

J. Rech. Océanogr.
Vol. II, n° 3, 1977.

COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LES RÉSULTATS OCÉANOGRAPHIQUES
DE L'OPÉRATION GATE.

J. MERLE

Une réunion des principaux chercheurs océanographes physiciens engagés dans l'opération GATE s'est tenue au Centre Océanologique de Bretagne (C.O.B.) à BREST du 6 au 10 septembre 1976. Proposée par le groupe 43 du SCOR, cette réunion a reçu l'appui de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) et de la Commission Océanographique Intergouvernementale (COI). 35 participants représentaient les principaux organismes impliqués dans GATE. Citons parmi ceux-ci:

- Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI)
- Université de MIAMI
- Air-Sea Interaction Laboratory de MIAMI
- Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.)
- Center for Experimental Design and Analysis (CEDA) WASHINGTON
- Université de KIEL (FRG)
- Institut de Géophysique de HAMBOURG (FRG)
- Université de SOUTHAMPTON (Grande Bretagne)
- Bedford Institute (CANADA)
- Columbia University (CANADA)
- Direction de la Recherche du Ministère de l'Industrie du Québec (CANADA)
- Laboratoire d'Océanographie Physique du Muséum National d'Histoire Naturelle (FRANCE)
- Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer (ORSTOM) (FRANCE)

Deux sujets d'étude distincts étaient au programme de cette réunion:

- L'un dirigé par le Professeur J. WOODS de l'Université de SOUTHAMPTON (Grande Bretagne) concernait les phénomènes d'interaction océan-atmosphère à moyenne échelle affectant la couche homogène océanique. Cette étude appartenait au "Boundary layer experiment".

- L'autre, dirigé par J. MERLE de l'ORSTOM, concernait la circulation générale de l'océan Atlantique Intertropical. Il avait trait à l' "Equatorial and A scale experiment" (1)

¹ Il est bon de rappeler que le programme océanographique GATE comportait 2 thèmes d'étude essentiels:

- L'un appelé "Boundary layer experiment" avait pour objet l'étude des phénomènes d'interaction océan-atmosphère, à moyenne échelle (de 1 à 100 km) appelée encore échelle C.
- L'autre appelé "Equatorial and A scale experiment" étudiait l'ensemble du système équatorial Atlantique et ses fluctuations à long terme, ainsi que les relations de ce système avec la circulation générale de la zone intertropicale Atlantique appelée encore échelle A.



Fonds Documentaire ORSTOM
Cote: B*6292 Ex: 1

Les problèmes du traitement international des données océanographiques GATE ont été aussi abordés au cours de cette réunion avec les représentants du Bureau National des Données Océaniques (BNDO) qui ont la charge de la gestion de l'ensemble des données océanographiques GATE en qualité d "Oceanographic Subprogramme Data Center (OSDC).

DIRECTION DE RECHERCHES ET PROGRES RECENTS DANS L'ETUDE DE LA COUCHE HOMOGENE ET DE SES RELATIONS AVEC L'ATMOSPHERE

La carte de situation (Figure 1) montre la disposition des plateformes: navires et bouées à partir desquelles les mesures ont été réalisées dans l'expérience couche limite.

Les objectifs généraux de cette expérience s'orientaient dans 4 directions:

- Etude de la houle
- Etude des relations entre les ondes internes et le développement de la couche homogène
- Etude de la formation et de l'évolution de la couche homogène
- Etude des fronts dans la thermocline

1) Etude de la houle

L'objectif du programme d'étude de la houle était de mesurer la distribution spatio-temporelle de l'énergie spectrale de ces ondes de façon à:

- tester les méthodes numériques de prédiction
- fournir des éléments pour l'étude dynamique de la réponse des couches superficielles océaniques aux contraintes atmosphériques.

Les mesures étaient réalisées à partir de 5 bouées à accéléromètres et de 6 bouées à "Telemeter wave-rider". Des mesures par laser à partir d'avions étaient aussi prévues.

90% des observations projetées ont été réalisées et analysées. Les objectifs scientifiques pourront être atteints au cours de l'année 1977.

2) Relation des ondes internes avec le développement de la couche homogène.

L'objectif de ce programme était d'étudier les modifications du spectre des ondes de gravité en fonction des variations de la tension du vent de surface, et aussi d'étudier les interactions entre le courant moyen et les ondes internes; enfin un objectif secondaire avait trait à l'évaluation des relations entre l'épaisseur de la couche homogène et le bilan de sel et de chaleur.

Les mesures nécessaires à ces objectifs ont été réalisées à partir de 7 mouillages de courantomètres avec capteurs de température; des instruments remorqués tel que Batfish, hydroglider acoustic sounding et des instruments immergés à partir de bateaux en point fixe ont été utilisés.

Après l'analyse en série temporelle des différents enregistrements par les méthodes classiques d'analyse spectrale les premières études générales font apparaître quelques résultats nouveaux. SIEDLER et al. (1976), après avoir vérifié que les pics les plus importants correspondaient à la fréquence d'inertie et à l'onde semi-diurne de la marée, ont remarqué un plateau à la fréquence de vaïšälà correspondant à l'eau profonde et non à la fréquence de vaïšälà de la couche considérée. La cohérence des enregistrements de courants et de température est bonne dans la thermocline jusqu'à des distances horizontales de 500 mètres et pour des fréquences atteignant la fréquence de vaïšälà de l'eau profonde. 2 modèles de génération d'ondes internes ont été testés avec ces données: un modèle linéaire qui n'a pas donné de niveaux d'énergie vraisemblables; un

autre, prenant en compte des relations non linéaires entre la houle et les ondes internes a donné des temps de réponse trop longs à l'action du vent. De nouveaux modèles sont à l'étude.

3) Formation et évolution de la couche homogène

L'objectif de ce programme était de mesurer les vitesses d'évolution de la structure thermique et haline de la couche homogène et de la pycnocline, les taux de mélange dans la couche de surface et au sommet de la thermocline devaient être quantifiés en relation avec le vent observé, la température et l'humidité de l'air.

Les mesures nécessaires à ces objectifs étaient celles décrites dans les paragraphes précédents avec en plus 3 bouées cyclosondes et 2 systèmes de mesure des microstructures.

Comme exemple de résultats récents dans ce domaine citons le cycle de formation et d'approfondissement de couches homogènes naissantes analysé par H. PETERS (1976) qui montre que ce cycle est de 5 jours et est lié aux lignes de grain traversant la zone de l'échelle C; l'alternance des lignes de grain a un double effet: pendant le grain lui-même la pluie produit une dessalure superficielle et le vent crée un processus d'approfondissement de la couche dessalée; pendant les périodes de calme entre les grains l'ensoleillement crée un réchauffement des couches superficielles individualisant ainsi une nouvelle petite couche. Des vitesses d'approfondissement de 10 à 20 mètres par jour ont été observées.

4) Fronts dans la thermocline.

L'objectif de ce programme était de détecter par des mesures quasi synoptiques de l'ensemble de la zone de l'échelle C, des fronts et ensuite de porter une attention particulière à leur structure en relation avec la circulation verticale locale et l'action de l'atmosphère.

En 3 occasions durant la phase 3 entre le 25 août et le 15 septembre de tels fronts ont pu être détectés et suivis en termes de séries temporelles lagrangiennes, c'est à dire en suivant le déplacement spatial du phénomène par 3 bateaux: le "DISCOVERY", le "COLUMBUS ISELIN" et le "QUADRA". Ces bateaux étaient équipés de sondes STD classiques mais aussi en ce qui concerne le "DISCOVERY" et le "SQUADRA" de CTD montées en "Batfish" donnant une résolution verticale de 3 centimètres et une résolution horizontale le long du déplacement du navire de 500 mètres.

L'analyse de ce nouveau type de mesures est complexe et est actuellement en cours. Deux voies sont explorées:

- soit considérer que les mesures qui sont faites en suivant le déplacement du phénomène dans le concept de LAGRANGE peuvent être considérées comme quasi synoptiques et donner une description spatiale par isocourbes du phénomène; celui-ci étant considéré comme invariant pendant la période d'observation.

- soit considérer ces mesures en termes de séries temporelles. Cette voie permettant de faire apparaître l'amplitude des distorsions non synoptiques qui pourront corriger les résultats de l'analyse de la 1ère voie.

Il faudrait attendre les résultats de ces analyses pour avoir une idée plus nette de la structure de ces fronts et des mécanismes de génération et d'entretien qui y sont associés.

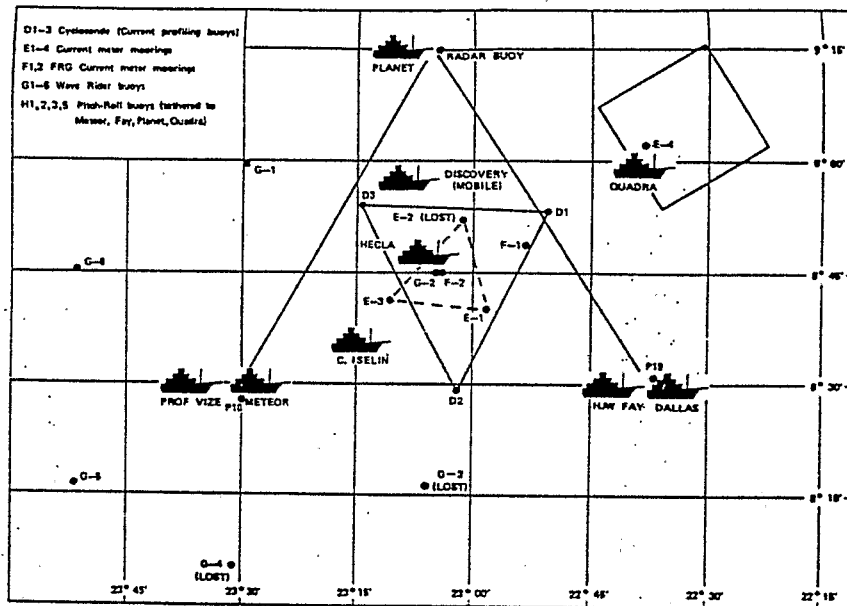


FIG. 1 - POSITION DES NAVIRES ET BOUEES DE L'EXPERIENCE COUCHE LIMITE

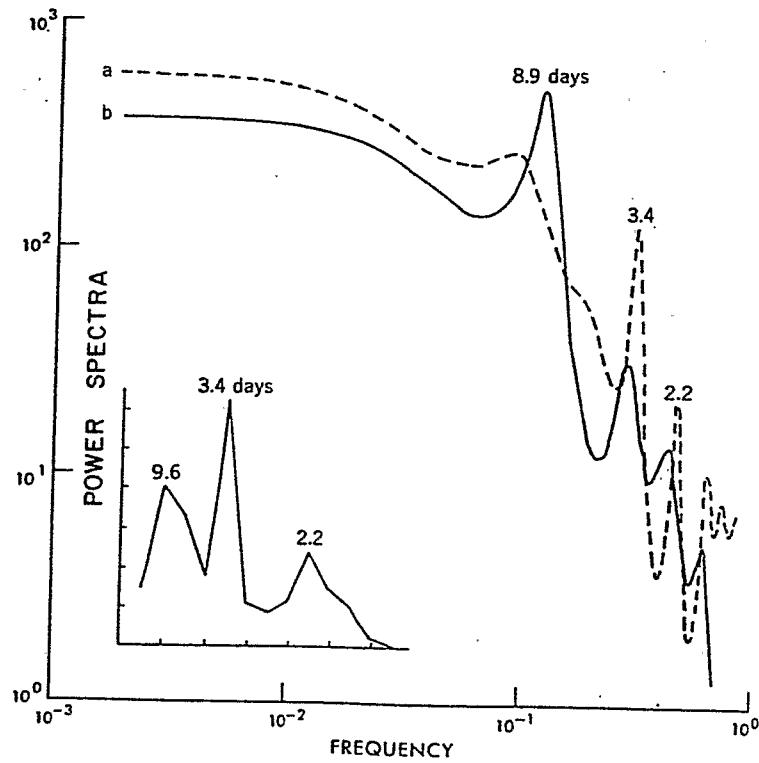


FIG. 2 - SPECTRE DE LA COMPOSANTE MERIDIENNE DU COURANT A L'EQUATEUR ET 28° W A 287 METRES (A) ET 313 METRES (B) - INCLUS A L'INTERIEUR, SPECTRE DU VENT A 850 MB. (D'APRES G. PHILANDER)

DIRECTIONS DE RECHERCHES ET PROGRES RECENTS DANS L'ETUDE DU SYSTEME EQUATORIAL ATLANTIQUE ET DE SES RELATIONS AVEC LA CIRCULATION GENERALE DE LA ZONE INTERTROPICALE.

Le but de cette expérience était d'étudier la circulation océanique tropicale et ses fluctuations à moyens termes c'est à dire dans la bande de fréquence allant de la journée à la saison.

Les objectifs détaillés s'orientaient autour de 4 directions essentielles:

- description quantitative du système de circulation intertropical en terme de transport de masse,
- étude de la réponse dynamique de l'océan équatorial à l'action de l'atmosphère,
- étude détaillée de la structure verticale de la circulation équatoriale dans le sens strict (entre 2° N et 2° S),
- étude des fluctuations à moyens termes du système de circulation équatoriale et spécialement du sous-courant (ondes équatoriales.)

De nombreux navires ont spécialement participé à l' "Equatorial Experiment" en réalisant généralement des sections transéquatoriales répétées couvrant l'ensemble de la bande équatoriale atlantique à l'exception de la partie est du golfe de Guinée. Une quinzaine de bouées équipées de courantomètres et de chaînes à thermistances ont permis d'obtenir des séries temporelles équatoriales. La plupart de ces navires étaient équipés de sondes STD0 et de "current profiler" permettant d'obtenir des profils verticaux continus à la fois des champs thermiques et halins et des champs de courant.

L'exploitation scientifique de ces mesures a commencé immédiatement après la campagne sans attendre que le plan général de traitement informatique des données ait fourni tous les jeux de données attendus.

Une première réunion des océanographes ayant participé à l' "Equatorial Experiment" s'est tenue à Genève au mois d'août 1975. Différents groupes de travail ont alors été créés. Plusieurs de ces groupes appartiennent au thème : " Circulation générale dans l'océan atlantique tropical". Ce sont ces groupes qui se sont réunis à Brest dans le cadre du 2ème sujet d'étude du Colloque de Brest; d'autres groupes participent au thème : " Fluctuations à moyen terme du système équatorial" et se réuniront à Miami en mars 1977.

Les principaux résultats actuels de l'expérience équatoriale ont trait à l'observation des systèmes d'ondes affectant la circulation équatoriale. Des ondes avec des fréquences de 2 jours, 4 jours, 9 jours et 16 jours ont été mises en relation avec des ondes de fréquences voisines affectant les vents de surface (Figure 2).

Les ondes de 16 jours se traduisent aussi par des méandres horizontaux du système équatorial affectant particulièrement le sous-courant équatorial (Figure 3).

Ces méandres se propageraient en direction de l'ouest et auraient une longueur d'onde de 2500 km; leur amplitude décroît rapidement avec la profondeur mais elle affecte l'ensemble du système équatorial jusqu'aux latitudes dépassant 10 degrés.

Les discussions concernant l'origine de cette onde de 16 jours particulièrement importante du fait des masses d'eau qu'elle affecte sont ouvertes; PHILANDER (1976) a proposé plusieurs explications dont l'une basée sur l'hypothèse d'une instabilité barotrope des courants superficiels équatoriaux.

La connaissance de la circulation générale de l'Atlantique intertropical a également

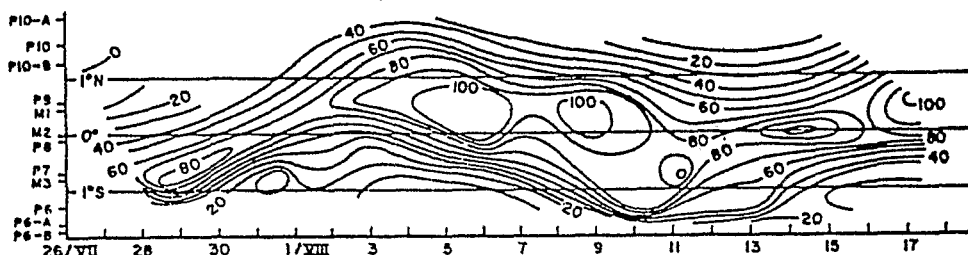


FIG. 3 - DIAGRAMME TEMPS - LATITUDE DE LA COMPOSANTE ZONALE DU SOUS COURANT A 28° W OBSERVE PAR LE "C. ISELIN" (D'APRES W. DUING)

progressé à travers l'analyse des données GATE, particulièrement dans le domaine de l'évolution spatio-temporelle des grands tourbillons océaniques tropicaux nord et sud pendant l'été boréal (de juin à septembre); on sait que c'est à cette saison que la circulation zonale est la plus contrastée et les gradients horizontaux de pression, de température et de salinité les plus forts.

L'étude des données historiques entreprise à l'occasion de GATE a permis aussi de préciser le cycle saisonnier global d'évolution des courants zonaux ainsi que les propriétés hydrologiques des masses d'eau associées.

De nombreux problèmes restent à résoudre concernant la zone tropicale atlantique. Toutes les données GATE n'ont pas été analysées; les résultats exprimés actuellement représentent seulement les aspects les plus immédiatement apparents. On peut espérer que lorsque le traitement international des données aura été réalisé, on pourra disposer de jeux de données homogènes et de caractère synoptique; l'intégration de ces données dans les différents modèles numériques océaniques ou couples océan-atmosphère permettra d'obtenir d'autres résultats scientifiques orientés vers la prévision.

BIBLIOGRAPHIE

- DUING W. (1975) - Air sea interaction process in the Equatorial Atlantic.
Lecture donnée au Congrès de l'I.U.G.G. à Grenoble, août 1975.
- PETERS H. (1976) - The mixed layer development.
Communication présentée au GATE Oceanographic workshop. Brest. Septembre 1976
- PHILANDER G. (1976) Variability of the General Oceanic Circulation in the Tropical Atlantic.
Lecture donnée au Joint Oceanographic Assembly, Edinburgh, 22 septembre 1976
- SIEDLER G., KASE R., MULLER P., OLBERS D. (1976) - Internal waves in the GATE C-scale.
Communication présentée au GATE Oceanographic Workshop. Brest. septembre 1976.