

BILAN D'ACTIVITÉS

TIT BIODIVERSITE
IFRECOR

Novembre 2011,

Pascale Joannot – Pilote du TIT Biodiversité
Déléguée pour l'outre-mer au Muséum National d'Histoire Naturelle
Eléonore Vandel – Chargée d'études TIT Biodiversité
Mathieu Grellier – Chargé de mission typologie des habitats

IFRECOR
INITIATIVE FRANÇAISE
POUR LES RÉCIFS CORALLIENS

L'OUTRE-MER

SOMMAIRE

INTRODUCTION **3**

I. CONTEXTE **3**

1. HISTORIQUE 3
2. OBJECTIFS 3

II. ACTIVITES REALISEES : DONNEES DE LA BIODIVERSITE **4**

1. CAHIER DES CHARGES 4
2. COLLECTE DES DONNEES : LISTES D'ESPECES ET DONNEES D'OBSERVATIONS 4
3. VALIDATION DES NOMS SCIENTIFIQUES 6
4. MISE EN LIGNES DES DONNEES 6

III. RESULTATS ET PRODUITS OBTENUS **6**

1. L'OUTRE-MER SUR LE SITE DE L'INPN 6
2. ACCES A TAXREF 7
3. LES LISTES DE REFERENCE 8
4. LES DONNEES D'OBSERVATION 10
5. FICHES BILAN 14

IV. FORCES ET FAIBLESSES **14**

1. POINTS FORTS 14
2. POINTS FAIBLES 14

V. LES ENJEUX POUR LA PHASE 3 ..... **15**

ANNEXE 16

VI. ACTIVITES REALISEES : EBAUCHE DE LA TYPOLOGIE DES HABITATS RECIFAUX **20**

RESUME 20
1. INTRODUCTION 21
2. MATERIEL 22
3. APPLICATION D'EUNIS A UNE TYPOLOGIE RECIFALE GEOMORPHOLOGIQUE DE NIVEAU 6 33
4. APPRENTISSAGE SUR LE TERRAIN DU NIVEAU 6 36
5. RESULTATS 36
6. DISCUSSION 43
7. CONCLUSION ET PERSPECTIVES 46
8. REFERENCES 47
9. TABLE DES FIGURES 51
10. ANNEXES 53

INTRODUCTION

Ce rapport a pour objectif de présenter le bilan de la phase 2 (2006-2010) et la mise en œuvre de la phase 3 (2011-2015) du Thème d'Intérêt Transversal (TIT) "Biodiversité" de l'IFRECOR (Initiative Française pour les Récifs Coralliens), qui a pour objet la mutualisation des données de la biodiversité récifale.

La réalisation de ce projet est confiée au Muséum national d'Histoire naturelle (Délégation outre-mer et service du patrimoine naturel, SPN).

I. CONTEXTE

1. Historique

Lors du comité national de l'IFRECOR en 2006 à Hienghène (Nouvelle-Calédonie), les acteurs et représentants des comités locaux avaient pour la plupart souhaité, après l'expérience difficile des actions fédératives du plan d'action 2000-2005, conserver le plan cadre national comme référence, maintenir des actions d'intérêt transversal mais limiter leur nombre et renforcer leur animation, par les membres du comité national autres que les représentants des collectivités locales.

C'est à partir de ce bilan 2000-2005 qu'ont été construits dans le cadre du nouveau plan 2006-2010, non plus les actions fédératives, mais les thèmes d'intérêt transversal baptisés TIT.

Il a été alors décidé que chaque TIT soit pris en charge par un coordinateur national pour animer et suivre l'avancement des actions à mener.

Les TIT se déclinent en volets ou objectifs, et sont pilotés chacun par un membre du comité national, qui assure en son sein la mise en œuvre des actions concrètes.

C'est ainsi que le TIT intitulé : « Connaissance et biodiversité, cartographie, pesticides, suivi des récifs coralliens » dont le coordinateur est Bernard Salvat s'est décliné en 4 volets dont un intitulé « Connaissance et biodiversité » (objectif 1 du TIT 2 de l'axe 3 du plan national). Le pilotage a été confié, lors du comité national de 2006, à un membre du collège des administrations centrales, le ministère de la Recherche représenté par Pascale Joannot et l'animation a été confiée à Catherine Gabrié.

2. Objectifs

Le TIT Biodiversité a pour objectif de permettre l'accès à tous, notamment aux gestionnaires, des informations relatives à la distribution des espèces récifales des collectivités d'outre-mer.

Face au foisonnement des données relatives au sujet, il était nécessaire de trouver une structure de mise en ligne commune à tous dont le rayonnement national voire international soit de haute tenue.

Or le Muséum a une mission nationale d'inventaire de la biodiversité et il gère, à travers son service du patrimoine naturel, l'inventaire national du patrimoine naturel (INPN) et les bases de données qui s'y rapportent ; les informations y sont centralisées et accessibles pour les opérations d'analyse et de synthèse qui permettent par exemple de choisir les habitats et les espèces à protéger. Après traitement et mise en cohérence avec les référentiels taxonomiques et géographiques, le Muséum diffuse les connaissances synthétisées relatives au patrimoine naturel.

C'est dans ce cadre qu'après avis du comité national en Guadeloupe, l'IFRECOR a confié au Muséum le soin de mener à bien la collecte, le traitement, la validation des données relatives aux différents groupes taxonomiques et leur mise en ligne.

En 2006, la complexité de mise en place de ce travail avait été sous-évaluée. Le travail opérationnel a commencé dès le recrutement au Muséum de 2008 à 2011 d'un chargé d'études, Julien Ringelstein puis par Eléonore Vandel depuis mars 2011. Comme son prédécesseur, elle est placée sous la responsabilité de la déléguée pour l'outre-mer, Pascale Joannot, en charge également du pilotage de ce TIT, et affectée au service du patrimoine naturel.

II. ACTIVITES REALISEES : DONNEES DE LA BIODIVERSITE

1. Cahier des charges

Après avoir établi un cahier des charges, fondé sur la méthodologie d'acquisition de données de l'INPN, destiné aux responsables des comités locaux et à tous les acteurs de l'IFRECOR dans les collectivités d'outre-mer, le chargé d'études a commencé un long travail de collecte et de mise en forme des données relatives aux taxons choisis au comité national en Guadeloupe : Scléractiniaires, Mollusques, Poissons.

2. Collecte des données : listes d'espèces et données d'observations

De 2008 à 2010, la remise des données par les comités locaux de l'IFRECOR a été inégale :

- **Guadeloupe** :

Les données d'observations fournies par la Guadeloupe sont uniquement issues des inventaires ZNIEFF sans indication des coordonnées géographiques. Les listes d'espèces fournies sont assez complètes, il manque cependant la validation d'un référent scientifique pour chaque groupe.

- **Martinique** :

Les données sont principalement issues des travaux de suivis de l'OMMM. La mission en 2009 de J. Ringelstein a permis de faire un premier état des lieux des acteurs susceptibles de fournir des données et d'informer des objectifs du TIT et de l'INPN.

- **La Réunion** :

Pas encore de retour des données de répartitions.

Récupération de la BD ZNIEFF (DIREN/ARVAM) sans le mot de passe d'accès, listes taxonomiques à valider par les experts.

- **TAAF** :

Pas encore de retour concernant les Iles Eparses.

Catherine Gabrié a fourni un jeu de listes d'espèces à valider par les experts.

- **Mayotte** :

Envoi de documents concernant les listes taxonomiques des Scléractiniaires, Poissons, Décapodes et la répartition des Décapodes (Bouchard et al, 2009). Le travail de traitement des données Hydraires et Poissons reste à réaliser.

- **Nouvelle-Calédonie** :

Suivi du cahier des charges, volet 1 et 2 : OK.

Travaux de traitement de données de répartition localement, listes d'espèces taxonomiques valides : Poissons, Scléractiniaires, Mollusques, Eponges, Algues, Gorgones, Crustacés, Echinodermes.

- **Wallis et Futuna** :

Récupération des données brutes sur place sans traitement local.

- **Polynésie Française** :

Suivi du cahier des charges, volet 1 et 2 : OK.

Récupération de listes taxonomiques et de la répartition archipellaire des Algues, Scléractiniaires, Mollusques, Crustacés, Poissons, Mammifères marins.

Les données ont été également recueillies auprès de scientifiques spécialistes d'un groupe : Gerry Allen pour les Poissons, Françoise Monniot pour les Ascidies, Dominique Lamy pour les Mollusques des Antilles. Un travail en collaboration avec des chercheurs permet de valoriser et gérer leurs données anciennes et actuelles. Un travail est en cours avec Joseph Poupin, spécialiste des Décapodes et Stomatopodes Indopacifique, et le professeur Michel Pichon pour les Scléractiniaires.

Claude Payri, IRD, spécialiste des algues, a non seulement fourni les données de sa spécialité, mais a transmis le compendium des espèces recensées par l'IRD en Nouvelle-Calédonie ; ce qui a permis une nette avancée du travail.

Des missions ont été effectuées pour rappeler aux acteurs locaux et aux scientifiques (en particulier ceux de l'IRD Nouméa) les objectifs du TIT Biodiversité et présenter CardObs, l'INPN, collecter des données et, lorsque cela était possible, restituer le travail déjà effectué.

Les missions suivantes ont été réalisées :

- Wallis et Futuna : mai 2009 (lors du comité permanent)
- Nouvelle-Calédonie : mai 2009 et novembre 2010
- Martinique : février 2009
- Polynésie française : octobre 2010
- La Réunion : décembre 2010 (lors du comité national)

Le contact direct avec les acteurs des collectivités d'outre-mer permet une meilleure compréhension de la demande et les données sont alors fournies plus facilement.

3. Validation des noms scientifiques

Une fois ce travail de bancarisation fait, les noms de chaque taxon sont validés à partir du référentiel taxonomique national (TAXREF) dont le Muséum est garant.

La validation des noms est faite par les spécialistes du groupe considéré. Ces spécialistes peuvent être en poste au Muséum ou dans d'autres organismes.

Un groupe de travail (MNHN, UBC for SeaLifeBase, WorldFish Center for FishBase) a été créé pour initier une articulation des flux de données et des procédures qu'il serait possible de mettre en place entre TAXREF et des référentiels globaux comme Catalogue of Life (CoL), World Register of Marine Species (WoRMS), et FishBase (FB) (et SeaLifeBase dans une moindre mesure puisque ce n'est pas à proprement parler un référentiel).

L'objectif à terme est d'assurer :

- la mise à jour coordonnée pour éviter les différences entre ces listes,
- la prise en compte rapide de nouveaux noms trouvés au niveau local et national par les référentiels globaux.

4. Mise en lignes des données

Les données collectées auprès des comités locaux IFRECOR sont intégrées après traitement via le logiciel CardObs mis au point au SPN. CardObs permet la saisie en ligne, la bancarisation et la gestion de données d'observation de la biodiversité.

Ce système, couplé à TAXREF ainsi qu'au référentiel géographique IGN, permet une importation de données d'observation valides dans le système d'information de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN). Ces informations s'intègrent dans la synthèse de la biodiversité de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel, accessible sur le site Internet : http://inpn.mnhn.fr.

Ces étapes : collecte des données, bancarisation, validation et mise en ligne sont très longues, mais elles permettent au final à tout utilisateur d'accéder facilement à des données fiables et rigoureuses.

III. RESULTATS ET PRODUITS OBTENUS

1. L'outre-mer sur le site de l'INPN

Sur le site de l'INPN, une partie dédiée à la biodiversité de l'outre-mer français a été mise en place (Fig. 1). → Onglet : Recherche / Outre-Mer : http://inpn.mnhn.fr/collTerr/outreMer

Il a été mis en ligne les données fournies par les experts nationaux et internationaux. Ces données reflètent la connaissance passée et présente mais permet aussi d'appréhender les manques et d'orienter les futurs inventaires et études.

Les listes d'espèces, leurs nombres et leurs fiches sont accessibles à partir de cet onglet.



Figure 1 : L'outre-mer sur le site de l'INPN

2. Accès à TAXREF

Le référentiel taxonomique national est téléchargeable en ligne (Fig. 2) :

http://inpn.mnhn.fr/isb/download/fr/refIndex.jsp

La version TAXREF 4.0 a été mise en ligne le 12 octobre 2011. Elle diffuse en tout 117 150 taxons terminaux valides (faune, flore, et fonge de métropole et d'outre-mer), dont **12 052 espèces ou sous-espèces récifales d'outre-mer.**



Figure 2 : Accès à TAXREF sur le site de l'INPN

3. Les listes de référence

Collectivité	En ligne	A traiter
Guadeloupe	Poissons, Scléractiniaires, Mollusques, Ascidies, Mammifères marins	Porifères
Martinique	Poissons, Scléractiniaires, Mollusques, Ascidies, Mammifères marins	Algues, Porifères
Saint-Martin	Poissons, Scléractiniaires, Mollusques, Mammifères marins	Algues, Porifères
Saint-Barthélemy	Poissons, Scléractiniaires, Mollusques, Mammifères marins	
Mayotte	Poissons, Scléractiniaires, Mollusques, Crustacés décapodes, Mammifères marins	Hydrozoaires
Réunion	Poissons, Scléractiniaires, Mollusques, Crustacés décapodes, Algues, Mammifères marins	Porifères, Hydrozoaires, Echinodermes
Iles Eparses	Poissons, Scléractiniaires	Crustacés, Algues
Nouvelle-Calédonie	Poissons, Scléractiniaires, Mollusques, Crustacés décapodes, Mammifères marins	Ascidies, Algues, Porifères, Hydrozoaires, Echinodermes, Octocoralliaires
Wallis et Futuna	Poissons, Scléractiniaires, Crustacés décapodes	Algues
Polynésie Française	Poissons, Scléractiniaires, Mollusques, Crustacés décapodes, Ascidies, Mammifères marins	Algues
Clipperton	Poissons, Scléractiniaires, Mollusques, Crustacés décapodes, Ascidies	Algues, Echinodermes, Bryozoaires, Annélides, Mammifères marins

Tableau 1 : Etat d'avancement de la mise en ligne des listes d'espèces dans l'INPN

Lors du comité national de Guadeloupe, il a été décidé que les collectes de données se feraient en priorité pour les Scléractiniaires, les Mollusques et les Poissons. Des données d'autres groupes ont également été collectées.

Le tableau 1 présente, pour chaque collectivité d'outre-mer, l'ensemble des groupes pour lesquels les listes d'espèces sont accessibles en ligne sur l'INPN. Il est indiqué également les groupes à traiter pour lesquels des listes d'espèces ont été collectées.

Toutes les espèces récifales de Scléractiniaires recensées sont en ligne (Tab. 2). Nous avons des listes d'espèces de Poissons pour toutes les collectivités, mais certaines restent à compléter. Pour les Mollusques, il nous manque des données concernant les Iles Eparses et Wallis et Futuna. Tous les Crustacés Décapodes et Stomatopodes de l'Indo-Pacifique tropical français ont été traités (hormis les Iles Eparses), suite au travail de Joseph Poupin (Institut de Recherche de l'Ecole Navale).

	Algues	Cnidaires	Mollusques	Crustacés	Ascidies	Poissons	Reptiles	Mammifères	TOTAL par collectivité
Guadeloupe		42	1 156	11	99	374	5	22	**1 709**
Martinique		53	723	2	13	382	5	21	**1 199**
Saint-Martin		30	215			89	4	23	**361**
Saint-Barthélemy		48	192			141	4	23	**408**
Mayotte	4	212	173	455		752	4	27	**1 627**
Réunion	80	171	1 706	479		843	6	27	**3 312**
Eparses		62		1		271	5		**339**
Nouvelle-Calédonie	1	311	2 910	1 591	2	1 713	20	27	**6 575**
Wallis et Futuna		185	2	256		428	1		**872**
Polynésie Française		165	1 664	976	95	933	5	25	**3 863**
Clipperton		18	149	94	4	72	1		**338**
TOTAL par groupe	**81**	**445**	**5 834**	**2 468**	**179**	**2 957**	**20**	**40**	

Légende : Acceptable / En cours / Nul

Tableau 2 : Nombre de taxons terminaux récifaux valides par collectivité d'outre-mer dans TAXREF version 4.0

Remarque : Selon les groupes, comme pour celui des Echinodermes par exemple, il ne figure dans TAXREF que quelques espèces encore en nombre insuffisant pour figurer dans le tableau 2.

Par ailleurs, les totaux par groupe ne correspondent pas à la somme des colonnes puisque certaines espèces sont présentes dans plusieurs collectivités.

Le travail fourni cette année a essentiellement porté sur les listes de références des espèces récifales de l'outre-mer : elles représentent 60 % des nouveaux taxons terminaux valides ajoutés dans la version 4 de TAXREF par rapport à la version 3 datant de septembre 2010 (Fig. 3). Plus précisément, sur 11 739 nouveaux taxons terminaux valides ajoutés dans la nouvelle version, **7 018 sont des espèces ou sous-espèces récifales d'outre-mer.**

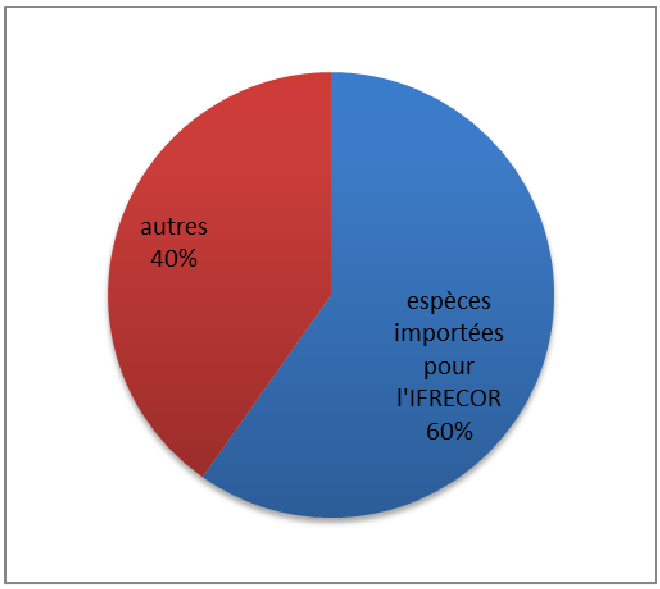


Figure 3 : Part des taxons terminaux récifaux d'outre-mer par rapport à l'ensemble des taxons terminaux valides ajoutés dans TAXREF version 4.0

4. Les données d'observation

La logique d'acquisition des données du TIT biodiversité au sein de l'INPN est organisée sous forme de comptes CARDOBS. Il a été créé 11 comptes CARDOBS (login/password) pour chacune des collectivités outre-mer entrant dans la démarche IFRECOR. Six comptes supplémentaires ont été ouverts à des experts et chercheurs pour leur propre gestion et bancarisation de leurs données. Ces comptes sont indépendants, ce qui permet une gestion propre des données. Toutes les données sont cependant visibles, mais non modifiables, dans le compte administrateur permettant ainsi de réaliser des statistiques et une synthèse des données sur l'ensemble des collectivités concernées.

Un bilan des données saisies sous CardObs dans le cadre de cette étude est réalisé pour chaque collectivité d'outre-mer (Tab. 3).

Par exemple nous avons importé 32 stations à Wallis et Futuna (Tab. 3) sur lesquelles 158 espèces de Scléractiniaires ont été observées, correspondant en tout à 1195 observations.

		Scléractiniaires	Mollusques	Crustacés	Echinodermes	Ascidies	Poissons	Mammifères marins
Guadeloupe	*Stations*					39		
	Relevés					392		
	Nb espèces					92		
Martinique	*Stations*	36				5	28	
	Relevés	726				17	1472	
	Nb espèces	35				14	106	
Nouvelle-Calédonie	*Stations*	563					86	
	Relevés	1146					211	
	Nb espèces	253					59	
Polynésie-française	*Stations*	5	16	23	395	57	23	5
	Relevés	396	3573	1729	395	639	2690	120
	Nb espèces	164	1654	897	1	88	835	24
Wallis-et-Futuna	*Stations*	32						
	Relevés	1195						
	Nb espèces	158						

Tableau 3 : Bilan des données saisies sous CardObs

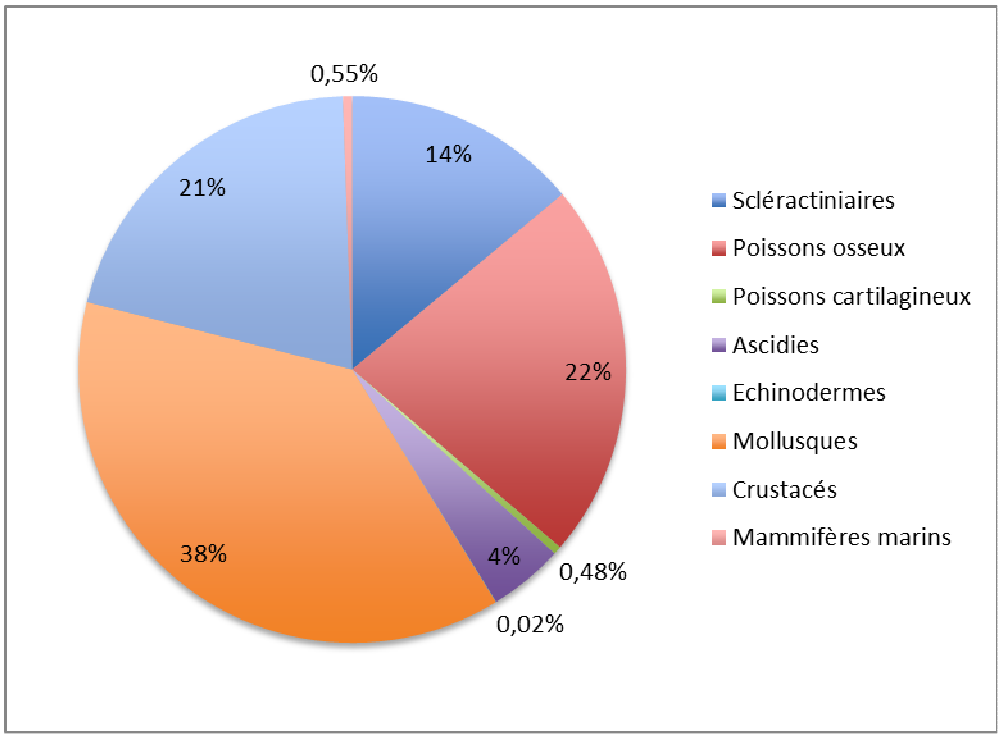
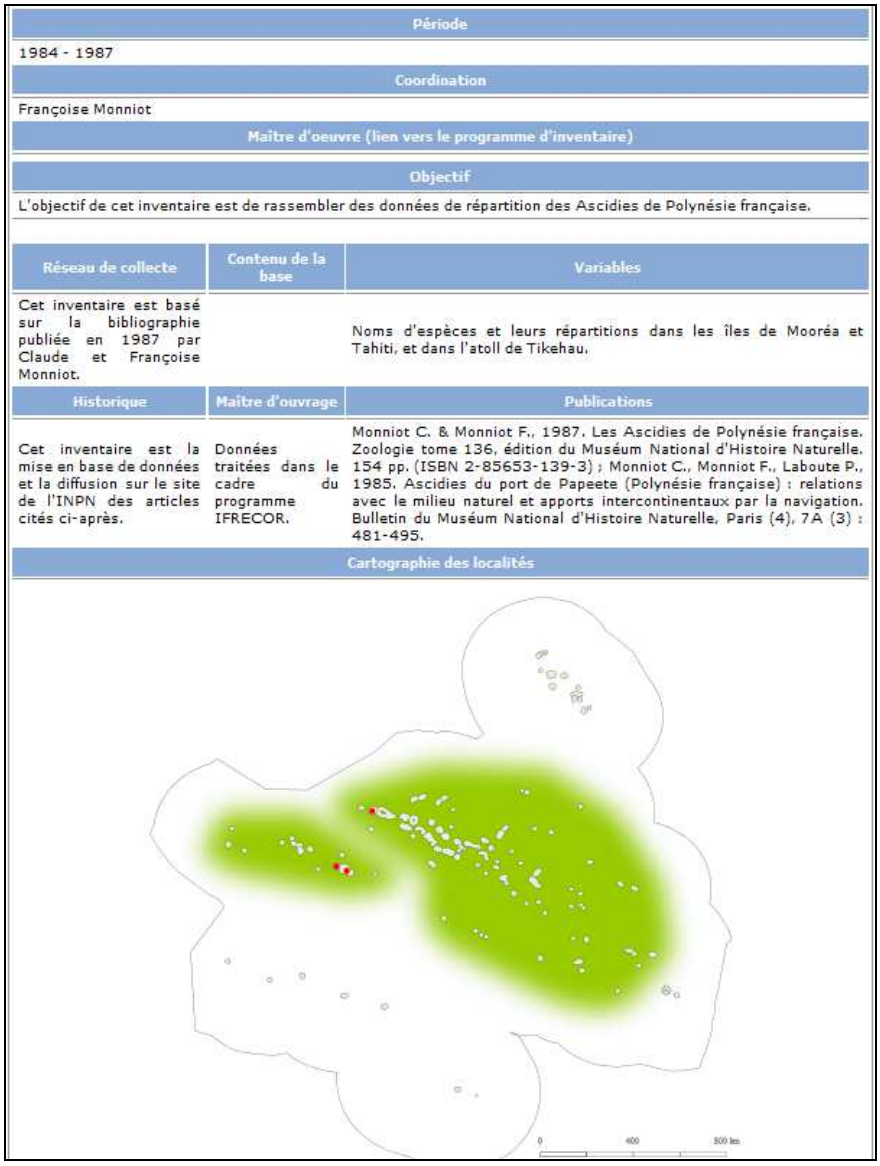


Figure 4 : Répartition des groupes taxonomiques saisis dans CardObs pour l'outre-mer

Notre méthodologie consiste à d'abord entrer les nouvelles espèces dans TAXREF, puis une fois les noms d'espèces validés et en ligne, nous pouvons importer les données d'observation dans CardObs. C'est pourquoi les groupes les plus représentés dans CardObs sont ceux qui ont été traités en priorité dans TAXREF, soit les Mollusques (38%), les Poissons osseux (22%), les Crustacés (21%) et les Scléractiniaires (14%) (Fig. 4).

Parmi les données collectées dans le cadre du TIT Biodiversité, certaines ne sont pas exploitables en l'état et ne peuvent pas être intégrées à l'Inventaire National du Patrimoine Naturel pour le moment. Ces données sont de deux types : celles pour lesquelles certaines informations (observateur, date d'observation ou lieu d'observation) sont manquantes ; et celles pour lesquelles le référentiel taxonomique TAXREF ne contient pas encore les espèces concernées.



Période
1984 - 1987
Coordination
Françoise Monniot
Maître d'oeuvre (lien vers le programme d'inventaire)
Objectif
L'objectif de cet inventaire est de rassembler des données de répartition des Ascidies de Polynésie française.

Réseau de collecte	Contenu de la base	Variables
Cet inventaire est basé sur la bibliographie publiée en 1987 par Claude et Françoise Monniot.		Noms d'espèces et leurs répartitions dans les îles de Mooréa et Tahiti, et dans l'atoll de Tikehau.
Historique	**Maître d'ouvrage**	**Publications**
Cet inventaire est la mise en base de données et la diffusion sur le site de l'INPN des articles cités ci-après.	Données traitées dans le cadre du programme IFRECOR.	Monniot C. & Monniot F., 1987. Les Ascidies de Polynésie française. Zoologie tome 136, édition du Muséum National d'Histoire Naturelle. 154 pp. (ISBN 2-85653-139-3) ; Monniot C., Monniot F., Laboute P., 1985. Ascidies du port de Papeete (Polynésie française) : relations avec le milieu naturel et apports intercontinentaux par la navigation. Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris (4), 7A (3) : 481-495.

Cartographie des localités

Figure 5 : Inventaire des Ascidies de Polynésie Française accessible en ligne sur l'INPN

L'ensemble des données collectées est référencé et validé, soit par la publication attenante soit par un référent scientifique du groupe en question. Jusqu'à présent, les données bancarisées dans CardObs devaient être validées dans le cadre d'un inventaire national pour pouvoir être affichées sur l'INPN. Les données d'observation sont affichées sous forme de synthèse, et non sous forme de données brutes, c'est-à-dire qu'elles sont affichées par maille, les coordonnées géographiques des stations ne sont pas communiquées (les observateurs ne souhaitant pas tous diffuser librement leurs données brutes). Deux inventaires sont disponibles en ligne :

1- L'inventaire des Ascidies de Polynésie française : 86 espèces concernées (exemple Fig. 4)
➔ http://inpn.mnhn.fr/espece/inventaire/I120
2- L'inventaire archipélaire des Mollusques marins de Polynésie française (1543 espèces concernées)
➔ http://inpn.mnhn.fr/espece/inventaire/I227

Une nouvelle méthodologie de gestion des données CardObs est prévue. Toutes les données seront affichées, avec 3 niveaux de qualification :

- données validées dans le cadre d'un inventaire national
- données fiables mais non validées dans le cadre d'un inventaire national
- données validées

Toutes les données que nous avons entrées dans CardObs dans le cadre de l'IFRECOR seront donc prochainement en ligne.

5. Fiches bilan

A partir des données d'observations des espèces des milieux coralliens, il est possible de réaliser une synthèse de la connaissance sur l'ensemble des collectivités d'outre-mer et de l'inscrire dans l'Inventaire National du Patrimoine Naturel : http://inpn.mnhn.fr. Les données fournies par les experts nationaux et internationaux sont mises en lignes, elles reflètent la connaissance passée et présente et permet d'appréhender les manques et d'orienter les futurs inventaires et études.

Des fiches bilans sont en cours de réalisation (exemple de la fiche bilan des Scléractiniaires de Nouvelle-Calédonie en annexe) et seront disponibles pour l'ensemble des collectivités d'outre-mer. Elles comprendront **:**

- des cartes par taxons et par collectivités
- des cartes de biodiversité par collectivités

Les données présentées reflètent uniquement l'état d'avancement du travail de synthèse ; lequel ne peut être considéré actuellement comme exhaustif.

IV. FORCES ET FAIBLESSES

1. Points forts

Le travail effectué dans le cadre du TIT Biodiversité a permis de constater que l'IFRECOR joue son rôle d'initiateur d'activités en faveur des récifs coralliens.

Il a, en effet, permis de créer une dynamique autour de la biodiversité récifale de l'outre-mer qui n'existait ni au sein du SPN ni dans l'Inventaire National du Patrimoine Naturel. Depuis, les données d'observations et les listes de références taxonomiques dans le système d'information, de gestion et de bancarisation des données au sein de l'INPN sont prises en compte. Ce TIT a également permis d'initier au MNHN la démarche SINP (Système d'Information sur la Nature et les Paysages) pour le milieu marin en étant, dès sa création, un élément moteur de la démarche SINPmer.

Le travail avec les scientifiques est positif. Ils ont fourni des données dont la mise en ligne participe à la valorisation de leur travail. Ces données reflètent la connaissance passée et actuelle et permettent d'appréhender les manques et d'orienter les futurs inventaires et études.

2. Points faibles

Ce travail, initié depuis 3 ans au Muséum, est loin d'être abouti. La collecte des données est encore assez dispersée. Les données validées ne sont pas encore toutes mises en lignes.

Les comités locaux n'ont pas suffisamment de temps et de moyens pour participer efficacement à la collecte et transmission des données. **La connaissance des espèces et des habitats dans les milieux récifaux nécessitent encore des inventaires qui relèvent principalement de programmes de recherche.**

V. LES ENJEUX POUR LA PHASE 3

L'objectif est d'obtenir, pour l'ensemble des récifs coralliens des collectivités d'outre-mer, un outil performant permettant une connaissance de la présence et répartition des espèces recensées et de leurs habitats. L'objectif est également de valoriser et sécuriser les données existantes : anciennes et actuelles tout en permettant une mise à jour facile et pérenne de données nouvelles.

Pour mener à bien la poursuite de ce TIT, dans le cadre de la troisième phase du plan d'action de l'IFRECOR, il sera nécessaire que s'engage dans les collectivités d'outre-mer :

- une formation au traitement et à la saisie des données sous CARDOBS
- une précision sur le type de données à collecter (parfois incompris malgré le cahier des charges)
- un éclaircissement sur le rôle et le positionnement de l'INPN/MNHN par rapport aux autres programmes institutionnels de collecte de données (SINP par ex).

Outre la poursuite de la mise en ligne des données « espèces », il est proposé des nouvelles stratégies d'acquisition de la connaissance, ainsi qu'un nouvel objectif « habitat », qui a débuté fin 2010 (voir ci après la partie « Typologie des habitats récifaux du Pacifique » en format EUNIS (European Nature Information System) – Rapport de Mathieu Grellier : juillet 2011).

En 2015, ce TIT devrait être suffisamment avancé pour que l'IFRECOR passe le relais au Muséum qui aura alors à prévoir de façon pérenne la poursuite et la veille de cette opération et ce, dans le cadre de l'INPN.

Annexe : Fiche Bilan - Etat et évolution des composantes de la biodiversité



ANNEXE

Cet état des lieux se fonde sur les études scientifiques relatives à la biodiversité récifale réalisées en Nouvelle-Calédonie au cours des quarante dernières années.

Les données présentées reflètent un aperçu non exhaustif de l'effort d'inventaire de la biodiversité, représenté par les relevés d'espèces dans les stations scientifiques de campagnes embarquées, d'inventaires ou d'observations.

Les informations recueillies dans le cadre du TIT Biodiversité de l'IFRECOR proviennent de l'IRD Nouméa ainsi que du MNHN. Ces données ont été en partie bancarisées au sein du Service du Patrimoine Naturel (MNHN) via l'outil de gestion de données CardObs de l'INPN (Inventaire National du Patrimoine Naturel).

Les groupes taxonomiques des récifs et lagons de Nouvelle-Calédonie – bilan 2010

Groupes	Poissons[1]	Ascidies[2]	Echinodermes[3]	Crustacés[4]	Mollusques[5]	Scléractiniaires[6]	Gorgones[7]
Espèces recensées en	1 713	222	389	2 471	2 445	313	107

[1] Référence – Liste des Poissons de récifs : R. Fricke & M. Kulbicki in: Payri, C. & Richer De Forges, B.2007
Sources des données « Relevés » : Amaoka K & Mihara E & Rivaton J, 1993; Amaoka K & Mihara E, 2000 ; Bauchot & al, 1991 ; Conand F, 1991 ; Conand F, 1993 ; Fourmanoir P, 1971 ; Fourmanoir P, 1991 ; Friche R & Kulbicki M., 2007 ; Fricke R, 1993 ; Fricke R, 2004 ; Kulbicki M & al, 1994 ; Matsuura ; K & Tyler JC, 1997 ; McCosker JE, 1999 ; Mihara E & Amaoka K, 2004 ; Postel E, 1965 ; Randall J.E & Justine J.L, 2008 ; Randall J.E, 2005 ; Randall & Fourmanoir P, 1998 ; Randall J.E, 2005 ; Rivaton J, 1988 ; Rivaton J, 1989

, compilation SEOH

[2] Référence – Listes des Ascidies : Compilation F.Monniot (2010)
Sources des données « Relevés » : publications de F.Monniot et C.Monniot, compilation MNHN/IFRECOR

[3] Référence – Liste des Echinodermes : N. Ameziane in: Payri, C. & Richer De Forges, B.2007 ; Compilation SEOH (2010)
Sources des données « Relevés » : SI Lagplon et SI Océane, compilation SEOH

[4]Référence – Liste des Crustacés : Juncker M. & Poupin J. 2009 ; Compilation SEOH (2010)
Sources des données « Relevés » : SI Lagplon et SI Océane, compilation SEOH

[5] Référence – Liste des Mollusques : Héros V. et al in: Payri, C. & Richer De Forges, B.2007
Sources des données « Relevés » : Données de campagnes (1958 à 2008), compilation SEOH

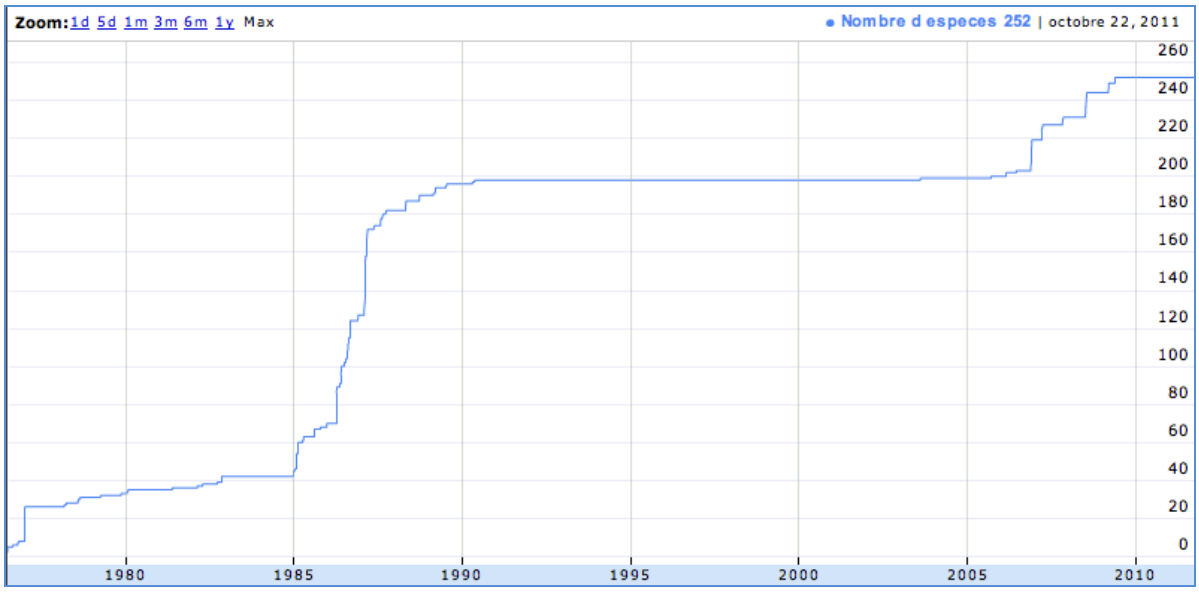
[6] Référence – Liste des Scléractiniaires : Pichon M. in: Payri, C. & Richer De Forges, B.2007
Sources des données « Relevés » : SI Lagplon, compilation SEOH

[7]Référence – Liste des Gorgones : M. Grasshoff in: Payri, C. & Richer De Forges, B.2007 ; Compilation SEOH (2010)
Sources des données « Relevés » : SI Lagplon et SI Océane, compilation SEOH.

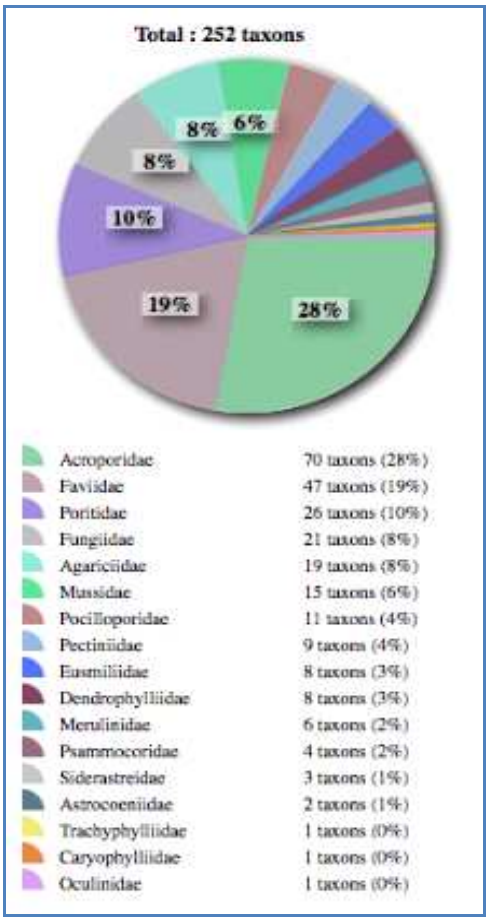
NC							
Nb de relevés collectés	1 289	434	1 338	13 753	8 924	1 146	484

Ordre des Scléractiniaires

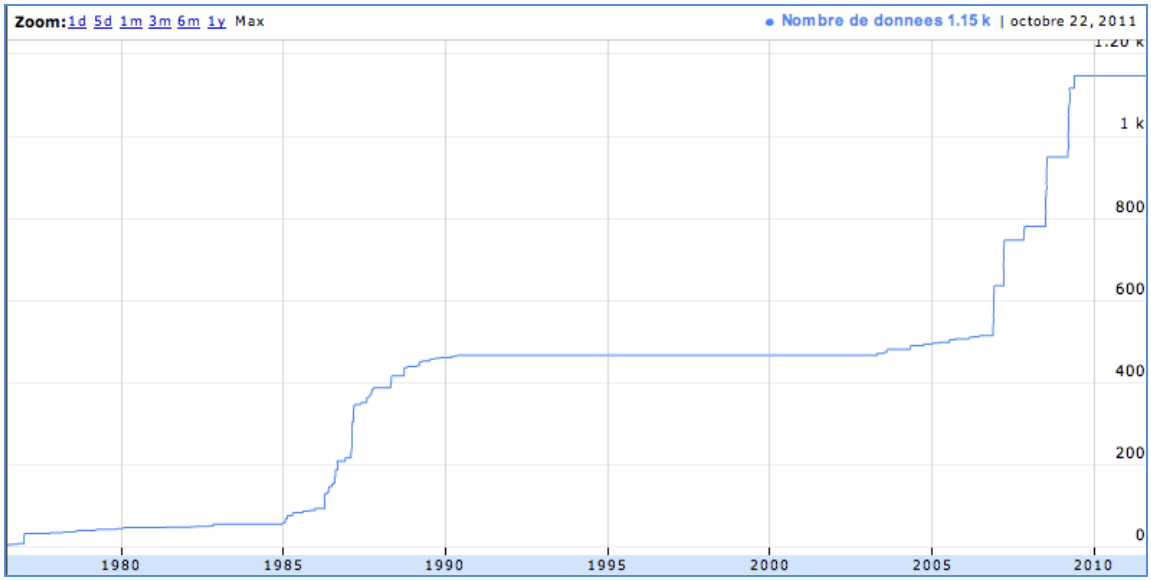
1- Nombre cumulé d'espèces en fonction de la date de récolte pour les Scléractiniaires en Nouvelle-Calédonie - Etat des lieux de la connaissance actuelle dans l'INPN.



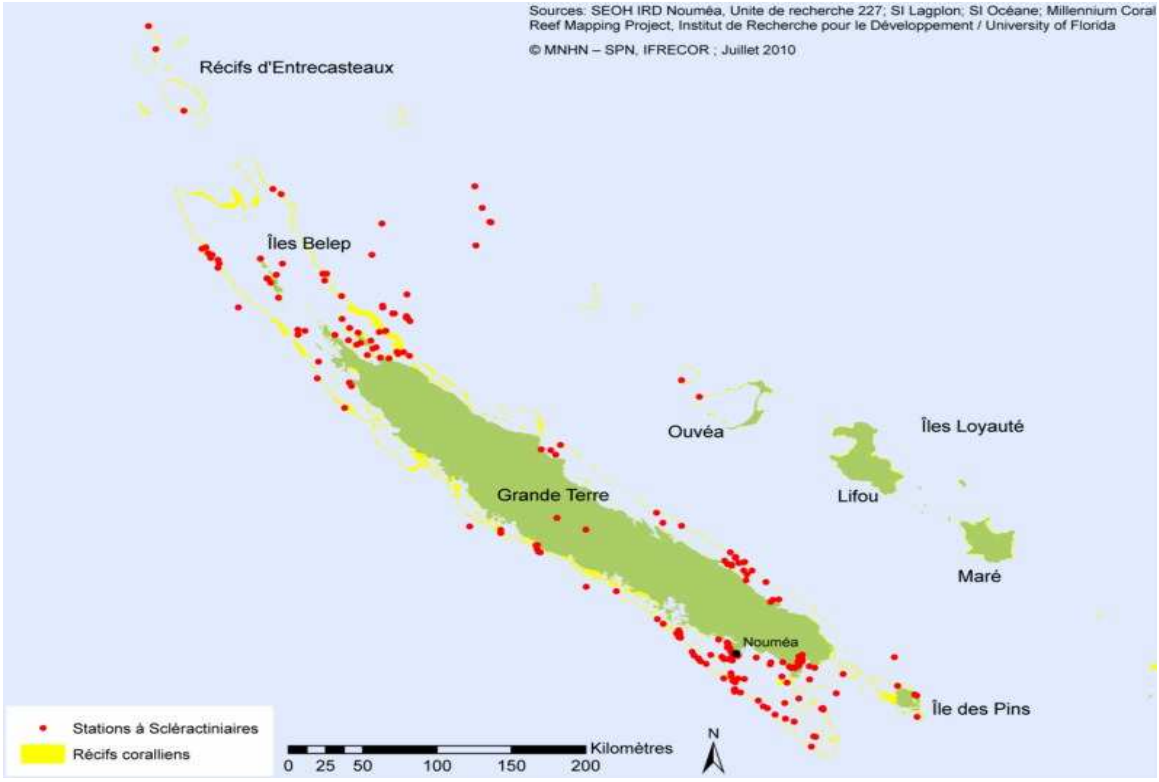
2- Nombre d'espèces par famille



3- Nombre cumulé de <u>données</u> en fonction de la date de récolte pour les Scléractiniaires en Nouvelle-Calédonie - Etat des lieux de la connaissance actuelle dans l'INPN.



Répartition des stations d'inventaires des Scléractiniaires de Nouvelle-Calédonie



VI. ACTIVITES REALISEES : EBAUCHE DE LA TYPOLOGIE DES HABITATS RECIFAUX

Rapport de Mathieu Grellier : juillet 2011.

RESUME

Pour la période 2011-2015, l'IFRECOR poursuit le TIT biodiversité avec l'objectif d'avoir pour l'ensemble des collectivités d'outre-mer l'inventaire et la distribution des espèces recensées dans les récifs coralliens ainsi que définir leurs habitats.

Plus précisément l'objectif 4 du TIT biodiversité consiste en l'ébauche d'une typologie des habitats récifaux d'outre-mer. Pour ce faire le travail a été confié à Mathieu Grellier, suivi dans son travail par Guillaume Dirberg (Muséum national d'histoire naturelle) et Serge Andrefouët (IRD). Nous nous sommes intéressés à la zone du Pacifique dans un premier temps.

Nos objectifs étaient triples :

- élaborer une typologie qui puisse être exploitable par l'ensemble de la communauté scientifique : le format EUNIS (EUropean Nature and Information System) a été choisi.
- Exhaustivité : pour le moment seuls les niveaux les plus « hauts » de la hiérarchie sont décrits, il convient donc de décrire plus finement les habitats rencontrés réellement dans les récifs coralliens en utilisant les précédents travaux de Battistini et al., 1975.
- Faire le lien avec les habitats cartographiés : des analyses d'images satellites ont été effectuées de manière a identifié les habitats. La typologie Millenium (issue du Millenium Coral Reef Mapping project), nous a servi de modèle pour réaliser notre typologie : l'existence de blocs au niveau 4 en fait une typologie « dynamique ». D'autre part cette typologie est le résultat des campagnes de cartographie des récifs coralliens, elle permet donc de faire le lien entre les habitats référencés dans la littérature et les habitats cartographiés.

Au final nous avons une typologie remplissant trois fonctions : les habitats référencés sont issus à la fois de la littérature mais également de l'analyse d'images satellites de hautes résolutions, ainsi un plus grand nombre d'habitats est référencé. D'autre part nous avons décris des niveaux géomorphologiques très fins (pouvant aller jusqu'au niveau 10 ou plus). Pour finir cette typologie a été créée en suivant la méthode EUNIS, qui lui confère une meilleure lisibilité au sein de la communauté scientifique.

Il ne s'agit toutefois que d'une ébauche car pour que cette typologie soit complète, il faut désormais s'attacher à décrire des niveaux inférieurs incluant les composantes biocénotiques. D'autre part face à certains manques de références bibliographiques nous avons dû appliquer un principe de généralisation (ce qui se trouve à un endroit existe à un autre). A titre d'exemple, les descriptions de platier de la barrière externe des îles hautes océaniques (Ile de Moorea par ex., bien décrite) ont été généralisées à la barrière externe de la Nouvelle-Calédonie qui est une île continentale, faute de descriptions dans la littérature.

Si les objectifs semblent atteints, ce travail a surtout permis de mettre en relief les problèmes sous-jacents liés au format EUNIS : la correction de la redondance par la formation de blocs ne semble pas convenir à EUNIS, qui impose une exclusivité des unités en fin d'arbre hiérarchique.

Au final ce travail va mettre en évidence à la fois les habitats cartographiables mais également une plus grande finesse des habitats sur le plan géomorphologique. Toutes ces données pourront être

utilisées par les gestionnaires qui prendront des dispositions de protection et gestion des récifs coralliens.

1. Introduction

Pour la période 2011-2015, l'IFRECOR poursuit le TIT biodiversité avec l'objectif d'avoir pour l'ensemble des collectivités d'outre-mer l'inventaire et la distribution des espèces recensées dans les récifs coralliens ainsi que définir leurs habitats.

Mais qu'est-ce qu'un habitat dans les milieux coralliens ?

Trouver une définition de l'habitat qui convienne à l'ensemble de la communauté scientifique n'est pas chose facile, même si les différents programmes de recensement des habitats marins : TIT Biodiversité, Natura 2000 etc. utilisent la notion d'« habitat ». Dauvin, Bellan, & Bellan-santini, 2008 évoquent les différentes définitions utilisées par, entre autres : Darwin en 1859, la directive Habitat, ICES group, Kostylev et al. 2001 et Valentine et al. 2005. Notre but n'est pas d'énumérer toutes ces définitions, nous pouvons juste réitérer en accord avec Dauvin, Bellan, & Bellan-santini, 2008 que ces différences de définitions tiennent en fait aux différents objectifs et application de l'habitat.

Par plusieurs approches, complémentaires, nous aborderons la caractérisation des habitats marins récifaux : **l'approche biocénotique**, où l'on considère les communautés d'être vivants au sein d'un biotope et **l'approche géomorphologique** notamment via la description physique des habitats et la télédétection. Cette dernière approche est celle qui nous intéresse. **On considèrera ici que la géomorphologie est la première composante de la définition d'un habitat.** On peut définir la géomorphologie comme la « discipline qui a pour objet la description et l'explication des formes du relief et du modelé à toutes les échelles, des microformes aux mégaformes ainsi que l'étude des processus de toutes natures qui les façonnent tout comme les mécanismes qui les engendrent » (http://geomorphologie.revues.org).

La description et le recensement des habitats constituent la base d'une approche cartographique des systèmes récifaux, souvent finalisée grâce à l'outil de télédétection. Cet outil, qui s'est particulièrement développé à partir des années quatre-vingt, se définit comme « l'ensemble des connaissances et des techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci » (Andréfouët, Maritorena, & Loubersac, 2002). Elle permet donc en théorie de mettre en évidence les grandes unités récifales ainsi que la répartition des habitats marins et des peuplements à de grandes échelles.

En pratique, l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) a mené ou mène encore à bien plusieurs projets sur l'inventaire de la biodiversité et la cartographie des habitats par télédétection **:** définition de typologie et cartographie systématique des récifs de la planète à partir d'images Landsat 7 (Millennium Coral Reef Mapping Project), définition de typologie et cartographie des habitats récifo-lagonaire de nombreux sites à partir d'images à très haute résolution, et inventaire de la biodiversité des récifs coralliens sous l'angle des habitats et des relations habitats-espèces. Néanmoins, avec cette méthode, la description des habitats marins est forcément limitée par la résolution spatiale des images satellites disponibles.

Les inventaires par télédétection ne couvrent donc pas tout le spectre d'habitat existant, que ce soit d'un point de vue biocénotique ou géomorphologique. Ainsi, les petites unités géomorphologiques de l'ordre de quelques dizaines de mètres au plus d'emprise spatiale ne sont pas forcément prises en compte dans les projets de cartographie, malgré leur importance structurelle et fonctionnelle.

Le premier objectif de ce travail est de recenser exhaustivement la diversité de la géomorphologie récifale existante, au-delà des limites induites par l'observation à distance.

L'étude typologique des structures géomorphologique récifales n'est pas nouvelle. Par exemple, dès 1950 Ladd, Tracey, Wells and Emery ont codifiés les termes liés à la géomorphologie dans un transect idéalisé d'atoll. La base des éléments de terminologie récifale provient principalement des études américaines dans les îles Marshall après la seconde guerre mondiale et des expéditions dans le Pacifique sur les îles Gilbert, Carolines et les Tuamotu (Stoddart & Johannes, 1978). Ce n'est que plus tard que (Battistini et al., 1975) se sont attachés à cataloguer les structures récifales types présents dans les régions Indo-Pacifique, notamment en incluant des descriptions faites sur Madagascar, à Mayotte, en Nouvelle-Calédonie et en Polynésie. Malgré l'usage croissant de la télédétection à très haute résolution spatiale et l'étude de la géomorphologie récifale, aucune typologie exhaustive des éléments de géomorphologie fine équivalents à celle de Battistini *et al*. n'a pour l'instant été élaborée en prenant en compte l'intégralité des récifs des Océans Pacifique, Indien et Atlantique.

Le second objectif de ce travail consiste à proposer une typologie hiérarchique des structures géomorphologiques inventoriées, et ce dans un référentiel d'habitats accepté internationalement.

Au niveau européen, plusieurs référentiels d'habitats ont été élaborés : CORINE Biotopes (1991), typologie Natura 2000 etc. Toutefois peu de typologie s'attache aux milieux marins avec une vue exhaustive. On peut néanmoins citer la typologie « EUNIS Habitats » ainsi que les deux classifications des biocénoses marines élaborées dans le cadre du programme ZNIEFF-Mer pour la France Métropolitaine (1993) et pour l'outre-mer français (1997). **Pour le milieu récifal, la seule typologie globale est géomorphologique, en 5 niveaux différents mais qui restent relativement grossiers spatialement et thématiquement car contrainte par une imagerie satellitaire à la résolution spatiale de 30m** (cf. ci-après la typologie Millennium). Ces typologies récifales n'ont pas été décrites dans un cadre normatif Européen. La France, avec ses collectivités d'outre-mer, se doit de fournir des travaux de classification cohérents avec les travaux déjà existant en métropole Alors que dans l'Océan Atlantique et plus précisément en Angleterre, Irlande et Ecosse, des typologies des habitats marins ont été fournies dans un format homogène (le format EUNIS, cf. ci-après), ce travail est toujours manquant pour les écosystèmes coralliens des collectivités européennes.

Face à ces constats, nous avons tenté d'élaborer une typologie géomorphologique hiérarchique, limitée dans un premier temps à la zone Indo-Pacifique (et non au niveau mondial), exhaustive, conforme à l'échelle de description de celle de (Battistini et al. 1975), et conforme avec les travaux de classification déjà existant de métropole respectant les Directives Européennes comme la Directive Habitat.

2. Matériel

2.1 Site d'étude

RAPPEL

La France et ses territoires ultra-marins se caractérisent par une richesse récifale très marquée. La France est le seul pays à posséder des récifs coralliens dans les trois océans tropicaux de la planète :

- Récifs et lagons couvrent 57 557 km2 (Andréfouët S., Chagnaud N., Chauvin C. & Kranenburg C.J., 2008), soit environ le double des surfaces de terres émergées qu'ils entourent,

- Deuxième plus vaste Zone Economique Exclusive au monde avec plus de 11 millions de km² et 90% des eaux nationales sont situées dans les Collectivités d'outre-mer.

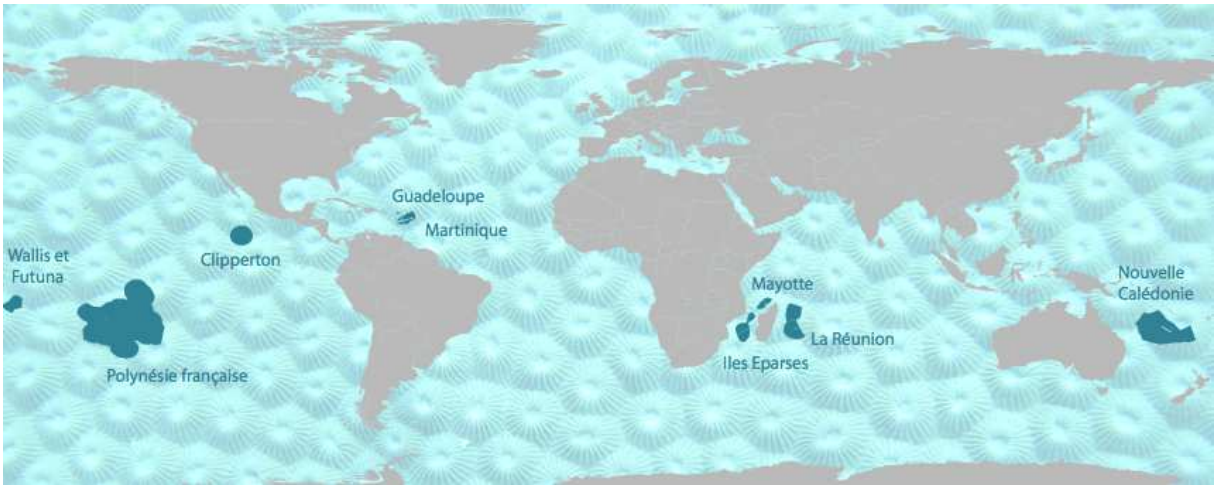


Figure 1. Localisation des récifs coralliens d'Outre-mer de France. (D'après Andréfouët S., Chagnaud N., Chauvin C. & Kranenburg C.J., 2008. *Atlas des récifs coralliens de France Outre-Mer.* Centre IRD de Nouméa, 153 p.)

Les collectivités françaises de l'outre-mer ayant des récifs coralliens sont:

- Océan Pacifique: Nouvelle-Calédonie, Polynésie française, Wallis et Futuna et Clipperton,
- Océan Indien: La Réunion, Mayotte, Îles Eparses (Europa, Bassas-da-India, Juan-de-Nova, Glorieuses et Tromelin)
- Océan Atlantique: la Martinique, la Guadeloupe, Marie-Galante, les Saintes, la Désirade, Saint-Barthélemy et Saint-Martin

Tous ces territoires offrent des îles et récifs très différents sur le plan géomorphologique, de l'île continentale de la Nouvelle-Calédonie (surface terrestre de 18 000 km^2) aux îles océaniques hautes comme Mayotte, en passant par les 84 atolls de Polynésie française.

Au total, les surfaces récifales couvrent 8778 km^2, dont 4570 km^2 uniquement pour la Nouvelle-Calédonie et 3000km^2 pour la Polynésie française. Les récifs d'atolls, bancs et îles de l'Océan Indien occupent 546 km^2 dont 294 km^2 pour la seule île de Mayotte. Les récifs des Antilles, les moins vastes, couvrent 230 km^2. (Andréfouët S., Chagnaud N., Chauvin C. & Kranenburg C.J., 2008).

Quant aux surfaces non-récifales qui regroupent principalement les lagons et terrasses sédimentaires, les chiffres font état de 48 779 km^2 de surface non-récifale tout océan confondu. (Cf. Tableau 1)

	Nombre de Classes de Niveau 5	Terre émergée (km^2)	Terre émergée sur récifs (km^2)	Surface non récifale (km^2)	Surface récifale (km^2)	Surface récifales et non-récifales (km^2)
Nouvelle-Calédonie	163	18757	14	31353	4573	35926
Polynésie française	66	1727	957	12128	3000	15128
Wallis et Futuna	25	141	2	507	425	932
Clipperton	6	0	2	7	4	11
Océan Pacifique	208	20625	975	43 995	8002	51997
Mayotte	42	376	0	1 354	413	1767
La Réunion	4	2504	0	4	12	16
Iles Eparses	16	0	43	402	121	523
Océan Indien	58	2880	43	1 760	546	2306
Guadeloupe et dépendances	33	1310	0	2 623	158	2781
Martinique	22	1003	0.1	401	72	473
Océan Atlantique	43	2313	0.1	3024	230	3254
France outre-mer	**243**	**25818**	**1018**	**48779**	**8778**	**57557**

Tableau 1. Inventaire des terres émergées, surfaces récifales et non-récifales par région, par océan et totales. (Source : Andréfouët et al., 2008).

Ce travail s'intéresse d'abord aux zones de Nouvelle-Calédonie, Polynésie française, Wallis et Futuna, Mayotte, Iles Eparses et La Réunion.

2.2 Deux typologies existantes : Millenium et (Battistini et al., 1975).

Stoddart en 1978 a énoncé les principes de réalisation d'une typologie des habitats marins : les classes doivent être explicites, uniques, non redondantes, éviter d'être des redéfinitions radicales et être facilement comparables entre différentes langues. A l'appui de ces principes, quelques typologies des habitats marins récifaux et des structures géomorphologiques sont apparues. Parmi elles, deux nous intéressent plus particulièrement : la typologie Millenium et les Éléments de terminologie récifale Indopacifique (Battistini et al., 1975).

La typologie Millenium est un produit du projet « Millennium Coral Reef Mapping » initié en 2001 à l' « *Institute for Marine Remote Sensing* » (IMaRS) de l'« University of South Florida » (USF) aux États-Unis, et qui se poursuit depuis 2003 à l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) à Nouméa. C'est une typologie que l'on peut qualifier de cartographique dans la mesure où tous les habitats référencés sont indentifiables par l'analyse d'images satellites à haute résolution (30 m). Nous allons utiliser la structure de cette typologie comme référence, en effet d'une part elle s'applique à l'ensemble des récifs coralliens français et d'autre part elle possède une structure hiérarchique marquée par l'existence de blocs, ce qui en fait une structure souple et aisément exploitable.

Le schéma de classification est de type hiérarchique et comprend plusieurs niveaux (Andréfouët et al., 2006):

- Niveau 1 : Ce niveau distingue les récifs continentaux des récifs océaniques
- Niveau 2 : Distinction des grands complexes récifaux : atolls, bancs, atolls surélevés, îles, massifs coralliens, récif frangeant, récif barrière,
- Niveau 3 : Les grands complexes récifaux se décomposent en blocs d'unités géomorphologiques fonctionnelles différentes telles que lagon, pente externe, récif frangeant d'île, récif barrière d'île,
- Niveau 4 : ce niveau comprend les unités géomorphologiques (passe, platier etc.). qui vont constituer les niveaux inférieurs. Parfois ces unités vont être spécifique à un complexe récifal (couronne d'atoll ennoyée), mais le plus souvent elles sont potentiellement rencontrées

dans plusieurs blocs de niveaux 2 et 3 (ex : « platier récifal » que l'on retrouve aussi bien dans des atolls, des frangeants continentaux, ou des récifs barrière d'ile océanique).

Le dernier niveau 5 est obtenu par une combinaison unique des informations des niveaux 1 à 4. La figure 2 illustre la structure générale de la typologie Millénium :



ure 2. Principaux nœuds de la typologie Millenium. Les s premiers niveaux sont représentés sur la figure et un bloc de niveau 4 se greffant au niveau 3 « Récif-barrière externe » du niveau 2 « Île».

On constate que cette typologie s'arrête à un niveau de description qui est celui induit par la résolution des outils de télédétection (par exemple le niveau de description le plus inférieur correspond à « passe » ou « platier »). Aucune description géomorphologique n'est donnée pour les unités plus fines telles qu'on les trouve décrites dans (Battistini et al., 1975)

(Battistini et al., 1975) ont catalogué les structures récifales types présentes dans la région Indo-Pacifique. Divers types de complexes récifaux ont été étudié en détail sur la côte ouest de Madagascar, l'Archipel des Comores, l'Archipel des Mascareignes, la Grande Barrière d'Australie, les barrières récifales de Nouvelle-Calédonie, les îles et atolls de la Polynésie française etc. Ces structures récifales types sont caractérisées par un niveau de description supérieur à celui de la typologie Millenium. On parlera dans la suite de description géomorphologique de Niveau 6.

2.3 Complémentarité des typologies pour notre objectif

D'une part nous disposons de la Typologie Millenium, dont le schéma de classification se fait selon 5 niveaux mais qui ne comprend pas de description précise des unités géomorphologiques récifales de niveau inférieur à 5. Cependant, cette typologie à la particularité de couvrir une vaste zone comprenant tous les récifs coralliens français (autant la région du Pacifique que les Antilles ou l'Océan Indien). D'autre part, nous disposons d'une étude détaillée de la géomorphologie des unités récifales (Battistini et al., 1975) d'un niveau inférieur à 5, mais centrée sur la région Indo-Pacifique.

Nous pouvons donc exploiter ces deux études pour créer une typologie des habitats marins de l'Indo-Pacifique englobant la structure et les informations de la typologie Millenium et les descriptions géomorphologiques des unités récifales de niveau inférieur à 5 (Niveau 6).

Le résultat serait une typologie ayant une structure similaire à celle du projet « Millenium Coral Reef Mapping », en ajoutant un niveau supplémentaire (N6) alimenté d'une part par les éléments de terminologie de (Battistini et al., 1975) et d'autre part grâce aux résultats d'une étude bibliographique mise à jour.

2.4 « EUNIS récifal »

2.4.1 Le contexte EUNIS

Fournir une typologie telle qu'elle est décrite ci-dessus se doit aussi d'être compatible avec les directives Européennes comme la directive Habitat par exemple. Nous proposons ici de suivre le format EUNIS (European Nature Information System).

La classification des habitats EUNIS fait partie intégrante du Système d'Information sur la Nature et les Paysages (SINP) de l'Union Européenne, développé et géré par le Centre Thématique Européen « Protection de la nature et biodiversité » (CTE) pour l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE).

Le système EUNIS « habitats » a pour but de recenser et classifier les données collectées par le CTE/DB (Centre Thématique Européen sur la Diversité Biologiques) pour l'AEE et le Réseau Européen d'Observation et d'Information sur l'Environnement. Le référentiel EUNIS devrait être utilisé pour les rapports environnementaux et faciliter le processus de mise en place des zones Natura 2000.

Depuis la création de l'AEE et dans le cadre d'EUNIS, la classification des habitats européens et la description de « types » d'habitats sont en cours.

2.4.2 Définitions et échelle

Dans la typologie EUNIS, un habitat est défini comme *« un lieu où les plantes et animaux ont l'habitude de vivre, caractérisées principalement par ses caractéristiques physiques (topographie, végétale ou animale physionomie, les caractéristiques du sol, climat, qualité de l'eau, etc.) et secondairement par les espèces de plantes et d'animaux qui vivent là »*[8] *(Davies, Moss, & Hill, 2004).Certains sont spatialement vastes (vases profondes), d'autres plus localisés (geysers). Néanmoins la plupart des habitats EUNIS sont en fait des « Biotope », qui sont des « zone avec des conditions environnementales particulières suffisamment uniformes pour supporter un assemblage caractéristiques d'organismes* ».

[8]« a place where plants or animals normally live, characterized primarily by its physical features (topography, plant or animal physiognomy, soil characteristics, climate, water quality etc.) and secondarily by the species of plants and animals that live there »

L'échelle spatiale choisie pour la classification des habitats EUNIS est celle occupée par « *les petits invertébrés, les invertébrés plus gros et les plantes vasculaires* » (Davies et al., 2004). **Tous les habitats y compris les plus petits occupent au minimum une surface de l'ordre de 100m^2**.

Pour des surfaces occupées de l'ordre du m^2, on parle de « *micro habitats* ». Pour des échelles plus larges, les habitats sont regroupés en « *complexe d'habitats* » où plusieurs habitats peuvent être interdépendants comme par exemple dans les estuaires.

2.4.3 La classification hiérarchique EUNIS des habitats

Les habitats EUNIS sont classés à ce jour dans une typologie hiérarchique commençant au niveau 1 qui correspond aux différents habitats présents : habitats marins, habitats côtiers etc. Il existe 10 classes dans le niveau 1 dans la classification EUNIS (Cf. Tableau 2) :

Codes des classes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Nom de classe	Habitats marins	Habitats côtiers	Eaux de surface continentales	Mires, tourbières et marais	Prairies et terres dominées par des herbacées, mousses ou lichens	Bruyères, maquis et toundra	Forêts et autres terres boisées	Habitats continentaux sans végétations ou à végétations clairsemées	Habitats régulièrement ou récemment cultivées, horticoles ou domestiques	Habitats construits, industriels ou autres habitats artificiels

Tableau 2 Les dix premières classes de Niveau 1 de la classification EUNIS

Les habitats des niveaux 1, 2 et 3 sont différenciés grâce à des sous-critères hiérarchiques, qui ont la particularité d'être spécifique à chaque niveau.

Le niveau 2 de la hiérarchie différencie les zones supralittorales, médiolittorales, infralittorales, circalittorales et fait appel à la nature du substrat comme critères de classification. Par exemple, A1 représente les rochers littoraux et autres substrats durs, alors qu'A5 représente les sédiments sublittoraux.

Le niveau 3 introduit l'énergie hydrodynamique pour préciser la typologie des substrats durs, et introduit les types de sédiment dans la typologie des substrats plus meubles. Jusqu'à ce niveau 3, la typologie fait uniquement référence à des attributs physiques et à la notion de zonation littorale.
Ce n'est qu'au niveau 4 que les distinctions entre habitats sur la base de composantes de la biocénose font leur apparition dans les milieux rocheux. En revanche pour le cas des substrats meubles, les distinctions de niveaux 4 se font encore par rapport aux attributs physiques des zones. Par exemple, on trouve au niveau 4 la classe A1.11 pour désigner les *communautés* de *Mytilus edulis* ou de balanes, alors que la classe de niveau 4, A5.44 désigne des sédiments mixtes circalittoraux.

Au niveau 5, les distinctions sont fondées sur des attributs physiques et biologiques des habitats. Dans les substrats meubles, certaines classes sont surtout définies par l'endofaune et d'autres par l'épifaune, souvent avec la mention de noms d'espèces.

Le niveau 6, le plus précis, de la typologie EUNIS, décrit souvent des variations notables de la structure de la biocénose pour des habitats de niveau 5 (DYNECO/AG/07-21/JP-Ifremer, 2008).

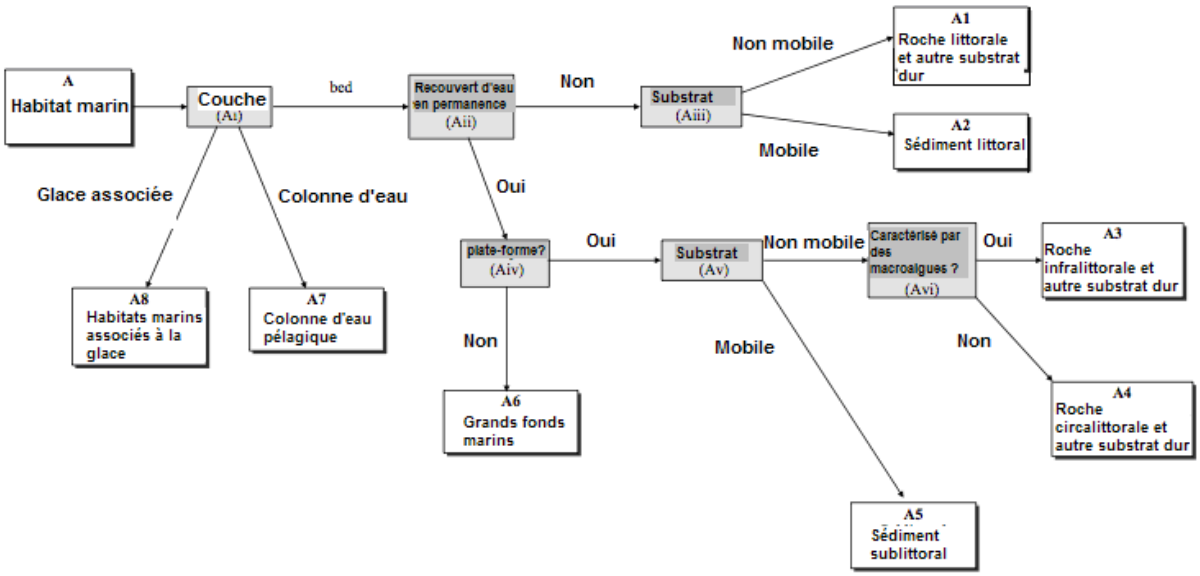


Figure 3 Exemple de décomposition du niveau 2 (classe A1, Roche littorale et autre substrat dur) au niveau 3 selon les critères (énergie, présence/absence d'espèces de plantes opportunistes, de caves).

2.4.4 Lien avec la cartographie

Les figures 4 et 5 présentent un exemple européen de cartographie des habitats dans un référentiel EUNIS. A la carte s'ajoute une matrice EUNIS d'attributs qui renseignent chaque type d'habitat EUNIS. Ces attributs correspondent et complètent les paramètres et clés hiérarchiques intervenant dans la définition EUNIS des classes.

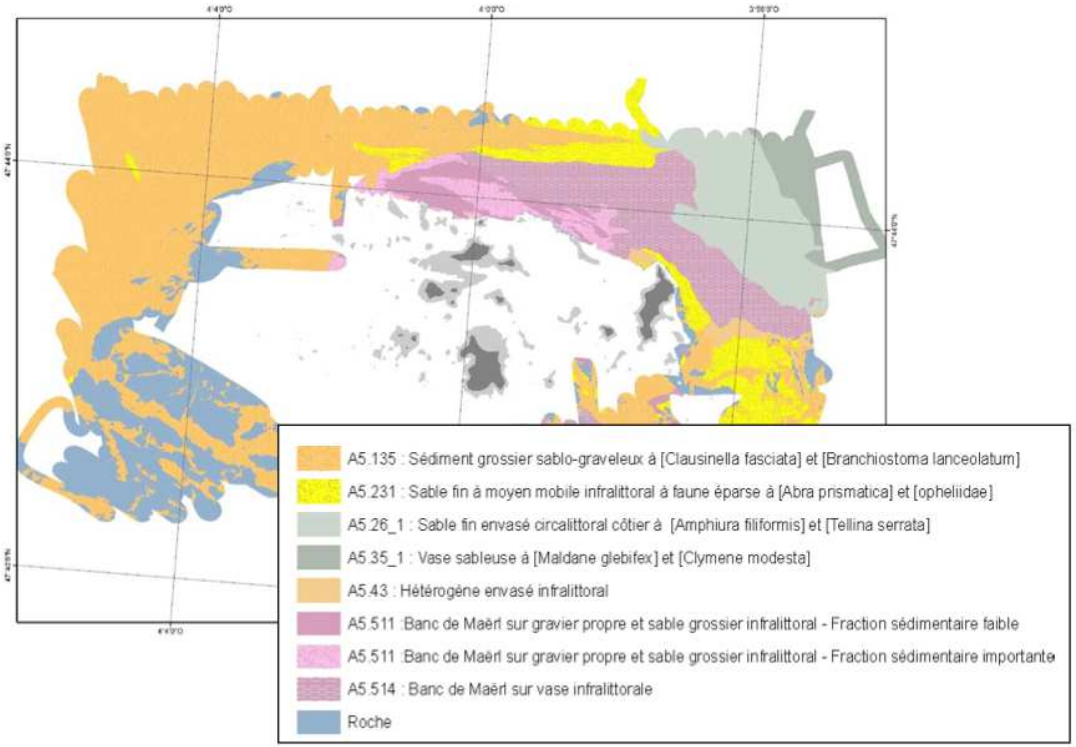


Figure 4 Cartographie des habitats subtidaux des sédiments meubles du REBENT. Traduction dans la typologie EUNIS. (Source : (DYNECO/AG/07-21/JP-Ifremer, 2008)**)**

La cartographie achevée, les habitats sont donc inscrits dans une **Matrice EUNIS** : chaque habitat cartographié est décrit par son biotope : salinité, exposition aux vagues, substrat, profondeur… et par une description complète.

La matrice crée sera différente pour chaque site étudié, ainsi le biotope décrit sera propre à chaque site et à chaque habitat (Connor et al., 2004)

Unique ID	Code EUNIS supérieur	Changement de définition du type supérieur	Intitulé de l'habitat	Salinité	Exposition aux vagues	Courant de marée	Substrat	Zone	Profondeur	Caractéristiques	Description de l'habitat
Table de base de donnée EUNIS				Salinité	position aux vagu	Exposition	Substrat	Altitude	Profondeur	Géomorphologie	
A5.26_UK01	A5.26 (sable vaseux du circalittoral	Non requis	Amphiura brachiata avec Astropecton irregularis et d'autres échinodermes dans du sable vaseux circalittoral	Elevé (30-35ppt), Variable (18-35ppt)	Exposé, Modéremment exposé, Habrité, Très habrité	Faible, très faible	Sable vaseux fin à très fin	Circalittorale	5-10m 10-20m		Dans le sable vaseux du circalittoral peu profond (typiquement moins de 20% argiles), une abondant population de Amphiura brachiata peut exister tout comme Astropecten irregularis, Asterias rubens, Ophiura ophiura et Echinocardium filiformis. D'autres espèces d'endofaune comme Mysella bidentata, Lanice conchiega et Magelona filiformis sont aussi présentes. Ce biotope est suceptible de faire partie des communautés de sable vaseux cohésif/non cohésif, qui compose" association des sables vaseux côtiers" décrit par d'autres auteurs (Jones 1951; Mackie 1990). Il est possible que dans certaines zones, ce biotope forme un revetement d'épifaune qui peut couvrir une gamme de biotope dans les années de bon recrutement mais ne se développe pas dans une communauté installée.
A5.26_UK02	???		Autre type								
A3.4_UK01	A3.4										

Figure 5 Matrice EUNIS de description des habitats cartographiés.

Un travail préliminaire à cette étude a été réalisé au sein du Service du Patrimoine Naturel (SPN) du Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN).

Nous nous sommes intéressés à l'approche biocénotique pour réaliser une ébauche d'une typologie des habitats marins d'outre-mer. En effet nous avons adapté le format EUNIS au besoin outre-mer en nous basant sur la bibliographie (Guillaume, 1997 ; Battistini et al., 1975 et Andréfouet, 2008).

La liste des biocénoses des DOM a été intégrée dans ce format. Comme ci-dessus tous les habitats ont été intégrés dans la matrice EUNIS.

Pour chaque habitat référencé :

Un code d'identification issu de la table de donnée EUNIS est affecté

Une description de l'habitat est fournie

L'étage littoral où se trouve l'habitat est affecté

La référence des auteurs ayant décrit cet habitat est présente dans la typologie.

Unique ID	Code EUNIS supérieur	Changement de définition du type supérieur	Intitulé de l'habitat	Zone	Description de l'habitat	Références
Table de base de donnée EUNIS				Altitude		
A5.26_UK01	A5.26 (sable vaseux du circalittoral	Non requis	Amphiura brachiata avec Astropecton irregularis et d'autres échinodermes dans du sable vaseux circalittoral	Circalittorale	Dans le sable vaseux du circalittoral peu profond (typiquement moins de 20% argiles), une abondant population de Amphiura brachiata peut exister tout comme Astropecten irregularis, Asterias rubens, Ophiura ophiura et Echinocardium filiformis. D'autres espèces d'endofaune comme Mysella bidentata, Lanice conchiega et Magelona filiformis sont aussi présentes. Ce biotope est suceptible de faire partie des communautés de sable vaseux cohésif/non cohésif, qui compose" association des sables vaseux côtiers" décrit par d'autres auteurs (Jones 1951; Mackie 1990). Il est possible que dans certaines zones, ce biotope forme un revetement d'épifaune qui peut couvrir une gamme de biotope dans les années de bon recrutement mais ne se développe pas dans une communauté installée.	Jones & Davies (1897). Les communautés en eau peu profonde dans les sédiments sableux. JMBA, 56, 74-86
A5.26_UK02	???		Autre type			
A3.4_UK01	A3.4					

Tableau 3: Tableau de présentation de la typologie Mer sous format EUNIS

Ce standard permet la gestion d'un référentiel "évolutif" dans les bases de données.

L'objectif est de créer une typologie habitats d'OM sur le même modèle que celui d'EUNIS. Pour ce faire, nous avons comparé les structures et informations des deux typologies, puis nous avons créé une nouvelle typologie combinant la structure EUNIS avec les informations présentes dans la typologie de M. Guillaume. Dans cette typologie tous les milieux marins sont référencés, qu'ils soient récifaux ou non. Pour tous ces milieux des biocénoses sont associées, par exemple pour un récif frangeant lagonaire se trouvant dans la zone d'arrière-récif, les biocénoses du platier de ce récif frangeant sont référencées.

Toute la faune et la flore caractéristique présente dans la typologie de Mireille Guillaume a été saisie sous forme informatique pour être intégrée dans la nouvelle typologie. Pour chaque habitat référencé dans la typologie ZNIEFF-Mer de Guillaume, nous avons les caractéristiques de son biotope :

- Salinité
- Exposition aux vagues
- Courants de marée
- Substrat
- Granulométrie
- Etagement
- Profondeur
- Température
- Géomorphologie récifale, géomorphologie fine, géomorphologie non récifale
- Faune et Flore caractéristiques

Il faut noter que toutes ces caractéristiques ne sont pas forcément connues pour chaque habitat, d'où la présence de « case vide » dans le tableur Excel.

2.4.5 Résumé

Dans notre cas, et pour respecter la méthode EUNIS, nous nous intéresserons à développer la classe A (niveau 1). En effet l'objectif serait de créer un niveau 2 supplémentaire appelé A.9 (Coral associated habitat).

Pour pouvoir passer d'un niveau supérieur à inférieur, EUNIS nous impose de répondre à des questions pour renseigner les clés de tris. Ces questions sont liées à des « seuils/clés ». Par exemple pour passer du niveau A1 «Riche littorale et autre substrat dur » au niveau A.1.1 « Littoral rocheux de haute énergie », le seuil/clé est relatif au niveau d'énergie.

Pour passer, toujours du niveau A.1, au niveau A.1.4 « Caractéristiques du littoral rocheux », les questions sont relatives à la présence ou non d'espèces opportunistes, de cave ou surplombs etc. (Cf. Figure 3).

On constate une certaine flexibilité dans les attributs clés/seuils pour définir les niveaux inférieurs. Nous avons exploité cette flexibilité pour définir notre typologie des habitats récifaux Indo-Pacifique au format EUNIS.

Les « seuils » seront décidés, grâce notamment à l'étude bibliographique qui précède la réalisation de la typologie et aux éléments de terminologie de (Battistini et al., 1975). Toutefois, des classes arbitraires peuvent être nécessaires.

Au final on bénéficie de:

- La typologie Millenium : pertinente au niveau mondial et s'attachant à qualifier géomorphologiquement les complexes récifaux jusqu'à un certain niveau imposé par la résolution des images satellites (Niveau 5).
- Éléments de terminologie récifale de l'Indo-Pacifique de (Battistini et al., 1975): les unités géomorphologiques décrites et définies sont de niveau inférieur à celui de la typologie Millenium (Niveau 6), d'où la complémentarité entre ces deux travaux.
- EUNIS : une grande flexibilité quant aux critères pour définir les niveaux inférieurs et la typologie ainsi créée sera exploitable au niveau européen.

Ceci va nous permettre de définir une typologie des habitats récifaux de l'Indo-Pacifique en format EUNIS.

3. Application d'EUNIS à une typologie récifale géomorphologique de Niveau 6

Pour définir la richesse thématique des habitats récifaux de l'Indo-Pacifique au niveau hiérarchique voulu, des structures assez simple sur le plan géomorphologique ont été décrites en premier : les atolls et plus particulièrement les atolls de l'Archipel des Tuamotu (Polynésie française) (Cf. Figure 6) pour finir par des structures plus complexes : les Îles hautes océanique et la Nouvelle-Calédonie.

3.1 Exemple des atolls :

3.1.1 Utilisation d'images satellites haute résolution

Dans un premier temps, des images hautes résolutions issues de Google Earth ont été utilisées pour se familiariser à l'identification aux grands complexes récifaux (atoll, banc, complexe de récif barrière externe, etc.) et à leurs unités géomorphologiques (passe, platier etc.) telles que décrites au niveau 4 Millennium.

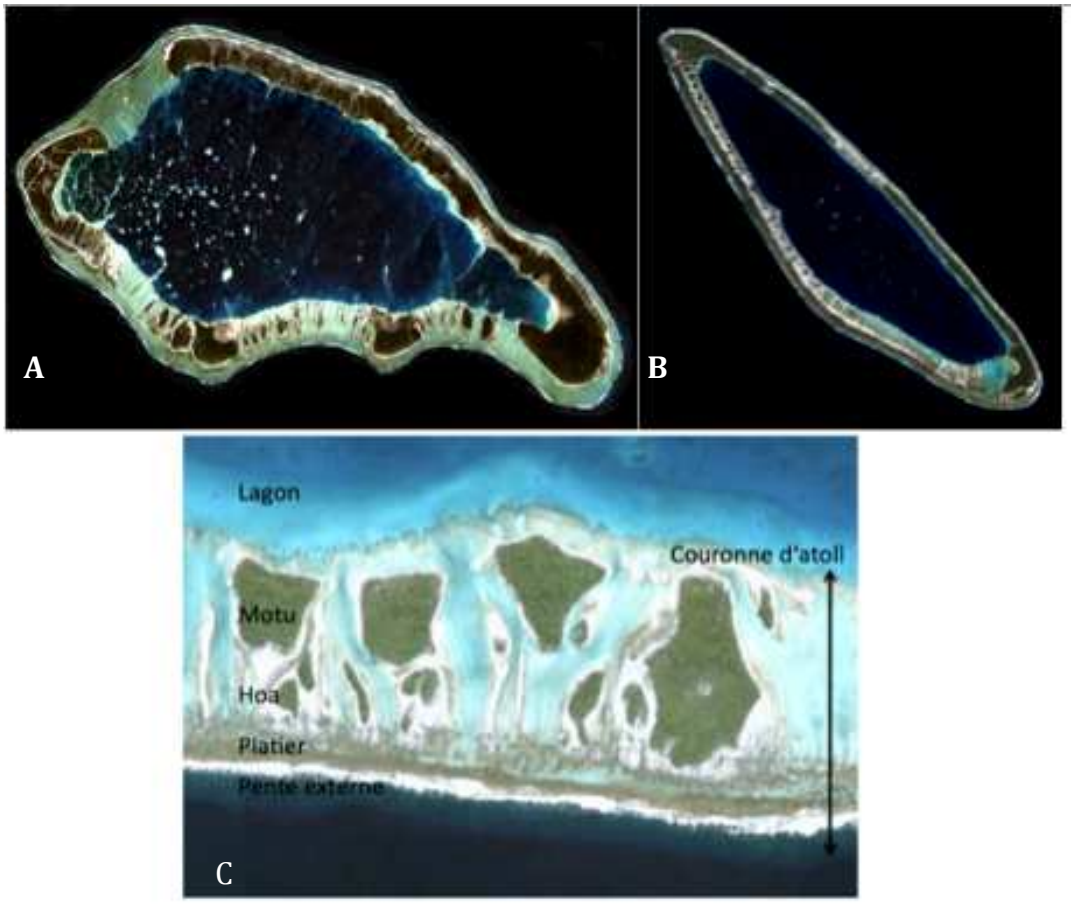


Figure 6 Unités récifales d'atoll. A/ Atoll de Napuka, B/ Atoll de Pukarua C/ et portion de 200m de la couronne récifale de Rangiroa,

3.1.2 Etude bibliographique

Les unités géomorphologiques d'atolls répertoriées par Millenium et la littérature sont (conformément à (Battistini et al., 1975))

Couronne d'atoll

Platier récifal

Motu

Hoa

Passe

Front récifal

Lagon d'atoll

Pinacle

Structures sédimentaires

Pente externe

Ces unités étant effectivement identifiées sur les images satellitaires, et imposées thématiquement en raison de leur ubiquité, nous avons entamé une étude bibliographique sur chacune d'elle afin de pouvoir les décrire plus finement, au Niveau 6.

Les informations retenues sont toutefois d'ordre géomorphologique et non bionomique car on ne s'intéresse pas ici (cf. Objectifs de l'étude) à la faune et flore caractéristiques de ces unités. Le lecteur pourra trouver toutes les références bibliographiques ayant servies à décrire ces unités à la fin de ce document.

Une distinction entre les différents types de couronnes est faite dans la mesure où selon le degré d'aperture de cette dernières, les unités présentes ne sont pas les mêmes (Andréfouët, Claereboudt, Matsakis, Pages, & Dufour, 2001). En effet si la couronne est totalement ennoyée et ouverte, les motu et hoa ainsi que le front récifal sont absents. En revanche si cette couronne est totalement fermée, il ya présence d'un large motu continu, avec un platier, front récifal, pente externe mais pas de hoa. Pour une couronne partiellement ouverte, toutes les structures sont présentes.

La typologie des habitats EUNIS peut être ensuite élaborée. Pour caractériser au mieux les éléments géomorphologiques présents dans ces unités les critères suivants ont été utilisés pour définir et regrouper une matrice EUNIS:

- Nature du substrat : biodétritique, construits…
- Nature des dépôts : subtidaux, intertidaux…
- Affleurement/ Non affleurement
- Diamètre des structures
- Profondeur
- Emergé/Immergé
- Situation en zone énergie élevée/faible

Tous ces critères ont été identifiés dans les descriptions de structures présentes dans l'étude bibliographique.

Pour être en conformité avec le format EUNIS, il s'agit d'élaborer une typologie hiérarchique intégrant des clés dichotomiques faisant références aux critères ci-dessus, auxquelles on répond par OUI ou NON (cf. figure 4).

Nous avons illustré ici le cas des atolls. Les typologies récifales des îles hautes et de la Nouvelle-Calédonie se trouvent en Annexe 1.

3.1.3 Mise au format matriciel EUNIS

La seconde étape dans l'élaboration d'une typologie EUNIS est la création d'une matrice EUNIS. Cette matrice décrit les habitats dans la mesure où toutes les caractéristiques du biotope de l'habitat sont renseignées: salinité, exposition aux vagues, courant de marée, substrat, granulométrie, étagement, profondeur, température, géomorphologie récifale (Andréfouët S., Chagnaud N., Chauvin C. & Kranenburg C.J., 2008), géomorphologie fine (Battistini et al.), géomorphologie non récifale (Salomon 2008), trophisme et description de l'habitat.

La typologie est renseignée par la matrice, et pour toutes les unités, les critères sont remplis au mieux, dans la limite de notre connaissance. Cet outil permet la gestion d'un référentiel habitat évolutif qui peut être complété/modifié par des utilisateurs, éventuellement dans un contexte local.

Pour illustrer ces propos, la matrice de l'unité « Motu » est proposée ci-dessous en format EUNIS (en français pour le moment, la langue de référence EUNIS étant l'anglais):

Niveau	LB_NIVEAU	LB_HABDH_FR	Salinité	Exposition aux vagues	Courant de marée	Substrat	Granulométrie	Etagement	Profondeur	Température	Géomorpholog non récifale
1	niveau 1	Coral associated habitat									
2	niveau 2	Atoll océanique									
3	niveau 3	Couronne d'atoll									
4	niveau 4	Couronne à ouverture intermédiaire d'exposition constante aux houles et vents									
5	niveau 5	Front récifal									
5	niveau 5	Platier récifal									
6	niveau 6	Structure à recouvrement végétal									
7	niveau 7	Motu	x					Supralittoral			
8	niveau 8	Féo	x			Roches récifale	Chaos rocheux >256cm	Médiolittoral			x
8	niveau 8	Grès de plage	x			Grès		Médiolittoral/Infralittoral			x
8	niveau 8	Conglomérat récifal	x			Roches détritiques (frag	Chaos rocheux >256cm	Médiolittoral			x
8	niveau 8	Accumulation sédimentaire de platier	Salinité normale (30 - 40 psu)			Sable détritique	Sable 0,063 à 2mm	Médiolittoral			x
8	niveau 8	Platier compact	Salinité normale (30 - 40 psu)					Médiolittoral			x
8	niveau 8	Platier à microatolls	Salinité normale (30 - 40 psu)					Médiolittoral			x
8	niveau 8	Rempart de blocs	x			Roches détritiques (frag	Blocs >10cm	Médiolittoral			x
8	niveau 8	Flèche d'obturation de Hoa	x			Sable détritique	Sable 0,063 à 2mm	Médiolittoral			
8	niveau 8	Dune	x			Sable détritique	Sable 0,063 à 2mm	Médiolittoral			
8	niveau 8	Mattes cyanobactériennes	Faible salinité <18psu					Supralittoral			
8	niveau 8	Plage sableuse	x			Sable détritique	Sable 0,063 à 2mm	Médiolittoral/Infralittoral			
8	niveau 8	Plage de galets et graviers	x			Blocs, sable et graviers	Graviers 2 à 16mm	Médiolittoral/Infralittoral			
6	niveau 6	Structure sans recouvrement végétal									
7	niveau 7	Emergé									
8	niveau 8	Caye de couronne	x			Sable détritique	Sable 0,063 à 2mm	Supralittoral			x
7	niveau 7	Non émergé									
8	niveau 8	Hoa -96	Salinité normale (30 - 40 psu)			Dalle/ Sable détritique	Sable 0,063 à 2mm	Médiolittoral	< 4m		x
9	niveau 9	Hoa fonctionnel	Salinité normale (30 - 40 psu)			Dalle/ Sable détritique	Sable 0,063 à 2mm	Médiolittoral	< 4m		x
10	niveau 10	Cônes de dejection de Hoa	Salinité normale (30 - 40 psu)			Sable détritique	Sable 0,063 à 2mm	Infralittoral			x
10	niveau 10	Mattes microbiennes						Supralittoral			
10	niveau 10	Zone d'érosion du conglomérat et accumulation de débris	Salinité normale (30 - 40 psu)			Dalle		Médiolittoral			x
9	niveau 9	Ouverture simple									
10	niveau 10	Hoa non fonctionnel	Salinité normale (30 - 40 psu)			Dalle/ Sable détritique	Sable 0,063 à 2mm	Médiolittoral	< 4m		x
11	niveau 11	Ouvert sur l'océan	Salinité normale (30 - 40 psu)					Médiolittoral			x
12	niveau 12	Cordon lagonaire -109				Sable détritique	Sable 0,063 à 2mm	Médiolittoral			x
12	niveau 12	Flèche obturation de Hoa -112				Sable détritique	Sable 0,063 à 2mm	Médiolittoral			x
12	niveau 12	Conglomérat				Roches détritiques (frag	Chaos rocheux >256cm	Médiolittoral			x
12	niveau 12	Ouvert sur le lagon	Salinité normale (30 - 40 psu)					Médiolittoral			x
12	niveau 12	Remparts de blocs -70				Roches détritiques (frag	Chaos rocheux >256cm	Médiolittoral			x
12	niveau 12	Nappe de gravelle -71				Substrat dur		Médiolittoral			x
8	niveau 8	Rainure de platier externe -51	Salinité normale (30 - 40 psu)					Médiolittoral	< 4m		x
8	niveau 8	Dalle du platier -57	Salinité normale (30 - 40 psu)			Dalle		Médiolittoral	< 4m		x
8	niveau 8	Cuvette d'obturation -54	Salinité normale (30 - 40 psu)			Substrat meuble		Médiolittoral	< 4m		x
8	niveau 8	Vasque témoin -55				Substrat meuble		Médiolittoral	< 4m		x
8	niveau 8	Ensellement externe -58				Dalle		Médiolittoral	< 4m		x
8	niveau 8	Marmite d'érosion -61						Médiolittoral	< 4m		x
8	niveau 8	Retenue d'eau épirécifale -80						Médiolittoral	< 4m		x
4	niveau 4	Couronne fermé d'exposition constante aux houles et vents									
4	niveau 4	Couronne ouverte d'exposition constante aux houles et vents									

Figure 7 Typologie des Motu d'atoll en format EUNIS matriciel.

4. Apprentissage sur le terrain du Niveau 6

L'objectif **du travail de terrain** était de visiter et décrire des structures réelles, et de les décrire en fonction des descriptions figurant dans la littérature. Cet apprentissage **permet de relativiser la représentativité des profils types que l'on trouve dans la littérature, face à la diversité observée in situ.**

La nature, la géomorphologie des structures récifales, ainsi que le type de substrat, ont été décrits lors des sorties de terrain sur des sites préalablement sélectionnés pour leur richesse géomorphologique et leur représentativité ou au contraire pour leur singularité. Les observations/vérifications ont été faites en PMT (Palme, Masque, Tuba). Seuls des sites situés en Nouvelle-Calédonie ont été étudiés.

Les structures géomorphologiques décrites de Niveau 6 dans notre typologie ont été renseignées pour des structures de pente externe d'îlots, de complexe de récif barrière externe, platier d'îlots, massifs coralliens de lagon et océanique, récif réticulé de lagon et les complexes de récifs frangeants.

A l'issue des visites, des profils des unités géomorphologiques ont été réalisés (cf. Annexe 1), documentés par des photos in situ. Même si elles ne sont pas considérées ici dans notre synthèse typologique, les biocénoses principales sont également indiquées.

Pour chaque profil, une image satellite de la zone est mise en parallèle pour repérer et mettre en évidence les structures observées.

La description des observations s'est faite, dans la mesure du possible, **selon les termes utilisés par (Battistini et al., 1975).**

5. Résultats

La typologie des habitats récifaux de l'Indo-Pacifique en format EUNIS est présente ci-dessous. Seul l'exemple des atolls du Pacifique figure dans le corps du rapport à but illustratif, pour les autres typologies sur les systèmes d'iles hautes, cf. Annexe.

La méthode EUNIS a été respectée : le passage d'un niveau supérieur à inférieur se fait selon des seuil/clés qui peuvent être de l'ordre du substrat, exposition à la houle (cf. figure 3), etc.

Nous obtenons en principe une typologie conforme aux directives de l'Union Européenne, intégrant des unités géomorphologiques d'ordre supérieur (Niveau 6) aux unités Millenium et dans un format EUNIS. Il faut préciser que les termes battistiniens ont été usités dans les typologies. Ainsi nous retrouvant le terme de « Madréporaires » (peu utilisé de nos jours) à la place de « Scléractiniaires ».

A.9 Coral associated habitats

A.9.2 Atoll océanique

A.9.2.1 Lagon

A.9.2.1.1 Substrat biodétritique

A.9.2.1.1.1 Dépôts subtidaux

A.9.2.1.1.1.1 Accumulation sédimentaire de la pente interne

A.9.2.1.1.1.1.1 Dunes hydrauliques de pente interne

A.9.2.1.1.1.1.2 Cônes de déjection de Hoa

A.9.2.1.1.1.1.3 Talus de pente interne

A.9.2.1.1.1.2 Fonds lagonaires

A.9.2.1.1.2 Dépôts intertidaux

A.9.2.1.1.2.1Structure sédimentaire de pinacle

A.9.2.1.1.2.1.1 Mapikos à coquille de bénitiers

A.9.2.1.1.2.1.2 Caye

A.9.2.1.1.2.1.3 Epandage détritique

A.9.2.1.1.2.2 Structure sédimentaire de bords de lagon

A.9.2.1.1.2.2.1 Flèche de lagon

A.9.2.1.1.2.2.2 Cordon littoral ou de lagon

A.9.2.1.1.2.2.3 Plage de débris coralliens

A.9.2.1.1.2.2.4 Plage de débris coquillers

A.9.2.1.2 Substrat dur

A.9.2.1.2.1 Diamètre inférieur à 500m (Dépend du contexte aux alentours)

A.9.2.1.2.1.1 Non affleurant

A.9.2.1.2.1.1.1 Patés coralliens

A.9.2.1.2.1.2 Affleurant

A.9.2.1.2.1.2.1 Pinacle

A.9.2.1.2.1.2.1.1 Horizon intertidal

A.9.2.1.2.1.2.1.1.1 Dalle de platier

A.9.2.1.2.1.2.1.1.2 Levée détritique externe

A.9.2.1.2.1.2.1.1. 3 Dôme

A.9.2.1.2.1.2.1.1.4 Epandage détritique

A.9.2.1.2.1.2.1.1.5 Caye

A.9.2.1.2.1.2.1.1.6 Conglomérat récifal

A.9.2.1.2.1.2.1.1.7 Platier de Madréporaires branchus

A.9.2.1.2.1.2.1.1.8 Platier à pâtés disperses

A.9.2.1.2.1.2.1.1.9 Platier à microatolls

A.9.2.1.2.1.2.1.1.10 Platier à banc de sable sans herbier

A.9.2.1.2.1.2.1.2 Horizon supérieur exposé au vent

A.9.2.1.2.1.2.1.3 Horizon supérieur sous le vent

A.9.2.1.2.1.2.1.4 Horizon intermédiaire

A.9.2.1.2.1.2.1.5 Horizon inférieur

A.9.2.1.2.2 Diamètre supérieur à 500m

A.9.2.1.2.2.1 Massifs coralliens

A.9.2.2 Couronne ouverte

A.9.2.2.1Platier récifal

A.9.2.2.1.1 Substrat biodétritique

A.9.2.2.1.1.1 Dépôts intertidaux

A.9.2.2.1.1.1.1 Dépôt issu d'un processus de précipitation

A.9.2.2.1.1.1.1.1Beach rock

A.9.2.2.1.1.1.1.1.1.1 Beach rock mode battu
A.9.2.2.1.1.1.1.1.2.1 Beach rock mode calme
A.9.2.2.1.1.1.2 Dépôt issu d'un processus d'érosion sur place
A.9.2.2.1.1.1.2.1 Erosion de structure fossile
A.9.2.2.1.1.1.2.1.1 Zones d'érosions du conglomérat et d'accumulation de débris
A.9.2.2.1.1.1.2.2 Chenaux profonds
A.9.2.2.1.1.1.3 Autre origine
A.9.2.2.1.1.1.3.1 Mattes microbiennes et kopara (tapis microbiens de couleur rougeâtre et d'aspect gélatineux)
A.9.2.2.1.1.1.3.2 Accumulation sédimentaire de platier
A.9.2.2.1.1.2 Dépôts aériens
A.9.2.2.1.1.2.1 Conglomérat immergé
A.9.2.2.1.1.2.1.1Epandage détritique sur conglomérat
A.9.2.2.1.1.2.2 Trainée cyclonique
A.9.2.2.1.1.2.2.1 Blocs cyclopéens
A.9.2.2.1.1.2.2.2Méga blocs, tête-de-nègre
A.9.2.2.1.1.2.3 Débris coralliens
A.9.2.2.1.1.2.4 Levée détritique en remparts
A.9.2.2.1.1.2.4.1 Remparts de blocs
A.9.2.2.1.1.2.4.2 Nappe de gravelle
A.9.2.2.1.1.2.4.3 Flaque résiduelle
A.9.2.2.1.2 Structure fossile
A.9.2.2.1.2.1 Piton de récif ancien : Féo
A.9.2.3.1.2.1.1 Erosion en pinnacle
A.9.2.2.1.2.2 Conglomérat émergé
A.9.2.3.1.2.2.1 Microcuvette
A.9.2.3.1.2.2.2 Microfalaise
A.9.2.2.1.3 Substrat construit
A.9.2.2.1.3.1 Platier à microatolls
A.9.2.2.1.2.1.1 Microatolls de porites sp.
A.9.2.2.1.3.2 Platier compact (dalle et coralline encroutantes)
A.9.2.2.1.3.3 Platier à alignements coralliens transversaux
A.9.2.2.1.3.4 Platier à pâtés irréguliers, jointifs
A.9.2.2.1.3.5 Platier de Scléractiniaires branchus
A.9.2.2.1.3.6 Platier à pâtés dispersés
A.9.2.2.1.3.7 Platier à petits blocs décimétriques
A.9.2.2.1.3.8 Platier à maërl et rhodolithes (corallines)
A.9.2.2.1.4 Substrat à couverture benthique non dominée par les coraux hermatypiques
A.9.2.2.1.4.1 Platier à coraux mous
A.9.2.2.1.4.2 Platier à algues brunes
A.9.2.2.1.4.3 Platier à herbier de phanérogames
A.9.2.2.1.4.4 Platier à colonies mortes en place
A.9.2.2.1.4.5 Dalle de platier
A.9.2.2.1.4.5.1 Fractures longitudinales
A.9.2.2.1.4.5.2 Fractures transversales
A.9.2.2.1.4.5.3 Cuvette d'érosion
A.9.2.2.1.4.5.4 Faisceaux de cassure
A.9.2.2.1.4.5.5 Marmite d'érosion
A.9.2.2.1.4.5.6 Cuvette d'obturation

A.9.2.3 Couronne semi ouverte

A.9.2.3.1Platier récifal

A.9.2.3.1.1 Substrat biodétritique

A.9.2.3.1.1.1 Dépôts intertidaux

A.9.2.3.1.1.1.1 Dépôt issu d'un processus de précipitation

A.9.2.3.1.1.1.1.1Beach rock

A.9.2.3.1.1.1.1.1.1 Beach rock mode battue

A.9.2.3.1.1.1.1.1.2 Beach rock mode calme

A.9.2.3.1.1.1.2 Dépôt issu d'un processus d'érosion sur place

A.9.2.3.1.1.1.2.1 Erosion de structure fossile

A.9.2.3.1.1.1.2.1.1 Zones d'érosions du conglomérat et d'accumulation de débris

A.9.2.3.1.1.1.2.2 Chenaux profonds

A.9.2.3.1.1.1.3 Autre origine

A.9.2.3.1.1.1.3.1 Mattes microbiennes et kopara

A.9.2.3.1.1.1.3.2 Accumulation sédimentaire de platier

A.9.2.3.1.1.2 Dépôts aériens

A.9.2.3.1.1.2.1 Conglomérat immergé

A.9.2.3.1.1.2.1.1Epandage détritique sur conglomérat

A.9.2.3.1.1.2.2 Trainée cyclonique

A.9.2.3.1.1.2.2.1 Blocs cyclopéens

A.9.2.3.1.1.2.2.2 Méga blocs, tête-de-nègre

A.9.2.3.1.1.2.3 Débris coralliens

A.9.2.3.1.1.2.4 Levée détritique en remparts

A.9.2.3.1.1.2.4.1 Remparts de blocs

A.9.2.3.1.1.2.4.2 Nappe de gravelle

A.9.2.3.1.1.2.4.3 Flaque résiduelle

A.9.2.3.1.2 Structure fossile

A.9.2.3.1.2.1 Piton de récif ancien : Féo

A.9.2.3.1.2.1.1 Erosion en pinnacle

A.9.2.3.1.2.2 Conglomérat émergé

A.9.2.3.1.2.2.1 Microcuvette

A.9.2.3.1.2.2.2 Microfalaise

A.9.2.3.1.3 Substrat construits

A.9.2.3.1.3.1 Platier à microatolls

A.9.2.3.1.2.1.1 Microatolls de porites sp.

A.9.2.3.1.3.2 Platier compact (dalle et coralline encroutantes)

A.9.2.3.1.3.3 Platier à alignements coralliens transversaux

A.9.2.3.1.3.4 Platier à pâtés irréguliers, jointifs

A.9.2.3.1.3.5 Platier de Madréporaires branchus

A.9.2.3.1.3.6 Platier à pâtés dispersés

A.9.2.3.1.3.7 Platier à petits blocs décimétriques

A.9.2.3.1.3.8 Platier à maërl et rhodolithes (corallines)

A.9.2.3.1.4 Substrat à couverture benthique non dominée par les coraux hermatypiques

A.9.2.3.1.4.1 Platier à coraux mous

A.9.2.3.1.4.2 Platier à algues brunes

A.9.2.3.1.4.3 Platier à herbier de phanérogames

A.9.2.3.1.4.4 Platier à colonies mortes en place

A.9.2.3.1.4.5 Dalle de platier

A.9.2.3.1.4.5.1 Fractures longitudinales

A.9.2.3.1.4.5.2 Fractures transversales

A.9.2.3.1.4.5.3 Cuvette d'érosion

A.9.2.3.1.4.5.4 Faisceaux de cassure
A.9.2.3.1.4.5.5 Marmite d'érosion
A.9.2.3.1.4.5.6 Cuvette d'obturation

A.9.2.3.2 Motu

A.9.2.3.2.1 Structure à recouvrement végétal
A.9.2.3.2.2 Féo
A.9.2.3.2.3 Structures volcaniques résiduelles (trachytes)
A.9.2.3.2.4 Grès de plage
A.9.2.3.2.5 Conglomérat récifal
A.9.2.3.2.6 Accumulation sédimentaire
A.9.2.3.2.7 Rempart de blocs
A.9.2.3.2.8 Dune
A.9.2.3.2.9 Plage sableuse
A.9.2.3.2.10 Plage de galets et graviers
A.9.2.3.2.11 Hoa de tempête (non fonctionnel)
A.9.2.3.2.12 Bassin résiduel enclavé
A.9.2.3.2.13 Mattes cyanobactériennes

A.9.2.3.3 Hoa

A.9.2.3.3.1 Hoa fonctionnel

A.9.2.3.3.1.1 Cônes de dejection de Hoa
A.9.2.3.3.1.2 Mattes microbiennes
A.9.2.3.3.1.3 Zone d'érosion du conglomérat et accumulation de débris
A.9.2.3.3.1.4 Dalle
A.9.2.3.3.1.5 Blocs
A.9.2.3.3.1.6 A pâtés dispersés
A.9.2.3.3.1.7 A pâtés jointifs
A.9.2.3.3.1.8 A coraux branchus

A.9.2.3.3.2 Ouverture simple

A.9.2.3.3.2.1 Hoa non-fonctionnel

A.9.2.3.3.2.1.1Ouvert sur l'océan

A.9.2.3.3.2.1.1.1 Cordon lagonaire (109)
A.9.2.3.3.2.1.1.2 Flèche obturation de Hoa (112)
A.9.2.3.3.2.1.1.3 Conglomérat

A.9.2.3.3.2.1.2 Ouvert sur le lagon

A.9.2.3.3.2.1.2.1 Remparts de blocs (70)
A.9.2.3.3.2.1.2.2 Nappe de gravelle (71)
A.9.2.3.3.2.1.2.3 Dalle
A.9.2.3.3.2.1.2.4 Blocs
A.9.2.3.3.2.1.2.5 A pâtés dispersés
A.9.2.3.3.2.1.2.6 A pâtés jointifs
A.9.2.3.3.2.1.2.7 A coraux branchus

A.9.2.3.4 Front récifal

A.9.2.3.4.1 Emergé

A.9.2.3.4.1.1 Crête externe

A.9.2.3.4.1.1.1 Recouvrement algal

A.9.2.3.4.1.1.1.1 Crête algale à Porolithon

A.9.2.3.4.1.1.1.1.1 Au vent

A.9.2.3.4.1.1.1.1.1.1 Complexe éperons-sillons étroit

A.9.2.3.4.1.1.1.1.2 Sous le vent

A.9.2.3.4.1.1.1.1.2.1 Complexe éperons-sillons large

A.9.2.3.4.1.1.1.1.3 Crête fossile
A.9.2.3.4.1.1.1.3.1 Pinacle résiduel
A.9.2.3.4.1.1.1.3.2 Nid-de-poule (potholes)
A.9.2.3.4.1.1.1.2 Structures en chambres et piliers
A.9.2.3.4.1.1.2 Aucun recouvrement algal
A.9.2.3.4.1.1.2.1 Ancienne crête algale
A.9.2.3.4.1.1.2.1.1 Conglomérat

A.9.2.2.2 Immergé
A.9.2.2.2.1 Chenal de houle
A.9.2.2.2.2 Crique externe
A.9.2.2.2.2.1 Vasque témoin
A.9.2.3.4 Passe
A.9.2.3.4.1 Flanc de passe
A.9.2.3.4.2 Surplomb
A.9.2.3.4.3 Canyon
A.9.2.3.4.4 Fonds de passe
A.9.2.3.4.4.1 Dalle
A.9.2.3.4.5 Platier de passe
cf. Description de platier ensuite.
A.9.2.3.4.6 Motu de passe
cf. Description Motu ensuite.

A.9.2.4 Couronne fermée

A.9.2.4.1Platier récifal
A.9.2.4.1.1 Substrat biodétritique
A.9.2.4.1.1.1 Dépôts intertidaux
A.9.2.4.1.1.1.1 Dépôt issu d'un processus de précipitation
A.9.2.4.1.1.1.1.1Beach rock
A.9.2.4.1.1.1.1.1.1.1 Beach rock mode battue
A.9.2.4.1.1.1.1.1.2.1 Beach rock mode calme
A.9.2.4.1.1.1.2 Dépôt issu d'un processus d'érosion sur place
A.9.2.4.1.1.1.2.1 Erosion de structure fossile
A.9.2.4.1.1.1.2.1.1 Zones d'érosions du conglomérat et d'accumulation de débris
A.9.2.4.1.1.1.2.2 Chenaux profonds
A.9.2.4.1.1.1.3 Autre origine
A.9.2.4.1.1.1.3.1 Mattes microbiennes et kopara
A.9.2.4.1.1.1.3.2 Accumulation sédimentaire de platier
A.9.2.4.1.1.2 Dépôts aériens
A.9.2.4.1.1.2.1 Conglomérat immergé
A.9.2.4.1.1.2.1.1Epandage détritique sur conglomérat
A.9.2.4.1.1.2.2 Trainée cyclonique
A.9.2.4.1.1.2.2.1 Blocs cyclopéens
A.9.2.4.1.1.2.2.2Méga blocs, tête-de-nègre
A.9.2.4.1.1.2.3 Débris coralliens
A.9.2.4.1.1.2.4 Levée détritique en remparts
A.9.2.4.1.1.2.4.1 Remparts de blocs
A.9.2.4.1.1.2.4.2 Nappe de gravelle
A.9.2.4.1.1.2.4.3 Flaque résiduelle
A.9.2.4.1.2 Structure fossile
A.9.2.4.1.2.1 Piton de récif ancien : Féo
A.9.2.4.1.2.1.1 Erosion en pinnacle

A.9.2.4.1.2.2 Conglomérat émergé
A.9.2.4.1.2.2.1 Microcuvette
A.9.2.4.1.2.2.2 Microfalaise
A.9.2.4.1.3 Substrat construits
A.9.2.4.1.3.1 Platier à microatolls
A.9.2.4.1.2.1.1 Microatolls de *Porites sp.*
A.9.2.4.1.3.2 Platier compact (dalle et coralline encroutantes)
A.9.2.4.1.3.3 Platier à alignements coralliens transversaux
A.9.2.4.1.3.4 Platier à pâtés irréguliers, jointifs
A.9.2.4.1.3.5 Platier de Scléractiniaires branchus
A.9.2.4.1.3.6 Platier à pâtés dispersés
A.9.2.4.1.3.7 Platier à petits blocs décimétriques
A.9.2.4.1.3.8 Platier à maërl et rhodolithes (corallines)
A.9.2.4.1.4 Substrat à couverture benthique non dominée par les coraux hermatypiques
A.9.2.4.1.4.1 Platier à coraux mous
A.9.2.4.1.4.2 Platier à algues brunes
A.9.2.4.1.4.3 Platier à herbier de phanérogames
A.9.2.4.1.4.4 Platier à colonies mortes en place
A.9.2.4.1.4.5 A.9.2.1.1.3.2 Dalle de platier
A.9.2.4.1.4.5.1 Fractures longitudinales
A.9.2.4.1.4.5.2 Fractures transversales
A.9.2.4.1.4.5.3 Cuvette d'érosion
A.9.2.4.1.4.5.4 Faisceaux de cassure
A.9.2.4.1.4.5.5 Marmite d'érosion
A.9.2.4.1.4.5.6 Cuvette d'obturation

A.9.2.4.2 Motu
A.9.2.4.2.1 Structure à recouvrement végétal
A.9.2.4.2.2 Féo
A.9.2.4.2.3 Structures volcaniques résiduelles (trachytes)
A.9.2.4.2.4 Grès de plage
A.9.2.4.2.5 Conglomérat récifal
A.9.2.4.2.6 Accumulation sédimentaire
A.9.2.4.2.7 Rempart de blocs
A.9.2.4.2.8 Dune
A.9.2.4.2.9 Plage sableuse
A.9.2.4.2.10 Plage de galets et graviers
A.9.2.4.2.11 Hoa de tempête
A.9.2.4.2.12 Bassin résiduel enclavé
A.9.2.4.2.13 Mattes cyanobactériennes
A.9.2.2 Front récifal
A.9.2.2.1 Emergé
A.9.2.2.1.1 Crête externe
A.9.2.2.1.1.1 Recouvrement algal
A.9.2.2.1.1.1.1 Crête algale à Porolithon
A.9.2.2.1.1.1.1.1 Au vent
A.9.2.2.1.1.1.1.1.1 Complexe éperons-sillons étroit
A.9.2.2.1.1.1.1.2 Sous le vent
A.9.2.2.1.1.1.1.2.1 Complexe éperons-sillons large

A.9.2.2.1.1.1.1.3 Crête fossile
A.9.2.2.1.1.1.3.1 Pinacle résiduel
A.9.2.2.1.1.1.3.2 Nid-de-poule (potholes)
A.9.2.2.1.1.1.3 Structures en chambres et piliers
A.9.2.2.1.1.2 Aucun recouvrement algal
A.9.2.2.1.1.2.1 Ancienne crête algale
A.9.2.2.1.1.2.1.1 Conglomérat
A.9.2.2.2 Immergé
A.9.2.2.2.1 Chenal de houle
A.9.2.2.2.2 Crique externe
A.9.2.2.2.2.1 Vasque témoin

A.9.2.6 Pente externe

A.9.2.6.1 Plateforme corallienne
A.9.2.6.2 Complexe éperons et sillons
A.9.2.6.2.1 Zone énergie élevée
A.9.2.6.2.1.1 Eperons-sillons étroits (densité éperons-sillons élevée)
A.9.2.6.2.1.1.1 Tunnel récifal
A.9.2.6.2.1.1.2 Lacune transversale aux éperons
A.9.2.6.2.1.1.3 Verrou de sillon
A.9.2.6.2.1.1.4 Constructions mamelonnaires de pente externe
A.9.2.6.2.1.1.5 Accumulation blocs biodétritiques
A.9.2.6.2.2 Zone d'énergie moindre
A.9.2.6.2.2.1 Eperons-sillons larges
A.9.2.6.2.2.1.1Tunnel récifal
A.9.2.6.2.2.1.2 Lacune transversale aux éperons
A.9.2.6.2.2.1.3 Verrou de sillon
A.9.2.6.2.2.1.4 Constructions mamelonnaires de pente externe
A.9.2.6.2.2.1.5 Accumulation blocs biodétritiques
A.9.2.6.3 Terrasse
A.9.2.1.3.1 Accumulation de blocs biodétritiques
A.9.2.6.4 Zone à contreforts et vallons
A.9.2.6.5 Plateforme rainurée
A.9.2.6.6 Glacis inférieur
A.9.2.1.6.1 Constructions mamelonnaires de pente externe
A.9.2.6.7 Plaine sableuse externe
A.9.2.6.8 Tombant
A.9.2.6.8.1 Accumulation blocs détritiques

6. Discussion

6.1 Des ressources bibliographiques parfois insuffisantes

Au cours de l'étude bibliographique, deux problèmes ont été rencontrés :

- Un nombre d'étude variable par types d'unités,
- Une disponibilité limitée des quelques études présentant des descriptions géomorphologiques, qui sont souvent anciennes (années 60-70).

Les ressources bibliographiques sont relativement abondantes pour certains types comme les atolls. Mais plus on gagne en complexité dans les milieux récifaux, plus il est difficile de trouver de la littérature exhaustive spécifique, que ce soit dans un contexte français ou étranger.

Cela est particulièrement vérifié pour la Nouvelle-Calédonie, où l'essentiel des travaux traitent des ressources halieutiques, de l'impact de la pêche sur la ressource piscicole et également de l'histoire géologique récifale de la Nouvelle-Calédonie (synthétisée par (Andréfouët, Cabioch, Flamand, & Pelletier, 2009) mais peu s'attache à décrire la géomorphologie fine des complexes récifaux. On peut citer comme travaux pertinents la thèse de Coudray (1975) qui fournit des profils sur divers récifs, les travaux de W. Bour (1990) ou récemment le rapport de mission CORALCAL-III sur l'inventaire des Scléractiniaires du Grand lagon Nord de la Nouvelle-Calédonie (Lasne, 2010) qui fournit aussi des profils idéalisés de pente externe uniquement, mais qui ne sont pas décrits au niveau géomorphologique Niveau 6.

6.2 Généralisation et respect des principes de Stoddart (1978)

Stoddart en 1978 énonçait **les principes de réalisation d'une typologie des habitats : les classes doivent être explicites, uniques, non redondantes, éviter d'être des redéfinitions radicales et être comparables parmi les différentes langues. Tous ces principes n'ont pas été faciles à mettre en œuvre pour plusieurs raisons : difficulté de trouver des termes communs, manque de références, peu de bibliographie, et exigence quant au format de la typologie**.

Choisir un terme entre la typologie de (Battistini et al., 1978), la littérature et les typologies déjà existantes n'est donc pas simple. Par exemple, pour la typologie associée aux pinacles, (Battistini et al., 1975) définissent les pinacles de lagon comme des « *Edifices beaucoup plus haut que large, à parois subverticales, atteignant ou non la surface. On distingue les pinacles affleurants et les pinacles non affleurants* ». De même, ils définissent un pâté corallien de lagon comme un « *Edifice plus large que haut, qui atteignent ou non la surface (…)* ». Ici, les pinacles d'atolls sont définis comme des structures affleurantes de diamètre 500m environ et les pâtés coralliens comme des structures non affleurantes. Le critère premier permettant de différencier un pâté d'un pinacle est le rapport largeur/hauteur de l'édifice chez Battistini et al. (1975), alors qu'ici le critère les différenciant est l'affleurement. En effet de part nos observations et pour plus de clarté pour la construction de notre typologie, nous considérons un pinacle comme affleurant. Il n'est donc pas toujours facile et possible de ne pas aller à l'encontre de définitions établies.

Du point de vue de l'exhaustivité, par exemple pour le cas de la Nouvelle-Calédonie, n'ayant que très peu de descriptions de Niveau 6, il n'est pas certain que tout puisse être décrit car l'utilisation d'images satellitaires même à très haute résolution n'est pas suffisante pour identifier des unités de Niveau 6, à fortiori des unités verticales ou profondes difficilement détectables. Ainsi, des généralisations sont faites, avec l'hypothèse que ce qui a été décrit à un endroit peut exister ailleurs. Par exemple, les descriptions de platier de la barrière externe des îles hautes océaniques (Ile de Moorea par ex., bien décrite) a été généralisé à la barrière externe de la Nouvelle-Calédonie qui est une île continentale, faute de descriptions dans la littérature. De même pour les récifs frangeants de Calédonie, très peu décrits, les descriptions trouvées pour les îles hautes océaniques et notamment Mayotte ont permis de compléter la typologie des complexes de récif frangeant calédoniens.

Enfin, respecter le format et les principes EUNIS ne sont pas non plus aisés,comme par exemple choisir un unique critère/clé permettant d'aller à un niveau inférieur. Il s'agit souvent de multi-critères définissant un environnement particulier. De plus, pour la même unité décrite, les critères ne sont pas toujours identiques entre les typologies des îles hautes, atolls et de la Nouvelle-Calédonie alors qu'il faudrait idéalement qu'ils soient homogènes. Nous avons pu en revanche pleinement exploiter la flexibilité des seuils pour définir le passage dans les niveaux inférieurs dans la classification EUNIS.

A l'inverse, les principes de Stoddart qui ont conférés à d'autres typologies leurs particularités et choix techniques, ne s'adaptent pas à EUNIS malgré leurs intérêts. Ainsi ; l'utilisation de blocs (cf. ci-dessous) dans une structure hiérarchique (cf ; Millennium) n'est pas explicite dans EUNIS, et ne figure pas dans les descriptions types existantes. EUNIS impose plutôt une exclusivité des unités géomorphologiques en fin de parcours ce qui empêche théoriquement de « greffer » des blocs communs à différents niveaux hiérarchiques.

6.3 Création de « blocs » de factorisation

Dans la typologie créée, on constate une forte récurrence de certaines unités. Par exemple, dans la typologie « atoll », le platier récifal se retrouve dans les trois types de couronne : ouverte, fermée et semi-ouverte. De même pour le « motu » et le « front récifal » qui se retrouvent dans les couronne fermé et semi-ouverte. Ces redondances de niveau inférieur allongent donc considérablement la typologie quand elles doivent être reproduites systématiquement au sein de plusieurs blocs des niveaux hiérarchiques supérieurs (ex : 7 pages juste sur les atolls). Dans l'exemple de la Nouvelle-Calédonie, qui possède 5 types de complexe de récif frangeant et 4 types de complexe de récif barrière, la typologie exhaustive se révèle très longue et redondante.

Cette récurrence pourra se révéler être un véritable problème si d'autres scientifiques veulent compléter d'avantage cette typologie, notamment au niveau des biocénoses par exemple, ce que doit faire le TIT Biodiversité. **Reproduire systématiquement chaque bloc partout où il a une probabilité d'être rencontré va augmenter de manière considérable le nombre de classes, la lourdeur de la manipulation et de la documentation de la typologie.**

Bien que la solution de tout décrire et coder linéairement reste possible, une autre solution peut être envisagée. En effet si le format EUNIS le permet, il serait judicieux de factoriser tous les blocs qui sont très redondants, c'est-à-dire de les isoler dans des structures parallèles individuelles.

Toutefois, la question sous-jacente est de savoir si EUNIS peut gérer 2 blocs de niveaux hiérarchiques différents en parallèle, qui ne sont instanciés à l'aide de deux clés que lorsque cela est nécessaire.

Pour faire face à ce problème, nous nous sommes inspirés de la structure de la typologie Millenium. En effet dans cette typologie sont présents des « Blocs », typiquement constitués par le niveau 4. Pour limiter pratiquement la longueur et le nombre de types différents dans notre typologie sans pour autant sacrifier la complexité à décrire, nous avons créé de la même façon des blocs parallèles regroupant tous les habitats communs à différentes unités géomorphologiques de niveaux supérieurs (Cf. Annexe 5).

L'objectif est évidemment ensuite de greffer ces blocs à chaque unité quand cela s'avère nécessaire. Par exemple, si l'on se trouve sur un « platier récifal de complexe de barrière externe », pour décrire les habitats présents, il faut regarder dans le bloc « platier récifal ». Dans ce cas, si l'on se trouve sur le « platier d'un récif frangeant », le même bloc « platier récifal» sera aussi à greffer. Il s'agira du même bloc que pour un « platier de complexe de récif barrière ».

Néanmoins deux possibilités s 'offrent à nous quant à la création des blocs :

- Les blocs créés ne sont pas spécifiques et sont les plus exhaustifs possible (e.g. le bloc « platier » décrit toutes les configurations possibles de platier rencontrées). Ici, on maximise la factorisation possible, au prix d'un bloc factorisé peu spécifique, mais avec peu de blocs au final.
- Les blocs factorisés sont spécifiques aux niveaux supérieurs (e .g. on créera un bloc « platier en milieu d'atoll », qui peut se greffer a toutes les entités d'atolls, et un bloc de « platier d'ile océanique » à greffer aux entités d'iles océaniques, mais les croisements ne sont pas

possible). La factorisation est moins systématique, les blocs sont assez spécifiques, mais ils sont aussi plus nombreux à décrire.

Le premier choix est le plus simple à concevoir, mais pas forcément le plus intéressant, car par exemple des « platiers de couronne d'atoll » n'ont pas forcément beaucoup de point communs avec des « platiers de récifs frangeants »., surtout quand les critères biocénotiques interviendront Il n'est donc pas forcément judicieux d'offrir à un utilisateur la possibilité d'inclure toutes les descriptions possibles de platier alors qu'il est déjà dans un contexte précis, à un niveau hiérarchique donné.

Le second choix est donc un choix intermédiaire, de compromis, entre la factorisation d'un bloc géomorphologique récurrent commun, mais à optimiser dans un contexte restreint. C'est la solution la plus performante, mais aussi la plus difficile.

6.4 Limite biocénose-géomorphologie

Un autre constat est effectué : les différences des habitats référencés à l'aide de la vérité terrain, de la littérature et des images satellites sont parfois très proches, et ne diffèrent que par des aspects biocénotiques. Même si de nombreux auteurs s'attachent à donner des définitions d'une biocénose ou d'un habitat, il n'est pas évident de distinguer la limite entre les biocénoses et la géomorphologie.

Prenons l'exemple du front récifal, en terme de géomorphologie nous avons la « crête externe », mais cette crête est différente sur le plan géomorphologique selon qu'elle est recouverte ou non d'algues encroûtantes, ce qui est une biocénose.

La définition d'un niveau biocénotique pour renseigner une typologie des habitats marins n'est pas nouvelle puisque dès 1997, une première typologie ZNIEFF des habitats marins d'outre-mer a vu le jour (Guillaume M. & Bruggemann H. (coord.), 1997. Typologie des ZNIEFF-Mer, liste des paramètres et des biocénoses des côtes françaises des départements d'outre-mer. Laboratoire de Biologie des Invertébrés Marins et Malacologie/MNHN, Paris : 97 p., (2nde édition)).

Cette typologie est un système hiérarchisé des différents habitats marins présents dans les départements d'outre-mer. Pour chaque habitat, les biocénoses (faune et flore caractéristiques) associées sont décrites.

Dans le cadre de notre étude, une correspondance entre la typologie au format EUNIS et la typologie datant de 1997 est maintenue dans la mesure du possible. Par exemple, les différents types de couverture de platier récifal observés (platier à pâtés dispersés, platier de « madréporaires » branchus, etc.) et présents au sein du récif barrière, récif frangeant se regroupent dans le niveau « Champ de coraux » présents dans la typologie de 1997.

7. Conclusion et perspectives

La réalisation d'une typologie des habitats marins récifaux du Pacifique en format européen EUNIS avec une approche combinant la typologie Millenium, les éléments de terminologie récifales Indo-Pacifique et la méthodologie EUNIS a permis de définir les principes et de créer une ébauche de typologie en théorie utilisable par la communauté scientifique et la communauté des gestionnaires.

L'IFRECOR à travers le TIT Biodiversité a pour objectif d'avoir pour l'ensemble des collectivités d'outre-mer, l'inventaire et la distribution des espèces recensées dans les récifs coralliens ainsi que

leurs habitats. Cette typologie, bien qu'elle soit géomorphologique, contribue à atteindre cet objectif.

Il ne s'agit toutefois que d'une ébauche car pour que cette typologie soit complète, il faut désormais s'attacher à décrire des niveaux inférieurs incluant les composantes biocénotiques. Une fois ces niveaux décrits, la création des blocs spécifiques sera plus facile à optimiser.

Si les objectifs semblent atteints, ce travail a surtout permis de mettre en relief les problèmes sous-jacents liés au format EUNIS : la correction de la redondance par la formation de blocs ne semble pas convenir à EUNIS, qui impose une exclusivité des unités en fin d'arbre hiérarchique.

Pour faire face aux manques de descriptions géomorphologiques de certains complexes récifaux (notamment en Nouvelle-Calédonie), il serait intéressant de réaliser des campagnes de terrains de manière à avoir des descriptions géomorphologiques plus fines que celles déjà existantes (souvent limité par la résolution des images satellites).

Pour finir, il serait également judicieux d'étendre cette typologie aux récifs coralliens mondiaux, en effet la zone Indo-Pacifique étant maintenant partiellement traitée, il nous reste à initier un travail similaire pour l'Océan Atlantique et l'Océan Indien.

8. References

Alloncle, N., Populus, J., Rollet, C., & Gall, M. O. (2006). *Réseau de surveillance benthique (REBENT)-Région Bretagne. Cartographie des habitats benthiques de l'archipel des Glénan – Fusion des données disponibles sur l'ensemble du secteur. RST/IFREMER/DYNECO/AG/06-60/REBENT*. 33p + 1 annexe

Andréfouët, S., Cabioch, G., Flamand, B., & Pelletier, B. (2009). A reappraisal of the diversity of geomorphological and genetic processes of New Caledonian coral reefs: a synthesis from optical remote sensing, coring and acoustic multibeam observations. *Coral Reefs*, *28*:691-707.

Andréfouët, S., Claereboudt, M., Matsakis, P., Pages, J., & Dufour, P. (2001). Typology of atoll rims in Tuamotu Archipelago (French Polynesia) at landscape scale using SPOT HRV images. *International Journal of Remote Sensing*, *22*(6), 987-1004.

Andréfouët, S., & Dirberg, G. (2005). Cartographie et inventaire du système récifal de Wallis, Futuna et Alofi par imagerie satellitaire Landsat 7 ETM+ et orthophotographies aériennes à haute résolution spatiale. *IRD, Centre de Nouméa, et Service de L'Environnement de Wallis et Futuna, Wallis and Futuna*, 53 pages.

Andréfouët, S., Maritorena, S., & Loubersac, L. (2002). Un bilan de la télédétection appliquée aux milieux coralliens. *Océanis*, *26*(3), 311-349.

Andréfouët, S., Muller-karger, F., Robinson, J. A., Christine, J., Torres-pulliza, D., Spraggins, S. A., et al. (2006). Global assessment of modern coral reef extent and diversity for regional science and management applications : a view from space. *Proceedings of 10th International Coral Reef Symposium, Okinawa, June 2004. Plenary invited paper.* pp. 1732-1745.

Andréfouët, S., Pagès, J., and Tartinville, B. (2001). Water renewal time for classification of atoll lagoons in the Tuamotu Archipelago (French Polynesia). *Coral Reefs*, *20*, 399-408.

Andréfouët, S., Torres-Pulliza, D. (2004). *Atlas des récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie, IFRECOR Nouvelle-Calédonie, IRD, Nouméa*. *Analysis*, 26p + 22 planches.

Barry, S. J., Cowell, P. J., and Woodroffe, C. D. (2007). A morphodynamic model of reef-island development on atolls. *Sedimentary Geology*, *197*, 47-63.

Battistini, R., Bourrouilh, F., Chevalier, J. P., Coudray, J., Denizot, M., Faure, G., et al. (1975). Eléments de terminologie récifale indopacifique. *Téthys*, *7*, 1-111.

Battistini, R., Jouannic, C. (1979). Recherche sur la géomorphologie de l'atoll Farquhar (Archipel des Seychelles). *Atoll Research Bulletin, 230*, 1-44.

Bernier, P., Bonvallot, J., Dalongeville, R., & Prieur, A. (1990). Le beach-rock de Temae (Ile de Moorea-Polynésie française) Signification géomorphologique et processus diagénétiques. *Z. Geomorphol. NF*, *34*(4), 435–450.

Blais, S., Guille, G., Guillou, H., Chauvel, C., Maury, R. C., & Caroff, M. (2000). Géologie, géochimie et géochronologie de l'île de Bora Bora (Société, Polynésie française). *Sciences de la Terre et des planètes*, *331*, 579-585.

Bouchon, C. (1983). Les peuplements scléractiniaires de l'atoll de Takapoto. *Journal de la Société des océanistes*, *39*(77), 35–42..

Bouchon-Navaro, Y. (1983). Distribution quantitative des principaux poissons herbivores (Acanthuridae et Scaridae) de l'atoll de Takapoto (Polynésie Francaise). *Journal de la Société des océanistes*, *39*(77), 43–54.

Bour W. (1988). Spot images for coral reef mapping in New Caledonia. A fruitful approach for classic and new topic. *Proceedings of 6th International Coral Reef Congress, Australia,* Vol. 2, p. 445-448

Bourrouilh-Le Jan, F. G. (1998). The role of high-energy events (hurricanes and/or tsunamis) in the sedimentation, diagenesis and karst initiation of tropical shallow water carbonate platforms and atolls. *Sedimentary Geology*, *118*, 3-36.

Bourrouilh-Le Jan, F. G., Talandier, J. (1985). Sedimentation et fracturation de haute énergie en milieu récifal: tsunamis, ouragans et cyclones et leurs effets sur la sedimentologie et la géomorphologie d'un atoll: Motu et Hoa, a Rangiroa, Tuamotu, pacifique SE. *Marine Geology*, *67*, 263-333.

Bourrouilh-Le Jan, F. G., Talandier, J., and Salvat, B. (1985). Early diagenesis from 6000 years ago and the geomorphology of atoll rims in the Tuamotu. In. *Proceedings of 5th International Coral Reef Congress, Tahiti*, Vol. 3, p. 235–240.

Bradbury, R. H., & Young, P. C. (1981). The effects of a major forcing function, Wave Energy , on a Coral Reef Ecosystem. *Marine Ecology - Progress series*, *5*, 229–241.

Briant, N. (2002). *Etude préalable de classement île de Bora Bora* (pp. 1-53).

Cabioch, G., Aglada, R., & Babinot, J. F. (1986). Microfaunes et paléoenvironnements des récifs frangeants quaternaires de Mamié et Ricaudy (Nouvelle-Calédonie). *Cahiers de Micropaléontologie*, *1*(1 et 2), 5-38.

Cabioch, Guy. (1999). Development patterns of fringing and barrier reefs in New Caledonia (southwest Pacific). *Oceanologica Acta*, *22*(6), 567-578.

Cabioch, Guy, Montaggioni, Lucien, Thouveny, N., Frank, N., Sato, T., Chazottes, V., et al. (2008). The chronology and structure of the western New Caledonian barrier reef tracts. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, *268*, 91-105.

Cambray, F. (1996). *Typologie des Hoas fonctionnels, Archipel des Tuamotu (Polynésie Française)* (pp. 1-21).

Chancerelle, Y. (1992). *Peuplements de Scléractiniaires des pentes externes de Moorea (Polynésie française): comparaison de méthodes d'évaluation et application*.

Charpy, L. (1997). Lagoonal water chemistry changes induced by pinnacles in Tikehau atoll (French Polynesia). *Proceedings of 8th International Symposium on Coral Reef*, *1*, pp. 785-790.

Charpy, L., Charpy-Roubaud, C., and Buat, P. (1998). Excess primary production, calcification and nutrient fluxes of a patch reef (Tikehau atoll, French Polynesia). *Marine Ecology Progress Series*, *173*, 139-147.

Charpy, L., Rodier, M., Couté, A., Perrette-Gallet, C., & Bley-Loëz, C. (2010). Clipperton, a possible future for atoll lagoons. *Coral Reefs*, *29*, 771-783.

Chevalier, J. P. (1969). Observations sur les chenaux incomplets appelés hoa dans les atolls des Tuamotu. *Symposium on Corals and Coral Reefs. Abstracts of Papers. Handapam Camp India*, pp. 1-27.

Chevalier, J. P., Denizot, M., Ricard, M., Salvat, B., Sournia, A., and Vasseur, P. (1979). Géomorphologie de l'atoll de Takapoto. *Journal de la Société des océanistes*, *62*(35), 9–18.

Colin, P. L. (1977). The reefs of cocos-keeling atoll, eastern indian ocean. *Proceedings of 3rd International Symposium on Coral Reef*, Vol. 1, pp. 63–68.

Consultant, S. V. (2005). *Etude d'impact sur l'environnement du débarcadère de Motuakiu Vaimalau Mua (Ile de Wallis)* (pp. 1-61).

Coudray, J. (1976). *Recherches sur le neogene et le quaternaire marins de la Nouvelle-Calédonie. Contribution de l'étude sédimentologique à la connaissance de l'histoire géologique post-éocène de la Nelle-Calédonie. Fond Singer-Polignac, Paris 8:*

Dauvin, J.-C., Bellan, G., and Bellan-santini, D. (2008a). The need for clear and comparable terminology in benthic ecology . Part I . Ecological concepts. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, *18*, 432-445.

Dauvin, J.-C., Bellan, G., and Bellan-santini, D. (2008b). The need for clear and comparable terminology in benthic ecology . Part II . Application of the European Directives. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, *18*, 446-456.

Davies, C. E., Moss, D., & Hill, M. O. (2004). *Eunis Habitat Classification Revised 2004*. *Technology* (pp. 1-307).

Delesalle, B., Salvat, B., Arias-Gonzalez, J. E., and Galzin, R. (1997). Trophic functioning of the Tiahura reef sector, Moorea Island, French Polynesia. *Coral Reefs*, *16*, 231-246.

Dufour, P., Harmelin-Vivien, M. (1997). A research program for a typology of atoll lagoons: strategy and first results. *Proceedings of 8th International Symposium on Coral Reef*, Vol. 1, pp. 843–848).

DYNECO/AG/07-21/JP-Ifremer, R.-. (2008). *Projet MESH. Guide de cartographie des habitats marins.* p. 74.

Etienne, S., Buckley, M., Paris, R., Nandasena, A. K., Clark, K., Strotz, L., et al. (2011). The use of boulders for characterising past tsunamis: Lessons from the 2004 Indian Ocean and 2009 South Pacific tsunamis. *Earth-Science Reviews*.

Flamand, Benoit. (2006). *Les pentes externes du récif barrière de la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie : morphologie , lithologie ,*.

Flamand, Benoit, Cabioch, Guy, Payri, Claude, and Pelletier, Bernard. (2008). Nature and biological composition of the New Caledonian outer barrier reef slopes. *Marine Geology*, *250*, 157-179.

Gabrié, C., Planes, S., Baldwin, J., Bonvallot, J., Chauvet, C., Vernaudon, Y., et al. (1994). Study of the coral reefs of Bora-Bora (Society Archipelago, French Polynesia) for the Development of a Conservation and Management Plan. *Ocean & Coastal Management*, *25*, 189-216.

Galzin, R., & Pointier, J. P. and. (1985). Moorea island, Society archipelago. In: B. Delasalle, R. Galzin & B. Salvat (Eds). *Proceedings of 5th International Coral Reef Congress, Tahiti, 27 May - 1 June 1985. Vol. 1 : "French Polynesian Coral Reefs" :* 73 -102.

Garrigue, C., Chevillon, C., and Clavier, J. (1998). Investigations on the soft bottom benthos in a southwest pacific atoll lagoon (Uvea, New Caledonia). *Atoll Research Bulletin N° 452*, 1-20.

Guilcher, A., Berthois, L., Le Calvez, Y., Battistini, R., & Crosnier, A. (1965). Les récifs coralliens et le lagon de l'ile de Mayotte. *ORSTOM, Paris*, 1-256.

Guilcher, A. (1988). *Coral reef geomorphology* (New-York: John Wiley & Sons).

Guilcher, A., Berthois, L., Doumenge, F., Michel, A., Saint-Requier, A., & Arnold, R. (1969). Les Récifs et lagons coralliens de Mopelia et de Bora-Bora (îles de la Société): et quelques autres récifs et lagons de comparaison (Tahiti, Scilly, Tuamotu occidentales); morphologie, sédimentologie, fonctionnement hydrologique. *Mémoires ORSTOM n°38* (pp. 1-105).

Hamdi, A., Vasquez, M., and Populus, J. (2010). *Cartographie des habitats physiques Eunis – Côtes de France*. *Evaluation*.

Harmelin-Vivien, M. (1994). The effects of storms and cyclones on coral reef: a review. *Journal of Coastal Research*, *12*, 211–231.

Harmelin-Vivien, M., Charpy, L., Morize, E., Leborgne, R., Florence, J., Jamet, R., et al. (1985). Contribution à l'étude de l'atoll de Tikehau (Archipel des Tuamotu- Polynésie Francaise). *Notes et documents n°24*, 1-143.

Harmelin-Vivien, M., and Laboute, P. (1986). Catastrophic impact of hurricanes on atoll outer reef slopes in the Tuamotu (French Polynesia). *Coral Reefs*, *5*, 55-62.

Intes, A., & Caillart, B. (1994). PartI. Environment and biota of the Tikehau atoll (Tuamotu Archipelago, French Polynesia). *Atoll Research Bulletin, 415*, 1-39.

Jamet, R. (1980). Les sols d'atolls. *Conférence régional sur la culture sur atoll* (Vol. 3).

Jehl, C. (1996). *Les mattes algaires cyanobactériennes (kopara) des atolls des Tuamotu : biochimie, productivité et signification écologique.* (pp. 1-332).

Kench, P. S., & McLean, R. F. (2004). Hydrodynamics and sediment flux of hoa in an Indian Ocean atoll. *Earth Surface Processes and Landforms*, *29*, 933-953. doi: 10.1002/esp.1072.

Laboute, P. (1985). Evaluation of damage done by the cyclones of 1982-1983 to the outer slopes of the tikehau and takapoto atolls (tuamotu archipelago). *Proceedings of 5th International Coral Reef Congress, Tahiti*, Vol. 3, pp. 211-216.

Lasne, G. (2010). *Inventaire des coraux scléractiniaires du grand lagon nord de la Nouvelle-Calédonie* (pp. 1-124).

Lenhardt, X. (1991, October). *Hydrodynamique des lagons d'atoll et d'île haute en Polynésie française*. *Water Research*. Editions de l'ORSTOM, Institut français de recherches pour le développement.

Littler, M. M., & Doty, M. S. (1975). Ecological components structuring the seaward edges of tropical pacific reefs: the distribution, communities and productivity of Porolithon. *Journal of Ecology*, *63*(1), 117–129.

Odum, H. T. (1955). Trophic structure and productivity of a windward coral reef community of Eniwetok Atoll. *Ecological Monographs*, *25*(3), 291-320.

Pirazzoli, P. A. (1987). A Reconnaissance and Geomorphological Survey of Temoe Atoll , Gambier Islands (South Pacific). *Journal of Coastal Research*, *3*(3), 307-323.

Pirazzoli, P. A., Brousse, R., Delibrias, G., Montaggioni, L. F., Sachet, M. H., Salvat, B., et al. (1985). Leeward islands. Maupiti, Tupai, Bora Bora, Huahine. Society archipelago. *Proceedings of 5th International Coral Reef Congress, Tahiti*, Vol. 1, p. 17–72.

Pirazzoli, P. A., & Montaggioni, L. F. (1986). Late Holocene sea-level changes in the northwest Tuamotu islands, French Polynesia*1. *Quaternary Research*, *25*, 350-368.

Pirazzoli, P. A., & Montaggioni, L. F. (1987). Les îles Gambier et l'atoll de Temoe (Polynésie française) : anciennes lignes de rivage et comportement géodynamique. *Géodynamique,*, *2*(1), 13-25.

Pirazzoli, P., Montaggioni, L., Vergnaud-Grazzini, C., & Saliege, J. F. (1987). Late Holocene sea levels and coral reef development in Vahitahi Atoll, eastern Tuamotu Islands, Pacific ocean. *Marine Geology*, *76*, 105–116.

Polynésie, C. environnement. (2004). *Atlas environnemental de Bora Bora*.

Ricard, M. (1985). Atoll de Rangiroa, Archipel des Tuamotu. *Proceedings of 5th International Coral Reef Congress, Tahiti*, pp. 161-205.

Richard, G., Bagnis, R., Bennett, J., Denizot, M., Galzin, R., Ricard, M., et al. (1982). *Etude de l'environnement lagunaire et récifale des îles Wallis et Futuna (Polynésie occidentale)* (pp. 1-100).

Richer de Forges, B., & Bargibant, G. (1985). Le lagon Nord de la Nouvelle-Calédonie et les atolls de Huon et Surprise. *Rapports scientifiques et techniques*, *37*, 1-31.

Rougerie, F., & Gros, R. (1980). Le lagon de Mururoa: (Archipel des Tuamotu) esquisse des caractéristiques hydrologiques et échanges avec l'océan. *Notes et documents d'océanographie n° 80/16*, 1-64.

Rougerie, F. (1995). Nature et fonctionnement des atolls des Tuamotu (Polynésie Française). *Oceanologica acta*, *18*(1), 61–78.

Salvat, B., & Richard, G. (1985). Atoll de Takapoto, Archipel des Tuamotu. *Proceedings of 5th International Coral Reef Congress, Tahiti*, pp. 327-362.

Salvat, B., Richard, G., Poli, G., Chevalier, J. P., & Bagnis, R. (1977). Geomorphology and biology of Taiaro atoll, Tuamotu archipelago. *Proceedings of 3rd International Symposium on Coral Reef*, pp. 289-296.

Salvat, F., & Salvat, B. (1991). Nukutipipi atoll, Tuamotu Archipelago; Geomorphology, land and marine flora and fauna and interrelationships. *Atoll Research Bulletin, 357*, 1-50.

Scoffin, T. (1993). The geological effects of hurricanes on coral reefs and the interpretation of storm deposits. *Coral Reefs*, *12*, 203–221.

Stearns, H. T. (1945). Geology of the Wallis islands. *Bulletin of the Geological Society of America*, *56*, 849-860.

Stoddart, D. R., & Fosberg, F. R. (1994). The hoa of hull atoll and the problem of hoa. *Atoll Research Bulletin, 394*, 1-27.

Stoddart, D. R., & Sachet, M. H. (1969). Reconnaissance Geomorphology of Rangiora Atoll, Tuamotu Archipelago. *Atoll Research Bulletin, 125*, 1-71.

Stoddart, E. D. R., & Johannes, R. E. (1978). Coral reefs : research methods. *Monographs on Oceanographic Methodology*, *5*, 1-572.

Vanai, P., & Juncker, M. (2002). *Etat des récifs coralliens de Wallis et Futuna* (pp. 1-19).

Virly, S. (2004). *Caractérisation des communautés marines biologiques autour du quai de Mata Utu à Wallis*. *Consultant* (pp. 1-53).

Weydert, P. (1974). Morphologie et sédimentologie de la pente externe de la partie nord du grand récif de Tuléar (SW de Madagascar). Nature et répartition des éléments organogènes libres. *Marine Geology*, *17*, 299–337.

Wiens, H. J. (1959). Atoll development and morphology. *Annals of the Association of American*, *49*(1), 31-54.

Woodroffe, C. (2008). Reef-island topography and the vulnerability of atolls to sea-level rise. *Global and Planetary Change*, *62*, 77-96.

9. Table des figures

Figure 1 Localisation des récifs coralliens Outremer de France. (D'après Andréfouët S., Chagnaud N., Chauvin C. & Kranenburg C.J., 2008. *Atlas des récifs coralliens de France Outre-Mer.* Centre IRD de Nouméa, 153 p.) 23

Figure 2 Principaux nœuds de la typologie Millenium. Les trois premiers niveaux sont représentés sur la figure et un bloc de niveau 4 se greffant au niveau 3 « Outer Barrier » du niveau 2 « Island ».9

Figure 3 Exemple de décomposition du niveau 2 (classe A&, Roche littorale et autre substrat dur) au niveau 3 selon les critères (énergie, présence/absence d'espèces de plantes opportunistes, de caves). 28

Figure 4 Cartographie des habitats subtidaux des sédiments meubles du REBENT. Traduction dans la typologie EUNIS. (Source : (DYNECO/AG/07-21/JP-Ifremer, 2008)..... 29

Figure 5 Matrice EUNIS de description des habitats cartographiés..... 29

Figure 6 Unités récifales d'atoll. A/ Atoll de Napuka, B/ Atoll de Pukarua C/ et portion de 200m de la couronne récifale de Rangiroa, ... 33

Figure 7 Typologie des Motu d'atoll en format EUNIS matriciel..... 17

Figure 8 Images satellites des trois îles hautes étudiées : Wallis, Mayotte et Bora-Bora 53

Figure 9: Unités récifales de récifs barrières (RB), récifs frangeants (RF) et massifs coralliens (MC). A/ et B/ RF de mer intérieure. C/ RB externe d'île continentale. D/ RB côtier d'île continentale. H/

RB multiple d'île continentale. E/ et G/ MC de mer intérieure avec nombreux lagons enclavés. F/ MC de terrasse de RB externe d'île continentale. I/ et J/ Terre émergée de MC lagonaire... 54

10. Annexes

Annexe 1 : Application à la mise en place de la typologie aux îles hautes et de la Nouvelle-Calédonie

Un travail similaire à celui sur les atolls a été réalisé pour élaborer une typologie des habitats marins pour les îles hautes océaniques telles que Bora-Bora, Wallis ou encore Mayotte. (Cf. Figure 10) L'utilisation d'images satellitaires et les ressources bibliographiques ont permis de référencer les structures présentes sur les îles hautes océaniques.

La structure des îles hautes est plus complexe que celle des atolls, en effet de par leurs histoires géologiques et leur stade de développement, nous constatons la présence de structures nouvelles : récif frangeant, récif barrière côtier, îlot volcanique de lagon…

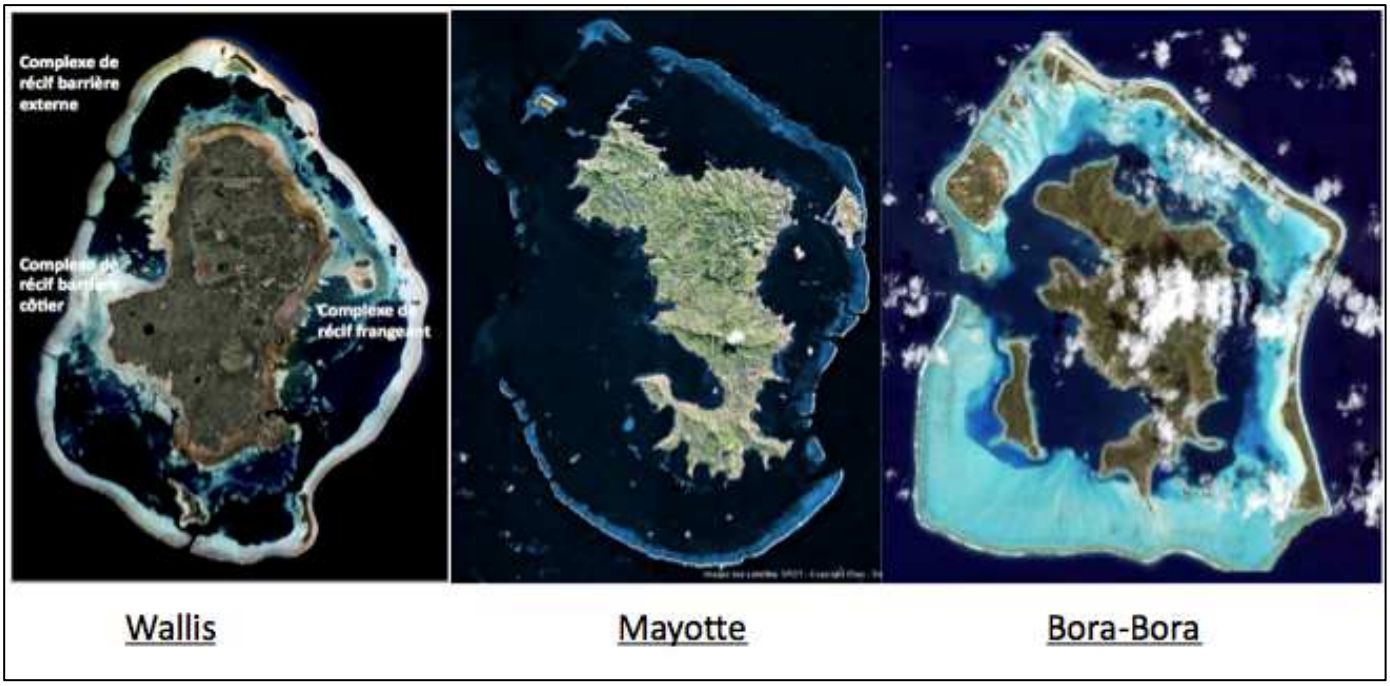


Figure 8 : Images satellites des trois îles hautes étudiées : Wallis, Mayotte et Bora-Bora

Au niveau 2 Millenium, on trouvera pour les îles océaniques:

- Récif barrière
- Récif frangeant
- Lagon
- Massif corallien

La typologie des habitats marins pour les îles continentales telle que la Nouvelle-Calédonie a également été réalisée. La complexité est plus importante.(Cf. Figure 9).

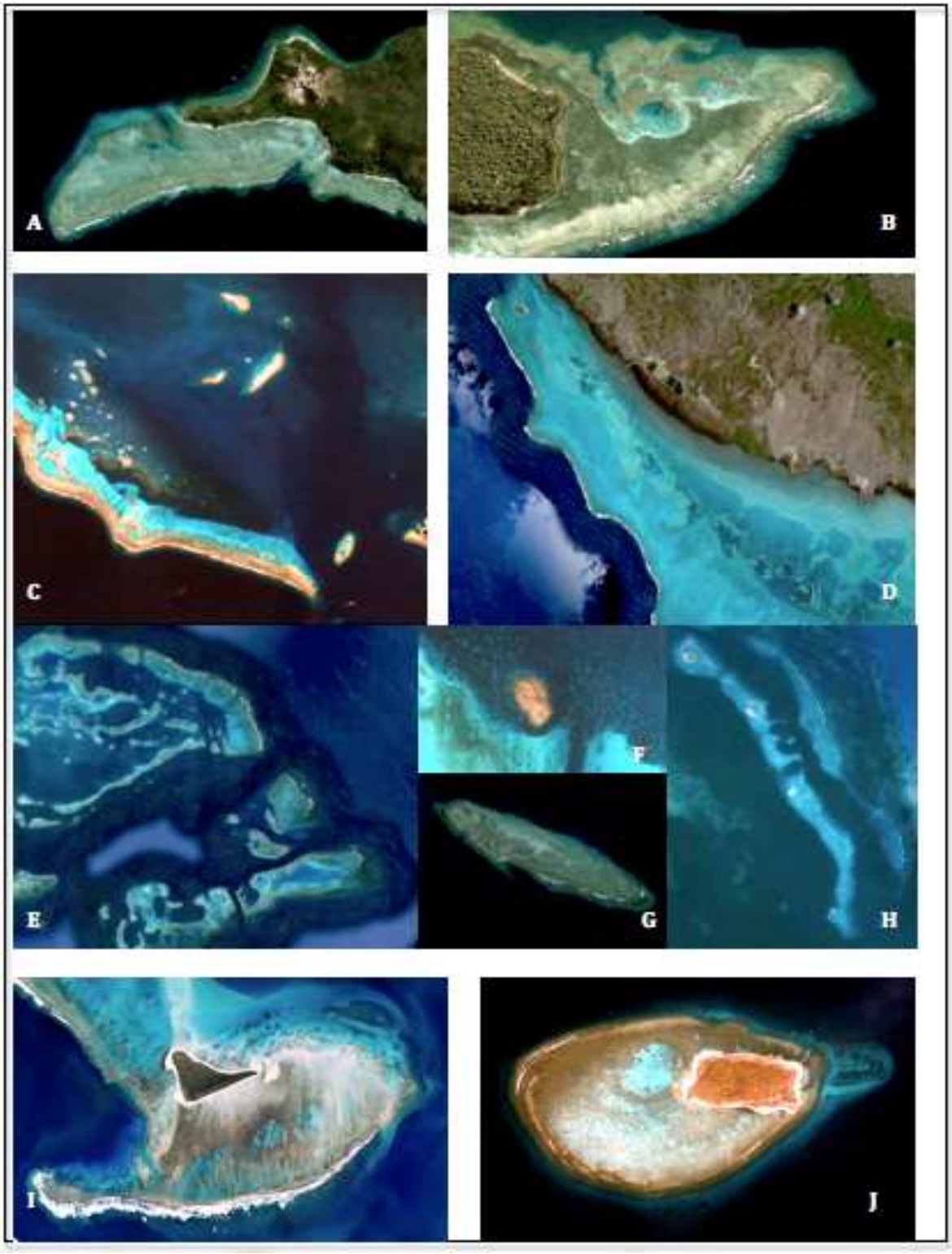
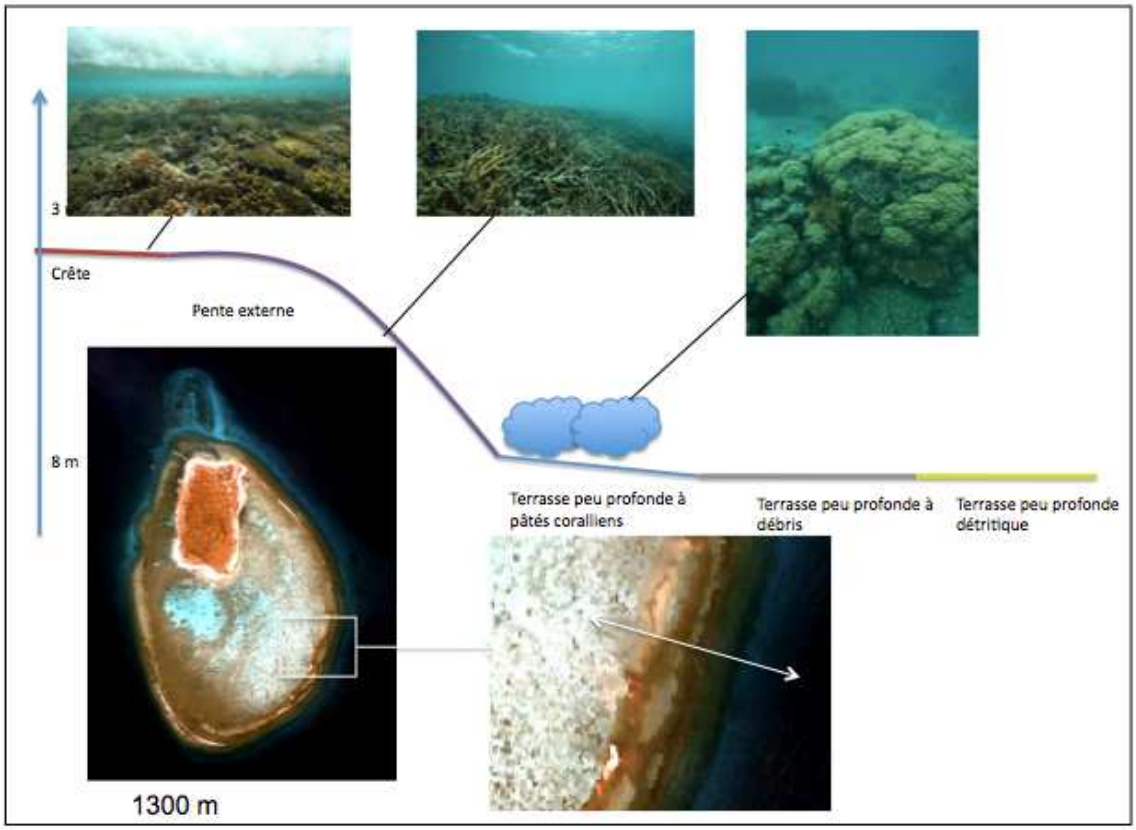
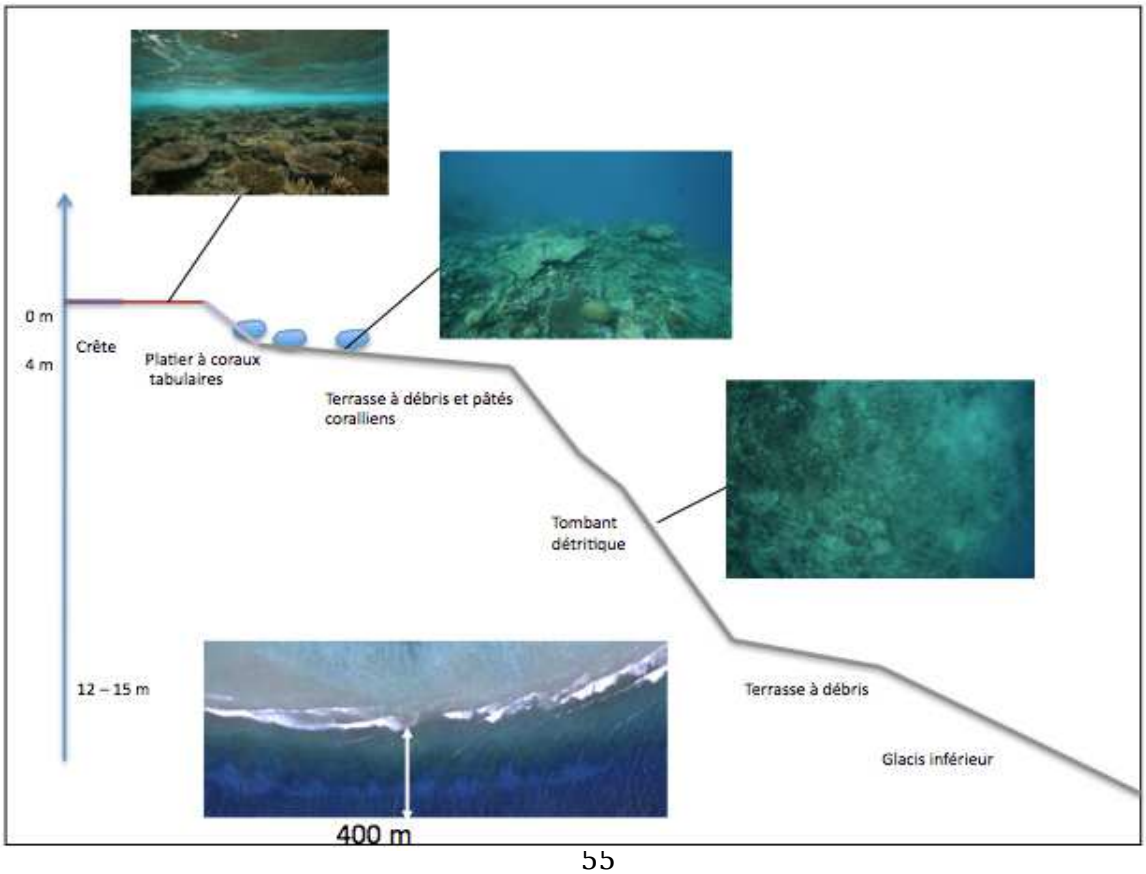


Figure 9: Unités récifales de récifs barrières (RB), récifs frangeants (RF) et massifs coralliens (MC). A/ et B/ RF de mer intérieure. C/ RB externe d'île continentale. D/ RB côtier d'île continentale. H/ RB multiple d'île continentale. E/ et G/ MC de mer intérieure avec nombreux lagons enclavés. F/ MC de terrasse de RB externe d'île continentale. I/ et J/ Terre émergée de MC lagonaire.

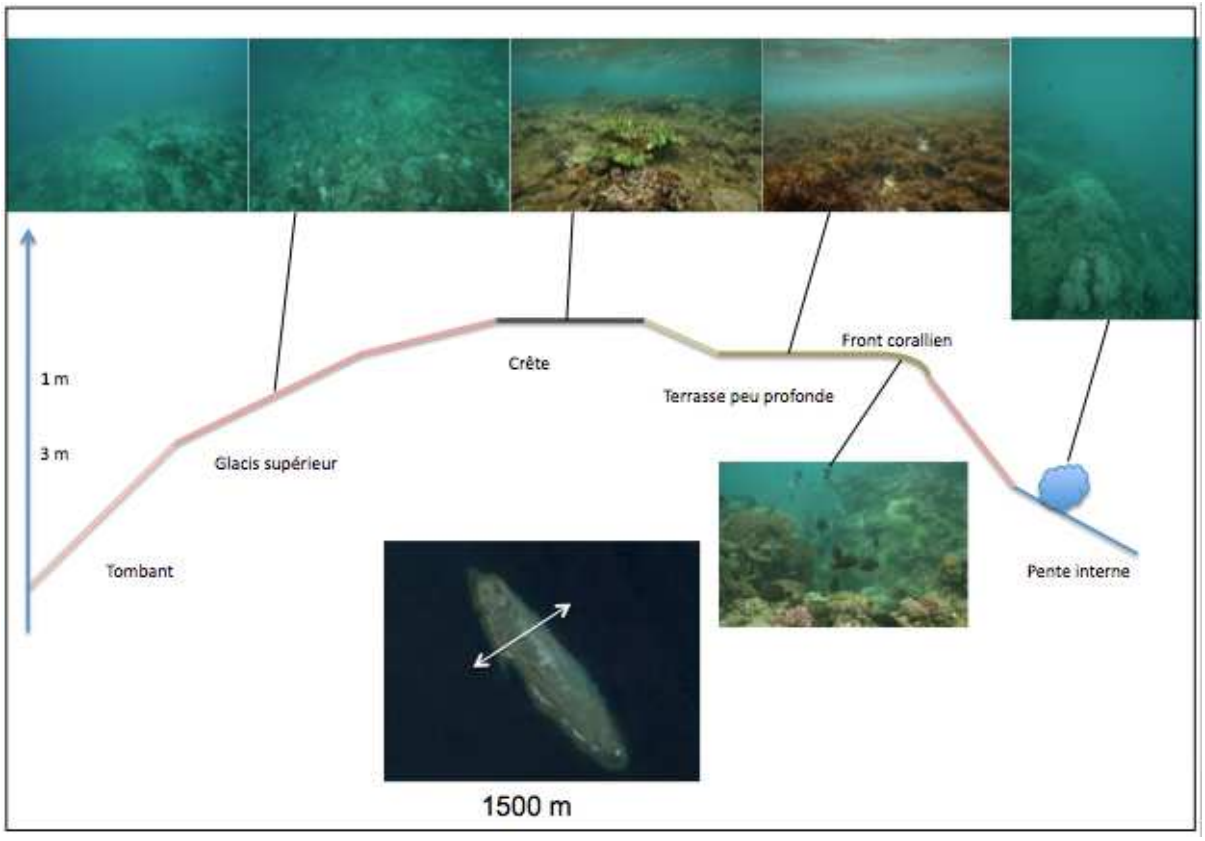
Annexe 2 : Vérification terrain

Massif corallien lagonaire

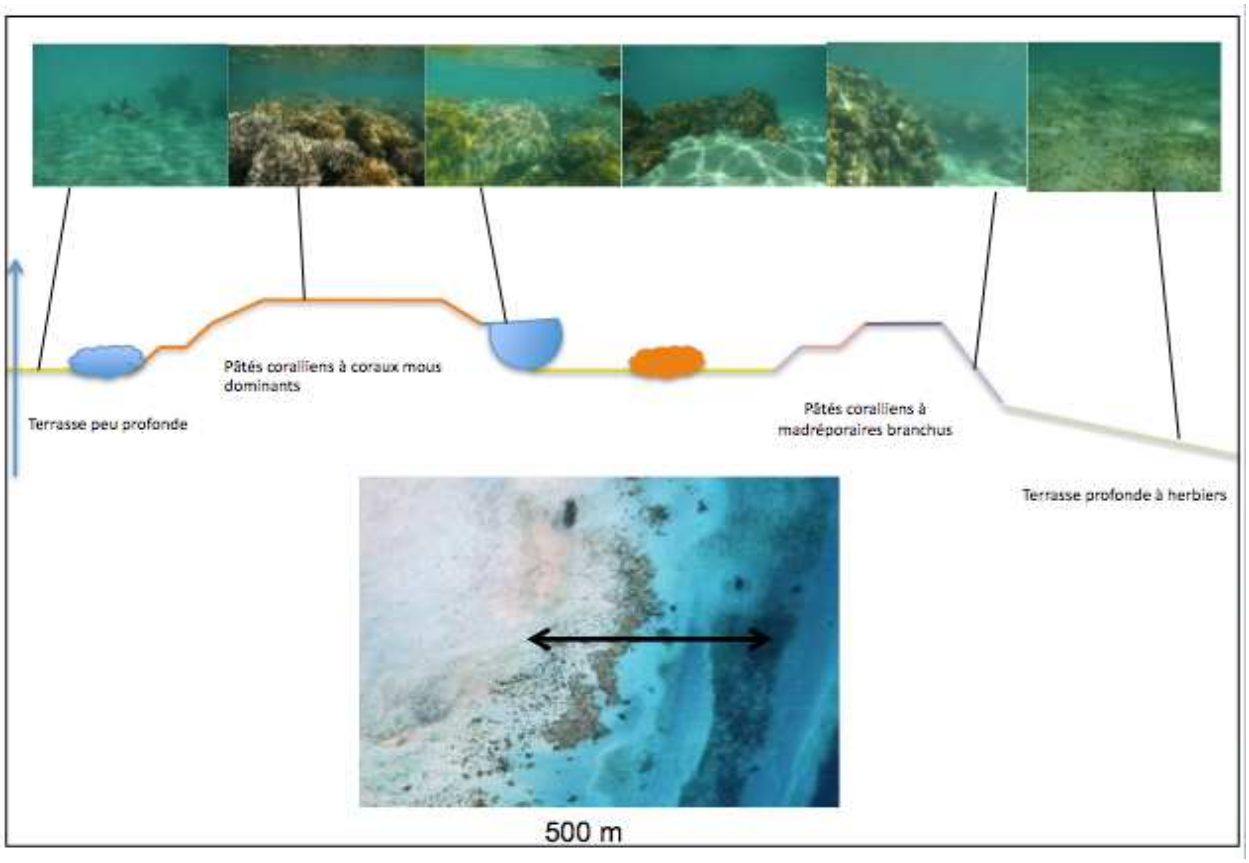


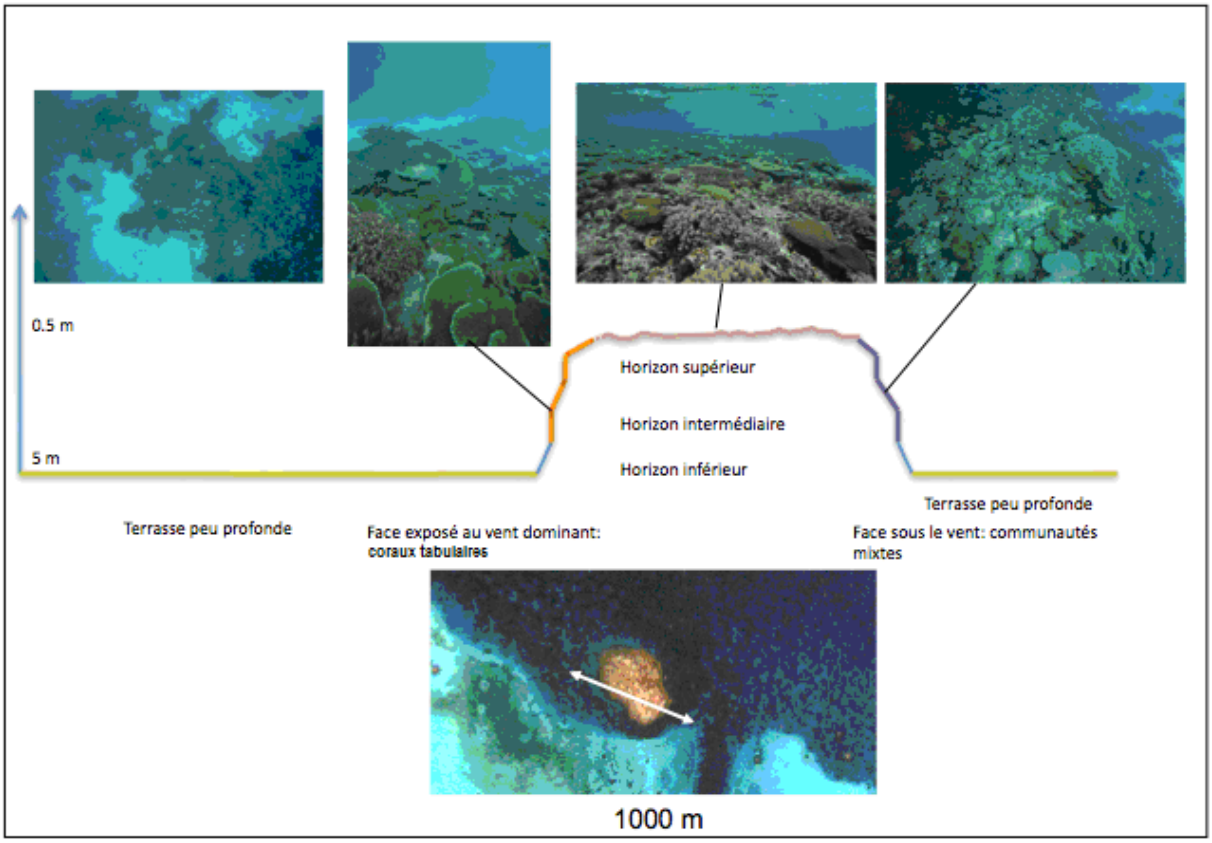


Massif corallien océanique

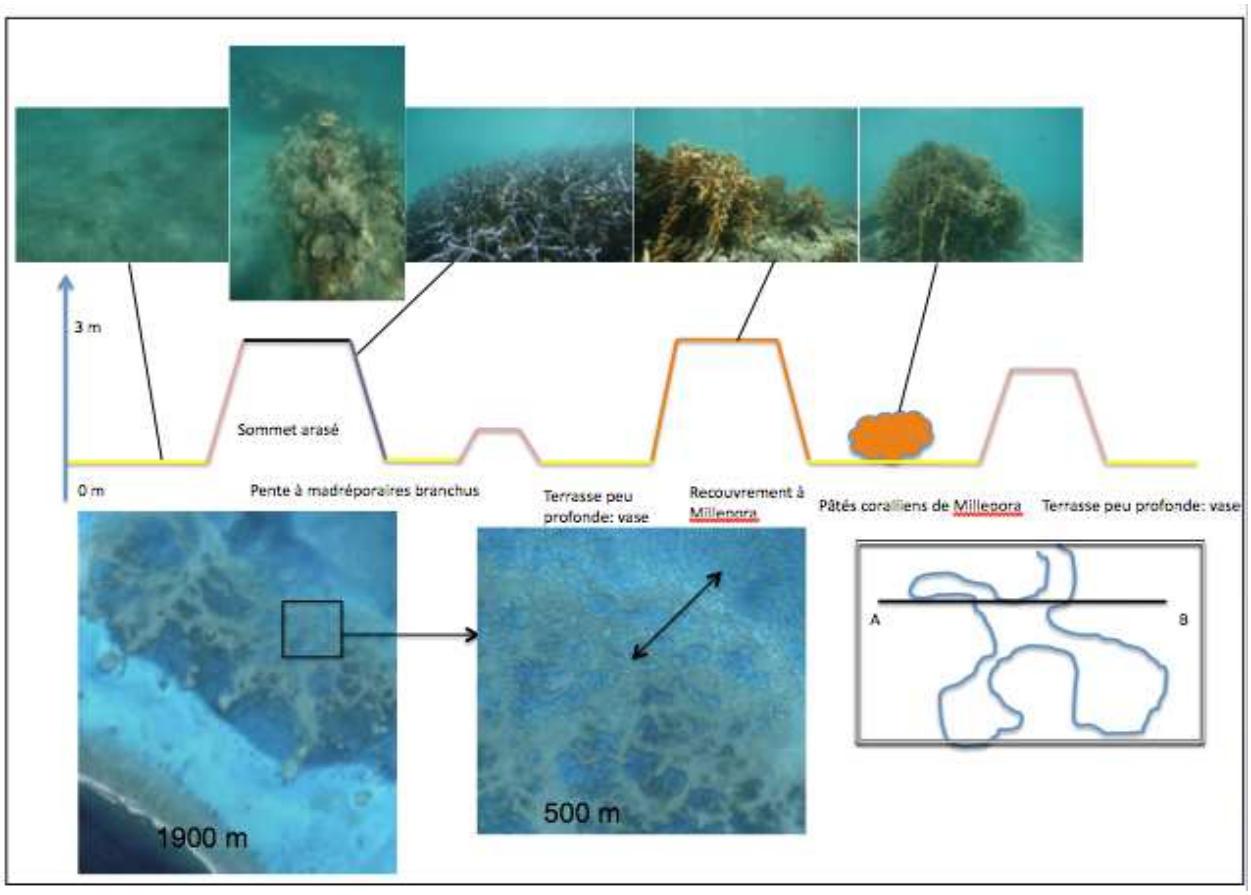


Massif corallien de terrasse de récif barrière externe



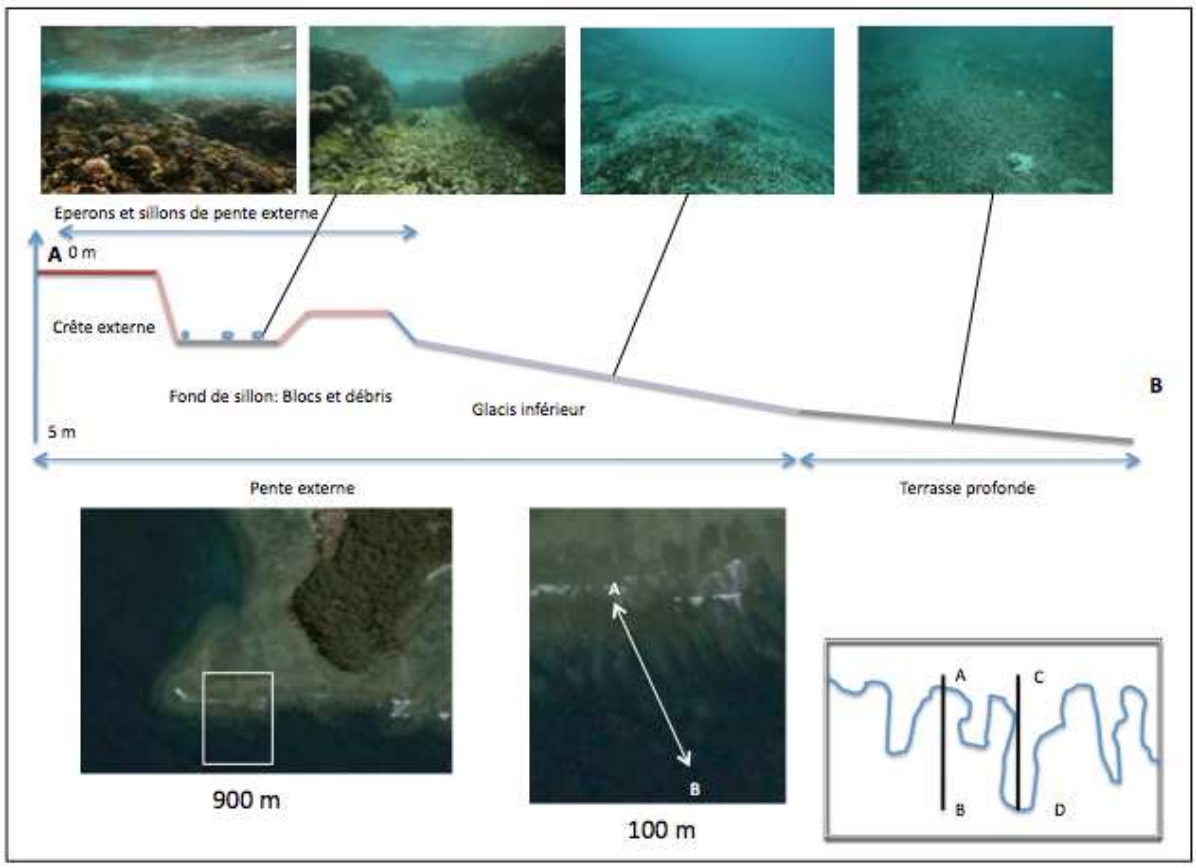


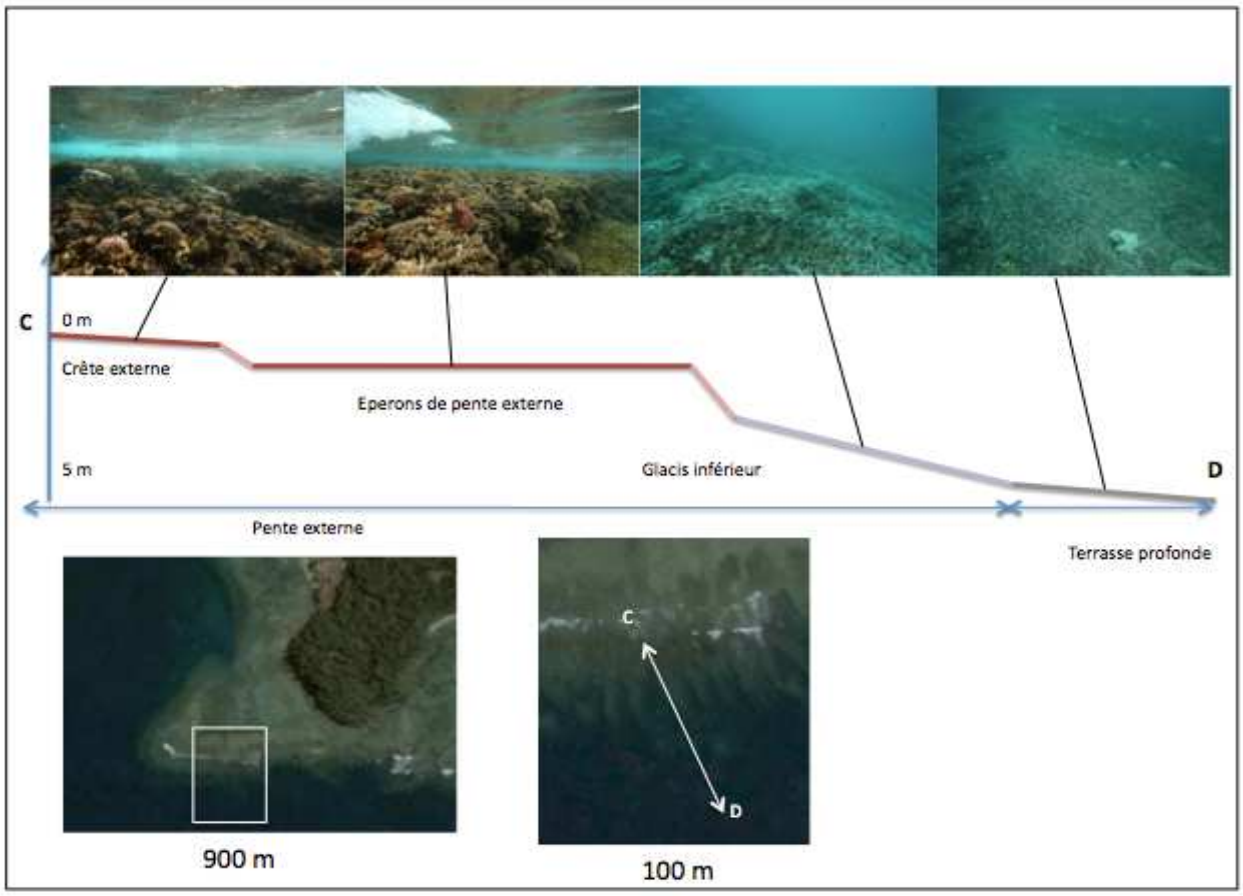
Récif réticulé de lagon

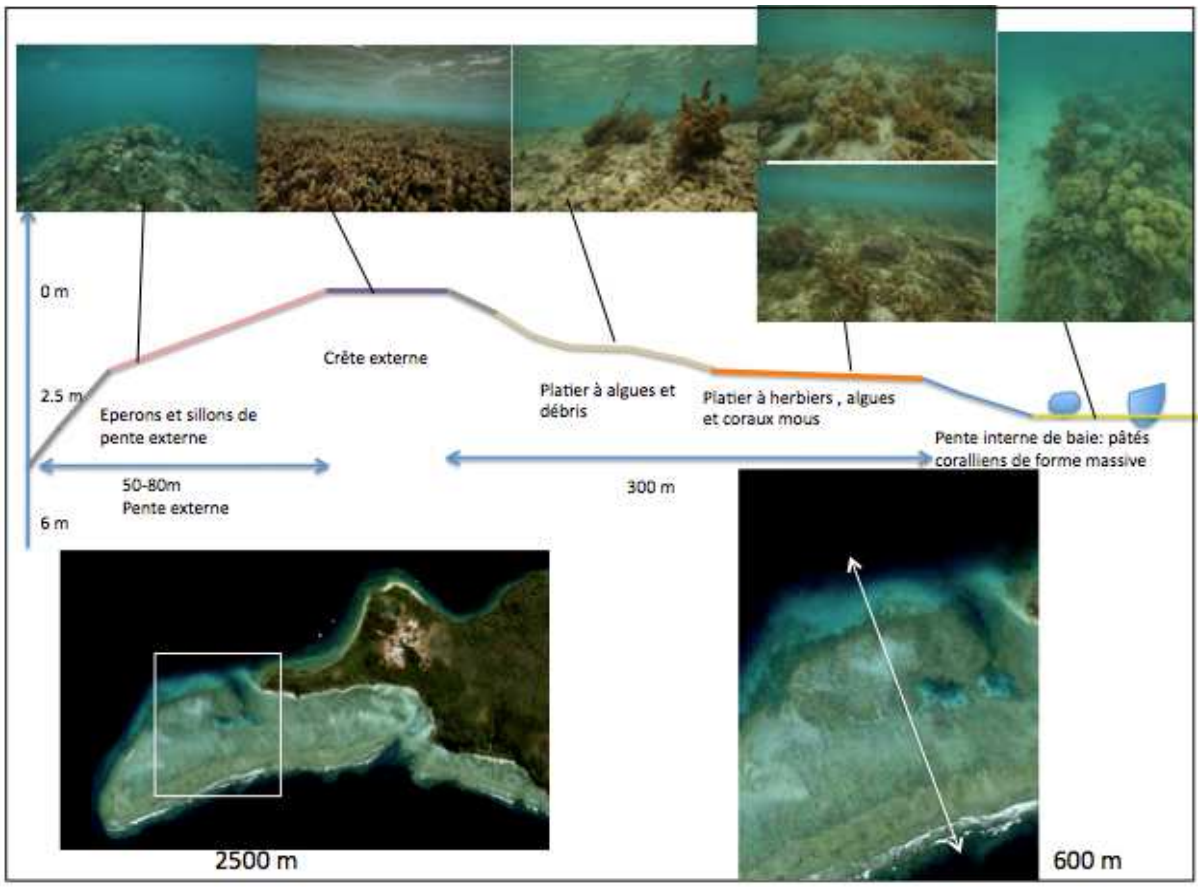


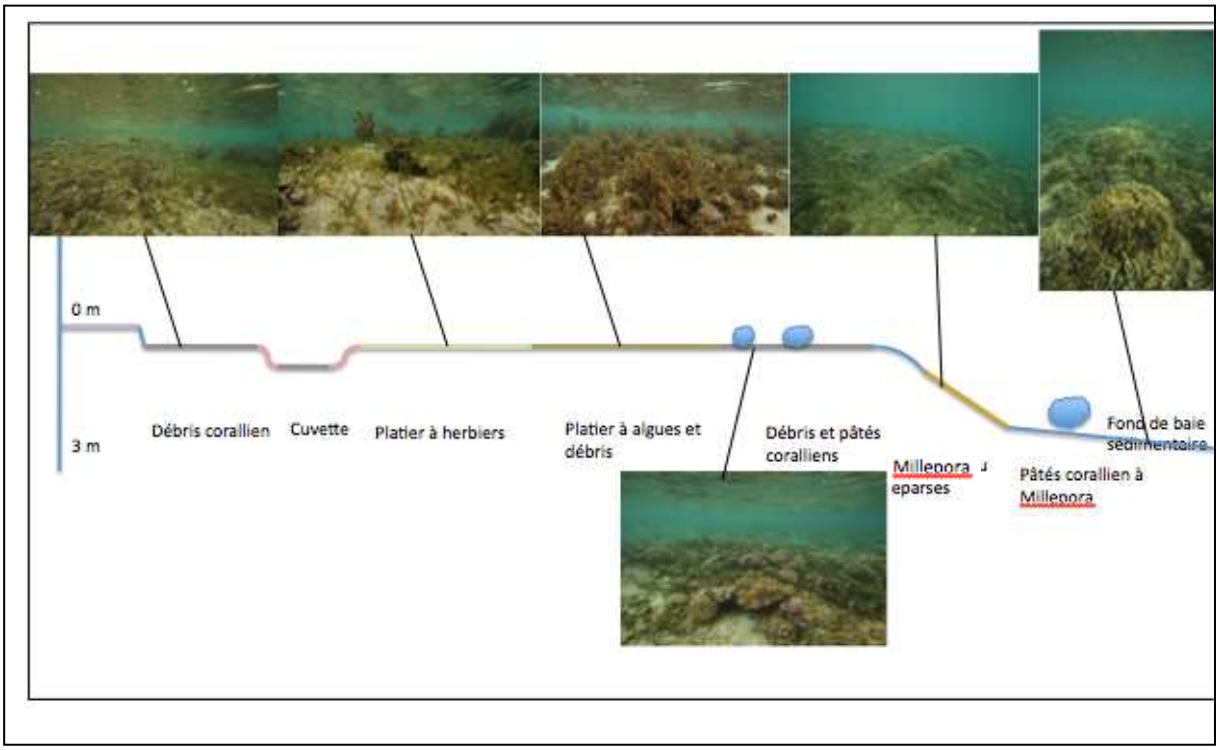
Récif frangeant de mer intérieure

- **<u>Pente externe</u>**

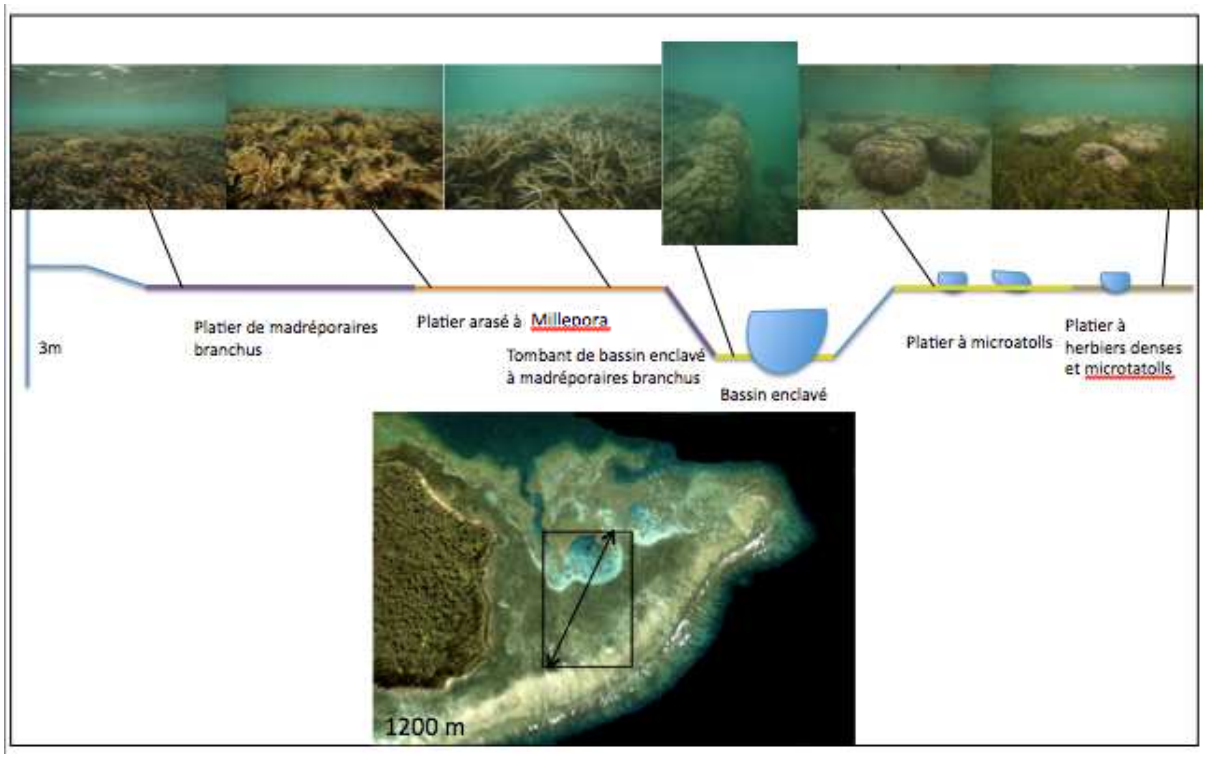




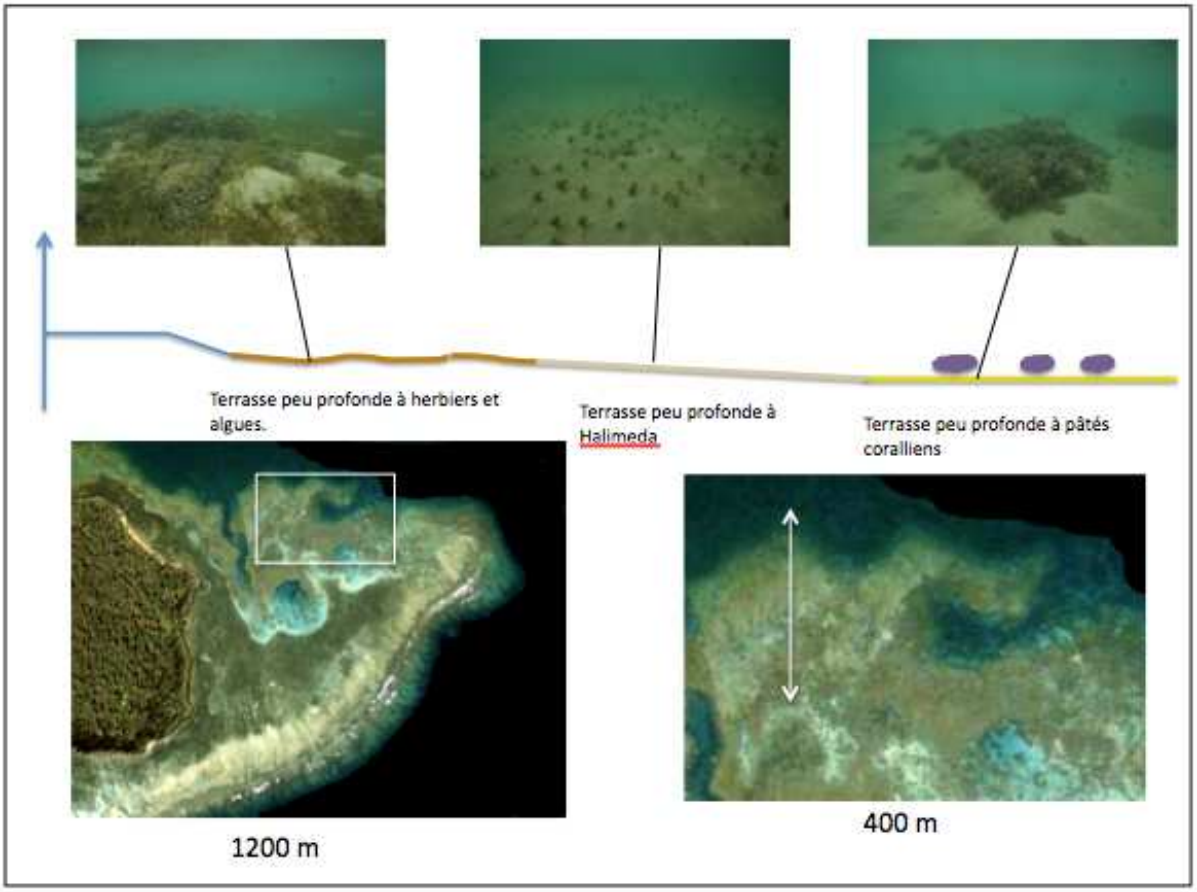

0 m
2.5 m
6 m
Crête externe
Eperons et sillons de pente externe
50-80m
Pente externe
Platier à algues et débris
Platier à herbiers , algues et coraux mous
300 m
Pente interne de baie: pâtés coralliens de forme massive
2500 m
600 m

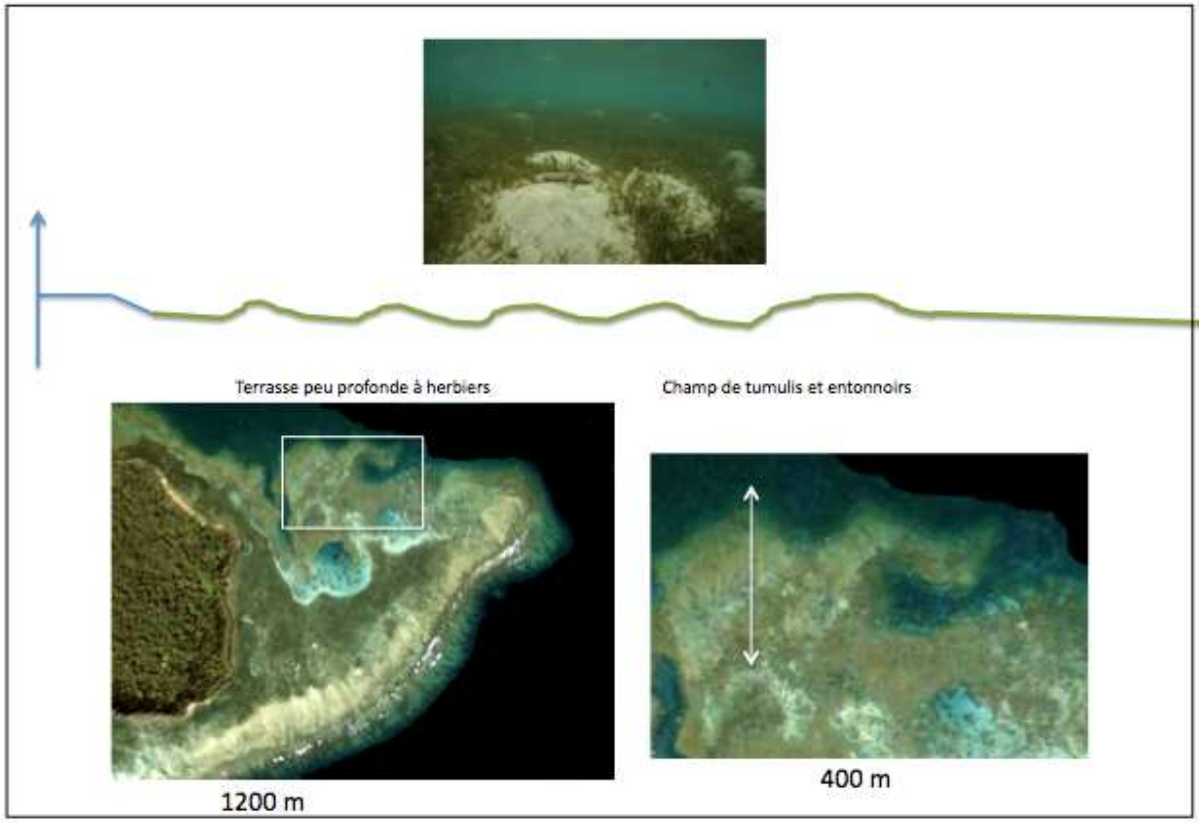

0 m
3 m
Débris corallien
Cuvette
Platier à herbiers
Platier à algues et débris
Débris et pâtés coralliens
Millepora eparses
Pâtés corallien à Millepora
Fond de baie sédimentaire

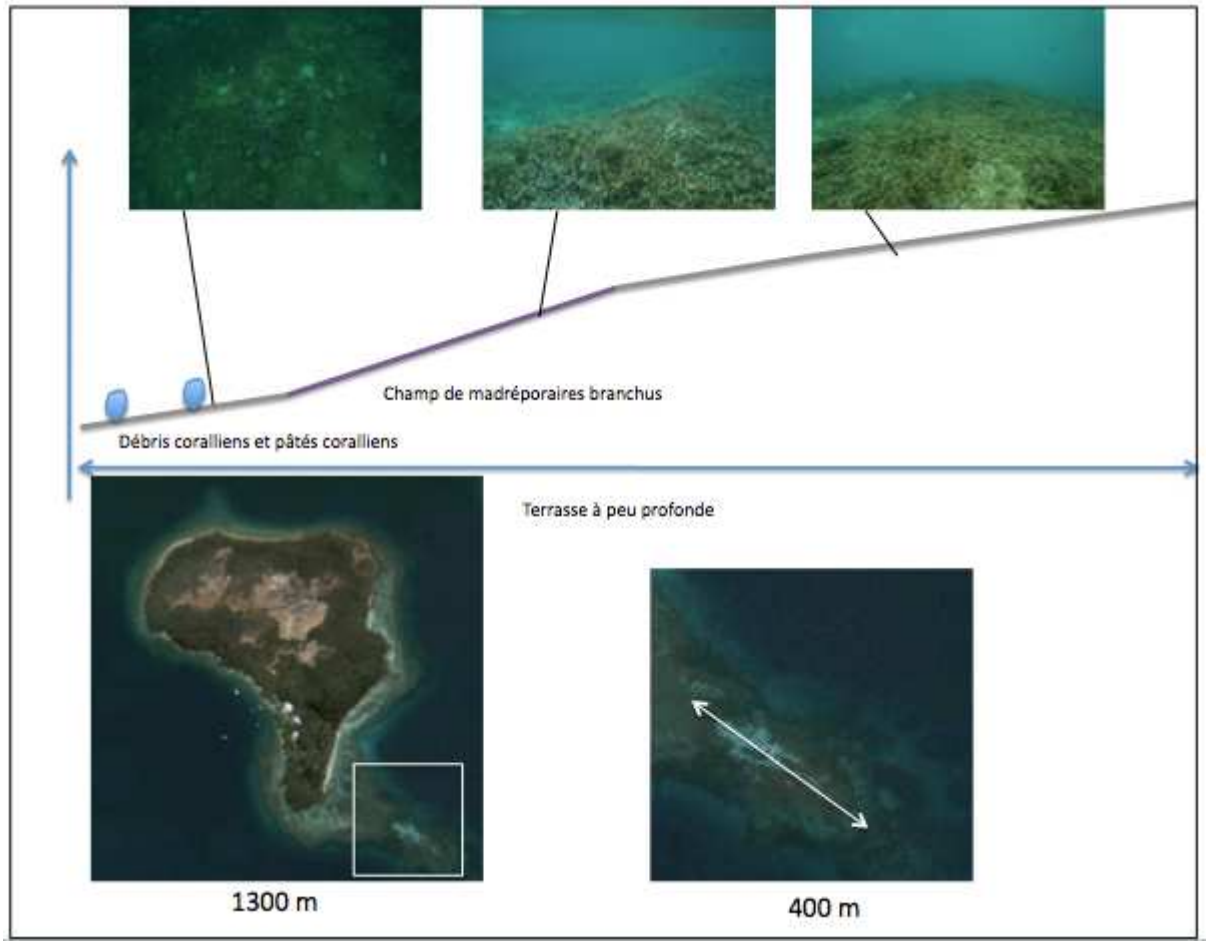
- **<u>Platier</u>**


3m
Platier de madréporaires branchus
Platier arasé à Millepora
Tombant de bassin enclavé à madréporaires branchus
Bassin enclavé
Platier à microatolls
Platier à herbiers denses et microtatolls
1200 m

- **<u>Terrasse</u>**

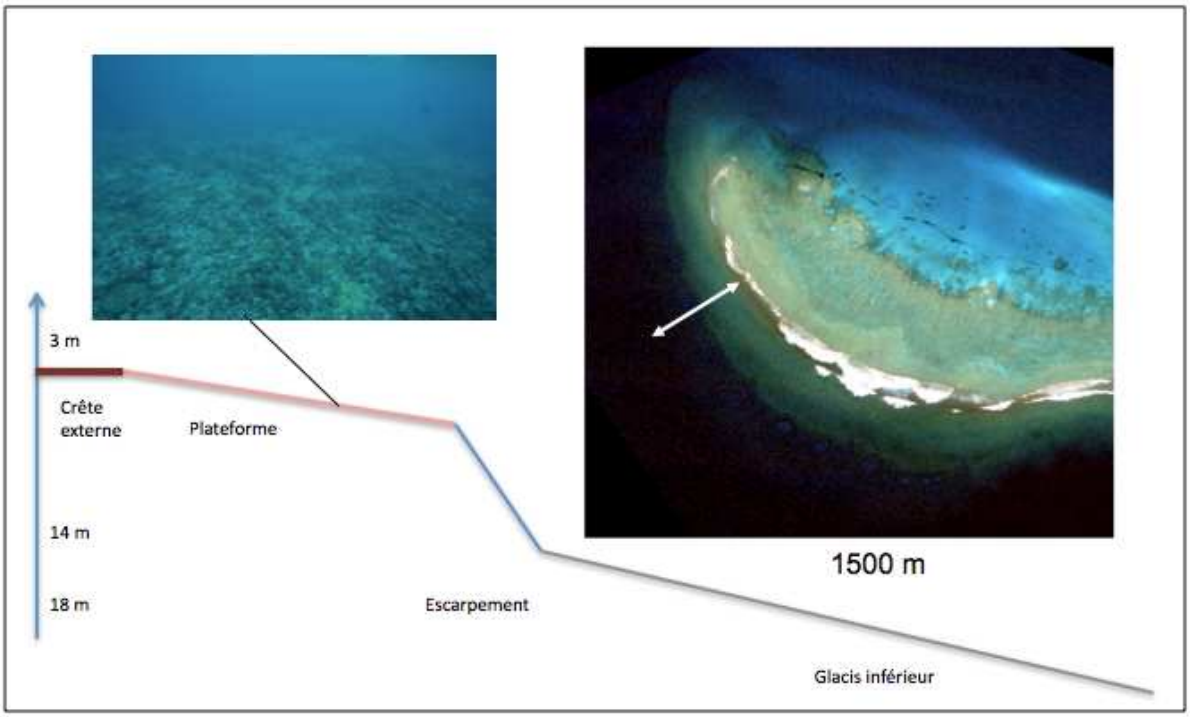

Terrasse peu profonde à herbiers et algues.
Terrasse peu profonde à Halimeda
Terrasse peu profonde à pâtés coralliens
1200 m
400 m

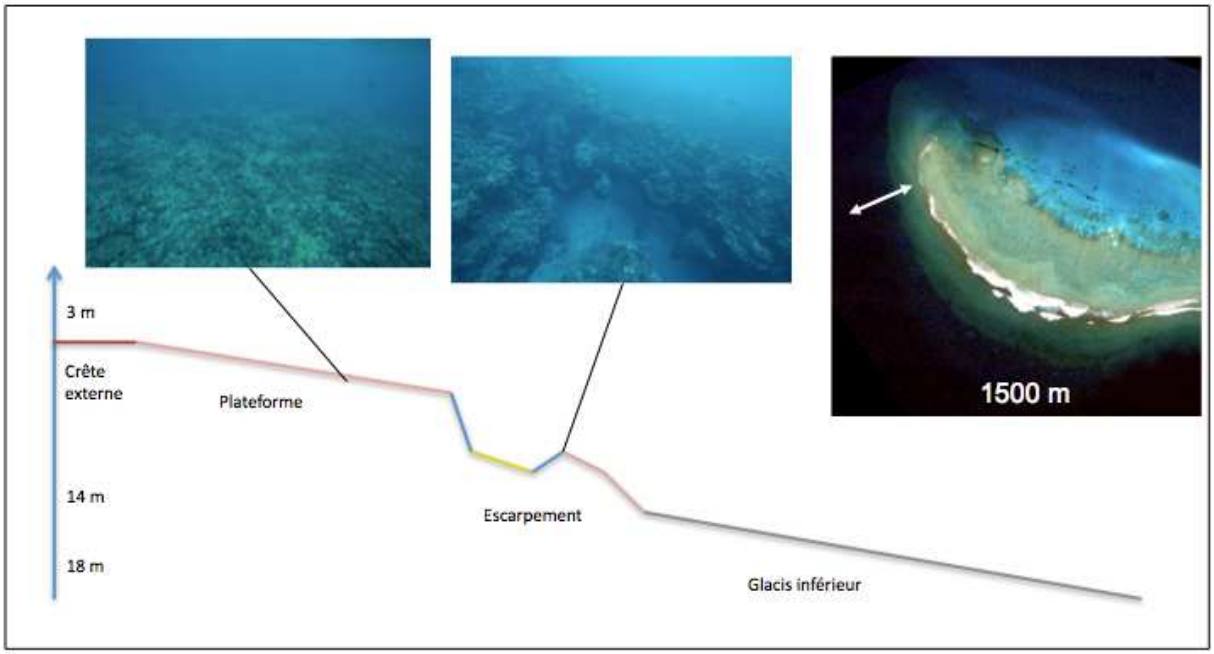


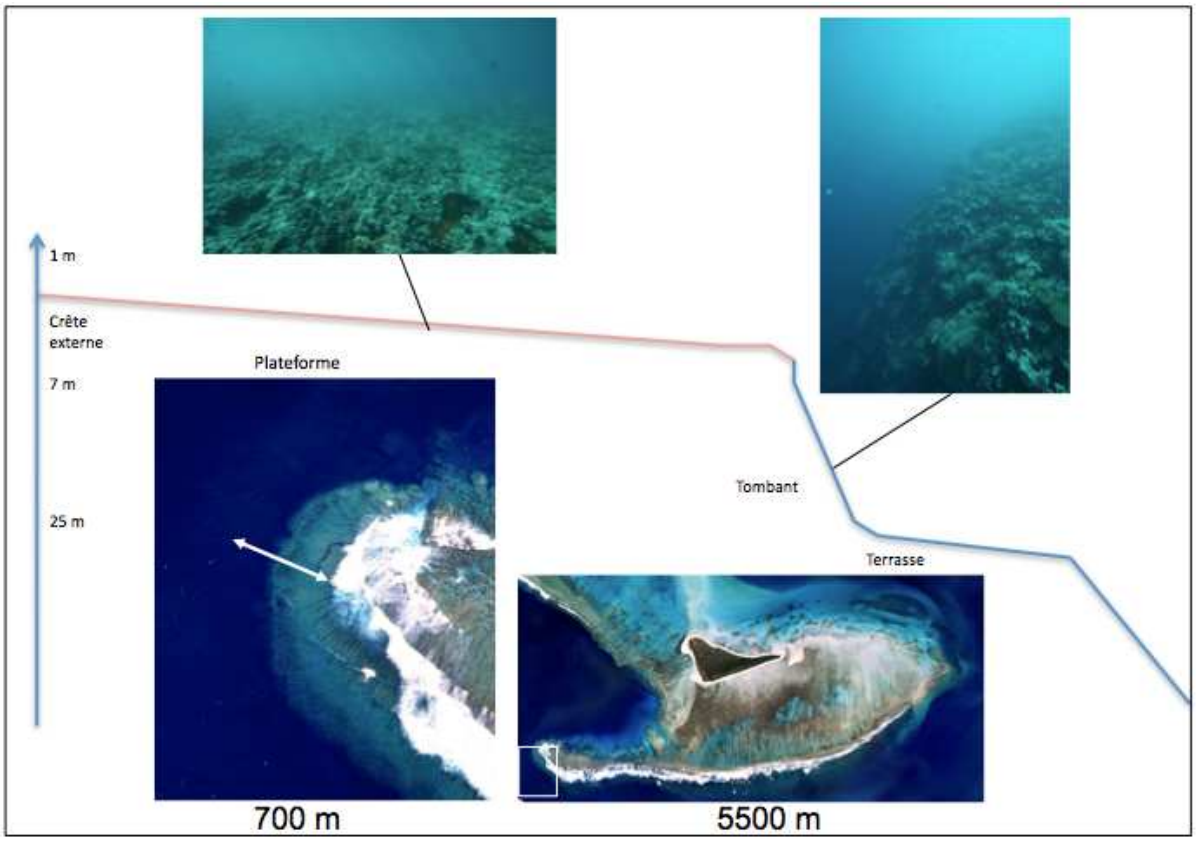


Récif barrière externe

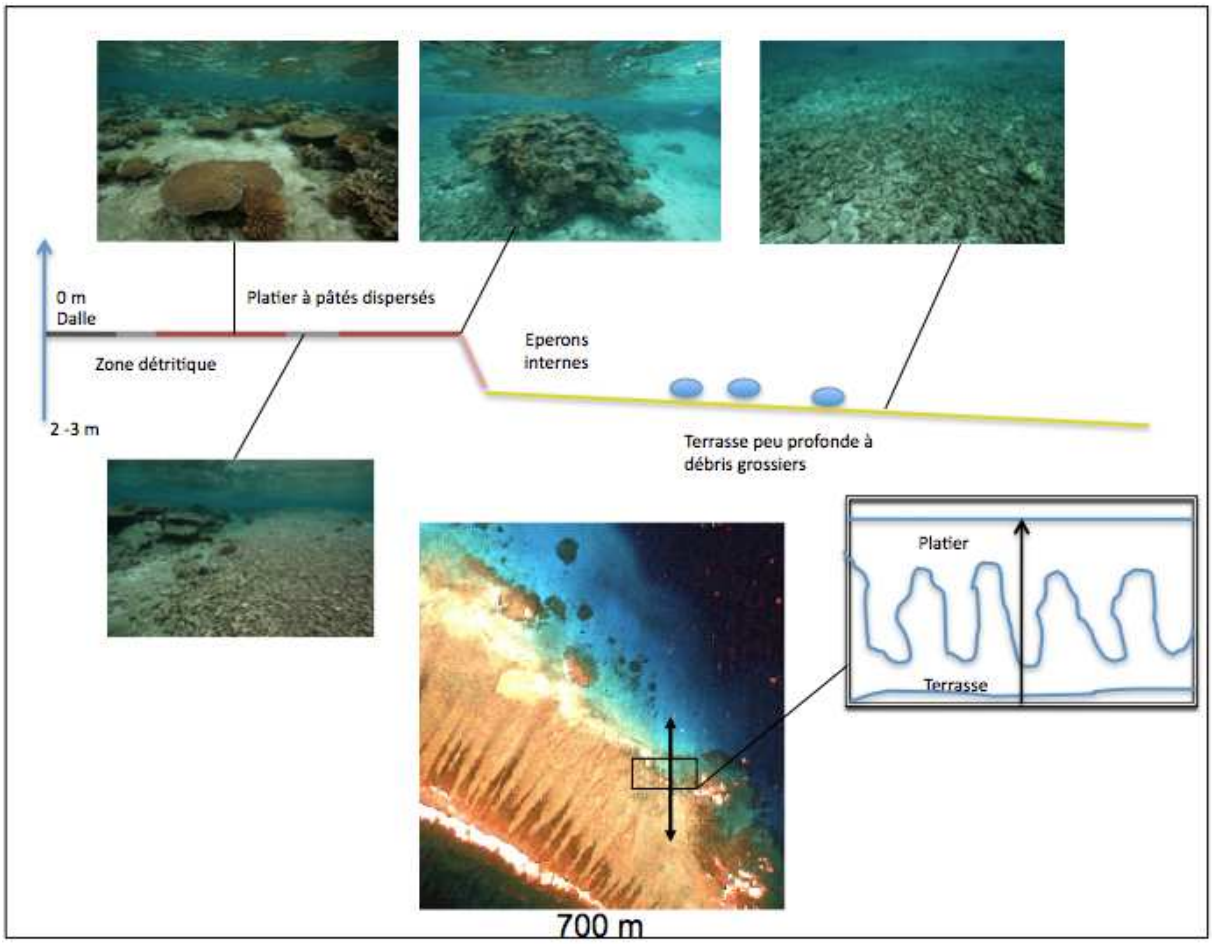
- **<u>Pente externe</u>**

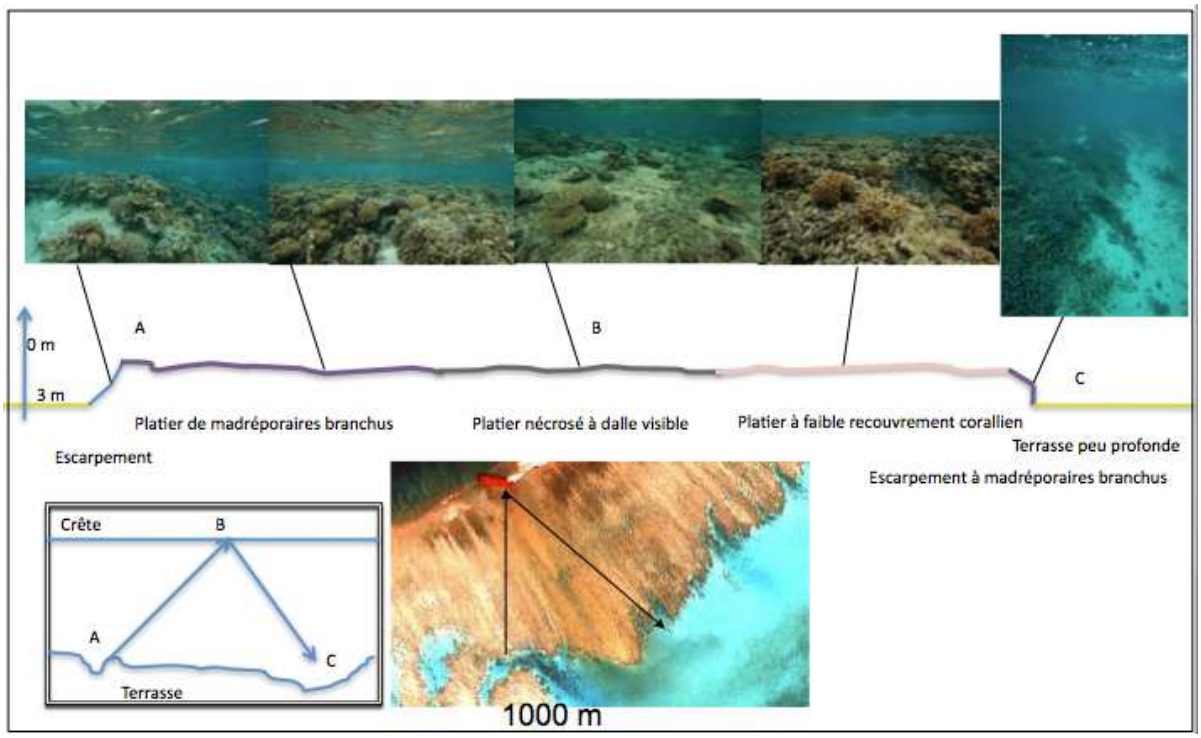


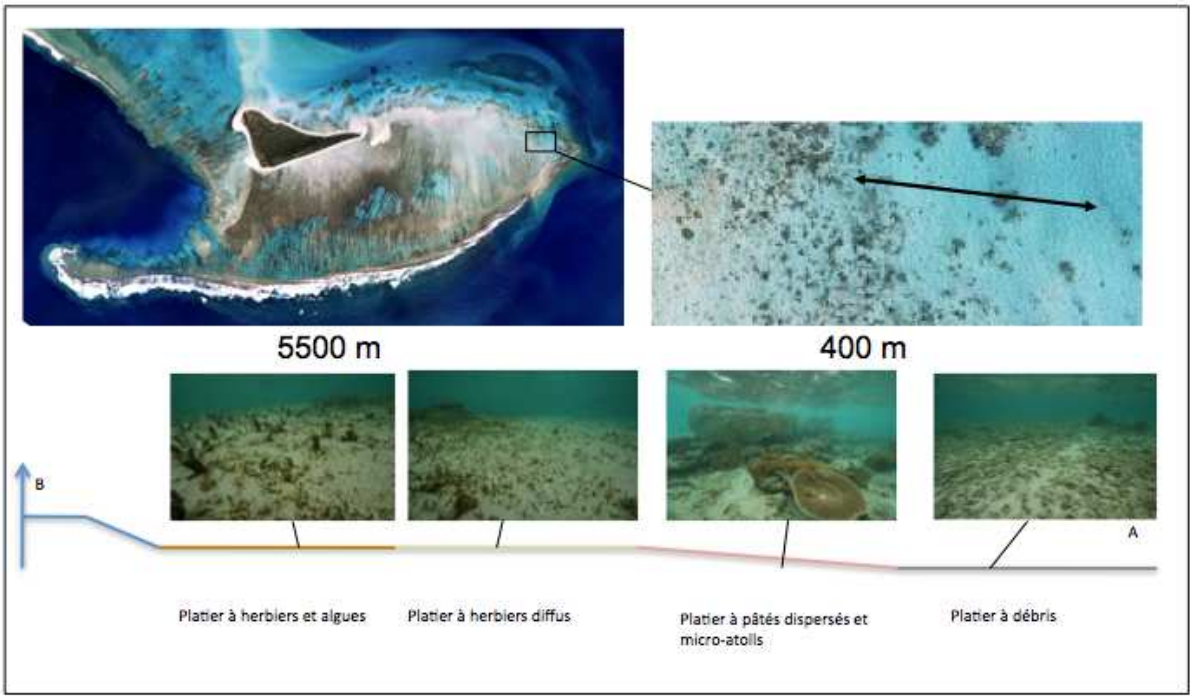



1 m
Crête
externe
7 m
25 m
Plateforme
Tombant
Terrasse
700 m
5500 m

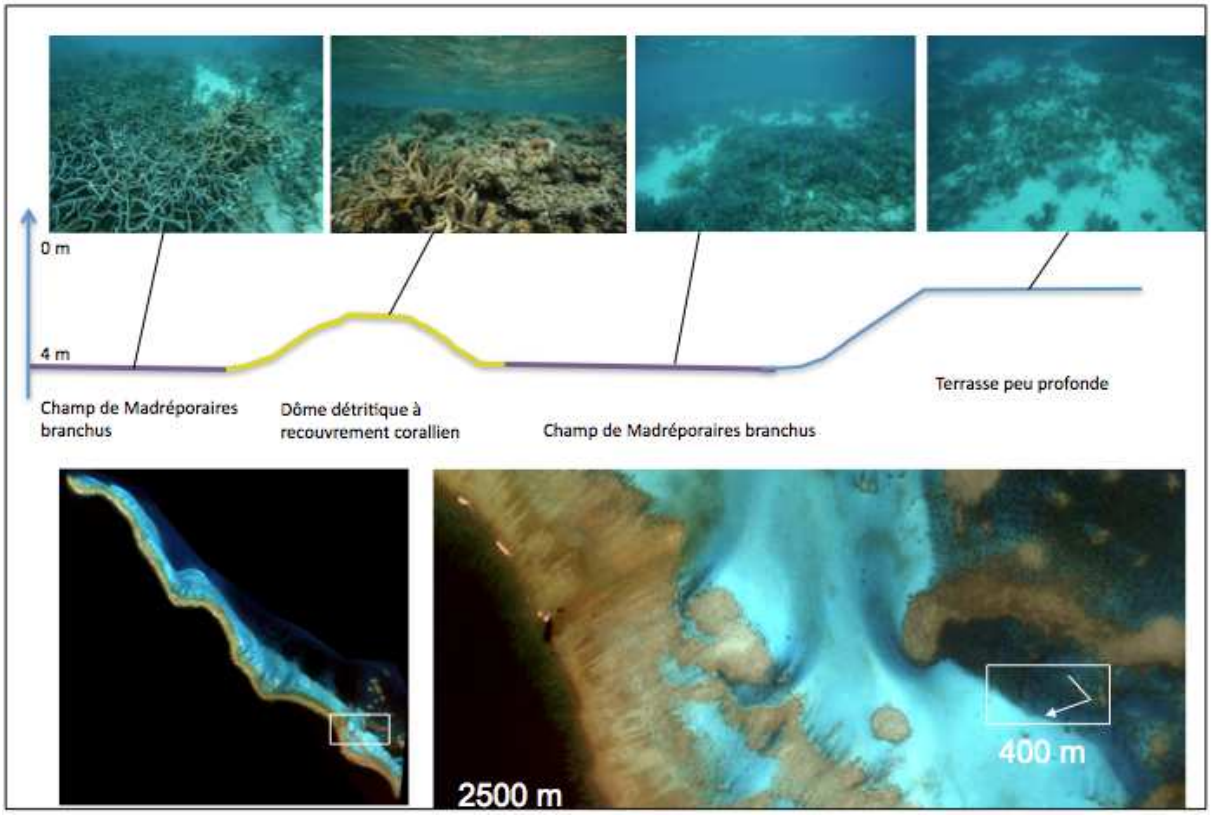
- **<u>Platier</u>**


0 m
Dalle
Platier à pâtés dispersés
Zone détritique
2 -3 m
Eperons
internes
Terrasse peu profonde à
débris grossiers
Platier
Terrasse
700 m

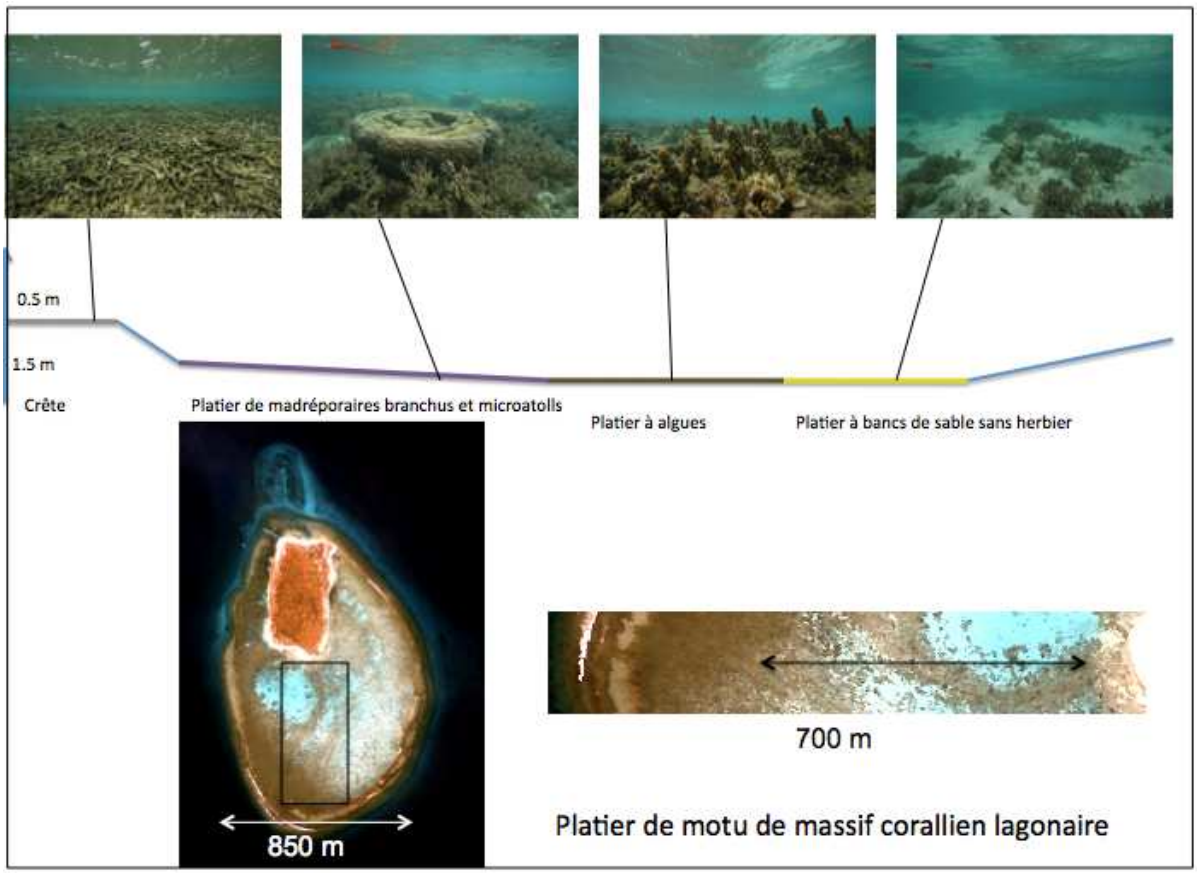

0 m
3 m
A
B
C
Platier de madréporaires branchus
Platier nécrosé à dalle visible
Platier à faible recouvrement corallien
Terrasse peu profonde
Escarpement à madréporaires branchus
Escarpement
Crête
B
A
C
Terrasse
1000 m

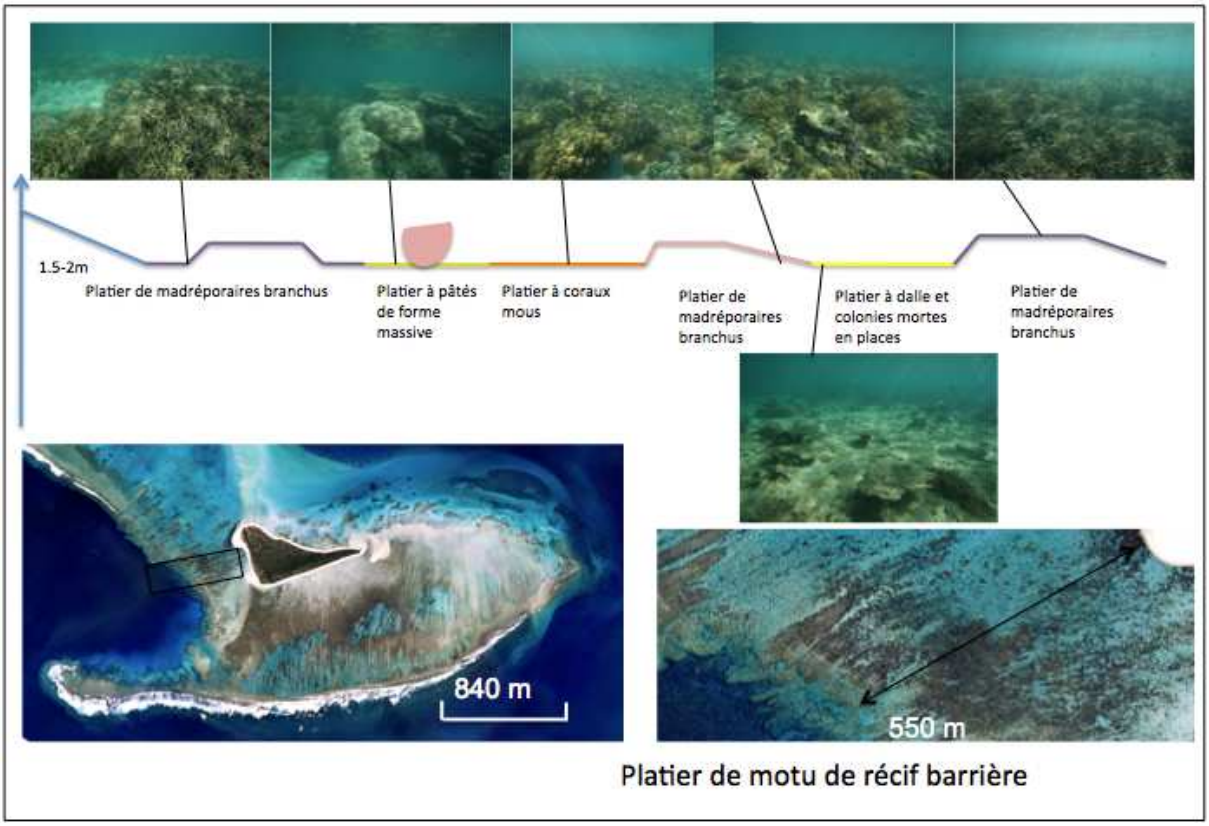

5500 m
400 m
B
A
Platier à herbiers et algues
Platier à herbiers diffus
Platier à pâtés dispersés et micro-atolls
Platier à débris

- **<u>Terrasse</u>**

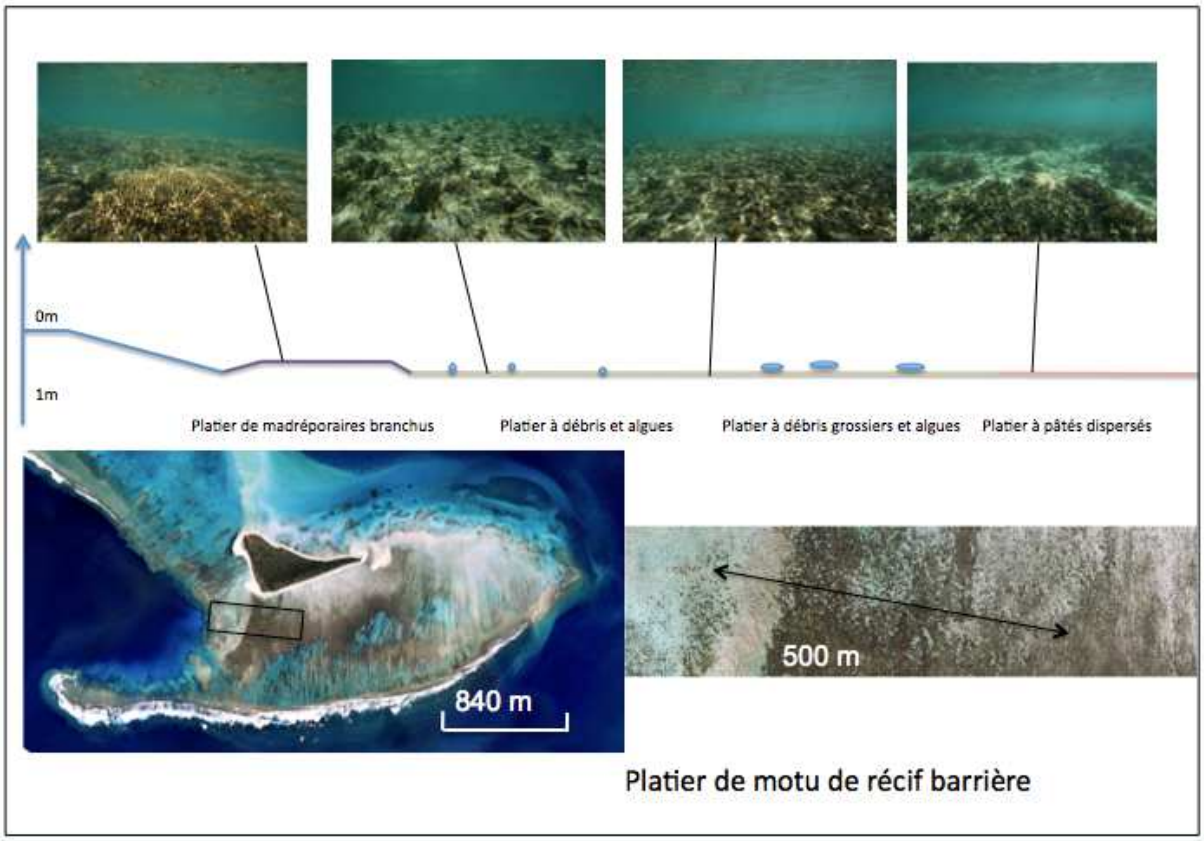


Platier de massif corallien lagonaire

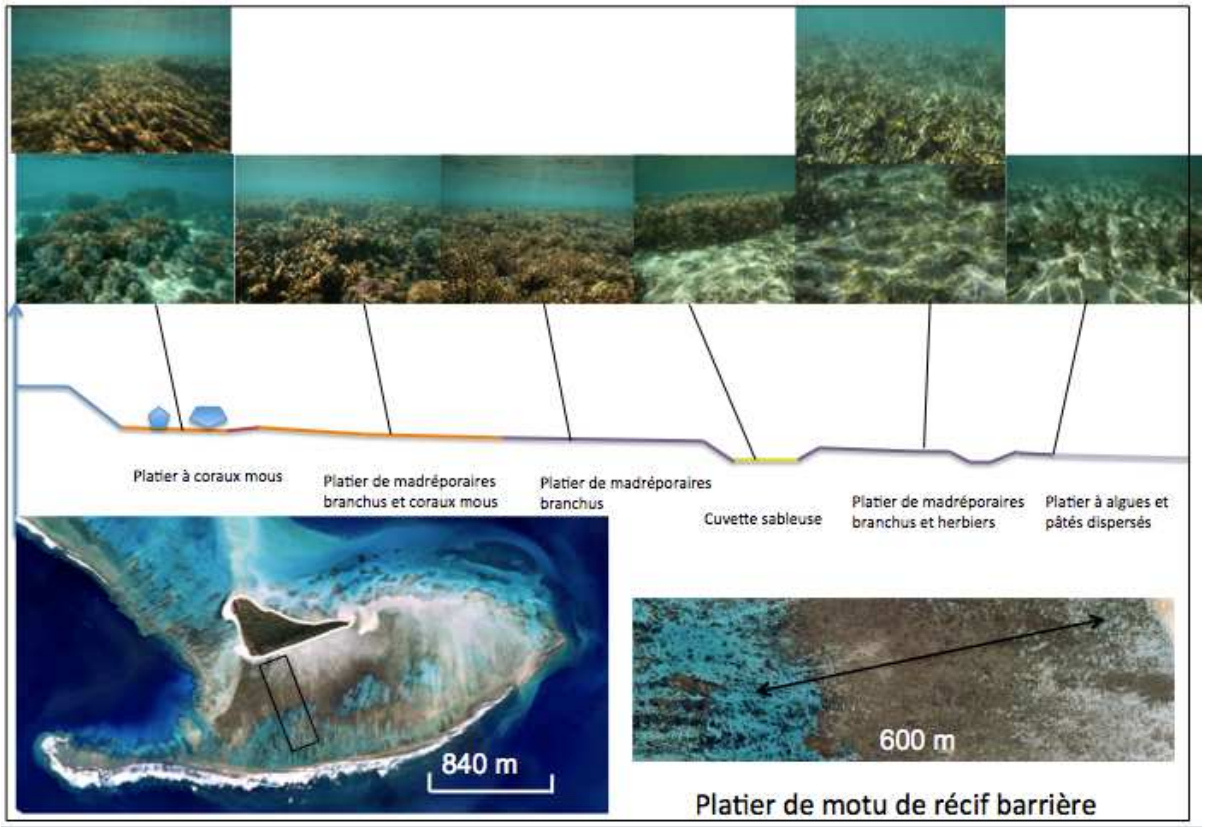


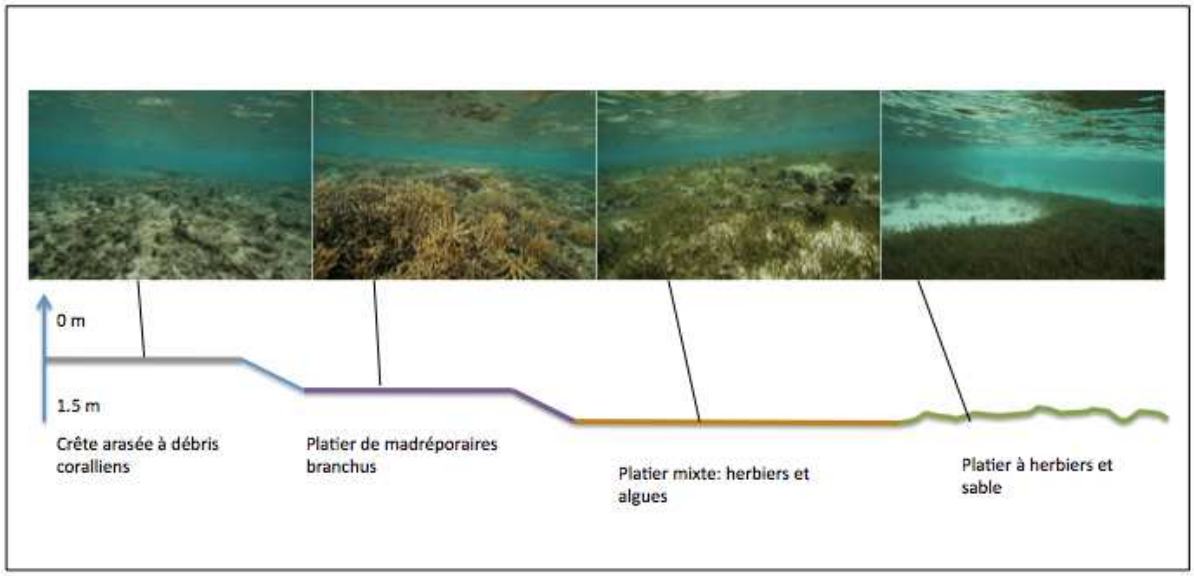


Platier de motu de récif barrière



Platier de motu de récif barrière


Platier à coraux mous
Platier de madréporaires branchus et coraux mous
Platier de madréporaires branchus
Cuvette sableuse
Platier de madréporaires branchus et herbiers
Platier à algues et pâtés dispersés
840 m
600 m
Platier de motu de récif barrière


0 m
1.5 m
Crête arasée à débris coralliens
Platier de madréporaires branchus
Platier mixte: herbiers et algues
Platier à herbiers et sable

Annexe 3 : Typologie format EUNIS, Îles hautes

Version simplifiée

A.9 Coral associated habitat
A.9.1 Ile océanique
A.9.1.1 Ile haute
A.9.1.1.1 Récif frangeant
A.9.1.1.1.1. Récifs frangeants de récif barrière côtier
A.9.1.1.1.1.1 Platier récifal
Cf. Bloc platier
A.9.1.1.1.1.2 Pente de récifs frangeants
Cf. Bloc Pente de récif frangeant
A.9.1.1.1.1.3 Front récifal
Cf. Bloc Front récifal
A.9.1.1.1.1.4 Bassin enclavé
Cf. Bloc Bassin enclavé
A.9.1.1.1.1.5 Terrasse profonde
Cf. Bloc Terrasse profonde
A.9.1.1.1.2 Récif frangeant de lagon
Cf. Récif frangeant de récif barrière côtier
A.9.1.1.1.3 Récif frangeant océanique
A.9.1.1.2 Lagon
A.9.1.1.2.1 Substrat biodétritique
Cf. Bloc Structure sédimentaire de lagon
A.9.1.1.2.2 Substrat dur
A.9.1.1.2.2.1 Diamètre inférieur à 500m (Dépend du contexte aux alentours)
Cf. Bloc Pinacle de lagon
A.9.1.1.2.2.2 Diamètre supérieur à 500m
Cf. Bloc Massif corallien de lagon
A.9.1.1.3 Récif barrière
A.9.1.1.3.1 Récif barrière externe
A.9.1.1.3.1.1 Platier récifal
A.9.1.1.3.1.1.1 Intertidal
Cf. Bloc Platier
A.9.1.1.3.1.1.2 Infratidal
A.9.1.1.3.1.1.1.2.1 Platier infratidal
A.9.1.1.3.1.1.1.2.2 Platier ennoyé profond
A.9.1.1.3.1.2 Ilots de récif barrière
A.9.1.1.3.1.2.1 Origine volcanique
A.9.1.1.3.1.2.1.1 Îlot volcanique de récif barrière
A.9.1.1.3.1.2.1.1.1 Exposition lagonaire
A.9.1.1.3.1.2.1.1.1.1 Récifs frangeants de complexe de récif barrière
Cf. Récifs frangeant de lagon
A.9.1.1.3.1.2.1.1.2 Exposition non lagonaire
A.9.1.1.3.1.2.1.1.2.1 Complexe de récif barrière avec frangeant
A.9.1.3.1.1.2.1.1.2.1.1 Terrasse peu profonde
Cf. Bloc Terrasse peu profonde
A.9.1.3.1.1.2.1.1.2.1.2 Terrasse profonde
Cf. Bloc Terrasse profonde

A.9.1.3.1.1.2.1.1.2.1.3 Récifs frangeants diffus
Accumulation sédimentaire
Pâtés coralliens
A.9.1.3.1.1.2.1.1.2.1.4 Front
Cf. Front récifal
A.9.1.3.1.1.2.1.1.2.1.5 Platier
Cf. Bloc Platier
A.9.1.3.1.1.2.1.1.2.1.6 Pente externe
Cf. Bloc Pente externe

A.9.1.3.1.1.2.2 Origine détritique
A.9.1.3.1.1.2.2.1 Motu
Cf. Bloc Motu
A.9.1.3.1.1.2.2.2 Caye

A.9.1.3.1.1.3 Hoa
Cf. Bloc Hoa
A.9.1.3.1.1.4 Passe
Cf. Bloc Passe
A.9.1.3.1.1.5 Terrasse (équivalent d'un platier sédimentaire)
A.9.1.3.1.1.5.1 Profondeur > 10m
Cf. Bloc Terrasse profonde
A.9.1.3.1.1.5.2 Profondeur < 10m
Cf. Bloc Terrasse peu profonde
A.9.1.3.1.1.6 Front récifal
Cf. Bloc Front récifal
A.9.1.3.1.1.7 Pente interne
Cf. Bloc Pente interne
A.9.1.3.1.1.8 Pente externe
Cf. Bloc pente externe

A.9.1.3.2 Proximité faible à la côte
A.9.1.3.2.1 Récif barrière côtier
A.9.1.3.2.1.1 Platier récifal
Cf. Platier récif barrière externe
A.9.1.3.2.1.2 Chenal
Cf. Bloc Chenal
A.9.1.3.2.1.3 Front récifal
Cf. Front récifal Récif barrière externe
A.9.1.3.2.1.4 Pente externe
Cf. Pente externe de Récif barrière externe
A.9.1.3.2.1.5 Lagon enclavé
Cf. Bloc Pinacles
A.9.1.3.2.1.6 Motu
Cf. Motu Récif barrière externe

Iles Hautes, Version non simplifiée

A.9 Coral associated habitat
A.9.1 Ile océanique
A.9.1.1 Ile haute
A.9.1.1.1 Récif frangeant
A.9.1.1.1.1 Récifs frangeants de récif barrière côtier
A.9.1.1.1.1.1 Platier récifal
A.9.1.1.1.1.1.1 Substrat biodétritique
A.9.1.1.1.1.1.1.1 Platier à algues brunes
A.9.1.1.1.1.1.1.1.1 Débris coralliens
A.9.1.1.1.1.1.1.2 Platier sablodétritique
A.9.1.1.1.1.1.1.3 Platier herbiers
A.9.1.1.1.1.1.1.3.1 Sable grossier à Halimeda
A.9.1.1.1.1.1.1.3.2 Sable, débris et blocailles à Syringodium
A.9.1.1.1.1.1.1.3.3 Patch circulaire sableux à herbiers
A.9.1.1.1.1.1.1.4 Platier à bancs de sable sans herbiers
A.9.1.1.1.1.1.1.4.1 Recouvrement algal à colonies coralliennes très dispersées
A.9.1.1.1.1.1.1.4.3 Fonds sableux grossier à massifs coralliens
A.9.1.1.1.1.1.1.4.4 Tête-de-nègre
A.9.1.1.1.1.1.1.5 Plage sableuse
A.9.1.1.1.1.1.1.5.1Beachrocks
A.9.1.1.1.1.1.2 Substrat construit
A.9.1.1.1.1.1.2.1 Platier à colonies coralliennes dispersées
A.9.1.1.1.1.1.2.1.1 Débris coralliens
A.9.1.1.1.1.1.2.1.2 Blocs (<40cm)
A.9.1.1.1.1.1.2.2 Platier à microatolls
A.9.1.1.1.1.1.2.2.1 Microatolls de porites sp.
A.9.1.1.1.1.1.2.3 Platier nécrosé
A.9.1.1.1.1.1.2.3.1 Coralline
A.9.1.1.1.1.1.2.4 Platier compact (coralline encroutante)
A.9.1.1.1.1.2 Terrasse peu profonde
A.9.1.1.1.1.2.1Substrat biodétritique
A.9.1.1.1.1.2.1.1Recouvrement végétal
A.9.1.1.1.1.2.1.1.1Algueraie
A.9.1.1.1.1.2.1.1.2Herbiers de phanérogames
A.9.1.1.1.1.2.1.2 Recouvrement non végétal
A.9.1.1.1.1.2.1.2.1 Fonds sableux
A.9.1.1.1.1.2.1.2.2 Débris coralliens
A.9.1.1.1.1.2.1.2.3 Corail dispersé
A.9.1.1.1.1.2.1.2.4 Epandage de blocs (<15cm)
A.9.1.1.1.1.2.1.2.5 Rodholithes
A.9.1.1.1.1.3 Pente de récifs frangeants
A.9.1.1.1.1.3.1 Substrat biodétritique
A.9.1.1.1.1.3.1.1 Pente sédimentaire à sable plus ou moins grossier

A.9.1.1.1.1.3.2 Substrat bioconstruit
A.9.1.1.1.1.3.2.1 Pente bioconstruite
A.9.1.1.1.1.3.2.1.1 Formation corallienne compact à dispersée
A.9.1.1.1.1.3.2.1.2 Escarpement de bassin enclavé
A.9.1.1.1.1.3.2.2 Complexe éperons-sillons
A.9.1.1.1.1.3.3 Tombant
A.9.1.1.1.1.3.3.1 Débris coralliens
A.9.1.1.1.1.3.3.2 Colonies coralliennes dispersées
A.9.1.1.1.1.4 Front récifal
A.9.1.1.1.1.4.1 Anastomose de pâtés coralliens
A.9.1.1.1.1.5 Bassin enclavé
A.9.1.1.1.1.5.1 Tombant
A.9.1.1.1.1.5.1.1 Débris
A.9.1.1.1.1.5.1.2 Blocs
A.9.1.1.1.1.5.2 Fonds de cuvette
A.9.1.1.1.1.5.2.1 Herbier de phanérogames
A.9.1.1.1.1.6 Terrasse profonde
A.9.1.1.1.2 Récif frangeant de lagon
Cf. Récif frangeant de récif barrière côtier
A.9.1.1.1.3 Récif frangeant océanique
A.9.1.1.2 Lagon
A.9.1.1.2.1 Substrat biodétritique
A.9.1.1.2.1.1 Dépôts subtidaux
A.9.1.1.2.1.1.1 Accumulation sédimentaire de la pente interne
A.9.1.1.2.1.1.1.1 Dunes hydrauliques de pente interne
A.9.1.1.2.1.1.1.2 Cônes de déjection de Hoa
A.9.1.1.2.1.1.1.3 Talus de pente interne
A.9.1.1.2.1.1.2 Fonds lagonaires
A.9.1.1.2.1.1.2.1 Cuvette
A.9.1.1.2.1.1.2.1.1 Exposé
A.9.1.1.2.1.1.2.1.1.1Pentes à débris coralliens
A.9.1.1.2.1.1.2.1.2Faiblement exposé
A.9.1.1.2.1.1.2.1.2.1 Pente abrupte à surplombs et grottes
A.9.1.1.2.1.1.2.1.3 Fonds sableux
A.9.1.1.2.1.1.2.1.4 Bords
A.9.1.1.2.1.1.2.1.4.1 Dalle à lithothamniées
A.9.1.1.2.1.1.2.2 Plateaux coraux morts à microcuvettes
A.9.1.1.2.1.1.2.3 Plaine sous-marine
A.9.1.1.2.1.1.2.3.1Relief de faille
A.9.1.1.2.1.1.2.3.1.1 Gradins
A.9.1.1.2.1.1.2.3.1.2 Ressauts
A.9.1.1.2.1.1.2.3.2 Relief karstique
A.9.1.1.2.1.1.2.3.2.1 Dépressions
A.9.1.1.2.1.1.2.3.3 Relief de vallées sous-marines
A.9.1.1.2.1.1.2.3.3.1 Dépressions étroites
A.9.1.1.2.1.1.2.4 Plaines au-dessus desquelles surgissent des pitons de récifs
A.9.1.1.2.1.2 Dépôts intertidaux
A.9.1.1.1.2.1.2.1 Structure sédimentaire de pinacle
A.9.1.1.1.2.1.2.1.1 Caye

A.9.1.1.1.2.1.2.1.2 Epandage détritique
A.9.1.1.1.2.1.2.2 Structure sédimentaire de bords de lagon
A.9.1.1.1.2.1.2.2.1 Flèche de lagon
A.9.1.1.1.2.1.2.2.2 Cordon littoral ou de lagon
A.9.1.1.1.2.1.2.2.3 Plage de débris coralliens
A.9.1.1.1.2.1.2.2.4 Plage de débris coquillers
A.9.1.1.2.2 Substrat dur
A.9.1.1.2.2.1 Diamètre inférieur à 500m (Dépend du contexte aux alentours)
A.9.1.1.2.2.1.1 Non affleurant
A.9.1.1.2.2.1.1.1 Pâtés coralliens
A.9.1.1.2.2.1.2 Affleurant
A.9.1.1.2.2.1.2.1 Pinacle
A.9.1.1.2.2.1.2.1.1 Horizon intertidal
A.9.1.1.2.2.1.2.1.1.1 Dalle de platier
A.9.1.1.2.2.1.2.1.1.2 Levée détritique externe
A.9.1.1.2.2.1.2.1.1.3 Dôme
A.9.1.1.2.2.1.2.1.1.4 Epandage détritique
A.9.1.1.2.2.1.2.1.1.5 Caye
A.9.1.1.2.2.1.2.1.1.6 Conglomérat récifal
A.9.1.1.2.2.1.2.1.1.7 Platier de Madréporaires branchus
A.9.1.1.2.2.1.2.1.1.8 Platier à patés disperses
A.9.1.1.2.2.1.2.1.1.9 Platier à microatolls
A.9.1.1.2.2.1.2.1.1.10 Platier à banc de sable sans herbier
A.9.1.1.2.2.1.2.1.2 Horizon supérieur exposé au vent
A.9.1.1.2.2.1.2.1.3 Horizon supérieur sous le vent
A.9.1.1.2.2.1.2.1.4 Horizon intermédiaire
A.9.1.1.2.2.1.2.1.5 Horizon inférieur
A.9.1.1.2.2.2 Diamètre supérieur à 500m
A.9.1.1.2.2.2.1 Massifs coralliens
A.9.1.1.2.2.2.1.1 Platier récifal
A.9.1.1.2.2.2.1.1.1 Platier à débris grossiers
A.9.1.1.2.2.2.1.1.2 Couverture algale
A.9.1.1.2.2.2.1.2 Pente
A.9.1.1.2.2.2.1.2.1 Substrat construit
A.9.1.1.2.2.2.1.2.1.1 Tombant
A.9.1.1.2.2.2.1.2.1.2 Escarpement
A.9.1.1.2.2.2.1.2.2 Substrat biodétritique
A.9.1.1.2.2.2.1.2.2.1 Pente sableuse à colonies A.9.1.1.2.2.2.1.2.2.2 coralliennes dispersées
A.9.1.1.2.2.2.1.3 Terrasse
A.9.1.1.2.2.2.1.4 Fonds sableux
A.9.1.1.2.2.2.1.4.1Forêt de branchus

A.9.1.1.3 Récif barrière
A.9.1.1.3.1 Récif barrière externe
A.9.1.1.3.1.1 Platier récifal
A.9.1.1.3.1.1.1 Intertidal
A.9.1.1.3.1.1.1.1 Platier intertidal
A.9.1.1.3.1.1.1.1.1 Substrat biodétritique

A.9.1.1.3.1.1.1.1.1.1 Dépôts intertidaux

A.9.1.1.3.1.1.1.1.1.1.1Dépôt issu d'un processus de précipitation

A.9.1.1.3.1.1.1.1.1.1.1.1 Beach rock

A.9.1.1.3.1.1.1.1.1.1.1.1.1 Beach rock mode battue

A.9.1.1.3.1.1.1.1.1.1.1.1.2 Beach rock mode calme

A.9.1.1.3.1.1.1.1.1.1.2 Dépôt issu d'un processus d'érosion sur place

A.9.1.1.3.1.1.1.1.1.1.3 Autre origine

A.9.1.1.3.1.1.1.1.1.1.3.1 Mattes microbiennes et kopara (BB)

A.9.1.1.3.1.1.1.1.1.1.3.2 Accumulation sédimentaire de platier

A.9.1.1.3.1.1.1.1.1.1.3.3 Dune hydraulique

A.9.1.1.3.1.1.1.1.1.2 Dépôts aériens

A.9.1.1.3.1.1.1.1.1.2.1 Trainée cyclonique

A.9.1.1.3.1.1.1.1.1.2.1.1 Méga blocs, tête-de-nègre

A.9.1.1.3.1.1.1.1.1.2.1.2 Débris coralliens

A.9.1.1.3.1.1.1.1.2 Substrat construit

A.9.1.1.3.1.1.1.1.2.1 Platier à microatolls (W et F, BB)

A.9.1.1.3.1.1.1.1.2.1.1 Microatolls de porites sp.

A.9.1.1.3.1.1.1.1.2.2 Platier compact (dalle et coralline encroutante)

A.9.1.1.3.1.1.1.1.2.3 Platier de madréporaires branchus (BB)

A.9.1.1.3.1.1.1.1.2.4 Platier à pâtés dispersés (W et F, BB)

A.9.1.1.3.1.1.1.1.2.4.1 Dalle

A.9.1.1.3.1.1.1.1.2.4.2 Débris

A.9.1.1.3.1.1.1.1.2.5 Platier à accumulations de blocs de coraux morts et morceaux de lithothamniées (W et F)

A.9.1.1.3.1.1.1.1.2.6 Platier à pâtés irréguliers jointifs (BB)

A.9.1.1.3.1.1.1.1.2.7 Platier à alignements transversaux

A.9.1.1.3.1.1.1.1.2.8 Platier à débris plus ou moins grossier

A.9.1.1.3.1.1.1.1.2.9 Pinacles de récif barrière

A.9.1.1.3.1.1.1.1.3 Substrat mixte à couverture benthique non dominé par les coraux hermatypiques

A.9.1.1.3.1.1.1.1.3.1 Platier à herbiers de phanérogames

A.9.1.1.3.1.1.1.1.3.2 Platier à colonies mortes en place

A.9.1.1.3.1.1.1.1.3.3 Lagon enclavé

A.9.1.1.3.1.1.1.1.3.3.1 Fonds de lagon

A.9.1.1.3.1.1.1.1.3.3.1.1 Pâtés coralliens

A.9.1.1.3.1.1.1.1.4.3.2 Flanc de lagon

A.9.1.1.3.1.1.1.1.3.3.2.1 Pente détritique

A.9.1.1.3.1.1.1.1.3.4 Dalle de platier

A.9.1.1.3.1.1.1.1.3.4.1 Microcuvette d'érosion

A.9.1.1.3.1.1.2 Infratidal

A.9.1.1.3.1.1.2.1 Platier infratidal

A.9.1.1.3.1.1.2.2 Platier ennoyé profond

A.9.1.1.3.1.2 Ilots de récif barrière

A.9.1.1.3.1.2.1 Origine volcanique

A.9.1.1.3.1.2.1.1 Îlot volcanique de récif barrière

A.9.1.1.3.1.2.1.1.1 Exposition lagonaire

A.9.1.1.3.1.2.1.1.1.1 Récifs frangeants de complexe de récif barrière

Cf. Récifs frangeant de lagon

A.9.1.1.3.1.2.1.1.2 Exposition non lagonaire

A.9.1.1.3.1.2.1.1.2.1 Complexe de récif barrière avec frangeant

A.9.1.1.3.1.2.1.1.2.1.1 Terrasse peu profonde

A.9.1.1.3.1.2.1.1.2.1.1.1 Herbiers mixtes

A.9.1.1.3.1.2.1.1.2.1.2 Terrasse profonde

A.9.1.1.3.1.2.1.1.2.1.2.1Herbiers peu denses

A.9.1.1.3.1.2.1.1.2.1.3 Récifs frangeants diffus

A.9.1.1.3.1.2.1.1.2.1.3.1 Accumulation sédimentaire

A.9.1.1.3.1.2.1.1.2.1.3.2Pâtés coralliens

A.9.1.1.3.1.2.1.1.2.1.4 Front

A.9.1.1.3.1.2.1.1.2.1.4.1 Crête externe

A.9.1.1.3.1.2.1.1.2.1.4.1.1 Caye submersible

A.9.1.1.3.1.2.1.1.2.1.4.1.2 Blocs

A.9.1.1.3.1.2.1.1.2.1.4.1.3 Rainures

A.9.1.1.3.1.2.1.1.2.1.5 Platier

A.9.1.1.3.1.2.1.1.2.1.5.1 Substrat construit

A.9.1.1.3.1.2.1.1.2.1.5.1.1 Platier de colmatage

A.9.1.1.3.1.2.1.1.2.1.5.1.2 Platier à colonies mortes en place

A.9.1.1.3.1.2.1.1.2.1.5.1.3 Platier à alignements transversaux

A.9.1.1.3.1.2.1.1.2.1.5.1.3.1 Blocs

A.9.1.1.3.1.2.1.1.2.1.5.2 Substrat biodétritique

Platier à herbiers

Plages

Blocs (>10cm) basaltique

Beachrock

Chenal d'embarcation

Bassin enclavé

A.9.1.1.3.1.1.1.1.2.1 Cuvette

A.9.1.1.3.1.1.1.1.2.1.1 Fond de cuvette

Microatolls

Débris

Colonies mortes

A.9.1.1.3.1.1.1.1.2.1.2 Flanc de cuvette

A.9.1.1.3.1.1.1.1.2.1.2.1 Pâtés coralliens

A.9.1.1.3.1.1.1.1.2.2 Vasque

Herbiers
A.9.1.1.3.1.2.1.1.2.2Pente externe
Complexe d'éperons et sillons
Complexe de contreforts et vallons
Tombant
Débris coralliens grossiers
A.9.1.1.3.1.2.2 Origine détritique
A.9.1.1.3.1.2.2.1 Motu
A.9.1.1.3.1.2.2.1.1 Structure à recouvrement végétal
A.9.1.1.3.1.2.2.1.2 Grès de plage
A.9.1.1.3.1.2.2.1.3 Conglomérat récifal
A.9.1.1.3.1.2.2.1.4 Accumulation sédimentaire
A.9.1.1.3.1.2.2.1.5 Rempart de blocs
A.9.1.1.3.1.2.2.1.6 Dune
A.9.1.1.3.1.2.2.1.7 Plage sableuse
A.9.1.1.3.1.2.2.1.8 Plage de galets et graviers
A.9.1.1.3.1.2.2.1.9 Hoa de tempête
A.9.1.1.3.1.2.2.1.10 Bassin résiduel enclavé
A.9.1.1.3.1.2.2.1.11 Mattes cyanobactériennes
A.9.1.1.3.1.2.2.1.12 Affleurement de roches volcaniques
A.9.1.1.3.1.2.2.2 Caye

A.9.1.1.3.1.3 Hoa
A.9.1.1.3.1.3.1 Hoa fonctionnel
A.9.1.1.3.1.3.1.1 Cônes de déjection de Hoa
A.9.1.1.3.1.3.1.2 Mattes microbiennes
A.9.1.1.3.1.3.1.3 Zone d'érosion du conglomérat et accumulation de débris
A.9.1.1.3.1.3.1.4 Dalle
A.9.1.1.3.1.3.1.5 Blocs
A.9.1.1.3.1.3.1.6 A pâtés dispersés
A.9.1.1.3.1.3.1.7 A pâtés jointifs
A.9.1.1.3.1.3.1.8 A coraux branchus
A.9.1.1.3.1.3.2 Ouverture simple
A.9.1.1.3.1.3.2.1 Hoa non-fonctionnel
A.9.1.1.3.1.3.2.1.1 Ouvert sur l'océan
A.9.1.1.3.1.3.2.1.1.1 Cordon lagonaire (109)
A.9.1.1.3.1.3.2.1.1.2 Flèche obturation de Hoa (112)
A.9.1.1.3.1.3.2.1.1.3 Conglomérat
A.9.1.1.3.1.3.2.1.2 Ouvert sur le lagon
A.9.1.1.3.1.3.2.1.2.1 Remparts de blocs (70)
A.9.1.1.3.1.3.2.1.2.2 Nappe de gravelle (71)
A.9.1.1.3.1.3.2.1.2.3 Dalle
A.9.1.1.3.1.3.2.1.2.4 Blocs
A.9.1.1.3.1.3.2.1.2.5 A pâtés dispersés
A.9.1.1.3.1.3.2.1.2.6 A pâtés jointifs
A.9.1.1.3.1.3.2.1.2.7 A coraux branchus

A.9.1.1.3.1.4 Passe
A.9.1.1.3.1.4.1 Bordures de passe
A.9.1.1.3.1.4.1.1 Coralline et turf
A.9.1.1.3.1.4.1.2 Massif corallien de passe
A.9.1.1.3.1.4.1.3 Pentes détritiques sableuses

A.9.1.1.3.1.4.1.4 Eperons et sillons de passe
A.9.1.1.3.1.4.1.5 Tombants
A.9.1.1.3.1.4.2 Fonds de passe
A.9.1.1.3.1.4.2.1 Substrat construit
A.9.1.3.1.1.4.2.1.1 Dalle
A.9.1.1.3.1.4.3.2 Substrat biodétritique
A.9.1.1.3.1.4.2.2.1 Travées sableuses (éperons/sillons)
A.9.1.1.3.1.4.2.2.2 Sédiments détritiques grossiers
A.9.1.1.3.1.4.3 Motu de passe
Cf. Motu
A.9.1.1.3.1.4.4 Canyon
A.9.1.1.3.1.5 Terrasse (équivalent d'un platier sédimentaire)
A.9.1.1.3.1.5.1 Profondeur > 10m
A.9.1.1.3.1.5.1.1 Terrasse sédimentaire nu
A.9.1.1.3.1.5.1.1.1 Mats cyanobactériens
A.9.1.1.3.1.5.1.2 Terrasse sédimentaire à coraux dispersés
A.9.1.1.3.1.5.1.2.1 Microatolls de porites métriques
A.9.1.1.3.1.5.1.2.2 Blocs (< 2m)
A.9.1.1.3.1.5.1.3 Terrasse sédimentaire à coraux denses
A.9.1.1.3.1.5.1.3.1 Pâtés coralliens
A.9.1.1.3.1.5.1.3.2 Dalle
A.9.1.1.3.1.5.2 Profondeur < 10m
A.9.1.1.3.1.5.2.1 Terrasse sédimentaire à coraux dispersés
A.9.1.1.3.1.5.2.1.1 Microatolls de porites métriques
A.9.1.1.3.1.5.2.1.2 Blocs (< 2m)
A.9.1.1.3.1.5.2.2 Terrasse sédimentaire à coraux denses
A.9.1.1.3.1.5.2.1.1 Pâtés coralliens
A.9.1.1.3.1.5.2.1.2 Dalle
A.9.1.1.3.1.6 Front récifal
A.9.1.1.3.1.6.1 Intertidal
A.9.1.1.3.1.6.1.1 Crête externe
A.9.1.1.3.1.6.1.1.1 Recouvrement algal
A.9.1.1.3.1.6.1.1.1.1 Crête algale à Lithothamniées
A.9.1.1.3.1.6.1.1.1.1.1 Algues brunes
A.9.1.1.3.1.6.1.1.1.1.2 Algues calcaires encroûtantes
A.9.1.1.3.1.6.1.2 Crête fossile
A.9.1.1.3.1.6.1.3 Absence de crête
A.9.1.1.3.1.6.1.3.1 Platier compact
A.9.1.1.3.1.6.1.3.2 Dalle lisse et étroite
A.9.1.1.3.1.6.2 Subtidal
A.9.1.1.3.1.6.2.1 Chenal de houle
A.9.1.1.3.1.6.2.2 Crique externe
A.9.1.1.3.1.6.2.2.1 Vasque témoin

A.9.1.1.3.1.7 Pente interne
A.9.1.1.3.1.7.1 Substrat détritique
A.9.1.1.3.1.7.1.1 Pente sableuse
A.9.1.1.3.1.7.2 Substrat construit
A.9.1.1.3.1.7.2.1 Escarpement corallien (bourrelet corallien)
A.9.1.1.3.1.7.2.2 Tombant
A.9.1.1.3.1.7.2.2.1 Pâtés coralliens
A.9.1.1.3.1.7.2.3 Pente à pâtés coralliens denses

A.9.1.1.3.1.7.2.4 Pente à pâtés coralliens dispersés
A.9.1.1.3.1.8 Pente externe
A.9.1.1.3.1.8.1 Plateforme rainurée
A.9.1.1.3.1.8.2 Zone à contreforts et vallons
A.9.1.1.3.1.8.2.1 Fonds de vallons
A.9.1.1.3.1.8.2.1.1 Dalle
A.9.1.1.3.1.8.2.1.2 Blocs
A.9.1.1.3.1.8.2.1.3 Sédiments détritiques
A.9.1.1.3.1.8.2.2 Flanc de vallons
A.9.1.1.3.1.8.2.2.1 Colonies coralliennes éparses
A.9.1.1.3.1.8.3 Glacis inférieur
A.9.1.1.3.1.8.3.1 Blocs (<10cm)
A.9.1.1.3.1.8.3.2 Pâtés coralliens
A.9.1.1.3.1.8.4 Cuvette sableuse
A.9.1.1.3.1.8.4.1 Accumulation de blocs détritique et débris
A.9.1.1.3.1.8.5 Complexe éperons et sillons
A.9.1.1.3.1.8.5.1 Eperons
A.9.1.1.3.1.8.5.1.1 Tunnel récifal
A.9.1.1.3.1.8.5.1.2 Lacune transversale aux éperons
A.9.1.1.3.1.8.5.1.3 Verrou de sillon
A.9.1.1.3.1.8.5.1.4 Constructions mamelonnaires de pente externe
A.9.1.1.3.1.8.5.1.5 Accumulation blocs biodétritiques
A.9.1.1.3.1.8.5.2 Fonds de sillons
A.9.1.1.3.1.8.5.2.1 Sable grossier
A.9.1.1.3.1.8.5.2.2 Blocs
A.9.1.1.3.1.8.5.2.3 Débris
A.9.1.1.3.1.8.5.2.4 Dalle
A.9.1.1.3.1.8.5.3 Surface des éperons
A.9.1.1.3.1.8.5.3.1 Dalle calcaire à algues rouge encroûtantes
A.9.1.1.3.1.8.6 Dépression sous-éperons
A.9.1.1.3.1.8.6.1 Débris
A.9.1.1.3.1.8.7 Pente uniforme à patés coralliens
A.9.1.1.3.1.8.8 Pente sableuse
A.9.1.1.3.2 Récif barrière côtier
A.9.1.1.3.2.1 Platier récifal
Cf. Platier récif barrière externe
A.9.1.1.3.2.2 Chenal
Pente construite corallienne
Pente détritique
A.9.1.1.3.2.3 Front récifal
Cf. Front récifal Récif barrière externe
A.9.1.1.3.2.4 Pente externe
Cf. Pente externe de Récif barrière externe
A.9.1.1.3.2.5 Lagon enclavé
Pinacles
A.9.1.1.3.2.6 Motu
Cf. Motu Récif barrière externe
A.9.1.1.4 Massif corallien
A.9.1.1.4.1 Platier récifal
A.9.1.1.4.1.1Platier à débris grossier
A.9.1.1.4.1.1.1 Couverture algale
A.9.1.1.4.1.2 Platier à pâtés coralliens dispersés

A.9.1.1.4.2 Pente
A.9.1.1.4.2.1 Substrat construit
A.9.1.1.4.2.1.1Tombant
A.9.1.1.4.2.1.2 Escarpement
A.9.1.1.4.2.2 Substrat biodétritique
A.9.1.1.4.2.2.1 Pente sableuse à colonies coralliennes dispersées
A.9.1.1.4.2.2.2 Terrasse
A.9.1.1.4.2.2.3 Fonds sableux

Annexe 4 : Typologie format EUNIS, Nouvelle-Calédonie

A.9 Coral associated habitat
A.9.1 Ile continentale
A.9.1.1 Récif barrière
A.9.1.1.1 Complexe de récif barrière externe
A.9.1.1.1.1Platier
A.9.1.1.1.1.1 Intertidal
A.9.1.1.1.1.1.1 Substrat biodétritique
A.9.1.1.1.1.1.1.1 Dépôts intertidaux
A.9.1.1.1.1.1.1.1.1 Dépôt issu d'un processus de précipitation
A.9.1.1.1.1.1.1.1.1.1 Beach rock
A.9.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1 Beach rock mode battue
A.9.1.1.1.1.1.1.1.1.1.2 Beach rock mode calme
A.9.1.1.1.1.1.1.1.1.2 Dépôt issu d'un processus d'érosion sur place
A.9.1.1.1.1.1.1.1.1.2.1Erosion de structure fossile
A.9.1.1.1.1.1.1.1.1.2.1.1 Zones d'érosions du conglomérat et d'accumulation de débris
A.9.1.1.1.1.1.1.1.1.2.1.2Chenaux profonds
A.9.1.1.1.1.1.1.1.1.3 Autre origine
A.9.1.1.1.1.1.1.1.1.3.1 Mattes microbiennes et kopara
A.9.1.1.1.1.1.1.1.1.3.2 Accumulation sédimentaire de platier
A.9.1.1.1.1.1.1.1.1.3.3 Dune hydraulique
A.9.1.1.1.1.1.1.1.2 Dépôts aériens
A.9.1.1.1.1.1.1.1.2.1 Conglomérat immergé
A.9.1.1.1.1.1.1.1.2.1.1 Epandage détritique sur conglomérat
A.9.1.1.1.1.1.1.1.2.2 Trainée cyclonique
A.9.1.1.1.1.1.1.1.2.2.1Blocs cyclopéens
A.9.1.1.1.1.1.1.1.2.2.2 Méga blocs, tête-de-nègre
A.9.1.1.1.1.1.1.1.2.3 Débris coralliens
A.9.1.1.1.1.1.1.1.2.4 Levée détritique en remparts

A.9.1.1.1.1.1.1.2.4.1 Remparts de blocs
A.9.1.1.1.1.1.1.2.4.2 Nappe de gravelle
A.9.1.1.1.1.1.1.2.4.3 Flaque résiduelle
A.9.1.1.1.1.1.2 Structure fossile
A.9.1.1.1.1.1.2.1 Piton de récif ancien : Féo
A.9.1.1.1.1.1.2.1.1 Erosion en pinnacle
A.9.1.1.1.1.1.2.2 Conglomérat émergé
A.9.1.1.1.1.1.2.2.1 Microcuvette
A.9.1.1.1.1.1.2.2.2 Microfalaise
A.9.1.1.1.1.1.3 Substrat construit
A.9.1.1.1.1.1.3.1 Platier à microatolls
A.9.1.1.1.1.1.3.1.1 Microatolls de *Porites sp*.
A.9.1.1.1.1.1.3.2 Platier compact (dalle et coralline encroutantes)
A.9.1.1.1.1.1.3.3 Platier à alignements coralliens transversaux
A.9.1.1.1.1.1.3.4 Platier à pâtés irréguliers, jointifs
A.9.1.1.1.1.1.3.5 Platier de Madréporaires branchus
A.9.1.1.1.1.1.3.6 Platier à pâtés disperses
A.9.1.1.1.1.1.3.6.1 Débris coralliens
A.9.1.1.1.1.1.3.6.2 Blocs (<40cm)
A.9.1.1.1.1.1.3.7 Platier à petits blocs décimétriques
A.9.1.1.1.1.1.3.8 Platier à maërl et rhodolithes (corallines)
A.9.1.1.1.1.1.3.9 Platier à accumulations de coraux morts et morceaux de lithothamniées
A.9.1.1.1.1.1.4 Substrat mixte à couverture benthique non dominée par les coraux hermatypiques
A.9.1.1.1.1.1.4.1 Platier à coraux mous
A.9.1.1.1.1.1.4.2 Platier à algues brunes
A.9.1.1.1.1.1.4.3 Platier sédimentaire à recouvrement algal
A.9.1.1.1.1.1.4.3.1 Débris coralliens
A.9.1.1.1.1.1.4.4 Platier interne sablodétritique
A.9.1.1.1.1.1.4.5 Platier à bancs de sable sans herbiers
A.9.1.1.1.1.1.4.5.1 Recouvrement algal à colonies coralliennes très dispersées
A.9.1.1.1.1.1.4.5.2 Fonds sableux grossier à massifs coralliens
A.9.1.1.1.1.1.4.5.3Tête-de-nègre
A.9.1.1.1.1.1.4.6 Platier herbiers
A.9.1.1.1.1.1.4.6.1 Sable grossier à Haliméda
A.9.1.1.1.1.1.4.6.2 Sable, débris et blocailles à Syringodium
A.9.1.1.1.1.1.4.6.3 Patch circulaire sableux à herbiers
A.9.1.1.1.1.1.4.7 Platier à colonies mortes en place
A.9.1.1.1.1.1.4.8 Dalle de platier
A.9.1.1.1.1.1.4.8.1 Fractures longitudinales
A.9.1.1.1.1.1.4.8.2 Fractures transversales
A.9.1.1.1.1.1.4.8.3 Cuvette d'érosion
A.9.1.1.1.1.1.4.8.4 Faisceaux de cassure
A.9.1.1.1.1.1.4.8.5 Marmite d'érosion
A.9.1.1.1.1.1.4.8.6 Cuvette d'obturation
A.9.1.1.1.1.1.4.8.7 Microcuvette d'érosion

A.9.1.1.1.1.2 Infratidal
A.9.1.1.1.1.2.1 Platier infratidal
A.9.1.1.1.1.2.2 Platier ennoyé profond
A.9.1.1.1.2 Terrasse profonde
A.9.1.1.1.2.1 Terrasse sédimentaire nu
A.9.1.1.1.2.1.1 Mats cyanobactériens
A.9.1.1.1.2.2 Terrasse sédimentaire à coraux dispersés
A.9.1.1.1.2.2.1 Blocs (< 2m)
A.9.1.1.1.2.3 Terrasse sédimentaire à coraux denses
A.9.1.1.1.2.3.1 Pâtés coralliens
A.9.1.1.1.2.4 Terrasse à substrat mixte
A.9.1.1.1.2.4.1 Dalle
A.9.1.1.1.3 Terrasse peu profonde
A.9.1.1.1.3.1 Substrat biodétritique
A.9.1.1.1.3.1.1 Recouvrement végétal
A.9.1.1.1.3.1.1.1 Algueraie
A.9.1.1.1.3.1.1.2 Herbiers
A.9.1.1.1.3.1.1.3 Fonds à cyanophycées
A.9.1.1.1.3.1.2 Recouvrement non végétal
A.9.1.1.1.3.1.2.1 Fonds sableux
A.9.1.1.1.3.1.2.2 Débris coralliens
A.9.1.1.1.3.1.2.3 Champ de madréporaires branchus
A.9.1.1.1.3.1.2.4 Epandage de blocs (< 15cm)
A.9.1.1.1.3.1.2.5 Rodholithes
A.9.1.1.1.3.1.2.6 Pâtés coralliens dispersés
A.9.1.1.1.4 Passe
A.9.1.1.1.4.1 Tombant de passe
A.9.1.1.1.4.1.1 Colonies coralliennes massives et digitées
A.9.1.1.1.4.2 Platier de passe
A.9.1.1.1.4.3 Flanc de passe
A.9.1.1.1.4.3.1 Coralline et turf
A.9.1.1.1.4.3.2 Massif corallien de passe
A.9.1.1.1.4.4 Fonds de passe
A.9.1.1.1.4.4.1 Substrat construit
A.9.1.1.1.4.4.1.1 Dalle
A.9.1.1.1.4.4.2 Substrat biodétritique
A.9.1.1.1.4.4.2.1 Travées sableuses
A.9.1.1.1.4.4.2.2 Sédiments détritiques grossiers
A.9.1.1.1.4.5Motu de passe
A.9.1.1.1.4.6Canyon

A.9.1.1.1.5 Front récifal
A.9.1.1.1.5.1 Intertidal
A.9.1.1.1.5.1.1 Crête externe
A.9.1.1.1.5.1.1.1 Recouvrement algal
A.9.1.1.1.5.1.1.1.1 Crête algale à Porolithon
A.9.1.1.1.5.1.1.1.2 Crête algale à Lithothamniées
A.9.1.1.1.5.1.1.1.2.1 Algues brunes
A.9.1.1.1.5.1.1.1.2.2 Algues calcaires encroûtantes
A.9.1.1.1.5.1.2 Complexe éperons-sillons étroit
A.9.1.1.1.5.1.3 Complexe éperons-sillons large

A.9.1.1.1.5.1.4 Crête fossile
A.9.1.1.1.5.1.4.1 Pinacle résiduel
A.9.1.1.1.5.1.4.2 Nid-de-poule (potholes)
A.9.1.1.1.5.1.5 Structures en chambres et piliers
A.9.1.1.1.5.1.5.1 Aucun recouvrement algal
A.9.1.1.1.5.1.5.1.1 Ancienne crête algale
A.9.1.1.1.5.1.5.1.1.1 Conglomérat
A.9.1.1.1.5.1.6 Absence de crête
A.9.1.1.1.5.1.6.1 Platier compact
A.9.1.1.1.5.1.6.2 Dalle lisse et étroite
A.9.1.1.1.5.1.6.3 Anastomose de pâtés coralliens

A.9.1.1.1.5.2 Subtidal
A.9.1.1.1.5.2.1 Chenal de houle
A.9.1.1.1.5.2.2 Crique externe
A.9.1.1.1.5.2.3 Vasque témoin
A.9.1.1.1.6 Pente externe
A.9.1.1.1.6.1 Plateforme rainurée
A.9.1.1.1.6.2 Plateforme corallienne
A.9.1.1.1.6.3 Zone à contreforts et vallons
A.9.1.1.1.6.4 Fonds de vallons
A.9.1.1.1.6.4.1 Dalle
A.9.1.1.1.6.4.2 Blocs
A.9.1.1.1.6.4.3 Sediments détritiques
A.9.1.1.1.6.5 Flanc de vallons
A.9.1.1.1.6.5.1 Colonies coralliennes éparses
A.9.1.1.1.6.6 Glacis inférieur
A.9.1.1.1.6.6.1 Blocs (<10cm)
A.9.1.1.1.6.6.2 Pâtés coralliens
A.9.1.1.1.6.6.3 Constructions mamelonnaires de pente externe
A.9.1.1.1.6.7 Cuvette sableuse
A.9.1.1.1.6.7.1 Accumulation de blocs détritique et débris
A.9.1.1.1.6.8 Complexe éperons et sillons
A.9.1.1.1.6.8.1 Eperons-sillons étroits (densité éperons-sillons élevée)
A.9.1.1.1.6.8.1.1 Tunnel récifal
A.9.1.1.1.6.8.1.2 Lacune transversale aux éperons
A.9.1.1.1.6.8.1.3 Verrou de sillon
A.9.1.1.1.6.8.1.4 Constructions mamelonnaires de pente externe
A.9.1.1.1.6.8.1.5 Accumulation blocs biodétritiques
A.9.1.1.1.6.8.1.6 Surface des éperons
A.9.1.1.1.6.8.1.6.1 Dalle calcaire à algues rouge encroutantes
A.9.1.1.1.6.8.1.7 Fonds de sillons
A.9.1.1.1.6.8.1.7.1 Sable grossier
A.9.1.1.1.6.8.1.7.2 Blocs
A.9.1.1.1.6.8.1.7.3Débris
A.9.1.1.1.6.8.1.7.4 Dalle
A.9.1.1.1.6.8.2 Eperons-sillons larges
A.9.1.1.1.6.8.2.1 Tunnel récifal
A.9.1.1.1.6.8.2.2 Lacune transversale aux éperons
A.9.1.1.1.6.8.2.3 Verrou de sillon

A.9.1.1.1.6.8.2.4 Constructions mamelonnaires de pente externe
A.9.1.1.1.6.8.2.5 Accumulation blocs biodétritiques
A.9.1.1.1.6.8.2.6 Surface des éperons
A.9.1.1.1.6.8.2.6.1 Dalle calcaire à algues rouge encroutantes
A.9.1.1.1.6.8.2.7 Fonds de sillons
A.9.1.1.1.6.8.2.7.1 Sable grossier
A.9.1.1.1.6.8.2.7.2 Blocs
A.9.1.1.1.6.8.2.7.3 Débris
A.9.1.1.1.6.8.2.7.4 Dalle
A.9.1.1.1.6.9 Dépression sous-éperons
A.9.1.1.1.6.9.1 Débris
A.9.1.1.1.6.10 Pente uniforme à patés coralliens
A.9.1.1.1.6.11 Pente sableuse
A.9.1.1.1.6.12 Tombant
A.9.1.1.1.6.12.1 Accumulation blocs détritiques
A.9.1.1.1.7 Pente interne
A.9.1.1.1.7.1 Substrat détritique
A.9.1.1.1.7.1.1Pente sableuse
A.9.1.1.1.7.2 Substrat construit
A.9.1.1.1.7.2.1 Escarpement coralline (bourrelet coralline)
A.9.1.1.1.7.3 Tombant
A.9.1.1.1.7.3.1 Pâtés coralliens
A.9.1.1.1.7.4 Pente à pâtés coralliens denses
A.9.1.1.1.7.5 Pente à pâtés coralliens disperses
A.9.1.1.1.8 Lagon enclavé
A.9.1.1.1.8.1 Tombant
A.9.1.1.1.8.1.1 Débris
A.9.1.1.1.8.1.2 Blocs
A.9.1.1.1.8.2 Fonds
A.9.1.1.1.8.2.1 Herbier de phanérogames
A.9.1.1.1.8.2.2 Microatolls
A.9.1.1.1.8.2.3 Débris
A.9.1.1.1.8.2.4 Colonies mortes
A.9.1.1.2 Complexe de récif barrière multiple
A.9.1.1.2.1 Platier
A.9.1.1.2.2 Platier récifal fragmenté
A.9.1.1.2.3 Passe
A.9.1.1.2.4 Pinacle de récif barrière
A.9.1.1.2.5 Terrasse interne
A.9.1.1.2.6 Terrasse externe
A.9.1.1.2.7 Lagon de récif barrière multiple
A.9.1.1.3 Complexe de récif barrière côtier
A.9.1.1.3.1 Platier infratidal
A.9.1.1.3.2 Platier récifal intermédiaire
A.9.1.1.3.3 Platier
A.9.1.1.3.4 Passe
A.9.1.1.3.5 Chenal
A.9.1.1.3.6 Lagon enclavé
A.9.1.1.3.7 Terrasse peu profonde
A.9.1.1.3.8 Pente interne

A.9.1.1.3.9 Front récifal
A.9.1.1.3.10 Pente externe
A.9.1.1.4 Complexe de récif barrière imbriqué
A.9.1.1.4.1 Platier ennoyé profond
A.9.1.1.4.2 Platier infratidal
A.9.1.1.4.3 Platier
A.9.1.1.4.4 Passe
A.9.1.1.4.5 Bassin enclavé
A.9.1.1.4.6 Lagon enclavé
A.9.1.1.4.7 Terrasse peu profonde
A.9.1.1.4.8 Front récifal
A.9.1.1.4.9 Pente externe
A.9.1.1.4.10 Pinacle de récif barrière
A.9.1.2 Récif frangeant
A.9.1.2.1 Récif frangeant de lagon
A.9.1.2.1.1 Platier
A.9.1.2.1.1.1 Intertidal
A.9.1.2.1.1.1.1 Substrat biodétritique
A.9.1.2.1.1.1.1.1 Dépôts intertidaux
A.9.1.2.1.1.1.1.1.1 Dépôt issu d'un processus de précipitation
A.9.1.2.1.1.1.1.1.1.1 Beach rock
A.9.1.2.1.1.1.1.1.1.1.2 Beach rock mode battue
A.9.1.2.1.1.1.1.1.1.1.2 Beach rock mode calme
A.9.1.2.1.1.1.1.1.2 Dépôt issu d'un processus d'érosion sur place
A.9.1.2.1.1.1.1.1.2.1 Erosion de structure fossile
A.9.1.2.1.1.1.1.1.2.1.1 Zones d'érosions du conglomérat et d'accumulation de débris
A.9.1.2.1.1.1.1.1.2.2 Chenaux profonds
A.9.1.2.1.1.1.1.1.3 Autre origine
A.9.1.2.1.1.1.1.1.3.1 Mattes microbiennes et kopara
A.9.1.2.1.1.1.1.1.3.2 Accumulation sédimentaire de platier
A.9.1.2.1.1.1.1.1.3.3 Dune hydraulique
A.9.1.2.1.1.1.1.2 Dépôts aériens
A.9.1.2.1.1.1.1.2.1 Conglomérat immergé
A.9.1.2.1.1.1.1.2.1.1 Epandage détritique sur conglomérat
A.9.1.2.1.1.1.1.2.2 Trainée cyclonique
A.9.1.2.1.1.1.1.2.2.1 Blocs cyclopéens
A.9.1.2.1.1.1.1.2.2.2 Méga blocs, tête-de-nègre
A.9.1.2.1.1.1.1.2.3 Débris coralliens
A.9.1.2.1.1.1.1.2.4 Levée détritique en remparts
A.9.1.2.1.1.1.1.2.4.1 Remparts de blocs
A.9.1.2.1.1.1.1.2.4.2 Nappe de gravelle

A.9.1.2.1.1.1.1.2.4.3 Flaque résiduelle

A.9.1.2.1.1.1.2 Structure fossile

A.9.1.2.1.1.1.2.1 Piton de récif ancien :Féo

A.9.1.2.1.1.1.2.1.1 Erosion en pinnacle

A.9.1.2.1.1.1.2.2 Conglomérat émergé

A.9.1.2.1.1.1.2.2.1 Microcuvette

A.9.1.2.1.1.1.2.2.2 Microfalaise

A.9.1.2.1.1.1.3 Substrat construit

A.9.1.2.1.1.1.3.1 Platier à microatolls

A.9.1.2.1.1.1.3.1.1 Microatolls de porites sp.

A.9.1.2.1.1.1.3.2 Platier compact (dalle et coralline encroutantes)

A.9.1.2.1.1.1.3.3 Platier à alignements coralliens transversaux

A.9.1.2.1.1.1.3.4 Platier à pâtés irréguliers, jointifs

A.9.1.2.1.1.1.3.5 Platier de Madréporaires branchus

A.9.1.2.1.1.1.3.6 Platier à pâtés disperses

A.9.1.2.1.1.1.3.6.1 Débris coralliens

A.9.1.2.1.1.1.3.6.2 Blocs (<40cm)

A.9.1.2.1.1.1.3.7 Platier à petits blocs décimétriques

A.9.1.2.1.1.1.3.8 Platier à maërl et rhodolithes (corallines)

A.9.1.2.1.1.1.3.9 Platier à accumulations de coraux morts et morceaux de lithothamniées

A.9.1.2.1.1.1.4 Substrat mixte à couverture benthique non dominée par les coraux hermatypiques

A.9.1.2.1.1.1.4.1 Platier à coraux mous

A.9.1.2.1.1.1.4.2 Platier à algues brunes

A.9.1.2.1.1.1.4.3 Platier sédimentaire à recouvrement algal

A.9.1.2.1.1.1.4.3.1Débris coralliens

A.9.1.2.1.1.1.4.5 Platier interne sablodétritique

A.9.1.2.1.1.1.4.6 Platier à bancs de sable sans herbiers

A.9.1.2.1.1.1.4.6.1 Recouvrement algal à colonies coralliennes très dispersées

A.9.1.2.1.1.1.4.6.2 Fonds sableux grossier à massifs coralliens

A.9.1.2.1.1.1.4.6.3 Tête-de-nègre

A.9.1.2.1.1.1.7Platier herbiers

A.9.1.2.1.1.1.7.1 Sable grossier à Haliméda

A.9.1.2.1.1.1.7.2 Sable, débris et blocailles à Syringofium

A.9.1.2.1.1.1.7.3 Patch circulaire sableux à herbiers

A.9.1.2.1.1.1.8Platier à colonies mortes en place

A.9.1.2.1.1.1.9 Dalle de platier

A.9.1.2.1.1.1.9.1 Fractures longitudinales

A.9.1.2.1.1.1.9.2 Fractures transversales

A.9.1.2.1.1.1.9.3 Cuvette d'érosion

A.9.1.2.1.1.1.9.4 Faisceaux de cassure

A.9.1.2.1.1.1.9.5 Marmite d'érosion

A.9.1.2.1.1.1.9.6 Cuvette d'obturation

A.9.1.2.1.1.1.9.7 Microcuvette d'érosion

A.9.1.2.1.1.2 Infratidal

A.9.1.2.1.1.2.1 Platier infratidal

A.9.1.2.1.1.2.2 Platier ennoyé profond

A.9.1.2.1.2 Terrasse peu profonde
- A.9.1.2.1.2.1 Substrat biodétritique
  - A.9.1.2.1.2.1.1 Recouvrement végétal
    - A.9.1.2.1.2.1.1.1 Algueraie
    - A.9.1.2.1.2.1.1.2 Herbiers
    - A.9.1.2.1.2.1.1.3 Fonds à cyanophycées
  - A.9.1.2.1.2.1.2 Recouvrement non végétal
    - A.9.1.2.1.2.1.2.1 Fonds sableux
    - A.9.1.2.1.2.1.2.2 Débris coralliens
    - A.9.1.2.1.2.1.2.3 Champ de madréporaires branchus
    - A.9.1.2.1.2.1.2.4 Epandage de blocs (< 15cm)
    - A.9.1.2.1.2.1.2.5 Rodholithes
    - A.9.1.2.1.2.1.2.6 Pâtés coralliens dispersés

A.9.1.2.1.3 Lagon ou bassin enclavé
- A.9.1.2.1.3.1 Tombant
  - A.9.1.2.1.3.1.1 Débris
  - A.9.1.2.1.3.1.2 Blocs
- A.9.1.2.1.3.2 Fonds
  - A.9.1.2.1.3.2.1 Herbier de phanérogames
  - A.9.1.2.1.3.2.2 Microatolls
  - A.9.1.2.1.3.2.3 Débris
  - A.9.1.2.1.3.2.4 Colonies mortes

A.9.1.2.1.4 Chenal
- A.9.1.2.1.4.1 Pente construite corallienne
- A.9.1.2.1.4.2 Pente détritique

A.9.1.2.1.5 Front
- A.9.1.2.1.5.1 Intertidal
  - A.9.1.2.1.5.1.1 Crête externe
    - A.9.1.2.1.5.1.1.1 Recouvrement algal
      - A.9.1.2.1.5.1.1.1.1 Crête algale à Porolithon
      - A.9.1.2.1.5.1.1.1.2 Crête algale à Lithothamniées
        - A.9.1.2.1.5.1.1.1.2.1 Algues brunes
        - A.9.1.2.1.5.1.1.1.2.2 Algues calcaires encroûtantes
  - A.9.1.2.1.5.1.2 Complexe éperons-sillons étroit
  - A.9.1.2.1.5.1.3 Complexe éperons-sillons large
  - A.9.1.2.1.5.1.4 Crête fossile
    - A.9.1.2.1.5.1.4.1 Pinacle résiduel
    - A.9.1.2.1.5.1.4.2 Nid-de-poule (potholes)
  - A.9.1.2.1.5.1.5 Structures en chambres et piliers
    - A.9.1.2.1.5.1.5.1 Aucun recouvrement algal
      - A.9.1.2.1.5.1.5.1.1 Ancienne crête algale
        - A.9.1.2.1.5.1.5.1.1 Conglomérat
  - A.9.1.2.1.5.1.6 Absence de crête
    - A.9.1.2.1.5.1.6.1 Platier compact
    - A.9.1.2.1.5.1.6.2 Dalle lisse et étroite
    - A.9.1.2.1.5.1.6.3 Anastomose de patés coralliens

- A.9.1.2.1.5.2 Subtidal
  - A.9.1.2.1.5.2.1 Chenal de houle
  - A.9.1.2.1.5.2.2 Crique externe
  - A.9.1.2.1.5.2.3 Vasque témoin

A.9.1.2.1.6 Pente externe de frangeant
A.9.1.2.1.6.1 Substrat biodétritique
A.9.1.2.1.6.1.1 Pente sédimentaire à sable plus ou moins grossier
A.9.1.2.1.6.2 Substrat bioconstruit
A.9.1.2.1.6.1.1 Pente bioconstruite
A.9.1.2.1.6.1.1.1 Formation corallienne compact à dispersée
A.9.1.2.1.6.1.1.2 Escarpement de bassin enclavée
A.9.1.2.1.6.3 Complexe éperons-sillons
A.9.1.2.1.6.4 Tombant
A.9.1.2.1.6.4.1 Débris coralliens
A.9.1.2.1.6.4.2 Colonies coralliennes disperses
A.9.1.2.1.7 Récif frangeant réticulé
A.9.1.2.2 Récif frangeant de mer intérieure
A.9.1.2.2.1 Chenal
A.9.1.2.2.2 Lagon ou bassin enclavé
A.9.1.2.2.3 Front
A.9.1.2.2.4 Platier
A.9.1.2.2.5 Pente externe
A.9.1.2.3 Récif frangeant de complexe de récif barrière côtier
A.9.1.2.3.1 Platier
A.9.1.2.3.2 Récif frangeant diffus
A.9.1.2.4 Récif frangeant océanique
A.9.1.2.4.1 Platier
A.9.1.2.4.2 Terrasse profonde
A.9.1.2.5 Récifs frangeant diffus
A.9.1.3 Complexe de massifs coralliens
A.9.1.3.1 Complexe de massifs coralliens lagonaires
A.9.1.3.1.1 Platier récifal
A.9.1.3.1.1.1 Platier à débris grossier
A.9.1.3.1.1.1.1 Couverture algale
A.9.1.3.1.1.2 Platier à pâtés coralliens dispersés
A.9.1.3.1.2 Pente
A.9.1.3.1.2.1 Substrat construit
A.9.1.3.1.2.1.1 Tombant
A.9.1.3.1.2.1.2 Escarpement
A.9.1.3.1.2.2 Substrat biodétritique
A.9.1.3.1.2.2.1 Pente sableuse à colonies coralliennes dispersées
A.9.1.3.1.2.2.2 Terrasse
A.9.1.3.1.2.2.3 Fonds sableux
A.9.1.3.1.2.2.3.1 Champ de madréporaires branchus
A.9.1.3.2 Complexe de massifs coralliens de mer intérieure
A.9.1.3.2.1 Platier
A.9.1.3.2.2 Platier infratidal
A.9.1.3.2.3 Lagon enclavé
A.9.1.3.2.4 Terrasse peu profonde
A.9.1.3.2.5 Terrasse profonde
A.9.1.3.2.6 Front
A.9.1.3.2.7 Pente
A.9.1.3.3 Complexe de massifs coralliens de plateau
A.9.1.3.3.1 Platier
A.9.1.3.3.2 Terrasse peu profonde
A.9.1.3.3.3 Terrasse profonde

A.9.1.3.3.4 Bassin enclavé
A.9.1.3.3.5 Front
A.9.1.3.3.6 Pente

Annexe 5 : Blocs utilisés pour la factorisation

Blocs exhaustifs
Platier

Substrat biodétritique
- Dépôts intertidaux
  - Dépôt issu d'un processus de précipitation
    - Beach rock
      - Beach rock mode battue
      - Beach rock mode calme
  - Dépôt issu d'un processus d'érosion sur place
    - Erosion de structure fossile
      - Zones d'érosions du conglomérat et d'accumulation de débris
    - Chenaux profonds
  - Autre origine
    - Mattes microbiennes et kopara
    - Accumulation sédimentaire de platier
    - Dune hydraulique
- Dépôts aériens
  - Conglomérat immergé
    - Epandage détritique sur conglomérat
  - Trainée cyclonique
    - Blocs cyclopéens
    - Méga blocs, tête-de-nègre
  - Débris coralliens
  - Levée détritique en remparts
    - Remparts de blocs
    - Nappe de gravelle
    - Flaque résiduelle

Structure fossile
- Piton de récif ancien :Féo
  - Erosion en pinnacle
- Conglomérat émergé
  - Microcuvette
  - Microfalaise

Substrat construit
- Platier à microatolls
  - Microatolls de *Porites sp*.
- Platier compact (dalle et coralline encroutantes)
- Platier à alignements coralliens transversaux
- Platier à pâtés irréguliers, jointifs
- Platier de Madréporaires branchus
- Platier à pâtés disperses
  - Débris coralliens
  - Blocs (<40cm)
- Platier à petits blocs décimétriques

Platier à maërl et rhodolithes (corallines)
Platier à accumulations de coraux morts et morceaux de lithothamniées
Substrat mixte à couverture benthique non dominée par les coraux hermatypiques
Platier à coraux mous
Platier à algues brunes
Platier sédimentaire à recouvrement algal
Débris coralliens
Platier interne sablodétritique
Platier à bancs de sable sans herbiers
Recouvrement algal à colonies coralliennes très dispersées
Fonds sableux grossier à massifs coralliens
Tête-de-nègre
Platier herbiers
Sable grossier à Haliméda
Sable, débris et blocailles à Syringofium
Patch circulaire sableux à herbiers
Platier à colonies mortes en place
Dalle de platier
Fractures longitudinales
Fractures transversales
Cuvette d'érosion
Faisceaux de cassure
Marmite d'érosion
Cuvette d'obturation
Microcuvette d'érosion
Infratidal
Platier infratidal
Platier ennoyé profond

Ilots volcaniques

Exposition lagonaire
Cf. Récifs frangeant de lagon
Exposition non lagonaire
Terrasse peu profonde
Cf. terrasse peu profonde
Terrasse profonde
Cf. terrasse profonde
Récifs frangeants diffus
Cf. Récifs frangeants diffus
Front
Crête externe
Cf. Crête externe
Platier
Cf. Platier
Pente externe
Cf. Pente externe

Massifs coralliens de lagon

Platier récifal
Platier à débris grossier

Couverture algale
Platier à pâtés coralliens dispersés
Pente
Substrat construit
Tombant
Escarpement
Substrat biodétritique
Pente sableuse à colonies coralliennes dispersées
Terrasse
Fonds sableux
Champ de madréporaires branchus

Pinacle de lagon

Horizon intertidal
Dalle de platier
Levée détritique externe
Dôme
Epandage détritique
Caye
Conglomérat récifal
Platier de Madréporaires branchus
Platier à pâtés disperses
Platier à microatolls
Platier à banc de sable sans herbier
Horizon supérieur exposé au vent
Horizon supérieur sous le vent
Horizon intermédiaire
Horizon inférieur

Structure sédimentaire de lagon

Dépôts subtidaux
Accumulation sédimentaire de la pente interne
Dunes hydrauliques de pente interne
Cônes de déjection de Hoa
Talus de pente interne
Fonds lagonaires
Dépôts intertidaux
Structure sédimentaire de pinacle
Mapikos à coquille de bénitiers
Caye
Epandage détritique
Structure sédimentaire de bords de lagon
Flèche de lagon
Cordon littoral ou de lagon
Plage de débris coralliens
Plage de débris coquillers

Bassin enclavé

Tombant

Débris
Blocs
Fonds
Herbier de phanérogames
Microatolls
Débris
Colonies mortes

Pente externe

Plateforme rainurée
Plateforme corallienne
Zone à contreforts et vallons
Fonds de vallons
Dalle
Blocs
Sédiments détritiques
Flanc de vallons
Colonies coralliennes éparses
Glacis inférieur
Blocs (<10cm)
Pâtés coralliens
Constructions mamelonnaires de pente externe
Cuvette sableuse
Accumulation de blocs détritique et débris
Complexe éperons et sillons
Eperons-sillons étroits (densité éperons-sillons élevée)
Tunnel récifal
Lacune transversale aux éperons
Verrou de sillon
Constructions mamelonnaires de pente externe
Accumulation blocs biodétritiques
Surface des éperons
Dalle calcaire à algues rouge encroutantes
Fonds de sillons
Sable grossier
Blocs
Débris
Dalle
Eperons-sillons larges
Tunnel récifal
Lacune transversale aux éperons
Verrou de sillon
Constructions mamelonnaires de pente externe
Accumulation blocs biodétritiques
Surface des éperons
Dalle calcaire à algues rouge encroutantes
Fonds de sillons
Sable grossier
Blocs
Débris
Dalle

Dépression sous-éperons
    Débris
Pente uniforme à pâtés coralliens
Pente sableuse
Tombant
    Accumulation blocs détritiques

Pente interne

Substrat détritique
    Pente sableuse
Substrat construit
    Escarpement corallien (bourrelet corallien)
    Tombant
        Pâtés coralliens
    Pente à pâtés coralliens denses
    Pente à pâtés coralliens disperses

Pente récif frangeant

Substrat biodétritique
    Pente sédimentaire à sable plus ou moins grossier
Substrat bioconstruit
    Pente bioconstruite
        Formation corallienne compact à dispersée
        Escarpement de bassin enclavé
    Complexe éperons-sillons
        Tombant
            Débris coralliens
            Colonies coralliennes disperses

Passe

Platier de passe
Flanc de passe
    Pentes détritiques
    Eperons et sillons
    Tombant
        Colonies coralliennes massives et digitées
    Coralline et turf
    Massif corallien de passe
Fonds de passe
    Substrat construit
        Dalle
    Substrat biodétritique
        Travées sableuses
        Sédiments détritiques grossiers
Motu de passe
Canyon

Motu

Structure à recouvrement végétal
Grès de plage
Conglomérat récifal
Accumulation sédimentaire
Rempart de blocs
Dune
Plage sableuse
Plage de galets et graviers
Hoa de tempête
Bassin résiduel enclavé
Mattes cyanobactériennes
Affleurement de roches volcaniques

Hoa

Hoa fonctionnel
- Cônes de déjection de Hoa
- Mattes microbiennes
- Zone d'érosion du conglomérat et accumulation de débris
- Dalle
- Blocs
- A pâtés dispersés
- A pâtés jointifs
- A coraux branchus

Ouverture simple
- Hoa non-fonctionnel
  - Ouvert sur l'océan
    - Cordon lagonaire (109)
    - Flèche obturation de Hoa (112)
    - Conglomérat
  - Ouvert sur le lagon
    - Remparts de blocs (70)
    - Nappe de gravelle (71)
    - Dalle
    - Blocs
    - A pâtés dispersés
    - A pâtés jointifs
    - A coraux branchus

Terrasse profonde (>10m)

Terrasse sédimentaire nu
- Mats cyanobactériens

Terrasse sédimentaire à coraux dispersés
- Blocs (< 2m)

Terrasse sédimentaire à coraux denses
- Pâtés coralliens

Terrasse à substrat mixte
    Dalle

Terrasse peu profonde (< 10m)

Substrat biodétritique
    Recouvrement végétal
        Algueraie
        Herbiers de phanérogames
        Fonds à cyanophycées
    Recouvrement non végétal
        Fonds sableux
        Débris coralliens
        Champ de madréporaires branchus
        Epandage de blocs (< 15cm)
        Rodholithes
        Pâtés coralliens disperses

Structure sédimentaire de lagon

Dépôts subtidaux
    Accumulation sédimentaire de la pente interne
        Dunes hydrauliques de pente interne
        Cônes de déjection de Hoa
        Talus de pente interne
    Fonds lagonaires
Dépôts intertidaux
    Structure sédimentaire de pinacle
        Mapikos à coquille de bénitiers
        Caye
        Epandage détritique
    Structure sédimentaire de bords de lagon
        Flèche de lagon
        Cordon littoral ou de lagon
        Plage de débris coralliens
        Plage de débris coquillers

Fonds lagonaires

Cuvette
    Exposé
        Pentes à débris coralliens
    Faiblement exposé
        Pente abrupte à surplombs et grottes
        Fonds sableux
    Bords
        Dalle à lithothamniées
        Plateaux coraux morts à microcuvettes
Plaine sous-marine
    Relief de faille

Gradins
Ressauts
Relief karstique
Dépressions
Relief de vallées sous-marines
Dépressions étroites
Plaines au-dessus desquelles surgissent des pitons de récifs

Front récifal

Intertidal
Crête externe
Recouvrement algal
Crête algale à Porolithon
Crête algale à Lithothamniées
Algues brunes
Algues calcaires encroûtantes
Complexe éperons-sillons étroit
Complexe éperons-sillons large
Crête fossile
Pinacle résiduel
Nid-de-poule (potholes)
Structures en chambres et piliers
Aucun recouvrement algal
Ancienne crête algale
Conglomérat
Absence de crête
Platier compact
Dalle lisse et étroite
Anastomose de patés coralliens
Subtidal
Chenal de houle
Crique externe
Vasque témoin

Bassin enclavé

Tombant
Débris
Blocs
Fonds
Herbier de phanérogames
Microatolls
Débris
Colonies mortes

Blocs spécifiques

Platier de récif frangeant :
Substrat biodétritique

- Platier à algues brunes
  - Débris coralliens
- Platier sablodétritique
- Platier à herbiers
  - Sable grossier à Halimeda
  - Sable, débris et blocailles à Syringodium
  - Patch circulaire sableux à herbiers
- Platier à bancs de sable sans herbiers
  - Recouvrement algal à colonies coralliennes très dispersées
  - Fonds sableux grossier à massifs coralliens
  - Tête-de-nègre
- Plage sableuse
  - Beachrocks

Substrat construit

- Platier à colonies coralliennes dispersées
  - Débris coralliens
  - Blocs (<40cm)
- Platier à microatolls
  - Microatolls de porites sp.
  - Platier nécrosé
  - Coralline
- Platier compact (coralline encroutante)

<u>Platier de récif barrière</u>

Intertidal

- Platier intertidal
  - Substrat biodétritique
    - Dépôts intertidaux
      - Dépôt issu d'un processus de précipitation
        - Beach rock
          - Beach rock mode battue
          - Beach rock mode calme
      - Autre origine
        - Mattes microbiennes et kopara (BB)
        - Accumulation sédimentaire de platier
        - Dune hydraulique
      - Dépôts aériens
        - Trainée cyclonique
          - Méga blocs, tête-de-nègre
          - Débris coralliens
  - Substrat construit
    - Platier à microatolls (W et F, BB)
      - Microatolls de porites sp.
    - Platier compact (dalle et coralline encroutante)
    - Platier de madréporaires branchus (BB)
    - Platier à pâtés dispersés (W et F, BB)
      - Dalle
      - Débris
    - Platier à accumulations de blocs de coraux morts et morceaux de lithothamniées (W et F)
    - Platier à pâtés irréguliers jointifs (BB)

Platier à alignements transversaux
Platier à débris plus ou moins grossier
Pinacles de récif barrière
Substrat mixte à couverture benthique non dominé par les coraux hermatypiques
Platier à algues brunes
Platier à herbiers
Platier à colonies mortes en place
Lagon enclavé
Fonds de lagon
Pâtés coralliens
Flanc de lagon
Pente détritique
Dalle de platier
Microcuvette d'érosion
Infratidal
Platier infratidal
Platier ennoyé profond

Platier de couronne d'atoll :

Substrat biodétritique
Dépôts intertidaux
Dépôt issu d'un processus de précipitation
Beach rock
Beach rock mode battue
Beach rock mode calme
Dépôt issu d'un processus d'érosion sur place
Erosion de structure fossile
Zones d'érosions du conglomérat et d'accumulation de débris
Chenaux profonds
Autre origine
Mattes microbiennes et kopara
Accumulation sédimentaire de platier
Dépôts aériens
Conglomérat immergé
Epandage détritique sur conglomérat
Trainée cyclonique
Blocs cyclopéens
Méga blocs, tête-de-nègre
Débris coralliens
Levée détritique en remparts
Remparts de blocs
Nappe de gravelle
Flaque résiduelle
Structure fossile
Piton de récif ancien :Féo
Erosion en pinnacle
Conglomérat émergé
Microcuvette
Microfalaise
Substrat construit
Platier à microatolls

Microatolls de porites sp.
Platier compact (dalle et coralline encroutantes)
Platier à alignements coralliens transversaux
Platier à pâtés irréguliers, jointifs
Platier de Madréporaires branchus
Platier à pâtés dispersés
Platier à petits blocs décimétriques
Platier à maërl et rhodolithes (corallines)
Substrat à couverture benthique non dominée par les coraux hermatypiques
Platier à coraux mous
Platier à algues brunes
Platier à herbier de phanérogames
Platier à colonies mortes en place
Dalle de platier
Fractures longitudinales
Fractures transversales
Cuvette d'érosion
Faisceaux de cassure
Marmite d'érosion
Cuvette d'obturation

Structure sédimentaire de lagon

Dépôts subtidaux
Accumulation sédimentaire de la pente interne
Dunes hydrauliques de pente interne
Cônes de déjection de Hoa
Talus de pente interne
Fonds lagonaires
Dépôts intertidaux
Structure sédimentaire de pinacle
Mapikos à coquille de bénitiers
Caye
Epandage détritique
Structure sédimentaire de bords de lagon
Flèche de lagon
Cordon littoral ou de lagon
Plage de débris coralliens
Plage de débris coquillers

Pinacle de lagon

Horizon intertidal
Dalle de platier
Levée détritique externe
Dôme
Epandage détritique
Caye
Conglomérat récifal
Platier de Madréporaires branchus
Platier à pâtés disperses

Platier à microatolls
Platier à banc de sable sans herbier
Horizon supérieur exposé au vent
Horizon supérieur sous le vent
Horizon intermédiaire
Horizon inférieur

Massifs coralliens de lagon

Platier récifal
Platier à débris grossier
Couverture algale
Platier à pâtés coralliens dispersés
Pente
Substrat construit
Tombant
Escarpement
Substrat biodétritique
Pente sableuse à colonies coralliennes dispersées
Terrasse
Fonds sableux
Champ de madréporaires branchus

Bassin enclavé

Tombant
Débris
Blocs
Fonds
Herbier de phanérogames
Microatolls
Débris
Colonies mortes

Pente externe de couronne d'atoll

Plateforme corallienne
Complexe éperons et sillons
Zone énergie élevée
Eperons-sillons étroits (densité éperons-sillons élevée)
Tunnel récifal
Lacune transversale aux éperons
Verrou de sillon
Constructions mamelonnaires de pente externe
Accumulation blocs biodétritiques
Zone d'énergie moindre
Eperons-sillons larges
Tunnel récifal
Lacune transversale aux éperons
Verrou de sillon
Constructions mamelonnaires de pente externe
Accumulation blocs biodétritiques

Terrasse
Accumulation de blocs biodétritiques
Zone à contreforts et vallons
Plateforme rainurée
Glacis inférieur
Constructions mamelonnaires de pente externe
Plaine sableuse externe
Tombant
Accumulation blocs détritiques

Pente externe de complexe de RB

Plateforme rainurée
Plateforme corallienne
Zone à contreforts et vallons
Fonds de vallons
Dalle
Blocs
Sédiments détritiques
Flanc de vallons
Colonies coralliennes éparses
Glacis inférieur
Blocs (<10cm)
Pâtés coralliens
Constructions mamelonnaires de pente externe
Cuvette sableuse
Accumulation de blocs détritique et débris
Complexe éperons et sillons
Eperons-sillons étroits (densité éperons-sillons élevée)
Tunnel récifal
Lacune transversale aux éperons
Verrou de sillon
Constructions mamelonnaires de pente externe
Accumulation blocs biodétritiques
Surface des éperons
Dalle calcaire à algues rouge encroûtantes
Fonds de sillons
Sable grossier
Blocs
Débris
Dalle
Eperons-sillons larges
Tunnel récifal
Lacune transversale aux éperons
Verrou de sillon
Constructions mamelonnaires de pente externe
Accumulation blocs biodétritiques
Surface des éperons
Dalle calcaire à algues rouge encroûtantes
Fonds de sillons
Sable grossier
Blocs

Débris
Dalle
Dépression sous-éperons
Débris
Pente uniforme à pâtés coralliens
Pente sableuse
Tombant
Accumulation blocs détritiques

Pente interne

Substrat détritique
Pente sableuse
Substrat construit
Escarpement corallien (bourrelet corallien)
Tombant
Pâtés coralliens
Pente à pâtés coralliens denses
Pente à pâtés coralliens disperses

Pente récif frangeant

Substrat biodétritique
Pente sédimentaire à sable plus ou moins grossier
Substrat bioconstruit
Pente bioconstruite
Formation corallienne compact à dispersée
Escarpement de bassin enclavé
Complexe éperons-sillons
Tombant
Débris coralliens
Colonies coralliennes disperses

Motu

Structure à recouvrement végétal
Grès de plage
Conglomérat récifal
Accumulation sédimentaire
Rempart de blocs
Dune
Plage sableuse
Plage de galets et graviers
Hoa de tempête
Bassin résiduel enclavé
Mattes cyanobactériennes
Affleurement de roches volcaniques

Hoa

Hoa fonctionnel
Cônes de déjection de Hoa

Mattes microbiennes
Zone d'érosion du conglomérat et accumulation de débris
Dalle
Blocs
A pâtés dispersés
A pâtés jointifs
A coraux branchus
Ouverture simple
Hoa non-fonctionnel
Ouvert sur l'océan
Cordon lagonaire (109)
Flèche obturation de Hoa (112)
Conglomérat
Ouvert sur le lagon
Remparts de blocs (70)
Nappe de gravelle (71)
Dalle
Blocs
A pâtés dispersés
A pâtés jointifs
A coraux branchus

Terrasse profonde (>10m)

Terrasse sédimentaire nu
Mats cyanobactériens
Terrasse sédimentaire à coraux dispersés
Blocs (< 2m)
Terrasse sédimentaire à coraux denses
Pâtés coralliens
Terrasse à substrat mixte
Dalle

Terrasse peu profonde (< 10m)

Substrat biodétritique
Recouvrement végétal
Algueraie
Herbiers de phanérogames
Fonds à cyanophycées
Recouvrement non végétal
Fonds sableux
Débris coralliens
Champ de madréporaires branchus
Epandage de blocs (< 15cm)
Rodholithes
Pâtés coralliens disperses

Front récifal de récif frangeant d'île haute océanique

Front récifal d'île haute océanique

Intertidal
Crête externe
    Recouvrement algal
        Crête algale à Lithothamniées
            Algues brunes
            Algues calcaires encroûtantes
Crête fossile
Absence de crête
    Platier compact
    Dalle lisse et étroite
Subtidal
    Chenal de houle
    Crique externe
        Vasque témoin

Front récifal d'île haute continentale

Intertidal
Crête externe
    Recouvrement algal
        Crête algale à Porolithon
        Crête algale à Lithothamniées
            Algues brunes
            Algues calcaires encroûtantes
Complexe éperons-sillons étroit
Complexe éperons-sillons large
Crête fossile
    Pinacle résiduel
    Nid-de-poule (potholes)
Structures en chambres et piliers
    Aucun recouvrement algal
        Ancienne crête algale
            Conglomérat
Absence de crête
    Platier compact
    Dalle lisse et étroite
    Anastomose de patés coralliens
Subtidal
Chenal de houle
Crique externe
Vasque témoin

Front récifal de couronne d'atoll

Emergé
    Crête externe
        Recouvrement algal
            Crête algale à Porolithon
        Aucun recouvrement algal
            Ancienne crête algale

Conglomérat
Complexe éperons-sillons étroit
Complexe éperons-sillons large
Crête fossile
Pinacle résiduel
Nid-de-poule (potholes)
Structures en chambres et piliers
Immergé
Chenal de houle
Crique externe
Vasque témoin

Passe

Platier de passe (CRBE, CRBC)
Flanc de passe
Pentes détritiques
Eperons et sillons
Tombant
Colonies coralliennes massives et digitées
Coralline et turf
Massif corallien de passe
Fonds de passe
Substrat construit
Dalle
Substrat biodétritique
Travées sableuses
Sédiments détritiques grossiers
Motu de passe
Canyon

Passe de couronne d'atoll

Flanc de passe
Surplomb
Canyon
Fonds de passe
Dalle
Platier de passe
Cf. Description de platier couronne d'atoll
Motu de passe
Cf. Description Motu