	Orthoclaadiinae	Chironomini
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2015	RCS	3	Orthoclaadiinae	Tanypodinae
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2015	RCS	5	Orthoclaadiinae	Orthoclaadiinae
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2015	RCS	6	Orthoclaadiinae	Chironomini
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2015	RCS	7	Orthoclaadiinae	Chironomus
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2015	RCS	9	Orthoclaadiinae	Chironomini
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2015	RCS	10	Orthoclaadiinae	Chironomini
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2015	RCS	12	Orthoclaadiinae	Chironomini
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2015	RCS	7	Stenochironomus spp.	Chironomus
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	5	Tanytarsini	Chironomini
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	6	Tanytarsini	Tanypodinae
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	10	Tanytarsini	Chironomini
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2015	RCS	1	Tanytarsini	Chironomini
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	2	Corixidae	Sigara sp.
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	11	Corixidae	Sigara alluaudi f. bourbonensis
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	12	Corixidae	Sigara sp.
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	7	Notonectidae	Anisops sp.
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	7	Coenagrionidae	Coenagrioncnemis reuniense
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	11	Coenagrionidae	Coenagrioncnemis reuniense
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	7	Trithemis annulata haematina	Hemicordulia atrovirens
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	3	Hydroptila grucheti	Hydroptila kieneri
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	1	Hydroptila grucheti	Hydroptila kieneri
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	1	Leptocerina pauliani	Oecetis sp.
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	2	Leptocerina pauliani	Oecetis sp.
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	5	Leptocerina pauliani	Oecetis sp.

La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)	2014	RCS	5	Leptocerina pauliani	Hydroptila grucheti
La Rivière des Pluies (pont RN2 4 voies)	2018	RCS	NA	Diptera	Orthocladiinae
La Rivière des Pluies (pont RN2 4 voies)	2018	RCS	NA	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière des Pluies (pont RN2 4 voies)	2018	RCS	NA	Hydroptila spp.	Hydroptila grucheti
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	1	Diptera	Simuliidae
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	1	Diptera	Tanypodinae
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	3	Diptera	Tanypodinae
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	5	Diptera	Tanytarsini
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	5	Diptera	Orthocladiinae
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	5	Diptera	Simuliidae
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	6	Diptera	Simuliidae
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	8	Diptera	Orthocladiinae
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	8	Diptera	Tanypodinae
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	9	Diptera	Tanypodinae
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	10	Diptera	Simuliidae
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	10	Diptera	Hemerodromiinae
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	10	Diptera	Stenochironomus
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	11	Diptera	Simuliidae
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	11	Diptera	Empididae
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	11	Diptera	Hemerodromiinae
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	3	Hemerodromiinae	Clinocerinae
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	9	Hemerodromiinae	Clinocerinae
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	12 (2/2) *	Inconnu	Orthocladiinae
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	5	Limnophora	Ephydridae sp.2
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	1	Orthocladiinae	Tanytarsini
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	4	Diptera	Ephydridae sp.2
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	4	Diptera	Tanytarsini
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	4	Diptera	Simuliidae
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	4	Diptera	Tanypodinae
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	10	Tanypodinae	Tanytarsini
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	11	Tanypodinae	Orthocladiinae
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	9	Tanytarsini	Orthocladiinae
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	11	Tanytarsini	Orthocladiinae
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	4	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	10	Inconnu	Trithemis annulata haematina
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	1	Hydropsyche mokaensis	Oecetis sp.
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	8	Hydropsyche mokaensis	Hydroptila grucheti

La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	11	Hydroptila grucheti	Hydropsyche mokaensis
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	12 (1/2) *	Hydroptila grucheti	Hydroptila kieneri
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	5	Inconnu	Hydropsyche mokaensis
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	5	Inconnu	Chimarra bettinae
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	5	Inconnu	Hydroptila grucheti
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	5	Inconnu	Oxyethira flagellata
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	5	Inconnu	Hydroptila kieneri
La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan	2014	RCS	12 (2/2) *	Inconnu	Hydropsyche mokaensis
La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)	2014	RCS	2	Laccobius mascarensis	Laccobius spp.
La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)	2014	RCS	1	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)	2014	RCS	2	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)	2014	RCS	3	Diptera	Tanytarsini
La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)	2014	RCS	3	Diptera	Dasyhelea
La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)	2014	RCS	3	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)	2014	RCS	4	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)	2014	RCS	6	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)	2014	RCS	7	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)	2014	RCS	8	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)	2014	RCS	9	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)	2014	RCS	10	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)	2014	RCS	11	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)	2014	RCS	12	Diptera	Dasyhelea
La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)	2014	RCS	12	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)	2014	RCS	5	Diptera	Simuliidae
La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)	2014	RCS	4	Tanytarsini	Orthoclaadiinae
La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)	2014	RCS	11	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)	2014	RCS	11	Hydroptila grucheti	Hydropsyche mokaensis
La Rivière Langevin à la Passerelle	2018	RCS	NA	Diptera	Psychodidae sp.1
La Rivière Langevin à la Passerelle	2018	RCS	NA	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière Langevin à la Passerelle	2018	RCS	NA	Limnophora	Limnophora sp1
La Rivière Langevin à la Passerelle	2018	RCS	NA	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière Langevin à la Passerelle	2018	RCS	NA	Hydroptila spp.	Hydroptila kieneri
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	9	Hydrophilidae	Dineutus sp.
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	1	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	2	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	3	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	3	Diptera	Dasyhelea sp.
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	5	Diptera	Simuliidae

La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	5	Diptera	Stenochironomus
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	9	Diptera	Hemerodromiinae
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	9	Diptera	Limnophora sp2
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	9	Diptera	Tanytarsini
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	8 (1/2) *	Diptera	Simuliidae
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	8 (1/2) *	Diptera	Psychodidae sp.1
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	8 (1/2) *	Diptera	Orthoclaadiinae
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	8 (2/2) *	Inconnu	Simuliidae
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	8 (2/2) *	Inconnu	Dryopidae
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	8 (2/2) *	Inconnu	Orthoclaadiinae
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	1	Diptera	Tanytarsini
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	6	Diptera	Dasyhelea sp.
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	10	Diptera	Limnophora sp1
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	10	Stenochironomus spp.	Tanytarsini
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	5	Microvelia bourbonensis	Rhagovelia sp.
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	5	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	7	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	9	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	10	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	11	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	8 (1/2) *	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	8 (2/2) *	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	8 (2/2) *	Inconnu	Zygonix torridus
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	8 (2/2) *	Inconnu	Ishnura senegalensis
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	8 (2/2) *	Inconnu	Trithemis annulata haematina
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	5	Orthetrum spp.	Trithemis annulata haematina
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	9	Trithemis annulata haematina	Zygonix torridus
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	3	Hydroptila grucheti	Hydroptila starmüehneri
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2014	RCS	8 (2/2) *	Inconnu	Hydroptila grucheti
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	4	Chironomidae	Orthoclaadiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	6	Chironomidae	Orthoclaadiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	7	Chironomidae	Orthoclaadiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	9	Chironomidae	Chironomini
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	11	Chironomidae	Chironomini
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	12	Chironomidae	Orthoclaadiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	10	Dasyhelea sp.	Stenochironomus

Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	2	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	3	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	4	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	5	Diptera	Hemerodromiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	5	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	6	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	7	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	8	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	9	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	10	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	11	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2017	RCS	3	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2017	RCS	4	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2017	RCS	5	Diptera	Tanytarsini
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2017	RCS	5	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2017	RCS	5	Diptera	Dasyhelea sp.
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2017	RCS	6	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2017	RCS	7	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2017	RCS	8	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2017	RCS	9	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2017	RCS	10	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2018	RCS	NA	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2018	RCS	NA	Diptera	Tanytarsini
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2017	RCS	12	Hemerodromiinae	Non identifiable (abimé)
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2017	RCS	1	Inconnu	Chironomini
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2018	RCS	NA	Limnophora	Limnophora sp1
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2018	RCS	NA	Limnophora sp.1	Limnophora sp2
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	11	Orthoclaadiinae	Tanytarsini
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2017	RCS	12	Orthoclaadiinae	Non identifiable (abimé)
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2017	RCS	6	Tanytarsini	Tanypodinae
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2017	RCS	12	Tanytarsini	Non identifiable (abimé)
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	4	Microvelia bourbonensis	Rhagovelia sp.
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	5	Microvelia bourbonensis	Rhagovelia sp.
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	6	Eoophyla sp.	Rhantus sp.
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2017	RCS	10	Eoophyla sp.	Rhantus sp.
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	1	Prostoma sp.	prostoma graecense ?

Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	2	Prostoma sp.	Barbronia weberi
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	2	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	5	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	7	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	9	Prostoma sp.	Barbronia weberi
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	9	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	10	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	12	Prostoma sp.	Oligochaeta
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	12	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2017	RCS	2	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2017	RCS	6	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2017	RCS	11	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2018	RCS	NA	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2017	RCS	12	Crocothemis spp.	Hemicordulia atrovirens
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	4	Hydroptila grucheti	Hydroptila starmüehneri
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	5	Hydroptila kieneri	Hydroptila grucheti
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	9	Hydroptila kieneri	Hydroptila grucheti
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2017	RCS	3	Hydroptila kieneri	Hydroptila starmüehneri
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	8	Hydroptila spp.	Hydroptila grucheti
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	9	Hydroptila spp.	Hydroptila starmüehneri
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	11	Hydroptila spp.	Hydroptila grucheti
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2016	RCS	12	Hydroptila spp.	Hydroptila starmüehneri
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2017	RCS	8	Hydroptila spp.	Hydroptila starmüehneri
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2017	RCS	11	Hydroptila spp.	Hydroptila grucheti
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	4	Chironomidae	Non identifiable (abimé)
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	6	Chironomidae	Orthoclaadiinae
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	10	Chironomidae	Non identifiable (abimé)
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	12	Chironomidae	Orthoclaadiinae
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	9	Dasyhelea sp.	Non identifiable (abimé)
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	10	Dasyhelea sp.	Non identifiable (abimé)
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	11	Dasyhelea sp.	Non identifiable (abimé)
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	1	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	2	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	3	Diptera	Dasyhelea sp.
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	3	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	4	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	5	Diptera	Hemerodromiinae
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	5	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	6	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	7	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	8	Diptera	Stenochironomus
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	8	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	9	Diptera	Tanyptodinae

Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	9	Diptera	Tanypodinae
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	9	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	10	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	11	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	12	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	11	Hemerodromiinae	Non identifiable (abimé)
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	4	Tanypodinae	Non identifiable (abimé)
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	8	Tanytarsini	Non identifiable (abimé)
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	4	Nigrobaetis colonus	Nymphe de Chironomidae
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	5	Nigrobaetis colonus	Nymphe de Chironomidae
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	4	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	5	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	6	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	12	Hydroptila grucheti	Hydroptila kieneri
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	3	Hydroptila spp.	Hydroptila kieneri
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	5	Hydroptila spp.	Hydroptila kieneri
Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)	2016	RCS	6	Hydroptila spp.	Hydroptila kieneri
Le Bras de la Plaine à l'Ilet du Bras Sec (aval puits AEP)	2018	RCS	NA	Anthomyiidae	Non identifiable (abimé)
Le Bras de la Plaine à l'Ilet du Bras Sec (aval puits AEP)	2018	RCS	NA	Diptera	Limnophora sp1
Le Bras de la Plaine à l'Ilet du Bras Sec (aval puits AEP)	2018	RCS	NA	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras de la Plaine à l'Ilet du Bras Sec (aval puits AEP)	2018	RCS	NA	Diptera	Tanytarsini
Le Bras de la Plaine à l'Ilet du Bras Sec (aval puits AEP)	2018	RCS	NA	Ephydriidae sp.1	Ephydriidae sp.2
Le Bras de la Plaine à l'Ilet du Bras Sec (aval puits AEP)	2018	RCS	NA	Sciomyzidae	Non identifiable (abimé)
Le Bras de la Plaine à l'Ilet du Bras Sec (aval puits AEP)	2018	RCS	NA	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
Le Bras de la Plaine à l'Ilet du Bras Sec (aval puits AEP)	2018	RCS	NA	Hydroptila spp.	Hydroptila kieneri
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	3	Hydracarina	Oribatidae
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	4	Hydracarina	Oribatidae
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	9	Hydracarina	Oribatidae
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	3	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	4	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	9	Diptera	Non identifiable (abimé)
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	4	Orthoclaadiinae	Tanytarsini
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	5	Orthoclaadiinae	Oligochaeta
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	9	Orthoclaadiinae	Non identifiable (abimé)
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	9	Simuliidae	Non identifiable (abimé)
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	9	Tanytarsini	Non identifiable (abimé)
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	1	Microvelia bourbonensis	Rhagovelia sp.
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	2	Coenagrionidae	Pseudagrion punctum
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	3	Coenagrionidae	Pseudagrion punctum
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	4	Coenagrionidae	Pseudagrion punctum
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	9	Coenagrionidae	Pseudagrion punctum
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	3	Libellulidae	Orthetrum spp.
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	5	Libellulidae	Orthetrum spp.
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	3	Dugesia sp.	Ferrissia modesta
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	3	Dugesia sp.	prostoma graecense ?
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	2	Polychaeta	Nereidae Gen. sp.
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	3	Polychaeta	Nereidae Gen. sp.
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	4	Polychaeta	Nereidae Gen. sp.
Le Bras Pétard amont confluence Bras Panon	2013	RCS	9	Hydroptila spp.	Hydroptila grucheti
Le Bras Sainte-Suzanne à Grand Bassin	2015	RCS	10	Chironomidae	Tanytarsini
Le Bras Sainte-Suzanne à Grand Bassin	2015	RCS	10	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras Sainte-Suzanne à Grand Bassin	2015	RCS	12	Diptera	Orthoclaadiinae
Le Bras Sainte-Suzanne à Grand Bassin	2015	RCS	12	Diptera	Tanytarsini

Le Bras Sainte-Suzanne à Grand Bassin	2015	RCS	7	Eriopterini	Tipula spp.
Le Bras Sainte-Suzanne à Grand Bassin	2015	RCS	1	Orthocladiinae	Tanytarsini
Le Bras Sainte-Suzanne à Grand Bassin	2015	RCS	12	Orthocladiinae	Tanytarsini
Le Bras Sainte-Suzanne à Grand Bassin	2015	RCS	8	Tanypodinae	Orthocladiinae
Le Bras Sainte-Suzanne à Grand Bassin	2015	RCS	2	Tanytarsini	Tanypodinae
Le Bras Sainte-Suzanne à Grand Bassin	2015	RCS	2	Tanytarsini	Orthocladiinae
Le Bras Sainte-Suzanne à Grand Bassin	2015	RCS	7	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
Le Bras Sainte-Suzanne à Grand Bassin	2015	RCS	8	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
Le Bras Sainte-Suzanne à Grand Bassin	2015	RCS	12	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
Le Bras Sainte-Suzanne à Grand Bassin	2015	RCS	7	Hydroptila grucheti	Hydroptila kieneri
Le Bras Sainte-Suzanne à Grand Bassin	2015	RCS	8	Hydroptila spp.	Hydroptila kieneri
PU-ROC1AV-16	2016	PUSH-UP	NA	Diptera	Orthocladiinae
PU-ROC1AV-16	2016	PUSH-UP	NA	Microvelia bourbonensis	Rhagovelia sp.
PU-ROC1AV-16	2016	PUSH-UP	NA	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
PU-ROCAMONT-16	2016	PUSH-UP	NA	Diptera	Orthocladiinae
PU-ROCAMONT-16	2016	PUSH-UP	NA	Diptera	Chironomini
PU-ROCAMONT-16	2016	PUSH-UP	NA	Diptera	Tanytarsini
PU-ROCAMONT-16	2016	PUSH-UP	NA	Metalimnobia sp.	Limoniidae
PU-ROCAMONT-16	2016	PUSH-UP	NA	Prostoma sp.	Helobdella europaea
PU-ROCAMONT-16	2016	PUSH-UP	NA	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
PU-ROCAMONT-16	2016	PUSH-UP	NA	Hydroptila spp.	Hydroptila grucheti
Ravine Blanche	2019	TAC	NA	Hydracarina	Oribatidae
Ravine Blanche	2019	TAC	NA	Ceratopogoninae	Forcypomyiinae
Ravine Blanche	2019	TAC	NA	Diptera	Stenochironomus
Ravine Blanche	2019	TAC	NA	Diptera	Orthocladiinae
Ravine Blanche	2019	TAC	NA	Limnophora sp.1	Clinocerinae
Ravine Blanche	2019	TAC	NA	Sciomyzidae	Limoniidae
Ravine Blanche	2019	TAC	NA	Eoophyla sp.	Eoophyla sp.
Ravine Blanche	2019	TAC	NA	Dugesia sp.	Ferrissia modesta
Ravine Blanche	2019	TAC	NA	Prostoma sp.	prostoma graecense ?
Ravine Sèche source Lesquelin amont	2019	CAPTAGES	NA	Hydracarina	Oribatidae
Ravine Sèche source Lesquelin amont	2019	CAPTAGES	NA	Dytiscinae	Rhantus sp.
Ravine Sèche source Lesquelin amont	2019	CAPTAGES	NA	Hydraenidae	Non identifiable (abimé)
Ravine Sèche source Lesquelin amont	2019	CAPTAGES	NA	Chironomidae	Chironomini
Ravine Sèche source Lesquelin amont	2019	CAPTAGES	NA	Chironomini	Chironomus
Ravine Sèche source Lesquelin amont	2019	CAPTAGES	NA	Psychodidae sp.1	Non identifiable (abimé)
Ravine Sèche source Lesquelin amont	2019	CAPTAGES	NA	Nigrobaetis colonus	Non identifiable (abimé)
Ravine Sèche source Lesquelin amont	2019	CAPTAGES	NA	Inconnu	Cucurlionidae
Ravine Sèche source Lesquelin amont	2019	CAPTAGES	NA	Coenagrionidae	Coenagrionemisiensi

Annexe 3 : Nombre d'individus par taxons « communs » avec leur dénomination historique et celle attribuée par ETHYCO.

Coloration des principaux taxons faisant l'objet de : **erreur systématique** ; **confusion** ; **précision** ;
NA = même dénomination qu'historiquement

Nom du taxon (historique)	Nom du taxon (identifié par ETHYCO)	Nombre d'individus
Anax imperator mauricianus	NA	1
Anthomyiidae	Non identifiable (abimé)	1
Atrichopogon	Atrichopogon sp.1	1
Atrichopogon sp.1	Atrichopogon sp.3	1
	NA	4
Bidessus sp.	Hyphydrus distinctus	1
	Dasyhelea	1
Ceratopogoninae	Forcypomyiinae	1
Chimarra bettinae	NA	1
Chironomidae	Chironomini	7
	Dasyhelea sp.	1
	NA	1
	Non identifiable (abimé)	2
	Orthoclaadiinae	10
Chironomini	Tanytarsini	2
	Chironomus	3
	Dasyhelea sp.	1
	NA	23
	Orthoclaadiinae	1
	Tanytarsini	1
Clinocerinae	NA	10
Coelostoma sp.	Sigara alluadi f. bourbonensis	1
Coenagriocnemis reuniense	NA	26
Coenagrionidae	Coenagriocnemis reuniense	4
	Pseudagrion punctum	4
Corixidae	Sigara alluadi f. bourbonensis	2
	Sigara sp.	3
Crocothemis spp.	Hemicordulia atrovirens	1
Dasyhelea sp.	NA	55
	Non identifiable (abimé)	3
	Stenochironomus	1
Dineutus aereus	NA	4
Dineutus sp.	NA	18
Diptera	Ceratopogoninae	1
	Chironomini	10
	Dasyhelea	3
	Dasyhelea sp.	10
	Dolichopodidae	1
	Empididae	1
	Ephyridae sp.2	6
	Hemerodromiinae	5
	Kempia sp.	1
	Limnophora sp1	7
	Limnophora sp2	3
	Non identifiable (abimé)	1
	Orthoclaadiinae	103
	Psychodidae sp.1	3
	Simuliidae	11
	Stenochironomus	4
	Tanypodinae	13
Tanytarsini	40	
Dolichopodidae	NA	4
	Tipula spp.	1
Dugesia sp.	Ferrissia modesta	3
	NA	24
	prostoma graecense ?	1
Dytiscinae	Rhantus sp.	2
	Sigara sp.	1
Eoophyla sp.	Eoophyla sp.	1
	NA	2
	Non identifiable (abimé)	1
Ephyridae	Rhantus sp.	3
	Ephyridae sp.2	1
	Limnophora sp1	1

	NA	1
Ephyridae sp.1	Ephyridae sp.2	1
Ephyridae sp.2	NA	17
Eriopterini	Limoniidae	1
	NA	1
	Tipula spp.	1
Hemerodromiinae	Clinocerinae	4
	NA	28
	Non identifiable (abimé)	2
Hemicordulia atrovirens	NA	2
Hydra spp.	NA	4
Hydracarina	Araignée	1
	Hydracarien vrai	1
	Oribatidae	9
	Rhagovelia sp.	1
Hydraenidae	Non identifiable (abimé)	1
Hydrophilidae	Dineutus sp.	1
Hydroporinae	Hyphydrus sp.	1
Hydropsyche mokaensis	Hydroptila grucheti	1
	Hydroptila kieneri	1
	Hydroptila starmüehlneri	1
	NA	116
Hydroptila grucheti	Oecetis sp.	1
	Hydropsyche mokaensis	4
	Hydroptila kieneri	5
	Hydroptila starmüehlneri	6
Hydroptila kieneri	NA	77
	Hydroptila grucheti	2
	Hydroptila starmüehlneri	1
	NA	24
Hydroptila spp.	Eoophyla sp.	1
	Hydroptila grucheti	7
	Hydroptila kieneri	6
	Hydroptila starmüehlneri	4
Hydroptila starmüehlneri	NA	17
	Hydroptila grucheti	1
	NA	43
	Chimarra bettinae	1
Inconnu	Chironomini	1
	Cucurlionidae	1
	Dryopidae	1
	Hydropsyche mokaensis	2
	Hydroptila grucheti	2
	Hydroptila kieneri	1
	insecte terrestre	1
	Ishnura senegalensis	1
	Mesoveliidae	1
	Non identifiable (abimé)	1
	Oecetis sp.	1
	Orthoclaadiinae	2
	Oxyethira flagellata	1
	Rhagovelia infernalis infernalis	1
	Simuliidae	1
	Trithemis annulata haematina	2
	Zygonix torridus	1
Kempia sp.	NA	6
Laccobius mascarensis	Laccobius spp.	1
Laccobius spp.	NA	17
Laccobius starmüehlneri	NA	5
Leptocerina pauliani	Hydroptila grucheti	1
	NA	18
	Oecetis sp.	3
Libellulidae	Orthetrum spp.	2
	Trithemis annulata haematina	1
Limnophora	Ephyridae sp.2	1
	Limnophora sp1	6
Limnophora sp.1	Clinocerinae	1
	Hemerodromiinae	3
	Limnophora sp2	8
	NA	44

Limnophora sp.2	Limnophora sp1	1
	NA	16
Limoniidae	NA	1
	Orthoclaadiinae	1
Metalimnobia sp.	Limoniidae	2
	NA	12
	Orthoclaadiinae	1
Microvelia bourbonensis	Rhagovelia sp.	5
Nephrotoma spp.	NA	1
	NA	10
Nigrobaetis colonus	Non identifiable (abimé)	1
	Nymphe de Chironomidae	2
Notonectidae	Anisops sp.	1
Oecetis sp.	NA	20
	NA	1
Orthetrum spp.	Trithemis annulata haematina	1
Orthoclaadiinae	Chironomini	9
	Chironomus	1
	NA	149
	Non identifiable (abimé)	2
	Oligochaeta	2
	Orthoclaadiinae	1
	Stenochironomus	1
	Tanypodinae	2
	Tanytarsini	6
	(vide)	1
Oxyethira flagellata	NA	19
Polychaeta	Nereidae Gen. sp.	3
Prostoma sp.	Barbronia weberi	3
	Helobdella europaea	1
	Oligochaeta	1
	prostoma graecense ?	56
Pseudagrion punctum	NA	1
Psychodidae sp.1	NA	2
	Non identifiable (abimé)	1
Rhagovelia infernalis infernalis	NA	4
Rhanthus phocaenarum	NA	1
Sciomyzidae	Cecidomyiidae	1
	Limoniidae	1
	Non identifiable (abimé)	1
Sicilicula borbonica	NA	6
Simuliidae	NA	115
	Non identifiable (abimé)	1
Stenochironomus spp.	Chironomus	1
	NA	1
	Tanytarsini	1
Tanypodinae	NA	39
	Non identifiable (abimé)	1
	Orthoclaadiinae	2
	Tanytarsini	2
Tanytarsini	Chironomini	8
	Dasyhelea sp.	1
	NA	100
	Non identifiable (abimé)	3
	Orthoclaadiinae	4
	Tanypodinae	4
Tipula spp.	Limoniidae	1
	NA	1
Trithemis annulata haematina	Hemicordulia atrovirens	1
	NA	6
	Zygonix torridus	1
Zygonix torridus	NA	1

Annexe 4 : Résultats bruts de l'identification des taxons « rares » par ETHYCO.

Signification de la coloration : **Terrestre** ; **Précision** ; **Imprécision** ; **Confusion** ; **Exactitude**

Station	Année	Ordre	Nom du taxon (historique)	Nom du taxon (identifié par ETHYCO)
Le Bras Panon au Avocats	2020	Hémiptère	<i>Limnogonus cereiventris</i>	Idem
La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara)	2019	Diptère	<i>Anopheles coustani</i>	<i>Anopheles sp.</i>
Ravine Sèche Source Lesquelin amont	2019	Diptère	<i>Clogmia albipunctata</i>	Psychodidae
GAL Intermédiaire	2019	Odonate	<i>Pseudagrion punctum</i>	Idem
La Grande Rivière Saint-Jean aval Quartier Français	2019	Hémiptère	<i>Mesovelvia vittigera</i>	Idem
Ravine Maniron Déchenez	2019	Odonate	<i>Anax imperator mauricianus</i>	<i>Gynacantha bispina</i>
PU-Rivière des Roches aval	2017	Trichoptère	<i>Chimarra bettinae</i>	Idem
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2019	Odonate	<i>Crocothemis spp.</i>	<i>Hemicordulia atrovirens</i>
La rivière des Galets à Marla	2019	Diptère	<i>Ephydriidae sp. 1</i>	Hemerodromiinae
La rivière des Galets à Marla	2019	Diptère	<i>Atrichopogon sp. 2</i>	Idem
La Rivière Saint-Etienne à la Chapelle	2014	Diptère	<i>Atrichopogon sp. 3</i>	Idem
Ravine Grand Sable (Camp Perrot)	2019	Diptère	<i>Atrichopogon sp. 2</i>	Idem
La Rivière Saint-Etienne à la Chapelle	2014	Diptère	<i>Atrichopogon sp. 3</i>	Idem
La Rivière Saint-Etienne à la Chapelle	2014	Diptère	<i>Atrichopogon sp. 3</i>	Idem
La Rivière des Galets à l'Illet Malidé	2018	Coléoptère	<i>Coelostoma sp.</i>	Insecte terrestre
La Rivière Saint-Denis au pont Vinh San	2020	Coléoptère	<i>Coelostoma sp.</i>	<i>Laccobius starmuehlneri</i>
Ravine Grand Sable (Camp Perrot)	2020	Coléoptère	<i>Coelostoma sp.</i>	Scolytidae
Le Bras Sainte-Suzanne à Mafate	2020	Odonate	<i>Crocothemis spp.</i>	<i>Trithemis annulata haematina</i>
Le Bras Sainte-Suzanne à Mafate	2020	Odonate	<i>Crocothemis spp.</i>	<i>Orthetrum spp.</i>
Le Bras Sainte-Suzanne à Mafate	2020	Odonate	<i>Crocothemis spp.</i>	<i>Rhyothemis sp.</i>
La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara)	2019	Diptère	Culicinae	<i>Anopheles sp.</i>
La Rivière Saint-Denis au pont Vinh San	2014	Coléoptère	Dryopidae	Idem
La rivière des Galets à Marla	2016	Coléoptère	Dytiscinae	<i>Rhantus sp.</i>
La Rivière du Mât à l'Illet Bananiers	2013	Diptère	<i>Ephydriidae sp. 1</i>	Idem
La Rivière du Mât à l'Illet Bananiers	2013	Diptère	<i>Nephrotoma spp.</i>	Idem
La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara)	2015	Diptère	<i>Ephydriidae sp. 1</i>	Idem
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	2013	Diptère	<i>Hydrellia sp.</i>	Idem
La Rivière des Galets à l'Illet Malidé	2018	Coléoptère	<i>Laccobius mascarensis</i>	Idem
La Rivière du Mât à l'Illet Bananiers	2016	Diptère	<i>Nephrotoma spp.</i>	Idem
La Rivière du Mât à l'Escalier	2016	Diptère	<i>Nephrotoma spp.</i>	Idem
GAL Intermédiaire	2019	Odonate	<i>Orthetrum spp.</i>	Idem
GAL Amont	2019	Odonate	<i>Orthetrum spp.</i>	Idem
La Rivière des Pluies à l'Illet Quinquina (amont canal la Mare)	2013	Diptère	Psychodidae sp. 1	Idem
La Rivière des Pluies à l'Illet Quinquina (amont canal la Mare)	2013	Diptère	Psychodidae sp. 1	Idem
Le Bras de Cilaos à l'Illet Furcy	2013	Diptère	<i>Tinearia alternata</i>	Idem
La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara)	2020	Diptère	Culicinae	<i>Anopheles sp.</i>
La Rivière du Mât à l'Illet Bananiers	2016	Diptère	Psychodidae sp. 1	Idem
La Rivière Saint-Denis à l'amont du captage AEP	2018	Diptère	<i>Tinearia alternata</i>	<i>Psychodidae sp.1</i>
La Rivière Saint-Etienne à la Chapelle	2014	Diptère	Ceratopogoninae	<i>Bezzia sp.</i>
La Rivière Saint-Etienne à la Chapelle	2014	Diptère	Ceratopogoninae	<i>Dasyhelea sp.</i>
La Rivière Langevin à Langevin (bassin Tamarin)	2018	Diptère	Psychodidae sp. 1	Idem

PU-ROCAMBER-16	2017	Odonate	<i>Orthetrum spp.</i>	Idem
Rivière des Remparts Aval	2021	Diptère	<i>Psychoda spp.</i>	Idem
Rivière des Remparts Aval	2021	Diptère	<i>Tinearia alternata</i>	Idem
GAL Intermédiaire	2019	Odonate	Anisoptera	<i>Trithemis annulata haematina</i>
La Rivière de l'Est_Aval Prise des Orgues	2020	Coléoptère	Coleoptera	Psocoptera
La Rivière de l'Est_Amont Prise des Orgues	2020	Inconnu	Insectes inconnus	Hydraenidae
La Rivière de l'Est_Amont Prise des Orgues	2020	Inconnu	Insectes inconnus	Aphidoidea



ETHYCO
ETude HYdrosystèmes COntinentaux



Projet INVERDO

Vers une meilleure conservation de la biodiversité aquatique dans les cours d'eau des "Hauts" de La Réunion

Note technique sur les prélèvements en milieu aquatique du projet INVERDO



V3
03/08/2023

OCEA

Organisme Consultant en Environnement Aquatique
236 B Chemin Concession - 97 432 Ravine des Cabris
Tél. 06 92 30 54 12 - Mail : contact@oceare - Site web : www.oceare

1. Stations inventoriées

15 stations (Tableau 1, Figure 1) ont fait l'objet d'inventaires dédiés aux milieux aquatiques :

Tableau 1 : Stations INVERDO échantillonnées en étiage 2021.

Nom de la station	Localisation	Secteur
Ravine Grand-Mère	Mafate - Orangers	Ouest
Ravine Savon	Mafate - Ilet à Bourse	
Ravine Ruisseau	Tévelave	
Bras Chansons	Bébour	Est
Bras Misère		
Ravine des Trois Cascades	Salazie - Hell Bourg	
Ravine des Merles	Salazie - Plaine Merles	
Bras Noir	Plaine des Cafres	
Grand Bras Patience	Plaine des Palmistes	Sud
Source Eboulis Rouge	Remparts - cours principal	
Ravine Calumets	Cilaos - Palmiste Rouge	
Bras l'Eustache	Cilaos - Ilet à Cordes	
Grand Bras Rouge	Petite-Île	
Bras du Bernica	Hauts Ste Suzanne	Nord
Ravine du Figaro		

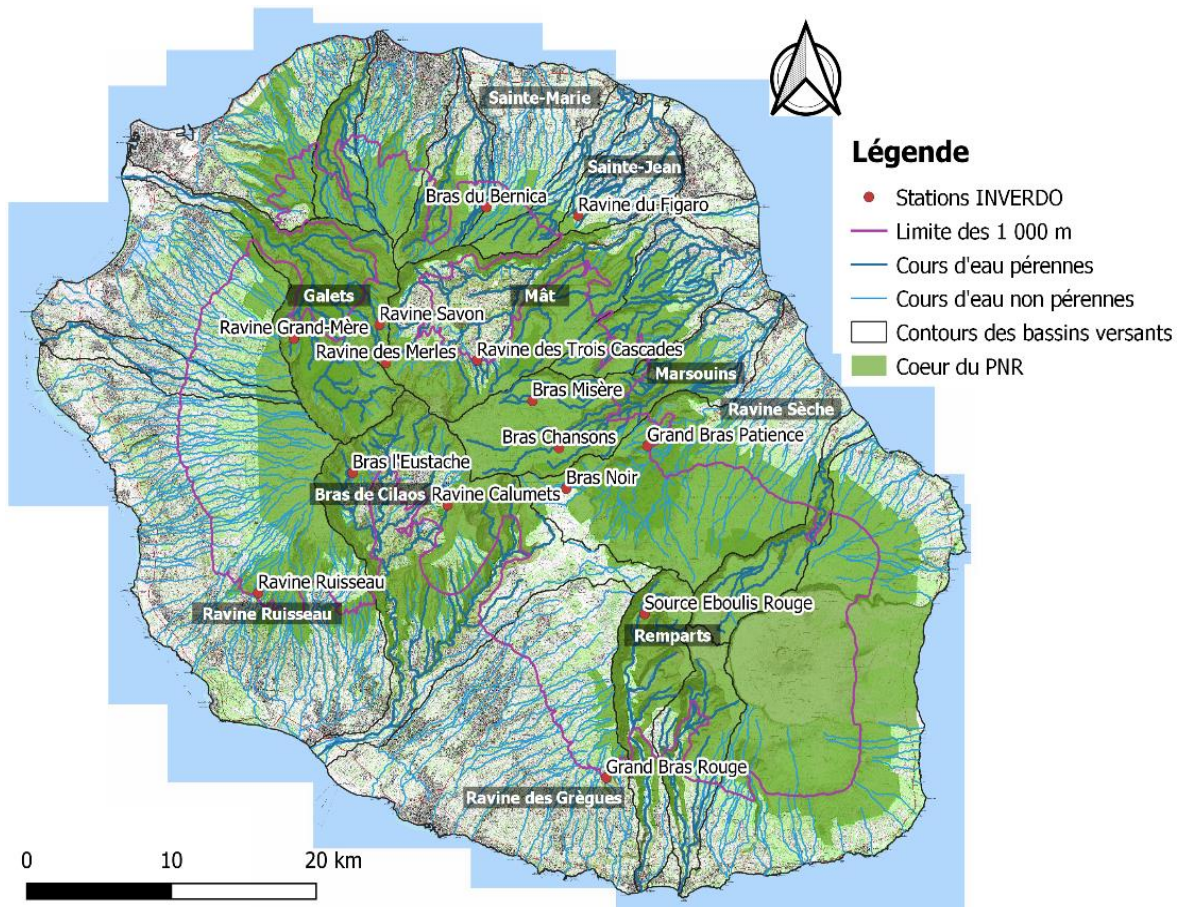


Figure 1 : Cartographie des 15 stations INVERDO, inventoriées lors de la première campagne d'inventaire.

2. Période et calendrier d'échantillonnage

La période d'étiage est adaptée pour la mise en œuvre d'inventaires en milieu aquatique. En effet, cette période présente une diversité taxonomique élevée en lien avec des conditions hydrologiques favorables à un large panel d'organismes (gammes de vitesses et de profondeurs diversifiées, Flourey, 2013).

Les échantillonnages (Tableau 2) ont été conduits par les équipes d'OCEA Consult', ETHYC'O et des partenaires du projet (Parc National de La Réunion et Office de l'Eau de La Réunion), selon le calendrier suivant :

Tableau 2 : Dates de réalisation des inventaires réalisées en période d'étiage.

Date d'inventaire	Station inventoriée	Nombre de personnes sollicitées par structure
30/08/2021	Ravine Ruisseau	OCEA (3), ETHYC'O (1), PNR (2)
27/09/2021	Bras l'Eustache et Ravine Calumets	OCEA (4), ETHYC'O (1), PNR (2)
28/09/2021	Ravine des Merles et Ravine Savon	OCEA (4), ETHYC'O (1), PNR (1)
30/09/2021	Bras Misère et Bras Chansons	OCEA (4), ETHYC'O (1), PNR (1)
01/10/2021	Source Eboulis Rouge	OCEA (3), ETHYC'O (1), PNR (1)
04/10/2021	Grand Bras Patience et Bras Noir	OCEA (3), ETHYC'O (1), PNR (2), OLE (1)
05/10/2021	Ravine Grand-Mère	OCEA (2), ETHYC'O (1), PNR (2), OLE (2)
06/10/2021	Bras du Bernica et Ravine du Figaro	OCEA (4), ETHYC'O (1), PNR (1)
07/10/2021	Ravine des Trois Cascades	OCEA (4), ETHYC'O (1)
08/10/2021	Grand Bras Rouge	OCEA (3), ETHYC'O (1)

3. Méthodologies d'inventaire

Après une première phase de délimitation de l'emprise de la station, de collecte des paramètres mésologiques (physico-chimiques, hydromorphologiques, occupation des sols, ...), les inventaires ont pu être réalisés selon différentes méthodologies complémentaires :

3.1 Habitabilité des substrats

Les analyses sur l'habitabilité des substrats n'ayant révélé aucune hiérarchie des substrats selon leur caractère biogène (cf. Note technique sur les prélèvements et analyses de macroinvertébrés benthiques aquatiques), il a été décidé d'inventorier à minima une fois chacun des substrats identifiés au sein des stations d'étude (Tableau 3).

Tableau 3 : Liste des substrats identifiés lors des inventaires, classés selon leur ordre d'habitabilité : 1- substrat très biogène à 11- substrat peu biogène (selon l'ordre d'habitabilité défini dans la circulaire DCE (Mondy et al., 2012 ; Meyer et al., 2020)).

Substrats	Ordre d'habitabilité
Bryophytes	1
Spermaphytes immergés (hydrophytes)	2
Éléments organiques grossiers (litières, branchages, racines)	3
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets)	4
Blocs	5
Granulats (Graviers)	6
Spermaphytes émergents de strates basses (hélrophytes)	7
Vases : Sédiments fins plus ou moins organiques	8
Sables-Limons	9
Algues	10
Dalles-Argiles	11

3.2 Prélèvements au filet Surber

3.2.1 Nombre de micro-prélèvements effectué

Par ailleurs, un nombre variable de micro-prélèvements (allant de six à 12) a été réalisé par station. Ce nombre visait deux objectifs : (i) une couverture optimale des habitats, afin d'évaluer au mieux la biodiversité et (ii) calibrer l'effort d'échantillonnage nécessaire pour obtenir une richesse taxonomique représentative des petits systèmes apicaux (selon la même méthodologie que celle appliquée par le CNRS lors de la conception de l'IRM).

Si le nombre de substrat était inférieur à six, les prélèvements étaient doublés dans les classes de substrats selon l'ordre d'habitabilité défini dans la circulaire DCE (Mondy et al., 2012 ; Meyer et al., 2020).

12 prélèvements ont été réalisés sur trois stations contrastées en termes de conditions environnementales naturelles, à savoir les stations de : Bras Chansons, Ravine du Figaro et Ravine des Trois Cascades. Comme précédemment, après avoir effectué un prélèvement par classe de substrats, les prélèvements ont été doublés voire triplés selon l'ordre d'habitabilité (Tableau 3).

3.2.2 Collecte des échantillons

Les prélèvements ont été réalisés au moyen d'un filet de type Surber adapté, qui comporte deux filets emboîtés, un de vide de maille de 1 mm, permettant d'intercepter le substrat grossier et d'éviter l'écrasement des organismes collectés, et un second vide de maille fine de 250 µm qui permet de récupérer la faune et le substrat fin. La surface de prélèvement est de 0,0525 m², légèrement plus petite que celle échantillonnée dans le cadre de l'IRM (Olivier, 2014).

La méthode consiste à ramener à la main dans le filet Surber situé en aval du point de prélèvement, une partie du substrat (en général, les cinq premiers centimètres), le filet étant vidé entre chaque prélèvement. La méthode de prélèvement varie selon le type de substrat : peignage ou prélèvement total des végétaux, frottage des substrats minéraux grossiers, prélèvement en surface et sous les substrats minéraux moyens, récupération de l'intégralité des substrats minéraux fins et litières, etc.

Dans les zones de cascade ou sur les blocs quand l'utilisation du filet Surber n'est pas possible, l'échantillonnage a été effectué au moyen d'un petit filet à main de même maille et avec le même effort d'échantillonnage (en termes de surface prospectée) que celui réalisé avec le filet Surber.

Chaque prélèvement a été ensuite transféré dans une bassine, contenant un fond d'eau, et identifié avec une étiquette correspondant au numéro de prélèvement (de 1 à 12).

Les prélèvements ont été réalisés autant que possible dans des classes de vitesse et des faciès différents afin de couvrir au mieux la diversité des habitats. Ils ont été effectués de l'aval vers l'amont de la station afin de ne pas perturber la collecte successive des données.

3.3 Prélèvements au filet troubleau

Ce type d'inventaire vise les taxons nageant dans la colonne d'eau et en surface, comme les Odonates ou certains Coléoptères (Moubayed-Breil & Mary, 2019 ; Mulnet, 1995). Ce type de filet s filets est largement utilisé dans le cadre de la mise en œuvre d'inventaires pour la bio-indication (méthodes rapides) à travers le monde (Beauger, 2008).

La méthode utilisée pour les prélèvements au troubleau est aussi appelée celle du « kick sampling », qui consiste à mobiliser le substrat à l'aide des pieds, et d'échantillonner la colonne d'eau à l'aide d'une épuisette, pendant un temps donné (30 secondes ici).

Ces prélèvements ont donc été réalisés par placette, en priorité en zone profonde (supérieure à 30 cm) au sein de la station. Des zones à faciès contrastés ont également été privilégiés pour ces inventaires. Un nombre maximum de cinq placettes par site a ainsi été échantillonné.

Les prélèvements ont été effectués de façon décalée par rapport aux prélèvements au filet Surber (après et/ou sur des zones différentes), de l'aval vers l'amont, afin de ne pas perturber les zones à échantillonner.

Chaque prélèvement a été transféré dans une bassine, contenant un fond d'eau, et identifié avec une étiquette correspondant au numéro de prélèvement (d'un à cinq).

3.4 Prélèvements ponctuels

Des prélèvements ponctuels ont aussi été réalisés pour récupérer les taxons de surface et/ou pour échantillonner les habitats marginaux. Cette méthode a été déployée afin de couvrir au mieux la biodiversité des stations d'étude. La collecte des taxons s'est déroulée soit par prélèvement direct sur le substrat, soit à l'aide d'un troubleau afin de collecter des macroinvertébrés n'ayant pas été inventoriés *via* le filet Surber ou le troubleau. Les habitats (marginaux) non prélevés au Surber ont aussi été échantillonnés avec cette méthode. Le nombre de prélèvements ponctuels varie d'un à cinq.

3.5 Prélèvements supplémentaires

En complément des autres méthodes, celle des prélèvements supplémentaires a été utilisée sur certaines stations. En effet, ce sont les taxons à vue qui ont été récupérés par cette méthode, généralement avec le filet utilisé pour les troubleaux. Certains individus se trouvaient dans le cours d'eau principal et d'autres, dans des habitats déconnectés du cours d'eau comme des flaques. Aucune information relative à l'habitat (faciès, substrat, colmatage...), n'a été relevée via cette méthode d'échantillonnage.

3.6 Prélèvements aériens

Enfin, des sondages au filet à papillons, au parapluie japonais et des observations visuelles ont été réalisés afin d'évaluer le potentiel de biodiversité (imagos d'Insectes à phases pré-imaginaires aquatiques) et ainsi sélectionner les stations qui feront l'objet d'inventaires spécifiques au niveau aérien en saison chaude (entre décembre 2021 et mars 2022). Les stations présentant les richesses les plus élevées seraient donc sélectionnées pour faire l'objet d'inventaires aériens par les équipes de MICROPODA.

Pour les détails techniques et résultats associés, se référer à la « Note technique sur les inventaires aériens visant à parfaire la taxonomie des Insectes à stades pré-imaginaires aquatiques du 15/11/2021 ».

3.7 Bancarisation des données sur site

L'ensemble des données ainsi collectées a été renseigné sur une application de téléphone (ODK Collect), comportant :

- L'ensemble des informations relatives à la station : nom du cours d'eau, commune, date et heure de prélèvement, largeur du lit de plein bord, longueur totale de la station, conditions hydrologiques et météorologiques, mesures physico-chimiques (température, oxygène saturé et dissous, pH, conductivité, potentiel redox), occupation des sols, nature des berges, perturbations éventuelles du milieu, observations diverses... ;
- Les informations relatives aux points de prélèvements : hauteur d'eau (cm) , classe de vitesse (quatre classes allant de <5 cm/s à >75 cm/s), faciès d'écoulement prélevé (d'après Malavoi & Souchon, 2002), la granulométrie (voir les modalités dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), l'intensité de colmatage de la placette (codification SANDRE 7471 : 3 modalités), l'identification des couples substrat-vitesse prélevés ;
- Un schéma détaillé de la station comportant notamment les faciès et les points de prélèvement.

Enfin, des photos des limites amont, aval et globale ont été réalisées sur chaque station.

3.8 Tri et conditionnement des échantillons sur site

Une fois les prélèvements transférés en bassine, leur tri et conditionnement ont été réalisés. Les substrats ayant une taille supérieure à une granulométrie de type cailloux (taille > 16 mm) ont été balayés à l'aide d'un pinceau. Le but de cette opération étant de décoller tous les macroinvertébrés potentiellement présents. Dans le cas de collecte à la surface ou dans les cavités des substrats grossiers, les individus ont été méticuleusement récupérés à l'aide de pinces fines, avec si besoin un arrosage préalable à l'alcool afin de faciliter le décrochage de ces derniers. Une fois cette opération effectuée, le surnageant a été filtré à travers deux tamis superposés de maille 1 mm et 250 µm (celui de 1 mm, posé sur celui de 250 µm). Les substrats tels que le gravier fin ou le sable grossier ont été collectés sur le tamis de 1 mm. Les organismes et le substrat fin ont été rassemblés à l'aide d'une pissette.

Le recours à l'élutriation a été employé dans le cas d'échantillonnage de substrat minéral meuble, de faible granulométrie, et présent en grande quantité dans le micro-prélèvement. Cette technique consiste à donner un mouvement circulaire à la bassine, permettant de mettre en suspension les macroinvertébrés présents dans le sédiment fin pour ensuite les verser directement dans le tamis de 250 µm. Cette opération a été répétée généralement une dizaine de fois (ou plus si nécessaire). Après cette étape, une vérification visuelle systématique du substrat restant a été réalisée afin de prélever les derniers individus potentiellement restants (généralement les mollusques). L'objectif de cette pratique étant de limiter le volume de substrat prélevé et de garantir une bonne conservation des individus collectés.

Chaque prélèvement a été individualisé. Ainsi, les prélèvements (organismes et sédiments fins) concentrés dans le fond du tamis ont ensuite été transférés séparément dans un sachet de type Whirl-Pak avec fond stable de 540 mL rempli d'éthanol à 90%, à l'aide d'une pissette d'alcool et d'un entonnoir. Les prélèvements ont été bien homogénéisés, afin d'assurer une bonne conservation des organismes. Chaque sachet a été référencé, indiquant le nom de la station, la date d'échantillonnage et le numéro de prélèvement associé à la méthode d'échantillonnage réalisée.

3.9 Tri, identification en laboratoire et bancarisation

Pour la phase de tri, chaque micro-prélèvement a été vidé et rincé dans un tamis de vide de maille de 100 µm afin d'éliminer l'alcool usagé ainsi que les particules fines qui altèreraient la visibilité. Ensuite, l'échantillon filtré a été placé dans une cuvette à rainures PVC rectangulaire, complétée d'eau, afin de faciliter la démarche. Le tri a été effectué à l'aide d'une loupe éclairante (grossissement x2). Chaque macroinvertébré a été prélevé et placé dans un tube correspondant à la famille ou l'ordre auquel il appartient. Cette étape avait pour but de faciliter l'identification par la suite. Sur chaque tube ont été inscrits le nom de la station ainsi que le numéro de prélèvement pour éviter tout mélange d'échantillons.

L'identification des macroinvertébrés s'est faite à l'aide d'une loupe binoculaire d'un grossissement maximum x50. Les identifications ont été effectuées à l'aide de l'Atlas Macroinvertébrés benthiques de La Réunion (Forcellini et al., 2012) et de la nouvelle édition d'Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie, écologie (Tachet et al., 2010). Les techniques de tri citées ci-dessus sont inspirées de la norme NF T 90-333 (AFNOR, 2016). Pour certains taxons nécessitant une expertise pour leur identification, d'autres ouvrages ou des spécialistes ont été mobilisés. Les individus ainsi identifiés ont été dénombrés, et leur stade (larve/nymph/adulte/indéterminé) a été renseigné. L'ensemble de ces éléments a été rassemblé en différentes listes faunistiques en fonction de la méthode d'échantillonnage utilisée.

La sollicitation de différents experts en taxonomie a été réalisée par Nathalie Mary (ETHYCO). Leur nombre ainsi que leur groupe taxonomique de prédilection est indiqué dans le Tableau 4 suivant :

Tableau 4 : Expertise sollicitée par groupe taxonomique.

Nom du spécialiste	Organisme - Pays	Groupe	Résultats
Michael MANUEL	MNHN - France	Coléoptères des familles Dytiscidae et Gyrinidae	Identifications réalisées. Recherche d'un spécialiste pour les Hydrophilidae.
Nicolas RABET	MNHN -France	Copépodes	Uniquement des Copépodes de l'ordre Cyclopoida. Très difficiles à décrire mais seront mis dans la collection MNHN.
Harry SMIT	Naturalis Biodiversity Center – Pays-Bas	Hydracariens et Oribatidae	Seulement trois tubes avec des Hydracariens vrais. Les autres contiennent des Oribatidae et des Mesostigmata. En cours d'étude.
Manfred JÄCH	Naturhistorisches Museum Wien - Autriche	Coléoptère de la famille des Hydraenidae	En cours d'étude et analyses moléculaires prévues.
Jean-Luc GATTOLIAT	Musée cantonal de zoologie Lausanne - Suisse	Ephéméroptère : <i>Nigrobaetis colonus</i>	Sexe ratio fortement biaisé, avec une majorité de femelles.

			Essai de séquençage infructueux (quantité d'ADN trop faible).
Sergey ERMILOV	Russie	Oribatidae	Pas avant 2024
Joel BREIL	Montpellier	Diptères de la famille des Chironomidae	Premier travail d'identification. Forte diversité. Recherche de financements pour analyses moléculaires.

De nombreux ouvrages généraux ou spécifiques à certains ordres ont également été utilisés par ETHYCO :

OUVRAGES GENERAUX

Borrowski P., Storey R., 2003. A field guide to Insects in Australia. 2nd Edition. 208 pp.

Chinery M., 1986. Insectes de France et d'Europe Occidentale. Eds Arthaud, Paris. 320 pp.

De Moor I.J., Day J.A., F.C. De Moor, 2003. Guides to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa. Volume 7: Insecta I. Ephemeroptera, Odonata & Plecoptera. Water Research Commission Report No. TT 207/03, 288 pp.

De Moor I.J., Day J.A., F.C. De Moor, 2003. Guides to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa. Volume 8: Insecta II. Hemiptera, Megaloptera, Neuroptera, Trichoptera & Lepidoptera. Water Research Commission Report No. TT 214/03, 208 pp.

Gooderham J.J., Tsyrlin E.R., 2002. The Waterbug Book: A Guide to the Freshwater Macroinvertebrates of Temperate Australia. CSIRO publishing. 232 pp.

Mary N., 2017. Les macroinvertébrés benthiques des cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie. Guide d'identification. Version révisée 2017. DAVAR NC, OEIL NC, CNRT. 182 pages.

Merritt R.W., Cummins K.W., Berg M.B., 2008. An introduction to the Aquatic Insects of North America 4th Edition. 1158 pp.

Paulian R., 1998. Les Insectes de Tahiti. Société Nouvelle des Editions Boubée. 331 pp.

Stehr F.W., 2005. Immature Insects. Volume 1. Department of Entomology. Michigan State University. KENDALL/HUNT PUBLISHING COMPANY. 754 pp.

Stehr F.W., 2008. Immature Insects. Volume 2. Department of Entomology. Michigan State University. KENDALL/HUNT PUBLISHING COMPANY. 975 pp.

Tachet H., Richoux P., Bournaud M. & Usseglio-Polatera P., 2000. Invertébrés d'eau douce: systématique, biologie, écologie. C.N.R.S. Editions. 588 p.

Williams W. D., 1980. Australian freshwater life: The invertebrates of Australian inland waters. 321 pp. Winterbourn M. J., Gregson K. L. D., 1989. Guide to the aquatic insects of New Zealand. Bulletin of the Entomological Society of New Zealand 9, 96 p.

Winterbourn M. J., Gregson K. L. D., Dolphin C.H., 2006. Guide to the aquatic insects of New Zealand (4th edition). Bulletin of the Entomological Society of New Zealand 14, 108 pp.

Yule C.M., Yong Hoi Sen, 2004. Freshwater Invertebrates of the Malaysian Region. Academy of Sciences Malaysia. 861 pp.

HETEROPTERES

Andersen N. M., Weir T. A., 2004. Australian Water Bugs. Their Biology and Identification (Hemiptera- Heteroptera, Gerromorpha, Nepomorpha). Entomograph Vol. 14. Apollo Books, CSIRO Publishing. 344 pp.

DIPTERES

Cranston P. S., 1996. Identification guide to the Chironomidae of New South Wales. ATW Identification Guide Number 1. 376 pp.

Day J.A., Harrison A.D., I.J. De Moor, 2002. Guides to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa. Volume 9: Diptera. Water Research Commission Report No. TT 201/02, 200 pp.

ODONATES

Hawking J. H., 1986. Dragonfly larvae of the River Murray system : a preliminary guide to the identification of known final instar odonate larvae of south-eastern Australia. Technical Report n°6 (Albury-Wodonga Development Corporation : Wodonga).

Hawking J. H., Theischinger G., 1999. Dragonfly larvae (Odonata): a guide to the identification of larvae of Australian families and tot he identification and ecology of larvae from New South Wales. ATW Identification Guide N°3. CRCFE Identification Guide N°24. 218 pp.

COLEOPTERES

Jäch M. A. , Balke M., 2010. Monographs on Coleoptera, Vol.3: Water beetles of New Caledonia (part 1). Zoologisch-Botanische Gesellschaft (Section of Entomology). 449 pp.

Slipinski A. Lawrence J., 2019. Australian Beetles. Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga (part). Volume 2. 784 pp.

Stals R. & De Moor I.J. (Eds). 2007 (2008). Guides to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa. Volume 10: Coleoptera. Water Research Commission, Gezina, Pretoria, South Africa. 263 pp.

Watts C., 1998. Preliminary guide to the identification of adult and larval Dytiscidae and adult aquatic Hydrophilidae (Insecta: Coleoptera). CRCFE and MDBC Identification Guide No. 19. 48 pp.

Watts C., 2002. Checklists & Guides tot he Identification, to Genus, of Adult and Larval Australian Water Beetles of the Families Dytiscidae, Noteridae, Hygrobiidae, Haliplidae, Gyrinidae, Hydraenidae and the Superfamily Hydrophiloidea (Insecta: Coleoptera). CRCFE Identification and Ecology, Guide No. 43. 110 pp.

Les données faunistiques obtenues par micro-prélèvement et l'ensemble des données collectées ont été bancarisés au sein d'une base de données développée par OCEA, compatible avec les supports de références de l'OLE et du SINP (référencement TAXREF pour les taxons disposant d'un cd_nom).

4.Principaux résultats

4.1 Inventaires en milieu aquatique

Au total, ce sont 65 897 individus qui ont été récoltés à l'issue de ces inventaires (Annexe 1). Plus de 20% d'entre eux (14 061 individus), l'ont été sur la station de Source Eboulis Rouge. Elle est suivie par la station de Bras Bernica, avec 8 305 individus. En revanche, la station la moins abondante est celle de Ravine Savon, avec 1 747 individus récoltés.

Lorsque les méthodologies d'inventaire sont comparées entre elles, la méthode filet Surber a permis l'échantillonnage de près de la moitié des individus (34 794 individus). La méthode ayant capturée le moins de taxons est celle des points supplémentaires, avec 1 685 individus récoltés.

Les diptères (Chironomini et Orthocladiinae) ainsi que les oligochètes représentent à eux seuls près de 60 % de l'ensemble des taxons récoltés. En revanche, d'autres taxons ne sont représentés qu'à hauteur d'un individu par taxon, comme les diptères *Ephydriidae sp.1* et *Lispe sp.*, le coléoptère *Hydroglyphus lobulatus* ou encore le trichoptère *Hydroptila kieneri*.

Pour conclure, la station de Source Eboulis Rouge est la plus abondante de toutes, notamment avec la méthode du filet Surber. Les diptères et oligochètes sont largement dominants comparativement aux autres taxons.

4.2 Inventaires en milieu aérien

La plupart des individus récoltés ont été identifiés au rang de la famille (Annexe 2), notamment par manque d'expertise. En effet, la détermination a été réalisée par des non spécialistes et grâce au manuel des Diptères Afrotropicaux (Kirk-Spriggs & Sinclair, 2017).

Au total, ce sont 419 individus qui ont été récoltés à l'issue de ces inventaires (Annexe 2). Plus de 45% d'entre eux (189 individus), l'ont été sur la station de Bras Chansons. En revanche, aucun individu n'a été récolté sur la station de Grand Bras Rouge.

Ainsi, le choix des trois stations ayant fait l'objet d'inventaires plus poussés en milieu aérien (cf. Annexe 3 en volume séparé « OCEA_INVERDO_Annexe_3_Bilan_inventaires_aériens ») s'est basé sur plusieurs critères, que sont :

- les critères taxonomiques (stations les plus riches et abondantes),
- les critères logistiques et géographiques (stations faciles d'accès et étant situées dans des zones géographiques distinctes),
- les critères relatifs aux niveaux de pressions anthropiques (stations les moins exposées à diverses nuisances : éclairage urbain, présence d'éventuels rejets ou encore envahissement des berges par de la végétation exotique).

Les trois stations réunissant le maximum de critères sont donc celles de Bras Chansons, Ravine Figaro et Ravine des Calumets.

5. Conclusions

La mise au point d'une stratégie d'inventaire des macroinvertébrés, adaptée aux enjeux de conservation de la biodiversité, repose donc sur un choix argumenté des sites d'inventaire (cours d'eau des zones amont, pas forcément pérennes) ainsi que sur des méthodologies d'inventaires complémentaires, ciblant l'hétérogénéité des habitats des macroinvertébrés (benthos, colonne d'eau, surface, aérien).

L'analyse des résultats taxonomiques figure dans le rapport final de l'étude « OCEA_INVERDO_rapport_final_2023 ».

6. Bibliographie

- AFNOR, 1992, 2004. Essais des eaux – Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). NF T 90–350.
- AFNOR, 2016. Qualité de l'eau – Prélèvement des macroinvertébrés aquatiques en rivières peu profondes. NF T 90–333.
- Archaimbault, V., Dumont, B., 2010. L'indice biologique global normalisé (IBGN), principes et évolution dans le cadre de la directive cadre européenne sur l'eau. Sciences Eaux & Territoires, INRAE, 2010, p. 36 - p. 39. 10.14758/SET-REVUE.2010.1.08 .hal-00490432
- Beauger, A., 2008. Bioévaluation de la qualité de l'eau : établissement d'un protocole d'échantillonnage simplifié, basé sur la collecte des macroinvertébrés benthiques sur les seuils des rivières à charge de fond graveleuse (Thèse de Doctorat). Biodiversité et Ecologie. Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand.
- Floury, M., 2013. Analyse des tendances d'évolution de peuplements de macroinvertébrés benthiques dans un contexte de réchauffement des eaux. Thèse de Doctorat. Sciences agricoles. Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand.
- Forcellini, M., Mathieu, C., Méricoux, S., 2012. Atlas des Macroinvertébrés des eaux douces de l'île de la Réunion. Office de l'Eau de la Réunion – CNRS, Saint-Denis.
- Kirk-Spriggs, A.H. & Sinclair, B.J. (eds). 2017. Manual of Afrotropical Diptera. Volume 1. Introductory chapters and keys to Diptera families. Suricata 4. South African National Biodiversity Institute, Pretoria; pp. 267–355.
- Malavoi, J.-R., Souchon, Y., 2002. Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière : clé de détermination qualitative et mesures physiques. Bull. Fr. Pêche Piscic. 365/366, 357–372.
- Meyer, A., Mary, N., Houvriez, L., Gomez, L., & Usseglio-Polatera, P., 2020. Développement d'un indice biologique pour les cours d'eau de Mayotte, fondé sur la macrofaune benthique.
- Mondy, C.P., Villeneuve, B., Archaimbault, V., Usseglio-Polatera, P., 2012. A new macroinvertebrate- based multimetric index (I2M2) to evaluate ecological quality of French wadeable streams fulfilling the WFD demands: A taxonomical and trait approach. Ecol. Indic. 18, 452–467.
- Moubayed-Breil, J., Mary, N., 2019. *Eukiefferiella coconina* sp. n., an afrotropical element occurring in eurythermal lotic habitats of Mayotte Island, France [Diptera, Chironomidae, Orthocladiinae]. Ephemera, 20 : 3-17.
- Mulnet, D., 1995. Cycle de vie et dynamique d'une population de *Leucorrhinia dubia* en haute Auvergne (France). Thèse de doctorat. Paris 6.
- Olivier, J.M., 2014. Bioindication cours d'eau _L'Indice Réunion Macroinvertébrés (IRM), ONEMA, Paris.
- Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., Usseglio-Polatera, P. (2010). Invertébrés d'eau douce - Systématique, biologie, écologie. CNRS Éditions, Paris.

Annexe 1 : Liste faunistique obtenu à partir des inventaires réalisés en milieu aquatique. Méthodes en milieu aquatique : S : Surber ; T : troubleau ; P : ponctuel ; Sup : supplémentaire ; 3CAS : Ravine des Trois Cascades ; BER : Bras du Bernica ; CAL : Ravine des Calumets ; CHA : Bras Chansons ; EUS : Bras l'Eustache ; FIG : Ravine Figaro ; GBR : Grand Bras Rouge ; MERE : Ravine Grand-Mère ; MERL : Ravine des Merles ; MIS : Bras Misère ; NOI : Bras Noir ; PAT : Grand Bras Patience ; RUI : Ravine Ruisseau ; SAV : Ravine Savon ; SER : Source Eboulis Rouge.

Nom du taxon	3CAS	BER	CAL	CHA	EUS	FIG	GBR	MERE	MERL	MIS	NOI	PAT	RUI	SAV	SER	P	Sup	S	T	TOTAL
<i>Anax sp.</i>						2					4					3		3		6
<i>Anisops alluaudi</i>				34							1					1	34			35
<i>Atrichopogon sp.1</i>					5	3						2		1				6	5	11
<i>Atrichopogon sp.2</i>					1				1				1		4	2		3	2	7
<i>Atrichopogon spp.</i>			1			1												2		2
<i>Barbronia weberi</i>	8					1												4	5	9
<i>Berosus vinsoni</i>												3			254	253	3	1		257
<i>Bezzia sp.</i>		23		7						6	1					3		33	1	37
Cecidomyiidae			2			1	26					1	7			13		23	1	37
Ceratopogoninae	4		2					1				1	1			4		5		9
<i>Chaoborus sp.</i>		108								4						46		3	63	112
<i>Chimarra bettinae</i>						115		1										115	1	116
Chironomidae									8			1				1			8	9
Chironomini	2	5397	119	660	8	375	21	5	61	382	1644	1148	1793	13	4296	2355	1070	6365	6134	15924
<i>Chironomus</i>		16		30	1		359			44			194		8	482	1	119	50	652
Clinocerinae	6								4			1		4		1		10	4	15
<i>Coenagriocnemis reuniensis</i>	8	10	53	1	6	3	31	11	7	36		19	4	56	4	52	4	76	117	249
Coenagrionidae										1						1				1
<i>Coleoptera sp.1</i>		1					2						6						9	9
<i>Coleoptera sp.2</i>							1												1	1
<i>Coleoptera sp.3</i>	1															1				1
Copepoda	29	6		3	1	68	5					3	3	2	2	15	3	104		122
<i>Corynoneura sp.</i>			1						263							7		256	7	270
Curculionidae				1		1	5			2						4		3	2	9
<i>Cyphon sp.</i>		417		21		37	82			33	1		11		5	239	8	306	54	607
<i>Dasyhelea sp.</i>		4	3	5	34	9	3	13	1			57	3	3	76	26		167	18	211
<i>Dineutus aereus</i>	5	9	1		9	4		6		2	5	5	3		3	30	3	6	13	52
<i>Dineutus indus olivaceus</i>	19			11		21									6	46	11			57
<i>Dineutus sp.</i>	9				1	1		1	1						1	6		6	2	14
Diptera	27								3			1	1			1			31	32
<i>Diptera sp.1</i>													1						1	1
Dolichopodidae		1										2				2		1		3
<i>Dugesia sp.</i>						99		2					4	1		2		103	1	106
<i>Enochrus natalensis</i>							2								7	9				9
<i>Enochrus sp.</i>							1					1				1			1	2
<i>Eoophyla sp.</i>		1	2	1		36	1	24		3			4	1	9	3		66	13	82

Ephydridae	3		1		1		4				4				6		6	1	13
<i>Ephydridae sp.1</i>		1															1		1
<i>Ephydridae sp.2</i>												2			2				2
<i>Forcipomyia sp.</i>			1						5					2	1		7		8
Forcipomyiinae										1								1	1
<i>Galba truncatula</i>	19		11				2					1			1			32	33
Hemerodromiinae			10			7	1	4				1		3			20	6	26
<i>Hemicordulia atrovirens</i>		5	9			18	1					10			11		20	12	43
<i>Hovorbis rodriguezensis</i>			3			263						1	1		6		260	2	268
Hydracarien vrai		4	1									1		1	3			4	7
Hydracarina	2		2					1				3					8		8
<i>Hydraena sp.</i>	2					1		1	1					14	15		4		19
Hydraenidae	1		12		2	1		47	1		1	1	3	1	49		13	8	70
<i>Hydrellia spp.</i>						2	39		1						4		35	3	42
<i>Hydroglyphus lobulatus</i>													1		1				1
<i>Hydroglyphus sp.1</i>											5			18	17	5	1		23
<i>Hydroglyphus sp.2</i>											1			5	5	1			6
<i>Hydroglyphus strigicollis</i>											36			189	189	36			225
<i>Hydrometra bifurcata</i>						2									2				2
<i>Hydropsyche mokaensis</i>	16		4	1	299	85	78	233		1		6			57	13	630	23	723
<i>Hydroptila grucheti</i>	39		23			73	307	1						25	59		367	42	468
<i>Hydroptila kieneri</i>	1																	1	1
<i>Hydroptila spp.</i>	1			1		20	2	13				1	1	9	38			10	48
<i>Hydroptila starmuehlneri</i>	288	1	9		3	1	7	60		8			35	135	74		462	11	547
<i>Hydroptila takamaka</i>						79									2		77		79
<i>Hyphydrus distinctus</i>		29		20						33	14		2		26	21	19	32	98
<i>Hyphydrus scriptus</i>												3					3		3
<i>Hyphydrus sp.</i>		22								1					5			18	23
<i>Ischnura senegalensis</i>				1						36					15	1	19	2	37
Isopoda			1			4	1	1	10	1		3	1		17		4	1	22
<i>Kempia sp.</i>	2				27	2	8							77	86		8	22	116
<i>Kempia sp.2</i>		2															2		2
<i>Laccophilus irroratus</i>						2		1						36	34		5		39
<i>Laccophilus sp.</i>		1				1									1		1		2
<i>Leptocerina pauliani</i>		527		605					758	9				58	554	343	452	608	1957
<i>Limnophora sp.1</i>	1				1			5						14	7		12	2	21
<i>Limnophora sp.2</i>	10			4	3			2	39				2	22	41		31	10	82

<i>Limnophora spp.</i>														1	1				1	
Limoniidae				1						3		1	1				2	4	6	
<i>Liodesus luteopictus</i>														12	12				12	
<i>Lispe sp.</i>									1								1		1	
<i>Metalimnobia sp.</i>	7		6	3	34	15	1	19	3	2	8	6		4	27	51		74	10	135
<i>Micronecta praetermissa</i>															500	500				500
<i>Microvelia bourbonensis</i>		19	8		15		12						9	1	434	446	14	35	3	498
<i>Microvelia sp.</i>	1		3											2				6		6
Mollusca	12		1					3					3			1			18	19
Nematoda			3					1				3		8	3	2		16		18
<i>Nigrobaetis colonus</i>	26	162			178	127		3	92			14		1	12	76	2	392	145	615
<i>Oecetis sp.</i>		62		59	59					32	1				8	45	1	89	86	221
Oligochaeta	1464	442	467	829	49	749	746	292	2175	202	20	802	526	995	847	2805	2	6266	1532	10605
Oribatidae	133	31	449	32	66	87	114	6	41	13	36	34	215	61	89	296	4	984	123	1407
<i>Orthetrum spp.</i>								1					1					1	1	2
Orthocladinae	1125	21	464	345	837	804	224	1144	2124	59	207	150	131	293	4561	2602		7510	2377	12489
Ostracoda	728					185		540	75			4	3	1	1	163		825	549	1537
<i>Oxyethira flagellata</i>		2	27			309		15	23		2	3			67	65		324	59	448
<i>Paracymus sp.</i>															15	14		1		15
<i>Pettancylus modestus</i>	98		174			5	39	10	1				75		6	117	6	250	35	408
<i>Physella acuta</i>	593		129		183	106		75								210	3	599	274	1086
Platyhelminthes							3									1			2	3
<i>Prostoma sp.</i>	44		2		2	12										15		43	2	60
<i>Pseudosuccinea columella</i>	377				28											79		169	157	405
<i>Psychoda spp.</i>	5		25		1	1	16		55				1		3	9		77	21	107
Psychodidae	1	4			1			1					1		1	8	10	1	6	17
<i>Psychodidae sp.1</i>					4			1						1	1	5		1	1	7
<i>Psychodidae sp.2</i>		1	2					1							8	2		10		12
<i>Radix natalensis</i>	10		71		34			21	49					23	3	24		142	45	211
<i>Rhagovelia infernalis infernalis</i>			67			2	1	68							1	78	38	22	1	139
<i>Rhagovelia sp.</i>			4		3	4										1	2	8		11
<i>Rhantus phocaenarum</i>		8		1				5			11			2		25	10	4	5	44
<i>Rhantus sp.</i>		9						4		3	5			2		7		4	12	23
<i>Saldula sp.</i>												3			4	5		2		7
Sciomyzidae														2				2		2
<i>Sicilicula borbonica</i>	16		4		12				22				1	2	7	25		41	3	69
<i>Sigara alluaudi</i>		227		50						7	2				55	60	39	69	173	341

<i>Simulium sp.</i>	594	5	34	57	788	563	101	67	245	170	2	9	196	38	55	398	2	2257	267	2924
<i>Stenochironomus spp.</i>		2	1			6		6		2						6		8	3	17
Talitridae			1		1		1						1			3			1	4
Tanypodinae		441		40	19	52		4		14	2	5	1		30	125	4	303	176	608
Tanytarsini	359	281	88	42	654	564	338	83	24	5	10	55	1961	196	2000	1714		3990	956	6660
<i>Tinearia alternata</i>		1						1	1							2			1	3
<i>Tipula spp.</i>		2	8		8	2	4	2				1		4		15	1	6	9	31
<i>Trithemis annulata haematina</i>						7		12								1		6	12	19
<i>Zygonyx torridus</i>								2								1		1		2
TOTAL	6096	8305	2309	2864	3379	4926	2163	2853	5741	1831	2022	2388	5212	1747	14061	14954	1685	34794	14464	65897

Annexe 2 : Liste des taxons aériens récoltés au filet à papillons par station (la colonne Milieu indique un T pour les taxons à phase uniquement terrestre et A/T pour ceux à phase aquatique et terrestre).

Taxon	Milieu	Bras Chansons	Bras du Bernica	Bras l'Eustache	Bras Misère	Bras Noir	Grand Bras Patience	Ravine des Calumets	Ravine des Merles	Ravine des Trois Cascades	Ravine Figaro	Ravine Grand-Mère	Ravine Ruisseau	Ravine Savon	Source Eboulis Rouge	Total
Acari	T	2														2
Agromyzidae	T	43				1			3	4						51
Anypaenidae	T			1	2								1			4
Aphidoidea	T	6													1	7
Carabidae	T													1	1	2
Ceratopogonidae	A/T	7														7
Chironomidae	A/T	1			2					4						7
Chrysomelidae	T	13							1							14
Coenagrionidae	A/T			2												2
Collembola	T												1			1
Culicidae	A/T	34	1						7		1				1	44
Cynipidae	T								1							1
Dermaptera	T											1				1
Dermestidae	T	1														1
Dictynidae	T			1					1				4			6
Diplura	T							1					10			11
Dolichopodidae	A/T						3			1	1					5
Drosophilidae	T	2													1	3
Ensifera	T		2		1			2								5
Ephydriidae	A/T	4			1											5
Fulgoromorpha	T	2														2
Gerridae	A/T							2								2
Hemiptera	A/T	5						2		1					17	25
Heteroptera	A/T											1				1

Homoptera	T	13					3				2				18	
Hymenoptera	T	1						1				1	1		1	5
Hymenoptera parasitoïdes	T	27			1				1	6						35
<i>Ischnura senegalensis</i>	A/T														1	1
<i>Leucauge undulata</i>	T									1						1
Limoniidae /Tipulidae	A/T	9	1	1	7		4	2	1	1	1	1	2		1	31
Linyphiidae	T			2	2					2		1				7
Lycosidae	T			1								1				2
Miturgidae	T			1			1									2
Muscidae	T	6							2	5	1	2			2	18
Oligochaeta	A/T							10								10
Polydesmida	T			3				3		3		1			1	11
Psocoptera	T											1				1
Pyraloïdea	A/T	7			2	1	4	1		1	1	1			2	20
Salticidae	T				1											1
Sciaridae	T				7											7
Sisyridae	A/T											2				2
Symphyta	T	1														1
Tenebrionidae	T	1														1
Tetragnathidae	T			2							1	1				4
Theridiidae	T	2						2				1			6	11
Theridion	T				3											3
Trichoptera	A/T	2	1	1	3			1			7	2			1	18
Total		189	5	15	32	2	15	27	17	29	15	17	19	1	36	419



Projet INVERDO

Vers une meilleure conservation de la biodiversité aquatique dans les cours d'eau des "Hauts" de La Réunion

Note technique sur les prélèvements en milieu aérien du projet INVERDO



V3
03/08/2023

1. Mise au point d'une stratégie de suivis spécifiques aux macro-invertébrés aquatiques des zones amont

1.1 Critères de sélection des stations d'étude

Parmi les 15 stations INVERDO (choisies selon les critères définis dans la note « Bilan inventaires aquatiques INVERDO »), trois d'entre elles ont fait l'objet d'inventaires spécifiques en milieu aérien (cf. Note technique sur les inventaires aériens visant à parfaire la taxonomie des Insectes à stades pré-imaginaux aquatiques). Le choix de ces trois stations s'est fait selon différents critères, à savoir :

- critères relatifs à la **taxonomie** (plus fortes abondance et richesse en taxons aériens à stades pré-imaginaux aquatiques, récoltés en période d'étiage) ;
- critères **logistiques** et **géographiques** (station facile d'accès et secteur géographique varié) ;
- critères relatifs aux **niveaux de pressions** (faible proximité avec des sources de nuisances anthropiques possibles telles que l'éclairage urbain et la présence d'éventuels rejets liés à la proximité des habitations ainsi que l'envahissement des berges par de la végétation exotique).

La suite de cette note est très largement inspirée de l'offre technique et financière de MICROPODA, notamment la partie relative aux méthodologies d'inventaires.

1.2 Période de l'année la plus favorable aux inventaires

Les prospections peuvent débuter dès que les conditions climatiques sont favorables à l'entomofaune, soit à partir de fin octobre (début de saison chaude). Aux alentours de 1 000 m d'altitude, la diversité et l'abondance des insectes au piège lumineux commence à être intéressante à partir de fin octobre et complète vers fin novembre/début décembre.

Les principales contraintes aux inventaires sont les conditions météorologiques, notamment les épisodes pluvieux (pouvant présenter un risque de crue et les jours suivants des épisodes de crue peuvent modifier la composition faunistique). La lune est aussi un critère à prendre en compte (périodes entre le premier quartier de lune jusqu'à deux jours après la pleine lune exclues).

La mise au point d'une stratégie d'inventaire des macroinvertébrés, adaptée aux enjeux de conservation de la biodiversité, repose donc sur un choix judicieux des sites d'inventaire (cours d'eau des zones amont, pas forcément pérennes) ainsi que sur différentes méthodologies d'inventaires, ciblant les différents habitats des macro-invertébrés (benthos, colonne d'eau, surface, aérien).

2. Stations d'étude INVERDO en milieu aérien

2.1 Stations inventoriées

La seconde phase du projet INVERDO comprend des inventaires en milieux aquatique et aérien, programmés en deux temps :

-Une première campagne en étiage (cf. Bilan inventaires aquatiques INVERDO),

-Une seconde campagne en saison chaude (entre janvier et mars 2022) : ces inventaires se sont exclusivement intéressés aux Insectes à stades pré-imaginaux aquatiques. Ils ont été déployés sur trois stations, sélectionnées parmi celles inventoriées lors de la première campagne d'inventaire, à savoir : Bras Chansons, Ravine du Figaro et Ravine Calumets (localisation en Figure 1).

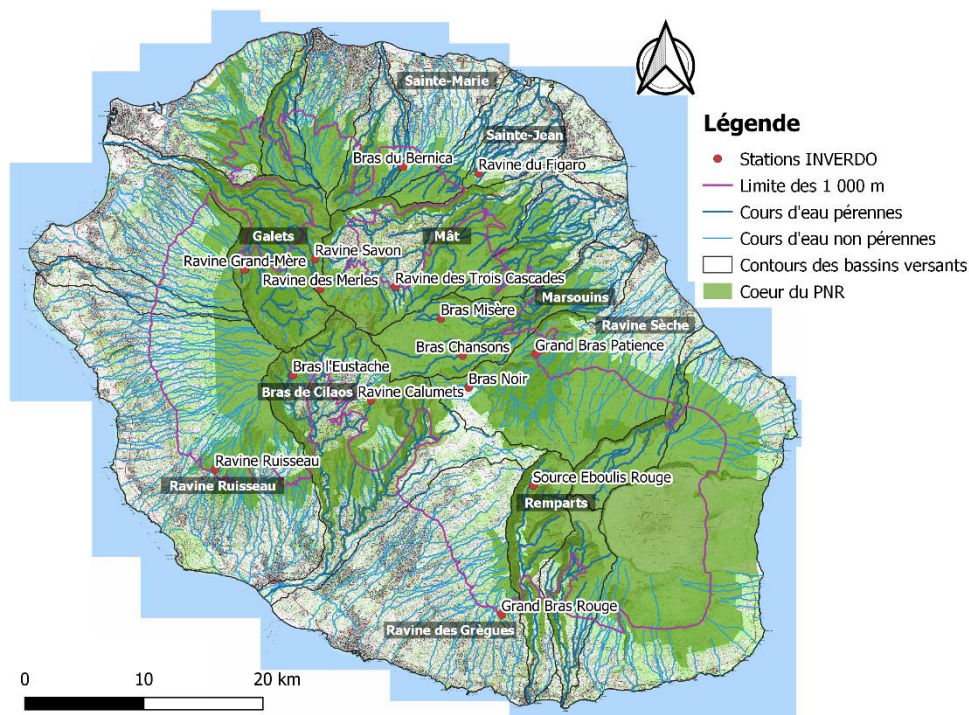


Figure 1 : Cartographie des 15 stations INVERDO, inventoriées lors de la première campagne d'inventaire.

2.2 Calendrier de réalisation des inventaires

La seconde campagne d'inventaire du projet INVERDO, a été réalisé sur quatre jours d'inventaires (Tableau 1). Ces derniers ont eu lieu entre les mois de janvier et mars 2022. Des méthodologies d'échantillonnage diurnes (fauchage et battage des plantes en berge, piégeage à vue des espèces ciblées) et nocturnes (piégeages lumineux) ont été réalisées. Les différentes méthodes d'inventaires déployées, l'ont été dans le but de couvrir au mieux toute la diversité taxonomique des macro-invertébrés. Ce sont les équipes d'OCEA Consult', du prestataire retenu (MICROPODA) et des partenaires du projet (Parc National de La Réunion et Office de l'Eau de La Réunion) qui ont participé à ces inventaires (Tableau 1).

Tableau 1 : Dates de réalisation des inventaires réalisées en saison chaude.

Date d'inventaire	Station inventoriée	Nombre de personnes sollicitées par structure	Inventaire réalisé
20/01/2022	Bras Chansons	OCEA (2), MICROPODA (2), PNR (1), OLE (1)	Nocturne
17/02/2022	Ravine Figaro	OCEA (2), MICROPODA (2)	Diurne et Nocturne
18/02/2022	Bras Chansons	MICROPODA (2)	Diurne
31/03/2022	Ravine des Calumets	OCEA (2), MICROPODA (2)	Diurne et Nocturne

3. Méthodologies mises en œuvre

Les inventaires réalisés ont comporté deux phases : une diurne (avec plusieurs méthodes d'échantillonnage utilisées) et une nocturne (utilisant une méthode unique, celle par pièges lumineux).

3.1 Prélèvements à vue

Les prospections à vue ont été réalisées sur des espèces ripicoles ciblées, faciles à voir et qui ont été uniquement observées et non capturées (Odonates de la famille des Coenagrionidae, certains Diptères comme les Dolichopodidae, Anthomyiidae, ...).

Ces espèces, peu farouches et reconnaissables *in-situ*, ont ainsi été photographiées et dénombrées sans collecte (par classes d'abondance si leur nombre était trop élevé).

3.2 Prélèvements par battage

La méthode du battage nécessite l'utilisation d'un parapluie et d'un aspirateur à bouche. Ce dispositif est utilisé pour l'échantillonnage de la faune sur la végétation des berges. Le parapluie est disposé en dessous du feuillage de la flore caractéristique du site d'étude. Cette dernière est battue (un nombre standardisé de fois, généralement cinq) et les insectes présents tombent dans le parapluie et sont récoltés avec un aspirateur à bouche.

3.3 Prélèvements par fauchage

Le fauchage au filet de la strate herbacée rivulaire est également utile à la capture de certains Diptères ciblés. L'usage du filet fauchoir conduit souvent à la collecte d'un grand nombre de spécimens et de débris, nécessitant un important travail de tri au laboratoire.

3.4 Prélèvements filet à papillons

La méthode du filet à papillons a également été utilisée, notamment pour la capture, de jour, des spécimens observés et dont l'identification sans captures est complexe.

3.5 Prélèvements par pièges lumineux

Cette méthode de prélèvements est constituée d'une source de lumière attractive (lumière puissante à spectre dans l'UV) et de deux draps, d'environ 2 m² : un disposé verticalement, à l'aide d'une corde tendue, servant de diffuseur et d'aire d'atterrissage aux insectes et l'autre, placé par terre pour que les insectes qui se posent au sol ou arrivent en marchant soit visibles et non piétinés. Ainsi, la surface sur laquelle placée ce piège doit être plane et relativement ouverte pour que la lumière puisse être visible de loin.

La durée d'échantillonnage réalisée a été d'au moins deux heures, suivant le coucher du soleil. En effet, la majorité des insectes ont un pic d'affluence au piège lumineux une heure après le coucher du soleil (Martiré & Rochat, 2008). Au-delà de deux heures, l'abondance observée s'accroît mais la majeure partie de la diversité présente a été observée (Thomas & Thomas, 1994).

Enfin, les conditions météorologiques peuvent être contraignantes pour réaliser ces inventaires. En effet, des conditions venteuses inhibent le vol des insectes et de forte luminosité de lune peuvent aussi perturber les échantillonnages. En revanche, une pluie légère à modérée n'est pas limitante, voire favorable.

En ce qui concerne la collecte des individus, cette dernière a été adaptée selon les groupes taxonomiques.

Les espèces facilement identifiables et reconnues sur le drap de chasse ont été photographiées sans collecte (par exemple, le Trichoptère *Hydropsyche mokaensis* ou les Lépidoptères du genre *Eoophyla*). Pour certaines de ces espèces, leur abondance (parfois très élevée) a été notée au moyen de classes visuelles d'abondance semi-quantitatives de progression géométrique (1-3, 4-10, 11-30, ...).

Pour toutes les autres espèces, c'est-à-dire la majorité, ou en cas de doute (confusion possible entre plusieurs espèces), tous les spécimens ont été collectés à l'aspirateur à bouche (ou à la main pour les gros spécimens), puis tués dans l'alcool à 90° (à l'exception des spécimens de Lépidoptères ou d'Odonates collectés qui ont été tués à l'acétate d'éthyle pour préparation à sec ultérieure).

3.6 Tri et conditionnement des échantillons sur le terrain et en laboratoire

Sur le terrain, les individus capturés sont indexés par station, par collecteur, par méthode et, éventuellement par type de substrat (végétation, sol, ...).

Au laboratoire, les spécimens ont été triés par ordres, éventuellement famille et morpho-espèce, afin, dans un premier temps, de séparer les taxons recherchés (ayant des stades pré-imaginaux aquatiques), puis d'identifier et dénombrer les spécimens des groupes sélectionnés.

3.7 Identification des spécimens

Les niveaux d'identification pouvant être atteints par MICROPODA pour les différentes familles, sont précisés dans le tableau en Annexe 1. Dans la mesure du possible, les spécimens ont été identifiés au rang taxonomique le plus précis (espèce), mais dans certains cas, les identifications n'ont pas pu être réalisées au niveau le plus fin, compte tenu du temps nécessaire à l'identification la plus précise (par exemple, les espèces où une dissection ou observation des genitalia est requise).

3.8 Bancarisation des données

Chaque station d'inventaire a été géoréférencée, avec une description sommaire de l'habitat, en particulier de la végétation présente et prospectée pour la collecte des spécimens. Les conditions environnementales, susceptibles d'influencer l'échantillonnage, ont aussi été notées (par exemple, les conditions météorologiques : ensoleillé, temps couvert, vent fort, etc.).

Les informations relatives aux échantillons, telles que la taxonomie, les dates, lieux, méthodes de collecte, collecteur, identificateur, etc. ont été consignées dans un fichier de type tableur.

4.Principaux résultats

Au total, ce sont 2 476 individus qui ont été récoltés à l'issue de ces inventaires (Annexe 2). Près de la moitié d'entre eux (1 106 individus), l'ont été sur la station de Ravine Figaro (celle ayant la plus basse altitude). Elle est suivie par la station de Bras Chansons, avec 864 individus et celle de Ravine des Calumets, ayant un peuplement deux fois moins abondant que celui de Ravine Figaro, avec 506 individus récoltés.

Lorsque les méthodologies d'inventaire sont comparées entre elles, la méthode du battage/fauchage est environ 1,5 fois plus efficace que les deux autres méthodes compilées. En effet, ces dernières ont permis la capture de 1 554 individus, contre 836 avec la méthode des pièges lumineux et 86 avec celles des observations à vue. Le nombre d'individus observés à vue et par piégeages lumineux est particulièrement important sur la station de Bras Chansons, alors que celui par battage/fauchage est plus important sur la Ravine Figaro.

Une majorité des taxons inventoriés effectue l'intégralité de leur développement en milieu terrestre. En effet, certains ordres, particulièrement diversifiés, n'ont que très peu de taxons ayant des stades pré-imaginaux aquatiques. C'est le cas, par exemple, des Lépidoptères, où uniquement le genre *Eoophyla* est retrouvé en milieu aquatique ; de certaines familles de Diptères (Ceratopogonidae, Chironomidae, Simuliidae, Limoniidae, Psychodidae et Tipulidae) ; ou de certaines espèces d'Hémiptères (Ceratocombidae) et de Coléoptères (Hydrophilidae, Dytiscidae). Il est tout de même à noter que certains ordres d'Insectes ont exclusivement des taxons ayant au moins une phase de développement en milieu aquatique, comme les Trichoptères et les Odonates.

Pour conclure, la station de Ravine Figaro est la plus abondante de toutes, notamment avec la méthode de battage/fauchage. Néanmoins, ce sont les autres méthodes qui ont majoritairement permis l'échantillonnage des taxons à phases pré-imaginale aquatiques.

5. Références bibliographiques

Principales références utilisées pour les identifications

- Aspöck U., Aspöck H. & Liu X. (2017) The Nevrorthidae, mistaken at all times: phylogeny and review of present knowledge (Holometabola, Neuropterida, Neuroptera). *Dtsch. Entomol. Z.*, 64 : 77–110.
- Bameul F. & Couteyen S. (2000) *Dineutus subspinosus* (Klug), espèce nouvelle pour la Réunion (Col., Gyrinidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 105 : 356–356.
- Biström O., Nilsson A.N. & Bergsten J. (2015) Taxonomic revision of Afrotropical *Laccophilus* Leach, 1815 (Coleoptera, Dytiscidae). *ZooKeys*, 542 : 1–379
- Couteyen S. (2006) *Micronecta praetermissa* Poisson, 1938 (Heteroptera Corixidae), espèce nouvelle pour l'île de la Réunion. *L'Entomologiste*, 62 : 29–30.
- Couteyen S. (2009) Biogéographie et spéciation des Odonates de l'île de la Réunion. *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)*, 45 : 83–91.
- Couteyen S. & Papazian M. (2002) Les Odonates de la Réunion: Éléments de biogéographie et de biologie, atlas préliminaire, reconnaissance des espèces, synthèse bibliographique. *Martinia*, 18 : 79–106.
- Delvare G. & Aberlenc H.P. (1989) Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale : clés pour la reconnaissance des familles. CIRAD-GERDAT. 298pp.
- De Prins J. & De Prins W. (2011–2021) Afromoths, online database of Afrotropical moth species (Lepidoptera). World Wide Web electronic publication (<http://www.afromoths.net>).
- Forcellini M., Mathieu C. & Merigoux S. (2013) Atlas des Macroinvertébrés des eaux douces de l'île de la Réunion. Office de l'Eau de la Réunion – CNRS. 137pp.
- Gattolliat J.L. (2002) Étude systématique, cladistique et biogéographique des Baetidae (Ephemeroptera) de Madagascar. Thèse de doctorat, Université de Lausanne. 279pp.
- Gattolliat J.L. (2004) First reports of the genus *Nigrobaetis* Novikova & Kluge (Ephemeroptera : Baetidae) from Madagascar and La Réunion with observations on Afrotropical biogeography. *Revue Suisse de Zoologie*, 111 : 657–669.
- Girod R. & M. Salvan (1998) Clé de détermination des moustiques de l'île de La Réunion. Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales de La Réunion. 13pp.
- Gomy Y., Lemagnen R. & Poussereau J. (coord.) (2016) Les Coléoptères de l'île de La Réunion. Éditions Orphie, St-Denis, La Réunion. 759pp.
- Hjalmarsson A.E., Bukontaite R., Ranarilalaitiana T., Randriamihaja J.H. & Bergsten J. (2013) Taxonomic revision of Madagascan *Rhantus* (Coleoptera, Dytiscidae, Colymbetinae) with an emphasis on Manjakatempo as a conservation priority. *ZooKeys* 350 : 21–45.
- Jäch M.A. & Delgado J.A. (2013) Taxonomic revision of the species of *Limnebius* Leach from Mauritius and Réunion (Mascarene Islands, Indian Ocean) (Coleoptera: Hydraenidae). *Koleopterologische Rundschau*, 83 : 53–71.
- Kirk-Spriggs A.H. & Sinclair B.J. (2017a) Manual of Afrotropical Diptera. Volume 1. Introductory chapters and keys to Diptera families. *Suricata* 4. South African National Biodiversity Institute, Pretoria. 267–355.

- Kirk-Spriggs A.H. & Sinclair B.J. (2017b) Manual of Afrotropical Diptera. Volume 2. Nematocerous Diptera and Lower Brachycera. Suricata 5. South African National Biodiversity Institute, Pretoria. 427–1361.
- Marlier G. & Marlier M. (1982) Les Trichoptères de l'île de La Réunion. Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Entomologie, 54 : 1–48.
- Marshall S.A. (2006) Insects: their natural history and diversity. Firefly Books, 732pp.
- Marshall S.A. (2012) Flies: the natural history and diversity of Diptera. Firefly Books Ltd., Ontario, Canada. 616pp.
- Martiré D. (2010) Les Libellules et Éphémères de La Réunion. Coll. Parthénope, Biotope Ed., Mèze / Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, France. 72pp.
- Martiré D. & RoCHAT J. (2008) Les papillons de La Réunion et leurs chenilles. Coll. Parthénope, Biotope Ed., Mèze / Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, France. 496pp.
- Poisson R. (1957a) Les Hydrocorises de l'île de La Réunion. Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar - Serie E, 8 : 389–398.
- Poisson R. (1957b) Hétéroptères aquatiques. Faune de France, 61 : 1–263.
- Polhemus D.A. (2014) The first record of *Hydrometra bifurcata* (Heteroptera: Hydrometridae) from the island of Réunion, with distributional notes on other *Hydrometra* species from Madagascar. Entomologica Americana, 120 : 39–42.
- Ranarilalaitiana T., Ravaomanarivo L.H.R. & Bergsten J. (2019) Taxonomic revision of the genus *Copelatus* of Madagascar (Coleoptera, Dytiscidae, Copelatinae): the non-erichsonii group species. ZooKeys, 869 : 19–90.
- Yerokine M. (2019) Contribution à la connaissance des Odonates de l'île de la Réunion. Présence de *Tramea basilaris* (Palisot de Beauvois, 1817) (Odonata : Libellulidae). Cahiers scientifiques de l'océan Indien occidental, 10 : 1–2.

Autre référence citée

- Thomas A. & Thomas G. (1994) Sampling strategies for estimating moth species diversity using a light trap in a northeastern softwood forest. Journal of the Lepidopterists' Society, 48 : 85

Annexe 1 : Résumé des capacités de MICROPODA en matière d'identification des groupes ciblés.

Ordre	Sous-ordre	Famille	Niveau d'identification			Documentation utile à l'identification (non exhaustif)	Spécialistes à consulter le cas échéant (non exhaustif)
			Famille	Genre	Espèce		
			tous				
Coleoptera			tous			Gomy et al., 2016	J. Poussereau et al. (France)
Adephaga		Dryopidae	oui	oui	oui	Gomy et al., 2016	
		Dytiscidae	oui	oui	la plupart	Ranarilalaitiana et al., 2019	J. Bergsten (Suède)
		Gyrinidae	oui	oui	la plupart	Gomy et al., 2016	
Polyphaga		Hydraenidae	oui	oui	oui	Jäch & Delgado, 2013	
		Hydrophilidae	oui	oui	certains	Gomy et al., 2016	F. Bameul (France)
		Noteridae	oui	oui	oui	Gomy et al., 2016	
Diptera			tous	partiellement		Marshall, 2012 ; Kirk-Spriggs & Sinclair, 2017a, 2017b	A. Kirk-Spriggs et al. (Afr. sud)
Nematocera		Ceratopogonidae	oui	non sauf <i>Culicoides</i>	Non (oui <i>Culicoides</i> spp)	Delécolle in Desvars, 2005	G. Kfive (Norvège)
		Chironomidae	oui	la plupart	non	Kirk-Spriggs & Sinclair, 2017b	
		Culicidae	oui	oui	oui	Girod & Salvan 1998	
		Limoniidae	oui	oui	non (sauf exceptions)	Kirk-Spriggs & Sinclair, 2017b	
		Psychodidae	oui	certains	non (sauf exceptions)	Kirk-Spriggs & Sinclair, 2017b	G. Kfive (Norvège)
		Simuliidae	oui	oui	oui si nécessaire*	Guidicelli 2004	
		Tipulidae	oui	tous	certains	Kirk-Spriggs & Sinclair, 2017b ; Alexander, 1957	
Brachycera		Anthomyiidae	oui	certains	certains		Possiblement N. Vikhrev (Russie)
		Dolichopodidae	oui	oui	oui (sauf nouveautés)	Grichanov, 2004, 2011, 2017	I. Grichanov (Russie)
		Empididae	oui	oui	non		I. Grichanov (Russie)
		Ephydriidae	oui	certains	certains		I. Grichanov (Russie)
		Muscidae	oui	certains	certains	Vikhrev, 2012, 2014	N. Vikhrev (Russie)
		Sciomyzidae	oui	certains	certains		
Ephemeroptera						J.L. Gattolliat (Suisse)	
		Baetidae	oui	oui	oui	Gattolliat, 2004 ; Martiré, 2010	

Ordre	Sous-ordre	Famille	Niveau d'identification			Documentation utile à l'identification (non exhaustif)	Spécialistes à consulter le cas échéant (non exhaustif)
			famille	genre	espèce		
Hemiptera						Poisson, 1957a, 1957b ; Polhemus & Polhemus, 2013	D. Polhemus (Hawaii) ; J.C. Streito et al. (France)
Heteroptera		Corixidae	oui	oui	oui	Poisson, 1957a ; Couteyen, 2006	
		Gerridae	oui	oui	oui	Poisson, 1957a	
		Hydrometridae	oui	oui	oui	Polhemus & Martiré 2014	
		Mesoveliidae	oui	oui	oui	Poisson, 1957a	
		Nepidae	oui	oui	oui	Poisson, 1957a	
		Notonectidae	oui	oui	oui	Poisson, 1957a	
		Veliidae	oui	oui	oui	Poisson, 1957a	
Lepidoptera			oui	oui	oui		
		Crambidae Acentropinae	oui	oui	oui	Martiré & Rochat, 2008 ; Guillermet, 2009 ; + observations personnelles	« Pyralid group » (B. Landry et al., Museum Genève)
Odonata			oui	oui		Martiré, 2010	K.D. Dijkstra (Pays-Bas)
		Aeshnidae	oui		oui	Martiré, 2010	
		Coenagrionidae	oui		oui	Martiré, 2010	
		Corduliidae	oui		oui	Martiré, 2010	
		Libellulidae	oui	oui	oui si spécimen sinon la plupart en vol	Martiré, 2010	
Neuroptera							
		Nevrorthidae	oui	oui	**	Aspöck et al. 2017	
Trichoptera						Marlier & Marlier, 1982	
		Hydropsychidae	oui	oui	oui	Marlier & Marlier, 1982	
		Hydroptilidae	oui	oui	oui*	Marlier & Marlier, 1982	
		Leptoceridae	oui	non	Morpho-espèce	(non décrits in Marlier & Marlier, 1982)	
		Philopotamidae	oui		oui	Marlier & Marlier, 1982	

* Nécessite une dissection ou préparation microscopique

** La présence de Nevrorthidae à La Réunion est hautement improbable (cf. monographie de Aspöck et al., 2017)

Annexe 2 : Liste faunistique obtenu à partir des inventaires réalisés en milieu aérien. VUE = à vue ; BAT = battage et fauchage ; LUM = pièges lumineux ; BCC1 = Bras Chansons ; CAL = Ravine des Calumets et RFG = Ravine Figaro. Les lignes surlignées en bleu correspondent aux taxons ayant des stades pré-imaginaux aquatiques.

Ordre	Sous-ordre	Infra-Ordre	Super-Famille	Famille	Sous-Famille	Genre	Espèce	BBC1	BBC1	BBC1	CAL	CAL	CAL	RFG	RFG	RFG	Total
								VUE	BAT	LUM	VUE	BAT	LUM	VUE	BAT	LUM		Total
Acari	Oribatida	indet.	indet.	indet.	<na>	indet.	type RFG/220217.174					8			63		71
Acari	Oribatida	indet.	indet.	indet.	<na>	indet.	type RFG/220217.174_[prob]								1		1
Acari	Oribatida	indet.	indet.	indet.	<na>	indet.	type RFG/220217.174_[poss]		3						69		72
Acari	Oribatida	indet.	indet.	indet.	<na>	indet.	indet.					1					1
Acari	Oribatida_[poss]	indet.	indet.	indet.	<na>	indet.	indet.		7			2			12		21
Acari	Prostigmata	Anystina	Anystoidea	Anystidae	<na>	Anystis_[poss]	baccarum_[poss]		9						4		13
Acari	Prostigmata	Trombidia	Trombidioidea	indet.	<na>	indet.	indet.			1							1
Acari	Prostigmata_[poss]	indet.	Bdelloidea_[poss]	Bdellidae_[poss]	<na>	indet.	type RFG/220217.121								1		1
Acari	Prostigmata_[poss]	indet.	Bdelloidea_[poss]	Bdellidae_[poss]	<na>	indet.	type RFG/220217.121_[poss]		1			1					2
Acari	indet.	indet.	indet.	indet.	<na>	indet.	type CAL/220331.107					1					1
Acari	indet.	indet.	indet.	indet.	<na>	indet.	type CAL/220331.107_[poss]		2						3		5
Acari	indet.	indet.	indet.	indet.	<na>	indet.	type CAL/220331.108					1				1	2
Acari	indet.	indet.	indet.	indet.	<na>	indet.	type RFG/220217.030								1		1
Acari	indet.	indet.	indet.	indet.	<na>	indet.	type RFG/220217.149								1		1
Acari	indet.	indet.	indet.	indet.	<na>	indet.	type RFG/220217.190		1			8			28		37
Acari	indet.	indet.	indet.	indet.	<na>	indet.	type RFG/220217.190_[prob]		5			5			4		14
Acari	indet.	indet.	indet.	indet.	<na>	indet.	type RFG/220217.190_[poss]								1		1
Acari	indet.	indet.	indet.	indet.	<na>	indet.	indet.								3		3
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Araneidae	<na>	Neoscona	punctigera_[poss]									1	1
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Araneidae	<na>	Neoscona_[poss]	indet.		1			1					2
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Araneidae	<na>	Pollys	type RFG/220217.208		2	1		1			4		8
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Araneidae	<na>	Pollys/Neoscona_[pos s]	indet.		2								2
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Araneidae	<na>	Pollys_[poss]	indet.		4						2		6
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Araneidae	<na>	Prasonica	seriata_[poss]					1			1		2
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Araneidae_[poss]	<na>	indet.	indet.		1								1
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Cheiracanthiidae	<na>	Cheiracanthium	type CAL/220331.005		5			1			7		13
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Clubionidae	<na>	Clubiona_[poss]	type BBC1/220218.132		1								1
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Clubionidae	<na>	Clubiona_[prob]	type BBC1/220120.003		1								1
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Clubionidae	<na>	Clubiona_[prob]	type BBC1/220120.003_[poss]		3								3
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Clubionidae	<na>	indet.	indet.		2						2		4
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Clubionidae/Cheiraca nathiidae	<na>	indet.	indet.		9			1			9		19
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Lycosidae	<na>	indet.	type BBC1/220120.088			1							1
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Nephilidae	<na>	Nephilings	borbonica					2					2
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Pisauridae	<na>	Hygropoda	borbonica				1-3					1-3	6
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Pisauridae	<na>	Hygropoda_[prob]	borbonica_[prob]								2		2
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Salticidae	<na>	Cynapas_[prob]	lineatus_[prob]		1								1
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Salticidae	<na>	Cynapes	lineatus								4		4
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Salticidae	<na>	Lophostica	type CAL/220331.039					1					1
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Salticidae	<na>	Lophostica_[poss]	indet.					1					1
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Salticidae	<na>	Pseudemathis	trifida		1								1
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Salticidae	<na>	Pseudemathis_[prob]	trifida_[prob]		1								1

Ordre	Sous-ordre	Infra-Ordre	Super-Famille	Famille	Sous-Famille	Genre	Espèce	BBC1	BBC1	BBC1	CAL	CAL	CAL	RFG	RFG	RFG	Total
								VUE	BAT	LUM	VUE	BAT	LUM	VUE	BAT	LUM	Total
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Salticidae	<na>	Pseudematis/Lophostica	indet.		1								1
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Salticidae	<na>	indet.	indet.		14			3					17
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Tetragnathidae	<na>	Mesida	thorellii_[prob]		5								5
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Tetragnathidae	<na>	Tetragnatha	nitens_cf	3-10									3-10
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Tetragnathidae	<na>	indet.	<cf. échantillons>			2							2
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Tetragnathidae	<na>	Meta/Metellina	type BBC1/220120.504		1			1			1		3
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Tetragnathidae	<na>	indet.	type BBC1/220218.088		9						2		11
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Tetragnathidae	<na>	indet.	indet.			1							1
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Theridiidae	<na>	Argyroides	argyroides		1						2		3
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Theridiidae	<na>	Argyroides_[poss]	argyroides_[poss]		3						1		4
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Theridiidae	<na>	Theridula_[poss]	type BBC1/220218.156		6								6
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Theridiidae	<na>	Thwaitesia	type BBC1/220218.186		1								1
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Theridiidae	<na>	Thwaitesia	type RFG/220217.164								1		1
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Theridiidae	<na>	indet.	type BBC1.20220120_202838			2							2
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Theridiidae	<na>	indet.	type BBC1/220218.034		22			5			3		30
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Theridiidae	<na>	indet.	type BBC1/220218.122		2								2
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Theridiidae	<na>	indet.	type BBC1/220218.160		10						2		12
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Theridiidae	<na>	indet.	type RFG/220217.001								2		2
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Theridiidae	<na>	indet.	type RFG/220217.132		1						1		2
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Theridiidae	<na>	indet.	indet.		15			7					22
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Thomisidae	<na>	Ledouxia	alluaudi								3		3
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	Thomisidae	<na>	Prepotelus	lanceolatus					3					3
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	indet.	<na>	indet.	type CAL/220331.019		1		1	3			1		6
Araneae	Araneomorpha	<na>	<na>	indet.	<na>	indet.	indet.		10			3			2		15
Opilione	Palpatores	<na>	Phalangioidea	Sclerosomatidae	Gagrellinae	Gagrella	reunionis_[poss]										1
Amphipoda	Senticaudata	Talitrida	Talitroidea	Talitridae	<na>	Talitroides	topitotum										1
Isopoda	Oniscidea	<na>	<na>	Porcellionidae	<na>	Porcellio_[poss]	scaber_[poss]					1					1
Isopoda	Oniscidea	<na>	<na>	Porcellionidae	<na>	Porcellio_[poss]	scaber_[prob]					1					1
Collembola	Entomobryomorpha	<na>	<na>	Entomobryidae	<na>	Salina	type BBC1/220120.025		67			115			388		570
Collembola	Entomobryomorpha	<na>	<na>	Entomobryidae	<na>	Salina_[poss]	indet.						2				2
Collembola	Entomobryomorpha	<na>	<na>	Entomobryidae_[prob]	<na>	indet.	type BBC1/220120.124			1							1
Collembola	Poduromorpha	<na>	<na>	Onychiuridae	<na>	indet.	<cf. photos>						1				1
Collembola	Symphyleona	<na>	<na>	Dicyrtomidae	<na>	indet.	type BBC1/220120.046		1			1					2
Collembola	Symphyleona	<na>	<na>	indet.	<na>	indet.	type RFG/220217.119								1		1
Blattodea	<na>	<na>	Blaberoidea	Ectobiidae	Blattellinae	Margatea/Chorisoblatta	nimbata/chopardi								1		1
Blattodea	<na>	<na>	Blattoidea	<Termitoidea>	<na>	indet.	type RFG/220131.023									1	1
Coleoptera	Adephaga	<na>	<na>	Carabidae	Platyninae	Neocolpodes	fisheri_[poss]			4							4
Coleoptera	Adephaga	<na>	Dystiscoidea	Dystiscidae	indet.	indet.	indet.			1							1
Coleoptera	Polyphaga	Bostrichiformia	Bostrichoidea	Ptinidae	Ptininae	Sulcoptinus_[poss]	type BBC1/220218.147		1								1
Coleoptera	Polyphaga	Bostrichiformia	Bostrichoidea	Ptinidae	Ptininae	Xylodes	binodulus sinuosus					1					1
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Chrysomeloidea	Cerambycidae	Cerambycinae	Anysogaster	flavicans			2							2
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Chrysomeloidea	Cerambycidae	indet.	indet.	indet.		1								1
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Chrysomeloidea	Chrysomelidae	Alticinae	indet.	type BBC1/220218.010		2								2
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Chrysomeloidea	Chrysomelidae	Alticinae	indet.	type BBC1/220218.109		11								11
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Chrysomeloidea	Chrysomelidae	Alticinae	indet.	type BBC1/220218.146		2								2
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Chrysomeloidea	Chrysomelidae	Alticinae	indet.	type BBC1/220218.181		1								1

Ordre	Sous-ordre	Infra-Ordre	Super-Famille	Famille	Sous-Famille	Genre	Espèce	BBC1	BBC1	BBC1	CAL	CAL	CAL	RFG	RFG	RFG	Total
								VUE	BAT	LUM	VUE	BAT	LUM	VUE	BAT	LUM	Total
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Chrysomeloidea	Chrysomelidae	Eumolpinae	Trichostola	type RFG/220217.005								4		4
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Chrysomeloidea	Chrysomelidae	Eumolpinae	Trichostola [poss]	type BBC1/220218.012			1							1
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Chrysomeloidea	Chrysomelidae	Eumolpinae	Trichostola [prob]	type RFG/220217.098								1		1
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Clerioidea	Melyridae	Rhadalinae	Malthacodes	minutus			1							1
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Cucujoidea	Corylophidae	<na>	Arthrolips [prob]	type BBC1/220218.152			6			8		4		18
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Cucujoidea	Nitidulinae	Cybocephalinae	Cybocephalus	type RFG/220217.116								2		2
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Cucujoidea	Nitidulinae	Eupuraeinae	Eपुरaea	type RFG/220131.072									2	2
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Curculionoidea	Anthribidae	Anthribinae	Nesobius [poss]	type CAL/220331.015					1					1
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Curculionoidea	Anthribidae	Choraginae	Achoragus	balius			4					6		10
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Curculionoidea	Anthribidae	Choraginae	Achoragus [poss]	balius [poss]			1					2		3
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Curculionoidea	Anthribidae	Choraginae	Corynaecia [poss]	difficilis [poss]			1		1					2
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Curculionoidea	Anthribidae	Choraginae	Icospermus	ovatus nitidicollis			1		2					3
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Curculionoidea	Anthribidae	Choraginae	Pilittrogus	bruchoides [prob]			1							1
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Curculionoidea	Anthribidae	Choraginae	Prototropis [poss]	pulicarius [poss]			7		4					11
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Curculionoidea	Anthribidae	Choraginae	indet.	type BBC1/220120.019			1		2					3
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Curculionoidea	Anthribidae	Choraginae	indet.	type BBC1/220218.014			2							2
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Curculionoidea	Brentidae	Apioninae	Mascarenapion	roudieri			7							7
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Curculionoidea	Curculionidae	Cossoninae	Cossonus [prob]	coquereli [poss]			1							1
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Curculionoidea	Curculionidae	Entiminae	Cratopus	sumptuosus			2							2
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Curculionoidea	Curculionidae	Entiminae	Syzygops	acuminatus			1							1
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Curculionoidea	Curculionidae	Entiminae	Syzygops	ornatus								1		1
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Curculionoidea	Curculionidae	Entiminae	Syzygops	schotti					1					1
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Curculionoidea	Curculionidae	Entiminae	Syzygops	indet. (pas acuminatus)			1							1
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Tenebrionoidea	Mordellidae	<na>	indet.	type BBC1/220218.194			1							1
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Tenebrionoidea	Tenebrionidae	Lagriinae	Capeluprops	gasnierae			8		1					9
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Tenebrionoidea	Tenebrionidae	Lagriinae	Enicmosoma	burbonense								2		2
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Tenebrionoidea	Tenebrionidae	Lagriinae	Nemostira	martirei			3							3
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Tenebrionoidea	Tenebrionidae	indet.	indet.	type BBC1/220218.117			1							1
Coleoptera	Polyphaga	Cucujiformia	Tenebrionoidea	Tenebrionidae	indet.	indet.	type BBC1/220218.119_L			1							1
Coleoptera	Polyphaga	Elateriformia	Elateroidea	Elateridae	Elaterinae	Megapenthes	rousseti									1	1
Coleoptera	Polyphaga	Scarabaeiformia	Scarabaeoidea	Scarabaeidae	Hopliinae	Amorphochelus	retusus					1					1
Coleoptera	Polyphaga	Scarabaeiformia	Scarabaeoidea	Scarabaeidae	Rutelinae	Adoretus	indet.						1-3		1	1-3	1-3
Coleoptera	Polyphaga	Staphyliniformia	Hydrophiloidea	Hydrophilidae	Hydrophilinae	Sternolophus	angolensis									1-3	1-3
Coleoptera	Polyphaga	Staphyliniformia	Hydrophiloidea	Hydrophilidae	Sphaeridiinae	Cercyon [poss]	type RFG/220131.071									8	8
Coleoptera	Polyphaga	Staphyliniformia	Staphylinidea	Ptiliidae	<na>	indet.	type RFG/220131.073									1	1
Coleoptera	Polyphaga	Staphyliniformia	Staphylinidea	Staphylinidae	Oxytelinae	Oxytelus	fuscipes			2			2				4
Coleoptera	Polyphaga	Staphyliniformia	Staphylinidea	Staphylinidae	Oxytelinae	Oxytelus	type RFG/220131.059									1	1
Coleoptera	Polyphaga	Staphyliniformia	Staphylinidea	Staphylinidae	Paederinae	Lithocharis	type RFG/220131.057									1	1
Coleoptera	Polyphaga	Staphyliniformia	Staphylinidea	Staphylinidae	indet.	indet.	type CAL/220331.008					1					1
Coleoptera	Polyphaga	Staphyliniformia	Staphylinidea	Staphylinidae	indet.	indet.	type RFG/220131.058									1	1
Dermaptera	<na>	<na>	<na>	indet.	<na>	indet.	type BBC1/220120.086			1							1
Dermaptera	<na>	<na>	<na>	indet.	<na>	indet.	type BBC1/220218.084			2							2
Diptera	Brachycera	Asilomorpha	Empidoidea	Dolichopodidae	indet.	indet.	type BBC1/220218.210	30-100		2	10-30					1	39
Diptera	Brachycera	Asilomorpha	Empidoidea	Dolichopodidae	indet.	indet.	type RFG/220131.076b									2	2
Diptera	Brachycera	Asilomorpha	Empidoidea	Dolichopodidae	indet.	indet.	type RFG/220217.219					1		10-30		4	10-30
Diptera	Brachycera	Muscomorpha	Carnoidea	Chloropidae	indet.	indet.	type CAL/220331.134						1				1
Diptera	Brachycera	Muscomorpha	Carnoidea/Opomyzidea?	Chloropidae/Agromyzidae?	indet.	indet.	type BBC1/220120.044			1							1
Diptera	Brachycera	Muscomorpha	Ephydroidea	Drosophilidae	Drosophilinae	Chymomyza	type BBC1/220120.125					1					1
Diptera	Brachycera	Muscomorpha	Ephydroidea	Drosophilidae	indet.	indet.	type BBC1/220120.048			1							1

Ordre	Sous-ordre	Infra-Ordre	Super-Famille	Famille	Sous-Famille	Genre	Espèce	BBC1	BBC1	BBC1	CAL	CAL	CAL	RFG	RFG	RFG	Total
								VUE	BAT	LUM	VUE	BAT	LUM	VUE	BAT	LUM	Total
Diptera	Brachycera	Muscomorpha	Ephydroidea [prob]	Drosophilidae [prob]	Steganinae [poss]	Apenethecia [poss]	type CAL/220331.150							18			18
Diptera	Brachycera	Muscomorpha	Lauxanioidae	Lauxaniidae	indet.	indet.	type RFG/220131.060									1	1
Diptera	Brachycera	Muscomorpha	Oestroidea	Tachinidae	indet.	indet.	type BBC1/220120.066	1									1
Diptera	Brachycera	Muscomorpha	Oestroidea	Tachinidae	indet.	indet.	type BBC1/220120.100			1							1
Diptera	Brachycera	Muscomorpha	Syrphoidea [prob]	Syrphidae [prob]	indet.	indet.	type BBC1/220120.007_L		1								1
Diptera	Brachycera	Muscomorpha	indet.	indet.	indet.	indet.	<cf. échantillons>	2					2				4
Diptera	Brachycera	Muscomorpha	indet.	indet.	indet.	indet.	type BBC1/220120.042	4									4
Diptera	Brachycera	Muscomorpha	indet.	indet.	indet.	indet.	type RFG/220131.054			8			1			2	11
Diptera	Brachycera	indet.	indet.	indet.	indet.	indet.	type BBC1/220120.049		1								1
Diptera	Brachycera	indet.	indet.	indet.	indet.	indet.	type BBC1/220120.058	2									2
Diptera	Nematocera	Bibionomorpha	Mycetophiloidea	Cecidomyiidae	indet.	indet.	type CAL/220331.028						1				1
Diptera	Nematocera	Bibionomorpha	Mycetophiloidea	Cecidomyiidae	indet.	indet.	type CAL/220331.028 [poss]					1					1
Diptera	Nematocera	Bibionomorpha	Mycetophiloidea	Cecidomyiidae [poss]	indet.	indet.	type CAL/220331.179						1				1
Diptera	Nematocera	Bibionomorpha	Mycetophiloidea	Sciaridae	indet.	indet.	type BBC1/220218.044		1								1
Diptera	Nematocera	Bibionomorpha	Mycetophiloidea	Sciaridae	indet.	indet.	type CAL/220331.145	2		4			27			9	42
Diptera	Nematocera	Bibionomorpha	Mycetophiloidea	Sciaridae	indet.	indet.	type CAL/220331.145 [poss]	1		1			1			1	4
Diptera	Nematocera	Bibionomorpha	Mycetophiloidea	Sciaridae	indet.	indet.	type CAL/220331.145 [prob]					1				1	2
Diptera	Nematocera	Bibionomorpha	Mycetophiloidea	Sciaridae	indet.	indet.	type RFG/220217.156		1						1		2
Diptera	Nematocera	Bibionomorpha	Mycetophiloidea	Sciaridae	indet.	indet.	indet.		1	2						6	9
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Ceratopogonidae	indet.	indet.	type BBC1/220120.077	1									1
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Ceratopogonidae	indet.	indet.	type BBC1/220120.136			6						2	8
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Ceratopogonidae	indet.	indet.	type BBC1/220120.147			3							3
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Ceratopogonidae	indet.	indet.	type BBC1/220120.148			1							1
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Ceratopogonidae	indet.	indet.	type BBC1/220218.127		1								1
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Ceratopogonidae	indet.	indet.	type CAL/220331.049					1					1
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Ceratopogonidae	indet.	indet.	type CAL/220331.158	1					3			1	5
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Ceratopogonidae	indet.	indet.	type RFG/220131.064									5	5
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Ceratopogonidae	indet.	indet.	type RFG/220131.087						1			1	2
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Chironomidae	Chironominae	indet.	<cf. échantillons>						4				4
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Chironomidae	Chironominae	Polypedilum [prob]	type CAL/220331.141						14				14
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Chironomidae	Chironominae	Polypedilum [poss]	type BBC1/220120.134	3		44							47
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Chironomidae	Chironominae	Polypedilum [poss]	type BBC1/220120.134 [prob]	1	4	5			1				11
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Chironomidae	Chironominae	Polypedilum [poss]	type CAL/220331.168			5		3	10				18
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Chironomidae	Chironominae	Polypedilum [poss]	type CAL/220331.168 [prob]									1	1
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Chironomidae	Orthoclaadiinae	Cardiocladius	type BBC1/220120.094			44			7		1	18	70
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Chironomidae	Orthoclaadiinae	Eukiefferiella [poss]	type BBC1/220120.107	1		56		1	4			2	64
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Chironomidae	Orthoclaadiinae	indet.	type BBC1/220120.133			2							2
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Chironomidae	Orthoclaadiinae	indet.	type BBC1/220120.139			1							1
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Chironomidae	Orthoclaadiinae	indet.	type BBC1/220218.128		1								1
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Chironomidae	Orthoclaadiinae	indet.	type RFG/220217.051						1		2	1	4
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Chironomidae	Orthoclaadiinae	indet.	type RFG/220217.216								3		3
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Chironomidae	Tanypodinae	Tanypus [prob]	type CAL/220331.180						1				1
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Chironomidae	Tanypodinae [prob]	indet.	type CAL/220331.162						1				1
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Chironomidae	indet.	<cf. échantillons>							3				3
Diptera	Nematocera	Culicomorpha	Chironomoidea	Simuliidae	Simuliinae	Simulium	gr. ruficome [prob]			2			1				3

Ordre	Sous-ordre	Infra-Ordre	Super-Famille	Famille	Sous-Famille	Genre	Espèce	BBC1	BBC1	BBC1	CAL	CAL	CAL	RFG	RFG	RFG	Total
								VUE	BAT	LUM	VUE	BAT	LUM	VUE	BAT	LUM	Total
Diptera	Nematocera	Psychodomorpha	Psychodoidea	Psychodidae	Psychodinae [poss]	Clogmia?	type BBC1/220120.023		1								1
Diptera	Nematocera	Psychodomorpha	Psychodoidea	Psychodidae	Psychodinae [poss]	Clogmia [poss]	albipuncta [poss]									1	1
Diptera	Nematocera	Psychodomorpha	Psychodoidea	Psychodidae	Psychodidae	indet.	indet.						1				1
Diptera	Nematocera	Tipulomorpha	Tipuloidea	Limoniidae	indet.	Limonia	midas [poss]			1							1
Diptera	Nematocera	Tipulomorpha	Tipuloidea	Limoniidae	indet.	Limonia	midas [prob]									2	2
Diptera	Nematocera	Tipulomorpha	Tipuloidea	Limoniidae	indet.	Limonia	tipulipes [prob]			1						2	3
Diptera	Nematocera	Tipulomorpha	Tipuloidea	Limoniidae	indet.	Limonia [prob]	type RFG/220131.022			1							1
Diptera	Nematocera	Tipulomorpha	Tipuloidea	Limoniidae	indet.	indet.	type RFG/220131.020									1	1
Diptera	Nematocera	Tipulomorpha	Tipuloidea	Tipulidae	Tipulinae	Holorusia [prob]	indet.						1-3				1-3
Diptera	Nematocera	Tipulomorpha	Tipuloidea	indet.	indet.	indet.	<cf. échantillons>						5			1	6
Diptera [poss]	Nematocera [poss]	Culicomorpha [poss]	Chironomoidea [poss]	Chironomidae [poss]	indet.	indet.	type CAL/220331.066_L					1					1
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Cicadomorpha	Membracoidea	Cicadellidae	Agaliinae [prob]	indet.	type BBC1/220120.121			1							1
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Cicadomorpha	Membracoidea	Cicadellidae	Cicadellinae	Acopsis	viridicans		1			2					3
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Cicadomorpha	Membracoidea	Cicadellidae	Deltocephalinae	Exitianus [prob]	frontalis [prob]			1							1
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Cicadomorpha	Membracoidea	Cicadellidae	Deltocephalinae	indet.	type BBC1/220120.050		3								3
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Cicadomorpha	Membracoidea	Cicadellidae	Deltocephalinae	indet.	type RFG/220131.069									2	2
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Cicadomorpha	Membracoidea	Cicadellidae	lassinae	lassomorphus [prob]	drakensteini [prob]								2		2
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Cicadomorpha	Membracoidea	Cicadellidae	lassinae	lassomorphus [prob]	indet.		2								2
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Cicadomorpha	Membracoidea	Cicadellidae	Thyphlobicinae	indet.	type BBC1/220120.123		1	1		2					4
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Cicadomorpha	Membracoidea	Cicadellidae	Thyphlobicinae	indet.	type BBC1/220218.028		1								1
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Cicadomorpha	Membracoidea	Cicadellidae	Thyphlobicinae	indet.	type CAL/220331.122					1					1
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Cicadomorpha	Membracoidea	Cicadellidae	Thyphlobicinae	indet.	indet.					2			2		4
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Cicadomorpha	Membracoidea	Cicadellidae	Xestocephalinae	Xestocephalus	borbonicus			3			4			1	8
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Cicadomorpha	Membracoidea	Cicadellidae	indet.	indet.	<cf. échantillons>			3						1	4
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Cicadomorpha	Membracoidea	Cicadellidae	indet.	indet.	indet.		2			1			4		7
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Fulgoromorpha	Fulgoroidea	Cixiidae	<na>	Achaemenes	quinquespinosus		1						1		2
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Fulgoromorpha	Fulgoroidea	Cixiidae	<na>	Aselgeoides	paludaris			1							1
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Fulgoromorpha	Fulgoroidea	Cixiidae	<na>	Brixia	costalis		1						5		6
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Fulgoromorpha	Fulgoroidea	Cixiidae	<na>	Brixia	insularis			5					2	2	9
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Fulgoromorpha	Fulgoroidea	Delphacidae	indet.	indet.	indet.									1	1
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Fulgoromorpha	Fulgoroidea	Derbidae	<na>	Muirileguatia	acuminata		1				1				2
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Fulgoromorpha	Fulgoroidea	Issidae	indet.	indet.	type BBC1/220218.166		1								1
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Fulgoromorpha	Fulgoroidea	Ricaniidae	<na>	Tarundia	marginata						1-3				1-3
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Fulgoromorpha	Fulgoroidea	Ricaniidae	<na>	Tarundia	servillei						1-3				1-3
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Fulgoromorpha	Fulgoroidea	Tropiduchidae	<na>	Clardea	unicolor					1					1
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Fulgoromorpha	Fulgoroidea	Tropiduchidae	<na>	indet.	indet.		4						3		7
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Fulgoromorpha	Fulgoroidea	indet.	indet.	indet.	indet.								1		1
Hemiptera	Heteroptera	Cimicomorpha	Cimicoidea	Anthocoridae	Anthocorinae (Oriini)	Orius	type LC06/130214.064		3						4		7
Hemiptera	Heteroptera	Cimicomorpha	Cimicoidea	Anthocoridae	Incertae sedis	Carayonovus	insignis								2		2
Hemiptera	Heteroptera	Cimicomorpha	Cimicoidea	Anthocoridae	indet.	indet.	type LC06/130214.064?								3		3
Hemiptera	Heteroptera	Cimicomorpha	Miroidea	Miridae	Bryocorinae [prob]	indet.	type GE13/130117.025					1	1				2
Hemiptera	Heteroptera	Cimicomorpha	Miroidea	Miridae	Mirinae	Collaria	bourbonica			2							2
Hemiptera	Heteroptera	Cimicomorpha	Miroidea	Miridae	Mirinae	Corizidolon	notaticole		1								1
Hemiptera	Heteroptera	Cimicomorpha	Miroidea	Miridae	Mirinae	Taylorilygus	apicalis [prob]			3							3
Hemiptera	Heteroptera	Cimicomorpha	Miroidea	Miridae	Mirinae [poss]	indet.	type Gepk/130307.095					10					10
Hemiptera	Heteroptera	Cimicomorpha	Miroidea	Miridae	Mirinae [poss]	indet.	type Gepk/130307.095 [prob]					23					23
Hemiptera	Heteroptera	Cimicomorpha	Miroidea	Miridae	indet.	indet.	<cf. échantillons>						1				1
Hemiptera	Heteroptera	Cimicomorpha	Miroidea	Miridae	indet.	indet.	type CAL/220331.143						1				1

Ordre	Sous-ordre	Infra-Ordre	Super-Famille	Famille	Sous-Famille	Genre	Espèce	BBC1	BBC1	BBC1	CAL	CAL	CAL	RFG	RFG	RFG	Total
								VUE	BAT	LUM	VUE	BAT	LUM	VUE	BAT	LUM	Total
Hemiptera	Heteroptera	Cimicomorpha	Miroidea	Miridae	indet.	indet.	indet.			1					1		2
Hemiptera	Heteroptera	Cimicomorpha	Reduvioidae	Reduviidae	Saicinae	Polytoxus	vadoni_cf									1	1
Hemiptera	Heteroptera	Cimicomorpha [prob]	Miroidea [poss]	Miridae [poss]	indet.	indet.	type CAL/220331.021					1					1
Hemiptera	Heteroptera	Dipsocoromorpha	<na>	Ceratocombidae	indet.	indet.	type BBC1/220218.130		1								1
Hemiptera	Heteroptera	Pentatomorpha	Lygaeoidea	Lygaeidae	Orsillinae	indet.	type LAT01/130227.309			2							2
Hemiptera	Heteroptera	Pentatomorpha	Lygaeoidea	Rhyparochromidae	Rhyparochrominae	Dieuches	placidus									1	1
Hemiptera	Heteroptera	Pentatomorpha	Lygaeoidea	Rhyparochromidae	Rhyparochrominae (Antilocorini [prob])	indet.	type GE12/130117.041								1		1
Hemiptera	Heteroptera	Pentatomorpha	Lygaeoidea	Rhyparochromidae	Rhyparochrominae (Stygnocorini)	Hyalochilus	gomyi		1								1
Hemiptera	Heteroptera	Pentatomorpha	Lygaeoidea	Rhyparochromidae	Rhyparochrominae (Stygnocorini)	Hyalochilus [prob]	gomyi_cf					1	1		1		3
Hemiptera	Heteroptera	Pentatomorpha	Lygaeoidea	Rhyparochromidae	indet.	indet.	<cf. échantillons>						2				2
Hemiptera	Heteroptera	Pentatomorpha	Lygaeoidea	Rhyparochromidae	indet.	indet.	type OM04/130314.122			1							1
Hemiptera	Heteroptera	Pentatomorpha	Lygaeoidea	Rhyparochromidae	indet.	indet.	indet.		1								1
Hemiptera	Heteroptera	Pentatomorpha	Lygaeoidea	Rhyparochromidae [prob]	indet.	indet.	indet.		1								1
Hemiptera	Heteroptera	Pentatomorpha	indet.	indet.	indet.	indet.	indet.								1		1
Hemiptera	Sternorrhyncha	Aphidimorpha	Aphidoidea	Aphididae	indet.	indet.	type CAL/220331.060					2					2
Hemiptera	Sternorrhyncha	Aphidimorpha	Aphidoidea	Aphididae	indet.	indet.	type CAL/220331.090					1					1
Hemiptera	Sternorrhyncha	Aphidimorpha	Aphidoidea [poss]	Aphididae [poss]	Hormaphidinae [poss]	indet.	type RFG/220217.054		1						3		4
Hemiptera	Sternorrhyncha	Aphidimorpha	Coccoidea	indet.	indet.	indet.	type BBC1/220218.111		1								1
Hemiptera	Sternorrhyncha	Psyllomorpha	Psylloidea	Aleyrodidae	indet.	indet.	type RFG/220217.103								1		1
Hemiptera	Sternorrhyncha	Psyllomorpha	Psylloidea	Psyllidae	<na>	Acizzia [prob]	uncatoides [prob]		38								38
Hemiptera	Sternorrhyncha	Psyllomorpha	Psylloidea	Psyllidae	<na>	indet.	type BBC1/220218.011		15	1							16
Hemiptera	Sternorrhyncha	Psyllomorpha?	Psylloidea?	Psyllidae?	indet.	indet.	indet.								1		1
Hymenoptera	Apocrita	Aculeata	Vespoidea	Formicidae	Dolichoderinae	Technomyrmex	albipes [prob]								2		2
Hymenoptera	Apocrita	Aculeata	Vespoidea	Formicidae	Formicinae	Brachymyrmex	cordemoyi								90	6	96
Hymenoptera	Apocrita	Aculeata	Vespoidea	Formicidae	Formicinae	Plagiopsis	madecassa								6		6
Hymenoptera	Apocrita	Aculeata	Vespoidea	Formicidae	Myrmicinae	Solenopsis	mameti						1	5			6
Hymenoptera	Apocrita	Aculeata	Vespoidea	Formicidae	Myrmicinae	Tetramorium	bicarinatum								3		3
Hymenoptera	Apocrita	Aculeata	Vespoidea	Formicidae	indet.	indet.	<cf. échantillons>								1		1
Hymenoptera	Apocrita	Parasitica	Chalcidoidea	Agaonidae	indet.	indet.	type RFG/220217.125								1		1
Hymenoptera	Apocrita	Parasitica	Chalcidoidea	Aphelinidae [poss]	indet.	indet.	type BBC1/220218.038		1								1
Hymenoptera	Apocrita	Parasitica	Chalcidoidea	Eulophidae [prob]	indet.	indet.	type CAL/220331.176					1					1
Hymenoptera	Apocrita	Parasitica	Chalcidoidea	Mymaridae [prob]	indet.	indet.	type RFG/220217.007		1						1		2
Hymenoptera	Apocrita	Parasitica	Cynipoidea	Figitidae [prob]	indet.	indet.	type BBC1/220218.143		1								1
Hymenoptera	Apocrita	Parasitica	Ichneumonoidea	Braconidae	indet.	indet.	type BBC1/220120.112			1							1
Hymenoptera	Apocrita	Parasitica	Ichneumonoidea	Braconidae	indet.	indet.	type BBC1/220218.093	1									1
Hymenoptera	Apocrita	Parasitica	Ichneumonoidea	Braconidae	indet.	indet.	type BBC1/220218.093 [prob]		1								1
Hymenoptera	Apocrita	Parasitica	Ichneumonoidea	Braconidae	indet.	indet.	type BBC1/220218.103		1								1
Hymenoptera	Apocrita	Parasitica	Ichneumonoidea	Braconidae	indet.	indet.	type BBC1/220218.211	1									1
Hymenoptera	Apocrita	Parasitica	Ichneumonoidea	Braconidae	indet.	indet.	type CAL/220331.139						4			3	7
Hymenoptera	Apocrita	Parasitica	Ichneumonoidea	Braconidae	indet.	indet.	type CAL/220331.156						1				1
Hymenoptera	Apocrita	Parasitica	Ichneumonoidea	Ichneumonidae	Campopleginae	Enytus	huet [poss]	1									1
Hymenoptera	Apocrita	Parasitica	Ichneumonoidea	Ichneumonidae	Cremastrinae	Temelucha	minuta			4						1	5
Hymenoptera	Apocrita	Parasitica	Ichneumonoidea	Ichneumonidae	indet.	indet.	indet.								1		1
Hymenoptera	Apocrita	Parasitica	Platygastroidea	Scelionidae	Scelioninae	Baeus [poss]	type CAL/220331.087					1					1

Ordre	Sous-ordre	Infra-Ordre	Super-Famille	Famille	Sous-Famille	Genre	Espèce	BBC1	BBC1	BBC1	CAL	CAL	CAL	RFG	RFG	RFG	Total
								VUE	BAT	LUM	VUE	BAT	LUM	VUE	BAT	LUM	Total
Hymenoptera	Apocrita	Parasitica	Scelionoidea	Platygastridae [prob]	indet.	indet.	type RFG/220217.104								1		1
Hymenoptera	Apocrita	Parasitica	indet.	indet.	indet.	indet.	type CAL/220331.034					2	1				3
Hymenoptera	Apocrita	Parasitica	indet.	indet.	indet.	indet.	type RFG/220217.063								1		1
Hymenoptera	Apocrita	indet.	indet.	indet.	indet.	indet.	<aptère>					1					1
Hymenoptera	Apocrita	indet.	indet.	indet.	indet.	indet.	<cf. échantillons>							1			2
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Geometroidea	Geometridae	Ennominae	Ascotis	terebraria				1-3						1-3
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Geometroidea	Geometridae	Ennominae	Cleora	acaciaria				1		1				2
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Geometroidea	Geometridae	Ennominae	Darisodes	orygaria orygaria				1						1
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Geometroidea	Geometridae	Geometrinae	Comostolopsis	leuconeura				1						2
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Geometroidea	Geometridae	Larentiinae	Chloroclystis	angelica				1						1
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Geometroidea	Geometridae	Larentiinae	Chloroclystis	exilipicta				1						2
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Geometroidea	Geometridae	Larentiinae	Eupithecia	graphiticata		1	1					1	2	5
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Geometroidea	Geometridae	Larentiinae	Xanthorrhoe	magnata				1						1
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Geometroidea	Geometridae	indet.	indet.	type BBC1/220218.165_L			2							2
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Geometroidea	Geometridae	indet.	indet.	type RFG/220217.028_L									1	1
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Noctuoidea	Erebidae	Arctiinae	Eilema	squalida				1-3		1				1
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Noctuoidea	Erebidae	Erebinae	Achaea	eurypлага										1
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Noctuoidea	Erebidae	Erebinae	Argyrolopha	costibarbata						1-3				1-3
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Noctuoidea	Erebidae	Erebinae	Ericcia	albugula				1		1				2
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Noctuoidea	Erebidae	Herminiinae	Hydrillodes	avicularis			2			1				1
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Noctuoidea	Erebidae	Herminiinae	Hydrillodes	avicularis [poss]						1				1
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Noctuoidea	Erebidae	Herminiinae	Hydrillodes	uliginosalis						2				1
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Noctuoidea	Erebidae	Herminiinae	Hydrillodes	uliginosalis [poss]			1							1
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Noctuoidea	Erebidae	Herminiinae	Progonia	matlei										1
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Noctuoidea	Erebidae	Hypeninae	Hypena	anderesi						1-3				1-3
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Noctuoidea	Erebidae	Hypeninae	Hypena	frappieralis						1				1
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Noctuoidea	Erebidae	Hypeninae	Hypena	simplicis										2
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Noctuoidea	Erebidae	Hypeninae	Hypena	viettei										2
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Noctuoidea	Erebidae	Hypeninae [poss]	indet.	type CAL/220331.113_L					5					5
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Noctuoidea	Erebidae	Hypenodinae	Luceria	africana										2
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Noctuoidea	Noctuidae	Hadeninae	Aospasta	rubiana				3		1				4
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Noctuoidea	Noctuidae	Noctuinae	Ochropleura	leucogaster				2		1				3
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Noctuoidea	Noctuidae	Xyleninae	Athetis	ignava [prob]						3				3
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Noctuoidea	Noctuidae		Euplexia	borbonica										1
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Noctuoidea	Nolidae	Nolinae	Nola	gr. herbuloti				2						4
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Papilionoidea	Hesperiidae	Pyrginae	Eagris	sabadius sabadius							1			1
Lepidoptera	Dytrisia	Macrolepidoptera	Papilionoidea	Nymphalidae	Nymphalinae	Antanartia	borbonica					1					1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Copromorphaidea	Carposiniidae	Carposininae	Peritrichocera	tsilaosa [prob]										1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Gelechioidea	Cosmopterigidae	Cosmopteriginae	Eteobalea	vinsoni abcedella										1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Gelechioidea	Cosmopterigidae [poss]	indet.	indet.	<cf. photos> (type BBC1/220120.067)	1									1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Gelechioidea	Depressariidae	Stenommatinae	Orygocera	amphytricha										1-3
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Gelechioidea	Gelechiidae	Anacampsininae	Anarsia	vinsonella				1						1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Gelechioidea	Gelechiidae	indet.	indet.	type BBC1.20220120_213336				1						1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Gelechioidea	Oecophoridae	Oecophorinae	Ancylometis	type RFG.20220131_204115										1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Gelechioidea	Oecophoridae	Oecophorinae	Ancylometis/Metacharda	<cf. photos> (type BBC1/220120.062)	4									4

Ordre	Sous-ordre	Infra-Ordre	Super-Famille	Famille	Sous-Famille	Genre	Espèce	BBC1	BBC1	BBC1	CAL	CAL	CAL	RFG	RFG	RFG	Total	
								VUE	BAT	LUM	VUE	BAT	LUM	VUE	BAT	LUM	Total	
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Gelechioidea	Oecophoridae	Oecophorinae	Metachanda	type RFG.20220131_212402										1	1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Gelechioidea	Oecophoridae	indet.	Metachanda	type BBC1.20220120_212524			1								1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Gelechioidea	Stathmopodidae	Stathmopodinae	Calicotis	attiei										1-3	1-3
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Gelechioidea	indet.	indet.	indet.	<cf. photos> (type RFG/220131.131)										1	1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Gelechioidea	indet.	indet.	indet.	type RFG.20220131_205629										1	1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Pterophoroidea	Pterophoridae	Pterophorinae	Hellinsia	borbonicus			2							3	5
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Pyraloidea	Crambidae	Acentropinae	Eoophila	reunionalis						1-3				1-3	1-3
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Pyraloidea	Crambidae	Crambinae	Conocramboides	seychellellus										2	2
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Pyraloidea	Crambidae	Crambinae	Microcrambon	paphiellus			1							2	3
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Pyraloidea	Crambidae	Scopariinae	Scoparia	resinodes			3-10			3-10				3-10	10-30
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Pyraloidea	Crambidae	Spilomelinae	Piletocera	reunionalis/viperalis			3-10							3-10	10-30
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Pyraloidea	Crambidae	Spilomelinae	Syllepte	violacealis			1								1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Pyraloidea	Crambidae [prob]	indet.	indet.	type BBC1/220218.056_L		1									1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Pyraloidea	Crambidae [prob]	indet.	indet.	type BBC1/220218.164_L		5									5
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Pyraloidea	Crambidae [prob]	indet.	indet.	type BBC1/220218.164_L [poss]		1									1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Pyraloidea	Crambidae [prob]	indet.	indet.	type RFG/220217.166_L									5		5
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Pyraloidea	Pyrilidae	Galleriinae	Lamoria	clathrella										2	2
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Thyridoidea	Thyrididae	Striglininae	Banisia	clathrula										1	1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tineoidea	Tineidae	Erechthiinae	Erechthias	richardella			1								1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tineoidea	Tineidae	Hapsiferinae	Protaphreutis	borboniella			1							2	3
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tineoidea	Tineidae	Hapsiferinae	Tiquadra [poss]	<cf. photos>										1	1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tineoidea	Tineidae	Hapsiferinae	indet.	type RFG.20220131_212600										1	1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tineoidea	Tineidae	Hieroxestinae	Amphixystis	aromaticella			2								2
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tineoidea	Tineidae	Hieroxestinae	Amphixystis	sp géante										3	3
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tineoidea	Tineidae	Hieroxestinae	Amphixystis [poss]	type RFG.20220131_215749										1	1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tineoidea	Tineidae	Hieroxestinae	Opogona	omoscopa						6					6
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tineoidea	Tineidae	Hieroxestinae	Opogona	omoscopa [poss]										2	2
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tineoidea	Tineidae	Hieroxestinae	Opogona	phaeochalca [poss]						3				3	6
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tineoidea	Tineidae	Hieroxestinae	Opogona	indet.										1	1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tineoidea	Tineidae	indet.	indet.	type CAL.20220331_192728						4					4
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tortricoidea	Tortricidae	Chlidanotinae	Trimalitis	scalifera										1	1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tortricoidea	Tortricidae	Olethreutinae	Bactra	critopha [prob]			1-3								1-3
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tortricoidea	Tortricidae	Olethreutinae	Cosmorrhyncha	acrocrosma [prob]										2	2
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tortricoidea	Tortricidae	Olethreutinae	Crociosema	plebejana [prob]										2	2
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tortricoidea	Tortricidae	Olethreutinae	Episimoides	erythraea			1								1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tortricoidea	Tortricidae	Olethreutinae	Eucosmocydia	belouvensis		1	3								4
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tortricoidea	Tortricidae	Olethreutinae	Lobesia	rapta										3	3
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tortricoidea	Tortricidae	Olethreutinae	Thaumatotibia	destrumeli										1	1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tortricoidea	Tortricidae	Olethreutinae	Thaumatotibia	economia										1	1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tortricoidea	Tortricidae	Olethreutinae	Thaumatotibia	etiennae										2	2
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tortricoidea	Tortricidae	Tortricinae	Borboniella	striata			1-3								1-3
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tortricoidea	Tortricidae	Tortricinae	Borboniella	viettei [poss]			1-3								1-3

Ordre	Sous-ordre	Infra-Ordre	Super-Famille	Famille	Sous-Famille	Genre	Espèce	BBC1	BBC1	BBC1	CAL	CAL	CAL	RFG	RFG	RFG	Total
								VUE	BAT	LUM	VUE	BAT	LUM	VUE	BAT	LUM	Total
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tortricoidea	Tortricidae	Tortricinae	Borboniella	type BBC1.20220120_195723			1							1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tortricoidea	Tortricidae	Tortricinae	Borboniella	type BBC1.20220120_195724			1							1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tortricoidea	Tortricidae	Tortricinae	Borboniella	type BBC1.20220120_202604			1							1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tortricoidea	Tortricidae	Tortricinae	Borboniella	type BBC1.20220120_214437			1-3							1-3
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tortricoidea	Tortricidae	Tortricinae	Borboniella	type CAL.20220331_201206						1				1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Tortricoidea [prob]	Tortricidae [prob]	indet.	indet.	type RFG/220217.169_L								1		1
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Yponomeutoidea	Glyphipterigidae	indet.	Chrysocentris	costella			1-3							1-3
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Yponomeutoidea [poss]	Praydidae [poss]	Praydinae [poss]	Prays [poss]	type RFG.20220131_211842										1-3
Lepidoptera	Dytrisia	Microlepidoptera	Yponomeutoidea [poss]	indet.	indet.	indet.	type RFG.20220131_214719										1-3
Lepidoptera	Dytrisia	indet.	indet.	indet.	indet.	indet.	indet.	1							1		2
Lepidoptera [poss]	Dytrisia [poss]	Microlepidoptera [poss]	Pyraloidea [poss]	Crambidae [poss]	indet.	indet.	indet.				2						2
Neuroptera	Hemerobiiformia	<na>	Coniopterygoidea	Coniopterygidae	<na>	indet.	type BBC1/220218.054		1								1
Neuroptera	Hemerobiiformia	<na>	Hemerobioidae	Hemerobiidae	<na>	Hemerobius	type BBC1/220218.017			3							3
Neuroptera	Hemerobiiformia	<na>	Hemerobioidae	Hemerobiidae [poss]	<na>	indet.	type BBC1/220120.015_L		2								2
Odonata	Anisoptera	<na>	<na>	Aeschnidae	<na>	Anax	imperator mauritanus	1									1
Odonata	Anisoptera	<na>	<na>	Aeschnidae	<na>	Gynacantha	bispina										2
Odonata	Anisoptera	<na>	<na>	Corduliidae	<na>	Hemicordulia	atrovirens										3
Odonata	Anisoptera	<na>	<na>	Libellulidae	<na>	Pantala [poss]	flavescens [poss]	1									1
Odonata	Anisoptera	<na>	<na>	Libellulidae	<na>	Trithemis [prob]	annulata haematina [prob]							1			1
Odonata	Zygoptera	<na>	<na>	Coenagrionidae	<na>	Coenagrionemnis	reuniense	10-30				1-3					6
Orthoptera	Ensifera	<na>	Grylloidea	Gryllidae	Trigonidiinae	Anaxipha_ex	brevipennis				1-3						1-3
Orthoptera	Ensifera	<na>	Grylloidea	Gryllidae	Trigonidiinae	Rhincogryllus	viettei		1								1
Orthoptera	Ensifera	<na>	Grylloidea	Gryllidae	Trigonidiinae	Rhincogryllus [prob]	viettei [prob]					8					8
Orthoptera	Ensifera	<na>	Grylloidea	Gryllidae	Trigonidiinae	Rhincogryllus [poss]	viettei [poss]		3			8					11
Orthoptera	Ensifera	<na>	Grylloidea	Gryllidae	Trigonidiinae	Trigonidium	obscuripennis								1		1
Orthoptera	Ensifera	<na>	Grylloidea	Gryllidae	Trigonidiinae	Trigonidium [poss]	obscuripennis [poss]					3			1		4
Orthoptera	Ensifera	<na>	Grylloidea	Gryllidae	Trigonidiinae	indet.	indet.					2			1		3
Orthoptera	Ensifera	<na>	Grylloidea	Gryllidae	indet.	indet.	indet.								2		2
Orthoptera	Ensifera	<na>	Tettigonioidae	Tettigoniidae	Meconematinae	Paradecolya	inexpectata		1								1
Phasmatodea	<na>	<na>	<na>	Phasmidae	<na>	Rhaphiderus	spiniger							1-3			1-3
Psocoptera	indet.	<na>	<na>	indet.	<na>	indet.	type BBC1/220120.131			1							1
Psocoptera	indet.	<na>	<na>	indet.	<na>	indet.	type BBC1/220218.116		2								2
Psocoptera	indet.	<na>	<na>	indet.	<na>	indet.	indet.	1									1
Thysanoptera	Terebrantia	<na>	<na>	indet.	<na>	indet.	type BBC1/220218.137		2								2
Thysanoptera	Terebrantia	<na>	<na>	indet.	<na>	indet.	type BBC1/220218.137_ [poss]			1							1
Thysanoptera	Terebrantia	<na>	<na>	indet.	<na>	indet.	type RFG/220217.102								4		4
Thysanoptera	Tubifera	<na>	<na>	indet.	<na>	indet.	type BBC1/220218.192		2								2
Thysanoptera	Tubifera	<na>	<na>	indet.	<na>	indet.	type BBC1/220218.192_ [poss]					1					1

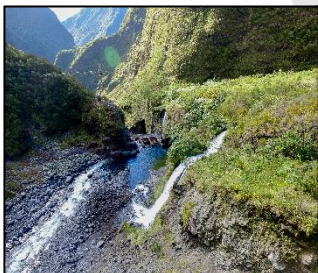
Ordre	Sous-ordre	Infra-Ordre	Super-Famille	Famille	Sous-Famille	Genre	Espèce	BBC1	BBC1	BBC1	CAL	CAL	CAL	RFG	RFG	RFG	Total	
								VUE	BAT	LUM	VUE	BAT	LUM	VUE	BAT	LUM	Total	
Trichoptera	<na>	<na>	<na>	Hydropsychidae	<na>	Hydropsyche	mokaensis			6						8	14	
Trichoptera	<na>	<na>	<na>	Hydroptilidae	<na>	Hydroptila	grucheti						5			10	15	
Trichoptera	<na>	<na>	<na>	Hydroptilidae	<na>	Hydroptila	grucheti [poss]						1				1	
Trichoptera	<na>	<na>	<na>	Hydroptilidae	<na>	Hydroptila	kieneri						1		1		2	
Trichoptera	<na>	<na>	<na>	Hydroptilidae	<na>	Hydroptila	kieneri [poss]						2				3	
Trichoptera	<na>	<na>	<na>	Hydroptilidae	<na>	Hydroptila	kieneri [prob]			1			5		2	2	10	
Trichoptera	<na>	<na>	<na>	Hydroptilidae	<na>	Hydroptila	takamaka/grucheti									3	3	
Trichoptera	<na>	<na>	<na>	Hydroptilidae	<na>	Hydroptila	indet.									1	1	
Trichoptera	<na>	<na>	<na>	Hydroptilidae	<na>	Hydroptila [poss]	indet.									1	1	
Trichoptera	<na>	<na>	<na>	Hydroptilidae	<na>	Hydroptila [prob]	kieneri [prob]									1	1	
Trichoptera	<na>	<na>	<na>	Hydroptilidae	<na>	Hydroptila [prob]	indet.								1		1	
Trichoptera	<na>	<na>	<na>	Hydroptilidae	<na>	Oxyethira?	type CAL/220331.185						1				1	
Trichoptera	<na>	<na>	<na>	Hydroptilidae	<na>	Oxyethira	type RFG/220131.043										6	6
Trichoptera	<na>	<na>	<na>	Leptoceridae	<na>	Leptocerina	pauliani	3		30-100							30-100	
Trichoptera	<na>	<na>	<na>	Leptoceridae	<na>	Oecetis	type BBC1/220120.510			10							10	
Trichoptera	<na>	<na>	<na>	Philopotamidae	<na>	Chimarra [prob]	bettinae [poss] (type RFG/220131.018)								1	3-10	12	
Polydesmida	<na>	<na>	<na>	Paradoxosomatidae	<na>	Oxidus [prob]	gracilis [prob]	1		1-3							1-3	
TOTAL								61	432	371	12	287	207	13	835	258	2476	



Projet INVERDO

Vers une meilleure conservation de la biodiversité aquatique dans les cours d'eau des "Hauts" de la Réunion

Note technique sur les prélèvements et analyses de macroinvertébrés benthiques aquatiques



V1
13/08/2021

1. Contexte et objectifs de la note

Le projet INVERDO (OLE, OCEA&PNR. 2021-2023) vise à mieux appréhender la biodiversité patrimoniale des cours d'eau dans les zones d'altitude, et particulièrement en cœur de Parc National, ainsi que le fonctionnement de ces hydrosystèmes, pour permettre aux gestionnaires de disposer d'éléments clés pour le rapportage, la diffusion, la gestion et la protection des milieux.

Il s'articule en deux phases :

- Une première phase d'analyses du fonctionnement des systèmes apicaux et de sélection de sites à enjeu élevé en termes de biodiversité dans l'objectif d'y développer des inventaires originaux,
- Une seconde phase de mise en place d'inventaires originaux des macroinvertébrés benthiques afin d'améliorer les connaissances sur leurs traits d'histoire de vie et proposer des outils de gestion adaptés.

Une première version des stations d'étude et protocoles envisagés a été présentée lors du COPIL-COTECH du 29 Juin 2021. Des échanges techniques s'en sont suivis avec certains membres du COPIL, permettant de préciser certains points méthodologiques au terme de quelques analyses. Courant Juillet 2021, des prospections terrain ont été réalisées par les équipes d'OCEA afin de vérifier sur site l'adéquation entre les objectifs de l'étude et le plan d'échantillonnage prévisionnel.

De plus, au vu du caractère exploratoire de ce projet, des analyses préalables au déploiement des opérations prévues en Phase 2 se sont avérées nécessaires, afin de déterminer précisément le mode opératoire adapté aux objectifs du projet.

Cette note synthétise les éléments collectés lors des repérages ainsi que les résultats des analyses réalisées pour dimensionner les protocoles d'inventaires. Elle propose ainsi une nouvelle liste de sites d'études, les protocoles qui y seront déployés, et les données qui seront collectées et analysées dans la Phase 2.

2.Choix des sites d'étude

2.1 Liste de stations proposée au COPIL

15 stations INVERDO (Tableau 1) ont été sélectionnées pour être échantillonnées, selon les critères suivants :

- Zones à forte biodiversité et/ou hébergeant des taxons rares à l'échelle de l'île (d'après analyses historiques)
- Sites non inventoriés à ce jour
- Absence / peu de pressions connues
- Altitude élevée (proche des 1 000 m)
- Accès connus (< ½ journée de marche)
- Systèmes en eau (écoulements de surface) à minima trois mois consécutifs dans l'année

A partir de ces éléments, un plan d'échantillonnage destiné à inventorier au mieux la diversité taxonomique élective des hauts de l'île a été élaboré (Tableau 1).

Tableau 1 : Stations INVERDO d'origine.

Bassin versant	Nom	Altitude approximative (m)	Cœur de PNR
Galets	Ravine Grand-Mère	1 000	Oui
	Bras Bémale	1 200	Oui
Marsouins	Bras Chansons	1 300	Oui
	Bras Misère	1 500	Oui
Mât	Source Manouilh	1 200	Oui
	Ravine des Merles	1 700	Oui
Pluies	Ravine Mère Canal	1 400	Oui
Remparts	Source Eboulis Rouge	1 000	Oui
Saint-Jean	Petite Rivière Saint Jean	800	Oui
Sainte-Suzanne	Rivière Sainte Suzanne	1 000	Oui
	Bras Laurent	900	Oui
Saint-Etienne - Bras de Cilaos	Ravine Calumets	1 200	Oui
	Bras l'Eustache	1 500	Oui
Saint-Etienne - Bras de la Plaine	Source Hirondelles	900	Non
	Bras sec	600	Non

Cette liste a été soumise au COPIL fin Juin 2021.

2.2 Repérages effectués

Afin de vérifier l'adéquation entre les sites ainsi proposés et les objectifs du projet, des repérages ont eu lieu courant juillet-août sur dix des sites proposés initialement.

Les cinq autres sites n'ayant pas fait l'objet de prospections, sont soit connus par OCEA (inventaires passés, hors macroinvertébrés), soit connus des agents du PNR.

Ces éléments figurent dans le tableau suivant :

Tableau 2: Liste des sites prospectés

Bassin versant	Nom	Prospections Juillet-août 2021	Prospections antérieures
Galets	Ravine Grand-Mère		OCEA
	Bras Bémale	x	
Marsouins	Bras Chansons	x	
	Bras Misère	x	
Mât	Source Manouilh		OCEA
	Ravine des Merles	x	
Pluies	Ravine Mère Canal	x	
Remparts	Source Eboulis Rouge		PNR
Saint-Jean	Petite Rivière Saint Jean	x	
Sainte-Suzanne	Rivière Sainte Suzanne	x	
	Bras Laurent	x	
Saint-Etienne - Bras de Cilaos	Ravine Calumets	x	
	Bras l'Eustache		PNR
Saint-Etienne - Bras de la Plaine	Source Hirondelles		OCEA
	Bras sec	x	

Sur chacun des sites prospectés, les paramètres suivants ont été relevés :

- Les types de faciès et de substrats
- Les largeurs mouillées, afin de déterminer l'enveloppe des stations d'échantillonnage
- Les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement
- Différents paramètres physico-chimiques (température, oxygène)
- Les noms des différents taxons observés

Le détail des données ainsi relevées figure en Annexe 1.

Ces prospections ont conduit à écarter six stations du plan d'échantillonnage, en raison de caractéristiques inadéquates en termes d'hydrologie, de diversité des habitats et de difficultés d'accès, comme résumé dans le tableau suivant :

Tableau 3: Déclassement des sites prospectés

Secteur	Bassin versant	Cours d'eau	Déclassement
Salazie- Hell Bourg	Mât	Source Manouilh	Débit et largeurs trop élevés
Hauts Ste Suzanne	Pluies	Ravine Mère Canal	Intermittence élevée
	Saint-Jean	Petite Rivière Saint Jean	Homogénéité des substrats, accès difficile
		Rivière Sainte Suzanne	Débit et largeurs trop élevés
	Sainte-Suzanne	Bras Laurent	Débit et largeurs trop élevés
		Bras sec	A sec

Ces caractéristiques peuvent avoir une influence majeure sur la composition des peuplements de macroinvertébrés (voir analyses RCS MIB).

A contrario, dans les secteurs prospectés, d'autres cours d'eau ou zones de cours d'eau susceptibles d'être retenues pour cette étude ont été repérées. Elles figurent dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4: Nouveaux sites repérés lors des prospections

Secteur	Bassin versant	Cours d'eau	Altitude approximative (m)	Cœur de PNR
Salazie- Hell Bourg	Mât	Ravine des Trois Cascades	900	Non
Hauts Ste Suzanne	Sainte-Marie	Bras du Bernica	1 200	Oui
	Saint-Jean	Ravine du Figaro	700	Oui

Ces observations ont permis de mettre en évidence la nécessité de prendre en compte des critères supplémentaires pour sélectionner les stations d'inventaire et ainsi répondre aux objectifs du projet. Ces critères sont :

- **Conditions hydrologiques** : ciblage de zones à faible à moyenne énergie (débits et largeur mouillée faibles) ;
- **Linéaire en eau** : nécessité de disposer d'un linéaire en eau équivalent environ à 20 x la largeur mouillée pour définir l'enveloppe de la station d'inventaire ;
- **Diversité des substrats** : recherche de mosaïques diversifiées, avec des substrats organiques et minéraux, recherchant en priorité les plus biogènes (d'après la hiérarchisation utilisée dans IBGN (AFNOR, 1992, 2004) ;
- **La zonation longitudinale** : l'approche par le nombre de Strahler à partir de la BD Carthage n'étant pas assez discriminante (toutes les zones identifiées sont de rang 1), une confirmation sur site ou par imagerie est nécessaire ;
- **La présence de taxons à fort enjeux de conservation** (rare, endémiques, indigènes,...) : observation sur site permettant de confirmer le caractère biogène des habitats.

Enfin, il paraît pertinent de prendre en compte la notion de « secteurs » géographiques, parfois davantage structurants sur les populations de macroinvertébrés que l'enveloppe des bassins versants.

2.3 Prise en compte des ravines

Au vu des observations issues des repérages, il a été décidé d'élargir les prospections en termes de zonation longitudinale et de bassins versants pris en compte.

Ainsi, un travail complémentaire d'analyses cartographiques a été réalisé afin de sélectionner des cours d'eau et ravines d'intérêt pour l'étude.

Pour ce faire, de nouveaux critères ont été appliqués à partir du réseau hydrographique de la BD Carthage et de l'occupation des sols (SCAN25) :

- Portions apicales (rang de Strahler de 1),
- Lit de plein bord marqué d'après la topographie,
- Absence de pressions apparentes en amont (pas d'habitations ni d'infrastructures visibles),
- Accès relativement facile (dénivelé et distances permettant un accès inférieur à 3h)

Un nombre total de 77 zones a ainsi été identifié, comme illustré ci-dessous (Figure 1).

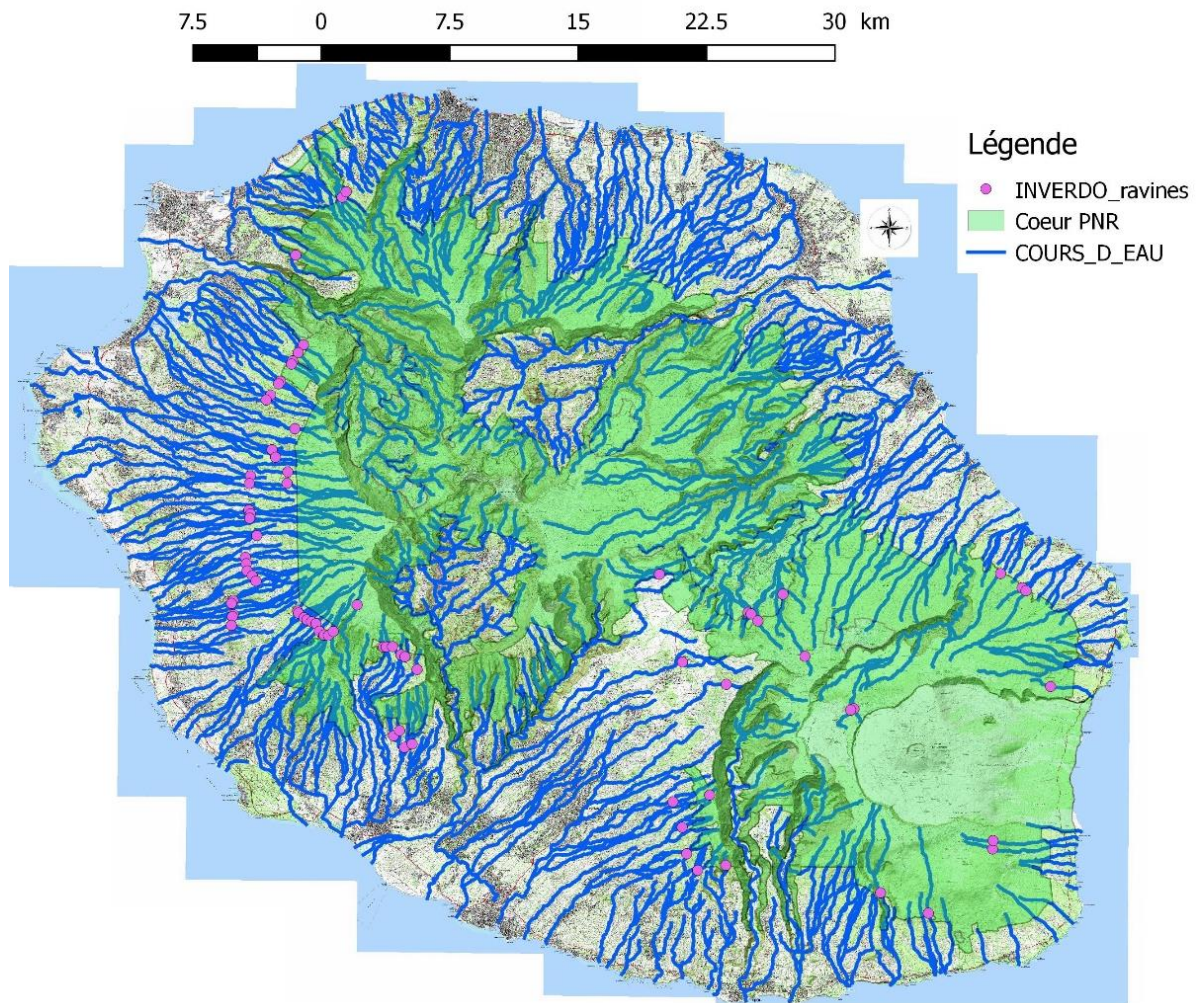


Figure 1 : Cartographie des zones de ravines identifiées, pour expertise auprès des agents du PNR.

Afin de connaître le degré d'intermittence des zones sélectionnées, les agents de secteur du PNR ont été de nouveau sollicités.

La prise en compte de certaines ravines sera discutée entre partenaires, en fonction des retours des agents.

2.4 Proposition d'une nouvelle liste de sites d'étude

A partir des différents éléments récoltés, un nouveau plan d'échantillonnage est ainsi proposé. Il reprend ainsi les neuf stations initialement proposées et non déclassées, trois stations repérées lors des prospections de juillet-août 2021, complétées de trois stations restant à définir, situées sur des ravines localisées dans les secteurs Nord, Ouest et Sud. Ces secteurs ont été retenus de façon à couvrir de façon équilibrée le territoire et ses spécificités (Tableau 5, Figure 2).

Tableau 5 : Stations INVERDO retenues et stations à définir (ravines Alpha à Charlie, en italique)

N°	Nom	Secteur	Bassin versant	Altitude approximative (m)	Cœur de PNR
1	Ravine Grand-Mère	Mafate- Orangers	Galets	1 000	Oui
2	Bras Bémale	Mafate- Ilet a Bourse		1 200	Oui
3	Bras Chansons	Bébour	Marsouins	1 300	Oui
4	Bras Misère			1 500	Oui
5	Ravine des Merles	Salazie- Plaine Merles		1 700	Oui
6	Source Eboulis Rouge	Remparts- cours principal	Remparts	1 000	Oui
7	Ravine Calumets	Cilaos- Palmiste Rouge	Saint-Etienne - Bras de Cilaos	1 200	Oui
8	Bras l'Eustache	Cilaos- Ilet à Cordes		1 500	Oui
9	Source Hirondelles	Grand Bassin- affluent	Saint-Etienne - Bras de la Plaine	900	Non
10	Ravine des Trois Cascades	Salazie- Hell Bourg	Mât	900	Non
11	Bras du Bernica	Hauts Ste Suzanne	Sainte-Marie	1 200	Oui
12	Ravine du Figaro		Saint-Jean	700	Oui
13	<i>Ravine Alpha</i>	<i>Ouest</i>	<i>nc</i>	<i>700-2000</i>	<i>nc</i>
14	<i>Ravine Beta</i>	<i>Sud</i>	<i>nc</i>	<i>700-2000</i>	<i>nc</i>
15	<i>Ravine Charlie</i>	<i>Nord</i>	<i>nc</i>	<i>700-2000</i>	<i>nc</i>

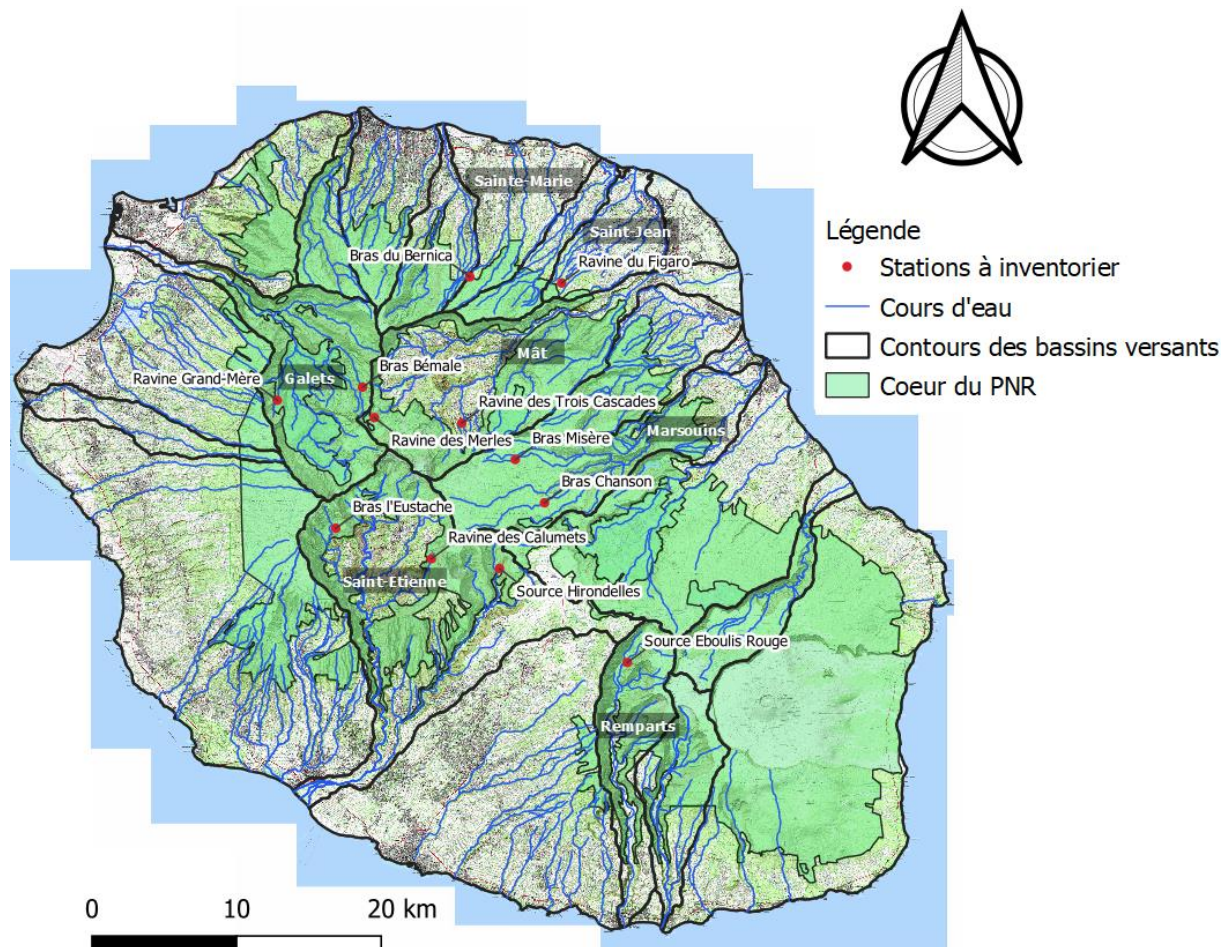


Figure 2 : Cartographie des 12 stations INVERDO retenues au 13/08/21. Restent à déterminer les stations situées sur les ravines Alpha à Charlie

Projet INVERDO. Vers une meilleure conservation de la biodiversité aquatique dans les cours d'eau des "Hauts" de la Réunion. Note technique sur les inventaires des stations INVERDO- 13/08/2021-

2.5 Proposition de planning pour les inventaires d'été 2021

Le planning actualisé suivant est proposé. Il reprend au mieux la version précédente en termes de date par secteur :

Tableau 6 : Planning prévisionnel des inventaires INVERDO en période d'été 2021. En italique : les stations à définir

Date	Secteur	Station 1	Station 2	Station 3
lundi 30 août 2021	Cilaos	Bras l'Eustache	Ravine Calumets	
mardi 31 août 2021	Mafate-Salazie	Ravine des Merles	Bras Bémale	
mercredi 1 septembre 2021	Bébour	Bras Misère	Bras Chansons	
jeudi 2 septembre 2021	Remparts par nez de bœuf	Source Eboulis Rouge	x	
vendredi 3 septembre 2021	Salazie	Ravine des Trois Cascades	x	
lundi 6 septembre 2021	Galets	Ravine grand-mère	x	
mardi 7 septembre 2021	Hauts Ste Suzanne	Bras du Bernica	Ravine du Figaro	<i>Ravine Charlie Secteur Nord</i>
mercredi 8 septembre 2021	Ouest- Sud	<i>Ravine Alpha Ouest</i>	<i>Ravine Beta Sud</i>	
jeudi 9 septembre 2021	Grand Bassin	Source Hirondelles	x	x
<i>vendredi 10 septembre 2021</i>	<i>secours</i>			

3. Protocoles proposés

3.1 Analyses sur l'ordre d'habitabilité des substrats adapté au contexte réunionnais

Ces analyses visent à dimensionner le protocole final de prélèvement à l'aide du filet Surber. Cette démarche s'inspire de la Circulaire DCE (2007) préconisant de réaliser les échantillonnages selon un ordre de priorité correspondant à une habitabilité décroissante des substrats pour le benthos.

L'objectif de ces analyses préliminaires est de visualiser une distribution de la richesse taxonomique selon les substrats dominants et éventuellement définir quel(s) substrat(s) abritent la richesse taxonomique la plus élevée et inversement.

3.1.1 Stations-dates prises en compte

Les relations entre richesse taxonomique et composition des substrats ont été étudiées sur un jeu de données historiques issues de station d'altitude élevée (>1000 m).

Ce jeu de stations, étant toutes localisées en zones apicales (altitude à 1 000 m), et en majorité en cœur de parc national, peut être considéré comme un pool de sites de référence, soumises à un niveau de pression nul ou très faible. Au regard de ces éléments, il doit être représentatif des stations qui seront inventoriées dans la Phase 2 du projet.

Ainsi, les données récoltées de 2017 à 2020 ont été traitées (données brutes détenues par OCEA, étant opérateur sur cette période).

Un total de 13 stations-dates, issues du RCS Macroinvertébrés (OLE&OCEA, 2017 à 2019) et de l'étude sur la Truite-arc-en-ciel (OCEA, INRAE, FDPPMA 974, OFB, 2020) a été compilé (Tableau 7). L'ensemble de ces données représente 156 placettes (12 placettes par station-date).

Tableau 7 : Liste des stations-dates utilisées pour les analyses d'ordre d'habitabilité.

Station-date	Etude
Affluent RD Ravine Marla_2019-07-25	TAC
Bras Cabot bassin Hirondelles_2019-07-30	TAC
Ravine Blanche_2019-09-24	TAC
La rivière des Galets à Marla_2017-10-10	RCS 2017
La Rivière des Galets Trois Roches_2017-10-11	RCS 2017
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)_2017-10-16	RCS 2017
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec) 2017-10-19	RCS 2017
La rivière des Galets à Marla_2018-10-16	RCS 2018
La Rivière des Galets Trois Roches_2018-10-17	RCS 2018
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)_2018-10-22	RCS 2018
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec) 2018-10-30	RCS 2018
La rivière des Galets à Marla_2019-10-14	RCS 2019
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec) 2019-11-06	RCS 2019

3.1.2 Classes de substrats renseignées

Au sein de chaque stations-dates, la granulométrie a été décrite en pourcentage selon la classification de Malavoi & Souchon (2002).

On notera que pour les analyses menées dans le présent document, seule la classe granulométrique dominante a été retenue.

Les classes de substrats ont été renseignées de façon hétérogène sur les périodes d'étude. Le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** renseigne les classes ainsi disponibles sur les stations-dates.

Ainsi les données récoltées dans le cadre du RCS pour les années 2019-2020 présentent 15 modalités pour les classes de substrats. Parmi ces substrats, trois, ne représentant pas la fraction minérale, ne disposent pas de code SANDRE (Tableau 8).

Les classes de substrats renseignées dans le cadre du RCS pour les années 2017 et 2018, ainsi que celles de l'étude TAC, concernent 11 modalités, couvrant toutes des fractions minérales, et disposant d'un code SANDRE (Tableau 8).

Tableau 8 : Classes de substrats renseignées selon les stations-dates.

Etude	Substrat	Code SANDRE
RCS 2019-2020	Argiles	S29
	Limons	S25
	Sable fin	S25
	Sable grossier	S25
	Graviers	S9
	Cailloux	S24
	Pierres	S24
	Blocs	S30
	Rochers	S14
	Dalles	S29
	Chevelu racinaire	S5
	Litière	S30
	Végétation aquatique	NULL
	Végétation surplombante	NULL
	Sous-berge	NULL
RCS 2017-2018 et TAC	Argiles- Limons	S29- S25
	Sable fin	S25
	Sable grossier	S25
	Graviers fins	S9
	Graviers grossiers	S9
	Cailloux fins	S24
	Cailloux grossiers	S24
	Pierres fines	S24
	Pierres grossières	S24
	Blocs	S30
	Rochers - Dalles	S14- S29

Afin de prendre en compte l'ensemble des placettes (156 au total) avec une qualification des substrats homogène, les classes granulométriques sont retenues pour la suite des analyses au niveau le moins précis (6 classes), comme suit (Tableau 9) :

Tableau 9 : Classes granulométriques retenues pour les analyses avec la richesse taxonomique.

Substrat	Code SANDRE
Limons, argiles	S25- S29
Sables fin et grossier	S25
Graviers fin et grossier	S9
Cailloux, Pierres	S24
Blocs	S30
Rochers- Dalles	S14- S29

3.1.3 Richesse taxonomique prise en compte

Une richesse taxonomique corrigée a été prise en compte dans les analyses suivantes, afin d'éviter les redondances taxonomiques. En effet, certains taxons ne sont pas identifiables jusqu'au rang de l'espèce. Cela peut concerner des individus au stade nymphal ou larvaire dont les connaissances actuelles ne permettent pas l'identification jusqu'au rang de l'espèce ou encore des individus trop dégradés pour être correctement identifiés. Ainsi, ces individus sont tout de même inventoriés à un rang supérieur dans la classification.

Selon la prise en compte ou non de ces taxons, certains descripteurs des peuplements peuvent voir leur valeur évoluer, particulièrement la richesse taxonomique.

Ainsi, des règles (Annexe 2) ont été mises en œuvre par OCEA pour le calcul de la richesse taxonomique :

Les individus (*taxon spp.*) d'un prélèvement ne pouvant être identifiés au rang de l'espèce sont identifiés à la famille ou à un rang taxonomique plus élevé selon les cas (d'après les ouvrages de références de Tachet et al., 2010 ; Forcellini et al., 2015).

- Si des individus (*sp.*) de cette famille (ou rang taxonomique plus élevé) sont déjà identifiés au rang de l'espèce dans la même station, alors le *taxon spp.* ne sera pas dénombré pour le calcul de la richesse spécifique ;
- Si aucun individu appartenant à cette famille (ou rang taxonomique plus élevé) n'a été identifié au sein de la station, le *taxon spp.* sera dénombré pour le calcul de la richesse spécifique.

3.1.4 Résultats des analyses entre classes de substrats et richesse taxonomique

Les règles décrites précédemment ont été appliquées sur un jeu de données de 13 stations-dates (Tableau 7). Ainsi, pour les substrats dominants de chaque micro-prélèvement de ces stations-dates, la richesse taxonomique corrigée a été calculée. La moyenne de ces richesses par type de substrat et par station-date est à retrouver en Tableau 8.

Tableau 10 : Richesses taxonomiques moyennes par station-date et par catégorie de substrat majoritaire. NA : substrat non renseigné comme présent ou majoritaire

Stations-dates	Blocs	Graviers	Limons	Pierres-Cailloux	Rochers-Dalles	Sables	Moyenne richesse
Affluent RD Ravine Marla_2019	9	9	7	8	11	NA	9
Bras Cabot bassin Hirondelles_2019	6	NA	5	6	6	3	5
La rivière des Galets à Marla_2017	10	8	NA	9	10	NA	9
La rivière des Galets à Marla_2018	6	NA	NA	8	5	NA	6
La rivière des Galets à Marla_2019	8	16	NA	13	9	NA	12
La Rivière des Galets Trois Roches_2017	9	9	NA	9	8	13	9
La Rivière des Galets Trois Roches_2018	12	12	NA	10	11	14	12
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)_2017	6	NA	NA	NA	6	NA	6
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)_2018	NA	NA	NA	7	4	NA	6
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)_2017	9	7	NA	8	6	9	8
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)_2018	9	10	6	10	11	11	10
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)_2019	11	17	11	16	14	NA	14
Ravine Blanche_2019	6	13	12	10	12	NA	10
Moyenne richesse	8	11	8	9	9	10	9

Ce premier niveau d'analyse révèle une richesse taxonomique à l'échelle de la station-date fluctuant entre 5 et 14. Les stations-dates présentant les richesses les plus élevées sont le Bras de Benjoin-2019, la rivière des Galets à Marla- 2019 et La Rivière des Galets à 3 Roches- 2018. **Ces richesses élevées ne semblent pas liées à un substrat majoritaire en particulier.**

Afin d'identifier d'éventuelles corrélations entre la richesse taxonomique et les substrats dominants, des box-plot ont été réalisées à partir des données issues des placettes :

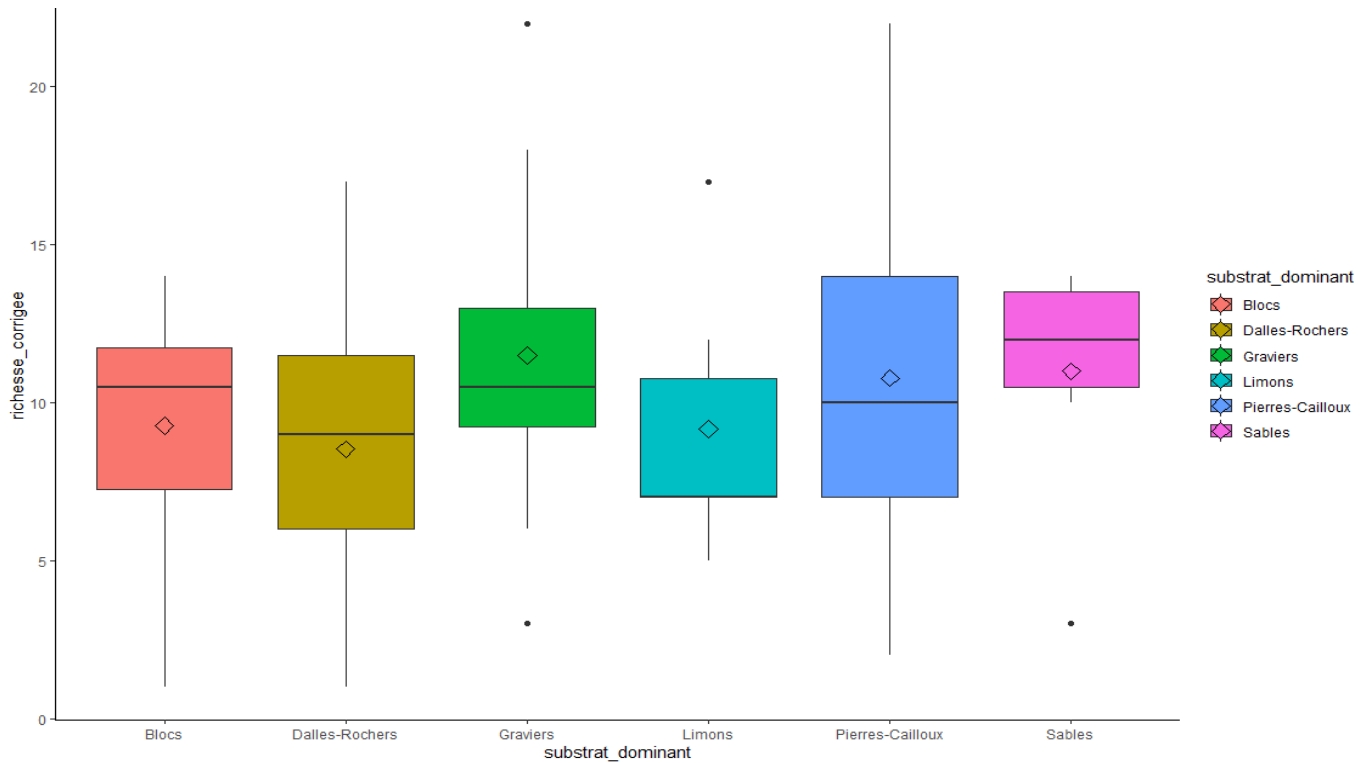


Figure 3 : Box-plots illustrant la variation des richesses taxonomiques observées en fonction des classes de granulométrie dominante.

Ce niveau d'analyses ne permet *a priori* pas de hiérarchiser les classes de substrat plus biogènes selon la richesse taxonomique. En effet, aucune classe de substrat majoritaire ne semble se distinguer par une richesse taxonomique élevée.

Tableau 11 : Nombre de placettes par catégorie de substrat et par station-date. NA : substrat non renseigné comme présent ou majoritaire

Stations-dates	Blocs	Gravier	Limons	Pierres-Cailloux	Rochers -Dalles	Sables	Total
Affluent RD Ravine Marla_2019	4	1	1	7	1	NA	14
Bras Cabot bassin Hirondelles_2019	3	NA	1	7	2	1	14
La rivière des Galets à Marla_2017	2	3	NA	2	8	NA	15
La rivière des Galets à Marla_2018	3	NA	NA	4	6	NA	13
La rivière des Galets à Marla_2019	2	2	NA	3	9	NA	16
La Rivière des Galets Trois Roches_2017	2	2	NA	4	4	2	14
La Rivière des Galets Trois Roches_2018	2	3	NA	9	1	1	16
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)_2017	1	NA	NA	NA	11	NA	12
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)_2018	NA	NA	NA	5	7	NA	12
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)_2017	3	5	NA	3	3	2	16
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)_2018	1	1	1	7	3	1	14
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)_2019	1	2	1	8	2	NA	14
Ravine Blanche_2019	2	3	2	8	2	NA	17
Total	26	22	6	67	59	7	187

Ces résultats sont à interpréter avec prudence puisque certains substrats, notamment « Limons » et « Sables » (Tableau 11), sont représentés par un faible nombre de placettes. La richesse taxonomique est également à prendre avec précaution en raison des limites actuelles de détermination taxonomique.

Au vu de ces premiers résultats, des analyses complémentaires ont été réalisées pour évaluer le caractère biogène des substrats, au regard de la polluo-sensibilité.

De façon analogue aux travaux de Meyer et al. (2020), les Trichoptères peuvent être considérés comme les taxons les plus polluo-sensibles des peuplements de macroinvertébrés benthiques présents dans les cours d'eau réunionnais. En effet, étant pour la plupart « rhéophiles », les Trichoptères caractérisent les milieux lotiques et sont exigeants quant à la qualité de l'eau (notamment quant à la teneur en oxygène dissous).

Des box-plots ont ainsi été réalisés à partir de l'abondance en Trichoptères en fonction des classes de substrat majoritaire, comme suit :

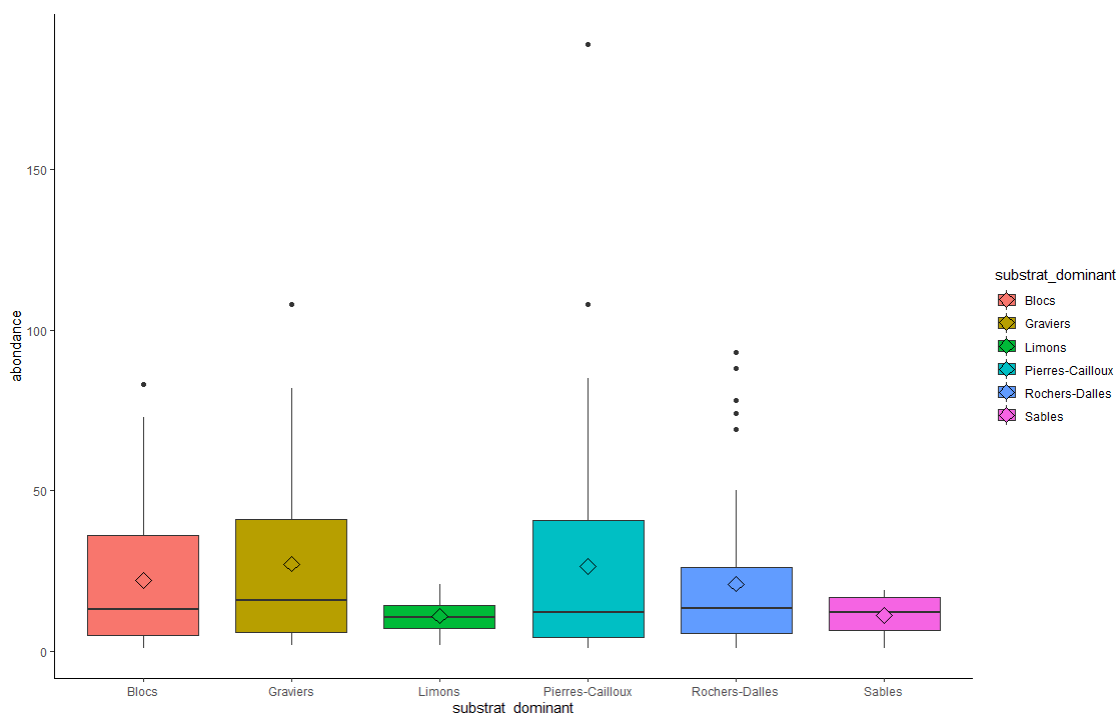


Figure 4 : Box-plots illustrant la variation des abondances observées des trichoptères en fonction des classes de granulométrie dominante.

Ces analyses, comme précédemment, ne permettent pas de hiérarchiser les classes de substrat plus biogènes selon l'abondance en Trichoptères.

Là aussi les résultats sont à interpréter avec prudence au vu de l'hétérogénéité du nombre de placette par catégorie de substrat utilisé pour réaliser ces analyses (Tableau 12).

Tableau 12 : Nombre de placettes par catégorie de substrat et par station-date des trichoptères NA : substrat non renseigné comme présent ou majoritaire

Station-date	Blocs	Graviers	Limons	Pierres-Cailloux	Rochers-Dalles	Sables	Total
Affluent RD Ravine Marla_2019	3	NA	NA	5	1	NA	9
Bras Cabot bassin Hirondelles_2019	1	NA	NA	5	1	NA	7
La rivière des Galets à Marla_2017	2	3	NA	2	8	NA	15
La rivière des Galets à Marla_2018	2	NA	NA	4	3	NA	9
La rivière des Galets à Marla_2019	2	2	NA	3	9	NA	16
La Rivière des Galets Trois Roches_2017	2	2	NA	4	2	2	12
La Rivière des Galets Trois Roches_2018	2	3	NA	8	1	1	15
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)_2017	1	NA	NA	NA	11	NA	12
La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)_2018	NA	NA	NA	5	6	NA	11
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)_2017	3	5	NA	3	3	2	16
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)_2018	1	1	1	7	3	1	14
Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)_2019	1	2	1	8	2	NA	14
Ravine Blanche_2019	1	3	2	8	2	NA	16
Total	21	21	4	62	52	6	166

3.1.5 Substrats identifiés lors des opérations de repérage

Lors des prospections de juillet -août 2021, les différents types de substrats observés ont été relevés. Le détail par station figure dans le tableau suivant :

Tableau 13 : Substrats identifiés lors des repérages sur chacune des stations prospectées.

Substrat / Station	Bryophytes	Litière, Branches, Racines	Pierres, Galets	Blocs	Graviers	Hélophytes	Sables, Limons	Algues	Dalles, Argiles	Total
Ravine Mère Canal	X	X	X	X					X	5
Bras du Bernica	X	X	X		X				X	5
Petite Rivière Saint-Jean				X					X	2
Ravine du Figaro	X	X	X	X				X		5
Bras Laurent	X		X	X					X	4
Rivière Sainte-Suzanne		X	X	X					X	4
Bras Misère		X	X	X					X	4
Bras Chanson	X	X	X	X					X	5
Ravine des Merles	X	X	X	X	X	X		X		7
Bras Bémale	X	X	X	X	X		X		X	7
Ravine des Trois Cascades	X	X	X	X	X				X	6
Bras Long	X		X	X						3
Ravine Calumets		X	X	X				X		4
Fréquence d'observation	69 %	77 %	92 %	92 %	31 %	8 %	8 %	23 %	69 %	Moyenne :5

Un nombre total de neuf substrats a ainsi pu être observé, allant de deux à sept substrats différents selon les stations considérées (5 substrats en moyenne)

Les substrats les plus fréquemment observés sont de nature minérale (pierres, galets et blocs). En revanche, des substrats relativement rarement rencontrés dans le cadre du RCS Macroinvertébrés ont été observés fréquemment au sein des stations prospectées. Par exemple, les bryophytes ont été observés dans près de 70% des sites prospectés, de même pour les éléments organiques grossiers (branches, racines et litières), observés dans 77% des cas.

Les prospections réalisées ont ainsi permis de d'observer une grande diversité de substrat, soit la quasi-totalité des substrats pouvant être recensés, à l'exception de la vase et des hydrophytes.

3.1.6 Classes de substrats retenues

Au vu de l'ensemble des données ainsi disponibles, et dans un objectif d'interopérabilité entre études relatives aux macroinvertébrés benthiques, il est proposé de prendre en compte les substrats selon les classes suivantes :

Tableau 14 : Liste des substrats et ordre d'habitabilité.

Substrat
Bryophytes
Spermaphytes immergés (hydrophytes)
Éléments organiques grossiers (litières, branchages, racines)
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, galets)
Blocs
Granulats (Graviers)
Spermaphytes émergents de strates basses (hélophytes)
Vases : Sédiments fins ± organiques
Sables-Limons
Algues
Dalles- Argiles

Cette liste (Tableau 14) est un compromis entre la fréquence des habitats rencontrés dans les zones apicales et les moyens d'échantillonnage qui pourront être déployés.

3.2 Positionnement des stations et relevés de paramètres mésologiques

L'emplacement précis des stations est déterminé de façon à ce qu'elles soient représentatives de la morphologie des cours d'eau étudiés, en intégrant à minima une séquence de faciès d'écoulement.

Les cours d'eau étudiés étant de très petits systèmes apicaux, la longueur des stations inventoriées équivaut à minima à 20 fois la largeur mouillée.

Une fois la limite amont de la station positionnée, les limites des principaux faciès sont identifiées en cheminant vers l'aval afin d'établir le plan d'échantillonnage. La limite aval est positionnée lorsqu'une longueur de 20 fois la largeur mouillée est atteinte.

Les coordonnées géographiques des limites amont et aval sont relevées à l'aide d'un GPS.

L'enveloppe de la station étant définie, les différents habitats sont ensuite identifiés. Pour ce faire, les classes de vitesses (quatre classes allant de <5 cm/s à >150 cm/s) et les différents substrats (ou supports) sont identifiés et leur surface relative (en %) est relevée. Les classes de vitesse sont estimées à l'œil nu, et les substrats sont renseignés d'après la liste des substrats adaptée au contexte réunionnais des substrats proposée dans le paragraphe 3.

L'estimation de la surface des substrats permet ainsi d'identifier les substrats dominants (> 5%) et marginaux (\leq 5%).

3.3 Méthodologies de prélèvement

3.3.1 Inventaires à l'aide du filet Surber

Les analyses sur l'habitabilité des substrats n'ayant révélé aucune hiérarchie des substrats selon leur caractère biogène, et les prospections ayant révélé de mosaïques d'habitats relativement simples (nombre de substrats différents peu élevé, en moyenne 5), il est proposé de réaliser les inventaires de la faune benthique sur l'ensemble des substrats qui seront identifiés sur les stations d'étude.

Ainsi, après la phase de positionnement des stations et relevés de paramètres mésologiques (paragraphe précédent), sur chaque station, **un prélèvement par classe de substrat est effectué au Surber.**

Si le nombre de substrat est inférieur à 6, les prélèvements sont doublés dans les classes de substrats selon l'ordre d'habitabilité défini dans la Circulaire DCE (2007 ; Mondy et al., 2012 ; Meyer et al., 2020a).

En complément, afin d'évaluer au mieux la biodiversité et pour être en mesure de proposer des protocoles adéquats, 12 prélèvements sont réalisés sur trois stations contrastées en termes de conditions environnementales naturelles. Comme précédemment, après avoir effectué un prélèvement par classe de substrats, les prélèvements seront doublés voire triplés selon l'ordre d'habitabilité défini plus haut.

Les prélèvements sont réalisés autant que possible dans des classes de vitesse et des faciès différents afin de couvrir au mieux la diversité des habitats. Ils sont effectués de l'aval vers l'amont de la station afin de ne pas perturber la collecte successive des données.

Les prélèvements sont réalisés au moyen d'un filet de type Surber adapté, qui comporte deux filets emboîtés, un de vide de maille de 1 cm, permettant d'intercepter le substrat grossier et d'éviter l'écrasement des organismes collectés, et un second de **maille fine de 0.25 mm** qui permet de récupérer la faune et le substrat fin. La surface de prélèvement est de **0,0625 m²** (similaire à celle échantillonnées dans le cadre de l'IRM (Olivier et al., 2012).

La méthode consiste à ramener dans le Surber situé en aval du point de prélèvement, à la main, une partie du substrat, le filet étant vidé entre chaque prélèvement. La méthode de prélèvement varie selon le type de substrat : peignage ou prélèvement total des végétaux, frottement des substrats minéraux grossiers, prélèvement en surface et sous les substrats minéraux moyens, récupération de l'intégralité des substrats minéraux fins et litières...

Dans les zones de cascade ou sur les blocs quand l'utilisation du Surber n'est pas possible, l'échantillonnage est effectué au moyen d'un petit filet à main de même maille et avec le même effort d'échantillonnage (en termes de surface prospectée) que celui réalisé avec le filet Surber.

Chaque prélèvement est enfin transféré dans une bassine, contenant un fond d'eau, et identifié avec une étiquette correspondant au numéro de prélèvement.

3.3.2 Prélèvements au troubleau

Les échantillonnages de faune benthique sont complétés par la méthode du troubleau afin d'augmenter les chances de capture de certains taxons aquatiques non benthiques, comme les Odonates évoluant dans la colonne d'eau (Mulnet, 1995; Testard, n.d.), individus à la surface de l'eau (Moubayed-Breil & Mary, 2019). De plus, cet outil est fréquemment utilisé dans le cadre de la mise en œuvre d'inventaires pour la bio-indication (Beauger, 2012).

Ces prélèvements sont réalisés par placettes, en priorité en zone profonde (supérieure à 30 cm) dans l'enveloppe de la station définie préalablement (voir 0).

Un nombre de cinq placettes par site est ainsi échantillonné, sur une durée de 30 secondes. Les dimensions des zones échantillonnées sont mesurées ou approchées (surface, en m).

Les prélèvements sont effectués de façon décalée par rapport aux prélèvements au Surber (après et/ou sur des zones différentes), de l'aval vers l'amont, afin de ne pas perturber les zones à échantillonner.

Chaque prélèvement est transféré dans une bassine, contenant un fond d'eau, et identifié avec une étiquette correspondant au numéro de prélèvement (de 1 à 5).

3.3.3 Prélèvements ponctuels « à vue »

Des prélèvements ponctuels pourront être réalisés, soit par prélèvement direct sur le substrat, soit à l'aide d'un troubleau afin de collecter des macroinvertébrés n'ayant pas été inventoriés via le Surber ou le troubleau, afin de couvrir au mieux la biodiversité des stations d'étude.

Enfin, des sondages au filet à papillons et des observations visuelles seront réalisés afin d'évaluer le potentiel de biodiversité (Imagos d'Insectes à phases pré-imaginales aquatiques) et ainsi sélectionner les stations qui feront l'objet d'inventaires spécifiques au niveau aérien en décembre 2021.

L'ensemble des données ainsi collectées est renseigné sur une fiche terrain, comportant :

- L'ensemble des informations relatives à la station : nom du cours d'eau, commune, date et heure de prélèvement, largeur du lit de plein bord, longueur totale de la station, conditions hydrologiques et météorologiques, mesures physico-chimiques (température, Oxygène dissous, pH, Conductivité), occupation des sols, nature des berges, perturbations éventuelles du milieu, observations diverses... ;
- Les informations relatives aux points de prélèvements : hauteur d'eau (cm) , classe de vitesse (quatre classes allant de <5 cm/s à >150 cm/s), faciès d'écoulement prélevé (d'après Malavoi & Souchon, 2002), la granulométrie (voir modalités dans Tableau 14), l'intensité de colmatage de la placette (codification SANDRE 7471 : 3 modalités), l'identification des couples substrat-vitesse prélevés ;
- Un schéma détaillé de la station comportant notamment les faciès et les points de prélèvement.

Enfin, des photos des limites amont, aval et globales seront réalisées sur chaque station.

Une fiche terrain type figure en Annexe 3.

3.4 Tri et conditionnement

Une fois les prélèvements transférés en bassine, le tri et le conditionnement peuvent être réalisés. Les substrats ayant une taille supérieure à une granulométrie de type cailloux (taille > 16mm) sont balayés à l'aide d'un pinceau. Le but de cette opération étant de décoller tous les macroinvertébrés potentiellement présents. Dans le cas de collecte à la surface ou dans les cavités des substrats grossiers, les individus sont méticuleusement récupérés à l'aide de pinces fines, avec si besoin un arrosage préalable à l'alcool afin de faciliter le décrochage de ces derniers. Une fois cette opération effectuée, le surnageant est filtré à travers deux tamis superposés de maille 1mm et 250µm (celui de 1mm, posé sur le tamis de 250µm). Les substrats tels que le gravier fin ou le sable grossier sont collectés sur le tamis de 1mm. Les organismes et le substrat fin sont rassemblés à l'aide d'une pissette.

Le recours à l'élutriation est employé dans le cas d'échantillonnage de substrat minéral meuble, de faible granulométrie, et présent en grande quantité dans le micro-prélèvement. Cette technique consiste à donner un mouvement circulaire à la bassine, permettant de mettre en suspension les macroinvertébrés présents dans le sédiment fin pour ensuite les verser directement dans le tamis de 450µm. Cette opération est répétée généralement une dizaine de fois (ou plus si nécessaire). Après cette étape, une vérification visuelle systématique du substrat restant est réalisée afin de prélever les derniers individus potentiellement restants (généralement les mollusques. L'objectif de cette pratique étant de limiter le volume de substrat prélevé et de garantir une bonne conservation des individus collectés.

Chaque prélèvement est individualisé. Ainsi, les prélèvements (organismes et sédiments fins) concentrés dans le fond du tamis sont ensuite transférés séparément dans un sachet de type Whirl – Pak avec fond stable de 540ml remplis d'éthanol à 90%, à l'aide d'une pissette d'alcool et d'un entonnoir. Les prélèvements sont bien homogénéisés, afin d'assurer une bonne conservation des organismes. Chaque sachet est référencé, indiquant le nom, le code station, et le numéro de prélèvement.

3.5 Tri et identification en laboratoire

Pour la phase de tri, chaque micro-prélèvement est vidé et rincé dans un tamis de vide de maille de 100 µm afin d'éliminer l'alcool usagé ainsi que les particules fines qui altèreraient la visibilité. Ensuite, l'échantillon est placé dans une cuvette à rainures PVC rectangulaire, complétée d'alcool, afin de faciliter la démarche. Le tri est effectué à l'aide d'une loupe éclairante (grossissement x 2). Chaque macroinvertébré est prélevé et placé dans un tube correspondant à la famille ou l'ordre auquel il appartient. Cette étape a pour but de faciliter l'identification par la suite. Sur chaque tube sont inscrits le nom de la station ainsi que le numéro de prélèvement pour éviter tout mélange d'échantillons.

L'identification des macroinvertébrés est réalisée à l'aide d'une loupe binoculaire d'un grossissement maximum X 50. Les identifications sont effectuées à l'aide de l'Atlas Macroinvertébrés benthique de la Réunion (2015)¹ et de la nouvelle édition d'Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie, écologie (2010)². Les techniques de tri citées ci-dessus sont inspirées de la norme NF T 90-333 (AFNOR, 2016).

Pour certains taxons nécessitant une expertise pour leur identification, d'autres ouvrages ou des spécialistes seront mobilisés.

Les individus ainsi identifiés sont dénombrés, et leur stade (larve/nymphe/adulte/indéterminé) est renseigné. L'ensemble de ces éléments est rassemblé en une liste faunistique.

Les données faunistiques sont ainsi obtenues par micro-prélèvement.

L'ensemble des données ainsi collectées sera bancarisé au sein d'une base de données développée par OCEA, compatible avec les supports de références de l'OLE e du SINP.

4. Analyses finales

Les grands axes suivants sont proposés à titre informatif :

- Calibration méthodologique : courbe de saturation sur les prélèvements Surber (6 vs 12), comparaisons résultats Surber/troubleau ; relations résultats compartiment aquatique/terrestre
- Descripteurs des conditions environnementales (HER, altitude, BV) avec l'ensemble des données disponibles (historiques et INVERDO)
- Description des micro-habitats sur les stations INVERDO
- Description des peuplements de MIB : focus biodiversité, taxons à enjeu élevé
- Etude des relations peuplements MIB - conditions environnementales
- Etude des relations peuplements MIB – micro-habitats

Bibliographie

- Beauger, A. (2012). *Bio-évaluation de la qualité de l'eau: établissement d'un protocole d'échantillonnage simplifié, basé sur la collecte des macroinvertébrés benthiques sur les seuils des rivières à charge de fond graveleuse.*
- Didier Mulnet. (1995). *Cycle de vie et dynamique d'une population de Leucorrhinia dubia en Haute Auvergne.*
- Forcellini, M., Mathieu, C., & Merigoux, S. (2015). *Atlas des Macroinvertébrés des eaux douces de l'île 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>
- Meyer, A., Mary, N., Houvriez, L., Gomez, L., & Usseglio-Polatera, P. (2020a). *Développement d'un indice biologique pour les cours d'eau de Mayotte, fondé sur la macrofaune benthique.*
- Meyer, A., Mary, N., Houvriez, L., Gomez, L., & Usseglio-Polatera, P. (2020b). *Développement d'un indice biologique pour les cours d'eau de Mayotte, fondé sur la macrofaune benthique.*, 81.
- Ministre de l'écologie et du développement durable. (2007). Circulaire DCE 2007/22 du 11 avril 2007 relative au protocole de prélèvement et de traitement des échantillons des invertébrés pour la mise en œuvre du programme de surveillance sur cours d'eau. *Bulletin Officiel Du Ministère de l'écologie, Du Développement et de l'aménagement Durables*, (1), 1–13.
- Mondy, C. P., Villeneuve, B., Archaimbault, V., & Usseglio-Polatera, P. (2012). A new macroinvertebrate-based multimetric index (I 2M 2) to evaluate ecological quality of French wadeable streams fulfilling the WFD demands: A taxonomical and trait approach. *Ecological Indicators*, 18, 452–467. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.12.013>
- Moubayed-Breil, J., & Mary, N. (2019). *Eukiefferiella coconina* sp. n., an afro-tropical element occurring in eurythermal lotic habitats of Mayotte Island, France [Diptera, Chironomidae, Orthocladiinae]. *Ephemera*, 20(February 2020), 3–17.
- Olivier, J.-M., Mérigoux, 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.*
- Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., & Usseglio-Polatera, P. (2010). *Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie.*
- Testard, P. (n.d.). *Odonates.*

Annexes

Annexe 1: Synthèse des données collectées lors des repérages

Bassin versant	Station	Type de faciès	Substrats observés	Longueur théorique (m)	Largeur moyenne (m)	Hauteur d'eau (cm)	Vitesse (cm.s-1)	Taxons observés et commentaires
Pluies	Ravine Mère Canal	plat lentique	blocs, dalle, pierres, bryophytes, litière	60	3,0	0-30	0-5	<i>Leptocerina pauliana</i> , Hémiptères
Sainte-Marie	Bras du Bernica	plat lentique, cascade	dalle, graviers, cailloux, bryophytes, litière	36	1,8	30 (5 en faciès cascade)	0-5	<i>Leptocerina pauliana</i> , Hémiptères, Dytiques (larve et adulte), Odonates (<i>Coenagrion</i> , <i>Zygonyx</i>)
Pluies	Ravine Mère Canal au seuil	NA	NA	42	2,1	NA	40-60	Pas de taxons observés
Saint-Jean	Petite Rivière Saint-Jean	plat courant	blocs, dalle	50	2,5	NA	10-20	Pas de taxons observés
Saint-Jean	Ravine du Figaro	plat courant	cailloux, pierres, blocs, algues filamenteuses, bryophytes, litière, chevelu racinaire	42	2,1	10-50	10-20	Dytiques (adulte), Hémiptères, Mollusques, <i>Coenagrion</i>
Sainte-Suzanne	Bras Laurent	plat courant, cascade, rapide	pierres, blocs, dalle, bryophytes	160	8,0	10-50	60-80	Dytiques (adulte)
Sainte-Suzanne	Rivière Sainte-Suzanne	plat courant	pierres, blocs, dalle, litière, chevelu racinaire	106	5,3	10-30	60-80	Araignées pêcheuses, <i>Lymnaea</i>
Sainte-Suzanne	Ravine Jacob	NA	NA	NA	intermittence élevée	NA	NA	Pas en eau, donc non retenue
Sainte-Suzanne	Ravine Creuse	NA	NA	NA	intermittence élevée	NA	NA	Pas en eau, donc non retenue
Sainte-Suzanne	Grande Ravine	NA	NA	NA	à sec	NA	NA	Pas en eau, donc non retenue
Marsouins	Bras Misère	plat courant, cascade	cailloux, pierres, blocs, dalle, litière	54	2,7	40-60	0-5	<i>Leptocerina pauliani</i> , Hémiptères
Marsouins	Bras Chanson	plat courant	cailloux, pierres, blocs, dalle, litière, bryophytes	144	7,2	20-100	10-20	<i>Leptocerina pauliani</i> , Dytiques
Bras de La Plaine	Bras Sec-Source Samary	NA	NA	NA	à sec	NA	NA	Pas en eau, donc non retenue
Mât	Ravine des Merles	cascade, plat courant	blocs, pierres, cailloux, végétation	28	1,4	20-60	20-40	<i>Hydroptila</i>

			aquatique (cresson), algues filamenteuses, chevelu racinaire, graviers, bryophytes					
Galets	Bras Bémale	cascade, plat courant, vasque ou mouille	graviers, litière, bryophytes, chevelu racinaire, dalle, blocs, pierres, cailloux, sables	46	2,3	20-60	20-40	<i>Tipula</i> (adulte), <i>Coenagrion</i> (larves à différents stades)
Mât	Ravine des Trois Cascades	cascade, plat courant	dalle, graviers, cailloux, bryophytes, litière, pierres, blocs, chevelu racinaire	82	4,1	30-60	40-60	<i>Lymnaea</i> , Dytique (adulte)
Mât	Bras Fontaine	NA	NA	NA	intermittence élevée	NA	NA	Pas en eau, donc non retenue
Sainte-Suzanne	Bras Launay	NA	NA	NA	intermittence élevée	NA	NA	Pas en eau, donc non retenue
Sainte-Suzanne	Ravine Creuse aval	NA	NA	NA	intermittence élevée	NA	NA	Pas en eau, donc non retenue
Mât	Exutoire de Mare à Poule d'Eau	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Pressions anthropiques en amont
Bras de la Plaine	Bras Long	plat lentique	blocs, pierres, bryophytes	40	2	5-10	0-5	Dytiques, <i>Coenagrion</i>
Bras de Cilaos	Ravine Calumets	plat courant, cascade, mouille	litière, chevelu racinaire, blocs, pierres, cailloux, algues filamenteuses	30	1,5	20-40	10-20	Diptères, <i>Physella acuta</i>

Annexe 2 : Liste des taxons qui ne seront pas comptabilisés sous certaines conditions. Les différentes couleurs utilisées dans ce tableau correspondent aux différents niveaux de classification des êtres vivants. Code couleurs : **Embranchement** ; **Ordre** ; **Sous-ordre** ; **Famille** ; **Sous-famille** ; **Genre** ; **Taxon**.

Si au moins un de ces taxons est présent :	Ne jamais comptabiliser ce taxon :
<ul style="list-style-type: none"> -<i>Afrogyrus rodriguezensis</i> -<i>Clithon longispina</i> -<i>Ferrissia modesta</i> -<i>Helisoma duryi</i> -<i>Lymnaea columella</i> -<i>Lymnaea natalensis</i> -<i>Lymnaea spp.</i> -<i>Lymnaea truncatula</i> -<i>Melanoides tuberculata</i> -<i>Neritilia consimilis</i> -<i>Neritina gagates</i> -<i>Physella acuta</i> -<i>Septaria borbonica</i> -<i>Thiara scabra</i> 	Mollusca
<ul style="list-style-type: none"> -<i>Afrogyrus rodriguezensis</i> -<i>Helisoma duryi</i> 	Planorbidae
<ul style="list-style-type: none"> -Talitridae 	Amphipoda
<ul style="list-style-type: none"> -<i>Bidessus sp.</i> -<i>Coelostoma sp.</i> -<i>Dineutus aereus</i> -<i>Dineutus sp.</i> -Dryopidae -Dytiscidae -Dytiscinae -<i>Enochrus sp.</i> -<i>Hydraena borbonica</i> -Hydraenidae -Hydrophilidae -Hydroporinae -<i>Laccobius mascarensis</i> -<i>Laccobius spp.</i> -<i>Laccobius starmühlneri</i> -<i>Sicilicula borbonica</i> 	Coleoptera
<ul style="list-style-type: none"> -Atyidae -<i>Atyoida serrata</i> -<i>Caridina</i> -<i>Caridina serratirostris</i> -<i>Caridina typus</i> -<i>Macrobrachium</i> -<i>Macrobrachium australe</i> -<i>Varuna litterata</i> 	Decapoda

<ul style="list-style-type: none"> -<i>Anopheles coustani</i> -Anthomyiidae -<i>Atrichopogon sp. 1, 2 et 3</i> -Ceratopogoninae -Chironomidae -Chironomini -Clinocerinae -<i>Clogmia albipunctata</i> -Culicinae -<i>Dasyhelea sp.</i> -Dolichopodidae -Empididae -Ephydriidae -<i>Ephydriidae sp. 1 et 2</i> -Eriopterini -<i>Forcipomyia sp.</i> -Hemerodromiinae -<i>Hydrellia spp.</i> -<i>Kempia sp.</i> -<i>Limnophora</i> -<i>Limnophora sp. 1 et 2</i> -Limoniidae -<i>Metalimnobia sp.</i> -<i>Nephrotoma spp.</i> -Orthoclaadiinae -<i>Psychoda spp.</i> -Psychodidae -<i>Psychodidae sp.1</i> -Sciomyzidae -Simuliidae -<i>Stenochironomus spp.</i> -Tanypodinae -Tanytarsini -<i>Tinearia alternata</i> -<i>Tipula spp.</i> 	<p>Diptera</p>
<ul style="list-style-type: none"> -Corixidae -<i>Limnogonus cereiventris</i> -<i>Mesovelina vittigera</i> -<i>Microvelia bourbonensis</i> -Notonectidae -<i>Rhagovelia infernalis infernalis</i> 	<p>Heteroptera</p>
<ul style="list-style-type: none"> -<i>Eoophyla sp.</i> 	<p>Lepidoptera</p>
<ul style="list-style-type: none"> -<i>Anax imperator mauricianus</i> -<i>Coenagriocnemis reuniense</i> -Coenagrionidae -<i>Crocothemis spp.</i> 	<p>Odonata</p>

- <i>Hemicordulia atrovirens</i> -Libellulidae - <i>Orthetrum spp.</i> - <i>Pseudagrion punctum</i> - <i>Trithemis annulata haematina</i> - <i>Zygonix torridus</i>	
- <i>Chimarra bettinae</i> - <i>Hydropsyche mokaensis</i> - <i>Hydroptila grucheti</i> - <i>Hydroptila kieneri</i> - <i>Hydroptila spp.</i> - <i>Hydroptila starmüehlneri</i> -Leptoceridae - <i>Leptocerina pauliani</i> - <i>Oecetis sp.</i> - <i>Oxyethira flagellata</i>	Trichoptera
- <i>Limnophora</i> - <i>Limnophora sp. 1 et 2</i>	Anthomyiidae
- <i>Limnophora sp. 1 et 2</i>	Limnophora
- <i>Atyoida serrata</i> - <i>Caridina serratirostris</i> - <i>Caridina typus</i> - <i>Caridina</i>	Atyidae
-Chironomini -Orthoclaadiinae - <i>Stenochironomus spp.</i> -Tanypodinae -Tanytarsini	Chironomidae
- <i>Coenagriocnemis reuniense</i> - <i>Pseudagrion punctum</i>	Coenagrionidae
- <i>Bidessus sp.</i> -Dytiscinae	Dytiscidae
-Clinocerinae -Hemerodromiinae	Empididae
- <i>Ephydriidae sp. 1 et 2</i> - <i>Hydrellia spp.</i>	Ephydriidae
- <i>Dineutus aereus</i>	<i>Dineutus sp.</i>
- <i>Hydraena borbonica</i> - <i>Sicilicula borbonica</i>	Hydraenidae
- <i>Laccobius spp.</i> - <i>Laccobius starmüehlneri</i> - <i>Laccobius mascarensis</i> - <i>Coelostoma sp.</i> - <i>Enochrus sp.</i>	Hydrophilidae
- <i>Laccobius starmüehlneri</i>	<i>Laccobius spp.</i>

- <i>Laccobius mascarensis</i>	
- <i>Hydroptila grucheti</i> - <i>Hydroptila kieneri</i> - <i>Hydroptila starmüehlneri</i>	<i>Hydroptila spp.</i>
- <i>Leptocerina pauliani</i> - <i>Oecetis sp.</i>	Leptoceridae
- <i>Crocothemis spp.</i> - <i>Hemicordulia atrovirens</i> - <i>Orthetrum spp.</i> - <i>Trithemis annulata haematina</i> - <i>Zygonix torridus</i>	Libellulidae
-Eriopterini - <i>Metalimnobia sp.</i>	Limoniidae
- <i>Lymnaea columella</i> - <i>Lymnaea natalensis</i> - <i>Lymnaea truncatula</i>	<i>Lymnaea spp.</i>
- <i>Clogmia albipunctata</i> - <i>Psychoda spp.</i> - <i>Psychodidae sp.1</i> - <i>Tinearia alternata</i>	Psychodidae
- <i>Caridina serratirostris</i> - <i>Caridina typus</i>	Caridina
- <i>Bidessus sp.</i>	Hydroporinae
- <i>Macrobrachium australe</i>	Macrobrachium
- <i>Barbronia weberi</i> - <i>Helobdella europaea</i>	Rhynchobdellida

Annexe 3 : Fiche terrain INVERDO.

FICHE TERRAIN PROJET « INVERDO » (1/2)

Description de l'échantillonnage :

Responsable : Commune : Coordonnées (n° GPS av/am) :/.....
 Préleveurs : BV/Cours d'eau : XY aval :/.....
 Trieurs : Station : XY amont :/.....
 Date : Altitude : Heure début/Heure fin :

Description des conditions environnementales :

Contexte immédiat (occupation du sol) : forestier prairie agricole urbain
 Pluviosité : nulle bruine brouillard pluie averse orage
 Ensoleillement : nul moyen fort
 Ombrage (%): nul faible moyen fort (.....%)
 Hydrologie : étiage moyennes eaux hautes eaux
 Écoulement : non perturbé influencé décrue

Faciès dominant/secondaire :
 Substrat dominant/secondaire :

Observations visuelles et olfactives :

Aspect des abords : propres sales
 Couleur : incolore légèrement colorée colorée
 Limpidité : limpide légèrement trouble trouble
 Odeur : sans légère forte
 Végétation aquatique :
 absente
 algues vertes filamenteuses
 bryophytes
 autres macrophytes
 Nature du substrat dominant en berge G : roche-mère/blocs sable terre galets enrochements autres
 Nature du substrat dominant en berge D : roche-mère/blocs sable terre galets enrochements autres

Présence d'hydrocarbures (irisation) : oui non
 Présence de mousses (détergents) : oui non
 Présence bois/feuilles : absente faible moyenne élevée
 Végétation en berge G : herbacée arbustive arborescente
 Végétation en berge D : herbacée arbustive arborescente
 Couverture de végétation en berge G/D (%) :
 G 0-25 50-75 | D 0-25 50-75
 25-50 >75 | 25-50 >75
 Pente berge (G/D) : faible moyenne forte | faible moyenne forte

Mesures physico-chimiques et autres :

Longueur de la station (m) - 20 fois la largeur mouillée moyenne :

	Min	Max	Moyenne
Largeur mouillée (m)			
Largeur de plein bord (m)			
Profondeur d'eau (m)			

Appareil de mesure : Oxygène (mg/L) : Conductivité spécifique (µS/cm) :
 Heure des mesures : Oxygène (%) : Conductivité (µS/cm) :
 Température (°C) : pH :

Modalités des paramètres de prélèvements :

Faciès	Substrats (du + au - biogène)	Vitesses (cm/s)
-Chenal lentique (CHE LEN) -Chenal lotique (CHE LOT) -Mouille (MOU) -Cascade (CAS) -Plat courant (PLA COU) -Plat lentique (PLA LEN) -Rapide (RAP) -Radier (RAD)	-Bryophytes (BRYO) -Spermatophytes immergés : hydrophytes (HYDRO) -Éléments organiques grossiers : litières, branchages, racines (Lit-BR) -Sédiments minéraux de grande taille : pierres, galets (PG) -Blocs (B) -Granulats/Graviers (G) -Spermatophytes émergents de strates basses : héliophytes (HELO) -Vases : sédiments fins ± organiques (V) -Sables/Limons (SL) -Algues (A) -Dalles/Argiles (DA)	-Rapide (V3) : ≥ 75 -Moyenne (V2) : 25-75 -Faible (V1) : 5-25 -Nulle (V0) : < 5

Définition du plan d'échantillonnage :

Substrats	Superficie relative (%)	Dominant (> 5%) ou Marginal (< 5%)	V3	V2	V1	V0
			Nombre de prélèvements			
-Bryophytes						
-Spermatophytes immergés : hydrophytes						
-Éléments organiques grossiers : litières, branchages, racines						
-Sédiments minéraux de grande taille : pierres, galets (25-250 mm)						
-Blocs (> 250 mm)						
-Granulats/Graviers (2-25 mm)						
-Spermatophytes émergents de strates basses : héliophytes						
-Vases : sédiments fins ± organiques (< 0,1)						
-Sables/Limons (0,0039-2)						
-Algues (A)						
-Dalles/Argiles (> 1024/ < 0,0039)						



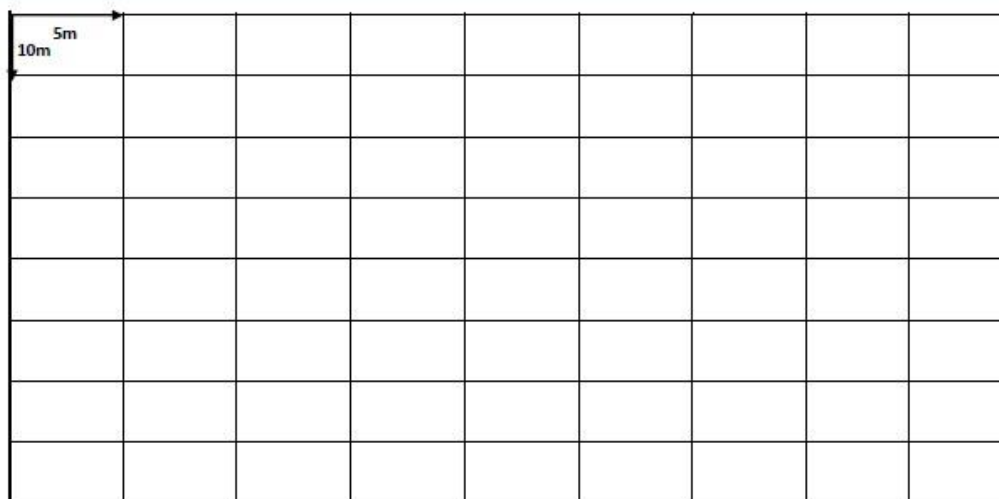
FICHE TERRAIN PROJET « INVERDO » (2/2)



Conditions de prélèvements des échantillons :

Numéro du point (S : Surber ; T : Troubleau ; P : à vue)	Faciès	Profondeur (cm)	Colmatage (0, 1 ou 2)	Substrat	Vitesse
S1					
S2					
S3					
S4					
S5					
S6					
S7					
S8					
S9					
S10					
S11					
S12					
T1					
T2					
T3					
T4					
T5					
P1					
P2					
P3					
P4					
P5					

Schéma de la station :



Photos de la station :

 Amont

 Aval

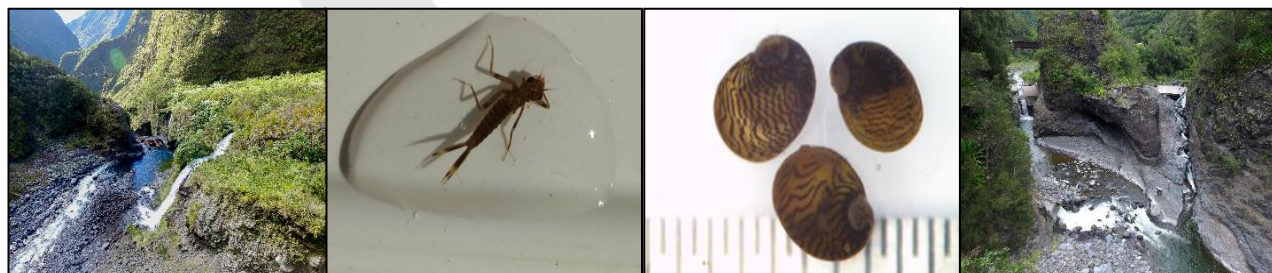
 Globale



Projet INVERDO

Vers une meilleure conservation de la biodiversité aquatique dans les cours d'eau des "Hauts" de La Réunion

Note technique sur les inventaires aériens visant à parfaire la taxonomie des Insectes à stades pré-imaginaux aquatiques



V1
15/11/2021

1. Contexte et objectifs de la note

Le projet INVERDO (OLE, OCEA&PNR ; 2021-2023) vise à mieux appréhender la biodiversité patrimoniale des cours d'eau dans les zones d'altitude, et particulièrement en cœur de Parc National, ainsi que le fonctionnement de ces hydrosystèmes, pour permettre aux gestionnaires de disposer d'éléments clés pour le rapportage, la diffusion, la gestion et la protection des milieux.

Il s'articule en deux phases :

- Une première phase d'analyses du fonctionnement des systèmes apicaux et de sélection de sites à enjeu élevé en termes de biodiversité dans l'objectif d'y développer des inventaires originaux,
- Une seconde phase de mise en place d'inventaires originaux des macroinvertébrés benthiques afin d'améliorer les connaissances sur leurs traits d'histoire de vie et proposer des outils de gestion adaptés.

Cette phase comprend des inventaires en milieux aquatique et terrestre, programmés en deux temps :

- o Une première campagne, en période d'été 2021 (entre les mois d'août et octobre 2021) : Ces inventaires ont été réalisés sur 15 stations, en milieux aquatiques (échantillonnages au filet Sürber, au troubleau et ponctuels), complétés par des prospections aériennes (filet à papillons et parapluie japonais).
- o Une seconde campagne en saison chaude (entre décembre 2021 et mars 2022) : Ces inventaires s'intéresseront exclusivement aux Insectes aériens. Ils seront déployés sur trois stations, sélectionnées parmi celles inventoriées lors de la première campagne d'inventaire. Ces stations n'ont pas encore été identifiées à ce jour.

Cette note propose une synthèse des premiers résultats obtenus dans le cadre de la première campagne d'inventaire au sein du compartiment aérien, en vue de sélectionner les trois stations qui feront l'objet de la seconde campagne d'inventaire (entre décembre 2021 et mars 2022).

2. Caractéristiques des stations inventoriées lors de la première campagne d'inventaire

Les 15 stations INVERDO (Tableau 1, Figure 1) ont été sélectionnées selon les critères suivants :

- **Zones à forte biodiversité et/ou hébergeant des taxons à fort enjeux de conservation (rares, endémiques, indigènes...) à l'échelle de l'île** : des analyses réalisées sur des stations historiques suivies dans le cadre du RCS et d'autres études, ont révélé que les stations de plus hautes altitudes étaient susceptibles d'abriter une plus forte biodiversité que les stations plus en aval ;
- **Diversité des habitats** : recherche de mosaïques diversifiées, avec des substrats organiques et minéraux, recherchant en priorité les plus biogènes (d'après la hiérarchisation utilisée dans l'IBGN (AFNOR, 1992, 2004) ;
- **Conditions hydrologiques** : les systèmes en eau (écoulements de surface) à minima trois mois consécutifs dans l'année ainsi que les zones de faible à moyenne énergie (débits et largeurs mouillées faibles) ont été ciblés. Il a aussi été nécessaire de considérer un linéaire en eau équivalent à environ vingt fois la largeur mouillée pour définir l'enveloppe de la station d'inventaire ;
- **Localisation géographique** : les stations ayant une altitude élevée (proche des 1 000 m) et situées en cœur de Parc National de La Réunion (PNR) ont été privilégiées pour les inventaires. Par ailleurs, la zonation longitudinale des stations a été appréhendée par le nombre de Strahler, où toutes les zones identifiées sont de rang 1, soit en tête de bassin versant. Le choix des stations s'est également orienté sur leur appartenance à des secteurs géographiques différents.
- **Originalité des inventaires** : sites non inventoriés à ce jour ;
- **Pressions anthropiques** : absence ou peu de pressions connues ;
- **Logistique** : accès connus et accessibles à pied (< ½ journée de marche).

Tableau 1 : Stations INVERDO échantillonnées en étiage 2021.

Nom de la station	Localisation	Secteur	Bassin versant	Altitude approximative (m)	Cœur de PNR
Ravine Grand-Mère	Mafate - Orangers	Ouest	Rivières des Galets	1 000	Oui
Ravine Savon	Mafate - Ilet à Bourse			1 200	Oui
Bras Chansons	Bébour	Est	Rivière des Marsouins	1 300	Oui
Bras Misère				1 500	Oui
Source Eboulis Rouge	Remparts - cours principal	Sud	Rivière des Remparts	1 000	Oui
Ravine Calumets	Cilaos - Palmiste Rouge		Rivière Saint-Etienne - Bras de Cilaos	1 200	Oui
Bras l'Eustache	Cilaos - Ilet à Cordes		1 500	Oui	
Grand Bras Rouge	Petite-Île		Ravine des Grègues	900	Non
Ravine des Trois Cascades	Salazie - Hell Bourg	Est	Rivière du Mât	900	Non
Ravine des Merles	Salazie - Plaine Merles			1 700	Oui
Bras du Bernica	Hauts Ste Suzanne	Nord	Ravine Sainte-Marie	1 200	Oui
Ravine du Figaro			Rivière Saint-Jean	750	Non
Ravine Ruisseau	Tévelave	Ouest	Ravine Ruisseau	1 000	Oui
Bras Noir	Plaine des Cafres	Est	Ravine Sèche	1 600	Oui
Grand Bras Patience	Plaine des Palmistes			1 200	Oui

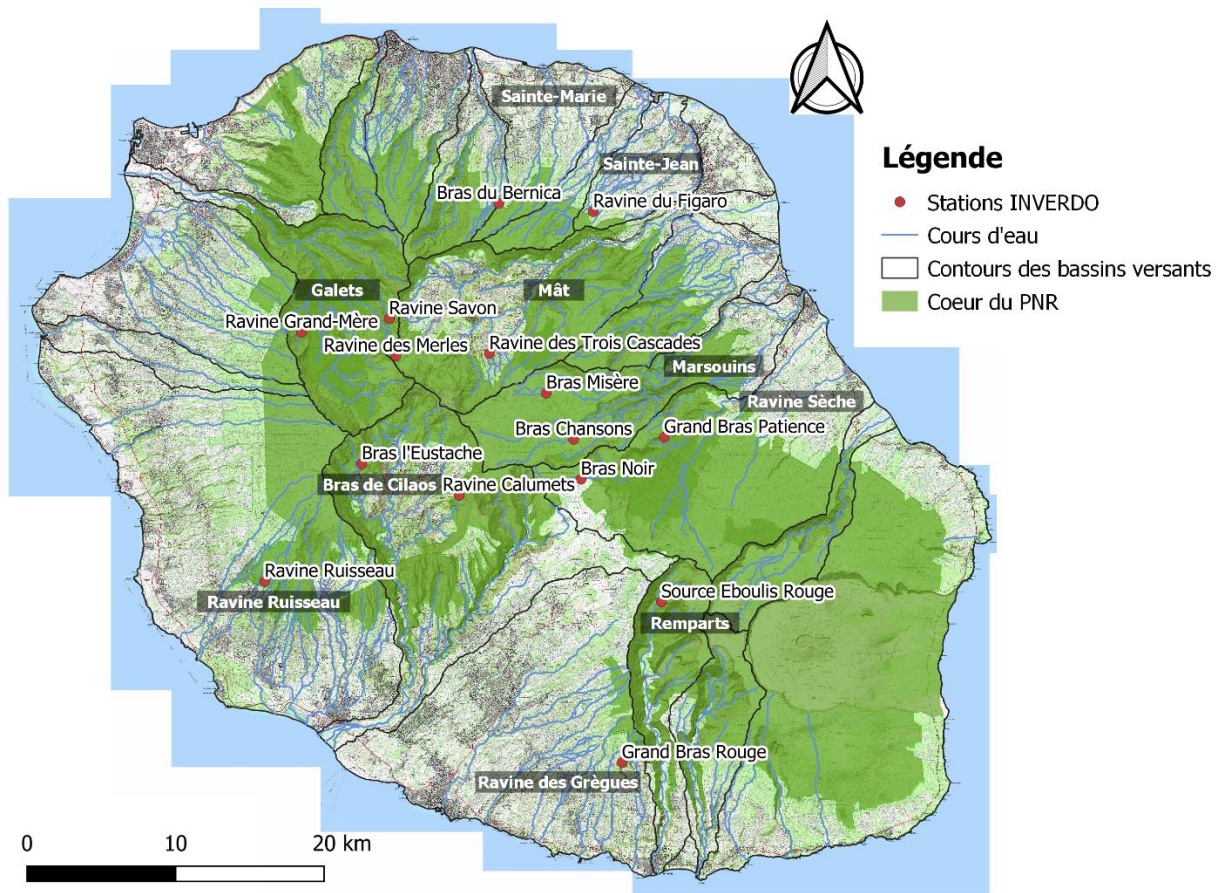


Figure 1 : Cartographie des 15 stations INVERDO, inventoriées lors de la première campagne d'inventaire.

3. Bilan des inventaires aériens menés lors de la première campagne d'inventaire

Ces prospections aériennes avaient pour objectif d'évaluer le potentiel des stations en termes de richesse taxonomique, particulièrement pour les Insectes aériens à stades pré-imaginaux aquatiques, nécessitant des efforts d'analyses taxonomiques supplémentaires.

3.1. Méthodologie

La méthode d'échantillonnage à l'aide d'un filet à papillons (Figure 2), a été réalisée par un à deux opérateurs sur chaque station d'étude. Elle consiste à « balayer » la ripisylve sur l'emprise de la station, et ce durant toute la durée de l'échantillonnage en milieu aquatique (soient deux à trois heures). Tous les individus ainsi récoltés ont été mis en flacon référencé contenant de l'éthanol à 90 degrés, grâce à un aspirateur à bouche. Les taxons ainsi récoltés ont été identifiés sous loupe binoculaire. Ces derniers ont, pour la plupart, été identifiés au rang de la famille (Annexe 1). La détermination a été réalisée grâce au manuel des Diptères Afrotropicaux (Kirk-Spriggs & Sinclair, 2017).



Figure 2 : Filet à papillons et aspirateur à bouche utilisés lors des inventaires.

Les inventaires au filet à papillons ont donc été réalisés sur toutes les stations d'étude, alors que le parapluie japonais a été testé sur une station : Source Eboulis Rouge. Le parapluie japonais est un dispositif composé d'une toile (en général de couleur blanche) disposée sur des tasseaux de bois, qui sert à capturer les arthropodes qui vivent sur les branches des arbres. Pour utiliser le parapluie japonais, il suffit de le tenir ouvert sous une branche et de taper celle-ci d'un coup sec avec un bâton. Les occupants de la branche sont ainsi récupérés sur la toile.

Ces différentes méthodes ont cependant leurs limites :

- le biais opérateur : la ou les personnes chargées de ces échantillonnages étaient différentes sur la plupart des stations (sauf celles échantillonnées au cours d'une même journée),
- les conditions météorologiques : la pluie a rendu compliqué les échantillonnages car les manipulations sont beaucoup plus complexes (voire inefficaces) une fois le filet à papillons mouillée.

3.2. Résultats

Les inventaires révèlent des disparités élevées entre les stations d'étude (Annexe 1). En effet, les abondances observées varient entre 0 et 189 individus récoltés, et les richesses entre 0 et 20 taxons inventoriés. Parmi les 15 stations d'inventaire, une seule station n'a pas présenté de succès de capture : celle de Grand Bras Rouge, à Petite-Île. *A contrario*, le secteur présentant les plus fortes abondances et richesses taxonomiques est celui de Bébou, particulièrement sur la station de Bras Chansons (Annexe 2).

Il est à noter que lors de ces inventaires, des taxons exclusivement terrestres mais aussi des taxons aériens à stades pré-imaginaux aquatiques ont été récoltés. Une distinction a donc dû être faite entre ces deux groupes afin d'affiner les résultats. Ainsi, les abondances et richesses des ordres d'Insectes aériens ayant des stades pré-imaginaux aquatiques sont présentées en Tableau 2. Ces résultats ne changent pas les tendances observées lorsque l'ensemble des taxons inventoriés est pris en compte. Il est à noter que l'ordre d'Insectes le plus abondant est celui des Diptères avec environ sept individus récoltés en moyenne par station. Globalement, ce sont neuf individus et trois taxons qui ont été récoltés en moyenne par station.

Tableau 2 : Abondance des ordres d'Insectes par station. Les deux dernières colonnes correspondent à l'abondance et la richesse taxonomique des stations où les nombres en rouge sont supérieurs aux valeurs moyennes.

Stations /Ordres	Diptera	Lepidoptera	Odonata	Trichoptera	Abondance totale	Richesse totale
Bras Chansons	55	7	0	2	64	7
Bras Misère	10	2	0	3	15	5
Ravine du Figaro	3	1	0	7	11	5
Grand Bras Patience	7	4	0	0	11	3
Ravine des Merles	8	0	0	0	8	2
Ravine des Trois Cascades	6	1	0	0	7	4
Source Eboulis Rouge	2	2	1	1	6	5
Bras l'Eustache	1	0	2	1	4	3
Ravine Calumets	2	1	0	1	4	3
Ravine Grand-Mère	1	1	0	2	4	3
Bras du Bernica	2	0	0	1	3	3
Ravine Ruisseau	2	0	0	0	2	1
Bras Noir	0	1	0	0	1	1
Grand Bras Rouge	0	0	0	0	0	0
Ravine Savon	0	0	0	0	0	0
Moyenne	7	1	0	1	9	3

4. Sélection des stations pour la seconde campagne d'inventaire

4.1. Méthodologie

Différents niveaux de critères ont été pris en compte pour la sélection des stations à inventorier en milieu aérien.

4.1.1. Critères taxonomiques

L'abondance et la richesse en taxons aériens à stades pré-imaginaux aquatiques sont les deux critères pris en compte pour cette étape (Annexe 2). Ils ne prennent en compte que les taxons qui ont une phase aquatique aux stades larvaire et nymphale et une phase terrestre au stade imaginal (à l'émergence). Dans cette catégorie, ce sont particulièrement les taxons nécessitant des compléments taxonomiques qui ont été ciblés, à savoir les ordres des Insectes, tels que les Diptères, Trichoptères, Lépidoptères et Odonates. En effet, pour un bon nombre des taxons appartenant à ces ordres, les identifications taxonomiques ne vont pas plus loin que la sous-famille, voire la famille.

4.1.2. Critères logistiques et géographiques

Il est également apparu nécessaire de prendre en compte le temps et la difficulté d'accès à la station et le secteur géographique. Ainsi, la sélection des stations faciles d'accès et provenant de différents secteurs géographiques a été privilégiée. En ce qui concerne la difficulté d'accès, certaines stations comportent des passages complexes, nécessitant des cordes et des protections individuelles telles que des casques ; ces stations n'ont donc pas été privilégiées dans la sélection.

4.1.3. Critères relatifs aux niveaux de pressions

Enfin, un dernier critère relatif aux pressions a été pris en compte. Ce dernier comprend à la fois la proximité avec des sources de nuisances anthropiques possibles telles que l'éclairage urbain (lampadaires) et la présence d'éventuels rejets liés à la proximité des habitations ainsi que l'envahissement des berges par de la végétation exotique.

4.1.4. Classement des stations

Les secteurs géographiques de l'île ont été renseignés selon quatre zones : Est, Ouest, Sud et Nord (Tableau 3).

Tableau 3 : Secteurs géographiques des stations d'étude.

Stations	Bassin versant	Commune	Secteur
Bras Chansons	Marsouins	Plaine des Palmistes	Est
Bras Misère			
Grand Bras Patience	Ravine Sèche	Le Tampon	
Bras Noir			
Ravine des Merles	Mât	Salazie	
Ravine des Trois Cascades			
Ravine du Figaro	Saint-Jean	Sainte-Suzanne	Nord
Bras du Bernica	Sainte-Marie	Sainte-Marie	
Ravine Calumets	Bras de Cilaos	Cilaos	Sud
Bras l'Eustache			
Source Eboulis Rouge	Remparts	Saint-Joseph	
Grand Bras Rouge	Ravine des Grègues	Petite-Île	
Ravine Grand-Mère	Galets	Mafate	Ouest
Ravine Savon			
Ravine Ruisseau	Ravine Ruisseau	Les Avirons	

Des points ont ensuite été attribués à chacune des stations, en fonction des critères décrits précédemment (Tableau 4).

Pour l'abondance et la richesse, un point a été attribué aux stations présentant une valeur supérieure à la moyenne du jeu de données. Dans le cas contraire, aucun point n'a été attribué à la station. Pour rappel, la moyenne de l'abondance s'élève à neuf individus et celle de la richesse à trois taxons.

Pour les critères concernant la logistique et les niveaux de pressions, la règle du paramètre déclassant a été adoptée. Ainsi, lorsque l'approche à une station nécessite plus de deux heures de marche aller-retour ou en cas de difficultés particulières d'accès, ou lorsqu'un niveau de pression significatif est observé, la station est automatiquement écartée.

Au final, les stations accumulant le plus de points au sein de chacun des secteurs géographiques ont été sélectionnées. A noter que pour les ex-aequo au sein d'un secteur, une expertise basée sur les résultats bruts et les observations de terrain, a été appliquée.

Tableau 4 : Résultats bruts de chacun des critères pris en compte par station.

Stations	Secteur	Abondance	Richesse	Temps d'accès	Difficulté d'accès	Pressions
Bras Chansons	Est	64	7	2 minutes	Aucune	Peu ou aucunes
Bras Misère		15	5	2 minutes	Aucune	Peu ou aucunes
Grand Bras Patience		11	3	20 minutes	Aucune	Peu ou aucunes
Bras Noir		1	1	10 minutes	Aucune	Peu ou aucunes
Ravine des Merles		8	2	1h20min	Aucune	Peu ou aucunes
Ravine des Trois Cascades		7	4	2 minutes	Aucune	Proximité habitations et ripisylve exotique
Ravine du Figaro	Nord	11	5	2 minutes	Aucune	Peu ou aucunes
Bras du Bernica		3	3	10 minutes	Aucune	Peu ou aucunes
Ravine Calumets	Sud	4	3	1 heure	Aucune	Peu ou aucunes
Bras l'Eustache		4	3	1 heure	Casque et corde	Peu ou aucunes
Source Eboulis Rouge		6	5	2 heures	Accès long et éprouvant	Peu ou aucunes
Grand Bras Rouge		0	0	40 minutes	Aucune	Peu ou aucunes
Ravine Grand-Mère	Ouest	4	3	5 heures	Accès long et éprouvant	Ripisylve exotique
Ravine Ruisseau		2	1	30 minutes	Aucune	Proximité habitations et ripisylve exotique
Ravine Savon		0	0	1 heure	Aucune	Ripisylve exotique

4.2. Résultats

Le cumul des points par station est présenté en Tableau 5.

Tableau 5 : Points par critère de sélection attribués à chacune des stations.

Stations	Secteur	Abondance	Richesse	Temps accès	Difficulté accès	Pressions	Total
Bras Chansons	Est	1	1	1	1	1	5
Bras Misère		1	1	1	1	1	5
Grand Bras Patience		1	0	1	1	1	4
Bras Noir		0	0	1	1	1	3
Ravine des Merles		0	0	1	1	1	3
Ravine des Trois Cascades		0	1	1	1	Déclassée	Déclassée
Ravine du Figaro	Nord	1	1	1	1	1	5
Bras du Bernica		0	0	1	1	1	3
Grand Bras Rouge	Sud	0	0	1	1	1	3
Ravine Calumets		0	0	1	1	1	3
Source Eboulis Rouge		0	1	Déclassée	Déclassée	1	Déclassée
Bras l'Eustache		0	0	1	Déclassée	1	Déclassée
Ravine Ruisseau	Ouest	0	0	1	1	Déclassée	Déclassée
Ravine Savon		0	0	1	1	Déclassée	Déclassée
Ravine Grand-Mère		0	0	Déclassée	Déclassée	Déclassée	Déclassée

Les stations présentant les scores les plus élevés (5) appartiennent aux secteurs Est et Nord. Les stations des secteurs Sud et Ouest sont presque toutes déclassées.

Pour le secteur Est, les stations Bras Chansons et Bras Misère, appartenant au secteur de Bébour, présentent les scores maximaux. La station Bras Chansons présente les valeurs d'abondance et de richesse les plus élevées (Tableau 4), ainsi qu'un accès plus simple et un milieu plus ouvert comparativement à la station de Bras Misère. La station **Bras Chansons** est donc sélectionnée.

Pour le secteur Nord, la station accumulant le plus de points est celle de **Ravine du Figaro**, elle est donc aussi sélectionnée.

Pour le secteur Sud, les stations de Grand Bras Rouge et de Ravine Calumets présentent chacune trois points, mais seule la station de Ravine Calumets présente des individus inventoriés. C'est donc la station de **Ravine Calumets** qui est sélectionnée.

Enfin, les stations du secteur Ouest, sont toutes écartées puisqu'elles présentent toutes des critères discriminants liés à la présence de pressions et à des difficultés d'accès.

Les trois stations retenues sont donc celles de Bras Chansons, Ravine du Figaro et Ravine Calumets.

5. Proposition pour le déploiement des inventaires aériens 2022

5.1. Organisation et personnel mobilisé

Les opérations concernant les inventaires aériens de 2022 seront menées sous la direction des équipes d'OCEA Consult' et MICROPODA.

Ces équipes seront complétées par les partenaires du projet, à savoir l'Office de l'Eau de La Réunion (OLE) et le Parc National de La Réunion (PNR) (Tableau 6).

Tableau 6 : Personnel mobilisé pour les inventaires.

OCEA Consult'	MICROPODA	OLE	PNR
Laëtitia FAIVRE ; Emilie METRO ; Hugo FRANCLLET	Jacques ROCHAT ; Vincent LEGROS	1 personne/jour (restante à définir)	1 personne/jour (restante à définir)

5.1. Planning

Le planning suivant (Tableau 7) est proposé pour l'échantillonnage des trois stations sélectionnées.

Tableau 7 : Planning prévisionnel des inventaires aériens INVERDO 2022.

Date	Secteur	Station
Jeudi 20 janvier 2022	Est	Bras Chansons
Lundi 24 janvier 2022	Nord	Ravine du Figaro
Mardi 25 janvier 2022	Sud	Ravine Calumets

D'autres créneaux peuvent aussi être envisagés comme les 21, 22 et 24 février 2022.

Références bibliographiques

Kirk-Spriggs, A.H. & Sinclair, B.J. (eds). 2017. Manual of Afrotropical Diptera. Volume 1. Introductory chapters and keys to Diptera families. Suricata 4. South African National Biodiversity Institute, Pretoria; pp. 267–355.

Annexes

Annexe 1 : Liste des taxons aériens récoltés au filet à papillons par station (la colonne Milieu indique un T pour les taxons à phase uniquement terrestre et A/T pour ceux à phase aérienne à stade pré-imaginaux aquatiques).

Taxon	Milieu	Bras Chansons	Bras du Bernica	Bras l'Eustache	Bras Misère	Bras Noir	Grand Bras Patience	Ravine Calumets	Ravine des Merles	Ravine des Trois Cascades	Ravine du Figaro	Ravine Grand-Mère	Ravine Ruisseau	Ravine Savon	Source Eboulis Rouge	Total
Acari	T	2														2
Agromyzidae	T	43				1			3	4						51
Anyphaenidae	T			1	2								1			4
Aphidoidea	T	6													1	7
Carabidae	T													1	1	2
Ceratopogonidae	A/T	7														7
Chironomidae	A/T	1			2					4						7
Chrysomelidae	T	13							1							14
Coenagrionidae	A/T			2												2
Collembola	T												1			1
Culicidae	A/T	34	1						7		1				1	44
Cynipidae	T								1							1
Dermaptera	T											1				1
Dermeptidae	T	1														1
Dictynidae	T			1					1				4			6
Diplura	T							1					10			11
Dolichopodidae	A/T						3			1	1					5
Drosophilidae	T	2													1	3
Ensifera	T		2		1			2								5
Ephydriidae	A/T	4			1											5
Fulgoromorpha	T	2														2
Gerridae	A/T							2								2

Hemiptera	A/T	5						2		1				17	25	
Heteroptera	A/T										1				1	
Homoptera	T	13				3					2				18	
Hymenoptera	T	1						1				1	1	1	5	
Hymenoptera parasitoïdes	T	27			1				1	6					35	
<i>Ischnura senegalensis</i>	A/T													1	1	
<i>Leucauge undulata</i>	T									1					1	
Limoniidae /Tipulidae	A/T	9	1	1	7		4	2	1	1	1	1	2	1	31	
Linyphiidae	T			2	2					2		1			7	
Lycosidae	T			1								1			2	
Miturgidae	T			1			1								2	
Muscidae	T	6							2	5	1	2		2	18	
Oligochaeta	A/T							10							10	
Polydesmida	T			3				3		3		1		1	11	
Pscoptera	T											1			1	
Pyraloïdea	A/T	7			2	1	4	1		1	1	1		2	20	
Salticidae	T				1										1	
Sciaridae	T				7										7	
Sisyridae	A/T											2			2	
Symphyta	T	1													1	
Tenebrionidae	T	1													1	
Tetragnathidae	T			2							1	1			4	
Theridiidae	T	2						2				1		6	11	
Theridion	T				3										3	
Trichoptera	A/T	2	1	1	3			1			7	2		1	18	
Total		189	5	15	32	2	15	27	17	29	15	17	19	1	36	419

Projet INVERDO. Vers une meilleure conservation de la biodiversité aquatique dans les cours d'eau des "Hauts" de la Réunion. Note technique sur les inventaires aériens des stations INVERDO - 15/11/2021-

Annexe 2 : Abondances et richesses totales et en taxons à phase terrestre et à phase aquatique/terrestre (aérienne à stade pré-imaginaux aquatiques) par station.

Station	Abondance en taxons à phase aquatique et terrestre	Abondance en taxons à phase terrestre	Abondance totale	Richesse en taxons à phase aquatique et terrestre	Richesse en taxons à phase terrestre	Richesse totale
Bras Chansons	69	120	189	7	13	20
Bras du Bernica	3	2	5	3	1	4
Bras l'Eustache	4	11	15	3	7	10
Bras Misère	15	17	32	5	7	12
Bras Noir	1	1	2	1	1	2
Grand Bras Patience	11	4	15	3	2	5
Grand Bras Rouge	0	0	0	0	0	0
Ravine Calumets	18	9	27	5	5	10
Ravine des Merles	8	9	17	2	5	7
Ravine des Trois Cascades	8	21	29	5	6	11
Ravine du Figaro	11	4	15	5	3	8
Ravine Grand-Mère	7	10	17	5	9	14
Ravine Ruisseau	2	17	19	1	5	6
Ravine Savon	0	1	1	0	1	1
Source Eboulis Rouge	23	13	36	6	7	13

Projet INVERDO

**Vers une meilleure conservation de la
biodiversité aquatique dans les cours d'eau
des "Hauts" de La Réunion**

**Plaquette relative à la journée d'échange entre les
partenaires du projet INVERDO**



V3
03/08/2023

Les essentiels de la biodiversité d'eau douce de La Réunion

Systemes d'eau douce



Diversité taxonomique



Méthodes d'échantillonnage



Les différents écosystèmes d'eau douce



Atelier 1

Rivières pérennes

- 310 km de linéaire (13)

Ravines intermittentes

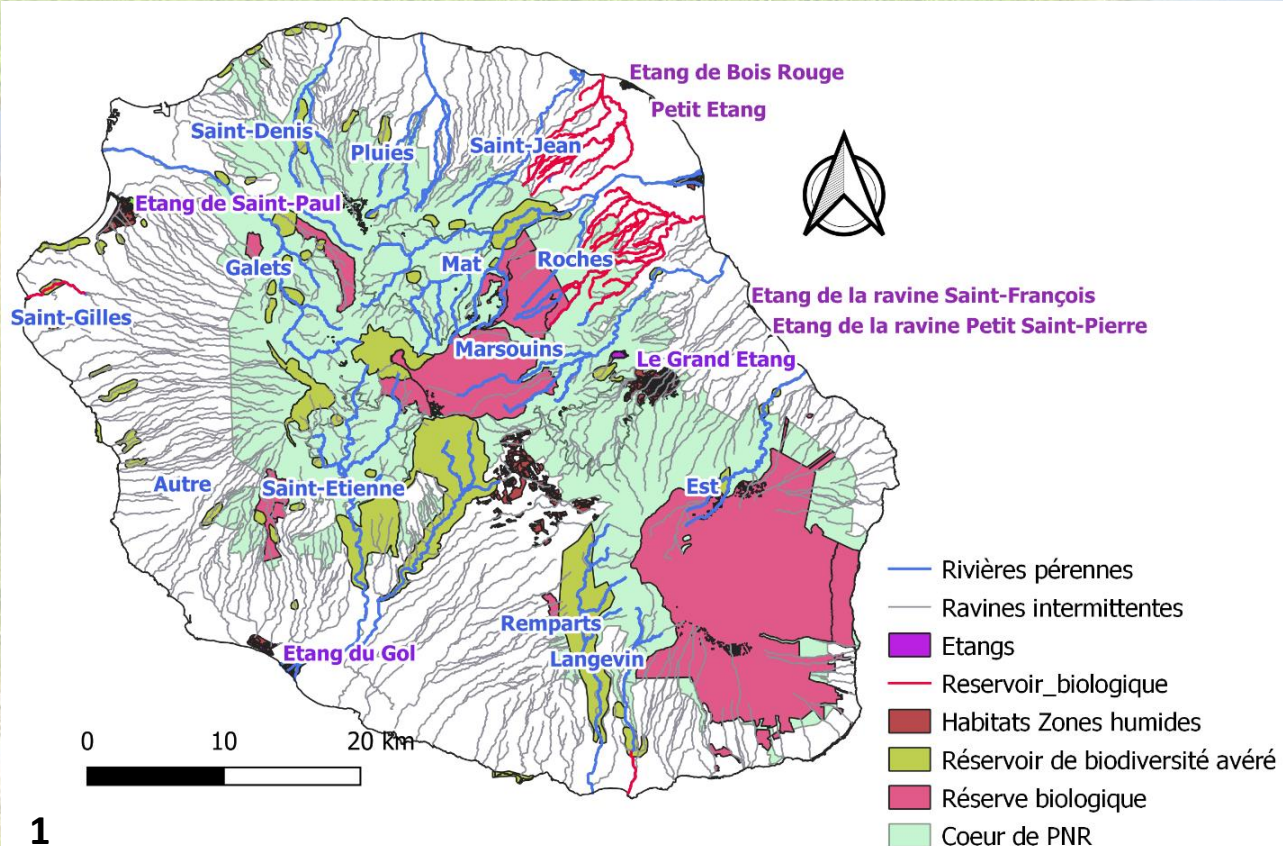
- 945 km (environ 750)

Étangs côtiers

- Saint-Paul, Gol, Bois Rouge, ...

Mares d'altitude

- Grand Étang (Saint-Benoît)
- Mare à Joncs (Cilaos)
- Mares de Salazie, ...



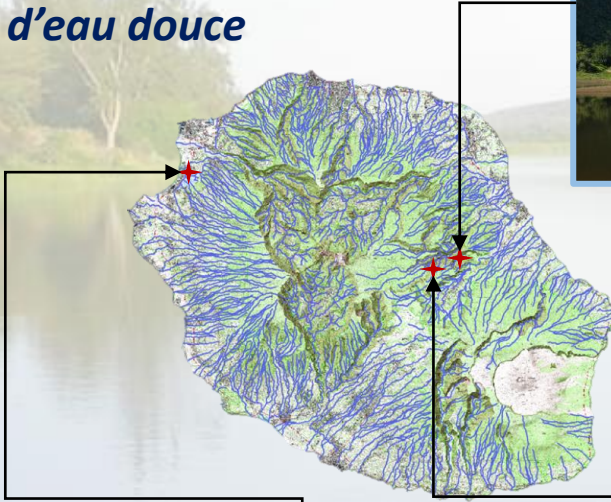
Les réservoirs de biodiversité d'eau douce

*Peu de statuts spécifiques
aux écosystèmes
aquatiques
d'eau douce*



Grand Etang

- Site protégé ONF
- Cœur de PNR¹
- ZNIEFF type 1 : espèces rares, caractéristiques



© OCEA Consult'

Etang de Saint-Paul

- NERL²
- ZNIEFF type 1 : espèces rares, caractéristiques
- Labellisation RAMSAR³



© OCEA Consult'

Bras Chansons

- Cœur de PNR¹
- Site protégé ONF
- Réserve biologique Dirigée de Bébour

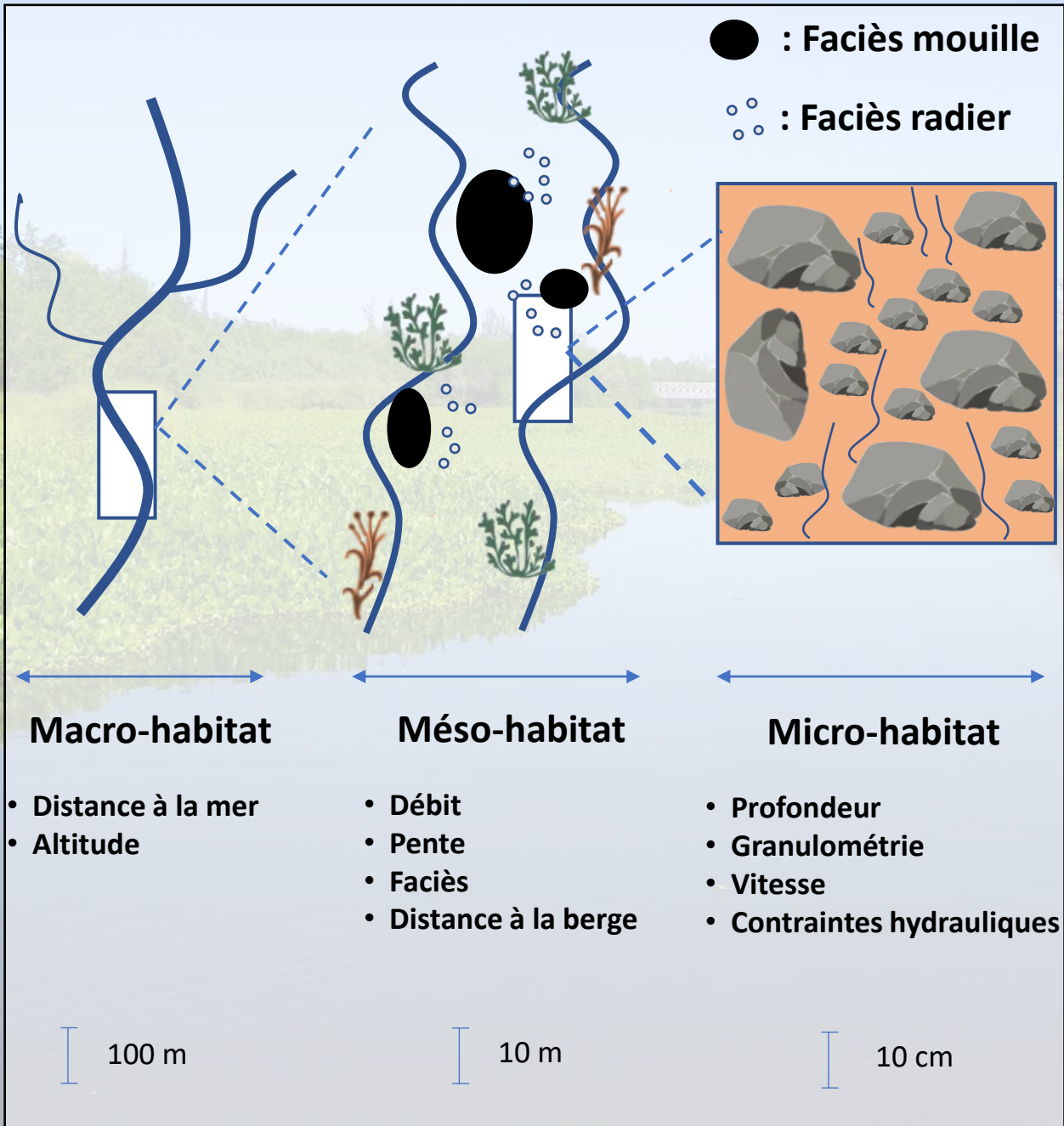
(1) Espace protégé, bénéficiant d'une réglementation « sur mesure, ainsi que des mesures contractuelles en faveur d'une gestion exemplaire de cet espace à forte valeur patrimoniale.

(2) Espace remarquable du littoral identifié au SAR (Schéma d'Aménagement Régional), préservé juridiquement **2**

(3) Cahiers d'habitats de La Réunion - zones humides d'importance internationale

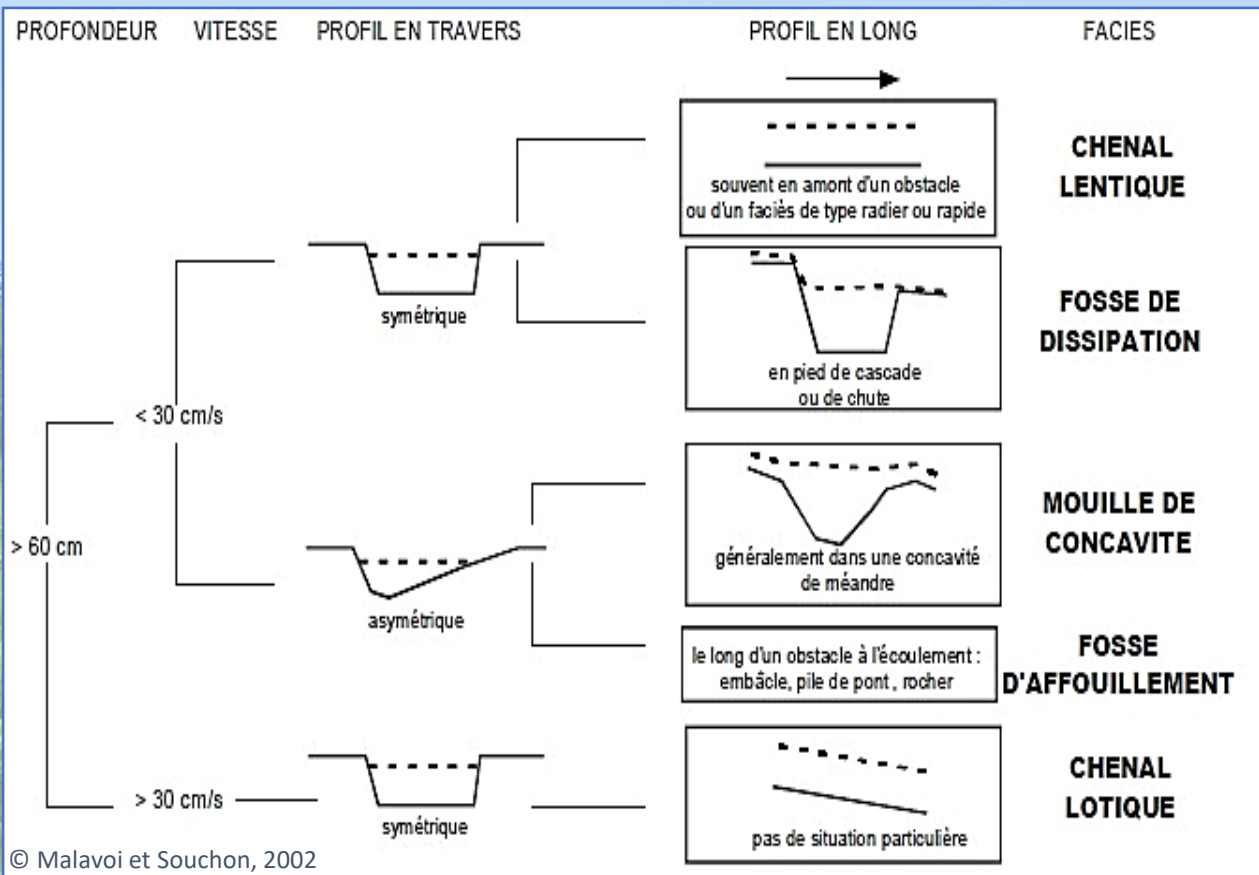
Les habitats aquatiques

Habitats à échelles emboîtées



Les habitats aquatiques

Faciès d'écoulement



CHENAL LOTIQUE



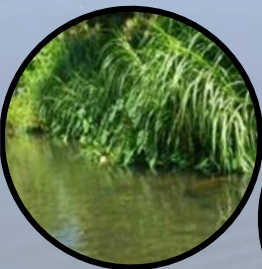
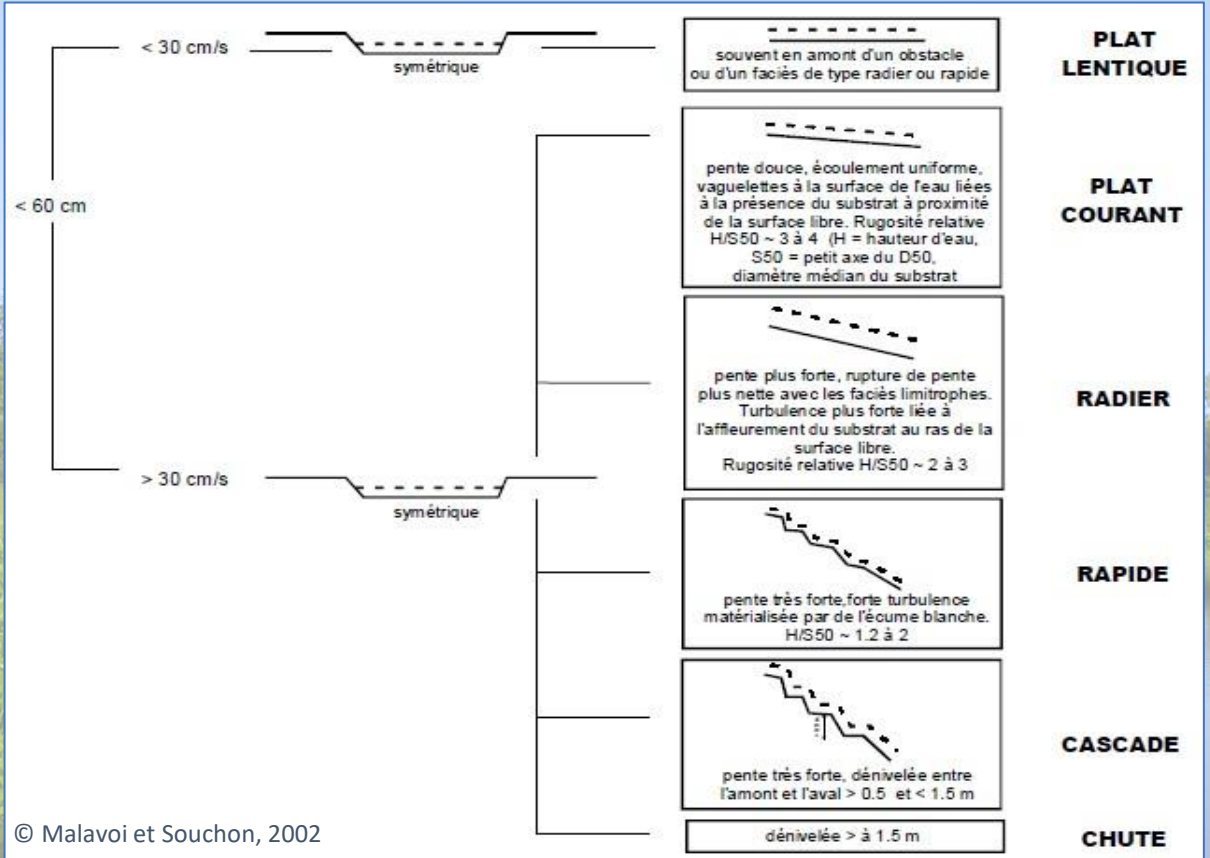
MOUILLE DE CONCAVITE



CHENAL LENTIQUE

Les habitats aquatiques

Faciès d'écoulement



PLAT LENTIQUE



PLAT COURANT



RADIER



RAPIDE



CASCADE

Éléments du micro-habitat

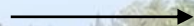


Atelier 2

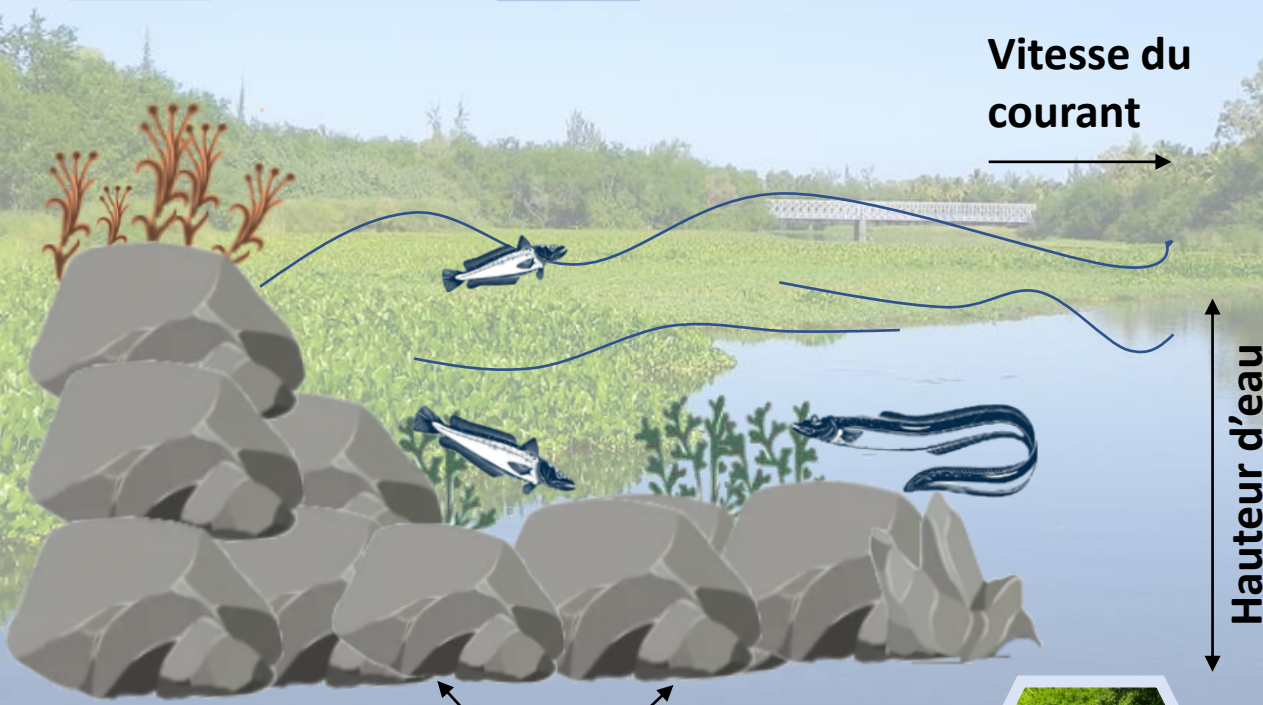
Paramètres



Vitesse du courant



Hauteur d'eau



Substrat

Rôle des habitats :

- Cache
- Oxygénation
- Nourrissage
- Croissance
- Reproduction



Éléments du micro-habitat





Substrats biogènes

Type de micro-habitat	Substrat	Ordre	Caractéristique
Végétaux	Bryophytes	1	Hépatiques et mousses
	Hydrophytes	2	Plantes entièrement immergées
	Hélophytes	7	Spermaphytes émergents de strates basses
	Algues	10	Organismes pouvant être extrêmement variables morphologiquement (ex : algues filamenteuses)
Organiques	Éléments organiques grossiers	3	Litière (feuilles et brindilles d'un diamètre inférieur à 5 mm, tombées au fond de l'eau), branches et racines
	Vase	8	Sédiment fin ± organique (>0,1 mm)
Minéraux	Sédiments minéraux de grande taille	4	Pierres et cailloux (taille comprise entre 16 et 256 mm)
	Blocs	5	Tailles entre 256 et 1 024 mm
	Granulats	6	Graviers (taille entre 2 et 16 mm)
	Sable – Limon	9	Taille < 2 mm
	Dalle – Argile	11	Taille > 1 024 mm

Ordre d'habitabilité : 1-3

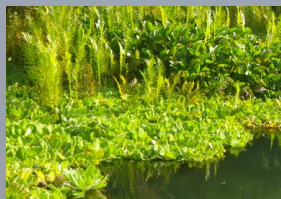
4-7

8-11

Macroinvertébrés :    





Les communautés biologiques d'eau douce

Phytoplancton

Ensemble des **microalgues** photosynthétiques présentes dans la colonne d'eau et ne pouvant opposer de **résistance** effective aux courants d'eau

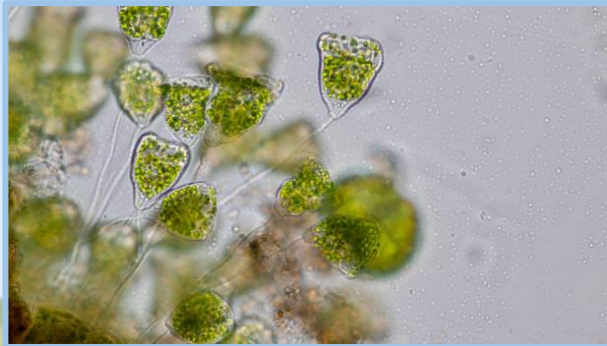


Image : Vorticella dans les eaux usées

Diatomée / phytobenthos

Algues unicellulaires de l'embranchement des Bacillariophytes qui ont la particularité de posséder un **frustule**, squelette siliceux se composant de deux valves

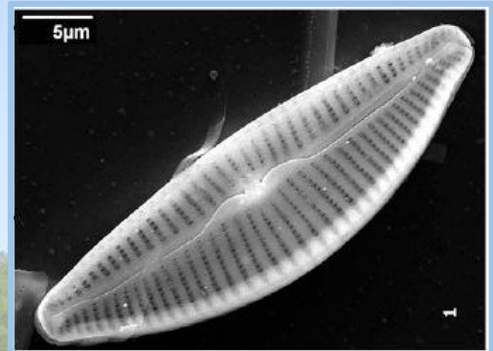


Image : Cymbella tropica ©Gassiole et al. 2011

Inventaire : prélèvements d'eau, à l'aide de bouteilles et de filets planctoniques

Inventaire : sur supports (substrats naturels, artificiels)



Filet planctonique

Bouteille de prélèvement

Disque Secchi : pour mesurer la transparence / la turbidité d'une colonne d'eau



Support artificiel : support avec lamelles pour permettre le dépôt des diatomées

Les communautés biologiques d'eau douce

Poissons et Macro-crustacés

Poisson : animal aquatique vertébré, muni de nageoires et de branchies. Les espèces indigènes de La Réunion sont des espèces amphihalines : elles passent une partie de leur vie en eau de mer et une autre en eau douce,

Macro-crustacé : animal arthropode à carapace, le plus souvent aquatique, au corps formé de segments munis chacun d'une paire d'appendices, possédant deux paires d'antennes et des yeux composés.

Différentes techniques d'inventaire de poissons et macro-crustacés

Pêche électrique, pêche au filet, nasses, observations subaquatiques ...



© OCEA Consult'

Pêche électrique



© OCEA Consult'

Observations subaquatiques



Les communautés biologiques d'eau douce

Macroinvertébrés

Les macroinvertébrés forment un groupe très diversifié comprenant des espèces de Cnidaires, Nématodes, Némertes, Plathelminthes, Annélides, Arachnides, Mollusques, Crustacés et Insectes. La classe des Insectes est celle comportant le plus grand nombre de taxons.

Inventaires aquatiques

Filet Troubleau

Filet avec manche à mailles fines (0,25 mm) permettant d'**augmenter les chances de prélever les individus de la colonne d'eau** (Odonates, Coléoptères...)



Filet Surber

Piège avec cadre horizontal et vertical comportant deux filets : un de vide de maille 1 cm, permettant d'intercepter le substrat grossier et d'éviter l'écrasement des organismes collectés, et un second de maille fine de 0,25 mm qui permet de récupérer la faune et le substrat fin

Augmente les chances de prélever les individus benthiques présents dans le substrat (Mollusques, larves de Diptères ...)



Différents types de prélèvements

Les communautés biologiques d'eau douce

Macroinvertébrés

Inventaires aériens



Piège nocturne

Les insectes attirés par une lumière puissante à spectre dans l'UV se posent sur le drap blanc puis sont collectés

© Jacques ROCHAT



Prospections diurnes : battage et fauchage

Battage : parapluie et aspirateur. Ce dispositif est utilisé pour l'échantillonnage de la faune sur la végétation des berges. Le parapluie est disposé en dessous du feuillage qui est battu et les insectes tombés sont récoltés avec un aspirateur à bouche.

© Jacques ROCHAT



Filet fauchoir : sert à capturer les insectes dans les zones herbeuses



© Jacques ROCHAT



Différents type de prélèvements

Les communautés biologiques d'eau douce

Indicateurs biologiques



Directive-Cadre européenne sur l'Eau (DCE) : en 2000, pour améliorer la qualité des cours d'eau qui font face à de nombreuses détériorations, la DCE impose à chaque état membre de l'Union Européenne de mettre tout en œuvre pour retrouver le bon état écologique de leurs cours d'eau

Evaluation de la qualité biologique des cours d'eau de l'île de La Réunion et identification de l'écart à un état de référence (non impacté par les activités anthropiques)

Développement et mise en place d'outils, servant à suivre les changements à long terme de l'état des eaux suite à des changements d'origine naturelle ou anthropiques



IRM

Indice Réunion Macroinvertébrés : se base sur l'étude des macroinvertébrés benthiques et renseigne sur les perturbations physico-chimiques et hydromorphologiques du milieu.



IRP

Indice Réunion Poisson : se base sur l'étude de l'ichtyofaune et renseigne sur l'hydromorphologie.



IDR

Indice Diatomique Réunion : se base sur l'étude des communautés de diatomées benthiques et renseigne sur la physico-chimie.

Echantillonnage de la biodiversité des macroinvertébrés



- Substrat
- Profondeur
- Vitesse
- Colmatage
- Recouvrement algale

Description des conditions environnementales

- Topographie, occupation des sols
- Physico-chimie
- Substrats principaux
- Hydrologie, météo
- Sources de pollution

Description des habitats

Définition du plan d'échantillonnage

- Emplacement de la station
- Échantillonnage de tous les substrats (privilégier les plus biogènes)
- Prélèvement dans différents faciès

Prélèvements

- Filet Surber : substrat
- Filet Troubleau : colonne d'eau (profondeur > 30 cm)
- Prélèvements ponctuels : habitats marginaux biogènes
- Drap : flaques déconnectées



Echantillonnage de la biodiversité des macroinvertébrés



Atelier 3

Pré-Tri

- Stockage du prélèvement dans une bassine
- Balayage des substrats de taille supérieure aux cailloux (16 à 64 mm)
- Filtration du reste du prélèvement au tamis de 450 µm



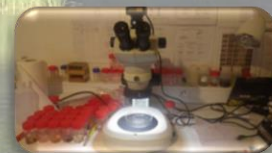
Conditionnement

- Un échantillon par prélèvement
- Conservation dans de l'éthanol à 90°
- Référence : nom, date, code station, numéro et type de prélèvement



Détermination

- Identification des taxons à l'aide de deux ouvrages sous loupe binoculaire :
- Tachet et al., 2010
- Forcellini et al., 2012



Exemple de liste faunistique

Station	Date	Méthode	Numéro du prélèvement	Taxon	Nombre
Bras Chansons	12/08/2022	Surber	1	<i>Hydropsyche mokaensis</i>	5
Bras Misère	18/08/2022	Troubleau	2	Simuliidae	20



Identification des taxons d'intérêt :
sensibles à la pollution, endémiques, statuts ZNIEFF,...

Ressources pour signaler des observations naturalistes

- **GEIR (Groupe Espèces Invasives de La Réunion)** : ensemble d'institutions, d'agences, d'association, de professionnels et de personnes ressources, coordonné dans la lutte contre les espèces exotiques envahissantes à La Réunion.

Site Internet : <https://www.especesinvasives.re/geir/>

- ➔ Fiche de signalement d'observation



The screenshot shows the 'Faire un signalement' (Report an observation) page on the GEIR website. The page is titled 'Groupe Espèces Invasives de La Réunion' and 'Préservez notre patrimoine naturel'. It features a navigation menu with options like 'Accueil', 'GEIR', 'Stratégie de lutte', 'Espèces Invasives', 'En pratique', 'Actions de gestion', and 'Dossiers Thématiques'. The main content area is divided into 'SELECTION DU SIGNALLEMENT' and 'FICHE DE SIGNALLEMENT'. Under 'SELECTION DU SIGNALLEMENT', there are two options for 'MILIEU' (Environment): 'Aquatique' (Aquatic) and 'Terrestre' (Terrestrial). Below this, there are four buttons: 'Zone Océan Indien', 'Documents à télécharger', 'La presse en parle', and 'Emplois ou Stages'. At the bottom, there is a footer with various links like 'Contact', 'Partenaires', 'Liens utiles', 'Glossaire', 'Plan du site', 'Mentions légales', 'Offres d'emploi', 'Les portraits', and 'Evénements'.

- **SINP (Système d'Information de l'Inventaire du Patrimoine Naturel) – Borbonica** : Dispositif partenarial entre différentes institutions publiques et privées (Ministère de l'environnement, Office français de la biodiversité, ...) visant au partage des données sur la biodiversité

Site internet : <https://www.borbonica.re/contribuer/>



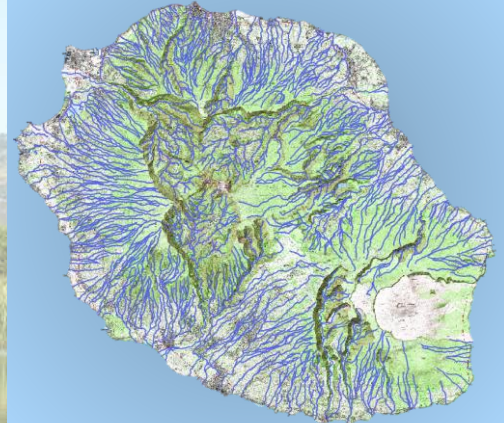
The screenshot shows the 'UN PORTAIL D'ACCÈS AUX OBSERVATIONS NATURALISTES' (A portal for access to naturalist observations) page on the Borbonica website. The page features a large background image of a mountain landscape with a map of Réunion Island overlaid. The text on the page includes: 'UN BILAN DES CONNAISSANCES SUR LA FAUNE ET LA FLORE DE LA RÉUNION', '500 000 DONNÉES VALIDÉES', and 'UN ATLAS POUR DÉCOUVRIR LA BIODIVERSITÉ'. Below the main content, there are four icons representing different features: 'BORBONICA OBS' (Researcher detailed data), 'BORBONICA ATLAS' (Discover the syntheses by species), 'BORBONICA STATS' (Consult the barometer of the SINP), and 'CONTRIBUER' (Share your data). At the bottom, there is a section for 'LES DERNIÈRES ACTUALITÉS' (The latest news).

Réseaux participatifs à développer

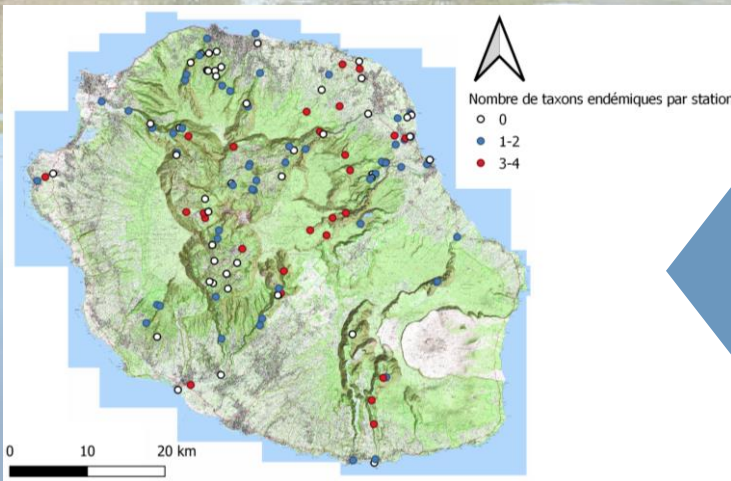
Intérêt pour la mise en place de réseaux participatifs :

- Avoir des informations sur l'intermittence des cours d'eau
- Compléter les connaissances sur la localisation des espèces patrimoniales et exotiques

Réseau dense composé de ravines, bras et cours d'eau, dont l'intermittence est mal connue



Carte de l'ensemble du réseau hydrographique de La Réunion



Carte du nombre de taxons endémiques par station d'inventaire

Taxons endémiques largement répartis (écosystèmes pérennes/ intermittents), certains inféodés aux altitudes élevées (>1000m)

Site Internet de l'Atlas des Macroinvertébrés des eaux douces de La Réunion :

https://www.eaureunion.fr/fileadmin/user_upload/Atlas/atlas_macroinvertebres_hd_interactif.pdf

Fiches taxonomiques

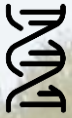
Légendes et définitions

VV : vue ventrale

VD : vue dorsale

VL : vue latérale

Les fiches taxonomiques suivantes illustrent la diversité des macroinvertébrés :
20 taxons sont présentés sur plus de 130 taxons recensés à ce jour
(informations issues de Forcellini et al., 2012 et à dire d'expert)



Groupe systématique



Répartition altitudinale



Alimentation



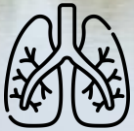
Statut biogéographique



Locomotion



Préférence hydraulique



Respiration



Abondance



Modèle biologique



Répartition



Changement de milieu



Métrieque IRM

Holométabole : insecte à métamorphose complète. Les stades préimaginaux (larvaires et nymphaux) sont morphologiquement différents du stade adulte. La métamorphose est « concentrée » au stade nymphal.

Hétérométabole : insecte à métamorphose incomplète. Les stades préimaginaux sont morphologiquement similaires au stade adulte. Le passage du stade larvaire au stade imago se fait progressivement, sans passer par un stade nymphal.

Changement de milieu : larve aquatique et adulte aérien

Limnophile : macroinvertébré préférant vivre dans des eaux où le courant est lent.

Rhéophile : macroinvertébré préférant vivre dans des eaux où le courant est rapide.

Dulçaquicole : organisme ayant un cycle de vie complet en eau douce.

Afrogyrus rodriguezensis (Crosse, 1873)

Synonyme : *Hovorbis rodriguezensis*



Mollusque



Racleur/Brouteur



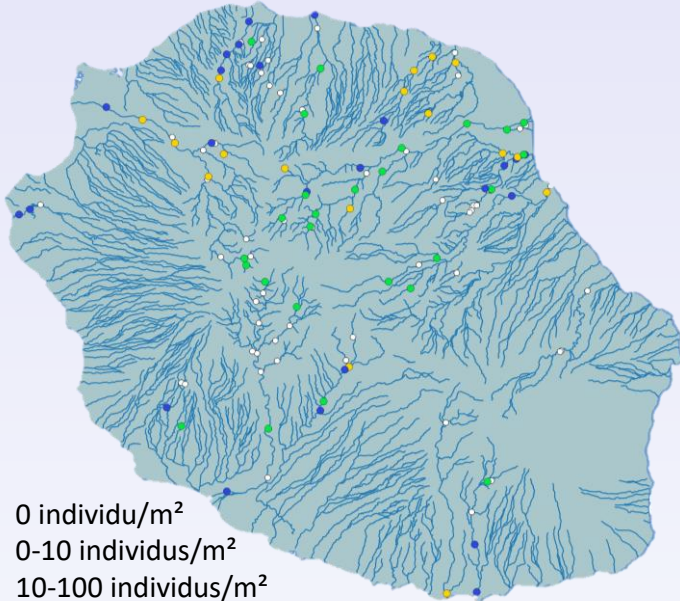
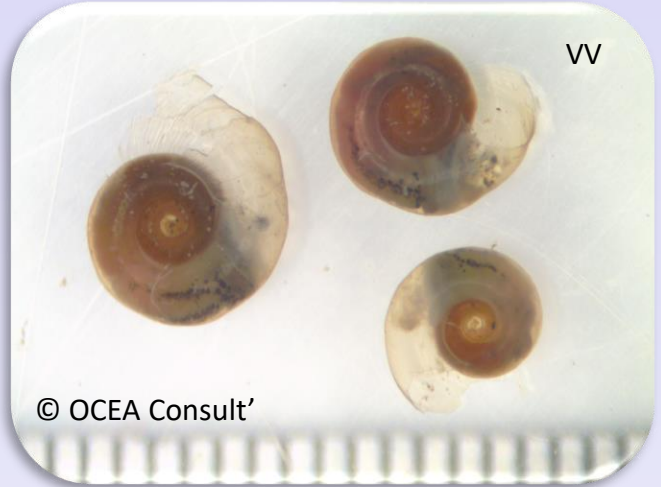
Rampant



Tégumentaire



Dulçaquicole strict



- 0 individu/m²
- 0-10 individus/m²
- 10-100 individus/m²
- 100-500 individus/m²
- 500-1000 individus/m²
- 1000-5000 individus/m²
- > 5000 individus/m²

n = 24 889



Ubiquiste



Indigène



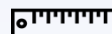
Limnophile



Elevée



Moyenne



Oui

Physella acuta (Draparnaud, 1805)

Nom commun : Physe voyageuse



Mollusque



Racleur/Brouteur



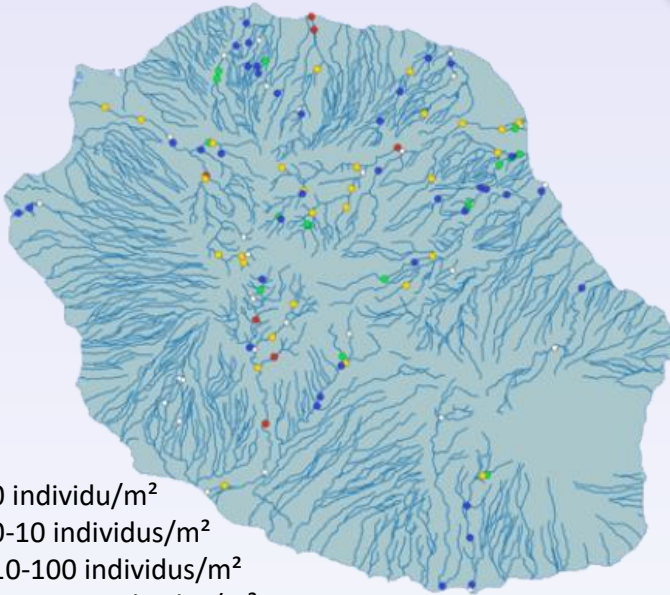
Rampant



Tégumentaire



Dulçaquicole strict



- 0 individu/m²
- 0-10 individus/m²
- 10-100 individus/m²
- 100-500 individus/m²
- 500-1000 individus/m²
- 1000-5000 individus/m²
- > 5000 individus/m²

n = 91 889



Ubiquiste



Introduit



Limnophile



Elevée



Elevée



Oui

Lymnaea natalensis (Krauss, 1848)



Mollusque



Racleur/Brouteur



Rampant



Tégumentaire



Dulçaquicole strict



© Forcellini et al., 2012



0 à 1000 m



Introduit



Limnophile



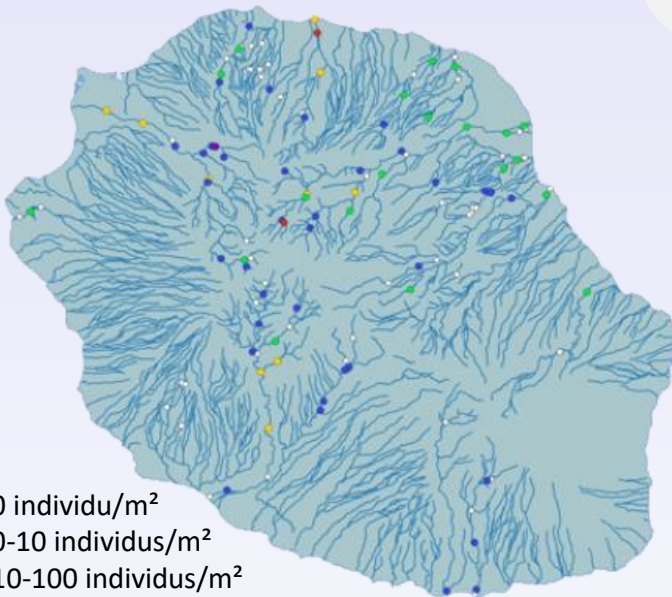
Elevée



Moyenne



Oui



n = 24 430

- 0 individu/m²
- 0-10 individus/m²
- 10-100 individus/m²
- 100-500 individus/m²
- 500-1000 individus/m²
- 1000-5000 individus/m²
- > 5000 individus/m²

Neritilia consimilis (Müller, 1774)



Mollusque



Racleur/Brouteur



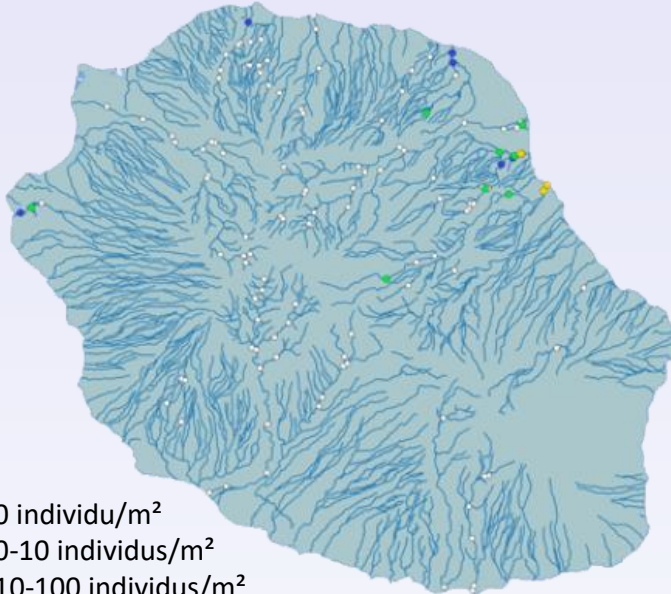
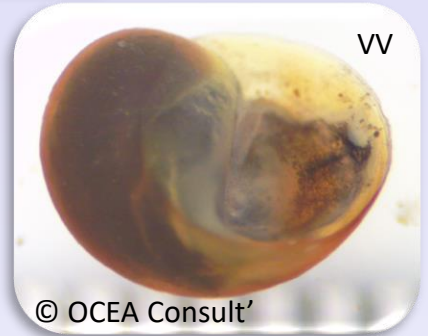
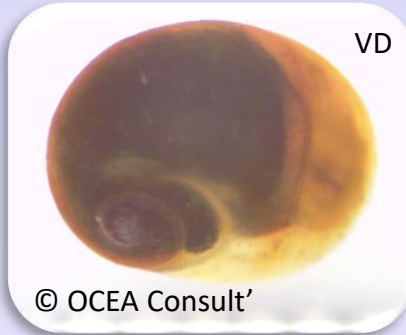
Rampant



Branchiale



Amphidrome



n = 11 473



0 à 100 m



Indigène



Inconnue



Elevée



Faible



Non

- 0 individu/m²
- 0-10 individus/m²
- 10-100 individus/m²
- 100-500 individus/m²
- 500-1000 individus/m²
- 1000-5000 individus/m²
- > 5000 individus/m²

Thiara scabra (Müller, 1774)



Mollusque



Racleur / Brouteur



Rampant



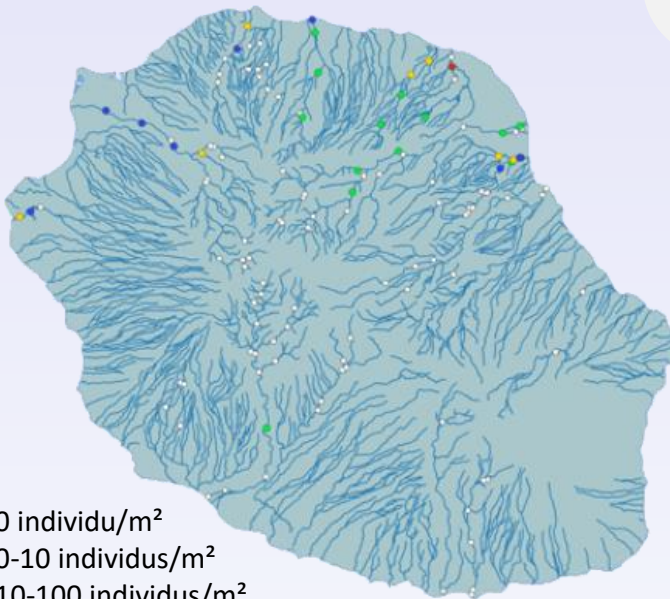
Branchiale



Amphidrome



© Forcellini et al., 2012



n = 16 241

- 0 individu/m²
- 0-10 individus/m²
- 10-100 individus/m²
- 100-500 individus/m²
- 500-1000 individus/m²
- 1000-5000 individus/m²
- > 5000 individus/m²



0 à 200 m



Indigène



Limnophile



Elevée



Faible



Oui

Clithon longispina (Recluz, 1841)

Nom commun : Coquille zépine



Mollusque



Racleur / Brouteur



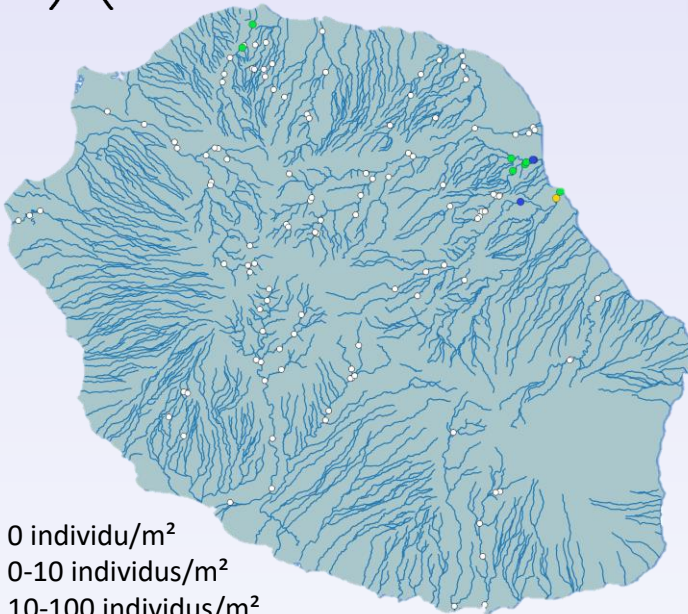
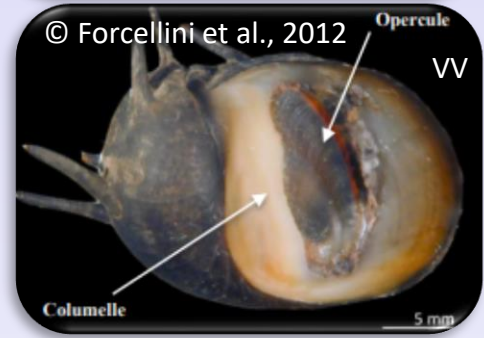
Rampant



Branchiale



Dulçaquicole strict



n = 1 836



0 à 100 m



Indigène



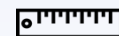
Inconnue



Elevée



Faible



Non

- 0 individu/m²
- 0-10 individus/m²
- 10-100 individus/m²
- 100-500 individus/m²
- 500-1000 individus/m²
- 1000-5000 individus/m²
- > 5000 individus/m²

Barbronia weberi (Blanchard, 1897)



Annélide



Prédateur



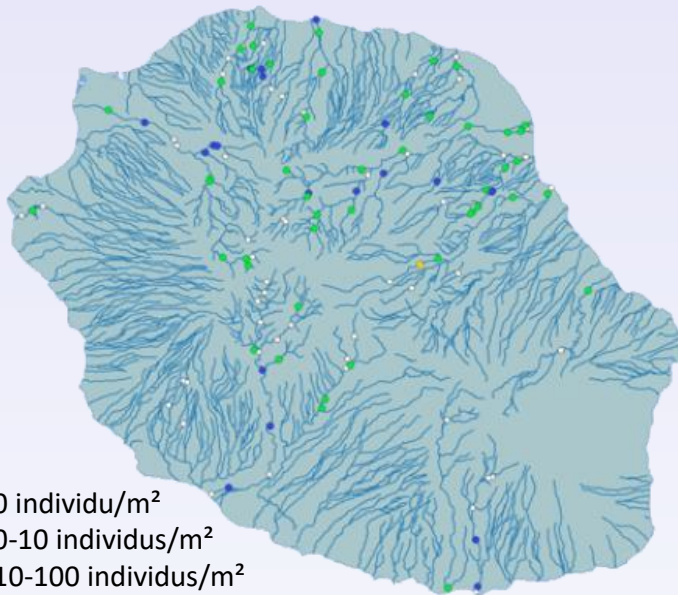
Rampant



Tégumentaire



Dulçaquicole strict



n = 2 927

- 0 individu/m²
- 0-10 individus/m²
- 10-100 individus/m²
- 100-500 individus/m²
- 500-1000 individus/m²
- 1000-5000 individus/m²
- > 5000 individus/m²



0 à 800 m



Introduit



Ubiquiste



Elevée



Moyenne



Oui



Nigrobaetis colonus (Gattolliat, 2004)



Ephéméroptère



Racleur/Brouteur



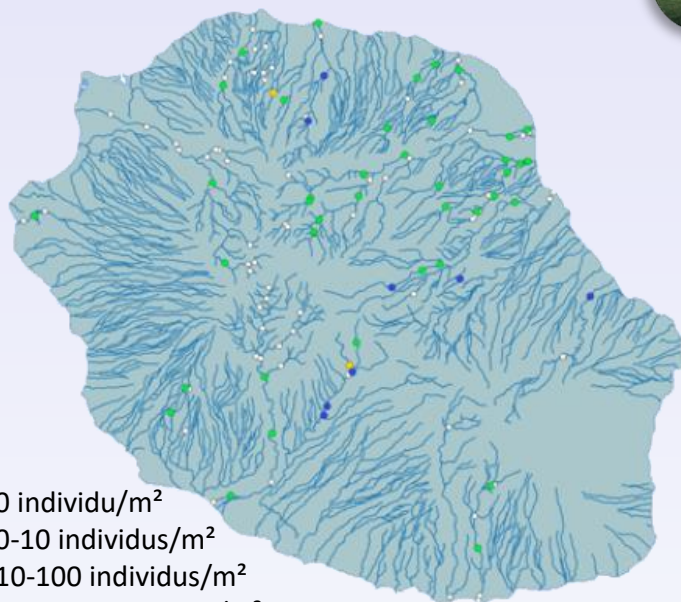
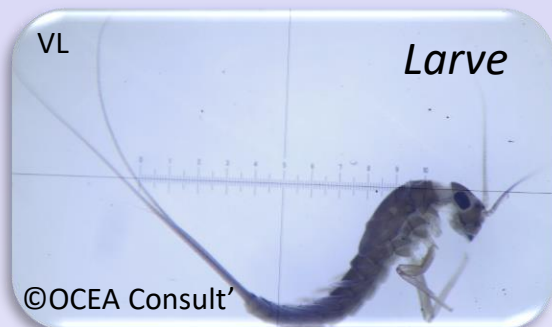
Nageur /Rampant



Trachéo-branchiale (larve)
Aérienne (adulte)



Hétérométabole



n = 2 549

- 0 individu/m²
- 0-10 individus/m²
- 10-100 individus/m²
- 100-500 individus/m²
- 500-1000 individus/m²
- 1000-5000 individus/m²
- > 5000 individus/m²



Ubiquiste



Endémique de La Réunion



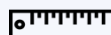
Rhéophile



Elevée



Moyenne



Oui

Coenagriocnemis reuniense (Fraser, 1957)



Odonate



Prédateur



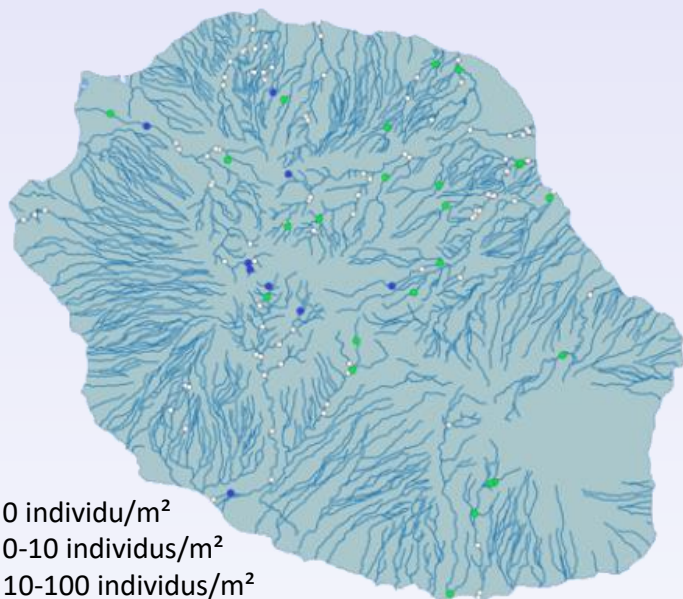
Marcheur



Trachéo-branchiale (larve)
Aérienne (adulte)



Hétérométabole



- 0 individu/m²
- 0-10 individus/m²
- 10-100 individus/m²
- 100-500 individus/m²
- 500-1000 individus/m²
- 1000-5000 individus/m²
- > 5000 individus/m²

n = 448



> 400 m



Endémique de La Réunion



Limnophile



Moyenne



Faible



Non



Trithemis annulata haematina (Rambur, 1842)



Odonate



Prédateur



Marcheur



Trachéo-branchiale (larve)
Aérienne (adulte)



Hétérométabole

Larve

VD



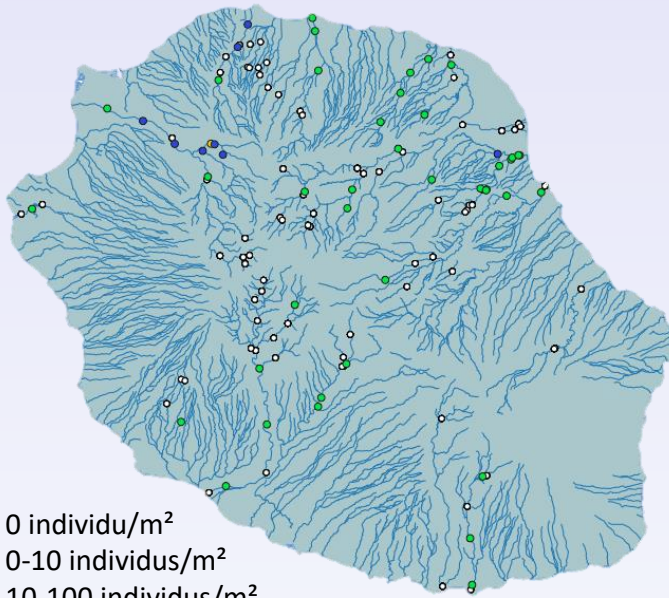
©OCEA Consult'

Adulte

VL



©Jacques Rochat



n = 769



Ubiquiste



Indigène



Ubiquiste



Elevée



Moyenne



Non

- 0 individu/m²
- 0-10 individus/m²
- 10-100 individus/m²
- 100-500 individus/m²
- 500-1000 individus/m²
- 1000-5000 individus/m²
- > 5000 individus/m²

Hydropsyche mokaensis (Marlier, 1982)



Trichoptère



Filtreur



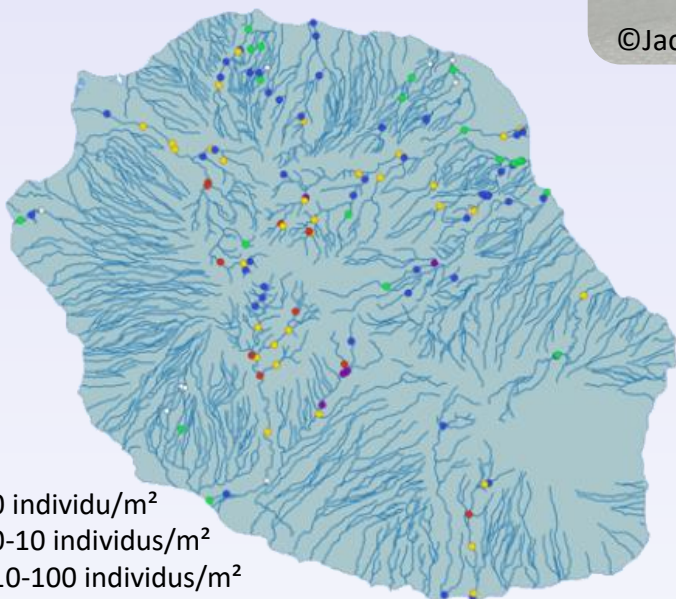
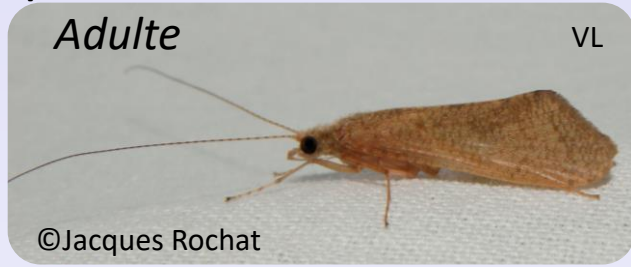
Marcheur



**Branchiale (larve/nymphe)
Aérienne (adulte)**



Holométabole



- 0 individu/m²
- 0-10 individus/m²
- 10-100 individus/m²
- 100-500 individus/m²
- 500-1000 individus/m²
- 1000-5000 individus/m²
- > 5000 individus/m²

n = 159 635



Ubiquiste



Endémique de La Réunion et Maurice



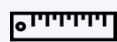
Très rhéophile



Elevée



Elevée



Oui



Hydroptila grucheti (Marlier, 1982)



Trichoptère



Perceur



Grimpeur



Tégumentaire (larve)
Aérienne (adulte)



Holométabole

Larve

VL



©OCEA Consult'

Nymphe

VV



©OCEA Consult'

VD

Adulte



©Jacques Rochat



Ubiquiste



Endémique de La Réunion



Limnophile



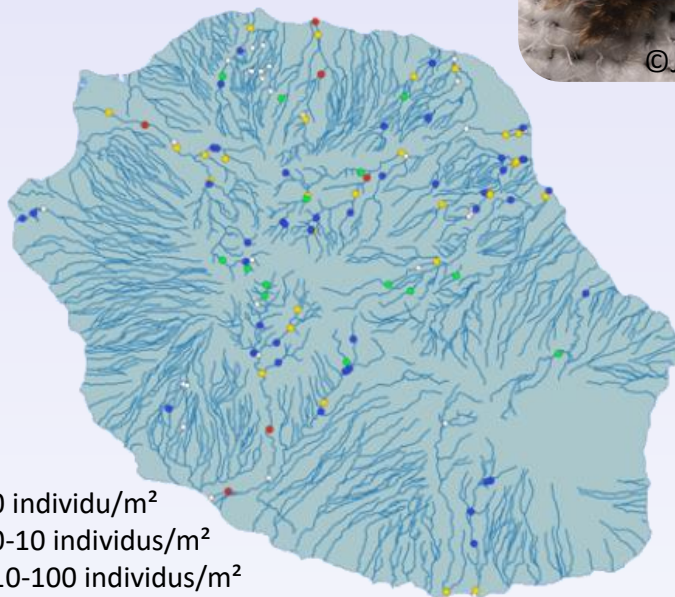
Elevée



Elevée



Oui



n = 79 932

- 0 individu/m²
- 0-10 individus/m²
- 10-100 individus/m²
- 100-500 individus/m²
- 500-1000 individus/m²
- 1000-5000 individus/m²
- > 5000 individus/m²



Leptocerina pauliani (Ross, 1957)



Trichoptère



Brouteur



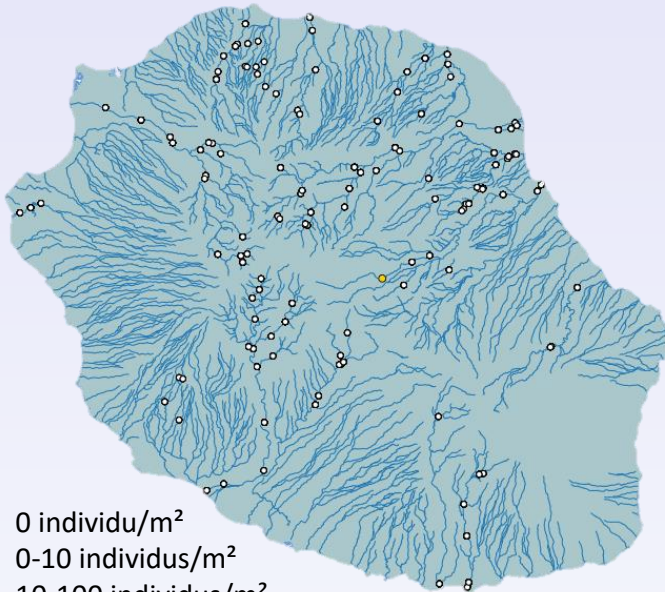
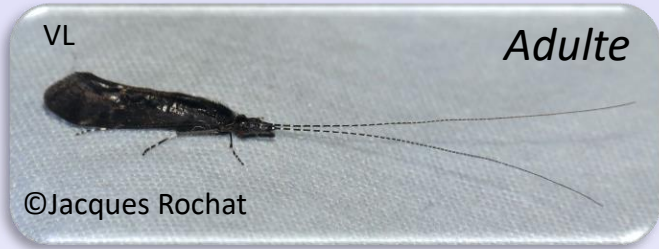
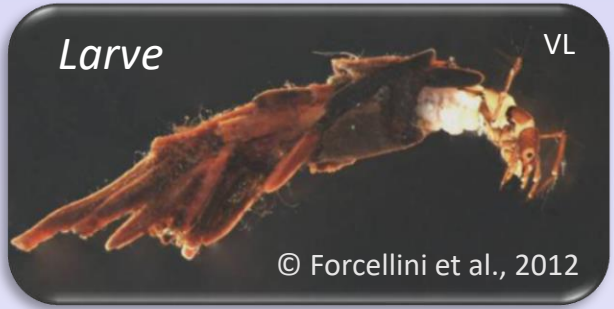
Marcheur/Nageur



Tégumentaire (larve)
Aérienne (adulte)



Holométabole



- 0 individu/m²
- 0-10 individus/m²
- 10-100 individus/m²
- 100-500 individus/m²
- 500-1000 individus/m²
- 1000-5000 individus/m²
- > 5000 individus/m²

n = 972



> 1 100 m



Endémique de La Réunion



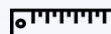
Limnophile



Elevée



Faible (inféodée aux hautes altitudes)



Non



Eoophyla sp.



Lépidoptère



Brouteur



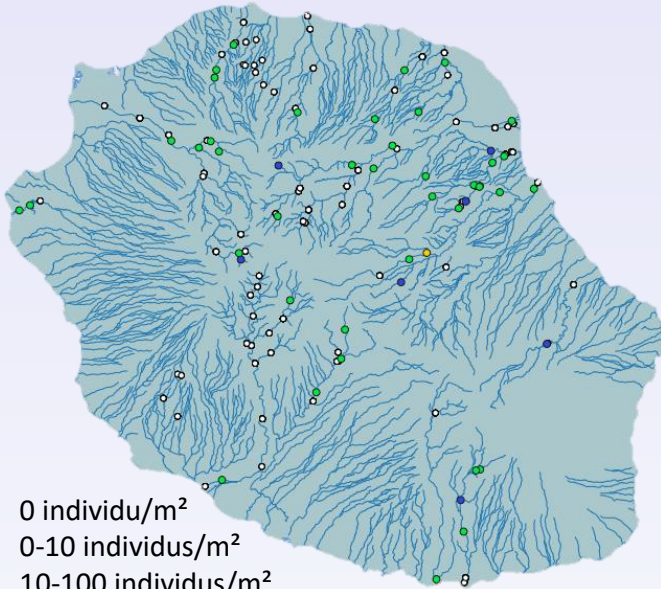
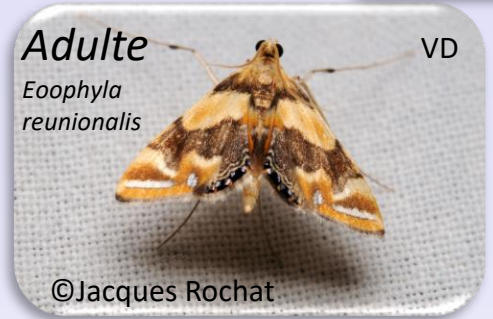
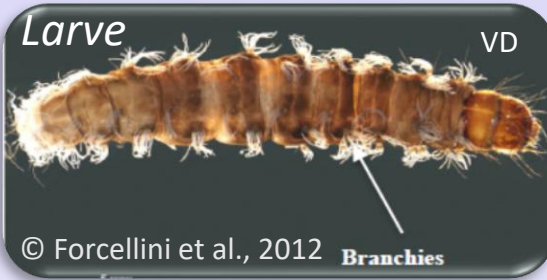
Marcheur



Trachéo-branchiale (larve)
Aérienne (adulte)



Holométabole



Ubiquiste



2 espèces endémiques

Eoophyla reunionalis (Viette, 1988)
Eoophyla guillermetorum (Viette, 1988)



Limnophile



Elevée



Moyenne



Oui

- 0 individu/m²
- 0-10 individus/m²
- 10-100 individus/m²
- 100-500 individus/m²
- 500-1000 individus/m²
- 1000-5000 individus/m²
- > 5000 individus/m²

n = 808



Orthocladiinae (Kieffer, 1911)



Diptère



Racleur/Brouteur



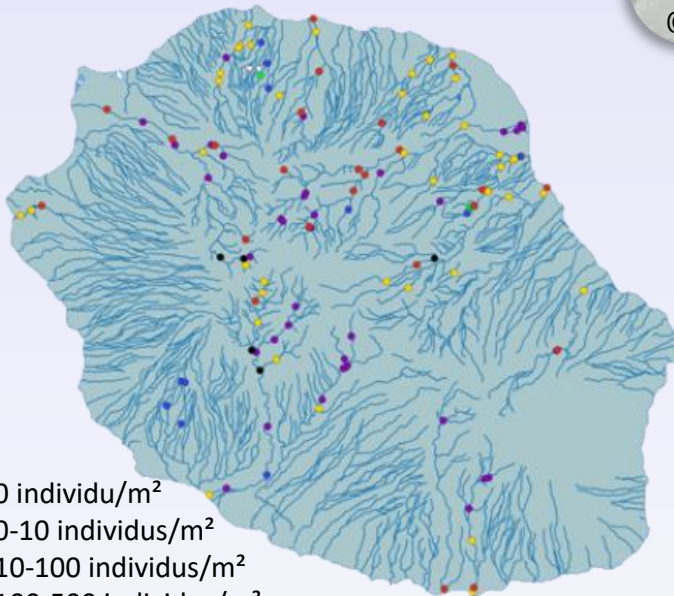
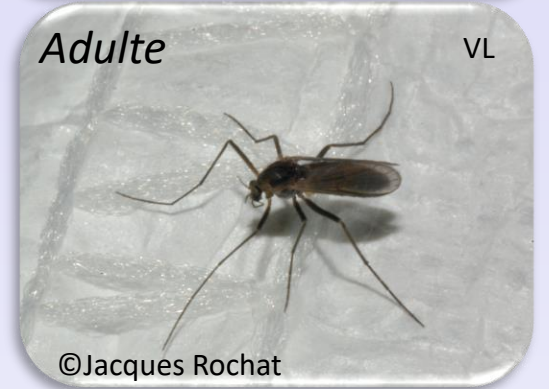
Nageur/Marcheur



**Tégumentaire (larve)
Aérienne (adulte)**



Holométabole



n = 791 119

- 0 individu/m²
- 0-10 individus/m²
- 10-100 individus/m²
- 100-500 individus/m²
- 500-1000 individus/m²
- 1000-5000 individus/m²
- > 5000 individus/m²



Ubiquiste



Inconnue



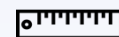
Rhéophile



Elevée



Elevée



Oui



Simuliidae (Newman, 1834)



Diptère



Filtreur



Fixé



**Branchiale (larve/nymphe)
Aérienne (adulte)**



Holométabole

VL

Larve

© OCEA Consult'

VL

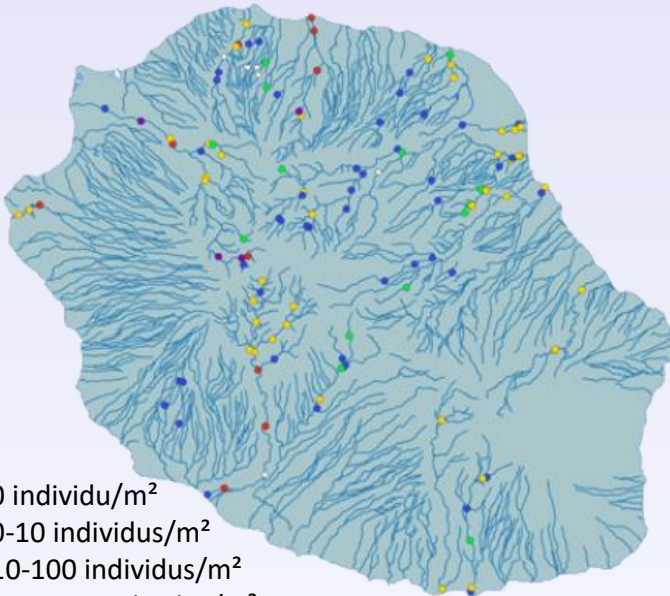
Nymphe

© OCEA Consult'

VD

Adulte

© Jacques Rochat



n = 166 353

- 0 individu/m²
- 0-10 individus/m²
- 10-100 individus/m²
- 100-500 individus/m²
- 500-1000 individus/m²
- 1000-5000 individus/m²
- > 5000 individus/m²



Ubiquiste



1 espèce indigène

Simulium ruficorne

3 espèces endémiques

Simulium triplex

Simulium borbonense

Simulium indoceanicum



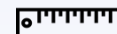
Rhéophile



Elevée



Elevée



Oui



Dasyhelea sp.



Diptère



Collecteur/Racleur



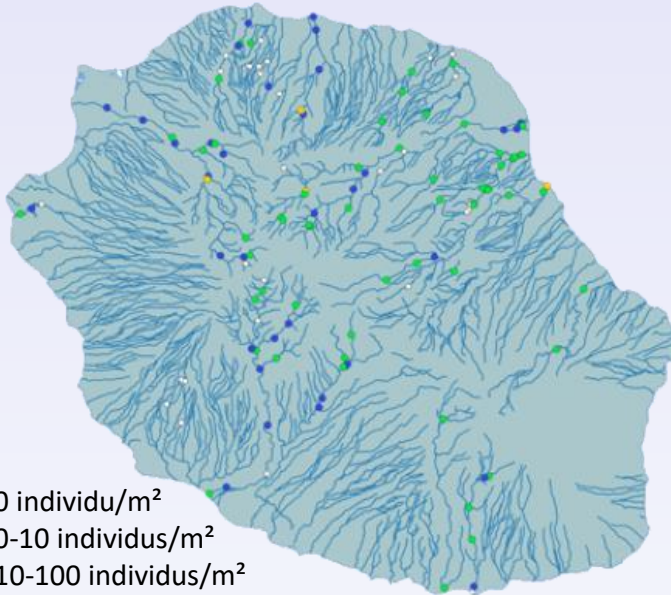
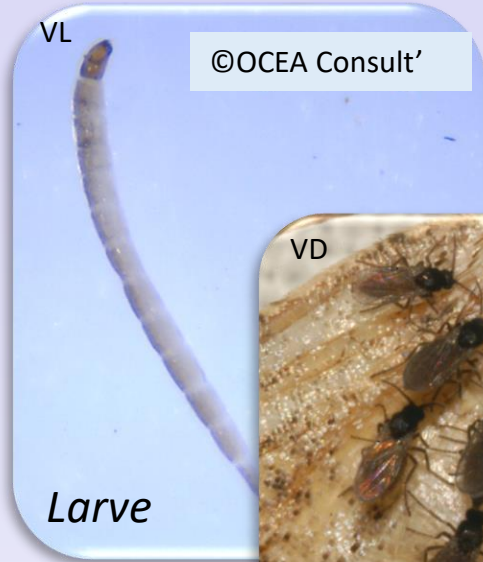
Marcheur/Grimpeur



**Inconnue (larve)
Aérienne (adulte)**



Holométabole



n = 14 652



Ubiquiste



Inconnue



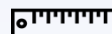
Ubiquiste



Elevée



Elevée



Oui

- 0 individu/m²
- 0-10 individus/m²
- 10-100 individus/m²
- 100-500 individus/m²
- 500-1000 individus/m²
- 1000-5000 individus/m²
- > 5000 individus/m²

Dineutus aereus (Klug, 1834)



Coléoptère



Prédateur



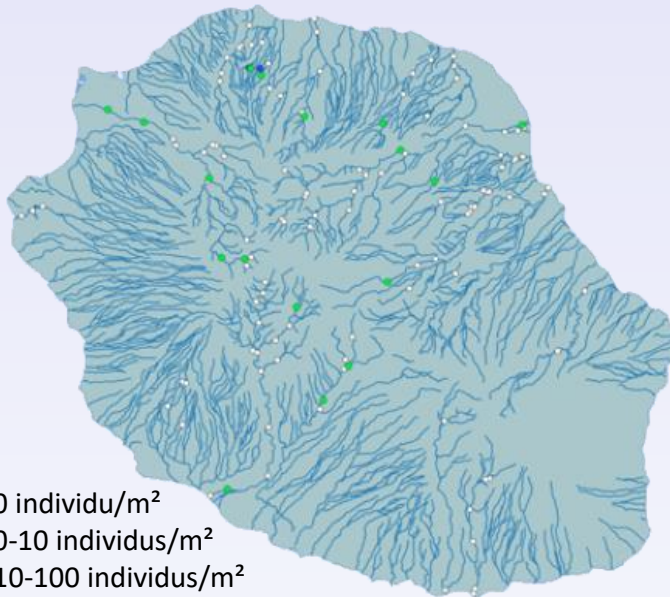
Nageur



Trachéo-branchiale (larve)
Aérienne (adulte)



Holométabole



n = 85

- 0 individu/m²
- 0-10 individus/m²
- 10-100 individus/m²
- 100-500 individus/m²
- 500-1000 individus/m²
- 1000-5000 individus/m²
- > 5000 individus/m²



Ubiquiste (*probable*)



Indigène



Ubiquiste (*probable*)



Moyenne



Faible



Non

Corixidae (Leach, 1815)



Hémiptère



Prédateur-suceur



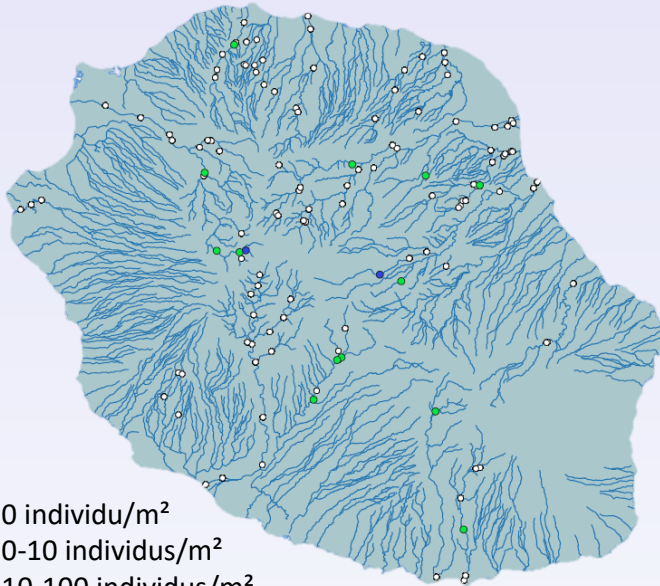
Nageur



Tégumentaire (jeune)
Aérienne (adulte)



Hétérométabole



- 0 individu/m²
- 0-10 individus/m²
- 10-100 individus/m²
- 100-500 individus/m²
- 500-1000 individus/m²
- 1000-5000 individus/m²
- > 5000 individus/m²

n = 527



> 75 m



Indigène



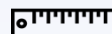
Inconnue



Moyenne



Faible



Non

Rhagovelia infernalis infernalis (Butler, 1816)



Hétéroptère



Prédateur-suceur



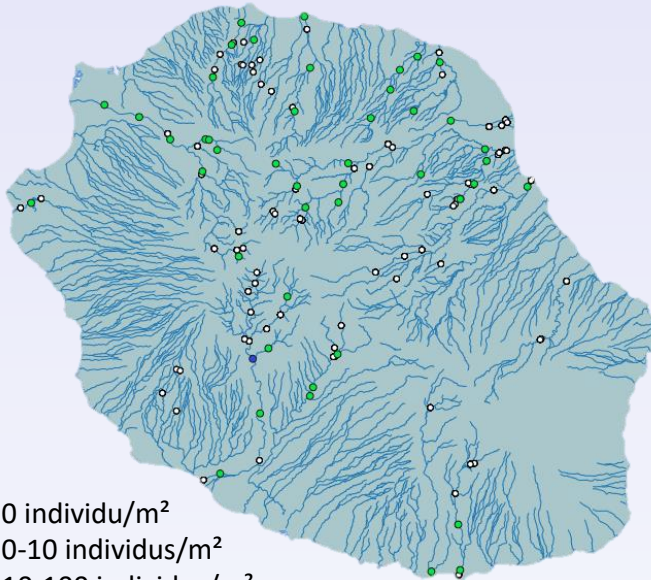
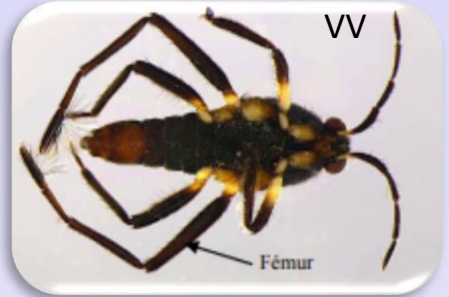
Nageur/Marcheur à la surface de l'eau



Aérienne (stigmates)



Hétérométabole



- 0 individu/m²
- 0-10 individus/m²
- 10-100 individus/m²
- 100-500 individus/m²
- 500-1000 individus/m²
- 1000-5000 individus/m²
- > 5000 individus/m²

n = 416



Ubiquiste



Indigène



Inconnue



Moyenne



Moyenne



Non

BIBLIOGRAPHIE

Forcellini M. et al., 2012. Atlas des macroinvertébrés des eaux douces de l'île de La Réunion.

Gassiole G., et al., 2011. Bio-évaluation de la qualité écologique des rivières de l'île de la Réunion à partir des diatomées : Guide taxonomique.

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, (365-366), 357-372.

MicPhyc, et al., 2002. Méthode d'évaluation de l'état écologique basée sur le phytoplancton des masses d'eau de transition de La Réunion.

Tachet H. et al., 2010. Invertébrés d'eau douce systématique, biologie, écologie.

Crédit photo : Jacques Rochat, Dominique Martiré et OCEA Consult'



MERCI DE VOTRE PARTICIPATION



Pour de plus amples informations, contactez OCEA CONSULT' :

- Site web : www.ocea.re . Standard: 0262 32 23 72
- Emilie Métro: emilie.metro@ocea.re . 06 92 27 36 73
- Laëtitia Faivre: laetitia.faivre@ocea.re . 0693 92 16 95