

Météosat : la veille climatique satellitaire, un observatoire pour l'Afrique

Jean-Paul Lahuec
Géographe

Introduction

La météorologie est une des sciences qui dépend le plus du fonctionnement de réseaux d'observations hiérarchisés. Les données recueillies alimentent les modèles de prévision du temps, autorisent le suivi des phénomènes et viennent en appui des tentatives d'explication. Elles autorisent également l'étalonnage d'une période donnée par rapport à la moyenne des observations du passé correspondant à ce même laps de temps. La référence à la normale est en effet un moyen commode de juger d'une période donnée en termes d'anomalies positives ou négatives, par exemple pour des mesures de pluies ou de températures.

Avec le développement des techniques de télédétection satellitaire au cours de ces trente dernières années, la météorologie s'est dotée de moyens d'observation particulièrement efficaces. En effet, les satellites météorologiques, qu'ils soient défilants ou géostationnaires, sont des observateurs d'une très grande fiabilité dans le temps, qui voient grand et souvent une grande partie du globe terrestre, et en fournissent, dans différentes longueurs d'onde, des images numérisées. Météosat, par exemple, qui est l'observateur météorologique le mieux adapté à l'Afrique fournit des images toutes les demi-heures dans trois canaux différents : l'infrarouge, le visible et le canal dit

vapeur d'eau. Dans ces régions, où la maintenance d'un réseau dense d'observations au sol est loin d'être garantie pour diverses raisons techniques, financières ou autres, il est évident que la fonction observatoire de Météosat prend toute sa dimension pour pallier les insuffisances des mesures au sol. Tout le problème est de dériver à partir de l'imagerie numérisée des paramètres à valeur climatologique de qualité constante dans le temps.

C'est ce que l'antenne Orstom de Lannion s'attache à réaliser depuis 1986, à travers l'élaboration routinière de fichiers de paramètres extraits de l'imagerie infrarouge avec le concours des moyens d'acquisition du Centre de météorologie spatiale de Météo-France.

■ Élaboration des fichiers de base

Le traitement routinier de l'imagerie infrarouge Météosat donne lieu à la constitution de deux types de fichiers pentadaires :

– *fréquence d'occurrences de nuages à sommet froid (Foc)*, assimilable à la fréquence d'occurrences de nuages d'orages précipitants, (zone traitée : toute la bande intertropicale vue par Météosat, du Brésil à Madagascar et de 24° N à 18° S, soit 1 024 lignes et 2 048 colonnes) ;

– *température de brillance maximum de surface (TMAX)*, dont l'interprétation et l'exploitation autorisent des applications très intéressantes dans le domaine de l'agrométéorologie, pour la température de surface du sol, et de l'aide à la pêche thonière pour la température de surface de la mer (zone traitée : ensemble du disque vu par Météosat, soit 2 048 lignes sur 2 048 colonnes).

■ Utilisation

Ces fichiers fournissent un ensemble de données géolocalisées, initialement représentées sous forme d'images en pleine résolution spatiale Météosat en projection satellitaire. Elles peuvent être par la

suite redressées géographiquement pour une cartographie à l'échelle et à la projection requises pour toute comparaison avec d'autres types de données plus conventionnelles.

Suivi qualitatif de l'hivernage en cours

Ces fichiers donnent lieu à une exploitation en temps réel ou légèrement différé à des fins de suivi qualitatif du climat et des conséquences agrométéorologiques (détection des anomalies climatiques, sécheresses, alerte précoce).

Cette fonction « observatoire » est portée à la connaissance des utilisateurs grâce à la revue *Veille Climatique Satellitaire* (quatre numéros par an) dont le financement est assuré par le ministère de la Coopération.

Elle nous amène également à faire œuvre de coopération directe avec les services agrométéorologiques de certains pays du Sahel. Nous leur communiquons tous les dix jours des documents spécialement préparés à leur intention dans un but d'aide à leur propre suivi national de la campagne agricole en cours.

Le suivi de l'hivernage est effectué à partir de catalogues d'images représentant la température radiative maximum de surface des sols et la fréquence d'occurrence des nuages à sommet froid (présûmés pluviogènes) pour les dix-huit décades que comporte la saison des pluies (1^{er} mai-31 octobre). L'appréciation de la pluviométrie à l'échelle décadaire et mensuelle est réalisée à travers une lecture combinée des deux types d'images et d'une comparaison avec les images moyennes des périodes correspondantes, calculées à partir de notre base de données documentée sans interruption depuis 1986.

Il est ainsi possible de déterminer, à l'échelle régionale, quelques paramètres clés du déroulement de la saison des pluies (dates de début et de fin, durée et gravité des séquences intermédiaires sèches, intensité relative des précipitations...). Le recours aux images moyennes interannuelles permet, d'autre part, de juger une période donnée en termes d'anomalie par rapport à la moyenne des années précédentes. Une bonne connaissance des calendriers agricoles et des pratiques culturales est ensuite nécessaire pour autoriser la délimitation des zones dans lesquelles des problèmes vivriers sont à prévoir, pour cause d'arrivée des pluies trop tardive, de précipitations trop irrégulièrement réparties ou d'installation trop précoce de la saison sèche.

Estimation des pluies

Les fichiers de température de brillance maximum de surface des sols et de fréquences d'occurrence des nuages à sommet froid servent également à la mise au point d'algorithmes d'estimation des pluies au Sahel. Les données satellitales sont confrontées aux données des stations du réseau d'observation par le biais d'une régression linéaire à variables multiples. La formule d'estimation des pluies pour une période donnée est calculée d'après les mesures au sol d'une centaine de stations. Elle est ensuite appliquée à l'ensemble du champ satellitaire. La méthode donne des résultats satisfaisants dès lors que la période d'estimation est assez longue pour qu'un « lissage » significatif de la variabilité spatiale de la pluie, liée aux précipitations orageuses, intervienne grâce à la prise en compte de nombreux épisodes convectifs.

Ce produit direct de notre fonction observatoire a initié la constitution du programme et du réseau *Epsat* (Estimation des pluies par satellite), dont le coordinateur est B. Guillot, responsable de l'antenne Orstom de Lannion). Parmi les objectifs déjà réalisés sous le sigle *Epsat*, il faut noter la création de cellules nationales (exemple : *Epsat-Sénégal*) et l'expérience *Epsat-Niger*. Cette dernière associait la mesure des pluies à l'aide d'un réseau de pluviographes très dense sur un degré carré (Niamey) à celles effectuées par radar.

Élaboration de cartes de température de surface de la mer pour l'aide à la pêche

Tous les cinq jours, une carte de température de surface de la mer est produite pour l'Atlantique et l'océan Indien. L'algorithme mis au point par l'Orstom mixe la donnée satellitale, les informations in situ transmises par les bateaux marchands et, en cas de nécessité, les valeurs moyennes sur trente ans fournies par l'Atlas Reynolds. Les cartes sont transmises en temps réel au siège du Syndicat des armateurs thoniers de Concarneau pour rediffusion auprès des bateaux en pêche sur zone. Depuis quelques années, la routine opérationnelle de ce produit a été confiée à Météo-France.

Utilisation des séries à long terme

Parallèlement à cette utilisation immédiate ou en temps légèrement différé des produits dérivés de l'observation continue, un certain nombre d'actions de valorisation de la longue série de données qui comporte maintenant onze années d'archivage ont été réalisées ou sont en préparation :

- mise en forme de l'archive sur disque optique numérique et sur CD-ROM ;
- production d'un ouvrage de synthèse intitulé *Satellite et surveillance du climat. Atlas de Veille Climatique* : 1986-1994¹ ;
- mise à disposition de la technologie de suivi satellital de campagne agricole aux services agrométéorologiques du Sahel².

À ce propos, une opération de ce type pour intégration dans le schéma opérationnel d'assistance agrométéorologique directe aux paysans du Mali, et donc directement en prise sur le développement agricole de ce pays, risque d'être définitivement arrêtée à cause des incertitudes qui pèsent sur l'avenir de l'antenne Orstom de Lannion ;

- actions de recherche sur l'environnement.

Les facilités d'accès aux fichiers archivés depuis 1986 et de croisement informatique avec des données diverses, en utilisant des méthodes de type SIG mises au point par notre collègue D. Dagorne, ouvrent des perspectives de recherche sur l'environnement par exemple :

- étude des correspondances entre la distribution géographique des grandes formations végétales et les champs d'occurrences et de température du sol ;
- convection et relief ;
- convection et température de la mer ;
- désertification.

Utilisation par d'autres programmes

La base de données constituée depuis onze ans intéresse de nombreux programmes de recherches. Des demandes de fourniture de fichiers ou d'images comme matériel de recherche d'explications de

¹ LAHUEC (J.-P.), GUILLOT (B.), DAGORNE (D.), PENNARUM (J.), 1994.

² DIARA (B.), LAHUEC (J.-P.), 1995.

phénomènes nous parviennent régulièrement. Certaines de ces demandes sont parfois très inattendues. Nous citerons simplement l'exemple de la demande exprimée par R. Njitchoua et R. Gallaire du laboratoire d'Hydrologie et de géochimie isotopique d'Orsay : les images d'occurrences de nuages convectifs leur sont très précieuses pour tenter d'expliquer la composition chimique et isotopique d'échantillons de précipitations recueillies depuis 1988 au Cameroun et au Niger.

Conclusion

Cet exemple de la *veille climatique* nous permet de dégager quelques rouages essentiels de la fonction « observatoire » telle qu'elle s'est mise en place avec l'archivage routinier de données Météosat à Lannion.

La production d'images de température maximale du sol et de fréquence d'apparition de nuages convectifs présente un réel intérêt pour le suivi agrométéorologique dans les pays du Sahel par exemple. De même, les cartes pentadaires de température de surface de la mer, fournies sur convention en temps réel aux thoniers concarnois en pêche dans le golfe de Guinée présentent un intérêt économique évident. Cependant, il est facile de déduire qu'une fonction « observatoire » ne s'arrête pas loin s'en faut, à la compilation fastidieuse et à l'exploitation de fichiers à des fins immédiates.

En premier lieu, il importe de noter que la fonction observatoire a permis l'émergence du programme et du réseau Epsat permettant de regrouper les efforts de nombreux laboratoires, de mettre en œuvre une campagne de mesures originales sur le terrain, d'exporter les technologies utilisées vers les pays africains.

En second lieu, dès lors que la base de données est organisée, exploitable, et qu'elle prend une dimension temporelle suffisante, les résultats de la fonction temps réel se trouvent grandement améliorés par l'établissement de moyennes interannuelles et leur utilisation en termes d'anomalies. De même, l'interprétation de ces moyennes suggère des thèmes de recherche et des actions internes à la base de

données ouvrant des perspectives intéressantes dans les domaines de l'environnement et de la valorisation à des fins pédagogiques. Enfin, la disponibilité des données ouvre à la voie à des collaborations avec des programmes de recherche extrêmement variés et quelquefois inattendus.

Bibliographie

DIARA (B.), LAHUEC (J.-P.), 1995 —
Utilisation pratique des données
agrométéorologiques au Mali.
Contribution des images satellitaires.
Bull. Veille Climatique Satellitaire,
53 : 34-52.

LAHUEC (J.-P.), GUILLOT (B.),
DAGORNE (D.), PENNARUM (J.), 1994 —
Satellite et surveillance du climat.
Atlas de Veille Climatique : 1986-1994.
(Afrique et Atlantique Intertropical).
Orstom, 91 p.