

**VALIDATION COMPAREE DES METHODES D'ESTIMATION DE PLUIE**  
**EPSAT (Lannion) et TAMSAT (Reading)**  
**DURANT LES DECADES DE L'HIVERNAGE 1989**

**Franck TIMOUK**  
**Antenne de télédétection ORSTOM à AGRHYMET**  
**Unité de traitement d'images**

La connaissance des quantités de pluie tombées sur les espaces régionaux est l'un des intrants incontournables de l'information géographique nécessaire au diagnostic et à l'aménagement des milieux en Afrique sahélienne. La pluviométrie issue des réseaux d'acquisition terrestre des pays du CILSS présente quelques lacunes d'utilisation dues notamment aux difficultés contextuelles d'entretien des réseaux et à l'acquisition différée et souvent aléatoire des données par le centre AGRHYMET. Les estimations satellitaires sont des valeurs spatialement intégrées valables pour l'ensemble de la surface couverte par le champ de vue du capteur, facilement accessible et d'un coût relativement faible.

La pluviométrie annuelle sahélienne peut être caractérisée par une carte d'isohyètes sur laquelle on perçoit un gradient zonal croissant du nord vers le sud avec une légère inclinaison vers le sud lorsque l'on va d'ouest en est (Morel R. 1992). Les ondulations des isohyètes sont dues à des facteurs locaux : influences positives des reliefs et négatives des régions humides à l'intérieur du continent. L'espace sahélien considéré pour la validation des deux méthodes est compris entre l'extension septentrionale de l'isohyète 250 mm et méridionale de l'isohyète 750 mm. Les limites occidentales et méridionales sont déterminées d'une part, en excluant les régions sahéliennes dont la dynamique des masses d'air est directement soumise aux influences océaniques et d'autre part, celles dont les données pluviométriques terrestres sont incomplètes (fig 1).

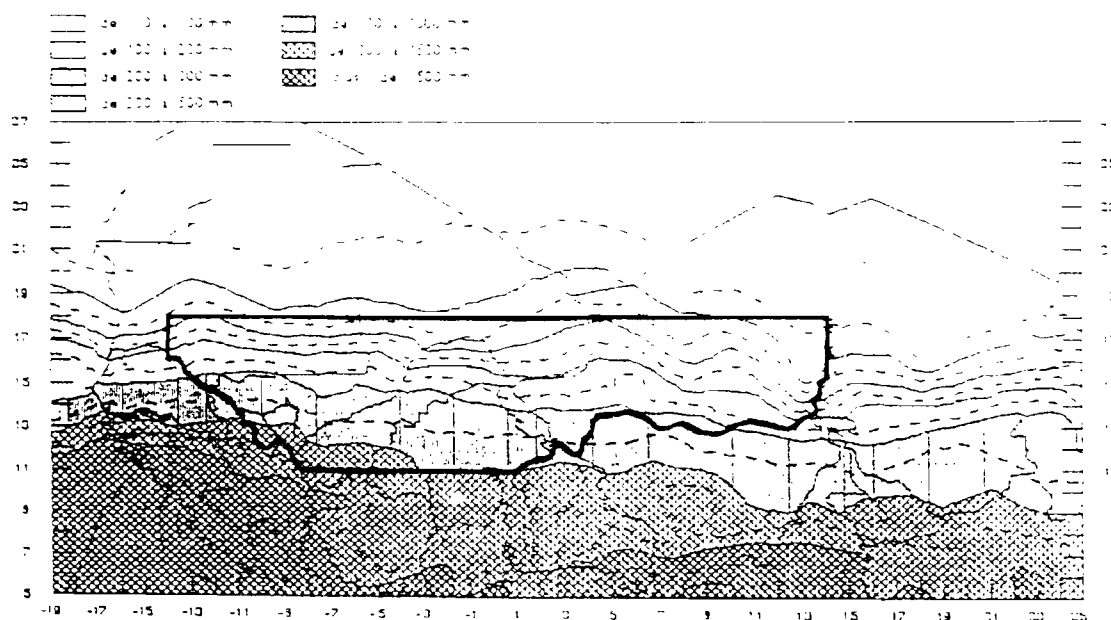


Figure 1 : Pluies médianes normales, période 1951-1980 (d'après Morel R. 1992).  
 Zone d'étude

Les deux méthodes opérationnelles d'estimation satellitaires que nous nous proposons de comparer, EPSAT Lannion (Carn *et al*, 1989) et TAMSAT Reading (Milford J.R., Dugdale G., 1986) utilisent l'hypothèse selon laquelle l'occurrence à un certain seuil de température des surfaces de nuages à sommet froid, est un indicateur génésique des précipitations. Ce seuil est déterminé à partir du canal infra-rouge thermique du satellite Météosat. La relation entre l'indice satellitaire et les pluies estimées s'établit, pour la méthode de Reading, par un jeu de coefficients régionaux et mensuels pour un seuil de température donné fourni par l'équipe TAMSAT (fig 2 et 3). La calibration des estimations EPSAT s'effectue directement sur l'ensemble de l'Afrique de l'ouest par un lot de données pluviométriques ponctuelles. Elle détermine les quantités de pluie suivant une régression multiple combinant l'occurrence à  $-40^{\circ}\text{C}$ , la moyenne des températures maximales atteintes au cours de deux pentades et la latitude :

$$P = A \cdot \text{Occ}^{-40^{\circ}\text{C}} + B \cdot \text{Tmax} + C \cdot \text{Lat} + d$$

La mesure de la pluie en un point ne reflète pas systématiquement et même rarement ce que peut être la moyenne d'une lame d'eau tombée sur l'aire d'un pixel Météosat, soit  $25 \text{ Km}^2$  (Lebel *et Al*, 1990, 1991, 1992). A des fins objectives d'intercomparaison, nous avons opté pour la confrontation des estimations de chaque méthode sur les champs de pluie de l'ensemble de la zone d'étude. La représentation des champs de pluie observés est limitée par l'utilisation d'un lot de données de validation indépendant de la calibration du modèle EPSAT. Le pas de temps décennal utilisé pour les applications agroclimatiques de l'AGRHYMET se rapproche du phénomène d'hétérogénéité spatiale de l'évènement pluvieux de type sahélien.

Les champs de pluie de référence de l'hivernage 1989 ont été interpolés en utilisant les fonctions splines. Le but de ce type d'interpolateur est d'estimer la variable de pluie  $Z$  en un point  $XY_0$  non mesuré en imposant à la variable un tracé très lisse (Thauvin V. 1992). Ses propriétés élastiques garantissent la continuité de la courbure aux points imposés. Les segments de courbes joignant ces points ont une allure polynomiale du troisième degré. Il ne s'agit pas dans cette étude de discuter de la pertinence de la méthode géostatistique de spatialisations. En effet, le réseau de 208 pluviomètres, disponible en mode opérationnel à l'AGRHYMET, constitue a priori un maillage qualitativement insuffisant pour l'espace de validation. Dans le cas d'une distribution spatiale uniforme des stations de collecte, la représentativité du réseau s'effectuerait sur un carroyage en unité de deux degrés carrés (environ  $40\,000 \text{ Km}^2$ ) par pluviomètre. Le défaut majeur des fonctions splines est certes de ne tenir compte que de la géométrie du réseau très hétérogène (fig 4). La densité et la configuration spatiale du réseau impliquent nécessairement de lourdes contraintes, quel que soit l'interpolateur utilisé.

L'interprétation graphique des champs de pluie interpolés et estimés a été facilitée par la mise en classes de chaque décennie. Une discrétisation en quantile suivant l'analyse de la distribution des pluies décennales sur la période de 1980 à 1990 nous a permis d'établir quatorze bornes limites de classes contenant chacune 7.7% des effectifs. Les valeurs extrêmes fortes (entre 2.5% et 3% des effectifs pour chaque décennie) ont été classées à part, tout comme pour les valeurs zéro. L'analyse de ces cartes nous a permis l'évaluation de la représentativité spatiale réciproque des estimateurs (Timouk F. 1993).

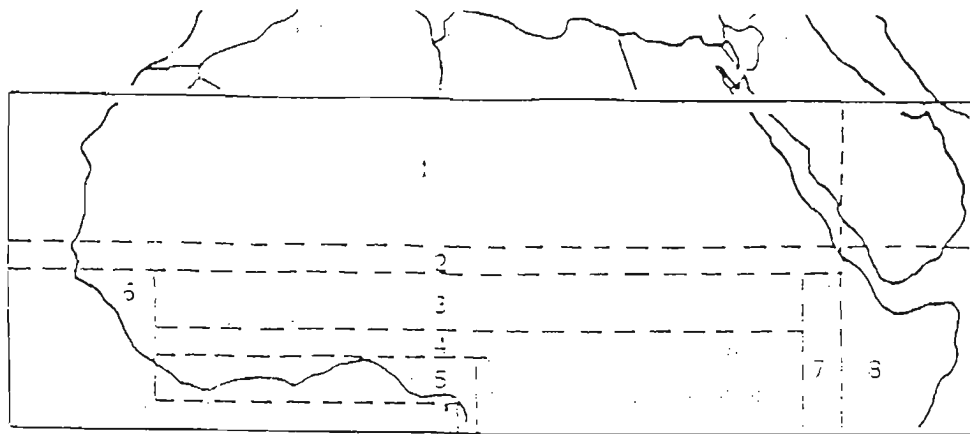


Figure 2 : Régions climatiques de la calibration des estimations TAMSAT

Zone	Juin			Juil			Août			Sept		
	T°	Coef	Const	T°	Coef	Const	T°	Coef	Const	T°	Coef	Const
1	-50	0.78	2.13	-50	1.85	1	-50	2.6	-5.11	-50	1.47	2.05
2	-50	1.45	0.5	-50	1.83	7.94	-50	2.4	7.58	-50	2.32	-2.7
3	-50	2.07	6.86	-50	1.86	26.27	-40	1.57	27.95	-50	1.99	12.77
4	-40	1.22	23.54	-40	1.49	22.84	-40	1.45	26.85	-40	1.03	33.06
5	-40	0.69	37.57	-40	2.79	13.97	-40	3.02	17.17	-40	2.64	21.87
6	-50	3.17	10.5	-40	2.14	52.71	-40	2.2	69.8	-40	1.89	38.23
7	-40	1.19	44.55	-40	2.41	20.03	-40	2.34	23.93	-40	1.49	27.39
8	-40	4.11	-2.65	-40	1.47	14.95	-40	1.79	24.32	-40	1.65	22.25

Figure 3 : Calibration TAMSAT des occurrences de nuage à sommet froids' (pour occurrences > 0)  
(D'après Dugdale G.)

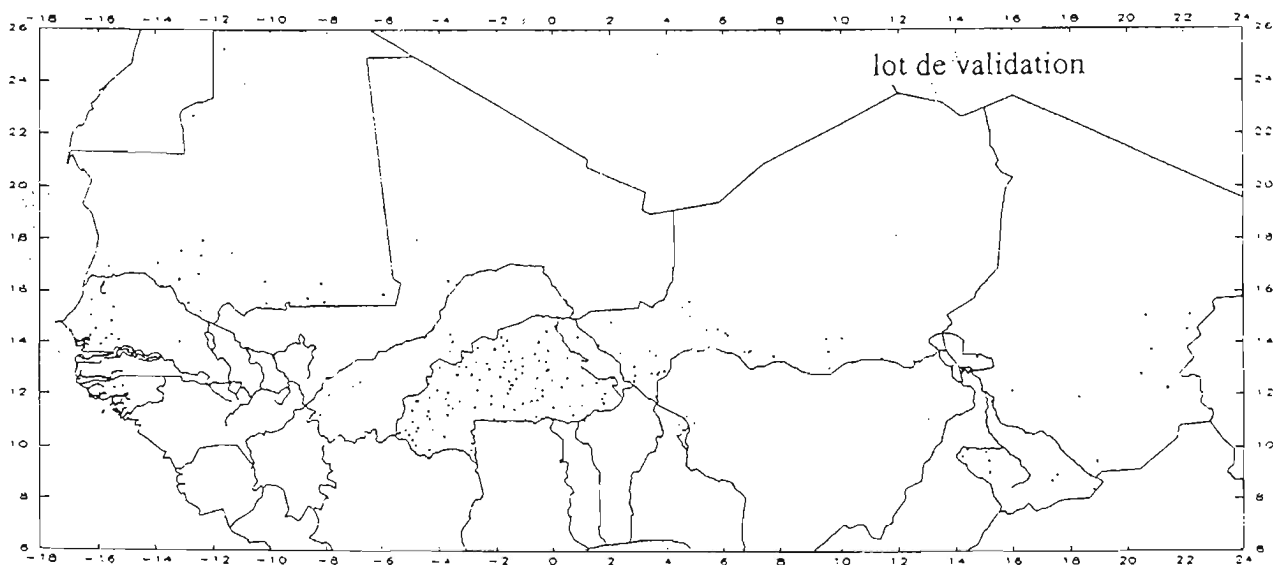


Figure 4 : Réseau opérationnel de pluviomètres de validation des estimations à AGRHYMET  
(d'après Drouet J.L.)

## Discussion

Les champs de pluie TAMSAT sont caractérisés par une sous-représentation générale des fortes valeurs de pluie. Ceci peut être dû à la particularité de l'hivernage 1989 qui comporte de fortes fréquences d'événements pluvieux érratiques particulièrement intenses. La comparaison des classes médianes, illustrées par la deuxième décade d'Août (fig 5), indique une relativement meilleure description de l'hétérogénéité spatiale des pluies décadaires.

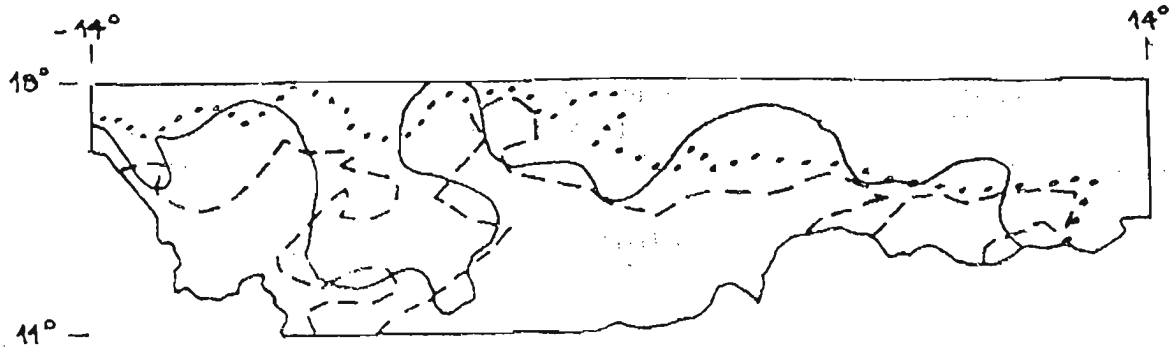


Figure 5 : Isolignes des classes médianes ]42 ; 48] mm pour la deuxième décade d'août

—— RESEAU SOL    - - - - TAMSAT    ..... EPSAT

Les champs EPSAT décrivent pour toutes les décades, un gradient pluviométrique nord-sud au dépend de la localisation effective des pluies. Les deux variables Tmax et Lat très corrélées entre elles tendent à reproduire la zonalité des distributions que l'on observe en général sur de plus longues périodes. Les coefficients de corrélation linéaire calculés après élimination des valeurs extrêmes indiquent, excepté pour la première décade de septembre, de meilleurs estimations quantitatives de la méthode EPSAT (fig 6).

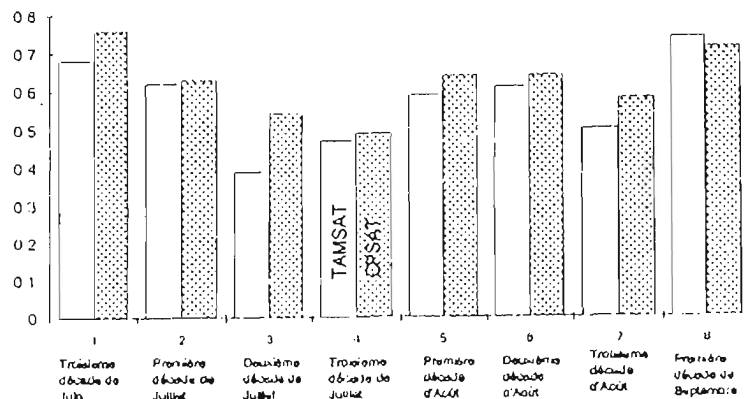


Figure 6 : Coefficients de corrélation entre les estimations et les champs de pluies de validation interpolés

Il nous semble intéressant d'exposer ici deux remarques :

- La zonation géographique du modèle TAMSAT est une démarche qui tend vers la prise en compte de facteurs locaux influençant les précipitations. Conçue à l'échelle continentale, ce découpage néglige les réalités régionales des différents espaces sahétiens. Les coefficients de calibration calculés sur les années antérieures ne seront significatifs que d'une situation moyenne au dépend des phénomènes de variabilité spatiale et temporelle des pluies sahétiennes.

- La calibration en temps quasi-réel des estimations à l'aide des données telles qu'elles sont disponibles à l'AGRHYMET est une contrainte majeure dans un contexte opérationnel.

**Carn M., Dagonne D., Guillot B., Lahuec J.P., 1989**, Estimation des pluies par satellite en temps réel en Afrique sahélo-soudanienne. Essai d'utilisation d'une calibration issue du champs de température maximum de surface, Veille climatique satellitaire, 28, pp 47-54.

**Lebel T., Cazenave F., Gathelier R., Greard M., Gualde R., Kong J., Valero T., 1990, 1991, 1992**, Rapports de campagne EPSAT-Niger, ORSTOM.

**Milford J.R., Dugdale G., 1986**, Application of Meteosat data in agriculture, Proceeding of 48th easter school in agricultural science, University of Nottingham, July 1989, Butterworth, London, 16 p.

**Morel R., 1992**, Atlas agroclimatique des pays de la zone du CILSS, programme AGRHYMET, Coopération Française-CILSS, 10 vol.

**Thauvin V., 1992**, Etude de la répartition des précipitations en milieu sahélien à l'aide du réseau dense de pluviographes de l'expérience EPSAT-Niger, Thèse de doctorat de l'Université de Montpellier II, 200 p.

**Timouk F., 1993**, Evaluation comparée de deux méthodes d'estimation des pluies au Sahel par satellite Météosat : le cas de l'hivernage 1989, mémoire de maîtrise de l'Université de Paris I, 67 p.

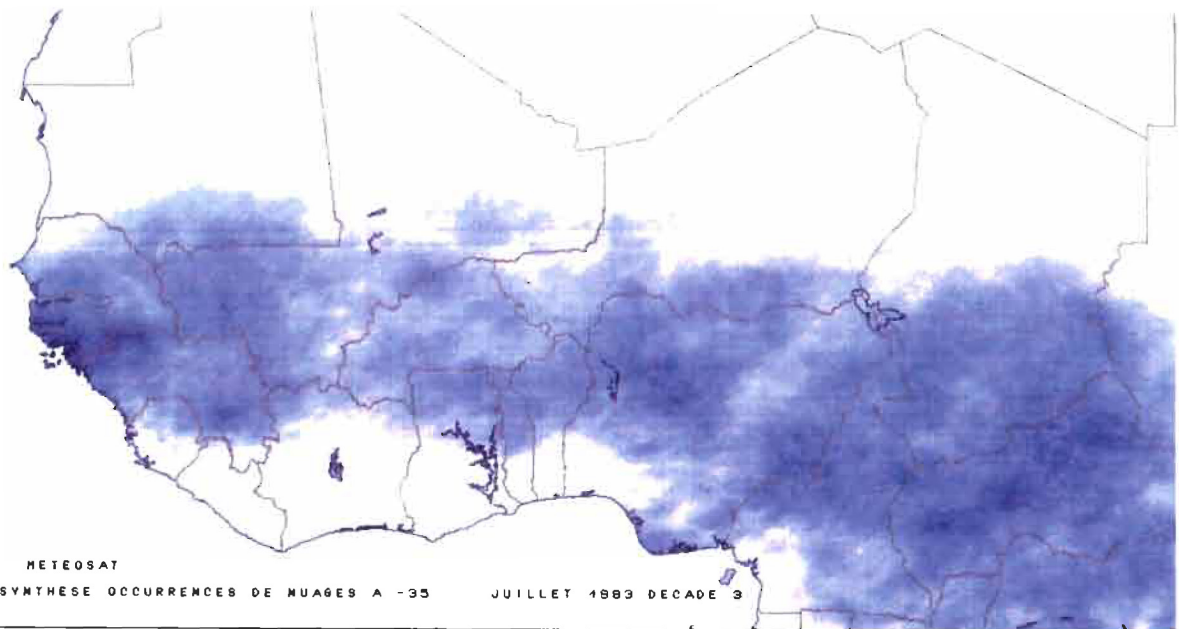


CILSS

PROGRAMME AGRHYMET

**ATELIER  
ESTIMATION DES PLUIES PAR SATELLITE**

NIAMEY DU 02 AU 04 DECEMBRE 1993



**CENTRE AGRHYMET : B.P. 11011 NIAMEY, NIGER**  
**TEL: (227) 73. 31. 16. / 73. 24. 36.**  
**FAX: (227) 73. 24. 35.**

## TABLE DES MATIERES

---

	Pages
- Programme de l'atelier	4
- Liste des participants	6
- Allocution d'ouverture du Directeur Général du Centre AGRHYMET	9
- Synthèse et conclusions	11
- Communications :	
. Bref exposé sur le phénomène "pluie" <i>A. BIZIMANA</i>	14
. Estimation des précipitations en zone sahélienne : l'expérience EPSAT - NIGER, une vérité sol adaptée <i>J.D. TAUPIN et T. LEBEL F 41246</i>	18
. La collecte des données pluviométriques pendant la campagne pluviale 1993 (1er mai - 31 octobre) et leur fiabilité <i>J.-L. DROUET</i>	32
. Evolution du DHC pour l'intégration des champs pluviométriques : sensibilité des termes du bilan hydrique des cultures simulé au pas de temps de calcul <i>X. GIRARD et S. BALLU</i>	47
. Le système Météosat <i>F. TALL</i>	55
. La chaîne de traitement AGRHYMET <i>J.-C. BERGES</i>	59
. Interface des stations Météosat/PDUS acquises par l'ASECNA <i>T. ROY</i>	63
. Description de la base de données utilisée pour la validation des algorithmes d'estimation des pluies <i>F. TALL</i>	67
. Estimateurs satellitaires de la pluviométrie enregistrée au Sahel <i>T. ROY</i>	74
. Climatologie des pluies et régionalisation <i>J.-C. BERGES</i>	87

. Méthode de filtrage des amas nuageux <i>L. CUNIN</i>	95
. Suivi de l'hivernage 1993 à l'aide des indicateurs occurrences de nuages à sommet froid et minima de températures radiatives <i>J.-L. DROUET</i>	101
. Over view of the FAO - ARTEMIS estimation activities <i>G. L. VAN HERWAARDEN</i>	118
. Estimation des pluies au Sénégal par la méthodologie TAMSAT : bilan provisoire des résultats de quatre années d'applications <i>A. TOURE, H. GEORGE, N. D. NDIAYE</i>	127
. Validation comparée des méthodes d'estimation de pluie EPSAT (Lannion) et TAMSAT (Reading) durant les décades de l'hivernage 1989 <i>F. TIMOUK</i> F 41247	135
. Evaluation d'estimations de pluie par satellite sur l'Afrique de l'Ouest <i>H. LAURENT et Y. ARNAUD</i> F 41248	140
. Comparaison des méthodes d'estimation des pluies AGRHYMET, EPSAT, TAMSAT au cours de la saison 1993 <i>J.-L. DROUET et L. CUNIN</i>	147
✓ . Validation des algorithmes d'estimation des précipitations par satellite (EPSAT et TAMSAT) sur le degré carré de Niamey pour les saisons des pluies 1990 et 1993 <i>Y. ARNAUD et J. D. TAUPIN</i> F 41248 bis	162
. Principes, limitations et perspectives des méthodes d'estimation des pluies par satellite <i>M. DESBOIS</i>	168
. Etude préliminaire des cumuls de pluie sahéliens <i>P. HUBERT et C. A. TOMA</i>	175