

# ESTIMATION DES PRÉCIPITATIONS EN ZONE SAHARIENNE ET PÉRI-SAHARIENNE

A. KIROUANE, B. GUILLOT

## 1 - MOTIVATIONS

La connaissance du champ des averses et de leur intensité dans les régions saharienne et péri-saharienne est d'un intérêt primordial pour l'établissement d'un bilan hydrologique dans la région, pour la surveillance climatique en général et pour apporter une assistance météorologique au programme de lutte contre les acridiens.

Cependant, l'expérience montre que c'est un problème difficile car aucune des méthodes élaborées à partir des données des satellites actuels n'est applicable pour cela.

Les méthodes statistiques mises au point pour la zone sahélo-soudanienne ne fournissent pas le champ des averses isolées et ne donnent des résultats corrects que sur de grandes périodes de temps (de l'ordre du mois) à des échelles géographiques réduites (3 x 3 pixels MÉTÉOSAT, soit environ 200 km<sup>2</sup>). De plus, la précision de l'estimation se dégrade rapidement avec l'augmentation de l'aridité et ces méthodes sont inutilisables dans les zones désertiques. Par ailleurs, il apparaît que les différents tests conduits jusqu'ici montrent que les méthodes de suivi des averses isolées (« cloud tracking methods ») donnent des résultats médiocres au Sahel et qu'elles n'ont pas été testées dans les régions les plus arides, pour lesquelles on ne dispose pas de bonnes données de validation.

Enfin, les pluies hivernales dépendent de systèmes précipitants (perturbations liées au front polaire) pour lesquels les méthodes d'estimation par satellite sont différentes de celles que l'on emploie pour les systèmes convectifs tropicaux.

Il est donc nécessaire, pour l'application considérée, de repenser complètement le problème, en ne négligeant aucune source d'information, ce qui sous-tend la nécessité de mettre en œuvre une importante activité de recherche, notamment à l'Office national de la météorologie (ONM) à Alger.

En parallèle, il est possible de recenser les différents paramètres susceptibles d'apporter une aide immédiate au suivi des événements et de promouvoir dans ce but un appui technique et l'apport d'équipements, de savoir-faire et d'une formation des personnels.

## 2 - ACTIONS À COURT TERME

### 1 - Suivi des averses en zone désertique

En 1988, une campagne de suivi sur les zones désertiques avait été organisée en commun entre le Centre de météorologie spatiale (CMS) de Lannion et l'Office national de la météorologie (ONM) d'Alger. Elle peut être reprise assez vite de la même manière en Algérie.

Cette action devrait comporter :

- une analyse systématique de tous les développements nuageux repérés par satellite (classification automatique), afin de déterminer les types de nuages ;
- une exploitation des fichiers du type de ceux élaborés pour le compte du programme Veille climatique : nuages à sommet froid ( $T < - 40^{\circ}$ ) (Cb) et température maxima de brillance MÉTÉOSAT (TbMax), afin d'avoir un repérage quotidien des zones susceptibles d'avoir connu des pluies (fichier Cb) ou de présenter la trace au sol des pluies par le refroidissement des surfaces consécutif à leur humidification (TbMax) ;
- l'exploitation des données sol (pluviométrie aux stations) et des données météo, à titre de comparaison-validation ;
- la transcription des analyses sous forme de cartes, sur une base pentadaire par exemple.

En attendant l'équipement de la station MÉTÉOSAT de logiciels permettant d'obtenir à Alger les fichiers Cb et TbMax, ceux-ci pourraient être fournis par le CMS à l'ONM par fax ou par courrier.

## **2 - Matériels et logiciels à mettre en œuvre**

Un certain nombre d'outils seront à mettre en place. Il faut prévoir d'implémenter :

- les procédures permettant d'obtenir les fichiers Cb et Tbmax à partir de l'application ;
- les outils de visualisation et de traitement de données multi-sources nécessaires pour entrer dans le système de suivi à développer tous les éléments utiles à l'estimation des précipitations, dans les différents cas de figure possibles présentés par les systèmes précipitants. Il faudra être capable de superposer les données sur les nuages et sur le sol tirées des satellites (Température de surface, indice de végétation, etc.), des données météo issues des modèles et du réseau et les données radar là où elles seront disponibles.

Les mêmes outils devraient équiper un volet recherche, dont le rôle sera important étant donné notre ignorance et l'étendue du problème.

Pour mener à bien le projet, il est jugé nécessaire de disposer d'une station PDUS entièrement consacrée au programme de recherche/développement.

Il faut prévoir à Alger une configuration capable d'utiliser l'information nécessaire à la solution des diverses questions posées (cf. chapitre suivant sur la recherche), soit une station de travail équipée de moyens d'archivage et de reproduction de documents et reliée par réseau au Cyber de l'ONM et à la station PDUS MÉTÉOSAT.

## **3 - ACTIONS DE RECHERCHE ET DE DÉVELOPPEMENT**

### **1 - Remarques générales**

Étant donné l'acuité et l'urgence du problème, les actions de recherche à mettre en œuvre doivent être directement soumises à l'exploitation et prendre une forme recherche-développement en prise directe avec les opérations de routine. Cela implique comme il est stipulé ci-dessus que les matériels soient identiques à ceux qui serviront aux campagnes de suivi, avec des logiciels adaptés.

Cela suppose aussi un certain classement des priorités en fonction non seulement de l'intérêt scientifique des problèmes étudiés, mais aussi de l'estimation qui sera faite de leur apport à l'exploitation.

L'exposé des thèmes qui sont développés ci-dessous ne prétend par ailleurs pas à l'exhaustivité et le classement qui en est proposé devra être soumis aux principes précédemment énoncés.

La complexité du problème et son extrême difficulté tiennent au fait que l'on se trouve confronté à des conditions climatiques également extrêmes. En zone très aride, les événements pluvieux sont rares, ce qui élimine d'entrée beaucoup des possibilités qu'offrent les régularités sur lesquelles s'appuient ordinairement la statistique et ses outils que sont les climatologies, bâties autour de divers paramètres.

D'autre part, l'identification par le haut des nuages ne permet en aucun cas d'en déduire, en l'absence de données de terrain, leur efficacité pluviogénique, qui est très réduite par les conditions du milieu, notamment les fortes températures et la sécheresse de l'air. Dans ces conditions, aucune piste ne peut être négligée et la réponse aux questions sur l'occurrence de pluie et son intensité doit être cherchée par l'utilisation combinée de divers paramètres.

## **2 - Thèmes de recherche à développer**

Nous en dressons une liste provisoire ; ils seront conduits par l'ONM en concertation avec le réseau EPSAT.

### ***2.1. Caractérisation des nuages précipitants***

Le repérage des types de nuages préconisés ci-dessus doit servir pour une comparaison avec les précipitations enregistrées au sol (pluviomètres et pluviographes) et par les radars, de façon à rechercher la possibilité de définir des types de précipitation (coefficients en mm/h) associés à des types de nuages, dans les différents systèmes précipitants (polaires et tropicaux).

### ***2.2. Recherche sur les relations entre certains paramètres d'environnement atmosphérique (température et humidité de l'air) et l'efficacité des systèmes précipitants***

Deux sources au moins sont utilisables : les données issues du réseau et celles que fournissent les modèles, d'une part, et les sondeurs verticaux des satellites NOAA, d'autre part. La première source est immédiatement accessible par télécommunications, la seconde nécessite la mise en place de logiciels ad hoc pour l'établissement des champs désirés. Des compétences existent sur ce point au CMS, qui peuvent être utilisées à titre de conseil-formation au niveau de la recherche et des indispensables validations.

Les deux thèmes que nous venons de citer devraient aboutir à la mise en place progressive d'un catalogue de types d'événements, organisé en vue d'une aide au diagnostic de l'occurrence de pluie.

### ***2.3. Suivi des paramètres de surface***

L'utilisation de paramètres sol, tels que la température de surface et la végétation, est de toute première importance par la modification des états de surface que provoquent les averses en fonction de leur intensité.

La température de surface est accessible par satellite moyennant diverses corrections. L'infrarouge MÉTÉOSAT permet d'établir des synthèses thermiques (TbMax) de façon à écarter les nuages. Nous disposons également d'une climatologie établie sur

dix ans qui peut servir de référence en cas d'écran atmosphérique par les aérosols. Elle pourra être complétée par des données optiques fournies par le réseau de mesures photométriques qui est en cours de constitution sous l'égide de l'association africaine pour l'étude de la physique de l'atmosphère.

La température de surface peut aussi permettre d'accéder au bilan hydrique mais dans ce cas il conviendra d'effectuer une correction atmosphérique, pour tenir compte des effets sur le signal provoqués par la vapeur d'eau (absorption atmosphérique). On pourra s'inspirer pour cela des travaux de SAVANE *et al.* (1989) et de V. BOCQUET (1994).

Un indice de végétation est calculé à Tamanrasset, depuis que l'ONM dispose de sa propre station de réception. Il conviendra de recourir à des corrections pour améliorer ce produit : problèmes d'angle de visée, détection automatique des nuages par adaptation aux conditions locales d'algorithmes existants, détection des aérosols.

L'utilisation du radar météorologique, telle qu'elle est réalisée au sein du réseau EPSAT (radar de Niamey, EPSAT-NIGER, CHAMSI - SAUVAGEOT, 1989), permet d'obtenir le champ des averses et une appréciation de leur intensité par calibration avec des pluviographes.

L'intérêt du radar est très grand car il permet de superposer l'information sur les averses à l'information satellitaire, notamment dans la détermination de l'efficacité des types de nuages qui auront pu être distingués à l'aide de l'imagerie satellitaire.

H. SAUVAGEOT, auteur de la mise en œuvre de l'information radar dans EPSAT, a effectué en Algérie une « mission d'expertise ayant pour objet l'étude des conditions de mise en œuvre des techniques radar pour l'estimation des précipitations dans les régions sahariennes » (SAUVAGEOT, rapport, mai 1991), mission réalisée pour le compte de l'Agence nationale des ressources hydrauliques dans le cadre du projet-pilote de l'oued el Rharbi.

Il préconise, en raison de la difficulté d'une mesure de pluie correcte dans le cas des nuages convectifs dont la structure est composée d'éléments cellulaires de taille inférieure à 3 km, une « association radar + réseau pluviométrique au sol, le second étant utilisé pour l'étalonnage du premier, l'ensemble constituant en quelque sorte un super pluviographe ». On obtiendrait ainsi une mesure de la pluviométrie à une échelle comparable à la résolution au sol de l'imagerie satellitaire (5 x 5 km). Cette instrumentation, utilisée dans une configuration de recherche (car il est bien entendu hors de question de couvrir le désert de radars et de pluviographes), permettrait de déduire de ces expériences des relations entre l'apparence des nuages vus par satellite et la pluie, relations susceptibles d'améliorer l'estimation.

Nous proposons donc, comme H. SAUVAGEOT l'écrit dans son rapport, un rapprochement avec le réseau EPSAT et le développement d'une expérience autour du site de Dar el Beida. Celle-ci « pourrait s'appuyer sur une instrumentation existante ... : le radar de Dar el Beida, dont la localisation est très favorable, qui devra être numérisé et le réseau pluviométrique local qui ... est déjà conséquent ».

Avec le site de El Abiod (Oued el Rharbi), le site sub-saharien de Niamey et le site de Dakar, on aurait réalisé un réseau de validation satellitaire global d'un grand intérêt, organisé sur les principes du réseau EPSAT, comprenant des réunions régulières et la mise en place de bases de données accessibles à tous.