Institut de recherche pour le développement
Centre de Nouméa

Mémoire de fin d'études
Pour l'obtention du Diplôme d'Agronomie Approfondie
Spécialisation Halieutique

UTILISATION DES CPUE POUR SUIVRE L'ABONDANCE DU CRABE DE PALETUVIER EN NOUVELLE-CALEDONIE

Présenté par : Frotté, Lou

Soutenu le : 11 Septembre 2009

ZoNéCo
PROGRAMME D'EVALUATION DES RESSOURCES MARINES DE LA ZONE ECONOMIQUE DE NOUVELLE-CALEDONIE

Institut de recherche pour le développement
Centre de Nouméa

Mémoire de fin d'études
Pour l'obtention Diplôme d'Agronomie Approfondie
Spécialisation Halieutique

UTILISATION DES CPUE POUR SUIVRE L'ABONDANCE DU CRABE DE PALETUVIER EN NOUVELLE-CALEDONIE

Présenté par : Frotté, Lou

Soutenu le : 11 Septembre 2009

Devant le Jury

M. Guy Fontenelle, Agrocampus Ouest.
M. Etienne Rivot, Agrocampus Ouest.
M. Yves-Marie Bozec, Agrocampus Ouest.
M. Marc Léopold, IRD.

ZoNéCo
PROGRAMME D'EVALUATION DES RESSOURCES MARINES DE LA ZONE ECONOMIQUE DE NOUVELLE-CALEDONIE

Diffusion du mémoire

Préciser les limites de la confidentialité [1] :

Mémoire de fin d'études

Consultable sur place : ☒ oui ❑ non

Reproduction autorisée : ☒ oui ☐ non

Prêt autorisé : ☒ oui ❑ non

Confidentialité absolue : ☐ oui ☒ non
(ni consultation, ni prêt)

Diffusion de la version numérique : ☒ oui ❑ non

Durée de la confidentialité [2] :

Je soussigné Marc Léopold, propriétaire des droits de reproduction de la dite version, autorise toutes les sources bibliographiques à le signaler et le publier.

Fiche de résumé du mémoire de fin d'études :

Résumé diffusable : ☒ oui ❑ non

Si oui, l'auteur complète l'autorisation suivante :

Je soussigné Marc Léopold, propriétaire des droits de reproduction dudit résumé, autorise toutes les sources bibliographiques à le signaler et le publier.

Date : 03/09/2009 *Signature :*

Rennes, le

Le Maître de stage[3], **L'auteur,**

L'Enseignant responsable[3],

---

(1) L'administration, les enseignants et les différents services de documentation du Pôle Agronomique de Rennes s'engagent à respecter cette confidentialité.
(2) La durée maximale de confidentialité est fixée à 10 ans.
(3) Signature et cachet de l'organisme.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier en premier lieu l'Institut de Recherche pour le Développement de Nouméa ainsi que l'Ecole Pratique des Hautes Etudes de Perpignan, pour m'avoir accueillie au sein de leur structure à l'occasion de ce stage.

J'adresse également mes remerciements à tous les membres de l'équipe CoRéUs de l'IRD tant pour leur sympathie et leur accueil, que pour leur intérêt et leurs conseils sur mon travail.

Je remercie tout particulièrement Marc Léopold pour m'avoir encadrée lors de ce stage. J'ai beaucoup apprécié sa disponibilité et son investissement, ainsi que ses remarques et conseils pertinents dans la mise en place de l'étude et pour la correction de ce rapport.

Je remercie également Pascal Dumas pour son co-encadrement, son aide et ses conseils à propos de la biologie et de l'écologie du crabe de palétuvier.

J'exprime toute ma gratitude à Pablo Chavance du programme ZoNéCo et Nathaniel Cornuet du Service des Pêches de la Province nord, pour leur aide lors des missions de terrain et pour la récolte des fiches de pêche.

Je remercie également les partenaires du programme COGERON et ceux du programme ZoNéCo pour la prise en charge financière de mon stage.

Mes remerciements s'adressent aussi à Morgan Mangeas (IRD) pour son aide très appréciable pour la programmation sur le logiciel R, et à Frédéric Rigault (IRD) pour son aide sur ArcGIS.

Je souhaite aussi exprimer toute ma sympathie aux pêcheuses de crabes rencontrées, pour leur gentillesse, leur accueil généreux et les moments chaleureux passés en leur compagnie, ainsi que pour m'avoir fait découvrir la pêche au crabe de palétuvier et la richesse de leur culture.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui ont contribué de près comme de loin à ce travail, et celles rencontrées au cours de ce voyage.

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES 1
INTRODUCTION 1
I. CONTEXTE GENERAL 3
1. PRÉSENTATION DU SITE D'ÉTUDE 3
2. BIOLOGIE ET ÉCOLOGIE DU CRABE DE PALÉTUVIER 4
2.1. Biologie et cycle de vie 4
2.2. Ecologie 5
3. LA PÊCHERIE DU CRABE DE PALÉTUVIER 6
3.1. Les différentes techniques de pêche 6
3.2. Bilan des connaissances sur cette pêcherie 7
II. L'UTILISATION DES CPUE COMME INDICE D'ABONDANCE 8
1. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE L'UTILISATION DES CPUE 8
2. LES CARACTÉRISTIQUES DE LA PÊCHERIE ÉTUDIÉE 9
III. MATERIELS ET METHODES 10
1. PRÉSENTATION DES DONNÉES DISPONIBLES 10
2. PLAN D'ANALYSE 14
2.1. Analyse des facteurs influençant les captures 14
2.2. Calibration CPUE / abondance 15
IV. RESULTATS 15
1. UNE VARIABLITÉ SPATIALE DES DONNÉES 15
1.1. Tests de significativité des effets des facteurs 15
1.2. Les GLM 19
1.3. Analyse de la relation entre la distance parcourue et la durée de la sortie 20
2. MODÉLISATION DES RENDEMENTS EN FONCTION DE L'ABONDANCE DE CRABES 21
V. DISCUSSION ET PERSPECTIVES 22
1. L'ÉTUDE DE LA PÊCHERIE DU CRABE DE PALÉTUVIER 22
1.1. La fiabilité des données recueillies 22
1.2. Les limites rencontrées lors de l'analyse 23
2. INFORMATIONS SUR LE CYCLE DE VIE DU CRABE 23
3. LA PÊCHE À LA NASSE 24
4. LA MISE EN PLACE D'UN SUIVI 24
VI. CONCLUSION 27
BIBLIOGRAPHIE 28
ANNEXES 31

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : La Nouvelle-Calédonie dans le Pacifique sud 3
Figure 2 : Stratification de la mangrove d'un site de pêche sur Temala 3
Figure 3 : Carte des sites de pêche 4
Figure 4 : Crabe de palétuvier 4
Figure 5 : Schéma synthétique du cycle et des lieux de vie du crabe de palétuvier 5
Figure 6 : Pêche au trou sous un couvert de rhizophora et terrier sur un platier 6
Figure 7 : Pêche au crabe couché et crabe couché 7
Figure 8 : Mesure de la maille 7
Figure 9 : Marquage, saisie du point GPS et mesure du crabe 10
Figure 10 : Schéma présentant certains paramètres issus du suivi GPS 11
Figure 11 : Structure de la base de données 12
Figure 12 : Répartition de la pression de pêche sur la commune de Voh 13
Figure 13 : Diagramme ombrothermique de Nouméa 13
Figure 14 : Résultats des tests de significativité de l'effet des facteurs sur chacune des variables 16
Figure 15 : Distribution des CPUE moyenne calculée sur 2008 - 2009 18
Figure 16 : Analyse des résidus des modèles et des valeurs ajustées 19
Figure 17 : Relation entre la distance parcourue et la durée de la sortie 20
Figure 18 : Résultats de la modélisation des CPUE en fonction de l'abondance de crabes dans les terriers et de la densité de crabes 21
Figure 19 : Courbes pour le suivi de l'abondance de crabes à partir des CPUE par zones de pêches 22
Figure 20 : Techniques utilisées par les pêcheurs de Voh 25

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les différents types de suivis mis en place 10
Tableau 2 : Les modèles obtenus à partir des GLM 19
Tableau 3 : Les modèles obtenus pour les CPUE en heure 20
Tableau 4 : Estimation de l'abondance de crabes sur Témala en fonction d'une gamme de CPUE 25

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Fiche de suivi de la pêche.

ANNEXE 2 : Résultats de l'analyse de la variation spatio-temporelle des variables étudiées et des tests de significativité des différents facteurs.

ANNEXE 3 : Résultats de l'analyse de la variation de l'amplitude des marées sur les différentes variables et des tests de significativité.

ANNEXE 4 : Moyennes et écarts-type de chaque variable en fonction de chaque modalité des facteurs étudiés.

INTRODUCTION

La zone intertidale des côtes est un lieu qui abrite un grand nombre d'espèces de poissons et d'invertébrés et qui joue des rôles primordiaux dans le développement et le maintien durable de ces espèces. La mangrove, lieu de vie du crabe de palétuvier, *Scylla serrata* (Forskal, 1775), est un des écosystèmes les plus productifs, et a des implications importantes sur les plans écologique et économique. Son rôle de nurserie pour des espèces de poissons et d'invertébrés d'importance économique fait d'elle un lieu crucial pour la production durable des pêcheries côtières tropicales (Manson *et al.*, 2005).

Dans ces écosystèmes côtiers, les ressources naturelles sont de plus en plus utilisées en conséquence de l'accroissement des populations humaines, et ce plus particulièrement dans les pays tropicaux et sub-tropicaux peu développés (Diele *et al.*, 2005). La pêche du crabe de palétuvier qui se pratique dans toute la zone Indo-Pacifique représentait un volume de 100 tonnes en 1950 et a connu un fort développement au cours des années 1970 pour aboutir à plus de 30 000 tonnes de crabe pêchées en 2007 [1]. En Nouvelle-Calédonie, le crabe de palétuvier constitue une ressource majeure pour les populations riveraines des mangroves. Sur la côte nord-ouest, il fait l'objet d'une pêche monospécifique active dont le caractère vivrier et traditionnel a évolué progressivement vers un type commercial (Rocklin, 2006).

Par ailleurs la Nouvelle-Calédonie possède des terres très riches en nickel (plus de 20% de la ressource mondiale) et connait un développement minier important sur tout son territoire. Au niveau de la Province nord, le massif de Koniambo, qui contient la plus grande réserve de nickel du territoire (Bird *et al.*, 1984), est à nouveau exploité après un arrêt en 1950. La mise en place de l'usine d'extraction du nickel sur la presqu'île de Vavouto dans la commune de Voh (notre site d'étude) a déjà des conséquences au niveau de l'environnement physique comme au niveau démographique. Dans le passé, il a déjà été remarqué que les déchets des anciennes mines se sont répandus dans les vallées alentours, dans les lits des rivières augmentant ainsi les deltas et modifiant les sédiments et l'écologie des aires côtières (Bird *et al.*, 1984). D'une part, ce flux de nouvelles matières affecte la géomorphologie, la salinité et la turbidité des estuaires, qui à leur tour influencent la distribution et l'abondance des poissons et crustacés (Loneragan *et al.*, 1999). D'autre part, l'importante croissance démographique prévue sur la zone Voh-Koné-Pouembout pourrait induire une augmentation de la demande en produits de la mer, et donc potentiellement de la pression de pêche. La combinaison de ces conséquences environnementales et démographiques incite ainsi à mettre en place des méthodes de suivi de l'abondance des ressources halieutiques.

En outre, les dégâts causés sur les terriers, la perte de la mangrove en tant qu'habitat et l'augmentation de la pression de pêche sont les principales menaces pour les populations de *Scylla serrata* (Pillans *et al.*, 2005). En Nouvelle-Calédonie, l'essor de l'usage des nasses à crabes pliantes a amplifié considérablement l'exploitation qui s'effectuait principalement à pied jusqu'en 2000. La pêche constitue une menace récurrente pour *Scylla serrata*, mais l'impact des prélèvements sur les stocks reste difficile à quantifier. Le contexte socio-économique (importance du secteur informel, dispersion des sites de pêche, etc.) rend par ailleurs le suivi de l'état des ressources et par là même la gestion des stocks difficiles.

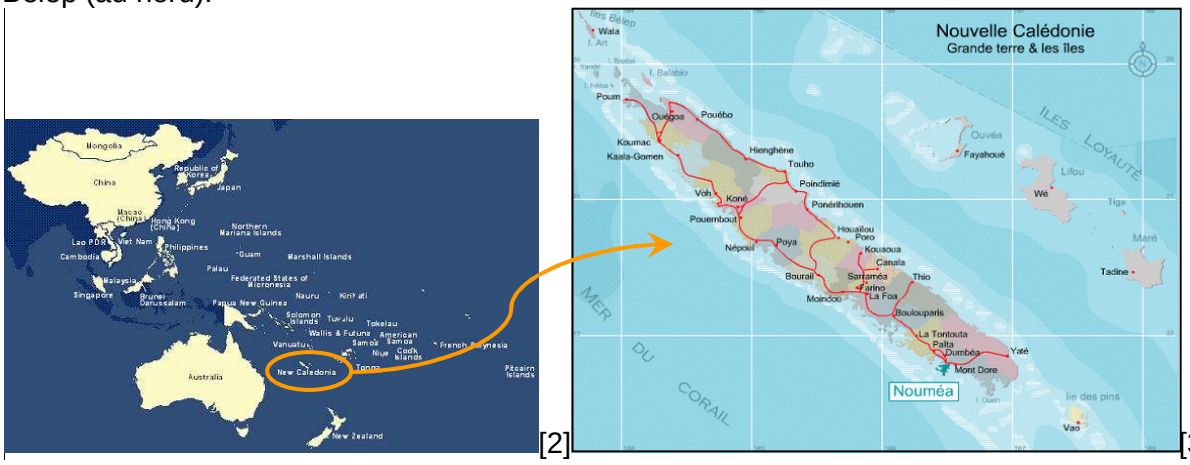
Nous proposons ici de mettre en place une méthode de suivi de l'évolution du stock de crabes de palétuvier à partir des captures par unité d'effort (CPUE) des pêcheurs à pied en Province nord. Ce travail s'inscrit dans le cadre du projet COGERON (COGEstion des Récifs et lagONs en Nouvelle-Calédonie) du programme national LITEAU, coordonné par l'IRD et réalisé en partenariat avec le Service des pêches de la Province nord. Il est cofinancé par le programme d'étude et de valorisation de la ZEE de Nouvelle-Calédonie (ZoNéCo), qui a principalement pris en charge la collecte des données de pêche. L'objectif principal de ce

travail est de proposer des recommandations en termes de suivi de l'abondance du crabe de palétuvier en Nouvelle-Calédonie à partir de données sur l'exploitation et les captures en particulier. Il s'agit d'évaluer dans quelle mesure les CPUE constituent un indice d'abondance pertinent de la ressource, à partir de l'étude des fiches de pêche et de suivis GPS récoltés auprès de plusieurs pêcheurs entre 2007 et 2009. Différents facteurs influençant les CPUE sont mis en évidence. Les relations entre l'abondance des crabes en mangrove et les rendements enregistrés ont été étudiées par modélisation. Des recommandations pour le suivi de l'évolution de l'abondance de crabes à partir des rendements sont finalement proposées, afin d'appuyer le Service des pêches de la Province nord dans la mise en place d'une gestion participative de l'exploitation du crabe de palétuvier.

I. CONTEXTE GENERAL

1. PRÉSENTATION DU SITE D'ÉTUDE

La Nouvelle-Calédonie est un archipel d'Océanie situé dans le Pacifique sud localisé à l'extrémité sud de l'axe mélanésien, au nord du tropique du Capricorne (*Fig. 1*). Il couvre une superficie de 19 100 km² et possède une zone économique de 1 740 000 km². La Grande Terre (île principale) s'étend sur plus de 400 km de long et environ 50 km de large, et est ceinturée par une barrière corallienne de 1 600 km. Ce récif barrière délimite un lagon de 24000 km² excédant rarement 40 mètres de profondeu r (Labrosse *et al.*, 2000). Les autres îles de l'archipel sont les trois îles Loyautés (au nord-est), l'île des Pins (au sud) et les îles Belep (au nord).



[2] [3]

Figure 1 : La Nouvelle-Calédonie dans le Pacifique sud

En Nouvelle-Calédonie, la mangrove représente 1,2 % de la superficie du territoire (200 km² de littoral) et se développe principalement sur la côte ouest et l'extrême nord de la Grande Terre (DDEE - PN, 2002 ; Virly, 2008). C'est un écosystème tropical représenté principalement par une formation végétale arborescente composée de palétuviers. Elle est inféodée à la zone de balancement des marées, à l'interface des milieux terrestre et marin, sur des sols vaseux salés (Thollot, 1992). Elle présente une stratification végétale qui se différencie principalement par le type de formation végétale et sa densité. A l'échelle des sites de pêches sur lesquels porte l'étude, les formations sont constituées de Rhizophora (*Rhizophora mucronata*) et d'Avicennia (*Avicennia officinalis*) dans une moindre mesure. De la mangrove externe vers la mangrove interne, les strates de Rhizophora dense évoluent vers des zones moyennement denses puis vers des formations d'Avicennia (*Fig. 2*).

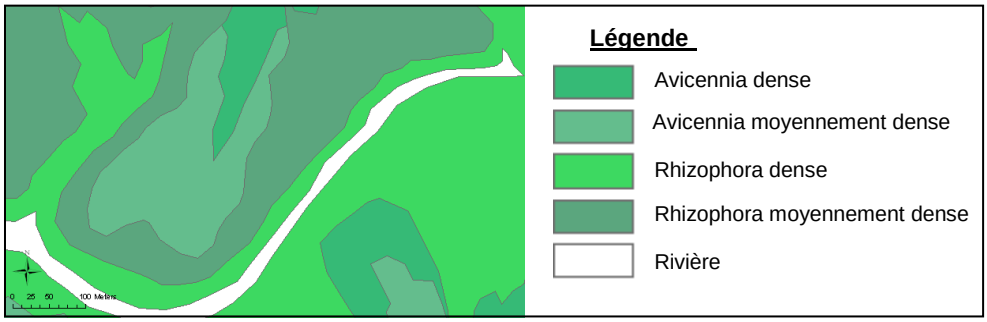


Figure 2 : Stratification de la mangrove d'un site de pêche dans la zone de Témala (d'après Virly, 2008)

Cette étude a été effectuée sur la commune de Voh en Province nord, où la mangrove couvre environ 40 km² (*Fig. 3*).

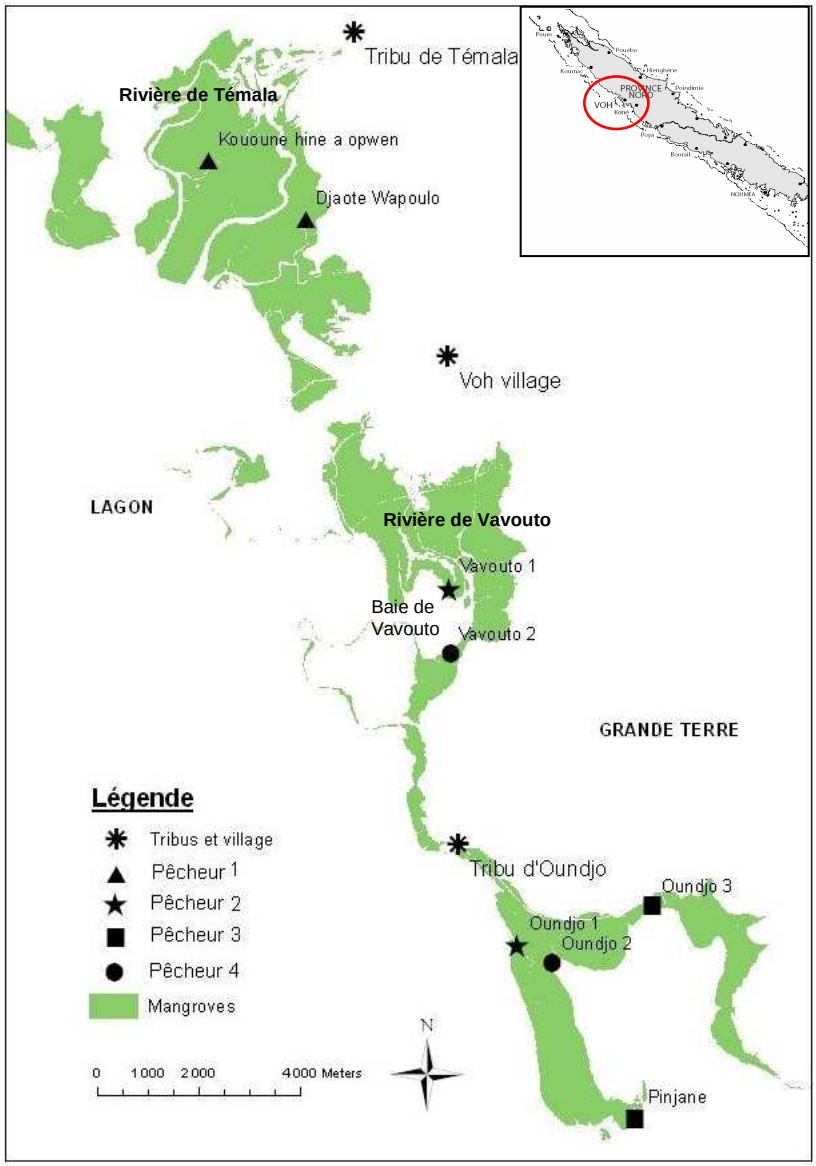


Figure 3 : Localisation des sites de pêche

2. BIOLOGIE ET ÉCOLOGIE DU CRABE DE PALÉTUVIER

2.1. Biologie et cycle de vie

Le crabe de palétuvier, *Scylla serrata* (Forskal, 1775) est caractérisé par deux grosses pinces lui permettant de se nourrir et de se défendre (*Fig. 4*). Ses pinces peuvent représenter jusqu'à 45% du poids total chez les mâles (Hill, 1976), elles ont une taille relative plus petite chez les femelles. Il possède également deux palettes natatoires qui facilitent ses déplacements en milieu aquatique.

Figure 4 : Crabe de palétuvier (Reef Research Centre, [4])

Les différentes étapes du cycle de vie du crabe de palétuvier se déroulent dans plusieurs milieux avec des

conditions de températures et salinités propres à chaque stade (*Fig. 5*). L'accouplement a lieu dans un terrier durant la saison humide, juste après la mue de la femelle (Knuckey, 1999). Lorsque sa carapace devient molle, environ 48 heures après sa mue, la femelle se place sous la protection du mâle. Ils restent généralement à l'abri dans un terrier pendant les quelques jours nécessaires à la solidification de sa carapace. Le sperme est gardé jusqu'à l'expulsion des œufs et reste viable durant six mois. Un seul et même accouplement permet de féconder les différentes pontes d'une saison (Knuckey, 1999).

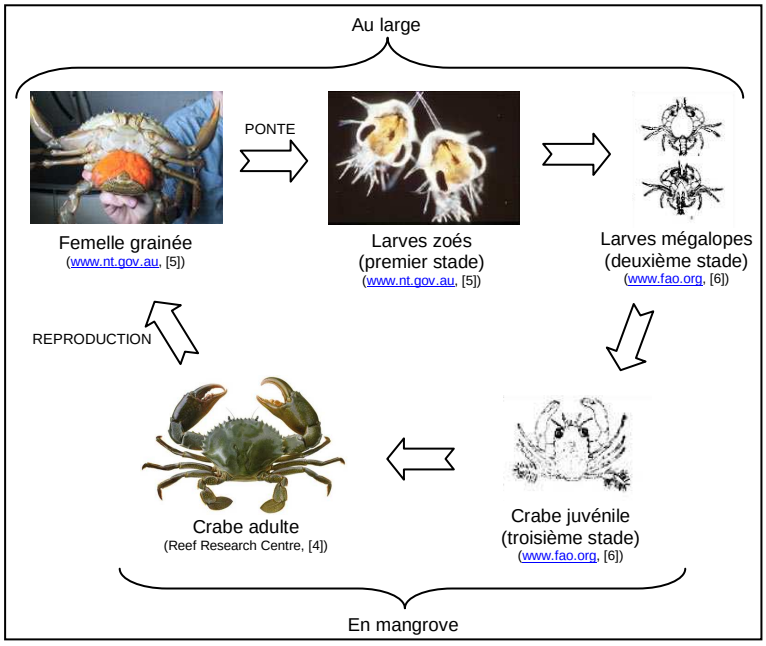


Figure 5 : Schéma synthétique du cycle et des lieux de vie du crabe de palétuvier

Les lieux de pontes et de développement des premiers stades sont les parties du cycle de vie les moins bien connues. Les femelles grainées sont rarement observées, elles migreraient dans les eaux profondes du large (Hill, 1994). Elles parcourraient entre 3 et 95 km pour atteindre des profondeurs entre 10 et 60 m (Le Vay, 2001). Les larves auraient ainsi des conditions plus favorables et plus stables pour se développer (faible température et forte salinité).

Après l'éclosion, les larves planctoniques se développent en se rapprochant de la côte par l'intermédiaire des courants marins, et atteignent un état semi-pélagique avant de se fixer sur un substrat adéquat dans des eaux peu profondes. Après 5 à 12 jours, elles se métamorphosent en crabes juvéniles et s'abritent entre les racines des palétuviers et sur les platiers (Knuckey, 1999).

Les crabes de palétuvier atteignent leur maturité entre 18 et 24 mois suivant le sexe et les conditions environnementales (Le Vay, 2001). Les crabes matures mesurent autour de 13 cm pour les mâles et 14 cm pour les femelles (Delathière, 1990). Ils vivent jusqu'à trois à quatre ans et atteignent une taille maximale de 25 cm (Williams, 2002).

2.2. Ecologie

Leur grande tolérance aux variations de salinité et de température permet aux crabes de palétuvier de survivre dans des échelles de salinité de 2 à 50 ‰ et de 12 à 35 ℃. Cependant, lorsque la température est inférieure à 20 ℃, les crabes sont beaucoup moins actifs et se nourrissent moins (Williams, 2002).

Ils présentent un régime omnivore, charognard et cannibale au stade adulte. L'essentiel de leur nourriture se constitue de crabes, balanes, bivalves, escargots et vers. Ils se nourrissent rarement de poissons car ils manquent d'habilité pour les attraper, à l'exception de poissons morts (Ryan, 2003).

Les juvéniles et les adultes vivent globalement dans les mêmes habitats, dans les estuaires, les bordures de rivières, les platiers et les forêts de mangrove. Cependant, les juvéniles sont plus courants dans la zone intertidale que sur les platiers ou les mangroves, et migrent dans

des habitats plus profonds lorsqu'ils grossissent (Hill *et al.*, 1982). Les adultes, bien qu'occupant les terriers de la zone intertidale, vivent en majorité dans la partie subtidale où ils s'enterrent dans la vase pendant la journée et sortent la nuit pour s'alimenter. Ils se réfugient également dans des terriers dans la mangrove aux marées basses (Bonine *et al.*, 2008).

Il existerait une différence dans la répartition suivant le sexe : les grands mâles semblent couramment rencontrés dans des terriers dans les forêts de mangrove et sur les platiers ou sur les rives des chenaux (Perrine, 1978). A l'inverse, les femelles semblent plus communes en bordures des tombants de platiers que dans les forêts de mangrove (Hill, 1975 ; Perrine, 1978), où elles migrent pour l'accouplement au moment de la nouvelle lune (Perrine, 1978). Des indications contradictoires montrent cependant qu'il n'y aurait pas de répartition dans un habitat préférentiel suivant le sexe (pour des crabes de taille similaire) ou de capturabilité plus faible des femelles dans ces habitats (Diele 2005). Par ailleurs, une structuration selon la taille des crabes a été mise en évidence par Bonine *et al.* (2008). Celle-ci varierait suivant l'axe terre-mer de la mangrove, les crabes capturés en lisière de mangrove étant plus gros que dans les autres zones de la forêt.

Ces caractéristiques biologiques et écologiques (une grande taille dans des lieux relativement faciles d'accès), en plus de ses qualités organoleptiques, font du crabe de palétuvier une cible très prisée des pêcheurs, et de la mangrove, un milieu essentiel au niveau de la biologie et de l'écologie de cette espèce.

3. LA PÊCHERIE DU CRABE DE PALÉTUVIER

3.1. Les différentes techniques de pêche

Le crabe de palétuvier est capturé en Nouvelle-Calédonie suivant plusieurs pratiques :

- La pêche à pied est la méthode traditionnelle principale. Elle ne nécessite aucun engin de pêche particulier et est pratiquée de différentes manières :
  - La pêche au trou : elle consiste à chercher le crabe au fond de son terrier creusé dans la vase entre les racines de palétuvier ou sur les plateaux littoraux. Le pêcheur se munit d'un crochet, en général une branche de palétuvier. Il est possible de capturer deux crabes dans un même terrier, en général un mâle et une femelle. La pêche se déroule durant la marée basse, au sein des formations relativement denses de palétuviers ou sur les plateaux (*Fig. 6*)

Figure 6 : Pêche au trou sous un couvert de rhizophora (ci-contre) et terrier sur un platier (ci-dessus)

- La pêche au crabe « couché »: les crabes se cachent parfois directement dans la vase entre les racines de palétuvier (*Fig. 7*). Ils sont plus moins enfouis et donc visibles par des pêcheurs expérimentés. Cette pêche se pratique également à marée basse au cœur de la mangrove ou sur la bordure externe.

Figure 7 : Pêche au crabe « couché » (ci-contre) et crabe « couché » (ci-dessus)

- La pêche au crabe « baladeur » : lors de la marée montante ou descendante, les crabes suivent le mouvement tidal. Ils sont alors repérés et pêchés pendant leur déplacement. Cette pêche s'effectue généralement sur les plateaux, mais peut se pratiquer dans la mangrove entre les racines de palétuvier. Les crabes sont attrapés à la main ou à l'aide d'une fourche en bois pour les maintenir sur le sol. D'autres pêcheurs utilisent encore une épuisette depuis une embarcation. Cette technique se pratique à marée montante, haute ou descendante dans les eaux claires.

o La pêche à la nasse s'est développée relativement récemment, avec un essor rapide depuis la mise sur le marché de nasses pliantes en 1999. Les casiers appâtés sont disposés en bordure de mangrove, généralement dans les rivières, à marée montante ou descendante. Les crabes, attirés par l'appât, se retrouvent piégés dans la nasse. Cette pêche est peu pratiquée pas les pêcheurs à pied, et concerne principalement des pêcheurs spécialisés disposant d'une embarcation légère.

o Les crabes constituent aussi des prises accessoires de la pêche à la senne. La pêche à la ligne était autrefois couramment utilisée en attirant le crabe avec un appât jusqu'à l'embarcation, il était alors capturé à l'épuisette.

3.2. Bilan des connaissances sur cette pêcherie

En Nouvelle-Calédonie, une réglementation de la pêche au crabe de palétuvier a été mise en place en 1992 puis révisée en 2007 en province Nord et 2008 en province Sud. Les principales restrictions sont les suivantes :

o La pêche, le transport et la commercialisation des crabes de palétuvier sont interdits du 1er décembre au 31 janvier.

o Demeurent interdits en tout temps la pêche, le transport, la commercialisation, la détention et la consommation des crabes mous et de ceux dont la taille est inférieure à 14 centimètres dans la plus

Figure 8 : Mesure de la maille

grande dimension (*Fig. 8*).

- Seule la commercialisation du crabe entier est autorisée. La préparation à des fins commerciales de chair de crabe, sous quelque forme que ce soit, est interdite en tout temps, exception faite pour les restaurateurs, traiteurs et poissonniers, dans les locaux où ils exercent leur activité et qui font l'objet d'un agrément.

Cette réglementation a été principalement basée sur les résultats des travaux effectués par Delathière (1990). Depuis, peu d'études ont été menées sur la biologie, l'écologie et/ou l'exploitation du crabe de palétuvier. Des données concordantes sont cependant disponibles sur l'exploitation de cette ressource en Province nord, et notamment dans notre zone d'étude. La production de crabes par les pêcheurs professionnels a été estimée à 40 tonnes en 1999, dont 15 tonnes pêchés sur Voh (Quidet 2000). Une étude sur l'état de la commercialisation des produits de la pêche lagonaire en 2004, incluant la pêche au crabe de palétuvier, estime par ailleurs la production annuelle commercialisée (hors vente directe) à près de 100 tonnes de crabes en Nouvelle-Calédonie, dont 66% en Province nord (Marty, 2005). En 2006, une autre étude a été menée pour préciser l'état actuel de la pêcherie du crabe de palétuvier dans cette commune, avec l'objectif de combler les lacunes concernant les productions du secteur informel (Rocklin, 2006). Un volume de 90 à 100 tonnes de crabes serait ainsi pêché annuellement pour la zone de Voh, soit six fois plus que les captures officielles.

Depuis 2007, une étude sur l'écologie et l'exploitation du crabe de palétuvier a été lancée par le programme ZoNéCo et l'IRD dans la zone de Voh (Dumas & Léopold, 2009). Des comptages *in situ* et la mise en place de fiches de suivi de la pêche (à pied et à la nasse) ont mis en évidence une forte variabilité spatiotemporelle des paramètres de la population. Les conclusions de ces travaux proposent une augmentation sensible de l'effort d'échantillonnage pour mieux appréhender les conséquences de la variabilité sur les méthodes de suivi de la ressource. Ceci s'est traduit par la mise en place de suivis continus et spatialisés de plusieurs pêcheurs. L'analyse de ces données est l'objet de la présente étude et a comme objectif de proposer des recommandations en termes de suivi de l'abondance de la ressource.

II. L'UTILISATION DES CPUE COMME INDICE D'ABONDANCE

1. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE L'UTILISATION DES CPUE

Le rendement ou les mesures de CPUE sont des indices très pratiques de suivi des populations pour les utilisateurs habituels de la ressource (Moller *et al.*, 2004). Ils sont également faciles à collecter (Maunder *et al.*, 2004). Théoriquement, pour une espèce donnée, une baisse de la densité implique pour le pêcheur une augmentation de la distance à parcourir et/ou du temps de recherche des prises, et donc une diminution des rendements horaires (Kitson, 2004). Si les CPUE permettent un suivi peu coûteux et socialement acceptable, les utiliser comme indice de la fluctuation de la population exploitée suppose que plusieurs conditions soient réunies (Verdoit *et al.*, 2003; Smith *et al.*, 2003 ; Maunder *et al.*, 2006; Kleiber *et al.*, 2008) :

- Les captures et la capturabilité sont standardisés.
- La capture d'un animal n'interfère pas avec celle d'un autre.
- Les animaux ne peuvent esquiver la capture.
- Le changement de rendement est proportionnel et directement déclenché par un changement de densité.

- Un suivi proportionnel nécessite un grand panel de pêcheurs de sites différents. Les pêcheurs individuels constituent un panel de suivi qui requiert une sélection prudente pour garantir que leurs rendements soient sensibles aux changements de densité de crabes. Les pêcheurs (ou chasseurs) inexpérimentés, moins efficaces, ne devraient par exemple pas être utilisés pour le panel (Kitson, 2004).

La capturabilité est en général supposée constante pour la période étudiée, alors qu'elle l'est en fait rarement. Les variations de la capturabilité sont communément dues aux changements de l'efficacité des engins, des espèces ciblées, de l'environnement et de la dynamique de la population et de l'effort de pêche (Maunder *et al.*, 2006). D'autres facteurs influencent également la capturabilité ou mettent à mal l'hypothèse selon laquelle les CPUE sont proportionnelles à l'abondance, tels que la saturation de l'engin de pêche, les interférences entre engins de pêche, la structure du stock (le fait de pêcher seulement une partie du stock), la sélectivité d'un âge ou d'une taille spécifique (Maunder *et al.*, 2006). D'autre part, certaines mesures de gestion, telles que la mise en place d'une saison de fermeture, peuvent influencer les rendements annuels et donc interférer sur la proportionnalité entre les CPUE et l'effort. Ce type de mesures de gestion joue sur la concentration de l'effort à l'ouverture de la saison de pêche, lorsque les CPUE sont généralement supérieures. Cela implique une augmentation des CPUE et de l'abondance apparente lorsqu'on les calcule sur une base annuelle, à cause de la concentration de l'effort pendant la période de l'année où les CPUE sont élevées (Maunder *et al.*, 2006).

2. LES CARACTÉRISTIQUES DE LA PÊCHERIE ÉTUDIÉE

L'utilisation des CPUE comme indice d'abondance des crabes de palétuvier est envisagée par le Service des pêches de la Province nord, notamment sur une base participative. La pêche à pied au trou a été analysée plus particulièrement dans cette étude car elle est la technique de pêche principale en Nouvelle-Calédonie. De plus, elle réunit plusieurs caractéristiques qui facilitent la mise en place d'un indice d'abondance à partir des CPUE :

- La pêcherie est monospécifique. L'effort de pêche est concentré uniquement sur cette espèce, et il n'y a donc pas de biais induit par la capture d'espèces auxiliaires (Kleiber *et al*., 2008; Verdoit *et al*., 2003; Maunder *et al*., 2006).
- Le savoir-faire des pêcheurs et les outils utilisés sont identiques depuis plusieurs dizaines d'années, seule l'expérience et la dextérité du pêcheur s'améliorent au cours de ses premières années d'activité. Cette stabilité technique permet d'éliminer le biais dû aux améliorations technologiques et à la dérive de puissance de pêche (Kitson, 2004; Maunder *et al*., 2006). La capturabilité d'un crabe observé par un pêcheur expérimenté est voisine de 1.
- Le fait que cette pêche se pratique essentiellement à la main, et dans les terriers, implique que la sélectivité est constante dans une zone donnée. Cela est moins vrai pour la pêche à la nasse, dont la sélectivité dépend de nombreux facteurs : maillage, modèle utilisé (volume, taille des entrées, etc.), attractivité des appâts… (Maunder *et al*., 2006).
- La pratique est très territoriale : un pêcheur est inféodé à un ou plusieurs sites bien définis dans l'espace, selon sa communauté et son lieu de résidence

Ces caractéristiques permettent ainsi d'éviter un certain nombre de limites évoquées plus haut à l'utilisation des CPUE comme indice d'abondance. Comme pour d'autres pêcheries, la relation entre ces deux paramètres doit cependant être analysée pour s'assurer que l'évolution des rendements de pêche indique bien un changement d'abondance de la ressource.

III. MATERIELS ET METHODES

1. PRÉSENTATION DES DONNÉES DISPONIBLES

a) La récolte des données

Le suivi des captures de crabes dans la zone d'étude a débuté en 2007 à l'aide de fiches de pêche avec deux pêcheurs, puis s'est étendu à six pêcheurs (*Tableau 1*).

Chaque fiche de pêche (cf. Annexe 1) décrit le site, la date, les horaires de la sortie et le poids total pour chaque sortie, ainsi que la taille, le sexe et l'état (au trou ou « couché ») de chaque crabe capturé. Le poids de chaque crabe a été calculé grâce à la relation taille-poids établie par Delathière (1990). Le sex-ratio a été évalué pour chaque sortie et pour chaque formation végétale à partir du nombre de mâles et de femelles pêchés lors de chaque sortie ou au sein de chaque formation végétale. Il correspond au nombres de mêles pêchés sur le nombre total de crabes pêchés par sortie.

Tableau 1 : Les différents types de suivis mis en place

PÊCHEUR	PÊCHE À PIED	PÊCHE À LA NASSE	SUIVI AVEC FICHES DE PÊCHE	SUIVI AVEC GPS	NOMBRE DE FICHES REMPLIES
1	X	X	2007-2009	2008-2009	239
2	X	X	2007-2009	2008-2009	103
3	X		2009	2009	17
4	X		2009		15
5		X	2008-2009		45
6	X		2008		20

En 2008-2009, la mise en place du suivi avec un GPS de trois pêcheurs à pied permet de connaître le parcours exact dans la mangrove ainsi que la position et l'heure des crabes pêchés pour chaque sortie (*Fig. 9*). Ces données ont été utilisées pour étudier l'influence des différents facteurs sur les CPUE et la relation entre CPUE et densité de crabes. Des données complémentaires sur d'autres pêcheurs à pied et/ou à la nasse ont été collectées à partir de fiches de pêche pour comparaison.

Figure 9 : Marquage (à gauche), saisie du point GPS (au centre) et mesure du crabe (à droite)

En complément des données des fiches de pêche, le suivi par GPS apporte une grande précision sur la localisation des crabes pêchés, les durées de chacune des tâches et les

distances parcourues lors d'une sortie de pêche. Il permet de mesurer les paramètres suivants (*Fig. 10*) :

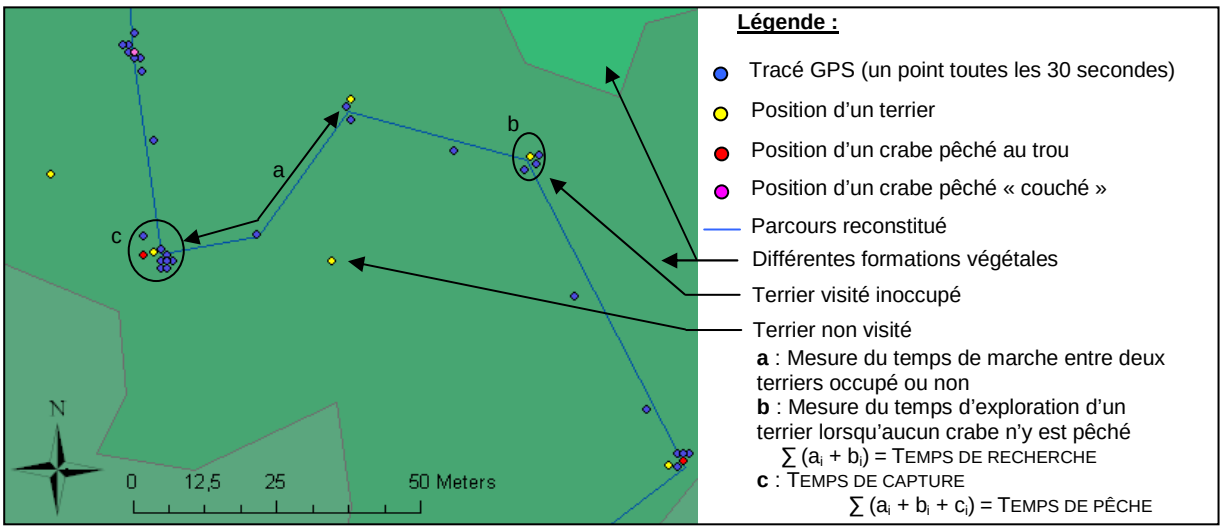


Figure 10 : Schéma présentant certains paramètres issus du suivi GPS des pêcheurs de crabe

- **La distance parcourue** est la distance cumulée qui sépare chaque terrier. C'est donc la distance totale parcourue moins la distance pour se rendre et revenir du lieu de pêche. Elle est mesurée directement sur le tracé GPS pour chaque sortie.
- **Le temps de recherche** est le temps passé à chercher les crabes, c'est-à-dire le temps, sur la durée de la sortie, passé à se déplacer entre les terriers et à examiner un terrier. Il se traduit également comme la durée de la sortie déduit du temps de capture et du temps pour se rendre et pour revenir du lieu de pêche. Pour le mesurer automatiquement à partir des enregistrements GPS, un programme de traitement des données GPS a été créé avec le logiciel R.
- **Le temps de capture** est le temps utilisé pour attraper un crabe hors ou dans un terrier. De la même manière que pour le temps de recherche, le temps de capture a été mesuré à l'aide d'un programme de traitement des données GPS avec le logiciel R.
- **La vitesse entre deux terriers** est la distance parcourue en fonction de la durée entre chaque terrier visité. Elle représente la vitesse de déplacement dans la mangrove. Elle est calculée par le rapport entre la distance entre deux terriers visités successivement (mesuré directement sur le tracé GPS) et le temps de parcours correspondant.
- **Les rendements** (CPUE) sont mesurés en nombre et en poids de crabes pêchés par rapport à la distance parcourue (kilomètre), à la durée de la sortie (heure) et par sortie de pêche.
- **Les nombres de terriers** visités, occupés et inoccupés sont comptabilisés directement sur chaque tracé.
- **L'abondance de terriers** est le nombre de terriers par kilomètre.
- **Le taux de remplissage des terriers** est la proportion de terriers occupés.
- **L'abondance de crabes dans les terriers** par kilomètre est calculée par l'abondance de terriers multipliée par le taux de remplissage.
- **La densité de crabes** (par hectare) est calculée selon la relation suivante :
  DENSITÉ (nb/ha) = CPUE (nb/km) + CRABES COUCHÉS PÊCHÉS (nb/km)*2,5

Où on considère qu'un pêcheur détecte tous les crabes « couchés » qu'il rencontre à une distance de 2 m de part et d'autre de son chemin dans la mangrove, et tous les crabes des terriers visités.

Ces quatre dernières variables n'ont été étudiées que pour les zones des deux pêcheurs suivis avec GPS depuis 2008.

La localisation de tous les terriers des sites de pêche de chaque pêcheur suivi par GPS a été réalisée lors de missions de terrain. Par la même occasion, les données collectées par les pêcheurs ont été vérifiées. Par ailleurs, des rencontres régulières avec les pêcheurs (tous les mois ou tous les deux mois) ont été mises en place afin de récupérer les fiches de pêche complétées et les données GPS, et pour s'assurer du fonctionnement des GPS et du bon déroulement de la collecte.

Toutes les données récoltées (par les fiches de pêche et les GPS) ont été intégrées dans une base de données géographique (ACCESS et ArcGIS). La structure de cette base de données est la suivante (*Fig. 11*) :

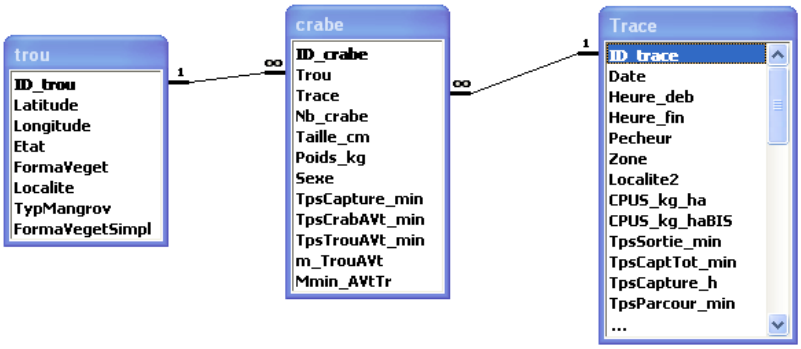


Figure 11 : Structure de la base de données

b) Les facteurs étudiés, spatiaux, temporels et halieutiques :

Chacun des paramètres ci-dessus est étudié suivant les différents facteurs spatiaux (type de formation végétale, mangrove côtière ou estuarienne, localité des sites de pêche, pression de pêche), temporels (mois, saison, année, marée) et halieutiques (pêcheur, technique de pêche) afin d'analyser leur influence sur la variation des observations et les fluctuations spatio-temporelles de celles-ci :

- **Les formations végétales** ont été regroupées en formations végétales dominantes afin d'avoir un échantillon de taille suffisante dans chaque modalité pour les traitements statistiques. Ces trois modalités sont Rhizophora dense, Rhizophora moyennement dense et Avicennia. Ce facteur a été traité de deux manières différentes : 1) pour les variables taille, poids, sex-ratio et vitesse, aucune transformation des données n'a été effectuée ;
  2) pour les autres variables qui sont toutes référencées à une sortie de pêche, il a été mesuré en tenant compte du tracé et de la formation végétale.
- **La mangrove** a été séparée en deux types, estuarien et côtier. Le type estuarien est représenté par les sites de pêche sur Témala et Vavouto, le type côtier par ceux sur Oundjo et Pinjane.

- **Les localités** ont été représentées à deux échelles (*Fig. 3*). Le facteur « Localités » est composé de trois modalités : Témala, Oundjo et Vavouto. Le facteur « Localité 2 » a cinq modalités, Témala et Oundjo ayant été subdivisées en deux zones : Djaote Wapoulo et Kououne hine a opwen (Témala), Oundjo et Pinjane (Oundjo), et Vavouto.
- **La pression de pêche** aussi appelé Capture par Unité de Surface (CPUS), est mesurée en kg/ha. Elle représente un facteur spatial quantitatif (*Fig. 12*).

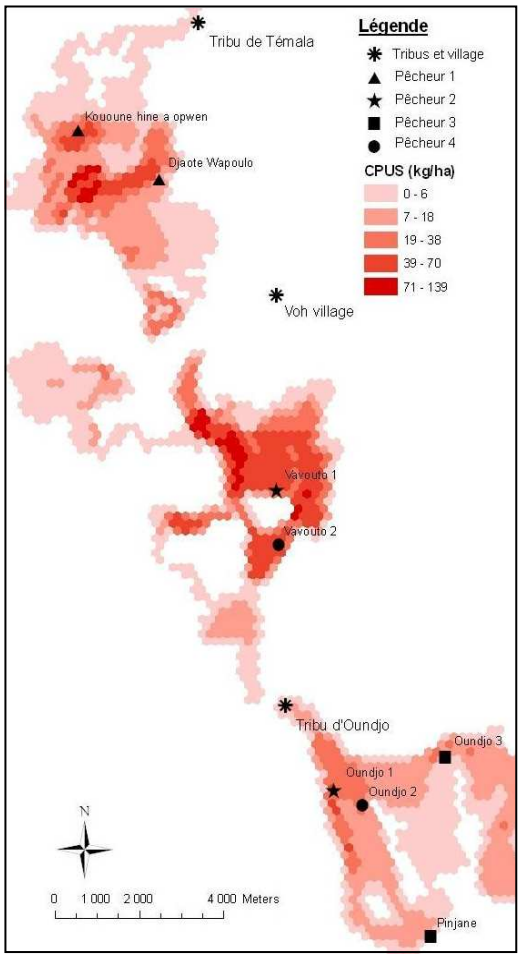


Figure 12 : Répartition de la pression de pêche sur la commune de Voh (données : Léopold, comm. pers. d'après Bailleul, 2006)

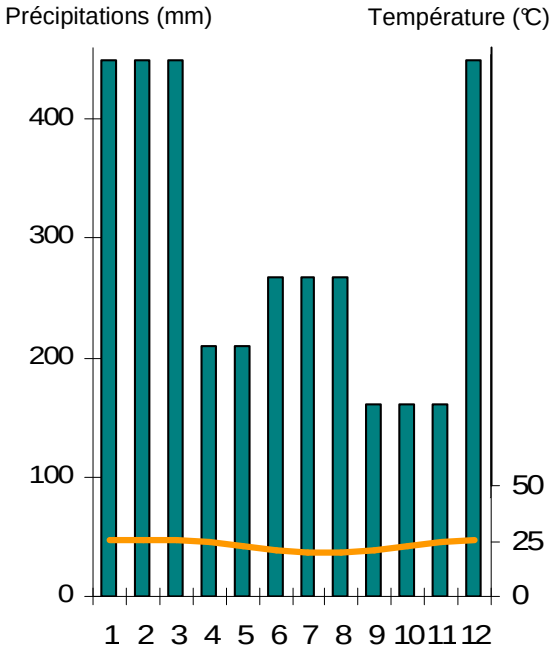


Figure 13 : Diagramme ombrothermique de Nouméa (données : [7])

- **Les mois** étudiés correspondent à la période d'ouverture de la pêcherie, de février à novembre. Quelques données sont également disponibles pour le mois de décembre 2008, lors de sorties de pêche « encadrées » des pêcheurs habituels.
- **Les saisons** ont été regroupées sous trois types (*Fig. 13*) : une saison humide et chaude de décembre à mars, une saison sèche et fraîche d'avril à août et une saison de transition (sèche et chaude) de septembre à novembre (source : www.meteo.nc [6]).
- **Les années** étudiées sont 2007, 2008 et 2009. Pour ce facteur seules les données des deux pêcheurs qui sont suivis depuis 2007 ont été utilisées.
- **Les marées** ont été représentées de deux manières différentes. D'une part, nous nous intéressons à la hauteur de la marée au moment de la pêche (source : SHOM [8]). D'autre part, nous avons regroupé les marées en deux types, grande et petite, suivant que le niveau de basse mer était inférieur ou non à 0,20 m. La prise en compte de la marée est due au fait que la pêche au trou se pratique à marée basse, par conséquent la marée pourrait être un facteur limitant la durée de la sortie et les zones prospectées, et donc influençant les rendements (ex. Lyver 2000).

- **Les techniques de pêche** ont été scindées en deux groupes : pêche au trou et pêche mixte. Une sortie de pêche est dite mixte lorsque le nombre de crabes « couchés » pêchés est supérieur ou égal au nombre de crabes pêchés dans les terriers.
- **Les pêcheurs** dont les captures ont été analysées sont au nombre de quatre. Nous nous sommes restreints aux pêcheurs à pied et avons exclu un pêcheur qui ne répertoriait pas tous ses crabes pêchés.

2. PLAN D'ANALYSE

2.1. Analyse des facteurs influençant les captures

a) Analyse descriptive de la variation spatio-temporelle des données

Dans un premier temps, l'évolution et les variations spatio-temporelles des captures ont été décrites. Afin de mettre en évidence d'éventuelles fluctuations, chacune des variables a été analysée graphiquement (sous forme de box-plots) en fonction des différents facteurs testés.

b) Etude des effets des facteurs testés

- Analyse uni-variée des effets spatiaux, temporels et halieutiques

La significativité des effets des facteurs a été testée sur chacune des variables de manière univariée par analyse de variance et test de Fisher de « modèle emboîté » (Diele 2005). La même démarche a été suivie pour les différents types de facteurs (spatiaux, temporels et halieutiques) et pour chacune des variables.

- Analyse croisée des effets spatiaux, temporels et halieutiques :

L'analyse croisée des effets permet de mesurer l'influence des facteurs les uns par rapport aux autres et leurs interactions. Celle-ci a été réalisée à l'aide d'un Modèle Linéaire Généralisé (GLM) sur certaines des variables. Les variables retenues sont celles utilisées pour la modélisation de l'indice d'abondance, c'est-à-dire les CPUE en poids et nombre de crabes par heure et par kilomètre, la densité de crabe (nombre/ha) et l'abondance de crabes dans les terriers (nombre/km). Pour les variables explicatives, nous nous sommes limités aux facteurs qui ont présenté un effet significatif lors de l'analyse univariée réalisée préalablement. Les GLM ont été paramétrés dans la famille de distribution Normale avec la fonction Identité comme fonction de lien. La sélection de chaque modèle final a été réalisée à l'aide du critère d'Akaike. L'analyse des résidus a été effectuée pour détecter les sous- et surestimations, les valeurs aberrantes et les observations influentes éventuelles.
La relation entre la distance parcourue et la durée de la sortie a été ajustée par une régression linéaire à partir de la distance parcourue par un pêcheur issue des données GPS.
Dans un second temps, nous avons réalisé d'autres GLM selon la même procédure statistique sur les CPUE (en heure) en considérant la densité de crabes ou l'abondance de crabes dans les terriers comme facteurs. Les résultats ont été utilisés pour la modélisation de l'indice d'abondance.

2.2. Calibration CPUE / abondance

L'analyse de la relation entre indice d'abondance du crabe de palétuvier et rendements de pêche reprend la réponse fonctionnelle de type II d'Holling déterminant les relations prédateurs – proies dans le milieu naturel (Holling, 1959) : le taux de consommation des proies par un prédateur augmente lorsque la densité de proie augmente, et atteint éventuellement un plateau quand le taux de consommation demeure constant malgré l'augmentation de la densité de proies (saturation). Dans le cas d'un pêcheur, cela signifie qu'il ne peut pas, même dans des conditions optimales d'abondance et de capturabilité, capturer plus de crabes en un laps de temps donné.

HYPOTHÈSE INITIALE DE LA PÊCHE : **C = q x E x N** (1)

VARIABLES :

C : Capture (en nombre ou poids) E : Effort (en heure)
q : Capturabilité (constante) Ec : Temps de capture (en heure)
N : Abondance (en nombre) ou Biomasse (en poids)

ON CONSIDÈRE : les rendements en tant que CPUE : **CPUE = C / E** (2)

ON OBTIENT : **CPUE = q x N / (1 + Ec x q x N)** (3)

La modélisation réalisée est une régression non linéaire de l'équation 3. Elle a été ajustée par la méthode des moindres carrés. Les différents R^2 ont été calculés afin de comparer les modèles réalisés et de retenir la combinaison CPUE / abondance la mieux ajustée, donc la plus robuste et précise, dans la mise en place du suivi de l'abondance de la ressource en crabes.

La calibration a été étudiée pour deux types de CPUE (kg/h et nombre/h) en fonction de la densité de crabes (nombre/ha) et de l'abondance de crabes dans les terriers (nombre/km). Seules les données des deux pêcheurs suivis avec un GPS depuis 2008 ont été utilisées. La modélisation concerne ainsi des zones de pêche de Témala, Oundjo et Vavouto.

Les analyses statistiques et la modélisation ont été réalisées à l'aide du logiciel libre R.

IV. RESULTATS

1. UNE VARIABLITÉ SPATIALE DES DONNÉES

1.1. Tests de significativité des effets des facteurs

L'analyse spatio-temporelle des données met en évidence une variabilité spatiale pour chaque variable. Certaines montrent une variabilité temporelle saisonnière, interannuelle : la taille, le poids, le sex-ratio, la durée de la sortie, la vitesse entre deux terriers et les CPUE par sortie (Fig. 14).

Les analyses graphiques sous forme de box-plot sont présentées en annexe 2, et l'annexe 4 indique les moyennes et écarts-type de chaque variable en fonction des modalités des facteurs.

Variables \ Facteurs	Formations végétales	Types de mangrove	Localités	Localités2	CPUS (kg/ha)	Mois	Saisons	Années[1]	Amplitudes de marée	Types de marée	Pêcheurs	Techniques de pêche
Taille	4,07E-08 ***	1,64E-52 ***	5,84E-76 ***	1,93E-74 ***	1,77E-01 NS	4,39E-01 NS	6,09E-01 NS	5,23E-14 ***	1,61E-01 NS	6,51E-01 NS	1,09E-19 ***	3,22E-01 NS
Poids	5,74E-12 ***	1,79E-69 ***	4,59E-90 ***	4,18E-89 ***	8,27E-01 NS	3,60E-01 NS	8,86E-01 NS	6,38E-15 ***	1,12E-01 NS	8,88E-01 NS	1,51E-23 ***	6,06E-01 NS
Sex-ratio	7,27E-03 **	4,53E-01 NS	1,64E-04 ***	3,20E-04 ***	2,12E-05 ***	3,68E-01 NS	4,14E-02 *	8,39E-01 NS	2,38E-01 NS	7,75E-01 NS	3,50E-02 NS	2,35E-01 NS
Taux de remplissage	1,76E-01 (2) NS	3,43E-02 *	1,06E-01 NS	2,13E-01 NS	6,53E-01 NS	6,57E-01 NS	8,51E-02 NS	7,20E-01 NS	3,23E-01 NS	8,53E-02 NS	-	-
Abondance de terriers (km)	4,41E-03 (2) **	1,86E-04 ***	3,07E-06 ***	2,81E-07 ***	3,39E-07 ***	-	-	-	-	4,45E-01 NS	-	-
Abondance de crabes dans les terriers (km)	3,07E-01 (2) NS	3,55E-02 *	1,54E-02 *	3,65E-03 **	1,72E-03 **	1,13E-01 NS	4,49E-01 NS	3,80E-01 NS	2,47E-01 NS	2,15E-02 *	-	-
Densité de crabes (ha)	4,89E-02 (2) *	3,58E-01 NS	7,20E-03 **	2,03E-02 *	3,80E-02 *	8,39E-01 NS	7,78E-01 NS	1,03E-01 NS	5,49E-01 NS	4,28E-01 NS	-	-
Durée Sortie (min)	4,50E-04 (2) ***	2,40E-07 ***	8,77E-19 ***	2,27E-17 ***	1,87E-02 *	6,57E-02 NS	4,01E-04 ***	4,48E-06 ***	2,18E-02 *	3,32E-01 NS	1,76E-09 ***	1,12E-01 NS
Vitesse entre deux terriers (m/min)	3,58E-19 ***	5,64E-04 ***	1,55E-05 ***	3,34E-12 ***	3,41E-02 *	1,33E-02 *	3,62E-15 ***	1,70E-01 NS	2,31E-01 NS	7,34E-01 NS	1,47E-05 ***	-
CPUE (kg/h)	4,15E-03 (2) **	4,82E-01 NS	4,48E-08 ***	6,51E-07 ***	1,55E-05 ***	3,02E-01 NS	5,59E-02 NS	4,30E-01 NS	3,34E-01 NS	3,13E-01 NS	2,85E-05 ***	2,84E-02 *
CPUE (nb/h)	2,82E-02 (2) *	5,53E-02 NS	3,59E-06 ***	4,39E-05 ***	3,49E-06 ***	1,48E-01 NS	8,43E-02 NS	7,56E-01 NS	8,41E-01 NS	7,47E-01 NS	1,78E-02 *	1,25E-01 NS
CPUE (kg/sortie)	2,82E-10 (2) ***	2,03E-06 ***	3,18E-06 ***	2,87E-05 ***	1,68E-01 NS	1,06E-01 NS	1,08E-03 **	1,11E-03 **	1,58E-02 *	4,65E-01 NS	3,18E-06 ***	3,52E-02 NS
CPUE (nb/sortie)	1,34E-10 (2) ***	1,60E-13 ***	4,31E-14 ***	1,30E-12 ***	4,54E-02 *	1,34E-01 NS	6,37E-03 **	6,33E-04 ***	1,37E-02 *	6,87E-01 NS	7,34E-10 ***	2,89E-02 *
CPUE (kg/km)	1,29E-02 (2) *	3,21E-01 NS	4,59E-04 ***	1,49E-03 **	4,12E-04 ***	4,37E-01 NS	3,35E-01 NS	5,07E-01 NS	4,26E-01 NS	3,38E-01 NS	1,06E-01 NS	2,04E-04 ***
CPUE (nb/km)	1,26E-01 (2) NS	1,68E-01 NS	1,89E-03 **	7,20E-03 **	2,67E-04 ***	5,77E-01 NS	7,11E-01 NS	7,21E-01 NS	6,34E-01 NS	3,31E-01 NS	8,37E-01 NS	5,19E-04 ***

(1) Effet Années mesuré avec les mêmes deux pêcheurs pour les trois ans.
(2) Effet Formations Végétales mesuré en tenant compte du tracé et de la formation végétale.

Figure 14 : Résultats des tests de significativité de l'effet des facteurs sur chacune des variables

a) Variables relatives à la biologie

→ **La taille** d'un crabe est distincte suivant la formation végétale, le type de mangrove et la localité, traduisant une disparité dans la répartition de la population de crabes à travers les différents types d'habitats et sites de pêche. La taille minimale des crabes pêchés lors de cette étude est de 10 cm, le plus petit crabe pêché par zone est de 10 cm sur Témala et Oundjo et 11,1 cm sur Vavouto. Les crabes pêchés sur Oundjo et Pinjane sont significativement plus gros (15,6 cm en moyenne) que ceux pris en mangrove estuarienne (14,6 cm en moyenne sur Témala et Vavouto).
Les quatre pêcheurs suivis capturent également des crabes de taille différente (respectivement pour les pêcheurs 1 à 4 : 14,5 ; 15,3 ; 15,1 et 14,2 cm en moyenne).

Les résultats sur les variations du poids des crabes sont similaires à ceux observés sur la taille (cf. Annexe 2).

→ **Le sex-ratio** des crabes pêchés est presque systématiquement supérieur à 0.80, l'abondance des mâles est nettement supérieure à celle des femelles dans les captures.
La formation végétale montre un effet significatif avec la modalité « Avicennia ». Cela pourrait être un artefact dû au fait que moins de crabes ont été pêchés sous ce couvert végétal et que la grande majorité d'entre eux étaient de sexe mâle.
La localité (en trois ou cinq modalités) et la pression de pêche indiquent un nombre plus important de femelles sur Vavouto (sex ratio : 0,65).
Durant la saison humide, la proportion de femelles pêchées est la plus faible (0,90). Elles sont plus souvent pêchées dans un terrier avec un mâle, que seule ou hors des terriers.

b) Variables relatives à l'abondance

→ **Le taux de remplissage des terriers** est légèrement plus élevé en mangrove côtière qu'estuarienne (respectivement 0,54 et 0,46), mais il ne change pas significativement au cours du temps.

→ **L'abondance de terriers** n'est pas identique dans les strates végétales étudiées. Elle est plus forte sous Rhizophora moyennement dense (21 terriers par km contre 19 sous Rhizophora dense et Avicennia), en mangrove estuarienne (21 terriers par km contre 14 en mangrove côtière) et sur Vavouto (26 terriers par km contre respectivement 14 et 21 sur Oundjo et Témala).
La pression de pêche est la plus forte dans les sites où l'abondance de terriers est la plus élevée, c'est-à-dire sur Vavouto et Kououne hine a opwen (Témala).

→ **L'abondance de crabes dans les terriers** diffère suivant le type de mangrove, les localités et la pression de pêche de manière similaire à l'abondance de terriers. Elle est la plus élevée sur Vavouto (12 crabes au trou par km) par rapport à Oundjo et Témala (respectivement 7 et 9 crabes au trou par km).
Cette abondance de crabes dans les terriers est également supérieure lors des grandes marées (14 crabes au trou par km et 9 lors des petites marées).

→ **La densité de crabes** est dépendante de la formation végétale (respectivement 9, 11 et 10 crabes par hectare sous Avicennia, Rhizophora dense et moyennement dense) et de la localité (respectivement 13, 11 et 18 crabes par hectare sur Oundjo, Témala et Vavouto). Il y a donc une disparité dans la distribution de la ressource.
La densité varie de manière significative en fonction de la pression de pêche estimée sur les différents sites : elle est la plus élevée (16 crabes par hectare) lorsque la pression de pêche est la plus forte (47 kg/ha).

c) Variables relatives aux rendements

→ **La durée de la sortie** est différente suivant la formation végétale, le type de mangrove et la localité. Les sorties sont plus longues en mangrove estuarienne (4h40 et 3h10 en mangrove côtière) et sur Témala (5h et environ 3h15 pour Oundjo et Vavouto). Elle est également nettement supérieure pour le pêcheur de Témala (5h, 3h pour les pêcheurs 2 et 3 et 4h pour le pêcheur 4).
La saison a un effet significatif sur la durée de pêche, celle-ci est plus faible en saison humide (3h) que pour les saisons sèche et de transition (environ 4h30).
L'amplitude de la marée est inversement proportionnelle à la durée de la sortie (*Fig. 20*). Plus la hauteur de la basse mer est haute, plus la durée de la sortie est faible. Cela concorde avec le fait que la zone de pêche est plus réduite du fait des faibles amplitudes de marée (Annexe 3).

→ **La vitesse entre deux terriers** est dépendante de la formation végétale, elle est plus faible en Rhizophora dense (27 m/min et respectivement 32 et 34 sous Avicennia et Rhizophora moyennement dense) en raison des obstacles aux déplacements.
Les vitesses de parcours diffèrent également entre les mois et les saisons. Les pêcheurs se déplacent plus vite vers la fin de l'année (34 m/min en saison de transition et 29 m/min en saisons humide et sèche).

→ **Les CPUE (en heure)** sont plus élevées sous les couverts de Rhizophora moyennement dense (3,8 kg et 5 crabes par heure contre environ 3,5 kg et 4,5 crabes par heure pour les deux autres formations).
Les rendements sont les plus élevés sur Vavouto, en nombre et en poids de crabes pêchés (4,8 kg et 6 crabes par heure). C'est aussi dans cette zone que la densité de crabes et la pression de pêche sont les plus élevées (*Fig. 15*).
Les rendements sont également meilleurs lorsque les pêcheurs ne capturent pas uniquement les crabes « au trou » mais aussi les crabes « couchés » (3,5 kg et 4,5 crabes par heure contre 3,9 kg et 4,7 crabes par heure, respectivement).

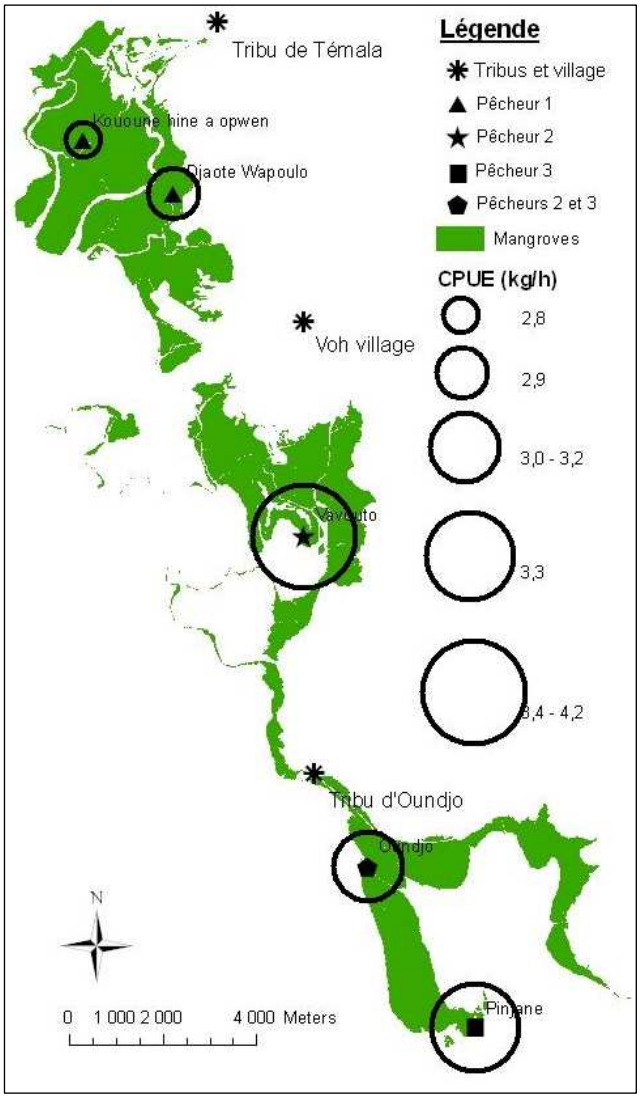


Figure 15 : Distribution des CPUE moyenne calculée sur 2008 - 2009

Les résultats sur les variations des CPUE exprimées par kilomètre sont très proches des précédents (cf. Annexe 2). Les CPUE par sortie, quant à elles, ne seront pas utilisées dans la suite de l'analyse car trop dépendantes de la durée de la sortie qui elle-même est sous l'influence de nombreux facteurs (cf. Annexes 2 et 4).

1.2. Les GLM

a) Analyse des résidus

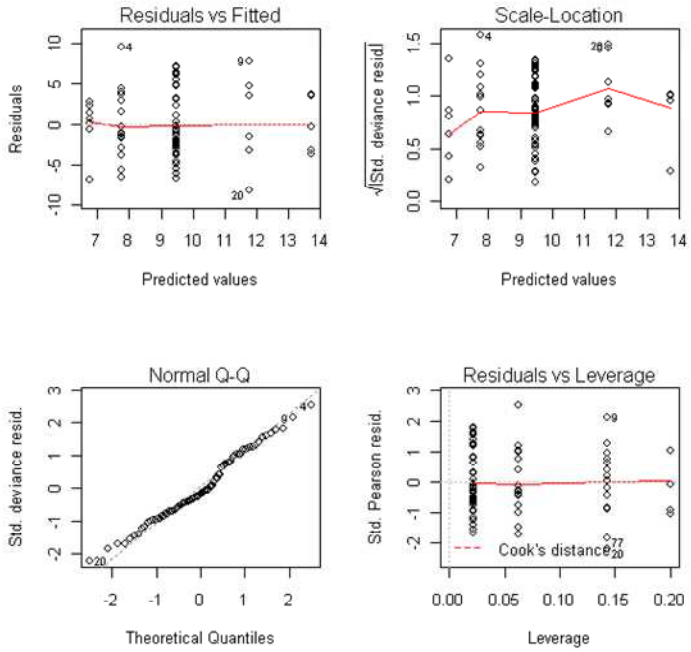


Figure 16 : Analyse des résidus des modèles et des valeurs ajustées de la densité de crabes (nb/ha)

L'analyse des résidus des GLM montre que l'indépendance des résidus est globalement satisfaisante. La figure 16 est présentée à titre d'exemple, les résidus des autres GLM présentant des distributions comparables. Quelques « outliers » ont été mis en évidence, mais sans tendance de sous- ou sur-estimation.

b) Résultats des différents GLM

Le tableau 2 résume les modèles obtenus par comparaison du critère d'Akaike et précise le pourcentage de déviance expliquée pour chaque modèle.

Tableau 2 : Les modèles obtenus à partir des GLM

	MODÈLES OBTENUS	DÉVIANCE EXPLIQUÉE
(1)	CPUE (kg/h) ~ Localité 2	18%
(2)	CPUE (nb/h) ~ Localité 2	11%
(3)	CPUE (kg/km) ~ Localité 2 + Technique + Localite2:Technique	49%
(4)	CPUE (nb/km) ~ Localité 2 + Technique + Localite2:Technique	47%
(5)	Densité de crabes ~ Localité 2	12%
(6)	Abondance de crabes dans les terriers ~ Localité 2 + Type de marée	15%

Le facteur « Localité 2 » est retenu pour chacun des modèles, ce qui souligne le poids des facteurs spatiaux dans l'explication de la variabilité des CPUE et de l'abondance des crabes. Par ailleurs, la variance expliquée par ce facteur spatial qualitatif à petite échelle (cinq modalités) montre l'importance des caractéristiques de chaque site de pêche dans l'explication des fluctuations observées. Pour les modèles 1, 2 et 5, il est le seul facteur

sélectionné et explique entre 10 et 20 % de la déviance. Les modèles 3 et 4 comptent deux facteurs supplémentaires (« Technique » et « Localité 2:Technique »), de ce fait la déviance expliquée est supérieure (respectivement 49 % et 47 %). Le modèle 6 compte également un facteur supplémentaire (« Type de marée »). Cependant, la déviance expliquée (15 %) est du même ordre de grandeur que pour les modèles 1, 2 et 5. Cela indique que les facteurs spatiaux ont une influence moindre sur l'abondance de crabes dans les terriers.

Le tableau 3 présente les modèles résultant des GLM entre les CPUE en heure et la densité de crabes d'une part et l'abondance de crabes dans les terriers d'autre part.

Tableau 3 : Les modèles obtenus pour les CPUE en heure

	MODÈLES OBTENUS	DÉVIANCE EXPLIQUÉE
(7)	CPUE (kg/h) ~ Densité de crabe + Localité 2	43%
(8)	CPUE (nb/h) ~ Densité de crabe + Localité 2	42%
(9)	CPUE (kg/h) ~ Abondance de crabes dans les terriers + Localité 2	53%
(10)	CPUE (nb/h) ~ Abondance de crabes dans les terriers + Localité 2	57%

La sélection par le critère d'Akaike retient les facteurs « Localité 2 » et celui relatif à l'abondance (densité de crabes ou abondance de crabes dans les terriers) pour chacun des modèles. Environ 50 % de la variance des rendements sont ainsi expliqués par l'abondance de crabes et le site de pêche.
Une part plus grande de déviance est expliquée lorsque l'abondance de crabes dans les terriers est utilisée à la place de la densité totale (modèles 9 et 10).

1.3. Analyse de la relation entre la distance parcourue et la durée de la sortie

Il existe une relation linéaire entre la distance parcourue et la durée de la sortie ($R^2 = 0,65$). Une certaine dispersion est cependant observée de part et d'autre de la droite de régression (*Fig. 17*).

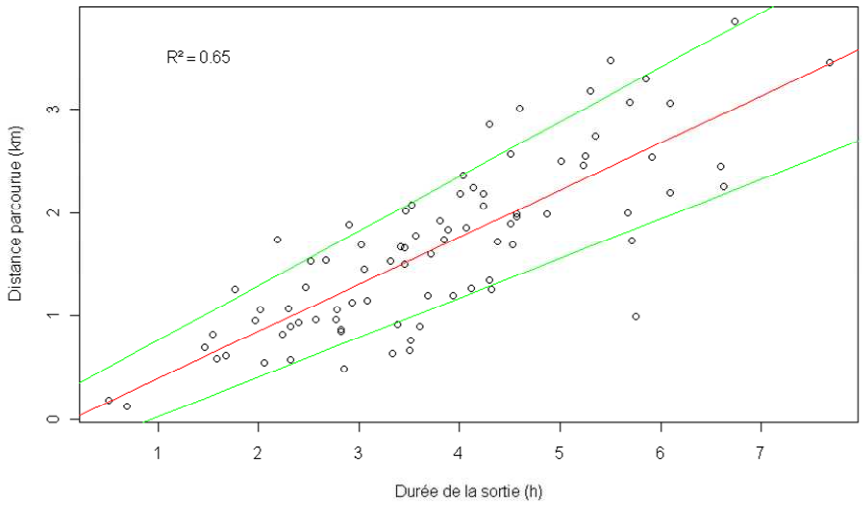


Figure 17 : Relation entre la distance parcourue et la durée de la sortie

2. MODÉLISATION DES RENDEMENTS EN FONCTION DE L'ABONDANCE DE CRABES

Les différentes modélisations effectuées (*Fig. 18*) montrent un ajustement satisfaisant (La majorité des coefficients de détermination sont aux alentours de 0,5). Toutes les courbes présentent la même allure générale : une pente forte à l'origine qui décroît pour atteindre un plateau. Le coefficient directeur de la pente et le niveau des plateaux sont différents suivant les sites de pêche. Quelle que soit la combinaison CPUE – abondance, le niveau de saturation des CPUE est toujours le plus élevé pour Vavouto et le plus faible pour Témala.

Les ajustements sont meilleurs pour les modèles avec CPUE en nombre et abondance de crabes dans les terriers. Indépendamment du type de combinaison CPUE – abondance, la qualité des ajustements est variable suivant les sites de pêche.

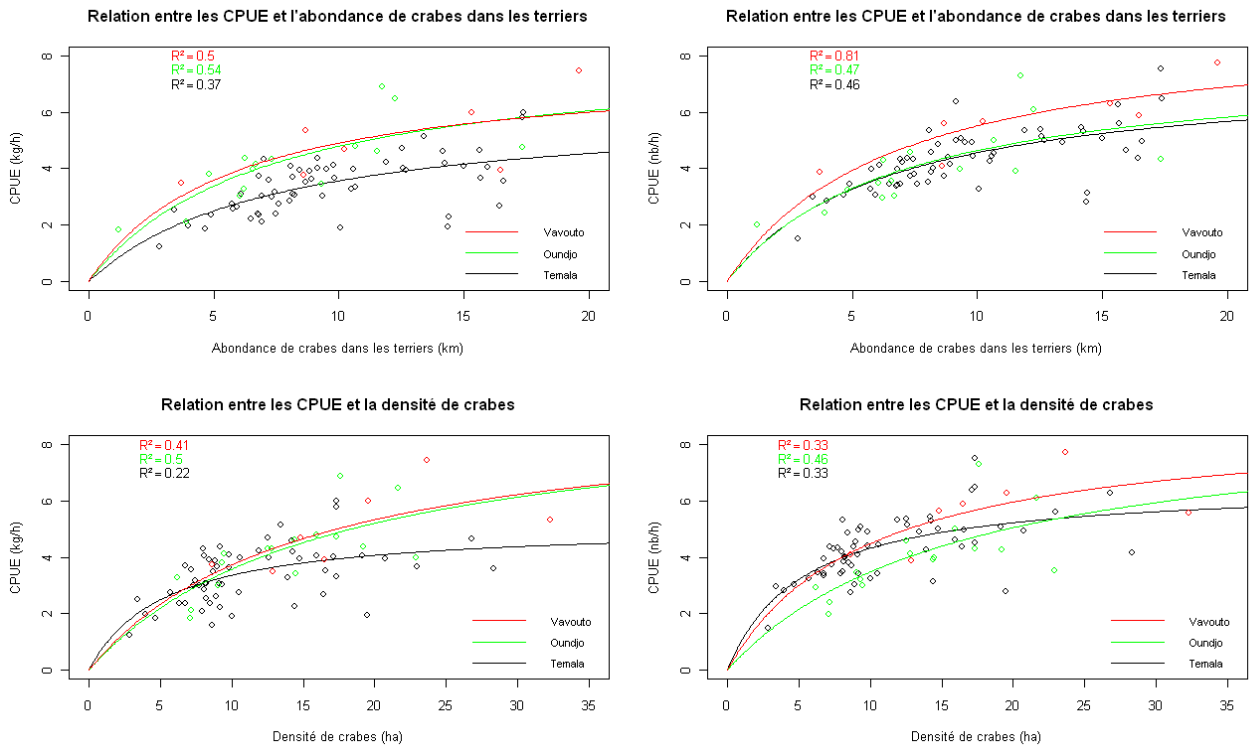


Figure 18 : Résultats de la modélisation des CPUE en fonction de l'abondance de crabes dans les terriers et de la densité de crabes.

Ces différents graphiques rendent bien compte que Vavouto est le site de pêche le plus productif, aussi bien en poids qu'en nombre de crabes pêchés. De plus, les crabes n'ont pas une taille similaire sur les différents sites (ils sont plus gros sur Oundjo). Les pêcheurs de Oundjo pêchent dans une mangrove moins productive en nombre de crabes mais où ceux-ci sont en moyenne de taille supérieure (d'où de meilleurs rendements en poids). La situation à Témala est intermédiaire.

Pour la suite de l'analyse, nous nous sommes restreint à l'utilisation des CPUE en nombre de crabes pêchés par heure en fonction de l'abondance de crabes dans les terriers. La figure 19 présente cet indice d'abondance pour les trois zones de pêche avec un intervalle de confiance à 95 %. Ce dernier a été construit à partir de l'intervalle de confiance à 95 % de l'estimation des paramètres (la capturabilité et le temps de capture).
Les différents intervalles de confiance construits présentent une précision différente selon le site de pêche. Cette différence de précision est due au nombre variable de sorties de pêche avec lesquelles les modèles ont été ajustés. Pour Témala, 57 sorties ont été utilisées, tandis

que pour Oundjo et Vavouto, seulement 15 et 7 (respectivement) sorties de pêche étaient disponibles.

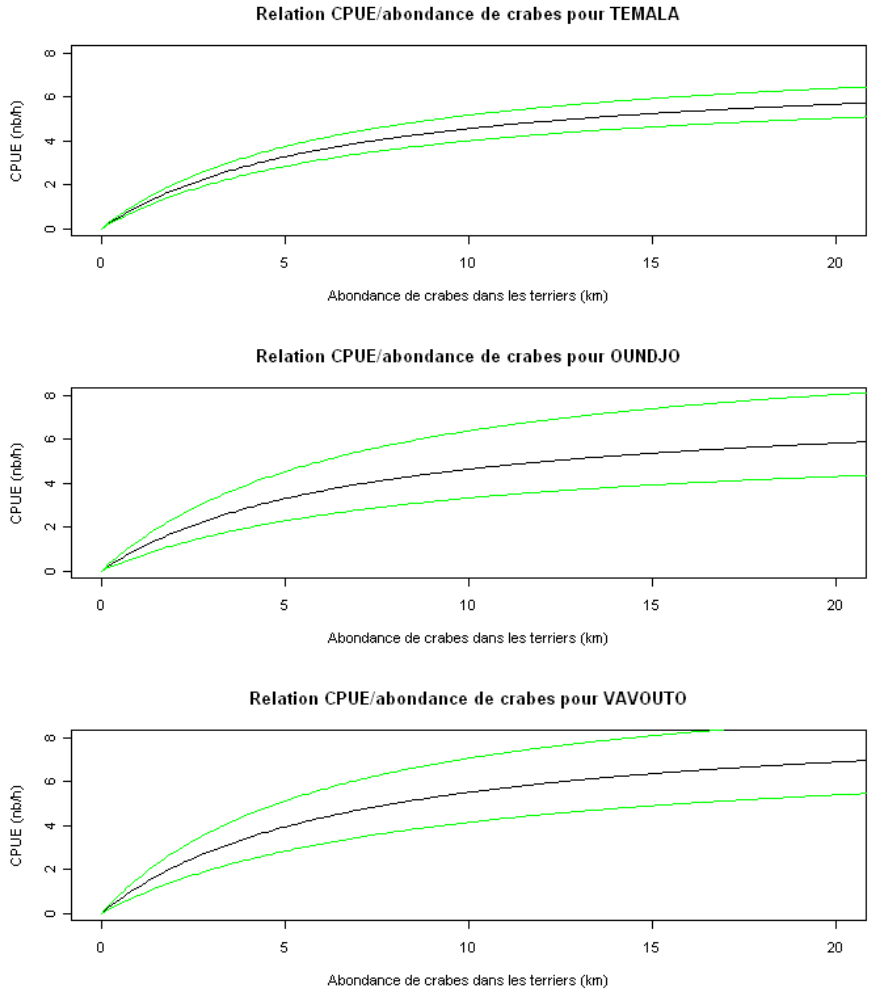


Figure 19 : Courbes pour le suivi de l'abondance de crabes à partir des CPUE par zones de pêches

V. DISCUSSION ET PERSPECTIVES

1. L'ÉTUDE DE LA PÊCHERIE DU CRABE DE PALÉTUVIER

1.1. La fiabilité des données recueillies

La fiabilité et la qualité des données recueillies par les pêcheurs sont satisfaisantes. Les pêcheurs qui ont participé au suivi ont été choisis pour leurs sorties de pêche régulières et leur sérieux. Tous les crabes observés de plus de 10 cm ont été mesurés et sexés, mêmes ceux de taille inférieure à la taille minimale légale. Les vérifications effectuées sur les données montrent que les horaires de début et fin de pêche correspondent correctement aux heures d'arrivée et de départ de la zone de pêche, et ne prennent pas en compte le temps de déplacement pour se rendre et revenir du lieu de pêche.

La création de l'indice d'abondance requiert des données sur les rendements de pêche. Une limite intrinsèque de cette méthode est le fait que le recueil des données est totalement

dépendant de l'activité de pêche des pêcheurs suivis (fréquence des sorties, bon fonctionnement des GPS…). Ce problème a été rencontré avec le pêcheur 2, qui a eu une activité de pêche au crabe moins importante durant environ six mois en 2008 et des pannes de GPS en 2009. La principale conséquence de ce manque de données ressort clairement lors de la création des intervalles de confiance (*Fig. 18*). Ceux-ci pourraient être plus précis et l'ajustement de la modélisation affinée par une collecte de nouvelles données de sorties de pêche sur les zones d'Oundjo et de Vavouto. Ainsi, l'estimation de l'abondance à partir des CPUE serait plus précise. Ces difficultés induites par le manque de données pourraient être évitées avec un panel suffisant de pêcheurs par zone.

1.2. Les limites rencontrées lors de l'analyse

Une première limite concerne la formation végétale. Elle est une composante de la table « Trou » de la base de données et non de la table « Tracé » (*Fig. 11*), une même sortie de pêche pouvant se dérouler sous différents couverts végétaux. De ce fait, la combinaison des informations des tables « Trou » et « Tracé » n'a pu être réalisée sans doublon. Lors de la création des différents GLM, nous avons décidé de nous limiter à l'utilisation des facteurs qui ont montré un effet significatif, dans le but de limiter le nombre de composante dans le modèle final. Cependant, la formation végétale (qui a un effet significatif sur les variables retenues) n'a pu être insérée à l'équation du modèle pour les raisons détaillées précédemment.

Une autre limite concerne la dépendance de certains facteurs qui expliquent alors partiellement la même variabilité. Un exemple est la dépendance entre facteurs spatiaux dans le cas de la taille des crabes. Celle-ci est supérieure en Rhizophora dense, en mangrove côtière, sur Oundjo (Localité) et sur Oundjo et Pinjane (Localité 2). Or la mangrove côtière est représentée par Oundjo (Localité), qui est composé d'Oundjo et de Pinjane (Localité 2), et ces deux sites sont constitués uniquement de Rhizophora dense. Une autre dépendance forte entre facteurs est la relation pêcheur–site de pêche. Chaque pêcheur est inféodé à un ou plusieurs sites de pêche qui lui sont propres. Donc la variabilité expliquée par le site de pêche peut être en partie confondue avec celle expliquée par le pêcheur. Cette dépendance entre facteurs d'ordre spatiaux et halieutiques souligne le nombre insuffisant de données récoltées pour observer toutes les combinaisons de facteurs. L'analyse de toutes ces combinaisons possibles permettrait de mieux différencier les effets de chaque facteur.

Un autre point concerne l'étude de la relation qui relie la distance parcourue à la durée de la sortie. Celle-ci n'est pas strictement linéaire (R^2 = 0,65) et dépend de plusieurs autres paramètres. Le nombre de crabes pêchés explique une partie de l'aléa autour de cette relation, mais d'autres paramètres, parfois difficiles à quantifier, interviennent également (tel la vitesse de progression dans la mangrove, l'état de fatigue du pêcheur, etc.).

2. INFORMATIONS SUR LE CYCLE DE VIE DU CRABE

Une augmentation de la taille a été notifiée au cours des trois années du suivi. Cependant, les rendements en nombre sont significativement similaires lors de ces années. Donc, cela pourrait indiquer de bonnes conditions environnementales qui ont permis une plus forte croissance au cours de ces années.

Par ailleurs, une proportion plus faible de femelles a été révélée dans les captures en début d'année par l'analyse du sex-ratio. La fin de la saison humide correspond à l'ouverture de la

pêche après la période de reproduction. Leur plus faible abondance pourrait s'expliquer par une migration vers des zones non accessibles à la pêche en mangrove.

Une plus grande abondance des crabes dans les terriers a également été observée lors des grandes marées. Cette fluctuation est directement liée aux données écologiques, qui précisent que les crabes se réfugient dans les terriers lors de la basse mer, un comportement renforcé lorsque l'amplitude de la marée est importante. Le taux de remplissage présente une légère variabilité en fonction du type de mangrove. Cela peut-être dû à la densité de crabes plus importante, l'abondance de terriers plus faible et/ou une accessibilité de la zone pour les crabes plus grande dans la mangrove côtière. De plus, le fait que seul un terrier sur deux soit occupé, pourrait résulter d'une certaine compétition entre les crabes ou de l'influence de paramètres écologiques et environnementaux non étudiés ici (abondance de nourriture, température de l'eau, salinité, etc.).

Finalement, une répartition spatiale hétérogène de la ressource sur la zone de Voh a été mise en évidence, notamment par l'étude de la taille des crabes et des rendements. La répartition des crabes fait que les pêcheurs de Témala pêchent rarement des crabes de plus de 18 cm, ce qui est plus fréquent pour les pêcheurs d'Oundjo. Une conclusion similaire est signifiée par la variabilité des rendements. D'autre part, l'analyse de la densité de crabe appuie ces conclusions en révélant que malgré une pression de pêche supérieure, la densité de crabes est plus importante sur Vavouto. Les sites de Vavouto semblent donc plus productifs que les autres sur le plan biologique, sans effet apparent de la pression de pêche actuelle.

3. LA PÊCHE À LA NASSE

La pêche à la nasse n'a pu être abordée dans cette étude. Il serait intéressant de comparer les données récoltées en pêche à la nasse avec celles de pêche à pied.

D'après Rocklin (2006), la pêche à la nasse concerne 30 % des ménages sur la commune de Voh contre 80 % des ménages qui pratiquent la pêche à pied. Ces 30 % sont en général des pêcheurs qui pratiquent également la pêche à pied. Ils déposent les nasses à marée basse, font leur parcours de pêche à pied et remontent les nasses à leur retour. Il est également précisé dans cette étude que la pêche à la nasse est une technique relativement récente non traditionnelle et pour cela mal acceptée par un grand nombre de pêcheurs qui considèrent qu'elle est responsable de la diminution du nombre de crabes.
Il semble donc nécessaire de compléter cette étude par l'analyse de la pêche à la nasse en raison de son impact présumé sur la ressource. La comparaison de la taille, du poids et du sex-ratio des crabes pêchés permettrait de préciser quelle partie de la population de crabes est ciblée par cette technique. De même, la comparaison des rendements permettrait d'avoir une idée précise sur l'impact de cette pêche par rapport à la pêche à pied.

4. LA MISE EN PLACE D'UN SUIVI

Certaines contraintes relatives à l'estimation de l'abondance à partir des CPUE ont été mises en évidence :

- Cette relation est applicable pour une certaine gamme de CPUE. La relation n'est plus fiable au niveau du plateau. Elle ne peut donc être utilisée pour les fortes CPUE, car l'estimation de l'abondance ne pourra être faite de manière précise et fiable.

Le tableau 4 présente un exemple de l'estimation de l'abondance à partir d'une gamme de CPUE en nombre de crabes pêchés par heure sur Témala, où la saturation des pêcheurs est atteinte à partir de 14 crabes dans les terriers (soit 5 crabes pêchés par heure environ). Pour les autres sites, la saturation des pêcheurs est atteinte à partir de 14 crabes dans les terriers pour Oundjo et 18 pour Vavouto (soit respectivement 5,5 et 6,5 crabes pêchés par heure environ).

Tableau 4 : Estimation de l'abondance de crabes sur Témala en fonction d'une gamme de CPUE

CPUE (nb/h)	ABONDANCE DE CRABES DANS LES TERRIERS PAR KM
2 crabes pêchés	entre 2 et 3 crabes
3 crabes pêchés	entre 3,5 et 5,5 crabes
4 crabes pêchés	entre 6 et 10 crabes
5 crabes pêchés	entre 9 et 19 crabes

L'estimation de l'abondance est précise pour les faibles CPUE (2 et 3 crabes pêchés par heure), elle ne l'est plus pour les CPUE de même ordre de grandeur que le plateau (4 et 5 crabes pêchés par heure).

- Par ailleurs, la diminution (ou l'augmentation) de l'abondance se traduit, dans une moindre mesure, par la diminution (ou l'augmentation) des CPUE. Il apparaît que lorsque la pente est forte, une faible variation des CPUE exprime une forte variation de l'abondance. Au niveau des sites de pêche, Vavouto est la zone où la pente est la plus forte et le plateau le plus élevé. Elle nécessitera donc un suivi plus régulier et plus précis, afin d'anticiper une éventuelle chute de l'abondance qui interviendra de manière plus brutale que sur les autres sites.

- De plus, afin d'éviter les difficultés impliquées par le manque de données, le suivi nécessite un panel suffisant de pêcheurs par zone de pêche (par exemple les pêcheurs professionnels).

La mise en place d'un suivi de la pêche à pied du crabe de palétuvier indiquerait cependant l'évolution de l'abondance de la ressource. La fiabilité des données des pêcheurs permet d'envisager des suivis participatifs. Mais ceux-ci nécessiteraient une calibration des CPUE des pêcheurs impliqués par zone de pêche en raison de l'hétérogénéité géographique mise en évidence, ainsi que la création de sites témoins pour vérifier l'ajustement du modèle au cours du temps. D'autre part, une calibration suivant la technique de pêche serait nécessaire, car si la pêche au trou est la technique majoritairement utilisée (*Fig. 20*), la pratique d'autres techniques pourrait prendre de l'importance, comme l'usage grandissant des nasses à crabes le montre.

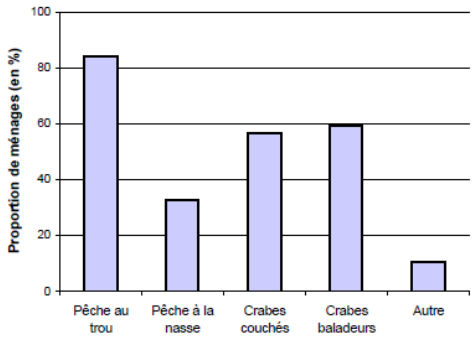


Figure 20 : Techniques utilisées par les pêcheurs de Voh (Rocklin, 2006)

Ce suivi participatif nécessiterait la mise en place de fiches de pêche individuelles par sortie et par site, précisant le lieu, les heures de début et fin de pêche, qui permettront de déduire

la durée de la sortie, le nombre et le poids total de crabes pêchés. A partir de ces données, il sera possible de calculer les CPUE en poids et nombre de crabes pêchés par heure, et donc d'évaluer une abondance de crabes pour la zone concernée.
Du fait d'un meilleur ajustement et malgré cette sous-estimation, les CPUE en nombre de crabes pêchés par heure permettent d'estimer avec une meilleure fiabilité l'abondance de crabes dans les terriers. Les deux mesures de l'abondance de crabes sur une zone (densité de crabes et abondance de crabes dans les terriers) diffèrent car seule la densité prend en compte les crabes « couchés ». L'abondance de crabes dans les terriers sous-estime donc l'abondance totale de crabes sur la zone, mais indique des valeurs conservatives.
La fréquence à laquelle les fiches de pêche devraient être complétées dépend de la précision voulue pour le suivi, du temps de travail imparti à l'analyse des fiches de pêche récoltées, et de l'implication des pêcheurs.

VI. CONCLUSION

La pêche au crabe de palétuvier sur la zone de Voh est une activité très développée. Elle est pratiquée principalement par les femmes des tribus de cette zone. La technique de pêche la plus utilisée est la pêche à pied au trou (Rocklin, 2006). C'est donc à partir des rendements de cette technique de pêche que nous avons construit un indice d'abondance du crabe de palétuvier.

Cette pêcherie montre une forte hétérogénéité spatiale de l'abondance de terriers et de la densité de crabes par zone. L'étude met ainsi en évidence que les sites de pêche dans la baie de Vavouto sont les plus productifs. Cette zone, soumise à la plus forte pression de pêche de la commune, fournit néanmoins les meilleurs rendements, en nombre et en poids de crabes pêchés. Les crabes capturés sont principalement des mâles quel que soit le site de pêche. Par contre leur taille est distincte d'un site à l'autre : les sites localisés en mangrove côtière (Oundjo et Pinjane) sont ceux où les crabes sont en moyenne les plus gros. Cette variabilité spatiale de la ressource a impliqué une calibration de l'indice d'abondance par zone de pêche. Autre conséquence de cette hétérogénéité de la répartition de la ressource en crabes sur la zone de Voh, l'accès des pêcheurs à la ressource est inégal (abondance et taille des individus) compte tenu de la forte territorialité de la pêche.

La mise en place d'un suivi participatif de la pêche au crabe de palétuvier semble réalisable sur la commune de Voh pour suivre l'évolution de la ressource en crabes par zone de pêche à partir de l'analyse de CPUE de différents pêcheurs. Actuellement, il nécessiterait une calibration plus fine de la relation CPUE – abondance pour les zones de Vavouto et d'Oundjo, en raison du manque de données récoltées. Une étude de la population de crabes ciblée par la pêche à la nasse et de l'impact de cette technique en comparaison à la pêche à pied serait par ailleurs utile.

BIBLIOGRAPHIE

BAILLEUL J. (2006) Apport des systèmes d'information géographique pour une gestion spatialisée des écosystèmes coralliens. Cas de la pêcherie au crabe de palétuvier dans la zone de Voh (Nouvelle-Calédonie). *Rapport de stage Master 2, Université de Lille,* 50p.

BIRD E.C.F., DUBOIS J-P., ILTIS J.A. (1984). The impacts of opencast mining on the rivers and coasts of New Caledonia. *NRTS-25 / the United Nations University Press*, 505, 53 p.

BONINE K.M., BJORKSTEDT E.P., EWEL K.C., PALIK M. (2008) Populations Characteristics of the Mangrove Crab Scylla serrata (Decapoda: Portunidae) in Kosrae, Federated States of Micronesia: Effects of Harvest and Implications for Management. *Pacific Science*, vol. 62, n°1, pp. 1-19.

COMMISSION PERMANENTE DU CONGRÈS DU 30 SEPTEMBRE 1992. Délibération n°191/CP relative à la réglementation de la pêche, du transport et de la commercialisation des crabes de palétuvier (*Scylla serrata*) (Modifiée le 10/11/2006), 2 p.

DELATHIÈRE S. (1990). Biologie et exploitation du crabe de palétuviers Scylla serrata en Nouvelle-Calédonie. *Thèse de doctorat, Université de Bretagne occidentale*, 192 p.

DDEE - PN : DIRECTION DU DÉVELOPPEMENT ECONOMIQUE ET DE L'ENVIRONNEMENT DE LA PROVINCE NORD (2002). Le crabe du Nord, gardien de la mangrove. *Province Nord*, 32 p.

DIELE K., KOCH V., SAINT-PAUL U. (2005) Population structure, catch composition and CPUE of the artisanally harvested mangrove crab *Ucides cordatus* (Ocypodidae) in the Caeté estuary, North Brazil: Indications for overfishing? *Aquatic Living Resources*, 18, pp. 169-178.

HILL B.J. (1975) Abundance, breeding and growth of the crab Scylla serrata in two African estuaries. *Marine Biology*, 32, pp. 119-126.

HILL B.J. (1976) Natural food, foregut clearance-rate and activity of the crab Scylla serrata. *Marine Biology*, 34, pp. 109-116.

HILL B.J., WILLIAMS M.J., DUTTON P. (1982) Distribution of juvenile, subadult and adult Scylla serrata (Crustacea: Portunidae) on tidal flats in Australia. *Marine Biology,* 69, pp. 117-120.

HILL B.J. (1994) Offshore spawing by the portunid crab Scylla serrata (Crustacea: Decapoda). *Marine Biology,* 120, pp. 379-384.

HOLLING C.S. (1959) Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *Canadian Entomologist*, 91, pp. 385-398.

IFREMER (1994) Le crabe de palétuvier Scylla serrata : Etude et gestion de la ressource, rapport final. *Station d'aquaculture de Saint-Vincent*. 49 p.

DUMAS P., LÉOPOLD M. (2009) Ecologie et exploitation du crabe de palétuvier en Nouvelle-Calédonie. *Opération ZoNéCo 2007 – IRD*, 19 p.

KITSON J.C. (2004) Harvest rate of sooty shearwater (*Puffinus griseus*) by Rakiura Maori: a potential tool to monitor population trends? *Wildlife Research*, 31, pp. 319-325.

KLEIBER P., MAUNDER M.N. (2008) Inherent bias in using aggregate CPUE to characterize abundance of fish species assemblages. *Fisheries Research*, 93, pp. 140-145.

KNUCKEY I.A. (1999). Mud Crab, *Scylla serrata,* Population Dynamics in the Northern Territory, Australia and their Relationship to the Commercial fishery, Ph.D. thesis.

LABROSSE P., FICHEZ R., FARMAN R., ADAMS T. (2000). New Caledonia dans Sheppard C. [ed.]. Seas at the Millennium: an environmental evaluation. Regional chapters: Indian Ocean to the Pacific, Vol. 2, *Pergamon, Amsterdam*, pp. 723-736.

LE VAY L. (2001) Ecology and management of mud crab Scylla spp. *Asian Fisheries Science*, 14, pp. 101-111.

LONERAGAN N.R., BUNN S.E. (1999) River flows and estuarine ecosystems: Implications for coastal fisheries from a review and a case of study of the Logan River, southeast Queensland. *Australian Journal of Ecology*, 24, pp. 431-440.

LYVER P.O'B. (2000) What limits the harvest of sooty shearwaters (*Puffinus griseus*) on Poutama Island? *New Zealand Journal of Zoology*, 27, pp. 381-393.

MANSON F.J., LONERAGAN N.R., HARCH B.D., SKILLETER G.A., WILLIAMS L. (2005) A broad-scale analysis of links between coastal fisheries production and mangrove extent: A case-study for northeastern Australia. *Fisheries Research*, 74, pp. 69-85.

MARTY C., KRONEN M., MAGRON F. (2005) Analyse de l'état actuel de la commercialisation des produits de la pêche lagonaire au niveau du Territoire. *Rapport ZoNéCo*, 91p.

MAUNDER M.N., PUNT A.E. (2004) Standardizing catch and effort data: a review of recent approaches. *Fisheries Research*, 70, pp. 141-159.

MAUNDER M.N., SIBERT J.R., FONTENEAU A., HAMPTON J., KLEIBER P., HARLEY S.J. (2006) Interpreting catch per unit effort data to assess the status of individual stocks and communities. *ICES Journal of Marine Science*, 63, pp. 1373-1385.

MOLLER H., BERKES F., LYVER P.O'B., KISLALIOGLU M. (2004) Combining science and traditional ecological knowledge: monitoring populations for co-management. *Ecology and Society*, 9 (3), 2 p.

PERRINE D. (1978) The mangrove crab (Scylla serrata) on Ponape. *Marine Resources Division, Ponape, East California Islands, Trust Territory of the Pacific Islands.*

PILLANS S., PILLANS R.D., JOHNSTONE R.W., KRAFT P.G., HAYWOOD M.D.E., POSSINGHAM H.P. (2005) Effects of marine reserve protection on the mud crab Scylla serrata in a sex-biased fishery in subtropical Australia. *Marine Ecology Progress Series*, 295, pp. 201-213.

ROCKLIN D. (2006) La pêche au crabe de palétuvier à Voh (Nouvelle-Calédonie) : Typologie de la pêcherie et proposition d'indicateurs. *Mémoire pour le Diplôme d'Agronomie Approfondie en Sciences Halieutiques et Aquacoles*, ENSAR, Rennes, 50 p.

RYAN S. (2003) Ecological Assessment Queensland mud crab fishery. *Queensland Fisheries Service*, 55 p.

SMITH M.T., ADDISON J.T. (2003) Methods for stock assessment of crustacean fisheries. *Fisheries Research*, 65, pp. 231-256.

THOLLOT P. (1992). Les poissons de mangrove du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. *Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille II*, 321 p.

VERDOIT M., PELLETIER D., BELLAIL R. (2003) Are commercial logbook and scientific CPUE data useful for characterizing the spatial and seasonal distribution of exploited populations? The case of the Celtic Sea whiting. *Aquatic Living Resources*, 16, pp. 467-485.

VIRLY S. (2008) Atlas des mangroves de Nouvelle-Calédonie. Programme ZoNéCo, 208 p.

WENNER A.M. (1972) Sex-ratio as a function of size in marine Crustacea. *The American Naturalist*, 97, pp. 405-407.

WILLIAMS L.E. (2002) Queensland's fifheries resources – Current contidionc and trend 1988 – 2000. Departement of Primary Industries, Queensland, pp. 124-127.

[1] FAO - FISHERIES AND AQUACULTURE (page consultée le 20/04/2009), Species fact sheets: Scylla serrata, http://www.fao.org/fishery/species/2637/en

[2] GOUVERNEMENT CALÉDONIEN (page consultée le 17/08/2009), Carte du pacifique sud, http://www.dass.gouv.nc/portal/page/portal/dass/infos_pratiques/56_oms/cartes_plans

[3] GOUVERNEMENT FRANÇAIS (page consultée le 17/08/2009), Carte de la Nouvelle-Calédonie, http://www.nouvelle-caledonie.gouv.fr/sections/le_departement/carte_de_la_nouvelle

[4] CRC - REEF RESEARCH CENTRE (page consultée le 15/06/2009), Fisheries of Queensland's East Coast: Mud crab, http://www.reef.crc.org.au/research/fishing_fisheries/statusfisheries/crabmud.htm

[5] NORTHERN TERRITORY GOVERNMENT - AUSTRALIA (page consultée le 26/08/2009), Mud crab aquaculture, http://www.nt.gov.au/d/Fisheries/index.cfm?header=Species%20-%20Mud%20Crab%20Aquaculture

[6] FAO - Fisheries and Aquaculture (page consultée le 26/08/2009), Mud crab biology and culture, http://www.fao.org/docrep/005/y2257e/y2257e0g.jpg

[7] MÉTÉO NOUVELLE-CALÉDONIE (page consultée le 07/07/2009), Le climat de la Nouvelle-Calédonie, http://www.meteo.nc/clim/climat2.php

[8] CROIXDUSUD.INFO (page consultée le 21/08/2009), Le climat de la Nouvelle-Calédonie, http://www.croixdusud.info/geo/nc_clim.php

[9] SERVICE HYDROGRAPHIQUE ET OCÉANOGRAPHIQUE DE LA MARINE (page consultée le 08/08/2009) Calcul de la marée, http://www.shom.fr/ann_marees/cgi-bin/predit_ext/choixp?opt=3&zone=8&port=NOUMEA&date=&heure=&portsel=map

ANNEXES

ANNEXE 1

FICHE DE SUIVI DE LA PÊCHE

Pêcheur : Xxxxx XXXXXXXXXX (Tribu de Oundjo) **Fiche n° I__I__I**

Date de la pêche: I__I__I / I__I__I / 2009 Zone de pêche: _____

COMPTAGE DE TOUS LES CRABES PÊCHÉS

FICHE DE PECHE AU CRABE

PECHE A PIED

I__I__I au trou ou couchés I__I__I

Début de la pêche: I__I__I h I__I__I

Fin de la pêche: I__I__I h I__I__I

Poids de crabes: I__I__I , I__I kg

	Taille (ex. 14,3 cm)	Sexe (M ou F)
1	I__I__I , I__I cm	
2	I__I__I , I__I cm	
3	I__I__I , I__I cm	
4	I__I__I , I__I cm	
5	I__I__I , I__I cm	
6	I__I__I , I__I cm	
7	I__I__I , I__I cm	
8	I__I__I , I__I cm	
9	I__I__I , I__I cm	
10	I__I__I , I__I cm	
11	I__I__I , I__I cm	
12	I__I__I , I__I cm	
13	I__I__I , I__I cm	
14	I__I__I , I__I cm	
15	I__I__I , I__I cm	
16	I__I__I , I__I cm	
17	I__I__I , I__I cm	
18	I__I__I , I__I cm	
19	I__I__I , I__I cm	
20	I__I__I , I__I cm	
21	I__I__I , I__I cm	
22	I__I__I , I__I cm	
23	I__I__I , I__I cm	
24	I__I__I , I__I cm	
25	I__I__I , I__I cm	
26	I__I__I , I__I cm	
27	I__I__I , I__I cm	
28	I__I__I , I__I cm	
29	I__I__I , I__I cm	
30	I__I__I , I__I cm	

NASSES

Nombre de nasses: I__I__I

Début de la pêche: I__I__I h I__I__I

Fin de la pêche: I__I__I h I__I__I

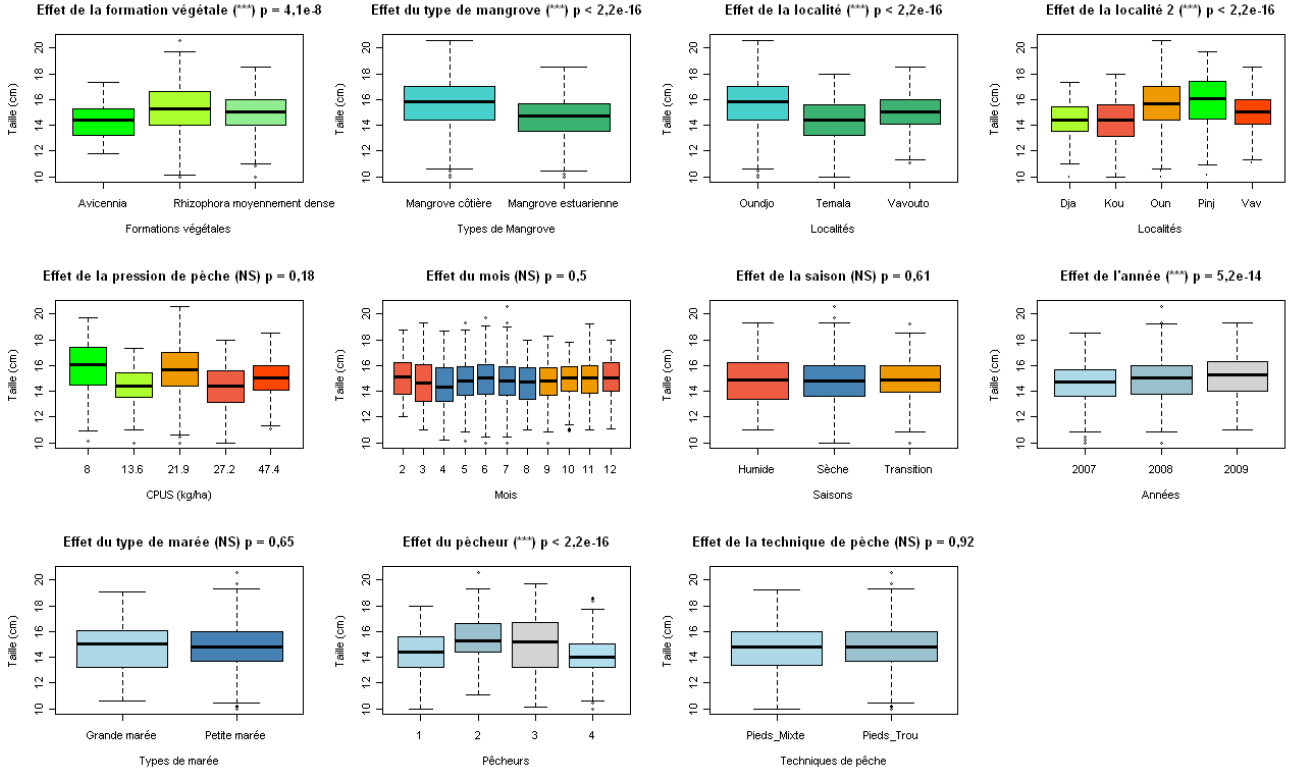
Poids de crabes: I__I__I , I__I kg

	Taille (ex. 14,3 cm)	Sexe (M ou F)
1	I__I__I , I__I cm	
2	I__I__I , I__I cm	
3	I__I__I , I__I cm	
4	I__I__I , I__I cm	
5	I__I__I , I__I cm	
6	I__I__I , I__I cm	
7	I__I__I , I__I cm	
8	I__I__I , I__I cm	
9	I__I__I , I__I cm	
10	I__I__I , I__I cm	
11	I__I__I , I__I cm	
12	I__I__I , I__I cm	
13	I__I__I , I__I cm	
14	I__I__I , I__I cm	
15	I__I__I , I__I cm	
16	I__I__I , I__I cm	
17	I__I__I , I__I cm	
18	I__I__I , I__I cm	
19	I__I__I , I__I cm	
20	I__I__I , I__I cm	
21	I__I__I , I__I cm	
22	I__I__I , I__I cm	
23	I__I__I , I__I cm	
24	I__I__I , I__I cm	
25	I__I__I , I__I cm	
26	I__I__I , I__I cm	
27	I__I__I , I__I cm	
28	I__I__I , I__I cm	
29	I__I__I , I__I cm	
30	I__I__I , I__I cm	

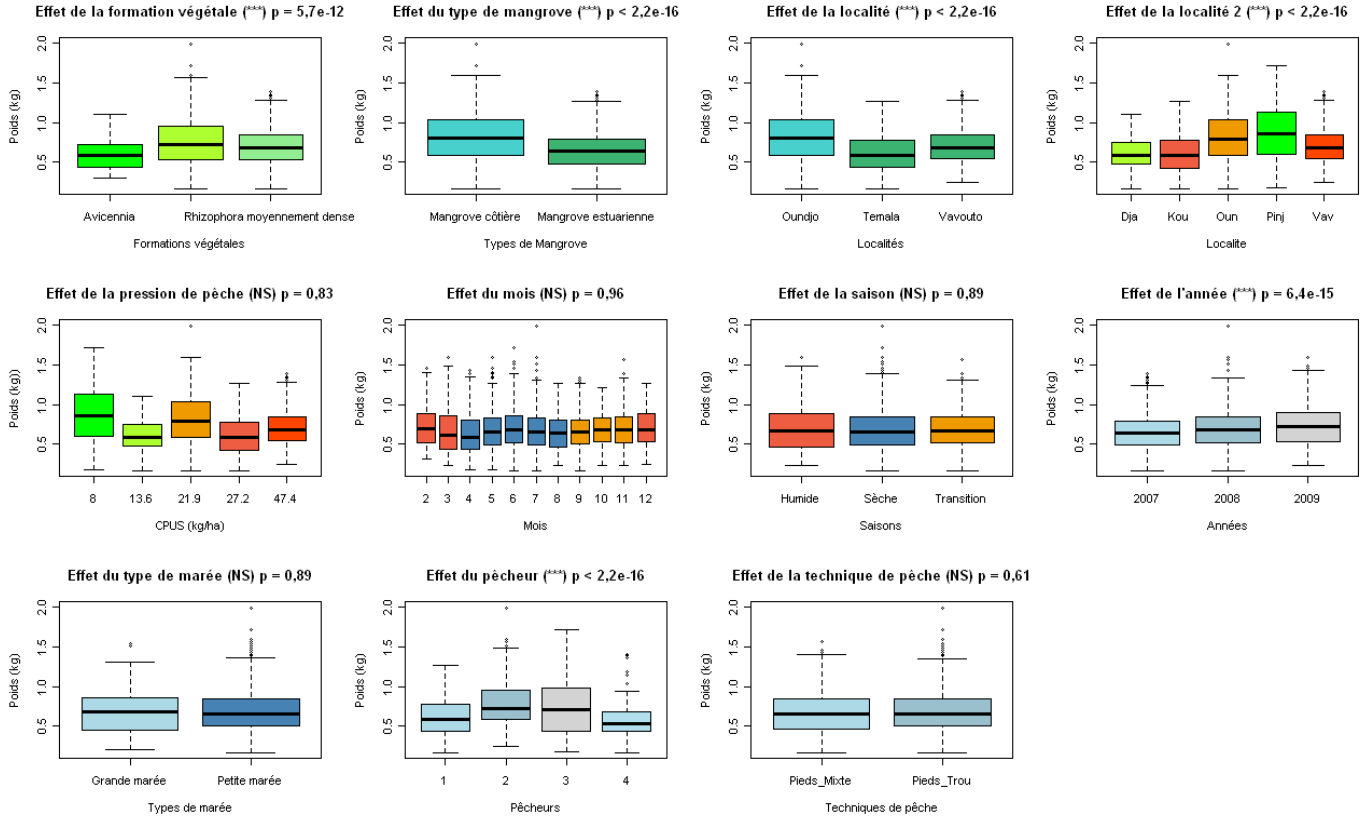
ANNEXE 2

RÉSULTATS DE L'ANALYSE DE LA VARIATION SPATIO-TEMPORELLE DES VARIABLES ÉTUDIÉES ET DES TESTS DE SIGNIFICATIVITÉ DES DIFFÉRENTS FACTEURS :

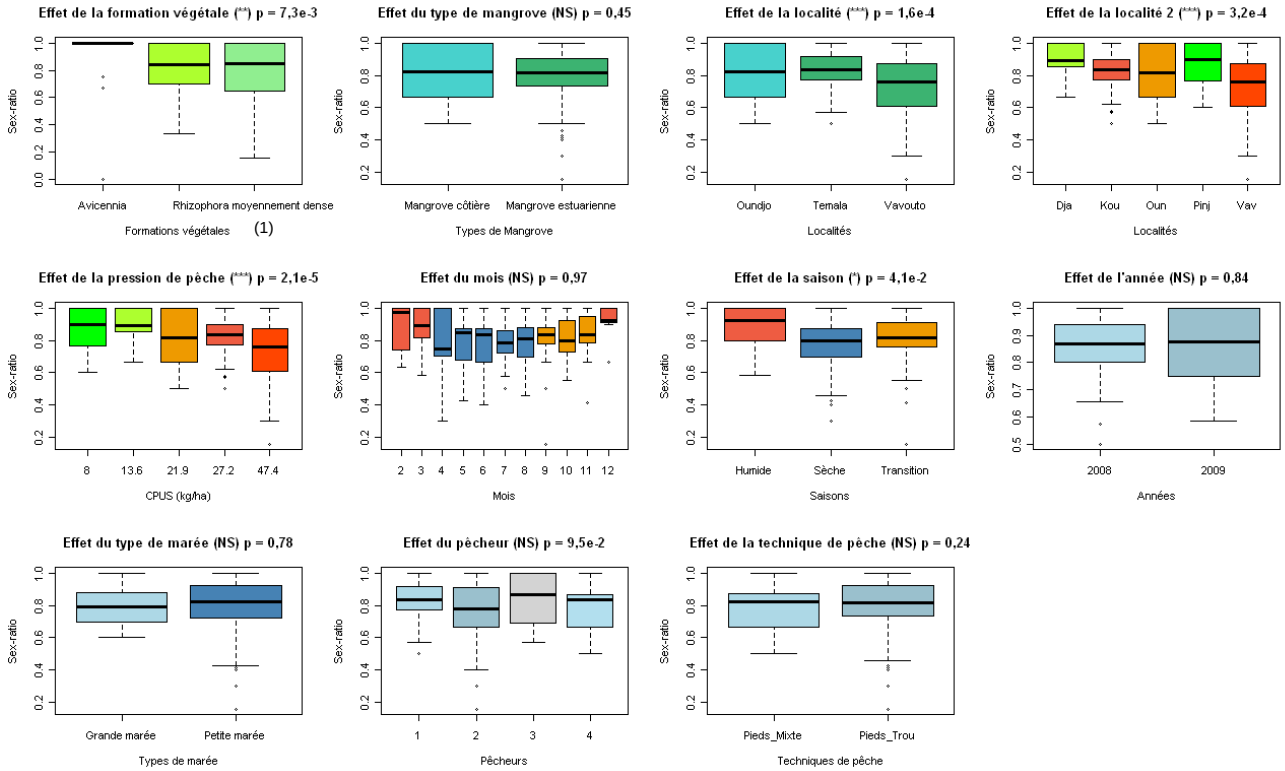
- Taille (cm) :



- Poids (kg) :

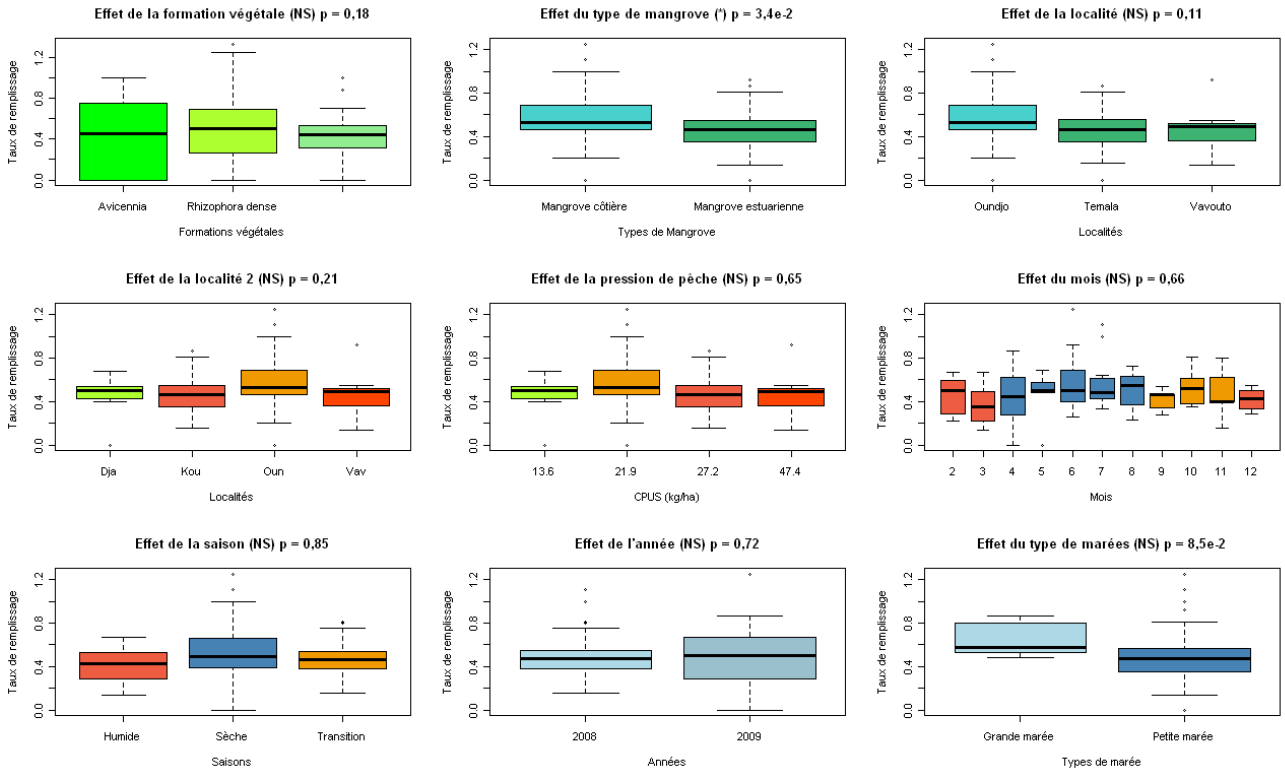


o <u>Sex-ratio :</u>

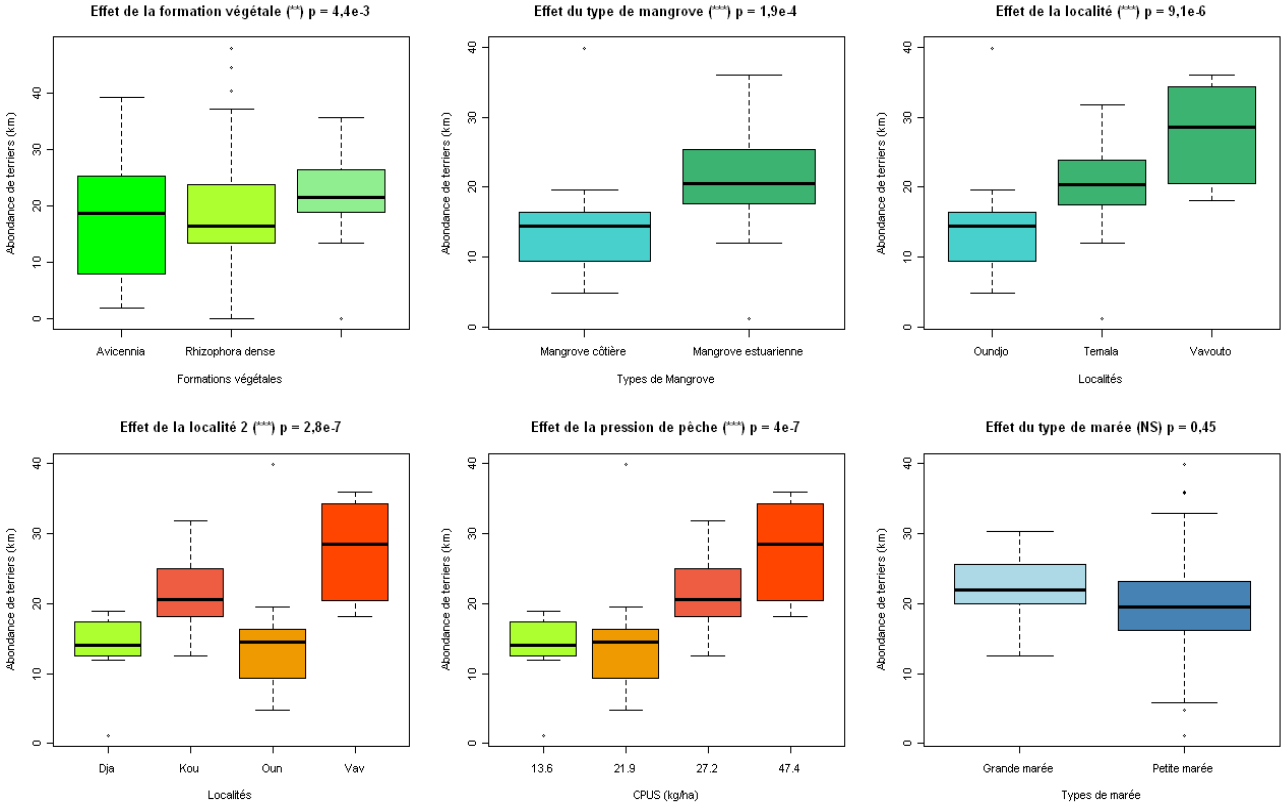


(1) Effet de la formation végétale sans « Avicennia » : (NS) p = $6{,}9.10^{-2}$.

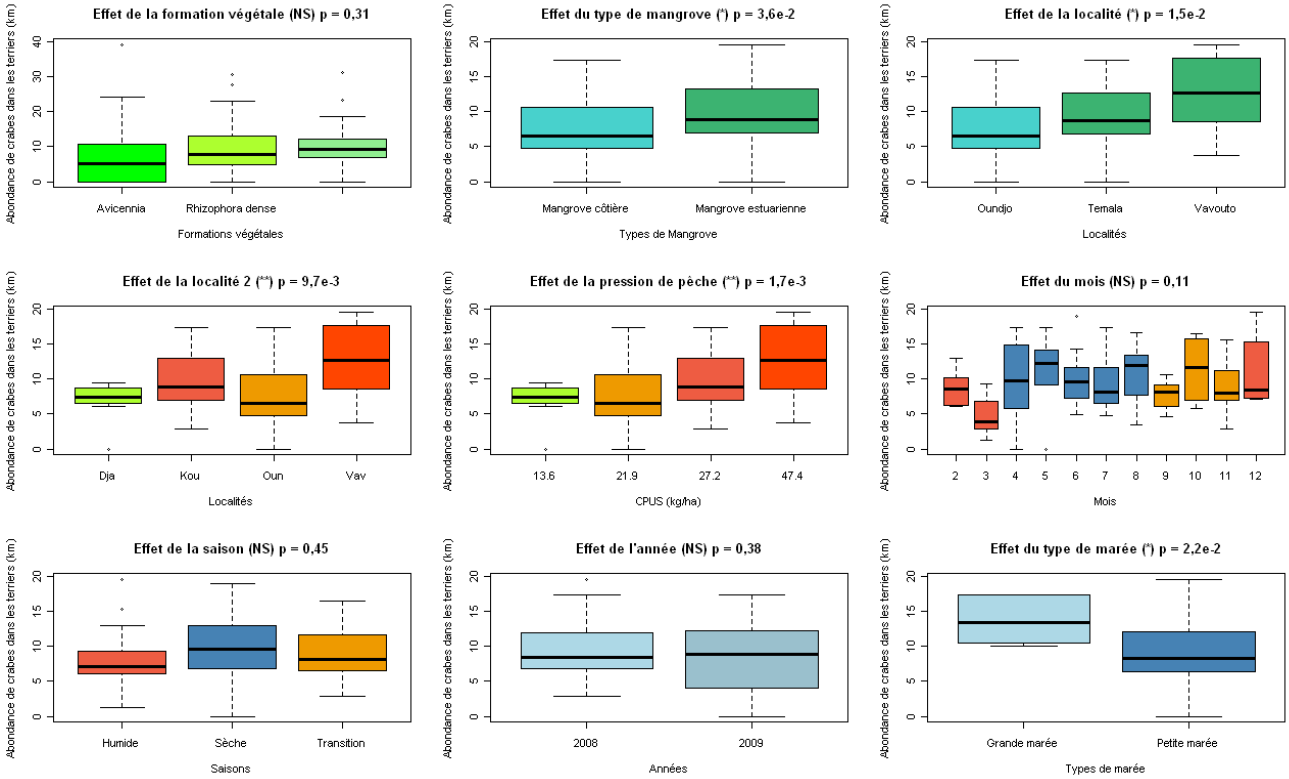
o <u>Taux de remplissage :</u>



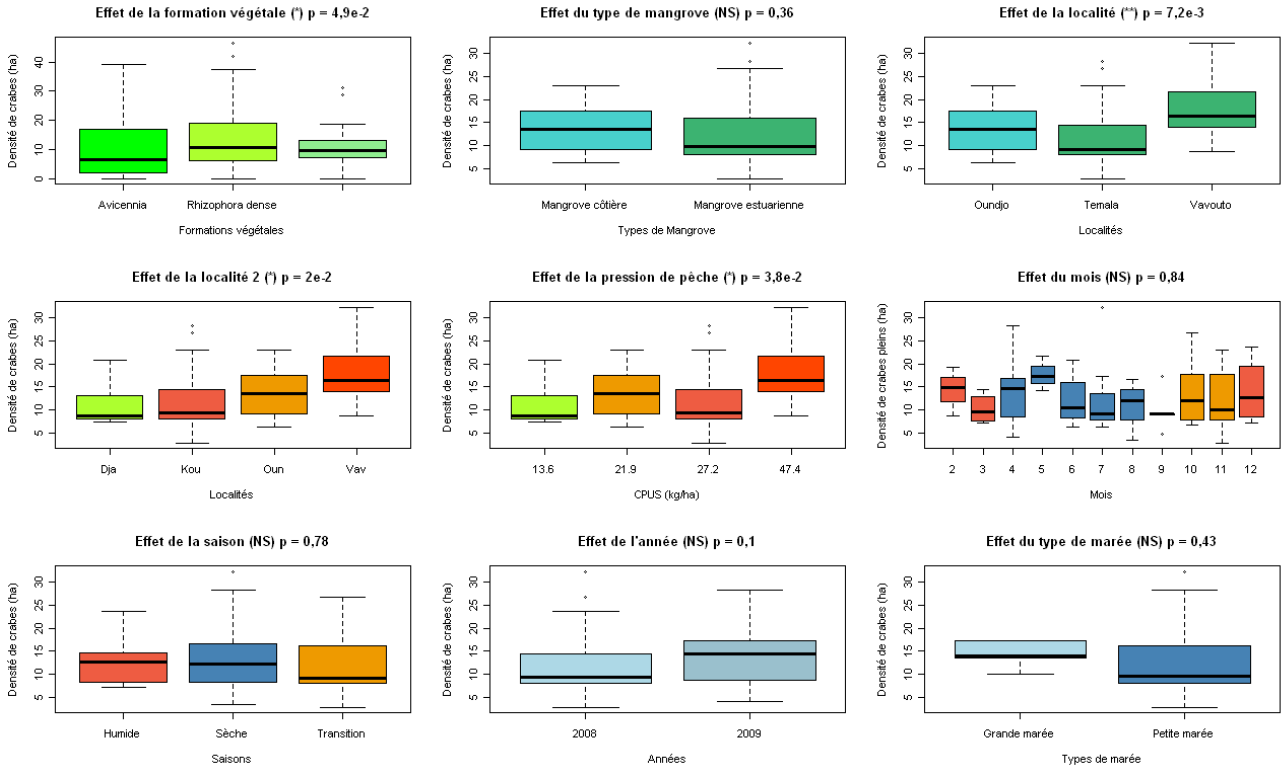
o <u>Abondance de terriers :</u>



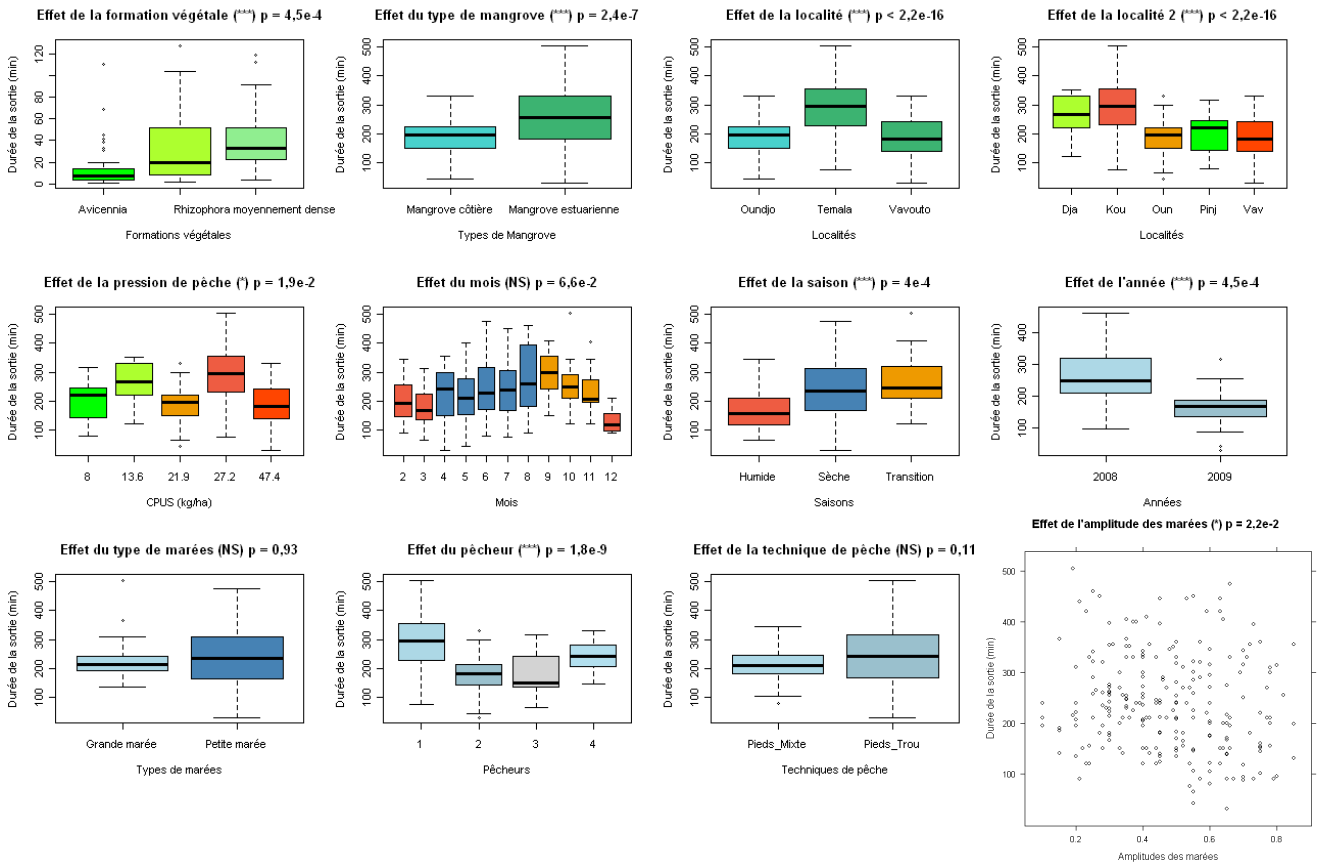
o <u>Abondance de crabes dans les terriers :</u>



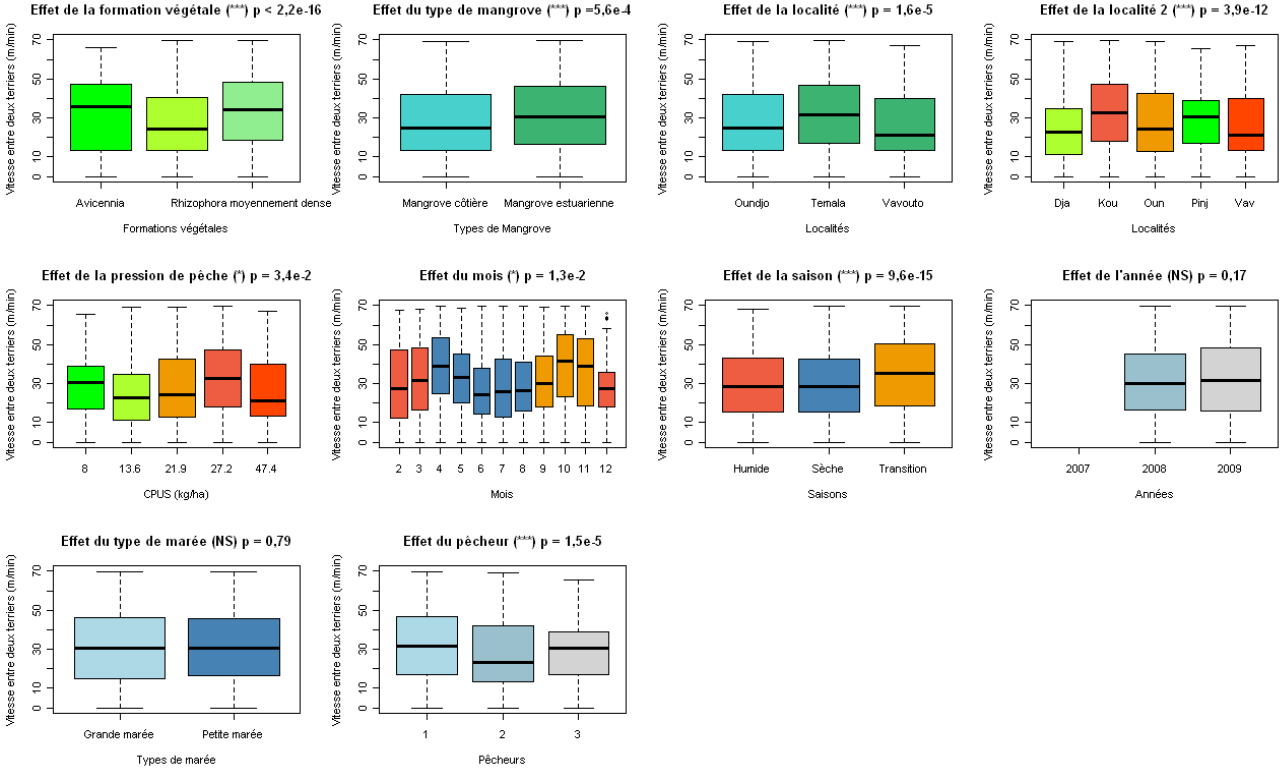
o <u>Densité de crabes :</u>



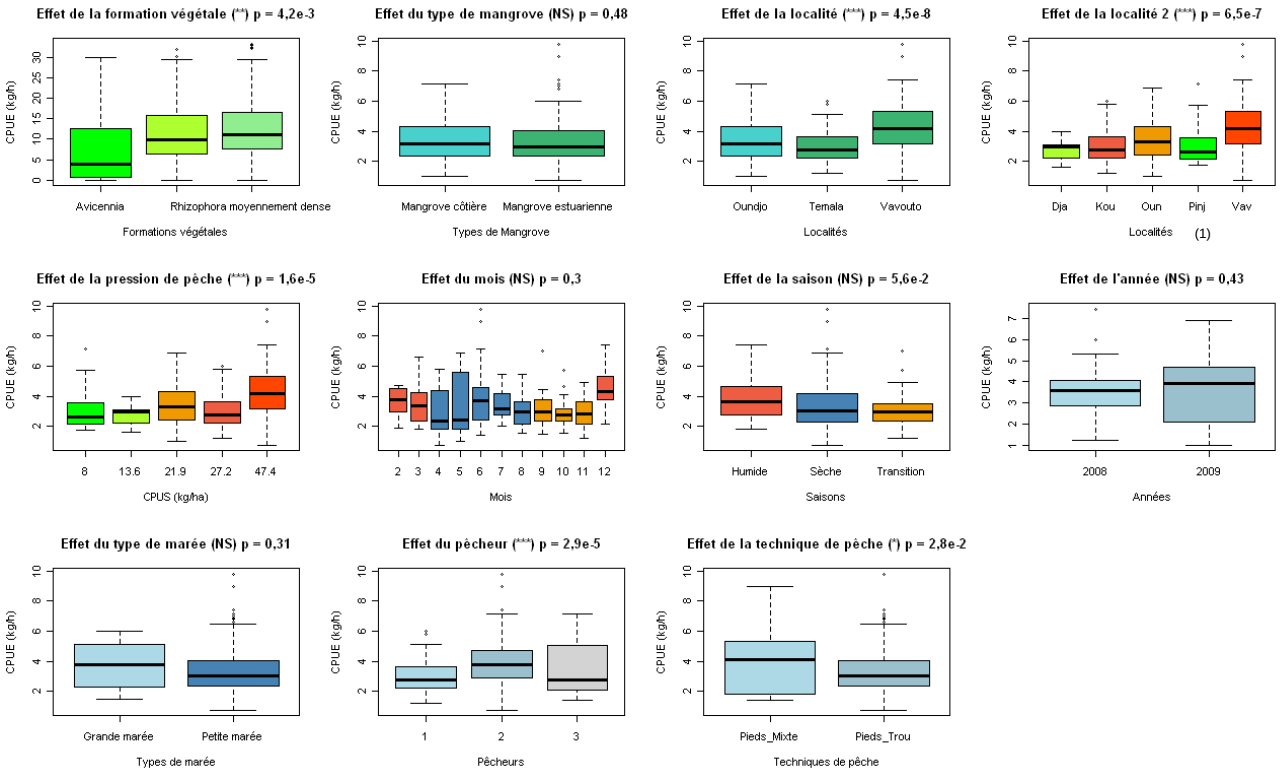
o <u>Durée de la sortie :</u>



o <u>Vitesse entre deux terriers :</u>

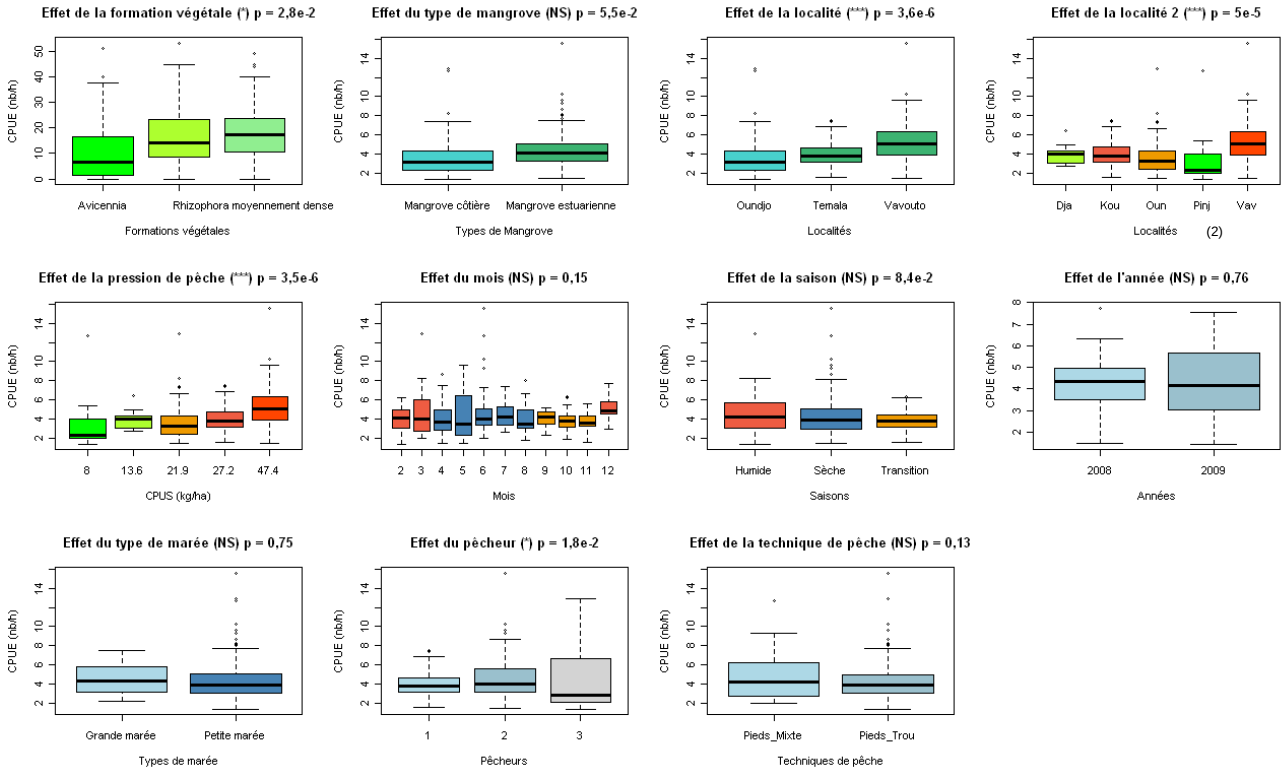


o <u>CPUE (kg/h) :</u>



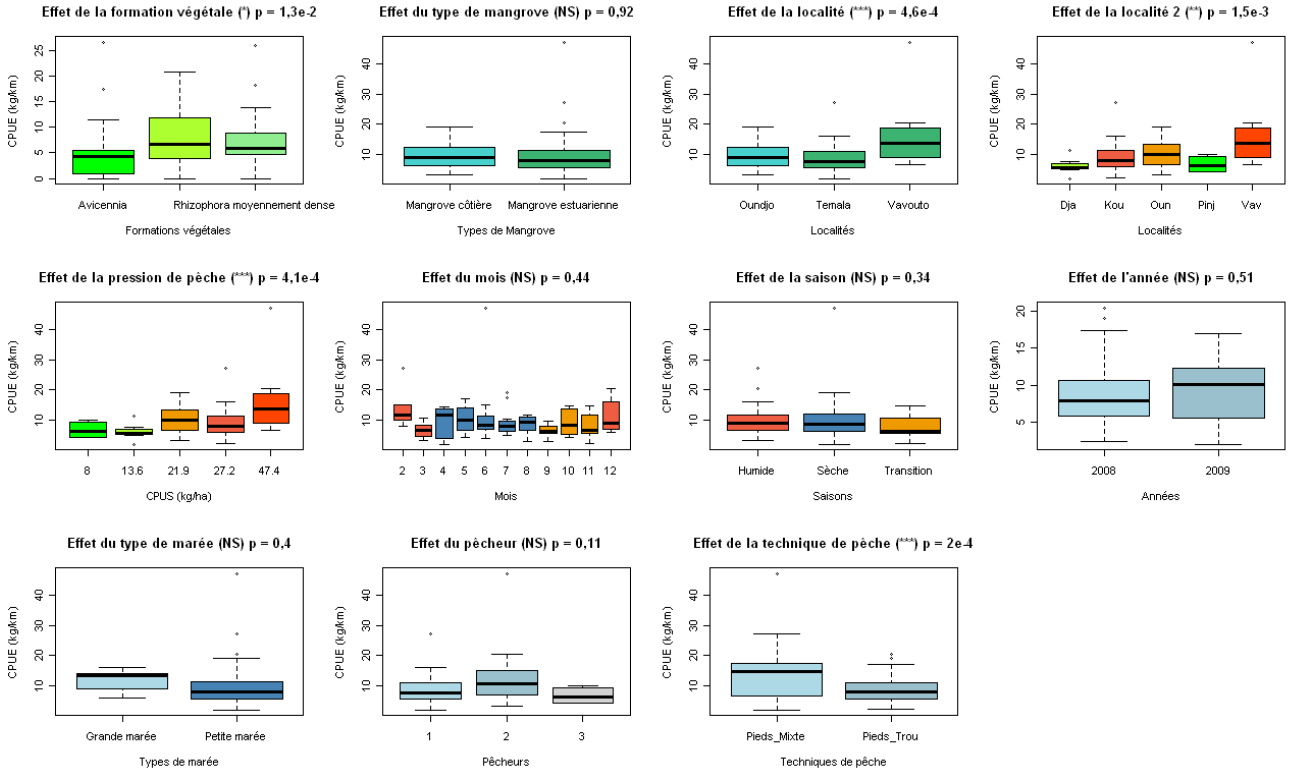
(1) Effet de la localité 2 sans « Vavouto » : (*) p = $2,7.10^{-2}$.

o <u>CPUE (nb/h) :</u>

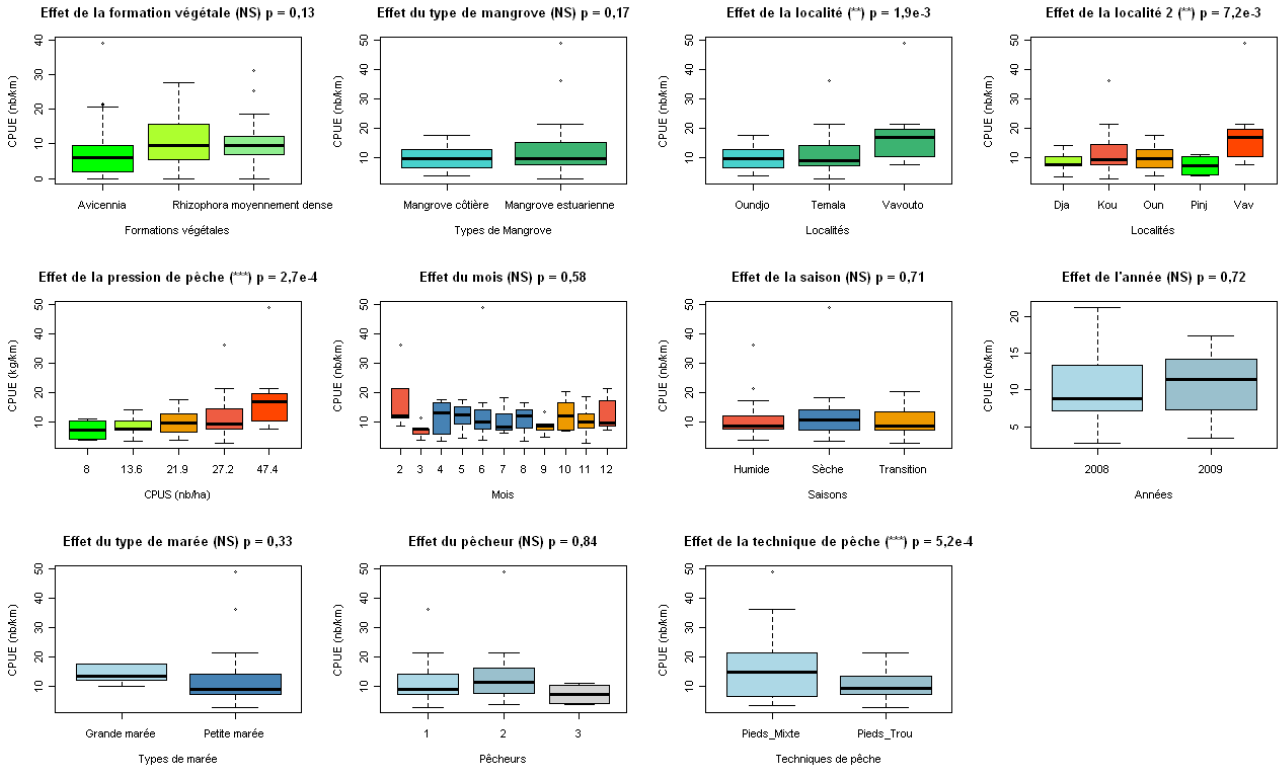


(2) Effet de la localité 2 sans « Vavouto » : (NS) p = 0,95.

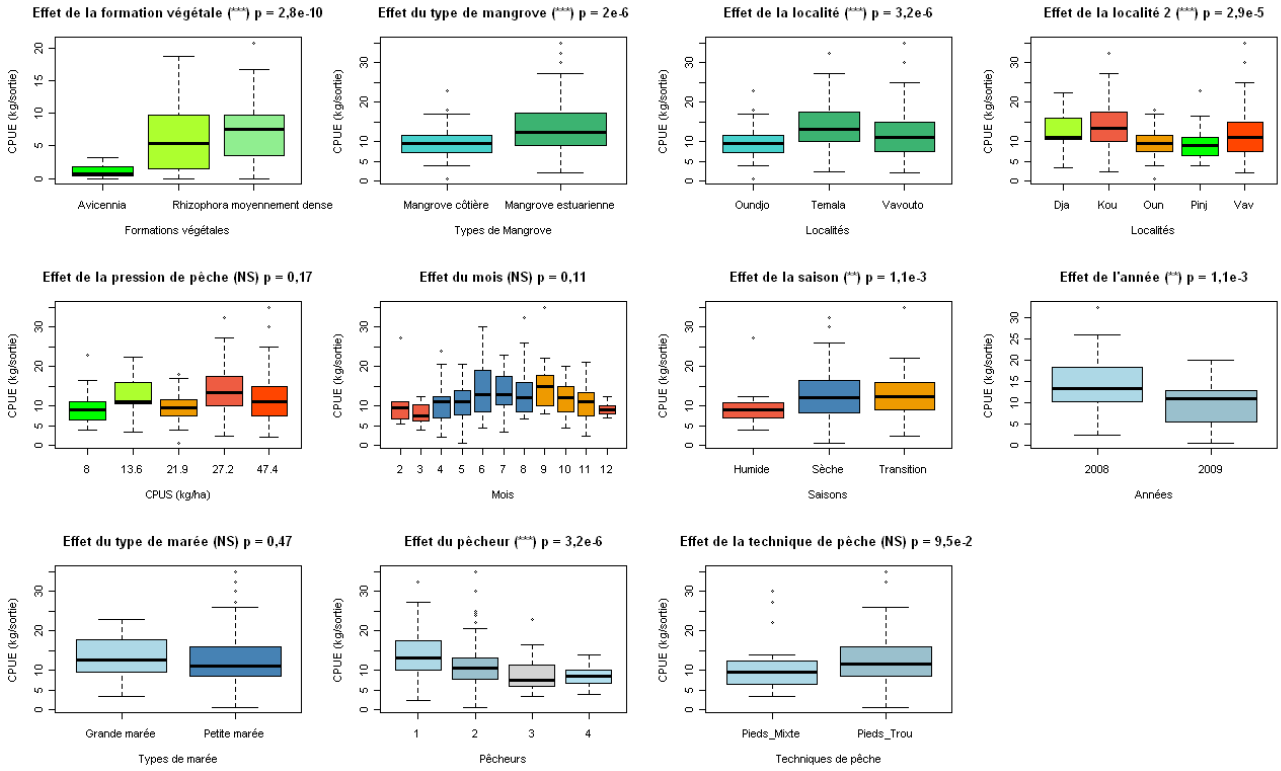
o <u>CPUE (kg/km) :</u>



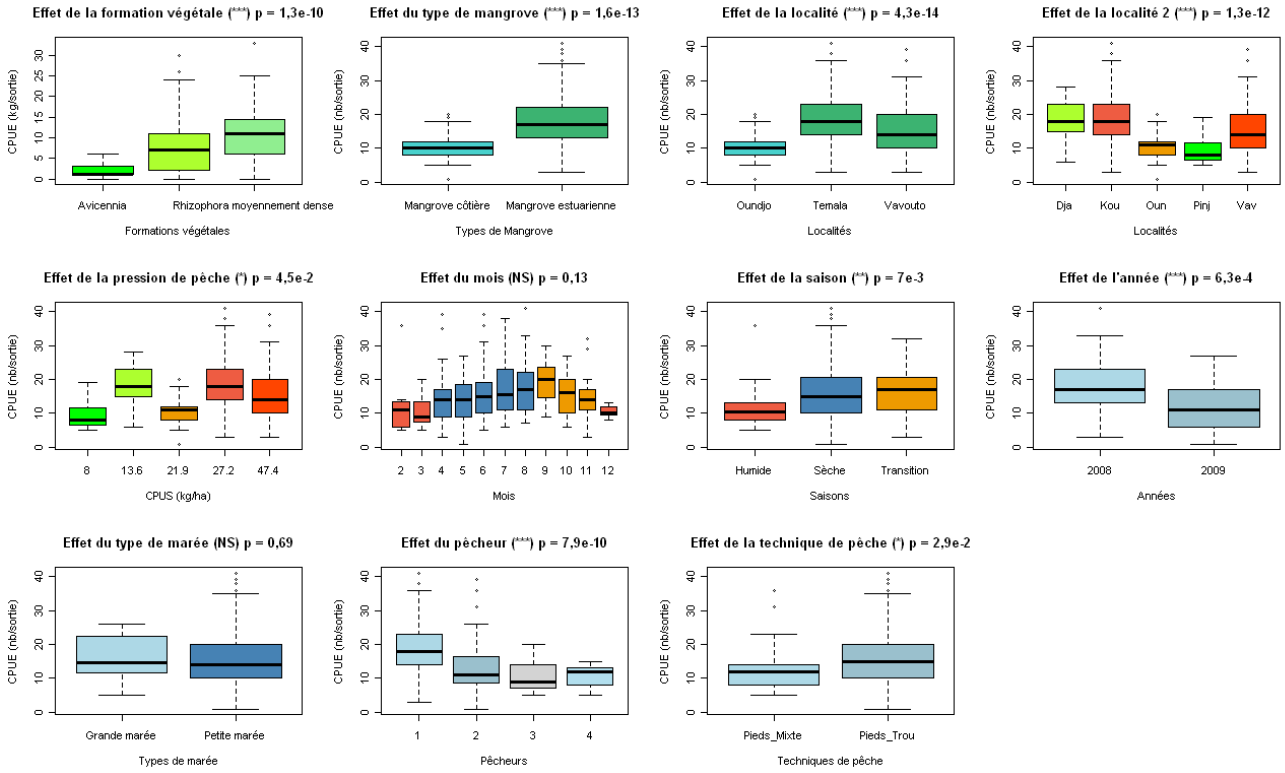
o <u>CPUE (nb/km) :</u>



o <u>CPUE (kg/sortie) :</u>

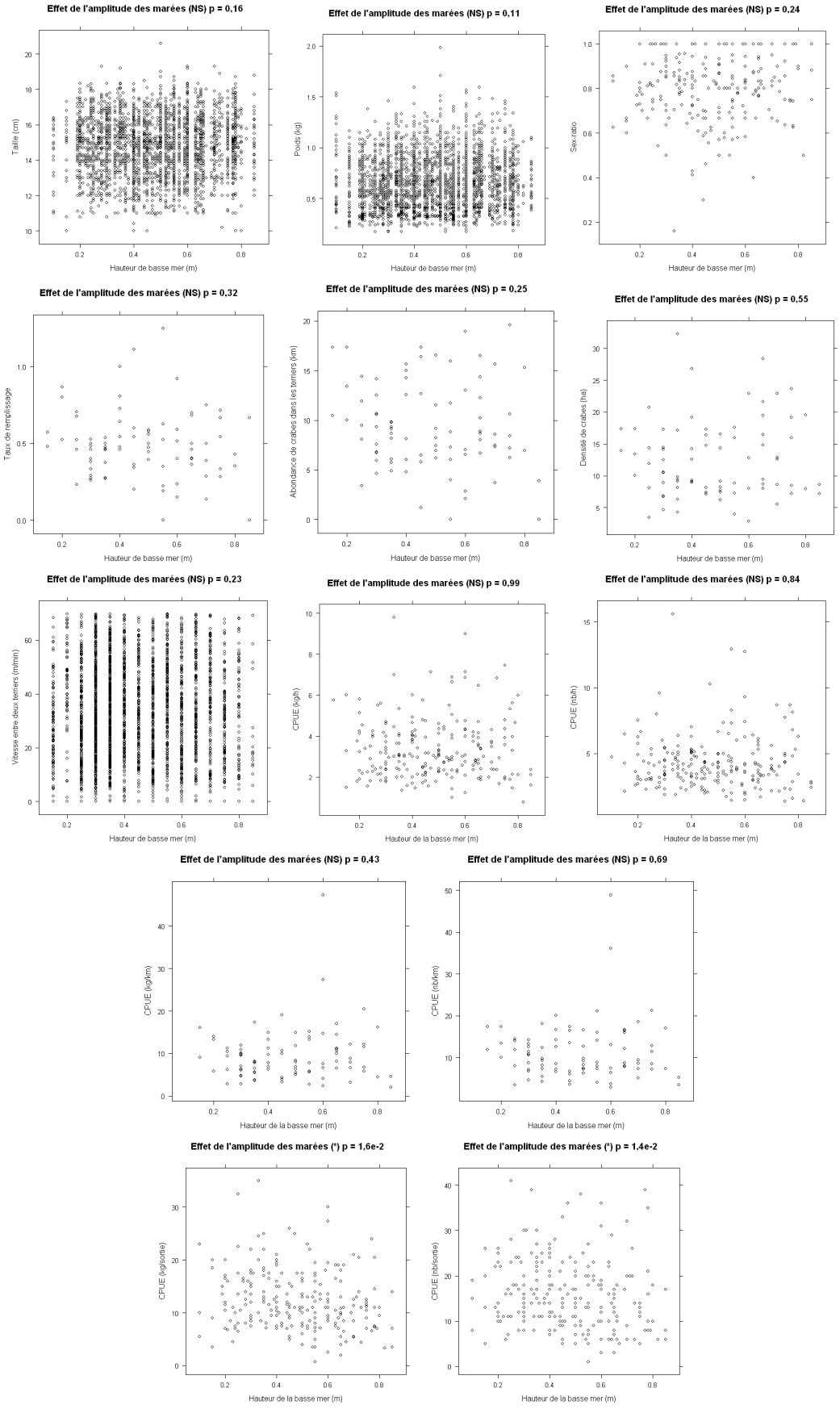


o <u>CPUE (nb/sortie) :</u>



ANNEXE 3

RÉSULTATS DE L'ANALYSE DE LA VARIATION DE L'AMPLITUDE DES MARÉES SUR LES DIFFÉRENTES VARIABLES ET DES TESTS DE SIGNIFICATIVITÉ :



ANNEXE 4

MOYENNES ET ÉCARTS-TYPE DE CHAQUE VARIABLE EN FONCTION DE CHAQUE MODALITÉ DES FACTEURS ÉTUDIÉS :

	Taille (cm)		Poids (kg)		Sex-ratio		Taux de remplissage	
Formations végétales	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Avicennia	14,42	1,43	0,62	0,21	0,92	0,14	0,46	0,15
Rhizophora dense	15,23	1,79	0,76	0,29	0,85	0,16	0,50	0,21
Rhizophora moyennement dense	14,87	1,42	0,68	0,21	0,81	0,22	0,44	0,15
Types de mangrove	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Mangrove côtière	15,60	1,88	0,82	0,31	0,80	0,14	0,54	0,27
Mangrove estuarienne	14,60	1,49	0,65	0,21	0,79	0,18	0,46	0,16
Localités	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Oundjo	15,60	1,88	0,82	0,31	0,80	0,14	0,54	0,27
Temala	14,46	1,51	0,63	0,21	0,82	0,13	0,45	0,15
Vavouto	14,95	1,36	0,69	0,21	0,65	0,23	0,49	0,24
Localités 2	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Djaote Wapoulo	14,43	1,29	0,62	0,18	0,88	0,08	0,50	0,12
Kououne hine a opwen	14,46	1,53	0,63	0,21	0,82	0,14	0,45	0,16
Oundjo	15,55	1,83	0,81	0,30	0,79	0,14	0,58	0,28
Pinjane	15,83	2,12	0,87	0,35	0,86	0,13	0,36	0,13
Vavouto	14,95	1,36	0,69	0,21	0,65	0,23	0,49	0,24
Pression de pêche (kg/ha)	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
7,97	15,83	2,12	0,87	0,35	0,86	0,13	0,36	0,13
13,59	14,43	1,29	0,62	0,18	0,88	0,08	0,50	0,12
21,90	15,55	1,83	0,81	0,30	0,79	0,14	0,58	0,28
27,23	14,46	1,53	0,63	0,21	0,82	0,14	0,45	0,16
47,36	14,95	1,36	0,69	0,21	0,65	0,23	0,49	0,24
Mois	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
1	14,73	1,47	0,66	0,22	0,80	0,00	-	-
2	14,79	1,48	0,67	0,23	0,75	0,22	0,46	0,17
3	14,70	1,76	0,67	0,28	0,79	0,21	0,34	0,15
4	14,59	1,57	0,65	0,23	0,81	0,17	0,48	0,24
5	14,77	1,60	0,68	0,24	0,77	0,18	0,49	0,14
6	14,87	1,60	0,69	0,24	0,81	0,12	0,49	0,23
7	14,70	1,67	0,67	0,25	0,76	0,14	0,50	0,16
8	14,64	1,52	0,65	0,22	0,79	0,15	0,47	0,19
9	14,63	1,59	0,66	0,23	0,77	0,19	0,42	0,09
10	14,82	1,42	0,68	0,21	0,76	0,21	0,51	0,15
11	14,75	1,66	0,67	0,25	0,83	0,16	0,50	0,19
12	14,94	1,53	0,70	0,23	0,92	0,10	0,39	0,10
Saisons	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Humide et chaude	14,77	1,63	0,68	0,25	0,90	0,20	0,39	0,15
Sèche et fraiche	14,72	1,60	0,67	0,24	0,79	0,15	0,49	0,20
Transition	14,74	1,54	0,67	0,23	0,78	0,19	0,46	0,14
Années	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
2007	14,61	1,54	0,65	0,23	0,72	0,20	-	-
2008	14,85	1,56	0,69	0,23	0,83	0,13	0,46	0,15
2009	14,83	1,71	0,69	0,27	0,81	0,17	0,49	0,24
Types de marées	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Grande marée	14,69	1,76	0,67	0,26	0,79	0,12	0,61	0,16
Petite marée	14,74	1,62	0,67	0,24	0,82	0,14	0,46	0,18
Pêcheurs	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
1	14,46	1,51	0,63	0,21	0,82	0,13	-	-
2	15,30	1,48	0,75	0,25	0,69	0,22	-	-
3	15,06	2,16	0,75	0,35	0,86	0,14	-	-
4	14,16	1,59	0,59	0,22	0,78	0,14	-	-
Techniques de pêche	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Pied_Mixte	14,74	1,75	0,68	0,27	0,79	0,14	-	-
Pied_Trou	14,73	1,62	0,67	0,24	0,82	0,14	-	-

	Abondance de terriers (km)		Abondance de crabes dans les terriers (km)		Densité de crabes (nb/ha)		Durée de la sortie (min)	
Formations végétales	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Avicennia	19,10	4,57	8,80	3,09	9,63	10,21	276,96	70,74
Rhizophora dense	19,12	6,59	9,26	4,09	13,35	9,66	237,03	84,72
Rhizophora moyennement dense	20,94	4,74	9,25	3,73	10,59	5,47	251,67	82,83
Types de mangrove	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Mangrove côtière	14,20	6,37	7,19	3,77	13,58	5,27	190,58	59,05
Mangrove estuarienne	20,94	5,00	9,51	3,79	12,12	6,10	278,74	89,90
Localités	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Oundjo	14,20	6,37	7,19	3,77	13,58	5,27	190,58	59,05
Temala	20,57	4,62	9,30	3,55	11,37	5,48	299,84	82,27
Vavouto	25,97	6,88	12,30	5,49	18,34	7,80	194,87	67,13
Localités 2	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Djaote Wapoulo	15,00	3,57	7,64	1,83	11,29	5,36	286,96	59,45
Kououne hine a opwen	21,21	4,29	9,49	3,64	11,38	5,55	301,22	84,24
Oundjo	13,65	5,72	7,58	3,91	13,58	5,27	185,43	52,25
Pinjane	-	-	-	-	-	-	213,29	78,94
Vavouto	25,97	6,88	12,30	5,49	18,34	7,80	194,87	67,13
Pression de pêche (kg/ha)	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
7,97	16,29	8,10	5,69	2,72	-	-	213,29	78,94
13,59	15,00	3,57	7,64	1,83	11,29	5,36	286,96	59,45
21,90	13,65	5,72	7,58	3,91	13,58	5,27	185,43	52,25
27,23	21,21	4,29	9,49	3,64	11,38	5,55	301,22	84,24
47,36	25,97	6,88	12,30	5,49	18,34	7,80	194,87	67,13
Mois	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	9,63	2,87	14,22	5,33	222,34	94,87
3	-	-	5,25	2,59	10,27	3,07	190,43	80,97
4	-	-	9,93	4,83	14,08	7,44	239,87	76,30
5	-	-	11,35	4,34	17,59	3,09	227,16	84,07
6	-	-	8,93	3,57	12,38	5,15	274,38	90,43
7	-	-	9,07	2,71	11,87	7,22	265,27	79,64
8	-	-	9,55	4,27	10,92	4,88	325,71	103,89
9	-	-	7,76	1,92	9,50	3,28	310,10	63,46
10	-	-	10,80	4,30	13,60	7,21	263,48	70,27
11	-	-	9,91	3,93	12,39	7,77	251,84	78,48
12	-	-	10,79	4,72	14,29	7,14	135,67	33,26
Saisons	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Humide et chaude	-	-	8,38	4,25	12,40	5,19	183,94	82,26
Sèche et fraiche	-	-	9,48	3,88	12,81	6,13	271,77	94,51
Transition	-	-	9,18	3,57	11,71	6,21	280,31	73,87
Années	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
2007	-	-	-	-	-	-	279,71	100,21
2008	-	-	9,15	3,46	11,76	6,01	281,36	78,76
2009	-	-	9,48	4,85	13,94	5,60	205,41	75,54
Types de marées	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Grande marée	22,80	4,97	13,61	3,27	14,41	3,07	260,00	94,72
Petite marée	19,98	5,61	8,97	3,73	12,28	6,07	265,60	91,36
Pêcheurs	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
1	-	-	-	-	-	-	299,84	82,27
2	-	-	-	-	-	-	187,92	59,28
3	-	-	-	-	-	-	185,27	80,03
4	-	-	-	-	-	-	244,69	45,86
Techniques de pêche	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Pied_Mixte	-	-	-	-	-	-	223,58	65,35
Pied_Trou	-	-	-	-	-	-	269,12	92,70

	Vitesse entre deux terriers (m/min)		CPUE (kg/h)		CPUE (nb/h)		CPUE (kg/sortie)	
Formations végétales	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Avicennia	31,70	18,80	3,30	0,82	4,40	0,96	20,38	7,01
Rhizophora dense	27,09	18,55	3,61	1,41	4,33	1,92	16,58	8,09
Rhizophora moyennement dense	33,54	18,74	3,84	1,49	4,93	2,08	20,81	8,86
Types de mangrove	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Mangrove côtière	27,74	18,67	3,56	1,53	3,96	2,35	11,13	3,65
Mangrove estuarienne	31,33	18,91	3,49	1,40	4,59	1,82	19,72	8,72
Localités	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Oundjo	27,74	18,67	3,56	1,53	3,96	2,35	11,13	3,65
Temala	31,64	18,93	3,17	0,94	4,20	1,13	19,19	7,94
Vavouto	27,10	18,20	4,77	2,04	6,14	2,91	21,62	10,83
Localités 2	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Djaote Wapoulo	24,96	17,46	3,08	0,68	4,36	1,00	19,80	6,70
Kououne hine a opwen	32,39	18,95	3,18	0,97	4,19	1,14	19,13	8,05
Oundjo	27,61	19,20	3,60	1,46	3,99	2,06	11,23	3,42
Pinjane	28,25	16,61	3,35	1,82	3,85	3,36	10,70	4,52
Vavouto	27,10	18,20	4,77	2,04	6,14	2,91	21,62	10,83
Pression de pêche (kg/ha)	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
7,97	28,25	16,61	3,35	1,82	3,85	3,36	10,70	4,52
13,59	24,96	17,46	3,08	0,68	4,36	1,00	19,80	6,70
21,90	27,61	19,20	3,60	1,46	3,99	2,06	11,23	3,42
27,23	32,39	18,95	3,18	0,97	4,19	1,14	19,13	8,05
47,36	27,10	18,20	4,77	2,04	6,14	2,91	21,62	10,83
Mois	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
1	-	-	-	-	-	-	-	0,00
2	28,88	19,62	3,85	1,06	4,71	1,42	21,88	12,50
3	31,82	18,98	3,21	1,31	4,41	2,64	16,73	13,45
4	37,05	21,05	3,41	1,45	4,76	2,00	19,70	10,63
5	31,84	17,83	3,87	1,87	4,94	2,39	17,51	7,21
6	26,97	17,40	4,05	2,15	5,07	3,23	19,88	8,42
7	28,29	19,05	3,60	0,87	4,51	1,19	18,87	7,65
8	28,38	16,69	3,21	0,91	4,17	1,29	20,86	9,46
9	31,35	17,85	3,19	1,06	4,11	0,77	19,86	6,56
10	37,61	21,34	3,07	0,84	4,04	1,01	16,45	5,65
11	36,05	20,70	3,18	0,98	4,08	1,13	16,52	8,13
12	27,92	14,38	4,59	1,48	5,21	1,29	11,22	1,62
Saisons	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Humide et chaude	29,66	17,89	3,77	1,42	4,72	2,05	17,07	12,16
Sèche et fraiche	29,30	18,41	3,65	1,59	4,69	2,25	19,40	8,77
Transition	34,33	19,82	3,14	0,96	4,08	0,95	17,81	6,78
Années	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
2007	-	-	3,34	1,65	4,57	2,47	18,55	8,56
2008	30,72	18,70	3,48	0,90	4,33	0,94	18,97	7,85
2009	31,45	19,55	3,82	1,81	4,72	2,35	18,11	10,71
Types de marées	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Grande marée	30,57	20,06	3,93	1,45	4,81	1,54	19,78	6,12
Petite marée	30,92	18,85	3,47	1,41	4,47	1,95	18,91	8,00
Pêcheurs	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
1	31,64	18,93	3,17	0,94	4,20	1,13	19,19	7,94
2	27,41	18,80	4,49	1,87	5,37	2,75	18,79	10,63
3	28,25	16,61	3,79	1,97	5,07	3,79	11,83	4,79
4	-	-	2,31	0,56	2,92	0,79	11,68	2,78
Techniques de pêche	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Pied_Mixte	-	-	3,90	2,05	4,65	2,53	16,61	8,97
Pied_Trou	-	-	3,47	1,34	4,48	1,86	19,18	7,75

	CPUE (nb/sortie)		CPUE (kg/km)		CPUE (nb/km)	
Formations végétales	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Avicennia	15,28	5,48	8,08	5,41	10,82	7,11
Rhizophora dense	13,76	6,10	10,39	7,22	12,33	8,03
Rhizophora moyennement dense	15,48	6,26	8,17	4,57	10,10	4,97
Types de mangrove	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Mangrove côtière	10,46	3,67	9,66	4,30	9,49	3,94
Mangrove estuarienne	14,53	6,37	8,96	6,07	11,22	6,78
Localités	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Oundjo	10,46	3,67	9,66	4,30	9,49	3,94
Temala	14,37	6,14	8,21	4,19	10,54	5,34
Vavouto	15,12	7,10	19,21	13,78	20,44	13,91
Localités 2	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Djaote Wapoulo	14,08	5,06	6,75	2,26	9,33	2,89
Kououne hine a opwen	14,40	6,23	8,38	4,32	10,68	5,53
Oundjo	10,39	3,13	10,49	4,26	10,20	3,79
Pinjane	10,79	5,47	6,53	2,75	6,79	3,30
Vavouto	15,12	7,10	19,21	13,78	20,44	13,91
Pression de pêche (kg/ha)	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
7,97	10,79	5,47	6,53	2,75	6,79	3,30
13,59	14,08	5,06	6,75	2,26	9,33	2,89
21,90	10,39	3,13	10,49	4,26	10,20	3,79
27,23	14,40	6,23	8,38	4,32	10,68	5,53
47,36	15,12	7,10	19,21	13,78	20,44	13,91
Mois	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
1	7,00	0,00	-	-	-	-
2	15,12	8,08	16,96	7,96	21,70	11,31
3	11,04	6,34	6,28	2,33	7,27	1,97
4	13,30	6,17	9,25	4,81	11,49	5,03
5	12,91	5,07	11,37	4,08	13,27	3,44
6	16,12	6,51	10,30	9,94	11,75	10,03
7	14,69	5,29	8,61	3,59	10,00	3,54
8	16,05	7,46	7,69	3,22	9,69	4,38
9	15,09	6,50	6,50	1,96	8,54	2,33
10	12,35	4,41	8,95	4,18	11,69	5,18
11	12,28	5,42	8,69	3,71	11,13	4,75
12	9,69	1,49	10,41	5,56	11,57	5,32
Saisons	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Humide et chaude	11,97	6,65	10,90	7,12	13,11	9,27
Sèche et fraiche	14,74	6,33	9,30	6,47	11,00	6,63
Transition	13,41	5,67	7,75	3,41	10,09	4,24
Années	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
2007	13,13	5,83	-	-	-	-
2008	14,97	6,24	8,05	3,53	9,94	4,00
2009	13,53	6,68	11,98	9,45	14,18	10,39
Types de marées	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Grande marée	15,84	4,83	11,68	3,30	14,12	2,81
Petite marée	14,59	5,96	8,88	5,98	10,82	6,64
Pêcheurs	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
1	14,37	6,14	8,21	4,19	10,54	5,34
2	14,07	6,57	13,90	10,16	14,21	10,45
3	10,19	4,89	6,53	2,75	6,79	3,30
4	9,34	2,62	-	-	-	-
Techniques de pêche	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**	**Moyenne**	**Ecart-type**
Pied_Mixte	14,07	7,78	19,64	12,79	22,36	14,23
Pied_Trou	14,73	5,69	8,11	3,54	10,01	4,01

.

AGRO CAMPUS OUEST	**Pôle Halieutique** **Spécialisation** : Halieutique **Dominante** : Ressources et Ecosystèmes Aquatiques **Enseignants responsables** : Guy Fontenelle, Etienne Rivot	Cadre réservé à la bibliothèque centrale

Auteur : Lou Frotté	**Organisme d'accueil** : IRD – Centre de Nouméa **Adresse** : 101 Promenade Roger Laroque - Anse Vata BP A5 - 98848 NOUMEA Cedex NOUVELLE-CALEDONIE
Nombre de pages : 30 **Annexes** : 14	
Année de soutenance : 2009	**Maîtres de stage** : Marc Léopold, Pascal Dumas

Titre : Utilisation des CPUE pour suivre l'abondance du crabe de palétuvier en Nouvelle-Calédonie.

Résumé : La pêche au crabe de palétuvier (*Scylla serrata*) est une activité artisanale en Nouvelle-Calédonie au fort caractère vivrier et traditionnel, qui a évolué vers un type commercial depuis une dizaine d'années. L'étude réalisée se propose de mettre en place une méthode de suivi de l'évolution de la ressource en crabes de palétuvier par l'utilisation des captures par unité d'effort (CPUE) en Province nord. Il s'agit d'évaluer dans quelle mesure les CPUE constituent un indice d'abondance pertinent de la ressource à partir de l'étude des fiches de pêche récoltées auprès de plusieurs pêcheurs et d'un suivi par GPS de leur activité entre 2007 et 2009. Les différents facteurs spatiaux, temporels et halieutiques influençant les CPUE ont été déterminé ainsi que leurs effets, à l'aide d'analyses univariées et de Modèles Linéaires Généralisés s'appuyant sur un système d'information géographique. Les relations entre l'abondance de la ressource et les rendements ont été modélisées à l'aide de régressions non linéaires. Les résultats ont montré une grande variabilité spatiale de la taille, du sex-ratio, de l'abondance de la ressource et des rendements, ainsi qu'un fort lien pêcheur – site de pêche. La pression de pêche n'est pas actuellement un facteur structurant de la population de crabes. La modélisation de l'indice d'abondance à partir des CPUE a par ailleurs été calibrée par zone de pêche. Une saturation des prises par unité d'effort est observée au-dessus d'une certaine abondance des crabes, à un niveau variable selon les sites. Ces résultats montrent que les pêcheurs ont un accès inégal à la ressource, tant au niveau de la disponibilité en crabes que de la taille des individus accessibles. Des recommandations pour le suivi de l'évolution de l'abondance de crabes de palétuvier sur certains sites à partir des CPUE ont été proposées au Service des pêches de la Province nord, afin de mettre en place une gestion participative de l'exploitation.

Abstract : The mud crab (*Scylla serrata*) fishing is an artisanal activity in New Caledonia with high subsistence and traditional nature, which evolved toward a commercial fishery since a decade. This study suggest to put in place the mud crab resource monitoring by use Catch Per Unit Effort (CPUE) in north Province. It is a matter of assessing in which extent CPUE are a relevant abundance index of the resource, from the study of logbooks filled in by several fishers and a GPS monitoring of their activity between 2007 and 2009. Different spatial, temporal and halieutic influential factors of CPUE were determined as well as theirs effects, using univariate analysis and Generalized Linear Models relying on geographic information system. Links between the resource abundance and yield were modelized by non linear regressions. Results showed a high spatial variability of the length, sex-ratio, resource abundance and yields, as well as a strong link fisher – fishing sites. Currently, fishing pressure is not an anchor factor of the crab population. In addition, the abundance index modelling from CPUE was calibrated by fishing zones. A saturation of catches per unit effort is noticed overhead a certain level of crab abundance, with different level according to sites. These results show fishermen are an unequal access to the resource, much as crab availability level as available crab size. Recommendations for the mud crab abundance evolution monitoring on some sites from CPUE were suggested to the Fishing service of the north Province, in order to put in place a participative management of the exploitation.

Mots-clés : CPUE, indice d'abondance, crabe de palétuvier, *Scylla serrata*, ressource, suivi participatif, Nouvelle-Calédonie
Key-words : CPUE, abundance index, mud crab, *Scylla serrata*, resource, participative monitoring, New Caledonia

Diffusion :
☒ Non limitée
☐ Limitée (préciser au verso)

Je soussigné Marc Léopold, propriétaire des droits de reproduction du résumé du présent document, autorise toutes les sources bibliographiques à signaler et publier ce résumé.

Date : 03/09/2009 Signature :