

LA FERTILITE POTENTIELLE DES OCEANS
ET LE PACIFIQUE TROPICAL SUD-OUEST

Y. DANDONNEAU

La production primaire. - Facteurs limitants

Le cycle de la matière vivante en mer peut être schématisé de la manière suivante :

- Le zooplancton principalement composé de petits crustacés microscopiques) se nourrit de phytoplancton (algues unicellulaires en suspension dans la mer) et est à son tour mangé par des animaux plus gros, et ainsi de suite jusqu'aux poissons, cette succession figurant ce qu'on nomme la "chaîne alimentaire".

- A chaque maillon de cette chaîne, l'excrétion, le gaspillage, ou la mort des individus, produisent un résidu de matière organique qui, repris par des bactéries, forme un "humus" dont profite le phytoplancton pour sa croissance.

- Ce cycle s'amortit rapidement si n'intervient pas une production primaire "nouvelle" qui capte l'énergie nécessaire au maintien des flux de matière vivante. Cette énergie est procurée par la lumière et les sels minéraux nutritifs (phosphates et nitrates).

La figure 1 expose la situation la plus courante dans les mers tropicales : le rayonnement solaire a provoqué la formation d'une couche chaude, et qui reste donc stable à la surface de l'océan. Son épaisseur peut aller de quelques dizaines de mètres, à 150 m environ, pour citer des ordres de grandeur. Dans cette couche stable, la production primaire épuise rapidement les sels nutritifs. Dans la couche froide sous-jacente, c'est la lumière qui manque.

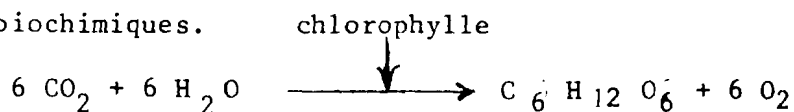
On arrive donc à une situation où sels minéraux nutritifs et lumière ne sont pas simultanément en quantité suffisante pour la production primaire. Celle-ci peut tout de même avoir lieu grâce principalement à deux mécanismes :

- Certaines configurations de courant marins entraînent une remontée des eaux profondes riches en sels nutritifs qui se rapprochent donc de la surface et deviennent suffisamment éclairées.

- Lorsque des tensions de courant suffisantes existent à la limite des deux couches, des échanges ont lieu par diffusion turbulente, et ainsi, des sels nutritifs passent dans la couche bien éclairée.

La chlorophylle - paramètre océanographique

La production primaire, production de matière organique vivante à partir d'éléments minéraux et d'énergie lumineuse, est due à la photosynthèse, qui consiste en la fabrication de sucres à partir d'eau et de carbonates. Ces sucres servent à édifier la matière végétale, et à fournir par la réaction inverse (respiration) l'énergie nécessaire aux autres réactions biochimiques.



La chlorophylle est indispensable à la photosynthèse et est présente dans toutes les cellules de phytoplancton. Son abondance est proportionnelle à celle du phytoplancton, et aussi, à l'intensité de la photosynthèse. Cette règle admet des écarts, très intéressants sur le plan de la recherche fondamentale, mais sur un grand nombre de données, ces écarts s'estompent et la mesure de la concentration en chlorophylle dans l'eau de mer est un outil très précieux en océanographie, d'autant plus que sa mesure est devenue très facile.

La figure 2 montre la distribution verticale théorique de la chlorophylle, avec celle de la température : une concentration maximum en chlorophylle, C_m voisine avec une couche d'eau où la température décroît rapidement lorsqu'on s'enfonce; cette couche, appelée "thermocline" peut être caractérisée rapidement par le gradient maximum de température (G_m), et par la profondeur à laquelle il se situe Z . Ce n'est qu'aux environs de ce niveau que l'on peut trouver à la fois de la lumière et des sels nutritifs.

La chlorophylle dans le Pacifique tropical sud-ouest

On ne peut pas encore, à partir des connaissances océanographiques sur une région, chiffrer de façon satisfaisante les possibilités qu'elle offre.

On dispose toutefois de suffisamment de mesures de chlorophylle dans le Pacifique tropical sud-ouest, pour le comparer à d'autres régions océaniques dont les ressources vivantes exploitables sont mieux connues.

La figure 3 montre, avec le Pacifique tropical sud-ouest, le Pacifique et l'Atlantique tropicaux est. Les trois cartes sont à la même échelle; dans chaque carré figure le nombre de stations océanographiques effectuées et utilisées dans cette étude. Le Pacifique et l'Atlantique tropicaux est sont deux régions connues comme étant le siège de phénomènes d'enrichissement très importants (remontées d'eaux froides riches en sels nutritifs très intenses, le long des côtes de Californie et du Pérou, et de celles de Mauritanie et d'Afrique du sud); on y trouve aussi des pêcheries qui sont parmi les plus actives au monde.

Les distributions de Cm dans ces trois régions et de Z et Gm dans le Pacifique tropical sud-ouest (P.T.S.O.) et l'Atlantique tropical est (A.T.E.) sont représentées sur la figure 4 et résumées dans le tableau ci-dessous où sont indiquées les valeurs moyennes pour chaque lot de données.

	P.T.S.O. 273 st.	A.T.E. 329 st.	P.T.E. 922 st.
Maximum de chlorophylle (cm)	0,68 mg / m ³	0,58 mg / m ³	0,43 mg / m ³
Profondeur de la thermocline (Z)	157 m	38 m	
Gradient maximum de température (Gm)	0,16° C/m	0,42° C/m	

Il y aurait donc plus de chlorophylle dans le Pacifique tropical sud-ouest que dans les deux autres régions, pourtant notoirement riches. Ce résultat doit être accueilli avec la plus grande prudence : les méthodes de dosage de la chlorophylle utilisées dans les trois régions n'étaient pas rigoureusement identiques. Il ne peut toutefois pas laisser indifférents les partisans d'une opinion assez répandue jusqu'à ces dernières années selon laquelle le Pacifique tropical sud-ouest est une région pauvre.

Hypothèse explicative :

On a vu (figure 1) que le gradient maximum de température sépareit une couche épuisée en sels nutritifs des eaux profondes, mieux pourvues, mais

la plupart du temps obscures. Dans le Pacifique tropical sud-ouest, cette frontière se situe vers 157 m, et la lumière n'y parvient pas ou trop peu. Ceci n'est pas en accord avec la richesse en chlorophylle trouvée ci-dessus. En revanche, les gradients de température sont très faibles et témoignent d'une frontière indécise entre la couche chaude et la couche froide, permettant (ou reflétant) des échanges turbulents entre les deux couches beaucoup plus importants dans le Pacifique tropical sud-ouest que dans l'Atlantique tropical est.

Cette turbulence verticale très active susceptible de porter dans la couche éclairée les sels nutritifs qui y manquent et d'entraîner ainsi l'abondance relative du phytoplancton, peut être due à la tension de vent généralement élevée qui règne dans la région. Toutefois, les perturbations engendrées en surface par le vent parviennent très atténuées à 157 m de profondeur, et la cause de cette dégradation de la thermocline est plutôt à rechercher dans les multiples îles qui parsèment la région, et qui plantées dans les courants marins, y sont autant de perturbations.

Océan ou archipel ?

Une carte du globe terrestre ne peut pas être complète. Celle qui apparaît sur la figure 5 provient du tracé de côte mondial en mémoire à la Banque Nationale des Données Océanographiques à Brest. Elle contient des renseignements très suffisants pour un océanographe métropolitain. La figure 6 montre la même carte, complétée après consultation des cartes marines de la région; y apparaissent également les hauts-fonds (moins de 20 m) qui, sur le plan de la turbulence provoquée au sein d'un courant, jouent le même rôle que les îles. Le nombre de points qui est dévoilé est considérable et si on trace autour de chacun d'eux un cercle de 35 milles de rayon, correspondant à une distance arbitraire à laquelle les îles sont raisonnablement supposées avoir une influence, on voit que la mer libre recule beaucoup.

Rôle des îles et affleurements

C'est encore davantage un sujet d'étude qu'un résultat. Un ensemble d'hypothèses peut toutefois être avancé :

- Loin des remontées d'eau froide qui s'exercent à l'est des océans et qui provoquent une intense élaboration de matière vivante, l'eau dérive

vers l'ouest en s'appauvrissant. Parallèlement, elle devient plus transparente, la lumière parvient plus profond, mais malgré cela, la production primaire nouvelle devient pratiquement nulle. Cette eau contient des substances organiques dissoutes peu utilisées par les bactéries, des particules éparses dont la quête demande autant d'énergie à un brouteur, qu'elle ne lui en procure.

- Lorsqu'une île se dresse dans la dérive de ces eaux, plusieurs phénomènes, schématisés figure 7, ont probablement lieu.

- Les peuplements récifaux de ces îles n'ont pas à aller chercher les proies qui constituent leur nourriture, mais à attendre que le courant les leur amène. L'immense diversité de ces peuplements, avec les symbioses extrêmement efficaces qu'ils présentent, permet de tirer parti de cette matière organique devenue non utilisable en milieu pélagique.

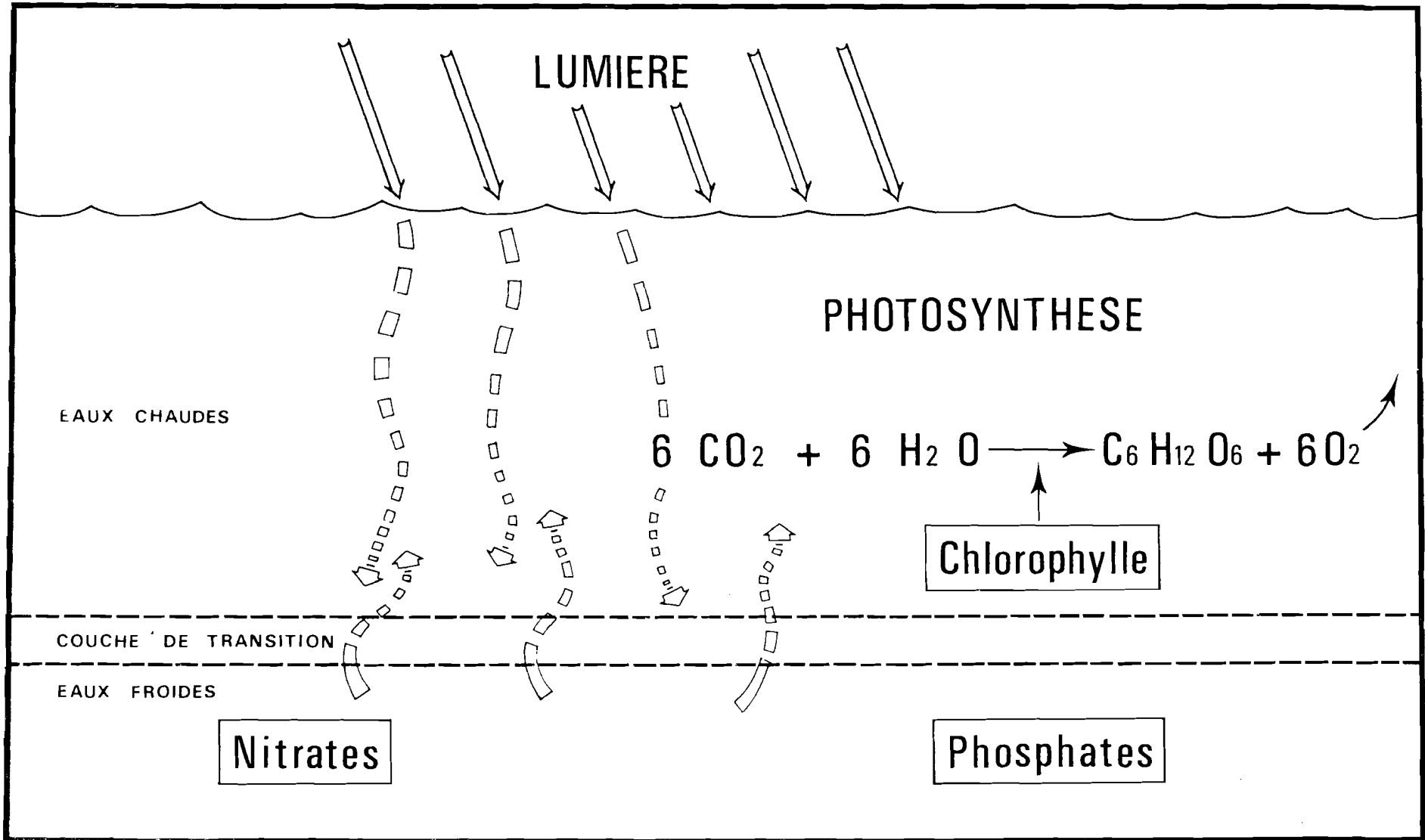
- Le récif restitue à l'arrière de l'île, des œufs, des larves, des formes élaborées, qui permettent un nouveau démarrage des chaînes alimentaires.

- La thermocline (frontière entre les eaux chaudes et les eaux froides) éclate au passage sur l'île, et des sels minéraux passent dans la couche superficielle, donnant un nouvel essor de production primaire. De plus, mais seulement dans le cas des îles hautes, le ruissellement terrestre amène en mer des éléments nutritifs qui stimulent aussi la production primaire.

- Enfin, à l'arrière des îles peuvent apparaître des zones frontales, engendrant ou non des fronts thermiques, qui constituent un environnement favorable aux pêcheries de thonidés.

Ce ne sont bien entendu que des hypothèses. Nous nous efforcerons dans l'avenir de les vérifier, d'en émettre de nouvelles et de mieux connaître ces effets d'îles qui constituent certainement le trait dominant de la région, et que l'océanographie a trop ignorés jusqu'à présent.

Figure 1



**AU DEPART DE LA VIE EN MER :
LA PHOTOSYNTHESE PAR LE PHYTOPLANCTON**

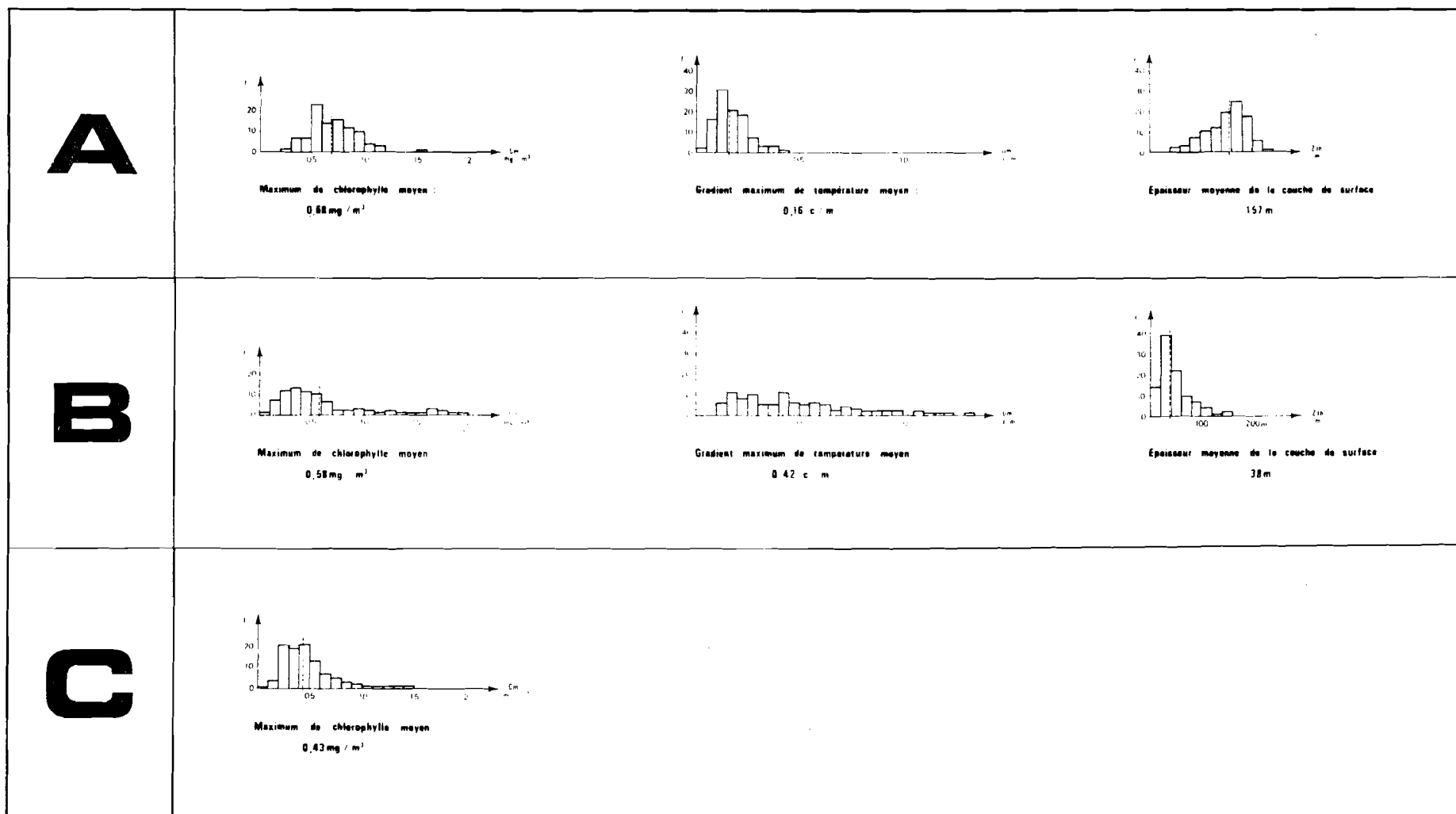


Figure 4 - Parmi les trois aires océaniques étudiées, la région A (Pacifique tropical sud-ouest) présente les concentrations en chlorophylle les plus élevées, tandis que la thermocline y est la moins accentuée et la plus profonde.

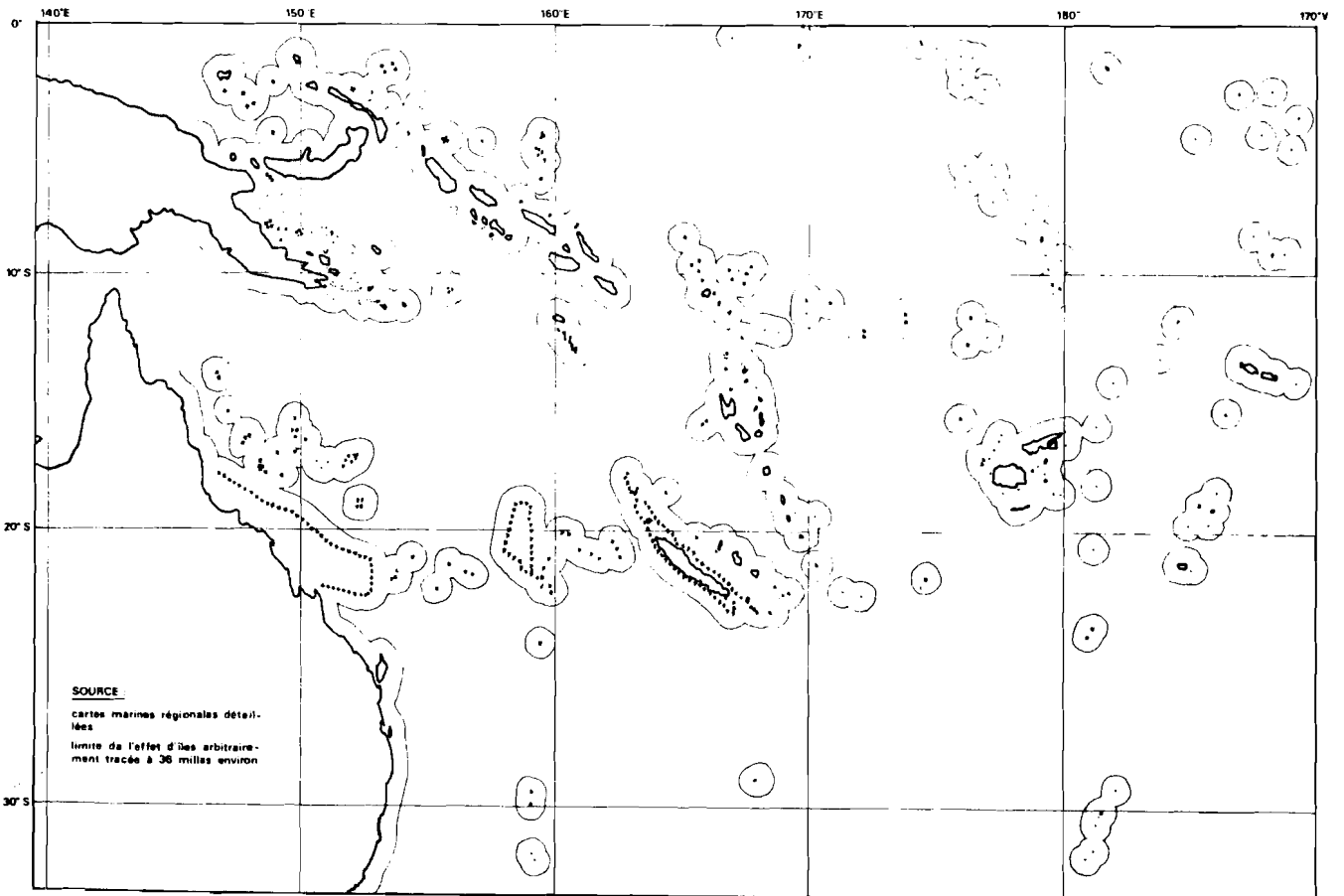
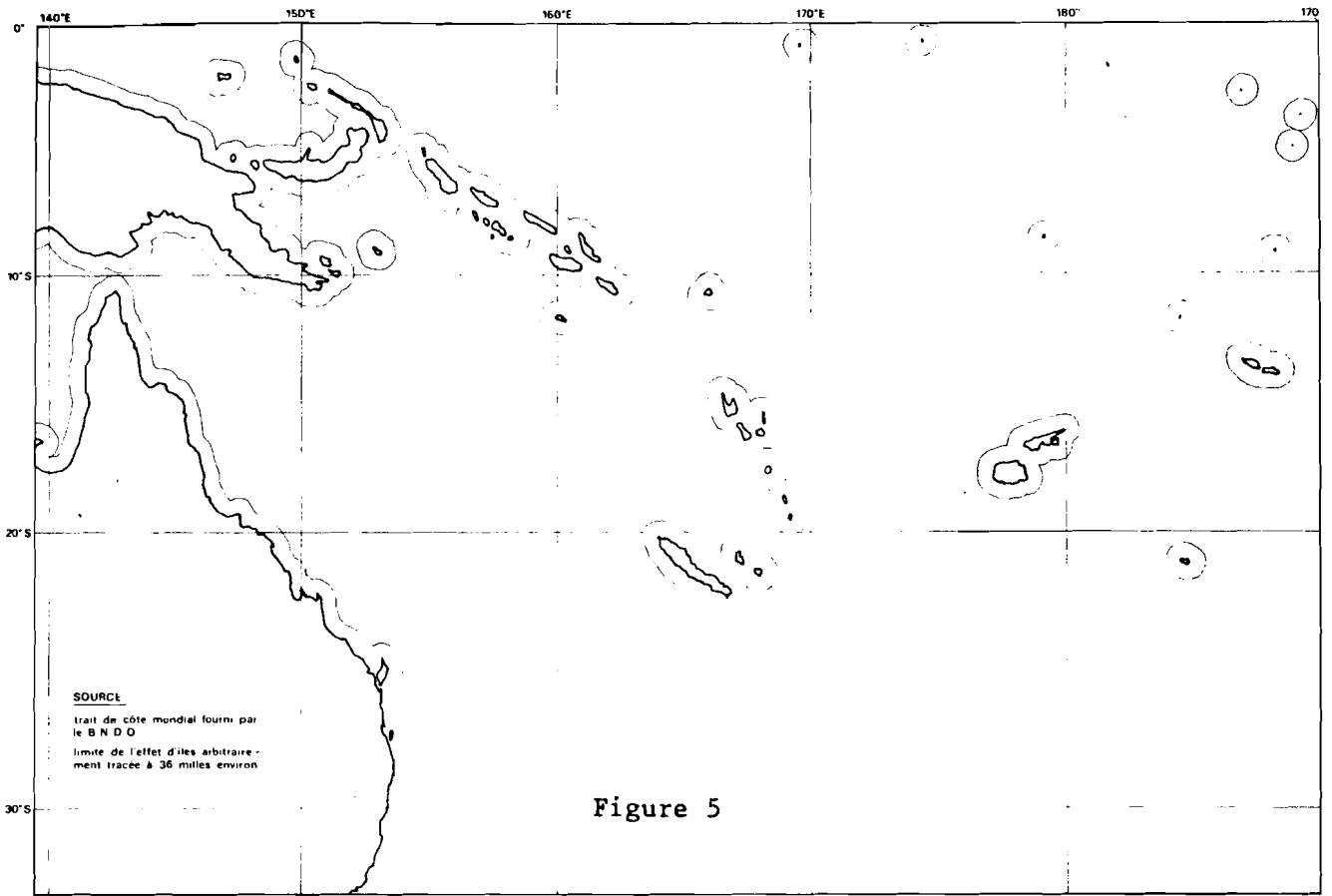


Figure 6

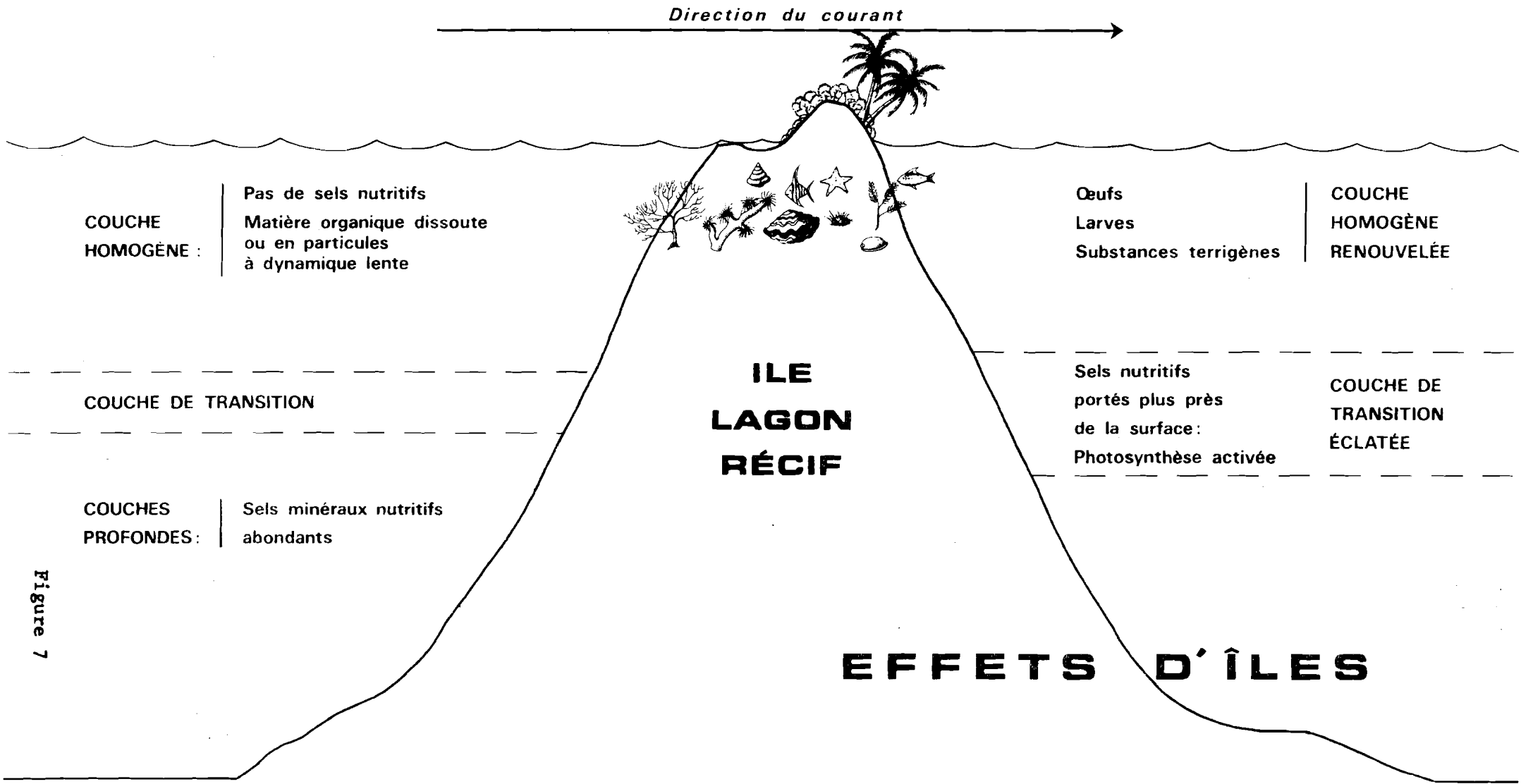


Figure 7