

Situation actuelle et perspectives

INTRODUCTION

Le Centre de Météorologie Spatiale de Lannion (C.M.S.) peut être considéré comme un observatoire privilégié. Par sa position géographique et les installations qu'il possède, il est en mesure d'acquérir des données de plusieurs satellites météorologiques, couvrant une partie importante de la surface du globe : satellites géostationnaires METEOSAT et GOES-EST, satellites à défilement de la série TIROS - NOAA ; il a également accès au Système Mondial de Transmission (S.M.T.), réseau sur lequel transitent des informations en temps réel de pluviosité, de vent, de température de surface de la mer, etc. C'est de l'utilisation de ce réseau d'information qu'est issu le programme de veille climatique.

I. - HISTORIQUE DU PROGRAMME « VEILLE CLIMATIQUE »

L'idée d'une veille climatique est issue de l'observation de routine que nous avons effectuée pour les besoins du programme LISTAO. Ce programme comportait une étude des conditions de l'environnement physique du thon tropical LISTAO, et notamment des champs thermiques de surface de l'océan. Nous avons dans ce but traité en temps réel les images du canal infra-rouge thermique de Météosat, en utilisant des algorithmes mis au point précédemment par le bureau de télédétection de l'ORSTOM. Nous avons choisi d'opérer des synthèses hebdomadaires, en superposant le plus grand nombre possible d'images, et une procédure de tri, dite température maxima, retient, pour chaque point de l'image résultante, parmi les valeurs fournies par les images, celle qui correspond au maximum de température ; nous procédons ainsi à une élimination des nuages, qui sont plus froids que la mer ou le sol (nous n'utilisons que des images de jour) et qui se déplacent rapidement.

Les vues dégagées que nous avons ainsi obtenues, confrontées aux données de température de surface recueillies par les bateaux et reçues par l'interrogation du S.M.T., nous ont permis de repérer les champs thermiques, et d'en extraire des cartes, transmises par fac-similé et télécopie, aux océanographes de l'ORSTOM et à la flottille thonière opérant au large des côtes d'Afrique de l'ouest.

Très rapidement, pour les nécessités de l'interprétation, nous est apparue la nécessité d'agrandir notre champ de vue, en même temps que de regarder ce que donnait ce type d'observation sur le continent. La première synthèse globale ainsi réalisée (17 au 23 juin 1982) nous a paru tellement riche d'information que nous avons décidé de poursuivre notre effort à ce niveau, à raison d'une semaine par mois depuis octobre 1982, puis toutes les semaines depuis avril 1983. Nous avons complété cette information par une surveillance de la nébulosité (analyse et cartographie des zones convectives, observation des déplacements de la zone intertropicale de convergence (ZITC), et par le recueil de données conventionnelles.

II. - PREMIERS RESULTATS

Les enseignements que nous avons retirés de deux années de veille continue, d'avril 1982 à avril 1984, ont été résumés dans les trois textes cités dans ce rapport, et dont la rédaction s'échelonne de mai 1983 à avril 1984. Cette information est issue de l'observation des champs thermiques de surface et de la nébulosité.

II. 1. - Les champs thermiques de surface : les remontées d'eaux froides (« upwellings »)

Sur mer, les champs thermiques de surface ont permis de suivre la naissance et l'évolution des remontées d'eaux froides dans l'Atlantique : upwelling côtier sénégal-mauritanien au nord, upwellings côtiers de l'hémisphère sud, du Gabon à Capetown, et upwelling équatorial.

Ce dernier, couplé à l'upwelling côtier gabonais, semble être un fait climatique d'importance majeure ; son intensité, sa durée et son extension spatiale ont en effet des répercussions importantes sur la température des eaux du golfe de Guinée. En 1982, il est apparu très tôt, il a connu un grand développement et une grande intensité et il a disparu très tard dans la saison ; il a débuté encore plus tôt en 1983, mais son intensité, son extension spatiale et sa durée ont été un peu moindres. Au niveau du golfe de Guinée, les deux années peuvent être qualifiées de « froides ». Des observations satellitaires analogues avaient été faites par J. Citeau pour l'année 1978, autre année « froide ». Il existe par contre des années où l'upwelling est beaucoup moins intense, et d'une durée bien plus réduite (ex. 1979). Les années « froides » aboutissent à un affaiblissement de l'humidité de la mousson en Afrique de l'ouest, par déficit d'évaporation des eaux du Golfe de Guinée, qui se trouvent sur le trajet des alizés de sud-est, devenus vents de sud-ouest après leur franchissement de l'équateur.

II. 2. – Les champs thermiques de surface : les dérives d'eaux chaudes et anomalies thermiques

Les upwellings équatoriaux puissants des années 1982 et 1983 ont été accompagnés d'importantes dérives d'eaux chaudes dans le sud de l'Atlantique, du nord-ouest (côtes du Brésil) vers le sud-est (côtes de Namibie et d'Afrique du sud); ces mouvements font partie du dérèglement global du climat des années dites El Nino, ils annoncent, semble-t-il, un décalage rapide et profond vers le sud des zones climatiques, avec sécheresses inhabituelles sur la côte du golfe de Guinée et en Afrique du sud.

En 1984 (janvier à avril), la température des eaux de l'Atlantique sur (entre 0 et 30° S) est supérieure à la normale (1° environ globalement, et beaucoup plus localement). Cela se traduit par une convection plus importante, et un dédoublement en deux branches, nord et sud, de la zone de convergence, et par une nébulosité bien plus importante, sur l'ensemble du golfe de Guinée, qu'en 1983. Les upwellings côtiers de l'hémisphère sud sont beaucoup plus réduits, et aucun signe, au 20 avril, n'annonce l'apparition de l'upwelling gabonais; jusqu'ici, 1984 s'annonce comme devant être une année chaude, si l'on s'en tient à la seule analyse des températures de surface.

II. 3. – Les champs thermiques de surface : les fronts thermiques sur le continent

La mise en évidence de fronts thermiques très marqués et traversant souvent tout le continent d'est en ouest a été une des grandes révélations de l'analyse des synthèses infra-rouges. Il s'agit de discontinuités thermiques aux heures chaudes de la journée, de quelques degrés à plusieurs dizaines de degrés séparant des domaines climatiques très différents. Il existe normalement quatre fronts, qui sont, du nord au sud :

- le front nord, qui évolue suivant les saisons entre le voisinage de la côte méditerranéenne et la boucle du Niger ;
- les fronts nord et sud de la zone mouillée par la Zone Intertropicale de Convergence ;
- le front sud, qui se déplace entre la côte sud de l'Afrique et le désert du Kalahari.

Nous suivons avec une particulière attention les fronts délimitant la zone humide liée à la ZITC, et particulièrement le front nord, qui se manifeste presque constamment avec une belle linéarité, et qui s'étire sur près de 60° de longitude, des côtes de l'Atlantique à la Mer Rouge.

De 1982 à 1984, nous avons surtout noté :

- une descente rapide de ce front, d'octobre 1982 à janvier 1983, où il a atteint la forêt équatoriale ; la limite de la zone sèche est descendue bien plus au sud, jusqu'au voisinage de l'équateur ;
- une descente encore plus rapide et plus précoce entre septembre et novembre 1983, avec une avance de quinze jours environ par rapport à l'année précédente, ce qui a eu les conséquences que l'on sait sur la côte du golfe, en décembre 1983 et janvier 1984 ;
- une remontée plus rapide en 1984 (février-mars) vers le nord, que l'année précédente.

Les fronts nord et sud de la ZITC délimitent une aire humide, dont l'importance relative, d'un mois à l'autre, et d'une année à l'autre, pourrait être calculée, et qui pourrait fournir un bon indice de l'étendue et de l'intensité de la convection. Entre mars 1983 et mars 1984, la dimension de l'espace ainsi délimité varie dans un rapport de 1 à 1,3.

II. 4. – Etude de la nébulosité : la cartographie des zones convectives sur les photographies

La méthode d'analyse des amas convectifs en Afrique mis au point par H. Berthou et A. Noyalet, néphanalystes au C.M.S., permet d'en dessiner les contours sur les photographies. Le travail a été poursuivi par R.M. Thépenier et J.P. Lahuec, d'octobre 1982 à mars 1984. Des analyses des variations saisonnières et interannuelles de la position et de l'intensité de la convection sont en cours ; elles montrent par exemple :

- la très forte descente vers le sud de la convection en janvier 1983 ;
- la faible activité convective des mois de janvier à mars 1983, par comparaison avec ce qui se passe en 1984.

II. 5. – Etude de la nébulosité et des déplacements de la ZITC

En vue de relier les traits superficiels apparents de la dynamique océanique au vent, ou à défaut, à la zone de basses pressions qui sépare les anticyclones des Açores et de Sainte-Hélène, nous avons effectué un suivi des déplacements saisonniers de la ZITC sur six années, de 1978 à 1983, en nous basant sur des travaux de Hastenrath, qui permettent d'inférer les valeurs minimales des alizés à partir du maximum de nébulosité. La position de ce maximum a été prise à 28° ouest, à l'aide de l'imagerie GOES-Est.

Deux familles de courbes ont été identifiées, et reportées sur deux diagrammes différents. En comparant ce résultat à la valeur moyenne saisonnière de la température de surface de la mer durant la saison froide (valeur calculée de 4° nord à 4° sud, à 10° ouest), il apparaît que les deux types de courbes correspondent respectivement à des années chaudes (1979, 1980 et 1981) et froides (1978, 1982 et 1983). Le point remarquable est l'incurvation des courbes à la fin de l'hiver boréal, qui intervient dès janvier-février en année froide, et en mars-avril en année chaude.

Si l'année froide peut être considérée comme une année sèche en Afrique de l'ouest (fort upwelling équatorial) on saisit l'intérêt prédictif que pourrait prendre une telle constatation. Une étude sur un plus grand nombre d'années va être faite, qui permettra de mieux cerner la question. Notons que 1984 semble être une année chaude.

III. – AXES DE TRAVAIL A METTRE EN ŒUVRE POUR LE DEVELOPPEMENT DU PROGRAMME DE VEILLE CLIMATIQUE SATELLITAIRE

III. 1. – Opérations conduites à partir de l'imagerie satellitaire

On peut distinguer quatre opérations :

– surveillance de la température de surface de la mer : anomalies chaudes et froides, upwelling, dérives d'eaux chaudes. Les fichiers de base devraient être ceux de l'aide à la pêche opérationnelle, étendus au secteur « utile » des données infrarouges de Météosat. Les développements pour l'amélioration du produit serviraient aux deux programmes. Une connexion avec les programmes internationaux de climatologie devrait être recherchée. Une annexe importante, utile à titre de comparaison, est l'utilisation de l'imagerie GOES-Est pour les besoins de l'équipe de climatologie du Pacifique du centre ORSTOM de Nouméa ;

– surveillance de la ZITC et de la nébulosité. Les travaux amorcés doivent être poursuivis, pour ce qui concerne le temps réel ; un retour en arrière devra être réalisé, pour compléter l'information déjà recueillie. L'analyse des nuages doit passer à un stade plus élaboré, avec l'utilisation des fichiers d'aide à la pêche. Une analyse numérique des données à haute résolution, par une procédure simple de seuillage et de tri sur des images infrarouges et visibles choisies à des heures convenables, devrait aboutir à une mise en évidence des grands types de nuages : stratocumulus, cumulonimbus, et nuages associés aux bandes nuageuses. Cette opération pourrait entrer dans le cadre du programme mondial ISCCP (International Satellite Cloud Climatology Project) ;

– la surveillance des fronts thermiques continentaux ne devrait pas poser de problème ; il faudra trouver des formules de comparaison, annuelle et interannuelle, pour définir une « normale » climatique, au bout d'un certain temps d'observation ; des redressements géométriques sont indispensables pour situer localement ces fronts dans leur environnement ;

– surveillance des descentes froides et des échappées extra-tropicales (bandes nuageuses). Ces deux phénomènes, qui semblent liés, influent certainement sur l'extension et la position en latitude de la ZITC.

III. 2. – Opérations conduites à partir de données conventionnelles (facteur « sol » de la télédétection)

Les données conventionnelles peuvent être reçues en temps réel par le SMT (données météorologiques, données « ship »), ou par des échanges réguliers, sous diverses formes, avec les services nationaux intéressés.

Les données « ship » de température de surface de la mer sont déjà utilisées pour l'aide à la pêche, avec des procédures automatiques permettant de les superposer aux champs thermiques Météosat, qu'elles permettent d'étalonner.

Les données de pluviométrie fournissent l'un des éléments indispensables pour juger du caractère normal ou anormal d'une situation ; elles devraient faire l'objet des calculs statistiques appropriés, et d'un archivage pour des études en temps différé. Les données de température du sol pourraient être comparées aux données satellitaires, ne serait-ce que pour serrer de plus près la réalité des fronts thermiques, si bien entendu une telle comparaison a un sens (il sera nécessaire d'étudier dans quelles conditions ces températures sont mesurées).

En règle générale, toutes les informations relatives au terrain seront les bienvenues, et leur collecte fera partie du réseau d'information qu'il est nécessaire de mettre en place.

III. 3. – Les liaisons

Le réseau d'information doit fonctionner dans les deux sens.

Actuellement, nous émettons ou recevons par courrier et télécopie, et nous émettons par fac-similé radio, dans le cadre du programme d'aide à la pêche. Les informations (bulletin décadaire ronéoté) que nous envoyons régulièrement depuis un an le service météorologique du Mali nous ont été particulièrement utiles.

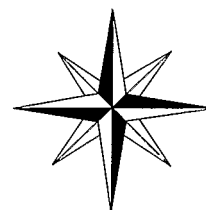
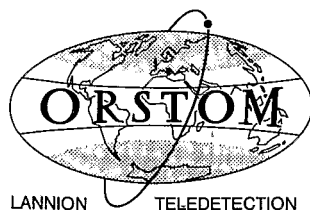
La meilleure façon de diffuser les résultats de l'étude conduite à Lannion est sans doute la création d'un bulletin paraissant à intervalles réguliers, et diffusé à un réseau de correspondants. Y figureraient des analyses en temps réel, des résumés d'études conduites en temps différé et des informations sur les conditions climatiques locales fournies par les correspondants. Il a été décidé provisoirement une publication bi-mensuelle, à partir de travaux menés sur une base hebdomadaire et mensuelle (données satellitaires) ou décadaires (données météorologiques conventionnelles).

Documents déjà publiés dans le cadre du programme de veille climatique satellitaire

CITEAU (J.), GUILLOT (B.), THEPENIER (R.M.). – *La surveillance des grands événements climatiques à partir d'observations satellitaires*. ORSTOM, IDT 61, Télédétection 9, mai 1983, 15 p., 11 figures, 2 planches photo.

CITEAU (J.), GUILLOT (B.), LAHUEC (J.P.), THEPENIER (R.M.). – *Application des données du satellite Météosat à l'étude des climats de l'Afrique*. Agence Spatiale Européenne, Fourth Scientific User Meeting, 30 novembre, 2 décembre 1984, ronéo, 10 p., 7 figures.

CITEAU (J.), GUILLOT (B.), LAE (R.), THEPENIER (R.M.). – *Warm and Cold events of the tropical Atlantic are also reflected by the position of the Intertropical Zone of Convergence*. Id., 8 p., 4 figures.



METEOROLOGIE NATIONALE
CENTRE DE METEOROLOGIE
SPATIALE LANNION

Ministère des Relations Extérieures
Coopération et Développement

VEILLE CLIMATIQUE SATELLITAIRE

16.341 → 16.345 ex 1
B

10 MAI 1984