

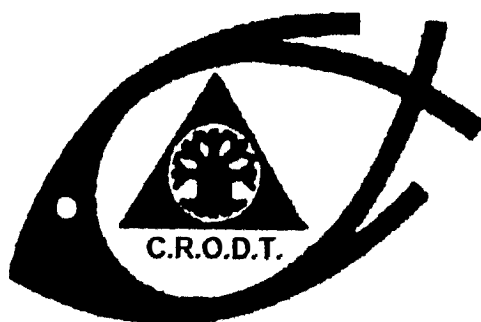
00000090

Archives Scientifiques
du Centre de Recherches Océanographiques
de Dakar - Thiaroye

**Atlas satellitaire de la température de
surface de l'Atlantique tropical est
1984 - 1993**

par :

Hervé DEMARCQ et Emmanuel SUISE DE SAINTE-CLAIRE



ARCHIVES
SCIENTIFIQUES

CENTRE DE RECHERCHES Océanographiques DE DAKAR - THIAROYE

N° 200

* INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES *

Avril 1997

ATLAS SATELLITAIRE DE LA TEMPERATURE DE SURFACE DE L'ATLANTIQUE TROPICAL EST 1984-1993

Résumé

Cet atlas présente une cartographie par quinzaine de la température de surface de la mer (TSM) sur l'océan Atlantique tropical Est pour la période 1984-1993, calculée à partir des données du satellite METEOSAT et des navires marchands. La climatologie (TSM et écart-type) et les anomalies par quinzaine sont calculées, ainsi que l'indice moyen d'ennuagement par quinzaine sur la même période. La part relative de l'information satellitaire est précisée pour chaque carte de TSM.

Mots clés: atlas, température de surface de la mer, satellite METEOSAT, océan Atlantique.

Abstract

A fortnightly sea surface temperature (SST) mapping of the East tropical Atlantic Ocean, computed from METEOSAT satellite data and merchant ships data is presented for the 1984-1993 period. The associated climatology (SST and standard deviation) and the SST anomalies are calculated as well as a fortnightly mean cloud index. The relative part of the satellite information is given for each SST map.

Key words: atlas, sea surface temperature, METEOSAT satellite, Atlantic Ocean.

Sommaire

Introduction	2
I. Données et traitement	3
II Traitement préliminaire des données des navires marchands	5
III. Présentation des cartes	5
Remerciements	6
Références bibliographiques	6
CARTES (par quinzaines)	
indice moyen d'ennuagement	(12 pages)
Climatologie par quinzaine de la température de surface de la mer 1984- 1993	(12 pages)
Ecart-type de la température de surface de la mer associés à la climatologie 1984-1993 (12 pages)	
Température de surface de la mer et anomalie (pour exemples)	(2 pages)

Introduction

Plusieurs atlas incluent divers paramètres physiques dont la température de surface de la mer (TSM). Leur vocation est en général climatique et privilégie les grandes échelles spatiales par rapport aux atlas dédiés à l'océanographie et qui privilégient plutôt l'étude d'un bassin océanique à une résolution spatiale supérieure. La plupart des produits qui sont à la base de ces atlas n'intègrent généralement pas de données satellitaires.

Cet atlas, à vocation océanographique et réalisé à l'Unité de Traitement d'Images satellitaires (UTIS, ISRA/ORSTOM) du Centre de Recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT) regroupe 10 années de données des satellites de la série METEOSAT traitées afin de restituer la température de surface de la mer dans l'Atlantique tropical. Son originalité est de rendre compte de la précision du gradient de TSM fourni par l'imagerie satellitaire, avec une attention particulière pour les zones d'upwellings côtier et équatorial pour lesquelles l'information actuellement disponible est insuffisante au regard de la forte variabilité spatio-temporelle de ces zones.

Le pas de temps utilisé est de 15 jours et la résolution spatiale de un degré de latitude et de longitude. Cette résolution spatio-temporelle demeure encore insuffisante pour les zones d'upwelling côtier. C'est pourquoi l'étude de la dynamique de l'upwelling côtier sénégal-mauritanien est abordée parallèlement à partir des mêmes données satellitaires avec un pas de temps de 5 jours et une résolution spatiale de 0,25 degré de latitude et de longitude. Elle fait l'objet d'un deuxième atlas.

Les données de base constitutives de cet atlas sont jointes sous forme numérique et accompagnées d'un programme spécifique d'extraction de séries chronologiques ou de champs de valeurs.

I. Données et traitement

La méthodologie développée fait appel à une synthèse de l'information satellitaire du canal infrarouge des satellites géostationnaires de la série METEOSAT, acquise à un rythme bi-horaire, couplée à l'intégration des données des navires marchands collectées et distribuées par le Système mondial de Transmission (SMT). Elle a été conçue et mise au point ces dernières années à l'UTIS (Citeau, Demarcq, 1990 ; Demarcq, Citeau, 1994).

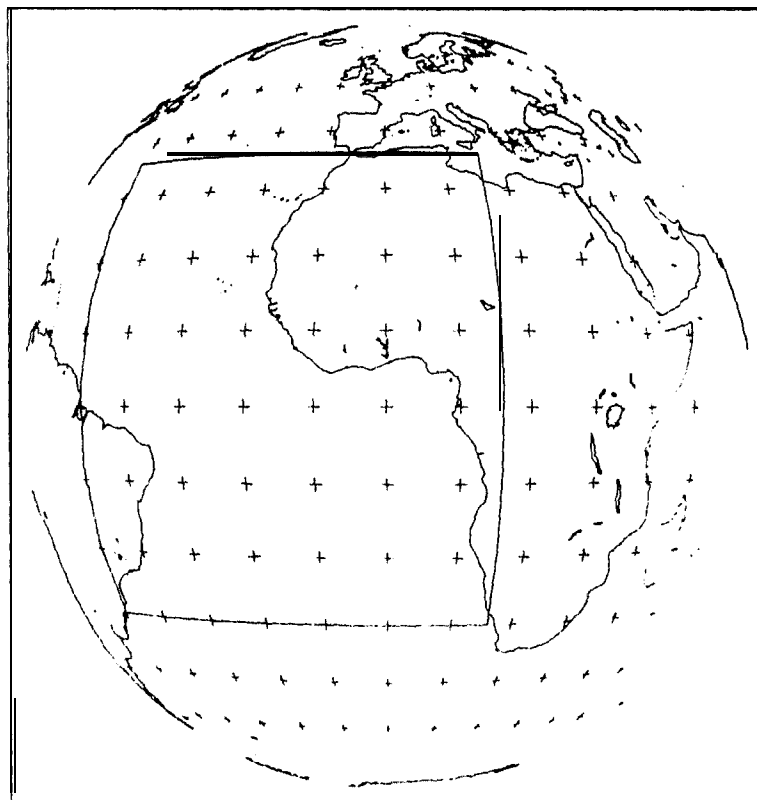


Figure 1.- Zone couverte dans la projection des satellites de la série METEOSAT

La zone étudiée s'étend de 30°S à 36°N et de 50°W à 10°E, soit la zone marine la plus utilisable

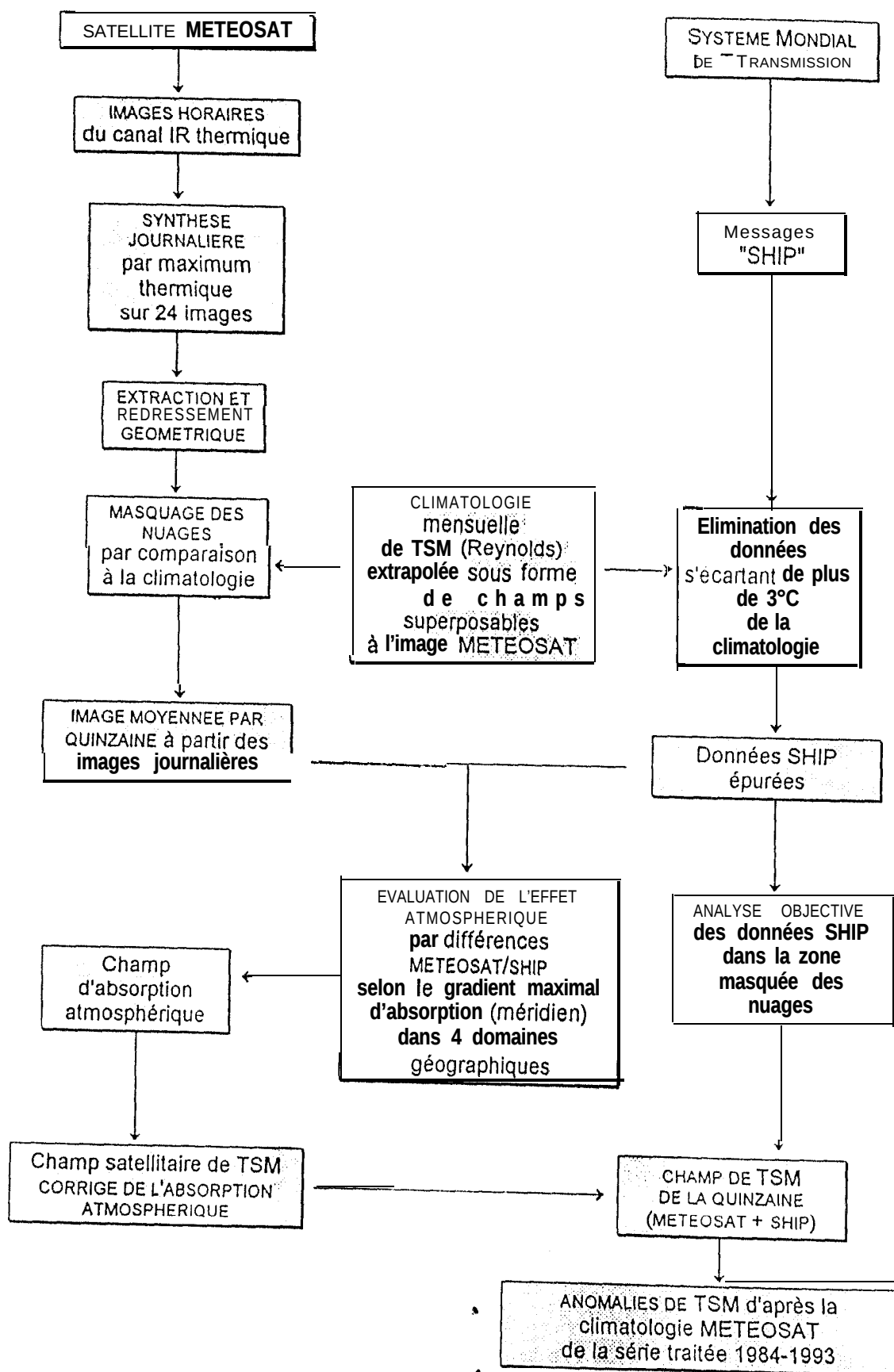


Figure 2.- Chaîne de traitement des données METEOSAT

vue de METEOSAT (fig. 1). Le satellite METEOSAT acquiert une image du globe terrestre toutes les 30 minutes dans trois canaux: Visible, Infrarouge "vapeur d'eau" et Infrarouge thermique, seul ce dernier étant utilisable pour restituer la TSM. Le traitement s'effectue par un chaînage de programmes, présenté en figure 2. Ces images sont redressées géométriquement selon une projection équidistante directe facilitant l'intégration des données des bateaux repérés en longitude et latitude. L'image générée comporte 256 lignes de 256 pixels.

Des images de synthèses sont alors générées par maximum thermique point à point, entre les images élémentaires calibrées au préalable en température radiative. Le nombre journalier de ces dernières varie au cours de la période 1984-1993: 8 jusqu'en juillet 1989 puis 48 au delà. La période de synthèse varie également: d'une semaine de 1984 à mars 1986, elle est ramenée à 5 jours jusqu'en octobre 1988 puis à 34 heures au delà. Cette synthèse permet de réduire la surface des zones nuageuses, dont la température radiative est toujours inférieure à celle qui serait obtenue par temps clair avec une absorption atmosphérique moindre.

Une discrimination des pixels nuageux est effectuée par simple seuillage entre l'image à traiter et le champ de température de la quinzaine courante de la climatologie de Reynolds (Reynolds, 1982), cette dernière étant préalablement recalculée sous forme d'image. Cette discrimination considère comme nuageux les pixels dont la température radiative est inférieure de 4 à 5°C à la température climatologique au point considéré. Ce seuil est ajusté pour chaque quinzaine afin d'obtenir la meilleure discrimination mer/nuage en fonction des structures océaniques observées.

L'ensemble de cette information est synthétisée sous forme d'un indice d'ennuagement moyen par quinzaine sur la période 1984-93. Cet indice, dont la variabilité est dépendante de la migration de la zone intertropicale de convergence et de l'intensité des upwellings côtiers et équatorial, indique notamment la proportion moyenne de donnée satellitaire sur la zone étudiée.

Dans la zone où le pourcentage d'ennuagement est supérieur à 50% -et où l'information provient essentiellement des navires marchands-, l'image ainsi masquée est soumise à un lissage temporel en chaque point, entre la valeur de la quinzaine considérée et celles des deux quinzaines adjacentes. Cette zone est déterminée, soit sur les quinze jours composant la quinzaine courante, soit - dans le cas où les situations journalières n'existent pas - à partir de la climatologie de l'ennuagement précédemment calculée et présentée au début de l'atlas. De plus, il convient de préciser que ce lissage n'affecte que la valeur de la température radiative (avant correction atmosphérique) et uniquement dans les zones à forte absorption atmosphérique, dans le but de minimiser l'influence d'une altération atmosphérique résiduelle sur l'image de synthèse. Les zones d'upwelling, où la variabilité thermique peut dépasser 1°C par quinzaine, ne sont donc pas affectées par ce traitement car elles se situent toujours en deçà de la zone à 50% d'ennuagement.



Figure 3.- Répartition-type des navires marchands durant une quinzaine et zones utilisées dans le traitement pour le calcul de l'absorption atmosphérique

L'image ainsi obtenue est alors corrigée de l'absorption atmosphérique, importante en zone tropicale et due notamment à la concentration en vapeur d'eau et à l'épaisseur optique traversée qui dépend des conditions de visée du radiomètre. Cette absorption atmosphérique totale est estimée statistiquement à partir des différences mesurées à moyenne échelle entre température radiative mesurée par le capteur et température de surface mesurée par les navires marchands (figure 3).

nombreux dans cette zone. En fonction de la structure moyenne de cette absorption atmosphérique totale, quatre zones sont définies (représentées sur la figure 3), pour lesquelles l'absorption moyenne est calculée du nord au sud par pas de 1 degré de latitude, puis lissée par ajustement polynomial de degré 5.

L'étape suivante consiste à générer un champ de TSM pour la zone nuageuse par une analyse objective à partir des seules données des navires marchands.

Un réseau maillé régulier est alors généré par degré de latitude et de longitude. En chaque point de maille, des explorations concentriques successives sont effectuées jusqu'à disposer d'un minimum de 10 valeurs, moyennées en fonction de leur distance au point de maille. Les points d'images issus de l'observation satellitaire (en bord de zone nuageuse) peuvent être intégrés dans le calcul au même titre que les données bateaux. Cette méthode a l'avantage de lisser suffisamment les données, dont le bruit instrumental est important en regard de la donnée satellitaire.

Une climatologie par quinzaine correspondant aux dix années traitées dans cet atlas a été calculée par simple moyenne.

Les anomalies de température sont alors calculées par différence, point à point, entre la quinzaine courante et la climatologie.

II Traitement préliminaire des données des navires marchands

Avant leur utilisation pour l'ensemble du traitement, les données brutes des navires de commerce sont soumises à une vérification par élimination des valeurs s'écartant de plus de 3°C de la climatologie de Reynolds pour la période considérée, ce seuil étant supérieur aux plus forts écarts pouvant être rencontrés dans cette zone afin de ne pas risquer de minimiser les éventuelles anomalies de TSM. Sur un jeu annuel de 80 000 données sur l'ensemble de l'Atlantique tropical, cette sélection en élimine en moyenne 16%.

Nous avons calculé, sur la moyenne des 24 quinzaines de l'année 1993, la différence spatialisée qui aurait été induite dans le traitement par l'utilisation d'un seuil de 2°C au lieu de 3°C. Ce choix aurait en moyenne provoqué un léger refroidissement de la TSM dû à une élimination préférentielle de données chaudes, qui semblent constituer un biais systématique des données "SHIP". Cette différence s'avère inférieure à 0,2°C au large - et inférieure à 0,1°C dans les régions côtières - pour la zone s'étendant de 36 degrés Nord (limite nord de la zone) à 20 degrés Sud environ. Au sud de cette zone, les différences sont comprises entre 0,2 et 0,3°C au large et n'excèdent pas 0,2°C près des côtes.

II.1. Présentation des données

Sont inclus dans ce document, sous forme de cartes moyennées par quinzaines sur la période 1984-1993, les paramètres suivants :

- l'indice moyen d'enneuagement,
- la climatologie de la TSM, ainsi que sa variabilité interannuelle,
- la première et la dernière carte de TSM (et d'anomalies associées) sont présentées à titre d'exemple.

Chaque image de TSM ou d'anomalie, comportant initialement 256 lignes de 256 points, a été recalculée sous forme d'un réseau maillé défini par pas de un degré de latitude et de longitude, soit 66x66 valeurs, avec une précision de 1/50°C. Ces réseaux servent à l'élaboration des cartes en isocontours représentés par pas de 0,5°C. La projection utilisée est la même projection équidistante directe que celle utilisée pour les images satellitaires. Le tracé de la côte a été généré à partir du fichier d'origine "C.I.A".

Sur les cartes de climatologie de la TSM, l'unique grisé indique la zone dans laquelle l'enneuagement moyen est supérieur à 50%.

L'atlas est disponible sur une disquette contenant l'ensemble de l'information sur la climatologie de la TSM ainsi que la TSM et les anomalies pour chacune des 240 quinzaines, à la résolution de un degré de latitude et de longitude. Un programme joint permet, sur un micro-ordinateur de type P.C. ou compatible, d'extraire des séries chronologiques ou des champs de valeurs, par zone et par période, et de les entrer directement sur un tableur ou un logiciel graphique (SURFER notamment).

Cette disquette peut être demandée à l'auteur, soit par messagerie électronique (demarcq@orstom.orstom.fr), soit par courrier à l'adresse suivante : ORSTOM-HEA; B.P. 5045; 34032 Montpellier cedex 1; France (tél: (33) 67 41 94 10; fax: (33) 67 41 01 30).

Remerciements

Nous remercions l'Agence Spatiale Européenne pour le libre accès à la donnée METEOSAT, l'antenne ORSTOM auprès du Centre de Météorologie Spatiale de Lannion pour le pré-traitement des données METEOSAT de 1984 à 1988 et Météo-France pour la fourniture des données météorologiques.

Références bibliographiques

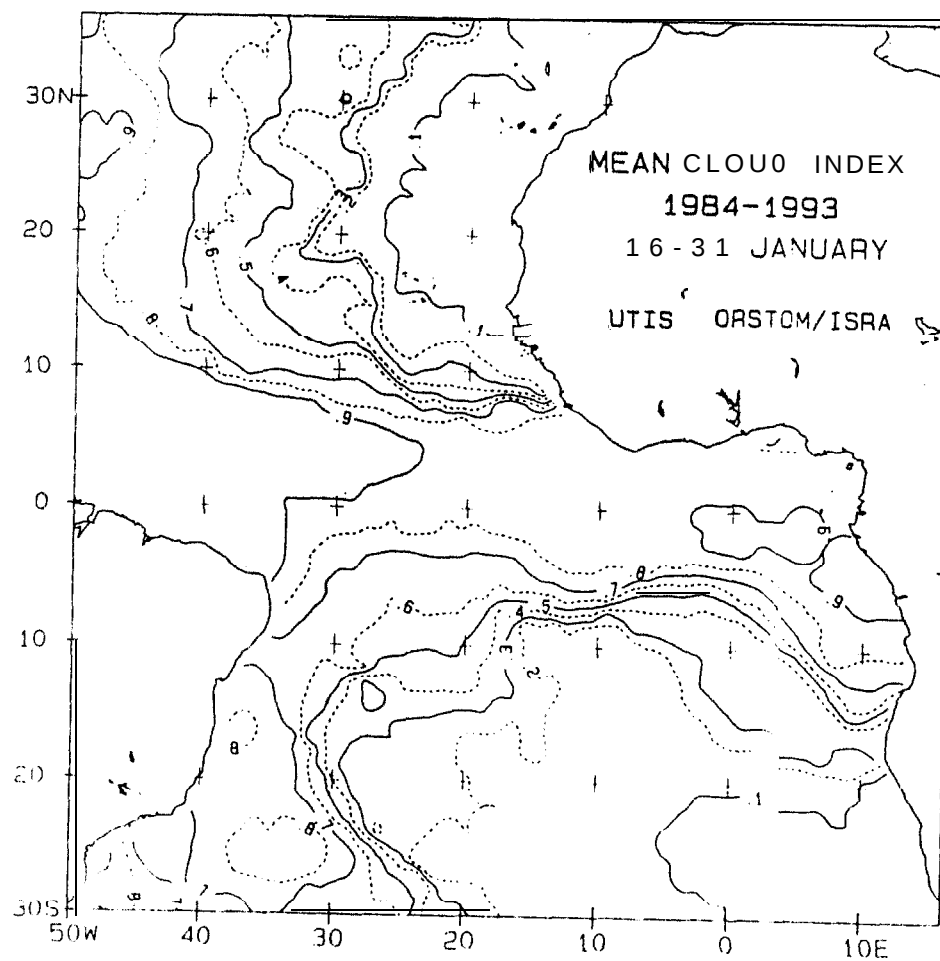
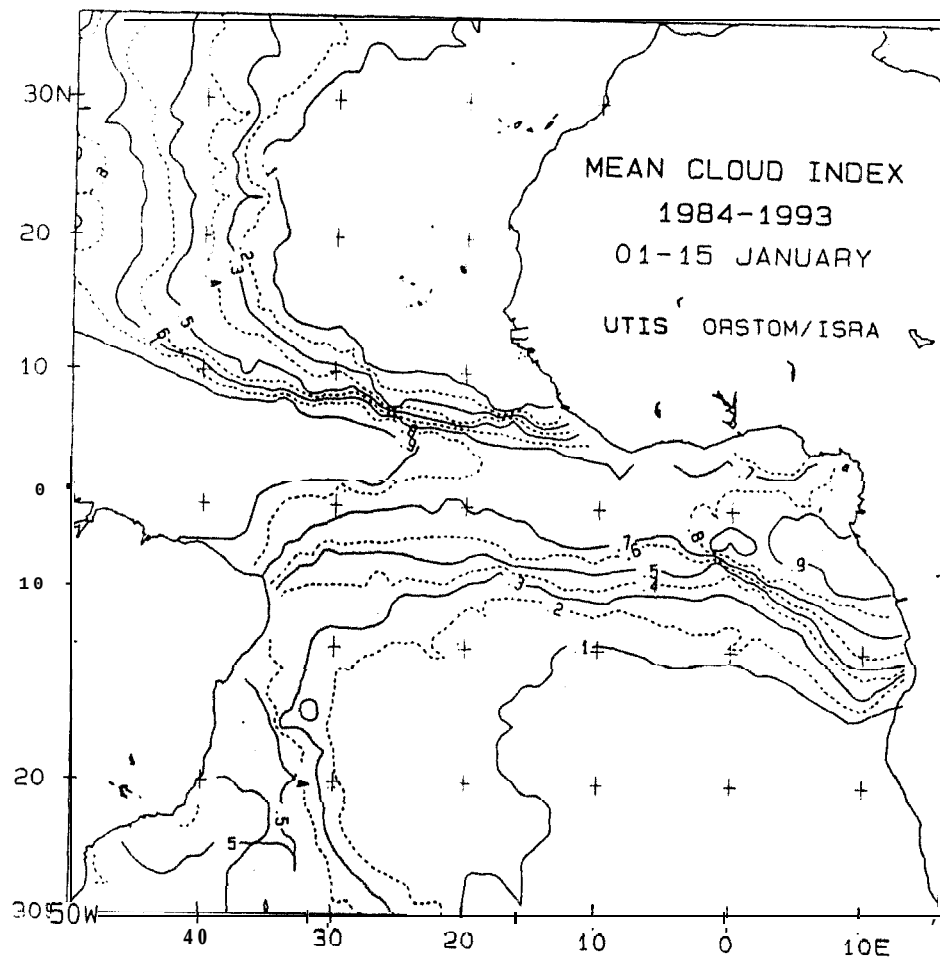
CITEAU, L., et DEMARCQ H., 1990.- Restitution de la température de surface océanique en zone intertropicale à partir des données du satellite METEOSAT, *Bulletin de l'Institut Océanographique de Monaco*, numéro spécial 6, pp. 142-172.

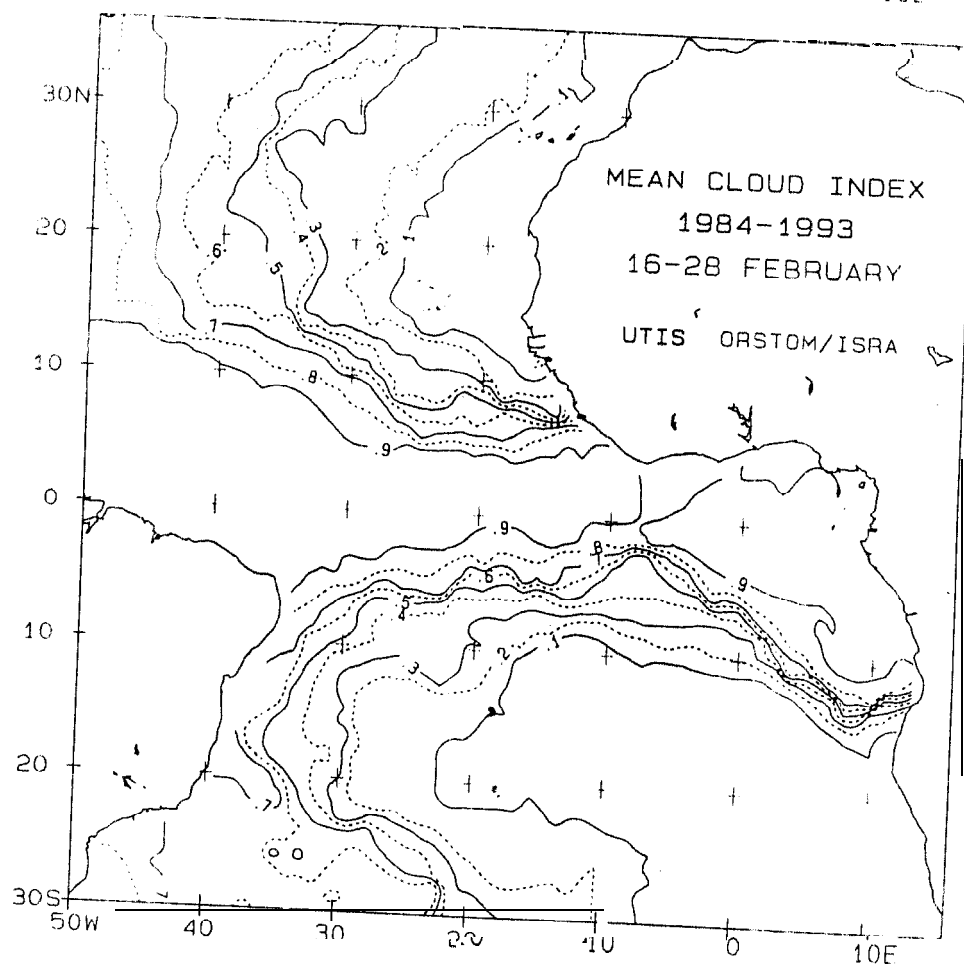
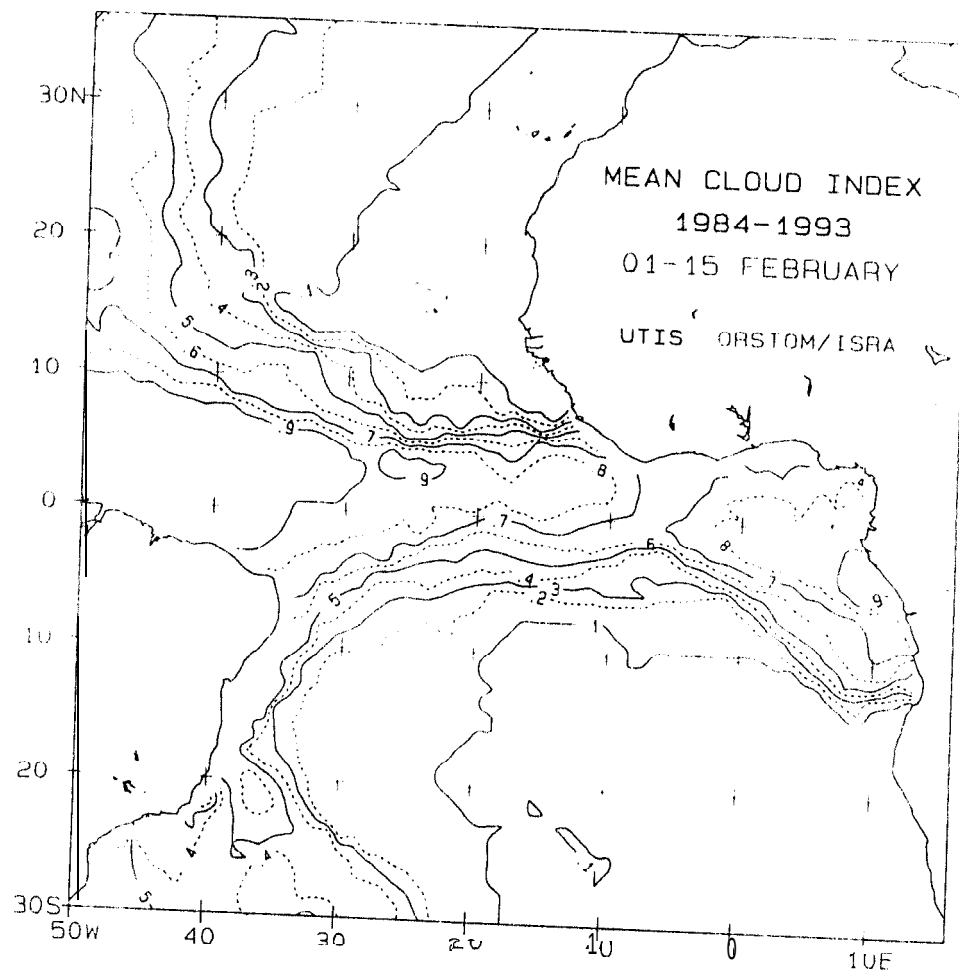
DEMARCO H. et CITEAU J., 1994.- Sea Surface Temperature retrieval in tropical area with METEOSAT: the case of the Senegalese coastal upwelling, *International Journal of Remote Sensing*, à paraître.

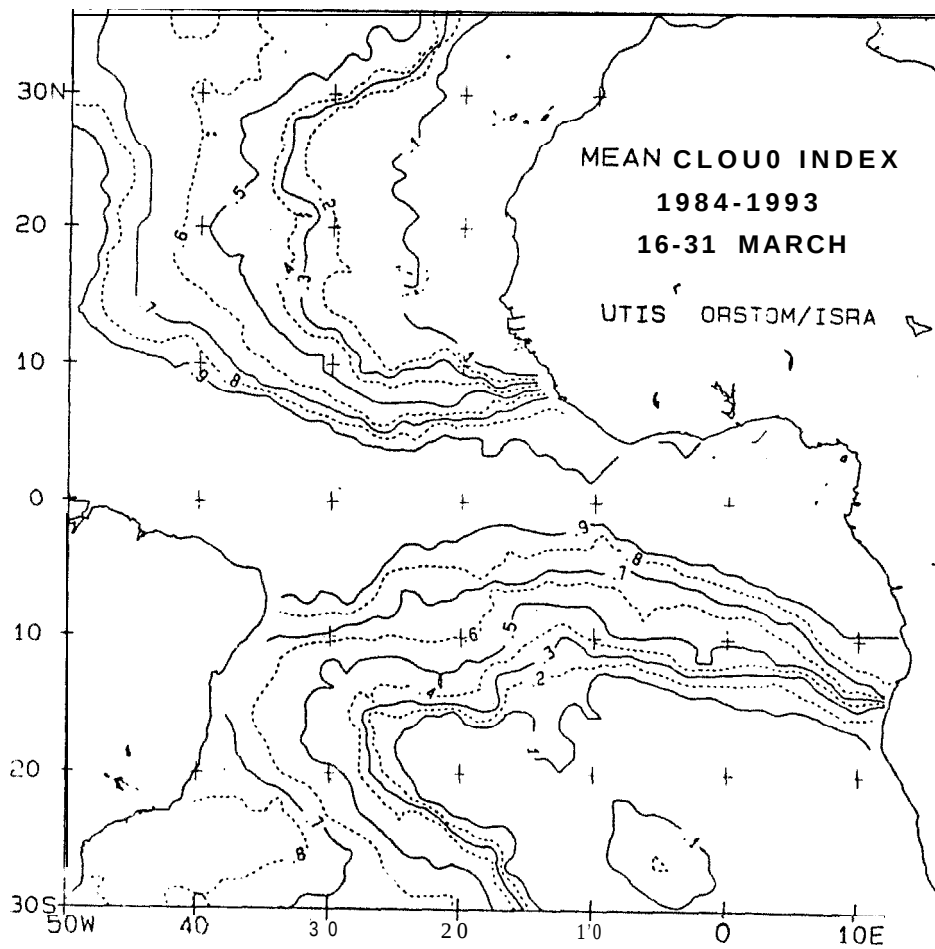
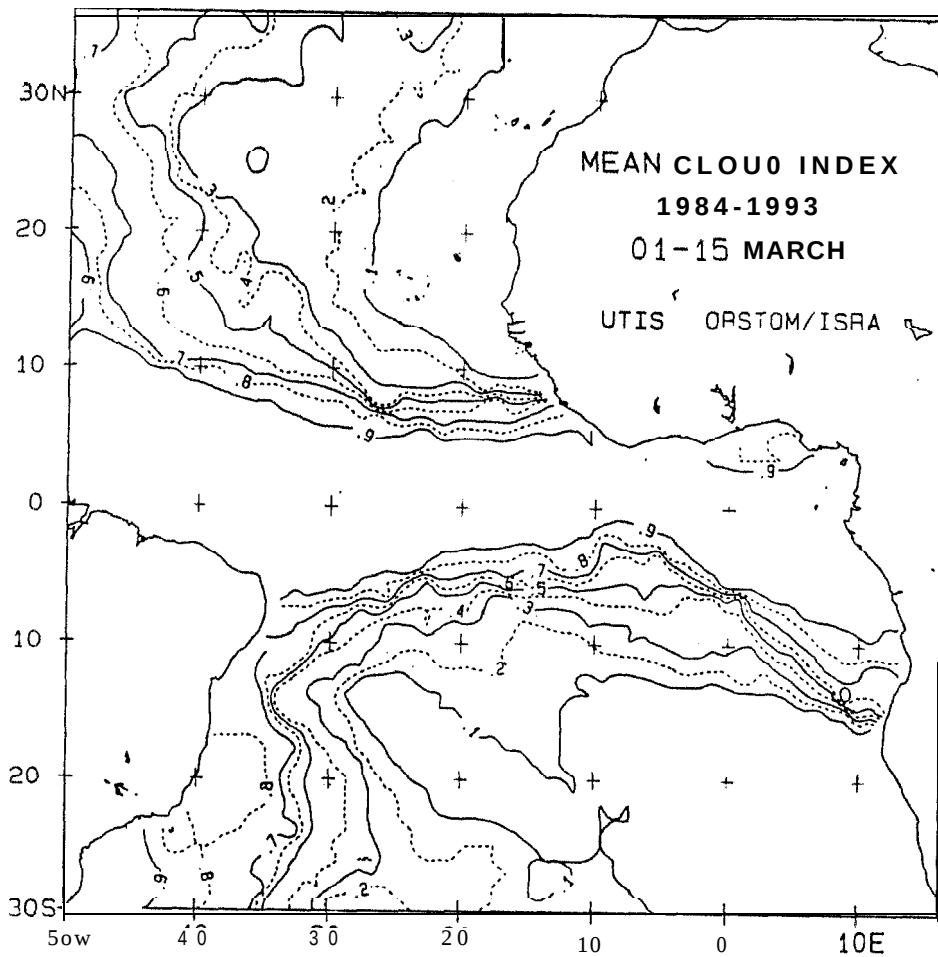
DEMARCO H. et SUSSE DE SAINTE-CLAIRE E., 1994.- Climatologie, satellitaire de la température de surface de l'Atlantique tropical est. *In : Satellite et surveillance du climat : Atlas de veille climatique : 1986- 1994* (Afrique et Atlantique intertropical), ORSTOM ed. : 23-26.

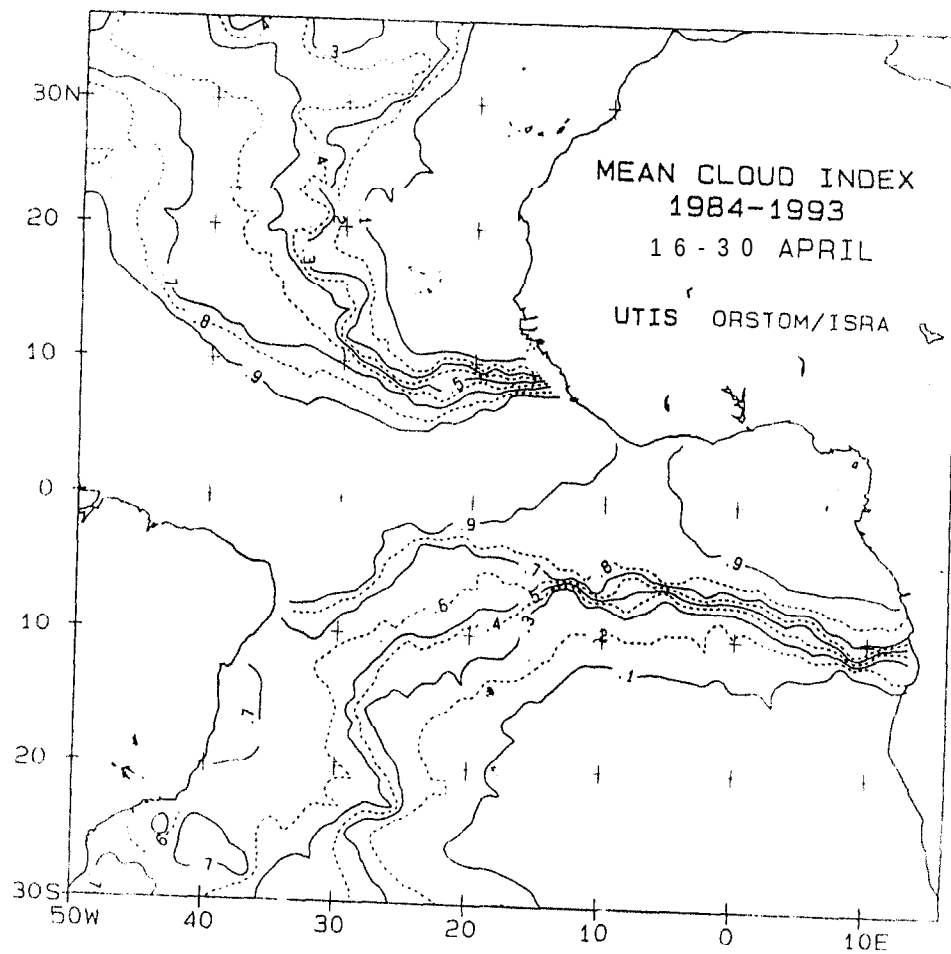
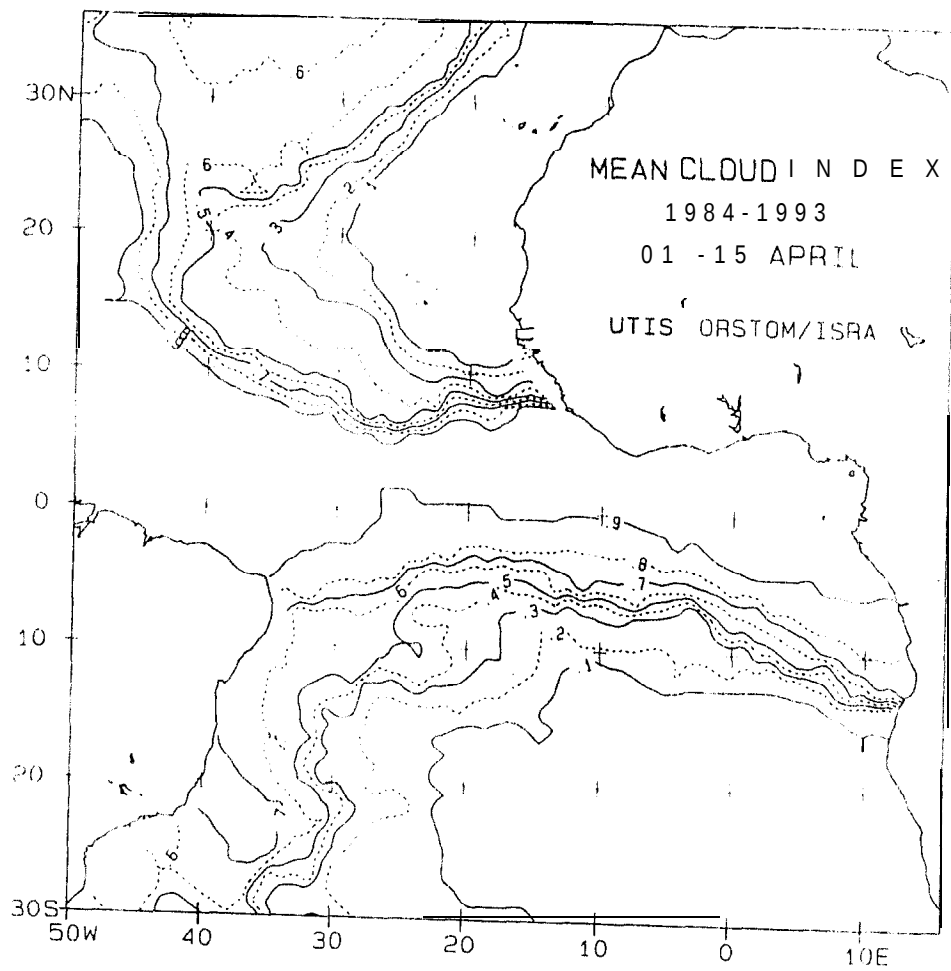
REYNOLDS, R.W., 1982.- A monthly averaged climatology of sea surface temperatures. *NOAA Technical Report*, NWS 31, NOAA/National Meteorological Center, Silver Spring, Md., 40 pp.

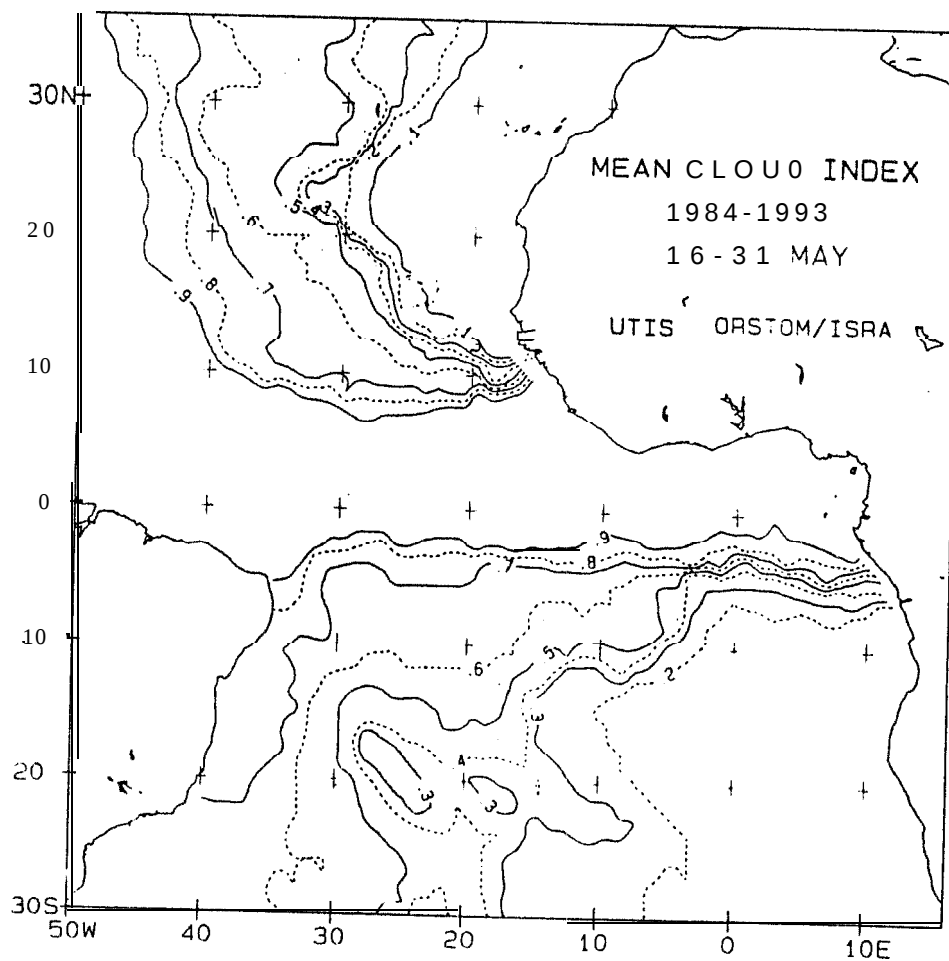
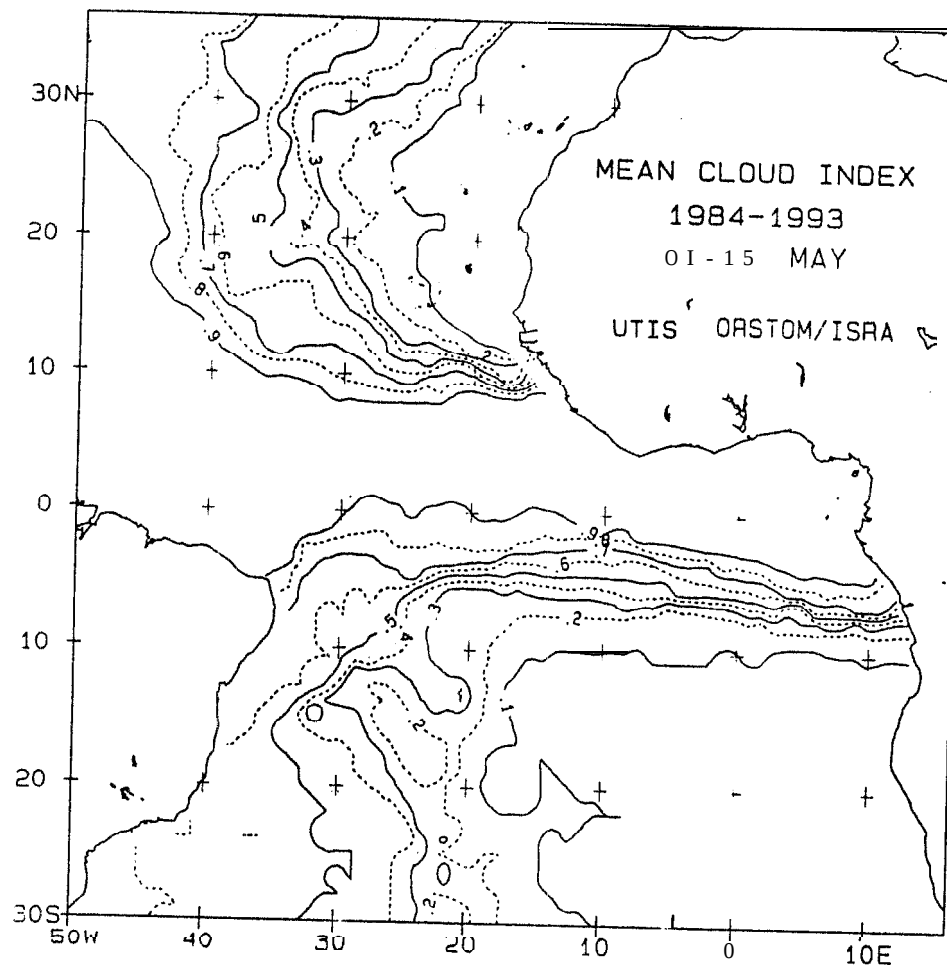
Indice d'ennuagement par quinzaine,
moyenné sur la période 1984-1993

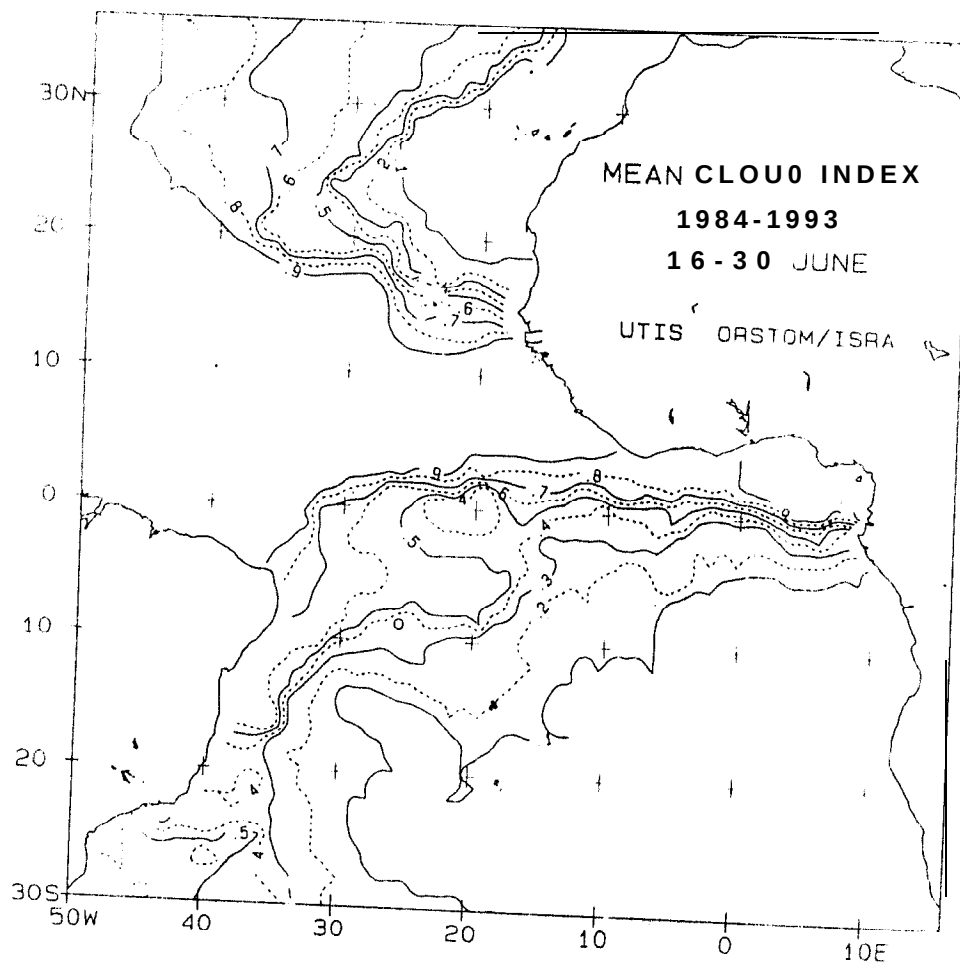
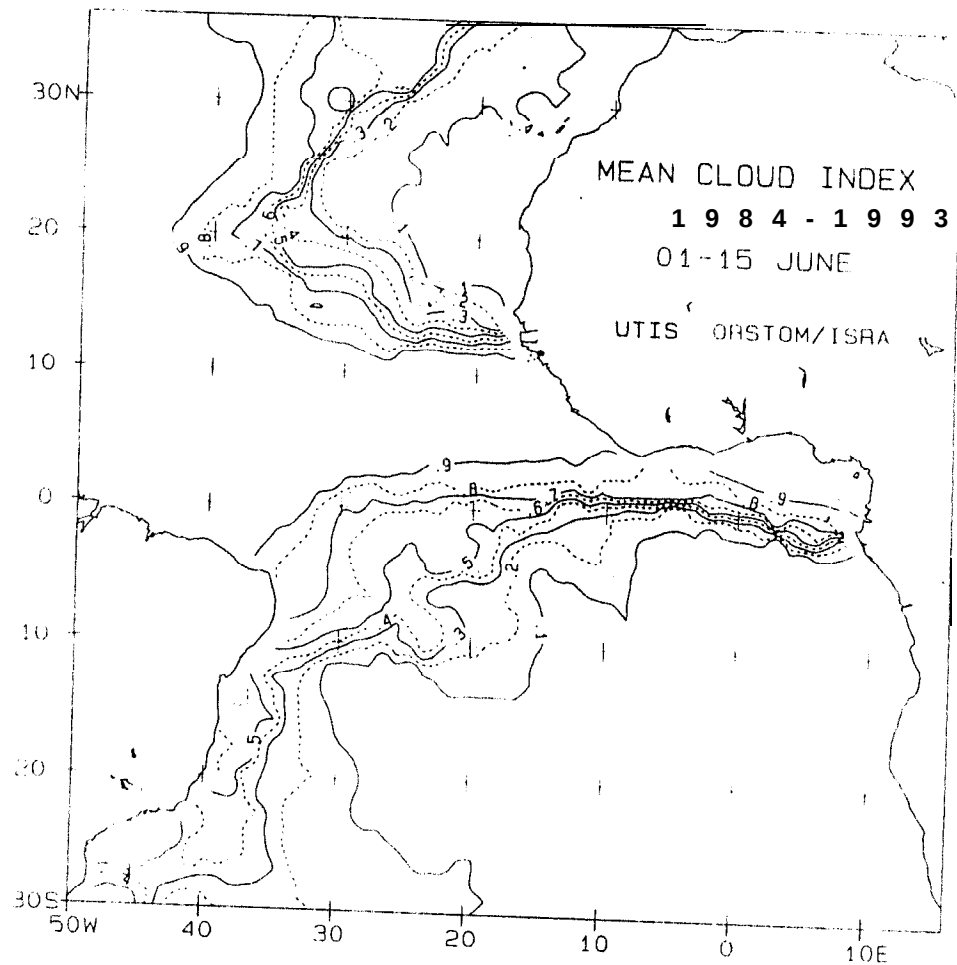


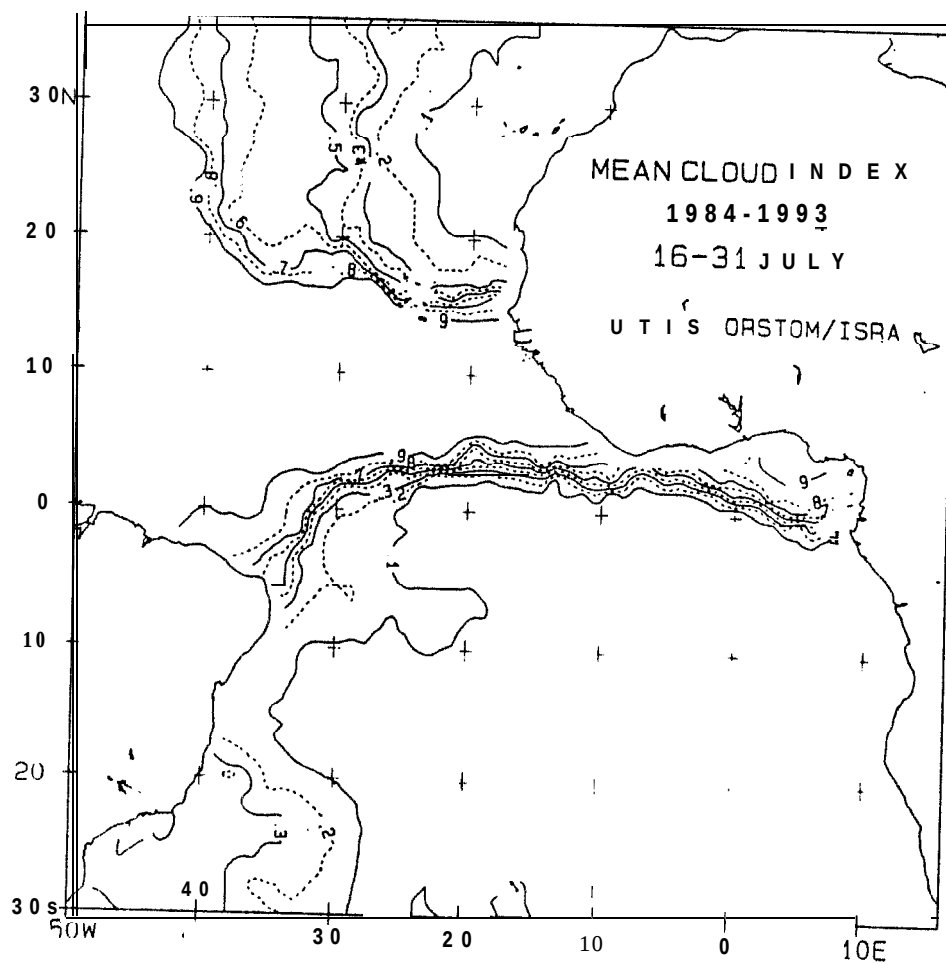
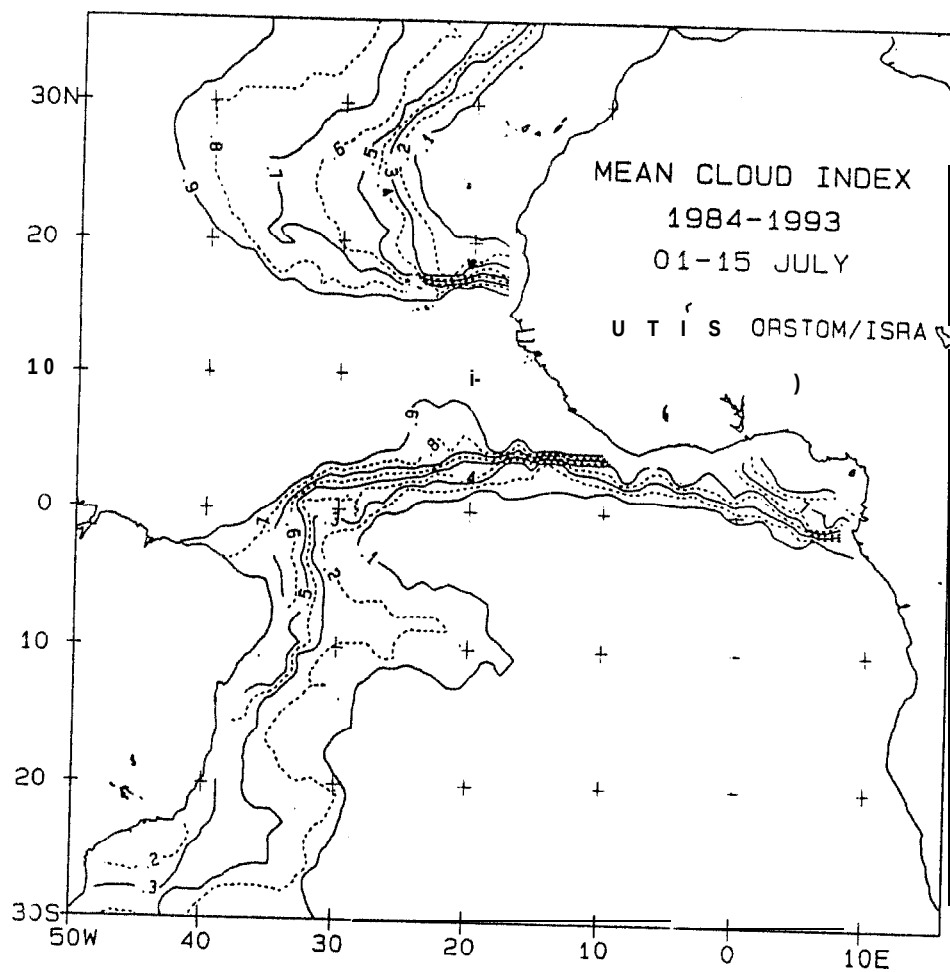


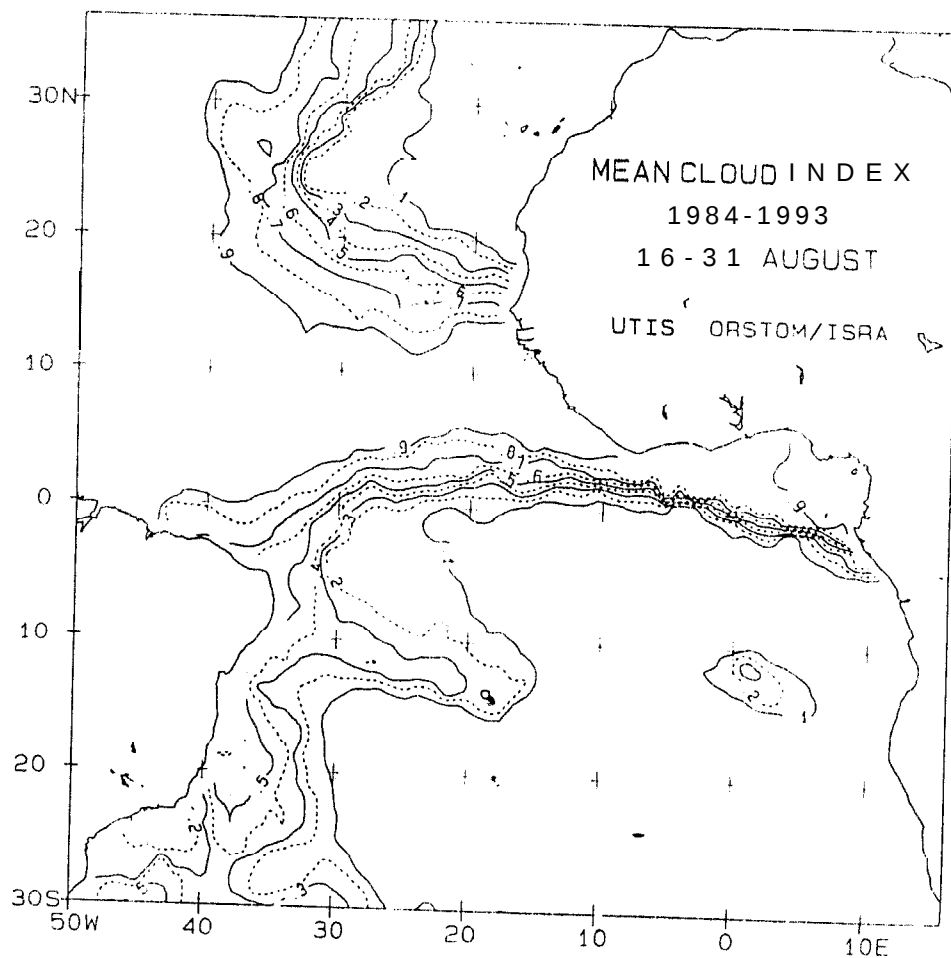
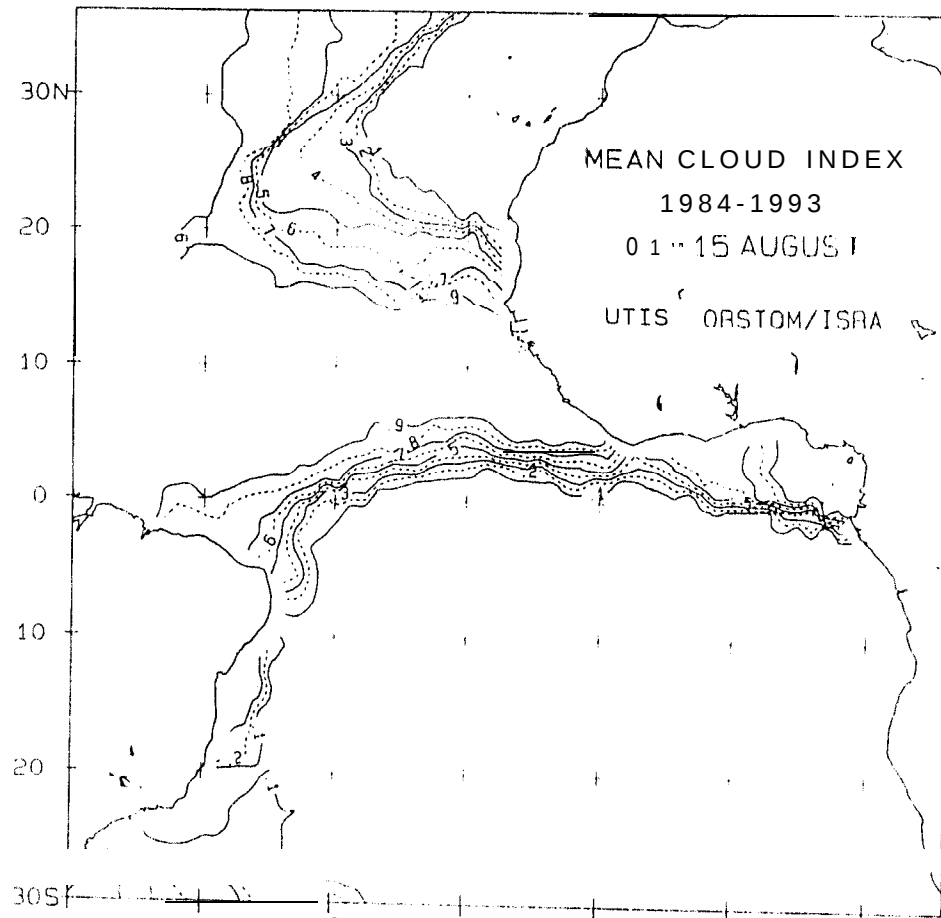


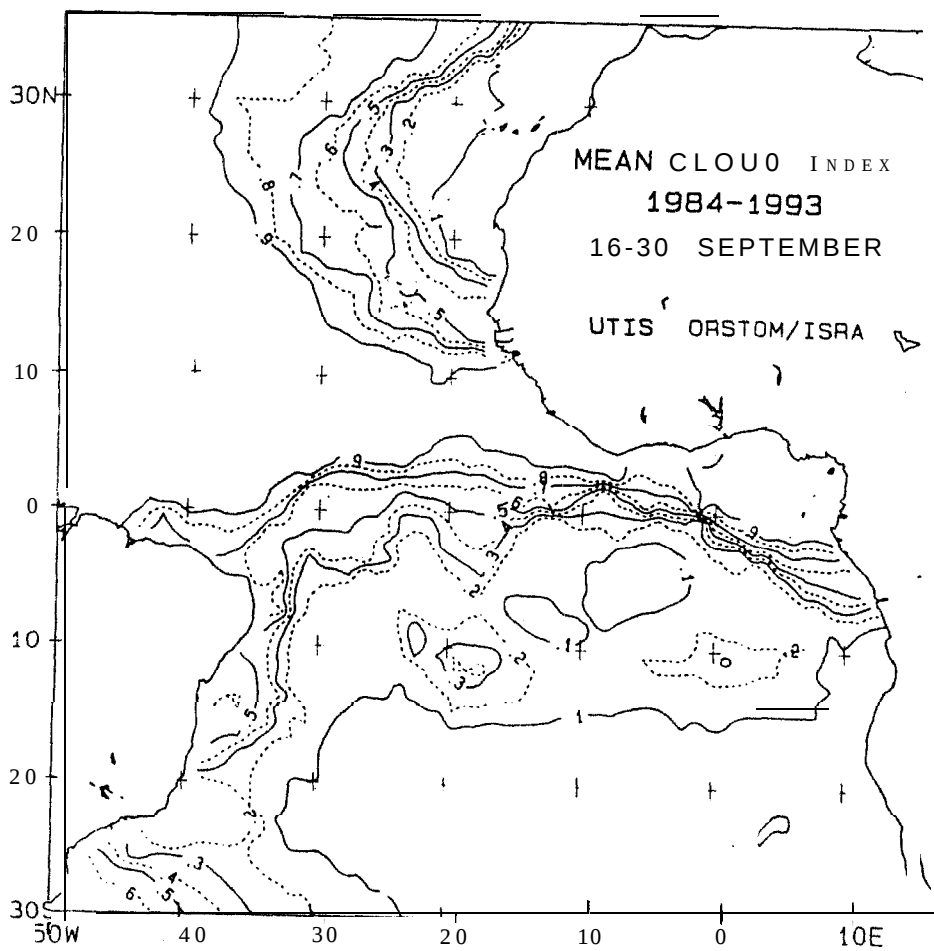
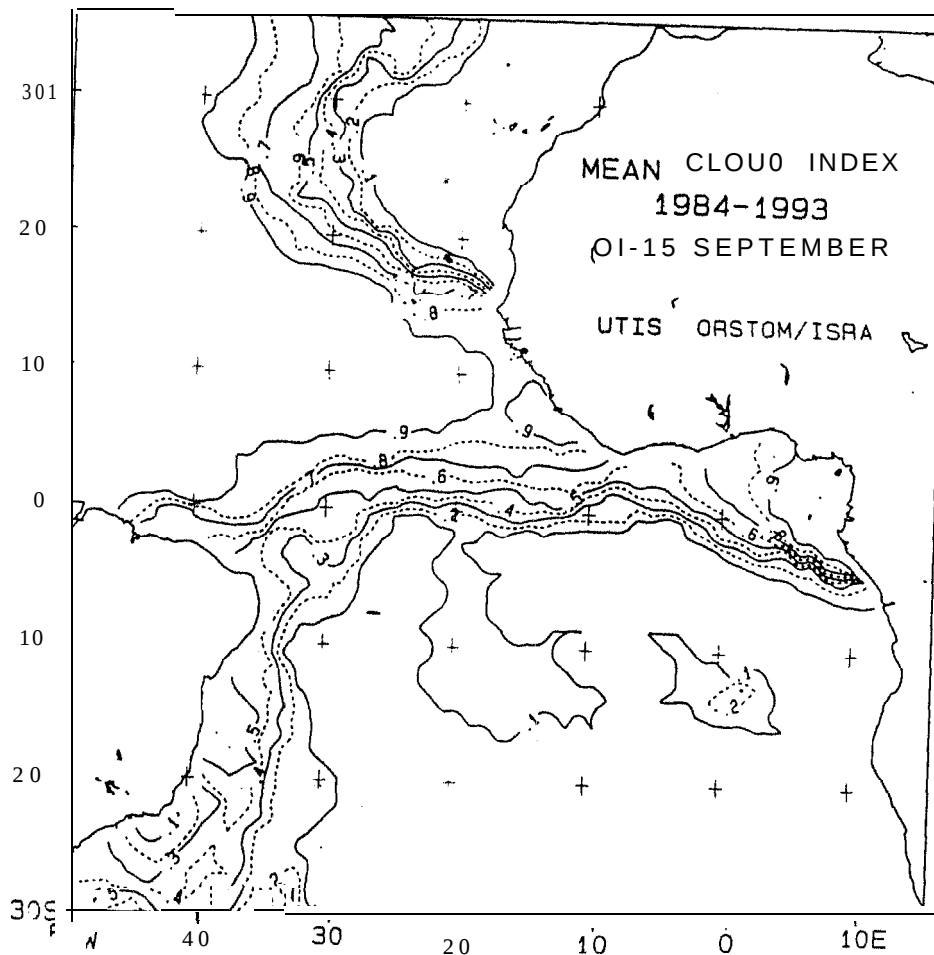


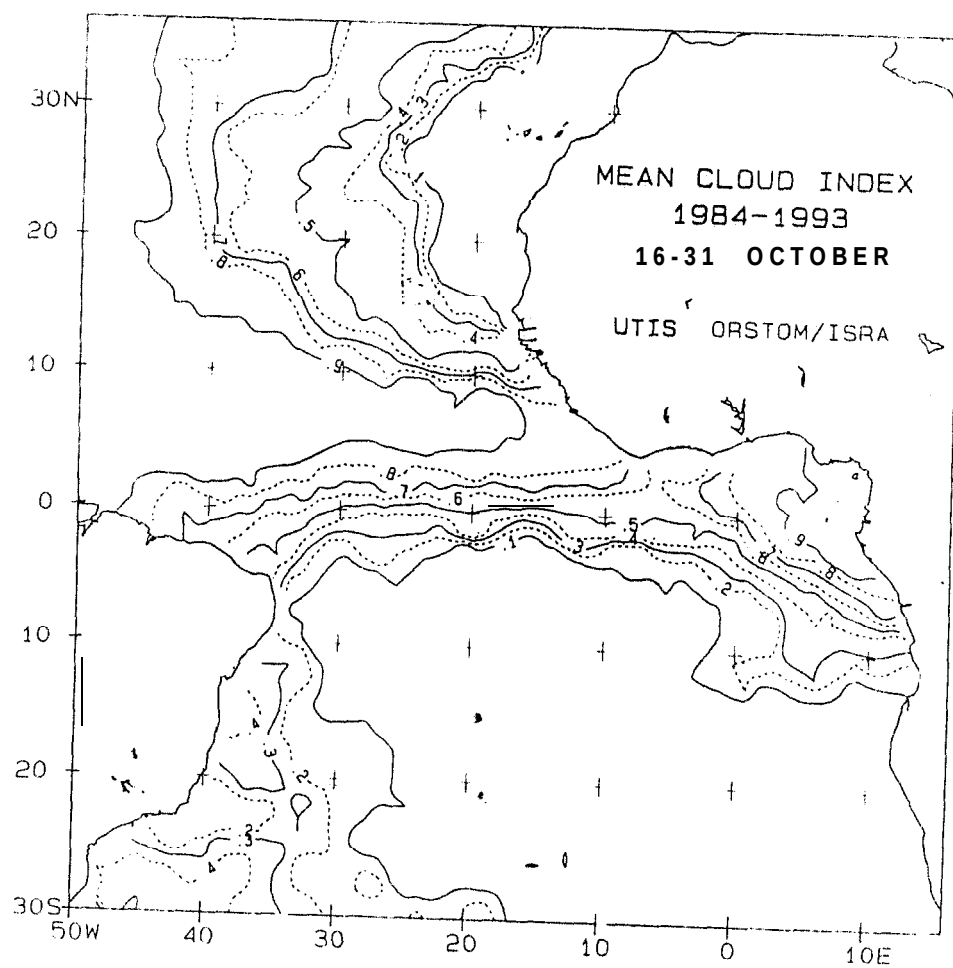
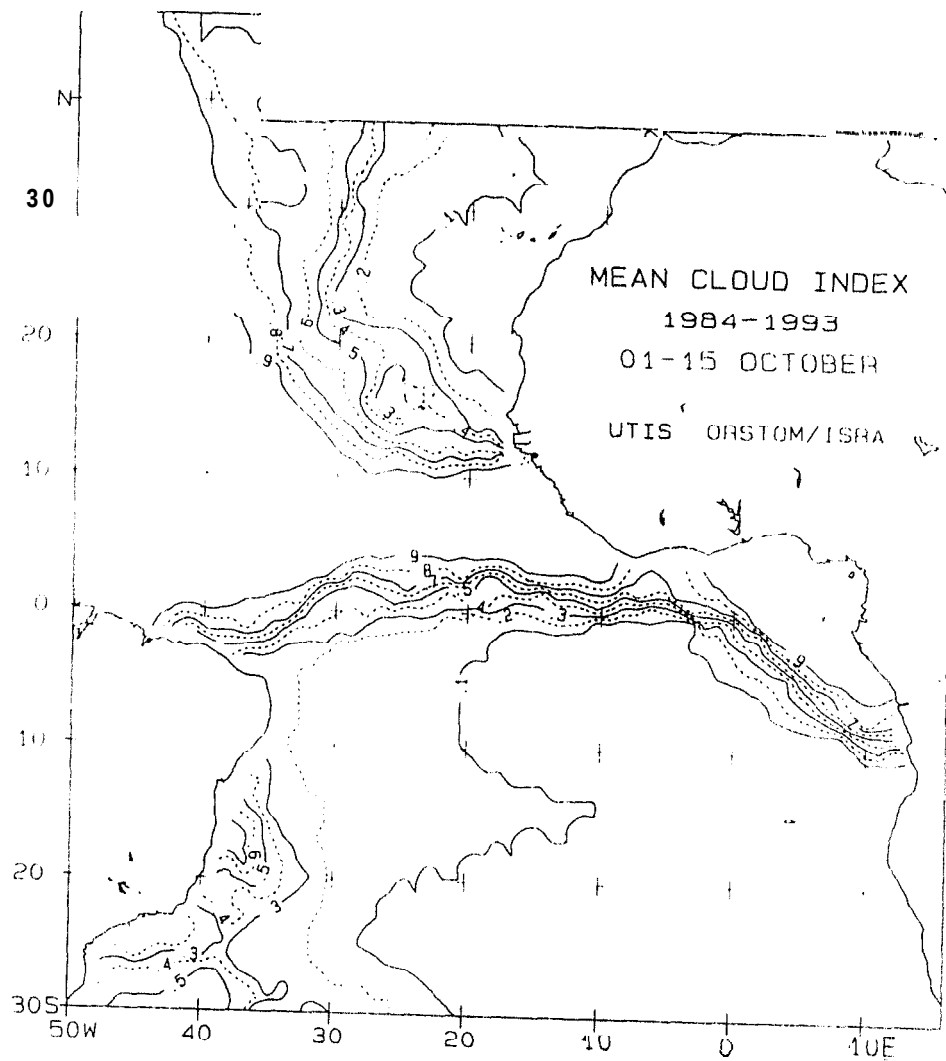


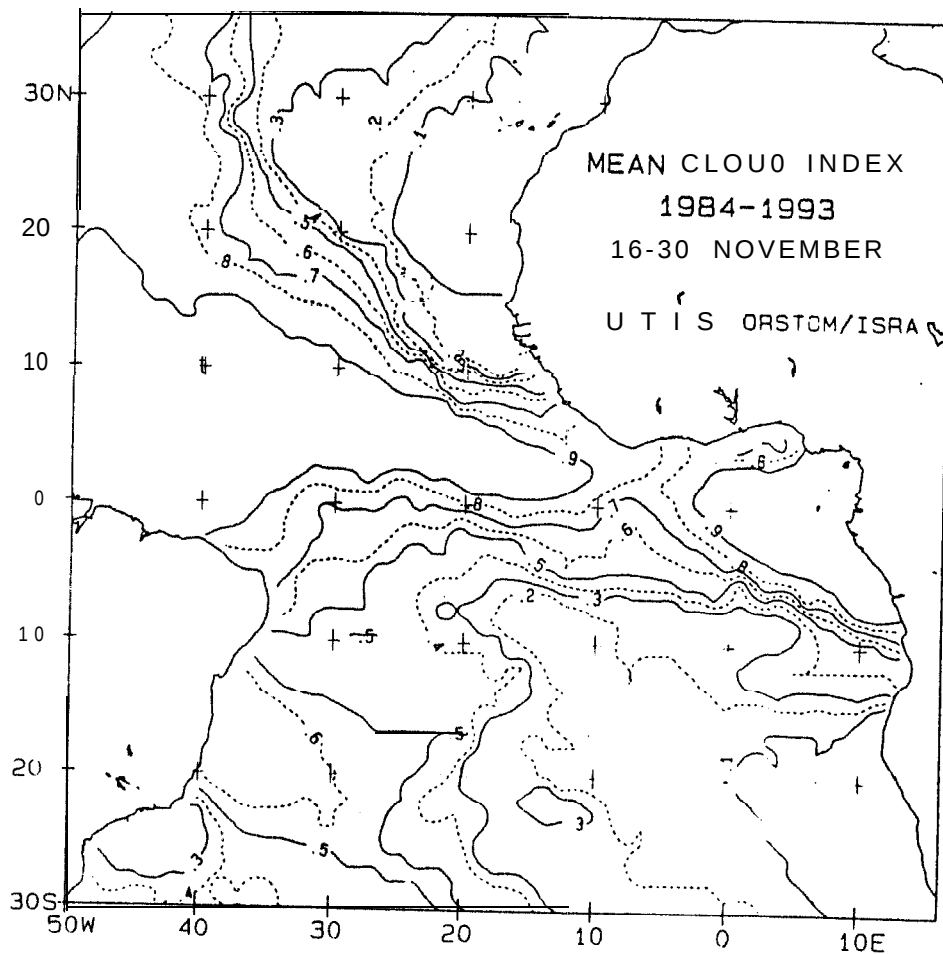
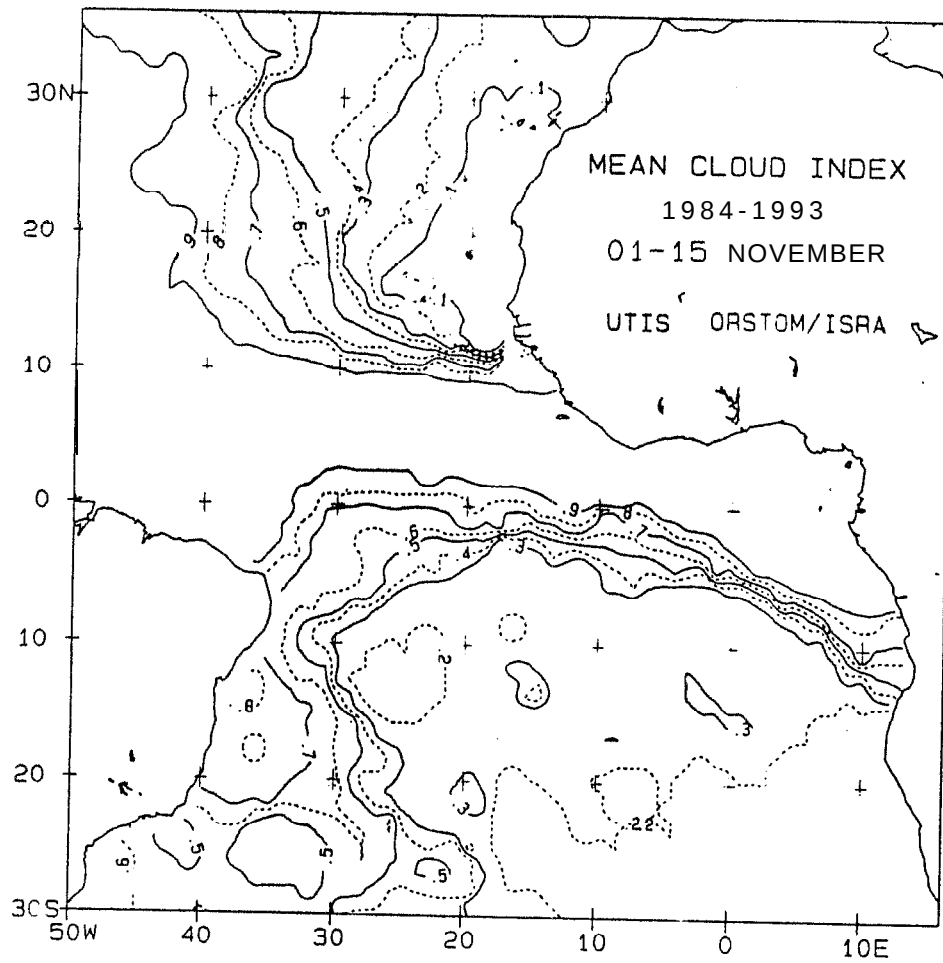


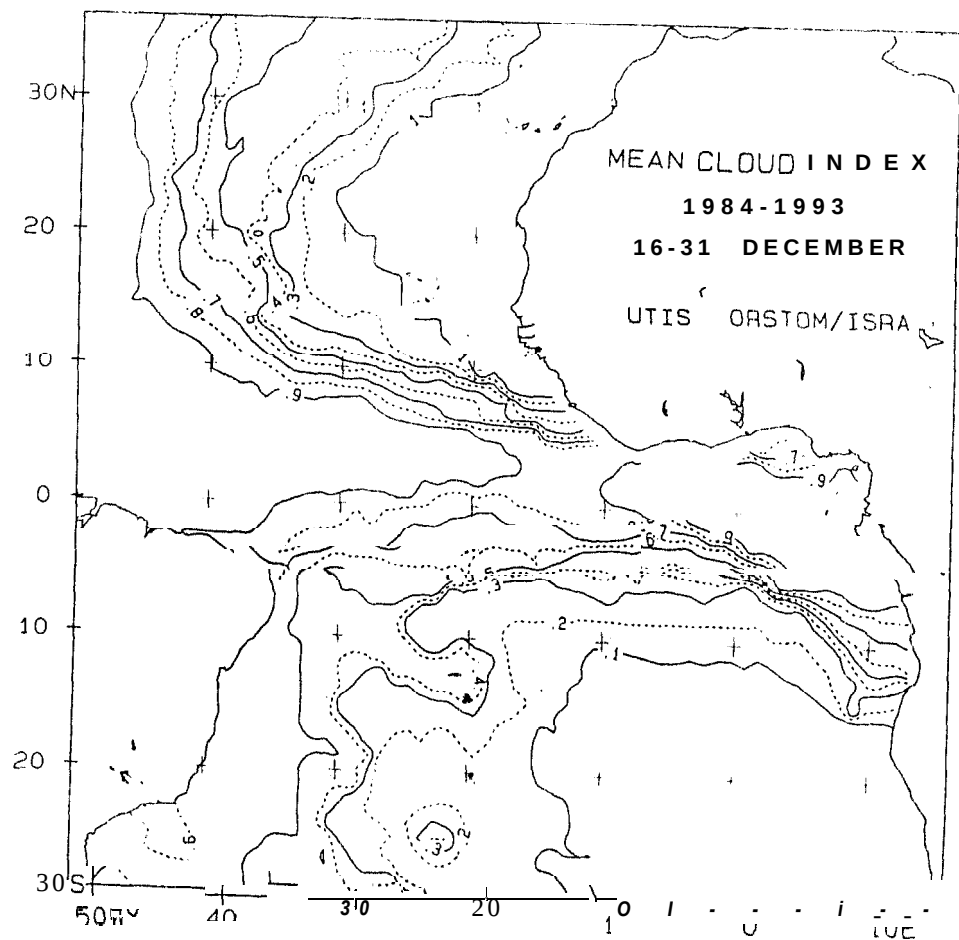
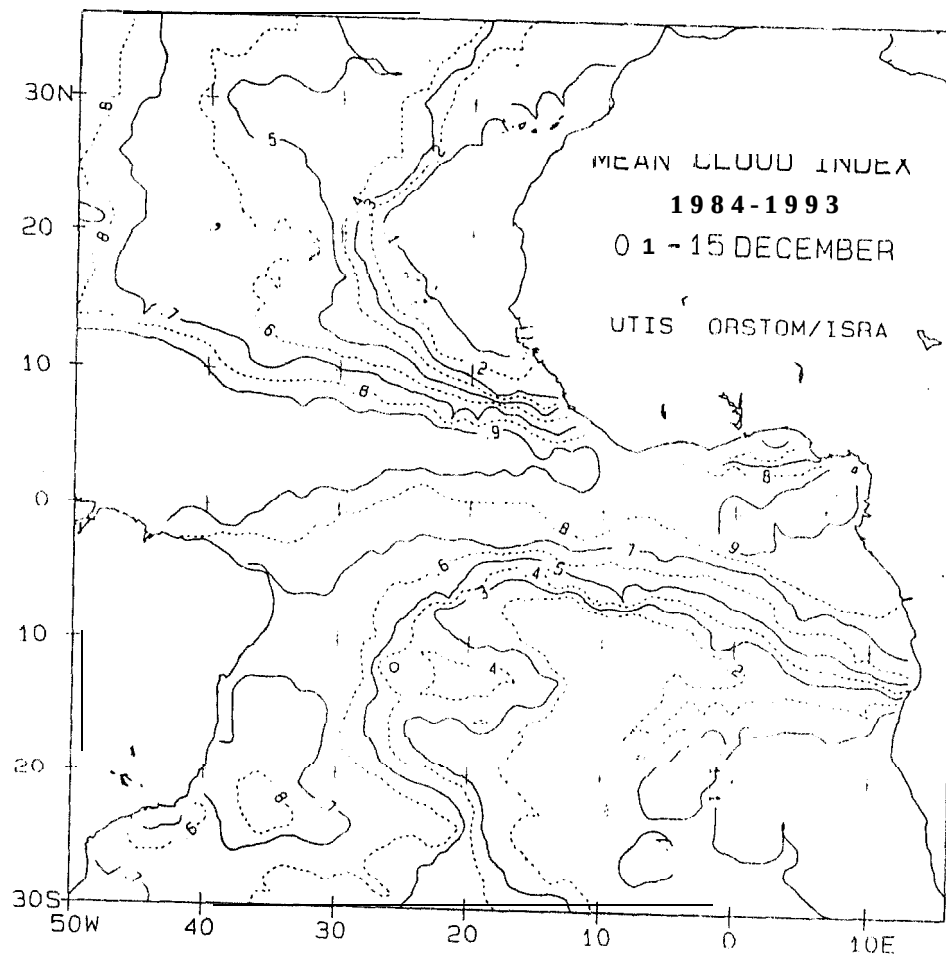




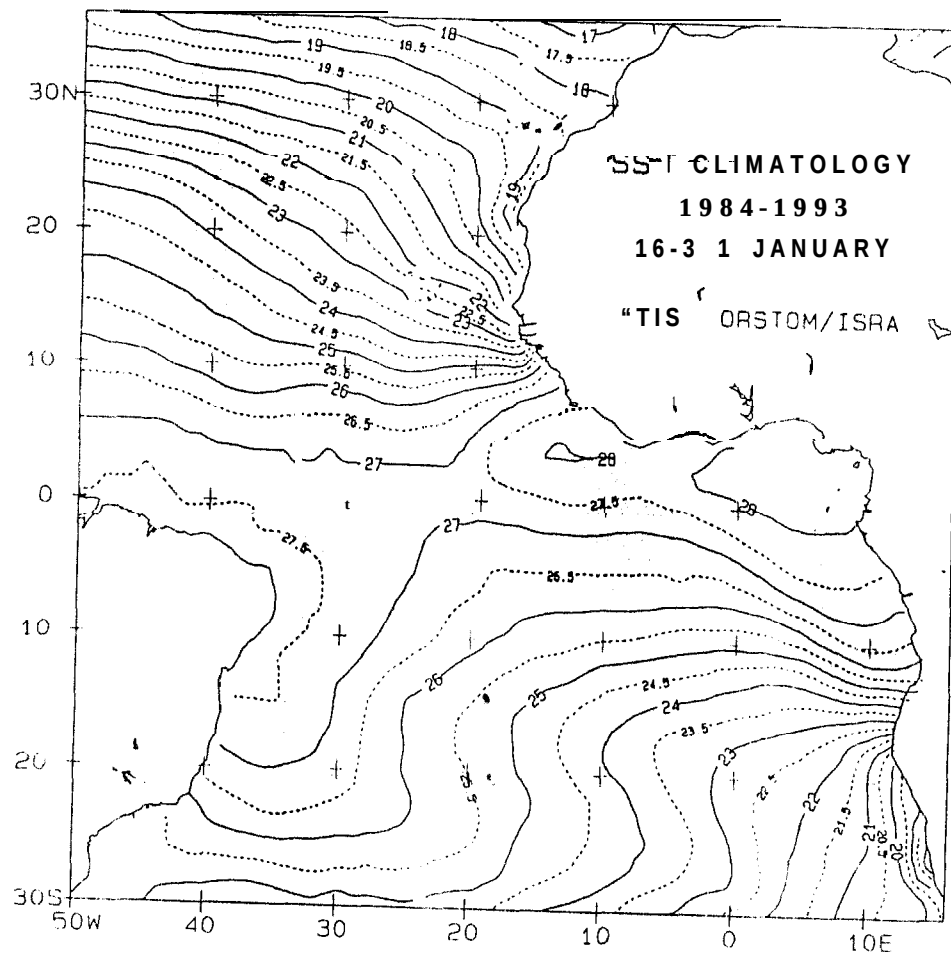
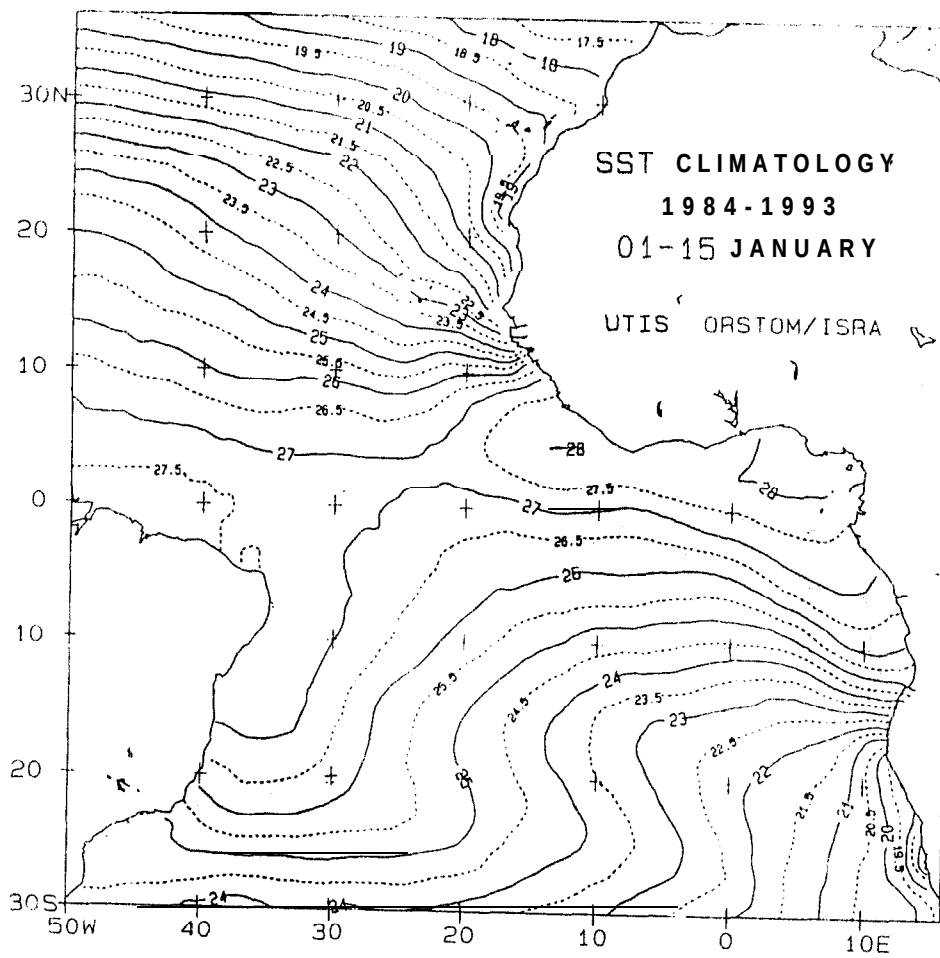


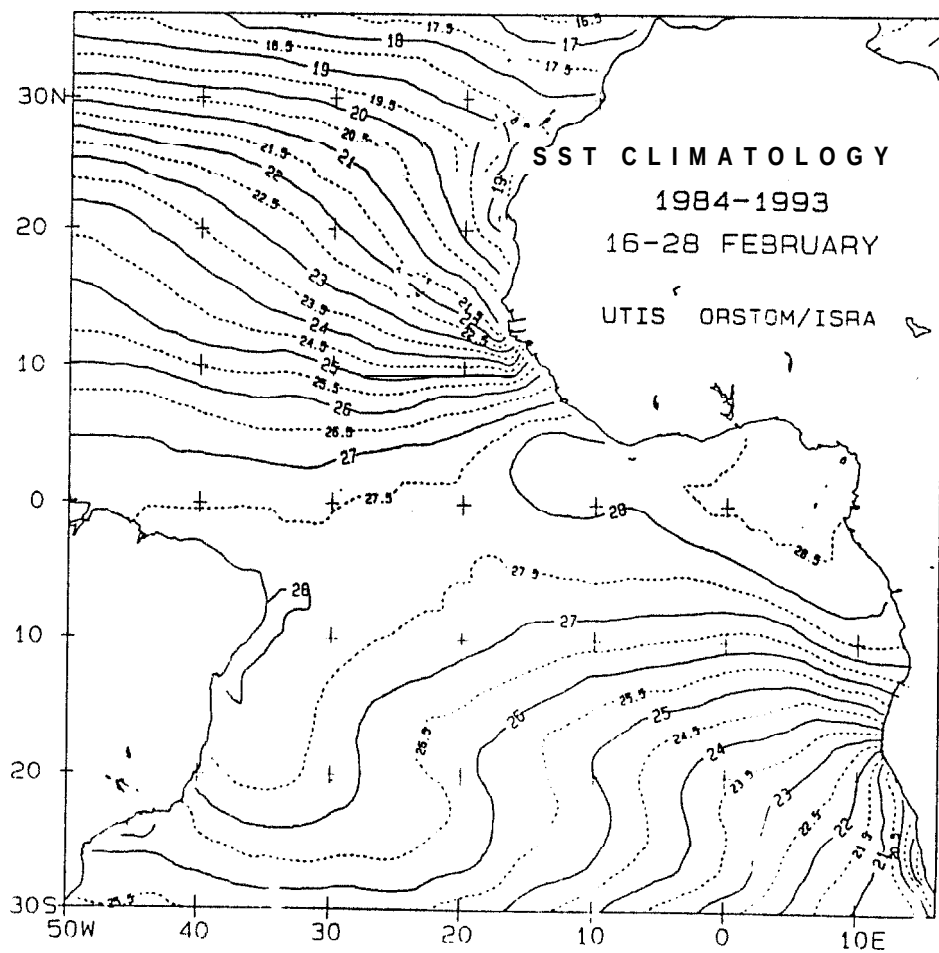
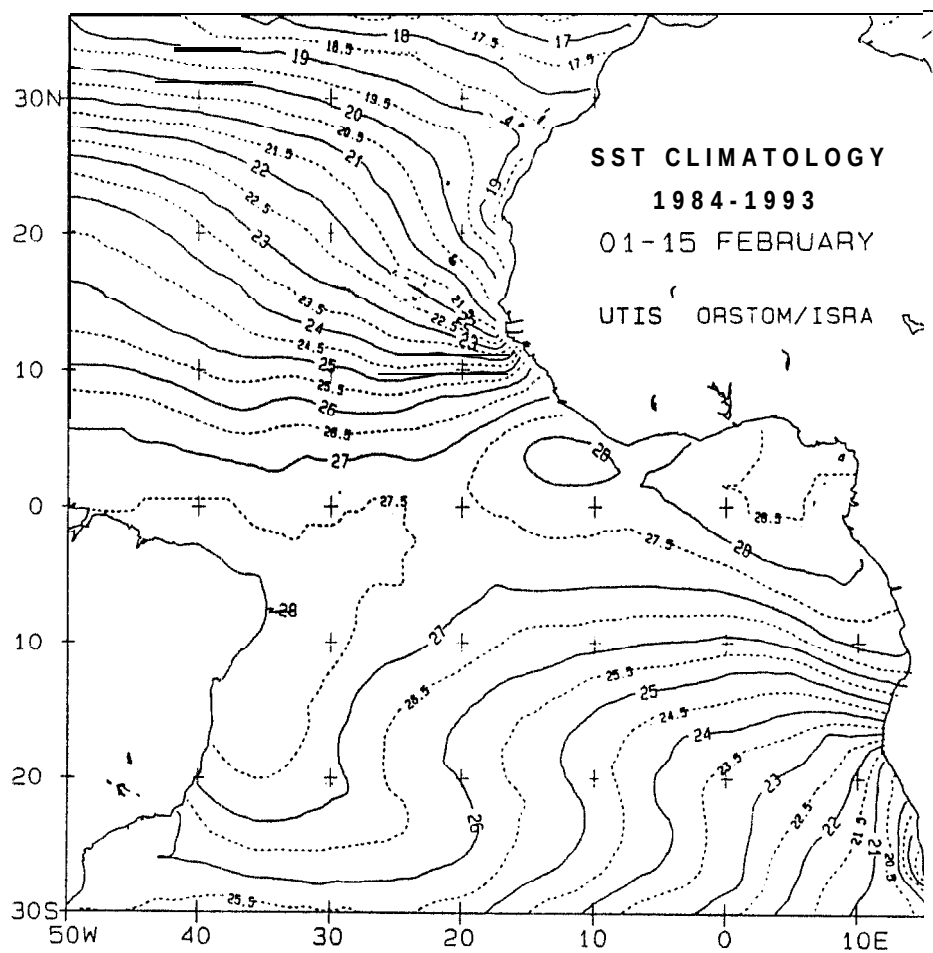


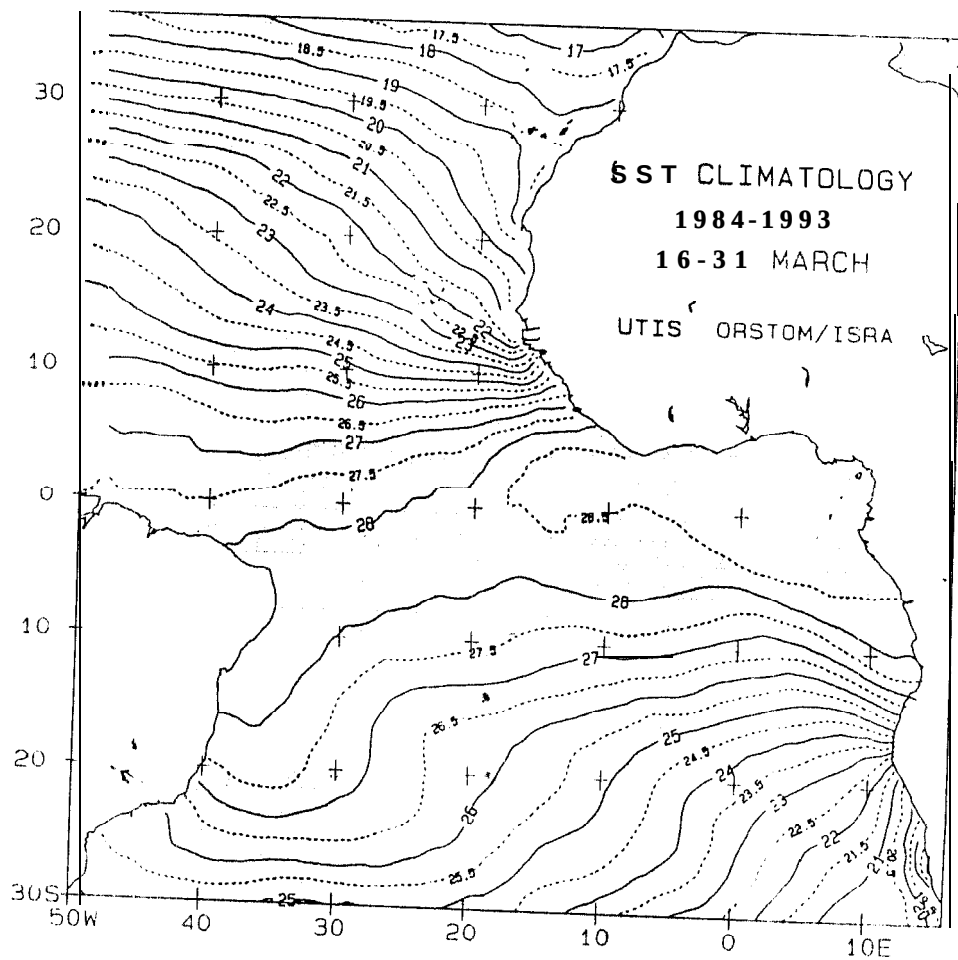
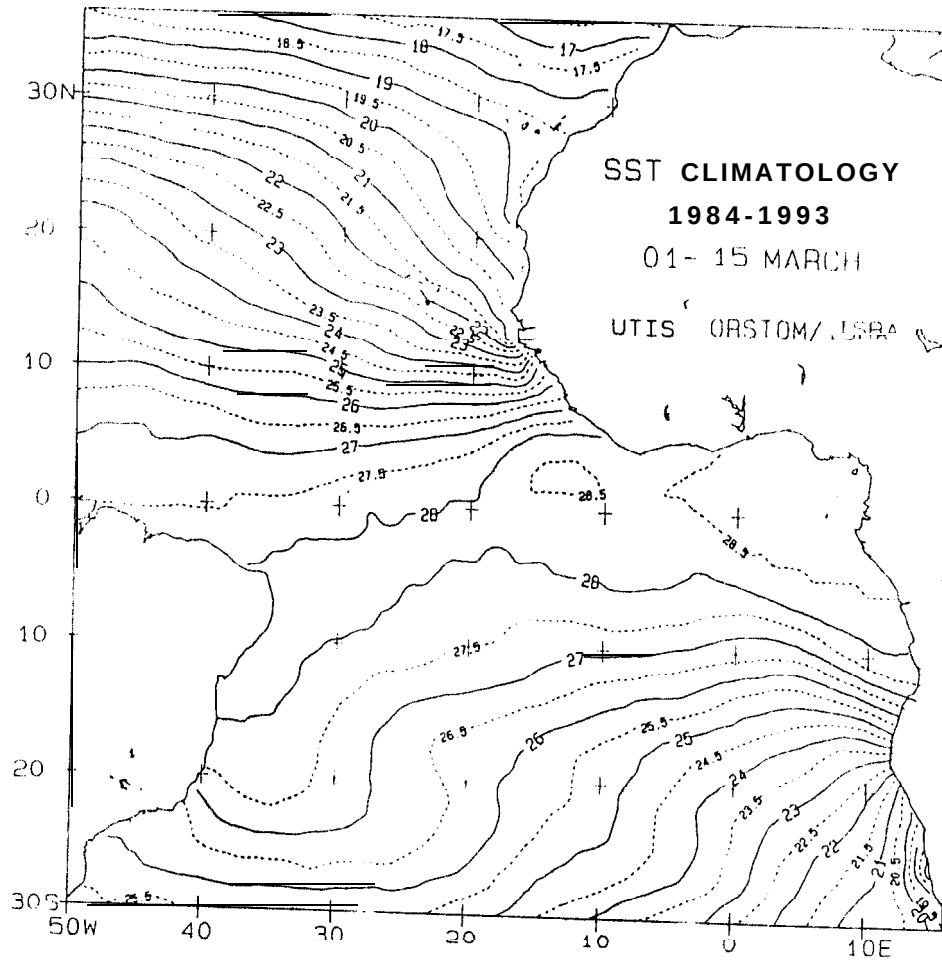


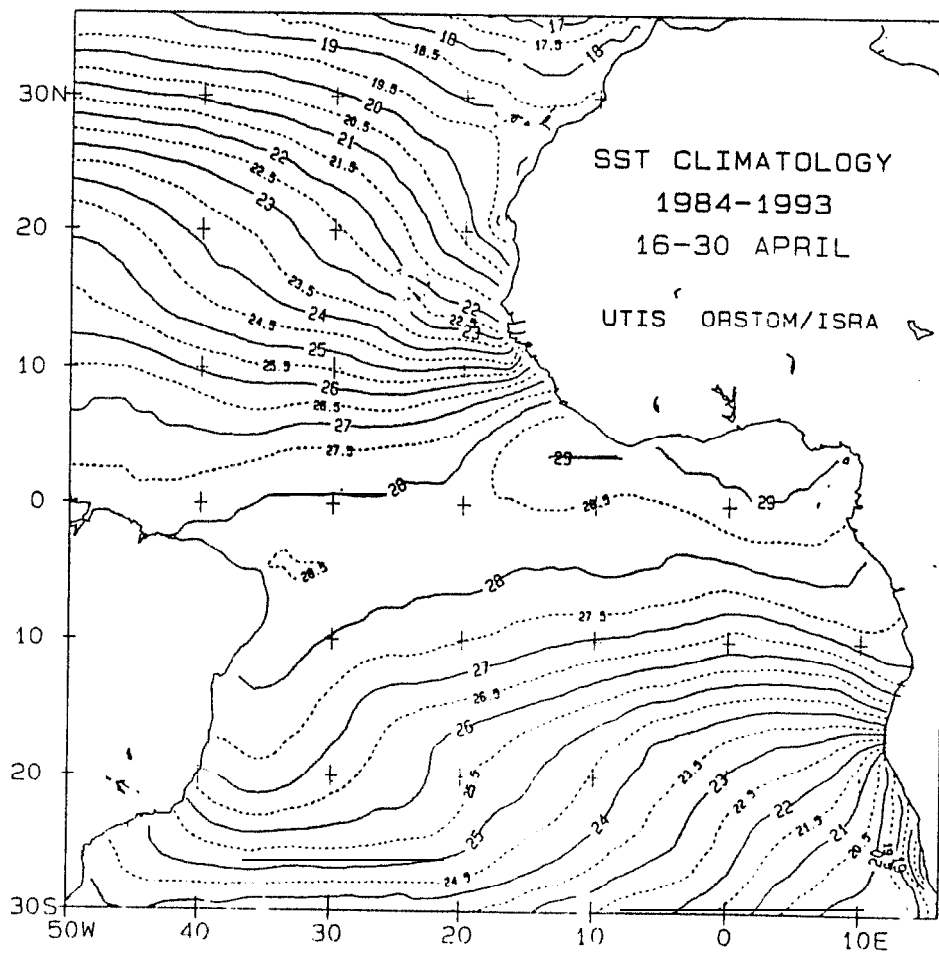
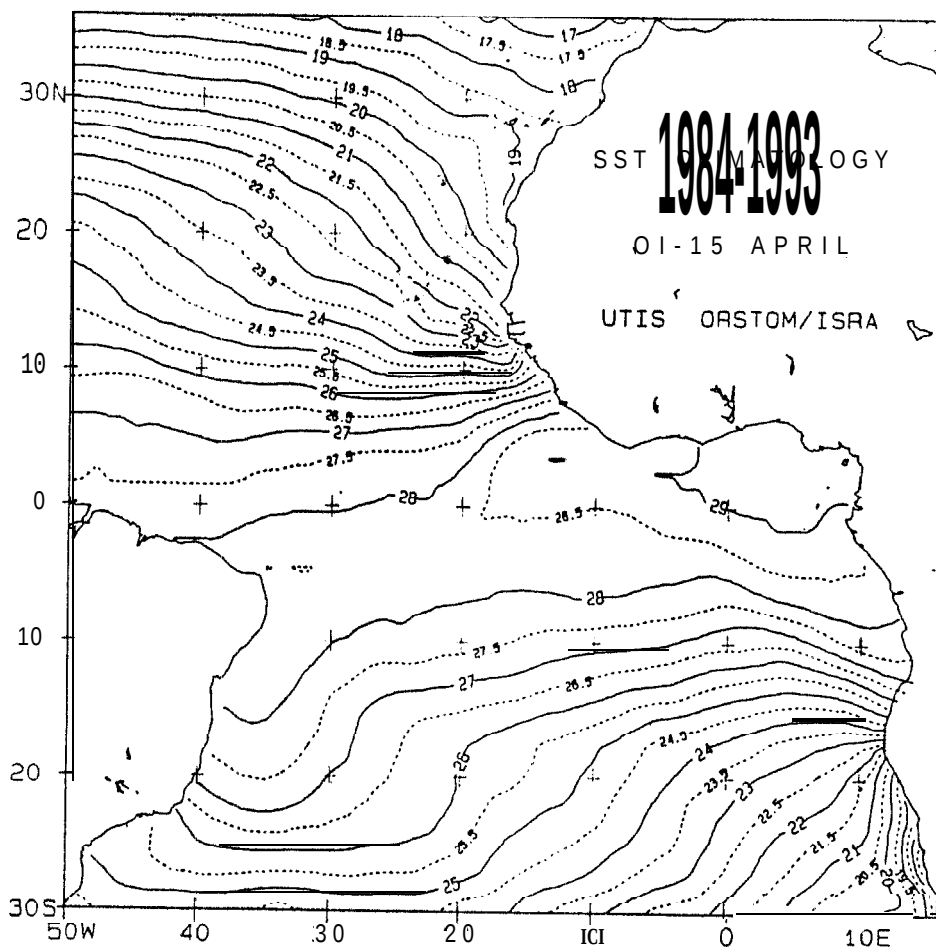


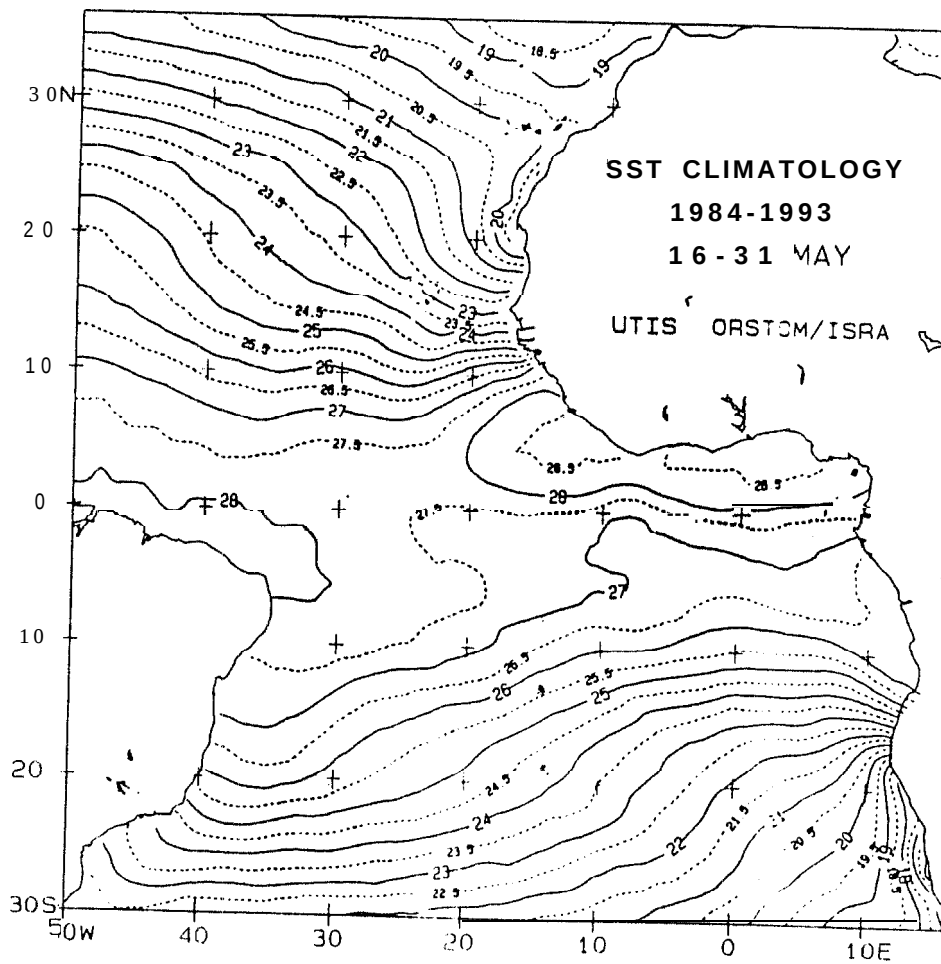
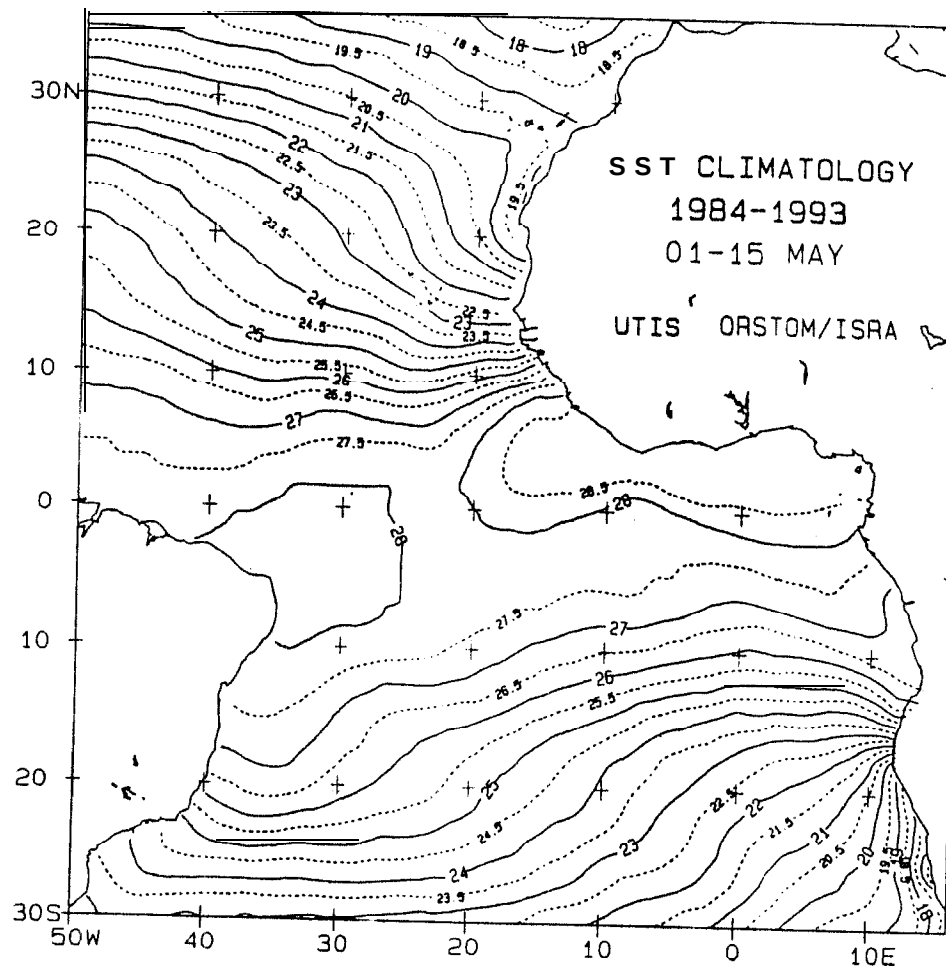
Climatologie par quinzaine
de la température de surface de la mer
1984-1993

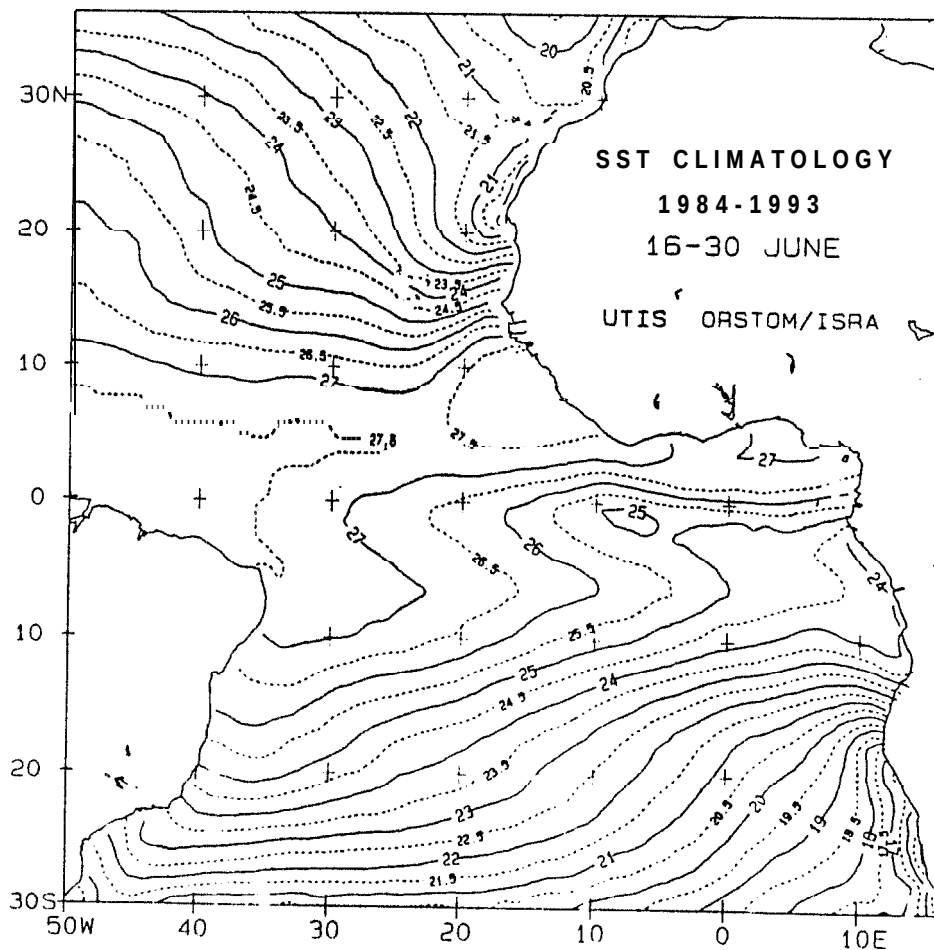
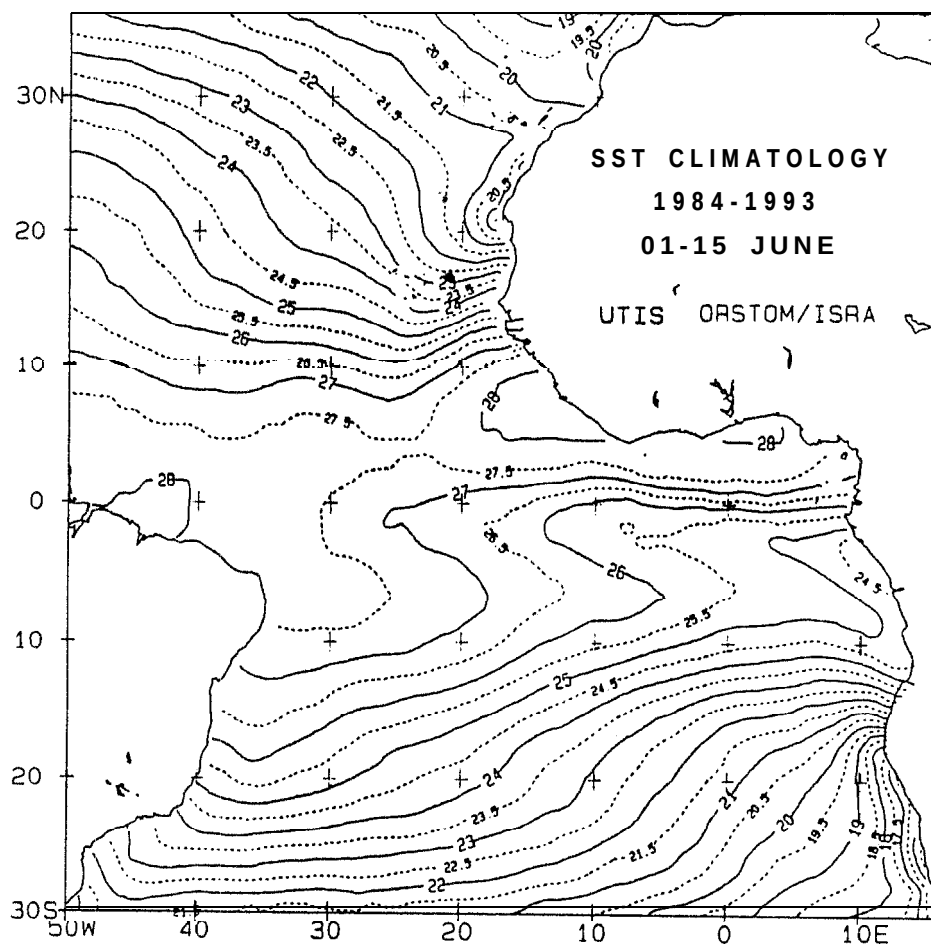


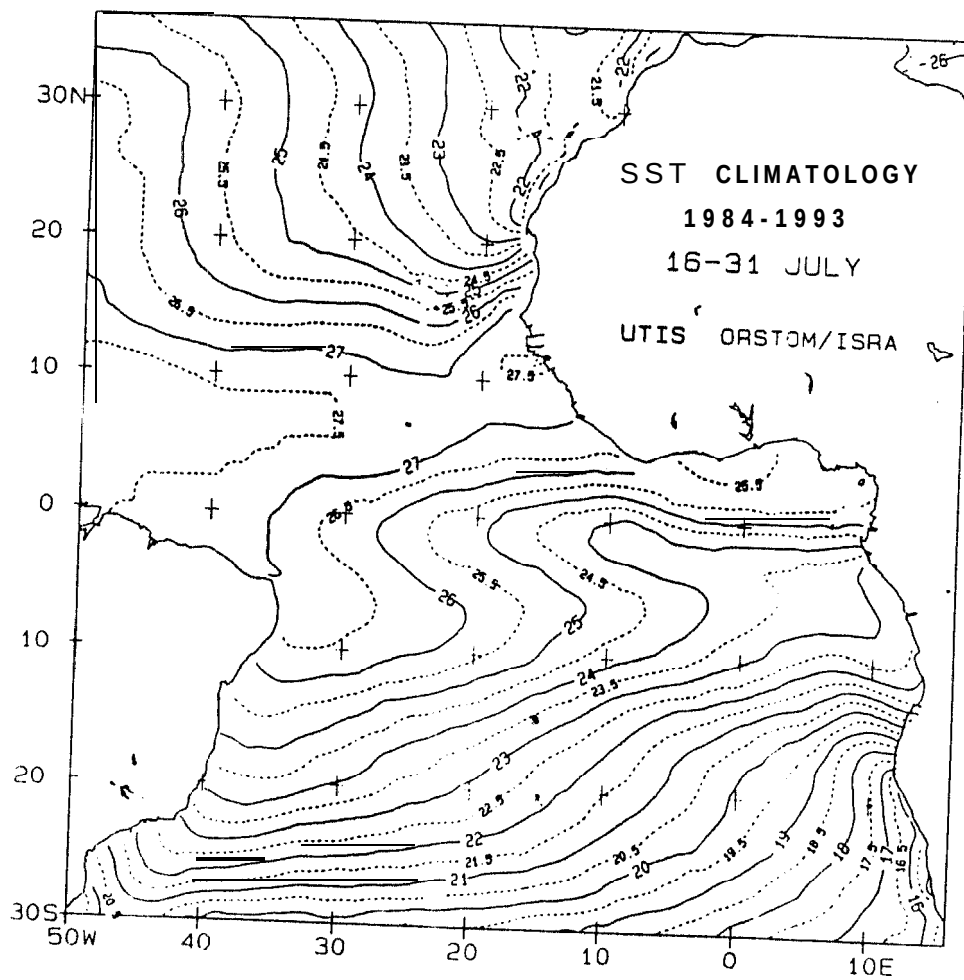
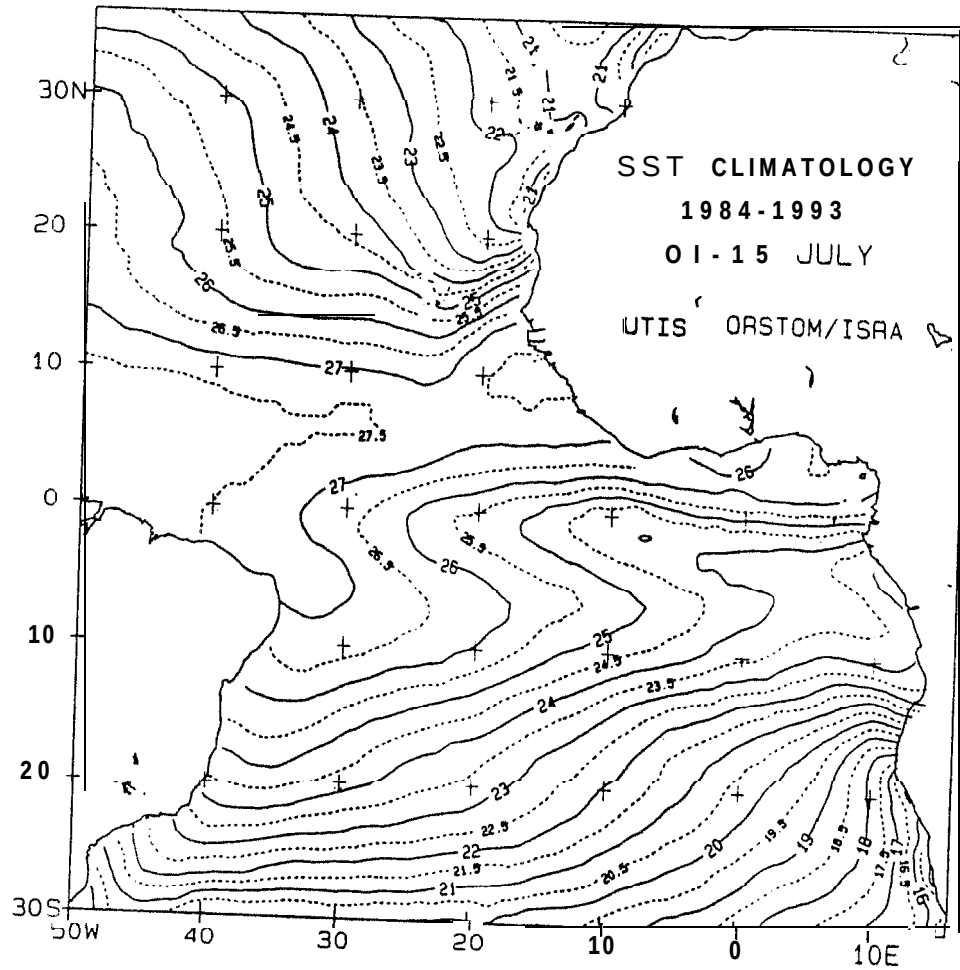


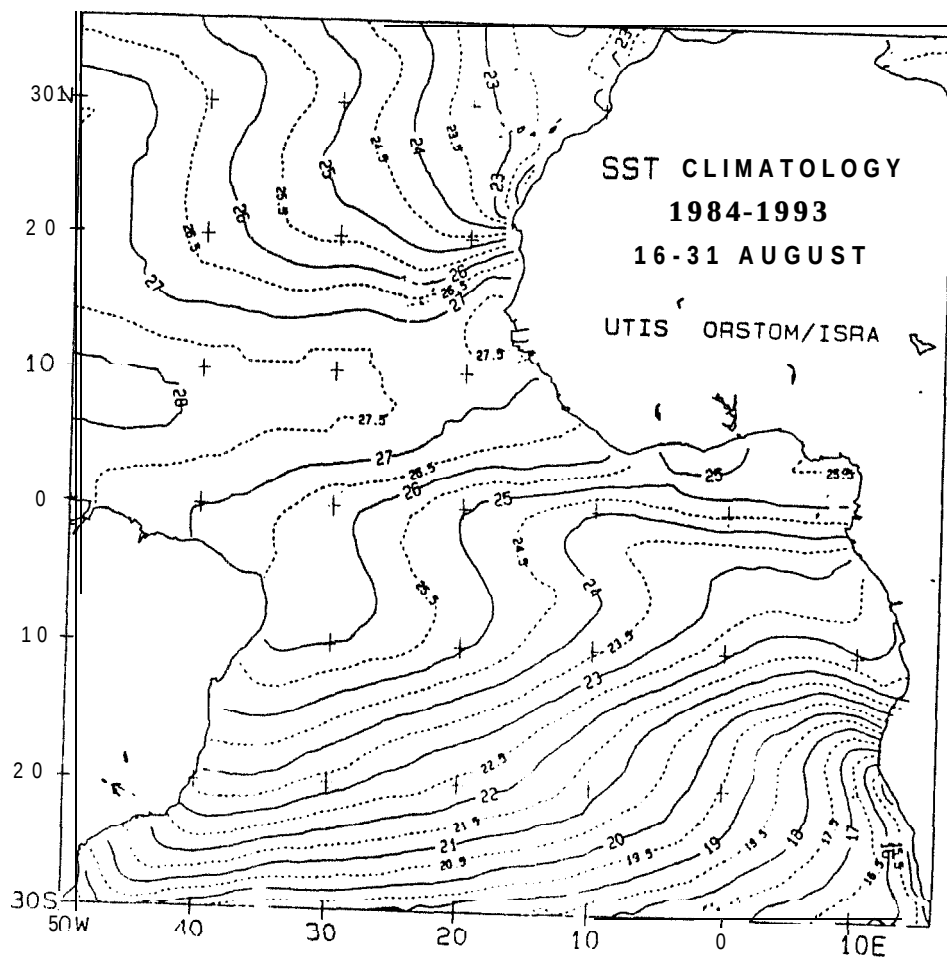
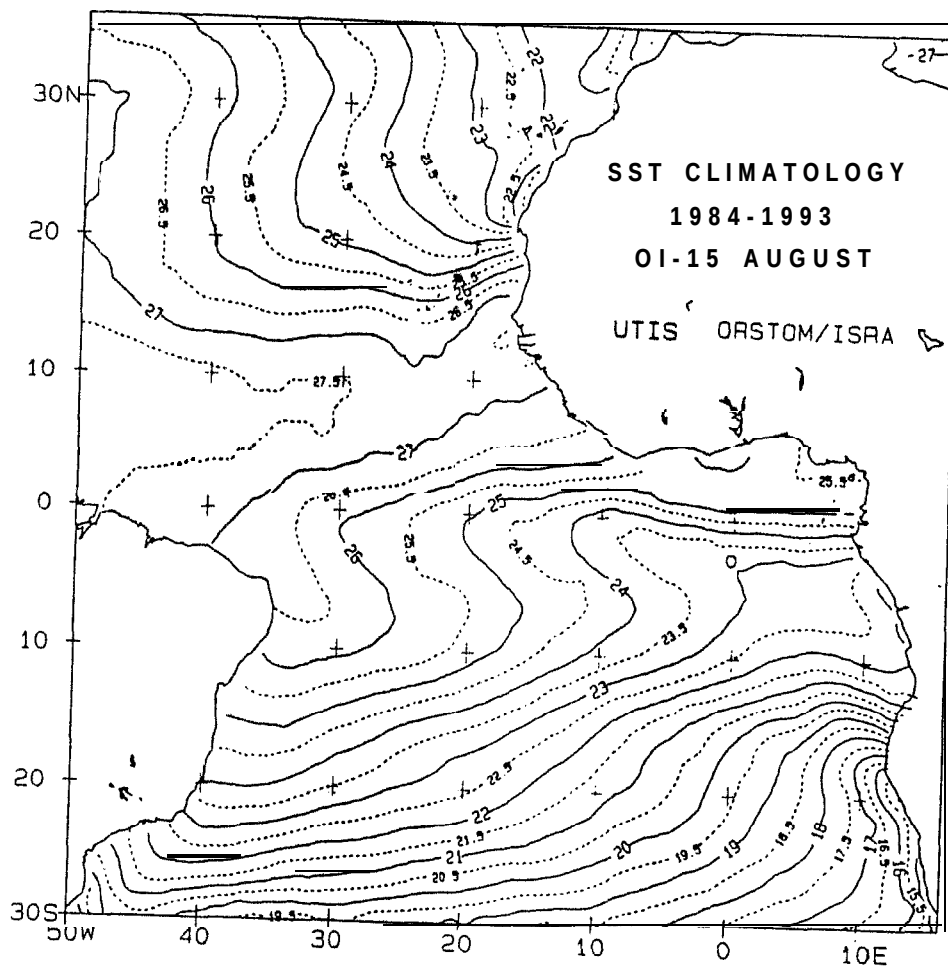


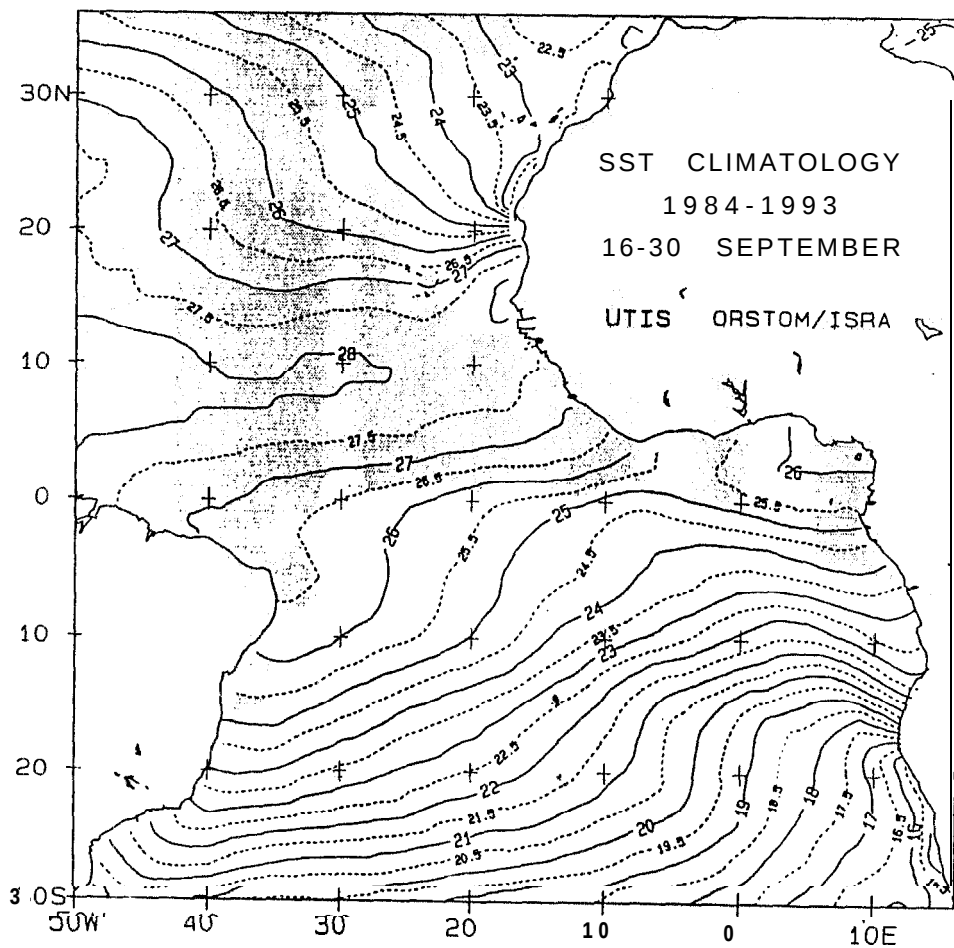
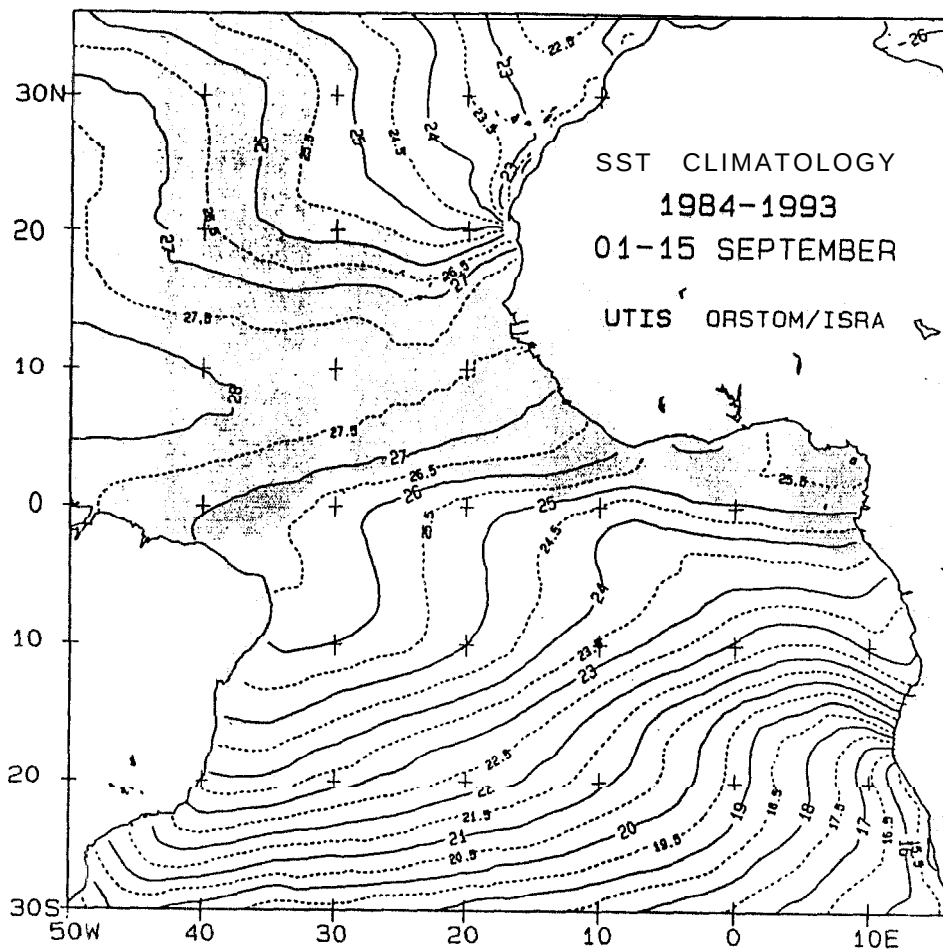


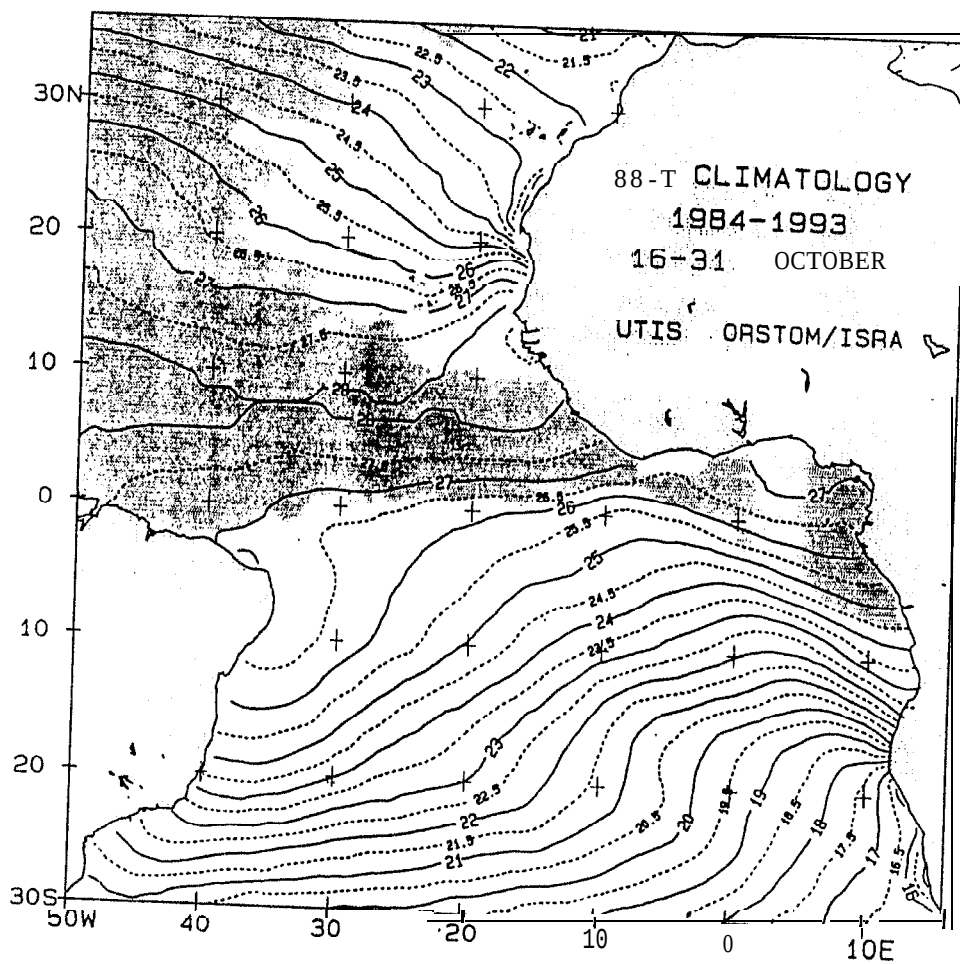
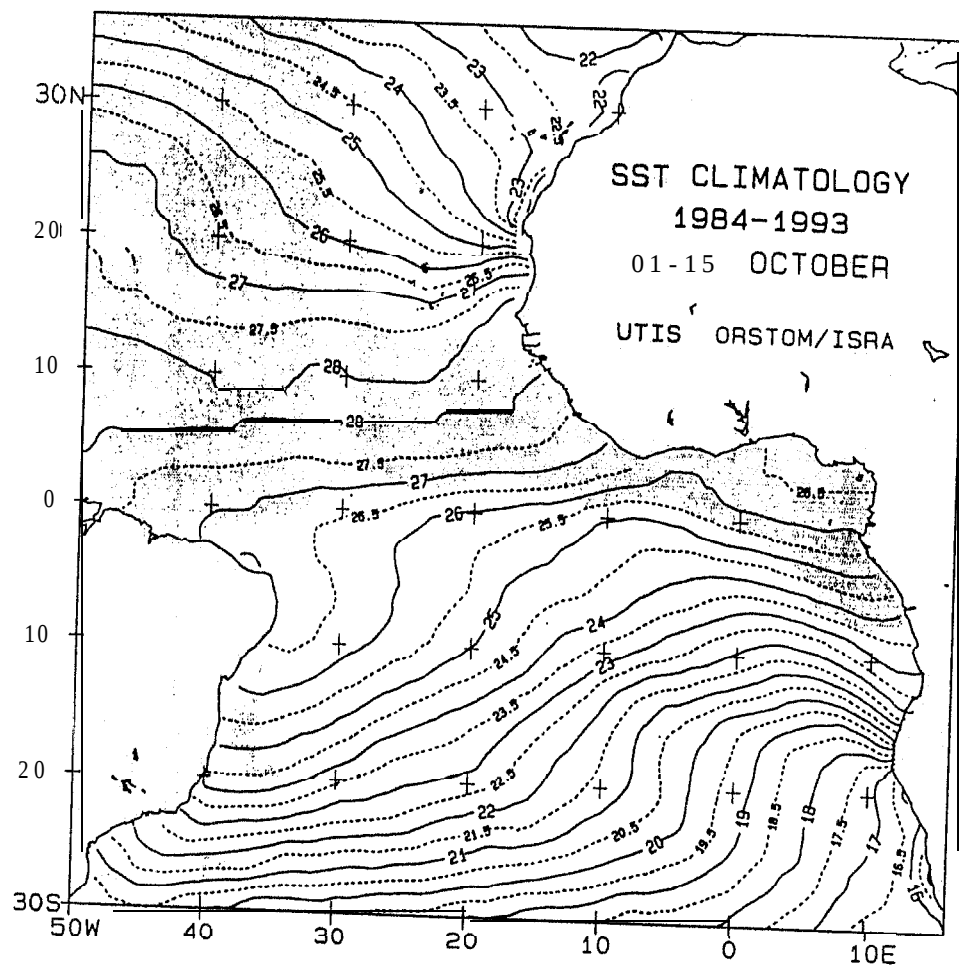


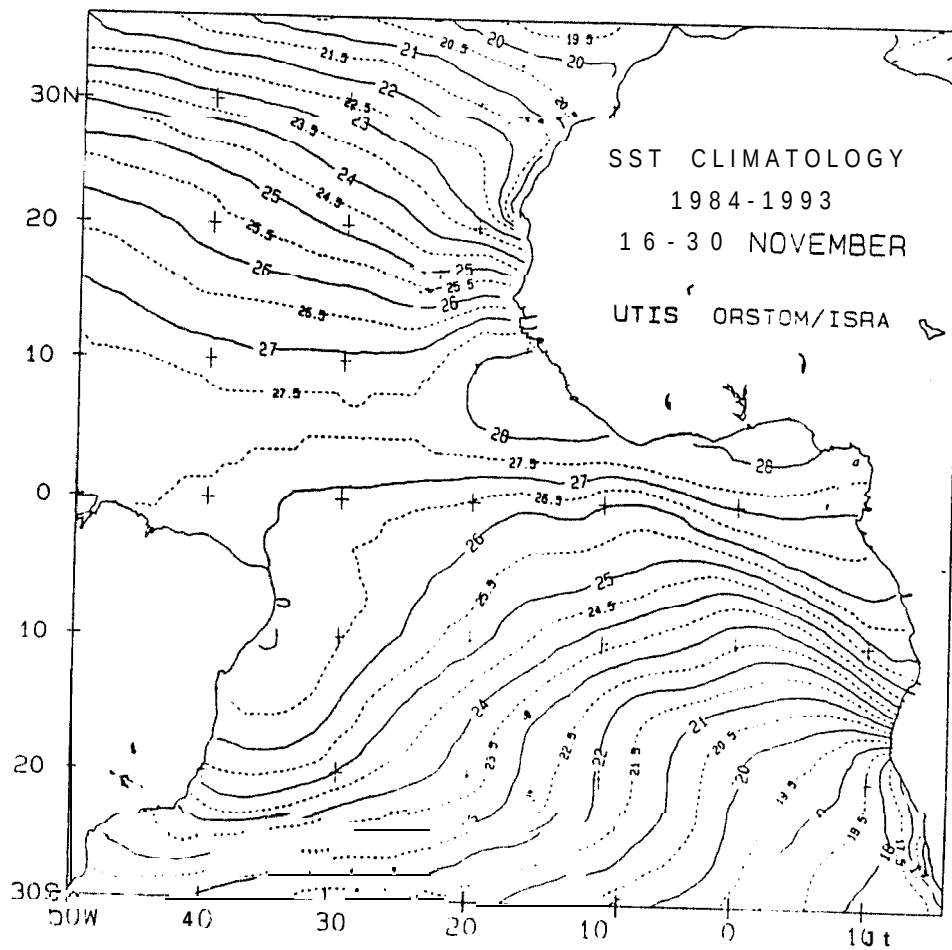
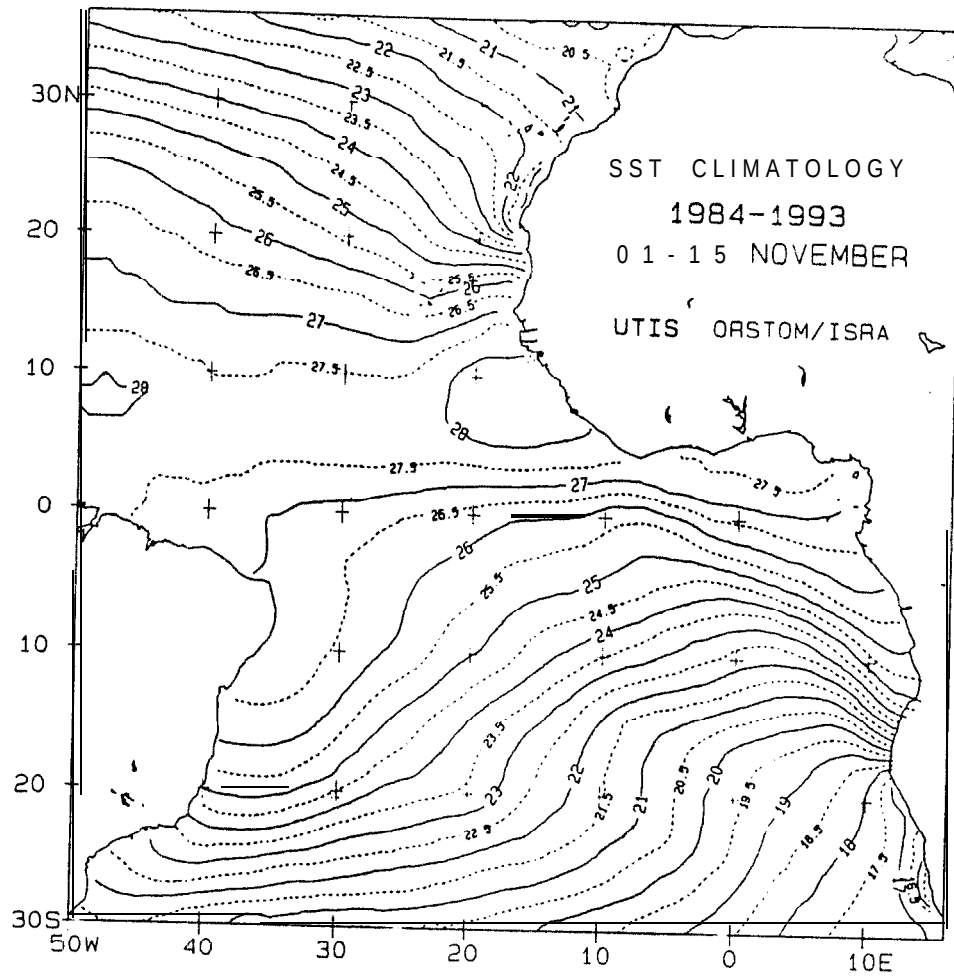


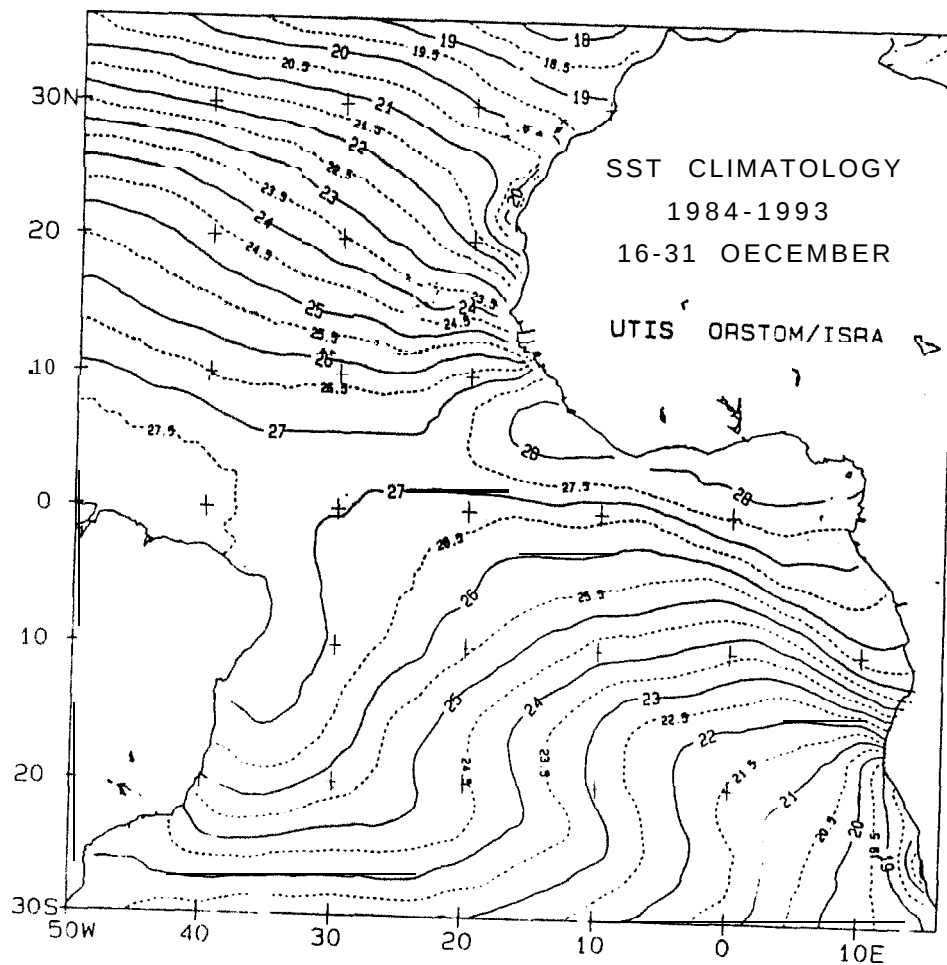
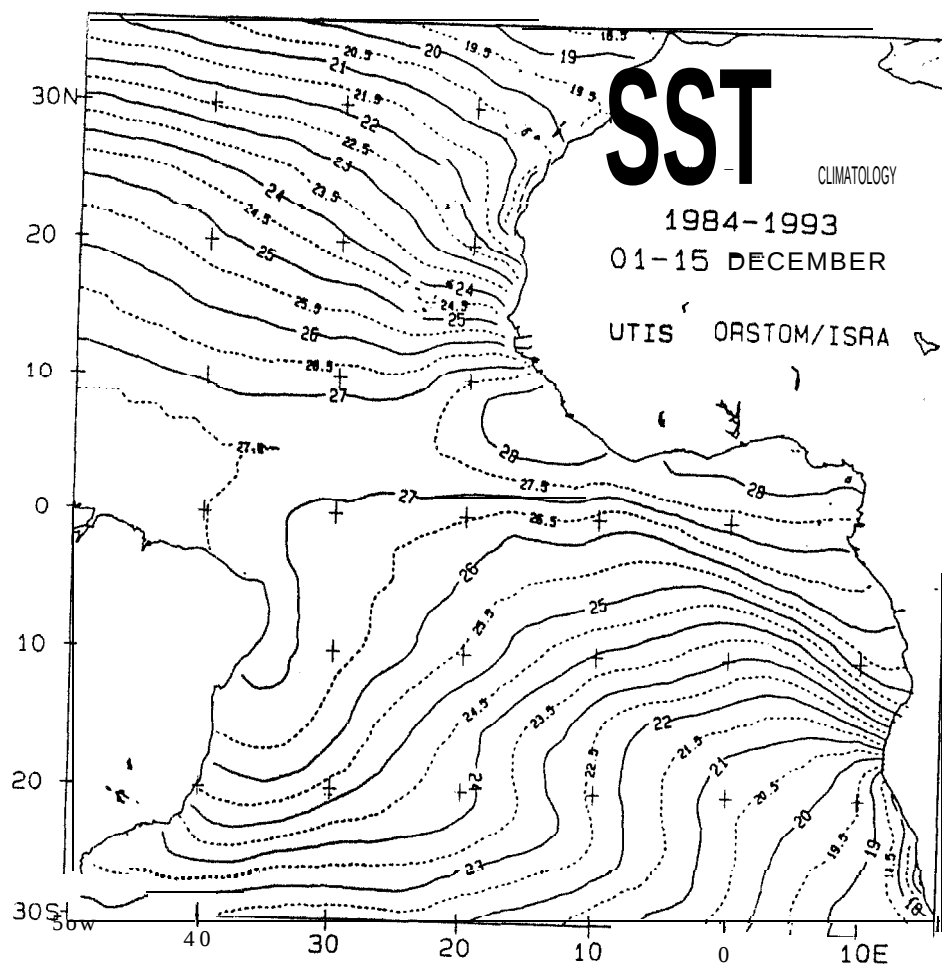


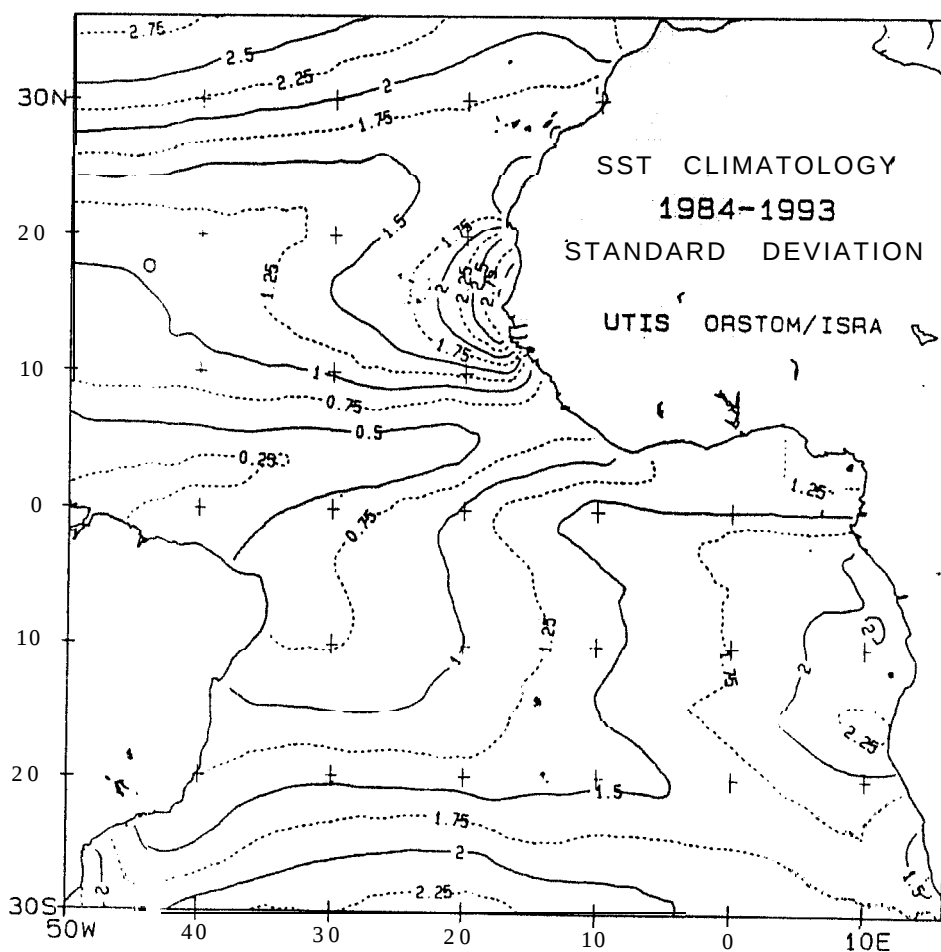
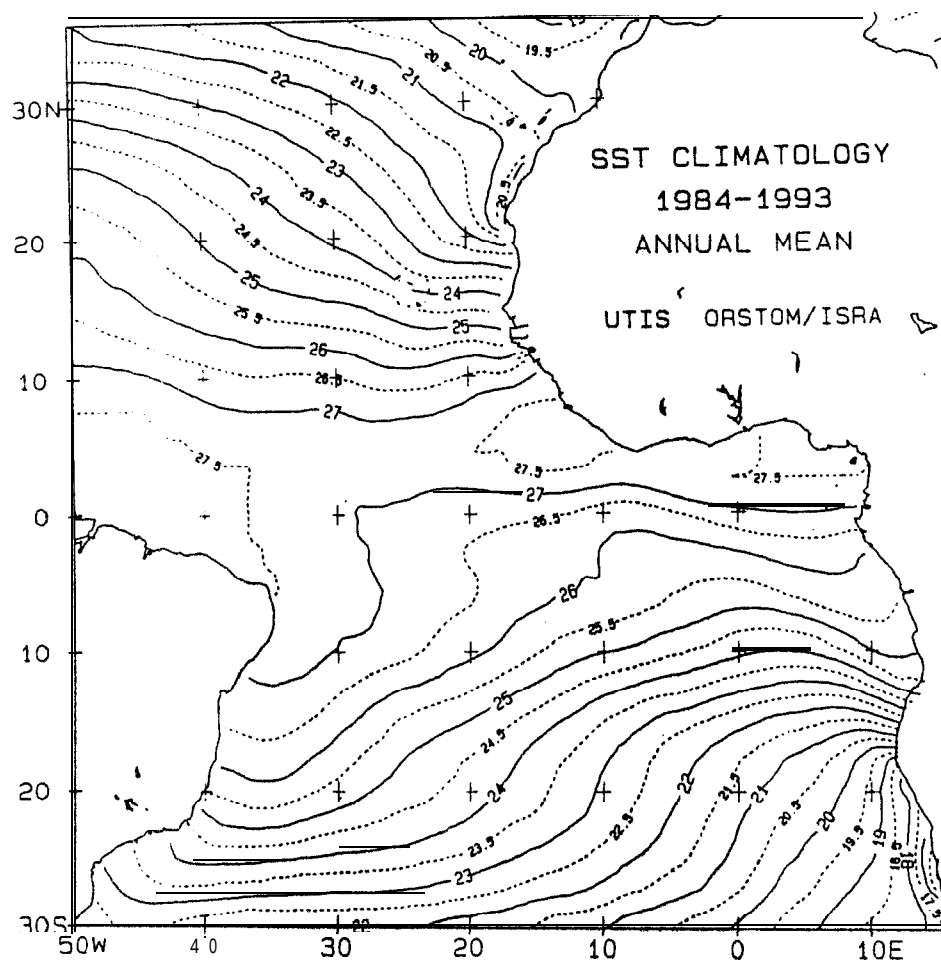




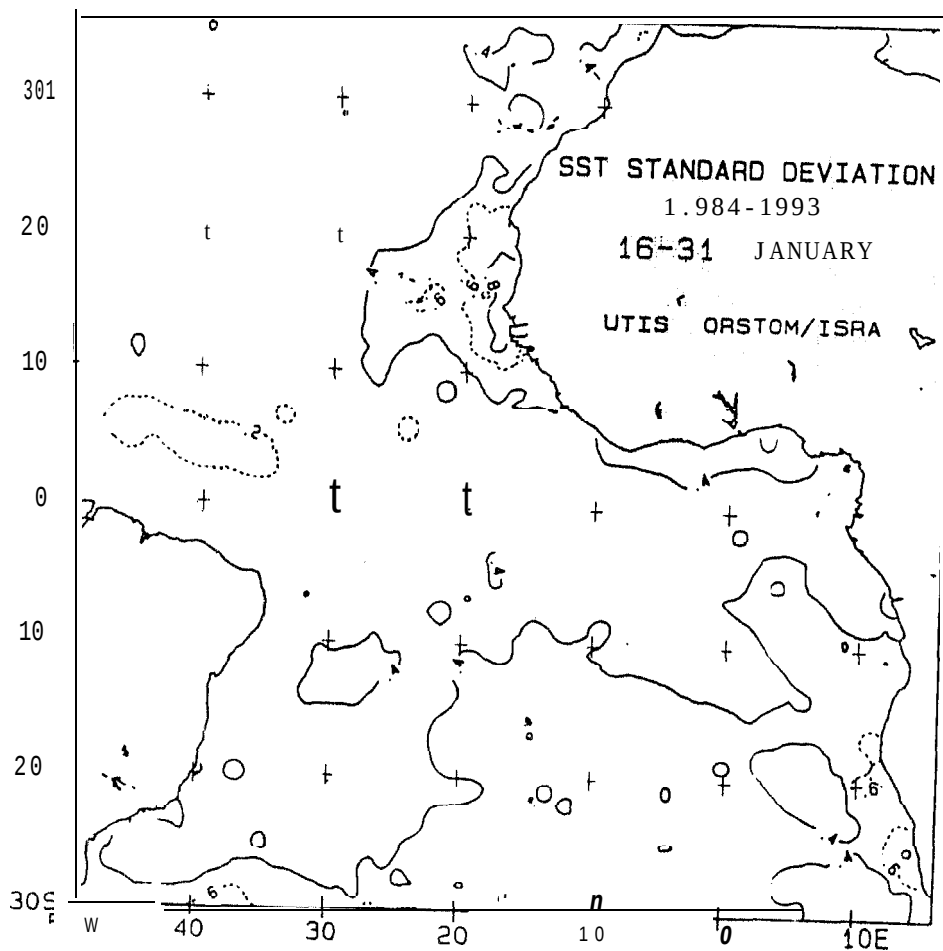
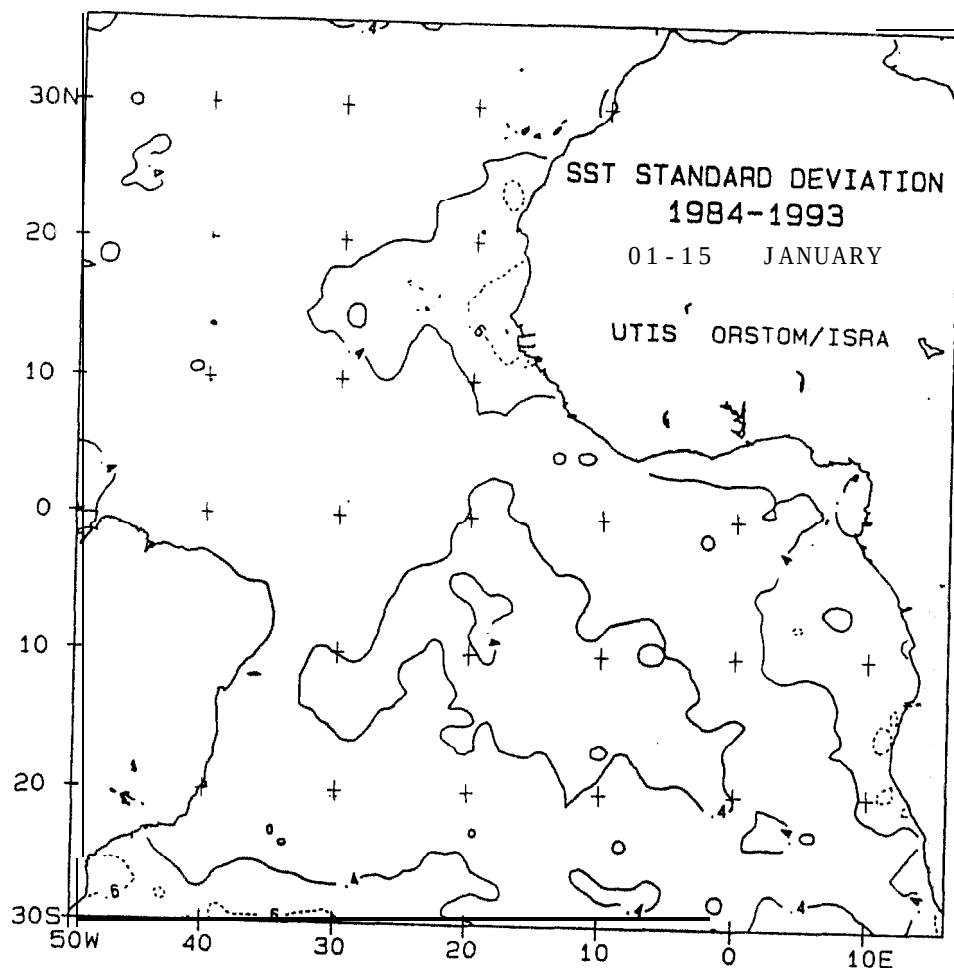


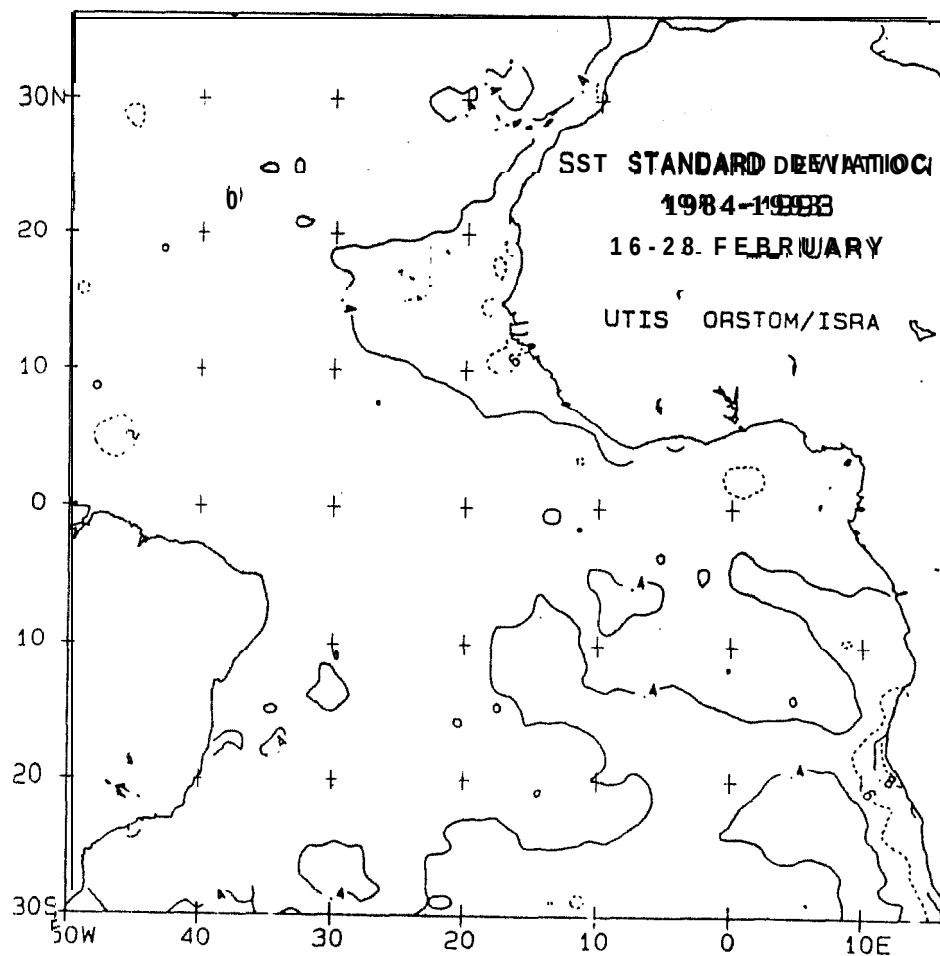
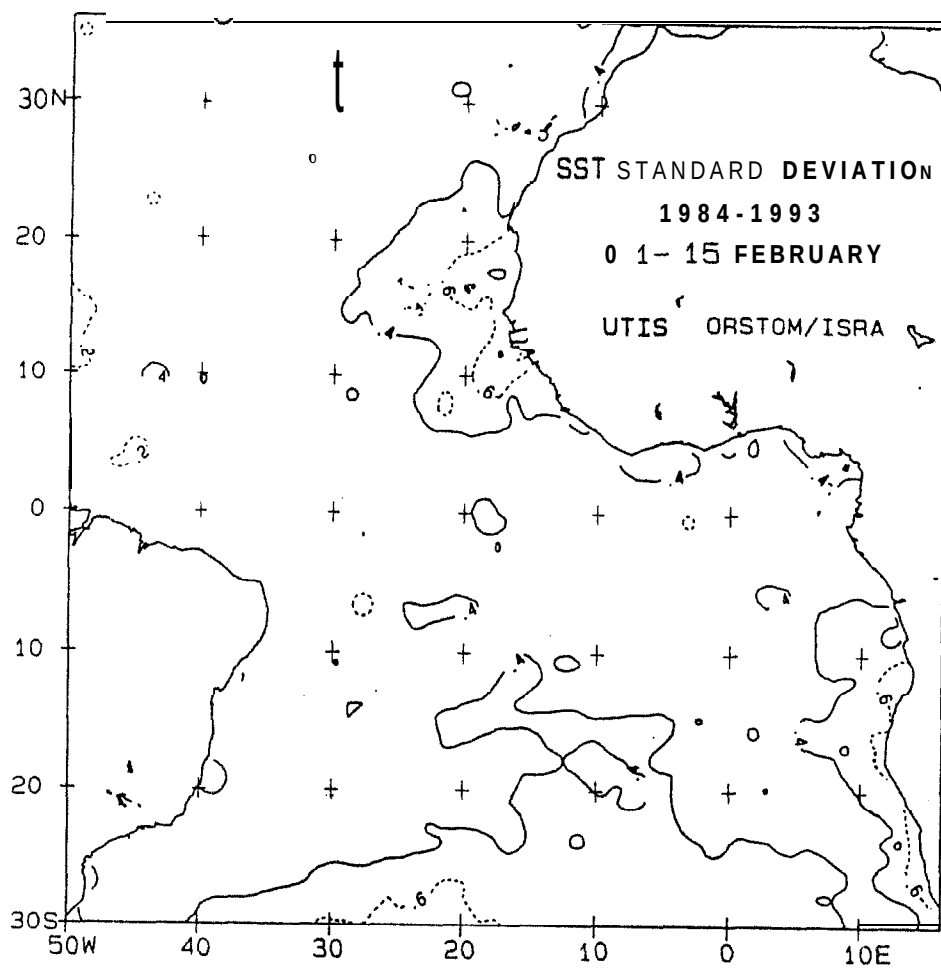


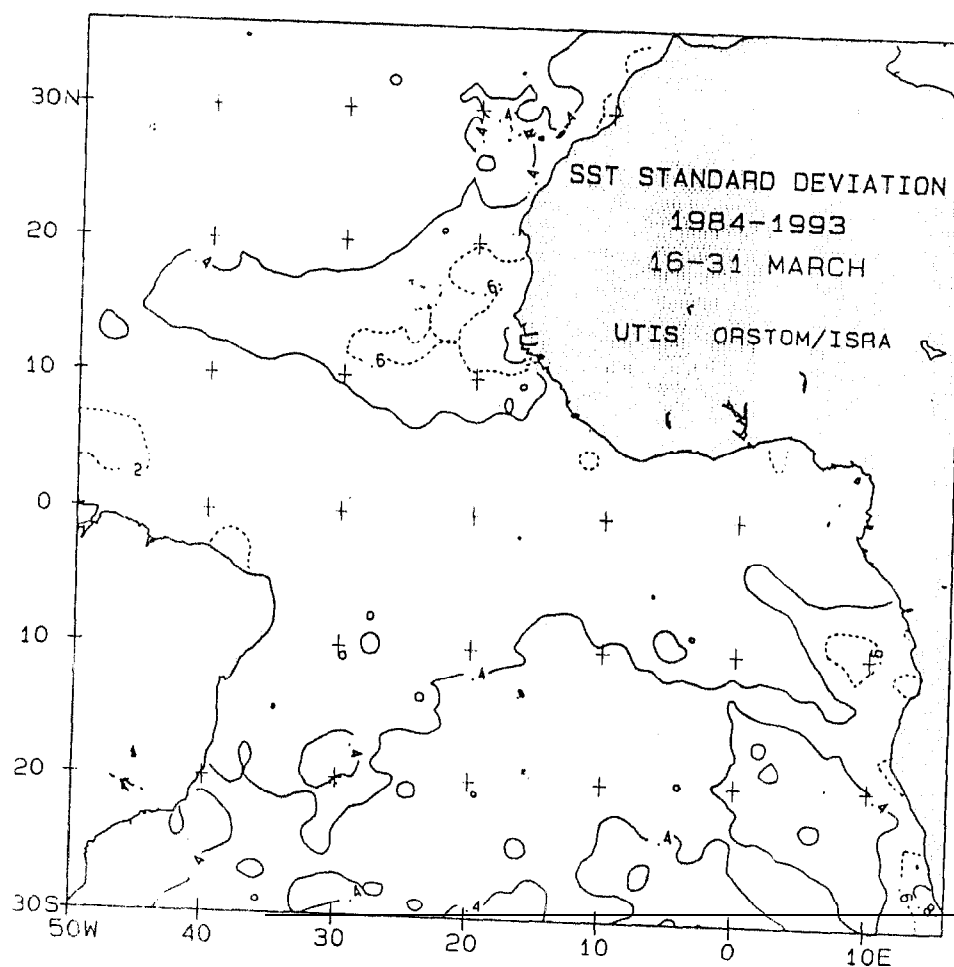
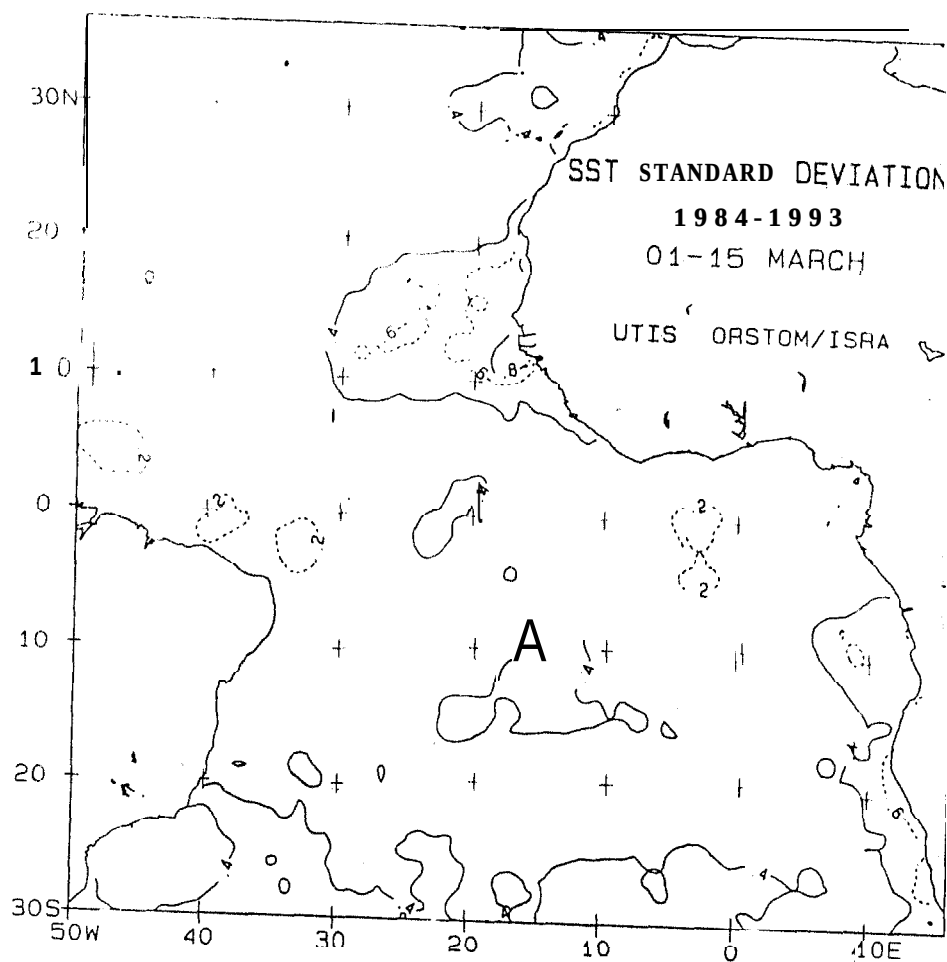


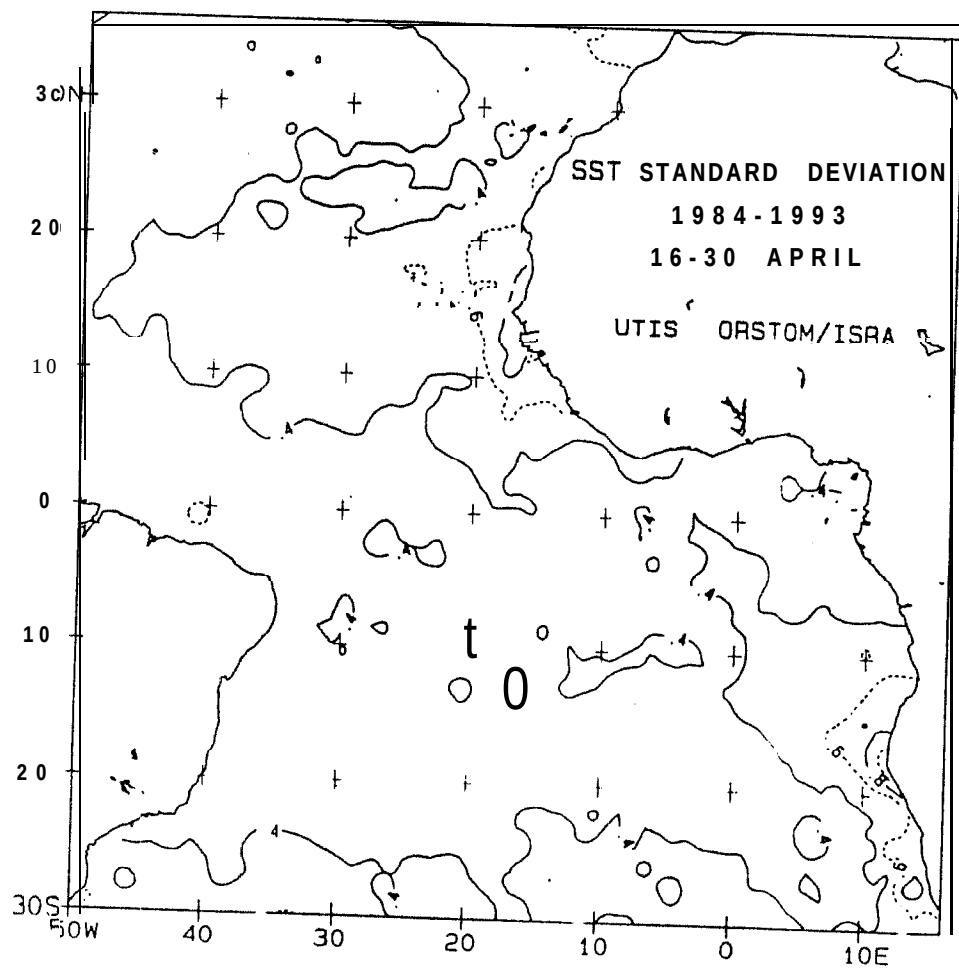
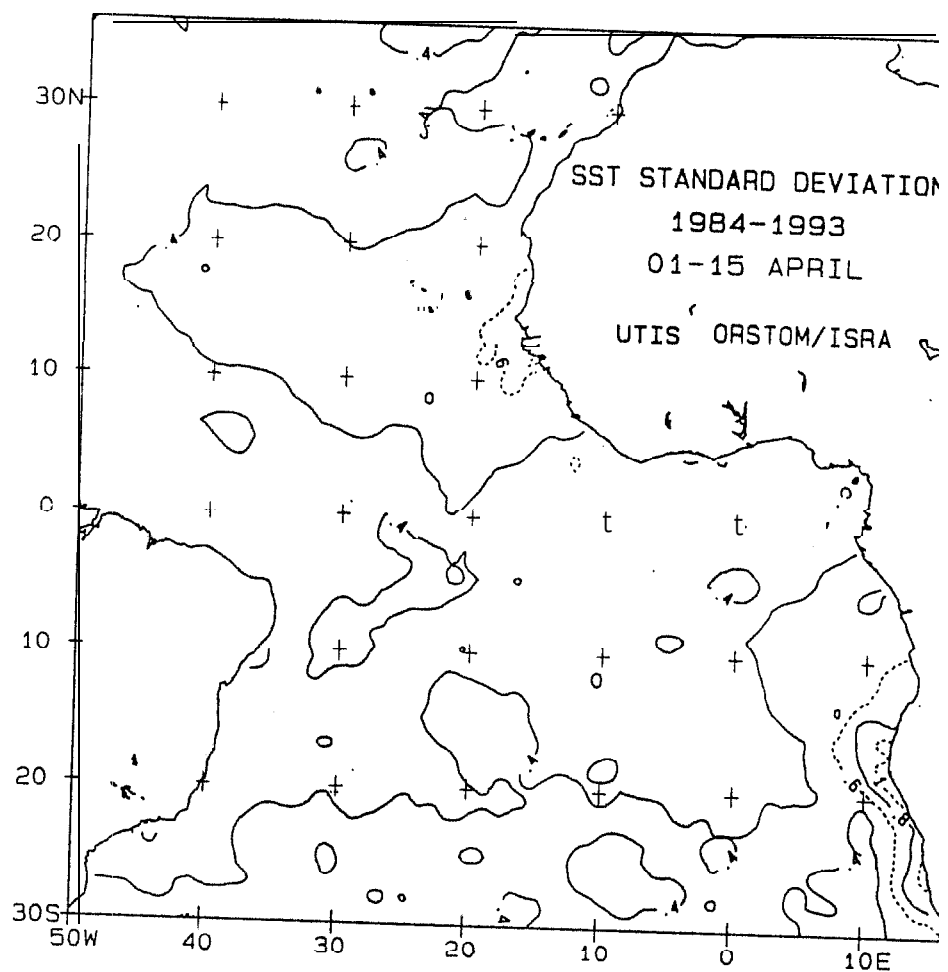


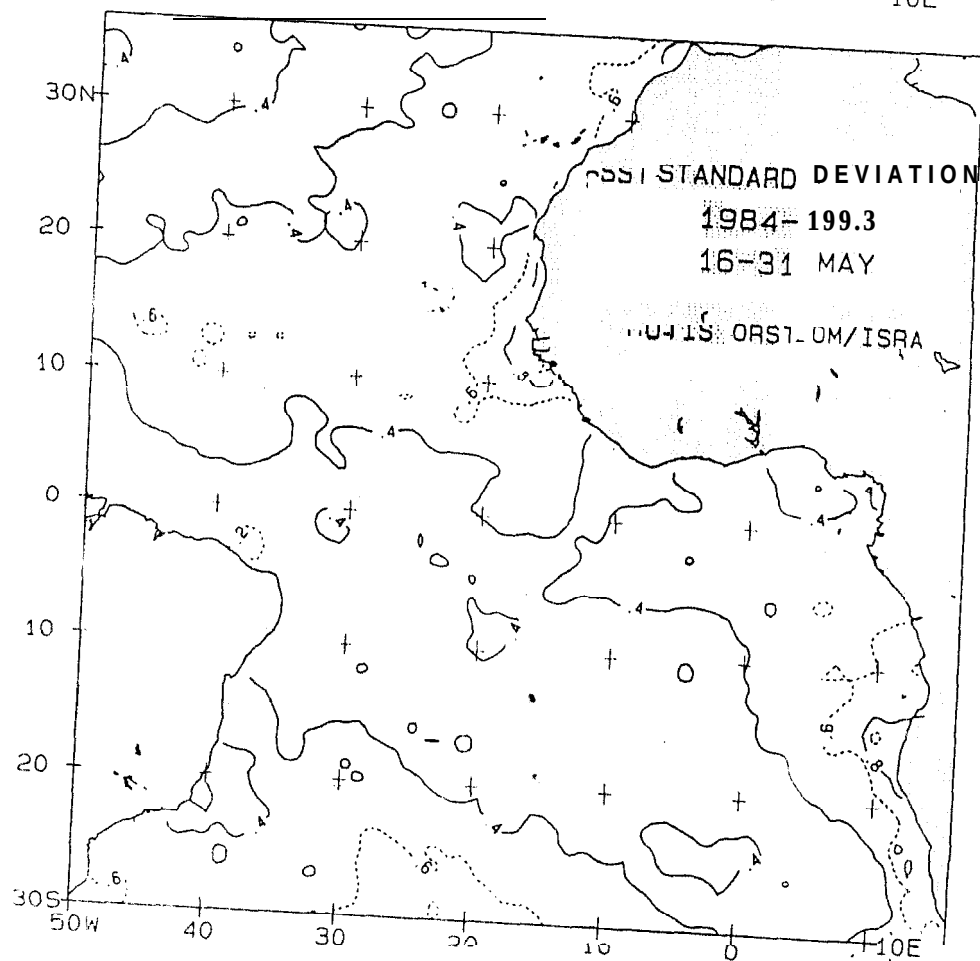
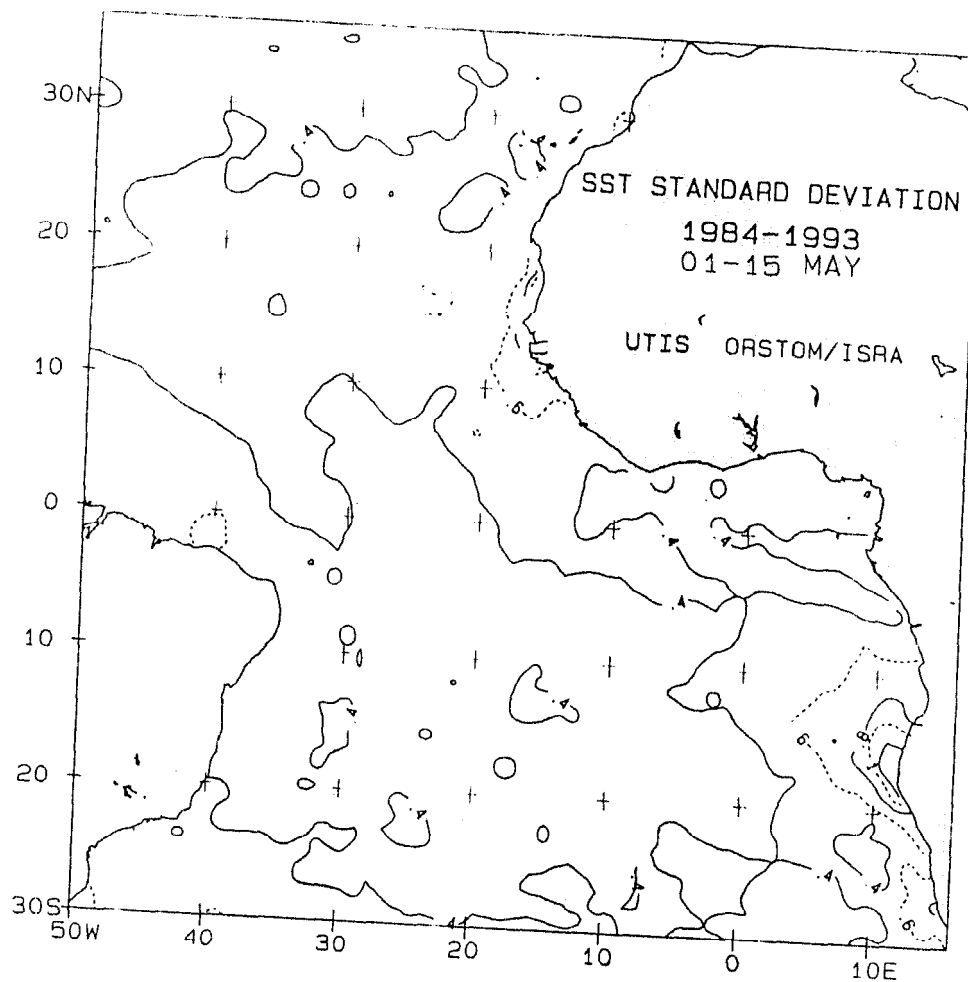
Ecart-type
de la température de surface de la mer
associés à la climatologie
1984-1993

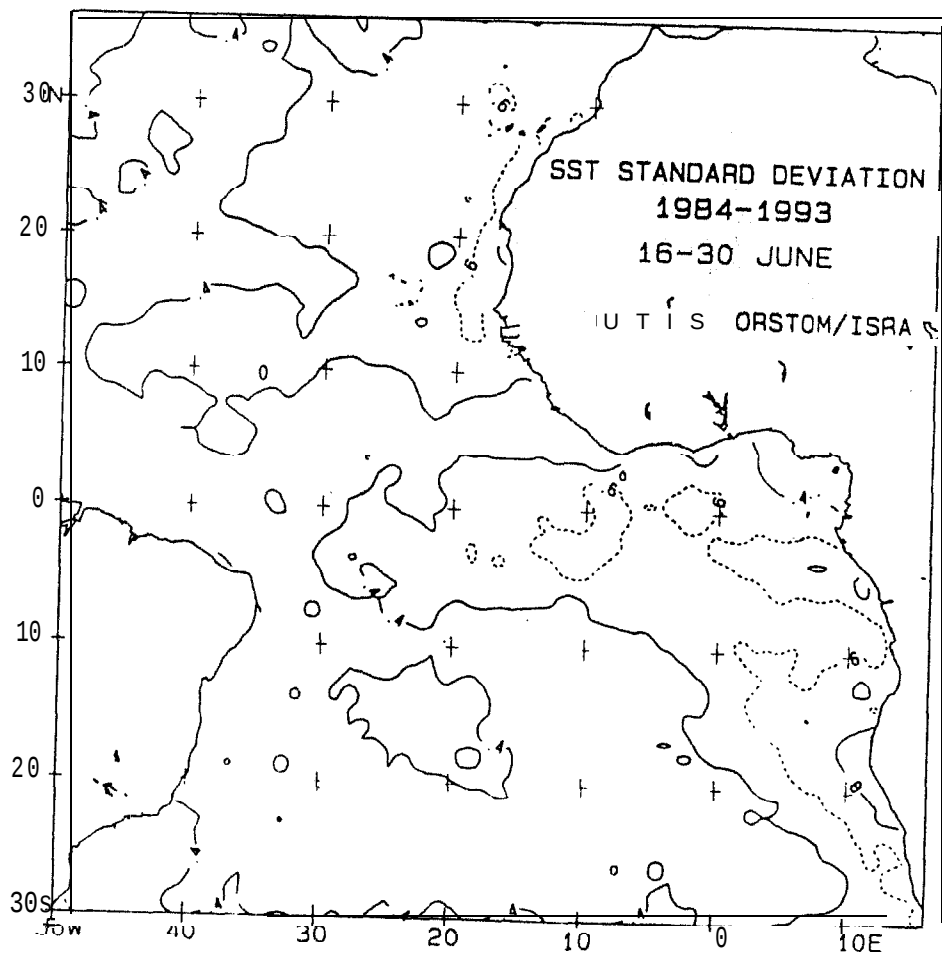
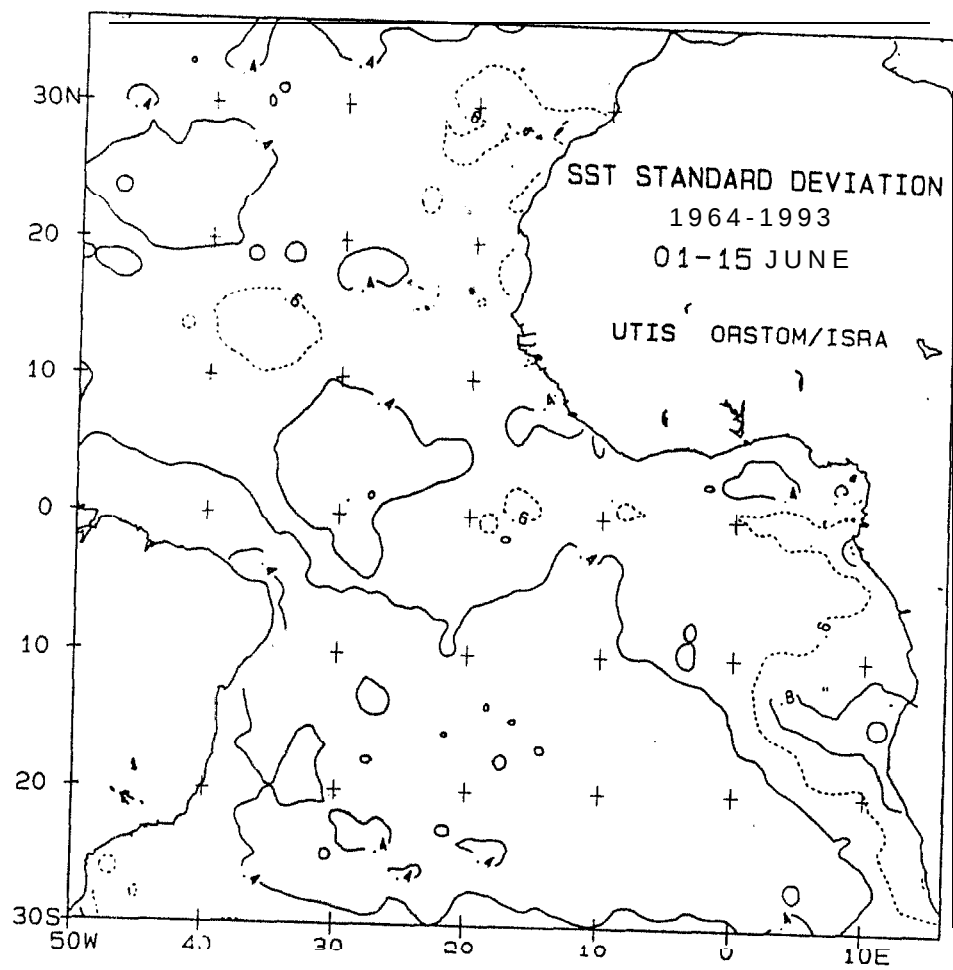


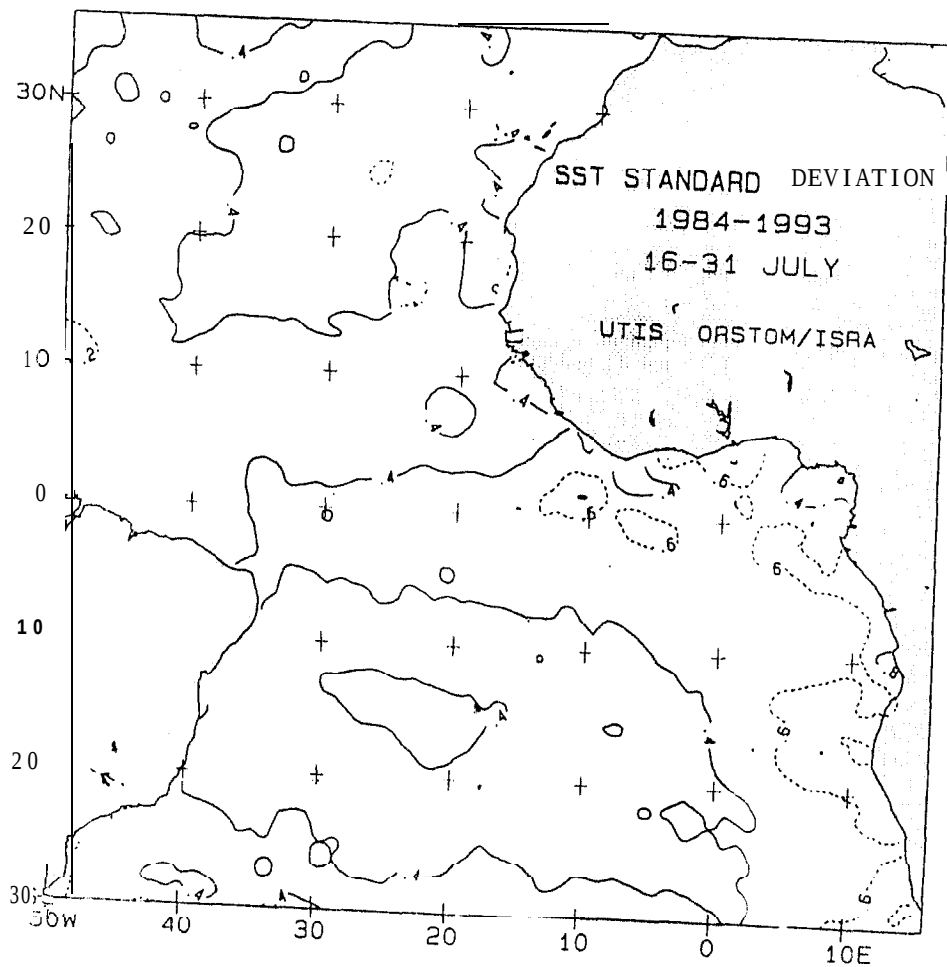
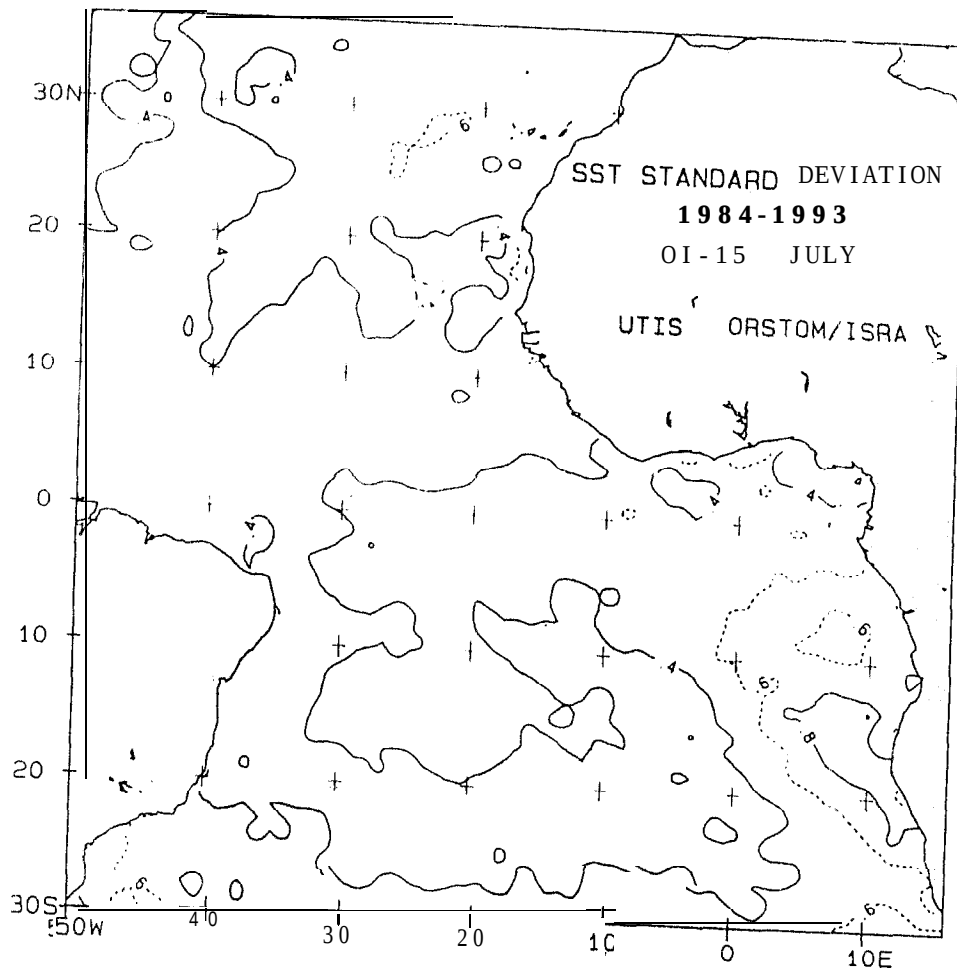


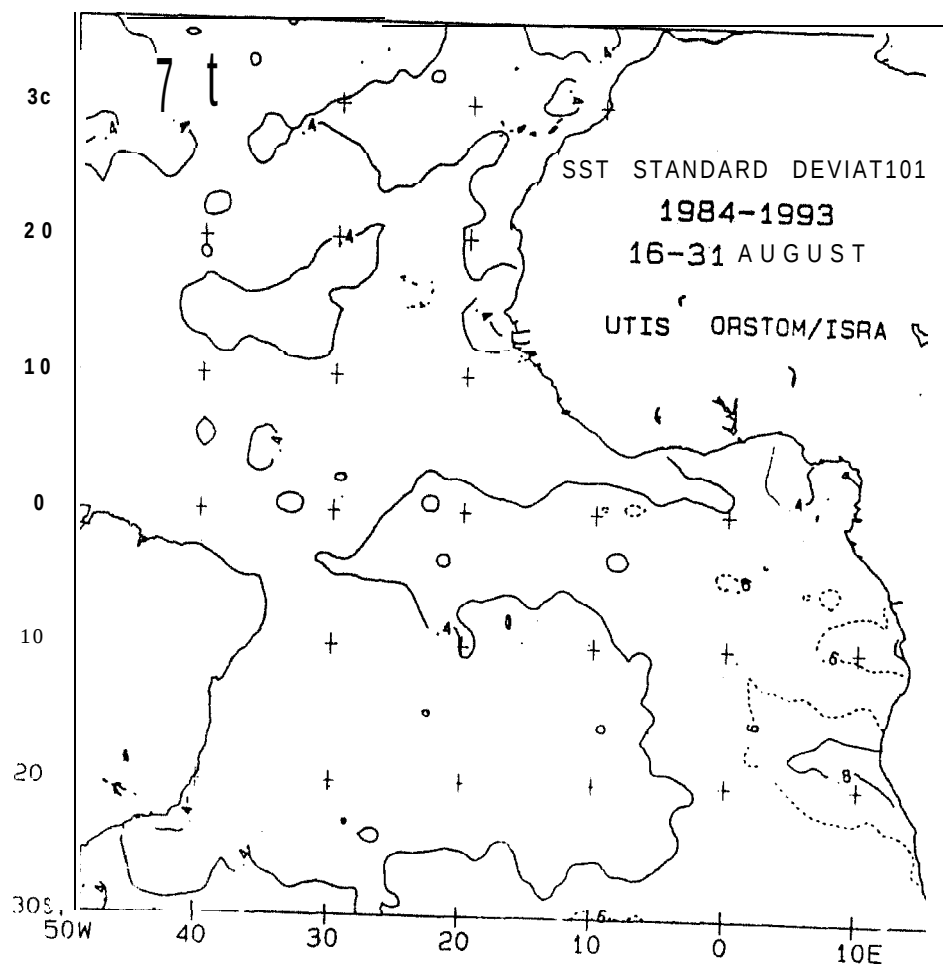
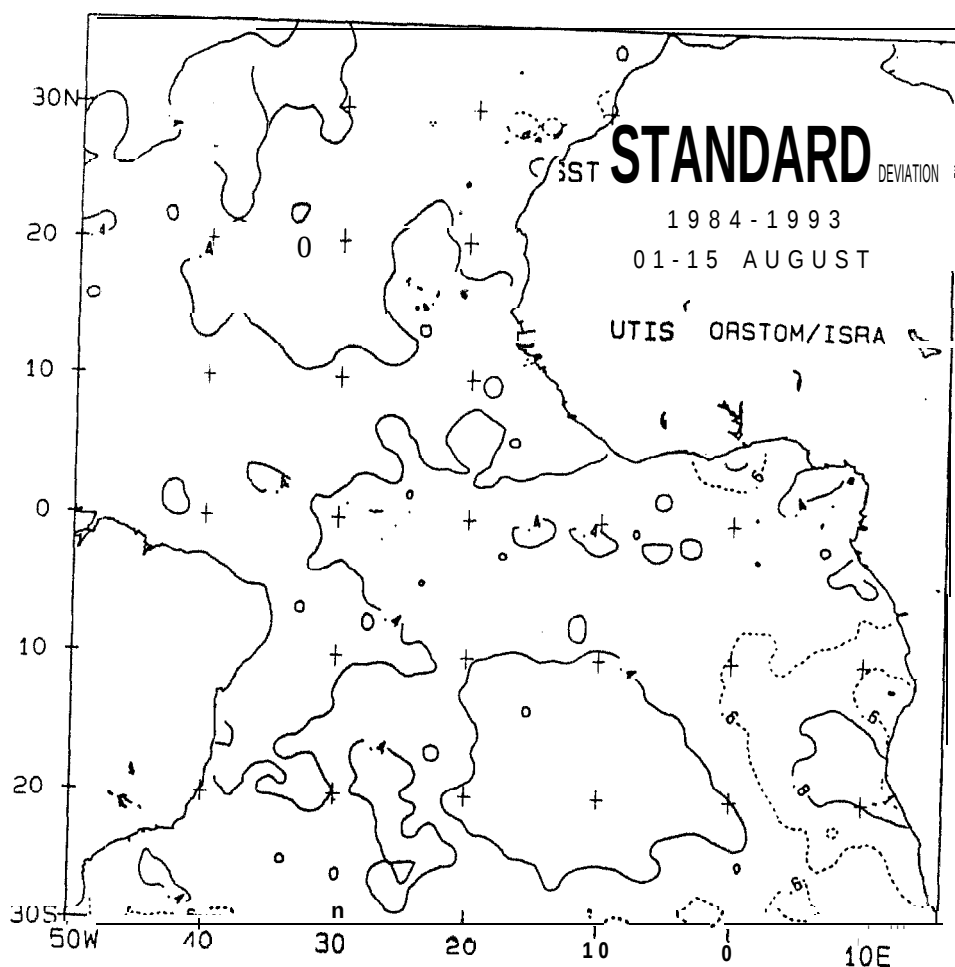


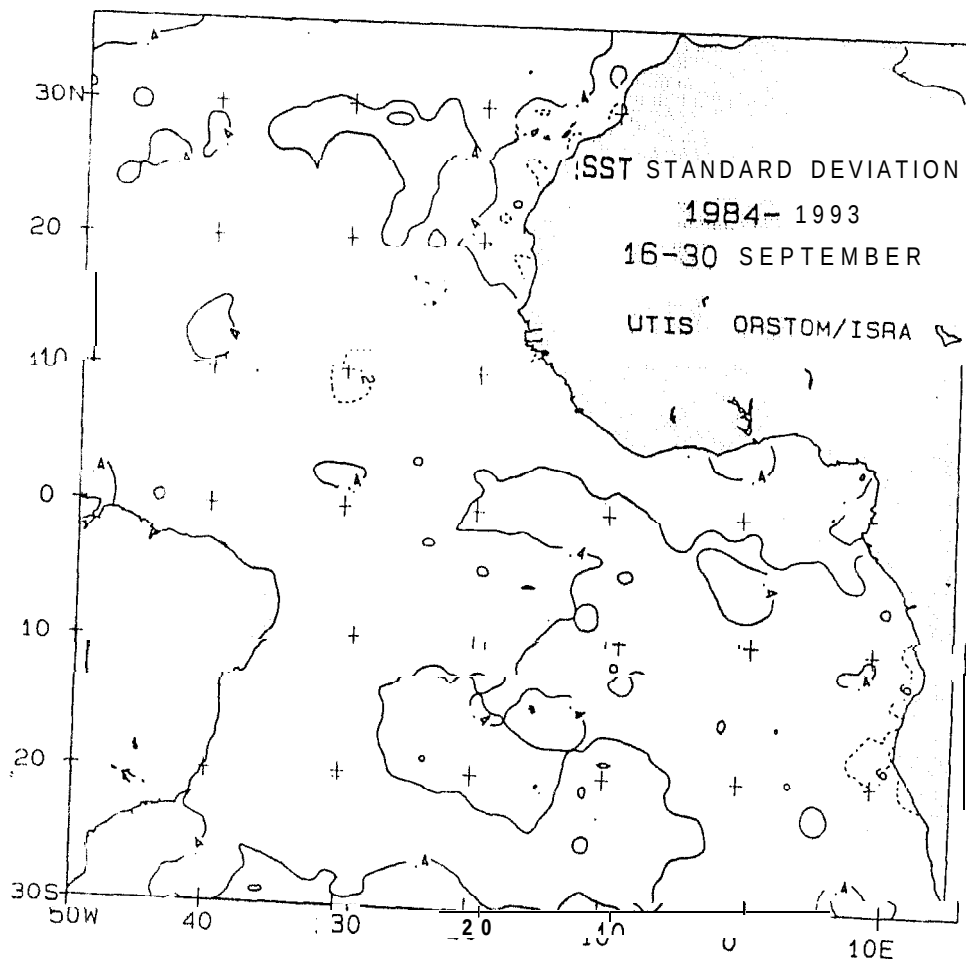
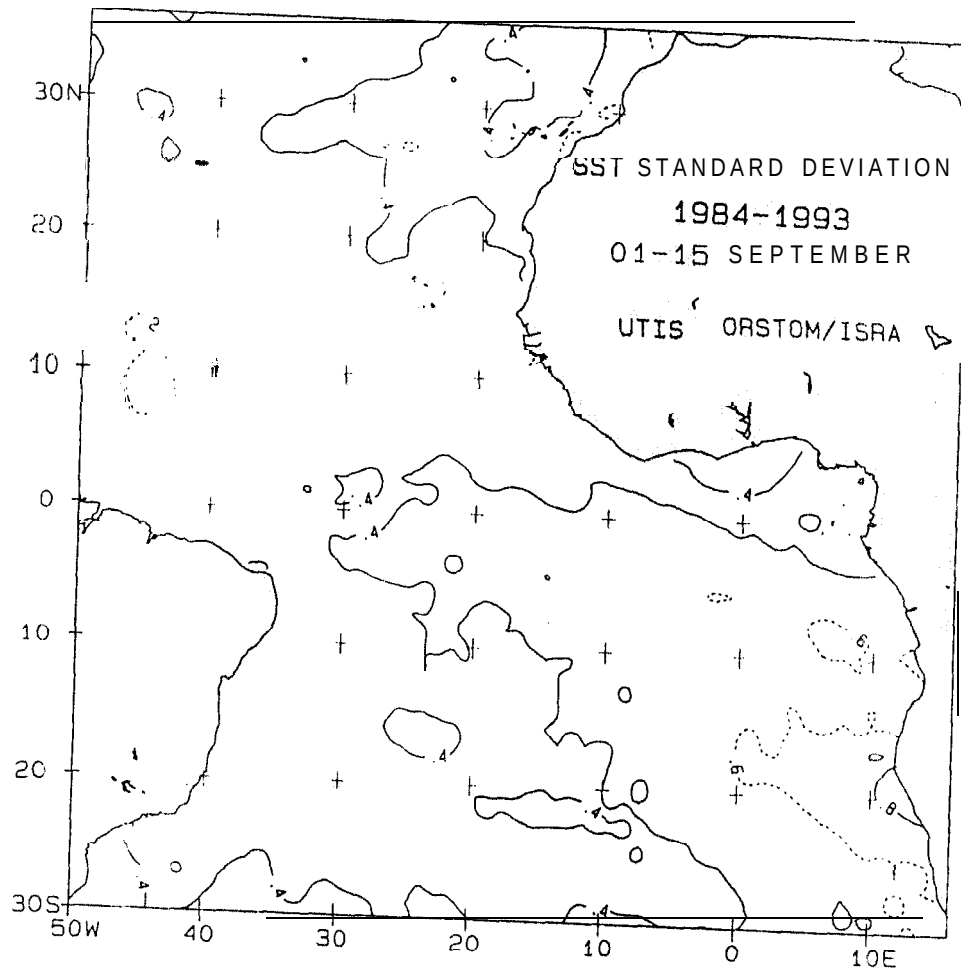


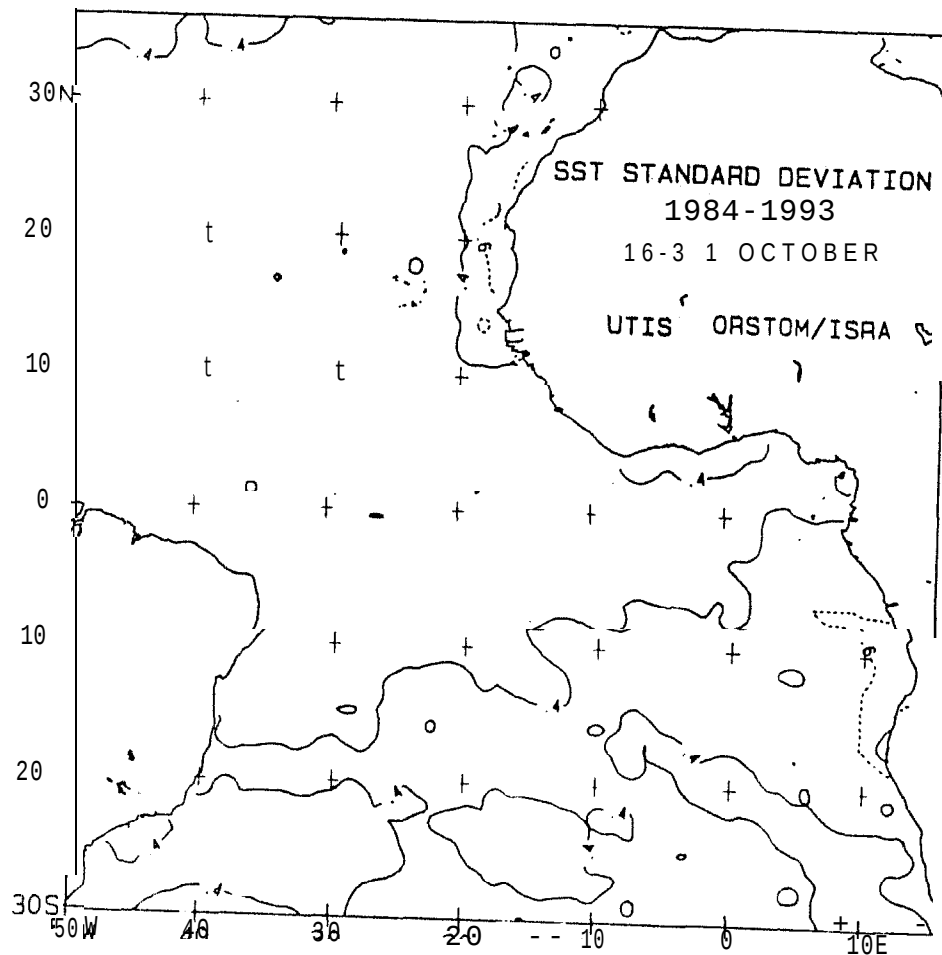
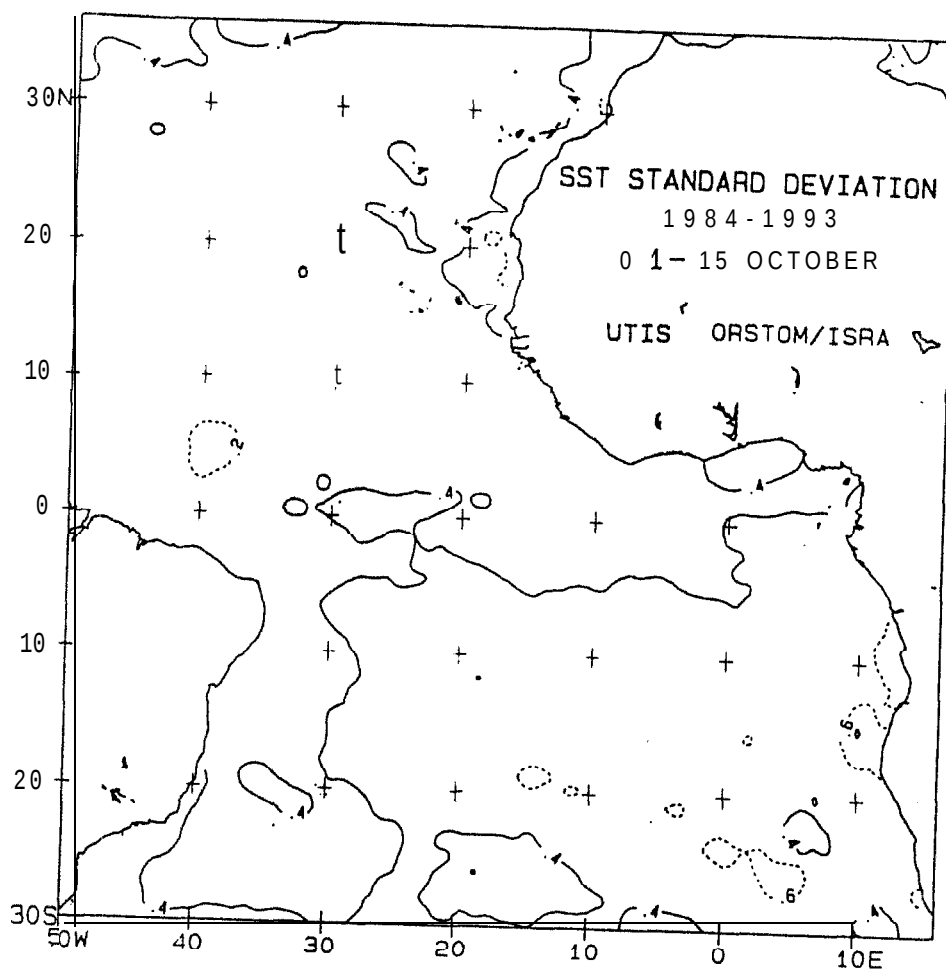


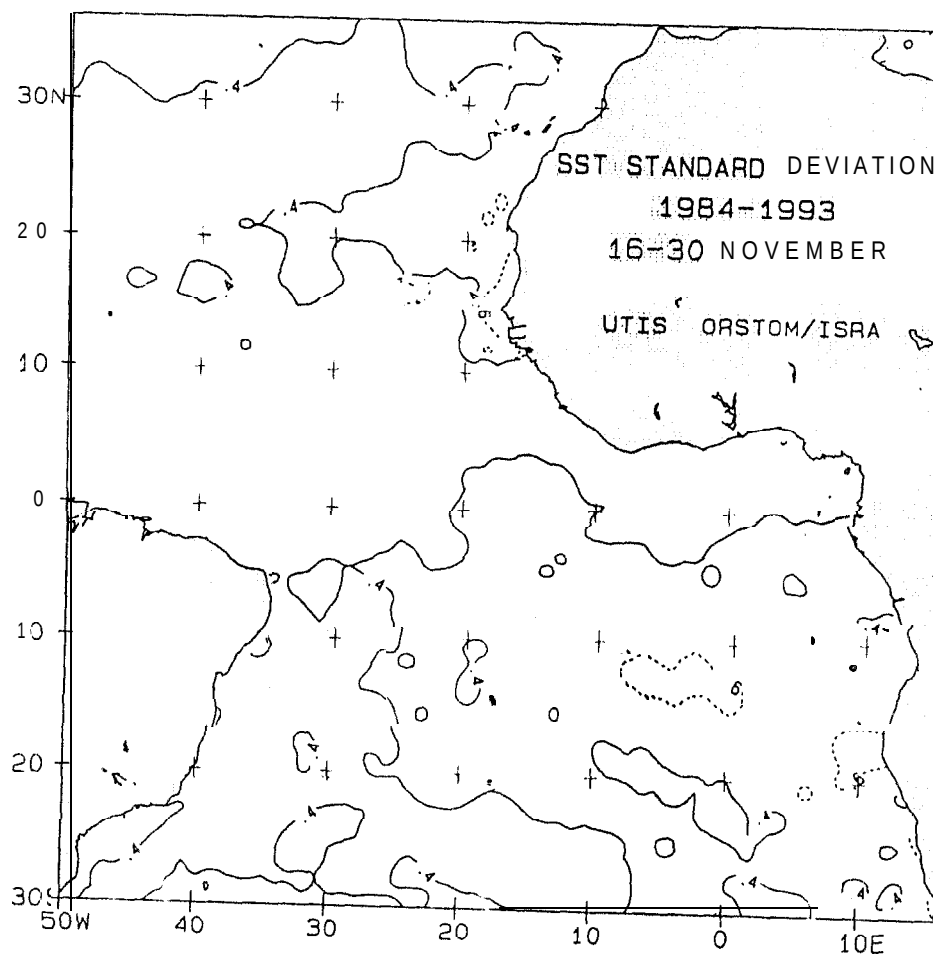
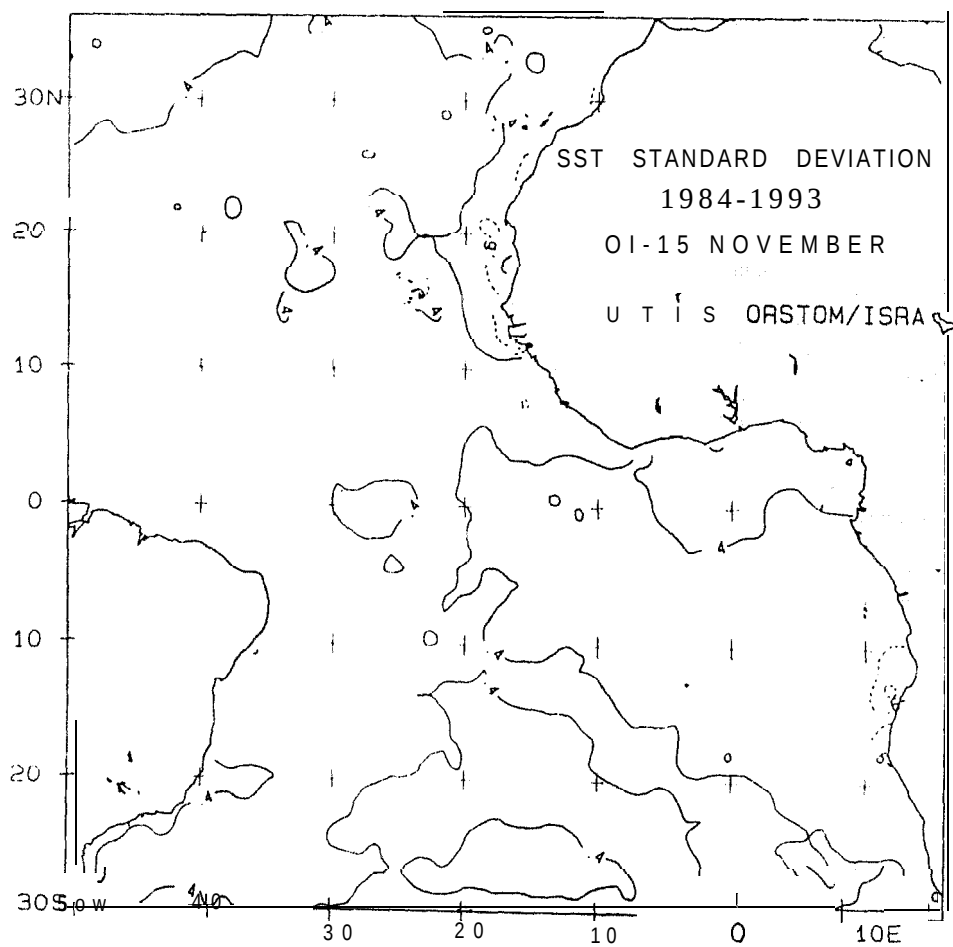


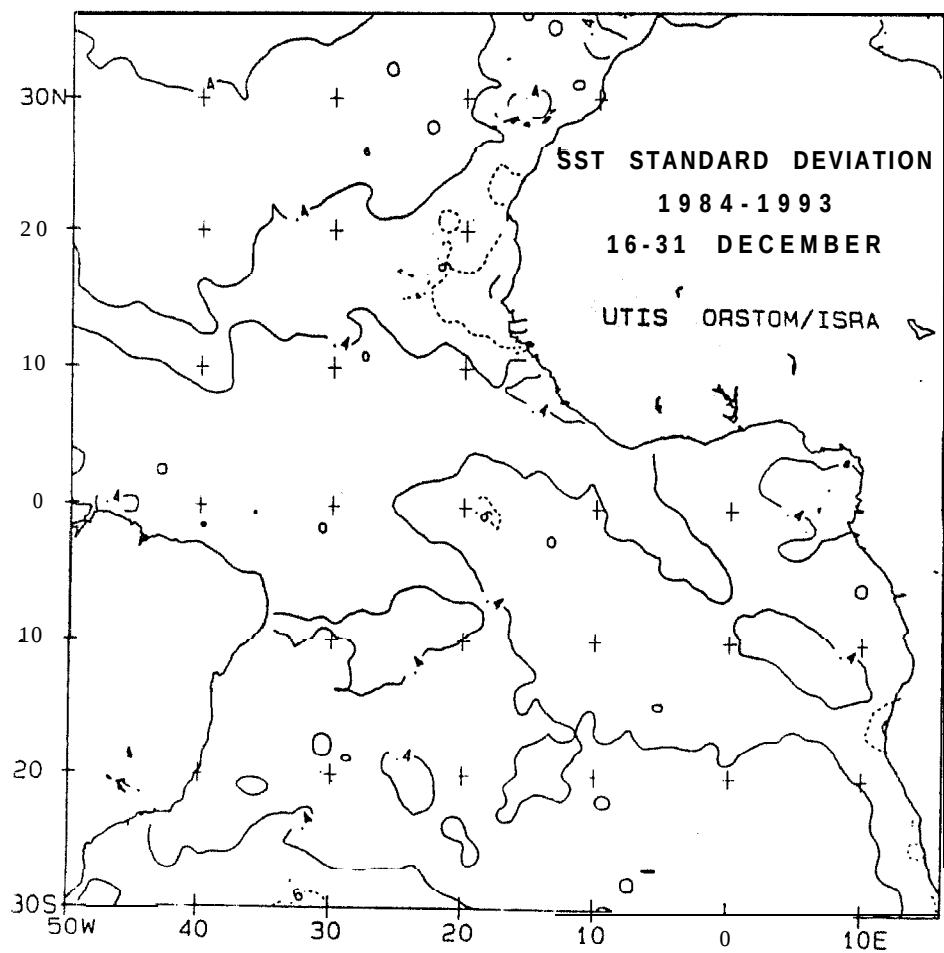
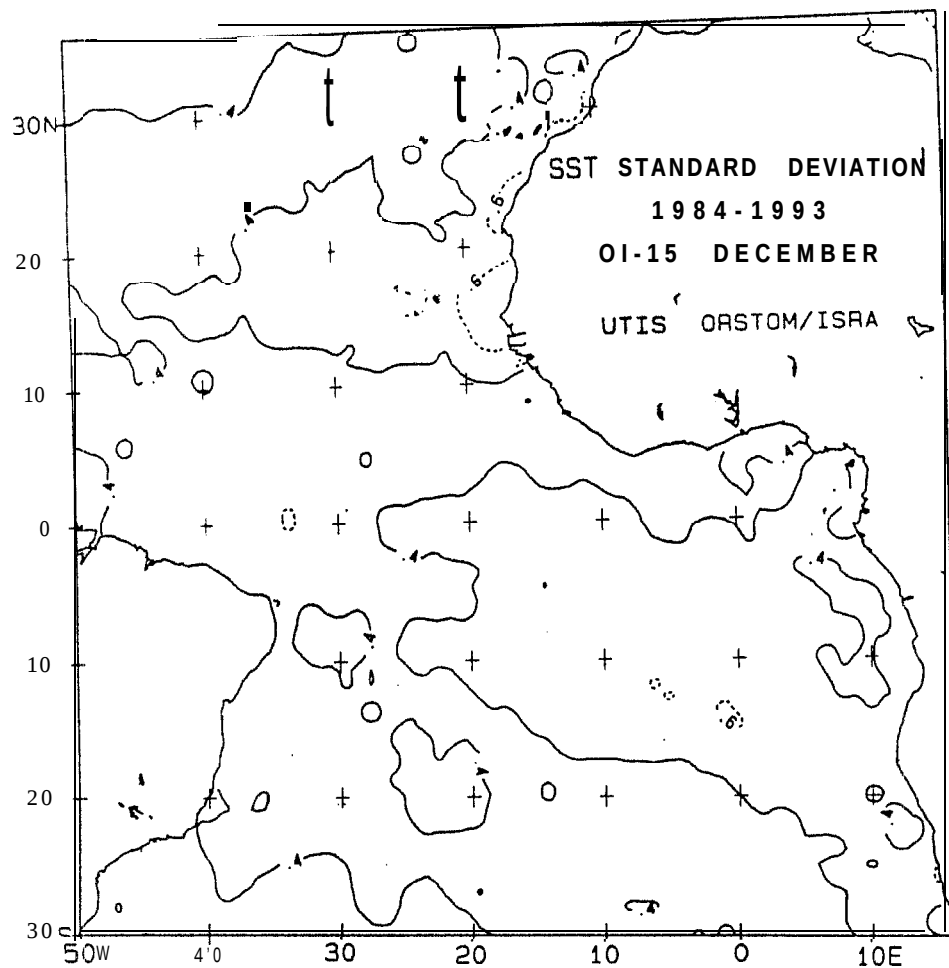












Température de surface de la mer
et anomalie,
par quinzaine, de 1984 à 1993

