

Atlas des Récifs Coralliens du Sud-Est de la Papouasie Nouvelle-Guinée

Atlas of Southeast Papua New Guinea Coral Reefs

Serge Andréfouët
Céline Chauvin

Institut de Recherche pour le Développement
Centre de Nouméa, Unité de Recherche CoRéUS (UR128)

Christine J. Kranenburg
Frank E. Muller-Karger

Institute for Marine Remote Sensing, University of South Florida, USA

Marco Noordeloos

The WorldFish Center, Reefbase Project, Penang, Malaysia

Sommaire

CONTEXTE.....	4
IMAGERIE LANDSAT.....	5
TYOLOGIE GLOBALE DES RECIFS CORALLIENS.....	6
LES DIFFERENTS NIVEAUX DE CLASSIFICATION DE RECIFS.....	6
LES GRANDS TYPES DE COMPLEXES RECIFEAUX (NIVEAUX 1, 2 ET 3)	7
<i>Le cas des complexes récifaux d'îles.....</i>	<i>7</i>
<i>Le cas des récifs barrières</i>	<i>7</i>
<i>Le cas des récifs frangeants</i>	<i>8</i>
<i>Le cas des complexes de massifs coralliens</i>	<i>8</i>
LES RECIFS DU SUD-EST DE LA PAPOUASIE NOUVELLE GUINEE	9
SYNTHESE DES SUPERFICIES CALCULEES ET CARACTERES REMARQUABLES	9
DETAIL PAR UNITES GEOMORPHOLOGIQUES (NIVEAUX 2, 4 ET 5)	10
SPECIFICATIONS DES PLANCHES CARTOGRAPHIQUES.....	10
LISTE DES PLANCHES CARTOGRAPHIQUES.....	18
INDEX (ZONES 1 - 9) .....	.....
1 - LOUISADE EAST .....	.....
2 -LOUISADE WEST .....	.....
3 - MILNE BAY .....	.....
4 - PAPUAN BARRIER REEF .....	.....
5 - D'ENTRECASTEAUX ISLAND .....	.....
6 - MUYUA ISLAND - BUDIBUDI ATOLL.....	.....
7 - MARSHAL-BENNET ISLAND - EGUM ATOLL.....	.....
8 - TROBRIAND ISLAND.....	.....
9 - LUSANCAY ISLAND – COLLINGWOOD BAY .....	.....
BIBLIOGRAPHIE.....	18
ANNEXES.....	19
TABLEAU 1: LISTE DES UNITES GEOMORPHOLOGIQUES DU SUD-EST DE LA PAPOUASIE NOUVELLE GUINEE ET LEURS SUPERFICIES.....	19
TABLEAU 2: ATTRIBUTS REEFBASE ET SUPERFICIE DE CHAQUE UNITE GEOMORPHOLOGIQUE PRESENTE DANS LE SUD-EST DE LA PAPOUASIE NOUVELLE GUINEE.....	25
.....

Contexte

Cet atlas financé par le projet *Coral Reef Initiative for the South Pacific* (CRISP) est également une réalisation issue du projet *Millennium Coral Reef Mapping* mis en place en 2001 à l'*Institute for Marine Remote Sensing de University of South Florida* (IMaRS/USF) aux Etats-Unis. Ce projet financé par la *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), *Oceanography Program*, vise à caractériser et à cartographier la totalité des récifs de la planète à partir d'un jeu de données et de méthodes homogènes (images satellitaires de type Landsat, à 30 mètres de résolution) suivant un schéma de classification géographiquement invariant et robuste. La même équipe traite l'ensemble des ~1700 images collectées pour cet objectif, ce qui est un garant de l'homogénéité des produits. Cette équipe est répartie entre le centre de Nouméa (Nouvelle-Calédonie) de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), et IMaRS/USF à Saint Petersburg en Floride. Une description plus complète du projet est disponible sur <http://imars.marine.usf.edu/corals/index.html>. Ce site explique la philosophie du projet, mentionne les nombreux collaborateurs mondiaux, les programmes de recherche en amont et en aval, offre la possibilité de consulter la base d'images et enfin permet le téléchargement de ces images. La conception du projet ainsi que les premières applications, notamment en conservation et inventaire des récifs, sont décrites dans Andréfouët et al. (2005).

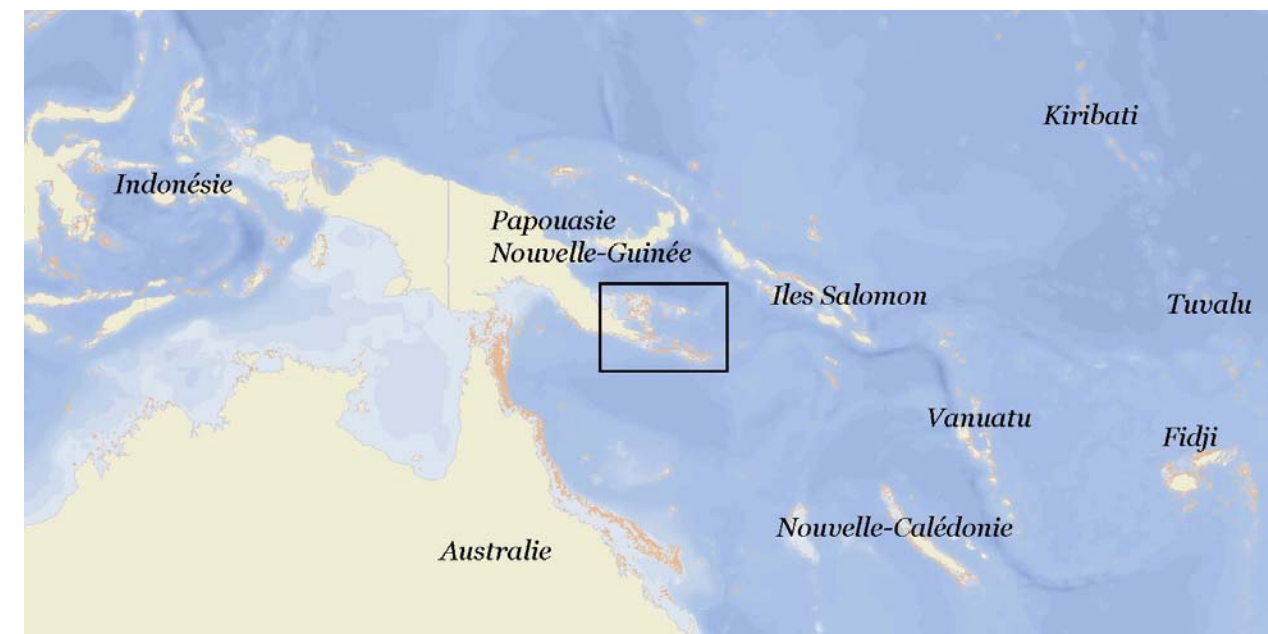
Les produits Millennium ne sont pas destinés à être utilisés pour étudier les changements intervenant sur le récif. En effet, des changements de structures géomorphologiques sont contraints par des processus à des échelles de temps considérables (hormis tsunamis ou cyclones) et donc il serait inutile de refaire périodiquement le même produit dans l'espoir de réaliser un suivi du milieu. En revanche, la cartographie proposée peut servir à définir les zones qui mériteraient soit un suivi *in situ*, soit des produits cartographiques à des échelles spatiales et thématiques différentes (habitats), et donc des acquisitions d'images à très haute résolution.

Les produits Millennium et le schéma de classification décrits au chapitre suivant ont été conçus pour aborder les huit thèmes suivants:

- 1 Evaluation de la surface des récifs modernes
- 2 Productivité des récifs (thématique générale du cycle du carbone)
- 3 Influence des facteurs climatiques et hydrologiques sur la croissance récifale (thématique du changement climatique global)

- 4 Influence de la topographie pré-Holocène et des variations des niveaux marins sur la structure des récifs
- 5 Influence de la structure géomorphologique des récifs sur la biodiversité aux échelles biogéographiques
- 6 Influence de la structure géomorphologique des récifs sur le fonctionnement des lagons
- 7 Pêcheries récifales
- 8 Conservation de la biodiversité

Pour la Papouasie Nouvelle Guinée (PNG) cet atlas remplit avant tout l'objectif numéro 1 pour la zone s'étendant de 149°E-8.15°S au Nord-Ouest jusqu'à 154.25°E-11.50°S au Sud-Est.



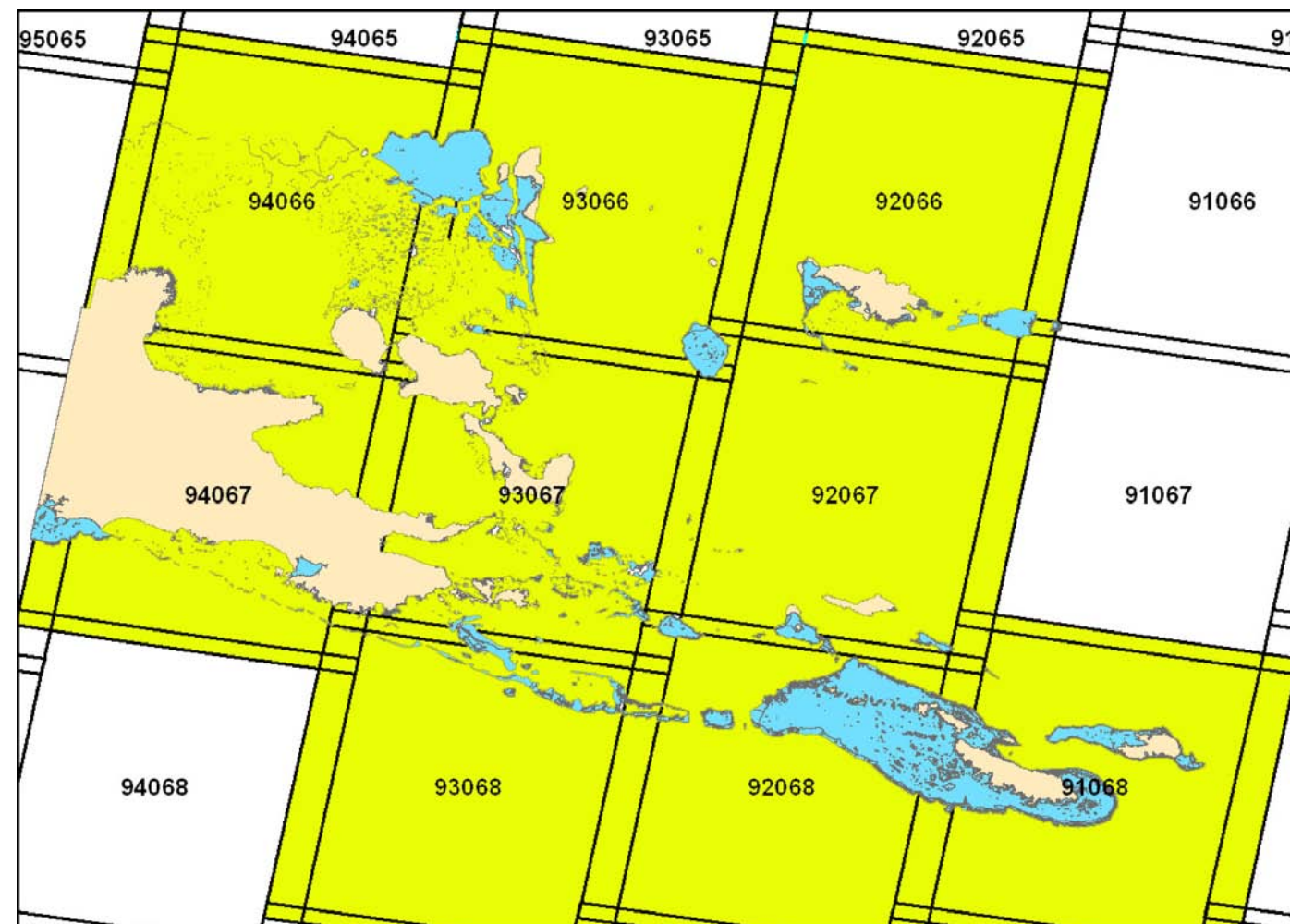
Il s'agit de la zone la plus complexe de PNG en termes de structures récifales. Elle comprend Milne Bay qui est activement étudiée et l'enjeu de programmes de conservation multiples. Le projet CRISP a financé la mise en forme de produits existants Millennium pour la réalisation de cet atlas. Celui-ci permet la diffusion d'une meilleure information concernant la localisation et l'étendue des récifs afin d'aider et optimiser des projets conduits localement.

Imagerie Landsat

Le jeu de données central utilisé pour la réalisation de cet atlas est constitué d'images récentes (1999-2003) acquises par le capteur Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) à bord du satellite Landsat 7. Les images sont acquises suivant un découpage pré-établi (grille Path/Row) parallèle à l'orbite du satellite. La figure ci-dessous montre la couverture Landsat de l'est de la Papouasie Nouvelle Guinée. Le label « 92067 » par exemple marque l'image de coordonnée Path=92, Row=67. Neuf path-row couvrent la zone d'intérêt. Douze images Landsat 7 au total ont été utilisées, trois path-row ayant nécessité deux images en raison de la couverture nuageuse.

Il faut considérer que, en moyenne, les produits sont calés géographiquement à 30-100 mètres de précision en latitude ou en longitude. Par ailleurs, la résolution des images utilisées (28,5 m et 30 m) implique que les structures dont la taille est inférieure à 2 ou 3 pixels (donc ~ 60-100 mètres) ne sont pas forcément cartographiées. Ainsi, les cayes sableuses ou îlots de très petites tailles ou pinacles trop petits peuvent ne pas apparaître. Enfin, la position des frontières des classes cartographiées sont imprécises à un ou deux pixels près, soit 30-60 mètres.

Les images Landsat utilisées sont téléchargeables à partir d'un site créé et géré par le SeaWiFS project, NASA, Goddard Space Flight Center (<http://seawifs.gsfc.nasa.gov/cgi/landsat.pl>).



Typologie globale des récifs coralliens

Les principes ayant conduit à la genèse du schéma de classification géomorphologique utilisé par le projet Millennium sont décrits en détail dans Andréfouët et al. (2005). Nous rappelons ci-dessous quelques points essentiels et utiles dans le contexte de la Papouasie Nouvelle Guinée.

Les différents niveaux de classification de récifs

Le schéma de classification global établi pour l'ensemble des récifs coralliens de la planète est de type hiérarchique et comprend plusieurs niveaux. Au sommet de l'arbre hiérarchique figure la dichotomie entre récifs continentaux et océaniques (Niveau 1). Ceux-ci se scindent ensuite en grands complexes récifaux (Niveau 2 : atolls, bancs, atolls surélevés, îles, massifs coralliens, récifs barrières, récifs frangeants et structures marginales), qui se décomposent eux-mêmes en blocs (Niveau 3). Ceux-ci sont constitués de combinaisons diverses d'unités géomorphologiques (Niveau 4). Ces unités géomorphologiques récifales de Niveau 4 représentent les atomes qui vont constituer l'ensemble des complexes récifaux de niveaux supérieurs (N3, N2, N1). Elles sont parfois spécifiques à un type de complexe, mais la plupart sont ubiquistes (ex. : platier récifal). Les unités géomorphologiques utilisées pour la cartographie mondiale ont été identifiées après examen de plus de 1000 images couvrant la quasi intégralité des récifs coralliens de la planète afin de s'assurer du principe d'exhaustivité et de s'assurer de la possibilité de les reconnaître aisément et systématiquement à l'image.

La combinaison, unique, d'informations de Niveau 1 à 4 constitue la classification finale, de Niveau 5, qui est celle figurant sur les planches cartographiques.

L'absence de données quantitatives de terrain ne permet pas de décrire explicitement les propriétés du milieu (couverture benthique, relief, rugosité, etc.) pour chaque classe géomorphologique. Les catégories retenues peuvent donc paraître simples d'après leurs labels (cf Tableau 1 des unités géomorphologiques de Niveau 5 présente sur la zone étudiée) mais cela est compensé par le nombre de classes finales décrites dans le schéma de classification globale (>800 classes) et par la prise en compte explicite des facteurs d'exposition aux houles et de profondeur. Exposition et profondeur sont deux facteurs importants qui contrôlent la structure de l'habitat. Les classes géomorphologiques refléteront donc souvent, mais de manière implicite, des habitats benthiques différents. Le label géomorphologique est donc souvent un raccourci commode, symbole de nombreuses propriétés du milieu pour qui sait l'interpréter, qu'il soit scientifique ou gestionnaire du milieu..

Les grands types de complexes récifaux (Niveaux 1, 2 et 3)

Le premier critère de décision consiste à discriminer les zones océaniques des zones continentales. La distinction peut sembler triviale, mais ne l'est pas forcément dans les contextes des mers intérieures à volcanisme actif comme en Indonésie (Tomascik 1997) ou les Caraïbes par exemple. La partie Est de PNG traitée ici ne comprend que des récifs continentaux dans la typologie Millennium.

Les complexes récifaux de Niveaux 2 comprennent des structures classiquement décrites en morphologie et génèse récifale. Ce sont les :

- Atolls (*atoll*)
- Atolls surélevés (*uplifted atoll*)
- Bancs (*bank*)
- Complexes récifaux d'îles (*island*)
- Récifs barrières (*barrier reef*)
- Récifs frangeants (*fringing reef*)
- Complexe de massifs coralliens (*patch reef*)
- Complexe marginal de plateau continental (*shelf margin reef*)

A ce stade, il convient de noter que bien que le schéma de classification soit hiérarchique, certaines branches peuvent se rencontrer à différents niveaux de la hiérarchie de la classification mondiale. Par exemple, les récifs frangeants seront présents à 3 niveaux : 1) en tant que complexe Continental, au même titre que les atolls, bancs ou îles ; 2) comme complexe récifal d'île continentale ou océanique ; 3) comme unité d'un complexe de récif barrière côtier continental ou océanique. Il existe ainsi de multiples configurations et degrés d'imbrication.

Nous insistons ci-après sur les structures remarquables de PNG.

Le cas des complexes récifaux d'îles

Les îles (*island*) continentales ne sont pas uniquement des systèmes récifaux. Contrairement aux atolls et bancs coralliens, les îles possèdent une surface de terre émergée non-périphérique, d'importance variable, autour desquelles plusieurs complexes récifaux peuvent se développer, notamment:

- Récifs barrières
- Récifs frangeants
- Complexe de massifs coralliens
- Complexe marginal de plateau continental

Le cas des récifs barrières

Les récifs barrières sont des récifs généralement linéaires, séparés de la côte par un espace qui est généralement un lagon profond, mais parfois une terrasse sédimentaire lagonaire peu profonde rejoignant la côte ou un complexe de récifs frangeants (voir ci-après ce type de récif). On distinguera les complexes de récifs barrières suivant:

- Récif barrière externe (*outer shelf barrier reef*) : le complexe le plus fréquent, marquant la bordure externe du complexe récifal d'une île océanique ou d'une masse continentale
- Récif barrière interne (*inner shelf barrier reef*) : le récif barrière s'est développé sur le plateau continental, en position intermédiaire entre la côte d'un continent (ou des îles continentales) et un autre récif barrière externe.

Ces deux types correspondent à deux « grands sous-complexes » qui seront considérés de Niveau 2. Chacun d'eux peut ensuite donner racine à des blocs de Niveau 3, à savoir :

- Récif barrière imbriqué (*imbricated barrier reef*) : cas d'une section, ou d'un récif barrière (externe ou interne) qui s'enroule sur lui-même donnant des expositions aux houles et vents différentes du reste du récif. Cas également

d'un récif barrière pénétrant dans la zone lagonaire d'un autre récif barrière proche.

- Récif barrière multiple (*multiple barrier reef*) : succession de récifs barrières (externe ou interne) disposés en parallèle, pouvant être jointifs par endroits. En général, il s'agit de double-récif, très rarement de triple-récif.
- Récif barrière côtier (*coastal barrier reef*) : récif barrière (externe ou interne), uniquement séparé de la côte par un lagon ou une terrasse lagonaire peu profonds, en continuité avec un complexe frangeant. Il est souvent décrit dans la littérature et dans l'usage courant comme un barrière ou comme un frangeant. Nous avons défini ce type pour intercaler un stade de développement intermédiaire entre barrière et frangeant.
- Récif barrière avec frangeant (*barrier-fringing reef complexe*) : récif barrière (externe ou interne) qui inclut dans sa structure des complexes frangeants en raison de la présence d'îles volcaniques ou continentales le long de la structure principale.
- Récif barrière à faros (*faro barrier reef*) : récif barrière dont les sections inclues de large lagons ou bassins enclavés au sein du platier récifal. Le terme faro vient de ce que ces structures à lagon sont typiques des Maldives.

Le cas des récifs frangeants

Les récifs frangeants sont des récifs directement accolés à la côte ou, au plus, séparés d'elle par un étroit chenal. Nous conservons donc ici la définition établie par Battistini et al. (1975). Les frangeants peuvent être directement exposés à l'océan, ou protégés par un ensemble périphérique constitué d'autres récifs (frangeant donnant sur un lagon, ou en contact avec un récif barrière côtier) ou de terre émergée (frangeant donnant sur une mer intérieure ou une baie). On distinguera donc les 7 sous complexes (ou blocs de Niveau 3) de récifs frangeants suivants, qui diffèrent soit par : 1/ leurs expositions, 2/ soit par leur possible appartenance à un complexe de récif barrière, 3/ soit par leur structure:

- Récif frangeant exposé à l'océan
- Récif frangeant exposé à des mers intérieures
- Récif frangeant protégé de lagons
- Récif frangeant protégé de baies
- Récif frangeant de récif barrière côtier
- Récif frangeant de récif barrière avec frangeant
- Récif frangeant diffus

Le cas des complexes de massifs coralliens

Le terme de « massif corallien » a été choisi comme équivalent du terme anglais *patch reef*. Bien que ce dernier n'implique pas forcément de notion de taille, alors que c'est le cas pour le terme « massif corallien » (quelques dizaines de mètres de diamètre, Battistini et al. 1975). Aussi, le terme de massif corallien n'impliquera pas ici de limitation de taille. On rajoute le terme « Complexe de » pour préciser que ce sont en général des groupements de massifs coralliens que l'on observe. De la même manière que les frangeants, on distinguera 4 sous-complexes (ou blocs de Niveau 3) qui diffèrent par leurs expositions. Ce sont :

- (Complexe de) Massifs coralliens côtiers ou frangeants
- (Complexe de) Massifs coralliens exposés à l'océan
- (Complexe de) Massifs coralliens exposés à des mers intérieures
- (Complexe de) Massifs coralliens de lagon

Les récifs du sud-est de la Papouasie Nouvelle Guinée

Synthèse des superficies calculées et caractères remarquables

Le sud-est de PNG comprend 170 classes d'unités récifales et lagonaires de Niveau 5 couvrant 16386 km². La liste est fournie dans le tableau 1 suivant, ainsi que les superficies couvertes par chaque classe. La surface des îlots d'atolls et de récifs barrières est de 64 km². Les lagons profonds d'atolls ou d'îles représentent la classe la plus étendue avec 7499 km². En fait, si on ne tient pas compte des lagons, des zones sédimentaires de platier et pente interne d'atolls et autres terrasses sédimentaires, on obtient seulement 3009 km² de surface récifales (ou fonds durs).

En comparaison, le jeu de données à 1 km de résolution qui est utilisé par le *World Atlas of Coral Reefs* (Spalding et al. 2001) fournit 8112 km² de « récifs » sans apparemment inclure de lagons profonds, donc une surestimation de près d'un facteur 3. Toutefois, ce jeu de donnée ne précise pas ce qui est inclus dans le label « reef ». La valeur pourrait être favorablement comparée au 16386-7499=8887 km² que l'on obtient ici sans inclure la surface des lagons profonds. Malheureusement, cet excellent accord ne semble être que le fait du hasard car l'examen de la distribution spatiale des données à 1 km de résolution ne correspond pas toujours, et de loin, à la distribution réelle des récifs.

Le caractère remarquable de la zone traitée ici viens d'abord du nombre de classes continentales présentes : 170, ce qui constitue pour l'instant le nombre le plus élevé de classes continentales observées pour un pays. L'addition des récifs continentaux des îles situées dans la Mer de Bismarck ne devrait guère augmenter ce chiffre.

Tous les types de récifs barrières sont présents, sauf les récifs barrières multiples. Les récifs barrière à faros ont été définis pour cette région. Les sections ouest du récif barrière de Calvados ressemblent parfaitement aux couronnes d'atolls des Maldives, et ceci n'est observable nulle part ailleurs, hormis sur quelques sections de la Grande Barrière de Corail en Australie.

L'autre caractère remarquable de cette région est apporté par la variation très rapide des structures dans l'espace. Des structures complètement différentes sont en vis-à-vis. Par exemple dans la zone de Trobriand (Planche 8) on trouve d'une part de large bancs carbonatés peu profond évoquant les Bahamas qui succèdent abruptement à des zones profondes à récifs annulaires construits le long de paléo-rivières ou paléo-rivages. La diversité des formes de récifs (et d'îles, carbonatées ou volcaniques) de la région est sans nulle doute due à l'activité tectonique de la zone qui induit des épisodes rapides de variations de profondeur ou d'émergence/immergence des substrats propices à l'installation des récifs. Le nombre de récifs frangeant réticulés témoins d'épisodes d'érosions (Purdy et Bertram 1993) est important, par exemple sur l'île de Sudest (Planche 1).

Le Papuan Barrier Reef (Planches 3 et 4) apparaît bien plus étendu que lors de ses descriptions précédentes, en raison du cordon submergé qui connecte le récif intertidal au large de Port-Moresby avec les récifs au large de l'île de Baniara.

Détail par unités géomorphologiques (Niveaux 2, 4 et 5)

Deux tableaux sont fournis en annexe. Le Tableau 1 fournit les surfaces de chaque classe géomorphologique, dans l'ordre croissant de l'attribut GRIDCODE. Ceci permet de faire le lien rapidement avec les planches cartographiques. Toutefois, GRIDCODE n'est pas une valeur séquentielle au sens où les codes ont été rajoutés de manière chronologique au fur et à mesure que de nouvelles structures géomorphologiques apparaissent. Par exemple le code 975 est une nouvelle classe d'unité d'atoll apparue tardivement, bien après les codes 326 à 368 qui sont des unités identifiées plus tôt dans le projet. Les blocs de Niveaux 2 ou 3 peuvent donc ne pas être séquentiels. Ce GRIDCODE est toutefois le lien commun entre toutes les différentes versions des produits Millennium, de Janvier 2004 à Novembre 2006.

Le Tableau 2 fournit la superficie des classes géomorphologiques classées en fonction de l'attribut L5_REEFBASE, qui est depuis Novembre 2006, la clé principale d'identification des classes géomorphologiques. Cette fois, les blocs de Niveaux 2 ou 3 sont séquentiels. Il existe évidemment une correspondance directe entre L5_REEFBASE et GRIDCODE et l'un ou l'autre peuvent être indifféremment utilisés pour une analyse quelconque.

Le Tableau 2 fournit également une série d'autres attributs qui ont été définis pour la visualisation des produits Millennium dans le Système d'Information Géographique sur Internet de REEFBASE (www.reefbase.org), notamment une indication semi-qualitative de la profondeur, et un attribut RB_REEFTYPE_ATTRIB indiquant si la classe peut être intégrée ou non à un ensemble « récif corallien » en fonction de la dominance ou non des fonds sédimentaires.

Spécifications des planches cartographiques

Neuf planches sont disponibles, plus une planche de vue d'ensemble.

Echelle : Les planches au format A3 contiennent une vue au 1/600.000 d'une partie de la zone traitée, ainsi que des agrandissements dont l'échelle est variable.

Légende : La typologie utilisée pour les planches cartographiques est celle du Niveau 5. Le chiffre indiqué pour chaque couleur et label correspond à l'attribut Gridcode des fichiers numériques au format Shapefile (cf Tableau 1).

Projection géographique : projection géographique GCS, WGS 84.

Toponymie : Seules les îles ou récifs principaux ont été indiqués.