

**LA MATIERE EN SUSPENSION DE LA COUCHE
DE SURFACE DU PLATEAU CONTINENTAL
NORD-OUEST EUROPEEN.
I. DISTRIBUTION SPATIALE DE LA BIOMASSE
ET DU RAPPORT $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$**

**Patrick DAUBY*, Florentina MOSORA^o, Michel
FRANKIGNOULLE* et Jean-Marie BOUQUEGNEAU***

* Service d'Océanologie, Institut de Chimie B6, et ^o Laboratoire de
Physique Biologique - Biomécanique, Institut de Physique B5
Université de Liège, B-4000 Sart Tilman (Belgique)

**THE SUSPENDED MATTER OF THE SURFACE LAYER OF
THE NORTH-WESTERN EUROPEAN CONTINENTAL SHELF.
I. DISTRIBUTION OF BIOMASSES AND
OF $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ISOTOPIC RATIOS.**

SUMMARY

Biomasses and $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratios of suspended matter (MS) were measured in three different areas of the North Sea: in the central part, in the Southern Bight, and at the Scheldt mouth. The concentrations of MS in surface waters are quite constant (about 10 gWW.m⁻³) in the whole southern North Sea, but become ten times larger in the estuary. Carbon isotope ratios display normal marine value in the sea and decrease in the Scheldt owing to terrestrial inputs. Neither MS biomass nor its $\delta^{13}\text{C}$ show significant variations during tidal cycle in the river.

Key Words: Suspended matter, North Sea, biomass, $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratios

Mots-Clefs: Matière en suspension, Mer du Nord, biomasse, rapports $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$

INTRODUCTION

La matière en suspension (MS) représente environ 2% (dont la moitié est sous forme vivante) de la matière organique totale des océans (Riley, 1970), la matière dissoute 98% et l'ensemble des macro-organismes vivants une fraction négligeable. Cette MS joue un rôle considérable dans la constitution des sédiments, mais aussi comme source de nourriture pour une large gamme d'organismes filtreurs benthiques et pour de nombreux zooplanctons omnivores. Son importance est donc grande dans l'élaboration de modèles du cycle des éléments.

Dans cet article, nous nous sommes intéressés d'une part à l'évaluation des stocks de MS présents dans les eaux de surface de la moitié sud de la Mer du Nord, et d'autre part à la signature isotopique (rapport $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) de cette matière. Il est en effet maintenant bien connu que ce rapport ne varie pas de façon aléatoire, mais qu'il est fonction à la fois du type de mécanisme biochimique intervenant lors de l'incorporation du carbone inorganique dans la matière vivante, et des conditions physico-chimiques régnant lors de cette incorporation. Ainsi, les divers groupes de végétaux (phytoplancton, algues benthiques, phanérogames marines, plantes terrestres à métabolisme C3, C4 ou CAM) présentent des $\delta^{13}\text{C}$ différents et caractéristiques de la voie photosynthétique qu'ils emploient pour fixer le carbone et de la forme chimique de celui-ci (CO_2_{gaz} , HCO_3^- ,...). Ces variations dans les rapports isotopiques permettent de définir différents réservoirs de carbone organique et d'estimer les sources de ce carbone dans des compartiments complexes de l'écosystème comme la matière organique particulaire.

MATERIEL et METHODES

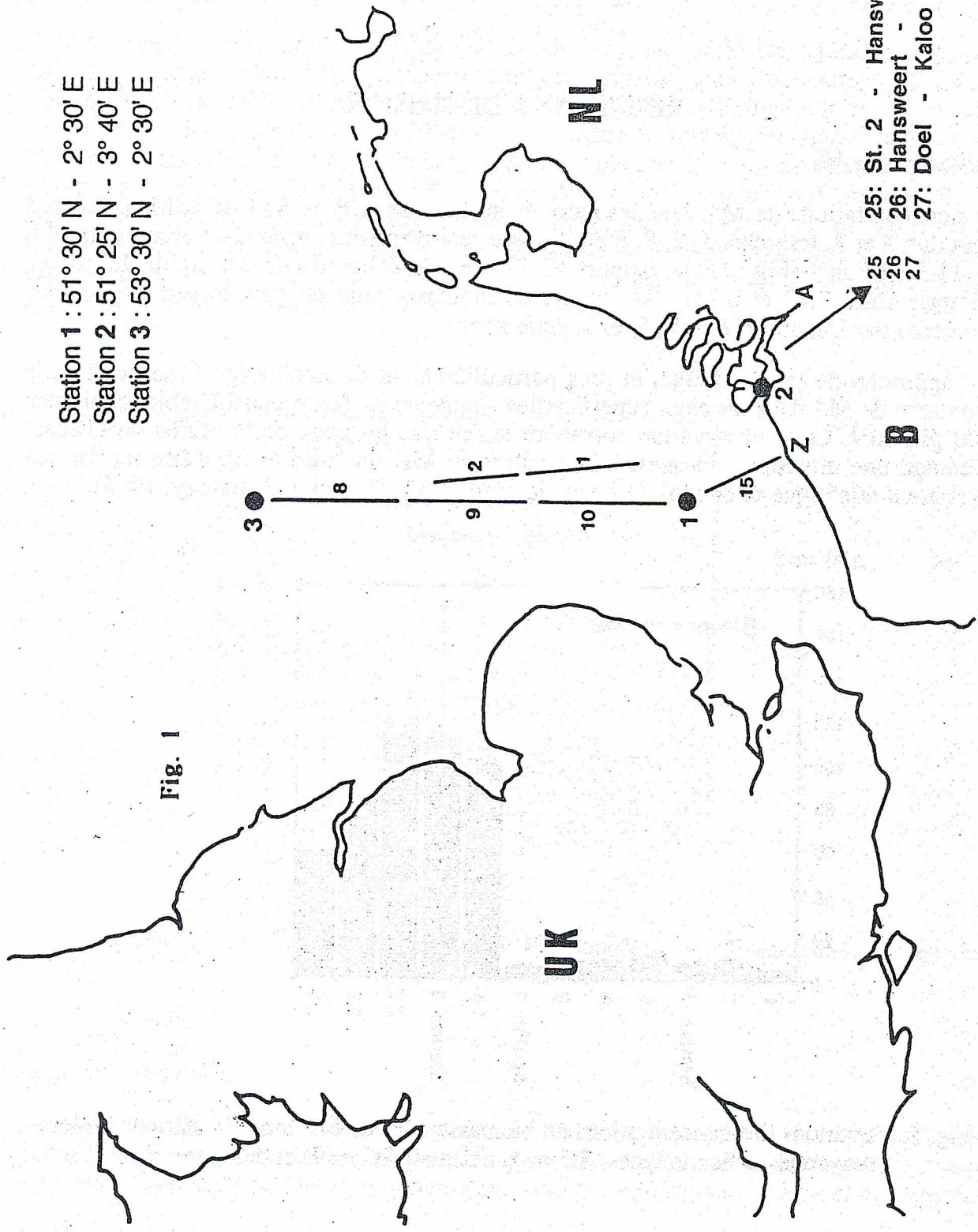
Les échantillons de matière organique particulaire ont été récoltés lors de la campagne océanographique 91/22 du N.O. "Belgica", réalisée du 21 au 30 Octobre 1991. Cette campagne multidisciplinaire, axée sur l'étude comparative du cycle du carbone, a couvert trois zones distinctes: le plateau continental du centre de la Mer du Nord, au régime hydrologique saisonnièrement stratifié (Fig. 1, station 3), le plateau de la baie sud de la Mer du Nord, où la colonne d'eau est constamment homogénéisée (station 1), et une zone estuarienne, à l'embouchure de l'Escaut (station 2). A chaque station, un certain volume d'eau de surface a été filtré (entre 2 et 6 m³ aux stations 1 et 3, entre 180 et 400 l à la station 2 et dans l'Escaut) par centrifugation (purificateur α -Laval); de 5 à 9 échantillons ont été collectés ainsi à chaque station, afin de déceler un éventuel effet du cyclé jour-nuit ou de la marée. Lors des trajets entre les stations, et pendant le retour du point 2 vers Anvers, différents échantillons ont également été récoltés. Tous ont été directement congelés en attendant leur analyse.

Il est à remarquer que la MS récoltée par le système de centrifugation n'est pas uniquement constituée de détritiques, mais contient une fraction plus ou moins grande de phytoplancton (mort ou vivant). Celui-ci représente ainsi la majeure partie de la MS aux stations 1 et 3, alors que dans l'Escaut (station 2) la fraction détritique est prédominante.

Après avoir été pesés, les échantillons de MS ont été divisés en fractions aliquotes (voir aussi l'article de Bouqueneau *et al.*, ce volume). Une fraction de chaque échantillon a été débarrassée des carbonates inorganiques (par passage à l' H_3PO_4), rincée, puis séchée en étuve à 55°C pendant plusieurs jours. Ces sous-échantillons ont ensuite été réduits en fine poudre et scellés sous vide avec du CuO en fils dans des ampoules de Pyrex® (Sofer, 1980). Celles-ci ont été placées au four à 550°C pendant une journée afin de réaliser une combustion complète de la MS. Le CO_2 produit a alors été récolté par un système de piégeage cryogénique à l'azote liquide et analysé au SIMS (Stable Isotope Mass Spectrometer, modèle Varian Mat CH5) pour obtenir les rapports $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$. Ceux-ci sont exprimés sous forme de $\delta^{13}\text{C}$ par rapport au standard international PDB:

Station 1 : 51° 30' N - 2° 30' E
 Station 2 : 51° 25' N - 3° 40' E
 Station 3 : 53° 30' N - 2° 30' E

Fig. 1



25: St. 2 - Hansweert
 26: Hansweert - Doel
 27: Doel - Kaloo

$$\delta^{13}\text{C} = [(\text{R}_{\text{échantillon}} / \text{R}_{\text{standard}}) - 1] \cdot 1000,$$

où R est le rapport $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$. La précision des mesures est de $\pm 0.3\text{‰}$.

RESULTATS & DISCUSSION

Biomasses de MS

Les concentrations de MS dans les eaux de surface de la Baie Sud de la Mer du Nord (stations 1 et 3, transects 1, 2, 8, 9 et 10) sont relativement constantes, variant entre 4.6 et 11.3 gPF.m⁻³ (Fig. 2); le rapport PS/PF de ces échantillons est stable lui aussi, compris entre 0.17 et 0.21. Ces valeurs de biomasse sont en bon accord avec celles mesurées par Dehairs *et al.*(1985) dans cette zone.

A l'approche de la côte belge, et plus particulièrement de Zeebrugge (transect 15), la biomasse de MS dans les eaux superficielles augmente de façon considérable, atteignant 100 gPF.m⁻³. Cette observation corrobore le fait que les eaux de la plume de l'Escaut prennent une direction sud-ouest à leur entrée en Mer du Nord avant d'être reprise par le courant atlantique et de remonter vers le nord-ouest (Nihoul and Runday, 1975).

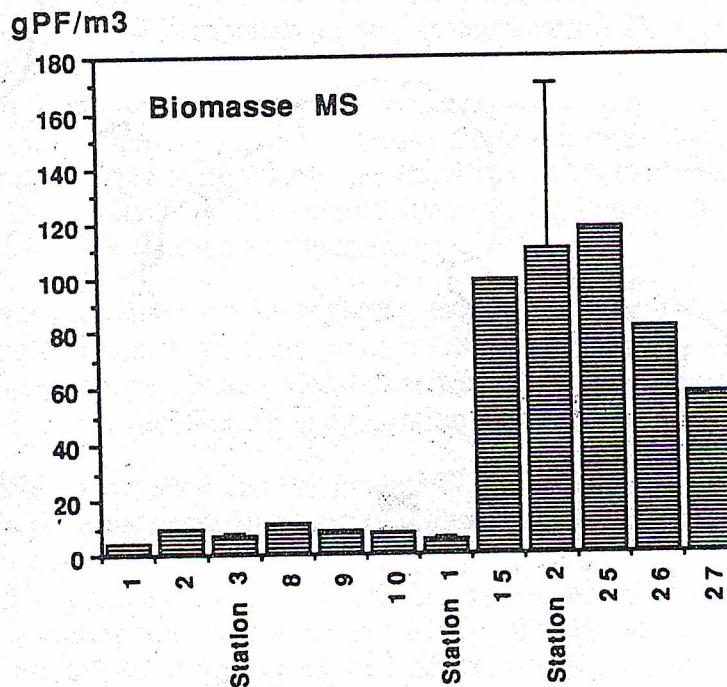


Fig. 2: Variations des concentrations en biomasse (PF) de MS lors des stations (valeurs moyennes et écarts types; St3:n=5, St1:n=4, St2:n=9) et des transects.

Dans l'Escaut, les biomasses de MS sont toujours élevées, principalement à l'embouchure. On note cependant une diminution des concentrations au fur et à mesure que l'on s'approche d'Anvers. Les plus fortes valeurs observées au transect 25 (de la station 2 à Hansweert) pourraient correspondre à un apport terrigène important provenant du canal Gand-Terneuzen.

A la station 2 (située entre Vlissingen et Terneuzen), une série d'échantillons ont été prélevés au cours d'un cycle journalier complet, lors des étales de marées hautes et basses ainsi qu'à mi-flot et mi-jusant (Fig. 3). On remarque que, bien que les variations soient d'importance (de 45 à 250 gPF.m⁻³), il n'y a pas de corrélation apparente entre les concentrations de MS et le stade de la marée, contrairement à ce qui est observé pour les paramètres physico-chimiques (Frankignoulle *et al.*, ce volume) voire pour le zooplancton (Hecq et Heyden, 1971). Ceci pourrait s'expliquer par le fait que, vu la faible profondeur et l'intensité des courants de marée, la matière organique sédimentaire est constamment partiellement remise en suspension, ce qui masque l'influence des apports soit terrestres soit maritimes.

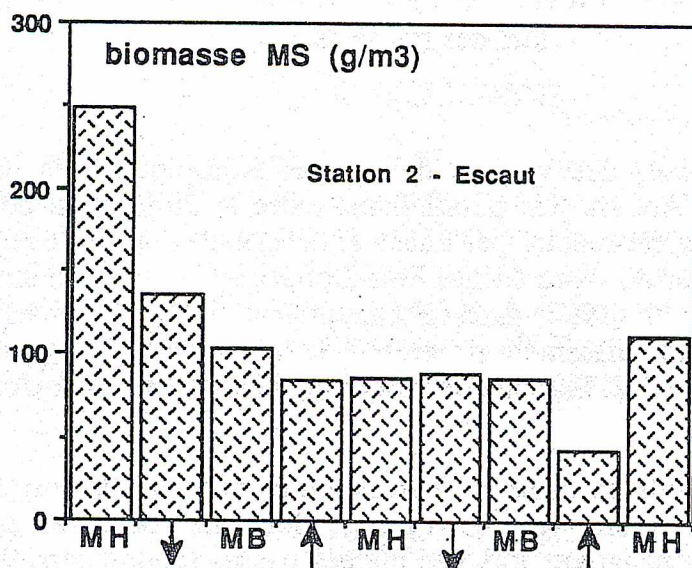


Fig. 3: Variations de la biomasse de MS à l'embouchure de l'Escaut en fonction du cycle de marées.

Rapports isotopiques

Les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ pour la MS de la Mer du Nord (Fig. 4) varient de -19.7 à -24‰. Ces résultats concordent avec ceux décrits pour différentes mers par d'autres auteurs (voir revue par Sackett, 1989), et notamment avec ceux fournis pour les côtes belge et

hollandaise (Salomons and Mook, 1981; Laane *et al.*, 1990). Ces valeurs de rapports isotopiques montrent que la MS est principalement d'origine phytoplanctonique.

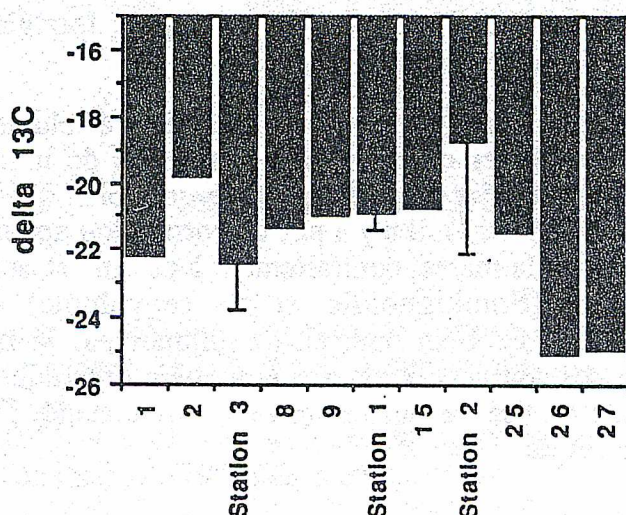


Fig. 4 : Variations du rapport $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ aux stations (moyennes et écarts, cfr. Fig. 2) et lors des transects.

Dans l'estuaire de l'Escaut, des valeurs de rapport isotopique plus négatives sont observées à l'approche d'Anvers. Un parallélisme entre la diminution de la salinité et celle du $\delta^{13}\text{C}$ a également été montré par Laane *et al.* (1990) pour les estuaires d' autres fleuves débouchant en Mer du Nord (Rhin, Ems-Dollard). Une relation similaire a aussi été trouvée par Mariotti *et al.* (1984) dans l'Escaut pour le $\delta^{15}\text{N}$. Ces observations sont à mettre en relation avec l'accroissement progressif de la part terrigène (dont la signature isotopique est plus basse, $\approx -27\text{‰}$) dans le réservoir total de MS lorsqu'on remonte les estuaires.

A la station 2, lors de l'étude du cycle de marées, on ne note pas de corrélation entre la phase de la marée et le rapport $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ (Fig. 5), alors que l'on aurait pu s'attendre à observer des valeurs plus négatives lors des marées basses (apport terrigène maximal). Ceci peut s'expliquer par le fait que la station 2 est très proche de la mer (une douzaine de km), et, comme pour les biomasses de MS, qu'une fraction non négligeable de la matière organique en suspension provient du sédiment.

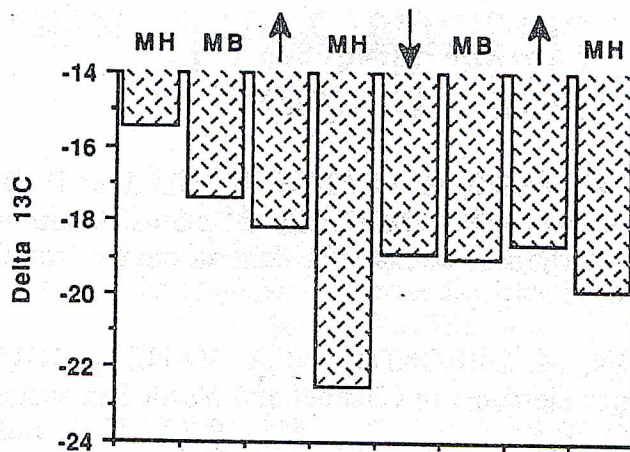


Fig. 5 : Variations du $\delta^{13}C$ au cours d'un cycle de marées à l'entrée de l'Escaut

CONCLUSIONS

Ces premiers résultats, forcément parcellaires, sur la composition isotopique de la matière organique particulaire de la Mer du Nord et de l'estuaire de l'Escaut montrent une certaine homogénéité des teneurs relatives en ^{13}C dans la Baie Sud -traduisant une homogénéité des populations phytoplanctoniques-, et une diminution de ces teneurs en milieu estuarien, preuve d'un apport terrigène important. Ces résultats nécessitent toutefois d'être complétés par d'autres séries de données, notamment au niveau du transect dans l'Escaut, pour pouvoir être intégrés dans un modèle écosystémologique des flux de carbone dans la zone considérée.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier l'équipage du N.O. "Belgica" pour sa collaboration efficace lors de cette campagne, l'Unité de Gestion du Modèle Mathématique qui en a permis la réalisation et le déroulement correct, ainsi que Madame N. d'Archambeau, Messieurs L. Bernard et J. M. Théate pour leur assistance technique. Ce travail a pu être réalisé grâce au soutien financier de la Communauté Française de Belgique (Programme Actions de Recherches Concertées, Convention 89/94-131).

REFERENCES

- BOUQUEGNEAU, J.M., S. GOBERT, M. FRANKIGNOULLE et P. DAUBY, (1992). La matière en suspension de la couche superficielle du plateau continental nord-ouest européen. II. Teneur en métaux lourds et transfert dans la chaîne trophique. *Bull. Soc. roy. Sci. Liège*, ce volume.
- DEHAIRS, F., G. GILLAIN, M. DEBONDT and A. VANDENHOUT, (1985). The distribution of trace and major elements in Channel and North Sea suspended matter. In "*Progress in Belgian oceanographic research*", VAN GRIEKEN R. and R. WOLLAST eds., Univ. Antwerp Publ., 136-146.
- FRANKIGNOULLE, M., I. BOURGE, C. CANON, A. NORRO, P. DAUBY et J. M. BOUQUEGNEAU, (1992). Dynamique du carbone inorganique dans l'estuaire de l'Escaut; premiers résultats. *Bull. Soc. roy. Sci. Liège*, ce volume.
- HECQ, J. H. et D. HEYDEN, (1971). Etude du zooplancton de surface au point M06 pendant 72 heures. Programme National R-D sur l'Environnement, Projet Mer, Technical report Point fixe, Biol.01.
- LAANE R.W.P.M., E. TURKSTRA and W. G. MOOK, (1990). Stable carbon isotope composition of pelagic and benthic organic matter in the North Sea and adjacent estuaries. In "*Facets of modern biogeochemistry, Festschrift for the 60th anniversary of E. T. Degens*", ITTEKKOT V., S. KEMPE, W. MICHAELIS and A. SPITZY eds., Springer Verlag, Berlin, 214-224.
- MARIOTTI, A., C. LANCELOT and G. BILLEN, (1984). Natural isotopic composition as a tracer of origin for suspended organic matter in the Scheldt estuary. *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 48, 549-555.
- NIHOUL J. C. J. and F. C. RONDAY, (1975). The influence of tidal stress on the residual circulation. *Tellus*, 27, 484-490.
- RILEY, G. A., (1970). Particulate organic matter in the sea. *Adv. Mar. Biol.*, 8, 1-118.
- SACKETT, W. M., (1989). Stable carbon isotope studies on organic matter in the marine environment. In "*Handbook of environmental isotope geochemistry*", FRITZ P. and J. FONTES eds., Elsevier, New York, 139-170.
- SALOMONS, W. and W. G. MOOK, (1981). Field observations of the carbon isotopic composition of particulate organic carbon in the southern North Sea and the adjacent estuaries. *Mar. Geol.*, 41, M11-M20.
- SOFER, S., (1980). Preparation of carbon dioxide for stable carbon isotope analysis of petroleum fractions. *Anal. Chem.*, 52, 1389-1391.