

Principales zones de frai des poissons récifaux en Province Nord (Nouvelle-Calédonie)

Phases 2 et 3 : Observations sur sites, caractérisation des frayères et recommandations



Matthieu Juncker

Mars 2008

Cette étude a été financée par le programme ZoNéCo, lettre de commande du 6 novembre 2007, Réf Do7AR988 à Matthieu Juncker pour Ibulu, consultant en écologie marine.

Ce rapport doit être cité comme suit :

Juncker M (2008) Principales zones de frai des poissons récifaux en Province Nord (Nouvelle-Calédonie). Phases 2 et 3 : observations sur sites, caractérisation des frayères et recommandations. Rapport du programme ZoNéCo, Nouméa, 96 pages

Sauf mention contraire, les crédits photographiques appartiennent à M. Juncker ©

AVERTISSEMENT

Les informations contenues dans ce rapport ne sont pas publiques. Les études menées sur les frayères des récifs de la Province Nord ont été possibles grâce aux usagers de la mer qui ont accepté de livrer leurs connaissances, sous couvert de confidentialité, (Phases 1, 2 et 3) et ce afin que le programme ZoNéCo et le service de l'Aquaculture et des Pêches de la Province Nord les aident à mieux gérer leurs ressources et leur patrimoine. La diffusion de ces informations est donc limitée aux collectivités partenaires du programme. Seule la Province Nord est habilitée à donner son accord pour une diffusion plus large des résultats.

REMERCIEMENTS

Après avoir passé des semaines sous l'eau, nous voici encore bien démunis pour comprendre pourquoi les poissons choisissent un lieu de rendez-vous plutôt qu'un autre. Les frayères demeurent des lieux insolites et fabuleux... Certes, nous avons trouvé des points communs entre les frayères. Mais de là à prédire, sans le connaître, qu'un site peut accueillir une frayère... il y a tout un monde. Celui des poissons ! C'est donc tout d'abord à eux que j'adresse mes remerciements. Au moment crucial où ils engendraient la vie, les poissons ont laissé glisser le voile de leurs secrets, nous permettant d'entrevoir quelques aspects de leur écologie.

La description d'une frayère ressemble à un conte. L'auditoire se projette sous l'eau, dans une faille ou sur un haut-fond, transporté par des myriades de poissons plus curieux les uns que les autres. Dans la bouche des usagers de la mer ou dans l'esprit fécond de l'enquêteur les poissons apparaissent parfois démesurément grands, souvent indénombrables. Les usagers de la mer sont chaleureusement remerciés pour nous voir permis de découvrir, entre mythe et réalité, ces lieux.

Enfin, un tel travail n'aurait pu être réalisé sans une équipe pluridisciplinaire, attentive et passionnée. Tout au long de ces phases de terrain, réalisées parfois dans des conditions de mer difficile, l'équipe a su faire preuve de solidarité et de professionnalisme. Je lui en suis infiniment reconnaissant.

Espérons que dans un avenir lointain, notre « progéniture » s'émerveillera à son tour devant la beauté d'un récif peuplé de centaines de poissons en déroute, en balade ou simplement... réunis pour frayer.

TABLE DES MATIERES

AVERTISSEMENT.....	2
REMERCIEMENTS.....	2
1- CONTEXTE DE L'ETUDE	4
1.1. Cadre général.....	4
1.2. Objectifs	4
2 – MATERIEL ET METHODES	6
2.1. Phase 1 : Collecte des informations disponibles	6
2.2. Phase 2 : Délimitation des zones de frai.....	7
2.3. Phase 3 : Comptage des poissons, description de l'environnement et de l'habitat.....	9
2.3.1. Comptage des poissons	9
2.3.2. Description de l'environnement et de l'habitat.....	12
3 - ORGANISATION DE LA MISSION	13
4 - RESULTATS	14
4.1. Résultats globaux	14
4.1.1. Géomorphologie des sites	15
4.1.2. Habitat.....	16
4.1.3. Richesse spécifique	20
4.1.4. Caractéristiques quantitatives des poissons	22
4.2. Résultats détaillés	24
4.2.1. Caractérisation des frayères	24
Poindimié.....	26
Hienghène	30
Amos.....	34
Fausse passe.....	38
Baaba	42
Yandé.....	44
Voh	50

Koné	54
Népoui.....	58
Poya.....	62
4.2.2. Variations temporelles des rassemblements de frai	66
4.2.2.1. Variations mensuelles	66
4.2.2.2. Variations nyctémérales	70
5. DISCUSSION.....	71
5.1. Limites de l'étude	71
5.2. Bénéfices de l'étude.....	71
5.2.1. Validation d'une étude scindée en deux phases	71
5.2.2. Acquisition d'informations biologiques, écologiques et environnementales sur 10 sites.....	72
5.3. Exploitation et gestion des rassemblements de frai	74
5.3.1 Conséquences de l'exploitation des rassemblements de frai	74
5.3.2. Bénéfices des mesures de conservation	74
5.3.2.1 Bénéfices écologiques.....	74
5.3.2.2. Bénéfices économiques.....	75
5.4. Recommandations	75
5.4.1. Trois constats globaux.....	75
5.4.2. Les mesures de gestion possibles	76
5.4.3. Recommandations pour la gestion des rassemblements de frai en province Nord.....	77
5.4.3.1. Prolongement de l'étude des zones de frai.....	77
5.4.3.2. Difficultés de la mise en œuvre d'une réglementation	78
5.4.3.3. Poursuites de l'étude et de nouveaux axes de recherche scientifique	79
BIBLIOGRAPHIE.....	81
ANNEXES	84
Liste et rôles des participants	84
Chronologie des missions.....	85
Description et usage de la base de données sous AcGis 9.	87
RESUME.....	96

1- CONTEXTE DE L'ETUDE

1.1. Cadre général

De nombreux poissons récifaux forment de larges rassemblements au moment du frai. Ces comportements grégaires au moment de la reproduction permettraient de :

- diminuer la prédation de leurs œufs en saturant les prédateurs,
- favoriser les échanges génétiques,
- augmenter le succès de la fertilisation des œufs (Domeier et Colin, 1997 ; Bolden 2000, Sala *et al.*, 2001).

Ces rassemblements de frai ou agrégation de ponte, généralement très prédictibles dans le temps et dans l'espace sont souvent ciblés par les pêcheurs. Assistés par des outils performants de navigation, ces rassemblements peuvent être intensivement exploités (Sadovy et Vincent, 2002 ; Burton *et al.*, 2005) et disparaître en quelques années. La disparition de ces frayères engendre rapidement le déclin de la population de l'espèce concernée.

La "Society for the Conservation of Reef Fish Aggregations" (SCRFA) encourage les gestionnaires des pêcheries récifales à protéger et gérer en priorité les zones de rassemblement de frai pour « assurer le maintien d'un écosystème en bon état de santé en même temps que le bien-être des communautés côtières qui dépendent de cette ressource comme moyen de subsistance ». En Nouvelle-Calédonie, les recommandations du SCRFA ont trouvé récemment leur aboutissement dans l'initiative de la province Nord relayée par le programme ZoNéCo qui ont lancé début 2007 une collecte du savoir écologique sur les zones de frai des poissons

récifaux dans cette province. Les enquêtes ont permis d'identifier 367 zones de rassemblement potentiel de frai qui accueilleraient 87 espèces de poissons récifaux en province Nord (Figure 1).

Dans le cadre de la révision de la réglementation des pêches et de la proposition d'inscription d'une partie des récifs néo-calédoniens au patrimoine mondial de l'humanité (dossier UNESCO), différentes mesures peuvent être déployées par les gestionnaires qui souhaitent protéger des rassemblements de frai (ou agrégations de pontes). Ces mesures, pour être efficaces, doivent impérativement s'appuyer sur une connaissance approfondie des zones de frai, tant d'un point de vue spatio-temporel (leur typologie et le calendrier d'occupation) que du point de vue biologique (l'état physiologique, les structures de socialité, les comportements).

1.2. Objectifs

Faisant suite aux travaux de Juncker et Granger (2007), les objectifs de ce projet, basé sur des observations *in situ*, sont de :

- Comparer avec les enquêtes de savoir (surface des zones et espèces listées) ;
- décrire ces frayères en terme d'habitat, d'abondance, de densité et de biomasse des poissons ;
- estimer mes variations spatiales et temporelles des rassemblements de frai ;
- proposer des recommandations dans le processus de la mise en place de mesures de conservation.

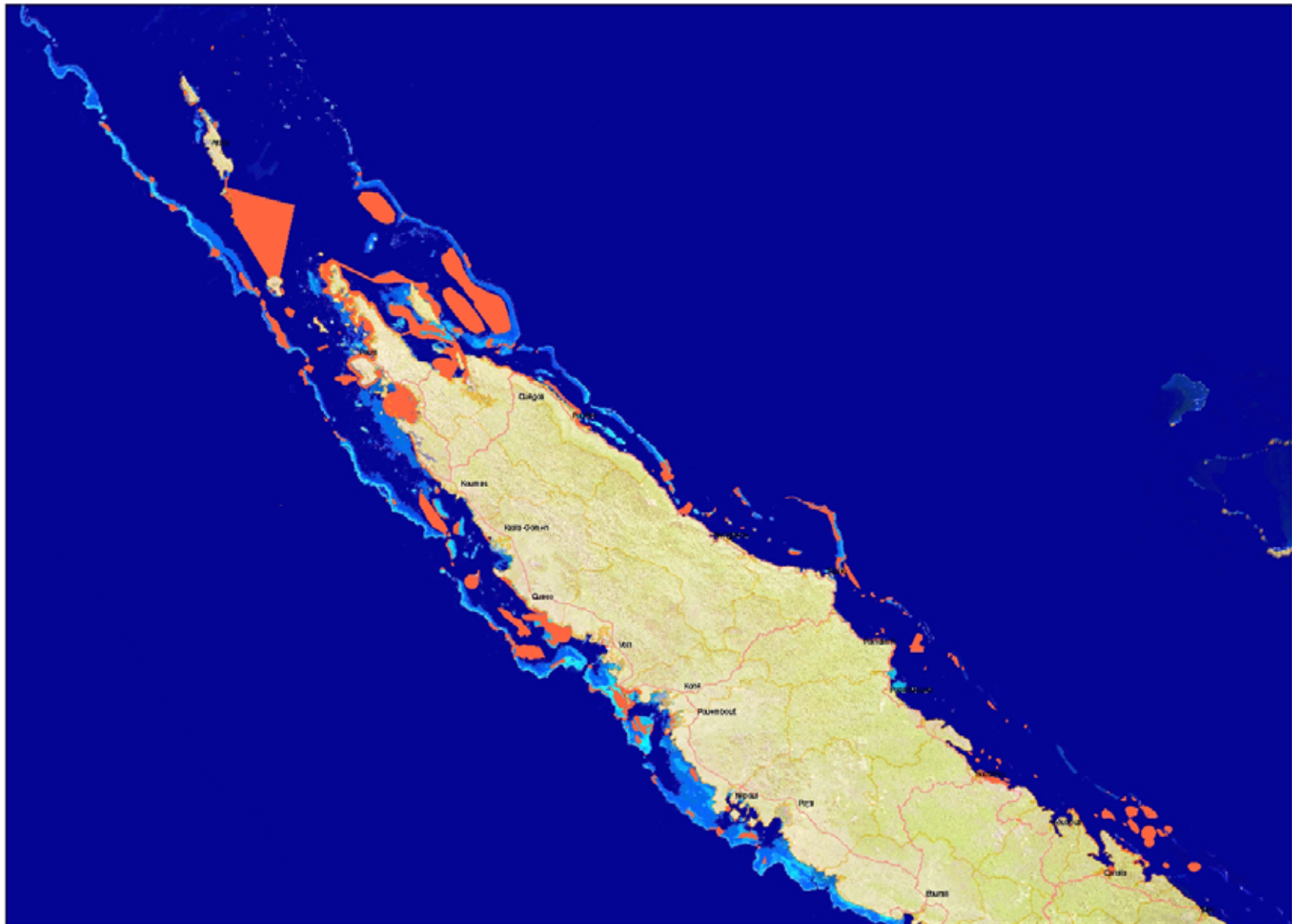


Figure 1 .Inventaire des principales zones de frai (rouge) des poissons récifaux en province Nord à partir des enquêtes de savoir (Phase 1, Juncker et Granger ; 2007)).

2 – MATERIEL ET METHODES

La méthode employée pour décrire les zones de frai se décompose en trois phases :

- La phase 1 a pour objectif de collecter l'ensemble des informations disponibles sur les sites à échantillonner (cf § 2.1.) ;
- La phase 2 est une phase d'exploration. L'objectif est de délimiter géographiquement la zone de frai dans un premier temps et de faire une analyse du contexte environnemental permettant de réaliser la phase suivante dans des conditions optimales d'efficacité et de sécurité (cf § 2.2.) ;
- La phase 3 s'attache à évaluer l'abondance, la densité et la biomasse des poissons sur leur zone de frai, à décrire l'habitat et la couverture benthique (cf § 2.3.).

2.1. Phase 1 : Collecte des informations disponibles

La cartographie de la zone de rassemblement est le point de départ de la description d'une frayère. Préalablement aux missions de terrain, les informations bathymétriques (cartes marines du

SHOM) et topographiques (photographies satellites, Landsat) ont été recueillies à la DTSI.

Ces premières informations ont permis d'élaborer, pour chaque zone retenue, une carte. La superficie, la géomorphologie globale et le type d'habitat de la zone de frai ont pu être estimés. Les cartes quadrillées avec leurs longitudes et latitudes pour aider à localiser précisément les frayères avec un GPS ont été imprimées au format A3 et plastifiées pour être utilisées en mer.

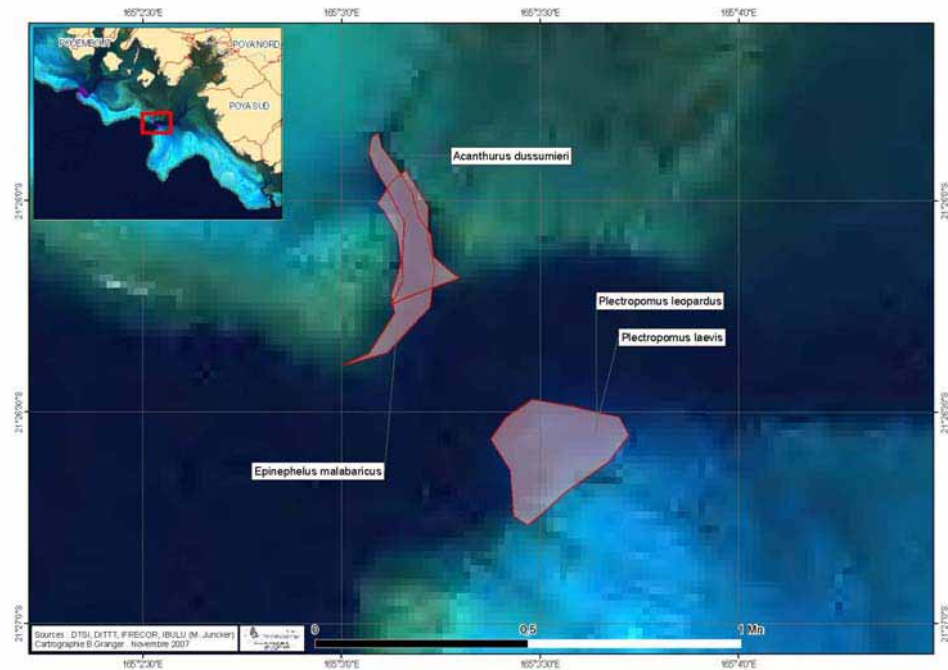


Figure 2. Exemple de carte utilisée sur le terrain pour localiser les zones de frai décrites au cours des enquêtes de savoir (originaux au format A3, plastifié).



Figure 3. Localisation de la zone de frai dans la région de Voh.

2.2. Phase 2 : Délimitation des zones de frai

Une fois arrivé sur la zone décrite par l'utilisateur de la mer (Figure 3), celle-ci est délimitée sur une journée. Pour ce faire, les plongeurs sont lâchés environ 200 m au-delà des limites de la zone et parcourent celle-ci en immersion libre (Figure 4) et en survol tracté (« Manta tow »). La marge de 200 m a été choisie pour compenser le manque de précision du détournement des zones par les usagers de la mer.



Ces plongées dites de « prospection » permettent :

- de confirmer la présence d'un rassemblement. Une première approximation du nombre d'individus sur le rassemblement est alors effectuée ;
- un détournement précis de la zone de rassemblement et des sous-unités.

Figure 4. Prospection des frayères en immersion libre.

Chaque binôme de plongeurs tractent plusieurs bouées (généralement trois) reliées chacune à un grappin, par un long bout contenu dans un dévidoir. Lorsqu'ils souhaitent marquer un site, les plongeurs lâchent un grappin. En surface, les moyens navigants enregistrent la position des bouées sur un GPS ou sur le Mobile Mapper. Le premier bidon lâché délimite le début de la zone de frai (ou « zone d'intérêt »), les autres bidons indiquent les stations sur lesquelles sont observés de fortes concentrations de poissons. Le dernier bidon marque la limite de la zone de frai.

- de confirmer que le rassemblement observé est bien un rassemblement de frai. Si le comportement ou la livrée des poissons n'attestent pas clairement d'un comportement de frai, quelques individus sont sacrifiés. L'analyse du stade de maturation de leurs gonades permet de confirmer que le rassemblement observé a ou n'a pas comme finalité le frai (mâles spermants, ovaires turgescents prêts à pondre) (Figure 5);
- une description de l'environnement physique et biologique de la zone de rassemblement :
 - profondeur maximale,
 - turbidité,
 - relief,
 - direction et vitesse du courant,
 - couverture benthique.



Figure 5. Observation d'une partie d'un important rassemblement de *Priacanthus hamrur* (a). Pour confirmer si ce rassemblement est un rassemblement de frai, un individu est prélevé (b) et l'état de maturation de ces gonades estimé (c). Les ovules étant prêts à être pondus, le rassemblement est qualifié de frai.

En résumé, à l'issue du survol tracté et des plongées de prospection sur le site, la zone de rassemblement de frai est confirmée et détournée, le nombre d'individus est grossièrement estimé. Les facteurs environnementaux, les dangers liés aux conditions du milieu sont évalués (profondeur, courant, comportement des requins etc.). Au soir de cette journée de prospection, la concertation entre les plongeurs au sujet de leurs observations *in situ* permet de découper la zone étudiée en « sous-unités » (Figure 6). La sous-unité est délimitée à partir de la prospection, elle-même induite par les enquêtes. Une sous-unité correspond à une portion de récif qui présente les mêmes

caractéristiques en terme d'habitat et qui accueille une ou plusieurs frayères. Le choix des stations balisées avec des bouées est ensuite discuté. Cette discussion doit aboutir aux choix des stations les plus intéressantes en terme de richesse spécifique et d'abondance de poisson (Figure 6). Ce sont ces stations qui sont décrites le lendemain en scaphandre autonome (abondance poisson et habitat). Les observations de poissons sur le point de frayer à l'intérieur des sous-unités, mais en dehors des stations, sont notés dans les transects itinérants (cf Figure 6 et § 2.3.1.).

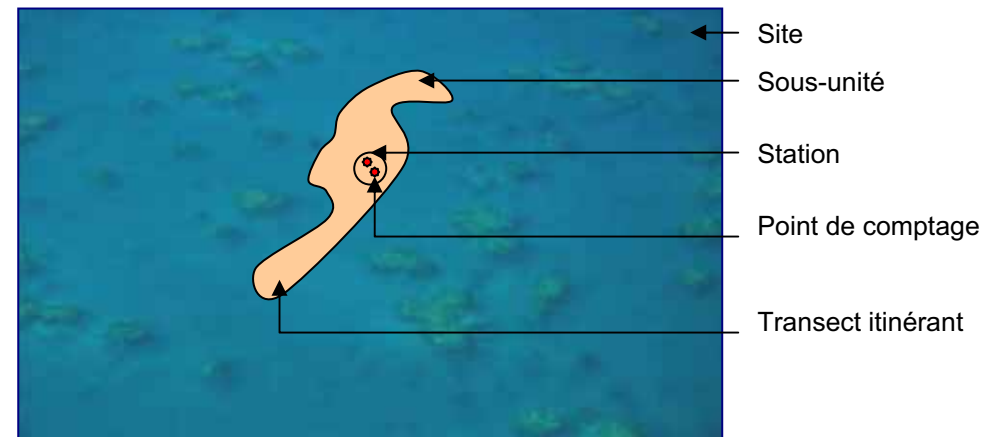


Figure 6. Echantillonnage d'une zone. Le site est découpé en sous-unités dont les caractéristiques en terme d'habitat sont similaires. Dans chacune des sous-unités, il existe une ou plusieurs stations sur lesquelles sont observées des rassemblements de frai. Pour chacune de ces stations, les plongeurs réalisent un ou plusieurs points de comptage et description de l'habitat. Lorsque des poissons sur le point de frayer sont observés en dehors des points de comptage, les enregistrements sont notés dans un « transect itinérant ».

2.3. Phase 3 : Comptage des poissons, description de l'environnement et de l'habitat

A partir du contexte environnemental décrit précédemment, la deuxième étape consiste à évaluer l'abondance des poissons sur leur zone de frai, à décrire l'habitat et la couverture benthique.

2.3.1. Comptage des poissons

Les comptages de poissons se déroulent entre 1 et 20 m de profondeur avec une visibilité horizontale au moins égale à 5 m. Pour que cette première description de la zone de frai puisse servir également de point zéro pour un suivi éventuel, une méthode répétable a été utilisée. La méthode des points fixes (« point transect » en anglais) proposée dans cette étude est recommandée par Sancho *et al.* (2000) lorsque :

- les poissons sont inquiétés par la présence des plongeurs,
- les conditions de courant rendent difficile la méthode des transects avec des plongeurs en mouvement.

Cette méthode permet au plongeur stationnaire d'économiser de l'énergie par rapport à un déplacement le long d'un transect. Il augmente ainsi significativement son temps de plongée. En outre, certains biais d'échantillonnage liés au comportement du poisson sont diminués : les poissons sont moins perturbés par un plongeur fixe que par un plongeur en mouvement (Watson *et al.*, 1995).

Les points fixes sont placés sur chacune des sous-unités de la zone sur les stations repérées la veille avec les bouées. Pour enregistrer les espèces farouches avant qu'elles ne s'éloignent, le comptage de poissons s'effectue au début, avant la description de l'habitat. Le comptage se fait dans un rayon r égale à la « visibilité de reconnaissance » (les espèces sont reconnues à cette distance ; $r = 10$ m par exemple). Les plongeurs comptent alors tous les poissons qu'ils observent dans ce rayon pendant un temps déterminé égal à 10 min (Figure 7). Les espèces en train de frayer sont comptées, leur longueur à la fourche est estimée.



Figure 7. Comptage de poissons sur un point fixe.

La mobilité du poisson est évaluée sur une échelle à trois niveaux :

- « immobile » signifie que le poisson reste dans le rayon de visibilité tout au long des 10 min de comptage ;
- « mobile » signifie que le poisson reste dans le rayon de visibilité au moins une minute ;
- « passage » signifie que le poisson ne fait que traverser le champ de vision du plongeur au cours des 10 min de comptage.

La mobilité nous est apparue importante à décrire car elle donne une indication sur le déplacement du poisson en train de frayer. Elle apporte, *in fine*, une indication sur les dimensions de la zone pour laquelle des mesures de conservation pourraient être prises. Par exemple si les poissons sont considérés comme étant « immobiles », alors les dimensions de la zone à protéger pourraient être plus restreintes que pour des espèces « mobiles ».

Enfin l'enregistrement d'individus en train de frayer est justifié. Ce point est apparu important pour déterminer sur quel critère le plongeur juge que les poissons qu'il observe frayent (Figure 8). Seul le critère le plus marquant est noté :

- « Regroupement » signifie que les poissons sont en densité anormalement élevée (Figure 8) ;
- « Livrée » signifie que la couleur du poisson est celle spécifique au frai ou que le poisson porte des blessures récentes probablement liées à des combats reproducteurs (Figure 9).



Figure 8. Rassemblement de *Lutjanus bohar*. Une telle observation classe les poissons dans « Regroupement » au niveau de la justification du frai.



Figure 9. Blessures attestant de combats (agression pour la défense d'un territoire nuptial par exemple).

- « Comportement » signifie que la nage du poisson n'est pas celle habituellement observée, ou que les interactions avec des conspécifiques ou d'autres espèces sont fortes (invitation pour une parade nuptiale, comportements agressifs), ou encore que les poissons pondent (Figure 10).



Figure 10. Ponte de poisson-perroquet *Chlorurus sordidus* dans une passe intérieur. Une telle observation classe les poissons dans « comportement » au niveau de la justification du frai.



Figure 11. Ventre de poisson distendu par le gonflement des gonades.

- « Ventre gonflé » signifie que les gonades distendent le ventre du poisson (Figure 11) et qu'il est donc bientôt prêt à larguer ses gamètes.

- « Incertaine » signifie que les critères énumérés ci-dessus ne conviennent pas à la description des poissons observés. Les observations sont tout de même enregistrées pour pouvoir être comparées dans le temps. Par exemple une espèce dont le frai est considéré comme incertain un mois donné pourra être considérée comme sur le point de frayer le mois suivant.

Selon la distribution spatiale des poissons, les comptages sont répétés entre une à trois fois sur chaque station (par exemple un point de comptage de 10 min à 20 m pour décrire une frayère dans le fond de la passe, puis un second point de 10 min à 6 m pour décrire une frayère sur le platier). Lorsque les observations ont été effectuées en dehors des points fixes ou au-delà des 10 min de comptage, les données sont enregistrées non pas dans une feuille « point fixe » (Figure 12) mais dans une feuille « transect itinérant ». Ces données d'abondance ne peuvent être analysées en terme de densité ni être comparées aux comptages sur les points fixes car il n'y a pas d'unité de temps ni de surface associées. Néanmoins, elles s'avèrent très précieuses : plusieurs observations en dehors de points fixes attestent du frai d'espèces non observées par ailleurs.

Pour valider les comptages de poissons et pour acquérir des images d'archives sur le point fixe précédemment décrit, appareil photo et caméra sont employés par le plongeur en

Mission | Nov - Dec - Jan | Site | | Station | | Plongeur |

D | | / | | / 2007 | Lat. | | Long. |

Mobilité (MO)			Justification du frai (JF)				
Immobile	Mobile	Passage	Regroupement	Livree	Comportement	Ventre gonflé	Incertaine
1	2	3	4	5	6	7	8

Point	Genre espèce	Nb.	LT	MO	JF	Commentaire

Figure 12. Feuille de comptage des poissons. Point : n° du point fixe ; Nb. : nombre d'individus observés pour une espèce et pour une taille donnée ; LT : longueur à la fourche.

même temps ou après qu'il ait compté les poissons (Figure 13) en suivant les recommandations de Sala *et al.* (2001).



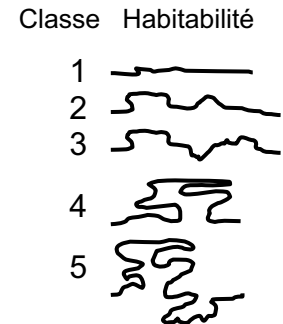
Figure 13. Utilisation d'une caméra numérique pour valider les comptages effectués par les plongeurs.

2.3.2. Description de l'environnement et de l'habitat

Sur la station sur laquelle ont été effectués les comptages de poissons, sont décrits par le même binôme en scaphandre autonome :

- les conditions environnementales (visibilité, marée, courant, exposition au vent et influence terrigène, profondeur) ;
- la géomorphologie de la station ;
- l'habitat (Figure 14). Celui-ci est décliné en :

- « Habitabilité » englobe à la topographie (ie. relief sur une échelle de 10 m ; cf. schéma ci-contre) et à la complexité (ie. même relief mais sur une échelle de 1 m ; cf. schéma ci-contre) selon cinq classes.



- « Anfractuosité » (couverture en cavité de petite taille (< 20 cm), de taille moyenne (20-40 cm) et de grande taille (> 40 cm) selon une échelle semi-quantitative de 1 à 5.

- « Substrat » correspondant à la couverture en corail vivant, corail mort, corail mou et spongiaire, gorgone, sable et vase, débris (< 10 cm), bloc (>= 10 cm) et dalle selon une échelle semi-quantitative de 1 à 5.

L'habitat est observé sur la même surface qu'ont été comptés précédemment les poissons (par exemple dans un rayon de 10 m sur un champ de vision de 180 °).

Mission | Nov - Dec - Jan | Site | _____ | Station | _____ | Plongeur | _____

D | ____/____/2007 Heure départ : ____:____:____ Heure fin : ____:____:____

Visibilité : ____ m
Marée : ☯ ☵ ☶ ☷

Courant	Exposition vent	Influence terrigène
Nulle	Nulle	Nulle
Faible	Faible	Faible
Modéré	Modéré	Modéré
Fort	Fort	Fort

Pente externe Récif barrière Récif intermédiaire ou pinacle Récif frangeant îlot Plaine sableuse
 Passe intérieure Passe centre Passe extérieur Lagon Chenal

		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4
Angle d'observation (degré)		⊕	⊕	⊕	⊕
Habitabilité	Profondeur				
	Topographie				
	Complexité				
Anfractuosités	Aucune				
	Petite (< 20 cm)				
	Moyenne (20-40 cm)				
	Large (> 40 cm)				
Substrat	Corail vivant				
	Corail mort				
	Corail mou et spongiaire				
	Gorgone				
	Sable, vase				
	Débris (< 10 cm)				
	Bloc (>= 10 cm)				
	Dalle				

Habitabilité

-
-
-
-
-

Couverture

1	2	3	4	5
1-10%	11-30%	31-50%	51-75%	76-100%

Vue de profil	Vue du dessus
---------------	---------------

Au final pour une station donnée, il y a autant de points fixes que de points d'évaluation de l'habitat et de la couverture benthique. Lorsque les poissons ont été notés en dehors de ces points fixes ie avant ou après les 10 min de comptage (i) ou bien sur à un endroit autre que celui du point de comptage (ii), les données sont répertoriées autrement. Dans le cas (i), les données sont enregistrées au niveau de la station et non au niveau du point de comptage, car la durée du comptage n'est pas connue. Dans le cas (ii), les données sont enregistrées dans un « transect itinérant », qui est lié non pas à la station (puisque le trajet ou la dérive du plongeur ne sont pas connus) mais à la sous-unité dans laquelle le plongeur a effectué ses observations.

3 - ORGANISATION DE LA MISSION

La période au cours de laquelle se déroule le frai sur les zones les plus remarquables se situe entre novembre et janvier. Par ailleurs, il semblerait qu'en Nouvelle-Calédonie la phase lunaire « préférée » pour le frai des poissons récifaux soit la pleine lune (Chauvet et Gerbault, comm. pers.). Le plan d'action a donc dû répondre à ces contraintes temporelles de couvrir un maximum de zones dans un laps de temps limité à quelques jours (7 jours avant et 3 jours après la pleine lune) sur une période de trois mois (novembre à janvier).

Les missions ont été menées au cours de trois périodes de 10 jours réparties entre les mois de novembre 2007 et janvier 2008 selon le calendrier décrit en ANNEXES.

Figure 14. Feuille d'évaluation de l'habitat et de la couverture benthique. Ces caractéristiques sont reprises d'une fiche de terrain de ProcFish modifiée (CPS, Nouméa).

4 - RESULTATS

Les résultats sont composés :

- d'un produit SIG qui permet au lecteur de générer des cartes selon ses propres critères de sélection (cf. ANNEXES) ;
- du présent rapport qui décrit :
 - les sous-unités qui accueillent les rassemblements (géomorphologie/ habitat) ;
 - les périodes au cours desquelles se sont produites ces agrégations ;
 - les espèces formant ces rassemblements (longueur à la fourche, comportement au cours du frai) ;
 - leur densité et la biomasse de ces poissons rassemblés pour frayer ;
 - les variations temporelles des sous-unités, des stations et de la richesse spécifique.

La présente partie expose en premier lieu les résultats globaux (§ 4.1.). Dans une seconde partie, les résultats sont détaillés pour chacun des sites (§ 4.2.).

4.1. Résultats globaux

Les 30 jours de mission d'observation ont permis de visiter un total de 10 sites (Tableau 1). Neuf ont pu être échantillonnés (zones de frai détournées, abondances des poissons estimées, substrat décrit) et un site a pu être prospecté (Baaba) (comptages ponctuels de poisson). Ces sites sont situés face à :

- Hienghène, Amos, Fausse-Passe (au Nord-Est de Balabio), Baaba et Yandé (mission 1 réalisée en novembre 2007) ;
- Poya, Népoui, Koné et Voh (face à Ouaco) (mission 2 réalisée en décembre 2008)
- Poindimié, Voh (face à Ouaco) et Koné (mission 3 réalisée en janvier 2008).

Au total 1 625 enregistrements de poissons ont été réalisés. Parmi ces enregistrements, 641 (39 % du total) concernaient des poissons sur le point de frayer observés sur les points de comptage (n = 114) ou le long des transects itinérants (n = 34) (Tableau 1). Les 984 autres enregistrements concernaient des poissons dont le frai n'était pas avéré, ie qu'aucun élément n'indiquait que ces poissons étaient sur le site pour se reproduire.

Tableau 1. Détails de l'effort d'échantillonnage sur les 10 sites étudiés.

Site	Nb. sous-unité	Nb. station	Nb. point de comptage	Nb. transect itinér.
Amos	2	6	11	1
Baaba	2	0	0	4
Fausse passe	2	8	8	3
Hienghène	4	5	9	1
Koné	7	12	15	9
Népoui	3	10	20	5
Poindimié	4	3	5	3
Poya	4	6	12	2
Voh	4	20	23	6
Yandé	6	10	11	0
Total	38	80	114	34

La base de données SIG fournie avec ce rapport fait état de l'ensemble des 1 625 enregistrements. Le présent rapport ne porte que sur les 641 enregistrements attestant du frai.

Sur l'ensemble des 10 sites, 99 espèces sur le point de frayer ont pu être observées (cf. § 4.1.3.). Cet inventaire correspond à la moitié des 171 espèces connues pour former des rassemblements de frai dans l'Indo-Pacifique (cf. dans Juncker et Granger, 2007 ; Tableau 1). Ce chiffre apparaît important compte tenu du fait que :

- les observations de terrains ont été très limitées dans le temps (30 jours) ;
- seules les espèces frayant entre novembre et janvier en été ont pu être observées ;
- les biotopes visités ont été peu diversifiés : très majoritairement des zones de passes et de récif barrière.

4.1.1. Géomorphologie des sites

Les sites retenus par la province Nord sont des sites proches de l'interface océan – lagon. Ce choix de site s'explique par le fait que ces sites abritent un grand nombre de frayères (Juncker et Granger, 2007) et parce que le comptage de poissons, pour être fiable, doit s'opérer sur des sites présentant une visibilité ≥ 5 m et à une profondeur comprise entre 1 et 20 m pour être dans de bonnes conditions de sécurité (Labrosse *et al.*, 2003). Ainsi, 76 % des stations visitées étaient sous forte influence océanique tandis que les 17 stations restantes (24 % du total) étaient sous influence terrigène modérée à forte.

Sur les 71 stations identifiées comme accueillant des rassemblements de ponte, 61 % étaient situées dans les passes. Les rassemblements semblent s'opérer préférentiellement dans la partie intérieure (24 % des stations) et centrale (29 % des passes (Figure 15)). Les pentes externes aux abords des passes abritent, elles aussi, un nombre important de frayères (21 % des stations). Sur les 10 sites prospectés, seules 13 stations (18 %) ont été étudiées dans les parties lagonaires (chenaux, récifs barrières et intermédiaires et lagon) car celles-ci n'accueillent que peu de frayères en comparaison des sites subissant une influence plus océanique.

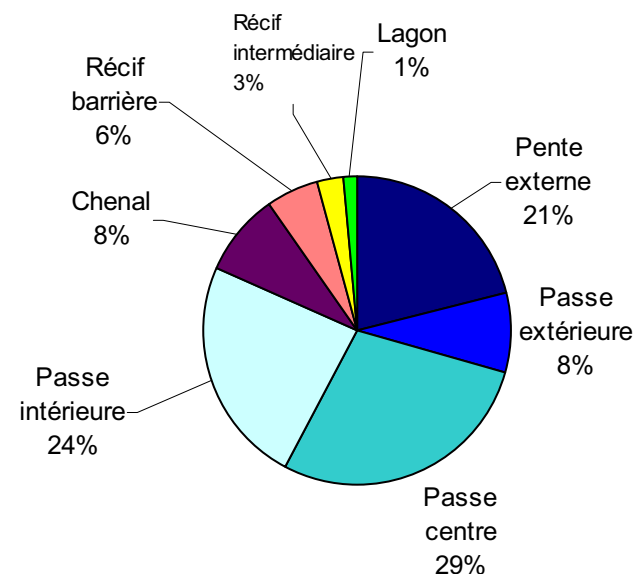
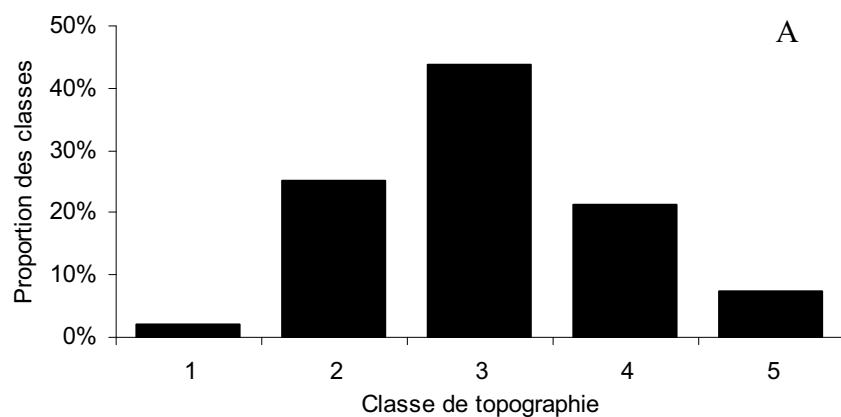


Figure 15. Géomorphologie des stations sur lesquelles ont été trouvés les rassemblements de ponte.

4.1.2. Habitat

Parmi les 641 enregistrements attestant du frai, 510 (80 %) ont une description de l'habitat. Les 131 autres enregistrements correspondent aux observations de poissons effectuées au cours des « transects itinérants » pour lesquelles aucune description d'habitat n'a été relevée et qui ne sont donc pas traités dans ce § 4.1.2..

Globalement, les zones de rassemblement sont situées sur des sites dont la topographie est moyenne (le mode, en classe 3, représente 44 % des observations) (Figure 16A). Ce relief de classe 3 se caractérise par quelques dépressions et éperons à l'échelle de 10 m. Néanmoins un nombre important d'observations a été effectué sur un relief moins marqué (classe 2 dans 21 % des cas, caractérisé par quelques éperons) ou au contraire par un relief plus complexe (classe 4 dans 25 % des cas, caractérisé par des éperons et sillons profonds) (Figure 16A).



Ce schéma global est retrouvé pour quelques familles (Figure 16B,C) mais diffère pour d'autres. Les Scaridae et les

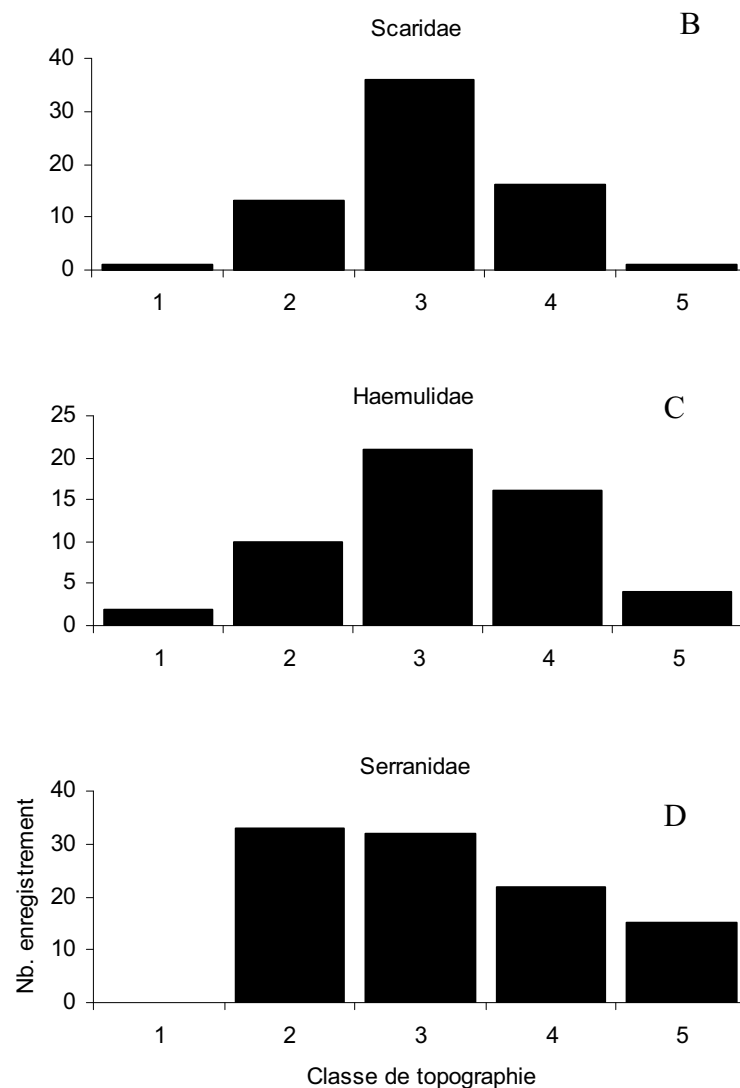
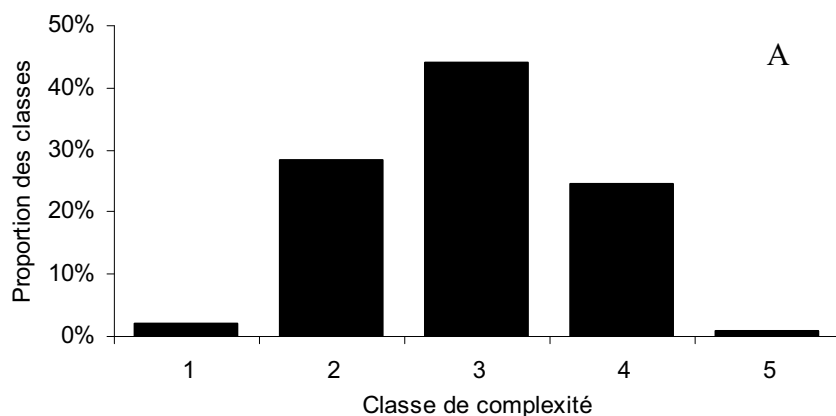


Figure 16. Distribution des fréquences des classes de topographie pour toutes les familles (A, ci-dessus) et pour trois familles détaillées en B,C et D, (ci-contre).

Haemulidae semblent avoir une préférence pour une topographie de classe 3 avec un relief modéré (distribution unimodale marquée) tandis que les Serranidae sont plus flexibles sur la topographie de leur frayère puisque qu'ils sont retrouvés majoritairement sur des topographie de classe 2 ou 3 et qu'ils sont également observés sur des fonds de topographie complexe (classes 4 et 5) (Figure 16D).

Comme pour la topographie, les classes de complexité des points de comptage sont toutes retrouvées. Néanmoins les points très peu complexes, ie. ceux pour lesquels le relief à petite échelle (< 1 m) est quasiment nul (classe 1), ou au contraire très complexe (classe 5) n'accueillent de frayères que de manière anecdotique en comparaison de ceux de classes 2, 3 et 4 (qui cumulent 97 % des observations) (Figure 17A).

Toutes les familles admettent sans exception une distribution unimodale des classes de complexité dès lors que le nombre d'observations (ou d'enregistrements) > 5. La classe modale est égale à 2 pour les Haemulidae (Figure 17C) et Kyphosidae.



La classe modale est égale à 3 pour les Acanthuridae, Balistidae, Labridae, Lethrinidae, Lutjanidae, Scaridae (Figure 17B), Serranidae (Figure 17D) et Siganiidae.

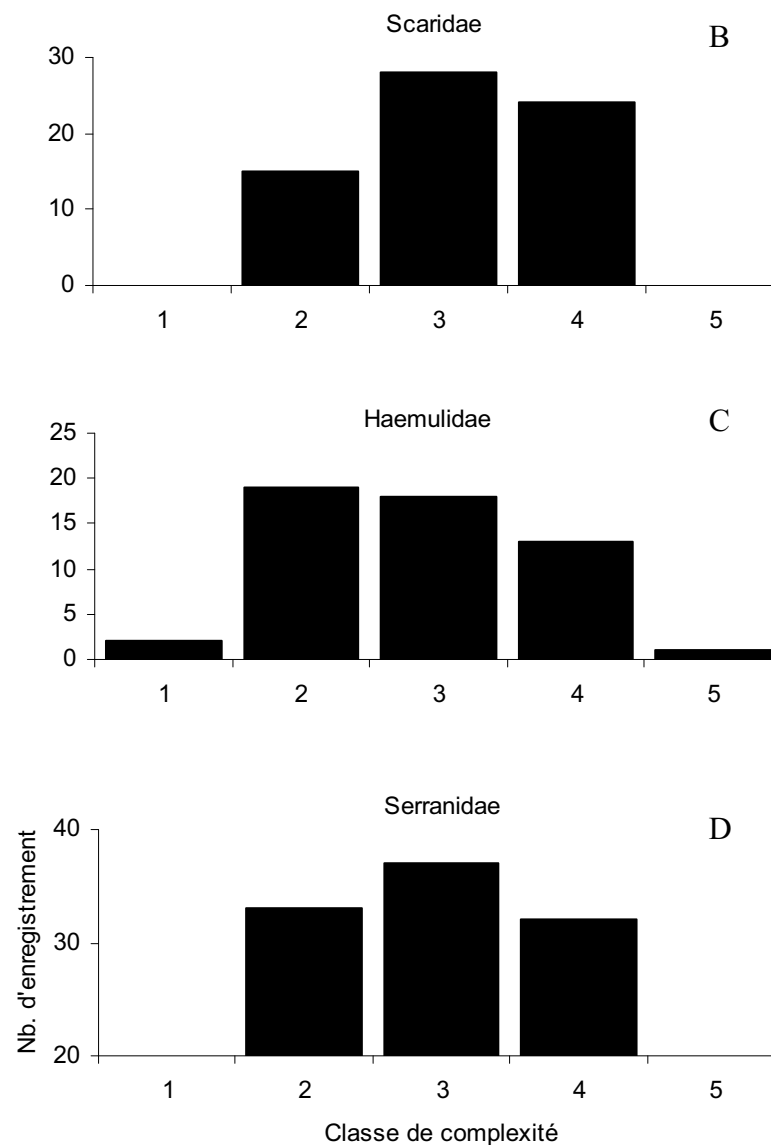


Figure 17. Distribution des fréquences des classes de complexité pour toutes les familles confondues (A, ci-dessus) et pour 3 familles détaillées en B,C et D (ci-contre).

La présence d'anfractuosités semble être un facteur important pour expliquer la présence d'une frayère puisque dans une très large majorité des enregistrements (87 %), il existe des anfractuosités sur le point de comptage. Ces anfractuosités recouvrent en moyenne 39 % du substrat. Parmi les anfractuosités, celles de tailles moyennes comprises entre 20 et 40 cm sont dominantes (Figure 18A). Pour au moins $\frac{3}{4}$ des enregistrements, les petites anfractuosités (< 20 cm) et les larges anfractuosités (> 40 cm) ne représentent que de 1 à 30 % du recouvrement.

Les dimensions de ces anfractuosités varient entre les familles. Pour les Labridae, représentés à 88 % par le Napoléon (*Cheilinus undulatus*), un poisson de grande taille (95 ± 7 cm) (taille moyenne mesurée sur l'échantillon \pm l'intervalle de confiance à 95 %), 1/3 des enregistrements attestent de la présence de larges anfractuosités sur le site de comptage (Figure 18B). Pour les Balistidae et des Kyphosidae de taille similaire (respectivement 47 ± 3 cm et $48 \pm 0,8$ cm) les plus forts recouvrements sont enregistrés pour les anfractuosités de taille moyenne (Figure 18C,D).

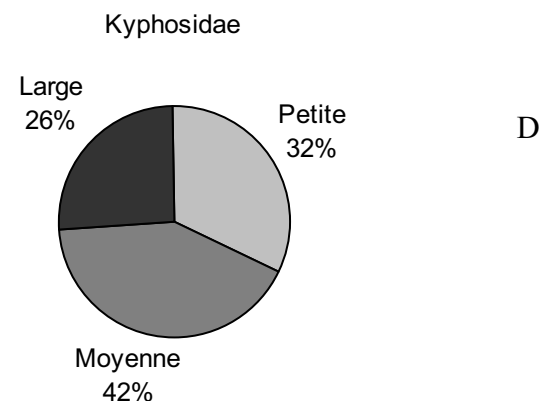
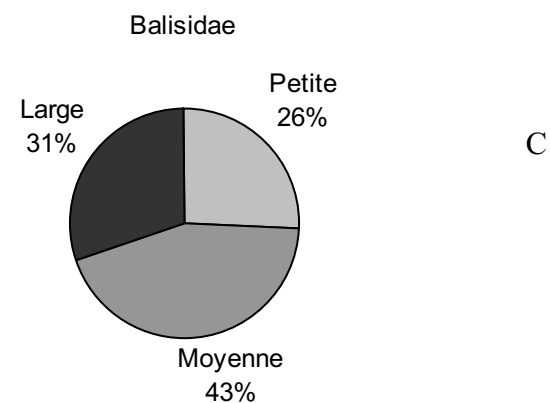
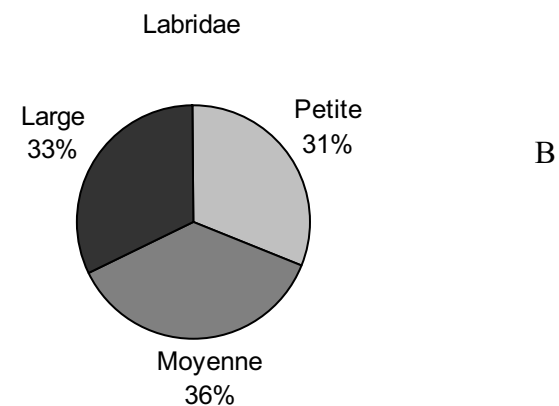
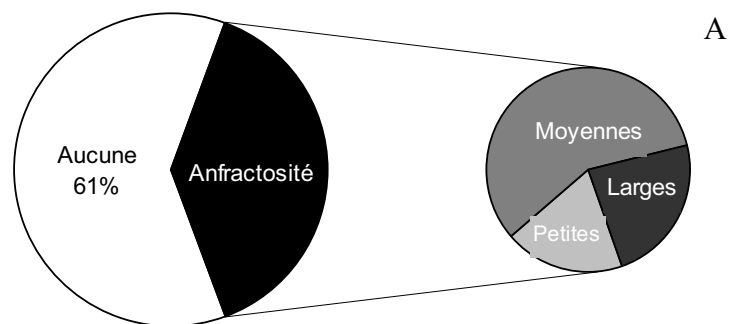


Figure 18. Graphiques en secteur représentant sur les sites de frai le recouvrement en anfractuosités du substrat et leurs tailles pour toutes les familles confondues (A) et pour 3 familles détaillées (B,C et D).

Tous les types de substrats ont été retrouvés sur les zones de frai visitées (Figure 19). Le substrat dominant est le corail vivant qui recouvrait en moyenne 20 % du fond. Dans la majorité des zones, entre différents substrats étaient retrouvées des zones sableuses. Ceci explique leur présence sur 16 % de la surface des points de comptage, idem les blocs (≥ 10 cm) et débris (< 10 cm) qui recouvrent 19 % du substrat et qui étaient retrouvés dans 77 % des points de comptages. En troisième position *ex-aequo* le corail mou et spongiaire et le corail mort récemment dominant la couverture du substrat. La dalle est retrouvée sur les parois verticales ou les fonds de passes, servant de support aux gorgones.

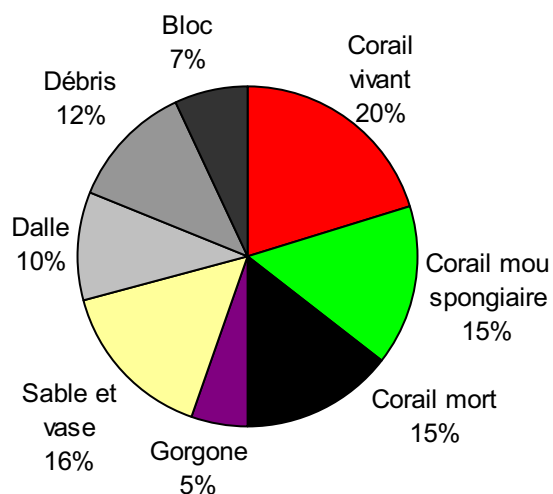


Figure 19. Graphique en secteur de la couverture du substrat sur l'ensemble des sites de frai visités.

En résumé sur les habitats, il apparaît qu'au niveau des sites de frai visités, fortement influencés par les eaux océaniques, « l'habitat type » a une topographie moyenne, illustrée par la présence de quelques dépressions et éperons à l'échelle de 10 m. Sur une échelle de 1 m, la complexité de l'habitat sur les sites de frai est elle aussi peu marquée. Ce schéma type d'habitat subit des modifications selon les familles (avec une topographie et une complexité qui peuvent être plus ou moins marquées). Néanmoins, nous n'avons quasiment pas observé de frayères sur les habitats dont le relief est quasiment nul ou au contraire extrêmement marqué, que ce soit à l'échelle de 10 m ou à celle de 1 m. La présence d'anfractuosités sur le site du frai est quasiment une constante. La majorité des anfractuosités sont de taille moyenne (20 à 40 cm). Selon les familles, il est possible de trouver davantage de petites ou de larges anfractuosités mais le schéma global est souvent conservé.

Un point important qui n'a pu être retranscrit dans ces résultats est la présence habituelle de « points remarquables » ou de « discontinuités » au niveau de la topographie des frayères. Une fracture ou une faille dans un platier, un pâtre corallien détaché de la paroi d'une passe, un haut-fond, un sillon qui se prolonge sur une longue distance au niveau d'une pente externe monotone sont autant de points de concentration de poisson, parfois réunis pour frayer.

4.1.3. Richesse spécifique

Les observations en apnée et en plongée bouteille attestent de la présence d'au moins 169 espèces sur ces zones. Parmi ces espèces, 99 ont été observées comme étant sur le point de frayer. Ces 99 espèces font l'objet de la présente étude (Tableau 2). Elles appartiennent à 20 familles considérées toutes comme commerciales à l'exception des Ephippidae (Platax).

Tableau 2. Liste des espèces recensées sur les zones de rassemblement de frai et leur occurrence.

Famille	Genre et espèce	Occurrence
Acanthuridae		134
	<i>Acanthurus blochii</i>	26
	<i>Acanthurus dussumieri</i>	12
	<i>Acanthurus lineatus</i>	1
	<i>Acanthurus mata</i>	7
	<i>Acanthurus nigricauda</i>	2
	<i>Acanthurus nigrofuscus</i>	4
	<i>Acanthurus</i> sp.	1
	<i>Acanthurus xanthopterus</i>	12
	<i>Ctenochaetus striatus</i>	6
	<i>Ctenochaetus strigosus</i>	1
	<i>Naso brevirostris</i>	4
	<i>Naso caesioides</i>	9
	<i>Naso lituratus</i>	3
	<i>Naso tuberosus</i>	6
	<i>Naso unicornis</i>	21
	<i>Zebrasoma scopas</i>	3
	<i>Zebrasoma veliferum</i>	16
Balistidae		9

Famille	Genre et espèce	Occurrence
	<i>Balistoides viridescens</i>	2
	<i>Odonus niger</i>	1
	<i>Pseudobalistes flavimarginatus</i>	3
	<i>Pseudobalistes fuscus</i>	3
Carangidae		7
	<i>Caranx sexfasciatus</i>	1
	<i>Caranx</i> sp.	1
	<i>Gnathanodon speciosus</i>	4
	<i>Trachinotus blochii</i>	1
Chaetodontidae		2
	<i>Chaetodon kleinii</i>	1
	<i>Chaetodon lunula</i>	1
Dasyatidae	<i>Taeniura meyeni</i>	1
Ephippidae		3
	<i>Platax</i> sp.	1
	<i>Platax teira</i>	2
Fistulariidae	<i>Fistularia commersonii</i>	1
Haemulidae		61
	<i>Plectorhinchus albobittatus</i>	31
	<i>Plectorhinchus chaetodonoides</i>	3
	<i>Plectorhinchus gibbosus</i>	20
	<i>Plectorhinchus lineatus</i>	6
	<i>Plectorhinchus pictus</i>	1
Kyphosidae		8
	<i>Kyphosus cinerascens</i>	2
	<i>Kyphosus</i> sp.	1
	<i>Kyphosus sydneyanus</i>	4
	<i>Kyphosus vaigiensis</i>	1

Famille	Genre et espèce	Occurrence	Famille	Genre et espèce	Occurrence	
Labridae		52	Ostraciidae	<i>Ostracion cubicus</i>	5	
	<i>Cheilinus undulatus</i>	39		Priacanthidae	<i>Priacanthus hamrur</i>	1
	<i>Gomphosus varius</i>	2	Scaridae			94
	<i>Halichoeres ornatissimus</i>	1			<i>Bolbometopon muricatum</i>	8
	<i>Thalassoma hardwicke</i>	2			<i>Cetoscarus bicolor</i>	6
	<i>Thalassoma janseni</i>	4			<i>Chlorurus microrhinos</i>	13
	<i>Thalassoma lutescens</i>	3		<i>Chlorurus sordidus</i>	14	
<i>Thalassoma trilobatum</i>	1	<i>Hipposcarus longiceps</i>		10		
Lethrinidae		43		<i>Scarus altipinnis</i>	16	
	<i>Gymnocranius sp.</i>	4	<i>Scarus chameleon</i>	1		
	<i>Lethrinus olivaceus</i>	6	<i>Scarus flavipectoralis</i>	2		
	<i>Lethrinus xanthochilus</i>	4	<i>Scarus frenatus</i>	2		
Lutjanidae		79	<i>Scarus globiceps</i>	5		
	<i>Aprion virescens</i>	3	<i>Scarus oviceps</i>	7		
	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	5	<i>Scarus psittacus</i>	3		
	<i>Lutjanus bohar</i>	32	<i>Scarus rivulatus</i>	4		
	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	2	<i>Scarus rubroviolaceus</i>	2		
	<i>Lutjanus fulvus</i>	1	<i>Scarus spinus</i>	1		
	<i>Lutjanus gibbus</i>	2	Serranidae		125	
	<i>Lutjanus kasmira</i>	2		<i>Cephalopholis argus</i>	2	
	<i>Lutjanus quinquelineatus</i>	3		<i>Cephalopholis miniata</i>	2	
	<i>Lutjanus rivulatus</i>	3		<i>Cromileptes altivelis</i>	1	
	<i>Lutjanus russellii</i>	2		<i>Epinephelus</i>		
	<i>Macolor macularis</i>	2		<i>coeruleopunctatus</i>	3	
	<i>Macolor niger</i>	22		<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	3	
Mullidae		5		<i>Epinephelus howlandi</i>	1	
	<i>Parupeneus bifasciatus</i>	2		<i>Epinephelus maculatus</i>	4	
	<i>Parupeneus ciliatus</i>	1		<i>Epinephelus malabaricus</i>	7	
Nemipteridae		1		<i>Epinephelus polyphkadion</i>	3	
	<i>Scolopsis bilineatus</i>			<i>Plectropomus laevis</i>	66	
			<i>Plectropomus leopardus</i>	32		
			<i>Plectropomus maculatus</i>	1		

Famille	Genre et espèce	Occurrence
Siganidae		14
	<i>Siganus lineatus</i>	2
	<i>Siganus punctatus</i>	12
Sphyraenidae	<i>Sphyraena qenie</i>	1

La méthode des transects itinérants a permis de décrire 17 espèces rassemblées pour frayer qui n'avaient pas été recensées sur les points de comptage (82 espèces). Les observations en dehors des points de comptage s'avèrent donc précieuses pour obtenir une image globale du frai sur l'ensemble de la sous-unité.

Le nombre d'espèces rassemblées pour le frai s'échelonne entre 42 pour le seul site de Voh (Coupée de l'Alliance) à trois espèces pour le site de Baaba (Tableau 3). Ces variations inter-sites peuvent s'expliquer par :

- la richesse spécifique propre à chaque site,
- l'effort d'échantillonnage qui a été soutenu sur le site de Voh. Ce site a été exploré à deux mois d'intervalle. En décembre 2007, 23 espèces ont été recensées. En janvier 2008, 28 espèces ont été recensées. Seules neuf espèces sont communes entre ces mois,
- la synchronisation entre la période des missions et le « pic » de frai qui n'a pas toujours été optimale sur certains sites. A Baaba, d'après les pêcheurs, le pic de la période de frai notamment des picots rayés (*Siganus punctatus*) et d'autres espèces s'est déroulé après nos observations de novembre. A l'opposé, la mission de janvier à Poindimé, s'est déroulée selon les pêcheurs et

le club de plongée après que les principaux rassemblements se soient formés, deux mois auparavant. Plus de détails sur ces variations temporelles sont fournis dans le § 4.2.2..

Tableau 3. Nombre d'espèces recensées sur chacun des 10 sites étudiés.

Site	Nb. d'espèces
Voh	42
Hienghène	29
Yandé	29
Koné	28
Népoui	25
Amos	22
Poya	21
Poindimié	8
Baaba	3

4.1.4. Caractéristiques quantitatives des poissons

Les caractéristiques quantitatives ont été établies à partir des comptages en plongée bouteille sur les points de comptages (sans tenir compte des comptages réalisés avant ou après les points fixes car le temps d'observation n'était alors pas connu (i), ni des transect itinérants car la surface de comptage n'était pas été quantifiée (ii)). Les comptages ont permis de recenser 82 espèces appartenant à 20 familles, toutes

rassemblées pour frayer (cf § 4.1.3.). La richesse spécifique moyenne (\pm l'intervalle de confiance à 95 %) était de $4,13 \pm 0,60$ espèces.point de comptage⁻¹. La densité moyenne était de $0,36 \pm 0,14$ indiv.m⁻². La biomasse moyenne était de $804,41 \pm 344,40$ g.m⁻² (Tableau 4).

Tableau 4. Caractéristiques quantitatives globales des points de comptage sur l'ensemble des 10 sites échantillonnés.

Nb. poissons	12 929 indiv.
Biomasse total	29 899 kg
Superficie	58 104 m ²
Densité moyenne	0,36 indiv.m ⁻²
Biomasse moyenne	804,4 g.m ⁻²

Les densités qui ont été observées sur les rassemblements de frai sont globalement supérieures ou peu différentes de celles observées en dehors du frai sur des transects à largeur fixe réalisés dans le lagon de la Grande Terre et sur les récifs des îles Loyauté (données IRD non publiées et non divulguées ici). Ce résultat pourrait sembler surprenant dans la mesure où les rassemblements de frai « concentrent » les poissons si bien que leur densité est considérée généralement comme trois fois supérieures d'après le critère de Domeier et Colin (1997).

Ce résultat ne remet pas en cause la validité des comptages de poissons sur les zones de frai. Il indique que sur les récifs de la province Nord, les rassemblements ne sont pas aussi spectaculaires que ceux qui peuvent être trouvés dans la littérature. Une hypothèse pourrait être avancée pour expliquer ce résultat. Les dimensions du lagon de Nouvelle-

Calédonie sont immenses et les sites propices pour accueillir une frayère sont proportionnellement nombreux si bien que les rassemblements pourraient être, en quelque sorte, « dilués » dans la multitude des frayères possibles.

Au sujet des biomasses, il apparaît que pour une espèce donnée, les individus sur les zones de frai présentent globalement une biomasse bien plus importante que celle habituellement observée en dehors des zones de frai sur des transects à largeur fixe réalisés dans le lagon de la Grande Terre et sur les récifs des îles Loyauté (données IRD non publiées et non divulguées ici).

4.2. Résultats détaillés

4.2.1. Caractérisation des frayères

Les 10 sites visités sont décrits au travers d'une fiche qui présente :

- Site

- Date de l'échantillonnage

- Information sur le site

- Nombre de sous-unités
- Surface, nombre de stations sur lesquels au moins un rassemblement de frai a été observé, nombre de points de comptage

- Description des sous-unités

- Topographie
- Complexité
- Anfractuosité
- Substrat

- Inventaire et caractéristiques quantitatives des poissons

- Liste des espèces rassemblées pour frayer
- Densités maximales observées sur les points de comptages

- Similarité entre les enquêtes de savoir (phase 1) et l'étude *in situ* (phase 2)

- Surface et position des zones de frai
- Espèces communes

- Remarque

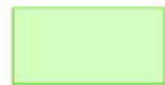
- Information sur la pêche

Les données de pêches sont issues de la base de donnée pêche du Service de l'Aquaculture et de la Pêche, DDEE, PN). Elle concerne uniquement la pêche professionnelle dont les quotas ont été déclarés. Cette pêche côtière est de type artisanale, réalisée à pied ou à partir de petites embarcations.

Pour chaque site, une carte est proposée indiquant les sous-unités et la position des stations sur lesquels ont été observés des rassemblements de frai (Phase 2, présente étude). Les zones de frai décrites au cours de la phase 1 (« enquêtes de savoir ») apparaissent dans un petit encadré. La légende des cartes est indiquée ci-après.

Légende des cartes

- Première série de comptage sur les stations (missions nov 07, déc 07 et jan 08)
- Seconde série de comptage sur les stations (jan 08)



Sous-unités (jan 08)



Sous-unités (nov 07, dec 07 et jan 08)



Zones de frai (Phase 1)

Toponymes marins



Communes

Sources : DTSI, DITTT, IFRECOR, LANDSAT, IBULU (Matthieu Juncker) .
Réalisation Bruno Granger . Mars 2008

NB : Les résultats détaillés par site ont été retirés du rapport en accès libre compte tenu du caractère sensible des informations qui y sont décrites.

Seule la Province Nord est habilitée à diffuser ces informations

4.2.2. Variations temporelles des rassemblements de frai

Les zones de frai sont connues pour accueillir simultanément mais aussi successivement plusieurs espèces. La chronologie de l'arrivée de celles-ci et le chevauchement de leur présence peuvent être précis dans le temps. La présente étude n'a pas la prétention d'établir cette chronologie mais uniquement de quantifier pour une même période, entre deux mois consécutifs, les variations de la superficie des sous-unités sur lesquelles se rassemblent les espèces et la richesse spécifique.

Par ailleurs, plusieurs observations entre la journée de prospection et la journée de comptage (le lendemain) permettent d'appréhender les variations inter journalières de ces phénomènes agrégatifs. L'étude de ces dernières variations n'ayant pas fait l'objet de cette opération, aucune donnée n'a été quantifiée outre l'information présentée dans le § 4.2.2.2.

4.2.2.1. Variations mensuelles

Deux sites (Voh et Koné) ont pu être échantillonnés au cours de la pleine lune du mois de décembre 2007 et de la pleine lune de janvier 2008.

La superficie des sous-unités, présentant une homogénéité de l'habitat et accueillant des frayères, a fortement variée entre les mois lunaires de décembre 2007 et janvier 2008 de - 49 à + 700 % (Tableau 7). Ces fortes variations s'expliquent généralement

par les fluctuations d'une seule des limites de la sous-unité. Dans le cas du site de Voh par exemple, la sous-unité 14 possède la même limite Nord que la sous-unité 4. En revanche sa limite Sud est de 400 m plus longue que la sous-unité 4 (Figure 35). Des rassemblements, apparus sur des nouvelles stations en janvier 2008, expliquent cette extension des sous-unités.

Le nombre d'espèce varie également dans des proportions importantes entre les mois lunaires de - 46 à + 634 % (Tableau 7) à l'échelle des sous-unités. Dans le cas du site de Koné pour lequel la bordure Sud de la passe a pu être échantillonnée en décembre 2007 et en janvier 2008, le nombre d'espèces a chuté de 14 à cinq (Figure 36). Seule une espèce est commune entre ces mois lunaires : la Saumonée à gros point (*Plectropomus laevis*). Le constat est similaire à l'échelle de tout le site : à Voh parmi les 42 espèces inventoriées au total, seules neuf sont communes aux mois de décembre et de janvier.

Ainsi il apparaît globalement sur ces deux échelles spatiales (sous-unité et station) que moins de la moitié des espèces qui ont été observées en rassemblement de frai en décembre 2007 ont été observées en janvier 2008. Ces résultats montrent qu'il existe, pour une sous-unité donnée, de fortes variations de la composition des espèces qui forment la frayère à l'échelle de 28 jours.

Tableau 5. Comparaison de la surface et du recouvrement des sous-unités ainsi que de la richesse spécifique entre la période de pleine lune de décembre 2007 et celle de janvier 2008.

Site	Sous-unité	Différence de surface		Recouvrement des sous-unités	Différence de richesse spécifique	
		(déc. 07 - jan. 08)	(déc. 07 - jan. 08)		(déc. 07 - jan. 08)	(déc. 07 - jan. 08)
Voh	1 et 11	- 5 ha	- 49 %	partiel	- 13 sp.	- 46 %
Voh	2 et 12	1,7 ha	700 %	partiel	- 3 sp.	- 25 %
Voh	3 et 13	0,9 ha	8 %	total	16 sp.	634 %
Voh	4 et 14	- 4,6 ha	- 300 %	partiel	4 sp.	- 300 %
Koné	3 et 13	- 2 ha	- 33 %	partiel	9 sp.	300 %

Les fortes variations temporelles décrites dans les précédents paragraphes n'empêchent pas de dégager certaines caractéristiques générales des zones de frai. L'une des caractéristiques la plus intéressante est la position de la frayère qui semble demeurer la même pour quelques stations.

Les prospections effectuées sur les sites de Voh et de Koné en janvier 2008 n'ont pas tenu compte des précédentes observations effectuées en décembre 2007 : la composition des équipes de plongeurs n'était pas la même, les points de mise à l'eau des plongeurs étaient également différents, enfin la longueur des sites prospectés était assez grande pour que le plongeur ne puisse se souvenir précisément des éventuelles précédentes observations (3 km environ). Ainsi, les observations de janvier 2008 peuvent être qualifiées d'indépendantes par rapport à celles de décembre 2007. Dans ce contexte, il apparaît surprenant que quatre points de comptage établis en janvier soient situés, à 50 m près, au même endroit que ceux qui avaient été établis le mois précédent.

Il doit probablement exister des caractéristiques de l'habitat et de la courantologie qui expliquent que certains rassemblements de frai sont retrouvés au même endroit d'un mois sur l'autre alors qu'une partie des espèces observées sont différentes.

Au sujet des espèces, il a été dit précédemment que globalement seule une minorité étaient retrouvés d'un mois sur l'autre à l'échelle d'une sous-unité ou d'un site. Ces

dernières espèces attestent que le frai n'est pas un phénomène toujours fugace mais qu'il peut s'étirer sur une période de plusieurs semaines pour quelques espèces

Enfin, le Tableau 5 souligne le fait que toutes les sous-unités dessinées en janvier 2008 se superposent ou tout du moins chevauchent une partie des sous-unités de décembre 2008. Ces sous-unités dont la détermination a été basée sur les caractéristiques de l'habitat et la présence de frayères semblent donc avoir une réalité écologique. Malgré la variabilité de leur surface, les sous-unités sont retrouvées d'un mois sur l'autre.

La compréhension des caractéristiques des zones de frai permet, dans le § 5.4., de proposer des axes d'études et des recommandations nécessaires à la mise en place de mesures de gestion adaptées à ces phénomènes agrégatifs.

4.2.2.2. Variations journalières

La comparaison des observations entre la journée de prospection en apnée et la journée de comptage en plongée bouteille rend compte de la variabilité de la densité des poissons sur un même site, voire sur une même station entre ces deux jours consécutifs et même entre deux marées consécutives.

Les variations de l'abondance des poissons peuvent être très fortes. Par exemple à Yandé, une station pour laquelle une forte concentration de poissons avait été observée le matin ne présentait plus aucun signe évident de rassemblement l'après-midi (Tableau 6). Les comptages de poissons sur la station n'ont pas été retenus puisque aucun n'attestait de la présence de rassemblement de frai.

Un autre exemple à Voh sur une station pour laquelle Boblin et l'auteur avaient repéré un rassemblement de 62 individus du Perroquet à bosse (*Bolbometopon muricatum*). La première observation effectuée à l'étales de marée haute (08h30) ne laissait aucun doute sur la réalité du rassemblement de frai de l'espèce. A 11h30, il ne restait sur ce site que quelques individus isolés n'ayant ni la livrée ni le comportement de frai observés précédemment, ni même dans un couloir de 500 m X 50 m (25 000 m²) autour du point.

En conclusion, la variabilité temporelle sur un échelle de temps de quelques heures à 24 h peut-être considérable et peut-être même aussi importante que les variations observées à l'échelle d'un mois lunaire. Il est donc important de rappeler

dans ce paragraphe que les densités de poissons observés ne reflètent pas la réalité de la taille de la population sur le point de frayer, tout au plus peut-elle donner un ordre de grandeur de celle-ci (ordre de grandeur des abondances 5 ; 10 ; 20 ; 50 ; 100 ; 200 ; 500 ; 1 000 ; 5 000 ; > 5 000). En revanche, d'autres signes tel que la livrée, le comportement, le ventre distendu des poissons suffisent à attester que le rassemblement observé, même s'il est de petite taille, à pour objectif la reproduction.

Les conséquences d'une telle variabilité de ces phénomènes agrégatifs orientent la poursuite d'axes de recherche et la formulation des recommandations dans le § 5.4..

Tableau 6. Variations de l'abondance de poisson sur un point de comptage au cours d'une journée (matin : marée montante, après-midi : marée descendante). Tableau issu de la feuille des comptages de Chauvet.

Espèce	Abondance	
	(nb. poisson sur point comptage)	
	matin	après-midi
<i>Acanthurus blochii</i>	7	
<i>Ctenochaetus striatus</i>	10	
<i>Naso unicornis</i>	7	
<i>Zebrasoma veliferum</i>	5	
<i>Caesio caerulea</i>	100	100
<i>Caesio trilineata</i>	100	100
<i>Epinephelus maculatus</i>	3	
<i>Epinephelus cyanopodus</i>	2	
<i>Epinephelus polyphekadion</i>	2	
<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	4	
<i>Plectropomus laevis</i>	11	
<i>Plectropomus leopardus</i>	5	2
<i>Plectorhinchus gibbosus</i>	10	
<i>Plectorhinchus albovittatus</i>	5	
<i>Plectorhinchus lineatus</i>	15	
<i>Chelinus undulatus</i>	4	

5. DISCUSSION

5.1. Limites de l'étude

Cette étude a permis d'obtenir plusieurs « photographies instantanées » des principales frayères décrites par les usagers de la mer au cours de la phase 1. La fugacité de ces phénomènes agrégatifs et l'hypervariabilité des abondances de poissons rappellent que les informations récoltées ne peuvent être extrapolées sans précaution à d'autres sites ou d'autres périodes. En effet, le contexte environnemental joue un rôle déterminant sur les caractéristiques de ces frayères de poissons (date de formation de l'agrégation, nombre d'individus etc.). A ce titre la période la Nina au cours de laquelle se sont déroulées deux missions est une année exceptionnelle à l'échelle de ces quinze dernières années. L'eau a atteint durablement une température $> 23^{\circ} \text{C}$ qu'à partir du mois de novembre dans la passe de la Dumbéa. Ce retard de température a eu pour conséquence de reporter la venue de plusieurs espèces de loches d'un ou deux mois et de diminuer d'autant les pontes de ces poissons.

Ce constat ne dévalorise les résultats de cette étude, la première du genre en Nouvelle-Calédonie. Ce travail a permis de quantifier précisément les abondances de poissons sur leur habitat de frayère, dans des conditions données. La méthode utilisée, répétable dans le temps, permettra de comparer les données à différentes périodes. Cette étude permet aujourd'hui de poser les bases d'un suivi de ces phénomènes

agrégatifs pour en déterminer l'évolution, la vulnérabilité et comprendre les effets de mesures de gestion (Sadovy *et al.*, 2006).

5.2. Bénéfices de l'étude

5.2.1. Validation d'une étude scindée en deux phases

L'aboutissement de ce projet permet de confirmer la nécessité de mener les études sur les rassemblements de frai en deux phases comme le recommande Johannes (1998). Une enquête préalable sur les connaissances autochtones des agrégations de pontes (phase 1), permet aux biologistes de centrer leurs travaux de terrain sur les sites et les périodes identifiés (phase 2) (voir les travaux de Johannes *et al.*, 1999 ; Sala *et al.*, 2001)

La phase 1, basée sur des « enquêtes de savoirs » ethnographiques est un moyen rapide et économique de localiser les sites d'agrégations, d'identifier les périodes, les espèces concernées (Johannes, 1989 ; Johannes et Kile, 2001 ; Hamilton, 2003). Néanmoins les limites de cette phase sont importantes : elles résident dans la quantification et l'origine des variations intersites et interannuelles. En outre, les données émanant des pêcheurs ne reflètent pas toujours l'état de la pêcherie (Sadovy *et al.*, 2006).

Cette phase doit donc nécessairement se prolonger par une seconde phase basée sur le suivi des populations de poissons (phase 2). Les méthodes employées dans cette étude

permettent d'apporter des informations scientifiques sur les abondances, les densités, les biomasses et les variations temporelles de ces populations.

5.2.2. Acquisition d'informations biologiques, écologiques et environnementales sur 10 sites

Tous les objectifs fixés dans les termes de référence du projet d'étude ont été tenus. Ces 30 jours de mission en mer ont permis d'acquérir de précieuses informations sur :

- la valeur des enquêtes de savoir. Nos observations ne peuvent infirmer les enquêtes si les poissons n'ont pas été vus au cours des missions. En effet, les agrégations décrites au cours de la phase 1 ont pu se produire avant ou après nos observations ou ne pas se produire cette année-là. Dans ce cas, la phase 2 ne permet pas d'apporter une validation de ces informations. En revanche, les observations de terrain peuvent confirmer ces enquêtes lorsque les poissons ont été observés. Ainsi, il a été possible de valider la présence de 51 % des espèces rassemblées pour frayer en moyenne sur les 10 sites (Tableau 7). Ces 11 espèces sont les suivantes :
 - Loches (*Epinephelus fuscoguttatus*, *Epinephelus malabaricus*, *Plectropomus laevis*, *Plectropomus leopardus*) ;
 - Mékoua (*Aprion virescens*) ;
 - Napoléon (*Cheilinus undulatus*) ;
 - Picot (*Siganus lineatus*) ;
 - Platax (*Platax teira*) ;

- Poissons perroquets (*Bolbometopon muricatum*, *Chlorurus microrhinos*, *Hipposcarus longiceps*).

Tableau 7. Comparaison du nombre d'espèces rassemblées pour frayer entre la phase 1 (enquêtes de savoir) et la phase 2 (observations sur site).

Site	NB. d'espèce		
	Phase 1	Phase 2	Communes aux phases 1 et 2
Poindimié	6	8	0
Hienghène	7	29	3
Amos	5	22	3
Fausse-Passe	8	30	4
Baaba	2	3	1
Yandé	4	29	3
Voh	6	42	4
Koné	5	28	3
Népoui	4	25	2
Poya	4	21	2

La forte valeur ajoutée de nos observations *in situ* repose sur l'ensemble des 88 autres espèces non détaillées en phase 1 mais dont les rassemblements de frai ont pu être décrits (cf. Tableau 2). En moyenne, ce sont 19 autres espèces qui sont décrites sur chacun des 10 sites étudiés. Ces observations permettent d'étendre considérablement le nombre d'espèces qui pourraient bénéficier de mesures de gestion. Enfin les sous-unités qui ont été détournées sur chacun des sites ont une surface en moyenne huit fois plus petite que celles dessinées par les usagers. Nos observations ne peuvent infirmer ces informations puisque (i) les zones de rassemblement peuvent varier légèrement dans l'espace et (ii)

parce que toutes les agrégations n'ont pas été observées. Néanmoins, ce premier détournage a permis de souligner quelles étaient les sous-unités d'intérêt, de hiérarchiser celles-ci et de positionner très précisément des stations de comptage qui pourraient être reprises dans le cadre d'un suivi temporel.

- la typologie des habitats sur les zones de frai. Bien que celles-ci soient variables entre les espèces et entre les familles, notre étude semble indiquer qu'une topographie et une complexité nulle ou faible ne soit pas propice aux rassemblements de frai, pas plus qu'une topographie et une complexité très forte. Le schéma le plus fréquemment observé est un fond de topographie et de complexité moyennes, marqué par une discontinuité dans son relief (faille, cassure, surplomb etc.). Les observations de Chauvet montre que les sites les plus propices sont des sites abrités situés dans une zone de courant puissant. La présence d'anfractuosités dans la proximité de la zone de rassemblement semble être une condition nécessaire pour que puisse exister une frayère. Nos observations nocturnes indiquent que les poissons présents la journée sur les zones de frai dorment également sur le site la nuit (Perroquet à bosse, Anglais, Loche marbrée etc.). La présence de nombreuses anfractuosités sur les sites de frai pourrait s'expliquer par la nécessité qu'ont les poissons de trouver un abri pour se réfugier la nuit.
- la richesse spécifique et caractéristiques quantitatives des poissons. Pour chacun des sites une liste d'espèces rassemblées pour frayer a été dressée. Pour chacune des espèces, des données biologiques ont été relevées (nombre

d'individus dans le groupe, longueur des poissons, comportements et justification du frai). Ces informations ont permis de caractériser l'ampleur de ces phénomènes agrégatifs. Il apparaît que les densités et les biomasses des poissons sur ces frayères sont globalement faiblement supérieures à celles observées sur les récifs de Nouvelle-Calédonie hors frai. Les hypothèses pour expliquer ces résultats sont exposées dans le § 5.4.2.2.

- les variations temporelles des phénomènes agrégatifs. Il existe, pour une sous-unité donnée, de fortes variations de la composition des espèces qui forment la frayère entre deux mois lunaires consécutifs. Sur une échelle de temps de quelques heures, la variabilité temporelle peut être également considérable et même aussi importante que les variations observées à l'échelle d'un mois lunaire. Les conséquences d'une telle variabilité de ces phénomènes agrégatifs orientent la poursuite d'axes de recherche et la formulation des recommandations. Un dernier point très intéressant à souligner est la position de plusieurs frayères qui semble, pour quelques stations, demeurer la même alors que les espèces qui frayent sont différentes.

Au terme de la réalisation des observations *in situ*, le programme ZoNéCo appuyé par la province Nord a demandé des recommandations quant à la poursuite de l'étude et aux mesures de gestion qui pourraient être prises. Le § 5.3 propose de faire un bilan des conséquences de l'exploitation et de la gestion des zones de frai ; le § 5.4. suggère des recommandations dans le contexte environnemental et sociale de la province Nord.

5.3. Exploitation et gestion des rassemblements de frai

5.3.1 Conséquences de l'exploitation des rassemblements de frai

Les conséquences désastreuses de l'exploitation intensive des agrégations sont aujourd'hui bien connues tant dans l'Indo-Pacifique que dans les Caraïbes.

Trois années de pêche intensives sur des sites de concentrations temporaires des reproducteurs peuvent suffire à anéantir des populations entières de poissons (Johannes, 1997). Une fois découverte, la plupart des agrégations sont vouées à une pêche intensive. Parmi les 60 et 80 agrégations du mérrou *E. striatus* étudiées décrites dans les Caraïbes respectivement $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{3}$ de ces agrégations ont disparu ou sont en déclin (Sadovy et Eklund, 1999). Dans les îles Cayman, les pratiques de pêche visant à exploiter *E. striatus* ont suffi à engendrer la disparition de deux des cinq sites connus d'agrégation dans ces îles (voir la synthèse de Whylen *et al.*, 2004). Près de 90 % des individus étaient capturés au cours des périodes d'agrégation de ponte.

Les conséquences de la pêche de géniteurs sur les agrégations peuvent être dramatiques pour la dynamique de ces populations (Russ, 1991). En effet, ces pêches affectent non seulement le stock des populations adultes mais déséquilibrent également le sexe ratio et ainsi le succès de la

reproduction (Koenig *et al.*, 1996 ; Domeier et Colin, 1997 ; Claro et Lindeman, 2003).

Les auteurs qui ont mené des travaux de recherche sur cette problématique affirment qu'aujourd'hui encore, nous ne connaissons pas le niveau d'exploitation durable de ces agrégations (Colin *et al.*, 2003). Les exemples cités dans le paragraphe précédent démontrent qu'elles ne peuvent faire face à une pression de pêche commerciale avec des engins de capture modernes (Colin *et al.*, 2004). Les agrégations de frai semblent pouvoir ne supporter qu'une faible pression de pêche de subsistance de type artisanale (Sadovy et Domeier, 2005).

5.3.2. Bénéfices des mesures de conservation

La protection des sites d'agrégations de pontes peut générer d'importants revenus en favorisant l'augmentation des rendements de pêche et en développant un tourisme écologique (Ruitenbeek, 2002). Plusieurs études récentes attestent d'une véritable justification économique de la protection de sites d'agrégation.

5.3.2.1 Bénéfices écologiques

Les mesures de protection des agrégations de ponte peuvent aboutir à de véritables restaurations de populations de poissons autrefois menacées. Ainsi la fermeture totale d'une portion de récifs aux îles Vierges (Caraïbes) a eu un impact

positif et significatif sur la population du mérrou *Epinephelus guttatus*. Quatre ans après la mise en réserve de la zone d'agrégation, la densité et la biomasse de ce mérrou ont bondi de près de 60 % (Nemeth, 2005).

5.3.2.2. Bénéfices économiques

Deux types de bénéfices émanant de la gestion de rassemblements de frai peuvent être distingués : ceux provenant du ré-engraissement des stocks de poissons et ceux provenant de l'écotourisme.

La restauration des populations de poissons a comme effet direct d'augmenter la densité et la biomasse des poissons en dehors des zones non protégées, exploitées par les pêcheurs. La protection des agrégations favorise donc les rendements de pêche des espèces ciblées (Nemeth, 2005). Ces espèces appartiennent aux familles des loches (Serranidae), des lutjans (Lutjanidae), des labres (Labridae), des poissons-perroquets (Scaridae) et des poissons-chirurgiens (Acanthuridae). En outre, la limitation de la pêche au moment du frai a pour conséquence de maintenir un prix fort du kilogramme de poisson sur l'étale du marché. A l'opposé, l'exploitation des zones de frai a pour conséquence de faire chuter le prix de vente du poisson pour le pêcheur du fait de l'abondance du poisson (Sadovy et Domeier, 2005). Le bénéfice rapporté devient donc proportionnellement plus faible lorsqu'il provient d'une frayère.

D'un point de vue écotouristique, une évaluation économique menée sur le Parc National de Komodo (Indonésie) inscrit au patrimoine mondial de l'humanité (UNESCO), a permis de souligner les importants bénéfices dégagés par la fréquentation de ce site. Les retombées des activités récréatives de ce parc seraient de l'ordre de 630 000 \$US.an⁻¹.

De tels résultats permettent de penser, dans le présent contexte de proposition du classement d'une partie du récif néo-calédonien au patrimoine mondial de l'humanité, que la protection d'agrégations pourrait aider à la conservation d'espèces emblématiques et en même temps générer une économie substantielle.

5.4. Recommandations

5.4.1. Trois constats globaux

L'importance des rassemblements de frai pour le maintien des stocks de géniteurs n'est prise en compte par les gestionnaires des pêcheries récifales que depuis la dernière décennie (Hamilton, 2005). Cette prise de conscience et la mise en place de mesures de gestion proviennent de trois principaux constats :

- Les poissons qui forment les rassemblements de frai sont vulnérables du fait de leur maturité tardive, de leur comportement grégaire et peu farouche au moment du frai et

enfin du caractère prévisible de ces agrégations (Sadovy et Vincent, 2002 ; Burton *et al.*, 2005).

- les rassemblements qui ont pu être suivis de part le monde ont montré une diminution probable du nombre de poissons et une augmentation du biais du sexe ratio (voir la synthèse bibliographique de Colin *et al.*, 2003).

- Les biologistes sont, dans l'ensemble, d'avis que la protection des rassemblements de frais est le moyen le plus simple et le plus efficace de limiter la surexploitation des ressources (Sadovy *et al.*, 1994 ; Johannes *et al.*, 1999).

5.4.2. Les mesures de gestion possibles

Les mesures qui peuvent être mise en place pour protéger ces espèces vulnérables portent sur :

- les sites de pêche,
- les périodes de pêche,
- les espèces ciblées,
- les tailles des captures,
- les quotas de pêche,
- la détention, la vente ou toute forme d'exploitation de l'espèce ciblée (Rhodes *et al.*, 2005 ; Hamilton *et al.*, 2006).

En fonction du contexte et des espèces à protéger, une ou plusieurs de ces mesures peuvent être prises simultanément.

Ces mesures, pour être efficaces, doivent impérativement s'appuyer sur une bonne connaissance de la biologie et de l'écologie des espèces ciblées (Colin *et al.*, 2003). Les informations nécessaires sont :

- la période du rassemblement,
- la durée,
- la localisation,
- les distances et les voies de migration des poissons qui viennent former ces rassemblements,
- les structures sociales,
- les conditions physiques du milieu.

Des plans de gestion, établis en dehors de la connaissance des traits de vie des espèces peuvent s'avérer inopérants voire délétères pour la conservation de ces populations (Rhodes *et al.*, 2005). La création d'AMP pour protéger des agrégations de pontes de quelques espèces à Pohnpei (Etats fédéraux de Micronésie) s'est avérée être un échec. Les espèces ciblées ont continué d'être exploitées en dehors des sites d'agrégation, sur les routes de migration qui les menaient jusqu'à ces sites. En outre les périodes d'interdiction de pêche ne correspondaient pas aux pics de reproduction de ces espèces (Rhodes, 1999).

Si les zones de rassemblements de frai sont bien connues, les mesures de gestion peuvent s'appliquer uniquement sur ces zones (mise en réserve de la zone). Cette mesure est adaptée si les zones peuvent être facilement surveillées (proximité d'une tribu, facilement accessible pour un bateau de surveillance). Il est à noter que cette mesure ne protège pas les espèces sur leurs voies de migrations (Claro *et al.*, 2001).

Si les zones de rassemblements ne sont pas bien connues (ou si certaines sont connues et d'autres ne le sont très probablement pas), une fermeture saisonnière de la pêche de l'espèce ciblée permettra de protéger toutes ces zones de rassemblement. Le choix des mois en question pourrait être arrêté suite à un échantillonnage des gonades (suivi de l'évolution de l'indice gonado-somatique, IGS) couplé à un suivi des zones de rassemblement par des plongeurs biologistes (Johannes et Kile, 2001). Cette mesure est d'autant mieux adaptée dans un contexte où les zones ne peuvent être facilement surveillées car trop éloignées de la côte (Johannes et Kile, 2001).

L'interdiction complète de la pêche d'une espèce (toute l'année, sur tous les sites) peut être envisagée dans des cas extrêmes, lorsque la population de l'espèce est soumise à une forte pression de pêche (sur les zones de frai et en dehors de celles-ci).

5.4.3. Recommandations pour la gestion des rassemblements de frai en province Nord

5.4.3.1. Prolongement de l'étude des zones de frai

Actuellement, les connaissances des zones de rassemblements en province Nord sont insuffisantes pour proposer des mesures de gestion relatives aux sites, aux périodes et aux espèces à protéger :

- (i) l'étendue de la période de rassemblement n'est pas connue. L'observation des zones, limitée à deux jours pour la majorité des sites ne permet pas de déterminer le début et la fin de la période de frai pour les espèces concernées ;
- (ii) la localisation précise de la zone de rassemblement ne peut se faire à partir d'observations si brèves, d'autant plus que l'emplacement précis de la zone de frai peut évoluer à l'échelle de plusieurs mois (Smith et Hamilton, 2006) ;
- (iii) les distances et les voies de migration des poissons ne sont pas connues ;
- (iv) les structures sociales ne sont pas connues.

Les phases 1 et 2 de cette étude ont permis d'acquérir de nombreuses informations sur ces rassemblements :

- le contexte environnemental,
- la délimitation des zones de frai,
- les espèces (richesse spécifique, abondance, densité et biomasse),
- l'habitat.

Aujourd'hui ces informations permettent de mettre en place un suivi sur quelques frayères pour lesquelles la province Nord souhaiterait développer des mesures de gestion. Le suivi permettra sans aucun doute d'opter pour les meilleures mesures de gestion et de conservation.

Idéalement, ce suivi utiliserait la même méthodologie et les mêmes techniques que celles employées dans cette étude (prospection du site en apnée puis comptage de poissons et description de l'habitat en plongée).

Les informations (i), (ii) et (iv) nécessaires au développement de mesures de gestion adaptées pourraient être acquises avec un suivi étalé :

- à l'échelle de l'année sur plusieurs mois (par exemple d'août à mars pour englober toute la saison chaude au cours de laquelle se forment la majorité des rassemblements de frai),
- à l'échelle du mois sur plusieurs phases lunaires (par exemple 2 jours à la pleine lune, 2 jours au dernier quartier, 2 jours à la nouvelle lune et 2 jours au premier quartier),
- à l'échelle de la journée sur les marées (par exemple une plongée à marée descendante, une plongée à marée montante).

Déterminer les distances de migrations des poissons (iii) permet de répondre à la question « de quel récif a migré le poisson qui fraie ici ? ». Cette étude complexe et onéreuse (utilisation de marques acoustiques) permettrait d'établir très finement les zones à protéger (zones de rassemblement et voies de migrations). Les résultats d'une étude similaire ZoNéCo menée par Olivier Château sur les mouvements des poissons à mésoéchelles (quelques centaines de mètres à quelques kilomètres) est attendue prochainement. Ce dernier point est secondaire par rapport à (i) et (ii).

Le suivi le plus urgent à mettre en place porte sur la période du rassemblement (i). La connaissance de celle-ci permet au gestionnaire de réglementer la saison de pêche de l'espèce ciblée. L'étude de l'indice gonado-somatique couplée à un suivi des zones de rassemblement par des plongeurs biologistes suffit à acquérir cette connaissance. Les autres

points (ii, iii et iv) peuvent être acquis par la suite pour affiner les mesures de gestion.

Le choix du suivi des sites est délicat dans le sens où celui-ci dépend de la stratégie de développement de la province Nord. Les résultats biologiques issus de ces études indiquent que :

- les agrégations les plus remarquables en terme de richesse spécifique et de densité sont celles situées sur les sites d'Amos, de Yandé, de Voh et de Koné.
- les sites les plus exceptionnels d'un point de vue habitat et géomorphologie sont les sites de la Fausse passe et d'Amos.

Il est important de noter que ces sites n'ont pas été observés successivement sur une période étalée sur trois mois. Certains se sont avérés « décevants » comme le site de Poindimié en janvier mais auraient peut-être été qualifiés d'intéressants ou de remarquables en novembre.

5.4.3.2. Difficultés de la mise en œuvre d'une réglementation

Il est possible que la révision de la réglementation des pêches sur les zones de rassemblements soulève plusieurs difficultés pour les gestionnaires de la province Nord. En effet, si certains usagers de la mer ont accepté de livrer leurs connaissances sur les rassemblements de frai afin que le programme ZoNéCo et le service de l'Aquaculture et des Pêches de la province Nord les aident à mieux gérer leurs ressources, d'autres enquêtés ont donné ces informations avec plus de réserve.

Pour ces dernière catégorie d'enquêtés, la mise en place de nouvelles mesures de gestion, dont ils sont à l'origine, pourrait être vue non pas comme une solution pour améliorer l'exploitation des stocks mais plutôt comme une atteinte à l'encontre des pêcheurs.

La démarche doit se faire de manière consensuelle et collégiale en réunissant les gestionnaires et les usagers de la mer. La démarche de Johannes et Kile, (2001) en Mélanésie (îles Salomon : Ysabel et Wagina) pourrait servir d'exemple dans le cas de la province Nord de Nouvelle-Calédonie :

« L'imposition de toute réglementation de la pêche à des gens qui, pendant des siècles, ont été les propriétaires de leurs zones de pêche au même titre qu'ils l'ont été de leurs terres, ne peut que susciter suspicion et résistance.

Vous nous imposez subitement, à nous qui avons exploité nos pêcheries sans les épuiser pendant des siècles, de limiter nos activités de pêche !

À l'évidence, dans de telles circonstances, une concertation avec les villageois (dans leur village et non pas simplement avec les responsables à Honiara) est nécessaire (...). Si l'on veut qu'ils apportent leur soutien à une telle réglementation et qu'ils fassent preuve d'un esprit de coopération, ils doivent en comprendre les raisons et avoir la possibilité de proposer et de discuter de modifications ou variantes. Sans leur soutien, la réglementation sera beaucoup plus difficile à mettre en oeuvre.

On ne saurait trop insister sur le fait que, en vertu du droit coutumier et du droit moderne, c'est l'exploitation de leur pêche que nous proposons de réglementer. »

5.4.3.3. Poursuites de l'étude et de nouveaux axes de recherche scientifique

Les résultats de cette étude soulèvent de nombreuses interrogations sur le fonctionnement des rassemblements de frai qu'il serait intéressant de développer pour mieux comprendre la dynamique et le maintien de ces phénomènes agrégatifs.

L'habitat est apparu comme étant un facteur important pour expliquer la présence d'une frayère. Néanmoins, en dehors du relief et de la couverture benthique, nous ne sommes pas en mesure de décrire les facteurs explicatifs de la présence d'une frayère. Quelques observations ponctuelles semblent indiquer que l'hydrologie doit jouer un rôle fondamental sur la présence de frayères de poissons qui, pendant plusieurs semaines voire plusieurs mois demeurent sur le site sur lequel ils vont avoir besoin de trouver leur nourriture. Il pourrait être intéressant de tester à partir de plusieurs facteurs du milieu la prédictibilité de la présence d'une zone de frai. Cette simulation permettrait d'étendre les zones de frai à des endroits sur lesquels aucune information n'a pu être recueillie par les usagers de la mer au cours de la phase 1.

Les densités et les biomasses sur les zones de frai sont légèrement au dessus de ce qui est observé sur les autres récifs néo-calédoniens. Ce résultat s'oppose au caractère exceptionnel et spectaculaire des rassemblements de frai tel que ceux généralement décrits dans la littérature. Outre les nombreux biais méthodologiques discutés plus bas, ceci pourrait s'expliquer selon Chauvet (données non publiées) par le fait que les densité de poissons sur les agrégations de ponte soient inversement proportionnelles à la taille du stock. Lorsqu'une population de poisson est de grande taille, elle aurait tendance à former de nombreux petits agrégats disséminés plutôt que de fortes agrégations ponctuelles. Dans le cas extrême, la taille de ces agrégats pourrait se limiter à celle du couple. L'explication avancée repose sur des observations d'ajustement densité-dépendante du sexe ratio. Lorsque la densité des individus qui forme une population est forte, les poissons ont davantage d'interactions avec leurs conspécifiques. Le sexe ratio aurait alors tendance s'équilibrer au cours de leur cycle trophique (ie en dehors du frai) et les couples se former. A l'opposé, lorsque la population est plus clairsemée, la rencontre des individus requièrent un « point de rendez-vous » ou zone de frai sur lequel, plusieurs semaine avant l'acte reproducteur, s'équilibre le sexe ratio avec très généralement une nette dominance des femelles dans ce cas.

L'étendue et la complexité du lagon calédonien en comparaison d'autres lagons (comme ceux des Tuamotu) pourrait également expliquer que les zones de frai soient disséminées sur de très larges surfaces et non concentrées à un seul endroit (l'unique passe de l'atoll par exemple).

Pour avoir des résultats comparables à ceux de la littérature il conviendrait de comparer les densités et les biomasses pour une même zone de frai à différentes périodes. Dans notre cas (résultats non divulgués ici), nous avons comparé les densités sur les zones de frai avec les densités moyennées sur de nombreux récifs et donc à des endroits différents. Par ailleurs, tous les individus ont été dénombrés dans les comptages en dehors des zones de frai tandis que dans cette étude, seuls les individus rassemblés dans le but de frayer ont été comptabilisés. Ce biais à comme effet d'estomper les différences de densité entre les zones de frai et les zones hors frai.

Pour comparer des données de densité sur un même site, il apparaît primordiale d'employer les mêmes techniques de comptages de poissons pour limiter les biais liés à la surévaluation ou sous-évaluation de l'abondance de l'ichtyofaune (transect à distance fixe vs. point fixe), et si possible en employant les mêmes plongeurs.

BIBLIOGRAPHIE

- Bolden S (2000) Long-distance movement of a Nassau grouper (*Epinephelus striatus*) to a spawning aggregation in the central Bahamas. *Fish. Bull.* 98:642-645
- Burton ML, Brennan KJ, Munoz RC, O. PJR (2005) Preliminary evidence of increased spawning aggregation of mutton snapper (*Lutjanus analis*) at Riley's Hump two years after establishment to the Tortugas South Ecological Reserve. *Fish. Bull.* 103
- Claro R, Lindeman KC (2003) Spawning aggregation sites of snapper and grouper species (Lutjanidae and Serranidae) on the insular shelf of Cuba. *Gulf Caribb Res* 14:91-106
- Claro R, Lindeman KC, Parenti LR (2001) Ecology of the marine fishes of Cuba, Smithsonian Institution Press, Washington
- Domeier ML, Colin PL (1997) Tropical reef fish spawning aggregations defined and reviewed. *Bull. Mar. Sci.* 60:698-726
- Hamilton RJ (2003a) A report on the current status of exploited reef fish aggregations in the Solomon Islands and Papua New Guinea – Choiseul, Ysabel, Bougainville and Manus Provinces, Society for the Conservation of Reef Fish Aggregations
- Hamilton RJ (2003b) The role of indigenous knowledge in depleting a limited resource – A case study of the bumphead parrotfish (*Bolbometopon muricatum*) artisanal fishery in Roviana Lagoon, Western Province, Solomon Islands. Putting fishers' knowledge to work conference proceedings. *Fisheries Centre Research Reports* 11:68-77
- Hamilton RJ (2005) Le savoir écologique autochtone et relatif aux comportements de concentration et de frai nocturne de l'empereur békine, *Lethrinus erythropterus*. *Ressources marines et Traditions* 18:9-17
- Hamilton RJ, Matawai M, Potuku T, Kama W, Lahui P, Warku J, Smith AJ (2006) Gestion des sites mélanésiens de concentration de mérour fondée sur les connaissances locales et scientifiques. *Ressources marines et commercialisation - Bulletin de la CPS* 14:7-19
- Johannes RE (1989) Spawning aggregations of the grouper *Plectropomus areolatus* (Ruppell) in the Solomon Islands. In: Choat JH, Barnes DJ, Borowitzka MA, Coll JC, Davies PJ, Flood P, G. HB, Hopley D, Hutchings PA, Kinsey D, Orme GR, Pichon M, Sale PF, Sammarco PW, Wallace CC, Wilkinson CR, Wolanski E, Bellwood O (eds) *Proceedings of the Sixth International Coral Reef Symposium*, Townsville, Australia, p 751-755

- Johannes RE (1997) Les zones de frai des loches doivent être protégées. Ressources marines et commercialisation - Bulletin de la CPS 3:13 - 14
- Johannes RE, Kile N (2001) La protection des concentrations de loches en période de frai autour des îles d'Ysabel et de Wagina (Îles Salomon). Ressources marines et commercialisation - Bulletin de la CPS 8:5-9
- Johannes RE, Lam M (1999) The live reef food fish trade in the Solomon Islands. SPC Live Reef Fish Information Bulletin 5:8-15
- Juncker M, Granger B (2007) Principales zones de frai des poissons récifaux en province Nord (Nouvelle-Calédonie). Phase 1 : enquête de savoir écologique, Rapport du programme ZoNéCo, Nouméa
- Koenig CC, Coleman FC, Collins LA, Sadovy Y, Colin PL (1996) Reproduction in gag, *Mycteroperca microlepis* (Pisces: Serranidae) in the eastern Gulf of Mexico and the consequences of fishes spawning aggregations. *In*: Arreguin-Sanchez F., Munro J. L., C. BM, Pauly D (eds) Biology, fisheries and culture of tropical groupers and snappers. ICLARM Conf Proc, p 307-323
- Labrosse P, Kulbicki M, Ferraris J (2003) Comptage visuel de poissons en plongée : conditions d'utilisation et de mise en oeuvre, Vol, Nouméa
- Nemeth RS (2005) Population characteristics of a recovering US Virgin Islands red hind spawning aggregation following protection. Marine ecology Progress Series 286:81-97
- Rhodes KL (1999) Grouper aggregation protection in proactive Pohnpei. Secretariat of the Pacific Community Live Reef Fish Information Bulletin 6:14-15
- Rhodes KL, Joseph E, Mathias D, Malakai S, Kostka W, David D (2005) Reef fish spawning aggregation monitoring in Pohnpei, Federated States of Micronesia, in response to local management needs. SPC Live Reef Fish Information Bulletin 5:20-24
- Ruitenbeek HJ (2002) Analyse de l'intérêt économique des regroupements de poissons en période de frai dans le parc national de Komodo (Indonésie). Ressources marines et commercialisation - Bulletin de la CPS 9:13-16
- Russ GR (1991) Coral reef fisheries: effects and yields. *In*: Sale PF (ed) The ecology of fishes on coral reefs. Academic Press, New York, p 601-635
- Sadovy Y, Colin PL, Domeier ML (2006) Observation et gestion des concentrations de reproducteurs en période de frai: Méthodes et obstacles. Ressources marines et commercialisation - Bulletin de la CPS 14:25-29

Sadovy Y, Domeier ML (2005) Are aggregation-fisheries sustainable? Reef fish fisheries as a case study. *Coral Reefs* 24:254-262

Sadovy Y, Eklund AM (1999) Synopsis of biological information on *Epinephelus striatus* (Bloch 1972), the Nassau grouper, and *E. itajara* (Lichtenstein 1822) the jewfish, NOAA Technical Report NMS 146, USA

Sadovy Y, Rosario A, Roman A (1994) Reproduction in an aggregating grouper, the red hind, *Epinephelus guttatus*. *Environmental Biology of Fishes* 41:269-286

Sadovy Y, Vincent ACJ (2002) The trades in live reef fishes for food and aquaria: issues and impacts. *In*: Sale PF (ed) *Coral reef fishes. Dynamics and diversity in a complex ecosystem*. Academic Press, San Diego, p 391-420

Sala E, Ballesteros E, Starr RM (2001) Rapid decline of Nassau grouper spawning aggregations in Belize: Fishery management and conservation needs. *Fisheries* 26:23-30

Sancho G, Solow AR, Lobel PS (2000) Environmental influences on the diel timing of spawning in coral reef fishes. *Marine Ecology Progress Series* 206:193-212

Smith AJ, Hamilton RJ (2006) Protecting and managing reef fish spawning aggregations in the Pacific: project final report, Report prepared by the Pacific Island Countries

Coastal Marine Program, The Nature Conservancy, Brisbane, Australia

Watson RA, Carlos GM, Samoily MA (1995) Bias introduced by the non-random movement of fish in visual transect surveys. *Ecological Modelling* 77:205-214

Whaylen L, Pattengill-Semmens CV, Semmens BX, G. BP, Boardman MR (2004) Observations of a Nassau grouper, *Epinephelus striatus*, spawning aggregation site in Little Cayman, Cayman Islands, including multi-species spawning information. *Environmental Biology of Fishes* 70:305-313

ANNEXES

Liste et rôles des participants

	Prénom	Nom	Mission	Compétence					
				Capitaine ou Skipper	Cuisine et gonflage blocs	Substrat	Poisson	GPS ArcPad	Images ss-marines
En mer	Christophe	Barrielle	Nov		x				
	Pierre	Boblin	Déc			x	x		
	Benjamin	Boblin	Déc		x				
	Alain	Briançon	Nov, Déc, Jan	x				x	x
	Claude	Chauvet	Nov			x	x		
	Eric	Clua	Nov	x		x	x		
	Nathaniel	Cornuet	Jan			x	x		
	Alain	Gerbault	Nov, Déc, Jan		x	x	x		x
	Yves	Gilet	Déc			x	x		x
	Matthieu	Juncker	Nov, Déc, Jan	x		x	x	x	x
	David	Lecchini	Jan			x	x		
	Olivier	Lenestour	Déc			x	x		
	Antoine	Maloune	Jan	x					
	Patrick	Maron	Nov	x					
	Eric	Meudal	Déc	x					
	Silvia	Pinca	Nov, Déc			x	x		x
	Antoine	Teitelbaum	Déc			x	x		
A terre	Damien	Buisson						x	
	Bruno	Granger						x	

Chronologie des missions

Mission 1 – Novembre 2007 : de Hienghène à Yandé

Départ de Nouméa	16/11/2007
Départ marina Hienghène	17/11/2007
Echantillonnage apnée Zone Hienghène	17/11/2007
Echantillonnage plongée Zone Hienghène	18/11/2007
Départ Hienghène pour Amos	18/11/2007
Echantillonnage apnée Zone Amos	19/11/2007
Echantillonnage plongée Zone Amos	20/11/2007
Départ pour Amos Fausse Passe	20/11/2007
Echantillonnage apnée Zone Fausse Passe	21/11/2007
Echantillonnage plongée Zone Fausse Passe	22/11/2007
Départ Amos - Fausse Passe pour Baaba	23/11/2007
Echantillonnage apnée Zone Baaba	23/11/2007
Départ Baaba pour Yandé	23/11/2007
Echantillonnage apnée Zone Yandé	24/11/2007
Echantillonnage plongée Zone Yandé	25/11/2007
Départ de Yandé pour Poum	26/11/2007
Arrivée à Nouméa	26/11/2007

Mission 2 – Décembre 2007 : de Poya à Ouaco

Départ de Nouméa	14/12/2007
Mise à l'eau Népoui et départ pour Poya	15/12/2007
Echantillonnage apnée Zone Poya	15/12/2007
Echantillonnage plongée Zone Poya	16/12/2007
Départ Poya pour Népoui	16/12/2007
Echantillonnage apnée Zone Népoui	17/12/2007
Echantillonnage plongée Zone Népoui	17&18/12/2007
Transfert sur Koné	19/12/2007
Echantillonnage apnée Zone Koné	20/12/2007
Echantillonnage plongée Zone Koné	20&21/12/2007
Départ Koné pour Voh (Coupée Alliance)	21/12/2007
Echantillonnage apnée Zone Voh	22/12/2007
Echantillonnage plongée Zone Voh	22&23/12/2007
Départ de Voh pour Gatope	24/12/2007
Arrivée à Nouméa	24/12/2007

Chronologie des missions (suite)

Départ de Nouméa	16/01/2008(*)
Installation au Tapoundari, rencontre avec Antoine Maloune et les pêcheurs	16/01/2008
Echantillonnage apnée Zone passe de Bayes Est (n°1)	17/12/2007
Echantillonnage apnée et plongée Zone Passe Centrale (n°2)	18/01/2008
Echantillonnage apnée et plongée récifs de Bayes (n°3) et passe de Bayes Ouest (n°4)	19/01/2008
Echantillonnage plongée plaine sableuses Tibarama (n°5)	20/01/2008
Transfert de Poindimié jusqu'à Voh, préparation du matériel	21/01/2008
Echantillonnage apnée Zone Voh (Coupée de l'Alliance)	22/01/2008
Echantillonnage plongée Zone Voh (Coupée de l'Alliance)	23/01/2008
Echantillonnage apnée et plongée Zone Koné (Passe de Koné)	24/01/2008
Retour sur Voh puis départ pour Nouméa	24/01/2008

Description et usage de la base de données sous AcGis 9.

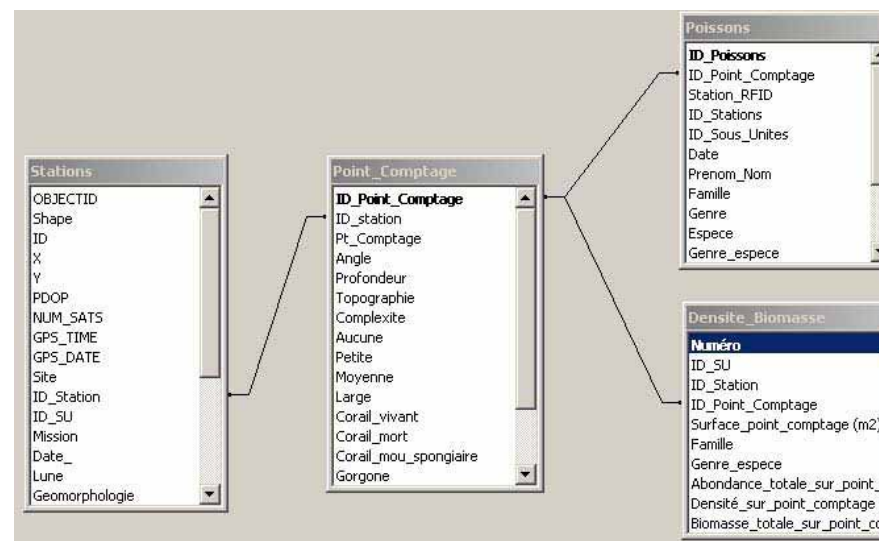
Organisation

La base de données est structurée en cinq tables :

- Les sous-unités, cette table est géographique.
- Les stations, cette table est géographique.
- Les points de comptage.
- La densité et la biomasse des poissons par point de comptage.
- Les poissons.
- Les types de poissons.

Pour bien comprendre l'imbrication des points de comptage des stations, des sous-unités et des sites, reportez-vous à la Figure 6.

Ces cinq tables sont reliées entre elles comme le montre la figure ci-dessous.



Ces tables sont dans une base de données au format Access. Les objets géographiques des tables des sous-unités et des stations sont également dans la base de données Access et visibles dans ArcGis.

Identifiants des sous-unités, des stations et des points de comptage

- Les identifiants des sous-unités sont du type suivant : AA-B ou AA correspondent à deux lettres pour définir le site (voir tableau ci-après).

Site	Identifiant des sous-unités
AM	Amos
BA	Baaba
FP	Fausse passe
HI	Hiengène
KO	Koné
NE	Népoui
PI	Poindimié
PY	Poya
VO	Voh
YA	Yandé

B est un numéro unique pour les sous-unités.

B compris entre 1 et 9 indique que la sous-unité n'a été observée qu'au cours d'une seule mission. Lorsque B est compris entre 10 et 20, cela signifie que la sous-unité a été observée lors d'une seconde mission en janvier 2008.

- Les identifiants des stations sont de type suivant : AA-B-C ou AA-B est l'identifiant unique de la sous-unité dans lequel se trouve la station. Il n'y a pas de stations en dehors de sous-unité et C est un numéro unique dans la sous-unité concernée.
- Les identifiants des points de comptages sont les suivants : AA-B-C-D ou AA-B-C est l'identifiant unique

de la station à laquelle est rattachée le point de comptage et D est un numéro unique dans la station.

- **Cas particulier dans la table des poissons**

L'identifiant du point de comptage peut avoir comme valeur D=0. Dans ce cas, le poisson a été observé sur la station mais avant ou après le temps de comptage. Le poisson est donc rattaché à une station mais n'est pas rattaché à un point de comptage.

L'identifiant de la station peut avoir comme valeur C=0 et comme valeur du point de comptage D=0. Dans ce cas, le poisson a été observé dans la sous-unité lors de la prospection ou lors d'un transect itinérant. Le poisson est donc rattaché à la sous-unité mais n'est pas rattaché à une station ni à un point de comptage.

Présentation des tables

Table « Sous-Unites »

Dénomination	Description
SITE	Nom du site
SOUS-UNITE	Numéro de la sous-unité dans le site
RQUES	Remarques saisies lors de la création de la sous-unité
ID_SU	Identifiant unique de la sous-unité

Table « Stations »

Dénomination	Description
X	Coordonnées X en WGS 84 calculé par le GPS si le point a été créé par GPS
Y	Coordonnées Y en WGS 84 calculé par le GPS si le point a été créé par GPS
PDOP	Valeur servant à connaître la précision du point GPS si le point a été créé par GPS
NUM_SATS	Nombre de satellites lors de la saisie du point GPS si le point a été créé par GPS
GPS_TIME	Heure du GPS si le point a été créé par GPS
GPS_DATE	Date du GPS si le point a été créé par GPS
Site	Nom du site en entier
ID_Station	Identifiant unique de la station
ID_SU	Identifiant unique de la sous-unité
Mission	Mois de la mission
Date_	Date de la création de la sous-unité
Lune	Le calendrier lunaire est basé sur la pleine lune (PL). Le jour du comptage, la date de la station est enregistrée sur un calendrier lunaire. PL+2 indique par exemple que la station a été effectuée 2 jours après la pleine lune
Géomorphologie	Décrit la géomorphologie de la station. Exemple : lagon, chenal, passe intérieur etc.
HeureDebut	Heure du début de la plongée

Dénomination	Description
HeureFin	Heure de fin de la plongée
Marée	Indique l'état de la marée (montante, étale de marée haute etc.).
Plongeur	Nom du premier plongeur dans le binôme
Plongeur2	Nom du second plongeur dans le binôme
Visibilité	Indique la distance de reconnaissance des poissons sur la station. Cette visibilité est donc inférieure à la visibilité réelle
Courant	Indique la puissance du courant (faible, modéré, fort)
ExpositionVent	Indique l'exposition au vent de la station (faible, modéré, fort)
InfluenceTerrigene	Indique l'influence terrigène de la station (faible, modéré, fort)
Remarques	Remarques saisies lors de la création de la station

Table « Point_Comptage »

Dénomination	Description
ID_point_Comptage	Identifiant unique du point de comptage
ID_Station	Identifiant unique de la station
Pt_Comptage	Numéro unique du point de comptage dans la station
Angle	Mesure de l'angle d'observation en degré. Ajouté à la visibilité, l'angle permet de calculer la...

Dénomination	Description
	...surface de comptage du point fixe
Profondeur	Mesurée sur le point de comptage
Topographie	Relief sur une échelle de 10 m (cf. § 2.3.2.)
Complexité	Relief sur une échelle de 1 m (cf. § 2.3.2.)
Aucune	Champ non valide
Petite	Recouvrement en petites anfractuosités (< 20 cm) sur une échelle de 1 à 5
Moyenne	Recouvrement en moyennes anfractuosités (≥ 20 - ≤ 40 cm) sur une échelle de 1 à 5
Large	Recouvrement en larges anfractuosités (> 40 cm) sur une échelle de 1 à 5
Corail_vivant	Recouvrement sur une échelle de 1 à 5
Corail_mort	Recouvrement sur une échelle de 1 à 5
Corail_mou_spongiaire	Recouvrement sur une échelle de 1 à 5
Gorgone	Recouvrement sur une échelle de 1 à 5
Sable_vase	Recouvrement sur une échelle de 1 à 5
Debris	Recouvrement sur une échelle de 1 à 5
Bloc	Recouvrement sur une échelle de 1 à 5
Dalle	Recouvrement sur une échelle de 1 à 5

Table « Densite_Biomasse »

Dénomination	Description
ID	Identifiant unique
ID_SU	Identifiant unique de la sous unité
ID-Station	Identifiant unique de la station
ID_Point_Comptage	Identifiant unique du point de comptage
Surface_point_comptage (m ²)	Surface = Visibilité ² X π X Angle X 360 ⁻¹
Famille	Famille de l'espèce enregistrée
Genre_espece	Nom du genre et nom de l'espèce
Abondance_totale_sur_point_comptage	Nombre de poisson enregistré sur le point de comptage pour chaque espèce
Densité_sur_point_comptage (nb poisson/m ²)	Nombre de poissons X Surface_point_comptage ⁻¹
Biomasse_totale_sur_point_comptage (g/m ²)	Poids total X Surface_point_comptage ⁻¹

Table « Poissons »

Dénomination	Description
ID_Poissons	Identifiant unique des poissons
ID_Point_Comptage	Identifiant unique du point de comptage
Station RFID	Identifiant permettant de faire un lien avec la base RFID de la CPS

Dénomination	Description
ID_Stations	Identifiant unique de la station
ID_Sous-Unités	Identifiant unique de la sous-unité
Date	
Nom_Prenom	Pour l'un des 2 plongeurs
Famille	Famille de l'espèce enregistrée
Genre	Nom du genre et nom de l'espèce
Espec	Nombre de poisson enregistré sur le point de comptage pour chaque espèce
Genre_espece	concaténation des 2 champs précédents
Abondance	Nombre de poissons enregistrés pour une taille donnée
Taille (cm)	Taille à la fourche du ou des poissons enregistrés
Mobilite	Indique si le poisson est immobile, mobile ou de passage (cf § 2.3.1)
Justification_frai	Indique l'indice le plus évident qui permet de justifier que les poissons observés sont rassemblés pour se reproduire
Poid total (kg)	Indique le poids total du ou des poissons enregistré pour un l=

Utilisation dans ArcGis

Dans ArcMap 9, ouvrir la géodatabase personnelle nommée « Zoneco » et ajouter les cinq tables :

- Les sous-unités, cette table est géographique.
- Les stations, cette table est géographique.
- Les points de comptage.
- Les données de densité_biomasse.
- Les poissons.

La table Domaine, visible sous ArcGis n'est pas à ouvrir. Elle contient les mots clés des cinq tables de données.

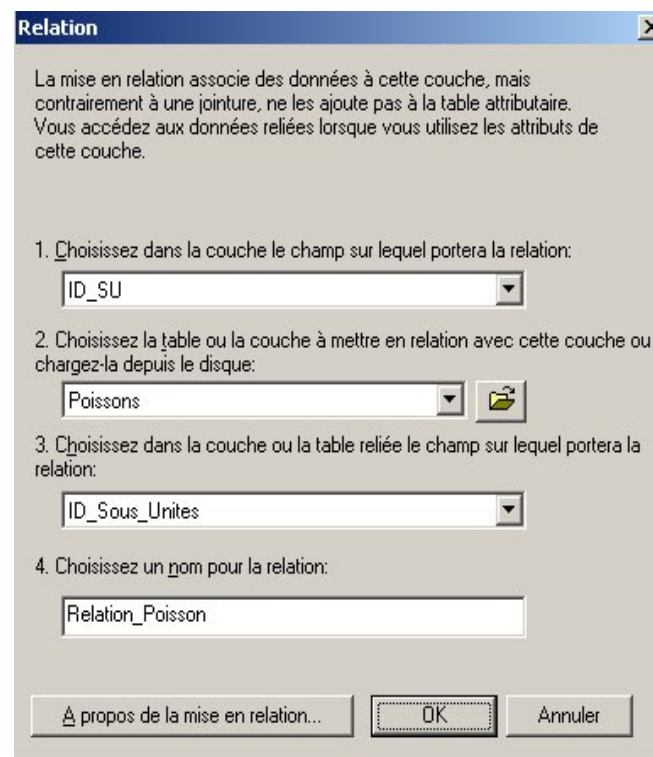
Les données par sous-unité

Pour avoir les informations des poissons par points de comptage, et les données de densité et biomasse, une relation doit être établie entre ces tables et les sous-unités en prenant comme champ de jointure l'identifiant des sous-unités.

L'intérêt peut être de déterminer sur quelles sous-unités une espèce a été observée (que ce soit sur des points de comptage, en dehors de ces points ou sur des transects itinérants). Exemple : établissement d'une relation entre Sous-unités et poissons

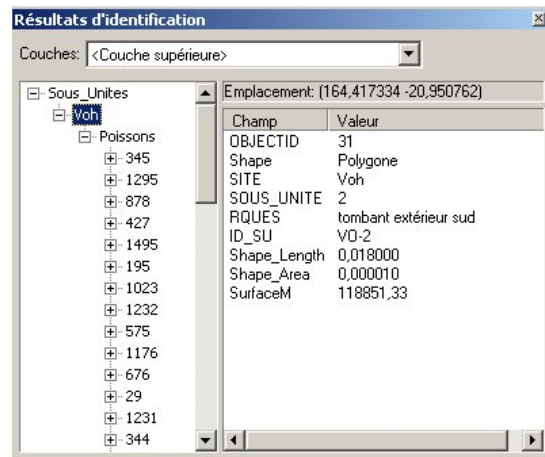
Clique droit sur la couche Sous_unites et sélectionner Jointure et relations > Mettre en relation

Renseigner la fenêtre comme ci-contre :



Vous pouvez maintenant voir tous les poissons se trouvant dans la sous_unité concernée avec l'aide de l'outil identifier.





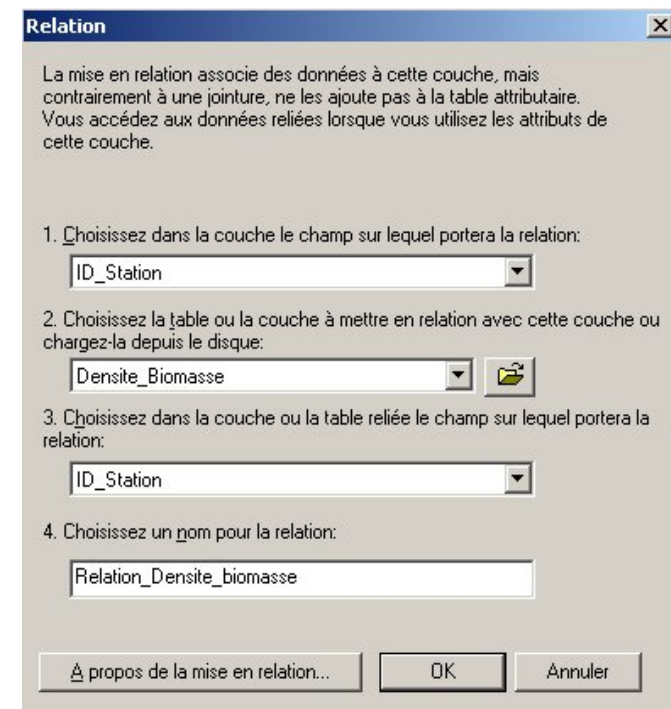
Les données par station

Pour visualiser les données par station, il est nécessaire de faire des relations avec comme champ de jointure l'identifiant station.

L'intérêt peut être de connaître la biomasse des espèces sur une station. Exemple : établissement d'une relation entre les stations et les données de densité et de biomasse.

Clique droit sur la couche station et sélectionner Jointure et relations > Mettre en relation

Renseigner la fenêtre comme ci-contre :



Exemple de requête dans ArcGis

Nous allons sélectionner les sous-unités dans lesquelles ont été observé des *Epinephelus malabaricus* qui frayent, ie dont le champ « Justification_frai » est différent de « Incertaine » (c'est à dire que champ égale « comportement » ou « livrée », ou « regroupement » ou « ventre gonflé »).

Au préalable, il est nécessaire d'établir une relation entre les sous-unités et les poissons.

- Cliquez droit sur la table « Poissons » et ouvrir ;
- options > sélection selon les attributs ;
- renseigner la fenêtre suivante en utilisant le bouton « liste complète » :



- Cliquer sur appliquer
- Les poissons sont sélectionnés dans la table attributaire
- aller dans Options > Tables reliées et sélectionner la relation avec les sous-unités
- la table attributaire des sous-unités s'ouvre en arrière plan, avec les sous-unités sélectionnées qui correspondent aux poissons sélectionnés.
- Fermer les tables attributaire, puis, clique droit sur la table des sous-unité > sélection > Créer une couche à partir des entités sélectionnées.
- Une nouvelle couche est créée nommée « Sous-unité sélection ». On peut changer la couleur de ses zones facilement en double cliquant sur la table.

– continuer en renseignant la seconde condition :



RESUME

Faisant suite à l'étude sur les enquêtes de savoir écologique des zones de frai en province Nord (phase 1), les objectifs de ce projet (phase 2), basé sur des observations *in situ*, consistent à :

- confirmer, lorsque c'est possible, les enquêtes de savoir (i) ;
- décrire les frayères en terme d'habitat (ii), d'abondance, de densité et de biomasse des poissons (iii) ;
- estimer les variations spatiales et temporelles des rassemblements de frai (iv)
- proposer des recommandations dans le processus de mise en place de mesures de conservation (v).

Pour ce faire, 10 sites d'intérêt ont été échantillonnés face à Poindimié, Hienghène, Amos, Fausse-Passe (au Nord-Est de Balabio), Baaba, Yandé, Voh (face à Ouaco), Koné, Népoui et Poya. Les 30 jours de mission d'observation ont permis la réalisation de 1 625 enregistrements de poissons dont 39 % concernent des poissons rassemblés pour frayer. Au total, 99 espèces appartenant à 20 familles ont pu être observées. Ces familles sont toutes considérées comme commerciales à l'exception d'une seule.

(i) Il a été possible de valider la présence de 51 % des espèces (n = 11) rassemblées pour frayer décrites au cours de la phase 1. Par ailleurs, 88 autres espèces non décrites au cours de la phase 1 ont été observées rassemblées pour frayer au cours de la phase 2.

(ii) Nos observations montrent que le relief le plus fréquemment observés sur les zones de frai est un fond de topographie et de complexité moyennes, marqué par une discontinuité dans son relief (faille, cassure, surplomb etc.) et par la présence de nombreuses anfractuosités.

(iii) Les données biologiques relevées (nombre d'individus dans le groupe, longueur des poissons, comportements et justifications du frai) ont permis de caractériser ces phénomènes agrégatifs. Il apparaît que les densités et les biomasses des poissons sur ces frayères sont globalement faiblement supérieures à celles observées sur les récifs de Nouvelle-Calédonie hors zone de frai.

(iv) Les variations spatiales entre mois lunaires semblent faibles : pour plusieurs stations, la position de plusieurs frayères demeure la même alors que les espèces qui frayent sont différentes. Au contraire, les variations temporelles de composition spécifique sont très fortes à cette échelle de temps, de même qu'à l'échelle de la journée. Les conséquences d'une telle variabilité de ces phénomènes agrégatifs orientent les recommandations pour les gestionnaires.

Actuellement, les connaissances des zones de rassemblements sont insuffisantes pour proposer des mesures de gestion relatives aux sites, aux périodes et aux espèces à protéger. Les informations recueillies permettent en revanche de mettre en place un suivi de quelques frayères. Ce suivi permettra à la province Nord d'opter sans aucun doute pour des mesures de gestion et de conservation adaptées au contexte environnemental de ces frayères.

