

Etude des peuplements de macro crustacés  
décapodes amphidromes de l'Etang de  
Saint- Paul. Etat d'expansion de  
l'écrevisse exotique *Cherax*  
*quadricarinatus* (Von Martens, 1868).

Par Alexandre Leoville Master 1 Biodiversité et Ecosystèmes tropicaux  
2011/2012



Encadré par Pierre Valade (OCEA  
CONSULT') et Marc Attié



## Remerciements

Je remercie :

**Pierre Valade**, grâce à qui ce stage a pu avoir lieu dans les meilleures conditions. Merci pour la confiance que vous m'avez accordé, pour votre soutien constant et pour avoir partagé avec moi votre expérience du terrain.

**Marc Attié**, pour votre aide et vos conseils inestimables. Je tiens à vous remercier particulièrement pour toutes les connaissances que vous m'avez transmises sur l'Etang de Saint Paul et pour votre soutien tout au long de mon stage.

**Jaouen Papillon**, pour votre disponibilité, et vos conseils qui m'ont éclairé.

**Allan Hoarau**, mon compagnon de terrain sans qui les échantillonnages ne se seraient pas aussi bien déroulés. Merci pour ton accueil, ta gentillesse et ta motivation.

**Les éco-gardes** pour leur accueil amical.

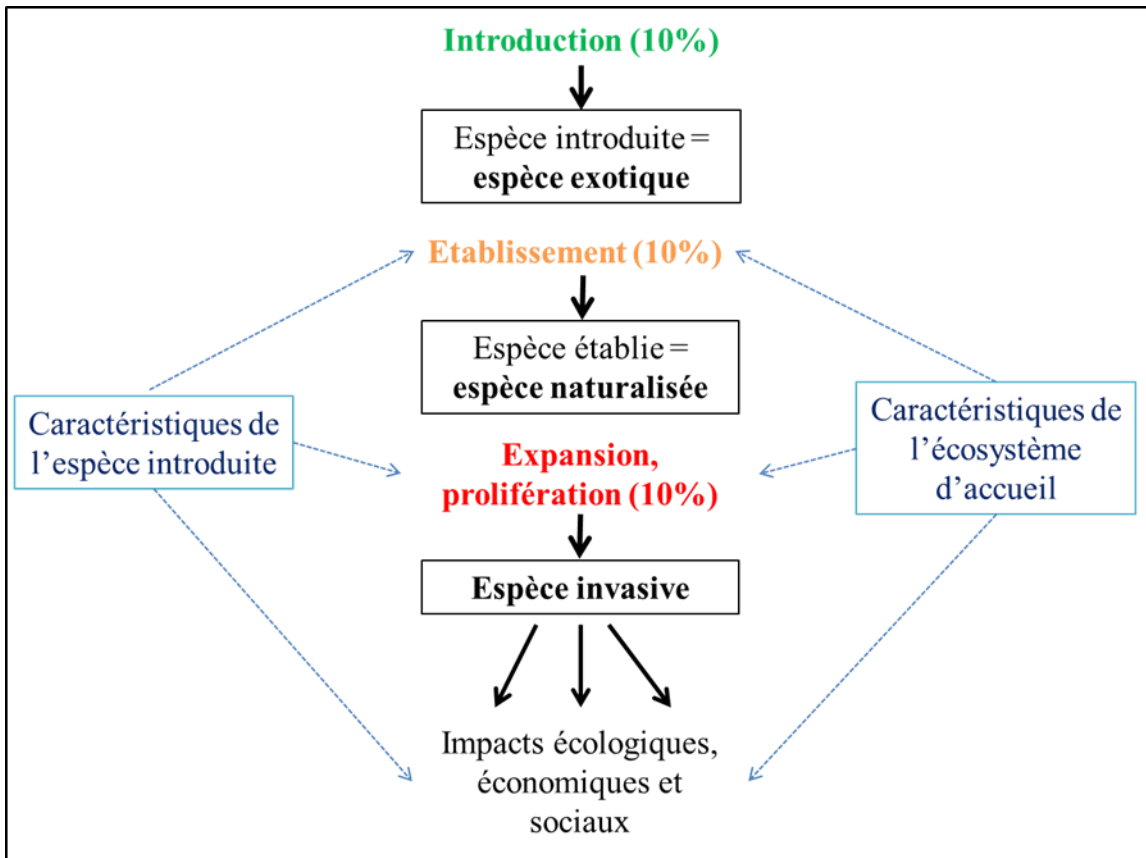
**Ma famille**, qui m'a soutenue et supporté tout au long de mon stage, dans les bons comme dans les mauvais moments.

**Jäne Gonthier** son soutien sans faille et son aide inestimable.

## Table des matières

<b>I) Introduction</b> .....	1
1) Destruction de l’habitat .....	1
2) Problématique des espèces invasives .....	1
3) Conséquences des espèces invasives sur le milieu.....	2
4) Compétition interspécifique .....	3
5) Fragilité du milieu insulaire .....	3
6) Cas particulier de l’introduction et des risques d’invasions d’écrevisses exotiques .....	4
<b>II) Cadre et problématique de l’étude</b> .....	4
1) Situation géographique.....	4
2) Les espèces de poissons et de macro-crustacés dulçaquicoles de La Réunion .....	5
3) Diversité des macro-crustacés à La Réunion .....	5
4) Le cas du <i>Cherax quadricarinatus</i> .....	6
Problématique.....	6
<b>III) Matériels et Méthodes</b> .....	7
1) Site d’échantillonnage : .....	7
2) Choix et description des sites d’échantillonnage .....	7
a) Engins de pêche .....	8
b) Choix de l’appât.....	8
3) Stratégie d’échantillonnage - Mise en place des pièges sur le terrain et relevé des données biologiques et abiotiques.....	8
4) Analyse des données. ....	9
<b>IV) Résultats</b> .....	9
1) Relevés abiotiques.....	24
2) Sélection de l’appât .....	24
3) Richesse et distribution des peuplements.....	26
4) Abondance des macro-crustacés .....	26

5) Habitabilité des habitats de berges .....	28
6) Structure des populations de <i>M. australe</i> et de <i>C. quadricarinatus</i> à l'échelle de l'étang.....	30
7) Perspectives de conservation.....	32
<b>V) Discussion</b> .....	32
1) Peuplements indigènes et milieu : .....	32
2) Etat d'invasion du <i>Cherax quadricarinatus</i> .....	38
<b>VI) Perspectives</b> .....	44
<b>VII) Conclusion</b> .....	46
<b>Résumé</b> .....	
<b>Abstract</b> .....	



**Figure 1** : Stades d'une invasion biologiques et facteurs d'influences (adapté de Goudard 2007)

## I) Introduction

Au niveau planétaire, il a été estimé que l'impact de l'homme sur la nature conduisait à des phénomènes d'extinction d'espèce. A l'heure actuelle, ces phénomènes apparaissent à une vitesse dix voire cent fois supérieure à l'érosion « naturelle » des périodes géologiques (Pimm *et al.* 1995 ; Teyssèdre 2004 ; Millenium Ecosystem Assessment 2005).

### 1) Destruction de l'habitat

Le déclin actuel de la biodiversité mondiale résulte clairement de l'expansion démographique de l'homme. Cette expansion s'est accompagnée de réductions et de dégradations importantes et alarmantes d'habitats variés ; posant ainsi d'énormes problèmes de conservation de la faune sauvage (Wilson 1988 ; Tilman *et al.* 2001 ; Rosenzweig 2003). Barbault (2005), met par ailleurs en évidence le lien étroit qui existe entre la superficie du milieu habitable, l'effectif des populations considérées et la richesse spécifique locale. Par exemple, depuis l'arrivée de l'Homme à l'île de La Réunion 80% des espaces naturels humides ont disparu (Cadet 1977 ; Strasberg *et al.* 2003).

### 2) Problématique des espèces invasives

En milieu insulaire, une autre des plus grandes causes d'extinctions d'espèces est l'introduction et le développement d'espèces exotiques beaucoup plus compétitives que les espèces indigènes. Les invasions biologiques sont d'ailleurs, désormais considérées au même titre que la destruction des habitats comme une cause majeure de dégradation de la biodiversité à l'échelle planétaire (McKinney & Lockwood 1999 ; Pimentel *et al.* 2001). Les travaux de MacArthur & Wilson (1978), ont établi que les communautés naturelles sont en équilibre dynamique car leur structure n'est pas figée mais en perpétuelle remaniement. La survie des organismes est conditionnée par leur capacité à se maintenir sur des territoires ou à en conquérir de nouveaux. L'invasion apparaît donc comme un processus naturel. Le problème actuel réside dans l'accélération de ce phénomène, généré par le développement de l'activité humaine et l'augmentation des flux de biens et de personnes qui abolissent les barrières géographiques et permettent à certaines espèces de coloniser des milieux autrefois inaccessibles (Lévêque 2000, Perrings *et al.* 2005).

Il est important de noter, que toutes les espèces exotiques n'ont pas vocation à être invasives. En effet, le caractère invasif d'une espèce passe par trois étapes : 1) l'introduction, 2) l'établissement et 3) la naturalisation de l'espèce dans le milieu (figure1). L'introduction qui

**Tableau 1** : Présentation de différentes études présentant l'impact d'écrevisses introduites sur différents taxons (cette étude).

Espèce(s) impactante(s)	Groupes affectés	Type d'impact	Localisation	Références
<i>Pacifastacus leniusculus</i>	Macrophytes	Réduction d'abondance et de biomasse	Suède	Nyström <i>et al.</i> 1996
<i>Pacifastacus leniusculus</i>	Macrophytes	Réduction d'abondance et de biomasse par broutage	indéterminée	Nyström & Strand 1996
<i>Orconectes virilis</i>	Macrophytes, macroplantes, macro-crustacée et poissons	Modifiés la biomasse, la densité	indéterminée	Chambers <i>et al.</i> 1990
<i>Orconectes rusticus</i>	Macrophytes et Macrocrustacées	Réduction d'abondance et densité	USA, Wisconsin	Wilson <i>et al.</i> 2004
<i>Orconectes propinquus</i>	Macrocrustacées natifs	Modification d'abondance	Lac Trout, Wisconsin	Lodge <i>et al.</i> 1986
<i>Orconectes virilis</i> et <i>Orconectes rusticus</i>	Ecosystème benthique	Modification d'abondance et de densité	Canada	Phillips <i>et al.</i> 2009
<i>Pacifastacus leniusculus</i>	Amphibiens	Plus forte pression de prédation	Suède	Axelsson <i>et al.</i> 1997
<i>Pacifastacus leniusculus</i>	Poissons benthiques	Réduction de l'abondance, voire extinction	Grande Bretagne	Guan & Wiles 1997
<i>Procambarus clarkii</i>	Macrocrustacées natifs	Modification de l'abondance, compétition interspécifique	Italie	Barnaresi & Gherardi 2000
<i>Procambarus clarkii</i>	Macrophytes	Réduction, voire élimination des macrophytes	USA, Californie	Feminella & Resh 1989
<i>Procambarus clarkii</i>	Macroinvertébrés natifs	Compétition interspécifique et altération des chaînes trophiques (accumulateur de métaux lourd)	Zones humide de Méditerranée	Geiger <i>et al.</i> 2004
<i>Orconectes limosus</i> et <i>Procambarus leniusculus</i>	Macrocrustacées natifs, poissons benthiques et macrophytes	Transmission de maladie, consommation des œufs de poissons, consommation de macrophytes	Turquie	Harlioglu & Harlioglu 2006
<i>Pacifastacus leniusculus</i>	Macrocrustacées	Compétition interspécifique	Europe	Vorburger & Ribí 1999
<i>Orconectes rusticus</i> et <i>Orconectes propinquus</i>	Macrophytes	Réduction de la richesse et de l'abondance	USA, Michigan	Rosenthal <i>et al.</i> 2006

peut être due à l'importation volontaire ou non d'une espèce, consiste en l'arrivée dans un nouveau milieu d'une espèce dite alors « exotique » ou « allochtone ». Burgiel et ses collaborateurs (2006) identifient par exemple plus d'une trentaine de manière d'introduire une espèce exotique. La deuxième étape réside en l'implantation et en l'acclimatation de cette espèce. Celle-ci est souvent caractérisée par un ralentissement de l'activité de reproduction avant la phase finale de propagation, elle constitue un moment d'adaptation avec le milieu naturel local. Mack et ses collaborateurs (2000) indiquent plusieurs facteurs expliquant cette latence, comme la sélection naturelle favorisant les génotypes rares ou nouvellement créés en adaptation au nouvel environnement. Enfin, la dernière étape, la naturalisation; comprend l'expansion c'est-à-dire la mise en place de l'espèce dans un nouvel habitat et son maintien ; et l'invasion qui correspond à l'occupation des différentes niches du milieu provoquant des impacts forts sur l'environnement. Seules 10 % des espèces introduites arrivent à s'établir et 10 % de ces espèces uniquement deviennent invasives (figure 1). Il est à noter que la possibilité de prévoir le caractère invasif d'une espèce reste à ce jour très difficile (Williamson & Fitter 1996)

### 3) Conséquences des espèces invasives sur le milieu

Selon l'IUCN, il existe 542 espèces invasives avec en moyenne 50 espèces par pays selon une étude de Mc Geoch (2010). Williamson (1996) définit la notion d'invasion biologique, comme une période identifiable à l'échelle des temps géologiques ou paléontologiques, caractérisée par l'accroissement durable de l'aire de répartition d'un taxon. Ainsi, une espèce est dite invasive lorsqu'elle devient un agent de perturbation, introduit par l'homme qui nuit à la diversité biologique dans un nouveau domaine géographique autre que leur aire de répartition naturelle (IUCN.org). Néanmoins, le terme « invasif » n'a pas de définition standard ; il peut être interprété de différente façon et parfois s'appliquer aussi bien à des espèces indigènes qu'exotiques. Shine *et al.* (2000) définissent deux catégories d'espèces exotiques : la première est celle qui correspond aux espèces échappant au contrôle humain et causant des dommages environnementaux ; *a contrario* la seconde couvre les espèces non envahissantes sous contrôle humain mais qui endommagent les écosystèmes indigènes. Le dénominateur commun de ces termes est leur impact défavorable, sous la forme de dommages infligés aux espèces indigènes, au site ou à l'écosystème (Shine *et al.* 2000). L'invasion d'une espèce se solde par la modification de la structure du fonctionnement et de l'agencement des communautés vivantes, en altérant les propriétés des écosystèmes envahis

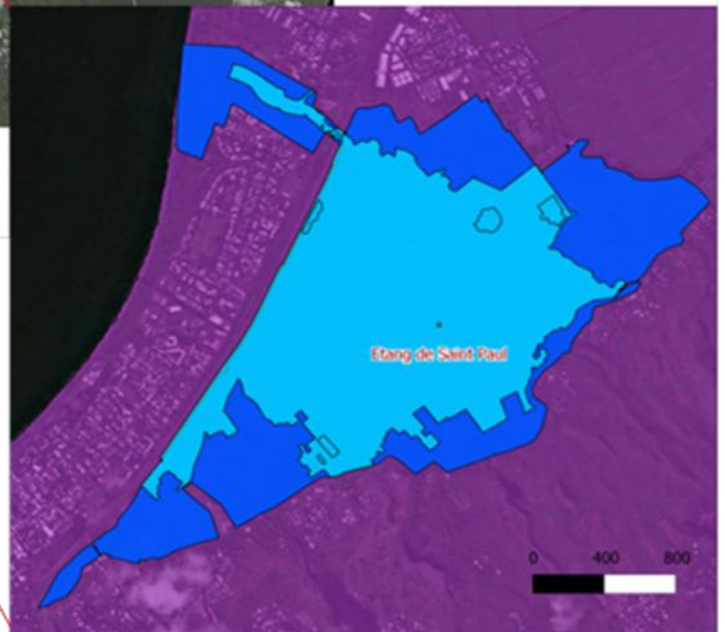


**Sources:**  
 Diren, IGN et CNES

Université de La Réunion  
 M1 BEST Alexandre Léoville  
 2011/2012



Echelle : 1:31564033546



**Figure 2** : Carte de localisation de l'île de La Réunion (A) (adipsulpt.com 2011) et de l'étang de Saint Paul (B et C) (cette étude).

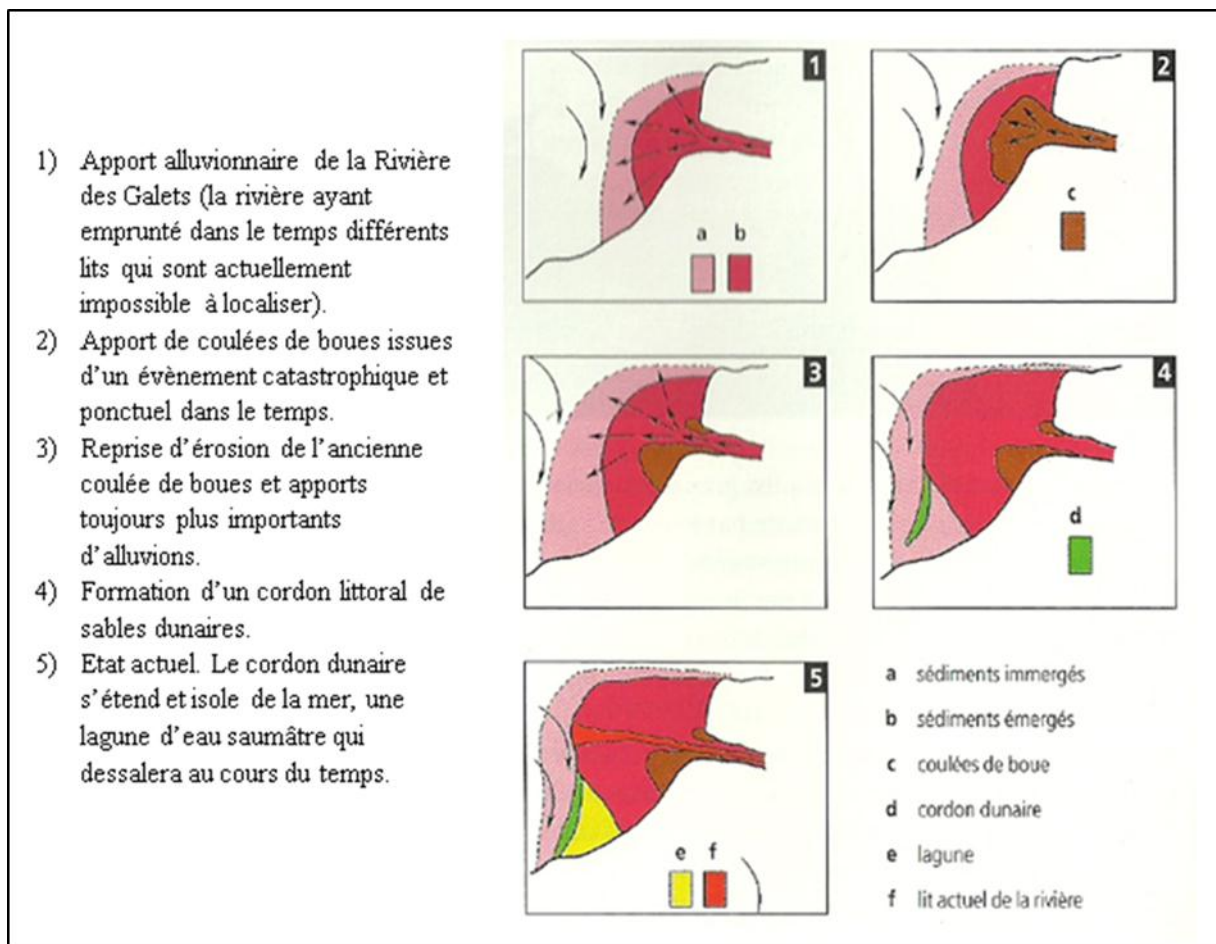
(Cushman 1995 ; Mack *et al.* 2000 ; Shea & Chesson 2002). Ainsi, l'introduction d'espèces en milieu insulaire peut avoir des conséquences particulièrement désastreuses.

#### 4) Compétition interspécifique

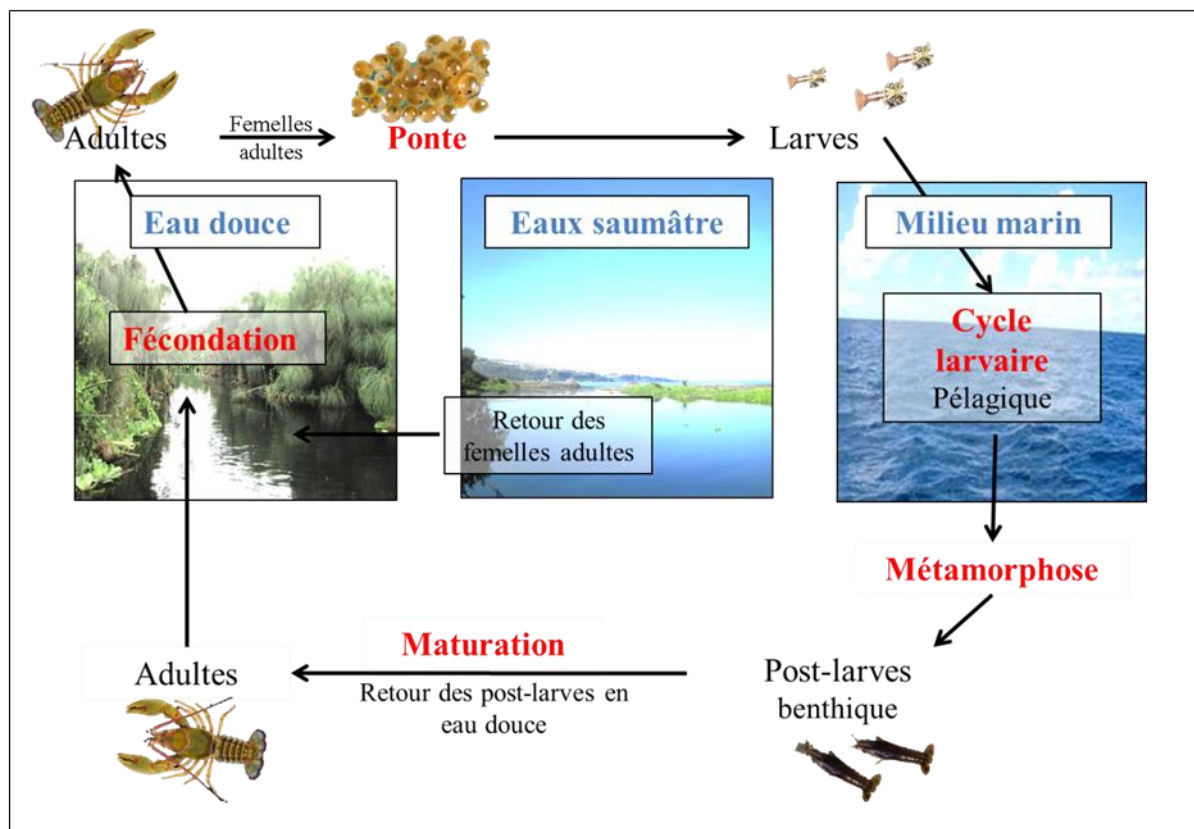
L'invasion biologique peut provoquer notamment de profonds bouleversements sur les relations trophiques et non trophiques, que les organismes ont vis-à-vis de leurs habitats et des différentes espèces s'y trouvant. Les mécanismes non trophiques et ceux interspécifiques sont encore assez mal connus (Berlow *et al.* 2004). L'introduction d'espèces envahissantes va ainsi bouleverser l'ordre et l'équilibre écologique établi (Lodge *et al.* 1998) réduisant l'espace disponible, ainsi que les ressources disponibles dans le milieu et donc altérer les conditions de vie de tous les organismes d'une région (Vitousek 1988). Les effets se font d'autant plus ressentir en milieu insulaire. Les espèces indigènes insulaires, faisant partie en général d'un écosystème simplifié, sont particulièrement vulnérables aux effets des invasions, ce qui sous-entend de grandes extinctions (Lodge 1993). Ces espèces insulaires deviennent moins agressives et moins compétitives par rapport aux espèces continentales (syndrome d'insularité). Ainsi le contrôle et la compréhension des effets d'espèces invasives en milieu insulaire est un point primordial pour la préservation des espèces indigènes et peut nous donner le temps et les outils nécessaires pour faire face aux problèmes similaires présents sur les continents (Vitousek 1988).

#### 5) Fragilité du milieu insulaire

La colonisation du milieu insulaire par l'Homme, peut engendrer une perte importante de la biodiversité et une dégradation de l'habitat et donc *a fortiori* une perturbation de l'équilibre dynamique (Pascal 2000). En effet, du fait de leur surface réduite, les milieux insulaires connaissent de fortes interactions entre systèmes anthropisés et milieux naturels (Paulian 1984). D'autre part, ces écosystèmes insulaires ayant évolués isolement du continent sont plus vulnérables à l'invasion d'espèces exotiques (Lowe *et al.* 2000). Néanmoins, les réponses aux perturbations engendrées sur ces milieux varient en fonction du type d'île et des paramètres environnementaux qui leurs sont propres. Doumenge (1984) indique, par ailleurs que les modifications des écosystèmes insulaires tendent à les homogénéiser et donc à amenuiser les spécificités biologiques des îles. Les principales causes de perte de biodiversité à l'échelle planétaire et insulaire sont la destruction de l'habitat et l'introduction d'espèces invasives (McKinney & Lockwood 1999 ; Pimentel *et al.* 2001). D'autres facteurs anthropiques peuvent également avoir un impact sur la biodiversité insulaire comme la surpêche d'espèces



**Figure 3** : Représentation très schématique de la formation de la plaine d'épandage alluvionnaire et des zones marécageuses de l'étang de Saint-Paul (Blanchard 2000).



**Figure 4** : Cycle de vie des crustacés décapodes amphidromes\* (adapté de Zimmermann 2006, Maillot & Lebon 2008).

aquatiques dites « de bouche » ou la pollution des milieux. Ainsi sur certaines îles, les espèces de crustacés amphidromes tel que le genre *Macrobrachium*, qui possède une grande fragilité face aux pollutions sont menacées (Donlan & Wilcox 2008 ; Tomoya *et al.* 2003).

## 6) Cas particulier de l'introduction et des risques d'invasions d'écrevisses exotiques

Le terme écrevisse désigne un « petit crustacé décapode macroure\* adapté à vivre dans les eaux douces et caractérisé par sa paire de pinces puissantes et sa large nageoire caudale lui permettant de reculer brusquement en cas de danger » (www.larousse.com 2011). A travers le monde, de nombreuses espèces animales exotiques ont été introduites à des fins commerciales (aquaculture et commerce alimentaire) (Laurent 1997 ; Vigneux 1997), cependant certaines espèces ont été relâchées accidentellement dans le milieu naturel et se sont naturalisées. Plusieurs études ont montré que la présence des espèces exotiques est un danger permanent pour les peuplements indigènes et endémiques (Lodge 2000). En effet, ces espèces bouleversent les relations compétitives et apportent dans certains cas des maladies délétères aux populations indigènes (Tableau 1) (Holdich & Lowery 1988 ; Holdich 2002).

## II) Cadre et problématique de l'étude

### 1) Situation géographique

La zone humide de Saint Paul est une plaine alluviale, formée à partir d'une ancienne baie isolée de la mer par des cordons de galets et de sables apportés par la Rivière des Galets ; les déjections se sont accumulées pour former avec le jeu des courants marins la plaine de Saint-Paul ; l'Etang de Saint-Paul comprend une zone marécageuse constituée de couches discordantes argilo-sableuses ou limoneuses issues de la sédimentation et riche en matières organiques (figure 3)(Raunet 1991). Etabli en région sèche, l'Etang de Saint-Paul présente un déficit pluviométrique, durant onze mois de l'année ; il est cependant alimenté par l'émergence de sources pérennes (sources du Moulin, sources Champcourt, Sources Roches Blanches) et par les ravines durant la saison des pluies. L'existence de cette zone humide est donc exceptionnelle (existence d'une zone humide en milieu semi-sec). L'Etang de Saint-Paul peut-être divisé en deux parties : 1) La zone en amont du pont de la RN1 et 2) la zone en aval du pont. Ces deux zones possèdent des caractéristiques morphologiques et hydrologiques bien distinctes (Valade & Gonthier 2007) (figure 2). L'Etang de Saint-Paul a été classé réserve naturelle nationale par décret ministériel le 2 janvier 2008, au vu du patrimoine écologique,

**Tableau 2 :** Les espèces de macrocrustacés de La Réunion présentes dans l'Étang de Saint-Paul (\*1 : Doumenq 2001 ; 2\* IUCN & Muséum National d'Histoire Naturelle 2010 ; 3\* Lehman *et al.* 1996 ; 4\* Keith *et al.* 2006)

Famille/Taxon	Nom vernaculaire	Statut	Recensée à l'Étang de St-Paul*	Taille	Régime alimentaire	Reproduction	Habitat	Statut UICN*2
<b>Abydae</b>								
<i>Abyda serrata</i>	Chevaquine ou crevette bouledogue	Indigène de Maurice, Réunion, de Comores, et Seychelles	Présent	2,5 à 5 cm*1	Détrivore/Herbivore	Durant l'été Austral. Amphidrome	Eau fraîche/Zone courant vi*1	Menacée
<i>Cardina typus</i>	Chevaquine	Indigène zone indo-pacifique	Présent	3,6 à 4,2 cm	Détrivore/Omnivore	Amphidrome	Cours inférieur	Vulnérable
<i>Cardina longirostris</i>	Chevaquine	Indigène zone indo-pacifique	Absent	3 à 3,5 cm	Détrivore/Pancivore*3	Amphidrome	Zone lentique	Données insuffisantes
<i>Cardina serratorostris</i>	Chevaquine/ Crevette Serratulée ou Nimja	Indigène zone indo-pacifique	Absent	2 à 2,3 cm	Détrivore/Aguivore	Amphidrome	Cavernicole/Zone sombre	Vulnérable
<b>Pakemonidae</b>								
<i>Macrobrachium australe</i>	Chevrette/ Chevrette australe	Indigène zone indo-pacifique	Présent	jusqu'à 12 cm	Détrivore/Omnivore	Tout l'année. Amphidrome	Herbier et cavités rocheuses	Vulnérable
<i>Macrobrachium lar</i>	Camaron	Indigène zone indo-pacifique	Présent	jusqu'à 20 cm	Détrivore	Tout l'année. Amphidrome	Cavernicole	Quasi Menacée
<i>Macrobrachium lepidactylus</i>	Ecrevisse	Indigène Madagascar, Réunion, Est de l'Afrique	Présent	jusqu'à 10 cm	Détrivore/Omnivore	Tout l'année. Amphidrome	Cavernicole	Quasi Menacée
<i>Macrobrachium lirimmanus</i>	Ecrevisse	Endémique de La Réunion et de Maurice	Absent	8 à 10 cm	Détrivore/omnivore	Tout l'année. Amphidrome	Cavernicole	Critique/Disparue ?
<i>Pakemon concinnus</i>	Crevette/ Crevette charnante	Indigène zone indo-pacifique	Présent	6 à 6,5 cm	Détrivore/Omnivore	Tout l'année. Amphidrome	Eaux saumâtre/ Stagnantes	Préoccupation mineure
<b>Grapsidae</b>								
<i>Vanua litterata</i>	Crabe	Indigène zone indo-pacifique	Présent	5 à 5,5 cm	Phytophage	Non migratrice	Cours inférieur	Données insuffisantes
<b>Cherax</b>								
<i>Cherax quadricarinatus</i>	Ecrevisse bleue	Exotique	Présent	25 cm	Omnivore	Toute l'année. Absence de stade larvaire libre*4	Cavernicole	Non Applicable

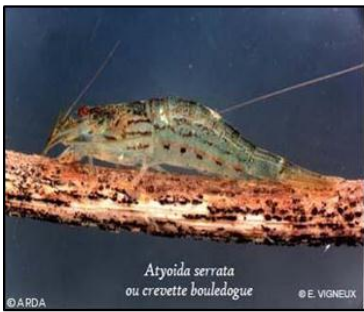
floristique et faunistique original qu'il représente pour La Réunion. La superficie de la réserve couvre 447 ha dont 229 appartenant à la zone de protection intégrale ; le reste de la périphérie est libre aux activités agricoles, piscicole, etc.(Attié 2012)L'Etang de Saint-Paul n'a pas été épargné et a vu sa superficie fortement diminuer passant d'une superficie d'eau libre de 130 ha à 17 ha en 1997 (Conchou 2002). En effet, les fortes pressions anthropiques, ont modelé le paysage originel de l'étang, modifiant la structure du milieu mais également la structure des peuplements.

## 2) Les espèces de poissons et de macro-crustacés dulçaquicoles de La Réunion

La Réunion est un des 34 « hotspot » de biodiversité mondiale (Myers *et al.* 2000 ; Mittermeier & Gil 2004). 34 espèces de poissons et de macro-crustacés dulçaquicoles indigènes ont été recensées dans les cours d'eau de La Réunion (Keith *et al.* 2006). Leur nature diadrome\* implique une phase dulçaquicole à l'âge adulte, puis un accomplissement du cycle larvaire en milieu marin, et enfin un retour en rivière au stade post-larvaire (figure 4). Ce cycle de vie a permis la colonisation des milieux dulçaquicoles\* de l'île (Ford *et al.* 1991), un des moteurs essentiels à la structuration et à la conservation des communautés dulçaquicoles insulaires tropicales, et cela sur des échelles de distances très variables (McDowall 2007). Néanmoins à cause de la jeunesse de l'île et de son isolement géographique, ces espèces piscicoles d'eau douce présentent une faible diversité spécifique locale. Plusieurs de ces espèces sont cependant endémiques de la région Madagascar-Mascareignes. Parmi ces espèces on compte un nombre conséquent de macro-crustacés qui sont des invertébrés aquatiques appartenant à l'ordre des Décapodes (annexe 1). Ceux-ci constituent l'ordre le plus important des Malacostracés en nombre d'espèces et de formes (Beaumont & Cassier 1980).

## 3) Diversité des macro-crustacés à La Réunion

A La Réunion, neuf espèces de macro-crustacés décapodes indigènes sont recensées, répartis en trois familles : les *Atyidae*, les *Palaemonidae* et les *Grapsidae*. Au niveau de l'Etang de Saint Paul seules sept espèces sont dénombrées d'après les inventaires effectués par l'ARDA en 2011 (Tableau 2 et figures 5,6, 7, 8, 9,10, 11). Ces différentes espèces de macro-crustacés, ont une répartition hétérogène à l'échelle de l'étang, celle-ci étant influencée par les contraintes physiologiques et l'affinité au milieu.



**Figure 5:** Photo de *Atyoida serrata* (ARDA 2012, Vigneux E.)



**Figure 6:** Photo de *Caridina typus* (ARDA 2012, Vigneux E.)



**Figure 7 :** Photo de *Macrobrachium australe* (ARDA 2012, Vigneux E.)



**Figure 8:** Photo de *Macrobrachium lar* (Keith et al. 2006, Vigneux E.)



**Figure 9:** Photo de *Macrobrachium lepidactylus* (ARDA 2012, Vigneux E.)



**Figure 10:** Photo de *Varuna litterata* (cette étude)



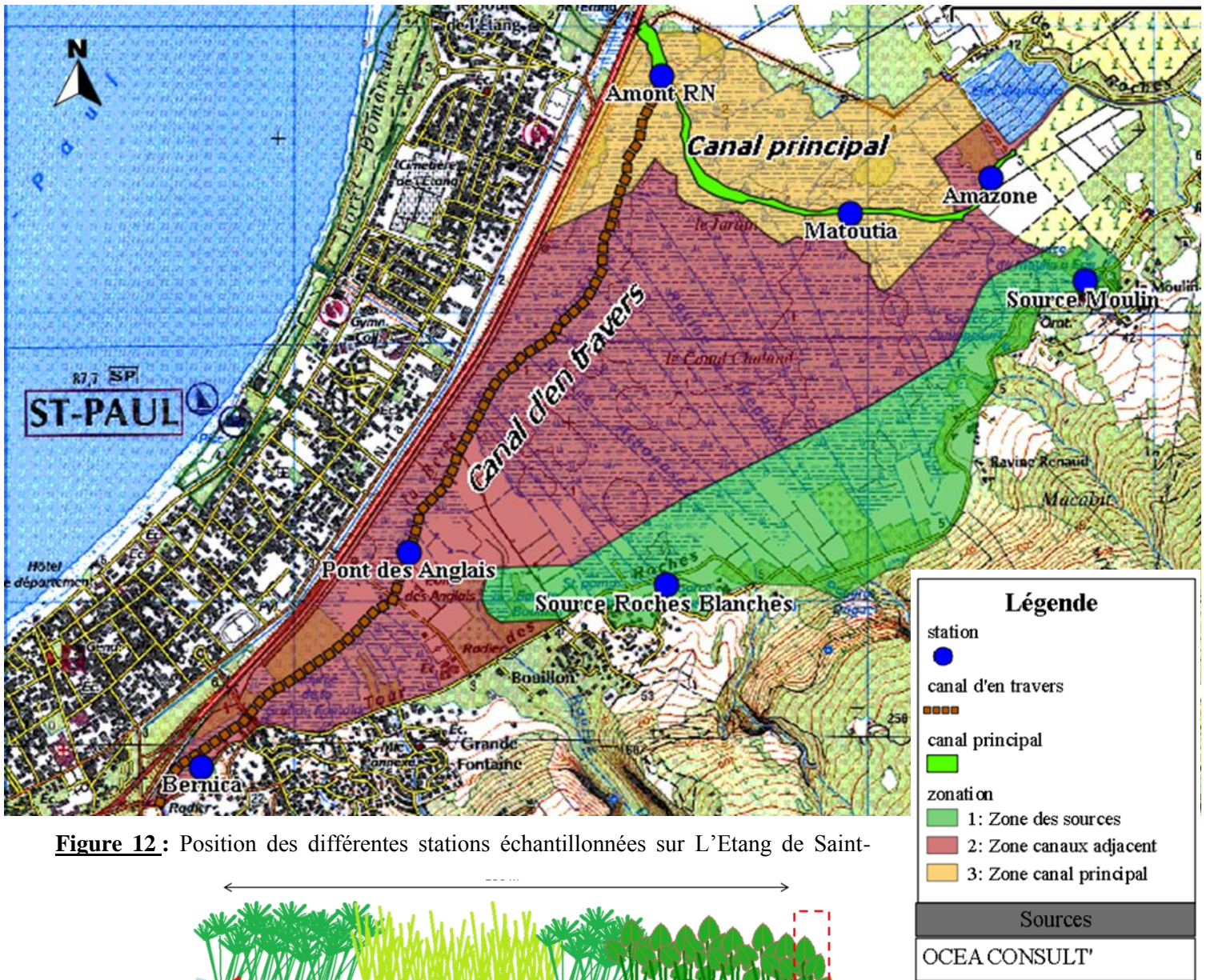
**Figure 11:** Photo de *Cherax quadricarinatus* (garfishindo.com)

#### 4) Le cas du *Cherax quadricarinatus*

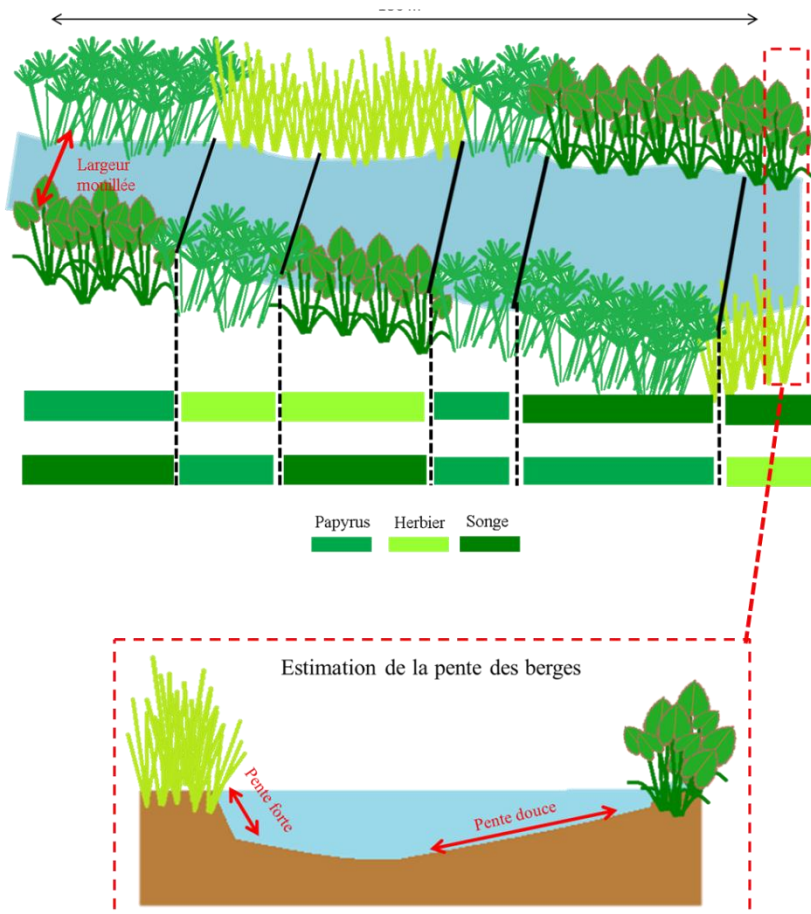
*Cherax quadricarinatus*, (figure 11 et annexe 2) est une espèce d'écrevisse dont l'aire de répartition originale comprend la région du Queensland, en Australie (précisément Cape York) (Riek 1951) et la Nouvelle-Guinée (Lawrence & Jones 2002). Il s'agit d'une des espèces d'écrevisse les plus introduites à travers le monde (Harlioglu & Harlioglu 2006). Celle-ci a généralement été introduite à des fins commerciales et ornementales (Karplus *et al.* 1998 ; Lawrence & Jones 2002). A La Réunion, son introduction s'est faite par un particulier à des fins aquacoles\* mais également aquariophiles\*. Son introduction dans le milieu naturel est accidentelle. Depuis 1992, l'espèce a également été introduite en Nouvelle-Calédonie, et dans plusieurs régions tropicales et pays subtropicaux comme par exemple la Nouvelle Galles du Sud, l'Afrique du Sud, le Mexique, Porto Rico, la Jamaïque, Israël et Singapour et est reconnu comme envahissant (Williams *et al.* 2001 ; De Moor 2002 ; Bortolini *et al.* 2007 ; Coughran & Leckie 2007 ; Ahyong & Yeo 2007 ; Belle & Yeo 2010 ; Snovsky & Galil 2011). Comme toutes les écrevisses d'eau douce, *C. quadricarinatus* présente un développement direct c'est-à-dire sans stades larvaires ; il s'agit d'une espèce à croissance rapide, à comportement grégaire acceptant de fortes densités, qui résiste à de grandes variations de températures, de pH et d'oxygène dissous. La rusticité de *C. quadricarinatus*, son alimentation flexible et sa croissance rapide ont été les facteurs les plus attractifs pour l'industrie aquacole\*. Grâce à sa forte plasticité écologique *C. quadricarinatus* est une espèce potentiellement invasive à La Réunion et en particulier à l'Etang de Saint- Paul, où elle a été retrouvée pour la première fois sur l'île en milieu naturel en 2002 suite au cyclone Dina (SAFEGE 2006). Elle peut présenter un réel danger pour la faune de la réserve naturelle de l'Etang de Saint-Paul.

### Problématique

Le premier objectif de cette étude est d'établir la répartition des zones favorables aux peuplements de macro-crustacés à l'échelle de l'Etang à partir des échantillonnages qui seront effectués au cours de l'étude (richesse, abondance, classes de tailles) mais aussi grâce aux inventaires réalisés par l'ARDA et la DEAL (DEAL-ARDA, 2011 ; ARDA, 2006 ; DIREN-ARDA, 1996). Ainsi, il sera possible d'identifier les zones à fort intérêt pour les espèces indigènes et exotiques.



**Figure 12 :** Position des différentes stations échantillonnées sur L'Etang de Saint-Paul



**Figure 13 :** Schéma explicatif de la description des milieux échantillonnés de l'Etang de Saint-Paul

Le second objectif de l'étude est d'ériger une première évaluation de l'état actuel d'expansion du *Cherax quadricarinatus*. Cette évaluation, se fera grâce à l'identification de « fronts de colonisation » et à une estimation de l'abondance des individus et des classes de tailles en fonction des conditions du milieu. Une première évaluation des impacts potentiels de cette espèce sur les peuplements indigènes en place sera alors possible.

Ces deux objectifs permettront à terme d'identifier les zones à forts enjeux et de définir des perspectives de restauration de milieu. Mais également d'établir des recommandations pour lutter contre le *C. quadricarinatus*. Les résultats obtenus seront traités et synthétisés sous forme de cartographie directement exploitable.

### **III) Matériels et Méthodes**

#### **1) Site d'échantillonnage :**

Le site d'étude est la réserve naturelle nationale de l'étang de Saint-Paul. Elle s'étend sur 447 ha se divisant en deux parties 1) la zone en amont de la RN1 d'une superficie de 249 ha et 2) la zone en aval du pont d'une superficie de 198 ha (décret JO du 2 Janvier 2008). L'étude se concentre exclusivement dans la partie en amont de la RN1. Cette zone présente d'une part, la plus grande diversité d'habitats au niveau de l'étang et il s'agit d'autre part de la zone de protection « forte » de la réserve nationale naturelle de l'Etang de Saint Paul.

Une première phase de prospection, a permis de sélectionner les sites d'échantillonnage les plus propices (accessibilité à pied ou en embarcation, faible fréquentation) de façon à couvrir la représentativité des habitats et des canaux à l'échelle de l'étang.

#### **2) Choix et description des sites d'échantillonnage**

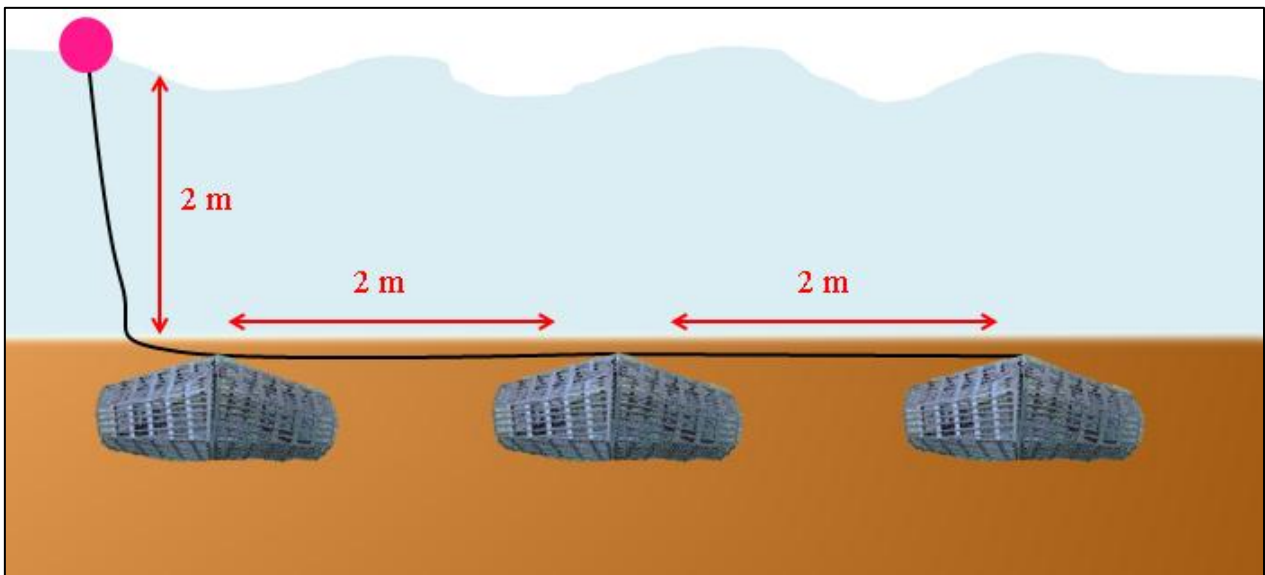
Trois zones d'échantillonnages ont été définies : les zones de source de l'étang, les canaux en aval immédiat des sources et enfin le canal principal recevant les différents canaux affluents. Dans ces zones sept stations présentant des spécificités et caractéristiques propres ont été sélectionnées pour l'étude (figure 12 et annexe 3). La description s'est faite à pied et en embarcation. Chaque station mesure environ 150 mètres de long avec une description en termes de longueur, de type de recouvrement végétal en berge, de largeur mouillée et de pente des berges (Figure 13).



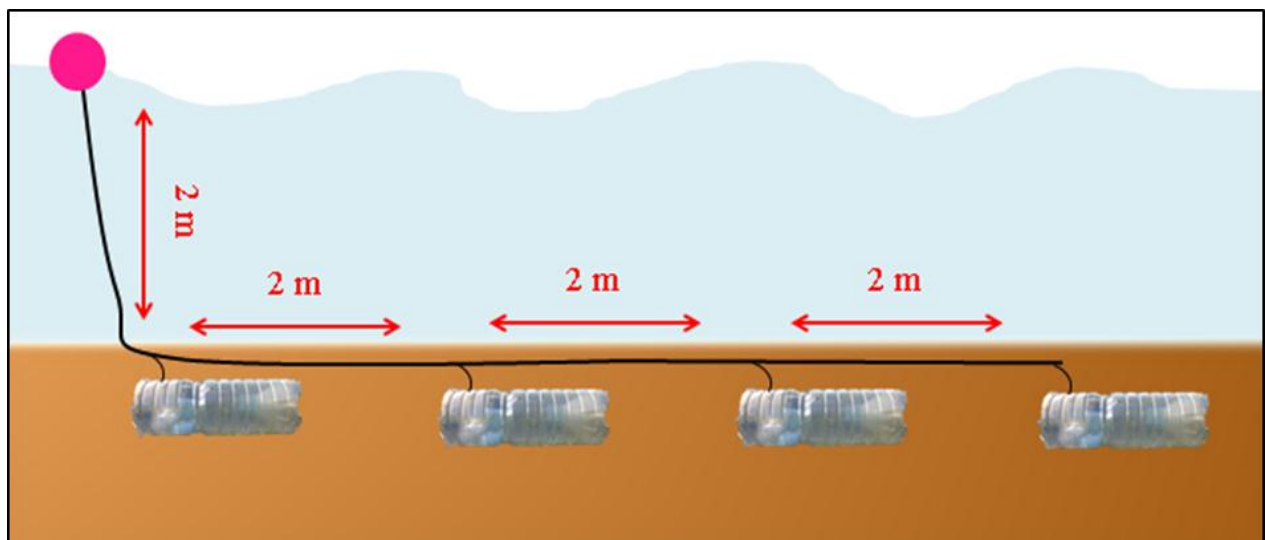
**Figure 14 :** Nasse finlandaise utilisé lors de l'échantillonnage



**Figure 15 :** Bouteille à double entrée de fabrication artisanale (adapté de Fouilland 1993) utilisé lors de l'échantillonnage.



**Figure 16 :** Schéma descriptif des « trains » de nasses utilisés durant la phase d'échantillonnage



**Figure 17 :** Schéma descriptif des « trains » de bouteilles utilisés durant la phase d'échantillonnage

### **a) Engins de pêche**

Les échantillonnages ont été réalisés à l'aide de nasse. Cette méthode est adaptée à l'échantillonnage des plus gros macro-crustacés (OCEA 2011 , OCEA 2012), bien que plus sélective que la pêche électrique (sélection d'espèces de grandes tailles en particulier), elle peut être mise en œuvre plus simplement (deux personnes contre cinq ou six en pêche électrique) et peut donc être plus facilement répétée sur une période de temps beaucoup plus long. Pour ce type d'engin, la taille de l'ouverture et des mailles est un facteur déterminant sur la taille des individus capturés et donc sur le type d'individus piégés, c'est pourquoi, nous avons choisi d'utiliser deux types de pièges :

- une nasse à écrevisse à double entrée d'une longueur de 70 cm avec des mailles rectangulaires de 40 mm \* 11mm, une ouverture de 145\*180 mm et une entrée de 50\*110 mm. (figure 14)
- le prototype adapté de (Fouilland 1993) : une bouteille d'eau minérale standard de 1.5l à double entrée de diamètre 25 mm de fabrication artisanale (figure 15).

### **b) Choix de l'appât**

Durant la période de décembre à janvier, des tests sur le type d'appât à utiliser ont été réalisés dans le canal Matoutia. Deux types d'appâts ont été testés :

- Des morceaux de poisson mort,
- Une pâte artisanale à base de farine, d'œufs et de chevrettes séchées.

L'utilisation de train de nasses en parallèle avec différents type d'appâts (Annexe 4) a permis de déterminer l'appât le plus efficace, sur la base de critère de richesse et d'abondance des captures.

## **3) Stratégie d'échantillonnage - Mise en place des pièges sur le terrain et relevé des données biologiques et abiotiques**

Les nasses à écrevisses ont été posées par trains de trois engins distants de 2 m (figure 16). Les bouteilles ont été posées par trains de 4 engins, distants de 2 m (figure 17). Les pièges ont été posés à proximité d'habitats représentatifs du site échantillonné. La pose et la levée des engins se sont déroulées le matin entre 5h30 et 6h30 et le soir vers 16h et 19h. Deux échantillonnages jour plus nuit ont dû être réalisés à cause des contraintes météorologiques, empêchant de se rendre sur le terrain pour la levée à heures prévues des engins de pêche.

**Tableau 3** : Relevé abiotique de différentes stations échantillonnées à l'Étang de Saint-Paul.

Zonation	Station	Phase Jour/Nuit	Conduction	PH	Relevé abiotique				T°	Surface mouillée (m²)
					Taux O <sup>2</sup>		Turbidité			
					%	ppm				
<b>1</b>	Source Moulin	Matin	1201,5	8,1	67,0	6,0	0,0	21,0	150	
		Soir	1104,8	8,2	68,1	5,9	0,0	23,0		
	Source Roches Blanche	Matin	231,8	7,9	62,3	5,7	0,0	19,5	684	
		Soir	234,8	8,0	64,1	5,8	0,0	20,3		
<b>2</b>	Amazonne	Matin	793,8	7,9	35,9	3,0	70,0	22,1	1867	
		Soir	766,3	7,9	44,7	3,6	55,0	22,3		
	Bernica	Matin	314,8	8,1	18,6	1,5	88,3	22,5	1411	
		Soir	416,3	8,3	136,7	12,2	90,0	26,5		
Pont des Anglais	Matin	355,0	8,0	21,7	1,8	70,0	24,7	1227		
	Soir	342,7	8,2	91,8	8,2	83,3	25,5			
<b>3</b>	Matoutfia	Matin	870,8	7,9	49,2	4,5	0,0	20,5	2456	
		Soir	849,5	8,1	56,4	5,1	0,0	20,7		
	Armont RN	Matin	873,8	8,0	43,6	3,8	0,0	21,1	4298	
		Soir	773,0	7,9	55,3	4,9	0,0	22,2		

L'échantillonnage s'est déroulé durant trois semaines, (du 07/05 au 24/05/2012). Au cours de chaque semaine, deux à trois sites ont été échantillonnés en parallèle en fonction des contraintes d'accès (accès pédestre ou en embarcation). Lors de cette phase, 38 nasses et 18 bouteilles ont été utilisées (annexe 5). Une fois les individus capturés collectés ceux-ci ont été identifiés au niveau spécifique, sexés et mesurés (mm) pour être relâchés sur le site de capture.

Lors de chaque opération de pose ou de levée des nasses, la conductivité, le pH, le taux d'oxygène, la turbidité et la température de l'eau ont été relevés sur la station d'échantillonnage.

#### 4) Analyse des données.

Les données des collectes ont été analysées grâce à des tableaux graphiques en utilisant le logiciel Excel. La richesse de chaque station a été évaluée et l'abondance d'individus capturés a été exprimée en individus par nasses et par 12 heures d'échantillonnage. La définition de cette CPUE (capture par unité d'échantillonnage), nous a ensuite permis de réaliser des comparaisons entre espèces et entre stations.

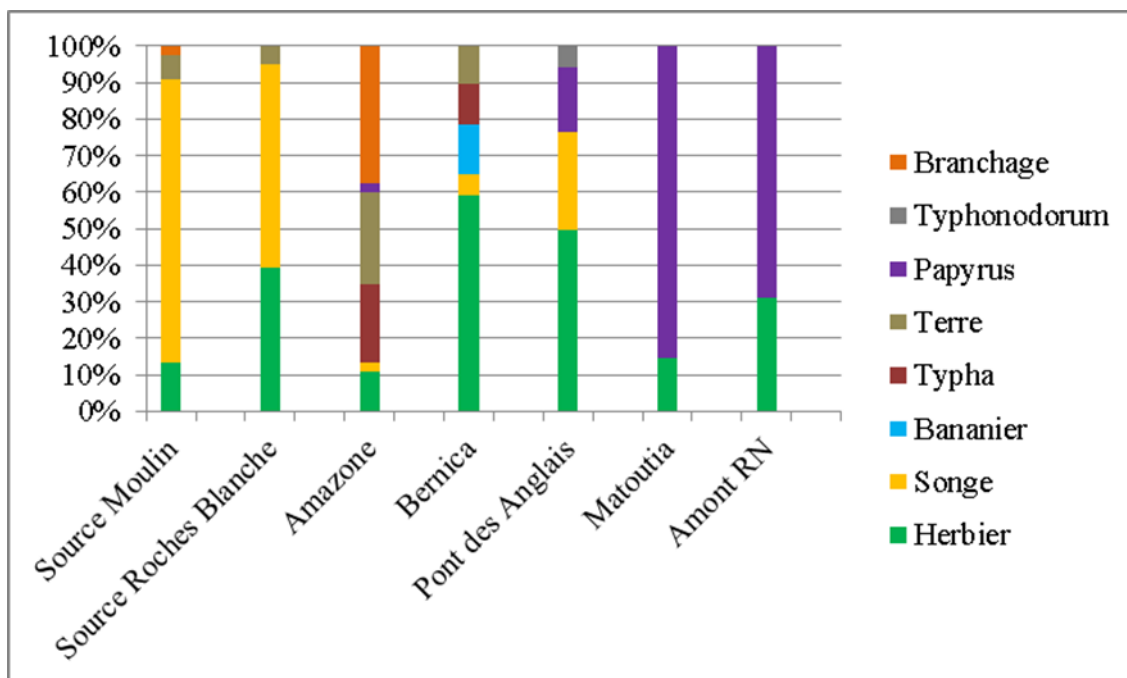
L'analyse permet également de montrer les tendances d'habitabilité des différents milieux échantillonnés sur les stations.

Les données collectées ont notamment permis d'étudier la structure des populations de *M. australe* et *C. quadricarinatus*. Dans un premier temps, nous avons testé la normalité de distribution de tailles observées par un test de Shapiro.

La taille moyenne des individus a été calculée ainsi que la distribution des tailles entre mâle et femelle.

## IV) Résultats

Les différentes caractéristiques du milieu ont permis de réaliser une zonation de l'étang. Les stations sont réparties selon la figure 12. Chaque station échantillonnée présente des particularités en ce qui concerne la qualité de l'eau et des habitats propres. (Annexe 3, Tableau 3).



**Figure 18** : Recouvrement végétal des stations échantillonnées

	Type d'appât	
	Poisson mort	Chevaquine
Moyenne CPUE nasse nuit	<b>0,83</b>	<b>1,50</b>
Moyenne CPUE nasse jour	0,35	0,31

**Tableau 4** : Moyenne des captures par nasse en fonction de l'appât et de la phase

	Richesse spécifique	Effectif total	Effectif faune ichtyologique	Effectif macro-crustacés
Appât "Pate"	<b>6</b>	<b>202</b>	30	<b>172</b>
Appât "Poisson mort"	4	131	18	113

**Tableau 5** : Différente richesse spécifique et abondance en fonction de l'appât utilisé

## 1) Relevés abiotiques

Tout d'abord, le pH relevé est de 8 en moyenne. Celui-ci reste stable tout au long d'une journée et quel que soit la station étudiée. Cette gamme de pH est dans l'optimum pour le développement de la vie aquatique (7,5 à 8).

La température relevée sur les stations d'inventaire varie entre 19,5 et 26,5°C. Elle est plus fraîche et varie peu sur une même station au cours de la journée (2 à 3°C) sur les zones de sources et sur l'axe d'écoulement du canal principal (Stations Source du Moulin, Source des Roches Blanches, Amazone, Matoutia et Amont RN). Elle est plus élevée et présente des variations plus fortes sur les stations du canal « En Travers » (Bernica et Pont des Anglais).

Les conditions d'oxygénation sont inégales selon les stations. Les sources et le chenal principal présentent un taux de saturation qui varie de 35.9 % à 68.1 % pour une valeur d'oxygène dissous comprise entre 3 et 5.9 mg/l. Les stations de Bernica et du Pont des Anglais présentent des taux de saturation en oxygène très faible le matin (< 22% soit 1.8 mg/l) et très élevés le soir (>90 % soit 8.2 mg/l), marquant ici un phénomène d'eutrophisation du milieu.

La conductivité est hétérogène d'une station à l'autre. En effet, la source du Moulin présente une conductivité moyenne de 1150  $\mu\text{S}/\text{cm}$  alors qu'à l'opposé la source des Roches Blanches présente une eau très douce de l'ordre de 235  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . D'autre part, les eaux du chenal principal montrent une conductivité moyenne de 820  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et les eaux douces des stations des canaux adjacents une conductivité de 356  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en moyenne. Il a été observé par ailleurs que les eaux des canaux adjacents affichées des turbidités de 72 cm en moyenne alors que les eaux des sources et du canal principal étaient limpides.

Le recouvrement végétal des berges a été observé sur toutes les stations sur une distance de 150 m (Figure 18). On trouve une plus grande proportion de songe et d'herbier dans les zones de sources. Sur les canaux adjacents, on a une plus grande proportion de typha, de branchages et d'herbier. La zone de canal principal est largement dominée par le papyrus (77 % de recouvrement).

## 2) Sélection de l'appât

Des CPUE ont été calculées pour évaluer l'importance du jour ou de la nuit dans le taux de capture d'une part, et d'autre part pour évaluer l'efficacité des deux types d'appât. Ainsi, la nuit une plus grande abondance d'individus a été capturée et ce quel que soit le type d'appât.

**Tableau 6 :** Richesse et structure des peuplements des macrocrustacés de l'Étang de Saint-Paul (I : Indigène, Ex : exotique, CR : en danger critique d'extinction, EN : en danger, VU : vulnérable, NT : quasi menacé, LC : préoccupation mineure, DD : données insuffisantes, NA : non évaluée).

Famille	Espèce	Nom Commun	Code	Statut	Liste rouge	Station						
						Chenal principal		Chenal adjacent		Source		
						Amont pont RN	Canal Matoutia	Canal Amazone	Bernica	Pont des Anglais	Source du Moulin	Source des Roches Blanches
<b>Crustacés</b>												
Grapsidae	<i>Varuna litterata</i>	Crabe	VAL	I	DD	X						
Palaemonidae	<i>Macrobrachium australe</i>	Chevrette australe	MAA	I	VU	X		X			X	
	<i>Macrobrachium lar</i>	Camaron	MAL	I	NT						X	
Parastacidae	<i>Cherax quadricarinatus</i>	Ecrevisse bleue	CHX	Ex	NA		X	X			X	
<b>Total Crustacés</b>						<b>1 sp.</b>	<b>3 sp.</b>	<b>2 sp.</b>	<b>1 sp.</b>	<b>1 sp.</b>	<b>3 sp.</b>	<b>1 sp.</b>
<b>Poissons</b>												
Eleotridae	<i>Eleotris fusca</i>	Cabot noir	ELF	I	EN	X		X			X	X
	<i>Eleotris mauritianus</i>	Cabot noir	ELM	I	CR	X		X			X	X
Gobidae	<i>Stenogobius polyzona</i>	Cabot rayé	STE	I	DD	X					X	
	<i>Amatillania nigrofasciata</i>	Nigro	ARN	Ex	NA				X			
Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapia	TIL	Ex	NA				X			
	<i>Parachromis managuensis</i>	Managuense	MAN	Ex	NA			X				
Mugilidae	<i>Agonostomus telfairii</i>	Chitte	AGO	I	EN	X						
Osphronemidés	<i>Osphromenus goramy</i>	Gourami	GOU	Ex	NA			X				
Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i>	Guppy	GUP	Ex	NA							X
<b>Total Poissons</b>						<b>9 sp.</b>	<b>4 sp.</b>	<b>4 sp.</b>	<b>3 sp.</b>	<b>2 sp.</b>	<b>3 sp.</b>	<b>3 sp.</b>
<b>Faune Totale</b>						<b>13 sp.</b>	<b>6 sp.</b>	<b>6 sp.</b>	<b>4 sp.</b>	<b>3 sp.</b>	<b>6 sp.</b>	<b>4 sp.</b>

Concernant les échantillonnages réalisés le jour, les taux de capture ne varient pas significativement en fonction du type d'appât (tableau 4). Concernant la richesse spécifique en fonction du type d'appât on a montré que l'appât « pâte de chevaquine » (six espèces) permet de capturer un plus grand nombre d'espèces différentes avec six espèces identifiées contre quatre pour l'appât « poissons morts » (tableau 5). Enfin, on a observé que l'effectif de macro crustacé capturé est plus important avec l'appât « pâte ». On note toutefois qu'il y avait plus d'individus dans les nasses appâtées avec l'appât « pâte » à base de chevrette (en moyenne 1.5 CPUE contre 0.83 CPUE avec le poisson)

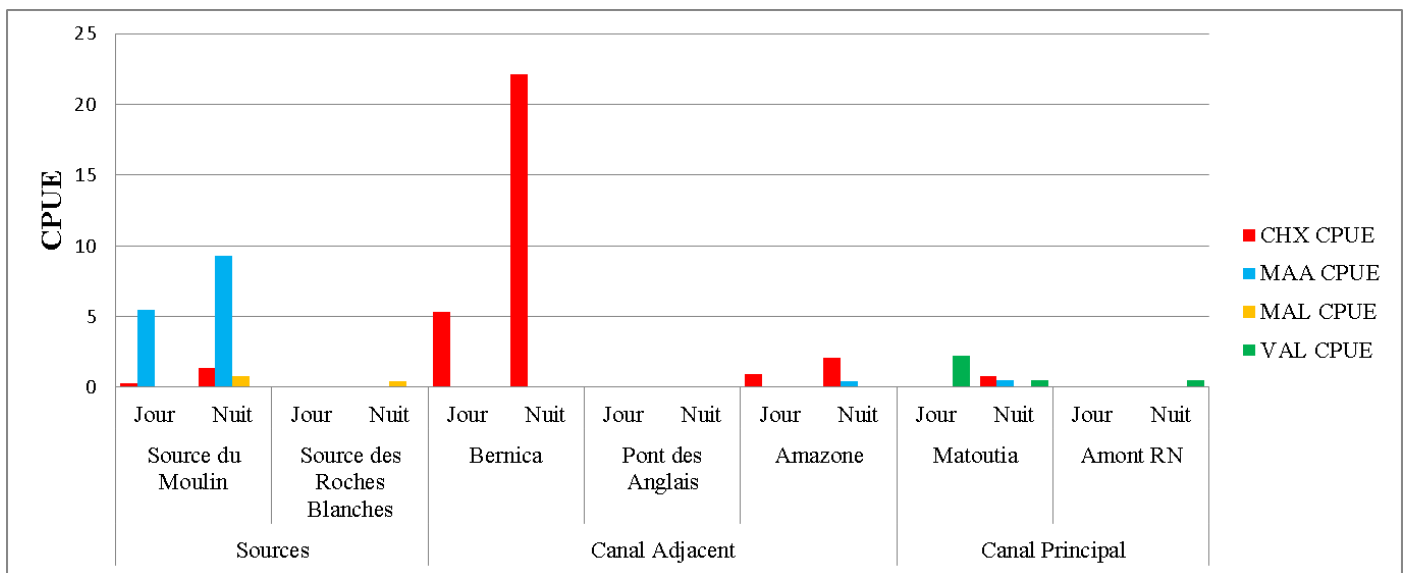
L'appât « pâte » présente également l'avantage de se préparer rapidement, les ingrédients sont simples et disponibles aisément dans le commerce ; ces derniers se conservent longtemps et peuvent être facilement transportés. Pour son efficacité et sa facilité de mise en œuvre, l'appât « pâte » a été retenu pour cette étude.

### 3) Richesse et distribution des peuplements

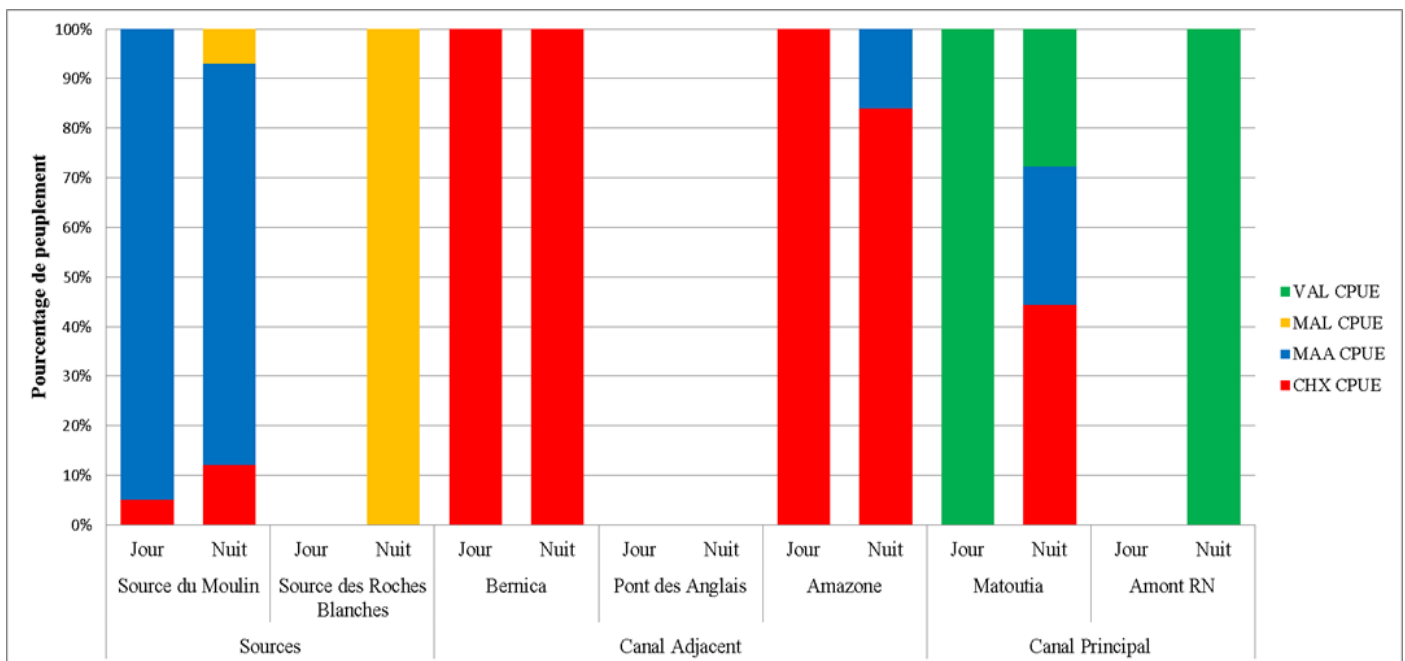
Au cours de la phase d'échantillonnage, 13 espèces ont été répertoriées : quatre espèces de crustacés et neuf espèces de poissons. Pour les macro-crustacés, trois espèces indigènes ont été répertoriées avec des répartitions hétérogènes en fonction de l'espèce. L'espèce *M. australe* a été retrouvée dans les stations du Moulin, Amazone et Matoutia. Elle possède une répartition allant de l'amont à l'aval de la zone d'étude. *M. lar* ont une répartition plus restreinte, on la trouve uniquement dans les zones de sources. A l'inverse le crabe *Varuna litterata* a été capturé uniquement en aval de l'étang. L'espèce exotique *C. quadricarinatus* a été capturée dans presque toutes les stations de l'étude excepté la station de la source des Roches Blanches et l'Amont RN (Tableau 6). Parmi les espèces capturées on a compté neuf espèces de poissons dont quatre indigènes et cinq exotiques, avec des espèces comme le cabot noir largement réparties sur l'Etang de Saint-Paul.

### 4) Abondance des macro-crustacés

Grâce aux différentes CPUE calculées, un graphe présentant l'abondance des différentes espèces de macro-crustacés a été réalisé (Figure 19 et annexe 7) en fonction de la station échantillonnée. Ainsi, la station du Moulin a une richesse spécifique moyenne en macro-crustacés indigènes ; l'espèce la plus fréquemment capturé est l'espèce *M. australe* qui constitue environ 92 % du



**Figure 19 :** Graphique représentant les CPUE des espèces de macro-crustacés capturés en fonction de la station échantillonné et de la zone. (CHX= *Cherax quadricarinatus* ; MAA : *Macrobrachium australe* ; MAL : *Macrobrachium lar* ; VAL : *Varuna litterata*)



**Figure 20 :** Graphique représentant le % de peuplement des espèces de macro-crustacés capturés en fonction de la station échantillonné et de la zone. (CHX= *Cherax quadricarinatus* ; MAA : *Macrobrachium australe* ; MAL : *Macrobrachium lar* ; VAL : *Varuna litterata*)

peuplement, on trouve également en moindre proportion des *M. lar* représentant 8 % du peuplement de la station. L'écrevisse exotique *C. quadricarinatus* présente une abondance moyenne très faible sur cette station. La station de la source des Roches Blanches présente une abondance très faible en macro-crustacés indigène, avec un seul représentant de *M. lar* capturé.

La station Bernica présente une abondance en macro-crustacés exotique très importante.

La richesse moyenne en macro-crustacés indigène observée sur la station du Bernica est nulle. La station du Pont des Anglais présente une richesse nulle en macro-crustacés.

La station Amazone présente une richesse faible en macro-crustacés indigènes avec une proportion très faible en *M. australe*. Le peuplement étant dominé par *C. quadricarinatus*, (92 %).

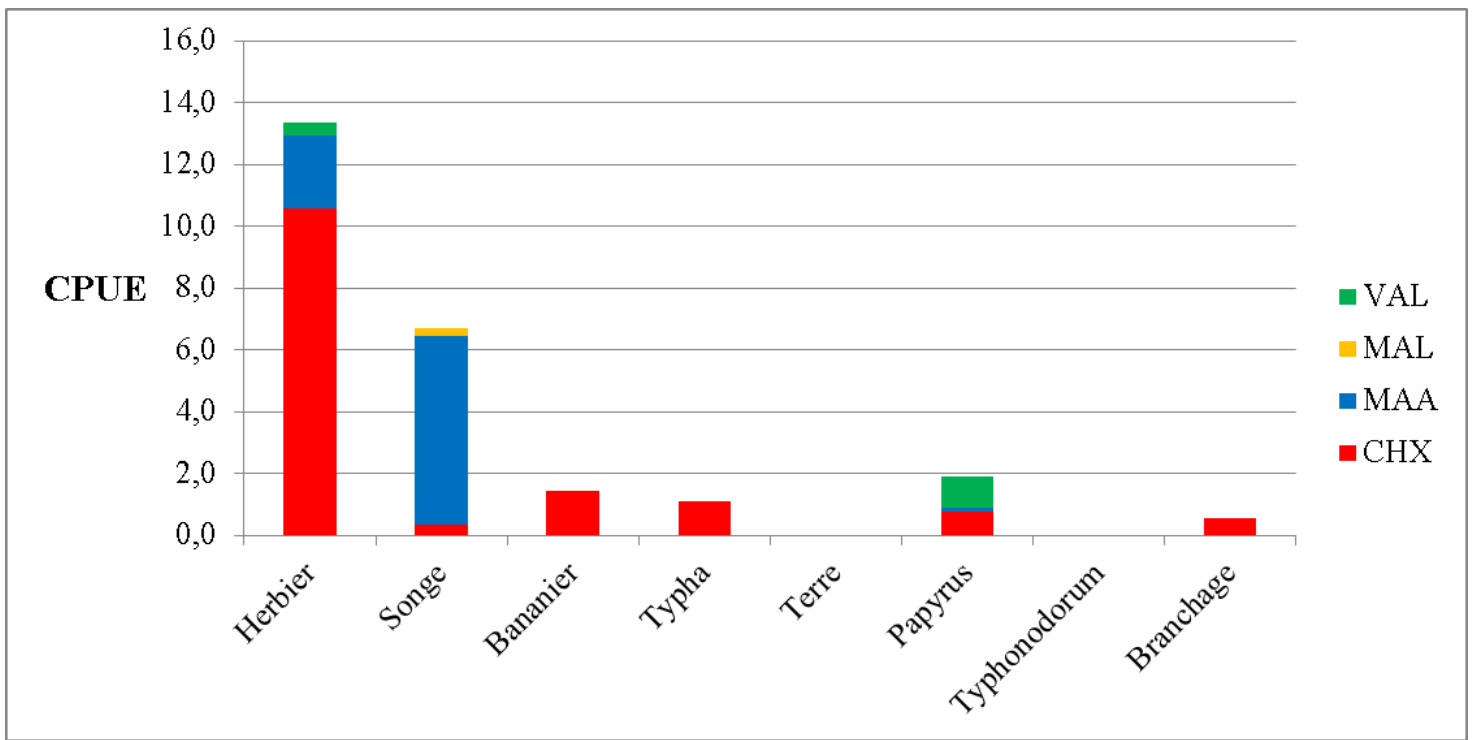
La station Matoutia présente une richesse faible en macro-crustacés. La proportion d'individus indigènes est plus importante que celle d'individus exotiques.

La station Amont RN présente des richesses très faibles en macro-crustacés. Cependant on ne note pas la capture d'espèce exotique.

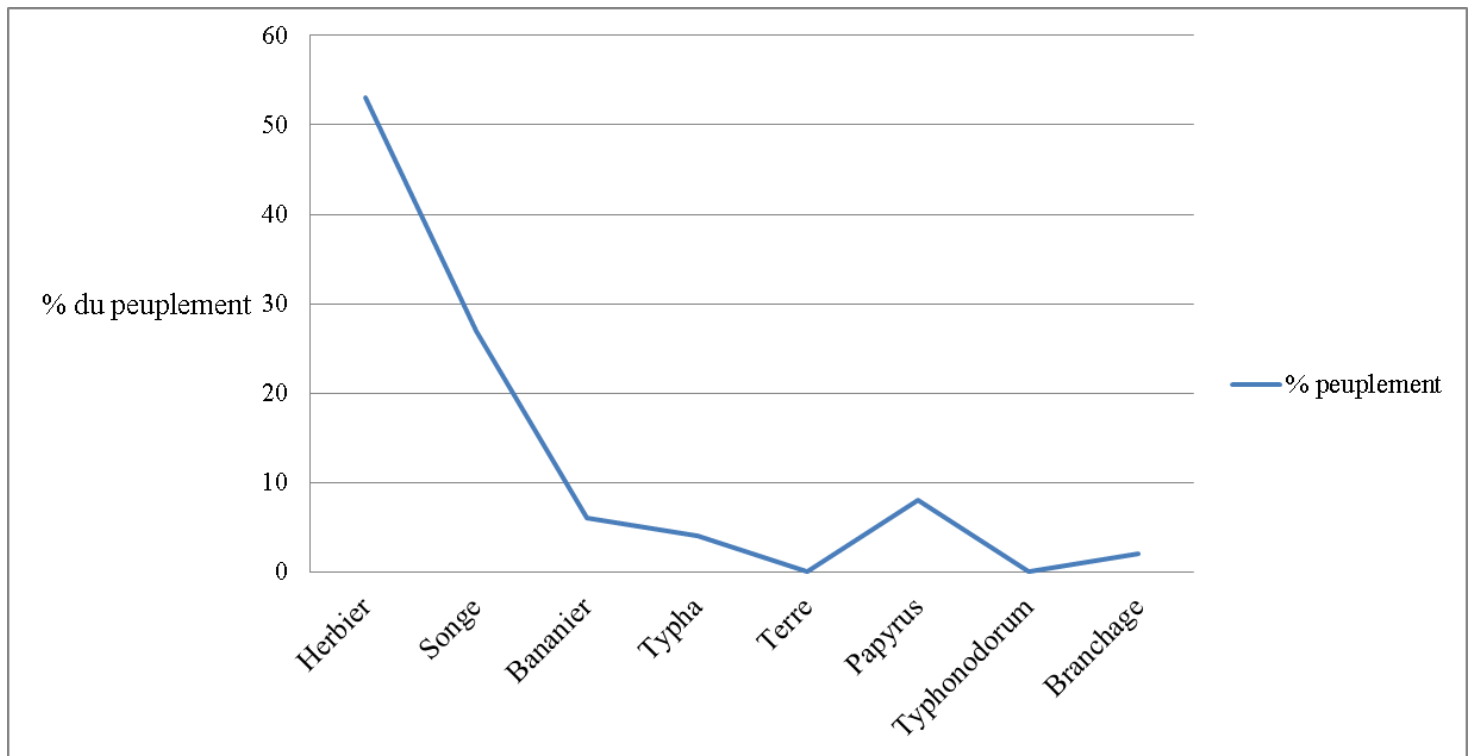
Lorsque l'on étudie les différences entre l'axe du canal principal (Source du Moulin Amazone, Matoutia et Amont RN) et l'axe du canal « en travers » (Source des Roches Blanches, Bernica et Pont des Anglais) ; on remarque qu'il existe une plus grande richesse au niveau du canal principal. En effet, sur ce dernier, on observe trois espèces de macro-crustacés indigènes alors que sur le canal « en travers », une seule espèce de macro-crustacés indigènes : *M. lar* a été observée très faible abondance (un seul individu). On observe d'autre part, une plus grande abondance de *C. quadricarinatus* dans la zone du canal « en travers » que dans la zone du canal principal (Figure 20).

## 5) Habitabilité des habitats de berges

Des calculs de CPUE ont été réalisés pour évaluer les tendances d'habitabilité des différents recouvrements végétaux des berges présents sur l'ensemble des stations. Pour chaque espèce de macro-crustacés la CPUE moyenne a été calculée en fonction du recouvrement végétal (Figure 21 et 22). Globalement, la plupart des individus capturés sont concentrés dans les zones d'herbier (53 % des abondances toutes espèces confondues) et de songe (27 %).



**Figure 21 :** Graphique représentant des CPUE de toutes les espèces de macro-crustacés capturées durant l'étude en fonction des différentes stations échantillonnées (CHX= *Cherax quadricarinatus* ; MAA : *Macrobrachium australe* ; MAL : *Macrobrachium lar* ; VAL : *Varuna litterata*)



**Figure 22 :** Graphique représentant la répartition des peuplements de toutes les espèces de macro-crustacés capturées durant l'étude en fonction des différentes stations échantillonnées (CHX= *Cherax quadricarinatus* ; MAA : *Macrobrachium australe* ; MAL : *Macrobrachium lar* ; VAL : *Varuna litterata*)

On trouve une plus faible proportion de macro-crustacés dans le papyrus (8% des abondances toutes espèces confondues). Les macro-crustacés indigènes ont tendance à être principalement dans les habitats de types herbiers et songes. L'espèce exotique *C. quadricarinatus*, se trouve de préférence dans les herbiers (10,6 CPUE en moyenne).

## 6) Structure des populations de *M. australe* et de *C. quadricarinatus* à l'échelle de l'étang.

*C. quadricarinatus* et *M. australe* sont les deux principales espèces capturées avec en général une dominance de *C. quadricarinatus* sur *M. australe* (sauf sur la station Source du Moulin) (figure 25).

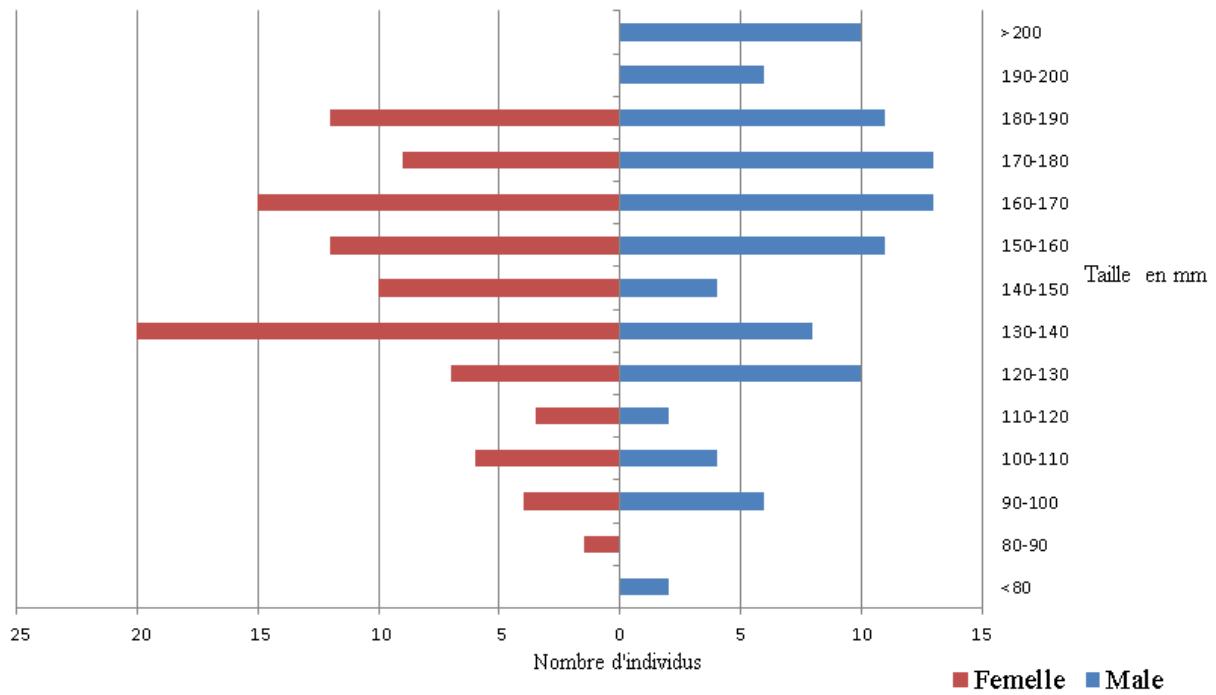
Le tableau 7 montre le nombre d'individus mâles et femelles capturés pour *C. quadricarinatus* et *M. australe* ainsi que les tailles moyennes par sexe. En ce qui concerne, la taille des femelles est répartie de manière plus homogène que la taille des mâles, avec un groupe général de 110 à 190 mm. Chez les mâles, la taille suit une loi normale et est homogène. On observe très peu de mâles dépassant 190 mm.

Il est observé une proportion plus forte de femelles (58 %) que de mâles (43 %). Il existe une grande diversité de taille allant de 80 mm à 200 mm. Les mâles présentent une taille moyenne supérieure aux femelles. 48 % de mâles possède des tailles comprises entre 150 à 190 mm. Alors que la plus grosse proportion de femelle possède des tailles comprises entre 130 à 170 mm (57%) (Figure 23). Une femelle ovigère\* a été capturée avec une centaine d'œufs accrochée sous l'abdomen (figure 26) à la station du Bernica et une femelle a également été retrouvée avec des juvéniles accrochés sous l'abdomen (figure 27) à la station Matoutia.

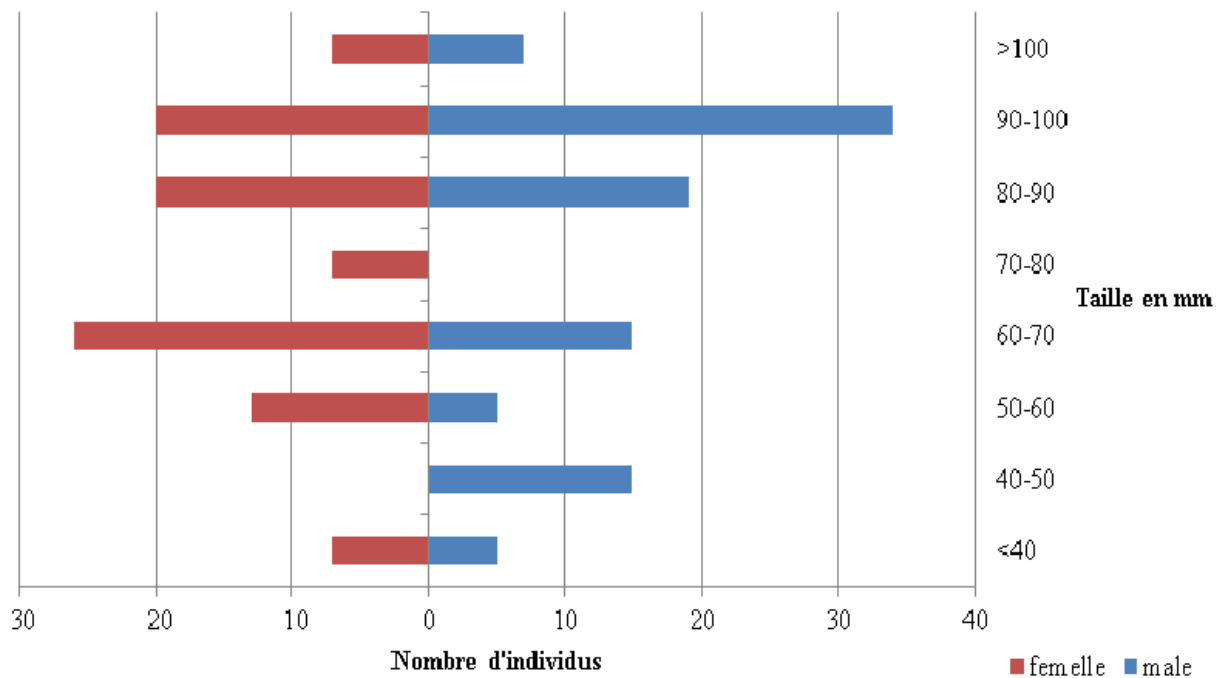
Chez les femelles *M. australe*, on observe que la taille suit la normalité et est homogène. Chez les mâles, la taille ne suit pas la normalité, il existe deux groupes distinct de <40 à 70 mm et de 80 à >100 mm. On observe plus de mâles que de femelles chez *M. australe* (73 % de mâle pour 27 % de femelles). La taille des mâles est supérieure à celle des femelles. 60% des mâles capturés ont des tailles oscillant entre 80 et 100 mm. Alors 80% des femelles capturées ont une taille comprise entre de 60 à 100 mm (Figure 24).

	<i>C.quadricarinatus</i>		<i>M.australe</i>	
	Male	Femelle	Male	Femelle
<b>Effectif total</b>	52	68	41	15
<b>% population</b>	43	58	73	27
<b>Taille moyenne</b>	156,4	145,6	77,6	75,1
<b>Ecart type</b>	34,5	26,7	22,4	19,6

**Tableau 7:** Tableau récapitulatif des tailles et sexe des populations de *C.quadricarinatus* et de *M.australe* échantillonnées à l'Etang de Saint-Paul.



**Figure 23:** Graphe de la structure de taille des populations de *Cherax quadricarinatus* en fonction du sexe.



**Figure 24:** Graphe de la structure de taille des populations de *M.australe* en fonction du sexe.

## 7) Perspectives de conservation

Les différentes observations et informations obtenues au cours du stage, ont permis de réaliser une carte des zones de conservation majoritairement pour la faune des macro-crustacés indigènes (figure 28). Les zones de conservation prioritaire en rouge regroupent les stations Source du Moulin, Amazone, Matoutia et Amont RN. Les zones en vert regroupant les stations Bernica, Pont des Anglais et Source des Roches Blanches, sont les zones de l'Étang à restaurer en priorité.

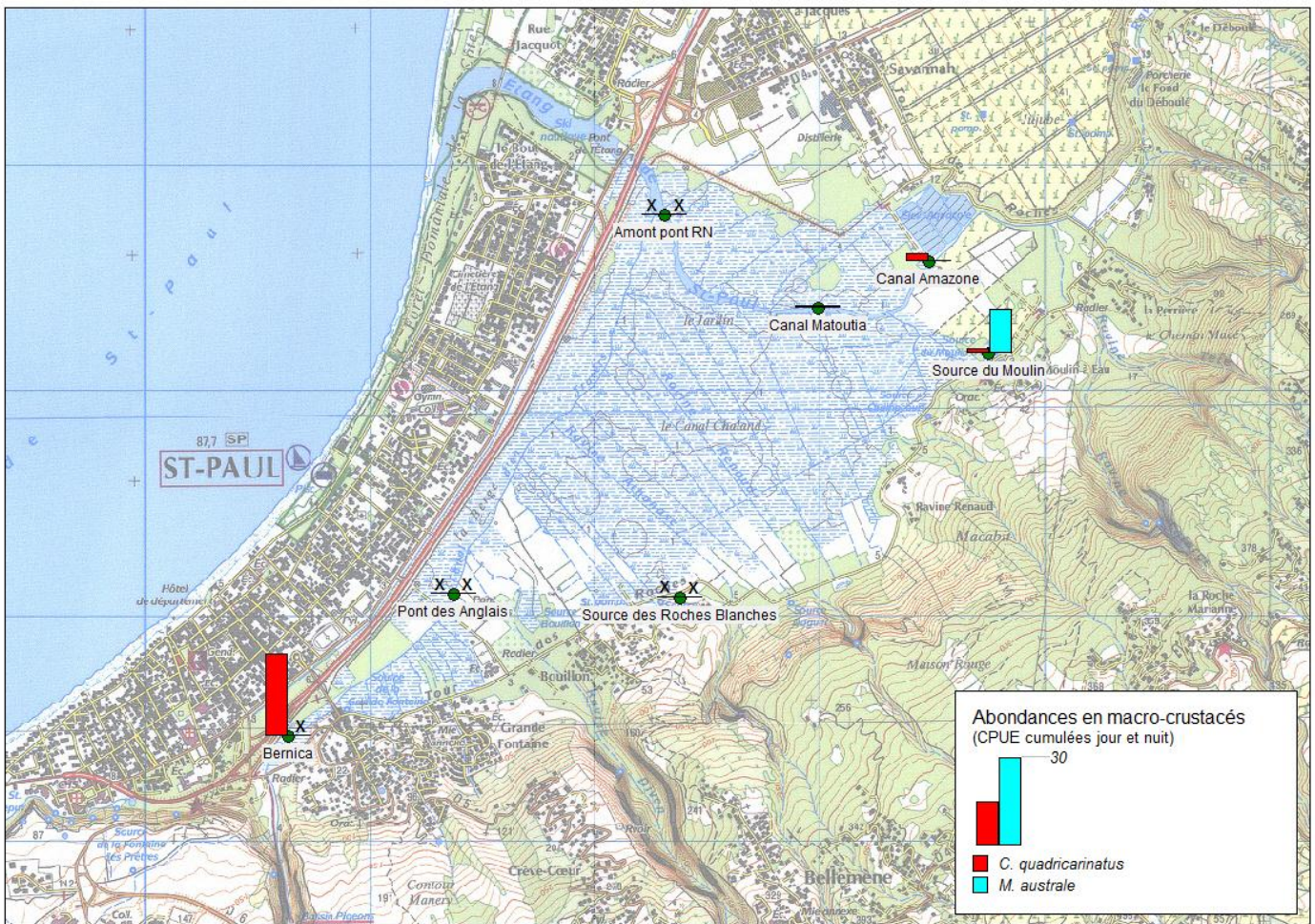
## V) Discussion

### 1) Peuplements indigènes et milieu :

Lors de notre étude, trois espèces de macro-crustacés indigènes ont été capturées : *V. litterata*, *M. australe* et *M. lar*. De nombreuses études et inventaire sur la faune aquatique de l'étang, ont pourtant démontré que 7 espèces de macro-crustacés décapodes indigènes sont présentes dans l'Étang (Keith et al. 2006, Valade & Gonthier 2007, OCEA 2011). La faible richesse spécifique obtenue s'explique par l'engin de pêche utilisé. En effet, Les mailles de l'engin de pêche sont trop grandes pour pouvoir retenir les plus petits macro-crustacés décapodes comme les Atydés dont la taille est inférieure à 50 mm. La meilleure technique pour capturer ces espèces est la pêche électrique ; les taux d'efficacité étant bien supérieurs à ceux obtenus par les nasses (OCEA 2012). Néanmoins, pour les plus gros macro-crustacés comme *M. australe* ou *C. quadricarinatus* les pêches par nasses obtiennent de meilleurs résultats. Lors de l'étude, l'utilisation des nasses s'est avérée utile et efficace puisqu'elle nous a permis d'observer la distribution spatiale des plus grosses espèces de macro-crustacés au sein de l'étang de Saint-Paul.

La distribution spatiale des macro-crustacés indigènes de l'étang de Saint-Paul est soumise à de nombreuses conditions environnementales et paramètres abiotiques. Les espèces indigènes se trouvent dans la continuité du canal principal (Source du Moulin>Canal Amazone>Canal Matoutia>Amont RN). Les différentes stations étant interconnectés, il est normal d'y trouver des espèces indigènes amphidromes, qui ont par définition besoin de migrer jusqu'aux eaux saumâtres pour se reproduire.

Cependant chaque espèce de macro-crustacés a ses particularités et ses exigences abiotiques. Les espèces comme *M. lar* ont besoin d'herbiers et d'une eau bien oxygénée pour leur développement. La source du Moulin présente toutes ces conditions, il est donc tout à fait



**Figure 25 :** Répartition et abondance des populations de *C.quadricarinatus* et de *M.australe* en fonction des stations échantillonnées à l'Etang de Saint-Paul.



**Figure 26 :** Femelle ovigère capturée à la station Bernica portant une centaines d'œufs sous l'abdomen

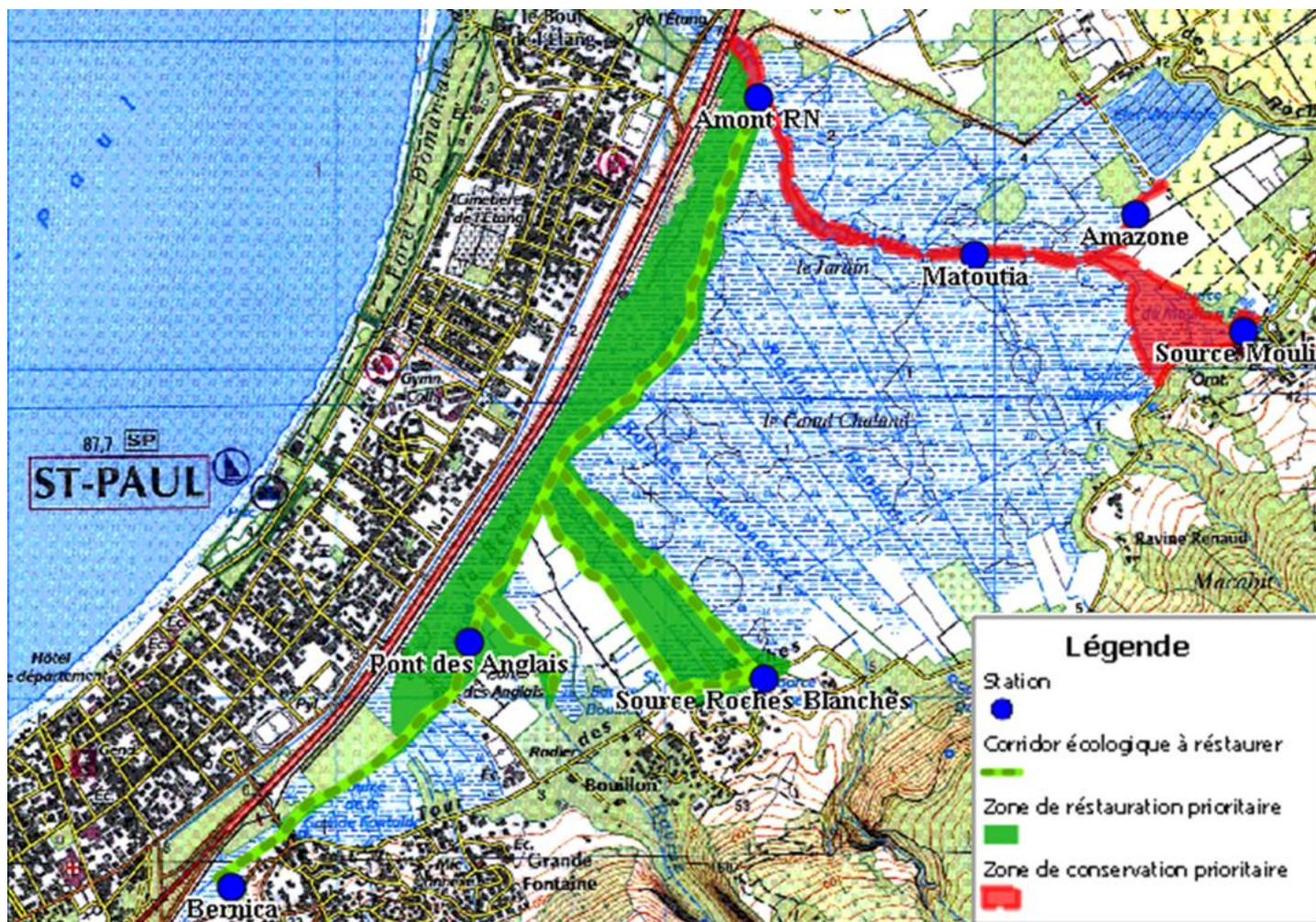


**Figure 27 :** Femelle capturée à la station Bernica portant une de juvéniles sous l'abdomen

normal d'en retrouver dans ce milieu. Cependant la faible proportion d'individus capturée souligne la rareté de l'espèce soumise de plus en plus aux pressions anthropique : perturbation due à la route mais également braconnage par empoisonnement régulier (Communication personnelle Attié). *V. litterata* n'a été rencontré que dans les zones aval (Station Matoutia et Amont RN). Cette répartition est logique puisque *V. litterata* préfère les zones d'estuaires et le cours inférieur des rivières. De plus cette espèce est phytophage, la végétation environnante dominée par les papyrus et les herbiers, convient donc totalement au régime alimentaire de l'espèce. Le nombre d'individus capturé n'est néanmoins absolument pas représentatif de la population globale, puisque la période d'échantillonnage correspond à la période de reproduction de l'espèce. Celle-ci étant amphidrome, les individus ont migré en aval de l'étang près de l'embouchure. D'autres espèces à plus large répartition comme *M. australe* sont présentes dans plusieurs milieux différents. Ainsi on retrouve cette espèce dans trois stations (Source du Moulin, Amazone, Matoutia) présentant des conditions abiotiques différentes. L'espèce change d'habitat tout au long de son cycle biologique et peut être présente autant dans des zones d'estuaire que dans les herbiers (Keith et al.2006). L'abondance d'individus capturés est représentative des zones. Ainsi il a été observé que les différentes espèces ne se retrouvent pas dans les stations du canal « en travers », qui sont fortement soumises à l'envahissement de plantes exotiques et cryptogène\* (laitues d'eau, jacinthes d'eau, papyrus). Ces bouchons, formés par le papyrus limitent fortement la continuité écologique de l'écosystème aquatique.

La notion de continuité écologique est un principe important introduite dans l'annexe V de la Directive cadre sur l'Eau (DCE). Elle est un élément de qualité pour la classification de l'état écologique d'un cours d'eau. Cette continuité est conditionnée par :

- la circulation (montaison et dévalaison) des organismes aquatiques à des échelles spatiales compatibles avec leur cycle de développement et de survie durable dans l'écosystème
- le transport de sédiments suffisant au maintien ou au recouvrement des conditions d'habitat des communautés correspondant au bon état écologique.
- Dans le cadre de l'Etang de Saint-Paul, la gestion du niveau des eaux est un élément primordial afin d'éviter un assèchement des canaux dû, d'une part à l'ouverture du cordon littoral et, d'autre part à un prélèvement important des eaux d'alimentation de l'Etang (Attié 2012).



**Figure 28** : Zones de gestion prioritaires de conservation et de restauration pour les macro-crustacés indigènes de l'Etang de Saint-Paul.

Ainsi, le bon état de l'écosystème de l'Etang de Saint-Paul dépend en grande partie de sa continuité écologique et de la qualité de ses eaux. Les zones des sources et plus particulièrement la station du Moulin présente la plus forte richesse spécifique en macro-crustacés indigènes et présente par conséquent le plus fort potentiel patrimonial. La présence de nombreux *M. australe* et quelques *M. lar* démontrent la bonne qualité des eaux. Cette station est d'une plus forte importance, à l'échelle de l'Etang, pour les espèces indigènes qui ne trouvent nulle part ailleurs dans l'Etang des conditions environnementales similaires à celles de la source du Moulin. .

La source du Moulin présente une continuité avec le canal Matoutia et l'Amont RN, elle apparaît donc comme un milieu propice autant sur le plan physico-chimique que sur le plan d'habitabilité et d'accessibilité aux espèces. La station Amazone présente de nombreux herbiers et une eau de qualité moyenne (taux oxygène, turbidité). Cette station permet l'implantation de macro-crustacés à forte répartition comme le *M. australe*. Divers rapport (Gonthier & Valade 2006, ARDA-DEAL St-Paul 2011, OCEA 2012) ont également souligné la présence d'autres macro-crustacés à forte répartition tels que *Atyoida serrata* et *Palaemon concinnus*. Les stations Matoutia et Amont RN ont une bonne continuité écologique, néanmoins, une dégradation de la qualité de l'habitat est exercée par les plantes envahissantes comme le papyrus et la laitue d'eau qui obstruent fréquemment le chenal empêchant la bonne circulation des eaux. Ces sites représentent un habitat favorable aux espèces indigènes peu sélectives du milieu comme *M. australe*. L'ouverture des différentes zones est donc un facteur déterminant dans la structuration et le recrutement des différentes espèces indigènes ayant besoin de cette continuité pour effectuer leurs cycles biologiques.

La source des Roches Blanches, bien que différente par la conductivité de la source du Moulin, présente un milieu propice au développement aquatique sur le plan physico-chimique : les eaux sont de bonnes qualités, limpides, avec une bonne oxygénation, cependant elles ne sont pas en continuités avec les eaux des canaux plus en aval comme le canal « en travers ». De nombreuses plantes envahissantes et passage routier combrent les canaux empêchant toutes continuités écologiques avec le reste de l'étang. La station du Pont des Anglais présente également la même pauvreté en macro-crustacés. Les conditions physico-chimiques relevées et l'anoxie que présente le milieu empêche le développement des macro-crustacés. L'anoxie du milieu a été révélée au cours d'un relevé ponctuel du taux d'oxygène



au fond du canal. Il s'est trouvé un taux d'oxygène de 4% (0.3 mg/l). L'anoxie entraîne également une très forte turbidité du milieu, la transparence de l'eau diminue avec l'augmentation de la quantité d'algues et de carbone organique dissous. Tous ces facteurs sont le résultat du confinement du canal par les plantes aquatiques envahissantes (jacinthe d'eau et laitue d'eau) et plante subaquatique (papyrus).

La station du Bernica présente des conditions équivalentes au Pont des Anglais mis à part pour l'alimentation qui se fait par une infiltration d'eau provenant de la ravine située en amont (ANTEA, 2001). L'absence de macro-crustacés indigènes traduit une mauvaise qualité des eaux mais également une mauvaise continuité écologique de la station avec le reste de l'Étang. Soumis à des contraintes écologiques les obligeant à migrer vers des zones d'eau saumâtre pour effectuer leurs reproductions. La plupart des macro-crustacés indigènes de l'étang de Saint-Paul, ne peut s'implanter et proliférer uniquement dans des milieux ouverts jusqu'à l'embouchure de l'étang. Les stations Pont des Anglais et du Bernica sont donc peu propices à accueillir les macro-crustacés indigènes.

Ainsi l'ouverture des canaux, le maintien d'un écoulement permanent et d'une lutte active contre la colonisation par des plantes envahissantes permettront une meilleure connectivité des plans d'eau de l'Étang. Cette connectivité permettrait aux espèces indigènes de recoloniser le milieu et d'augmenter ainsi la population globale d'espèces indigènes de l'Étang. (OCEA 2012). Ainsi, la réouverture des canaux (figure 28) permettra au peuplement indigène de macro-crustacés une recolonisation des milieux perturbés. Néanmoins ces mesures doivent également prendre en compte les autres composantes biologiques indigènes du milieu comme par exemple la faune aviaire très présente à l'Étang de Saint-Paul ayant une utilisation du milieu différente des macro-crustacés indigènes (Attié 2012). La restauration doit se faire sans dégrader ou modifier le milieu ( assèchement des zones voisines de la restauration)

## 2) Etat d'invasion du *Cherax quadricarinatus*

Le *C. quadricarinatus* a été introduit depuis plus de 10 ans à la Réunion. Cette espèce a été introduite à La Réunion par un particulier pour des raisons aquacoles. L'espèce s'est échappée (introduction accidentelle) lors du cyclone Dina en 2002 (SAFEGE 2006). En plusieurs années, des spécimens ont été retrouvés lors de pêches et d'échantillonnages à l'Étang de Saint-Paul (Valade & Gonthier 2007, OCEA 2012). Au cours de cette étude de



nombreux spécimens ont été capturés (120 individus) à divers points de l'étang (figure 25). Des individus ont été retrouvés à la station du Bernica, Matoutia, Amazone et Source du Moulin. Ces captures démontrent que l'espèce a su coloniser tous les milieux de l'étang même si ceux-ci présentent des conditions écologiques défavorables (mauvaises oxygénation de l'eau à la station du Bernica).

L'espèce peut supporter de nombreuses conditions abiotiques et possède une plasticité lui permettant une colonisation de divers milieux comme les herbiers ou encore les papyrus. Le *C. quadricarinatus* s'est remarquablement adapté à l'Etang au vu de l'abondance des individus capturés sur certaines stations comme le Bernica (100 individus). Son abondance à la station Amazone, bien que plus faible que celle du Bernica, reste plus élevée que celle des espèces indigènes présentes comme le *M. australe*. L'étude de la structure de la population de *C. quadricarinatus* a démontré qu'il existait une répartition homogène de la taille des individus allant de 80 mm à 200 mm. Ce résultat démontre que toutes les classes d'âges de l'espèce sont ainsi présentes sur l'Etang dans des proportions homogènes. Ainsi durant la période d'échantillonnage, plusieurs femelles ont été capturées. Sur une des femelles ovigère retrouvée à la station du Bernica, on a pu observer une centaine d'œufs accrochée sous l'abdomen (figure 26). Chez une autre femelle on a constaté la présence d'une centaine de juvéniles accrochés à l'abdomen de la femelle à la station Matoutia (figure 27). Etant donné le caractère non migrateur de l'espèce, les femelles n'ont pas besoin de migrer jusqu'à une zone particulière de reproduction. Leurs œufs restent accrochés sous l'abdomen de la femelle. Après l'éclosion, les juvéniles (environ 10 mm) restent fixés à l'abdomen jusqu'à leur maturité ([www.fao.org](http://www.fao.org)). Ces observations montrent que l'espèce peut se reproduire dans l'Etang avec un taux de fécondité très important. La survie des jeunes étant augmentée par le fait qu'ils restent accrochés à la mère. Cette stratégie empêche la prédation des juvéniles contrairement aux juvéniles de macro-crustacés indigènes amphidromes soumis à des fortes contraintes écologiques et à une forte mortalité. Selon Richardson et al. (2000), la naturalisation d'une espèce implique que les individus adultes de la nouvelle population se maintiennent et qu'il y ait des populations viables à long terme sans apport d'individus et intervention directe de l'homme. Ainsi l'étude a démontré que *C. quadricarinatus* s'est acclimatée à l'environnement de l'étang.

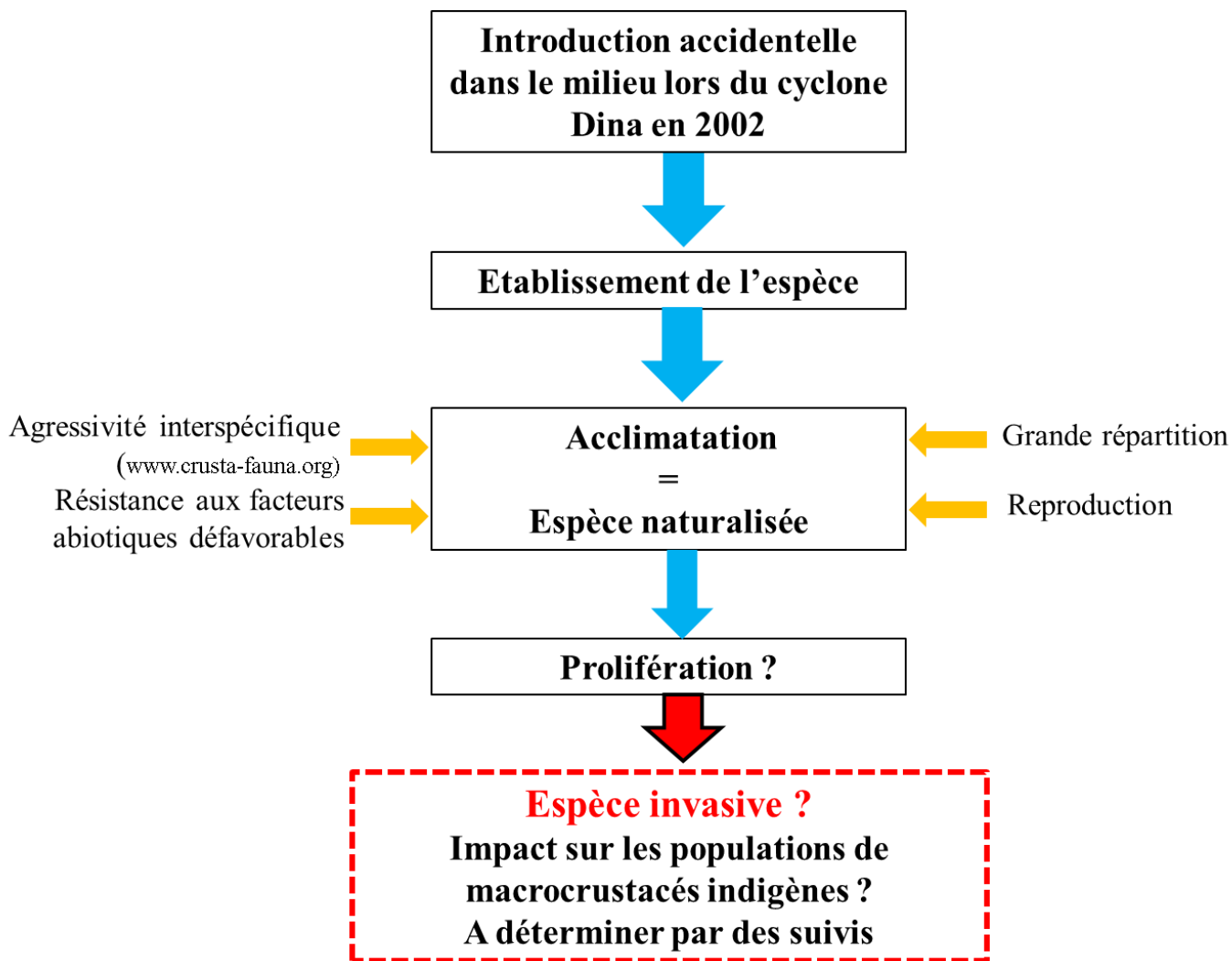
L'étude sur la préférence d'habitat de l'espèce, a démontré que le *C. quadricarinatus* possède une forte valence écologique. En effet il est capable de tolérer de nombreux facteurs environnementaux comme la salinité à la station du Moulin, un faible taux d'oxygène et une



mauvaise qualité de l'eau, comme à la station du Bernica. Originaire d'Australie, l'espèce peut passer la saison sèche dans très peu d'eau. Cette espèce robuste a une large tolérance climatique. Sa plage de température varie de 23°C à 31°C (Jones 1990) et tolère indéfiniment des eaux salées jusqu'à 5‰ – soit environ 900µS/cm - (Jones 1990). Ceci explique sa très grande résistance aux fluctuations de la qualité d'eau, celui-ci peut rester vivant pendant plus de 72 heures hors de l'eau. Il peut également se retrouver sous divers couverts végétaux (typha, bananier, branchages, songes, et herbiers) mais il semble préférer les herbiers de l'Étang. Comparé aux autres macro-crustacés de l'Étang, le *C. quadricarinatus* possède une grande adaptabilité face à son milieu et est moins exigeant que des espèces indigènes tels *M. lar* ou encore *V. litterata*. Son agressivité inter-spécifique, conjugué à la taille que peuvent atteindre certains individus (20 cm taille max chez le mâle) (Jones 1990) font de l'espèce un prédateur redoutable apte à causer de graves dommages à l'écosystème aquatique de l'Étang. Néanmoins, celui-ci n'a pas une forte dissémination, étant une espèce vivant dans des terriers la dissémination se fait lentement. D'autre part, on a vu que le *C. quadricarinatus* a réussi son acclimatation à l'étang de Saint-Paul puisqu'il a été retrouvé dans 4 des 7 stations échantillonnées de l'étude. Le *C. quadricarinatus* ainsi réussit à coloniser tous les milieux grâce à une forte plasticité écologique, augmentant sa « domination » face aux espèces de macro-crustacés indigènes.

En 2007 Goudart énonce plusieurs caractéristiques biologiques qui distinguent en général les espèces envahissantes. Le *C. quadricarinatus*, possède la plupart de ces caractéristiques :

- Un taux de fécondation important : entre 300 et 800 œufs par couvée avec entre trois à cinq couvées au cours de la saison de reproduction ([www.fao.org](http://www.fao.org)) et une centaine de juvéniles), un taux de survie élevé des juvéniles (la mère garde les œufs et les juvéniles sous son abdomen).
- Une grande adaptabilité aux conditions environnementales (tolérance au faible taux d'oxygène, à la salinité) (Jones 1990).
- Une grande capacité à exploiter les ressources puisque c'est une espèce omnivore opportuniste.
- L'espèce pourrait avoir un fort pouvoir de compétition par rapport à celui des autres espèces indigènes de l'étang puisqu'il domine celle-ci en taille et en utilisation de l'habitat (utilisation de pratiquement tous les habitats existant sur l'étang)



**Figure 29** : Schéma récapitulatif de l'état d'envahissement du *Cherax quadricarinatus* à l'Etang de Saint-Paul.

Ainsi l'espèce *C. quadricarinatus* peut être une espèce invasive menaçant l'écosystème entier de l'étang de Saint-Paul, néanmoins son abondance à l'échelle de l'étang et vis-à-vis des autres espèces indigènes est encore moyenne (Figure 29). L'espèce pourrait être ainsi dans sa « lag phase ». Cette phase correspond à un temps de latence de quelques dizaines à quelques centaines d'années, expliqué, entre autre, par le temps inhérent à la croissance des populations. Autrement dit, c'est le temps nécessaire aux organismes pour surmonter les nouvelles contraintes écologiques et/ou le temps nécessaire à l'acquisition de nouvelles capacités liées aux facteurs génétiques (Kowarik 1995, Crooks & Soulé 1999). Cette phase précède la phase où l'espèce est considérée comme invasive.

## VI) Perspectives

Des suivis plus réguliers dans le temps devraient être envisagés afin de mieux décrire le peuplement de macro-crustacés à l'étang de Saint-Paul. De plus, des méthodes permettant de capturer les plus petits macro-crustacés (pêches électriques) devront être envisagés en complément de l'échantillonnage aux nasses qui reste le plus performant que la pêche électrique en eaux profondes (plus de 0,7 m). La poursuite de travaux sur l'utilisation des habitats et de la répartition des espèces indigènes pourrait montrer l'importance de chaque habitat pour ces espèces et permettre une meilleure conservation et gestion des différents milieux comme l'ont réalisé Reynol & Roqueplo en 2002. Un suivi ciblé des populations de *C. quadricarinatus* est également nécessaire en vue de définir le statut invasif de l'espèce et son impact réel sur l'écosystème de l'Etang de Saint-Paul. Pour cela de nouvelles campagnes de captures doivent être envisagées, ainsi que des expérimentations afin de compléter les connaissances sur les traits d'histoire de vie de cette espèce (conditions de reproduction et succès reproducteur) ainsi que sa résistance et son agressivité face aux populations de macro-crustacés et de poissons indigènes.

En parallèle, des actions de contrôle de l'espèce peuvent déjà être initiées en vue de diminuer la pression exercée par celle-ci au sein des habitats préférentiels pour les espèces indigènes : il s'agirait alors de mener des campagnes de pêche de destruction sur la base de la méthodologie utilisée dans la présente étude. Ces pêches régulières permettraient d'une part de diminuer les stocks en place et d'autre part de suivre l'évolution de cette population (cf. ci-avant).



## I) Conclusion

Le travail effectué lors de cette étude a permis de faire un premier état des lieux sur les structures de peuplement des plus gros macro-crustacés de l'étang de Saint-Paul. L'étude est le plus fort échantillonnage à partir de nasses effectué à l'étang. L'étude des peuplements de macro crustacés décapodes amphidromes de l'étang de Saint Paul a permis de capturer quatre espèces de macro-crustacés. La richesse observée n'est pas exhaustive ; le choix de l'engin de pêche en est la raison. Les espèces de macro-crustacés indigènes ont une répartition hétérogène à l'échelle de l'Etang. Néanmoins les populations échantillonnées de *V. litterata* ne sont pas représentatives à causes de leur caractère amphidromes et de leur période de reproduction concordant avec l'échantillonnage de l'étude. La qualité du milieu est un facteur essentiel à la répartition des espèces indigènes au sein de l'Etang, le taux d'oxygène et la continuité écologique d'un milieu sont des facteurs essentiels au développement et à pérennisation de population stable de macro-crustacés indigènes. Ainsi les milieux les plus fortement colonisés par les macro-crustacés indigènes sont ceux en continuités avec le canal principal (i.e. en continuité avec l'embouchure de l'étang). Ces milieux sont à conserver et à préserver en priorité lors de plan de gestion. Les milieux n'ayant pas de continuité, devraient être soumis à des plans de restauration et d'élimination des plantes envahissantes.

L'étude de *C. quadricarinatus*, espèce exotique présente depuis 10 ans à l'Etang de Saint-Paul, a permis de prendre connaissance sur sa répartition et de son acclimatation au sein de l'étang. Sa répartition s'étend sur l'ensemble de l'Etang, même dans les zones isolées par des bouchons de plantes envahissantes (station Bernica). Ayant une forte résistance aux conditions environnementales défavorables (anoxie du milieu, eutrophisation). ; l'espèce peut se reproduire à l'Etang et possède un taux de reproduction important ainsi qu'un taux de survie de juvéniles très fort également dû au caractère non migrateur de l'espèce et à la protection assurée par la mère. *C. quadricarinatus* a un régime alimentaire omnivore et une utilisation non sélective de l'habitat (capturé dans la plupart des habitats échantillonnés). Ainsi *C. quadricarinatus* est à ce jour acclimaté et naturalisé au sein de l'Etang de Saint-Paul. Néanmoins son caractère invasif reste encore à valider par un suivi à plus long terme de l'espèce et par l'évaluation de son impact réel (compétition directe, compétition territoriale). En effet, l'espèce pourrait être encore dans sa « lag phase », l'abondance d'individus étant modérée à l'échelle de l'étang (densité forte sur une station). A court terme, compte tenu du caractère potentiellement invasif de cette espèce, un contrôle régulier de ces populations (pêche et destruction des individus) doit être envisagé pour diminuer la compétition avec les



espèces indigènes d'autant que nous avons relevé dans la présente étude que cette compétition est déjà importante sur les habitats à forte habitabilité pour les macro-crustacés (herbiers, songes).

## **Références Bibliographiques:**

Ahyong, S.T. & Yeo, D.C.J. (2007) Feral populations of the Australian red-claw crayfish (*Cherax quadricarinatus* von Martens 1868) in water supply catchments of Singapore. *Biological Invasions*, **9**, 943–946.

ARDA (2011) Inventaire faunistique des zones humides de La Réunion. Volet poissons et macrocrustacés.

Attié, M. (2012) Diagnostic de la réserve naturelle nationale de l'étang de Saint-Paul. RNF, 216 pp.

Axelsson, E., Nyström, P., Sidenmark, J. & Brönmark, C. (1997) Crayfish predation on amphibian eggs and larvae. *Amphib-Reptilia*, **18**, 217–228.

Barbault, R. (2005) Biodiversité, écologie & Politique. *Ecologie et Politique*, **30**, 27-40.

Barbaresi, S. & Gherardi, F. (2000) The Invasion of the Alien Crayfish *Procambarus Clarkii* in Europe, with Particular Reference to Italy. *Biological Invasions*, **2**(3), 259-264.

Beaumont, A. & Cassier, P. (1980) Biologie animale des protozoaires aux métazoaires épithélioneuriens, **2**, 918 pp.

Belle C.C., Yeo D.C.J. (2010) New observations of the exotic Australian red-claw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens 1868) (Crustacea: Decapoda: Parastactidae) in Singapore. *Nature In Singapore*, **3**, 99–102.

Berlow, E.L., Neutel, A.-M., Cohen, J. E., De Ruiter, P., Ebenman, B., Emmerson, M., Fox, J. W., Jansen, V. A. A., Jones, J. I., Kokkoris, G. D., Logofet, D. O., McKane, A. J., Montoya, J. & Petchey, O. L. (2004) Interaction strengths in food webs : issues and opportunities. *Journal of Animal Ecology*, **73**, 585-598.

Blanchard, F. (2000) Guide des milieux naturels La Réunion-Maurice-Rodrigues. pp14-16.

Bortolini, J.L., Alvarez, F., Rodriguez-Almaraz, G. (2007) On the presence of the Australian redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus*, in Mexico. *Biological Invasions*, **9**.

Burgiel, S., Foote, G., Orellana, M. & Perrault, A. (2006) Invasive Alien Species and Trade: Integrating Prevention Measures and International Trade Rules. Washington, DC, USA: *Center for International Environmental Law and Defenders of Wildlife*.

Cadet, T. (1980) La végétation de l'île de la Réunion. Etude phytoécologique et phytosociologique. Cazal, Saint-Denis, Ile de la Réunion.

Chambers, P. A., Hanson, J. M. & Prepas, E. E. (1990) The impact of the crayfish *Orconectes virilis* on aquatic macrophytes. *Freshw. Biol*, **24**, 81–91.

Conchou, O. (2002) Projet d'aménagement de mise en valeur et de protection de l'étang de Saint-Paul et de ses abords. Première phase : bilan – diagnostique du site Département de la Réunion. 100 pp.

Coughran, J., Leckie, S.R. (2007) Invasion of a New South Wales stream by the Tropical Crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens) **In** Snovsky, G. & Galil, B.S. (2011) The Australian redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) (Crustacea: Decapoda: Parastactidae) in the Sea of Galilee, Israel. *Aquatic Invasions*, **6(1)**, S29-S31.

Crooks, A.J & Soulé, E.M (1999) Lag times in population explosions of invasion species: causes and implications. In Sandlund, O.T., Schei, S.J. & Vikens, *Invasive species and biodiversity management*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 103-125.

Cushman, J.H. (1995) Ecosystem-level consequences of species additions and deletions on islands **In** Jourdan, H. & Mille, C. (2006) Les invertébrés introduits dans l'archipel néo-calédonien : espèces envahissantes et potentiellement envahissantes. Premières évaluations et recommandations pour leur gestion. *Espèces envahissantes dans l'archipel néo-calédonien*, **1**, 163-214.

De Moor, I. (2002) Potential impact of alien freshwater in South Africa. *African Journal of Aquatic Science*, **27** (2), 125-139.

Directive (2008) CE du Parlement et du Conseil établissant des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau, modifiant et abrogeant les directives du Conseil 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE.

Donlan, J. & Wilcox, C. (2008) Diversity, invasive species and extinctions in insular ecosystems. *Journal of Applied Ecology*, **45**(4) ,1114-1123.

Doumenge, F. (1984) Unité et diversité des caractères naturels des îles tropicales. In Zimmermann, G. (2009) Variabilité morphologique et génétique des *Macrobrachium* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) de l'Indo-ouest Pacifique : évolution des peuplements et applications à la gestion. Thèse de doctorat. Ecole Doctorale Sciences de la Nature et de l'Homme.

Doumenq, E. (2001) Crustacés Decapodes Natantia Crevettes **In** Elouard, J-M. & Gibon, F-M. (2001) Biodiversité et biotypologie des eaux continentales de Madagascar. Institut de Recherche pour le Développement, 447 pp.

Duncan, R.A., Backman, J. & Peterson, L. (1989) Reunion hotspot activity through Tertiary time: initial results from the ocean drilling program, Leg 115. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **36**, 193-198.

Feminella, J. W. & Resh, V. H. (1989) Submersed macrophytes and grazing crayfish: an experimental study of herbivory in a California freshwater marsh. *Arctic Ecology*, **12**, 1-8.

Ford, J.I. & Kinzie, R.A.III. (1991) Life crawls upstream. *Natural History*, **12**, 61-66.

Fouilland, E. (1993) Etude d'une méthode d'échantillonnage des populations de chevrettes (*Macrobrachium lar* et *M. australe*) des rivières de Nuku-Hiva (Marquises, Polynésie Française). *ORSTOM*, Institut Français de recherche scientifique pour le développement en coopération.

Geiger, W., Alcorlo, P., Baltanàs, A. & Montes, C. (2004) Impact of an introduced Crustacean on the trophic webs of Mediterranean wetlands. *Biological Invasions*, **7**, 49–73.

Goudard, A. (2007) Fonctionnement des écosystèmes et invasions biologiques : importance de la biodiversité et des interactions interspécifiques. Thèse de doctorat. Université de Paris VI.

Guan, R-Z. & Wiles, P.R. (1997) Ecological Impact of Introduced Crayfish on Benthic Fishes in a British Lowland River. *Conservation Biology*, **11**(3), 641–647.

Harlioglu, M. M. & Harlioglu, A. G. (2006) Threat of non-native crayfish introduction into Turkey global lessons. *Rev fish biol Fisheries*.

Holdich, D.M. & Lowery, R.S. (1988) Freshwater crayfish: biology, management and exploitation (eds D.M. Holdich & R.S. Lowery), 498 pp. **In** Trouilhé, M-C. (2006) Etude biotique et abiotique de l'habitat préférentiel de l'écrevisse à pattes blanche (*Austropotamobius pallipes*) dans l'ouest de la France. Implications pour sa gestion et sa conservation. Thèse de doctorat. Université de Poitiers.

Holdich, D.M. (2002) Biology of Freshwater Crayfish. *Blackwell Science*, (eds D.M. Holdich), Oxford, 702 pp.

IUCN & Muséum National d'Histoire Naturelle (2010) Premiers résultats pour la faune de La Réunion. La liste rouge des espèces menacées en France.

Jones, C. M. (1990) The Biology and Aquaculture potential of *Cherax quadricarinatus*. Soumis, 116pp.

Karen, A. W., Magnuson, J.J., Lodge, D.M., Hill, A. M., Kratz, T.K. , Perry, W. L. & Willis, T. V. (2004) A long-term rusty crayfish (*Orconectes rusticus*) invasion: dispersal patterns and community change in a north temperate lake. *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, **61** (11) 2255-2266.

Karplus, I., Barki, A., Cohen, S. & Hulata, G. (1995) Culture of the Australian red-claw crayfish *Cherax quadricarinatus* in Israel: I. Polyculture with fish in earthen ponds. *Israel Journal of Aquaculture*, **47**, 6–16. **In** Snovsky, G. & Galil, B.S. (2011) The Australian redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) (Crustacea: Decapoda: Parastactidae) in the Sea of Galilee, Israel. *Aquatic Invasions*, **6(1)**, S29–S31.

Keith, P., Marquet, G., Valade, P., Bosc, P. & Vigneux, E. (2006) Atlas des poisons et des crustacés d'eau douce des Comores, Mascareignes et Seychelles. Publications scientifiques du muséum.

Kowarik, I. (1995) Time lags in biological invasion with regard to success and failure of alien species. **In** Pysek P, Prach K & Wade M, Plant invasions: General aspects and special problems .SPB Academic Publishing, Amstredam, 15-38.

Laurent, P.J. (1997) Introductions d'écrevisses en France et dans le monde, historique et conséquences ; *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, **344/345**,345-356.

Lawrence, C. & Jones, C. (2002) *Cherax*. **In** Holdich, D.M. (2002) Biology of Freshwater Crayfish. *Blackwell Science*, (eds D.M. Holdich), Oxford ,pp 645–666.

Lehman, J.T., Mbahinzireki, G.B. & Mwebaza-Ndawula, L. (1996) *Caridina nilotica* in Lake Victoria: abundance, and diel vertical migration. *Hydrobiologia*, **317**,177-182.

Lévêque, C. (2000) Symptômes de la mondialisation. Numéro spécial biodiversité. *La recherche*, **333**, 63-67.

Lodge, D. M. (1993) Biological invasions: lessons for ecology. *Trends in Ecology and Evolution*, **8 (4)**, 133-137.

Lodge, D.M., Stein, R. A., Brown, K.M., Covich, A. P., Bronmark, C., Garvey, J. E. & Klosiewski, S. P. ( 1998) Predicting impact of fresh water exotic species on native biodiversity: Challenges en spatial scaling. *Australian Journal of Ecology*, **23(1)**, 53-67.

Lodge, D. M., Taylor, C. A., Holdich, D. M. & Skurdal, J (2000) Nonindigenous crayfishes threaten North American freshwater biodiversity: lessons from Europe. *Fisheries*, **25**, 7-20.

Lodge, D. M., Kratz, T. K. & Capelli, G. M. (1986) Long term dynamics of three crayfish species in Trout Lake, Wisconsin. *Can. Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, **43(5)**, 993–998.

Lowe, S., Browne, M. & Boudjelas, S. (2000) 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database. Contribution to the Global Invasive Species Programme (GISP), 12 pp.

MacArthur, R. H. & Wilson, E.O. (1967) *The theory of island biogeography*. 201pp.

Mack, R.N., Simberloff, D., Lonsdale, W.M., Evans, H., Clout, M. & Bazzaz, F.A. (2000) Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Society of America, Issues in Ecology*, **5**, 20.

Maillot, L. & Lebon, C. (2008) Suivi et caractérisation des différentes vagues de recrutements chez les macrocrustacés de La Réunion. Rapport de stage de Master 1, 38pp.

McDowall, R.M. (2007) On amphidromy, a distinct form of diadromy in aquatic organisms. *Fish and Fisheries*, **8(1)**, 1-13.

McGeoch, M.A, Butchart, S.H.M., Spear, D., Marais, E., Kleyhans, E.J., Symes, A. Chanson, J. & Hoffmann, M. (2010) Global indicators of biological invasion: species numbers, biodiversity impact and policy responses. *Diversity and Distributions*, **16**, 95-108.

McKinney, M.L. & Lockwood, J.L. (1999) Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Trends in Ecology and Evolution*, **14(11)**, 450-453.

Millenium Ecosystem Assessment (2005) *Ecosystems and human well-being: biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC, 86 pp.

Ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables, Décret no 2008-4 du 2 janvier 2008 portant création de la réserve naturelle nationale de l'étang de Saint-Paul (Réunion).

Mittermeier, R.A. & Gil, P.R. (2004) Hotspots revisited. Cemex, Mexico, 390pp.

Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca G. A. B., & Kent J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, **403**, 853-858.

Nyström, P., C. Brönmark, & Granéli, W. (1996) Patterns in benthic food webs: a role for omnivorous crayfish. *Freshw. Biol*, **36**, 631-646.

Nyström, P., & Strand, J. A. (1996) Grazing by a native and an exotic crayfish on aquatic macrophytes. *Freshw. Biol*, **36**, 673-682.

OCEA (2011) Inventaire et recommandations de gestion pour la préservation de l'ichtyofaune de la zone humide du Gol. *Rapport des résultats d'inventaire*

OCEA (2012) Distribution spatiale et évaluation quantitative des populations de poissons et de macro-crustacés dans la Réserve Naturelle Nationale de l'Etang de Saint Paul. *Rapport Final*.

Pascal, M., Clergeau, P., & Lorvelec, O. (2000) Invasions biologiques et biologie de la conversation : essai de synthèse. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, **40**.

Paulian, R. (1984) Les îles, laboratoires naturels, spécificité et contraintes biologiques des milieux insulaires In Zimmermann, G. (2009) Variabilité morphologique et génétique des *Macrobrachium* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) de l'Indo-ouest Pacifique : évolution des peuplements et applications à la gestion. *Thèse de doctorat*. Ecole Doctorale Sciences de la Nature et de l'Homme.

Perrings C. K. Dehnen-Schmutz, J. Touza, & Williamson, M. (2005) How to manage biological invasions under globalization. *Trends in Ecology and Evolution*, **20**, 212-215.

Phillips, I.D., Vinebrooke, R. D. & Turner, M. A. (2009) Ecosystem consequences of potential range expansions of *Orconectes virilis* and *Orconectes rusticus* crayfish in Canada. *Dossiers environnement*, **17**, 235-248.

Pimentel, D., McNair, S., Janecka, J., Wightman, J., Simmonds, C., O'Connell, C., Wong, V., Russel, L., Zern, J., Aquino, T. & Tsomondo, T., (2001) Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **84(1)**, 1-20.

Pimm, S. L., Russell, G. J., Gittleman, J. L. & Brooks, T. M. (1995) The future of biodiversity. *Science*, **269**, 347–350.

Raunet M. (1991) Le milieu physique et les sols de l'Île de la Réunion. Conséquences pour la mise en valeur agricole. Montpellier, *CIRAD*, 515 pp.

Reyjol, Y. & Roqueplo, C. (2002) Répartition des écrevisses à pattes blanches, *Austopotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858) dans trois ruisseaux de Corrèze ; observation particulière des juvéniles. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, **367**, 741-759.

Richardson, D.M., Pysek, P., Rejmànek, M., Barbour, M.G., Panetta, F. D. & West, C. J. (2000) Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, **6**, 93-107.

Riek, E. F. (1951) The freshwater crayfish (family Parastacidae) of Queensland. *Records of the Australian Museum*, **22(4)**, 368–388.

Rosenthal, S.K., Stevens, S.S. & Lodge, D. M. (2006) Whole-lake effects of invasive crayfish (*Orconectes spp.*) and the potential for restoration. Department of Biological Sciences, University of Notre Dame, Notre Dame, USA. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **63**, 1276–1285.

Rosenzweig, M. L. (2003) *Win-Win Ecology*. Oxford University Press, Oxford, New York, 211pp  
In Teysède, A. (2004) Vers une sixième grande crise d'extinction? *Biodiversité et changements globaux*, **2**, 24-49.

SAFEGE (2006) SAGE OUEST « Etat des lieux: Elaboration du schéma d'aménagement et de gestion des eaux de l'ouest ».

Shea, K. & Chesson, P. (2002) Community ecology theory as a framework for biological invasions. *Trends Ecology & Evolution*, **17**(4), 170-176.

Shine, C., Williams, N. & Gündling, L. (2000) A guide to designing legal and institutional frameworks on alien invasive species. IUCN - Environmental Law Centre, 135pp.

Snovsky, G. & Galil, B.S. (2011) The Australian redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) (Crustacea: Decapoda: Parastactidae) in the Sea of Galilee, Israel. *Aquatic Invasions*, **6**(1), S29–S31.

Strasberg, D., Rouget, M., Richardson, D.M., Baret, S., Dupont, J. & Cowling, R.M. (2005) An assessment of habitat diversity and transformation on La Réunion Island (Mascarene Islands, Indian Ocean) as a basis for identifying broad-scale conservation priorities. *Biodiversity and Conservation*, **14**, 3015-3032.

Teyssèdre, A. (2004) Vers une sixième grande crise d'extinction ? In : Chevassus-au-Louis, B., Barbault, R., eds. *Biodiversité et changements globaux. Enjeux de société et défis pour la recherche*, **2**, 24-49.

Tilman, D., Fargione, J., Wolff, B., D'Antonio, C., Dobson, A., Howarth, R., Schindler, D., Schlesinger, W.H., Simberloff, D., Swackhamer, D. (2001) Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science*, **292**, 281-284.

Tomoya, I., Shigeru, N. & Miki, I. (2003) Impacts of past riparian deforestation on stream communities in a tropical rain forest in Borneo. *Ecological Applications*, **13**(2), 461-473.

Valade, P. & Gonthier, J. (2007) Lutte 2006 contre le chikungunya, volet « Surveillance des eaux douces » : échantillonnage des poissons et des macrocrustacés de l'Etang de Saint Paul. Compte rendu des échantillonnages du 1<sup>er</sup> au 3 août 2006, ARDA.

Vigneux, E.(1997) Les introductions de crustacés décapodes d'eau douce en France. Peut-on parler de gestion ? *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, **344/345**, 357-370.

Vitousek, P. M. (1988) Diversity and biological invasions of Oceanic Islands **In** Wilson, O. E. (1988), Biodiversity. National Academic Press, Washington D. C., **20**, 181-189.

Vorburger, C. & Ribi, G. (1999) Aggression and competition for shelter between a native and an introduced crayfish in Europe. *Freshwater Biology*, **42**, 111-119.

Williamson, M. (1996) Biological invasions. Chapman & Hall, 2-6 Boundary Rows, London.

Williamson, M. & Fitter, A. (1996) The characters of successful invaders. *Biol Conserv*, **78**, 163-70.

Williams, Jr., E. W., Bunkley-Williams, L., Lilyestrom, C. G. & Ortiz-Corps, E. A. (2001) A review of recent introductions of aquatic invertebrates in Puerto Rico and implications for the management of nonindigenous species. *Caribbean Journal of Science*, **37**, 246-251.

Wilson E. O. (1988) *Biodiversity*, National Academic Press, Washington D.C., 521 pp.

Zimmermann, G. (2009) Variabilité morphologique et génétique des *Macrobrachium* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) de l'Indo-ouest Pacifique : évolution des peuplements et applications à la gestion. Thèse de doctorat. Ecole Doctorale Sciences de la Nature et de l'Homme.

#### **Webographie :**

[www.adipsculpt.com](http://www.adipsculpt.com)

[www.arda.fr](http://www.arda.fr)

[www.cape-york-australia.com](http://www.cape-york-australia.com)

[www.crusta-fauna.org](http://www.crusta-fauna.org)

[www.davesgarden.com](http://www.davesgarden.com)

[www.fao.org](http://www.fao.org)

[www.garfishindo.com](http://www.garfishindo.com)

[www.IUCN.org](http://www.IUCN.org)

[www.larousse.com](http://www.larousse.com)

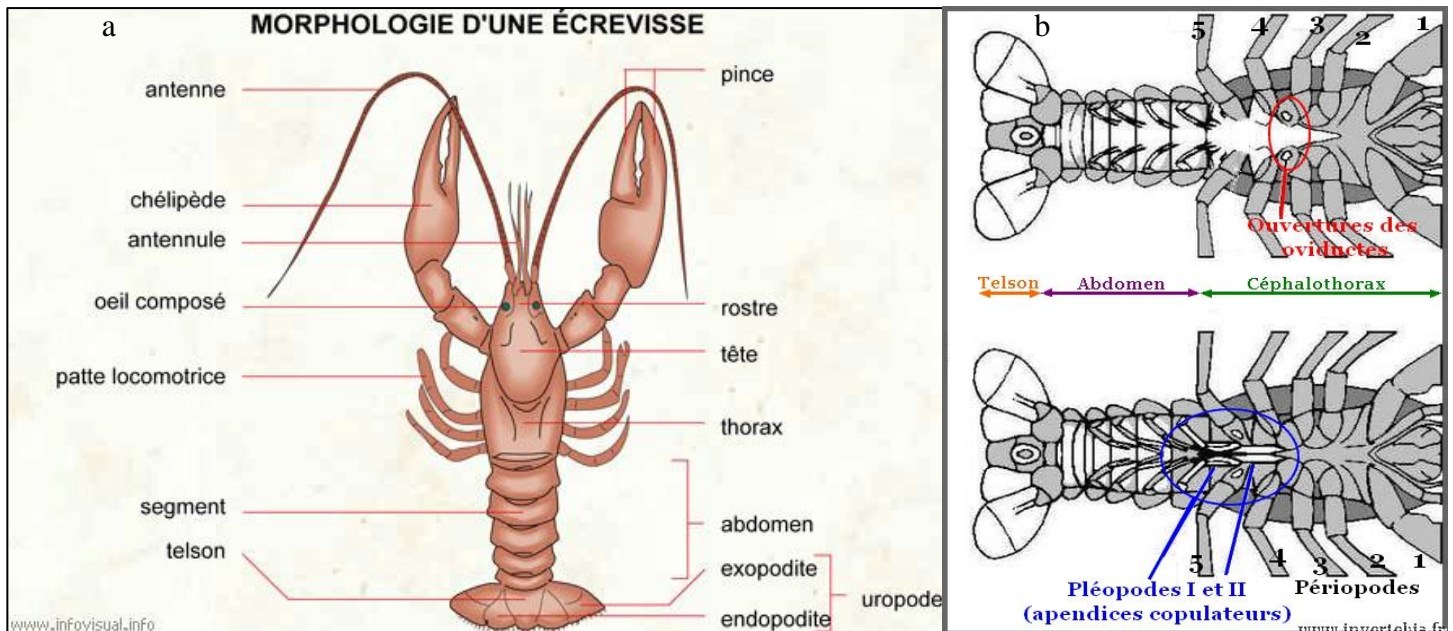
[www.visioflora.com](http://www.visioflora.com)

## Annexes

### Annexe 1 : Caractéristiques des macro-crustacés.

L'écrevisse fait partie des arthropodes. Il est caractérisé par une carapace externe de chitine segmentées recouvrant latéralement ces branchies et pourvus de membres articulés ; sans squelette interne. Le corps est divisé en deux parties :

- **Le céphalothorax** (comportant la tête et le thorax soudés) se termine à l'avant par un éperon appelé rostre. La tête porte deux yeux composés, formés d'un nombre d'ommatidies, croissant avec l'âge. On trouve également sur la tête 5 autres paires d'appendices articulés dont deux antennules, deux longues antennes, des mandibules servant à broyer les aliments et d'autres appendices buccaux. Le thorax porte 5 paires de pattes ou périopodes dont la première paire est transformée en puissante paire de pinces. A la base des périopodes, sur une membrane d'articulation les reliant au corps, sont fixées 18 branchies permettant la respiration.
- **L'abdomen** est composé de 6 segments articulés, prolongés par le telson (battant natatoire), qui porte l'anus en face ventrale. Les 6 paires abdominales appelés pléopodes sont toutes semblables chez les femelles et servent principalement à retenir les œufs durant l'incubation des œufs. Chez les mâles les deux premières paires servent d'organes copulateurs dirigés vers l'avant et situés entre les périopodes (figure a).



La différenciation entre les mâles et les femelles, s'effectue en regardant la distance entre les périopodes. S'ils sont espacés alors on est en présence d'une femelle sinon si les pléopodes sont rapproché on est en présence d'un mâle (figure b).



## Annexe 2 : Ecrevisse australienne

*Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868)

### TAXONOMIE

Famille : Parastacidae

Genre : Cherax

Espèce : *Cherax quadricarinatus*



### DESCRIPTION

Couleur bleue, marbrée de beige et rouge au niveau des articulations. Présence de tâches rouges latérales sur les segments abdominaux.

Taille :  $\leq 35$  cm.

Poids :  $\leq 650$  g avec en moyenne 400 g chez le mâle adulte.

Origine : Australie, Cape York.

Longévité : 4 à 5 ans.

### DIMORPHISME SEXUEL

Mâle :

- Présences de longs chélipèdes.
- Taches rouge-orangé sur le bord du propode\*.

Femelle :

- Les antennes sont plus longues que le corps chez l'adulte.
- Présence de longs pléopodes\* pour le transport des œufs.

### REPRODUCTION

La maturité sexuelle est atteinte à l'âge de 7 mois (110-120 g).

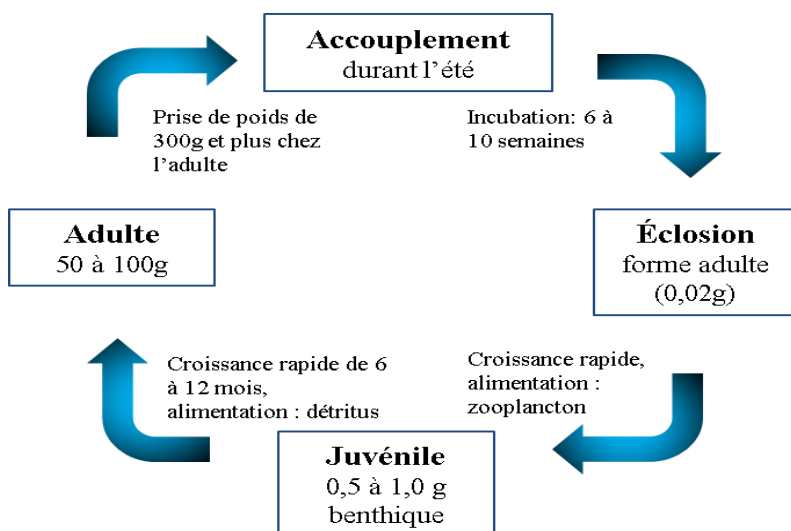
Production de 150 à 300 par ponte.

Incubation de 6 à 10 semaines, avec une température de l'eau minimum de 23°C.

Reproduction non migratoire toute l'année soit 1 à 3 pontes par an/individu femelle.



### CYCLE DE VIE



### ECOLOGIE

**Habitat :** Rocheux à tendance cavernicole avec une température de l'eau optimale de 23 à 31 °C (Tolérance à 36°C).

**Alimentation :** Omnivore voire potentiellement piscivore à l'état adulte.

### COMPORTEMENT

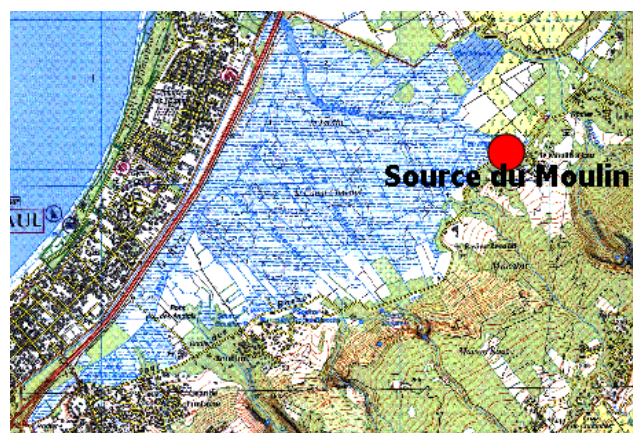
Nocturne, à tendance grégaire à l'état sauvage notamment en conditions d'étiages sévères. Agressivité inter-spécifique en milieu clos.

**Menaces sur le milieu :** Compétition inter-spécifique,

# Annexe 3

## Fiche descriptive de la station « Source du Moulin »

Zonation	1
Type de station	Source
Coordonnée	X= 323 753 Y= 767 715 9
Lieu-dit	Source du Moulin
Intérêt	Le site est une des plus importantes sources d'eau salé de l'étang.



### Recouvrement végétal

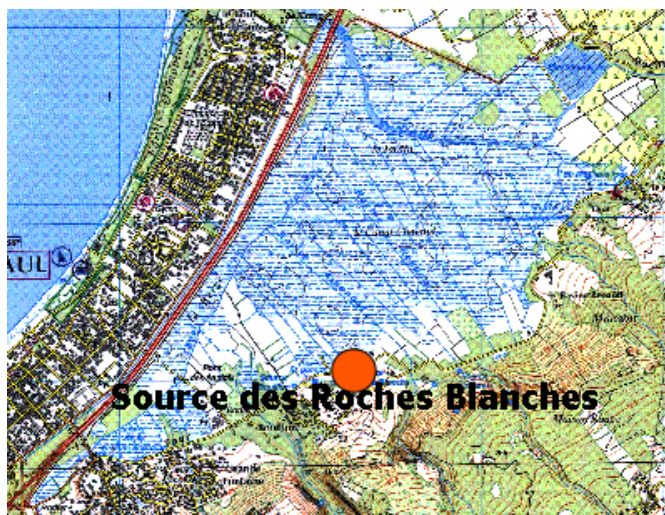
Moulin à Eau								
Recouvrement	Herbier	Songe	Banancier	Typha	Terre	Papyrus	Typhonodorum	Branchage
RD	27,00%	59,00%	0,00%	0,00%	9,00%	0,00%	0,00%	5,00%
RG	0,00%	96,00%	0,00%	0,00%	4,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Total	13,50%	77,50%	0,00%	0,00%	6,50%	0,00%	0,00%	2,50%
Total surface mouillée (m <sup>2</sup> )	150							

### Relevés abiotiques

	Conduction (μS)	pH	Taux O <sup>2</sup>		Turbidité	T°
			%	ppm		
Matin	1201,5	8,1	67,0	6,0	0,0	21,0
Soir	1104,8	8,2	68,1	5,9	0,0	23,0

# Fiche descriptive de la station « Source Roches Blanches »

<b>Zonation</b>	1
<b>Type de station</b>	Source
<b>Coordonnée</b>	X = 322 378 Y = 767 607 2
<b>Lieu-dit</b>	Source des Roches Blanches
<b>Intérêt</b>	La source présente une très bonne qualité d'eau avec un accès facile à pied par la route.



## Recouvrement végétal

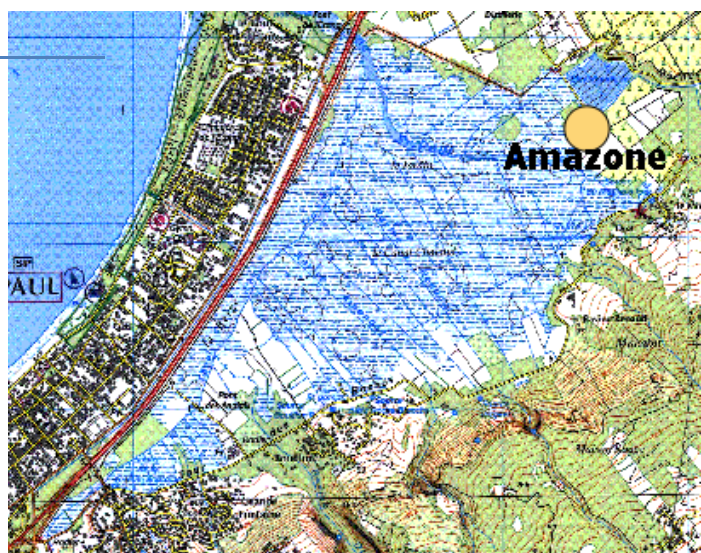
Source des Roches Blanches								
Recouvrement	Herbier	Songe	Bananier	Typha	Terre	Papyrus	Typhonodorum	Branchage
RD	52,0%	38,0%	0,0%	0,0%	10,0%	0,0%	0,0%	0,0%
RG	27,0%	73,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Total</b>	39,5%	55,5%	0,0%	0,0%	5,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Total surface mouillée (m<sup>2</sup>)</b>	<b>684</b>							

## Relevés abiotiques

	Conduction (μS)	pH	taux O <sup>2</sup>		Turbidité e	T°
			%	ppm		
<b>Matin</b>	231,8	7,9	62,3	5,7	0,0	19,5
<b>Soir</b>	234,8	8,0	64,1	5,8	0,0	20,3

# Fiche descriptive de la station « Amazone »

<b>Zonation</b>	2
<b>Type de station</b>	Chenal Adjacent
<b>Coordonnée</b>	X =323 485 Y = 767 756 6
<b>Lieu-dit</b>	Parc Amazone
<b>Intérêt</b>	Le site présente l'avantage d'être très facile d'accès en bateau et rassemble une végétation que l'on ne retrouve nul par en aval du canal principal.



## Recouvrement végétal

Amazone								
Recouvrement	Herbier	Songe	Bananier	Typha	Terre	Papyrus	Typhonodorum	Branchage
RD	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	50,0%	5,0%	0,0%	45,0%
RG	22,0%	5,0%	0,0%	43,0%	0,0%	0,0%	0,0%	30,0%
<b>Total</b>	11,0%	2,5%	0,0%	21,5%	25,0%	2,5%	0,0%	37,5%
<b>Total surface mouillé (m<sup>2</sup>)</b>	<b>1867</b>							

## Relevés abiotiques

		Conduction (µS)	pH	Taux O <sup>2</sup>		Turbidité(cm)	T°
				%	ppm		
Matin	Surface	793,8	7,9	35,9	3,0	70,0	22,1
	Fond			42,0	1,9		22,4
Soir	Surface	766,3	7,9	44,7	3,6	55,0	22,4
	Fond			34,4	4,1		20,5

# Fiche descriptive de la station « Bernica »

<b>Zonation</b>	2
<b>Type de station</b>	Chenal Adjacent
<b>Coordonnée</b>	X =323 485 Y = 767 756 6
<b>Lieu-dit</b>	Grande Fontaine
<b>Intérêt</b>	Le site présenté un intérêt particulier de par sa position à l'extrémité Ouest de l'étang de Saint-Paul.



## Recouvrement végétal

Bernica								
Recouvrement	Herbier	Songe	Bananier	Typha	Terre	Papyrus	Typhonodorum	Branchage
RD	64,0%	9,0%	27,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
RG	54,0%	3,0%	0,0%	22,0%	21,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Total</b>	59,0%	6,0%	13,5%	11,0%	10,5%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Total surface mouillée ( m²)</b>	<b>1411</b>							

## Relevés abiotiques

		Conduction (µS)	pH	Taux O <sup>2</sup>		Turbidité(cm)	T°
				%	ppm		
Matin	Surface	314,8	8,1	18,6	1,5	88,3	22,5
	Fond			18,0	1,3		22,0
Soir	Surface	416,3	8,3	136,7	17,6	90,0	26,5
	Fond			23,4	1,7		25,0

# Fiche descriptive de la station « Pont des Anglais »

<b>Zonation</b>	2
<b>Type de station</b>	Canal Adjacent
<b>Coordonnée</b>	: X =321 371 Y = 767 608 7
<b>Lieu-dit</b>	Pont des Anglais
<b>Intérêt</b>	Celui possède également une très grande surface navigable. Le site permet d'inventorier une des zones les fermés de l'étang.



## Recouvrement végétal

Pont des Anglais								
Recouvrement	Herbier	Songe	Bananier	Typha	Terre	Papyrus	Typhonodorum	Branchage
RD	52,0%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	35,0%	12,0%	0,0%
RG	47,0%	53,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Total</b>	49,5%	27,0%	0,0%	0,0%	0,0%	17,5%	6,0%	0,0%
<b>Total surface mouillée (m<sup>2</sup>)</b>	<b>1227</b>							

## Relevés abiotiques

		Conduction (μS)	pH	Taux O <sup>2</sup>		Turbidité (cm)	T°
				%	ppm		
Matin	Surface	355,0	8,0	21,7	1,8	70,0	24,7
	Fond						23,0
Soir	Surface	342,7	8,2	91,8	24,0	83,3	25,5
	Fond			3,9	0,3		23,3

# Fiche descriptive de la station « Matoutia »

<b>Zonation</b>	3
<b>Type de station</b>	Chenal principal
<b>Coordonnée</b>	X =322 991 Y = 767 736 0
<b>Lieu-dit</b>	Canal Matoutia
<b>Intérêt</b>	Le site est la meilleure représentation du milieu caractérisant le canal Matoutia, avec une très grande surface d'eau mouillée.



## Recouvrement végétal

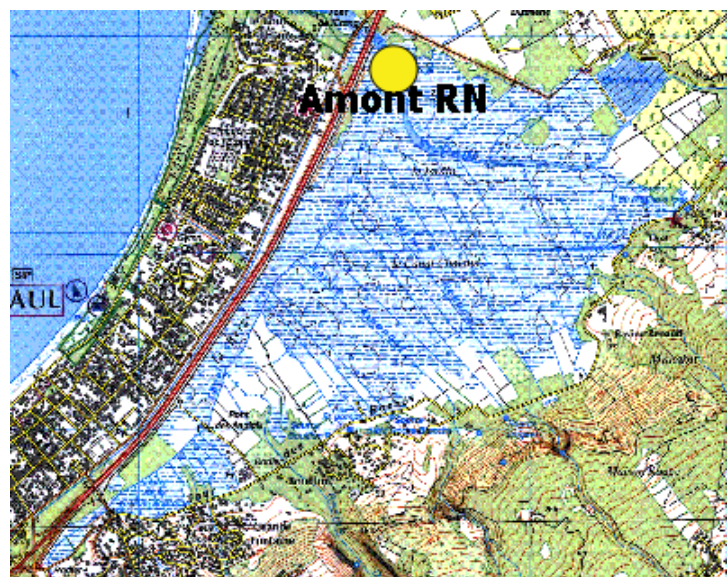
Recouvrement	Herbier	Songe	Bananier	Typha	Terre	Papyrus	Typhonodorum	Branchage
RD	21,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	79,0%	0,0%	0,0%
RG	8,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	92,0%	0,0%	0,0%
Total	14,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	85,5%	0,0%	0,0%
Total surface mouillée (m <sup>2</sup> )	2456							

## Relevés abiotiques

		Conduction (µS)	PH	Taux O <sup>2</sup>		Turbidité (cm)	T°
				%	ppm		
Matin	Surface	870,8	7,9	49,2	4,5	0,0	20,5
	Fond			42,3	3,9		20,0
Soir	Surface	849,5	8,1	56,4	5,1	0,0	20,7
	Fond			44,4	5,1		20,1

# Fiche descriptive de la station « Amont RN »

Zonation	3
Type de station	Chenal principal
Coordonnée	X =322 308 Y = 767 777 4
Lieu-dit	Amont RN 1
Intérêt	Le site est un carrefour obligatoire pour de nombreuses espèces amphidrome et catadrome voulant se reproduire.

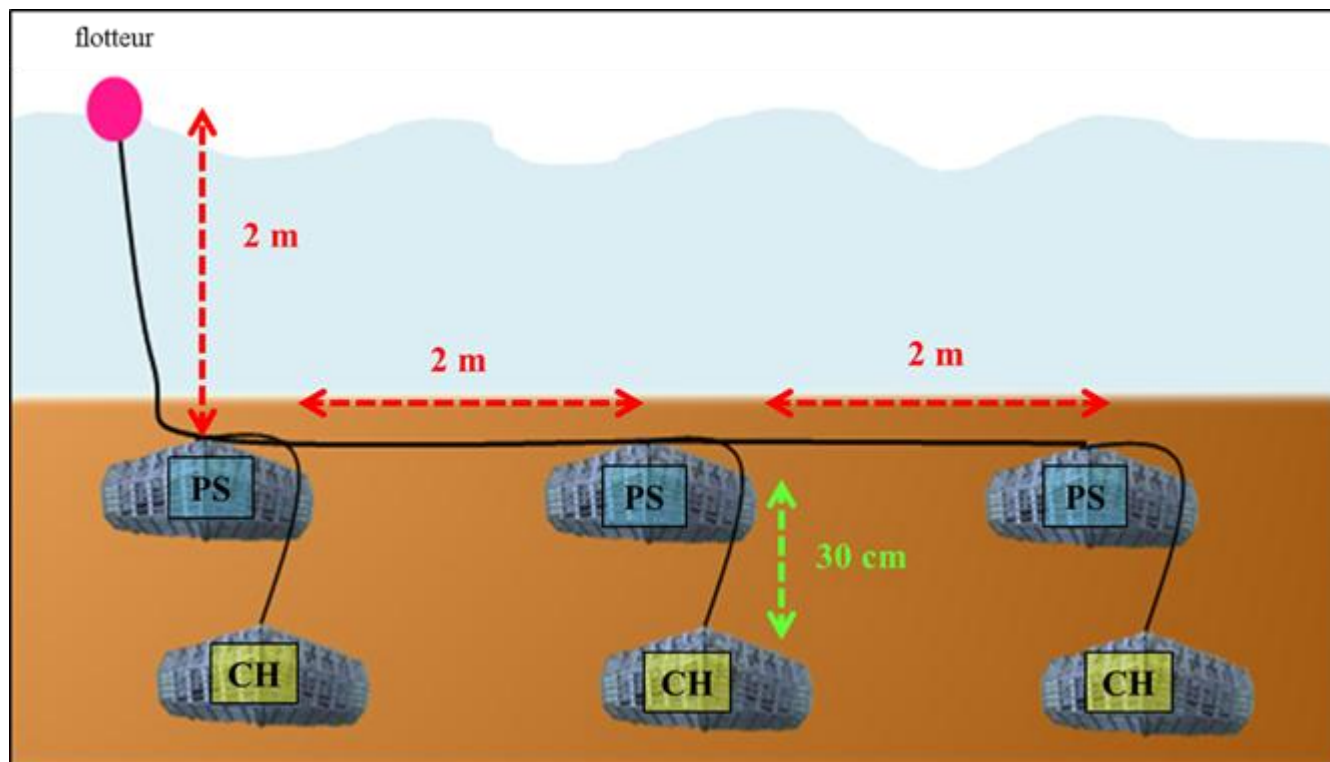


## Recouvrement végétal

Recouvrement	Amont RN							
	Herbier	Songe	Bananier	Typha	Terre	Papyrus	Typhonodorum	Branchage
RD	62,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	38,0%	0,0%	0,0%
RG	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
Total	31,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	69,0%	0,0%	0,0%
Total surface mouillée (m <sup>2</sup> )	4298							

## Relevés abiotiques

		Conduction (µS)	PH	Taux O <sup>2</sup>		Turbidité (cm)	T°
				%	ppm		
Matin	Surface	873,8	8,0	43,6	3,8	0,0	21,1
	Fond			35,3	3,3		20,3
Soir	Surface	773,0	7,9	55,3	4,9	0,0	22,2
	Fond			38,0	4,9		20,2



**Annexe 4:** Schéma descriptif des « trains » de nasses utilisés durant la phase de test des appâts avec alternance de l'appât (Ps : poisson mort ; Ch : pâte de chevaquine).

Zone	Station	Nombre poses Totale	Nombres de nasses	Nombres de Bouteilles	Durée de la pose (h)	
					Jour	Nuit
<b>1</b>	Source Roches Blanches	6	11	9	9:30	14:30
	Source Moulin	6	13	9	9:00	15:00
<b>2</b>	Bemica	5	15	9	9:00	15:00
	Pont des Anglais	6	14	9	8:00	16:00
	Amazone	6	14	8	8:00	16:00
<b>3</b>	Matoutia	6	12	2	8:30	15:30
	Amon RN	6	12	8	8:30	15:30

**Annexe 5:** Tableau récapitulatif de l'effort d'échantillonnage (nombre de pose, d'engins et durée)



Papyrus



Typha



Branchage



Songe



Typhonodorum



Bananier



Herbier

**Annexe 6:** Photographie des différents recouvrements végétaux rencontrés durant l'échantillonnage

**Annexe 7 :** Tableau d'abondance des peuplements de macro-crustacés de l'Étang de Saint-Paul en fonction de la station échantillonnée et de la phase jour/nuit.

Zone	Station	Jour/Nuit	CHX		MAA		MAL		VAL	
			CPUE	% peuplement	CPUE	% peuplement	CPUE	% peuplement	CPUE	% peuplement
Sources	Source du Moulin	Jour	0,3	5%	5,5	95%				
		Nuit	1,4	3%	9,3	89%	0,8	8%		
	Source des Roches Blanches	Jour								
		Nuit					0,4	100%		
Canal Adjacent	Bernica	Jour	5,3	100%						
		Nuit	22,1	100%						
	Pont des Anglais	Jour								
		Nuit								
	Amazonie	Jour	0,9	100%						
		Nuit	2,1	84%	0,4	16%				
Canal Principal	Matoutia	Jour								
		Nuit	0,8	44%	0,5	28%			2,2	100%
	Amont RN	Jour								
		Nuit							0,5	100%

## Glossaire

**Amphidrome** : Un organisme amphidrome est un animal dont la reproduction s'effectue dans l'eau douce et qui rejoint l'estuaire ou la mer à l'état de larve pour y subir différentes métamorphoses avant de revenir dans l'eau douce à l'état juvénile et d'y poursuivre sa vie d'adulte.

**Aquacole** : Production d'organismes aquatique en eau douce, saumâtre ou marine et dans des conditions contrôlées ou semi-contrôlées par l'homme, qu'il s'agisse d'animaux (poissons, crustacés, mollusques, etc.) ou de végétaux (algues).

**Aquariophile** : Personne qui élève en aquarium des animaux ou plantes aquatiques. Les animaux peuvent être vertébrés ou invertébrés, et les milieux d'eaux peuvent être de diverses natures.

**Cryptogène** : Engendré dans un lieu qu'on ne peut voir, en particulier le corps d'un autre être vivant.

**Diadrome** : Désigne une espèce migratrice qui effectue une partie de son cycle vital en fleuve-rivière et le reste en mer ou inversement.

**Dulçaquicole** : Espèce vivant en eau douce (ruisseaux, rivières, lacs intérieurs, étangs).

**Macroure** : Famille de crustacés Décapodes aquatiques comprenant en particulier les écrevisses, les langoustes, les homards.

**Ovigère** : Une femelle ovigère porte ses œufs, à l'extérieur.

**Pléopode** : Patte abdominal des crustacés.

**Propode** : L'un des cinq articles du corps des crustacés.

## Résumé

Dans le milieu insulaire l'introduction d'espèce exotique peut provoquer de graves dommages à l'écosystème indigène. De nombreuses études nous ont amené à penser que le *Cherax quadricarinatus* introduit accidentellement dans l'Etang de Saint Paul en 2002, possédait toutes les caractéristiques pour devenir une espèce envahissante et ainsi engendrer de nombreux dégâts sur la faune aquatique indigène. L'étude avait deux objectifs 1) établir la répartition des zones favorables aux peuplements de macro-crustacés à l'échelle de l'Etang de Saint-Paul pour d'identifier les zones à fort intérêt pour les espèces indigènes et exotiques, 2) ériger une première évaluation de l'état actuel d'expansion du *C. quadricarinatus*. La structure des peuplements de macro-crustacés présents à la réserve naturelle de l'Etang de Saint-Paul a été étudiée dans sept stations aux paramètres abiotiques et aux recouvrements végétaux différents, grâce à une méthode de capture par nasse et de bouteilles. Des tests sur le choix de l'appât ont été effectués. L'appât « pâte de chevaquine » s'est avéré être le plus efficace. L'étude démontre que la répartition des espèces indigènes est hétérogène à l'échelle de l'Etang. Cette répartition est conditionnée par la biologie de l'espèce et la qualité des milieux. La structure et l'abondance des peuplements étudiés de macro-crustacés indigènes démontre qu'il est nécessaire d'avoir une bonne continuité écologique pour que des populations stables dans le temps puissent s'implanter et proliférer. L'espèce exotique *C. quadricarinatus* possède une grande répartition sur l'ensemble de l'Etang, colonisant de nombreux milieu. Celui-ci parvient à survivre et à se reproduire grâce à une grande plasticité écologique et ceux malgré certaines conditions abiotiques dévorables pour bon nombres de macro-crustacés. Le *C. quadricarinatus* a réussi son acclimatation à l'Etang de Saint-Paul. Cependant des études complémentaires doivent être menées pour voir si les populations sont constantes dans le temps et pour statuer définitivement sur son caractère invasif à l'Etang de Saint-Paul. Les deux objectifs ont permis d'identifier les zones à forts enjeux pour les macro-crustacés, de définir des perspectives de restauration des milieux et d'établir des recommandations pour lutter contre le *C. quadricarinatus*.

**Mots clés :** *Cherax quadricarinatus*, Macrocrustacés, CPUE, acclimatation, suivi des populations, continuité écologique.

## Abstract

The introduction of exotic species in island environment can cause serious damage to native ecosystems. Numerous studies have led us to believe that the *Cherax quadricarinatus* accidentally introduced into the pond of Saint Paul in 2002, had all the characteristics to become an invasive species and thus cause considerable damage on native aquatic fauna. The study had two objectives 1) to establish the distribution of areas suitable for stands of macro-crustaceans across the Pond of St. Paul to identify areas of strong interest in native and exotic species, 2) erect a first assessment of the current expansion of *C. quadricarinatus*. Stand structure of macro-crustaceans present in the natural reserve of the Etang de Saint-Paul has been studied in seven stations to abiotic parameters and recoveries different plants, using a method of catch per trap and bottles. Tests on the choice of bait were performed. The bait "paste chevaquine" proved to be most effective. The study shows that the distribution of native species is heterogeneous across the Pond. This distribution depends on the species biology and environmental quality. The structure and abundance of stands studied macro-native crustacean's shows that it is necessary to have a good ecological continuity for stable populations over time to take root and grow. The exotic species *C. quadricarinatus* has a large distribution throughout the pond, many colonizing medium. It manages to survive and reproduce with a high ecological plasticity and those dévorables despite some abiotic conditions for good numbers of macro-crustaceans. The *C. quadricarinatus* scored his acclimation to the Pond of Saint-Paul. However, further studies should be conducted to see if populations are constant over time and for it to decide its invasiveness to the Pond of Saint-Paul. Both objectives permitted to identify areas with high stakes for macro-crustaceans, identify habitat restoration opportunities and make recommendations to fight against *C. quadricarinatus*.

**Key words:** *Cherax quadricarinatus*, Macrocrustacés, CPUE, acclimation, population monitoring, ecological continuity