

## OCEAN ATLANTIQUE TROPICAL ET FLEUVES DU SAHEL.

P.RUAL et J.SERVAIN.

L'hydroclimatologie de l'Afrique de l'ouest est régie par un système complexe de facteurs dynamiques dont la plupart sont liés à la circulation atmosphérique continentale. Cependant, certaines études antérieures ont montré qu'une perturbation du système des Alizés sur l'Atlantique tropical, et par conséquent un état thermique anormal de la surface de la mer, pourrait être en relation avec un régime inhabituel des précipitations sur l'Afrique occidentale. La sécheresse du Sahel, qui a débuté à la fin des années 1960, s'est aggravée ces dernières années, avec un record absolu en 1984. Nous allons étudier les conditions océaniques pendant cette période et compléter cette étude par une analyse statistique simple sur des fichiers historiques, permettant de déterminer les zones océaniques les plus sensibles.

## I - ANOMALIES THERMIQUES DE SURFACE PENDANT LES ANNEES 1980 :

La saison chaude de l'Atlantique tropical culmine en mars-avril avec des températures superficielles de l'ordre de 28-29°C à l'équateur thermique. Ce dernier remonte ensuite vers le nord, tandis qu'au sud le refroidissement saisonnier est voisin de 1°C/mois. Le long de l'équateur entre 10°E et 30°W, ainsi que le long de la côte africaine entre le cap Frio (18°S) et le cap Lopez (0°), se développe une zone de refroidissement plus intense où la chute de température est de l'ordre de 1°C à 3°C/mois. Les upwellings saisonniers, pôles de cette zone, se situent sur l'équateur vers 10-15°W et à la côte, au niveau des deux caps. En juillet-août l'eau atteint 15°C au cap Frio et environ 22°C sur l'équateur.

En 1984 (Figure 1), l'upwelling du cap Lopez est presque inexistant et les deux autres sont faibles et peu étendus. La

zone équatoriale est séparée des eaux froides du sud par une large bande d'eau chaude qui s'est maintenue depuis l'été austral à travers tout l'Atlantique, alors que normalement elle ne subsiste qu'à l'ouest de 10°W. Dans cette bande, les anomalies thermiques positives dépassent 3°C sur de vastes zones, 5°C localement ! Leur ordre de grandeur et leur localisation géographique, font penser au phénomène "El Nino" qui se manifeste fréquemment dans le Pacifique est.

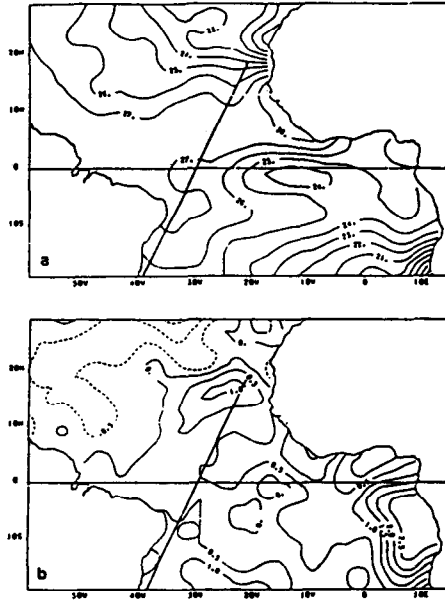
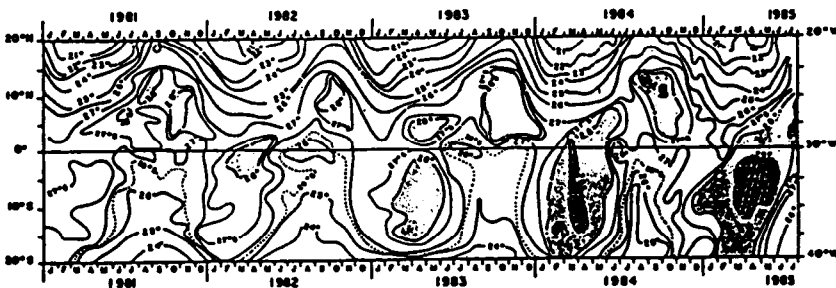


Figure 1 : a) moyenne mensuelle de la température de surface en juillet 1984 déterminée à partir des mesures des bateaux marchands. Le trait plein entre 20°N et 20°S représente la ligne Europe-Brésil dont l'évolution temporelle est reportée sur la figure 2.

b) Anomalie de la moyenne mensuelle de la température de surface en juillet 1984 par rapport à la moyenne mensuelle de juillet (1964-1984).

Au cours de l'été austral précédent, l'eau centrale sud-atlantique, chaude et très salée a dépassé de 1°C à 2°C sa température habituelle de 28°C. En décembre 83 - janvier 84, une extension de cette eau a atteint la côte de l'Afrique du Sud entre 20°S et 30°S, remplaçant l'upwelling permanent du Benguela, avec des conséquences désastreuses pour les pêcheries locales de sardines. L'échauffement anormal de ces eaux en plein été austral, n'est pas un phénomène isolé. La figure 2 montre que la température de surface de la mer (SST) en saison chaude, dans les deux hémisphères fut de plus en plus élevée depuis 1981, année proche de la moyenne climatique. Les saisons froides ne sont pas affectées par cette tendance sauf peut-être la saison froide australe de 1985 où l'isotherme 24°C n'apparaît pas au nord de 20°S.



**Figure 2** : Température de surface sur la ligne de bateaux marchands Europe-Brésil, entre 20°N et 20°S, de janvier 1981 à juillet 1985 (température prise au seau).

A ces anomalies thermiques fut associé un déséquilibre du système des anticyclones atlantiques. Ainsi la zone intertropicale de convergence (ITCZ) a été dédoublée durant plusieurs mois en 1984 et en 1985. Il y avait une branche à l'équateur et une autre entre 5°S et 10°S. Cette situation très inhabituelle dans l'Atlantique est normale au-dessus de la

grande source chaude planétaire de l'Indo-Pacifique. En 1984 la remontée très tardive de l'ITCZ vers le nord, a créé une longue période de vents faibles à l'équateur, favorisant ainsi dans le guide d'onde équatorial l'établissement des conditions nécessaires à un événement atlantique de type "El Nino".

## II - ANALYSE STATISTIQUE DES RELATIONS ENTRE LES ANOMALIES OCEANQUES ET LES ANOMALIES DE DEBIT DE CERTAINS FLEUVES AFRICAINS.

Afin de préciser la liaison entre les anomalies océaniques et la sécheresse sur le Sahel nous avons exploité un fichier pluri-mensuel (1964-1979) de la tension du vent et de la SST sur la partie tropicale de l'Atlantique. Pour l'hydroclimatologie continentale, il nous a semblé plus pratique d'utiliser pendant la même période, le débit mensuel des trois principaux fleuves de l'Afrique de l'ouest sahélienne : le Sénégal à Bake, le Niger à Dire, le Tchad à N'djamena (Figure 3). Bien que présentant plusieurs biais, le débit des fleuves a l'avantage d'intégrer simplement les précipitations.

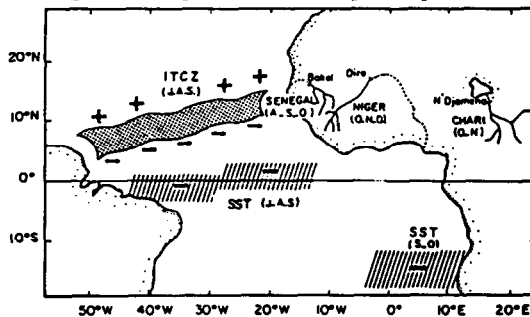


Figure 3 : Schématisation des principaux résultats concernant la liaison statistique entre les anomalies océaniques (SST et vent) et les anomalies de crue des fleuves sahéliens pendant la période de 1964-1979. Le signe des corrélations est indiqué à l'intérieur de chaque zone significative au seuil de 95%. Les mois indiqués sous chaque paramètre sont les mois de crue pour les fleuves, et les mois de corrélation maximum pour la température de surface de la mer (SST) et la zone intertropicale de convergence (ITCZ).

Pour les basses latitudes la saison des pluies est liée au passage de l'ITCZ. En conséquence, se sont les mois de juillet-août-septembre qui sont les plus arrosés. A cette époque de l'année la migration vers le nord de l'ITCZ est à son maximum. Si le régime des précipitations est pratiquement en phase sur toute la longueur de l'ITCZ, des conditions hydrauliques différentes pour les trois fleuves cités précédemment entraînent des décalages dans l'apparition des crues saisonnières. C'est ainsi que les débits maxima sont généralement enregistrés en août-septembre-octobre à Bakel (pour le Sénégal), en octobre-novembre-décembre à Diré (pour le Niger) et octobre-novembre à N'Djaména (pour le Chari). Utilisant la chronologie des crues saisonnières nous avons déterminé pour chaque fleuve les déviations par rapport à la moyenne calculée sur la période 1964-1979. L'évolution temporelle des anomalies est bien sûr conforme aux informations antérieures concernant notamment la progression de la sécheresse sur la région du Sahel à partir de la fin des années 1960.

L'estimation de la part de la variance des débits de crue des trois fleuves qui serait explicable par une influence atlantique est déterminée par une analyse simple de la corrélation entre les anomalies de débits et les anomalies de SST ou de tension du vent sur l'ensemble du domaine tropical. La méthode d'analyse que nous avons utilisée ici permet de définir les zones océaniques les plus sensibles et les périodes clés qui sont en relation significative avec l'hydrologie des fleuves. Les principaux résultats, cohérents pour l'ensemble des trois fleuves, sont schématisés sur la figure 3. Ils révèlent fondamentalement une structure méridienne bipolaire avec des corrélation de signes opposés de part et d'autre de l'équateur météorologique. Au sud de cette ligne les anomalies positives (négatives) de la SST apparaissent généralement quelques semaines avant un déficit (augmentation) des crues estivales en zone subtropicale nord. On distingue essentiellement trois zones sensibles sur lesquelles le pourcentage de la variance expliquée par l'analyse varie de 35 à 70 %. La première de ces zones est

située dans la région de l'anticyclone de St Hélène sous l'action locale du rotationnel du vent. la seconde zone, qui longe l'axe équatorial, semble être directement liée à la dynamique particulière de cette région, notamment à la divergence locale du vent. La troisième zone enfin, de structure bimodale, correspond à la position moyenne de confluence des alizés en juillet-août-septembre. Pour aider à son interprétation, supposons par exemple que l'ITCZ ne remonte pas suffisamment vers le nord (la démonstration serait inverse pour le cas où l'ITCZ émigrerait au nord de sa position moyenne la plus septentrionale) :

- à l'endroit où se trouve l'ITCZ, le vent est plus faible qu'en moyenne et l'anomalie de SST est positive,

- au nord de cette région, le vent est plus fort que la norme saisonnière et l'anomalie de SST est négative.

En 1984, l'ITCZ n'est effectivement pas suffisamment remontée vers le nord et de fortes anomalies positives de la SST (Figure 1), concomitantes avec l'aggravation de la sécheresse sur le Sahel, sont apparues dans la zone sud de l'Atlantique tropical.

-----