

MÉTHODES D'ESTIMATION DES PRÉCIPITATIONS PAR SATELLITE : LE RÉSEAU EPSAT ET LES PROBLÈMES DE RECHERCHE, DE TRANSFERT ET DE VALIDATION

B. GUILLOT

(ORSTOM, BP 134 - 22302 LANNION Cedex)

RÉSUMÉ

Le réseau EPSAT a été créé pour regrouper les efforts de divers laboratoires du Nord et du Sud, afin de rechercher les moyens de trouver une solution au problème crucial, et clairement énoncé par les agences qui ont en charge le suivi des campagnes agricoles, de la connaissance en temps quasi réel de la répartition spatio-temporelle des pluies. Malheureusement, de nombreux problèmes rendent cette connaissance difficile : rareté des mesures au sol et difficultés de transmission, inadéquation des satellites géostationnaires à effectuer directement la mesure. La nécessaire calibration-validation des données satellitaires qui en découle engendre de nombreux problèmes statistiques mal résolus, du fait de la rareté des données de validation et des problèmes de comparaison entre les données sol et celles du satellite, qui n'ont pas le même contenu physique et dont les résolutions spatio-temporelles sont très différentes. Pour mieux résoudre ces problèmes, le réseau EPSAT a mis en œuvre une recherche en partenariat, impliquant des transferts de technologie et la mise sur pied, notamment au Sénégal (expérience en cours) et au Niger, d'expérimentations qui ont permis d'intensifier les efforts et de recueillir des données. Ainsi, grâce à l'excellent jeu de données recueilli par l'expérience EPSAT-Niger, au cours de cet atelier, une ébauche de validation devrait pouvoir être faite, qui devra par la suite être complétée, sur la base d'un calendrier que nous aurons à définir.

ABSTRACT

The EPSAT network was created to bring the competences of various laboratories both from the north and south together, to investigate the means of finding a solution to a crucial problem, clearly stated by the agencies responsible for the monitoring of the agricultural campaigns, to know in almost real time the spatio-temporal distribution of rainfall. Unfortunately, many problems render this very difficult : scarcity of ground measurements and transmission difficulties, inadequation of geostationary satellites to carry out direct measurements. The necessity to calibrate-validate satellite data which results from this generates many statistical problems which are not easy to resolve, due to the rarity of validation data and the comparison problems between ground and satellite data, which do not have the same physical content and whose spatio-temporal resolutions are different. In order to help to resolve these problems the EPSAT network has created research partnerships, involving technological transfers and the setting up, notably in Senegal, (experiment underway) and in Niger, of experimentations which have enabled efforts to be intensified and data to be collected. Therefore, thanks to the excellent set of data collected by the EPSAT-Niger experiment, during this workshop a validation attempt should be able to be made, which will eventually be completed, on the basis of a schedule which we will have to define.

INTRODUCTION

Le réseau EPSAT a été créé en 1985, dans le but de regrouper les compétences et les moyens, dans un domaine crucial pour l'agriculture des pays intertropicaux et où l'information utilisable : données du réseau, des radars météorologiques et des satellites, pose des problèmes complexes d'utilisation.

1 - Les objectifs du réseau

L'importance de l'eau sur la vie animale et végétale induit qu'il est très important de connaître son cycle dans l'atmosphère et sur la terre. Parmi les différents paramètres qui décrivent ce cycle, les précipitations sont un des éléments dont dépend l'activité de l'homme et un des facteurs clés de la vie, car de leur répartition spatio-temporelle vont dépendre les rendements agricoles, notamment en zone intertropicale, où les températures n'ont pas une grande incidence. Certains pays sont frappés régulièrement par des déficits pluviométriques et c'est le cas de l'Afrique de l'Ouest, pour laquelle une zone semi-aride, donc sujette à des fluctuations pluviométriques importantes, le Sahel, subit depuis bientôt trente ans une sécheresse persistante.

Ces aléas climatiques ont des répercussions graves et parfois dramatiques. Dans ce contexte une bonne description, en temps peu différé, de la répartition spatio-temporelle des pluies est une demande clairement exprimée par les services nationaux de météorologie et de l'agriculture et par les organismes régionaux de lutte contre la sécheresse.

Cette information elle-même est encore largement déficiente. Le réseau de mesure au sol est en effet très lâche et permet difficilement de suivre, en temps voulu, l'évolution des pluies au cours de la saison humide. Dans le contexte économique actuel, il n'est par ailleurs pas possible de densifier beaucoup le réseau. De même, on ne peut envisager, pour des raisons de coût et de logistique, l'installation d'un réseau de radars météorologiques.

Aussi, depuis la mise à poste de satellites géostationnaires, prenant des images de la terre toutes les demi-heures et permettant de surveiller de vastes zones, ce moyen d'observation a été suggéré pour estimer les précipitations. Depuis bientôt vingt ans, différentes méthodes ont été développées sur les zones tropicales et subtropicales. Cependant, il s'est avéré que les satellites géostationnaires sont d'un emploi difficile pour évaluer les précipitations. Pour tenter d'avancer sur ce problème, le réseau EPSAT a été constitué (CADET, GUILLOT, 1991) pour tester les acquis antérieurs de la recherche et développer une, voire plusieurs méthodes (suivant l'échelle spatiale et temporelle visée et les conditions régionales), de détermination des précipitations, à l'aide de l'imagerie satellitaire et des données pluviométriques.

2 - Les problèmes actuels de l'estimation des précipitations par satellite

La mesure des précipitations impose une observation continue, dans le temps et dans l'espace, des surfaces considérées et une bonne appréciation des volumes d'eau précipitée. Aucun des satellites actuels, utilisés isolément, ne répond de façon satisfaisante à ces deux conditions :

- les satellites géostationnaires répondent partiellement à la première condition. Leur couverture spatiale est correcte, les satellites de la série MÉTÉOSAT, de par leur

- position (0° de latitude et de longitude) étant par ailleurs idéalement placés dans le cas de l'Afrique de l'Ouest. Par contre, la fréquence temporelle des prises d'image, si elle est bonne pour la mesure des températures : une image par demi-heure, de jour comme de nuit, pour le canal infrarouge thermique, est gravement pénalisée dans le canal visible, qui recueille une information sur le rayonnement solaire réfléchi par les surfaces (bande spectrale de 0,4 à 1,1 μm), rayonnement qui n'existe pas la nuit ;
- ces satellites sont d'autre part mal adaptés à l'évaluation de la pluviométrie. Les images correspondent en effet à des mesures des surfaces des objets terrestres, y compris les nuages, qui sont vus par le haut, que ce soit en température de sommet ou en rayonnement solaire réfléchi. Il n'y a donc pas de relation physique directe entre la mesure du satellite (sommet des nuages) et l'objet que l'on veut appréhender, c'est-à-dire les précipitations. Celles-ci peuvent être atteintes directement en télédétection, à travers la masse nuageuse, mais il faut alors utiliser d'autres bandes spectrales, dans le domaine des micro-ondes. Malheureusement, aucun satellite n'est actuellement équipé d'instruments adéquats pour une observation à échelle spatio-temporelle suffisante ;
 - cette déficience a pour conséquence de beaucoup compliquer les opérations. Les méthodes actuelles posent de nombreux problèmes et manquent notablement de précision. Leur amélioration passe par une recherche faisant appel à des données de validation, issues des mesures au sol et des radars météorologiques, qu'il faut acquérir et traiter. Certaines des méthodes proposées nécessitent une calibration par les données sol, ce qui exige que les mesures faites au sein du réseau météorologique soient rapidement disponibles par télécommunications (cette exigence est aussi un avantage, car elle aurait, si le choix en est fait, le mérite d'insister sur la nécessité d'un bon entretien du réseau).

3 - Une recherche en partenariat : des transferts de savoir-faire et de technologie

Les problèmes évoqués ci-dessus induisent un gros effort de recherche. Celui-ci a été organisé au sein du réseau EPSAT, de façon à regrouper les compétences et les moyens, eu égard aux contraintes techniques et aux disponibilités en personnel. Furent ainsi réunis, autour de l'expérience EPSAT/Niger, les efforts de laboratoire du Nord, en fonction de leurs divers savoir-faire sur les satellites, le radar météorologique et l'acquisition et le traitement des données sol, la Direction de la météorologie nationale du Niger et une association de chercheurs du Sud à l'exploitation des données.

Au Sénégal (FONGANG-GUILLOT, 1994), un regroupement similaire a permis de constituer une véritable équipe nationale, en contact permanent avec les laboratoires du Nord, mais fonctionnant en relative autonomie sur le plan de la recherche, autour de deux pôles principaux que constituent l'ISRA (Institut sénégalais de recherches agricoles) et le laboratoire de Physique atmosphérique de l'ENSUT (École nationale supérieure universitaire de technologie). L'effort est fait dans la mise à disposition des chercheurs de données des satellites (station de réception à l'ISRA/UTIS), de moyens d'acquisition de données pluviographiques et du radar de l'aéroport (radar numérisé pour l'occasion par H. SAUVAGEOT) et de matériels pour le traitement des données, avec un accent mis sur l'entretien des matériels, par des missions fréquentes de techniciens des divers laboratoires.

L'association entre les chercheurs du Nord et du Sud sur un même objectif permet, entre autres avantages, de fournir aux chercheurs nationaux une ouverture sur les grands programmes internationaux et à ceux du Nord de bénéficier de la compétence locale de leurs collègues du Sud et de leur disponibilité à conduire des expériences.

4 - Un problème important : la validation des méthodes

Une des préoccupations des acteurs du réseau EPSAT demeure l'application des méthodes d'estimation des précipitations issues de la recherche. Celle-ci passe par un nécessaire transfert de technologie et doit aussi s'accompagner d'un contrôle de qualité, vis-à-vis d'une exploitation opérationnelle, comme celle qui est conduite depuis deux ans par le centre AGRHYMET de Niamey.

La validation de ces méthodes est rendue difficile par le manque de données sol. Si l'on se contente des données synoptiques par exemple nous ne disposons que d'environ 90 stations pour l'ensemble des pays du CILSS. Si, comme c'est le cas dans notre algorithme EPSAT nous jugeons nécessaire d'utiliser une partie de ces données pour la calibration, c'est sur un tout petit nombre de mesures que reposera la validation (nous n'avons utilisé que 25 stations, réparties dans tout l'espace considéré) (CARN *et al.*, 1988).

Un autre problème tient à la difficulté qu'engendre une comparaison entre des mesures faites sur une grande surface par le satellite (5 x 5 km au point sous-satellite) et très ponctuellement par les instruments au sol, si l'on a en mémoire la très grande variabilité spatiale des pluies. C'est là que peuvent jouer un rôle décisif les excellentes données produites par l'expérience EPSAT/Niger, dont l'un des objectifs était de permettre une extension spatiale de mesures ponctuelles denses (TAUPIN-LEBEL, 1993).

En ce qui concerne les travaux de validation exécutés à l'initiative du centre AGRHYMET, pour ses propres besoins d'exploitation, d'excellentes études ont été conduites à l'occasion de l'atelier précédent (CILSS, programme AGRHYMET, 1993). Le réseau EPSAT a été heureux de contribuer à cet effort, qui entre dans ses priorités.

C'est dans le même esprit qu'il a contribué à coorganiser la présente réunion. Des difficultés ont surgi dans sa préparation, nos ambitions ayant sans doute été trop grandes vis-à-vis du temps qui nous était donné. Nous sommes néanmoins persuadé, à condition d'y passer le temps nécessaire (au moins une journée, soit deux séances) et entre spécialistes, à huis clos, qu'un débat entre les experts invités et les personnes qui ont exploité les données pour le compte d'AGRHYMET nous permettra de nous faire une bonne opinion sur les procédures les plus prometteuses (ou les moins mauvaises) à mettre en place, sachant qu'aucune méthode n'est pour l'instant réellement satisfaisante (cf. DESBOIS, 1993).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CADET L.-D., GUILLOT B., 1991 - EPSAT (Estimation des Précipitations par SATellite) ORSTOM-Ministère de la Coop., 63 pages.
- CARN M., DAGORNE D., GUILLOT B., LAHUEC J.-P., 1988 - Estimation des pluies par satellite en temps réel en Afrique sahélo-soudanienne. *Veille climatique Sat.*, 28, pp. 47-55.
- CILSS - Programme AGRHYMET, 1993 - Atelier *Estimation des pluies par satellite, Niamey, 2-4 décembre 1993*. Centre AGRHYMET, 1993, 191 pages.
- DESBOIS M., 1993 - Principes, limitations et perspectives des méthodes d'estimation des pluies par satellite. CILSS, programme AGRHYMET, 1993, pp. 168-174.
- FONGANG S., GUILLOT B., 1994 - Les activités du réseau EPSAT au Sénégal. Un exemple réussi d'opération de recherche en partenariat. Contribution au colloque du Cinquantenaire de l'ORSTOM. UNESCO, sept. 1994, 8 pages.
- TAUPIN J.-D., LEBEL T., 1993 - Estimation des précipitations en zone sahélienne : l'expérience EPSAT-Niger, une vérité sol adaptée.