

QUELQUES COMMENTAIRES SUR LES DEPLACEMENTS SAISONNIERS DE LA ZONE DE CONVERGENCE EN ATLANTIQUE INTERTROPICALE

par J. Citeau, Y. Gouriou, J.P. Lahuec et B. Guillot

Office de la recherche scientifique et technique outre-mer (1) (présenté par J. Citeau)

(ERS-1), nous avons simplement exploité l'imagerie aujourd'hui disponible des satellites géostationnaires GOES-E, METEOSAT et ponctuellement celle des satellites NOAA.

Méthodologie

La région intertropicale de l'océan Atlantique est alternativement sous l'influence dominante soit de l'anticyclone des Açores pour la partie nord, soit de l'anticyclone de Ste-Hélène pour la partie sud. La limite des zones d'influence de ces deux anticyclones est une région de basses pressions et de vent faibles, bien connue des navigateurs de la marine à voile sous le nom de pot-au-noir.

Dans l'imagerie satellitaire la traduction "visible" des régions anticycloniques est la présence d'immenses champs stratiformes (très fréquents pour l'anticyclone de Ste-Hélène), nuages de faible épaisseur et de faible altitude (donc relativement "chauds") et qu'une légère augmentation de température de l'océan arrive à détruire.

Les basses pressions au contraire sont le siège de nuages convectifs dont le développement vertical est très important. Ces nuages sont alimentés par la source chaude que constitue l'océan équatorial, et c'est au contraire un refroidissement de la température de surface (upwelling équatorial ou upwellings côtiers) qui parvient à stabiliser les basses couches faisant disparaître localement la couverture nuageuse.

Cette zone de basses pressions, siège d'amas convectifs quasi-permanents est très facile à observer et est appelée par commodité de langage Zone Intertropicale de Convergence (ZITC). Il arrive que cette zone de convergence soit dédoublée; nous ne suivrons dans cette note que les déplacements de la branche nord de la ZITC, plus fréquentée et plus stable.

L'illustration 1, document établi à l'usage des pilotes d'Air France, donne un schéma de répartition des masses nuageuses en zone tropicale. Au niveau de la mer ou du sol, le flux des alizés de SE dans le golfe de Guinée tourne en flux de

Résumé

La dynamique océanique en surface et dans la couche supérieure en Atlantique intertropical étant liée de façon importante, aux sollicitations ou aux modifications du champ de vent, nous avons entrepris de documenter et d'analyser une des caractéristiques de ce dernier, à savoir la zone intertropicale de convergence.

Au prix de certaines hypothèses simplificatrices entre la position des amas convectifs et la nature du vent à la surface de la mer, on peut admettre que l'imagerie satellitaire aujourd'hui disponible fournit une part de connaissance sur les évolutions saisonnières du champ de vent.

La migration de la zone de convergence a été suivie de 1974 à 1984, le long du méridien 28° W et suggère l'existence de deux types de comportement.

La relation entre ces deux familles et les variations ou les anomalies de température à la surface de l'océan (à 0°, 10° W) n'est pas simple; aussi, les résultats encourageants obtenus et présentés dans cette note doivent-ils être considérés comme un état d'avancement d'une étude plus approfondie avec différents bassins du golfe de Guinée et sur une durée plus longue.

L'utilisation la plus courante de l'imagerie satellitaire, faite par des océanographes,

(1) - Les auteurs, océanographes-physiciens, sont en fonction à l'antenne ORSTOM du CMS Lannion.

est la recherche des structures thermiques de surface de l'océan.

A ce titre, c'est l'exploitation des canaux infrarouges qui est déterminante, les canaux visibles n'apportant seulement une information que sur la délimitation des contours nuageux et la nature des nuages.

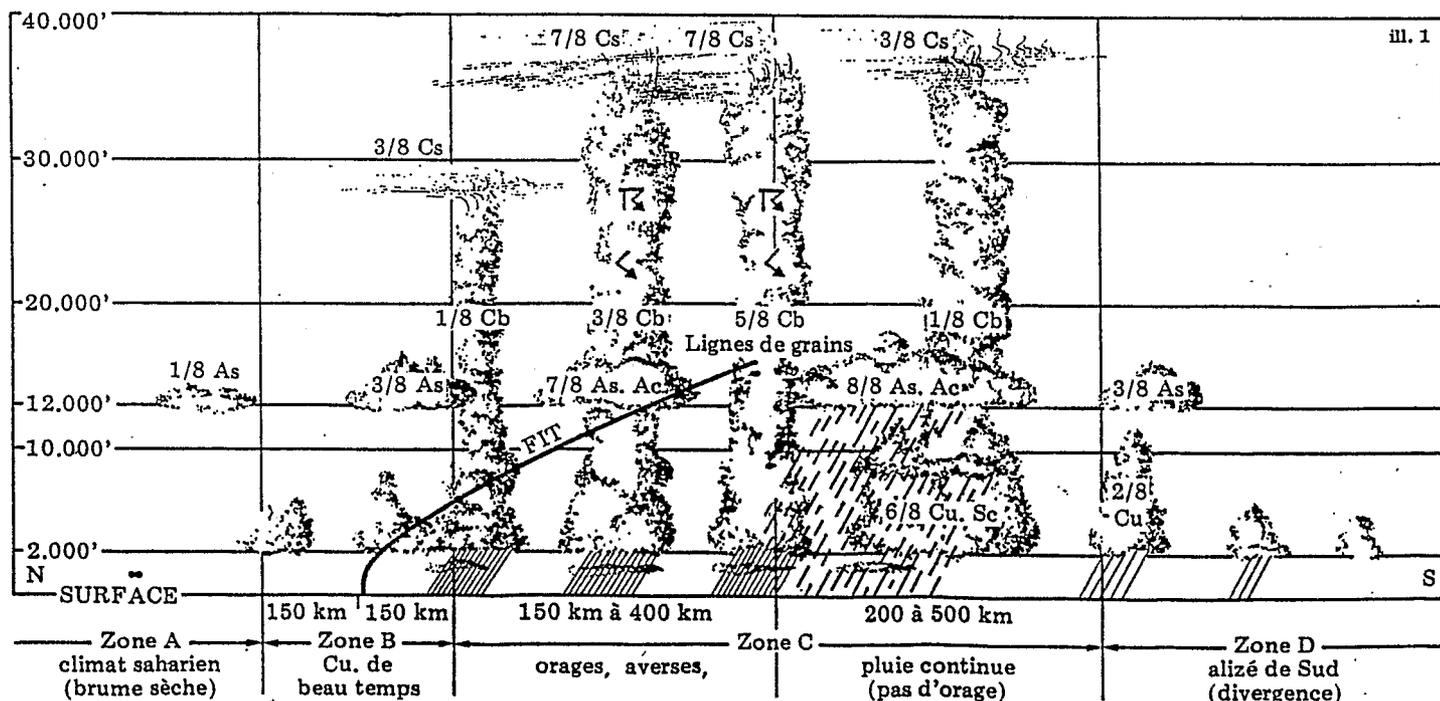
Dans la présente note, il se trouve que l'utilisation de l'imagerie "visible" révèle une autre information au niveau de la mer, celle de la position du minimum de vent qui en Atlantique intertropical sépare les zones d'action des alizés de sud-est de ceux de nord-est.

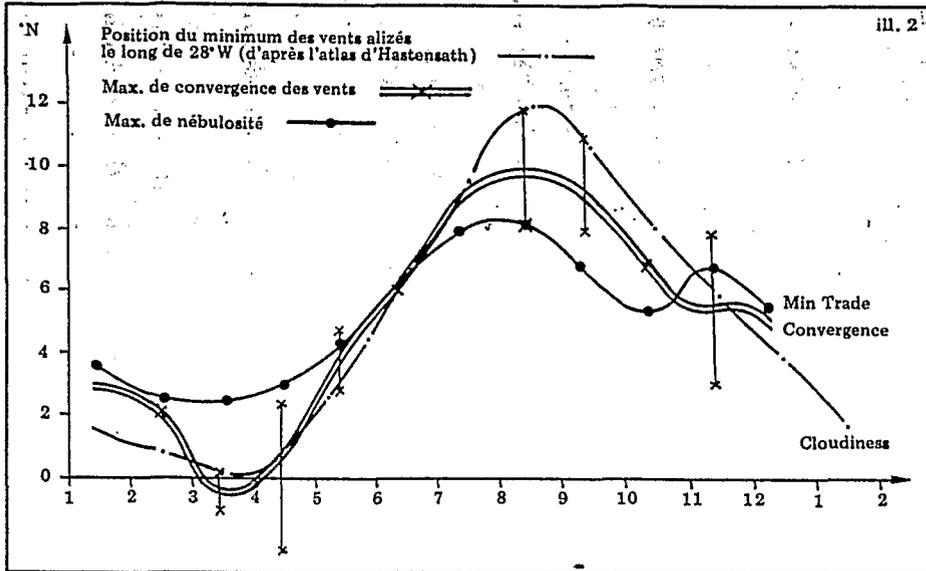
Objectifs

La connaissance du champ de vent fournira probablement une des clés de la dynamique océanique équatoriale et différents océanographes commencent à apporter des réponses sur la relation entre l'intensification des alizés dans l'ouest de l'océan Atlantique (de 20° W aux côtes du Brésil) et l'apparition de l'upwelling équatorial (Moore et al., 1978).

C'est sur cette idée directrice que nous avons entrepris, avec les moyens actuels de l'observation satellitaire, de tester ou de valider la réponse de l'océan à l'action du vent.

A défaut d'une instrumentation adaptée à la connaissance du vent de surface tels les diffusiomètres des futurs satellites





SW après traversée de l'équateur. "Ce flux d'air maritime crée une zone humide... dont la limite nord est le front intertropical i.e. la surface de contact entre le flux saharien de NE (souvent appelé harmattan) et le flux de SW souvent appelé mousson de Guinée. Cette couche s'enfonce comme un coin sous l'air très sec saharien".

Cette limite au sol est une zone de minimum de vent.

Il est clair que la position de la zone à minimum de vent ne coïncide pas avec la zone à fort développement convectif. La documentation Air France (1963) dont nous avons extrait l'illustration 1 indique un écart de 100 à 400 km; Hastenrath et al. (1977) indique pour les mois de juillet et août un écart d'environ 300 km sur l'océan.

En reprenant les données de l'atlas dû à ces derniers auteurs, nous avons établi (ill. 2) que la zone à minimum de vent le long de 28°W se trouve au sud de la zone de maximum de nébulosité de janvier à mai, et au nord de celle-ci de juin à décembre.

Il convient également d'observer que la position du maximum de nébulosité qui suit dans son déplacement le mouvement apparent du soleil, descend vers l'équateur jusqu'au mois de mars (en données climatologiques).

Position de la zone de Convergence:

Nous avons choisi de travailler le long du méridien 28°W, au "milieu" de l'océan Atlantique équatorial de façon à minorer l'effet des masses continentales de l'Afrique et de l'Amérique du Sud.

La position du maximum de nébulosité moyenné par quinzaine, a été déterminé d'après les couples quotidiens de photos infrarouges et visible à 12hTU de 1974 à 1981. A partir de 1982, nous avons utilisé l'information numérique (synthèses hebdomadaires) pour contrôler les deux méthodes de travail, et que les produits obtenus étaient bien comparables.

Température de surface de l'océan:

La température de surface de l'océan Atlantique est bien documentée le long de la ligne de navigation Dakar - Le Cap. Cette ligne passe au voisinage de 0°, 10°W, dans l'une des zones où le refroidissement

équatorial atteint chaque année son extremum.

Bien qu'il soit un peu sommaire d'identifier le bassin est-atlantique par une région limitée, nous avons dans cette première expérience décrite ici, calculé les moyennes mensuelles de température le long de cette ligne de navigation, dans un carré de 4° de longitude, centré sur 0°, 10°W (2N-2S/8W-12W).

Les données de 1964 à 1979 proviennent d'un fichier élaboré par J. Servain de la Faculté des Sciences de Brest.

Les données de 1979 à 1984 sont élaborées et transmises par le Centre de Météorologie Marine (EERM) au COB à Brest.

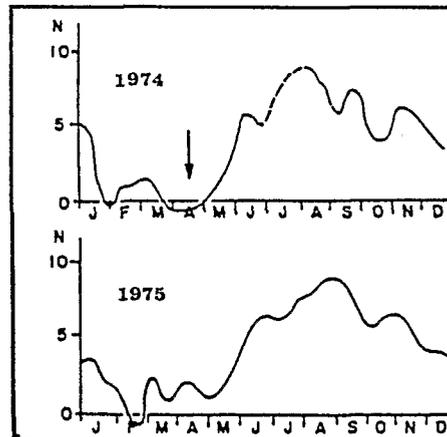
Résultats

Sur l'illustration 3 ont été reportées les dispositions de la zone intertropicale de convergence de janvier 1974 à août 1984, prise le long de 28°W.

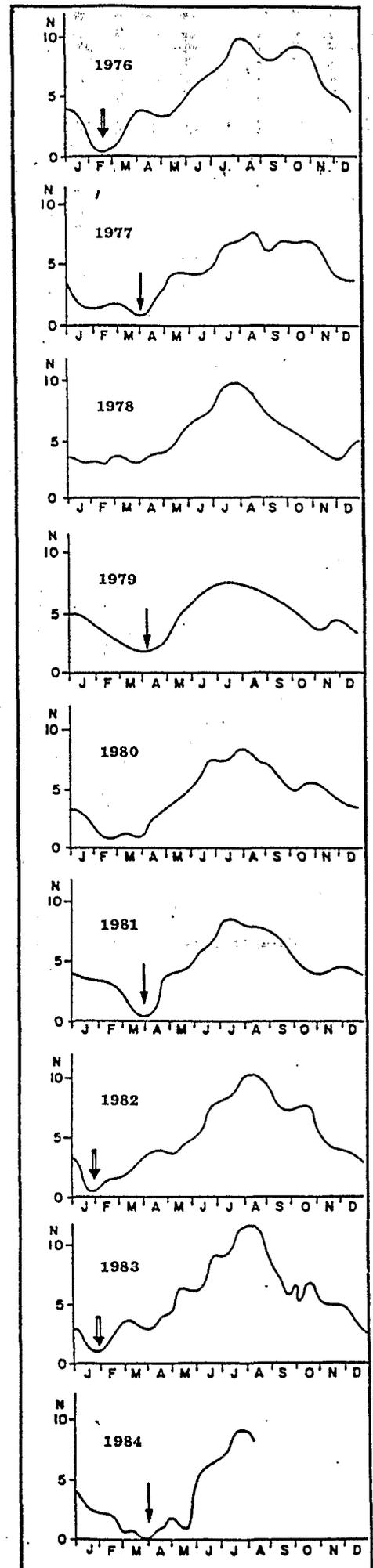
Pour classer les différentes courbes, nous avons identifié deux caractéristiques de la migration saisonnière de la ZITC:

- la date à partir de laquelle, la zone de convergence ayant atteint sa position la plus au sud, remonte ensuite de façon monotone (en moyenne) vers le nord.
- la position la plus au nord atteinte au cours de l'été.

Avec ces critères, les années 1974, 1977, 1979, 1981 et 1984 peuvent être regroupées.



Ill. 3 - Position de la zone intertropicale de convergence le long de 28°W



pées car la remontée de la zone de convergence se situe en fin mars-début avril pour les années 77, 81 et 84; à la mi-avril pour l'année 1974.

La position la plus au nord de la ZITC a été atteinte aux latitudes de 9N, 8N, 8N, 9N et 9N pour ces différentes années prises dans l'ordre chronologique.

De la même manière, les années 76, 78, 82 et 83 peuvent être regroupées pour les raisons suivantes: la remontée de la ZITC a eu lieu très tôt par rapport aux années précédentes; nous avons indiqué par une double flèche le point de renverse mi-février en 1976, fin janvier en 1982 et 1983; pour l'année 1978, il nous a fallu revenir aux documents quotidiens pour observer que la position la plus au sud a été atteinte (0°) du 15 au 17 février, le tracé par moyenne sur une quinzaine ayant lissé cet accident.

En fait, l'année 1978 aura vu de façon pratiquement permanente une activité dominante de l'anticyclone de Ste-Hélène.

La position la plus au nord de la ZITC pour ces différentes années aura été respectivement de 10N, 10N, 10N et 12N, soit en moyenne de deux degrés supérieure à la moyenne de la famille précédente.

Ces mouvements de la zone de convergence à 28°W ont pu par ailleurs être comparés aux modifications du champ de vent enregistré au niveau de la mer au rocher St-Paul (0°, 30°W), mesures qui ont été effectuées par le Lamont Observatory (New-York) pendant les campagnes FGGE, FOCAL et SEQUAL.

L'illustration 4 qui nous a été aimablement communiquée par S. Garzoli indique que l'intensification de la composante zonale du vent a eu lieu au 125ème jour de l'année 1979 (mois de mai) et au 95ème jour de l'année 1983 (mois d'avril).

Enfin de façon plus récente des documents dus à Katz et communiqués par Hisard, nous enseignent que pour l'année 1984 cette intensification de la composante zonale du vent (ou intensification des alizés et remontée de la ZITC) a eu lieu au début du mois de mai.

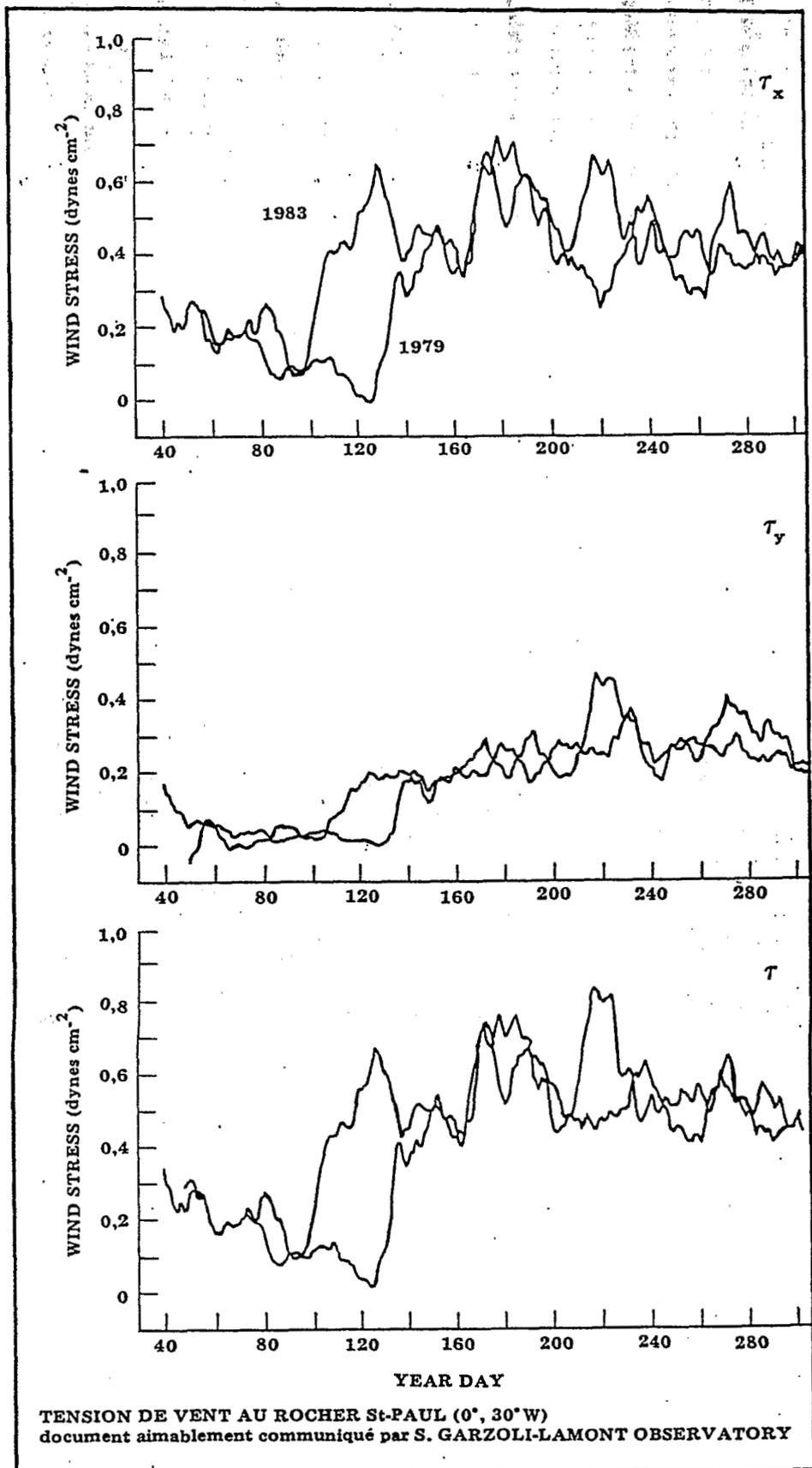
On observera donc l'accord existant entre les décalages dans le temps de l'intensification des alizés tel qu'il peut se traduire à la mer ou dans le mouvement de la ZITC, pour ces années 79, 83 et 84.

Par ailleurs on observera également que pour ces 3 cas, la renverse de mouvement de la zone de convergence a toujours précédé le signal "correspondant" identifié par les enregistrements de vent au niveau de la mer.

Il semble donc exister deux types d'années, que nous allons par commodité de langage appeler années "chaudes" pour le premier groupe et "froides" pour le second; les raisons de cette dénomination nous ayant été suggérées par l'observation des températures de surface de l'océan au voisinage de 10°W, entre 2°N et 2°S.

L'illustration 5 est une représentation des anomalies de températures de surface moyennées dans le domaine qui vient d'être indiqué, pour les années 1974 à avril 1984.

Deux années types se dégagent: l'année 1976 est une année à anomalies négatives permanentes; elle a été aussi celle d'une remontée précoce de la ZITC et d'activité importante de l'anticyclone de Ste-Hélène. L'année 1979 a été une année à anomalies positives permanentes; elle a aussi été



celle d'une remontée tardive de la ZITC et d'une activité moindre de l'anticyclone de Ste-Hélène.

L'analyse selon ce schéma des autres années est plus délicate:

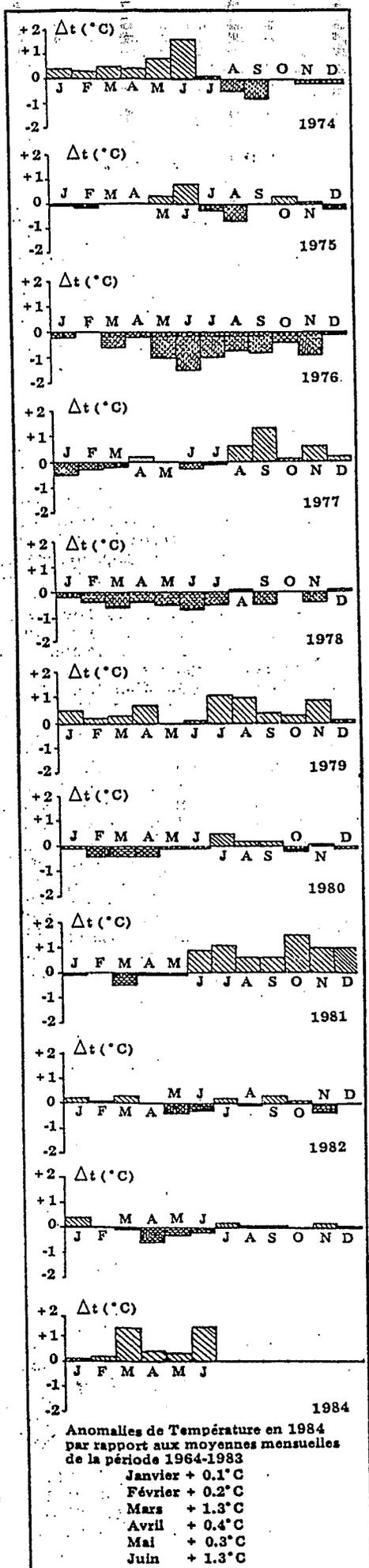
Dans les années "chaudes" l'année 74 a connu des anomalies positives importantes jusqu'au mois de juin; suivies d'un refroidissement équatorial net en août et septembre; en moyenne annuelle, le bilan

des anomalies reste positif.

L'année 77 a un bilan annuel également positif avec cette fois un refroidissement équatorial très faible.

L'année 84 qui n'a pu être partiellement étudiée à la rédaction de cette note, indique jusqu'en juillet 1984 (non représenté sur l'illustration 6) des anomalies positives.

Dans le groupe des années "froides"



autres que 1976, on peut noter que l'année 1978 est une année à anomalies négatives permanentes. Par contre les années 1982 et 1983, s'écartent peu de la moyenne climatologique (1964 à 1983); l'année 83 ayant seulement globalement une légère anomalie négative. Ce qui semble par contre être le signe distinctif de ces années et de l'ensemble des années "froides" est la précocité du refroidissement équatorial.

La conséquence de cet état de fait est relativement importante: si l'intensité de l'upwelling équatorial est un phénomène bénéfique pour le renouvellement des eaux en sels nutritifs, sa précocité peut avoir sur le plan climatique des conséquences fâcheuses. En effet la mousson de SW ou mousson de Guinée que nous avons déjà évoquée ne peut amener de l'air humide ou de l'eau précipitable que si les phénomènes de convection ont eu le temps de prendre place et de se développer dans le golfe de Guinée;

Conclusion

Bien que la série de données soit encore très insuffisante, la position en début d'année de la zone de convergence nous apparaît comme l'indicateur d'une tendance de la saison d'upwelling équatorial à venir; c'est avec ces seuls éléments qu'au printemps de l'année 1984, nous avons annoncé une année "chaude" au sens océanographique du terme (à 0°, 10°W). Ce pari fait uniquement sur une base de probabilité en raison de l'allure de la migration de la ZITC de janvier à mars (cf. le Bulletin "Veille Climatologique" n° 1, Antenne ORSTOM-Lannion), s'est révélé fondé jusqu'en juillet 84 date de nos dernières mesures disponibles sur la zone équatoriale. En juin 84, et à l'équateur à 10° W, l'anomalie atteinte était de + 1°C.

La compréhension ou à défaut la mise en évidence d'un schéma de type année "froide" semble plus difficile; c'est ce que nous tenterons de faire en élargissant le domaine marin à d'autres régions du golfe de Guinée, et en documentant une série plus longue d'observations météo-océaniques.

Ill. 5 - Anomalies de la température de surface de la mer (Equateur - 10°W)

Bibliographie

- Berthou, Noyalet (à paraître) - utilisation du satellite météorologique géostationnaire Météosat. Cahiers télédétection de l'ORSTOM.
- Domain (F) (1979) - Le satellite Météosat et l'océanographie. Etude des températures de la mer au voisinage des côtes de Mauritanie et du Sénégal. Initiation documentations techniques, n° 42 Télédétection 3, ORSTOM Paris, 1-43.
- Documentation Air-France (1963) - Climatologie Afrique. Département des vols-Doc. Nav. Infra n° M3.
- Hastenrath (S) and Lamb (P) (1977) - Some aspects of circulation and climate over the Eastern Equatorial Atlantic Monthly Weather Review, vol 105, n° 8, August 1977.
- Hisard (P), Voituriez (B) (1981) - Monitoring equatorial SST in the Atlantic. Tropical ocean atmosphere newsletter (avril 1981).
- Mendoza (J), Roy (CL), Jezequel (1982) - Résultats préliminaires de l'étude des données historiques concernant l'hydrologie et la pêche thonière de surface dans l'Atlantique Est, SCRS, ICCAT n° 26.
- Merle and Delcroix (1983) - double seasonal tilt of the thermocline in the tropical Atlantic ocean. Tropical ocean Atmosphere Newsletter n° 18 may 1983.
- Pianet (1982) - Rapport du groupe de travail sur le traitement des données de l'année LISTAO. Dakar 14 - 25 juin 1982. SCRS/82.
- Picaut (J) (1983) - Sur les mécanismes des variations thermiques dans le golfe de Guinée du semi-diurne à l'inter-annuel. Doctorat d'état à l'UBO Brest.
- Piton (B) et Roy (CL) (1982) - Données d'environnement pour la période juin, juillet et août 1981 dans le golfe de Guinée rapport provisoire dans le cadre de l'année internationale LISTAO. Antenne ORSTOM Brest.
- Rolke (non publié) - the biomass distribution of smaller zooplankton in the upper 300 m of the equatorial Atlantic, Institut für Meereskunde, Kiel, (FRG).
- Stretta (JM), Favard (JC) et Citeau (J) (1980) - Météosat et l'expérience d'aide à la pêche. Compte rendus du sixième symposium canadien sur la télédétection 21 - 31 mai 1980 - Halifax, Canada.