



Évaluation de l'état de santé des récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie

Protocole et techniques de suivi

Manuel de formation destiné
aux associations et comités de gestion des zones
inscrites au patrimoine mondial en province Nord





Table des matières

Le RORC : Réseau d'Observation des Récifs Coralliens de Nouvelle-Calédonie	3
• Les objectifs	3
• Localisation des stations d'observation et acteurs	3
• La valorisation des données : connaissance, éducation et sensibilisation	5
• Limites	5
Méthodologie mise en œuvre dans le suivi des récifs	6
• Planification des opérations de terrain	6
• Définition d'une station de suivi	6
• Plan d'échantillonnage	7
• Espèces et catégories d'habitats cibles	7
Habitats récifaux	8
Poissons récifaux	10
Macro-invertébrés	12
Perturbations	14
Maladies coralliennes	15
• Techniques de suivi	16
Habitats récifaux	16
Maladies coralliennes	16
Poissons récifaux	17
Macro-invertébrés	18
Perturbations	19
Suivi vidéo	19
• Déroulement du suivi d'une station RORC	20
Mise en place de stations de suivi	21
• Où installer une station de suivi ?	21
• Comment installer une station de suivi ?	21
Analyse des données de terrain	22
• Analyse descriptive	22
• Analyses statistiques	23
Références bibliographiques	23
Annexes	23

Le RORC : Réseau d'Observation des Récifs Coralliens de Nouvelle-Calédonie

Les objectifs

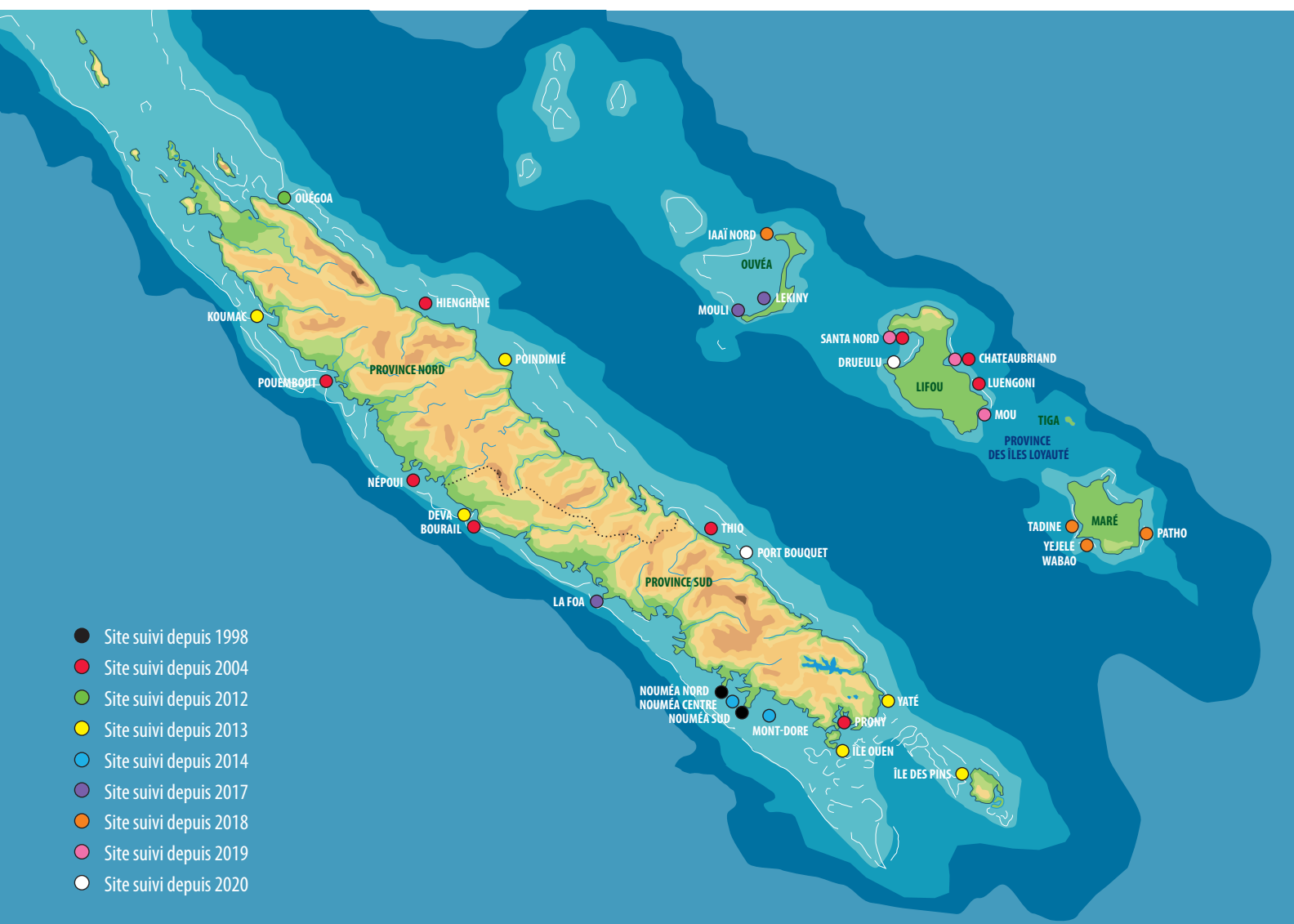
Le RORC permet de fournir des indications sur la vitalité des récifs, en rapport avec des pressions larges qui s'exercent sur ces derniers (changement climatique, modifications des conditions environnementales sur le long terme, pollutions chroniques, surexploitation de certaines ressources,...). Les résultats permettent de dresser un bilan annuel de l'état de santé de récifs sentinelles et d'évaluer leur évolution sur le long terme.

Le RORC est un réseau de veille citoyenne qui participe à la sensibilisation des Calédoniens à la préservation des récifs coralliens par l'implication des acteurs locaux dans le suivi et la restitution des données au grand public (dont les scolaires).

Localisation des stations d'observation et acteurs

À ce jour, le RORC Nouvelle-Calédonie comprend 88 stations de suivi, réparties sur 32 sites.

- 38 stations en province Sud (13 sites),
- 18 stations en province Nord (6 sites),
- 32 stations en province des îles Loyauté (13 sites).










Localisation des sites d'implantation des stations d'observation RORC Nouvelle-Calédonie.

Certaines stations sont inventoriées en apnée  tandis que d'autres stations sont inventoriées en plongée autonome .

Les données collectées en apnée et en plongée autonome sur des fonds peu profonds sont comparables (Guillemot et al., 2010).

Toutes les stations de suivi n'ont pas été mises en place au même moment et n'impliquent pas les mêmes partenaires financiers ni observateurs sous-marins.

PÉRIODES DE SUIVI ET PARTENAIRES DANS LA MISE EN ŒUVRE DES STATIONS DU RORC

Province	Site	Nombre de stations par site	Démarrage du suivi	Bailleurs en 2021	Observateurs sous-marins
Province Sud	Nouméa Nord	3	1998	AXA-WWF et CEN Nouvelle-Calédonie	Pala Dalik 
	Nouméa Sud	3			
	Prony	2	2004		
	Bourail	3			
	Thio	3			
	Yaté	3	2013	Non financées	Populations du Grand Sud (supervision CORTEX) 
	Ile Ouen	3			
	Ile des Pins	3			
	Nouméa Centre	3	2014	Aquarium des Lagons et CEN Nouvelle-Calédonie	Aquarium des Lagons 
	Mont Dore	3			
	Deva	3	2013	Pala Dalik et CEN Nouvelle-Calédonie	Pala Dalik 
	La Foa	3	2017		
Port Bouquet	3	2020			
Province Nord	Pouembout	3	2004	AXA-WWF et CEN Nouvelle-Calédonie	Pala Dalik 
	Népoui	3			
	Hienghène	3			
	Koumac	3	2013	Pala Dalik et CEN Nouvelle-Calédonie	
	Poindimié	3			
	Ouégoa/Pouébo	3	2012		
Province des îles Loyauté	Chateaubriand	2	2004	Province des îles Loyauté	Pala Dalik 
	Santal Nord	3			
	Luengöni	2			
	Mouli	4	2017		Populations des îles Loyauté (supervision CORTEX) 
	Lekiny	2			
	Iaai Nord	3	2018		
	Patho	2			
	Tadine	2			
	Yejele-Wabao	2	2019		
	Chateaubriand	2			
	Mou	2			
	Santal Nord	3	2020		
Drueulu	3				

La valorisation des données : connaissance, éducation et sensibilisation

Les données de terrain sont saisies et archivées dans la base COREMO (CORal REef MONitoring). Après analyse, les résultats sont compilés sous la forme d'un rapport technique destiné aux différents bailleurs du RORC et mis à disposition du grand public sur le site Internet GEOREP du Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie : <https://rorc-nc.georep.nc/>.

Les données du RORC Nouvelle-Calédonie servent à alimenter des bases de données nationales et internationales de surveillance des récifs (Reef Check et Global Coral Reef Monitoring Network).

Les données sont partagées avec la communauté scientifique française suivant les besoins et demandes.

Depuis 2011, ces données sont mises à la disposition du grand public par l'association Pala Dalik : l'écho du récif, dont la restitution est organisée autour de diverses activités, animations scolaires et événements à caractères environnementaux, scolaires ou scientifiques.

Des réunions publiques sont organisées dans le Grand Sud et dans les îles Loyauté pour restituer les résultats du suivi de ces sites.

Limites

Ce suivi permet de caractériser et d'appréhender l'évolution temporelle des communautés récifales, des principales perturbations, et de l'état de santé de portions de récif choisies, chaque station couvrant une surface de 400 m². Les résultats des suivis ne peuvent pas être extrapolés à l'ensemble d'un récif ou d'un site ou de la Nouvelle-Calédonie. Le suivi fournit des résultats précis sur chaque zone visitée et des tendances sur les récifs alentours. Le projet n'est pas adapté pour mesurer l'impact d'un aménagement, d'une activité industrielle ou d'une pollution ponctuelle sur un récif. Pour confirmer les causes de dégradation d'un récif, les données du RORC devront être complétées par une étude d'impact environnemental plus détaillée.

Les partenaires du RORC en Nouvelle-Calédonie



Observateurs sous-marins participant aux relevés du Réseau d'Observation des récifs Coralliens de Nouvelle-Calédonie.

Méthodologie mise en œuvre dans le suivi des récifs

Les techniques de suivi de l'état de santé des récifs coralliens utilisées dans le cadre du RORC sont dérivées des techniques développées par Reef Check (une ONG internationale créée en 1996 et œuvrant dans plus de 80 pays dans le monde), adaptées aux spécificités locales (Thollot et Wantiez, 2001 ; Wantiez, 2009). La procédure de suivi est donc standardisée au niveau international. Ces techniques sont simples et à la portée de tous, nécessitant un minimum de connaissances scientifiques et naturalistes. L'expérience montre toutefois qu'un encadrement scientifique lors de l'inventaire des récifs est un atout majeur pour la qualité de la donnée collectée.

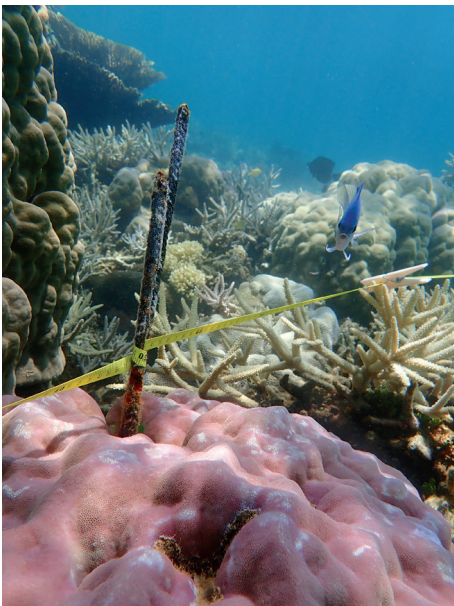
Planification des opérations de terrain

Les comptages ont lieu annuellement, au cours de la saison chaude, idéalement entre novembre et avril. Il est important d'effectuer les suivis tous les ans à la même période, un grand nombre d'organismes marins présentant des variations saisonnières dans leur distribution et densité (algues, poissons...). De plus, la saison chaude est la période de l'année où les perturbations naturelles (blanchissement corallien, maladies coralliennes, cyclones...) peuvent être les plus fréquentes : nos observations permettent de les mettre en évidence le cas échéant.

Définition d'une station de suivi

Une station de suivi couvre une surface de 500 m² de récif (100 m de long sur 5 m de large). Des piquets métalliques plantés sur les fonds balisent les stations et permettent aux observateurs de revenir chaque année au même endroit pour effectuer les mêmes comptages.

Les stations sont positionnées en concertation avec les acteurs locaux et sur la base de critères écologiques et logistiques. Elles sont installées sur des récifs peu profonds, riches en espèces marines et en bonne santé, abrités des houles et vents dominants et facilement accessibles.



Les piquets servent à inventorier la même portion de récif année après année.



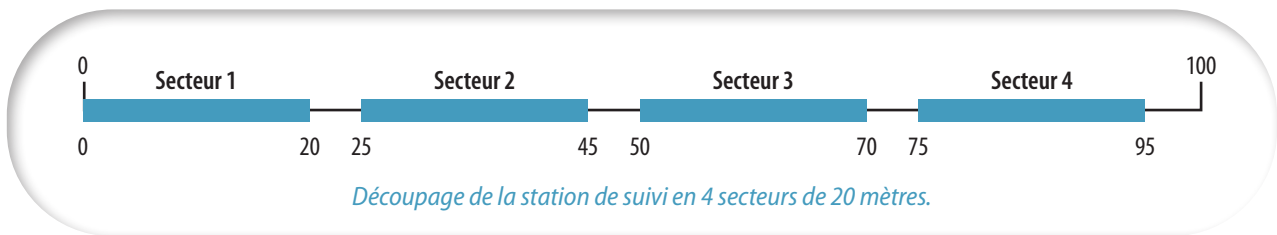
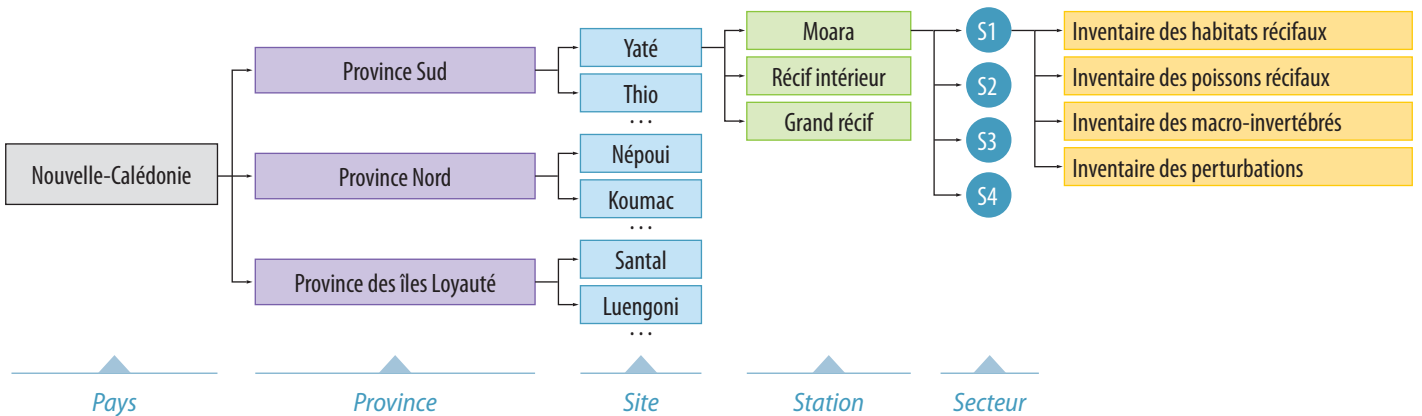
Concertations sur le choix des récifs à suivre autour de l'île Ouen.

Plan d'échantillonnage

Chaque province possède plusieurs sites de suivi.

Chacun des sites abrite 2 ou 3 stations.

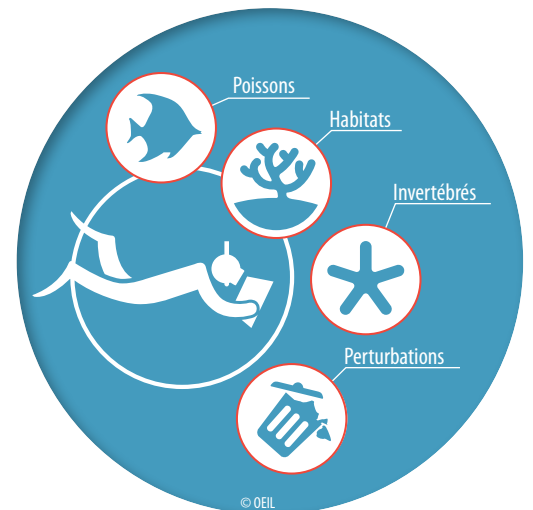
Chaque station est constituée de 4 secteurs de 20 m de long, consécutifs et situés sur un biotope ou habitat similaire, séparés les uns des autres de 5 m. Ces 4 secteurs sont considérés comme des pseudo-réplicats, qui permettront ultérieurement d'obtenir des données moyennes de recouvrement en substrats, de diversité et de densité en espèces cibles par station, et d'effectuer des analyses statistiques sur l'évolution de ces paramètres au cours du temps.



Sur chaque secteur les observations portent sur :

- la nature du fond (ou habitat récifal) : recouvrement du fond par différentes catégories de substrat prédéfinies,
- le peuplement de poissons : diversité, densité et classes de taille d'espèces cibles prédéfinies,
- le peuplement de macro-invertébrés : densité et diversité d'espèces cibles prédéfinies. Taille des bédouilles et trocas,
- les perturbations du récif : densité des invertébrés corallivores (*Acanthaster* et *Drupella*), coraux cassés récemment, coraux malades, détritiques...

Le croisement de ces informations renseigne sur l'état de santé du récif.



Espèces et catégories d'habitats cibles

Le protocole du RORC a été conçu pour fournir des indications sur la vitalité des récifs, en rapport avec des pressions larges (changement climatique, modifications des conditions environnementales sur un pas de temps long, pollutions chroniques, surexploitation des ressources...). Ainsi, les observations portent sur une liste de catégories d'habitats et d'espèces sélectionnées pour leur rôle d'indicateur d'impact (pêche, activités de loisirs, prédation naturelle...) ou de vitalité des récifs coralliens. Ces espèces sont appelées « espèces cibles ».

Par ailleurs, le protocole a été conçu pour obtenir un maximum d'informations sur la condition d'un récif en un minimum de temps et avec la participation d'observateurs formés mais non scientifiques. L'utilisation de catégories d'habitats et espèces cibles limite les erreurs d'identification.

Habitats récifaux

La nature du fond est catégorisée selon des grandes formes de croissance pour les coraux durs (coraux branchus, massifs, tabulaires et « autres formes de croissance ») car représentant un habitat spécifique pour les animaux marins. Les autres substrats vivants ont été classifiés par groupes taxonomiques : éponges, algues, coraux mous, sans distinction d'espèces. Les substrats abiotiques ont été catégorisés selon des caractéristiques sédimentologiques : roches et dalle corallienne, débris, sable et vase.

CATÉGORIES D'HABITATS CIBLES RETENUS POUR L'ÉVALUATION		
Code	Description	Justification
HCB	Coraux branchus	Rôle d'habitat et source de nourriture
HCM	Coraux massifs	Rôle d'habitat et source de nourriture
HCT	Coraux tabulaires	Rôle d'habitat et source de nourriture
HCO	Autres coraux	Rôle d'habitat et source de nourriture
DC	Coraux morts récemment (blancs) ou mourants	Perturbation récente ou en cours sur le récif
SC	Coraux mous	Rôle d'habitat et source de nourriture
FS	Algues et végétaux	Rôle d'habitat et source de nourriture, perturbation si gazon algal important
FS*	Gazon algal	Perturbation, potentiel de régénération du corail limité
SP	Eponges	Source de nourriture
OT	Autres organismes vivants	Variable selon l'espèce
RC	Dalle, coraux morts et blocs > 15 cm	Rôle d'habitat et potentiel de régénération du corail (surfaces propres)
RB	Débris coralliens et blocs < 15 cm	Rôle d'habitat et perturbation éventuelle (casse mécanique)
SD	Sable	Rôle d'habitat
SI	Vase	Rôle d'habitat et perturbation éventuelle (anoxie)

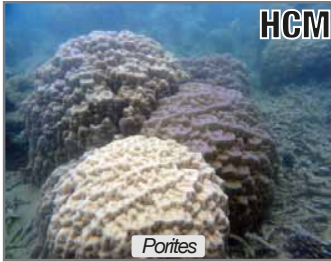


Exemples d'habitats récifaux

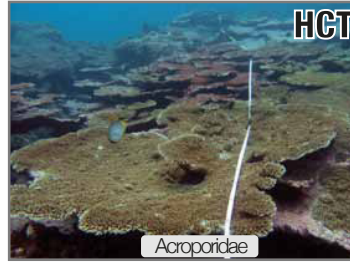
CORAIL BRANCHU (plus de 2 niveaux de ramification des branches)



CORAIL MASSIF (en forme de monticules)



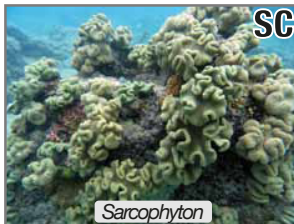
CORAIL TABULAIRE (en forme de table ou de plateau)



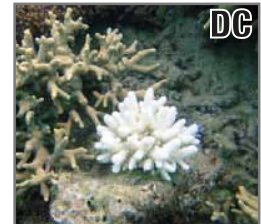
AUTRES FORMES CORALLIENNES (toutes les autres formes de croissance)



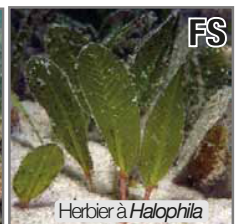
CORAIL MOU (corps mou)



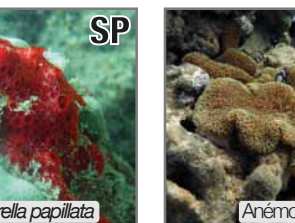
CORAIL MORT (blanc)



ALGUES ET VÉGÉTAUX



ÉPONGES



AUTRES ORGANISMES VIVANTS



ROCHES ET DALLE (incluant le corail mort depuis longtemps)



DÉBRIS (taille < 15cm)



SABLE



VASE



Poissons récifaux

Les espèces de poissons choisies sont celles les plus prisées des pêcheurs lagunaires, auxquelles ont été ajoutées des espèces indicatrices de la santé des coraux (poissons-papillons) et des espèces remarquables dont l'observation est rare et mérite d'être signalée en raison de leur forte valeur emblématique et/ou économique. Les espèces cibles de poissons sont principalement identifiées au niveau de la famille, hormis certaines espèces particulières identifiées au niveau de l'espèce.

FAMILLES ET ESPÈCES DE POISSONS CIBLES RETENUES POUR L'ÉVALUATION			
Code	Nom commun	Nom latin	Justification
PAP	Poissons-papillons et cochers	Famille des Chaetodontidae	Espèces indicatrices des communautés coralliennes. La plupart des espèces se nourrissent de polypes coralliens, leur abondance est liée à la vitalité des coraux.
CAS	Castex	<i>Diagramma pictum</i> , <i>Plectorhinchus albovittatus</i> , <i>P. chaetodonoides</i> , <i>P. flavomaculatus</i> , <i>P. picus</i> , <i>P. gibbosus</i>	Espèces pêchées. Les gros spécimens peuvent être toxiques.
AGL	Autres grosses lèvres	<i>Plectorhinchus lineatus</i> , <i>P. lessonii</i>	Espèces pêchées. Les gros spécimens peuvent être toxiques.
SAU	Saumonée	<i>Plectropomus leopardus</i>	Espèce très prisée des pêcheurs.
TRU	Loche truite	<i>Cromileptes altivelis</i>	Espèce très prisée des pêcheurs.
BLE	Loche bleue	<i>Epinephelus cyanopodus</i>	Espèce rare très prisée des pêcheurs.
ALO	Autres loches	Famille des Serranidae	Espèces carnivores. Certaines espèces (autres que celles citées ci-dessus) sont pêchées.
BOS	Perroquet à bosse	<i>Bolbometopon muricatum</i>	Espèce en voie d'extinction au niveau mondial. Espèce protégée par le code de l'environnement de la province Sud.
PBL	Perroquet bleu	<i>Chlorurus microrhinos</i>	Espèce très prisée des pêcheurs.
APE	Autres poissons-perroquets	Famille des Scaridae	Espèces pour la plupart herbivores, elles se nourrissent d'algues à la surface des substrats durs (dalle, coraux morts). Par leur activité de broutage des algues, elles en limitent le développement au profit de l'installation et de la croissance des coraux. La plupart des espèces de perroquets sont pêchées.
NAP	Napoléon	<i>Cheilinus undulatus</i>	Espèce en voie d'extinction au niveau mondial. Espèce protégée par les codes de l'environnement des provinces Nord et Sud.
BEB	Bossus et becs de cane	<i>Gymnocranius sp.</i> , <i>Lethrinus atkinsoni</i> , <i>L. genivittatus</i> , <i>L. harak</i> , <i>L. lentjan</i> , <i>L. mahsena</i> , <i>L. miniatus</i> , <i>L. nebulosus</i> , <i>L. obsoletus</i> , <i>L. olivaceus</i> , <i>L. variegatus</i> , <i>L. xanthochilus</i>	Espèces carnivores. À l'exception de quelques espèces toxiques, la plupart des bossus et becs de cane sont pêchés (pêche à la ligne).
DAW	Dawa	<i>Naso unicornis</i>	Espèce très prisée des pêcheurs.
ACA	Poissons-chirurgiens	Famille des Acanthuridae incluant les picots canaques (<i>Acanthurus blochii</i> , <i>A. dussumieri</i> , <i>A. xanthopterus</i>)	Espèces herbivores, elles participent à réguler la couverture en algues sur le récif. Certaines espèces sont pêchées (comme les picots canaques).
SIG	Poissons-lapins	Famille des Siganidae. Picots : <i>Siganus woodlandi</i> (picot bleu), <i>S. fuscescens</i> (picot gris), <i>S. corallinus</i> (picot jaune à points bleus), <i>S. doliatus</i> (picot à deux bandes), <i>S. lineatus</i> (picot rayé), <i>S. puellus</i> (picot jaune à lignes bleues), <i>S. punctatus</i> (picot hirondelle), <i>S. vulpinus</i> (picot renard)	Espèces herbivores, elles participent à réguler la couverture en algues sur le récif. Certaines espèces sont pêchées (picot bleu, gris, rayé, hirondelle et jaune à points bleus).

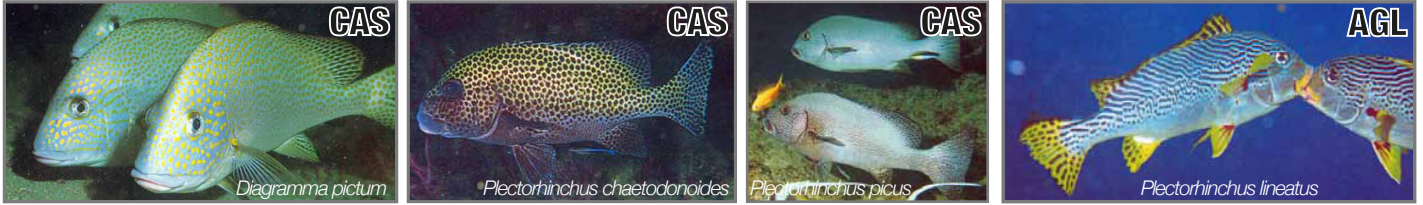
POISSONS-PAPILLONS (CHAETODONTIDAE)



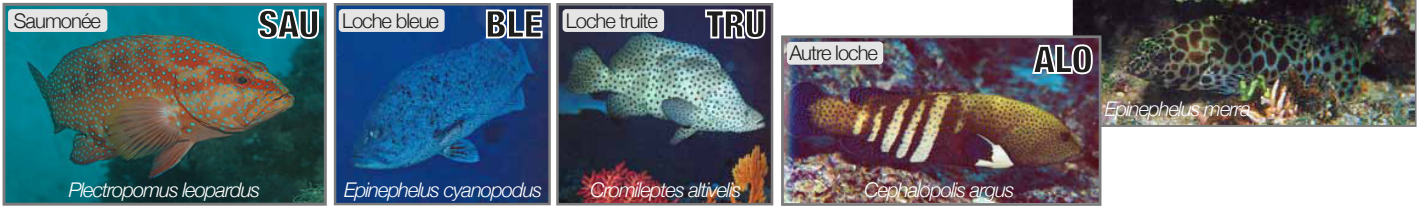
LABRES (LABRIDAE)



CASTEX & GROSSES LÈVRES (HAEMULIDAE)



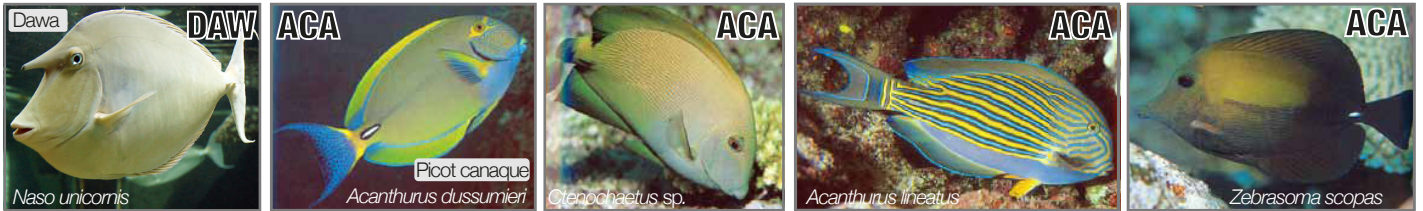
LOCHES (SERRANIDAE)



BOSSUS & BECS DE CANE (LETHRINIDAE)



POISSONS-CHIRURGIENS (ACANTHURIDAE)



POISSONS-LAPINS (SIGANIDAE)



POISSONS-PERROQUETS (SCARIDAE)

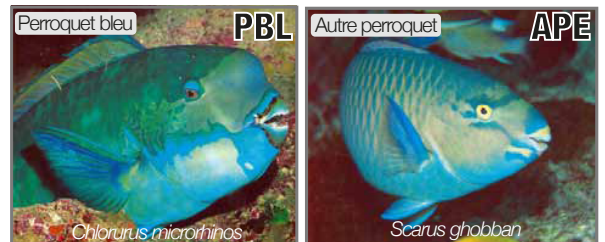


REMARQUES

Un récif en bonne santé abrite un peuplement de poissons **diversifié** (un grand nombre d'espèces présentes) et **abondant** (un grand nombre d'individus recensés).

Abondance de **poissons-papillons** (espèces inféodés aux récifs coralliens vivants, dont certaines ne se nourrissent que de polypes coralliens), de **poissons herbivores** (poissons-chirurgiens, poissons-lapins ; ils régulent la couverture en algues sur le récif), d'**espèces consommées** par l'homme (castex, saumonées, loches truites, loches bleues, perroquets, bossus, becs de cane, dawas, picots), dont certaines sont aujourd'hui **protégées du fait de leur raréfaction** (Napoléons, perroquets à bosse).

POISSONS-PERROQUETS (SCARIDAE)



■ Macro-invertébrés

Les macro-invertébrés sont des animaux dépourvus de colonne vertébrale et visibles à l'œil nu.

Les observateurs ne recensent pas toutes les espèces d'invertébrés présentes sur le récif mais uniquement des espèces choisies, qui présentent : un rôle écologique important (oursins, holothuries, étoiles de mer, bénitiers) ; une menace pour les récifs (étoiles de mer *Acanthaster planci* ou escargots *Drupella cornus*) ; un intérêt pour la pêche (holothuries à valeur marchande, toutoutes, langoustes, popinées, bénitiers, trocas).

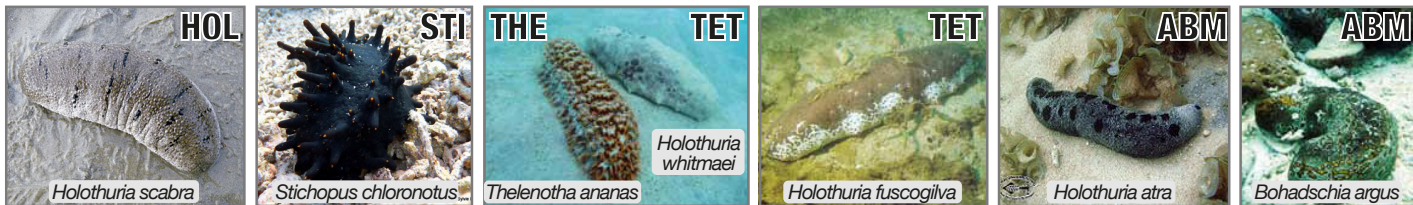
TAXA ET ESPÈCES DE MACRO-INVERTÉBRÉS CIBLES RETENUS POUR L'ÉVALUATION

Code	Nom commun	Nom latin	Justification
BEN	Bénitier	<i>Tridacna maxima</i> , <i>T. squamosa</i> , <i>T. crocea</i> , <i>T. derasa</i> , <i>Hippopus hippopus</i>	Toutes les espèces sont consommables, seules certaines sont collectées en Nouvelle-Calédonie (<i>Tridacna derasa</i> , <i>Hippopus hippopus</i>). De par leur symbiose avec des algues microscopiques présentes dans leurs tissus (les zooxanthelles, comme chez les coraux hermatypiques), elles sont également indicatrices de conditions environnementales favorables pour le maintien des communautés coralliennes.
TRO	Troca	<i>Rochia nilotica</i>	Espèce collectée pour sa chair et sa nacre (exportation vers l'Italie et l'Asie pour l'industrie du textile et l'artisanat). Leur collecte fut intensive dans les années 80-90.
TOU	Toutoute	<i>Charonia tritonis</i>	Espèce collectée pour sa chair et sa coquille (artisanat). Naturellement rare, elle a aujourd'hui quasiment disparu de certaines zones de Nouvelle-Calédonie. Il s'agit d'un des rares prédateurs de l' <i>Acanthaster planci</i> .
DRU	Drupella cornus	<i>Drupella cornus</i>	Gastéropode corallivore, il se nourrit exclusivement de polypes coralliens. Les <i>Drupella</i> sont souvent observées en agrégation. Elles sont une source non négligeable de dégradation des communautés coralliennes.
LAN	Langouste	Famille des Palinuridae	Espèces très prisées des pêcheurs.
CEP	Cigale et popinée	Famille des Scyllaridae et <i>Parribacus caledonicus</i> (popinée)	Espèces très prisées des pêcheurs. Elles ne sont visibles que la nuit. La popinée n'existe qu'en Nouvelle-Calédonie.
ACA	Acanthaster planci	<i>Acanthaster planci</i>	Etoile de mer corallivore, à l'âge adulte elle se nourrit exclusivement de polypes coralliens. Elles sont une source importante de dégradation des communautés coralliennes.
AEM	Autres étoiles de mer	Famille des Asteridae	Bien que leurs rôles écologiques au sein du récif soient variables selon les espèces, la diversité en étoiles de mer est généralement en lien avec la complexité du récif et des niches écologiques qu'il fournit.
DIA	Oursin diadème	<i>Diadema setosum</i>	Les oursins sont herbivores, ils participent à réguler la couverture en algues sur le récif. En nettoyant le récif de ses algues, ils favorisent l'installation des larves coralliennes. La plupart des oursins supportent difficilement des changements environnementaux brusques (température, salinité), faisant d'eux des indicateurs d'évolution des conditions du milieu.
CRA	Oursin crayon	<i>Heterocentrotus mamillatus</i> , <i>Phyllacanthus imperialis</i>	
AOU	Autres oursins	Famille des Echinidae	
STI	Ananas vert	<i>Stichopus chloronotus</i>	Espèces d'holothuries collectées pour l'exportation vers les marchés asiatiques. Certaines zones du lagon de Nouvelle-Calédonie ont été surexploitées.
HOL	Le gris	<i>Holothuria scabra</i>	
THE	Ananas	<i>Thelenota ananas</i>	
TET	Tété noir ou blanc	<i>Holothuria whitmaei</i> , <i>Holothuria fuscogilva</i>	
ABM	Autres bèches de mer	Famille des Holothuridae	Les holothuries sont des détritivores. En se nourrissant, elles recyclent la matière organique contenue dans le sable. Elles participent au maintien de conditions environnementales favorables au développement du récif corallien en purifiant le sable, favorisant ainsi la présence d'eaux claires.

ÉCHINODERMES - OURSINS



ÉCHINODERMES - HOLOTHURIES



ÉCHINODERMES - ÉTOILES DE MER



MOLLUSQUES - BIVALVES



MOLLUSQUES - GASTÉROPODES



CRUSTACÉS



REMARQUES

Un récif en bonne santé présente un peuplement de macro-invertébrés **diversifié** (grand nombre d'espèces) et **abondant**. Présence d'**oursins** (herbivores ou brouteurs, ils régulent la couverture en algues sur le récif), d'**étoiles de mer**, d'**holothuries** (détritivores, elles se nourrissent en filtrant le sable), d'**espèces consommées ou collectées** par l'homme (bénitiers, trocas, langoustes, cigales, popinées, holothuries à valeur marchande : HOL, STI, THE, TET).

Un récif perturbé présente un peuplement de macro-invertébrés **peu diversifié** (petit nombre d'espèces) et **peu abondant** ; des **espèces corallivores** (se nourrissant de corail) abondantes : *Acanthaster planci*, *Drupella cornus* ; des traces de **blanchissement** (stress thermique, prédation, maladies) ; des **bris de coraux** (prédation naturelle ou action de l'homme) ; de nombreux **déchets** et **engins de pêche** (représentatifs de la pression humaine sur le récif).

Perturbations

Le recensement des perturbations doit permettre de mettre en évidence les marques de dégradation récentes ou en cours sur le récif.

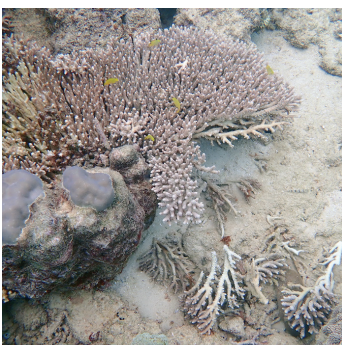
CATÉGORIES DE PERTURBATIONS CIBLES RETENUES POUR L'ÉVALUATION		
Code	Description	Justification
BLA	Corail blanc ou nécrosé (tache blanche sur du corail vivant)	Cette catégorie inclut les coraux dont le tissu est nécrosé par l'action de prédateurs corallivores (<i>Acanthaster</i> ou <i>Drupella</i>), affecté par des maladies coralliennes (les principales : syndromes blancs et maladies de la bande noire), abrasé par les sédiments du fond ou en compétition avec d'autres coraux, des algues ou des éponges. Lorsque la température de l'eau est trop élevée ou le taux de sel dans l'eau de mer trop bas, les coraux peuvent devenir blancs.
BRI	Bris de corail récent	Un bris de corail est défini comme un morceau de corail cassé mais dont le tissu est toujours vivant. Il indique une destruction mécanique récente, d'origine naturelle (prédation : coups de becs des perroquets par exemple ; hydrodynamisme : houle, vagues) ou humaine (par exemple coups de palmes, mouillage d'un bateau).
PEC	Engin de pêche	Il peut s'agir de lignes, flèches, filets, ou tout autre matériel de pêche présent sur les fonds marins. Il fournit une indication de la fréquentation du récif par les pêcheurs.
DET	Détritus	Il s'agit de tout objet de fabrication humaine qui n'a pas sa place sur les fonds marins. Il donne une indication de la fréquentation du récif par les divers usagers.

PERTURBATIONS

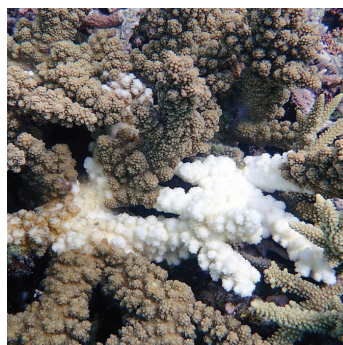


REMARQUES

Perturbations : le recensement des BRI et BLA s'entend **par colonie**. Un BRI correspond à un morceau de corail **cassé mais vivant** (donc cassé récemment). Si plusieurs taches blanches sont visibles sur une colonie : **notez 1 BLA**. De même si plusieurs branches d'une même colonie sont cassées : **notez 1 BRI**.



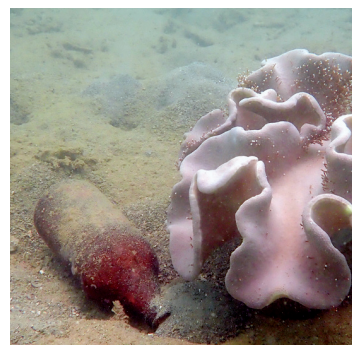
Coraux cassés récemment.



Corail blanc (nécrose du tissu par prédation).



Engin de pêche.

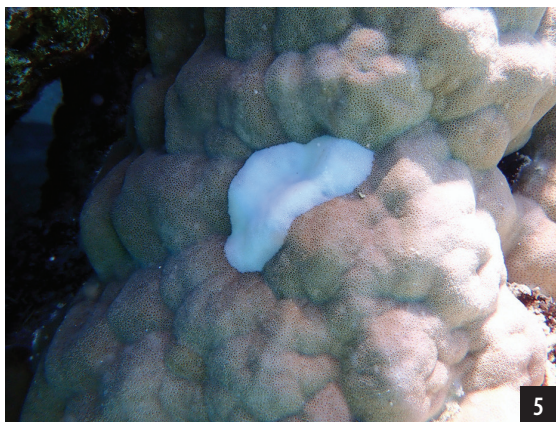


Détritus.

■ Maladies coralliennes

Depuis 2014, un suivi des maladies coralliennes est réalisé. La technique de suivi et les maladies concernées par cette évaluation ont été définies en concertation entre l'Aquarium des Lagons, l'Université de Nouvelle-Calédonie, le bureau d'études CORTEX et l'IRD.

Les maladies coralliennes répertoriées sont celles les plus communément observées sur les récifs de Nouvelle-Calédonie : le syndrome blanc, la maladie de la bande noire, le blanchissement localisé et les anomalies de croissance.



Les quatre types de maladies répertoriées dans le cadre du RORC :

- 1 - syndrome blanc,*
- 2 - maladie de la bande noire,*
- 3 - anomalies de croissance sur un massif de Porites,*
- 4 - anomalies de croissance sur un Acropore tabulaire,*
- 5 - blanchissement localisé.*

Techniques de suivi

Habitats récifaux

L'inventaire des habitats récifaux a pour but de déterminer la surface occupée par les différentes catégories de substrats composant le fond marin.

La technique utilisée est celle du « Point Intercept Transect », consistant à répertorier la nature du fond tous les 50 cm le long du ruban métré.

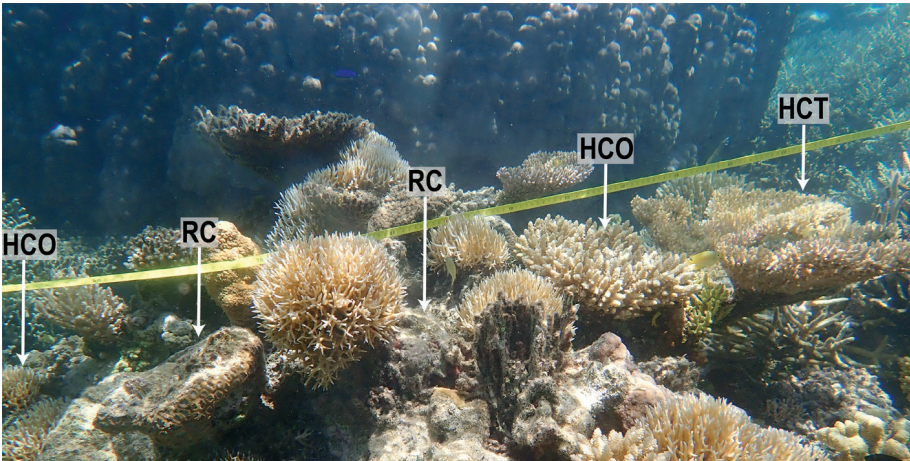


Illustration de la technique utilisée pour recenser la nature du fond : un point d'observation tous les 50 cm.

Secteur 1			
0.0	10.0	
0.5	HCO	10.5	
1.0	RC	11.0	
1.5	RC	11.5	
2.0	HCO	12.0	
2.5	HCT	12.5	
3.0	13.0	
3.5		13.5	

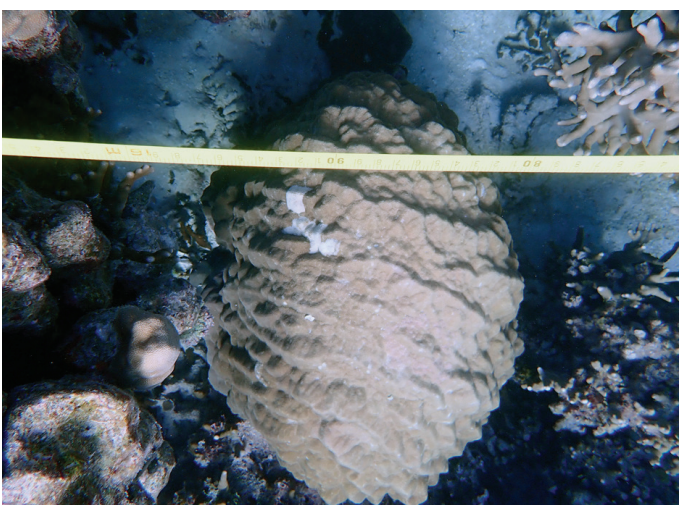
Extrait de la feuille de saisie des habitats récifaux.

L'observateur en charge des habitats démarre son inventaire dès que le compteur de poissons est hors de vue.

Maladies coralliennes

La technique de suivi consiste à répertorier les maladies coralliennes présentes sur les coraux interceptant le ruban de mesure, au sein des quatre secteurs.

L'observateur en charge de recenser l'habitat récifal est généralement celui qui inventorie les maladies coralliennes.



Massif de Porites affecté par un blanchissement localisé.

Maladies coralliennes	
S1	BL HCM (Porites) * 1
S2	
S3	
S4	

Extrait de la feuille de saisie des maladies coralliennes.



CODE	TAILLE	NOMBRE	SECTEUR
APE	2	II II	1
PAP	1	II	Chaetodon lunulatus
ACA	2	IIII IIII	Ctenochaetus, Z. scopas
SAU	4	70	
PBL	4	4*35	
APE	2	IIII	2
PAP	2	II	C. plebeius, melannotus
.....			

Extrait de la feuille de saisie des poissons récifaux.

■ Poissons récifaux

L'inventaire des poissons a pour objectif de caractériser les communautés de poissons sur la station ainsi que d'apprécier le niveau d'exploitation des ressources en poissons.

Il s'agit des premiers comptages à mener après la pose du décimètre afin de ne pas perturber les populations de poissons par le passage des plongeurs. Une fois le ruban métré installé, un intervalle d'attente de 10 minutes est respecté afin de permettre aux poissons qui auraient fui de revenir sur la zone. Les observations sont réalisées sur les quatre secteurs, sur une largeur de 5 mètres, soit 2,5 mètres de part et d'autre du ruban métré, selon la méthode du couloir fixe.

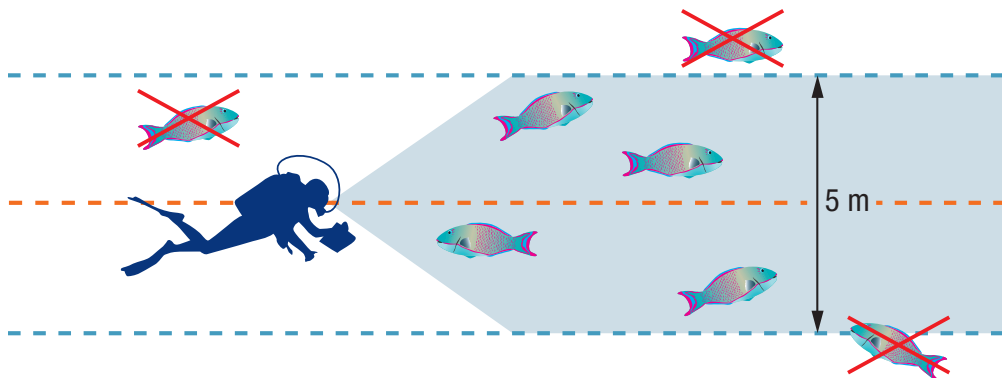
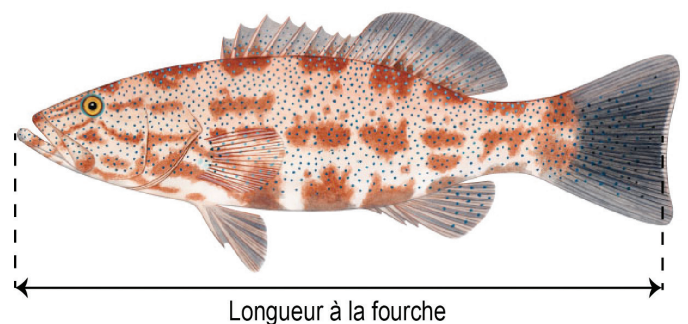


Illustration du recensement des poissons selon la méthode du couloir fixe.

Chaque fois que le plongeur observe une espèce cible, il note l'espèce (par son code), le nombre d'individus observés, la classe de taille et le secteur (S1 à S4). Quatre classes de taille ont été définies :

- 1 = 0-5 cm
- 2 = 6-15 cm
- 3 = 16-30 cm
- 4 = > 30 cm



Mesure de la longueur à la fourche.

Au cours de l'inventaire des poissons, l'observateur doit passer quelques secondes tous les 5 m environ, les yeux rivés à l'horizontal, afin de noter les espèces enclines à fuir à l'approche du plongeur (généralement les espèces pêchées : dawas, perroquets bleus, loches, picots, ... et de grosse taille). Une fois ces espèces notées, l'observateur peut se concentrer sur les espèces évoluant à proximité du fond et peu farouches : poissons-chirurgiens, papillons, petites perroquets et loches.

Macro-invertébrés

Comme pour les poissons, l'inventaire des macro-invertébrés a pour objectif de caractériser les communautés benthiques au sein de la station ainsi que d'apprécier le niveau d'exploitation des ressources marines.

L'inventaire des macro-invertébrés débute une fois que la personne en charge du recensement des poissons est hors de vue. Il est idéalement réalisé en binôme, chacun des plongeurs recensant les espèces cibles sur un couloir de 2,5 mètres de chaque côté du transect selon la méthode du couloir fixe. Lorsqu'une espèce cible est rencontrée, elle est notée (par son code), ainsi que le nombre d'individus observés et le secteur du transect (S1 à S4). Les bénitiers et trocas sont également mesurés.

CODE	NOMBRE	SECTEUR
AOU		1
BEN	4 - 2 - 11 - 17 - 13 - 21	
ACA	I	
BLA	III (ACA et maladies)	
AOU		2
BRI	III (houle)	
DET	I (bouteille en verre)	
.....		

Extrait de la feuille de saisie des macro-invertébrés.

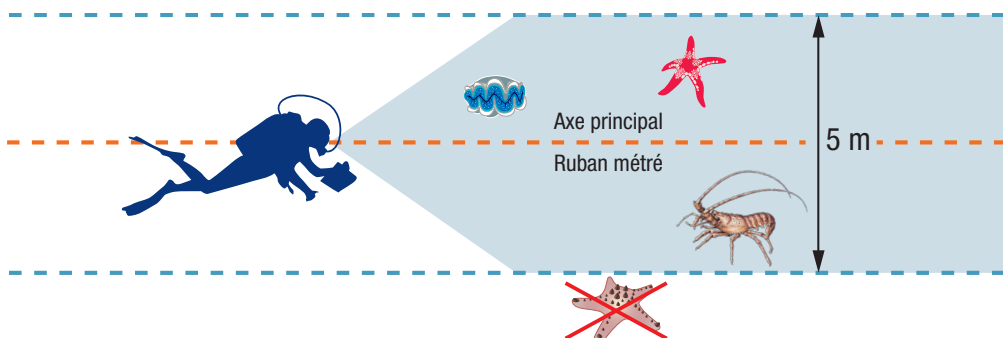
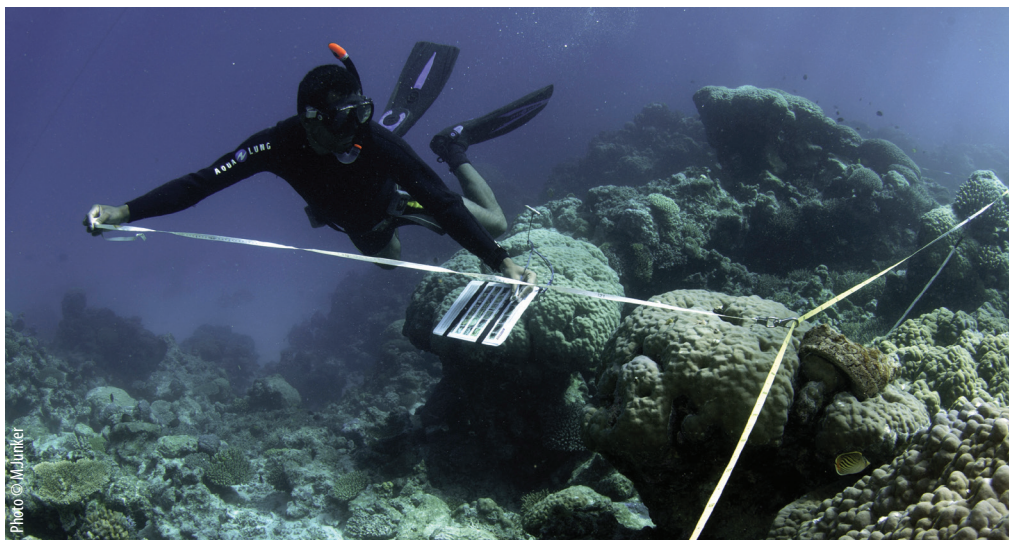
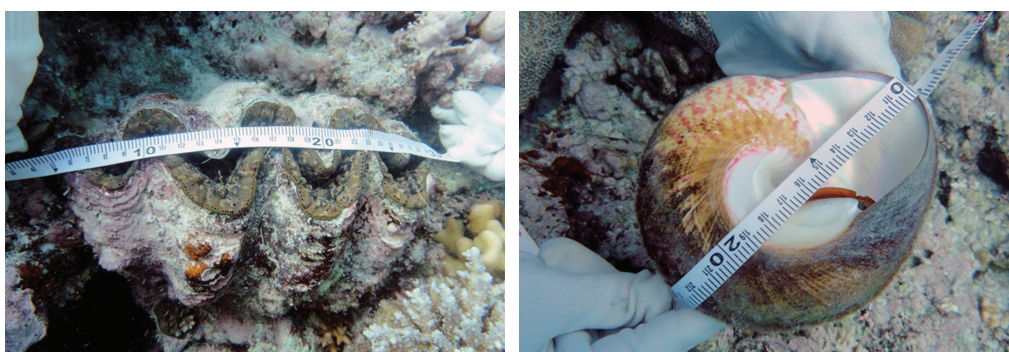


Illustration de la technique de recensement des macro-invertébrés.



L'observateur se sert d'un ruban de 2,5 m pour respecter la largeur à inventorier.

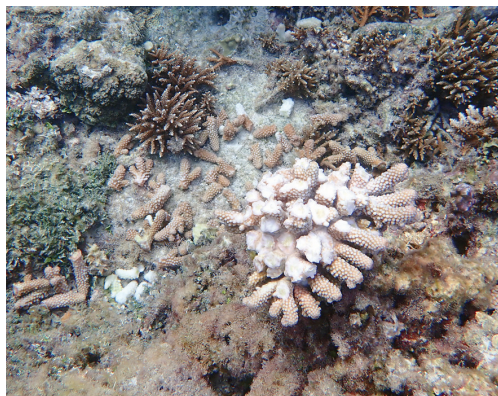


Mesure de la taille des bénitiers et trocas.

■ Perturbations

Les observateurs en charge du recensement des macro-invertébrés notent aussi les perturbations du récif, qu'elles soient d'origine humaine ou naturelle. Les comptages sont réalisés selon la technique du couloir fixe, sur 5 mètres de large.

Concernant les bris de coraux et les nécroses coralliennes, le comptage se réfère à une colonie : par exemple si une colonie corallienne présente trois taches blanches, l'observateur notera « une » occurrence ; de même si une dizaine de débris provenant d'une même colonie (généralement située à proximité des débris) sont présents sur le fond, l'observateur notera « une » occurrence.



*Bris de coraux :
l'observateur noterait 1 « BRI » car tous les fragments
proviennent d'une même colonie corallienne.*



*Nécroses coralliennes :
l'observateur noterait 1 « BLA » même si deux
nécroses sont visibles (une seule colonie est
affectée).*

■ Suivi vidéo

Une vidéo de chaque station de suivi peut être acquise afin d'archiver la santé du récif au jour des relevés de terrain. L'habitat récifal est filmé en suivant le ruban de mesure, avec un angle de 45 à 60°, afin d'en capturer les caractéristiques principales et la complexité du récif. Le temps recommandé est de minimum 1 minute par secteur de 20 m, soit un film en continu d'environ 5 minutes par station.



Les films réalisés dans le cadre du RORC sont disponibles sur la chaîne Youtube Oceans.mov

Déroulement du suivi d'une station RORC

En arrivant sur le récif, la première étape consiste à retrouver les piquets matérialisant la station. À l'aide d'un GPS, les observateurs balisent en surface le démarrage et la fin de la station avec deux bouées. Prendre le temps de placer les bouées au plus proche des points GPS de démarrage et fin de la station évite de perdre trop de temps à rechercher les piquets sous l'eau.

Une fois les bouées mises en place, le bateau vient se positionner à la bouée de démarrage.

Deux observateurs, dont le compteur de poissons, munis du plan de la station, d'une boussole et de deux pentadécamètres, se mettent à l'eau afin de déployer le ruban métré d'un piquet à l'autre. Une fois le ruban installé, les observateurs regagnent le démarrage de la station en nageant en surface et en évitant de passer au dessus de la station même, afin de ne pas perturber davantage les poissons.

Un intervalle d'attente de 10 minutes doit être respecté afin de permettre aux poissons qui auraient fui de revenir sur la zone. L'observateur en charge des poissons peut alors démarrer son inventaire.

Le compteur de poissons, terminant son inventaire avant les autres, réalise le transect-vidéo de la station et les prises de vue photographiques. Il s'occupe de l'entretien de la station (mise en place de nouveaux piquets métalliques, remplacement des piquets existants) et peut ensuite aider l'équipe de suivi sur d'autres inventaires.

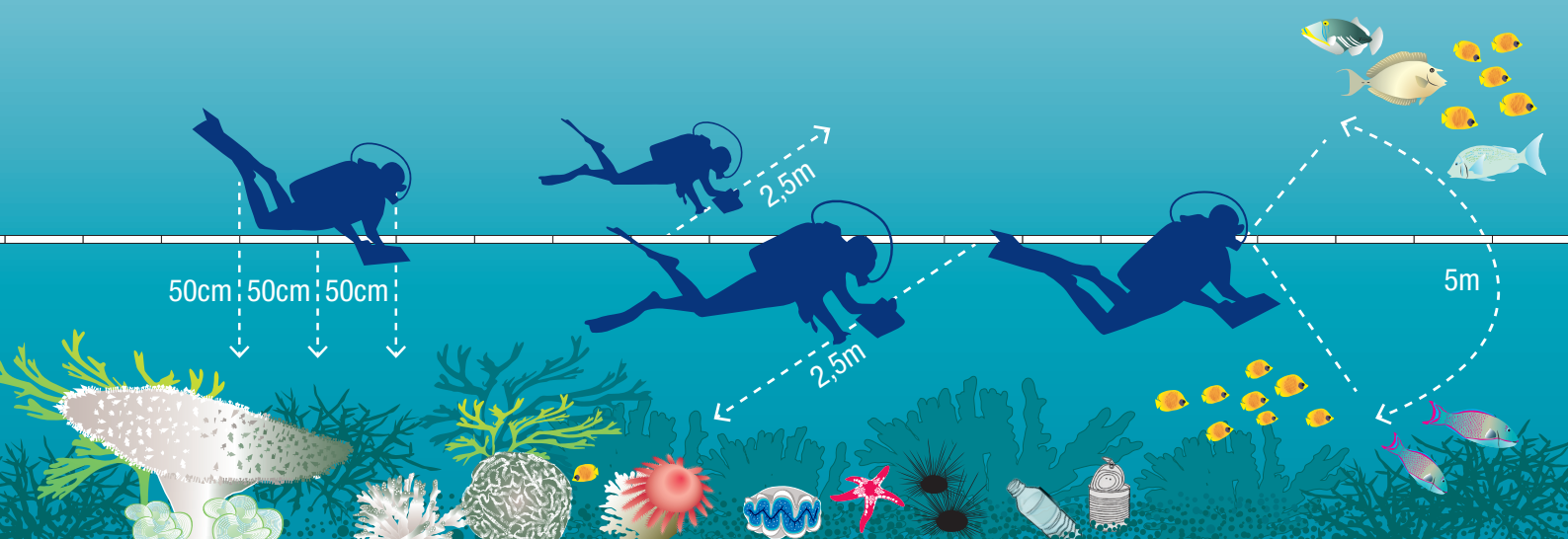
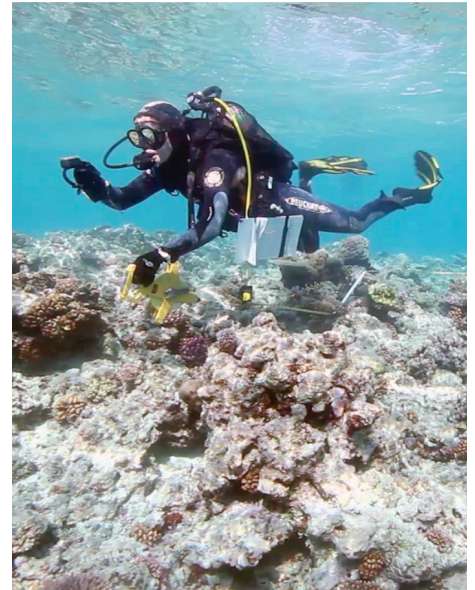
Dès que le compteur de poissons est hors de vue, l'observateur en charge des habitats peut démarrer son inventaire. À aucun moment il ne devra dépasser le compteur de poissons ni rester trop proche de lui.

À l'aller, il inventorie les habitats et au retour il note les maladies coralliennes.

Suivent ensuite les compteurs d'invertébrés et perturbations qui travaillent en binômes ou seuls selon le nombre d'observateurs constituant l'équipe de suivi.

Une fois que l'ensemble de l'équipe de suivi a terminé ses inventaires, les décimètres sont rembobinés et les bouées ramenées au bateau. Le matériel de suivi est rangé dans la caisse prévue à cet effet et vérifié afin de ne rien oublier sur le récif (vérification du nombre de plaquettes, rubans, décimètres, etc.).

Alors, l'équipe peut partir vers une nouvelle station de suivi...



Mise en place de stations de suivi

Où installer une station de suivi ?

Le choix de localisation des stations de suivi doit répondre à un certain nombre de critères :

- les 3 stations de suivi d'un même site doivent être localisées sur des types de récif différents (récif côtier, récif d'îlot ou lagunaire, passe, récif barrière, ...), en respectant un gradient d'éloignement par rapport à la côte, afin d'obtenir des données biologiques sur des récifs soumis à différents types et niveaux de pressions (pressions terrigène et anthropique),
- les stations de suivi doivent être installées sur des récifs vivants, présentant des habitats récifaux diversifiés offrant de nombreuses niches écologiques permettant l'installation d'une diversité d'espèces marines. Idéalement, les récifs suivis doivent présenter des espèces ciblées par la méthode RORC,
- les stations de suivi doivent être situées sur des récifs facilement accessibles depuis la côte ou en bateau afin de faciliter la logistique de terrain lors du suivi opérationnel,
- les stations de suivi doivent être situées sur des récifs protégés des vents et houles dominants afin d'optimiser le suivi des stations année après année.

Comment installer une station de suivi ?

La mise en place des stations consiste à installer des piquets métalliques (fers à béton) sur les fonds marins, à raison d'un piquet tous les 20 à 25 m selon la complexité du récif. Si le récif est complexe, ou fréquemment soumis à un fort courant (comme par exemple les récifs barrières internes peu profonds), il conviendra de placer davantage de piquets. Ces piquets servent de balisage : lors de la phase de suivi, un ruban métré est déployé, en se servant des piquets comme repères, sur et autour duquel les comptages sont effectués.

Dans la mesure du possible, les piquets doivent être installés de manière linéaire (i.e. le même cap est suivi tout au long de la station). De plus, la totalité de la station doit être localisée au sein du même habitat récifal : pour ce faire, la station suit un isobathe (même profondeur tout au long du parcours) et est généralement installée parallèlement à la côte.

Il est recommandé d'effectuer à un premier passage sur le récif afin de visualiser l'ensemble de la station avant d'installer les fers à béton, afin de s'assurer que le récif échantillonné sera homogène sur un linéaire de 100 m.

Les piquets de démarrage et de fin de la station seront précisément localisés à l'aide d'un GPS. Un croquis détaillé de la station sera également réalisé, indiquant les caps à suivre entre les piquets, les profondeurs et la nature du fond à l'emplacement de chaque piquet et les formations sous-marines particulières servant à se repérer pour l'installation du ruban métré et la recherche des piquets.

Cet ensemble de précautions permet d'assurer l'échantillonnage des mêmes portions de récif d'une année sur l'autre même si des piquets viennent à disparaître.



▲ Exemple d'un plan de station.

◀ Mise en place de piquets (fers à béton) pour matérialiser la station.

Analyse des données de terrain

Analyse descriptive

L'évaluation de l'état de santé d'un récif est une résultante du croisement de données (ou variables) indicatrices de l'état de conservation de ces récifs.

Pour l'habitat récifal

- La couverture corallienne vivante.
- La diversité des habitats.

Pour les communautés de poissons

- La diversité totale des espèces cibles.
- La densité moyenne totale des espèces cibles.





Pour les communautés de macro-invertébrés

- La diversité totale des espèces cibles.
- La densité moyenne totale des espèces cibles.





Pour les perturbations

- La densité des nécroses coralliennes.
- La densité des bris coralliens.
- La densité des engins de pêche.
- La densité des détritits.

En fonction de la valeur atteinte pour chaque variable est attribué un indice « faible », « moyen » ou « fort ».

VARIABLES PRISES EN COMPTE DANS L'ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE SANTÉ DES RÉCIFS CORALLIENS					
Compartiment	Variable	Unité de mesure	Faible	Moyen	Fort
 Habitat récifal	Taux de corail vivant	% moyen de corail vivant	≤ 20	21-39	≥ 40
	Diversité des habitats	Nombre total d'habitats recensés sur la station	≤ 4	5-8	≥ 9
 Poissons	Diversité totale des espèces cibles	Nombre total d'espèces recensées sur la station	≤ 3	4-7	≥ 8
	Densité totale moyenne	Nombre de poissons cibles / 100 m ²	≤ 15	16-29	≥ 30
 Macro-invertébrés	Diversité totale des espèces cibles	Nombre total d'espèces recensées sur la station	≤ 3	4-7	≥ 8
	Densité totale moyenne	Nombre moyen d'invertébrés cibles / 100 m ²	≤ 15	16-29	≥ 30
 Perturbations	Coraux cassés (bris)	Nombre moyen de bris / 100 m ²	≤ 5	6-9	≥ 10
	Coraux nécrosés (blancs)	Nombre moyen de nécroses / 100 m ²	≤ 5	6-9	≥ 10
	Détritits	Nombre moyen de détritits / 100 m ²	≤ 1	2-4	≥ 5
	Engins de pêche	Nombre moyen d'engins / 100 m ²	≤ 1	2-4	≥ 5

L'état de santé des récifs est défini selon quatre catégories prédéfinies :

-  Bon état de santé : les valeurs atteintes par toutes les variables indicatrices de la santé des récifs sont optimales vis-à-vis du type de récif inventorié.
-  État de santé satisfaisant : une des variables indicatrices de la santé des récifs n'est pas optimale vis-à-vis du type de récif inventorié.
-  État de santé moyen : deux des variables indicatrices de la santé des récifs ne sont pas optimales vis-à-vis du type de récif inventorié.
-  Mauvais état de santé : les valeurs atteintes par toutes les variables indicatrices de la santé des récifs ne sont pas optimales vis-à-vis du type de récif inventorié.

Certains récifs abritent naturellement peu de corail ou d'invertébrés : cela doit être pris en compte lors de l'interprétation des données sur la santé des récifs. Egalement, on notera que les communautés de poissons sont naturellement très variables (en fonction de la marée, de l'heure de l'inventaire, des courants, de la visibilité sous-marine, etc.) : elles doivent être évaluées sur le long terme et leurs variations mises en relation avec des modifications éventuelles de l'habitat récifal et/ou de la pression de pêche.

Analyses statistiques

Ce volet n'est pas couvert par la formation.

Toutefois, à titre indicatif, il est important de comprendre que les données collectées font l'objet d'analyses statistiques ultérieures qui permettent de faire la part entre des « tendances » observées et des variations significatives (validées par un test statistique).

La notion de « secteur » prend là tout son sens car ce ne sont pas des données brutes totales qui seront comparées dans le temps mais des données moyennes (par exemple, le taux moyen de corail vivant : la somme de toutes les formes de corail vivant sur les 4 secteurs, divisée par 4) par station et par année. La variabilité de chaque donnée (c'est-à-dire l'écart de la donnée à la moyenne) sera alors prise en compte, elle-même représentative de la variabilité naturelle dans la distribution et la densité des espèces marines.

Références bibliographiques

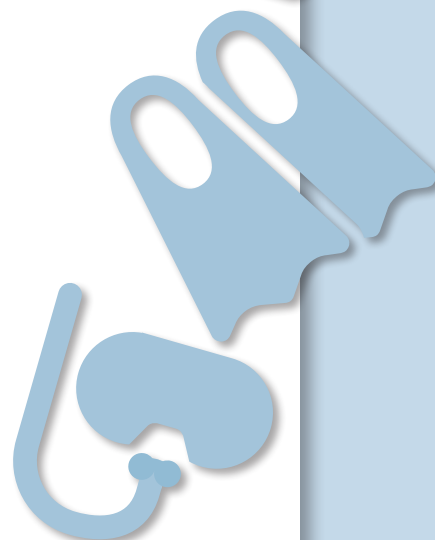
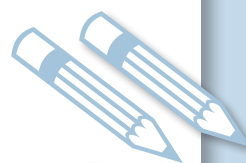
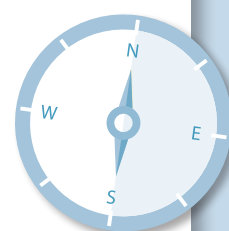
- CORTEX (2018). *Rapport RORC Campagne de suivi 2017-2018. Résultats à l'échelle Pays*. 99 p. http://sig-public.gouv.nc/pala_dalik/Rapport_Synthese_RORC_2017_2018_CORTEX.pdf
- Guillemot N., Léopold M., Wantiez L., Dumas P., Mou-Tham G. et Peignon C. (2010). *Suivi routinier des populations de poissons exploitées en zone récifale par observations visuelles en surface : test méthodologique in situ, évaluation et recommandations de mise en œuvre*. Rapport IFRECOR. 54 p.
- Thollot P., Wantiez L. (2001). *Observatoire des récifs coralliens. Méthodes*. 16 p.
- Wantiez L. (2009). *Réseau d'Observation des récifs Coralliens de Nouvelle-Calédonie (RORC). Méthodes. Révision 2009. Rapport UNC/Aquarium des Lagons/Reef Check/IFRECOR*. 23 p.

Annexes

- Liste du matériel nécessaire au suivi des stations.
- Fiche de saisie des données des habitats récifaux.
- Fiche de saisie des données des poissons récifaux.
- Fiche de saisie des données des macro-invertébrés et perturbations.

Liste du matériel nécessaire au suivi des stations

- Piquets
- Massette
- 2 bouées + bout + plomb
- Boussole
- Plan des stations
- GPS + housse étanche
- Décamètres (3 x 50 m)
- Plaquettes + élastiques + crayons
- Crayons supplémentaires
- Fiches d'identification des espèces cibles
- Fiches de saisie des données
- Rubans de mesure (2,5 m) (invertébrés)
- Fil à plomb (habitats)
- Appareil photo (chargé) + caisson étanche
- Palmes
- Masque
- Tuba
- Combinaison
- Ceinture de plombs



INVENTAIRE DES HABITATS RÉCIFAUX, MALADIES CORALLIENNES ET JEUNES CORAUX

SITE :	STATION :	Plongeur :
Date :	Heure début :	Heure fin :
Visibilité (m) :	Profondeur (m) :	Marée :

Secteur 1				Secteur 2				Secteur 3				Secteur 4			
0.0		10.0		25.0		35.0		50.0		60.0		75.0		85.0	
0.5		10.5		25.5		35.5		50.5		60.5		75.5		85.5	
1.0		11.0		26.0		36.0		51.0		61.0		76.0		86.0	
1.5		11.5		26.5		36.5		51.5		61.5		76.5		86.5	
2.0		12.0		27.0		37.0		52.0		62.0		77.0		87.0	
2.5		12.5		27.5		37.5		52.5		62.5		77.5		87.5	
3.0		13.0		28.0		38.0		53.0		63.0		78.0		88.0	
3.5		13.5		28.5		38.5		53.5		63.5		78.5		88.5	
4.0		14.0		29.0		39.0		54.0		64.0		79.0		89.0	
4.5		14.5		29.5		39.5		54.5		64.5		79.5		89.5	
5.0		15.0		30.0		40.0		55.0		65.0		80.0		90.0	
5.5		15.5		30.5		40.5		55.5		65.5		80.5		90.5	
6.0		16.0		31.0		41.0		56.0		66.0		81.0		91.0	
6.5		16.5		31.5		41.5		56.5		66.5		81.5		91.5	
7.0		17.0		32.0		42.0		57.0		67.0		82.0		92.0	
7.5		17.5		32.5		42.5		57.5		67.5		82.5		92.5	
8.0		18.0		33.0		43.0		58.0		68.0		83.0		93.0	
8.5		18.5		33.5		43.5		58.5		68.5		83.5		93.5	
9.0		19.0		34.0		44.0		59.0		69.0		84.0		94.0	
9.5		19.5		34.5		44.5		59.5		69.5		84.5		94.5	

Observations sur l'habitat	Maladies coralliennes	Jeunes coraux < 5 cm (largeur transect : 1m)
Tous piquets retrouvés ? OUI – NON → Manquants :	S1	S1
	S2	S2
	S3	S3
	S4	S4

CODES DES SUBSTRATS

HCB	Corail branchu	FS*	Gazon algal épais	SB	Syndrome blanc
HCM	Corail massif	SP	Eponge	BN	Maladie de la bande noire
HCT	Corail tabulaire (plateau)	OT	Autre organisme vivant	AC	Anomalie de croissance
HCO	Autre forme corallienne	RC	Roches, blocs > 15 cm et dalle	BL	Blanchissement localisé
DC	Corail blanc (mort ou mourant)	RB	Débris, blocs < 15 cm	Pour chaque colonie corallienne interceptant le décimètre, par secteur : noter le code de la maladie et la forme du corail affecté (HCB, HCM...)	
SC	Corail mou	SD	Sable		
FS	Algues et végétaux	SI	Vase		

CODES DES MALADIES CORALLIENNES



INVENTAIRE DES INVERTÉBRÉS & PERTURBATIONS

SITE :			SITE :		
STATION :			STATION :		
Plongeur :			Plongeur :		
Date :			Date :		
Heure début :			Heure début :		
Marée :			Marée :		
CODE	NOMBRE	SECTEUR	CODE	NOMBRE	SECTEUR

CODES DES INVERTÉBRÉS

BEN	Bénitier	ACA	Acanthaster planci	STI	Holothurie ananas vert	BLA	Corail blanc
TRO	Troca	AEM	Autre étoile de mer	HOL	La grise (holothurie)	BRI	Bris de corail récent
TOU	Toutoute	DIA	Oursin diadème	THE	Holothurie ananas	PEC	Engin de pêche
DRU	<i>Drupella cornus</i>	CRA	Oursin crayon	TET	Tété noire ou blanche	DET	Détritus
LAN	Langouste	AOU	Autre oursin	ABM	Autre bêche de mer		
CEP	Cigale et popinée						

CODES DES PERTURBATIONS

SECTEUR 1 = 0-20 m 2 = 25-45 m 3 = 50-70 m 4 = 75-95 m



