

Production et Relations Trophiques dans les Ecosystèmes marins  
2<sup>e</sup> Coll. Franco-Soviétique. YALTA, 1984 - IFREMER Act. Coll. n° 5 - 1987 - p : 153-154

## 15

### **A PROPOS D'UNE METHODE NOUVELLE D'ANALYSE ET DE DETERMINATION DE LA PRODUCTIVITE PELAGIQUE DES UPWELLINGS TROPICAUX**

H.J. MINAS, M. MINAS, Th. T. PACKARD

Centre d'Océanologie de Marseille, Faculté des Sciences de Luminy  
13288 MARSEILLE CEDEX 9 (FRANCE)

**RESUME** - Lorsque les zones frontales d'upwelling, lieux de rencontre entre eaux riches en sels nutritifs et eaux oligotrophes du large présentent un mélange binaire d'eaux aux propriétés chimiques bien définies, une analyse détaillée de diagrammes permet d'évaluer la fraction de sels nutritifs consommée ( $-\Delta SN$ ) et celle d'oxygène photosynthétique produite ( $+\Delta O_2$ ). Dans les diagrammes, ces paramètres non conservatifs sont associés à la salinité. Sur ce même principe, l'analyse d'un diagramme T-S permet d'évaluer l'accroissement du contenu thermique qui accompagne la dérive vers le large des eaux d'upwelling, et d'en déduire avec une bonne approximation le temps de résidence des eaux dans la couche euphotique. La connaissance du laps de temps  $\Delta t$  associé à  $-\Delta SN$ , conduit à l'expression de la production en terme de carbone:  $\Delta C \cdot \Delta t^{-1}$ , si l'on utilise les relations classiques de la biomasse planctonique. Par ailleurs, le temps de résidence permet l'obtention d'une mesure de la cinétique d'accroissement du standing stock autotrophe (chlorophylle). L'application de ce nouveau procédé a permis de montrer que l'on peut parfois faire la distinction, à l'intérieur d'une même zone d'upwelling, entre une "poussée autotrophe rapide" (PAR) et une "poussée autotrophe lente" (PAL). Le facteur régulateur est très probablement la pression de broutage des peuplements herbivores ; cette dernière, si elle s'exerce très tôt dans l'eau de source en résurgence, peut provoquer une véritable répression - souvent caractéristique des upwellings équatoriaux - de la poussée phytoplanctonique. Le retard de la consommation nutritive a des conséquences géochimiques importantes : photosynthèse ralentie, d'où invasion d'oxygène atmosphérique et évaison de  $CO_2$  dans les eaux en résurgence. Notre nouveau procédé évalue la "production communautaire nette", elle-même quasiment identique à la "production nouvelle", critère de la véritable fertilité océanique. Par intégration de la consommation globale nutritive le long du système côtier considéré, on aboutit à une valeur plus juste de la production moyenne que par les mesures directes d'activité assimilatrice (méthode  $14C$ , et autres méthodes avec incubation), en cas de régime PAL notamment, pour lequel les mesures directes par incubation, en éliminant le prédateur, surestiment la production réelle de carbone. La faible production par unité de surface, en régime PAL, est compensée par l'accroissement des dimensions de la zone de production. La fertilité globale d'un upwelling dépend tout compte fait du taux de transport global des éléments nutritifs vers la couche euphotique. Il est évident que la richesse nutritive intrinsèque des eaux de remontée est un facteur important. Ceci explique la plus grande fertilité des upwellings de Pacifique par rapport à ceux de l'Atlantique et, dans ce dernier, la richesse supérieure de l'ECSA (Eau Centrale Sud Atlantique) par rapport à l'ECNA (Eau Centrale Nord Atlantique) se traduit dans la fertilité respective des upwellings concernés.

## PRODUCTIVITY IN TROPICAL UPWELLING AREAS CONSIDERED BY A NEW METHOD OF ANALYSIS AND DETERMINATION

**SUMMARY** - When in frontal zones of upwelling areas, a two-component mixing of nutrient rich upwelled water and oligotrophic offshore waters occurs, the amounts of nutrient consumed ( $-\Delta N$ ) and oxygen produced ( $+\Delta O_2$ ) can be evaluated by a detailed analysis of diagrams, in which salinity is the conservative parameter. By this same method, the corresponding T-S diagram allows a determination of the net heat gain of the upwelling water body during its offshore transport, and consequently the corresponding residence time in the photic zone. The time lag  $\Delta t$  combined with the nutrient consumption ( $-\Delta N$ ) leads to an expression of productivity in terms of carbon ( $\Delta C \cdot \Delta t^{-1}$ ) by referring to the classical elementary ratio of the planktonic biomass. In addition, the knowledge of the time course of the increase of the autotrophic standing stock (chlorophyll), allows to distinguish between a "fast autotrophic bloom" (FAB) and a "slow autotrophic bloom" (SAB). The controlling factor is obviously the pressure of herbivore grazing. If this later occurs early in the upwelling source water, a typical repression of phytoplanktonic bloom may take place, especially in the equatorial upwelling zones. Important geochemical consequence are that retarded photosynthesis allows a exchange of oxygen (invasion) and  $CO_2$  (evasion) in the upwelling zones. Our new method determines the "net community production" which is almost identical to the "new production" and therefore only criterion of oceanic fertility.

By integrating the nutrient consumption over the whole upwelling area, it is possible to obtain a more realistic average value of the productivity than with direct measurements of photosynthetic activity ( $^{14}C$  and other incubation methods). It can be demonstrated that under a SAB regime, the incubation methods, by eliminating the grazing effect, may overestimate largely the carbon production. A low production per unit of sea surface under SAB conditions is compensated by a great or extension of the production area. The overall fertility of an upwelling system finally depends on the intensity of nutrient transport to the photic zone. It becomes evident that the potential fertility, i.e. the nutrient content of the upwelled water, is an important factor. The Pacific Ocean upwellings are richer, and within the Atlantic Ocean, the nutrient richer SACW in regard to the NACW (South and North Atlantic Central Waters) explains greater carbon budgets in the concerned upwelling zones.

---

Minas H.J., Packard T.T., Minas M, et Coste B., 1982. An analysis of the production-regeneration system in the coastal upwelling area off NW Africa based on oxygen, nitrate and ammonium distributions. *J. Mar. Res.*, 40 (3) : 615-641.

Minas H.J., Minas M. et Packard T.T. Productivity in upwelling areas deduced from hydrographic and chemical fields (soumis à *Limnol. Oceanogr.*).