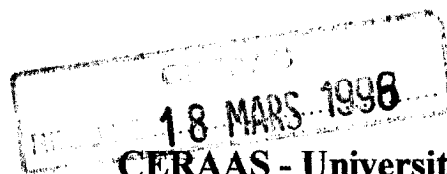


CR0100155



CERAAS - Université Libre de Bruxelles



Centre d'Etude Régionale
pour l'Amélioration de
l'Adaptation à la Sécheresse

Caroline Annez de Taboada
3^{ème} année du grade d'ingénieur agronome
Armée académique 1997- 1998

Analyse spatiale de scénarios pluviométriques de l'échelle départementale à l'échelle nationale

Université Libre de Bruxelles
Av. F. Roosevelt 50-Cp 169
1050 Bruxelles
Belgique

ANNE
DE
155

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à Monsieur Harold ROY-MACAULEY, Directeur du CERAAS, pour l'accueil, les moyens financiers et techniques dont j'ai pu bénéficier tout au long de mon stage.

J'adresse tout particulièrement mes remerciements à mon maître de stage, Monsieur David BOGGJO, Biométricien au CERAAS, pour la formation, l'aide et les conseils qu'il m'a prodigués durant ce stage.

Je remercie également Benoît SARR, **bioclimatologue** au CERAAS pour son aide et ses conseils ainsi que tout le personnel du CERAAS dont les diverses compétences m'ont été d'une grande aide.

Je tiens enfm à saluer tous les techniciens et les chauffeurs pour leur collaboration technique et leur disponibilité.

SOMMAIRE

Introduction	2
Sujet du stage	3
Contexte du stage	4
I. Le Sénégal	4
1.1. Situation géographique -	4
1.2. Situation climatique -	5
1.3. Situation économique	7
II. Le CERAAS	8
Protocole de terrain	9
I. Le réseau météorologique national	9
I.1. Description	9
II. Réseau pluviométrique départemental	10
II. 1. Description	10
II.2 Méthodologie	11
Analyse géostatistique	13
I. Introduction	13
II. Concepts théoriques	13
III. Analyse variographique	14
IV. L'interpolation	15
Résultats	17
I. Moyennes pluviométriques.	17
II. Tableau des résultats	18
III. Discussion des résultats	18
Conclusion	19
Bibliographie	20

INTRODUCTION

Le CERAAS, Centre d'Etude Régional pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse, a mis au point un modèle de prévision de la production en arachide : AraBHy (Arachide Bilan Hydrique, Annerose, 1990).

Ce modèle fait appel à des relevés pluviométriques de terrain à partir desquels il simule le bilan hydrique de la culture pour en évaluer les paramètres de production. Il est ainsi possible de fournir une estimation du niveau de production en arachide avant la fin de la campagne agricole pour un site sur lequel on dispose de données pluviométriques.

Les données pluviométriques sont recueillies sur les sites du réseau météorologique national. A partir de celles-ci, la production pour chaque site est estimée ; ces données sont interpolées pour proposer une information continue à l'échelle nationale. Pour évaluer la précision de l'estimation de la répartition nationale de la production, on se propose d'étudier la distribution spatio-temporelle du facteur principal de variation : la pluviométrie. Etant donné la nature des précipitations (variabilité, quantité et dispersion) dans la zone étudiée, la couverture du réseau pluviométrique national mis en place permet-elle une interpolation réaliste ?

Ce stage a pour objectif de déterminer la précision de l'interpolation de données pluviométriques qui ont été recueillies sur les sites répartis sur l'ensemble du Sénégal.

La méthodologie retenue consiste à relever les données pluviométriques enregistrées par le réseau des services de météorologie nationale (réseau constitué de 43 pluviomètres répartis sur le Sénégal) et celles recueillies par un réseau plus dense de pluviomètres établis sur un département pilote

Les données pluviométriques sont collectées parallèlement chaque semaine sur les deux réseaux pendant toute la durée de l'hivernage. A partir de celles-ci, une interpolation permet d'obtenir une information continue sur le territoire considéré. Une comparaison des résultats de cette interpolation permet de déterminer l'erreur systématique commise lors du traitement des données pluviométriques issues du réseau national.

C'est cette comparaison qui permettra de déduire l'erreur systématique commise en interpolant des données pluviométriques issues du réseau national.

CONTEXTE DU STAGE

I. Le Sénégal

I. 1. Situation géographique

Le Sénégal est le pays le plus à l'ouest de l'Afrique occidentale. Il est principalement composé d'une plaine légèrement vallonnée et peu découpée. Sa superficie est de 196,192 km².

Au Nord, la frontière avec la Mauritanie est définie par le fleuve Sénégal ; le fleuve Falémé délimite la frontière avec le Mali ; la Guinée et la Guinée-Bissau sont les pays limitrophes au Sud. La Gambie forme une enclave de 11.295 km² le long du fleuve Gambie au Sud du Sénégal.

La majorité de la population sénégalaise réside dans le “ bassin de l'arachide “, situé à l'Ouest du pays et dans les centres surpeuplés de Dakar, Thiès, Diourbel, Kaolack, Louga, Tambacounda et Ziguinchor. Près de 30 % de la population est concentrée dans ces villes et 40 % dans le “ bassin de l'arachide ”.

I.1.1. La zone d'étude : le département de Diourbel

Le Sénégal est administrativement divisé en régions et chaque région en départements. La région de Diourbel se situe au Centre-Ouest du Sénégal, compris entre 14° de latitude Nord et 17° de longitude Ouest.

Elle est divisée administrativement en 3 départements : Diourbel, Bambey et Mbacke. Le département de Diourbel est situé en plein centre du bassin arachidier (Fig. 1).

Le département de Diourbel couvre une superficie de 1.296 km².

Les sols du “bassin de l'arachide” se classe selon deux grands types : les sols “Dior” et les sols “Dek”. Les sols de type “Dior” recouvrent la majeure partie du département de Diourbel, Ils ont une grande importance agricole. Ils fournissent la majeure partie des productions d'arachide et du mil **souna**. Tous les sols Dior ont en commun une texture très sableuse qui les rend légers, meubles et perméables, mais leur structure instable leur vaut une grande fragilité et limite étroitement leur capacité de rétention de l'eau. Un lessivage actif s'y exerce : un lessivage vertical ayant pour effet la migration en profondeur des éléments ferrugineux et la superposition d'horizons très homogènes, un lessivage latéral accentuant leur pauvreté en argile et entraînant l'accumulation des éléments **fins** vers le pied des versants et des bas-fonds (Pélissier 1966). Les sols Dek sont beaucoup moins répandus. Leur répartition morcelée **coïncide** avec les dépressions interdunaires, les cuvettes, le pied des versants, plus généralement toutes les zones déprimées où le drainage tend à s'orienter.

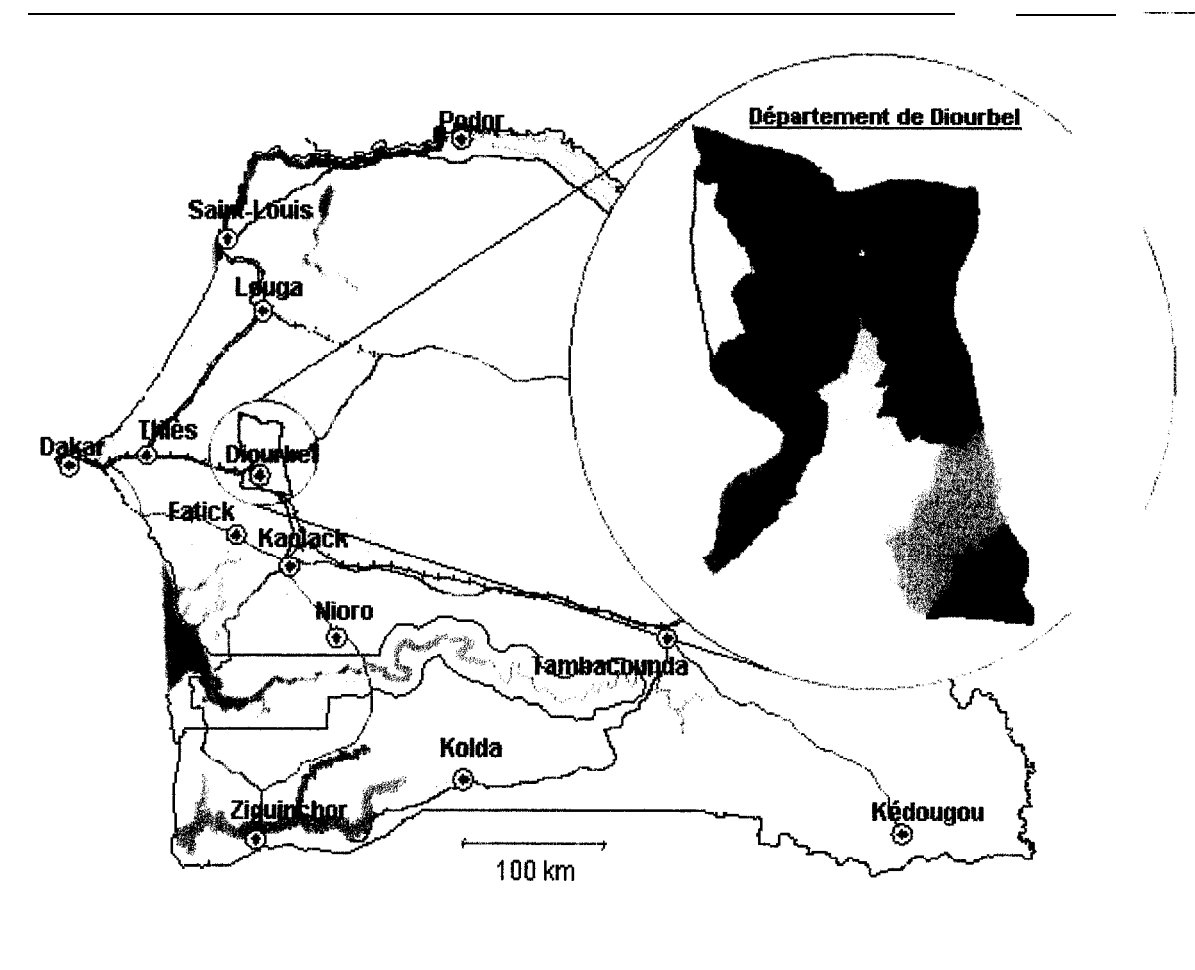


Fig. 1 : Carte du Sénégal. En médaillon : le département de Diourbel

1.2. Situation climatique

Le climat du Sénégal, de type sahelien, est caractérisé par deux saisons :

- Une saison sèche qui s'étale de novembre à mai durant laquelle la pluviosité est nulle. Entre décembre et février, le paysage est parfois balayé par l'harmattan, vent sec et froid provenant du Nord, responsable des forts taux d'évaporation existant sur la majorité du territoire sénégalais. Les températures varient alors de 16 à 26 °C en moyenne.

- Une saison des pluies, appelée plus particulièrement "hivernage", de juin à octobre avec des températures moyennes de 25 °C à 35 °C. La pluviométrie moyenne, calculée sur les vingt dernières années est de 440 mm avec 310 mm de moyenne pour l'année la plus sèche (1983) et 695 mm pour l'année la plus pluvieuse (1969). Comme toutes les régions à la limite Nord des vents alizés, le Sénégal souffre d'un régime de précipitations extrêmement variable tant dans l'espace que dans le temps. Par exemple, à Saint-Louis, situé dans le nord-est du pays, il a plu 127 mm en 1903 contre 660 mm en 1912.

Le Sénégal subit depuis bientôt vingt ans une sécheresse persistante. Celle-ci se traduit principalement par un glissement des isohyètes vers le sud et une réduction de la durée de l'hivernage. On a pu ainsi constater une chute moyenne de plus de 270 mm entre 1974 et 1983 (Fig.2). Cette baisse renforce la dégradation des écosystèmes et induit des changements profonds dans les systèmes agraires.

Une carte des isohyètes du Sénégal réalisée sur l'hivernage 1997 indique une diminution relative des pluies du Nord au Sud : 140 mm sur le site de "Louga" et 1383 mm sur le site de "Kedougou" (Fig.3). De plus, la longueur moyenne de la saison pluvieuse varie du Nord au Sud : elle s'étale sur deux mois dans la vallée du fleuve Sénégal et sur six mois en Casamance.

station	Années (pluie en mm)										diminution des pluies en mm	
	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	entre 1974 et 1983	
Dakar Yoff	366.3	564.0	387.3	171.2	323.4	341.1	377.8	339.2	1305.5	1154.9	211.4	
Kédougou	1296.2	1271.9	1111.8	1109.3	1595.0	958.3	1116.1	1005.6	654.3	1302.5	245.5	
Kaolack	548.0	553.7	472.4	461.1		510.5	418.1	376.7	480.0	189.4	140.6	diminution
Linguère	330.0	478.9	387.7	340.0	316.0	393.3	380.9	259.1		145.4	263.1	moyenne en mm
Louga	408.5	308.3			308.0	252.4		259.1		145.4	263.1	
Tambacounda	943.0	892.9	665.6	602.3	725.6	737.0	523.9	762.8	457.9	488.7	454.3	
Diourbel	598.9	505.2	497.1	351.8	601.2	527.3	340.6	370.8	328.5	285.0	313.9	
Thiès	655.4			288.1	605.6	626.5	409.1	482.7	459.9	250.7	404.7	
Kolda	1019.0	1187.8	920.4	644.6	991.9	823.2	565.9	1001.9	848.4	726.4	292.6	
Podor	150.9	225.5	264.0	132.4	303.9	226.6	219.6	170.8	160.4	64.2	56.7	
Matam	327.5	407.5	392.5	194.0	318.7	259.0	217.5	270.0	275.0	265.0	62.5	
Ziguinchor	1240.4	1417.2	1296.5	790.3	1513.4	1194.1	698.5	1221.4	897.9	818.5	421.9	

Fig.2 : Relevés pluviométriques des principales stations climatiques de 1974 à 1983 en mm

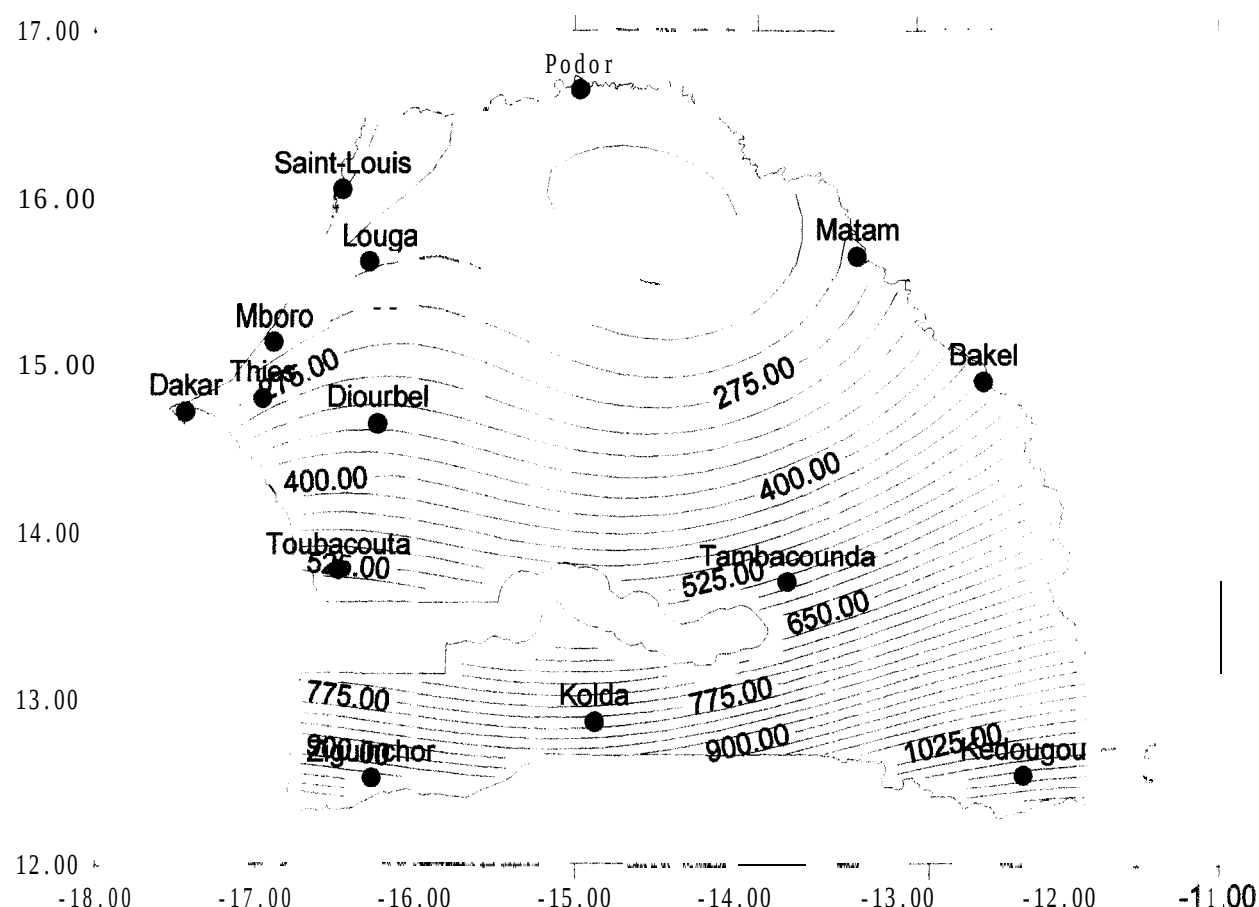


Fig. 3 : La pluviométrie au Sénégal pour l'année 1997

1.3. Situation économique

L'agriculture représente le secteur prédominant de l'économie du Sénégal, du moins en terme d'emplois : elle fait vivre huit habitants sur dix (Pélissier, 1966). Plus de 60 % de la population travaille dans le secteur rural de l'économie sénégalaise, comprenant les productions végétales, l'élevage, la pêche et la sylviculture.

L'agriculture repose principalement sur un système de cultures pluviales dans lequel légumineuses (arachide, niébé) et céréales (mil, sorgho) entrent en rotation.

La place qu'occupe l'arachide dans la balance commerciale sénégalaise reste primordiale bien qu'elle ne représente plus le premier produit d'exportation. En 1966, les produits arachidières représentaient la première ressource économique du pays, mais aujourd'hui ils se placent en troisième position après la pêche et le tourisme.

Le Sénégal se trouve en cinquième position mondiale en ce qui concerne la production d'arachides non décortiquées, mais ne se situe pas dans les cinq plus grands exportateurs mondiaux en arachide,

11. Le CERAAS

Le Centre d'Etude Régional pour l'Amélioration à l'Adaptation à la Sécheresse (CER AAS) est un pôle régional de recherche et de formation créé en 1989 à l'initiative des institutions nationales de recherche agronomique de pays membres de la CORAF¹ et du CILSS². Le CERAAS se dessine dès 1983 avec la mise en place par l'Institut Sénégalais de Recherches Agronomiques (ISRA) et le CIRAD³ d'un programme novateur sur le thème de l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse de l'arachide. L'amélioration de la production en zones sèches, grâce à la création de variétés mieux adaptées aux conditions climatiques, sans accroître l'investissement déjà réalisé par l'agriculteur de ces régions est l'un des principaux objectifs de ce programme.

Le projet se poursuit toujours autour d'une approche scientifique pluridisciplinaire coordonnée, avec l'intégration des nouvelles disciplines comme la génétique, la biométrie, la bioclimatologie, l'agronomie et la modélisation.

L'ISRA, de par ses résultats, a des compétences reconnues auprès des différentes structures nationales de recherche africaines et européennes. C'est grâce aux importants résultats scientifiques obtenus dans le domaine du développement agricole que les instituts de recherche travaillant dans le domaine de l'adaptation à la sécheresse ont confié un mandat à ce programme national de l'ISRA pour développer ses compétences et les mettre à disposition des instituts et des programmes de recherche de la région..

Les activités conduites au CERAAS se déroulent suivant une thématique sur la recherche pluridisciplinaire sur l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse. Jusqu'à présent 18 espèces ont été étudiées dont notamment l'arachide, le niébé, l'igname-haricot, le sorgho, le coton

Les projets élaborés au CERAAS associent des chercheurs, des experts et des étudiants d'institutions d'Afrique, d'Europe et d'Amérique du Sud. Ces personnes sont accueillies pour étudier une problématique spécifique dans le cadre de leur programme national de recherche

¹ Conférence des Responsables de recherches Agronomiques en Afrique de l'Ouest et du Centre.

² Comité permanent Inter-Etat de Lutte contre la Sécheresse au Sahel.

³ Centre Intertropical pour la Recherche Appliquée au Développement

I. Le réseau météorologique national

I.1. Description

Le réseau météorologique national a été installé par la Direction de l'Agriculture (DA). Il compte 43 sites pluviométriques répartis sur une surface totale de 196.192 km² ; soit une densité de un **pluviomètre** pour 4.563 km². La répartition géographique de ce réseau présente un fort déséquilibre d'Ouest en Est (fig.4).

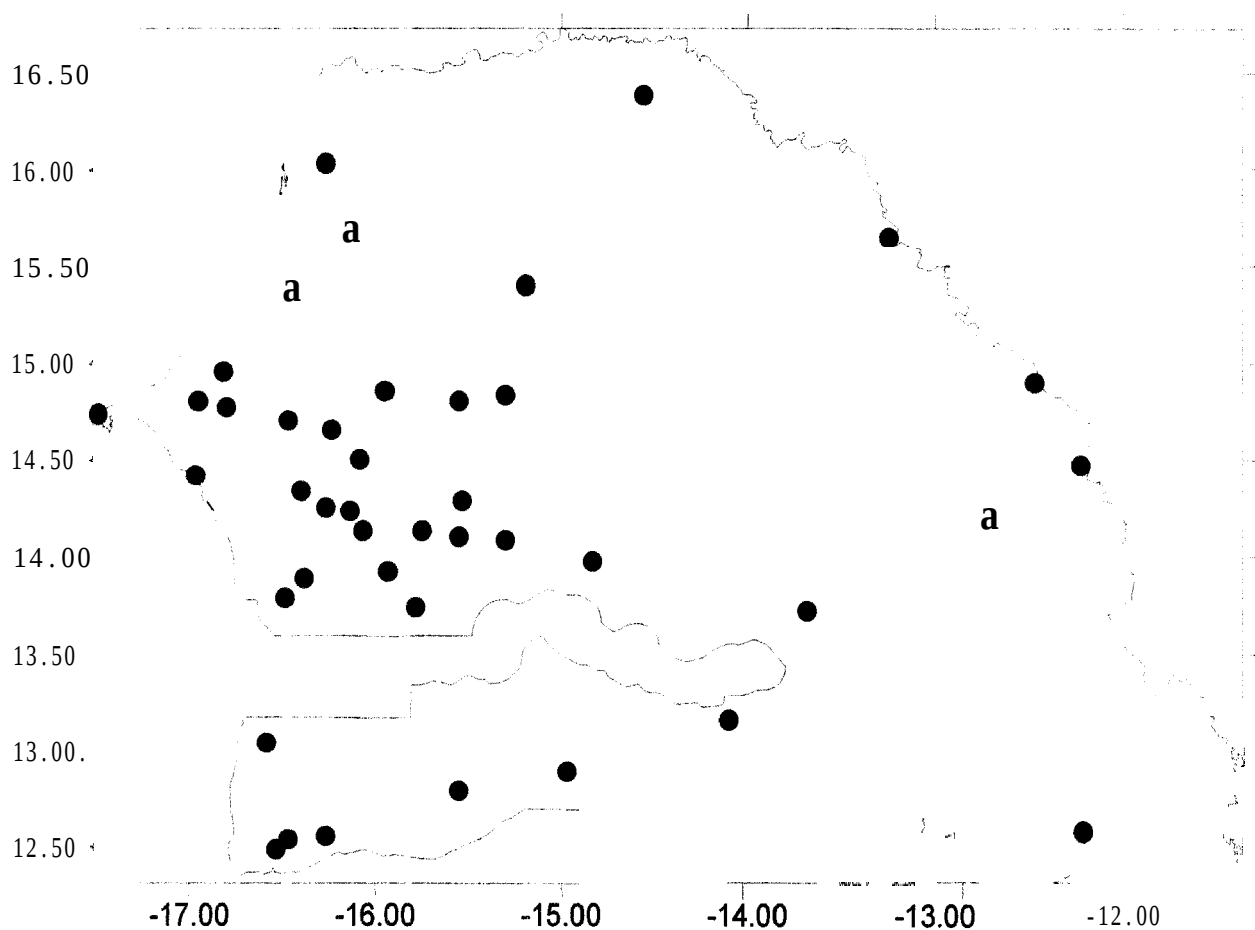


Fig.4 : Répartition des pluviomètres sur l'ensemble du Sénégal

Chaque station enregistre automatiquement les pluies en mm. Les données sont alors recueillies dans une base de données établie depuis les années 50. Pour cette étude, on n'utilisera que les pluies enregistrées durant l'hivernage 1997.

II. Réseau pluviométrique départemental

II. 1. Description

Le CERAAS a installé un réseau de pluviomètres sur un département pilote : le département de Diourbel (Fig.5). Ce département a été choisi afin de permettre les analyses de corrélations entre les mesures de rendement en arachide relevées sur le terrain et l'estimation des rendements faite à partir de la pluviométrie.

Ce réseau est constitué de 23 pluviomètres répartis sur une surface totale de 1.296 km², soit une densité de un pluviomètre pour 56 km². Ce réseau présente donc une densité nettement supérieure à celle du réseau national ainsi qu'une répartition géographique plus équilibrée.

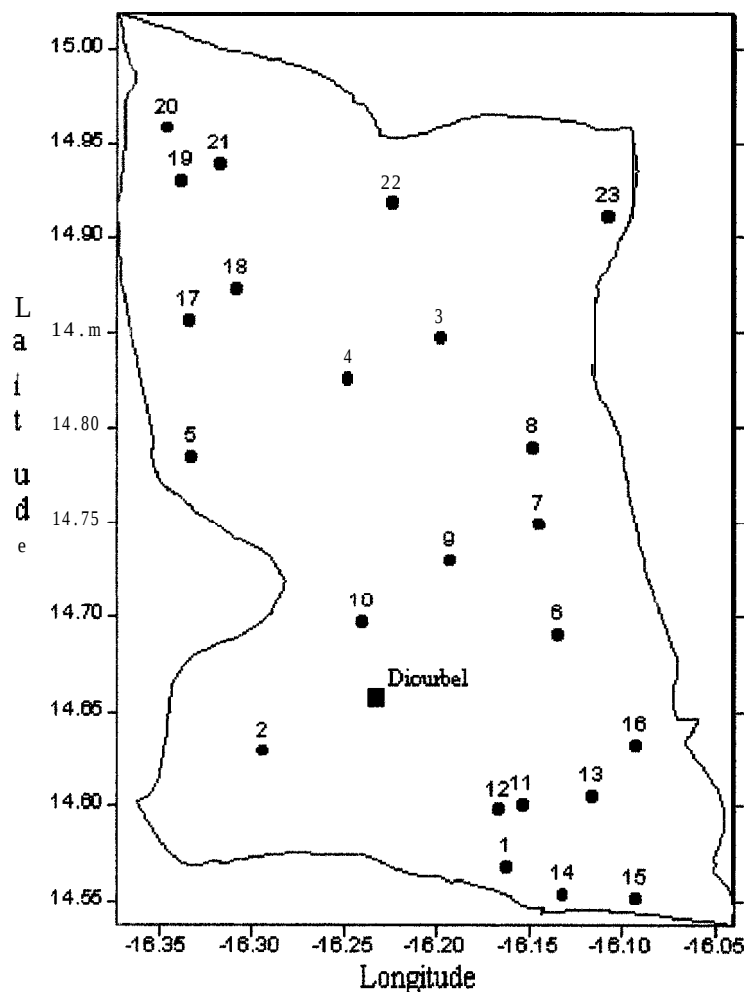


Fig.5 : Réseau pluviométrique réparti sur le département de Diourbel

II. 2 Méthodologie

11.2.1. Installation du dispositif

Chaque pluviomètre est disposé dans un endroit découvert **afin** d'éviter l'interception de l'eau de pluie. Afin de disposer d'un ensemble de données géocodées, la position de chaque pluviomètre est relevée par la méthode **GPS**⁴, méthode donnant à tout moment et à tous points la longitude et la latitude du lieu où se trouve l'appareil récepteur.

Pour chaque pluviomètre, un agriculteur local est désigné responsable sur base de :

- sa localisation (son habitation doit être proche du pluviomètre) ;
- sa capacité de lire (pouvoir lire le niveau de pluie tombée) ;
- sa capacité d'écrire (pouvoir transcrire les relevés) ;
- sa capacité de calculer (pouvoir additionner les quantités).

Chaque paysan-responsable reçoit une farde, un crayon., un calendrier et une **fiche** de récolte des pluies. Cette fiche sera préalablement organisée **afin** de rendre son utilisation **aisée** (annexe).

II.2.2. Récolte des données

Les paysans-responsables des pluviomètres doivent relever à chaque pluie tombée:

- la quantité de pluie en ml à l'aide d'un récipient gradué ;
- la date à laquelle a eu lieu la pluie ;
- l'heure du relevé.

Une fois par semaine, une tournée des 23 pluviomètres du département de Diourbel est effectuée afin de relever toutes les pluies enregistrées depuis la tournée précédente.

Au retour au **CERAAS**, la saisie des relevés est effectuée dans une base de données sous **Access**. Ce logiciel permettra un traitement et une gestion aisée de l'ensemble des données géocodées.

⁴ Global Positioning System

II.2.3. Erreurs de mesure

Certaines erreurs peuvent être faites par les paysans, par exemple :

- le renversement du pluviomètre, ce qui entraîne une lecture incorrecte;
- l'oubli du relevé ou le retard de lecture ;
- la mauvaise lecture d'une quantité d'eau ;
- le relevé de la date incorrect : erreur fréquente lorsque la pluie a eu lieu au cours de la nuit.

Ce type d'erreur ne peut être évalué et donc ne peut être pris en compte dans l'analyse.

Pour l'avenir, on peut améliorer le système **afin** de minimiser au maximum ces erreurs non quantifiables. Par exemple en :

- Installant un pluviomètre témoin qui permet une évaluation de l'erreur **faite** par les paysans : la lecture s'effectuera par un paysan ainsi que par un stagiaire. En fin d'hivernage, on compare les données pour évaluer l'erreur commise par le paysan. Cela permet d'obtenir un pourcentage d'erreur à tenir en compte lors de l'analyse des résultats ;
- Utilisant des pluviomètres accompagnés d'un entonnoir pour diminuer les pertes par évaporation (les pluviomètres utilisés ici sont des récipients cylindriques) ;
- Réalisant une séance de formation pour les paysans choisis comme responsables. Cette formation aura pour objectif de préciser les points importants pour une bonne récolte tels que le relevé rapide après la pluie, un transvasement correct, une bonne lecture. A cela peut s'ajouter une période d'essai permettant de sélectionner les personnes les plus rigoureuses.

1. Introduction

A partir des données pluviométriques, on effectue une interpolation pour obtenir une information continue sur le territoire considéré. Celle-ci doit respecter au mieux la réalité, c'est-à-dire tenir compte du **mode** de variabilité spatiale de ces données. Dans ce but, une analyse géostatistique est effectuée **afin** de caractériser le mode de l'interpolation.

II. Concepts théoriques

La théorie de géostatistique apporte les outils pratiques pour résoudre de nombreux **problèmes** d'échantillonnage de: variables spatiales et pour réaliser des estimations à partir de ces échantillons (Wilmet et *al*,1992).

Les valeurs que prend une variable en deux points ne sont pas strictement indépendantes, comme le suppose la **théorie** classique de l'échantillonnage, mais corrélées. Autrement dit, la variable présente une structure spatiale.

Un outil intéressant pour l'analyse des données spatiale est le "**variogramme**" Le variogramme permet d'observer la corrélation qui existe entre la distance séparant deux points X1 et X2 et la **variance** calculée entre les valeurs Z1 et Z2 localisées aux points X1 et X2. Mathématiquement, cette **variance** (γ) s'exprime par la fonction suivante :

$$\gamma = \frac{1}{2} * [Z(x_2) - Z(x_1)]^2$$

Le variogramme permet donc de décrire la variation spatiale de la variable étudiée. En connaissant le mode de **variation** spatiale, une interpolation réaliste peut être facilement mise en œuvre.

Rappelons que l'interpolation consiste à attribuer une valeur de la variable étudiée aux endroit non échantillonnés à partir de valeurs connues en d'autres endroits. Il existe plusieurs méthodes d'interpolation : krigeage, régression polynomiale, moyenne inverse à la distance, méthode de sheppard. . . . La plus fiable et la plus usitée est le **Krigeage**. C'est une technique statistique qui se base sur une modélisation mathématique de l'analyse de la structure spatiale des variables. Elle consiste à attribuer comme valeur aux endroits non échantillonnés une moyenne pondérée par le carré de la distance entre les sites échantillons.

III. Analyse variographique

A partir des données pluviométriques issues du réseau national et issues du réseau départemental, une analyse de variogramme est effectuée pour en dégager **la structure** de variation spatiale et permettre ensuite l'interpolation de ces données.

Les étapes de la modélisation (celles-ci ont été réalisées à l'aide du logiciel "Variowin") sont les suivantes:

- 1 • on compare des valeurs pluviométriques des points pris deux à deux en fonction des distances qui les séparent ;
- 2 • on construit le variogramme expérimental (Fig.6);

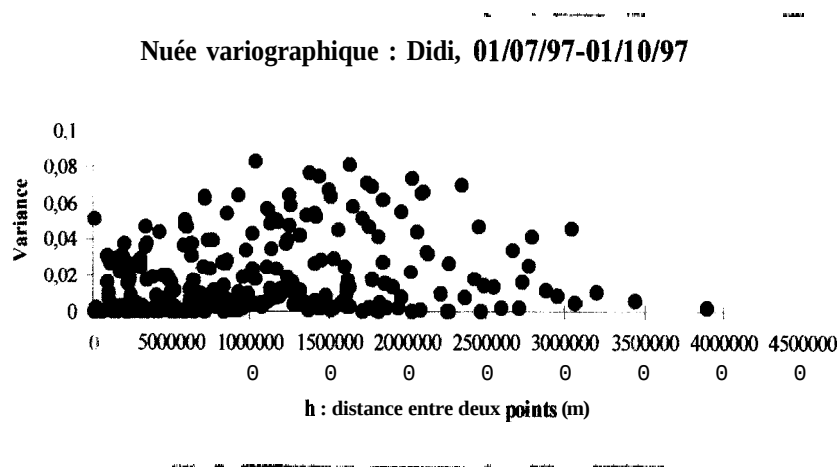


Fig.6 : variogramme du cumul pluviométrique du réseau départemental.

- 3 • on réalise la modélisation proprement dite, c'est-à-dire, l'ajustement d'une courbe théorique sur base du variogramme expérimental (Fig.7), étape cruciale et délicate? car la modélisation entraîne un pourcentage d'erreur non négligeable ;

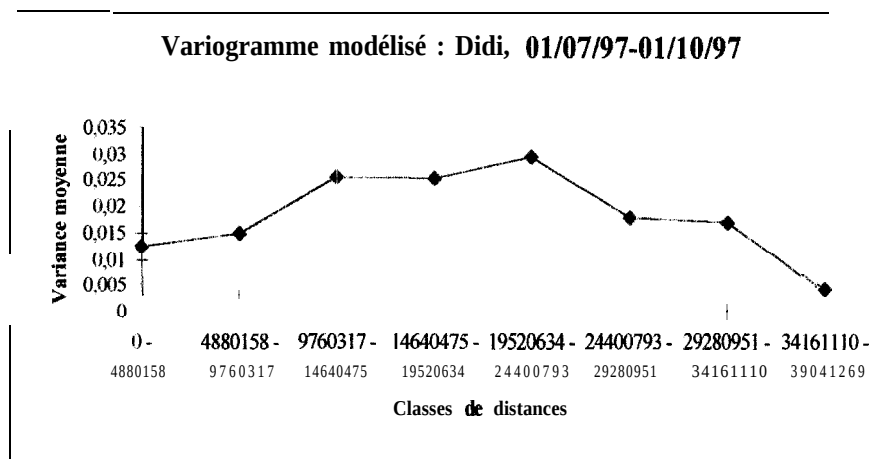


Fig.7 : courbe résultant de la modélisation du variogramme.

4 • on relève les paramètres qui sont nécessaires à l'**interpolation** tels que le type de fonction de modélisation (sphérique, gaussienne, exponentielle, etc.), la valeur du nugget (= effet de pépite, représente une discontinuité à l'origine ou un brusque saut de la **demi-variance** pour de faibles distances à proximité de l'origine. Ce sont des erreurs de mesures ou une **variance** interne au support d'observation) et l'anisotropie. Ceux-ci sont obtenus lors de la détermination de la fonction de modélisation du variogramme expérimental (Fig.8).

```

Variogram measure : Semivariogram
Variable(s):Cumulpluviométrique
DIRECTIONAL VARIOGRAMS
Direction : 0 • Tolerance : 90 • MaxBW. : N/A

Equation de la courbe de modélisation :
y(h) = 1738.667 + 2049.92*Sph 0.2374933 (h)

Dir.(1) : 1 | anis.(1) : 1
indicative Goodness of Fit :5.5246e-02
A priori covariance :3.1227e+03 A priori correlation :1e+00
MODEL PARAMETERS TO BE INCLUDED IN A GSLIB PARAMETER FILE
1 1738.666667 = :nst, nugget
1 0.237493 2049.92 89 1 = it, aa, cc, ang1, anis

```

Fig.8 : caractéristiques de la structure spatiale des données pluviométriques issues du réseau départemental.

IV. L'interpolation

Connaissant pour les données pluviométriques de chacun des réseaux leur mode de variation spatiale, l'**interpolation** peut être réalisée.

A partir des données pluviométriques du réseau national, on effectue une interpolation sur le département de **Diourbel**. On fait pour le réseau départemental une interpolation sur ce même département.

Le principe de l'interpolation consiste à créer un **maillage** de point couvrant le territoire considéré. A chaque point du maillage, une valeur pluviométrique y est attribué (valeur calculée par la méthode de krigeage), (fig.9 et 10).

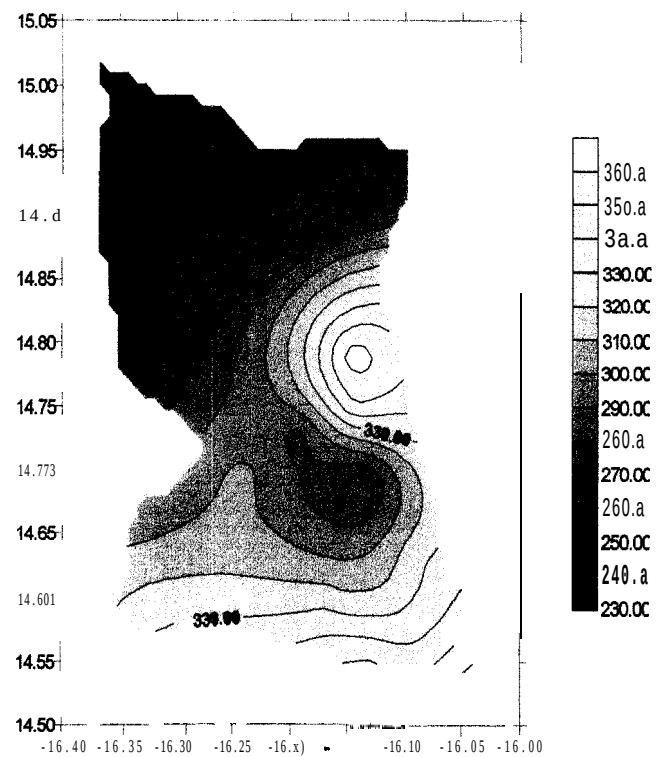


Fig.9 : Cumul pluviométrique en mm sur le département de Diourbel, obtenu à partir du réseau départemental.

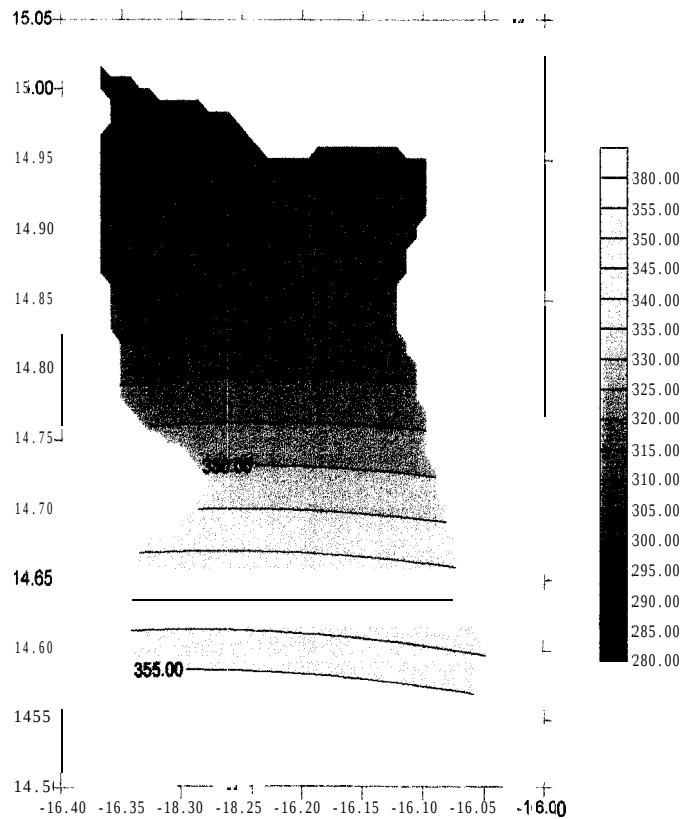


Fig.10 : Cumul pluviométrique en mm sur le département de Diourbel, obtenu à partir du réseau national.

RESULTATS

1. Moyennes pluviométriques.

Le réseau national présente une plus faible densité de points d'observation que le réseau départemental. De ce fait, on peut prévoir que le résultat de l'interpolation à partir de ce réseau national présentera des résultats divergeants de ceux obtenus à partir du réseau départemental. L'intérêt de cette étude est de voir dans quelle mesure a lieu cette divergence et donc l'erreur faite sur les résultats estimés par interpolation.

Pour comparer les résultats de l'interpolation faite à partir du réseau national avec ceux faits à partir du réseau départemental, on calcul la moyenne pluviométrique sur le département de Diourbel (le territoire sur lequel on fait l'interpolation) à partir de ces deux réseaux.

En connaissant le nombre de points formant le maillage de l'interpolation et les valeurs qui y sont attribuées, on peut calculer une moyenne de la pluviométrie:

$$P_{\text{moyenne}} = \sum P_i / n$$

avec : n = nombre de points

P_i = valeur pluviométrique du point i

Le principe consiste donc à comparer la moyenne pluviométrique du réseau national avec celle du réseau départemental. On en dégage ainsi un pourcentage d'erreur pour le réseau national.

Le calcul des moyennes pluviométriques pour les deux réseaux se fait pour des périodes différentes. On réalise une interpolation de données non pas ponctuelles, mais répartie sur un intervalle de temps de 3, 7 ou 15 jours ainsi que pour toute la saison de l'hivernage. Pour ces différents intervalles de temps, on interpole les données enregistrées et on en retire une moyenne pluviométrique pour le département de Diourbel.

On compare ainsi pour plusieurs' périodes les résultats de l'interpolation des deux réseaux.

II. Tableau des résultats

Pour connaître l'erreur effectuée lors de l'interpolation de données issues du réseau national, on calcule :

$$\% \text{ erreur} = [(P_{\text{moy}_{\text{depar}}} - P_{\text{moy}_{\text{nat}}}) / P_{\text{moy}_{\text{depar}}}] * 100\%$$

	Pmoy réseau départemental	Pmoy réseau national	% d'erreur
Intervalle de temps	(mm)	(mm)	
3jours :7-10 juillet	16.69	19.26	15.4
3jours :20-23 juillet	6.30	8.74	38.7
3jours :4 –7 août	4.23	7.66	81.1
7jours :20-27 juillet	9.4	16.95	80.4
7jours :4 – 11 août	9.65	25.06	159.7
15jours :1-15 août	48.26	32.53	32.6
90jours :1/07-1/10	298.14	324.63	8.9

III. Discussion des résultats

On peut constater, d'après les résultats, que l'erreur commise lors d'une interpolation de données pluviométriques, issues du réseau national, n'est pas fonction de l'intervalle de temps.

Une des caractéristiques de base de la pluviométrie des régions sahéliennes est la forte variabilité aussi bien quantitative que spatio-temporelle. En effet, les pluies sont très ponctuelles, d'intensité variable et d'une dispersion géographique très aléatoire. Aux petites échelles de temps, c'est à dire à la taille d'un événement pluvieux, de fortes pluies peuvent voisiner des pluies très faibles, voire nulles, sur quelques kilomètres à peine. De ce fait, on avait imaginé que l'erreur aurait été d'autant plus importante que l'interpolation se basait sur des données réparties sur une courte période. En d'autres termes, que l'interpolation des données pluviométriques étalées sur 3 jours entraînerait une erreur plus grande que l'interpolation de données étalées sur 15 jours.

On constate que ce n'est pas le cas, l'erreur est totalement aléatoire.

Ainsi un résultat, obtenu par interpolation de données issues du réseau national qui ne recouvrent qu'une période courte de l'hivernage, ne présente pas une précision suffisante pour être représentatif

L'erreur reste cependant acceptable (moins de 10%) lors de l'interpolation de données pluviométriques représentant toute la période de l'hivernage (3 mois).

CONCLUSION

Cette étude avait pour objectif d'évaluer la représentativité des résultats d'une interpolation de **données** pluviométriques issues du réseau national. Son intérêt se situe **chez** les chercheurs qui utilisent de telles données, par exemple lors d'une simulation du niveau de production de l'arachide par le modèle **AraBHy**.

Une telle simulation a pour objectif de faire une prévision du niveau de production afin de mettre à disposition un outil à la décision pour les politiques agricoles. Pour garder l'intérêt d'une prévision, l'estimation, qui est basée sur la pluviométrie, doit se faire au début ou au cours de la campagne et non pas en fin de campagne agricole. Cela implique une utilisation de données pluviométriques étalées sur de courtes périodes. Sachant que l'interpolation de données pluviométriques apporte des résultats non fiables, les résultats de l'estimation ne peuvent être représentatifs.

Pour améliorer ainsi le système de prévision agricole, il faudrait se pencher sur l'amélioration du réseau national. En effet, le réseau existant ne propose **qu'un** faible nombre de points de mesures, ce qui entraîne un manque de précision lors d'une interpolation des données,.

Une solution évidente est la mise en place d'un réseau d'observations climatologiques régulier qui couvrirait tout le pays, c'est-à-dire un réseau formé d'un nombre élevé de pluviomètres avec une répartition géographique plus régulière.

Cependant, cette option se révèle impossible, pour diverses raisons :

- économique, car le coût d'entretien d'une station est trop important;
- humaine, car la densité de population est trop faible dans certaines zones pour justifier la présence d'un réseau.

Ainsi, pour **améliorer** la quantité et la qualité des résultats pluviométriques, d'autres moyens devront être développés tels que la télédétection.

BIBLIOGRAPHIE

CHAUVET P., 1992. Traitement des données à support spatial : la géostatistique et ses usages. Rapport N-28//93/G du centre de: géostatistique de l'école des mines de Paris 43 p.

GUISSARD R., 1995. Contribution à la conception et à la mise en place d'un Système d'Information Géographique pour le suivi des cultures vivrières dans le bassin arachidier sénégalais. Travail de fin d'études présenté pour l'obtention du grade d'ingénieur agronome à l'Université Libre de Bruxelles. Belgique.: 83 p.

LAOUORMADJI K., 1994. Application du modèle **AraBHy** au suivi de la campagne arachidière 1994 : cas de la région de Diourbel au Sénégal. Centre d'Etudes Régional pour l'Amélioration de l'adaptation à la Sécheresse. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur des Travaux Agricoles à l'Ecole Nationale des Cadres Ruraux. Sénégal.p.43.

LEBEL T., AMANI A., TAUPIN JD., 1994. La pluie au Sahel : une variable rebelle à la régionalisation. Journées hydrologiques. Montpellier. pp. 189-202.

Orsatti X., 1997. Mise en place d'une base de données associée à la modélisation des cultures et génération automatique de cartes. Rapport de stage effectué au Centre d'Etudes Régional pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse. Sénégal. 58 p.

PELISSIER P., 1966. Le paysans du Sénégal, les civilisations agraires du Cayor à la Casamance. Imp. Fabrique. St Yrieux (Haute-Vienne).

Pelissier p., Sautter G., 1970. Bilan et perspectives d'une recherche sur les terroirs africains et malgaches (1962-l 969). Etudes Rurales. Paris.pp.7-45

TEMARA S., 1996. Mesures des superficies agricoles dans le département de Diourbel (Sénégal), Etude de faisabilité de l'application de la méthode des coordonnées rectangulaires. Rapport de stage de spécialisation. Centre d'Etudes Régional pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse. Sénégal.

TEMARA S., 1997. Contribution au suivi des rendements de l'arachide dans le département de Diourbel (Sénégal) : enquête par sondage et interpolation géographique. Travail de fin d'études pour l'obtention d.u grade d'ingénieur agronome à l'Université Libre de Bruxelles. Belgique. 144 p.