

PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE et d'ANALYSE TEMPORELLE des COMMUNAUTÉS CORALLIENNES pour le suivi des impacts de l'usine de Goro Nickel

Préalable

L'échantillonnage des stations comprendra l'habitat, les macro-invertébrés épibenthiques et les poissons.

Les conditions météorologiques peuvent influencer à la fois sur les résultats (principalement l'évaluation de la faune ichthyologique) et également sur la sécurité des plongeurs. Goro-Nickel ainsi que les prestataires doivent se donner les moyens pour que les échantillonnages se fassent dans de bonnes conditions en évitant les périodes qui font suite à de fortes pluies, ou les jours de grands vents.

Concernant les stations situées dans le canal de La Havannah au niveau de l'emprise du diffuseur de l'émissaire, d'autres méthodes d'échantillonnages que la plongée sous-marine doivent être utilisées. Après localisation exacte de zones coralliennes situées autour du diffuseur, il sera nécessaire d'employer un ROV ("*Remotely Operated Vehicle*"). Un protocole d'échantillonnage et d'analyse doit être développé afin de suivre dans le temps les peuplements (principalement la couverture corallienne).

Echantillonnage du substrat

Résultats attendus :

L'analyse temporelle doit permettre de montrer les variations entre les pourcentages de couverture corallienne et en végétaux...

Méthodologie :

Trois transects de 20 m matérialisés par des piquets permanents (de 3 à 5 piquets par transect) doivent être effectués sur chaque station¹ : platier, haut et bas du tombant, en excluant les zones de vase et le bas du tombant s'il se trouve à plus de 20 m. Dans ces cas, effectuer le transect avant la zone de vase dans le premier cas, ou à 20 m du tombant dans le second.

Les classes de "*life forms*" du "*Line Intercept Transect*" sont celles préconisées par English *et al.* (annexe I).

L'évaluation du recouvrement de ces classes est continue, i.e. on évalue la continuité d'une classe sous le ruban avec une résolution de 10 cm (e.g. *Acropora* branchu de 0 à 30 cm ; sable de 30 à 90 cm ; Non *Acropora* Massif de 0,90 à 1,90 m...).

Une vidéo de chaque transect doit être effectuée à des fins de stockage, permettant de revenir ultérieurement de façon qualitative² sur des variations ayant été démontrées quantitativement avec le LIT.

¹ Les stations correspondent à celles définies dans les arrêtés ICPE et AODPM.

² Une veille technologique doit être effectuée par GNI pour évaluer la pertinence d'un LIT par vidéo.

Traitement statistique :

Les variations de couverture peuvent être montrées à l'aide de tests t puis ANOVA (ou équivalents non paramétriques). Ces analyses doivent être effectuées par station, par unité géomorphologique (platier, haut et bas du tombant) et par zone. Une analyse spatiale pourra être réalisée entre les stations.

Des analyses multi-variées (type AFC) permettront de déterminer au niveau de la structure du substrat les différences, similarités, puis les changements entre les stations.

Echantillonnage du macrobenthos

Résultats attendus :

Cet échantillonnage permet de montrer si des changements ont lieu sur des taxons cibles.

Méthodologie :

Evaluation sur un couloir de 2,5 m de chaque côté du transect (i.e. 100 m²) :

- Présence absence d'algues et phanérogames à l'échelle du genre.
- Densités en bénitiers, trocas, et certains échinodermes (au niveau de l'espèce pour les étoiles de mer, les oursins et les holothuries, et présence/absence pour les crinoïdes) et en Cliones.

Echantillonnage des poissons

Résultats attendus :

Ce protocole permet d'évaluer les variations de divers paramètres liés à la structure des populations ciblées, en relation avec l'impact potentiel de l'usine et de ses activités.

Méthodologie :

Les poissons récifaux doivent être échantillonnés par comptage visuel sous-marin (Figure 1), selon la méthode des transects à largeur variable (Kulbicki *et al.* 1994, 1995 ; Kulbicki & Sarra-megna, 1999).

Les poissons qui doivent être comptabilisés ont été listés en annexe 2. Ils correspondent aux taxons indicateurs de la santé des récifs, ainsi que des espèces comestibles.

Un ou deux plongeurs progressent le long du transect et comptent ces espèces de part et d'autre (Figure 1). Au cours de cette opération les plongeurs notent pour chaque espèce, le nombre d'individus, estiment leurs tailles et leur distance perpendiculaire au transect (Figure 1).

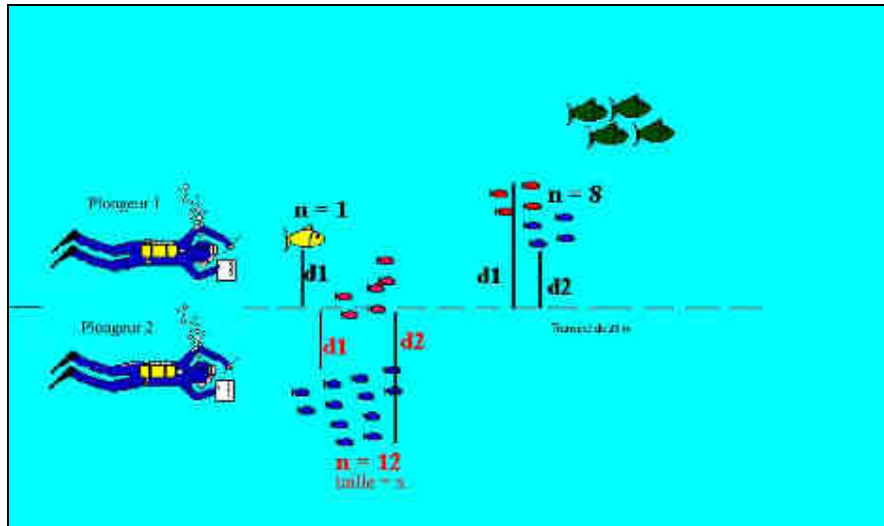


Figure 1

Traitement statistique :

La densité et la biomasse de poisson se calculent de la façon suivante :

- Densité :
$$D = (2L)^{-1} \sum_{i=1}^p n_i d_i^{-1}$$

- Biomasse :
$$W = (2L)^{-1} \sum_{i=1}^p w_i d_i^{-1}$$

D : densité (poissons/m²) ; B : biomasse (g/m²) ; L : longueur du transect (20 m) ; n_i : nombre d'individus de l'espèce i ; w_i : poids de l'espèce i (g) ; d_i : distance moyenne de l'espèce i au transect (m) ; p : nombre d'espèces. Le poids des individus a été estimé d'après leur taille en utilisant des relations d'allométries taille-poids – $W = aL^b$ – (Kulbicki *et al.*, 1993).

La biomasse et la densité sont ensuite analysées en fonction de diverses variables (taxon-site-temps) :

- Valeurs de densité et de biomasse totales et par famille entre les 3 transects de chaque station.
- Variations temporelles de densité et de biomasse totales et par famille, par transect, et par station (moyenne des valeurs des 3 transects) – comparaisons statistiques par ANOVA puis Tukey ou Kruskal-Wallis puis MDBT ou Steel Dwass (ou autre test a posteriori non paramétrique).
- Variation temporelle multivariée par taxons (Manova paramétrique ou par permutation).
- Variations temporelles de la richesse spécifique totale et par famille (χ^2), par transect et par station.
- Variabilité temporelle de la structure des peuplements des communautés de poissons par AFC sur matrice espèces-station-années des densités, permettant d'évaluer si les variations temporelles sont différentes entre les stations témoins et celles sous influence d'un impact (activités portuaires, et effluent) ou si un autre facteur constitue le principal facteur d'organisation (gradient côte-large – zone de La Havannah vs baie de Prony...).

Rendu final

Le rapport final doit reprendre les différents points évoqués ici, et contenir toutes les remarques des prestataires sur des résultats qui ne s'inscriraient pas dans les variations naturelles généralement rencontrées, afin de prévoir rapidement des études complémentaires plus fines.

Un CD contenant les données brutes ainsi que les illustrations (photos, vidéo) doit également être joint.

DEVELOPPEMENTS DU PROTOCOLE

Analyse à effectuer par un expert afin de valider définitivement l'état de référence

Compilation, homogénéisation (à partir des données brutes, calcul des paramètres de densité et biomasse permettant la comparaison entre les différentes études), et analyse des données historiques (variations temporelles, caractérisations de la structure des peuplements des stations d'échantillonnage).

Analyse Factorielle des Correspondances et analyse hiérarchisant la similarité entre les stations.

Optimisation de l'échantillonnage en vue des changements apportés à l'arrêté ICPE

L'atelier a montré qu'il était nécessaire d'effectuer une étude de puissance afin d'optimiser l'effort d'échantillonnage (nombre et localisation des sites) en vue d'évaluer la variabilité naturelle et le degré d'impact que nous voulons caractériser.

L'IRD (Serge Andréfouët) a la possibilité par cartographie aérienne et satellitaire d'optimiser la localisation des stations d'échantillonnage en tenant compte de la typologie des récifs.

Ajustement de certaines stations.

Certains prestataires ont remis en cause la pertinence de deux stations prévues dans les arrêtés, celle du port qui se situe dans une zone envasée (les coraux se situant plus profondément), et celle de Montravel constituée en majorité de débris coralliens.

Concernant la station du port, le prochain prestataire à y effectuer le suivi devra définir une nouvelle station à proximité immédiate du port, où la couverture corallienne permet de suivre l'évolution des peuplements.

En remplacement de la station de Montravel, il est proposé de suivre les communautés coralliennes de la Pointe des Pins (coordonnées WGS 84 : 22°20,852' S ; 166°59,029' E). Cette station faisait partie de l'étude de l'ACREM effectuée en 2000 pour Goro-Nickel.

DAODPM de l'émissaire

De nouvelles stations de suivis ont été proposées autour de la baie Kwé et il conviendrait de les inclure dans la prochaine campagne d'échantillonnage.

La présence dans la Baie Kwé d'un important herbier nécessite un protocole particulier, notamment au travers d'un suivi par cartographie aérienne.

Evaluation et variations temporelles des ressources halieutiques

Un suivi temporel particulier doit être mis en œuvre par Goro-Nickel afin d'évaluer les variations des espèces commerciales (ciblées par les pêches de plaisance, subsistance et professionnelle) dans la zone d'influence du projet (poissons et invertébrés).

Bibliographie

- English, S., Wilkinson, C. and V. Baker. 1994. Survey manual for tropical resources. *ASEAN-Australia Marine Science Project: living coastal resources*. 368 pp.
- Kulbicki, M., M., Bargibant, G., Menou, J-L, Mou Tham, G., Thollot, P., Wantiez, L. and J. Williams. 1994. Evaluation des ressources en poissons du lagon d'Ouvéa. *Convention Sci. Mer Biol. Mar. ORSTOM Nouméa* **31** : 1-448.
- Kulbicki, M., Labrosse, P. and Y. Letourneur. 1995. Survey of the reef fish resources by visual censuses in the Northern lagoon of New Caledonia: first results. *Joint FFA/SPC Workshop management South Pacific Inshore-Fish. Tech. Doc.* 9 BP 53.
- Kulbicki, M. and S. Sarramegna. 1999. Comparison of density estimates derived from strip transect and distance sampling for underwater visual census: a case study of Chaetodontidae and Pomacanthidae. *Aquatic Living Resources*. **12(5)**: 315-325.

Annexe I

Catégories de substrats retenus pour l'échantillonnage de l'habitat (English et al, 1994)

Catégories	Code	Description
Corail mort	DC	Couleur blanche
Corail mort avec algues	DCA	Corail mort recouvert d'algues
<i>Acropora</i>		
Branchu	ACB	Au moins 2 niveaux de branches
Encroûtant	ACE	
Submassif	ACS	
Digité	ACD	Branches en forme de doigts
Tabulaire	ACT	Branches aplaties horizontalement
<i>Non-Acropora</i>		
Branchu	CB	Au moins 2 niveaux de branches
Encroûtant	CE	
Foliaire	CF	Corail en forme de feuille
Massif	CM	
Submassif	CS	
<i>Fungia</i>	CMR	Corail solitaire
<i>Millepora</i>	CME	Corail de feu
Corail mou	SC	
Éponges	SP	
Zoanthaires	ZO	
Autres	OT	Ascidies, Anémones, Gorgones, Bénéitiers.
Algues		
Assemblages	AA	
Calcaire	CA	
<i>Halimeda</i>	HA	
Macroalgue	MA	
Filamenteuse	F	
Abiotique		
Sable	S	Particules < 2 cm
Débris	R	Particules > 2 cm
Vase	SI	
Eau	W	
Dalle - Roche	RC	Crevasse de plus de 50 cm

ANNEXE II

Proposition de liste de poissons susceptibles de rendre compte d'un impact sur les peuplements coralliens

Famille	Genre	espèce
Requins		spp
Raies		spp
Scorpaenidae	Rascasses "poules"	spp
Serranidae	<i>Anthias</i> et <i>Pseudanthias</i>	spp
	<i>Cromileptes</i>	<i>altivelis</i>
	<i>Epinephelus</i>	<i>cyanopodus</i>
	Autres loches	spp
	<i>Plectropomus</i>	spp
Pseudochromidae	<i>Pictichromis</i>	<i>coralensis</i>
Carangidae		spp
Lutjanidae	<i>Aphareus</i>	<i>furca</i>
	<i>Aprion</i>	<i>virescens</i>
	<i>Lutjanus</i>	<i>adetii</i>
	<i>Lutjanus</i>	<i>sebae</i>
	<i>Lutjanus</i>	spp
	<i>Symphorus</i>	<i>nematophorus</i>
Caesionidae		spp
Haemulidae	<i>Diagramma</i>	<i>pictum</i>
	<i>Plectorhinchus</i>	spp
Lethrinidae	<i>Lethrinus</i>	<i>nebulosus</i>
	Autres bossus et bec	spp
Nemipteridae	<i>Scolopsis</i>	<i>bilineatus</i>
Mullidae		spp
Kyphosidae		spp
Ephippidae	<i>Platax</i>	spp

Chaetodontidae	<i>Chaetodon</i>	<i>auriga</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>baronessa</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>bennetti</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>citrinellus</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>ephippium</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>flavirostris</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>kleinii</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>lineolatus</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>lunula</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>melannotus</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>mertensii</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>ornatissimus</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>pelewensis</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>plebeius</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>rafflesi</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>reticulatus</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>speculum</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>semeion</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>trifascialis</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>lunulatus</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>ulietensis</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>unimaculatus</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>vagabundus</i>
	<i>Coradion</i>	<i>altivelis</i>
	<i>Forcipiger</i>	<i>flavissimus</i>
	<i>Forcipiger</i>	<i>longirostris</i>
	<i>Hemitaurichthys</i>	<i>polylepis</i>
Pomacanthidae	<i>Heniochus</i>	<i>acuminatus</i>
	<i>Heniochus</i>	<i>chrysostomus</i>
	<i>Heniochus</i>	<i>monoceros</i>
	<i>Heniochus</i>	<i>singularis</i>
	<i>Heniochus</i>	<i>varius</i>
	<i>Centropyge</i>	<i>bicolor</i>
	<i>Centropyge</i>	<i>bispinosus</i>
	<i>Centropyge</i>	<i>flavissima</i>
	<i>Centropyge</i>	<i>heraldi</i>
	<i>Centropyge</i>	<i>tibicen</i>
	<i>Centropyge</i>	<i>vroliki</i>
	<i>Chaetodontoplus</i>	<i>conspicillatus</i>
	<i>Pomacanthus</i>	<i>imperator</i>
	<i>Pomacanthus</i>	<i>semicirculatus</i>
	<i>Pomacanthus</i>	<i>sextriatus</i>
	<i>Pygoplites</i>	<i>diacanthus</i>

Pomacentridae	<i>Abudefduf</i>	spp	Acanthuridae	<i>Acanthurus</i>	<i>dussumieri</i>
	<i>Amphiprion</i>	<i>perideraion</i>		<i>Acanthurus</i>	<i>blochii</i>
	<i>Amphiprion</i>	spp		<i>Acanthurus</i>	<i>triostegus</i>
	<i>Chromis</i>	<i>viridis</i>		<i>Acanthurus</i>	spp
	<i>Chromis</i>	<i>fumea</i>		<i>Ctenochaetus</i>	spp
	<i>Chrysiptera</i>	<i>taupou</i>		<i>Naso</i>	<i>unicornis</i>
	<i>Chrysiptera</i>	<i>rollandi</i>		<i>Naso</i>	spp
	<i>Dascyllus</i>	<i>aruanus</i>		<i>Zebрасoma</i>	spp
	<i>Dascyllus</i>	<i>reticulatus</i>	Siganidae	<i>Siganus</i>	<i>argenteus</i>
	<i>Dascyllus</i>	<i>trimaculatus</i>		<i>Siganus</i>	spp
	<i>Neopomacentrus</i>	<i>azysron</i>	Zanclidae	<i>Zanclus</i>	<i>cornutus</i>
	<i>Neopomacentrus</i>	<i>violascens</i>		<i>Scomberomorus</i>	<i>commerson</i>
	<i>Pomacentrus</i>	<i>coelestis</i>	Scombridae	<i>Balistoides</i>	<i>conspicillum</i>
	<i>Pomacentrus</i>	<i>moluccensis</i>		<i>Oxymonacanthus</i>	<i>longirostris</i>
	<i>Pomacentrus</i>	<i>aurifrons</i>		<i>Rhinecanthus</i>	<i>aculeatus</i>
	<i>Stegastes</i>	spp		<i>Rhinecanthus</i>	<i>rectangulus</i>
Labridae	<i>Bodianus</i>	<i>loxozonus</i>	Tetraodontidae	<i>Canthigaster</i>	spp
	<i>Bodianus</i>	<i>perditio</i>			
	<i>Cheilinus</i>	<i>chlorourous</i>			
	<i>Cheilinus</i>	<i>trilobatus</i>			
	<i>Cheilinus</i>	<i>undulatus</i>			
	<i>Choerodon</i>	<i>graphicus</i>			
	<i>Coris</i>	<i>aygula</i>			
	<i>Coris</i>	<i>gaimard</i>			
	<i>Gomphosus</i>	<i>varius</i>			
	<i>Halichoeres</i>	<i>hortulanus</i>			
	<i>Halichoeres</i>	<i>margaritaceus</i>			
	<i>Halichoeres</i>	<i>trimaculatus</i>			
	<i>Hemigymnus</i>	<i>melapterus</i>			
	<i>Labroides</i>	<i>dimidiatus</i>			
	<i>Novaculichthys</i>	<i>taeniourus</i>			
	<i>Stethojulis</i>	<i>bandanensis</i>			
	<i>Stethojulis</i>	<i>strigiventer</i>			
	<i>Thalassoma</i>	<i>amblycephalum</i>			
	<i>Thalassoma</i>	<i>hardwicke</i>			
	<i>Thalassoma</i>	<i>lunare</i>			
	<i>Thalassoma</i>	<i>lutescens</i>			
Scaridae	<i>Bolbometopon</i>	<i>muricatum</i>			
	<i>Scarus</i>	<i>ghobban</i>			
	<i>Chlorurus</i>	<i>microrrhinos</i>			
	<i>Scaridae</i>	spp			
Blennidae	<i>Ecsenius</i>	<i>bicolor</i>			
	<i>Meicanthus</i>	<i>atrodorsalis</i>			
Gobiidae	<i>Amblygobius</i>	<i>phalaena</i>			
Ptereleotridae	<i>Ptereleotris</i>	<i>evides</i>			
	<i>Ptereleotris</i>	<i>microlepis</i>			