

Les satellites météorologiques et la redécouverte des climats de la planète : l'expérience de l'estimation des pluies par satellites au Cameroun par l'équipe EREDCA

par Maurice TSALEFAC*, Roger NGOUFO**

Depuis les années 1960, les satellites météorologiques sont devenus un des instruments privilégiés de l'étude de l'atmosphère. Les mesures qu'ils effectuent présentent d'énormes avantages : couverture globale de la planète, répétitivité et caractère opérationnel des informations.

Les satellites météorologiques contribuent ainsi à l'analyse de la convection et des systèmes nuageux et autorisent des prévisions météorologiques relativement plus sûres. Ils permettent aussi de suivre l'évolution temporelle des zones de convergence et de subsidence, de déterminer les flux énergétiques atmosphériques dans plusieurs domaines de longueurs d'onde, etc. L'utilisation des données satellitales a ainsi permis l'émergence d'une nouvelle approche de la climatologie dite "satellitale" qui a fait de l'estimation des précipitations un de ses grands thèmes de recherche.

Pour les chercheurs qui s'intéressent à ce domaine, le problème majeur est la connaissance en temps quasi réel de la répartition spatio-temporelle des pluies rendue difficile par la rareté des mesures au sol et par le fait que les satellites actuels sont mal adaptés à l'évaluation de la pluviométrie : les satellites ne voient les nuages, source de précipitations que l'on veut appréhender, que par le haut. D'où l'obligation de passer par une calibration-validation des données satellitales, ce qui impose non seulement de disposer des données de calibration, mais aussi d'effectuer des comparaisons entre les données-sol et celles des satellites " qui n'ont pas le même contenu physique et dont les résolutions spatio-temporelles sont différentes " (Guillot, 1994). Pour apporter notre contribution à la résolution de ce problème, nous avons entrepris de rechercher les liens entre les champs de nuages froids et ceux des précipitations au Cameroun (données provenant de la Direction de la Météorologie Nationale) en partant de l'une des hypothèses fortes de la méthode EPSAT (Estimation ou étude des Pluies

par satellites) selon laquelle la majorité des pluies tropicales proviennent des nuages à sommet froid de type cumulonimbus. Cette hypothèse s'appuie sur les bases théoriques suivantes : l'utilisation des plateformes spatiales pour l'observation de l'atmosphère ne conduit pas à une nouvelle division de la climatologie ; elle permet d'étendre, de compléter et de corriger les connaissances antérieures à diverses échelles : régionale, synoptique, globale, physique et dynamique, recentrant ainsi l'action de la climatologie sur l'étude des interactions sol-atmosphère et leur évolution.

I - LES SATELLITES MÉTÉOROLOGIQUES ET LA REDÉCOUVERTE DES CLIMATS

A. Contexte scientifique, cadres conceptuel et théorique et méthodologie

Le 1er avril 1960 naît l'ère de la météorologie spatiale avec le lancement du satellite TIROS I (*Tele-*

*Maître de conférences, département de géographie, Université de Yaoundé I, Cameroun

**Chargé de cours, département de géographie, Université de Yaoundé I, Directeur de *Cameroon Environmental Watch* (CEW), Cameroun

vision and Infrared Observation Satellite) qui donne les premières images de la terre. Ces images en noir et blanc sont mal adaptées aux coordonnées géographiques. C'est pour cela qu'en 1964 les satellites Nimbus sont lancés, l'objectif principal des Américains étant de tester des capteurs en vue d'un usage opérationnel ultérieur. À partir de 1966, avec la réorganisation de l'administration spatiale américaine, les satellites d'observation de la terre prennent le nom de *Environmental Survey Satellite* (ESSA). La deuxième génération de satellites météorologiques désignée *Applications Technology Satellite System* (ATS) est dès lors lancée avec pour but d'enregistrer et de transmettre à des stations basées au sol des données analogiques et numériques. Pendant la même période, les Soviétiques s'investissent dans la télédétection spatiale et développent les satellites Cosmos, semblables aux Nimbus américains. Ensuite viennent le tour des Français, des Japonais, des Anglais et des Allemands. Au cours des décennies 1970-1990, à l'initiative des Américains, des Européens, des Russes et des Japonais, des satellites géostationnaires (Météosat, GOES, INSAT et GMS) et des satellites à défilement (NOAA, TIROS-N) sont mis en place. Leur rôle est d'assurer une couverture globale de la Planète et un suivi continu des divers paramètres d'environnement. Leur avantage majeur est d'effectuer des mesures homogènes à une cadence régulière sur l'ensemble du globe, donnant ainsi des informations sur des régions jusque-là peu connues.

L'intérêt porté aux données satellitaires a justifié la création en 1985 du programme EPSAT : estimation des pluies par satellites pour rassembler autour de ce thème les compétences (satellites, radar, météo, données sol et utilisateurs) et les moyens. D'abord composés de chercheurs du Nord et de quelques universitaires du Sud, il est devenu peu à peu international et africain. C'est ainsi qu'au cours des années 1990, des unités de Recherche EPSAT ont été créées au Sénégal, au Mali et au Cameroun. Au Niger, on a obtenu un jeu de données comprenant le satellite, le radar de Niamey équipé pour la circonstance d'un système de digitalisation et d'acquisition des données et 120 pluviographes. Par ailleurs des algorithmes d'estimation des pluies sont élaborés à Lannion dès 1986. La recherche vise actuellement l'obtention de meilleurs algorithmes adaptés aux besoins spécifiques des pays concernés et à l'élaboration des produits météorologiques et climatologiques pour un développement durable. Il convient de noter que chemin faisant, la première lettre E du sigle EPSAT ne signifie plus Estimation mais Étude, ce qui montre que les préoccupations du Réseau débordent le cadre strict de l'estimation des pluies et couvrent différents aspects des

précipitations. Les informations de base utilisées proviennent des canaux visible et infrarouge thermique de Météosat.

Le satellite européen Météosat, posté au-dessus du golfe de Guinée par 0° de longitude, et à une altitude d'environ 36 000 km, est équipé de radiomètres à trois canaux, visible, infrarouge et vapeur d'eau. Les mesures dans le visible comportent 5 000 lignes de 5 000 points. Dans les deux autres canaux, elles ne sont que de 2 500 lignes et de 2 500 points. L'acquisition et le pré-traitement de ces images sont effectués par le Centre de Météorologie Spatiale de Météo-France à Lannion. Les fichiers résultats sont transférés vers la configuration informatique de l'Antenne locale de IRD qui assure la restitution et le traitement d'images grâce au logiciel TRISKEL. Les principaux produits dérivés sont des fichiers d'indicateurs climatiques (Cunimb, Tmax) à partir des données infrarouge. Des fichiers de nuages froids pour l'ensemble de l'Afrique tropicale vue par Météosat sont élaborés par l'Antenne IRD de Lannion depuis 1986.

Le traitement porte sur 24 images par jour sélectionnées à un rythme horaire et est effectué par période de 5 jours. *"Il consiste à rechercher dans les images les comptes numériques correspondant à la température de chaque point "pixel", et à comptabiliser les résultats sur un tableau en lignes et points en attribuant la valeur 1 en cas de présence de nuage à sommet froid (température inférieure à -40 °C), et la valeur 0 dans le cas contraire. Des sommes peuvent être ensuite effectuées par décade, par mois, et pour la saison, créant ainsi des champs qui équivalent à une statistique des fréquences d'apparition des nuages convectifs"* (Bellec et al., 1985).

B. Problèmes et limitations des données actuelles

L'identification des nuages froids par une méthode de seuillage présente deux imperfections : d'un côté, les nuages chauds *stratocumulus* qui sont pluvio-gènes n'entrent pas dans la comptabilité, de l'autre les nuages froids, *cirrus*, *altocumulus* épais dont les précipitations s'évaporent avant d'atteindre le sol sont pris en compte. Cette difficulté peut en principe être contournée grâce à l'utilisation des données micro-ondes des satellites à orbite polaire. Mais la fréquence de mesure de ces derniers est trop faible et les zones géographiques couvertes trop étroites. Par ailleurs, le profil vertical de température et d'humidité, qui peut être déduit des MSG ou d'autres satellites, est indispensable pour la détermination du flux et de l'épaisseur de la mousson nécessaire pour la

prévision du développement des nuages ainsi que pour l'estimation des précipitations.

Cependant, il faut reconnaître que le principe fondamental de l'élaboration d'une statistique des nuages froids en terme de **fréquence** réhabilite la définition fondamentale de la climatologie perçue comme "la série des états de l'atmosphère au-dessus d'un lieu dans leur succession habituelle". Elle suggère au demeurant qu'aucune méthode d'approche des faits n'est exclusive.

II - LES CHAMPS CONVECTIFS ET PLUVIOMÉTRIQUES SUR LE CAMEROUN

A. La situation mensuelle

Les champs convectifs moyens mensuels pour le Cameroun présentent des situations évolutives d'un mois à l'autre.

La situation au mois de décembre, janvier, février

L'ensemble du territoire camerounais se caractérise par des taux de convection bas : 0 % - 6 %. À partir de 7° N vers le nord du pays, le ciel est complètement dégagé de nuages froids sur la carte de décembre. La limite du ciel dégagé se situe pratiquement à 6° N sur la carte de janvier mais remonte à 8° N sur la carte de février, indiquant ainsi que la zone de convergence intertropicale dans son mouvement Nord/Sud atteint bien sa limite méridionale en janvier et remonte immédiatement après. Les types de temps anticycloniques, liés à l'harmattan (moins de 1 % de convection), marqués par la présence de brume sèche et une activité orageuse diffuse accompagnée de quelques pluies, dominant sur l'ensemble du territoire.

La situation en mars et novembre

Elle correspond à une situation d'intersaison. En mars, la zone de convergence intertropicale continue sa remontée vers le nord, alors qu'en novembre, on assiste à une situation contraire. Mais dans les deux cas, seule une infime partie du pays au nord de 11° N bénéficie encore d'une faible convection. Le Front InterTropical se situe à 7° 30' N-8° N.

Au mois de mars, la zone d'occurrence des nuages à sommet froid variant entre 1 % et 4 % est relativement étroite et disposée suivant une orientation légèrement Sud-Est/Nord-Ouest. Sa limite Sud se situe à 7° 30' N sur le méridien 10°E, à 7°N sur le méridien 15° E. Les plages comprises entre 6 % et 12 %, assez rétrécies sur le Nigeria, se

déploient largement à l'intérieur du Cameroun. La zone de forte convection (12-20 %) s'étale sur le littoral du pays et émet une apophyse jusqu'à 6° 30' N sur la longitude 10° E. Elle couvre également la zone forestière au Sud d'une ligne passant par Yaoundé-Lomié-Yokadouma. À ce niveau, on reconnaît une adaptation de la convection aux principaux obstacles orographiques et notamment aux reliefs et escarpements côtiers qui bordent les plateaux de l'intérieur. L'orientation Nord/Sud du trait de côte se conjugue aux escarpements et reliefs précités pour déterminer l'allure méridienne des amas convectifs sur toute la côte camerounaise. De la même manière s'organisent les champs pluviométriques. Les isohyètes 80 et 100 mm épousent l'allure des zones de fortes convections.

En novembre, les plages 6-12 % occupent souverainement la forêt camerounaise jusqu'à 4-5° N c'est-à-dire jusqu'à la limite sud de la zone de contact forêt/savane. L'apophyse constaté sur la carte de mars au niveau du méridien 10° E persiste, avec un îlot de forte convection sur le mont Cameroun.

Nous avons donc en début de saison des pluies une zone de maximum de convections avec deux branches nettes se recoupant en V sur le Cameroun méridional. Cette zone trahit un cheminement rapide de la mousson et de la pluviosité vers l'intérieur du pays suivant l'axe de la dorsale camerounaise, pénalisant relativement les plateaux intérieurs. On retrouve les dispositions presque semblables sur la carte de novembre, avec cette fois une masse d'air continental beaucoup plus conquérante sur les plateaux intérieurs et toujours une mousson persistante sur les Hautes Terres.

La situation en avril/mai

La dorsale camerounaise reste l'axe privilégié du cheminement de la mousson vers l'intérieur du pays, de sorte qu'il se crée dans la zone de contact forêt/savane, un déficit convectif par rapport aux régions environnantes. En avril, l'apophyse de forte convection et de forte pluviométrie se déploie en arc de cercle conformément à la morphologie de la dorsale camerounaise et rejoint la branche méridionale du V des cartes de mars et de novembre, dans un mouvement tournant dans le sens des aiguilles d'une montre. De la sorte, s'isole la zone déficitaire. Au mois de mai, à l'ouest et à l'est de cette dorsale de forte convection (12-20 %) et de forte pluviométrie, la vallée de la Bénoué et le plateau de Bouar en Centrafrique où les altitudes s'abaissent jusqu'à 600 m se distinguent aisément avec leur taux de convection variant entre 6 et 12 %.

La situation en juin, juillet et août

Les dispositions notées les mois précédents se maintiennent. Le cœur de la convergence est bordé par deux zones de faible convection. La zone méridionale balaie le littoral et s'insinue jusqu'au cœur du plateau sud-camerounais. Si au sud de Yaoundé, la forêt ombrophile connaît ce déficit convectif pour la première fois, au Nord, la zone de contact forêt/savane en est victime pour une seconde fois. Par contre, la dorsale des Hautes Terres est une fois de plus épargnée. Cette situation correspond aux types de temps de petite saison sèche du plateau sud-camerounais. La faible convection est liée à la subsidence anticyclonique entretenue par l'alizé austral et par l'upwelling océanique associé à la remontée des eaux froides vers le Nord.

La situation aux mois de septembre et octobre

Le mois de septembre annonce le recul du déficit méridional et l'installation souveraine de la mousson et de la saison des pluies au Sud de 8°N. Dans ce mouvement de retrait Nord/Sud, le relief souligne le maximum convectif et de pluviométrie de l'axe des Hautes Terres, et les secteurs de faible convection, correspondant aux dépressions topographiques ressortent clairement. La zone de contact forêt/savane fait figure de parent pauvre, même dans ce contexte de forte convection généralisée. Les types de temps correspondant à cette période de l'année sont liés à une mousson très épaisse donnant lieu à des pluies abondantes et de longue durée sous un ciel maussade.

Il apparaît que les Hautes Terres de l'Ouest du Cameroun sont un domaine privilégié de forte convection. Celle-ci s'y installe en maître dès le début de la saison des pluies et ne les quitte que plus tard en fin de saison, quand les régions situées à la même latitude mais plus à l'intérieur du pays sont déjà livrées au souffle chaud et sec de l'harmattan. Si, pendant l'hiver boréal, les Hautes Terres marquent la limite sud de l'alizé continental, en juin, juillet et août, elles bloquent l'alizé austral dans sa progression vers le Nord. Les offensives de ces deux masses d'air sont cependant susceptibles de créer dans la région des déficits convectifs saisonniers pouvant entraîner de forts déficits pluviométriques.

Ainsi, les champs convectifs mensuels permettent de mieux comprendre l'organisation des champs pluviométriques sur le territoire camerounais. On retrouve en gros les différentes régions pluviométriques reconnues et leur extension relative. Le relief constitue cependant un élément perturbateur fondamental qui n'autorise pas aisément la zonalité de la pluviométrie telle qu'on l'observe ailleurs en Afrique occidentale. La

quasi permanence de la mousson et les précipitations qu'elle génère sur les Hautes Terres du Cameroun central justifie en partie leur rôle de château d'eau pour les régions environnantes.

B. Champs pluviométriques et champs convectifs : essai de mise en relation

Au regard de la coïncidence entre les champs convectifs et les champs pluviométriques, nous avons essayé d'établir des liens entre les nuages convectifs et la pluviosité sur le territoire camerounais. À cette fin, nous avons pour chaque station météorologique identifié les types de temps prédominants aux différentes heures synoptiques. Deux fichiers ont été élaborés : le premier contenant la fréquence des pluies et le type de nuages observés au niveau de la station, le deuxième, le type de nuages observés par le satellite au dessus de la station aux heures synoptiques correspondantes à partir des images Wefax D5 et D6 de Météosat pour les mois de juillet, août et septembre 1988 et 1990. La principale contrainte ici a été la disponibilité des images, ce qui ne nous a pas permis d'étendre l'étude sur une plus longue période. Plusieurs cas de figures se sont ainsi présentés pour chaque station considérée :

- 1- pluie + nuages convectifs,
- 2- nuages convectifs, pas de pluie,
- 3- pluie + pas de nuages convectifs,
- 4- pas de pluie + pas de nuages convectifs,

Les fréquences d'apparition des différentes situations ont été déterminées et les calculs de corrélation entre ces situations effectués.

Le Nord du pays au climat soudano-sahélien est représenté par les stations de Maroua et de Garoua, les Hautes Terres du Cameroun central par les stations de Ngaoundéré, de Meiganga, de Bamenda, de Koundja, de Yoko, et de Nkongsamba. Le plateau sud-camerounais et l'Est du pays sont représentés par les stations de Bertoua, de Yaoundé, de Yokadouma, et de Sangmélina. Les stations de Douala et de Kribi représentent la zone côtière. L'analyse des résultats montre qu'en saison des pluies, la corrélation pluie/convection est forte : 0.8 pour l'ensemble des Hautes Terres. La convection est à son maximum les après-midi, période pendant laquelle l'activité orageuse est généralement intense. Pour les stations du Plateau sud-camerounais et de l'Est du pays, la corrélation se situe entre 0.44 et 0.50. Pour le littoral, les valeurs de corrélation sont faibles : 0.15. Pour les stations du nord du pays, la corrélation pluie-convection n'est significative qu'en été boréal : 0.65. Voici les résultats obtenus pendant les mois de juillet, d'août et de septembre pour quelques stations :

Au mois de juillet, Garoua, Maroua -0,66 ; Ngaoundéré 0,59 ; Yokadouma 0,44 ; Kribi -0,11. Au mois d'août, Garoua, Maroua 0,50 ; Yoko et Ngaoundéré 0,70 ; Yokadouma 0,1 ; Douala -0,63 ; Kribi -0,74.

En septembre, Maroua et Garoua 0,62 et 0,76 ; Bamenda 0,77 ; Sangmélima 0,55 ; Kribi et Douala 0,40 et 0,13 .

Les faibles taux de corrélation obtenus pour les stations du littoral et du plateau sud camerounais en juillet-août s'expliquent par le fait que cette période correspond à la petite saison sèche pendant laquelle l'alizé maritime ne donne généralement que des nuages de type stratiforme. Au nord du pays, cette période correspond au passage fréquent des lignes de grains. Sur les Hautes Terres du Cameroun central prévalent les orages. C'est dire que ces résultats paraissent satisfaisants et autorisent dès lors à penser à une forte similitude entre les champs convectifs et les champs pluviométriques dans l'ensemble. Ce qui constitue un avantage par rapport aux zones sahariennes ou péri-sahariennes où les études relatives à l'estimation des pluies par satellites sont rendues très complexes du fait des conditions climatiques extrêmes et la rareté des événements pluvieux. De plus l'identification par le haut des nuages peut permettre, en l'absence des données de terrain, de déduire leur efficacité pluviogénique, à condition d'avoir une bonne connaissance de la dynamique des masses d'air sur le territoire.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les satellites météorologiques permettent ainsi une redécouverte des climats du Cameroun. La fréquence des nuages à sommet froid inducteurs de la plupart des précipitations sur notre région donnent une idée plus précise de l'extension des types de temps. La relation nuages convectifs/précipitations a été également abordée. Un lien relativement fort existe entre les deux phénomènes. Il est attesté par des taux de corrélation se situant au dessus de 0.5 pendant la période étudiée. C'est dire le parti qui peut être tiré des données satellitaires en ce qui concerne l'étude des précipitations sur le Cameroun. La question de la relation entre les champs pluviométriques déterminés à l'aide des données traditionnelles et ceux des nuages à sommet froid a été posée dès le début de cette étude. Nous nous sommes rendus compte du fait que les zones de fortes précipitations correspondaient également aux zones de fortes convections. Il s'est avéré que les zones de relief, particulièrement l'axe de la dorsale des Hautes Terres du Cameroun central,

étaient à la fois fortement convective et fortement pluvieuses. Cela est dû à la double influence du relief : exaltation des nuages pluviogènes d'une part, canalisation des flux humides (mousson) et venues d'humidité par l'est) d'autre part. En définitive et d'après les différentes cartes, les pluies au Cameroun sont relativement faciles à régionaliser à l'échelle mensuelle. Comme le pixel Météosat mesure 25 km², la similitude des cartes étudiées autorise de penser qu'au-delà de quelques pixels, la cohérence spatiale de la pluie saisonnière permet l'emploi des modèles d'interpolation linéaire qui suppose continuité et stationnarité des champs précipitants comme cela a été observé au Sahel (Lebel *et al.*, 1994). Ces résultats sont en accord avec les faits tels qu'ils sont vécus sur le terrain.

ORIENTATION BIBLIOGRAPHIQUE

CARN, M. (1994).- Apport de la télédétection satellitaire à la pluviométrie d'un fleuve sahélien : Le Sénégal. In : GUILLOT, B.- *Problèmes de validation des méthodes d'estimation des précipitations par satellite en Afrique Intertropicale*. Paris, ORSTOM, pp. 31-43.

CARN, M. ; LAHUEC, J.P. ; DAGORNE, D. ; GUILLOT, B. (1991).- Estimation des pluies par satellites au Sahel. Utilisation de la température de surface du sol, en vue d'une estimation en temps réel. In : MOUNIER, J.- *Satellites et climatologie*. Rennes, Université de Rennes II, pp. 21-28.

CADET, L.D. ; GUILLOT, B. (1991).- *EPSAT (Estimation des pluies par satellites)*. Veille climatique satellitaire, 63 p.

DAGORNE, D. (1991).- Outils, logiciel de traitement de données multisources d'environnement. In : MOUNIER, J.- *Satellites et climatologie*. Rennes, Université de Rennes II, pp. 41-50.

GUILLOT, B. (1991).- Climatologie par satellites : présentation de la 1ère journée du colloque de Trégastel. In : MOUNIER, J.- *Satellites et climatologie*. Rennes, Université de Rennes II, pp. 7-11.

GUILLOT, B. (1994).- *Problèmes de validation des méthodes d'estimation des précipitations par satellite en Afrique Intertropicale*. Paris, ORSTOM, 228 p.(Colloques et Séminaires).

JOBART, J. ; DESBOIS M. (1992).- Remote sensing of rainfall over tropical Africa using Meteosat infrared imagery : sensitivity to time and space averaging. *International Journal of Remote sensing*, 13(14), pp. 2 683-2 700.

MILFORD, J.R. ; DOUGAL, M.C. (1994).- Rainfall

Estimation from cold cloud duration : Experience of the TAMSAT Group in West Africa. In : GUILLOT, B.- *Problèmes de validation des méthodes d'estimation des précipitations par satellite en Afrique Intertropicale*. Paris, ORSTOM, pp. 13-30.

MORIN, S. (1989).- *L'ouest du Cameroun, hautes terres et bassins*. Université de Bordeaux III, 2 tomes, 1 atlas, 1 190 p. (Thèse d'État).

SUCHEL, J.B. (1988).- *Les climats du Cameroun*. Université de Bordeaux III, 2 tomes, 1 186 p. (Thèse d'État).

TSALEFAC, M. (1999).- *Variabilité climatique, crise économique et dynamique des milieux agraires sur les hautes terres de l'Ouest du Cameroun*, Université de Yaoundé I, Département de Géographie, 2 tomes, 1 atlas, 474 p. (Thèse d'État).

Maurice TSALEFAC, professeur de climatologie à l'université de Yaoundé I au Cameroun, est responsable de l'Équipe de Recherche sur l'Environnement et le Développement au Cameroun (EREDCA), et Président du Comité national du Programme International Géosphère-Biosphère (PIGB). Il est l'auteur de plusieurs articles de climatologie sur le Cameroun et l'Afrique, dont :

Les amas nuageux de l'Afrique Tropicale entre 30°N et 30°S : caractérisation, typologie et répartition spatio-temporelle, Thessalonique, Publications de l'Association Internationale de Climatologie, 1994. Co-auteur.

Variabilité des précipitations sur le territoire camerounais : essai de régionalisation à partir des cumuls mensuels et du cycle annuel, Toulouse, Publications de l'AIC, 1995. Co-auteur.

Roger NGOUFO, chargé de cours de géographie physique et gestion des ressources naturelles, à l'université de Yaoundé I, est membre de l'équipe de recherche sur l'environnement et le développement au Cameroun (EREDCA). Il est responsable du Laboratoire de Géographie Physique et a publié plusieurs articles sur l'environnement et la gestion des ressources naturelles. Il dirige un Observatoire de suivi de l'exploitation forestière par systèmes d'informations géographiques. Il est co-auteur de :

Les monts Bambouto (sud-ouest du Cameroun) face à la déprise caféière : les enjeux socio-économiques d'une montagne tropicale humide. In : BART, F. ; MORIN, S. et SALOMON, J.N. (Eds.).- *Les montagnes tropicales*. Bordeaux Pessac, 2001, pp. 519-530.

An overview of logging in Cameroon, Washington, Global Forest Watch, World Resources Institute, 2000.

RÉSUMÉ/ABSTRACT

LES SATELLITES MÉTÉOROLOGIQUES ET LA REDÉCOUVERTE DES CLIMATS DE LA PLANÈTE : L'EXPÉRIENCE DE L'ESTIMATION DES PLUIES PAR SATELLITES AU CAMEROUN PAR L'ÉQUIPE EREDCA

par Maurice TSALEFAC & Roger NGOUFO

Par leur couverture globale, par la haute répétitivité des informations qu'ils collectent et par leur caractère opérationnel, les satellites météorologiques permettent, depuis une quarantaine d'années de redécouvrir les climats de la planète. Mais la masse de données qu'ils procurent reste jusqu'à présent très peu exploitée. Cela est peut-être dû à la complexité même de ces données et au retard qu'accuse de plus en plus la recherche face à une technique qui évolue de façon vertigineuse. En Afrique tropicale où les données conventionnelles comportent beaucoup de lacunes, l'utilisation des données satellitaires est nécessaire même si leur interprétation n'est pas simple. Les satellites donnent des informations sur la source des précipitations, les nuages, mais ne rendent pas compte de la chute effective des pluies. Des études visant à établir des liens entre les nuages et les pluies ont été menées aux États-Unis (Richards & Arkin, 1981), en Angleterre (Milford & Dugdale, 1990), au Centre de Météorologie Spatiale de Lannion en France (Guillot *et al.*, 1994) et au Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD) en France (Jobart & Desbois, 1992). Il en est ressorti que la température de -40 °C est un bon indicateur du sommet des nuages cumuliformes de type cumulonimbus (nuages froids), générateurs de la plupart des précipitations en Afrique tropicale. Des fichiers de nuages froids sont ainsi élaborés au Centre de Météorologie Spatiale de Lannion depuis 1984. À partir de ces fichiers, des champs de nuages froids ont été élaborés pour le Cameroun (1984-1994). Sur ces champs ont été superposées des cartes de pluviométrie (pour la même période) élaborées grâce au logiciel Surfer. La comparaison des cartes ainsi conçues autorise un suivi qualitatif de la saison des pluies au Cameroun. Elle permet un meilleur suivi de la zone de convergence inter-tropicale dont on connaît l'importance pour les types de temps en Afrique tropicale et met en évidence l'influence des facteurs géographiques sur la convection. Enfin, à partir de l'analyse combinée de l'évolution des nuages tels que vus par le satellite et la fréquence des pluies dans les différentes stations, on a établi des relations entre les nuages froids et les précipitations. Par leur continuité et leur homogénéité spatiale, les produits ainsi construits permettent de redécouvrir les champs climatologiques à toutes les échelles, d'établir des liens intéressants entre les nuages et les précipitations et de relativiser le rôle jusque-là attribué à certains facteurs de la pluviométrie comme la mousson et le relief sur le pays.

Mots-clés : Afrique, Cameroun, télédétection satellitaire, climatologie, estimation des pluies.

WEATHER SATELLITES AND THE REDISCOVERY OF THE PLANET'S CLIMATES. THE EREDCA TEAM'S EXPERIMENT IN ESTIMATING RAINFALL IN CAMEROON BY SATELLITES

by Maurice TSALEFAC & Roger NGOUFO

Abstract : By their global cover, by the high repetivity of information that they collect and by their operational character, meteorological satellites allow, since a forty of years to rediscover climates of the planet. But the mass of data that they obtain remain up till now very little exploited. That is due perhaps to the even complexity of these data and to the delay that accuses increasingly the research in the face of a technique that evolves breathtaking manner. In tropical Africa where conventional data comprise a lot gaps, the utilization of satellite data is necessary even if their interpretation is not simple. Concerning rains for example, satellites give information on the source of precipitations, clouds but do not render account the effective rain fall. Studies aiming to establish bonds between clouds and rains have been led in the United States (Richards and Arkin, 1981) , in England (Milford and Dougal , 1990), in Centre de Météorologie Spatiale de Lannion in France (Guillot and al., 1994) and in Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD) in France (Debois; Jobart and al., 1992). It is emerged that the temperature of less 40°C is a good indicator of the summit of cumuliformes clouds type like cumulonimbus (cold clouds), generators of most precipitation in tropical Africa. Cold cloud files are thus elaborated in Centre de Météorologie Spatiale de Lannion since 1984. From these files, cold cloud fields for Cameroon (1984-1994) have been elaborated. On these fields have been overlaid rainfall maps (for the same period) elaborated thanks to software Surfer. The comparison of maps thus conceived authorizes a steady qualitative of the season of rains in Cameroon. It allows a better follow up of the intertropical convergence zone much more reliable to the study of weather types in tropical Africa . It puts in evidence the influences of geographical factors on the convection. Finally, from the combined analysis of the evolution of clouds as seen by the satellite and the rainfall frequency in the different stations, one has established relationships between cold clouds and precipitations. By their continuity and their spacial homogeneity, products thus constructed allow to rediscover climatics fields at various scales, to establish interesting bonds between clouds and precipitations and minimize the role up to - now attributed to some factors of the rainfall as the monsoon and the relief on the country.

Keywords: satellite remote sensing, climatology, rainfall estimation, Africa, Cameroon.