

COMITE NATIONAL FRANCAIS  
de  
GEODESIE  
et  
GÉOPHYSIQUE

Section 7  
Sciences physiques de l'océan

# Nouvelles brèves de l'océanographie

N° 39 EPSHOM du 18 janvier 1979

Ce bulletin rassemble des informations extraites des comptes rendus d'activité, pour l'année 1978, des Laboratoires où le Comité National Français de Géodésie et Géophysique (section 7) se trouve représenté. Elles ont été choisies en fonction de l'originalité et de l'importance des résultats des recherches qu'elles décrivent sommairement et donnent un aperçu de l'effort français de recherche océanographique en 1978.

OCEANOGRAPHIE PHYSIQUE

- Dynamique turbulente à petite échelle -

Des résultats importants sont à signaler :

- . l'exploitation de mesures faites à bord de la bouée Borha 2 a conduit à mettre en doute l'hypothèse de Taylor dans le domaine de la turbulence géophysique selon laquelle tous les tourbillons ont une vitesse de convection indépendante de leur échelle. En réalité le laps de temps  $T$  sur lequel porte la moyenne des mesures faites paraît être une grandeur fondamentale dans l'analyse dimensionnelle des phénomènes de turbulence instationnaire à très grand nombre de Reynolds et la vitesse de transport de ces structures serait de la forme  $\sqrt{\epsilon} T$  ( $\epsilon$  viscosité virtuelle) ;
- . la "mise en vitesse" des couches supérieures marines par un vent pratiquement impulsif suit une loi en  $\sqrt{Hxt}$  ( $H$  profondeur en mètres,  $t$  temps en minutes) ;
- . les taux de transfert, -déterminés expérimentalement-, de l'énergie du vent cédée aux vagues et au courant moyen sont respectivement de 5 % et 30 %.

.../...

- . les co-spectres de vitesses horizontales et verticales dans l'eau montrent l'importance de la contribution des vagues aux flux total vertical de quantité de mouvement, vis-à-vis de la contribution liée à la turbulence.

Museum d'Histoire Naturelle  
Laboratoire d'Océanographie Physique  
(M. REVAULT D'ALLONNES).

- Intéactions océans-atmosphère à petite échelle -

Les travaux effectués en 1978 à l'Institut de Mécanique Statistique de la Turbulence sur les problèmes des interactions océans-atmosphère ont conservé comme thème principal l'étude des mécanismes physiques à petite échelle au voisinage de l'interface air-mer : transferts turbulents de quantité de mouvement et d'énergie cinétique et génération des vagues et des courants (phénomène d'amplification des vagues par le vent, structure statistique des vagues de vent durant la phase active de la génération, dynamique non linéaire des vagues de vent, étude de l'apparition du déferlement) ; échanges turbulents de vapeur d'eau et de chaleur latente au cours de l'évaporation ; transferts turbulent et radiatif de chaleur sensible ; transports de matière sous formes gazeuse et particulaire.

Ces travaux englobent des études théoriques, des recherches expérimentales dans la grande soufflerie de simulation des échanges air-mer et des mesures en nature.

Institut de Mécanique Statistique de la  
Turbulence (MM. FAVRE ET COANTIC)

- Circulation marine sur le plateau continental (Golfe du Lion)

En attendant l'exploitation complète des campagnes faites depuis 1974 dans le golfe du Lion en vue d'éclaircir le processus de formation d'upwellings, des schémas théoriques sont proposés :

- . par M. SAINT GUILY, en régime permanent mais non linéaire : un courant parallèle à la côte relativement intense présente un gradient vertical important, avec un sous-courant de direction opposée à celle du courant de surface. La longueur de la zone d'upwelling est mesurée par le rayon interne de la déformation ;
- . par M. CREPON, en régime de vent impulsif soufflant sur une bande limitée oblique par rapport à la côte : l'upwelling apparaît sous la forme d'une onde de Kelvin parcourant l'interface, parallèlement à la côte et se propageant vers la gauche pour un observateur marin face à la côte ; un contre courant opposé à la direction du vent existe en profondeur.

.../...

L'étude du même problème par la voie d'une modélisation numérique utilisant la méthode des éléments finis, apte à une meilleure représentation des côtes, paraît prometteuse pour rechercher la solution d'écoulements océaniques.

Museum d'histoire Naturelle  
Laboratoire d'Océanographie Physique  
MM. CREPON et SAINT GUILY

- Tourbillons à l'échelle intermédiaire dans le proche atlantique

L'analyse des données collectées de février 1976 à novembre 1977 dans le proche atlantique (47°N, 11°W) avec des bouées dérivantes a montré l'existence quasi-permanente de tourbillons de moyenne échelle, de l'ordre de 100 km de diamètre, tournant soit dans le sens cyclonique soit dans le sens anticyclonique, animés de vitesse de l'ordre de 12 cm/s et dont les effets se font sentir jusqu'à une profondeur d'au moins 1300 m.

CNEXO. Centre Océanologique de Bretagne  
(M. MADELAIN).

- Dynamique à moyenne échelle : la formation des eaux profondes en Mer du Labrador

Les campagnes de l'"Hudson", en 1976 et 1978, en Mer du Labrador ont fait avancer la connaissance sur la formation des eaux profondes et montré les similitudes entre les phénomènes accompagnant la formation d'épaisses couches homogènes en Mer du Labrador et en Méditerranée. Des tourbillons analogues ont été mis en évidence à la limite entre domaines stratifié et quasi-homogène. Par ailleurs, la formation des eaux profondes en Mer du Labrador met en jeu, d'une part, les eaux "intermédiaires" relativement chaudes et salées du courant d'Irminger, et, d'autre part, des eaux superficielles du centre du circuit cyclonique qui subissent des déperditions thermiques suffisantes pour acquérir une densité élevée et se mélangent ainsi à l'eau du courant d'Irminger.

Museum d'Histoire Naturelle  
Laboratoire d'Océanographie Physique  
(M. GASCARD)

- Les méandres du Gulf Stream -

L'étude de la formation et de l'évolution des "anneaux" du gulf Stream, à l'aide des trajectoires des bouées dérivantes localisées par le satellite Nimbus F, a mis en évidence l'influence de la topographie du fond (montagnes sous marines) sur la formation et la localisation des méandres et tourbillons du Gulf Stream.

Museum d'Histoire Naturelle  
Laboratoire d'Océanographie Physique  
(Professeur RICHARDSON de la Woods Hole  
Océanographic Institution).

.../...

- La gamme des périodes associées aux vagues d'amplitudes extrêmes -

La gamme des périodes à associer aux vagues extrêmes a été étudiée à partir d'un ensemble d'enregistrements en continu de 21 tempêtes en Mer du Nord selon deux méthodes différentes. La première est basée sur l'analyse des vagues individuelles maximales de chaque tempête ; la seconde utilise les paramètres moyens de l'état de la mer qui sont appliqués à un modèle original de densité de probabilité composée hauteur-période des vagues individuelles. Les résultats de ces deux méthodes sont en bon accord et assignent aux vagues centennaires une gamme de périodes restreintes (14 à 17s).

C.N.E.X.O. Centre Océanologique de Bretagne  
(M. CAVANIE)

- Etudes climatiques -

Une étude des données historiques d'hydrologie portant sur les 100 dernières années a été faite dans le proche Atlantique (carreaux Marsden 145, 146, 181, 182). A partir de valeurs moyennes mensuelles, calculées pour chaque carreau de 1° de côté, des cartes ont été dressées pour différents paramètres : températures de l'air et de l'eau, pression atmosphérique, vent. Le traitement des anomalies par rapport à la moyenne des températures de l'air et de l'eau met en évidence l'existence de périodes privilégiées (2 ans<sup>(1)</sup>, 11 ans<sup>(2)</sup>) et un lent réchauffement moyen de la température de surface des océans jusqu'en 1960 environ, puis une tendance à la diminution depuis. Ces résultats sont corroborés par d'autres études faites dans l'océan mondial (Atlantique Equatorial, Méditerranée, Mer d'Arabie)

(1) les années paires étant les années froides

(2) oscillation bien corrélée à celle du nombre de Wolf.

CNEXO - Centre océanologique de Bretagne  
(M. BILLIET)  
et Museum d'Histoire Naturelle  
Laboratoire d'Océanographie Physique  
(Mlle FIEUX)

- Modèles numériques de courants de marée -

En partant de modèles généraux de courants de marée à petite échelle, des modèles bidimensionnels à maille fine (de l'ordre de 30 m) ont été développés pour répondre aux problèmes ponctuels posés par les études de site. Par ailleurs, un modèle tridimensionnel adapté à la courantologie dans un chenal, a été mis au point.

EDF - Direction des Etudes et Recherches  
Laboratoire National d'Hydraulique  
(M. BOULOT)

- Modèle de dérive de nappe d'hydrocarbure -

Un modèle d'étalement de nappe d'hydrocarbure, prenant en compte les effets du vent et du courant a été réalisé et vérifié à partir des données recueillies après le naufrage de l'Amoco Cadiz

E.D.F. - Direction des Etudes et Recherches  
Laboratoire National d'Hydraulique  
(M. BOULOT)

- Ondes à forte courbure -

L'élaboration d'un modèle bidimensionnel utilisant la théorie des ondes cnoidales a permis d'étudier les problèmes suivants : pénétration de la houle dans les ports ; déformation de la houle par le courant ; propagation de sillages de navire en eau peu profonde.

EDF - Direction des Etudes et Recherches  
Laboratoire National d'Hydraulique  
(M. BOULOT)

- Mise en service d'une cuve courantologique programmée, au Laboratoire National d'Hydraulique -

Cette installation mise en service en fin d'année permet de reproduire automatiquement, avec précision, les courants de marée sur un modèle physique tridimensionnel local à grande échelle, à partir des conditions aux limites fournies par un modèle mathématique régional bidimensionnel. On peut ainsi étudier rapidement plusieurs sites côtiers sans effectuer de réglage long. Il s'agit d'une cuve de 58 x 28 m alimentée sur trois limites "ouvertes" par 6 circuits de pompage reversibles indépendants de 500 l/s chacun contrôlés en permanence par un ordinateur d'après un fichier sur bande magnétique issu du modèle mathématique : la bathymétrie du site est représentée par une mosaïque de caissons plastiques amovibles. Elle fonctionne actuellement avec un modèle du site électronucléaire de Flamanville.

EDF - Direction des Etudes et Recherches  
Laboratoire National d'Hydraulique  
(M. BOULOT).

- Les données du programme GATE (juin-septembre 1974, Atlantique tropical) sont disponibles.

5064 stations Nansen interpolées à 18 niveaux standards, 3554 stations effectuées à la sonde in situ, 10191 données bathythermiques et 6059 mesures de température et salinité de surface sont disponibles du Bureau National de Données océaniques et présentées sur les documents suivants :

.../...

- catalogue général des "data sets" généraux et spéciaux ;
- document de validation des données GATE ;
- cartes et coupes associées aux "data sets" généraux et spéciaux.

CNEXO - Centre Océanologique de Bretagne  
BNDO.

(M. STANISLAS).

- Réalisation d'un catalogue inventaire en courantométrie -

Un catalogue inventaire, dénommé SAIC (Signalement et Archivage des Informations Courantométriques), récapitulant les mesures effectuées par les organismes français, est disponible au BNDO.

CNEXO - Centre Océanologique de Bretagne  
BNDO

(M. STANISLAS).

CHIMIE OcéANOGRAPHIQUE

- Etude chimique de l'interface air-mer

Les campagnes MIDLANTE (en Atlantique tropical Est) et ROMANCAP (en Atlantique équatorial Est) ont permis d'étudier les transferts de matière organique à l'interface air-mer. L'analyse des acides gras et des hydrocarbures prélevés dans l'eau de mer sous-jacente, la microcouche de surface, les fractions particulaires et dissoutes des aérosols marins a mis en évidence deux mécanismes de transfert air-mer : l'éjection par les microbulles créées au sein de l'eau par les vagues et les vents, d'une part, et l'évaporation, d'autre part. Les aérosols comprennent une part de composés provenant de la microcouche à laquelle se superpose une contribution d'origine anthropogénique.

Université Pierre et Marie Curie  
Laboratoire d'Océanographie Physique  
(M. BOUTLER)

- Transformation de la matière organique à l'interface eau-sédiment profond (programme ORGON)

Des prélèvements effectués à 5 mètres du fond et dans l'eau interstitielle des sédiments, au large des côtes de Mauritanie, et de l'analyse des acides gras et des hydrocarbures saturés ou aromatiques polycycliques présents sous forme dissoute ou particulaire, il résulte que :

- . le matériel lipidique de l'eau de mer sus-jacente au sédiment a une origine essentiellement marine ;

.../...

- . les eaux interstitielles des sédiments superficiels sont nettement plus riches en lipides que l'eau sus-jacente ;
- . l'eau interstitielle est un milieu privilégié pour l'observation des activités microbiologiques dans les sédiments.

Université Pierre et Marie Curie  
Laboratoire d'Océanographie Physique  
(M. BOUTLER).

## GÉOPHYSIQUE MARINE

### - Houle et microséismes -

Des expériences en soufflerie de génération de vagues par le vent, avec un procédé de mesures au radar Doppler, ont montré l'existence, quand le vent est faible, d'ondes se propageant dans le sens du vent et d'autres de même période remontant le vent. Quand le vent augmente, les premières croissent tandis que les secondes disparaissent. D'autres expériences faites à l'Institut de Mécanique Statistique de la Turbulence ont montré une concentration d'énergie de la houle à la fréquence double de l'onde dominante. On expliquerait ainsi la fréquence double des microséismes de celle de la houle principale. Or, on sait (Miche, Longuet Higgins) que les ondes stationnaires ainsi présentes dans l'aire de génération de la houle ne s'atténuent pas avec la profondeur comme cela est le cas pour les ondes progressives. L'origine des microséismes serait en conséquence à rechercher, non dans les zones de tempêtes océaniques où le vent est le plus violent, mais là où il est modéré, en même temps que la mer fort agitée, c'est-à-dire au centre des cyclones et dépressions (œil de la tempête).

Institut de Physique du Globe  
(M. BERNARD).

### - Exploitation du système SEABEAM (sondeur multifaisceaux) -

Un système de traitement différé des données du sondeur multifaisceaux Seabeam, restituant les positions exactes (par la prise en compte de la dérive et des mouvements de lacet) et permettant de travailler à des échelles allant du 1/5000 au 1/300 000, a été mis au point.

CNEXO. Centre Océanologique de Bretagne  
BNDO  
(M. STANISLAS)

.../...

## GEOLOGIE MARINE

### - Une marge continentale stable : le Golfe de Gascogne -

Dans le cadre du projet IPOD (International Phase of Ocean Drilling) la combinaison des informations de la géophysique et des forages du Glomar Challenger dans le Golfe de Gascogne a permis de proposer un modèle d'évolution structurale d'une marge continentale stable. On a pu montrer que dans cette région, le "rifting" a été sous-marin et non sub-aérien. Le style tectonique est caractérisé par l'existence d'une série de blocs basculés limités par des failles de rotation qui ont affecté la partie supérieure fragile (6 - 8 km) de la croûte continentale et qui sont responsables d'une extension de 10 à 15 %. L'amincissement de la partie inférieure ductile de la croûte jusqu'à une épaisseur de 3 km seulement implique un processus différent, de fluage, en réponse aux tensions de la plaque continentale. On a montré que la subsidence suit une loi exponentielle en fonction du temps avec une constante de temps localisée pour chaque point de la marge. La subsidence de la marge après le début de l'accrétion de nouvelle croûte océanique serait un ajustement isostatique ou refroidissement de la lithosphère dans laquelle la croûte continentale aurait été amincie durant le processus de rifting.

Institut Français du Pétrole  
(M. GRAU)

### - Origine des canyons sous-marins

L'exploitation d'une campagne du Lamont Doherty Geological Observatory sur la marge continentale de la Nouvelle Angleterre (Atlantique Nord Ouest), avec la participation du Groupe Nesteroff, a permis de formuler une nouvelle hypothèse sur le mode de formation des canyons sous-marins. Le mécanisme principal des érosions constatées est l'effondrement des pans de falaises formant les flancs du canyon par affouillement à leur base résultant de courants chargés de matériaux abrasifs. Périodiquement des avalanches boueuses (courants de turbidité) ramontent les canyons et les débarrassent des produits d'érosion qu'ils épandent en cônes de déjection.

Université Pierre et Marie Curie  
Laboratoire de Géologie Dynamique  
(Groupe Nesteroff).

## SEDIMENTOLOGIE MARINE

### - Les milieux margino-littoraux -

Les travaux effectués depuis plusieurs années dans les lagunes côtières du Languedoc-Roussillon permettent de dresser le bilan suivant dans les domaines de la sédimentation et de la géochimie. Les mouvements des eaux sont essentiellement régis par le régime des

.../...



vents, de la pluviosité et de la marée. Les vents dépassant le seuil critique de 9 m/s déterminent une circulation des eaux dont la vitesse moyenne est de 30cm/s ; les clapots qui en résultent engendrent des vitesses orbitales au fond, des particules liquides, supérieures à 50 cm/s. Au total, les suspensions se composent :

- . d'apports primaires par les rivières (30 à 40 000 tonnes/an) auxquels s'ajoute une production organique de 20 000 tonnes/an ;
- . d'apports secondaires par remaniement des fonds correspondant à des turbidités comprises entre 20 et 50 mg/l. L'essentiel du matériel reste piégé dans la lagune.

Les matériaux, remis périodiquement en suspension, sont soumis aux tendances réductrices du milieu physico-chimique. Il en résulte : une remobilisation des polluants libérés, dans la phase minérale ; et une dégradation rapide de la matière organique, puis sont intégration aux substances humiques après minéralisation partielle et assimilation par la flore bactérienne.

Université de Perpignan  
Centre de Recherches de Sédimentologie  
Marine (Mme DUBOUL RAZAVET).

- L'évaluation de la granulométrie des fonds par les ultra-sons.

Un procédé a été mis au point qui utilise des ondes réfléchies sous incidence normale (dans la gamme 20 - 100 kHz), pour l'étude de l'impédance acoustique du fond et des paramètres qui lui sont corrélés (densité, paramètres mécaniques). L'appareil est posé sur le fond et l'amplitude détectée en fonction de la fréquence passe par un maximum pour chaque mode granulométrique. On espère ainsi déterminer la nature granulométrique des fonds à partir des coefficients de réflexion.

Université de Perpignan  
Centre de Recherches de Sédimentologie  
Marine (Mme DUBOUL RAZAVET).

L'Ingénieur Général de l'Armement BOURGOIN  
Secrétaire de la Section 7

*Bourgoin*