

42 80200

Z F

1 7

RAPPORTS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUE

SCIENCES DE LA MER

BIOLOGIE MARINE

N° 43

1987

La production primaire benthique
Compilation bibliographique

GARRIGUE Claire

F 23499

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

ORSTOM

Centre de Nouméa

CENTRE DE NOUMEA

RAPPORTS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

SCIENCES DE LA MER

BIOLOGIE MARINE

N° 43

1987

La production primaire benthique
Compilation bibliographique.

GARRIGUE Claire

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

ORSTOM

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
LES PRODUCTEURS PRIMAIRES DES SYSTEMES RECIFAUX ET LAGONAIRES	2
1 - Les différents groupes de producteurs primaires ..	2
1.1 - Les grandes algues benthiques	2
1.2 - Les corallinacées encroutantes	2
1.3 - Les gazons algaux	2
1.4 - Le microphytobenthos, les cyanophycées et les algues filamenteuses	3
1.5 - Les algues symbiotiques	3
1.6 - Les phanérogames marines	3
1.7 - Le phytoplancton	3
2 - Régulation des populations de producteurs primaires	4
3 - Les associations de producteurs primaires	4
3.1 - Les associations de substrats durs inorganiques	4
3.2 - Les associations de substrats inorganiques meubles ou mobiles	5
3.3 - Les associations vivant sur d'autres organismes vivants	5
METHODE DE MESURE DE LA PRODUCTION PRIMAIRE	6
1 - Définitions des termes employés	6
2 - Méthode non physiologique	7
3 - Méthode physiologique	7
3.1 - La méthode du CO ₂	8
3.2 - La méthode du ¹⁴ C	8
3.3 - La méthode de l'oxygène	8
4 - Le quotient photosynthétique	9
PHOTOSYNTHESE ET PRODUCTION	10
1 - La photosynthèse journalière	10
2 - Les facteurs controlants la production dans les communautés récifales et lagonaires	10

2.1 - Les effets de la lumière et de la température	11
2.2 - Les éléments minéraux	11
2.3 - L'oxygène	11
2.4 - Les capacités photosynthétiques	12
3 - Résultats extraits de la littérature	13
3.1 - Les limites de la production primaire	13
3.2 - La production des macroalgues	13
3.3 - La production des corallinacées	14
3.4 - La production des gazons algaux	14
3.5 - La production des microphytes, et des cyanophycées	14
3.6 - La production des zooxanthelles	15
3.7 - La production des phanérogames	15
3.8 - Bilan sur la production des récifs coralliens	15
CONCLUSION	16
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	17
ANNEXES	23
Annexe 1 - Production et productivité des macroalgues ..	24
Annexe 2 - Production et productivité des corallinacées	27
Annexe 3 - Production et productivité des microphytes, des cyanophycées et des gazons algaux	28
Annexe 4 - Production et productivité des phanérogames..	30
Annexe 5 - Bilan sur la production des communautés coralliennes	31

RESUME

Le présent rapport constitue une synthèse des connaissances actuelles concernant la production primaire benthique des écosystèmes marins.

La première partie traite des organismes responsables de la production primaire et des associations qu'ils constituent.

La deuxième partie présente succinctement les principales méthodes de mesure. Pour de plus amples explications on se reportera aux auteurs cités. La méthode de l'oxygène, utilisée au laboratoire d'océanographie du centre de Nouméa, est présentée en détail.

La dernière partie traite des facteurs controlants la production primaire ~~sont traités~~ (lumière, température, éléments minéraux, capacités photosynthétiques).

Cinq annexes regroupent un grand nombre de résultats extraits de la littérature et portant sur la production nette, sur la production brute et sur la productivité. Ces données permettront au lecteur d'apprécier, le rôle et l'importance des différents groupes de végétaux dans le processus de la production primaire benthique.

Mots-clés : production primaire, phytobenthos, bibliographie, méthodologie, données océanographiques.

ABSTRACT

BENTHIC PRIMARY PRODUCTION : A BIBLIOGRAPHIC COMPILATION

The present report constitutes a synthesis of current knowledge concerning the primary production of the benthic marine ecosystems.

The first part deals with the organisms responsible for primary production and the associations that they constitute.

The second part briefly presents the principal methods of measurement. For more indepth explanations, one can refer to the authors cited. The method of measuring the dissolved oxygen, used at the oceanography laboratory at Nouméa, is presented in detail.

The final parts deals with the factors controlling the primary production (light, temperature, nutrients, photosynthetic capacity).

Five annexes groups together a large number of results extracted from the literature and concerned with net production, gross production and productivity. The given report should permit the reader to appreciate the role and the importance of the different groups of vegetables in the process of benthic primary production.

key words : primary production, phytobenthos, bibliography, methodology, oceanographical data.

citations ?

INTRODUCTION

Jusqu'à ces dernières années, peu d'études avaient été entreprises sur la production primaire du phytobenthos marin car on pensait qu'elle était négligeable. Or il s'avère que les algues benthiques apparaissent extrêmement productives. Leur production mondiale approche 10% de celle du phytoplancton alors qu'elles ne sont réparties que sur 0,1% de la surface de répartition du phytoplancton (Littler et Murray, 1974a) (1). La plus grosse part de la production primaire benthique est le résultat de la photosynthèse de différents groupes algaux; les angiospermes sont relativement éparses sauf dans les régions tropicales et subtropicales où elles forment des herbiers denses dans les milieux peu profonds. Occasionnellement, les bactéries peuvent être importantes, comme sur certains sédiments sableux. Les lichens, eux, restent confinés à la partie supérieure de la zone intertidale.

Les communautés de macrophytes sont développées sur les bordures continentales dans toutes les zones climatiques et sur la plupart des types de rivage. Sur les substrats meubles, elles sont enracinées; elles s'accrochent par des crampons sur les substrats durs; très peu d'espèces sont libres. Les seules zones exemptes de macrophytes sont les plages de sable à fort hydrodynamisme et les sables adjacents. Sur ces substrats, trop instables, une flore riche en diatomées peut en revanche se développer dans les interstices entre les grains de sable.

Dans la partie supérieure de la zone intertidale, les marais salants sont caractéristiques des zones tempérées; dans les zones tropicales ou subtropicales, ils sont remplacés par les mangroves. La production de ces systèmes se situe dans une fourchette de 300 à 2000 gC m⁻²an⁻¹ (Mann, 1982). La plus grande part de ce matériel n'est pas consommée directement par les herbivores mais entre dans le compartiment détritique.

Sur les substrats rocheux des zones intertidales, les phaéophycées dominent avec les genres Fucus, Ascophyllum et Sargassum ainsi qu'une grande variété de petites formes constituant un gazon algal consommé par les invertébrés. Les tissus algaux sont moins résistants à la dessiccation que ceux des angiospermes, et sont soit directement consommés par les herbivores, soit dégradés.

En zone subtidale, les macroalgues dominent sur substrat rocheux alors que les phanérogames forment des herbiers sur les substrats meubles. Les herbiers denses d'algues et de phanérogames constituent un habitat ainsi qu'une source de nourriture à tout un ensemble d'invertébrés et à leurs prédateurs.

(1) Littler et Murray (1974a) citent Ryther (1963); cet auteur n'a pas été consulté.

LES PRODUCTEURS PRIMAIRES DES SYSTEMES RECIFAUX ET LAGONNAIRES

1 - Les différents groupes de producteurs primaires

1.1 - Les grandes algues benthiques

Elles sont abondantes dans les récifs coralliens où leur présence est liée aux herbivores. Ces derniers contrôlent la croissance de ces algues sur le récif, par le biais du broutage.

Les Sargassum spp. sont les plus représentatives; leurs capacités photosynthétiques sont peu connues. Mann (1982) écrit que ce sont les algues les plus productrices des communautés de zones peu profondes des régions tropicales.

Les Halimeda spp., algues calcifiées, contribuent à la formation du récif et plus spécialement à la constitution des substrats sableux.

Les Laurencia spp., Hydroclathrus clathratus et Caulerpa spp. sont abondantes saisonièrement.

La contribution de ces macrophytes benthiques à la production primaire du récif et du lagon peut être importante localement.

1.2 - Les corallinacées encroûtantes

Elles sont abondantes partout sur le récif où elles recouvrent les fragments de coraux cassés et jouent un rôle important dans la construction et la consolidation du récif. Des valeurs de production comprises entre 0,66 à 0,94 gC m⁻² jour⁻¹ ont été mesurées (Marsh, 1970; Littler et Doty, 1975). Compte tenu de leur abondance sur le récif, il est possible que ces algues soient de très importants producteurs primaires dans le complexe récifal.

1.3 - Les gazons algaux

Plusieurs études indiquent la grande importance des gazons algaux dans la production du récif (Wanders, 1976). Ils présentent un taux de photosynthèse élevé et sont intensément consommés par les poissons et les invertébrés. Ils sont très abondants sur les substrats récifaux durs ou ils présentent un rapport P/B (production/biomasse) élevé. Il est probable qu'ils représentent la composante la plus importante de la production primaire du récif (Larkum, 1983)(1).

(1) Larkum (1983) cite Lewis (1977), cet auteur n'a pas été consulté.

1.4 - Le microphytobenthos, les cyanophycées et les algues filamenteuses

On rencontre ces algues sur et dans les substrats durs et au sein des substrats meubles comme les zones sableuses qui peuvent servir de substrat à des algues unicellulaires ou filamenteuses. Sur les substrats composés de débris de coraux couverts d'algues filamenteuses, la production primaire peut être élevée.

Les quelques études sur les substrats meubles indiquent un faible niveau de productivité dû probablement à la faible quantité de lumière qui pénètre les substrats (Plante-Cuny, 1973; Sournia, 1976).

1.5 - Les algues symbiotiques

Les zooxanthelles, dinoflagellés symbiotiques, vivent à l'intérieur des coraux hermatypiques. Ces algues représentent 10% de la biomasse des tissus coralliens. Elles jouent un rôle énorme dans la production primaire du récif dans laquelle elles constituent un compartiment fermé qui communique seulement et indirectement avec le reste du récif par le biais de quelques poissons broutant le corail, le mucus ou les détritiques coralliens (Larkum, 1983)(1). Les nombreuses études sur le métabolisme des coraux montrent que celui-ci est légèrement autotrophe ou juste équilibré.

1.6 - Les phanérogames marines

Les phanérogames sont abondantes dans les lagons peu profonds. Elles stabilisent les sédiments et créent des habitats pour les organismes benthiques. Ce sont des fixateurs d'azote. En effet, dans les sédiments des herbiers de *Thalassia* il existe un fort taux d'azote dû à l'existence, dans la rhizosphère, de bactéries anaérobies fixant l'azote (Mann, 1982)(2).

La production primaire des herbiers est élevée : 2 à 4 gC m⁻²jour⁻¹ (Larkum, 1983)(3).

1.7 - Le phytoplancton

Les quelques études portant sur le phytoplancton des récifs suggèrent de faibles valeurs pour les activités photosynthétiques et respiratoires (Sournia et Ricard, 1976; Scott et Jitts, 1977). L'abondance de ce phytoplancton est souvent faible, ce qui laisse supposer que sa production primaire est faible. Cependant, les "blooms" de phytoplancton sont communs dans les lagons ainsi que dans les récifs coralliens.

Dans le tableau 1, une valeur moyenne de la production primaire de chaque groupe de producteur cité ici est présentée.

(1) et (3) Larkum (1983) cite (1) Randall (1974) et McRoy et McMillan (1977); ces auteurs n'ont pas été consultés.

(2) Mann (1982) cite Patriquin et Knowle (1972); ces auteurs n'ont pas été consultés.

Tableau 1. Production primaire des différentes communautés végétales des récifs coralliens et distribution de celles-ci sur le récif (Larkum, 1983).

Communautés végétales	Production gC m ⁻² jour ⁻¹	Recouvrement sur le récif (%)
Algues benthiques	0,1 - 4	0,1 - 5
Gazons algaux	1 - 6	10 - 50
microphytobenthos (zone de sable)	0,1 - 0,5	10 - 50
Zooxanthelles	0,6	10 - 50
Phanérogammes	1 - 7	0 - 40
Phytoplancton	0,1 - 0,5	10 - 50

2 - Régulation des populations de producteurs primaires

Le développement et la persistance des algues marines sont contrôlés par le broutage et la compétition. Les herbiers, eux, sont plus proche d'un modèle terrestre et sont contrôlés par l'accumulation de matière organique, la décomposition dans les sédiments et la rétention de nutriments. Les espèces colonisatrices possédant des racines peu profondes peuvent croître sur des sédiments relativement instables. Cymodocea, Halodule, Halophila et Syringodium sont des espèces colonisatrices qui préparent le terrain pour Posidonia et Thalassia. Posidonia, Thalassia et Zostera forment des matras de rhizomes épaisses et influencent la nature et la chimie des sédiments associés. Thalassia vit sur des sédiments stables et anoxiques; Zostera est à la fois une espèce colonisatrice et une espèce de climax. C'est la seule qui présente un si large éventail de développement. Alors que la structure de la communauté algale est contrôlée par le broutage, celui-ci a très peu d'effet sur la structure du système d'herbiers. Le dugong est un consommateur d'herbier, notamment d'Halodule, d'Halophila et de Cymodocea. Si l'herbier devient épars, cet animal peut consommer des sargasses et d'autres algues. Il bouleverse les sédiments et renouvelle les premiers stades de succession. La zone est ainsi maintenue dans un état instable. Ce mammifère consomme la biomasse de 3,5 hectares d'herbier par an (Mann, 1982) (1).

3 - Les associations de producteurs primaires

Une association peut être définie comme un groupement d'espèces vivant dans des conditions écologiques comparables en différents endroits. Les associations peuvent être classées en fonction des niches qu'elles occupent.

3.1 - Associations de substrats durs inorganiques

Les associations épilithiques vivent à la surface des

(1) Mann (1982) cite Heinsohn et al (1977); ces auteurs n'ont pas été consultés.

substrats rocheux. Elles sont constituées d'espèces microscopiques de cyanophycées encrustantes, de chrysophycées, de chlorophycées, de phaeophycées, de rhodophycées et de diatomées en peuplement monospécifique ou bien mélangés. Peu de données sont disponibles sur leur productivité.

Il existe aussi des associations de macrophytes épilithiques; elles ont été bien décrites et étudiées pour les habitats intertidaux et subtidaux.

Les associations **endolithiques** pénètrent dans les substrats rocheux calcaires mais aussi dans les crevasses de substrats durs et dans les coraux. Elles sont constituées de cyanophycées, de diatomées et de rhodophycées. Très peu de données sont disponibles sur ces associations.

3.2 - Associations de substrats inorganiques meubles ou mobiles

Les associations **épipsammiques**, principalement constituées de diatomées, bactéries et occasionnellement de cyanophycées et de chlorophycées sont attachées aux particules de sable.

Les associations **épipéliques** constituées de diatomées mobiles mais aussi de dinoflagellés, euglénoïdes flagellés, cyanophycées filamenteuses ou cocoïdes vivent sur le sable ou sur la vase dans les zones intertidales et subtidales. Leur productivité a été étudiée dans les marais salants du nord des USA.

Les associations **endopéliques**, peu connues, sont constituées de diatomées vivant près de la surface du sédiment dans des zones de sable.

Les associations **rhizobenthiques** sont constituées de macroalgues (chlorophycées, phaeophycées, rhodophycées) ou d'angiospermes enracinées dans les sédiments. Ces associations sont très communes en régions tropicales.

3.3 - Associations vivant sur d'autres organismes vivants

Les associations **épiphytiques** sont composées de chlorophycées, phaeophycées, rhodophycées, cyanophycées et bacillariophycées vivant sur d'autres végétaux.

Les associations **épizoïques** correspondent aux mêmes espèces que précédemment mais vivant cette fois fixées sur des coquillages ou sur d'autres animaux.

Les associations **endophytiques** constituées de chlorophycées, phaeophycées ou rhodophycées vivent à l'intérieur d'autres algues ou d'angiospermes.

(1) Larkum (1983) cite Jassby (1978) et Larkum (1981); ces auteurs n'ont pas été consultés.

Les associations **endozoïques** sont constituées d'algues microscopiques vivant à l'intérieur d'animaux. Ces associations sont très importantes dans certaines régions, comme les régions coralliennes, où elles contribuent considérablement à la production primaire récifale.

METHODE DE MESURE DE LA PRODUCTION PRIMAIRE

1 - Définitions des termes employés (Libes, 1984; Plante-Cuny et Libes, 1984)

Nous entendons par **biomasse** le poids de matière vivante par unité de surface à un instant donné. Cette biomasse est exprimée soit en poids de matière sèche ou fraîche, décalcifiée ou non soit en quantité de carbone organique.

La **production primaire** représente l'accroissement de biomasse pendant un temps donné. Elle peut être exprimée en poids de carbone ou bien en quantité d'oxygène par g de poids sec ou par unité de surface, le tout par unité de temps.

Le rapport **Production/Biomasse** (P/B) fournit une estimation du taux de renouvellement (turn-over) d'une communauté végétale.

La **production brute** est la production totale de matière nouvelle en un temps donné.

La **production nette** est égale à la production brute diminuée de la respiration et de l'excrétion. Elle représente la nourriture potentiellement disponible pour les organismes herbivores.

La **photosynthèse brute** est égale à la quantité de CO₂ fixé à la lumière diminuée du CO₂ provenant de la respiration à l'obscurité.

La **photosynthèse nette** correspond au taux de CO₂ fixé à la lumière sans correction du CO₂ à la respiration.

On considère que la respiration à la lumière est égale à la respiration à l'obscurité, ce qui facilite le calcul de la production primaire, mais qui n'est pas toujours vrai surtout lorsqu'il y a un phénomène de photorespiration (Larkum, 1983)(1). La production primaire pourra aussi être définie comme la quantité totale de CO₂ fixé pendant la période de lumière diminuée de celle rejetée durant 24h.

Il existe deux démarches différentes pour étudier la production primaire :

- l'une, non physiologique, prend en compte l'augmentation et de la diminution de la biomasse en fonction du temps,

- l'autre mesure l'intensité de la photosynthèse; c'est une démarche physiologique.

2 - Méthode non physiologique

C'est la méthode la plus directe grâce à laquelle on peut mesurer diverses formes d'augmentation de la biomasse :

- augmentation de la surface de substrat couvert,
- augmentation du volume d'organismes,
- augmentation de la biomasse exprimée en poids sec, poids frais ou poids sec sans cendre.

Pour mesurer la production nette il existe deux techniques :

- l'une consiste à effectuer une récolte totale du matériel vivant à intervalles de temps régulier sur des surfaces déterminées. Par pesées comparatives (Poids max - Poids min) on obtient ainsi des accroissements pondéraux de matière.
- l'autre consiste à marquer des plantes au temps t1 sur des surfaces déterminées et à les récolter à t2. On obtient ainsi, par pesée et mesure d'accroissements de la taille une estimation du poids de matériel néoformé, donc des accroissements dimensionnels et pondéraux.

Ces méthodes présentent plusieurs inconvénients. Tout d'abord, elles sont destructrices de végétaux puisqu'il y a prélèvement d'échantillon pour effectuer les pesées; d'autre part, elles ne tiennent pas compte des erreurs dues à la consommation par les herbivores; enfin, elles ne nous permettent pas d'estimer la respiration. La production obtenue représente donc la production nette apparente.

Ce sont des méthodes peu standardisées; les surfaces échantillonnées ainsi que les intervalles de temps varient selon les auteurs.

Il convient de noter qu'en aucun cas la différence entre la biomasse maximale et la biomasse minimale de l'année ne peut représenter la production annuelle nette car le renouvellement de biomasse peut se faire plusieurs fois au cours d'une année (Breton-Provencher et al., 1979).

3 - Méthode physiologique

C'est une méthode non destructrice qui s'appuie sur l'équation générale de la photosynthèse :



Le gaz carbonique est réduit en carbone organique avec libération d'oxygène; la réaction utilise l'énergie solaire.

Les deux paramètres utilisables pour mesurer la

photosynthèse sont donc l'oxygène et le carbone (sous forme de ^{14}C ou de CO_2).

3.1 La méthode du CO_2

L'assimilation de CO_2 est équivalente mole pour mole à la production de carbone organique (Ryther, 1956).

Les variations du CO_2 contenu dans l'eau de mer prennent en compte les variations du Ph et de l'alcalinité totale. L'approche de la production primaire par l'étude des variations du système CO_2 dans les milieux où prédominent les organismes calcifiés permet d'obtenir, en plus du bilan de la photosynthèse et de la respiration, le taux de précipitation et de dissolution du CaCO_3 à partir de l'alcalinité totale (Sournia et al., 1981). La méthode a été utilisée et décrite par Smith et Kinsey (1978).

La mesure conjointe des teneurs en oxygène permet de connaître les quotients photosynthétique et respiratoire.

Les méthodes les plus couramment employées pour estimer la production primaire sont la méthode dite de l'oxygène où l'on mesure les bilans d'oxygène et la méthode du ^{14}C où l'on mesure un taux d'incorporation du ^{14}C .

3.2 - La méthode du ^{14}C

Les végétaux à échantillonner sont placés dans un incubateur dans lequel on injecte du ^{14}C . Les résultats des mesures d'assimilation de carbone conduisent à l'estimation de la production nette. Cette méthode permet de distinguer la production propre de la plante et celle de ses épiphytes végétaux (Plante-Cuny et Libes, 1984). Elle fait appel à une technologie sophistiquée et coûteuse. Son principal inconvénient réside dans le fait qu'elle ne permet pas de mesurer la respiration dans des enceintes obscures.

3.3 - La méthode de l'oxygène

Elle consiste à mesurer les échanges d'oxygène des plantes mises à incuber dans des enceintes claires et obscures. On aboutit à une estimation de la production (enceintes claires) et de la respiration (enceintes noires) donc aux productions brute et nette. Dans le cas d'étude de communauté, le rapport P/R (production/respiration) indique s'il s'agit d'une communauté autotrophique ($P/R > 1$) ou hétérotrophique ($P/R < 1$).

Les mesures d'oxygène peuvent se réaliser selon deux techniques :

- prélèvements d'eau dans les enceintes et dosage par la méthode de Winkler (Strickland et Parsons, 1972)
- teneur en oxygène mesurée par une électrode

polarographique placée dans l'incubateur.

Selon les auteurs le protocole expérimental varie. Les variations peuvent porter sur le poids d'algue mis à incuber, le volume de l'incubateur, le temps d'incubation. Tous ces facteurs agissent sur les résultats.

De meilleurs résultats sont obtenus lorsque le rapport poids du thalle/volume est faible, de 0,02 à 0,195g de poids sec/l selon Littler (1979) et Buesa (1977). L'emploi de thalles ayant subi un stress physique (coupure, dessiccation, etc,...) diminue la photosynthèse et augmente la respiration. La production mesurée est donc plus faible qu'avec des thalles en bon état.

Selon les auteurs, le temps d'incubation varie de moins d'une heure à plus de six heures. Il doit être défini à chaque nouvelle expérimentation et sera fonction de l'espèce, du volume de l'enceinte, du rapport poids/volume de l'échantillon; il devra être tel qu'aucun dégagement gazeux d'oxygène n'apparaisse. La plupart des auteurs effectue les incubations entre 10h et 14h (au maximum de 9h à 17h) afin de diminuer les effets journaliers; d'ailleurs certains d'entre eux expérimentent sur deux jours afin de les minimiser (Littler et Murray, 1974a).

Les incubateurs doivent subir une agitation qui pourra être effectuée soit par un barreau magnétique soit par les mouvements de l'eau ou bien manuellement. Si aucune agitation n'est effectuée, la photosynthèse diminue d'environ 34% (Buesa, 1977; Littler, 1979).

L'oxygène produit et consommé par le phytoplancton vivant dans l'eau environnant les échantillons est mesuré grâce à des incubateurs blancs et noirs ne contenant pas de plantes. Les moyennes ainsi obtenues sont soustraites de la production et de la respiration mesurées dans les incubateurs contenant les macrophytes. La production journalière est obtenue en multipliant par 12 la production horaire et en y retranchant la consommation de 12h de respiration (Littler et Murray, 1974a).

Pour mesurer les phénomènes d'oxydo-réduction du formol concentré neutralisé est injecté dans l'incubateur. Les variations d'oxygène obtenues ainsi sont dues à l'oxydo-réduction.

4 - Le quotient photosynthétique (QP)

Ce quotient est le rapport molaire entre la quantité d'oxygène produite et la quantité de CO₂ assimilée. Selon les auteurs, il varie de 0,86 à 3. Hargraves (1982)(1) donne un QP = 1,25 pour les communautés tropicales naturelles en conditions favorables.

Si le quotient photosynthétique utilisé est égal à 1, le rapport entre le carbone formé et l'oxygène dégagé sera de 0,37; alors que si on utilise un QP de 1,25, comme conseillé dans la

(1) Hargraves (1982) cite Westlake (1963); cet auteur n'a pas été consulté.

littérature, le rapport à employer sera de 0,47.

PHOTOSYNTHESE ET PRODUCTION

1 - La photosynthèse journalière

Les courbes présentant la photosynthèse en fonction du temps sont en général asymétriques; elles présentent un maximum le matin et une dépression l'après-midi suivie d'une remontée en fin d'après-midi (Ramus et Rosenberg, 1980). Le modèle est donc le même que pour le phytoplancton. La dépression de l'après-midi peut être due à plusieurs facteurs :

- photoinhibition,
- photorespiration,
- périodicité journalière des capacités photosynthétiques,
- augmentation de la respiration à l'obscurité ("dark respiration").

Ramus et Rosenberg (1980)(1) pensent que cette dépression est due à la fabrication de photosynthétats qui stimulent la respiration à l'obscurité. La remontée observée en fin d'après-midi prouve que cette dépression est réversible et passagère. Ramus et Rosenberg (1980) remarquent que les jours nuageux, au cours desquels la saturation lumineuse n'est pas atteinte, la courbe de la photosynthèse approche la symétrie aux environs du midi solaire.

L'asymétrie de la courbe journalière de la photosynthèse conduit à la conclusion qu'il n'est pas possible de calculer la production journalière en sélectionnant une période particulière de la journée.

2 - Les facteurs controlants la production dans les communautés récifales et lagunaires

D'un point de vue biologique les principaux facteurs limitant la productivité d'une plante sont sa capacité photosynthétique, le rapport photosynthèse / respiration et le phénomène de broutage.

D'un point de vue physique et chimique, les facteurs dominants sont l'agitation, l'intensité lumineuse, la température, l'apport en nutriments, l'apport en carbone inorganique et la concentration en oxygène.

Il semble, d'après la littérature, que l'intensité lumineuse, la température et le carbone inorganique ne sont pas limitant dans un environnement récifal. En effet, dans ces eaux chaudes, peu profondes et brassées, la source d'énergie lumineuse est abondante pour les producteurs primaires.

L'agitation peut être un facteur limitant dans certaines

(1) Ramus et Rosenberg (1980) citent Jassby (1978); cet auteur n'a pas été consulté.

parties du récif.

2.1 - Les effets de la lumière et de la température

Kanwisher (1966) a montré, sur des algues de régions froides, que la photosynthèse augmente de façon linéaire en fonction de la lumière jusqu'à une saturation. Les liens existant entre les algues et la lumière incidente sont évidents et permettent de conclure que toute source de pollution ou de bouleversement produisant une augmentation de la turbidité et réduisant la pénétration de la lumière diminuera automatiquement la production primaire.

Le taux maximum de photosynthèse dépend de la température; il représente environ 20 fois la respiration. Sur des plantes de régions froides on assiste à une augmentation logarithmique de la consommation d'oxygène lorsque la température augmente de 0 à 20°C. Au delà de cette température le métabolisme diminue.

Une plante soumise à un régime 12h de jour - 12h de nuit utilise 10% de sa production pour la respiration.

Bien que les facteurs qui contrôlent les variations saisonnières soient très variables, Littler et al. (1979) et Littler et Arnold (1980) montrent que la plupart des espèces présentent une photosynthèse maximale quand la température est élevée et que les jours sont longs.

Il est risqué d'extrapoler les valeurs de production obtenues sur de courtes périodes à des jours ou à des années du fait des variations saisonnières et journalières du métabolisme de l'organisme ainsi que de l'environnement.

2.2 - Les éléments minéraux

Les faibles taux d'azote et de phosphore sont les principaux facteurs limitant la production. Ceci a été démontré par plusieurs auteurs au cours d'étude de la croissance des laminariales (Laminaria, Macrocystis) et des Fucales (Fucus) en région tempérées (Mann, 1982).

Les systèmes récifaux présentent un cycle des nutriments très performant semblable à celui des communautés de forêts humides ou d'herbiers; ils sont autotrophes. Les communautés végétales des milieux coralliens montrent de fortes productivités.

2.3 - L'oxygène

Les eaux du récif ne dépassent probablement pas 300% de saturation, mais localement autour des algues les concentrations peuvent être supérieures et créer une inhibition de la photosynthèse diminuant celle-ci de plus de la moitié (Larkum,

1983).

2.4 - Les capacités photosynthétiques

La capacité photosynthétique est une propriété intrinsèque de l'espèce.

Larkum, 1983 (1) suggère que la capacité photosynthétique varie selon des caractéristiques écologiques. Selon Grime (1974) qui travaille sur des végétaux supérieurs, les plantes pourraient être classées en trois groupes en se basant sur des considérations écologiques :

- les espèces dominantes qui consomment plus (lumière, nutriments) que les autres algues et qui présentent une capacité photosynthétique moyenne,
- les espèces opportunistes qui croissent sur des surfaces non stabilisées et présentent une capacité photosynthétique forte,
- les espèces tolérantes qui vivent dans des conditions de stress (lumière faible...); celles-ci seraient spécialisées comme algues d'ombre et auraient une capacité photosynthétique faible.

Sur les récifs coralliens il y a peu d'algues dominantes au sens de Grime. Il y a, par contre, beaucoup d'espèces opportunistes à cause des herbivores, qui, par le biais du broutage, maintiennent les communautés algales benthiques dans les premiers stades de succession.

D'après plusieurs études (Littler et Murray, 1974a) la productivité semble associée à la forme du thalle. Les algues qui présentent beaucoup de cellules photosynthétiques, comme les formes en lame, ont une capacité photosynthétique supérieure à celles qui contiennent beaucoup de matériel non photosynthétique comme les formes larges.

Plus le rapport poids de matière non photosynthétique/poids de matière photosynthétique est faible, plus la capacité photosynthétique est élevée. Il existe aussi une relation entre le volume du thalle et les performances photosynthétiques. Ainsi, les formes encroûtantes et prostrées présentent les plus basses productions en raison de leur faible rapport surface/volume qui diminue leurs possibilités de puiser des éléments nutritifs et du fait de leur forme prostrée qui les désavantage quant à la réception de l'énergie lumineuse. Il en est de même pour les formes grossièrement branchues, tandis que les formes en lame ou finement branchue, plus aptes à capter les éléments nutritifs et la lumière, présentent des taux de production plus élevés (2,16 à 32,40mgC g poids sec⁻¹jour⁻¹ selon Littler et Murray (1974a), Littler (1980), Littler et Arnold (1982)).

(1) Larkum (1983) cite Raven et al (1979) et Grime (1977); ces auteurs n'ont pas été consultés.

3 - Résultats extraits de la littérature

3.1 - Les limites de la production primaire

Dans un ouvrage de Larkum (1983) (1) une productivité maximale de $8 \text{ gC m}^{-2}\text{jour}^{-1}$ est citée pour *Napier grass* (angiosperme de la famille des graminées). Il semble que les végétaux aquatiques ne puissent pas présenter une productivité primaire égale aux productivités maximales rencontrées chez les plantes terrestres, en raison du faible coefficient de diffusion des gaz dans l'eau. Des travaux ont montré que les algues vertes, rouges ou brunes n'utilisent pas l'énergie solaire aussi efficacement que les plantes supérieures. Une production primaire annuelle de $8 \text{ gC m}^{-2}\text{jour}^{-1}$ constitue la limite supérieure atteinte par une communauté végétale de récif corallien. Des valeurs supérieures peuvent être toutefois trouvées pour de courtes périodes.

Blinks (1955) estime la productivité d'algues benthiques intertidales entre 3 à 66 g de matière sèche $\text{m}^{-2}\text{jour}^{-1}$. Littler et Murray (1974a) (2) en déduisent une production nette de 1 à 9 g de carbone $\text{m}^{-2}\text{jour}^{-1}$. Kanwisher (1966) obtient le plus haut taux de production nette pour *Fucus vesiculosus* à Woods Hole (Massachusetts) soit $20 \text{ gC m}^{-2}\text{jour}^{-1}$.

3.2 - La production des macroalgues (Annexe 1)

Les champs de Laminariales "kelp beds" sont considérés comme un des systèmes terrestres les plus productifs. Toyle et Pearse (1973) ont mesuré pour *Macrocystis pyrifera* une production de 0,1 à 7,0 g $\text{m}^{-2}\text{jour}^{-1}$.

Ces grandes algues brunes (*Ecklonia*, *Macrocystis*), présentent une forte production brute; elles utilisent toutefois beaucoup d'énergie pour maintenir leur biomasse, d'où un faible "turn-over". Par contre, les communautés de Laminaires, constituées d'individus plus petits, présentent un "turn-over" plus rapide (Tableau 2).

Tableau 2 - Production nette et P/B de quelques Phaeophycées

Population	Production nette	P/B	Localisation	Auteurs
<i>Ecklonia radiata</i>	$1000 \text{ gC m}^{-2}\text{an}^{-1}$		Australie	Mann, 1982 (3)
<i>Macrocystis</i>	$800 \text{ à } 1000 \text{ gC m}^{-2}\text{an}^{-1}$	1.0	Californie	Mann, 1982
<i>Laminaria</i>	$603 \text{ gC m}^{-2}\text{an}^{-1}$	2-7	Canada	Mann, 1982

(1) Larkum (1983) cite Warren-Wilson (1967); cet auteur n'a pas été consulté.

(2) Littler et Murray (1974a) citent Pomeroy (1961); cet auteur n'a pas été consulté.

(3) Mann (1982) cite Mann et Kirkman (1981); ces auteurs n'ont pas été consultés.

En région tropicale, la production primaire des macroalgues est inférieure à celle des gazons algaux mais supérieure à celle des algues calcaires.

La production primaire journalière varie avec la saison. L'existence d'une telle saisonnalité rend difficile les comparaisons des diverses données issues de la littérature car celles-ci sont souvent basées sur une seule mesure.

La production varie avec la forme des thalles (Littler 1980). La production horaire en terme de poids sec est élevée chez les formes fines et planes; lorsque les thalles présentent des formes plus complexes la production est plus faible (Morrissey, 1985). Selon cet auteur, pour obtenir une production élevée, une forte biomasse sera plus importante qu'une forte productivité.

Buesa (1977) a étudié la production nette (Pn) et la respiration (R) de 91 espèces de macrophytes tropicales. 60% présentent une production nette inférieure à 14 mgO₂ g poids sec⁻¹h⁻¹ et environ 60% ont un rapport Pn/R < 10.

Ces résultats, assez consistants pour se permettre de tirer des conclusions, ne lui ont pas permis de différencier plusieurs groupes d'espèces selon leur production. Il conclut donc, comme Morrissey (1985) que la biomasse est le facteur le plus important à considérer pour la production du phytobenthos. Il est intéressant de noter que les espèces d'un même genre peuvent être plus ou moins productrices.

3.3 - La production des corallinacées (Annexe 2)

3.4 - La production des gazons algaux (Annexe 3, suite)

Morrissey (1985) a étudiée la productivité de quatre groupes d'algues. Il trouve que les gazons algaux contribuent pour une grande part à la production des algues benthiques. Leur production est importante en terme de g de carbone m⁻² jour⁻¹. De plus, ces gazons recouvrent de grandes surfaces de substrats récifaux, les irrégularités du substrats augmentant d'autant plus la surface couverte (Wanders, 1976). Ces gazons présentent donc une forte biomasse. Les variations de production des gazons sont dues aux biomasses, aux divers habitats et aux variations spécifiques. Morrissey (1985) (1) remarque que la production de ces algues est plus importante sur les territoires de poissons herbivores que dans les autres zones.

3.5 - La production des microphytes et des cyanophycées (Annexe 3)

La production nette, par m² de récif, des algues épipéliques et endolithiques étudiées par Hawkins et Lewis (1982) dans les

(1) Morrissey (1985) cite Lobel (1980) et Brawley et Adey (1977); ces auteurs n'ont pas été consultés.

Caraïbes est supérieure à la production du phytoplancton des eaux pérorécifales d'un facteur de 12,0.

3.6 - La production des zooxanthelles

Elles sont l'un des principaux producteurs primaires du récif. Mann (1982) (1) cite $0,9 \text{ gC m}^{-2}\text{j}^{-1}$ à Lizard Island sur la Grande Barrière d'Australie.

3.7 - La production des phanérogames (Annexe 4)

3.8 - Bilan sur la production des récifs coralliens (Annexe 5)

Sournia (1982) fait remarquer que la production brute dans les récifs coralliens varie de 2 à 20 g de carbone $\text{m}^{-2} \text{ jour}^{-1}$; elle dépasse le kilogramme de carbone par $\text{m}^{-2} \text{ an}^{-1}$ et peut atteindre 2 à 5 $\text{kgC m}^{-2} \text{ an}^{-1}$ (Mann, 1982). Ce taux est très élevé et n'a que peu d'équivalent dans les divers biotopes de la planète tant océaniques que continentaux. Après déduction des pertes respiratoires, la production organique n'est plus que légèrement excédentaire, à moins qu'elle ne soit nulle ou légèrement déficitaire. La production nette des récifs coralliens semble tendre vers un équilibre en dépit d'une production brute énorme. Les coraux peuvent fixer environ 3000 $\text{gC m}^{-2} \text{ an}^{-1}$ grâce aux zooxanthelles. Dans le système corallien, il semble probable que la plus forte production primaire provienne des gazons algaux et des algues filamenteuses qui sont fortement broutés par les poissons et les invertébrés et qui présentent un turn-over rapide. La production de la communauté est augmentée par la présence des herbiers de phanérogames.

Les variations locales (en différents points d'un même complexe récifal) sont aussi importantes que les variations régionales (d'une île à l'autre). Les différences entre zones externes et internes d'un même récif sont particulièrement marquées (Sournia, 1982). Les variations saisonnières affectent davantage la production organique que la production minérale.

Ces deux productions sont des phénomènes biologiques. On peut les mesurer simultanément et les comparer. Sournia (1982) (2) cite un index Cd/Pmax (taux horaire de calcification diurne/Production photosynthétique horaire maximale) qui semble conservatif dans la plupart des récifs coralliens. Dans certains cas, cet indice indiquerait une influence extérieure particulière (fertilisation, pollution, modification de l'hydrodynamisme) et pourrait servir à tester le stade d'évolution de l'écosystème.

(1) Mann (1982) cite Scott et Jitts (1977); ces auteurs n'ont pas été consultés.

(2) Sournia (1982) cite Kinsey (1979); cet auteur n'a pas été consulté.

CONCLUSION

Mesurer la production primaire constitue une première étape d'un travail qui peut déboucher sur une étude des systèmes de productions sur lesquels il existe une littérature très abondante. A titre de renseignements Khailov et Burlakova (1969) ont estimé pour les macrophytes de la mer de Barentz et de la mer Noire que 14,2% de la biomasse produite serviraient à la respiration, que 37,3% seraient libérées sous forme de matière organique dissoute et que 11,2% seraient consommées par les herbivores. A partir de ces données, ils proposent un modèle de flux. Par contre Mann (1973) (1) écrit que les algues rejettent seulement 4% du carbone assimilé dans le milieu. Il est probable que ce matériel est rapidement absorbé par les bactéries vivant à la surface des algues ou dans l'eau environante. Dans son ouvrage sur les systèmes cotiers, paru en 1982, Mann présente plusieurs systèmes de production.

(1) Mann (1973) cite Brylinsky (1971); cet auteur n'a pas été consulté.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAY, D. 1982. Etude in situ du métabolisme de trois communautés benthiques infralittorales du golfe d'Aqaba-Mer Rouge. C.R.Acad.Sc.Paris, 294 (3) : 463-466
- BAKUS, G.J. 1967. The feeding of fishes and primary production at Eniwetok, Marshall Islands. Micronesica, 3 : 135-149
- BLINKS, L.R. 1955. Photosynthesis and productivity of littoral marine algae. J.Mar.Res., 14 : 363-373.
- BRETON-PROVENCHER, M., GAGNE, J.A., CARDINAL, A. 1979. Estimation de la production des algues benthiques médiolittorales dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent. Naturaliste Can., 106 : 199-209
- BUESA, R.J. 1977. Photosynthesis and respiration of some tropical marine plants. Aquatic Botany 3 : 203-216
- BUNT, J.S. 1975. Primary productivity of marine ecosystems. In : H.Lieth and R.Whittaker (eds.). Primary productivity of the biosphere. pp. 169-183
- BUNT, J.S., LEE, C.C. 1972. An exploratory study of benthic primary production. Hydro.Lab.Journal, 1 (1) : 7-1
- CONNOR, J.L., ADEY, W.H. 1977. The benthic algal composition, standing crop, and productivity of a caribbean algal ridge. Atoll Research Bulletin 211 : 1-39
- DOTY, M.S. 1971. The productivity of benthic frondose algae at Waikiki beach, 1967-1968. Univ.Hawaii, Bot.Sci. Paper, 22 : 1-119
- GRIME, J.P. 1974. Vegetation classification by reference to strategies. Nature, 250 : 26-31
- HAWKINS, C.M., LEWIS, J.B. 1982. Benthic primary production on a fringing coral reef in Barbados, West Indies. Aquatic Botany, 12 : 355-363
- HARGRAVES, P.E. 1982. Production of some benthic communities at Carrie Bow Cay, Belize. In : K.Rütxler and I.G.Macintyre (eds.). The atlantic barrier reef ecosystem at Carrie Bow Cay, Belize, 1: Structure and communities. Smithsonian Contributions to the marine science, 12 : 109-114
- HILLIS-COLINVAUX, L. 1974. Productivity of the coral reef alga Halimeda (Order Siphonales). Proc. 2 Int. Coral Reef Symposium Great Barrier Reef Committee, Brisbane, 1 : 35-42
- JOHNSTON, C.S. 1966. The ecological distribution and primary production of macrophytic marine algae in the eastern Canaries. Int.Revue ges.Hydrobiol., 54 (4) : 473-490

- KANWISHER, J.W. 1966. Photosynthesis and respiration in some seaweeds. In : H.Barnes (ed.). Some contemporary studies in marine science. George Allen and Unwin Ltd., London, pp.407-420
- KHAILOV, K.M., BURLAKOVA, Z.P. 1969. Release of dissolved organic matter by marine seaweeds and distribution to their total organic production to inshore communities. Limnology and oceanography, 14 : 521-527
- KING, R.J., SCHRAMM, W. 1976. Determination of photosynthetic rates for the marine algae Fucus vesiculosus and Laminaria digitata. Marine Biology, 37 : 209-213
- LARKUM, A.W.D. 1983. The primary productivity of plant communities on coral reefs. In : D.J. Barnes (ed.). Perspectives on coral reefs. Australian Institute of Marine Science, Australie, pp. 221-230.
- LIBES, M. 1984. Production primaire d'un herbier à Posidonia oceanica mesurée in situ par la méthode du carbone 14. Th. : Ecologie : Aix-Marseille II : 199p.
- LITTLER, M.M. 1973. The productivity of Hawaiian fringing-reef crustose corallinaceae and an experimental evaluation of production methodology. Limnology and Oceanography, 18 (6) : 946-952
- LITTLER, M.M., MURRAY, S.N. 1974a. The primary productivity of marine macrophytes from a rocky intertidal community. Marine Biology, 27 : 131-135
- LITTLER, M.M., MURRAY, S.N. 1974b. Primary productivity of macrophytes. In : Murray S.N. and M.M.Littler (eds.). Biological features of intertidal communities near the U.S. navy sewage outfall, Wilson Cove, San Clemente island, California. U.S. navy Nuc, TP 396, pp. 67-85
- LITTLER, M.M., DOTY, M.S. 1975. Ecological components structuring the seaward edges of tropical pacific reefs: the distribution, communities and productivity of Porolithon. J.Ecol., 63 : 117-129
- LITTLER, M.M. 1979. The effects of bottle volume, thallus weight, oxygen saturation levels, and water movement on apparent photosynthetic rates in marine algae. Aquatic Botany, 7 : 21-34
- LITTLER, M.M., MURRAY, S.N., ARNOLD, K.E. 1979. Seasonal variations in net photosynthetic performance and cover of intertidal macrophytes. Aquatic Botany, 7 : 35-46
- LITTLER, M.M. 1980. Morphological form and photosynthetic performances of marine macroalgae : tests of a functional / form hypothesis. Botanica marina, 22 : 161-165

- LITTLER, M.M., ARNOLD, K.E. 1980. Sources of variability in macroalgal primary productivity : sampling and interpretative problems. Aquatic Botany, 8 : 141-156
- LITTLER, M.M., ARNOLD, K.E. 1982. Primary productivity of marine macroalgal functional-form groups from southwestern north america. J. Phycol., 18 : 307-311
- MANN, K.H. 1972. Ecological energetics of the sea-weed zone in a marine bay on the Atlantic coast of Canada. II. Productivity of the seaweeds. Marine Biology, 14 : 199-209
- MANN, K.H. 1973. Seaweeds : their productivity and strategy for growth. Science, 182 : 975-981
- MANN, K.H. 1982. Ecology of coastal waters. A system approach. Studies in Ecology, 8. University of California press. Berkeley and Los Angeles, 322 p.
- MARSH, J.A. 1970. Primary productivity of reef-building calcareous red algae. Ecology, 51 (2) : 255-263
- MORISSEY, J. 1985. Primary productivity of coral reef benthic macroalgae. Proc. 5 Int. Coral Reef Congress, Tahiti, 5 : 77-82
- PLANTE-CUNY, M.R. 1973. Recherches sur la production primaire benthique en milieu marin tropical. I. Variations de la production primaire et des teneurs en pigments photosynthétiques sur quelques fonds sableux. Valeur des résultats obtenus par la méthode du ^{14}C . Cah. ORSTOM sér. Océanogr., 11 (3) : 317-348
- PLANTE-CUNY, M.R., LIBES M. 1984. Revue critique des différentes approches méthodologiques de l'estimation de la production primaire des herbiers à Posidonia oceanica. In : Boudouresque C.F., A. Jeudy de Grissac, J. Olivier (eds.). Int. Workshop Posidonia oceanica beds. GIS Posidonie publ., 1 : 235-243
- RAMUS, J., ROSENBERG, G. 1980. Diurnal photosynthetic performance of seaweeds measured under natural conditions. Marine Biology, 56 : 21-28
- ROUND, F.E., HICKMAN, M. 1984. Phytobenthos sampling and estimation of primary production. In : Holme N.A. et McIntyre A.D. (eds). Methods for the study of marine benthos. Blackwell scientific publication, London (IPB handbook 16) : 245-283 (1984)
- RYTHER, J.H. 1956. The measurement of primary production. Limnol. Oceanogr., 1 : 72-84

- SCOTT, P.D., JITTS, H.R. 1977. Photosynthesis of phytoplankton and zooxanthellae on a coral reef. Marine Biology, 41 : 307-315
- SEAPY, R.R., LITTLER, M.M. 1978. The distribution, abundance, community structure and primary productivity of macroorganisms from two central california rocky intertidal habitats. Pacific science, 32 (3) : 293-314
- SMITH, S.V., KINSEY, D.W. 1978. Calcification and organic carbon metabolism as indicated by carbon dioxide. In : Stoddart D.R. and Johannes R.E. (eds.). Coral Reefs : Research Methods. Unesco, Monographs on oceanographic methodology 5 : 469-484
- SOURNIA, A. 1976. Primary production of sands in the lagoon of an atoll and the role of foraminiferan symbionts. Marine Biology, 37 : 29-32
- SOURNIA, A., RICARD, M. 1976. Phytoplankton and its contribution to primary production in two coral reef areas of French Polynesia. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 21 : 129-140
- SOURNIA, A. 1977. Analyse et bilan de la production primaire dans les récifs coralliens. Annales de l'Institut Océanographique Paris, 53 (1) : 47-74
- SOURNIA, A., DELESALLE, B., RICARD, M. 1981. Premiers bilans de production organique et de calcification d'un récif-barrière de la Polynésie Française. Oceanologica acta, 4 : 423-431
- SOURNIA, A. 1982. Calcification et production organique des récifs coralliens. Océanis, 8 (4) : 319-328
- STRICKLAND, J.D.H., PARSONS, T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish. Res. Bd Can., Ottawa, Queens printer, 167, 310p.
- TOYLE, D.W., PEARSE, J.S. 1973. Production of the giant kelp Macrocystis, estimated by in situ incorporation of ^{14}C in polyethylene bags. Limnol. Oceanogr., 18 : 155-159.
- VOOREN, C.M. 1981. Photosynthetic rates of benthic algae from the deep coral reef of Curaçao. Aquatic Botany, 10 : 143-154
- WANDERS, J.B.W. 1976. The role of benthic algae in the shallow reef of Curaçao (Netherlands Antilles). I - Primary productivity in the coral reef. Aquat. Bot., 2 : 235-270.
- WASSMAN, E.R., RAMUS, J. 1973. Primary production measurements for the green seaweed Codium fragile in Long Island Sound. Marine Biology, 21 : 289-297

ANNEXES

Annexe 1 - Production et productivité des macroalgues

Espèces	Production nette	Biomasse	Productivité	Localité	Auteurs
<u>Les Phaeophycées</u>					
Fucus vesiculosus	20 gC m ⁻² j ⁻¹			Woods Hole USA	Kanwisher, 1966
Fucus vesiculosus			0,44-3,43 mgC gps ⁻¹ h ⁻¹	Mer Baltique	King et Schramm, 1976
Fucus vesiculosus	106 gC m ⁻² an ⁻¹	35 à 57 gps m ⁻²		Cap à l'original Canada	Breton-Provencher et al, 1979
Fucus, Ascophyllum	1,75-2,30 gC m ⁻² j ⁻¹	32 kg psf m ⁻²		Nova Scotia	in Mann, 1973
Laminaria digitata			0,44-1,47 mgC gps ⁻¹ h ⁻¹	Mer Baltique	King et Schramm, 1976
Laminaria hyperborea	3,37 gC m ⁻² j ⁻¹				Bellamy et al, 1968 in Bunt, 1975
Laminaria sp. (2m)	7,90 gC m ⁻² j ⁻¹				Bellamy et al, 1973 in Bunt, 1975
Laminaria sp. (10m)	3,00 gC m ⁻² j ⁻¹				Bellamy et al, 1973 in Bunt, 1975
Laminaria, Agarum	1,65 gC m ⁻² j ⁻¹			Nova Scotia	Mann, 1972
Macrocystis pyrifera	0,1 - 7,0 gC m ⁻² j ⁻¹	5.9 kg psf m ⁻²		Sud California	Towle et Pearse, 1973 in Littler et al, 1974
Macrocystis pyrifera			2,94 mgC gps ⁻¹ h ⁻¹	Wilson Cove	Littler et al, 1974b
Turbinaria ornata			1,02 mgC gps ⁻¹ h ⁻¹	Hawaii	Doty, 1971
Cystoseira	10,50 gC m ⁻² j ⁻¹			Canaries	Johnston, 1969
Sargassum agardhianum			1,34 mgC gps ⁻¹ h ⁻¹	Wilson Cove USA	Littler et al, 1974b
Sargassum echinocarpum			7,77 à 24,42 mgC gps ⁻¹ j ⁻¹	Grande Barrière	Morrissey, 1985
Sargassum platycarpum	2550 gC m ⁻² an ⁻¹			Curaçao	Wanders 1976, in Mann 1982
Colpomenia sinuosa			2,04 mgC gps ⁻¹ h ⁻¹	Hawaii	Doty, 1971

Annexe 1 (suite1) - Production et productivité des macroalgues

Espèces	Production nette	Biomasse	Productivité	Localité	Auteurs
<i>Colpomenia sinuosa</i>			0,54 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Wilson Cove	Littler et al, 1974b
<i>Dictyopteris australis</i>			3,88 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Hawaii	Doty, 1971
<i>Dictyota acutiloba</i>			7,24 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Hawaii	Doty, 1971
<i>Dictyota dichotoma</i>			5,86 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Cuba	Buesa, 1977
<i>Dictyota dichotoma</i>			21,36 mgC $\text{gps}^{-1}\text{j}^{-1}$	Canaries	Johnston, 1969
<i>Lobophora variegata</i>			7,28 mgC $\text{gps}^{-1}\text{j}^{-1}$	Canaries	Johnston, 1969
<i>Padina pavonica</i>			7,28 mgC $\text{gps}^{-1}\text{j}^{-1}$	Canaries	Johnston, 1969
<i>Padina tenuis</i>			16,65 à 53,28 mgC $\text{gps}^{-1}\text{j}^{-1}$	Grande Barrière	Morrissey, 1985
<i>Lobophora variegata</i>			1,36 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Hawaii	Doty, 1971
<u>Les chlorophycées</u>					
<i>Avrainvillea nigricans</i>			0,49 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Cuba	Buesa, 1977
<i>Halimeda</i> spp.	2,3 gC $\text{m}^{-2}\text{j}^{-1}$			Jamaïque	Hillis-Colinvaux, 1974
<i>Halimeda opuntia</i>	0,1 gC $\text{m}^{-2}\text{j}^{-1}$			Grande Barrière	Morrissey, 1985
<i>Halimeda opuntia</i>			0,27 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Cuba	Buesa, 1977
<i>Halimeda discoidea</i>			0,68 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Hawaii	Doty, 1971
<i>Halimeda gracilis</i>			0,68 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Cuba	Buesa, 1977
<i>Halimeda incrassata</i>			0,53 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Cuba	Buesa, 1977
<i>Halimeda monile</i>			0,21 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Cuba	Buesa, 1977
<i>Halimeda simulans</i>			0,41 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Cuba	Buesa, 1977
<i>Caulerpa prolifera</i>			4,52 mgC $\text{gps}^{-1}\text{j}^{-1}$	Canaries	Johnston, 1969
<i>Caulerpa mexicana</i>			1,51 mgC $\text{gps}^{-1}\text{j}^{-1}$	Canaries	Johnston, 1969
<i>Caulerpa mexicana</i>			1,58 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Cuba	Buesa, 1977

Annexe 1 (suite 2) - Production et productivité des macroalgues

Espèces	Production nette	Biomasse	Productivité	Localité	Auteurs
<i>Caulerpa cupressoides</i>			1,73 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Cuba	Buesa, 1977
<i>Caulerpa paspaloides</i>			3,26 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Cuba	Buesa, 1977
<i>Caulerpa prolifera</i>			2,21 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Cuba	Buesa, 1977
<i>Caulerpa racemosa</i>			4,66 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Cuba	Buesa, 1977
<i>Caulerpa sertularioides</i>			1,33 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Cuba	Buesa, 1977
<i>Microdictyon setchellianum</i>			1,31 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Hawaii	Doty, 1971
<i>Valonia ventricosa</i>			2,48 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Cuba	Buesa, 1977
<i>Cladophoropsis membranacea</i>			1,38 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Cuba	Buesa, 1977
<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>			1,04 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Hawaii	Doty, 1971
<i>Dictyosphaeria versluysii</i>			0,40 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Hawaii	Doty, 1971
<i>Codium fragile</i>			2,6 à 3,9 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Long Island Sound USA	Wassman et Ramus, 1973
<u>Les rhodophycées</u>					
<i>Acanthophora spicifera</i>			2,90 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Hawaii	Doty, 1971
<i>Acanthophora spicifera</i>			14,43 à 31,82 mgC $\text{gps}^{-1}\text{j}^{-1}$	Grande Barrière	Morrissey, 1985
<i>Amansia glomerata</i>			1,10 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Hawaii	Doty, 1971
<i>Asparagopsis taxiformis</i>			2,09 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Cuba	Buesa, 1977
<i>Asparagopsis taxiformis</i>			0,3 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Canaries	Johnston, 1969
<i>Chondrococcus hornemannii</i>			2,05 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Hawaii	Doty, 1971
<i>Spyridia filamentosa</i>			3,90 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Hawaii	Doty, 1971
<i>Pterocladia capillacea</i>			2,50 mgC $\text{gps}^{-1}\text{h}^{-1}$	Wilson Cove	Littler et al, 1974b

Annexe 2 - Production et productivité des Corallinacées encroutantes

Espèces	Production nette	Biomasse	Productivité	Localité	Auteurs
6 espèces non identifiées	1,0 gC m ⁻² j ⁻¹			Antilles Néerlandaises	Wanders, 1976 in Morrissey, 1985
espèces non identifiées	0,66 gC m ⁻² j ⁻¹			Eniwetok	Marsh, 1970
5 espèces	0,5-2,6 gC m ⁻² j ⁻¹			Hawaii	Littler, 1973
Porolithon gardineri	0,2 gC m ⁻² de récif j ⁻¹			Hawaii	Littler et Doty, 1975
Porolithon onkodes	0,5 gC m ⁻² de récif j ⁻¹			Hawaii	Littler et Doty, 1975
Sporolithon sp.	0,1 gC m ⁻² j ⁻¹		7,03 à 11,47 mgC gps ⁻¹ j ⁻¹	Great Barrier Reef	Morrissey, 1985
surtout Porolithon sp.	0,21 gC m ⁻² j ⁻¹			Barbades, West Indies	Hawkins et Lewis 1982
Archaeolithothamnium et Hydrolithon	0,21 gC m ⁻² j ⁻¹			Antilles Néerlandaises	Vooren, 1981

Annexe 3 - Production et productivité des microphytes, des cyanophycées et des gazons algaux

Espèces	Production nette	Biomasse	Productivité	Localité	Auteurs
Les algues épipélifiques					
Lyngbia sp. + Oscillatoria Diatomées + Dinoflagellés	0,27 gC m ⁻² A h ⁻¹			Barbades, West Indies	Hawkins et Lewis, 1982
Oscillatoria	0,02 gC m ⁻² A h ⁻¹			Mooréa	Sournia, 1976 in Hawkins et al, 1982
espèces non précisées	0,05-0,13 gC m ⁻² A h ⁻¹			Iles Tuamotu	Sournia 1976, in Hawkins et al, 1982
espèces non précisées	0,06-0,13 gC m ⁻² A h ⁻¹			Curaçao	Wanders 1976, in Hawkins et al, 1982
Les algues endopélifiques					
Microflore benthique	0,03-0,53 gC m ⁻² j ⁻¹			Estuaires Nord USA	Marshall et al, 1973, in Bunt, 1975
Microflore benthique	0,02-0,22 gC m ⁻² j ⁻¹			Sédiments tropicaux	Bunt et al, 1972 in Bunt 1975
Microflore benthique	0,01-0,03 gC m ⁻² j ⁻¹			Sédiments d'Ecosse	Steele et Baird, 1968, in Bunt 1975
Microflore benthique 5m	0,41 gC m ⁻² j ⁻¹			Madagascar	Plante-Cuny, 1973
Microflore benthique 15m	0,23 gC m ⁻² j ⁻¹			Madagascar	Plante-Cuny, 1973
Microflore benthique 25m	0,04 gC m ⁻² j ⁻¹			Madagascar	Plante-Cuny, 1973
Microflore benthique 38m	0,009 gC m ⁻² j ⁻¹			Madagascar	Plante-Cuny, 1973

(A : algue; pour les algues épipélifiques la production est donnée par m⁻² d'algue)

Annexe 3 (suite) - Production et productivité des microphytes, des cyanophycées et des gazons algaux

Espèces	Production nette	Biomasse	Productivité	Localité	Auteurs
<u>Les algues endolithiques</u>					
Ostreobium	0,26 gC m ⁻² A h ⁻¹			Barbades, West Indies	Hawkins et Lewis 1982
espèces non précisées	0,06-0,13 gC m ⁻² A h ⁻¹			Curaçao	Wanders, 1976
Ostreobium (10m)	0,59 gC m ⁻² A j ⁻¹		2.0 gC gps ⁻¹ j ⁻¹	Antilles Néerlandaises	Vooren, 1981
Ostreobium (25m)	0,41 gC m ⁻² A j ⁻¹			Antilles Néerlandaises	Vooren, 1981
Ostreobium et Lyngbia	1,03 gC m ⁻² A j ⁻¹		3.1 gC gps ⁻¹ j ⁻¹	Antilles Néerlandaises	Vooren, 1981
Plectonema et Oscillatoria	0,83 gC m ⁻² A j ⁻¹		2.7 gC gps ⁻¹ j ⁻¹	Antilles Néerlandaises	Vooren, 1981
<u>Les algues épilithiques</u>					
gazon (10m)	1,06 gC m ⁻² A j ⁻¹ 1,20 gC m ⁻² A j ⁻¹		5.7 gC gps ⁻¹ j ⁻¹	Antilles Néerlandaises	Vooren, 1981
gazon (25m)	0,60 gC m ⁻² A j ⁻¹ 0,88 gC m ⁻² A j ⁻¹		4.2 gC gps ⁻¹ j ⁻¹	Antilles Néerlandaises	Vooren, 1981
Calothrix et Schizothrix	0,65-2,15 gC m ⁻² j ⁻¹	20 à 415 gMO m ⁻²		Eniwetok	Bakus, 1967

(Pour les algues endolithiques la production est donnée par m⁻² d'algue)
(MO : matière organique)

Annexe 4 - Production et productivité des phanérogames

Espèces	Production nette	Biomasse	Productivité	Localité	Auteurs
Thalassia et Cymodocea	5,8 gC m ⁻² j ⁻¹			Kavaratti atoll (Laccadives)	Gasim et al, 1971 in Littler et al, 1974
Thalassia testudinum	3,8 gC m ⁻² j ⁻¹				Westlake, 1963 in Hillis Colinvaux 1974
Thalassia testudinum	0,67-12,7 gC m ⁻² j ⁻¹			Carrie Bow Cay Belize	Hargraves, 1982
Thalassia testudinum			3,61 mgC gps ⁻¹ h ⁻¹	Cuba	Buesa, 1977
Thalassia testudinum	900 gC m ⁻² an ⁻¹			Floride	Jones 1968, in Mann 1982
Thalassia sp.	5,8 gC m ⁻² j ⁻¹			Caraïbe	in Mann, 1973
Thalassia sp.	2 gC m ⁻² j ⁻¹			Floride	Zieman, 1968 in Mann, 1982
Zostera sp.	340 gC m ⁻² an ⁻¹			Danemark	in Mann, 1973
Zostera sp.	1500 gC m ⁻² an ⁻¹			USA	in Mann, 1973
Zostera marina	0,35 gC m ⁻² j ⁻¹	89 g m ⁻²		Canaries	Johnston, 1969
Zostera marina	350 gC m ⁻² an ⁻¹			Caroline du Nord USA	Thayer et al, 1975 in Mann, 1982
Halophila decipiens			6,15 mgC gps ⁻¹ h ⁻¹	Cuba	Buesa, 1977
Halophila engelmannii			1,35 mgC gps ⁻¹ h ⁻¹	Cuba	Buesa, 1977
Halodule beaudettei			5,82 mgC gps ⁻¹ h ⁻¹	Cuba	Buesa, 1977
Syringodium filiforme			3,61 mgC gps ⁻¹ h ⁻¹	Cuba	Buesa, 1977
Spartina sp.	897 gC m ⁻² an ⁻¹			Georgie	in Mann, 1973
Spartina sp.	200 gC m ⁻² an ⁻¹			Delaware et New Jersey, USA	in Mann, 1973
Pelouse à Halophila stipulacea			13,37 mgC gps ⁻¹ j ⁻¹	Golfe d'Aqaba Mer Rouge	Bay, 1982

(gps : g de poids sec)

Annexe E - Bilan sur la production des communautés coralliennes :

Espèces	Production nette	Biomasse	Productivité	Localité	Auteurs
Coraux hermatypiques	2,70-10,20 gC m ⁻² j ⁻¹			Floride	Kanwisher et Wainwright 1967, in Bunt, 1975
Sable corallien	-3,39 à -9,63 gC m ⁻² j ⁻¹			Belize	Hargraves, 1982
Production brute					
Crête algale	24-45 gC m ⁻² j ⁻¹			Caraïbe	Connor et Adey, 1977
Communauté récifale	8,1 gC m ⁻² j ⁻¹			Hawaii	Kohn et Helfrich, 1957 in Connor et al, 1977
Communauté récifale	9 gC m ⁻² j ⁻¹			Hawaii	Odum et Odum 1955, in Connor et al, 1977
Communauté récifale	10,8-32,7 gC m ⁻² j ⁻¹			Hawaii	Gordon et Kelly, in Connor et al, 1977
Communauté récifale	4,9-32 gC m ⁻² j ⁻¹			Hawaii, Porto-Rico Eniwetok	Helfrich et Townsley, 1961 in Connor et al, 1977

Publications dans la série
"Rapports Scientifiques et Techniques,
Sciences de la Mer"

La série de publications locales "Rapports Scientifiques et Techniques" de la Section Océanographie du Centre ORSTOM de Nouméa a démarrée en 1978, sous couverture bleue claire; à la fin de 1986, elle comptait 41 numéros. Une nouvelle série, "Rapports Scientifiques et Techniques, Sciences de la Mer" a été lancée au début de 1987 avec la présente couverture; sa numérotation ne recommence pas à 1 mais prend la suite de la précédente, avec le numéro 42. La liste des publications correspondant à ces deux séries est donnée ci-dessous.

"Rapports Scientifiques et Techniques" (1978-1986)

- 1 - LOUBENS, G. - 1978 -
La pêche dans le lagon néo-calédonien. 52 pp.
- 2 - INTES, A. - 1978 -
Pêche profonde aux casiers en Nouvelle-Calédonie et Iles adjacentes. Essais préliminaires. 20 pp.
- 3 - INTES, A., MENU, J.-L. - 1979 -
Quelques Holothuries (*Echinodermata*) des environs de Nouméa et leur répartition. 25 pp.
- 4 - OUDOT, C., FERRER, H., HENIN, C., GARBE, J., de GEOFFROY, B., JARRIGE, F., ROUGERIE, F., RUAL, P. et SUPRIN, B. - 1979 -
Rapport de la campagne EPONITE 2 à bord du N.O. CORIOLIS, 20 août-1er octobre 1976, 21 pp.
- 5 - JARRIGE, F., BOURRET, P., et GUILLERM, J.-M. - 1979 -
Observation d'une zone de frontière thermique dans le sud-ouest du Pacifique. 11 pp.
- 6 - MUYARD, J. - 1980 -
Etat des connaissances sur l'appât vivant utilisable par les canneurs en Nouvelle-Calédonie. 18 pp.
- 7 - BOELY, T., CONAND, F., et MUYARD, J. - 1980 -
L'appât vivant dans le Pacifique Tropical Centre et Ouest. 37 pp.
- 8 - CONAND, F., BOUCHET, P., FERRER, H., GUILLERM, J.-M., MUYARD, J. et WALICO, H. - 1980 -
Rapport de la campagne HYDROTHON 02 à bord du N.O. CORIOLIS, 22 février - 29 mars 1979. 23 pp.
- 9 - HENIN, C., CALVEZ, B., CONAND, F., HOFFSCHIR, C., JOSSE, E. et WAIGNA, P. - 1980 -
Rapport de la campagne THON-AUSTRALES 01 à bord du N.O. CORIOLIS, 1er février - 1er avril 1978. 38 pp.
- 10 - HENIN, C., FERRER, H., MARCILLE, J., WAIGNA, P., WAIGNA, S. et WALICO, H. - 1980 -
Résultats de la campagne HYDROTHON 03 à bord du N.O. CORIOLIS, 19 juin - 13 juillet 1979. 58 pp.
- 11 - GUILLERM, J.-M. - 1980 -
Courantométrie de surface au moyen du G.E.K. à bord du N.O. VAUBAN de 1978 à 1980 : méthodologie, technique de mesure et traitement des données brutes. 107 pp.
- 12 - CREMOUX, J.-L. - 1980 -
Résultats des croisières "Productivité" du Centre ORSTOM de Nouméa (1970-1976). 116 pp.
- 13 - CREMOUX, J.-L. - 1980 -
Résultats des croisières "Equatoriales" du Centre ORSTOM de Nouméa (1971). 81 pp.
- 14 - CREMOUX, J.-L. - 1980 -
Résultats des croisières "Tropicales" du Centre ORSTOM de Nouméa (1967-1977). Première partie : Pacifique Ouest. 107 pp.
- 15 - CREMOUX, J.-L. - 1980 -
Résultats des croisières "Tropicales" du Centre ORSTOM de Nouméa (1967-1977). Deuxième partie : Pacifique Central. 87 pp.
- 16 - CREMOUX, J.-L. - 1981 -
Résultats des croisières faites le long de l'équateur par le Centre ORSTOM de Nouméa (1964-1975). 91 pp.
- 17 - ANONYME - 1981 -
Résultats des croisières tropicales Sud du Centre ORSTOM de Nouméa (1964-1965). 63 pp.
- 18 - HENIN, C., CHABERT, L., CREMOUX, J.-L., MARCHAND, J., MORLIERE, A., RACAPE, J.-F. et WALICO, H. - 1981 -
Rapport de la campagne HYDROTHON 04 à bord du N.O. CORIOLIS, 31 janvier - 12 février 1981. 48 pp.
- 19 - MORLIERE, A., CREMOUX, J.-L. - 1981 -
Observations de courant dans le lagon, de février à août 1981. 54 pp.
- 20 - HENIN, C., CHABERT, L., GUILLERM, J.-M. et CREMOUX, J.-L. - 1981 -
Rapport des transits valorisés à bord du N.O. CORIOLIS NCT 2 et TNC 2. 23 pp.
- 21 - ANONYME - 1982 -
La Salinité de la surface de la mer dans le Pacifique Tropical Ouest de 1975 à 1980. 68 pp.
- 22 - ANONYME - 1982 - La Salinité de la surface de la mer dans le Pacifique Tropical Est de 1970 à 1980. 66 pp.
- 23 - DANDONNEAU, Y., CARDINAL, H., CREMOUX, J.-L., GUILLERM, J.-M., MOLL, P., REBERT, J.-P. et WAIGNA, P. - 1981 -
Résultats de la campagne HYDROTHON 05 à bord du N.O. CORIOLIS, 2-12 juin 1981. 38 pp.
- 24 - DANDONNEAU, Y., CHABERT, L., CREMOUX, J.-L., DONGUY, J.-R., FERRER, H., WAIGNA, P. et WALICO, H. - 1981 -
Résultats de la campagne HYDROTHON 06 à bord du N.O. CORIOLIS, 7-17 août 1981. 43 pp.
- 25 - HENIN, C., CHABERT, L. et GUILLERM, J.-M. - 1982 -
Observations de surface à bord du N.O. VAUBAN de 1978 à 1980. 121 pp.

- 26 - LE GALL, J.-Y., HALLIER, J.-P., GALLET, F., et WALICO, H. - 1982 -
Résultats de la campagne PROSGERMON à bord du N.O. CORIOLIS, 12 février - 4 mars 1982.
60 pp.
- 27 - ANONYME - 1981 -
CORINDON IV : A French Indonesian Survey Scientific Results (Hydrology and dynamics,
productivity, plankton). 101 pp.
- 28 - HENIN, C. - 1982 -
Caractéristiques des Températures et Salinités de surface et leurs variabilités dans
le Pacifique Sud-Ouest. 18 pp.
- 29 - DESSIER, A. - 1984 -
Cartes de répartition géographique de Copépodes épiplanctoniques - Océan Pacifique
tropical Sud (Centre et S.O.) et équatorial Est. 50 pp.
- 30 - TESTAU, J.-L. - 1984 -
Diversité des petits poissons pélagiques des baies et côtes néo-calédoniennes. 55 pp.
- 31 - HALLIER, J.-P. - 1984 -
La pêche à la palangre dans la Z.E.E. de Nouvelle-Calédonie (août 1981 - décembre
1983). 52 pp.
- 32 - RICHER de FORGES, B., PIANET, R. - 1984 -
Résultats préliminaires de la campagne CHALCAL à bord du N.O. CORIOLIS (12-31 juillet
1984). 28 pp.
- 33 - MORLIERE, A., REBERT, J.-P. - 1985 -
Conditions hydrologiques moyennes pour l'Océan Pacifique Sud-Ouest. 41 pp.
- 34 - HALLIER, J.-P., MOU-THAM, G. - 1985 -
La pêche à la palangre par les navires locaux : Première année d'activité (novembre
1983 - octobre 1984). 44 pp.
- 35 - HALLIER, J.-P., MOU-THAM, G. et RIVATON, J. - 1985 -
La pêche à la palangre dans le Pacifique Sud-Ouest. Japonaise de 1969 à 1980 - Taiwa-
naise de 1972 à 1982 - Coréenne en 1979. 79 pp.
- 36 - HALLIER, J.-P., KULBICKI, M. - 1985 -
Analyse des résultats de la pêcherie à la canne de Nouvelle-Calédonie (août 1981 -
avril 1983). 141 pp.
- 37 - RICHER de FORGES, B., BARGIBANT, G. - 1985 -
Le lagon nord de la Nouvelle-Calédonie et les atolls de Huon et Surprise. 23 pp.
- 38 - RICHER de FORGES, B. - 1986 -
La campagne MUSORSTOM IV en Nouvelle-Calédonie (Mission du N.O. VAUBAN - septembre /
octobre 1985). 31 pp.
- 39 - ELDIN, G. - 1986 -
Conditions hydrologiques moyennes pour l'océan Pacifique Sud-Ouest. 38 pp.
- 40 - CHEVILLON, C. - 1986 -
Les sédiments de la corne sud-est du lagon Néo-Calédonien (Missions de janvier à mai
1986 - Recueil des données). 43 pp.
- 41 - RICHER de FORGES, B., LABOUE, P. et MENU, J.-L. - 1986 -
La campagne MUSORSTOM V aux îles Chesterfield. N.O. CORIOLIS, 5-24 octobre 1986. 30 pp.

"Rapports Scientifiques et Techniques, Sciences de la Mer"

(à partir de 1987)

- 42 - RICHER de FORGES, B., GRANDPERRIN, R. et LABOUE, P. - 1987 -
La campagne CHALCAL II sur les guyots de la ride de Norfolk (N.O. CORIOLIS, 26 octobre-
1er novembre 1986).
- 43 - GARRIGUE, C. - 1987 -
La production primaire benthique : compilation bibliographique.