



CR001183

**Suivi agronomique de la croissance
de l'arachide en Afrique occidentale
(Diourbeï, Sénégal) : utilisation d'un
système d'information géographique**

CENTRE D'ETUDES REGIONAL

POUR L'AMELIORATION

DE L'ADAPTATION A

LA SECHERESSE.

RAPPORT DE STAGE AU CERAAS

du 17 juillet au 09 septembre 1996

Samir TEMARA

Université Libre de Bruxelles
Section **interfacultaire** d'agronomie
Av F.D. Roosvelt
50-Cp 169 1050 Bruxelles
Belgique

ISRA • CNRA

B.P. 53 BAMBEY SENEGAL.

TEL. (221) 73.61.97 • 73.60.50

FAX (221) 73.61.97 • 73.60.52

Université Libre de Bruxelles
Section interfacultaire d'agronomie

Suivi agronomique de la croissance de l'arachide en
Afrique occidentale (Diourbel, Sénégal) : utilisation
d'un Système d' Information géographique

Rapport de stage

San-ix Temara

Centre d'Etudes Régional pour l'Amélioration et l'Adaptation à la Sécheresse

TABLE DES MATIERES

<u>1. INTRODUCTION ET CONTEXTE GENERAL</u>	<u>4</u>
1.1 INTRODUCTION	4
1.2 CONTEXTE DU STAGE	4
1.3 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE	5
1.4 CONTEXTE ECONOMIQUE	ii
1.5 LA CULTURE DE L'ARACHIDE	5
<u>2. LE S.I.G. DEVELOPPE AU C.E.R.A.A.S.</u>	<u>7</u>
2.1 INTRODUCTION	7
2.2 BREVE DESCRIPTION DES DIFFERENTS ELEMENTS	7
2.2.1 BASE AREOLAIRE DE SONDAGE (A.F.S.)	7
2.2.1.1 Application de l'A.F.S. au S.I.G. développé au C.E.R.A.A.S	7
2.2.2 LES MESURES DE TERRAIN ET LES MESURES DE LABORATOIRE	7
2.2.3 MODELE DE SIMULATION ARA.B.HY.	8
2.2.4 BASE DE DONNEES	9
2.2.5 TRAITEMENT GEOSTATISTIQUE DES DONNEES	9
2.2.6 REPRESENTATION GEOGRAPHIQUE	9
2.2.7 DIFFUSION DE L'INFORMATION	9
2.3 SCHEMA GENERAL	9
<u>3. SUIVI DE LA CAMPAGNE AGRICOLE 1996 SUR LE DEPARTEMENT DE DIOURBEL.</u>	<u>12</u>
3.1 OBJECTIFS	12
3.2 REALISATION DE LA CAMPAGNE 1996	12
3.3 IDENTIFICATION ET MARQUAGE DES ZONES D'ECHANTILLONNAGE	14
3.3.1 IDENTIFICATION	14
3.3.2 MARQUAGE	14
3.3.3 RECENSEMENT	14
3.4 LES DONNEES PRELEVEES	19
3.5 LES MESURES DE SUPERFICIES	19
3.5.1 INTRODUCTION	19
3.5.2 CALCUL DES SURFACES ET CORRECTION DES MESURES	20
3.6 PLUVIOMETRIE	26
3.7 ECHANTILLONNAGE DES PLANTS PRELEVES ET DES EMPLACEMENTS DE MESURES DE TERRAIN	26
3.8 ORGANISATION DE LA COLLECTE DES DONNEES	26
3.8.1 ORGANISATION DES MESURES REGULIERES DE TERRAIN ET DE LABORATOIRE	26
3.8.2 ORGANISATION DES EQUIPES DE MESURE DES SURFACES	26
3.9 LA BASE DE DONNEES	31
3.9.1 INTRODUCTION	31
3.9.2 LES TABLES DE LA BASE DE DONNEES	31

Bibliographie

Annexes

1. Introduction et contexte général

1.1 Introduction

Dans les pays en voie de développement, la population est principalement rurale et sa subsistance repose essentiellement sur l'agriculture. Dans ce contexte, la collecte de statistiques agricoles est fondamentale pour une planification efficace des politiques de développement agricole.

Cette nécessité se fait d'autant plus ressentir dans les pays sujets à une vulnérabilité alimentaire cyclique, les statistiques agricoles constituent alors un outil indispensable pour mettre en place une politique agricole pertinente et organiser une aide alimentaire (Wilmet et al., 1992).

Dans ces pays, les statistiques agricoles disponibles sont souvent anciennes et peu fiables. De plus, la mise en place de structures classiques de relevés de statistiques agricoles est coûteuse et difficile. En effet, les bases méthodologiques des enquêtes classiques de relevés des statistiques agricoles reposent sur des sondages de population et sont donc mal adaptées à l'évolution économique et démographique rapide des pays en voie de développement (Wilmet et al., 1992).

Les statistiques officielles sénégalaises (direction de l'agriculture, 1990. F A O¹, 1991) sont produites chaque année dans le courant du second semestre d'année académique par la Division des Statistiques Agricoles du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Dans ce contexte, le C.E.R.A.A.S.² élabore un S.I.G.³ susceptible de fournir une information précise sur l'évolution des cultures en cours de campagne agricole. L'utilisation d'un modèle de simulation des cultures d'arachide permet d'estimer les rendements au niveau des parcelles étudiées. L'intégration du modèle au sein du S.I.G. permet d'établir une carte des estimations des rendements; au niveau du territoire étudié.

1.2 Contexte du stage

Ce stage de deux mois a été effectué dans le cadre du Travail de Fin d'Etudes en agronomie à l'Université Libre de Bruxelles, qui sera défendu en fin d'année académique 1996-97.

Le C.E.R.A.A.S. est un pôle régional de recherche et de formation pour l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse. Il a été créé en 1989 à l'initiative des institutions nationales de recherches agronomiques membres de la CORAF⁴ et du CILSS⁵.

Le C.E.R.A.A.S. trouve son origine en 1983 avec la mise en place par l'ISRA⁶ d'un nouveau programme sur le thème de l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse de l'arachide. L'objectif de ce programme est d'améliorer la production en zones sèches au Sahel grâce à la création de variétés mieux adaptées aux conditions pluviométriques, sans accroître l'investissement déjà réalisé par l'agriculteur de ces régions.

Le centre est situé à Bambey, dans le département de Diourhel, à 120 km à l'est de Dakar. L'ensemble des bureaux et des laboratoires est basé dans l'enceinte du C.N.B.A.⁷

¹ Food and Agricultural Organisation

² Centre d'Etudes Régional pour l'Amélioration et l'Adaptation à la Sécheresse

³ Système d'information Géographique

⁴ Conférence des Responsables des institutions agronomiques Africaines

⁵ Comité Interafricain de Lutte contre la Sécheresse au Sahel

Institut Sénégalais de Recherches Agronomiques

Centre Nord Bassin Arachidier

1.3 Contexte géographique

Le Sénégal couvre une superficie de 196 192 km². Il est situé entre 12° et 16 5° latitude Nord et entre 12° et 17° longitude Ouest.

Le climat du Sénégal est caractérisé par une saison sèche qui s'étend de novembre à fin mai et par une saison des pluies qui s'étend de juin à fin octobre. En saison sèche, la température oscille entre 22 et 30°C et la pluviométrie est quasi nulle. En saison humide, ou hivernage, la température varie entre 25 et 35°C et la pluviométrie annuelle totale suit un gradient de 300 à 1500 mm du Nord au Sud du pays.

La région de Diourbel est divisée administrativement en trois départements : Diourbel, Bambey et Mbacke. C'est dans le département de Diourbel que l'on procède à la mise au point du SIG. Ce département est situé au coeur du bassin arachidier.

Le bassin arachidier s'étend des lisières méridionales du delta du fleuve Sénégal jusqu'aux abords de la vallée du Saloum, soit sur près de deux cents kilomètres du Nord au Sud.

Deux types de sols sont principalement rencontrés dans la région : les premiers, les plus fréquents, sont les sols de type Dior Sableux, ferrugineux tropicaux peu lessivés, ils sont pauvres en matière organique et en argile. Ils sont typiques des sols de culture d'arachide.

Les seconds sont les sols de type Dek. Ils ont des teneurs en argile et en limon deux fois plus élevées que celles des sols de type Dior (Pélissier 1958).

1.4 Contexte économique

Au Sénégal, l'agriculture représente le secteur prédominant de l'économie. du moins en terme d'emplois elle fait vivre 8 habitants sur 10 (Pélissier 1958). Les principales cultures pluviales sont l'arachide et les céréales : mil et sorgho.

En 1966, la culture de l'arachide couvre plus de la moitié des surfaces cultivées. L'arachide assure trois quarts des revenus monétaires du monde rural. Au niveau de l'économie nationale, l'importance des produits arachidiers est aussi prépondérante; ils représentent 23 % de la production intérieure brute et 75 à 85 % de la valeur des exportations (Pélissier 1966).

En 1974, les superficies consacrées à l'arachide dépassaient encore 50 % de la totalité des terres arables du pays. Dramatiquement affectée par la chute du cours des matières premières, l'arachide ne figure plus aujourd'hui qu'en troisième position dans les revenus du pays, après la pêche et le tourisme.

1.5 La culture de l'arachide

L'arachide (*Arachis hypogea* L.) est une légumineuse vivrière à graines particulièrement bien adaptée à un climat semi-aride et à un sol pauvre, conditions qui prédominent dans le bassin arachidier sénégalais (Vieira Da Silva 1988).

L'arachide est cultivée pour ses graines servant surtout de matière première pour l'extraction de l'huile utilisée en cuisine et en savonnerie.

Les sous-produits d'huilerie sont nombreux :

- Les tourteaux (alimentation du bétail).
- Les farines de tourteaux.
- Les coques qui servent, après broyage, de combustible.
- Les pellicules rouges qui constituent un son.
- Les mucilages.

Sa place dans l'alimentation de la population a pris une importance grandissante au cours des dernières décennies. Cependant, une politique agricole démotivante pour ce produit et

l'aggravation de la sécheresse a installé de nombreux pays jusqu'alors exportateurs en situation de pénurie (Bockelee & Morvan 1986).

2. Le S.I.G. développé au C.E.R.A.A.S.

2.7 Introduction

Depuis 1995, un S.I.G est développé au C.E.R.A.A.S. (Guissard, 1995) dans le but d'obtenir rapidement une information fiable sur l'état des cultures au sein de la région étudiée

Cette approche utilise des données de télédétection pour réaliser un échantillonnage de données agronomiques. L'unité élémentaire de sondage est une portion de dénommée «base de sondage aréolaire» Le S.I.G. permet de gérer les données recueillies localement par échantillonnage aléatoire sur base de ce sondage. Les données recueillies sur le terrain en ces sites d'échantillonnage permettent de réaliser une prévision des rendements à la récolte au sein des parcelles étudiées

Par application de fonctions d'interpolation adaptées à la distribution spatiale de ces données une carte d'estimation des rendements est obtenue au niveau du territoire étudié

2.2 Description brève des différents éléments

2.2.1 Base Aréolaire de Sondage (A.F.S.⁸)

La méthode de type "A.F.S." a été élaborée aux Etats-Unis avant d'être adoptée par de nombreux pays en voie de développement (Wigton, 1990). Ce type d'enquêtes utilise les techniques de la télédétection (enregistrements satellitaires et photos aériennes). Les images acquises sur la totalité du territoire sont interprétées analogiquement afin de stratifier l'espace en "domaine agricole" et "domaine non agricole" Le domaine agricole est ensuite subdivisé sur base de limites naturelles visibles en unités élémentaires (P.S.U.⁹). Un échantillonnage aléatoire de ces unités élémentaires est effectué. Les unités sélectionnées sont enquêtées au sol et les superficies agricoles par espèces sont mesurées. La base de sondage constituée de segments aux limites naturelles est stabilisée d'année en année (Wilmet et al., 1992).

2.2.1.1 Application de l'A.F.S. au S.I.G. développé au C.E.R.A.A.S.

Le C.S.E.¹⁰ a entrepris en 1993 le découpage du territoire national. Le département de Diourbel a été divisé en 194 P.S.U. de 500 ha en moyenne chacune réparties en deux niveaux de stratification: villes (3 P.S.U.) et agriculture à plus de 50 % (191 P.S.U.) Ensuite, ces P.S.U. ont été découpées en segments sur cartes au 1:50.000

L'échantillonnage réalisé est basé sur un taux d'échantillonnage de 1,8 % est issu des recommandations de la F.A.O dans son "Programme de coopération FAO/Gouvernements (1991)" L'échantillonnage porte sur 22 P.S.U. et sur 3 segments par P.S.U. Les moyens limités en personnel et véhicules ont restreint le nombre de parcelles choisies à 2 par segment (soit 88 parcelles).

Les **figures 1 et 2** (v pages 10 et 11) représentent le département de Diourbel et montrent l'échantillonnage réalisé lors de la campagne 1995.

2.2.2 Les mesures de terrain et les mesures de laboratoire

- La pluviométrie
- Les mesures de superficie
- Le taux de couverture du sol par la plante ceptométrie

⁸ Area Frame Sampling

⁹ Primary Sampling Unit

¹⁰ Centre de Suivi Ecologique

- La surface foliaire mesurée par le L.A.I.¹¹ 2000
- Densité de semis
- Date de semis
- Date des interventions culturales
- Hauteur de la plante
- Nombre de feuilles
- Nombre de gynophores, gousses et graines
- Poids secs des organes énumérés ci-dessus
- Date de floraison
- Enherbement
- Date de levée
- Date de formation des premiers gynophores
- Date de formation des premières gousses
- Date de formation des gousses
- Date de maturation des gousses
- Date de récolte

2.2.3 Modèle de simulation ARA.B.HY.¹²

Le modèle ARA.B.HY. est, à la base, un modèle de simulation du bilan hydrique. Ses auteurs lui ont ensuite associé d'autres concepts agronomiques et physiologiques permettant de simuler le développement de l'arachide (Annerose & Diagne, 1990). Il permet de réaliser une simulation de la culture d'arachide et une estimation des rendements potentiels d'une culture en fonction des facteurs du milieu et des caractéristiques physiologiques de la plante.

Ce modèle a été testé chaque saison depuis 5 ans, l'écart obtenu entre les rendements prévisionnels simulés et ceux effectivement observés sur le terrain se sont toujours révélés inférieurs à 10% (Orsati, 1996).

2.2.3.1 Principe

Le principe du modèle ARA.B.HY. repose sur la connaissance de la pluviométrie sur un site S sur une certaine période précédant la date (= T) à laquelle on souhaite avoir la prévision. Trois cas de figure pour la période séparant T de la récolte peuvent être envisagés. Ce sont des scénarios pluviométriques, calculés en fonction des relevés antérieurs faits les années précédentes

- bon scénario : recherche de la meilleure pluviométrie sur les dix années précédentes
- scénario moyen : moyenne des pluviométries des dix dernières années.
- mauvais scénario : recherche de la pluviométrie la plus faible sur les dix dernières années

À partir des relevés de la période écoulée, il est possible d'effectuer ces trois scénarios.

Au plus la date est proche de la récolte, au plus l'aperçu de la situation en fin de saison sera fiable.

À la récolte, les mesures prélevées permettent de déterminer les rendements réels,

¹¹ Leaf Area Index

¹² Arachide Bilan Hydrique

2.2.4 Base de données

Deux logiciels sont utilisés pour stocker les données relatives à la campagne ARABHY 1996.

Le premier pour les données attributaires : Access 2; le second pour les données géographiques Map-Info.

2.2.5 Traitement géostatistique des données

Les fonctions d'interpolation géographique des données sont déterminées par l'utilisation d'un logiciel de géostatistique : SURFER.

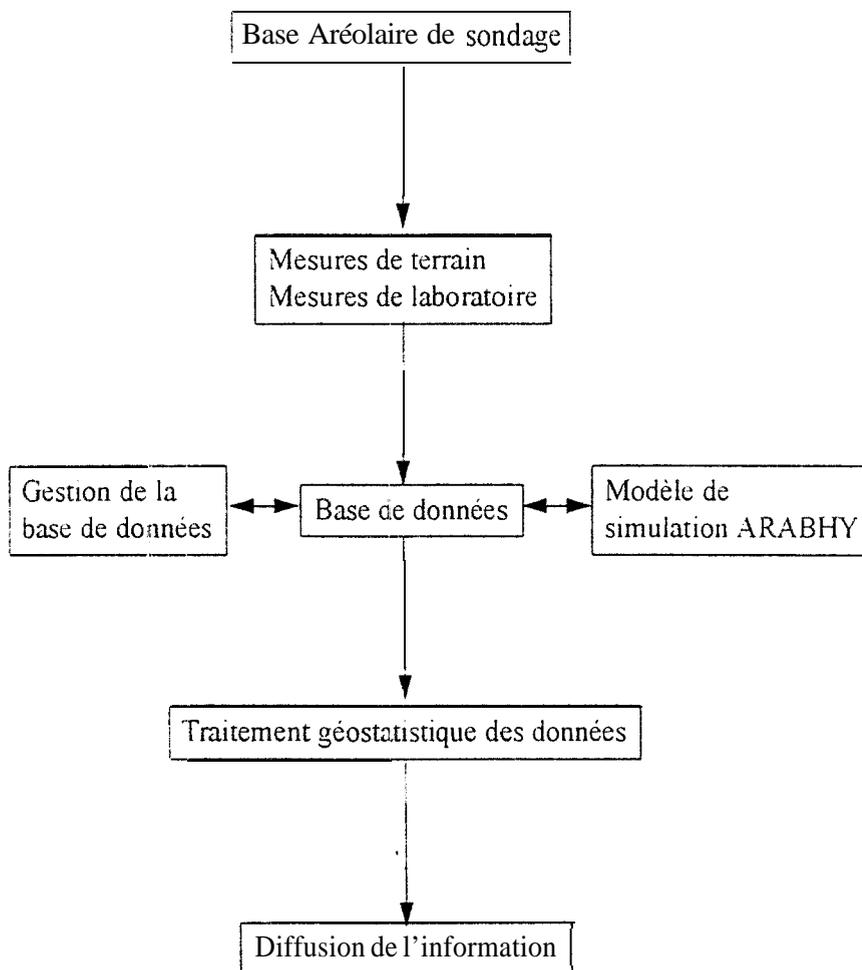
2.2.6 Représentation géographique

L'utilisation de MapInfo donne une vision géographique des résultats traités et analysés

2.2.7 Diffusion de l'information

La diffusion de l'information pourrait être sous forme d'un serveur et de documents cartographiques

2.3 Schéma général



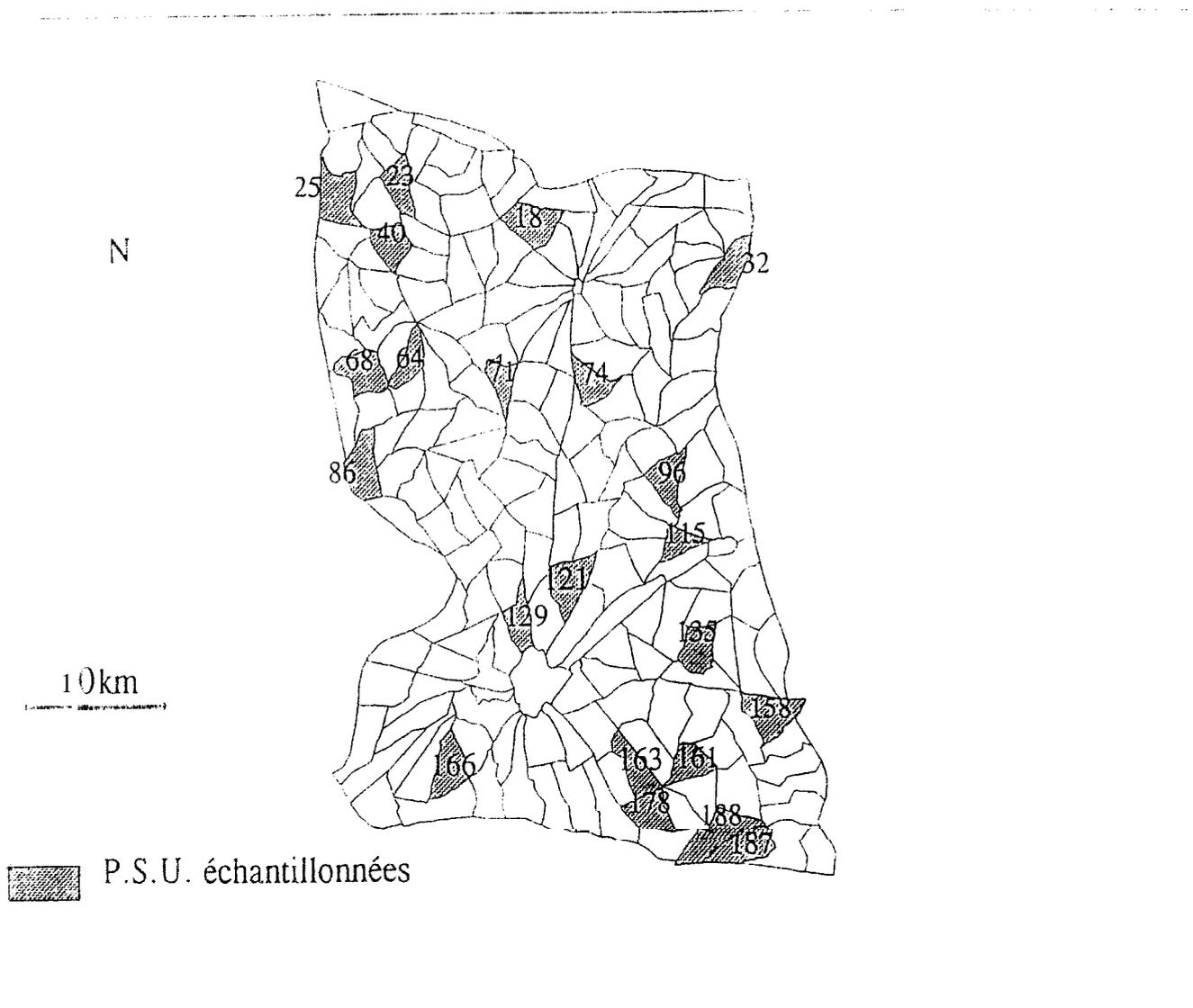


Figure 1 : P.S.U. échantillonnées

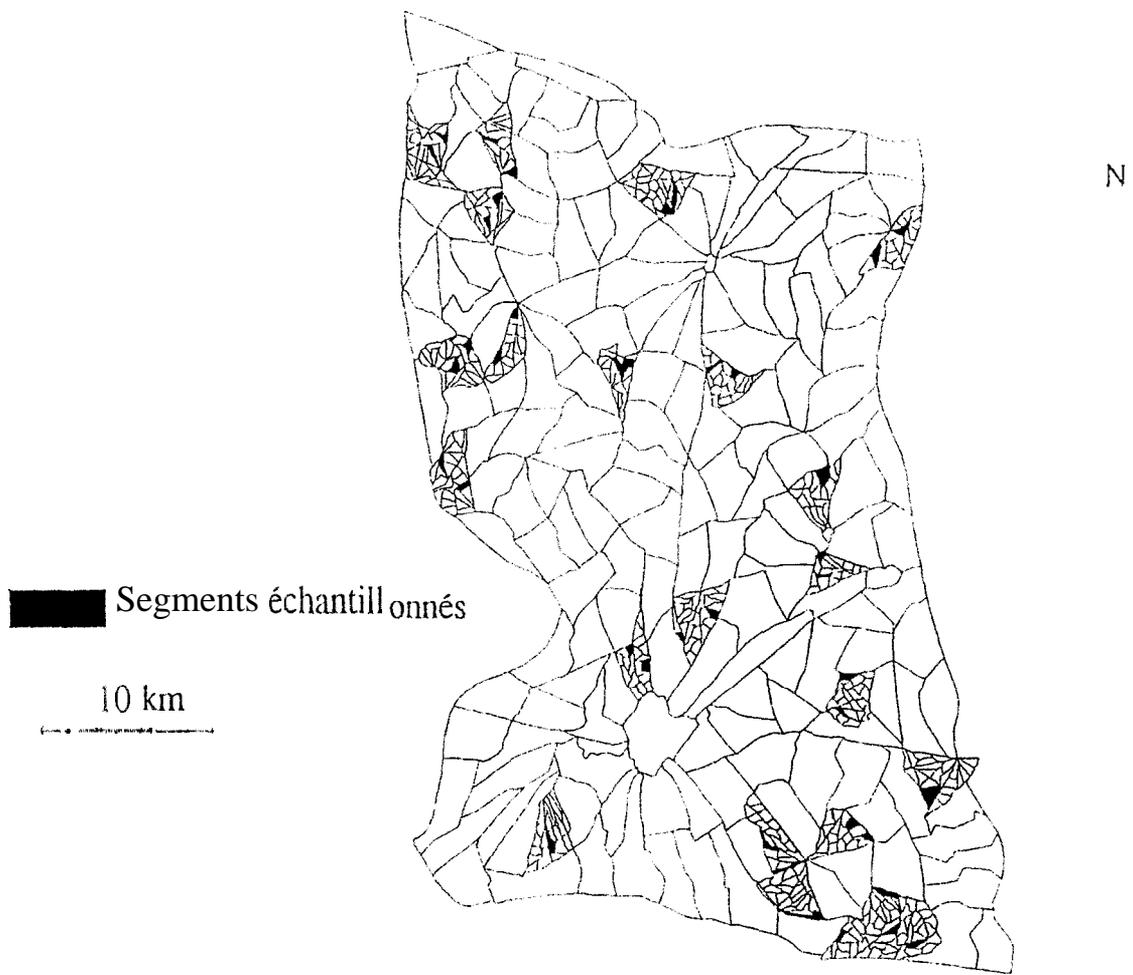


Figure 2 : segments échantillonnés

3. Suivi de la campagne agricole 1996 sur le département de Diourbel

3.1 Objectifs

Préciser les protocoles d'échantillonnage des mesures de terrain.

Afin d'obtenir des résultats valables du point de vue statistique, les plants prélevés et les mesures de terrain doivent être obtenus par échantillonnage aléatoire. Cependant il faut tenir compte de deux contraintes :

- la faisabilité pratique
- la contrainte de temps imparti aux techniciens pour prélever les échantillons

Répondre aux deux questions suivantes

- Quel est le gain de précision dans l'estimation des rendements de l'arachide au sein d'une P.S.U. quand on passe de deux parcelles échantillonnées par segment à x parcelles échantillonnées par segment?
- Quel est le gain de précision dans l'estimation des rendements de l'arachide au sein d'une P.S.U. quand on passe de deux segments échantillonnés par P.S.U. à y segments échantillonnés par P.S.U.?

On s'intéresse donc à l'hétérogénéité spatiale des rendements des cultures d'arachide au sein d'une P.S.U.

3.2 Réalisation de la campagne 1996

Deux P.S.U. sont échantillonnées à 100 % : toutes les parcelles d'arachide sont recensées et suivies tout au long de la campagne jusqu'à la récolte.

Nous partons de l'hypothèse que toutes les P.S.U. sont homogènes entre elles et donc que l'hétérogénéité spatiale des rendements au sein d'une P.S.U. est considérée identique pour toutes les P.S.U..

Deux P.S.U. accolées l'une à l'autre (= P.S.U. 64 et 68) ont donc été choisies pour leur proximité par rapport au C.E.R.A.A.S. (20 km).

La **figure 3** représente l'échantillonnage à 100 % effectué sur les P.S.U. 64 et 68.

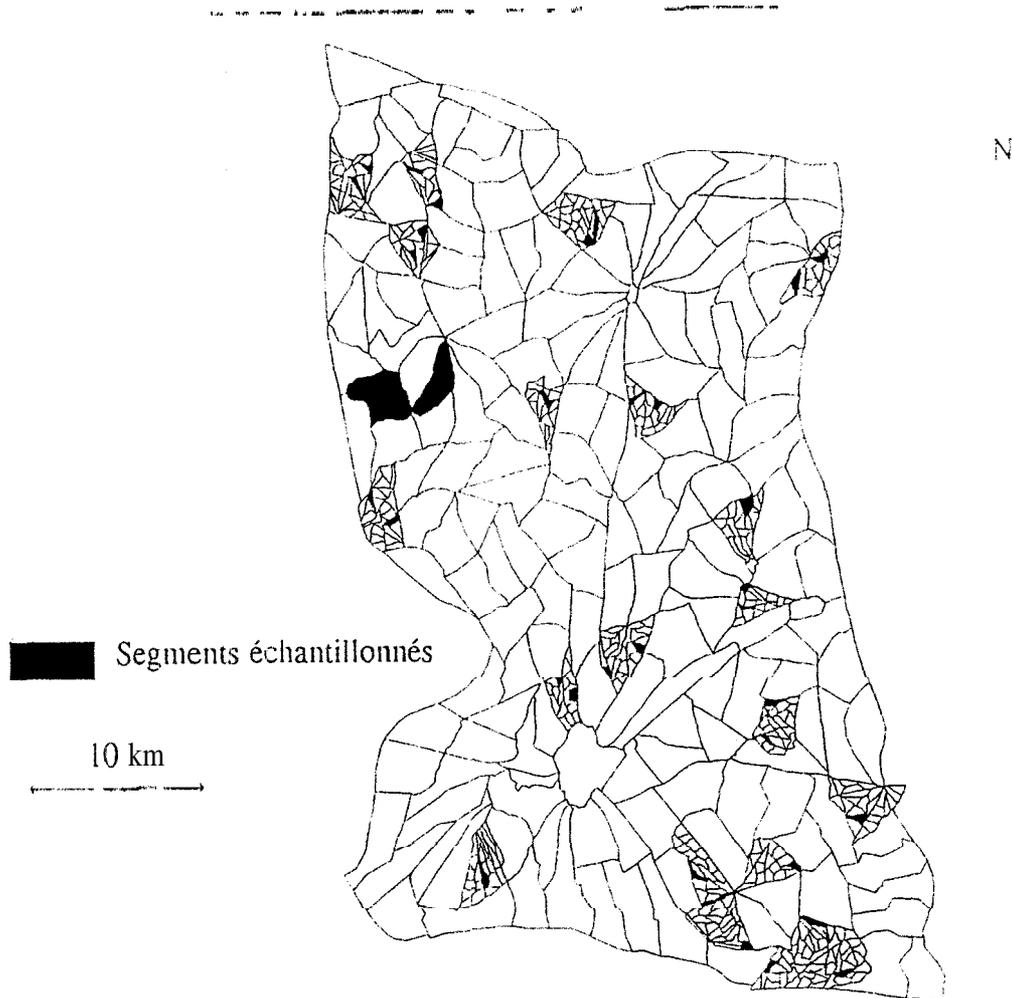


Figure 3 : Echantillonnage à 100 % sur les P.S.U. 64 et 68.

3.3 Identification et marquage des zones d'échantillonnage

3.3.1 Identification

3.3.1.1 La méthode G.P.S.¹³

Afin de comparer les limites des zones d'échantillonnage identifiées sur le terrain à celles identifiées sur les documents cartographiques ayant permis de réaliser la base de sondage un GPS portable a été utilisé.

Un GPS permet à son utilisateur de connaître à tout moment sa position géographique en un point déterminé.

L'utilisation de Map Info a permis, à partir des fichiers excel répertoriant les données GPS, de localiser des points correspondant aux coordonnées géographiques enregistrées sur le terrain et ainsi, de les visualiser sur une carte géocodée.

Le centre de chaque parcelle a été localisé et les limites des P.S.U. et des segments ont été cartographiées en prenant un grand nombre de points le long de celles-ci.

Cette méthode a permis d'identifier les 39 segments des P.S.U 64 et 68 en 5 jours.

Ces cartes sont la base du traitement statistique ultérieur des données et permettent de retrouver aisément les parcelles suivies sur le terrain.

La **figure 4** montre les segments obtenus après découpage sur le terrain des P.S.U 64 et 68 en segments.

La **figure 5** montre les parcelles d'arachide recensées dans le segment 16 de la P.S.U 68.

3.3.1.2 La précision des mesures au G.P.S.

La précision des mesures à l'aide d'un GPS variait de 30 à 60 mètres. Afin d'augmenter leur précision, 10 répétitions sont effectuées pour la localisation d'un même point: ensuite le point final est pris au centre de ceux-ci.

3.3.2 Marquage

Sur le terrain, afin de pouvoir se repérer, la méthode adoptée est le marquage des arbres à la peinture, l'utilisation de panneaux n'étant pas possible à cause de la dégradation possible par la population.

Ainsi, un segment est marqué tout le long de ses limites sur les arbres situés en bordure.

Les P.S.U. 64 et 68 sont délimitées par des arbres numérotés de 0 à 48, peints en bleu.

Les parcelles suivies sont peintes en blanc ex.: la 3^e parcelle du segment 17 est numérotée 173.

Le 14 août 1996, date à laquelle les dernières parcelles d'arachide ont été semées dans le département de Diourbel, 234 parcelles d'arachide (77 dans la P.S.U 64 et 157 dans la P.S.U 68) ont été recensées avec un minimum de 0 parcelle dans le segment 64-11 et un maximum de 20 parcelles dans le segment 68-15.

3.3.3 Recensement

Lors du recensement d'une nouvelle parcelle d'arachide, un technicien français ainsi que la langue locale, le wolof, remplit une fiche donnant les renseignements généraux sur l'agriculteur interrogé et sur les pratiques culturales utilisées. La **fiche 1** montre ce questionnaire "parcelles de suivi".

¹³ Global Positioning System

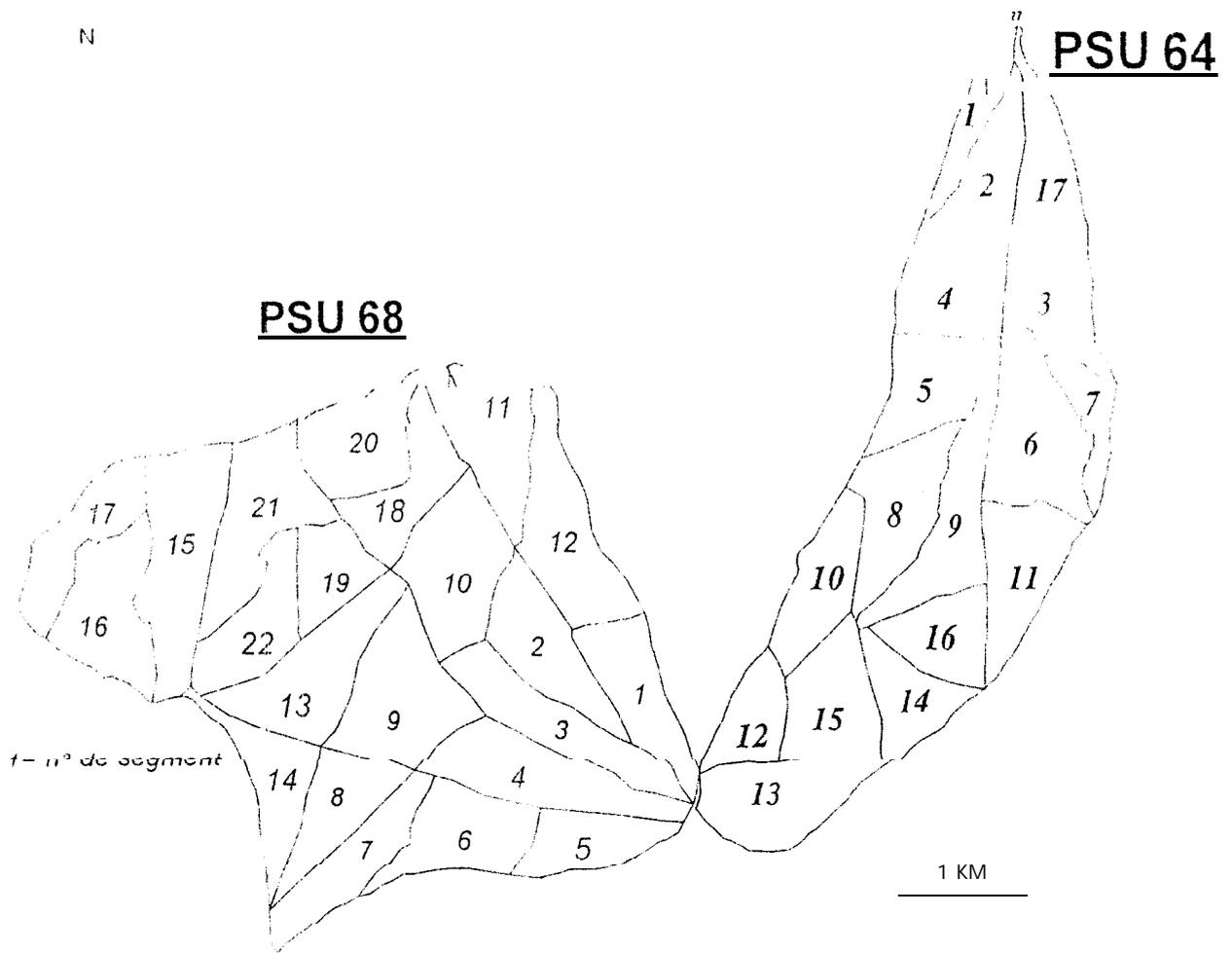


Figure 4 segments des P S.U. 64 et 68

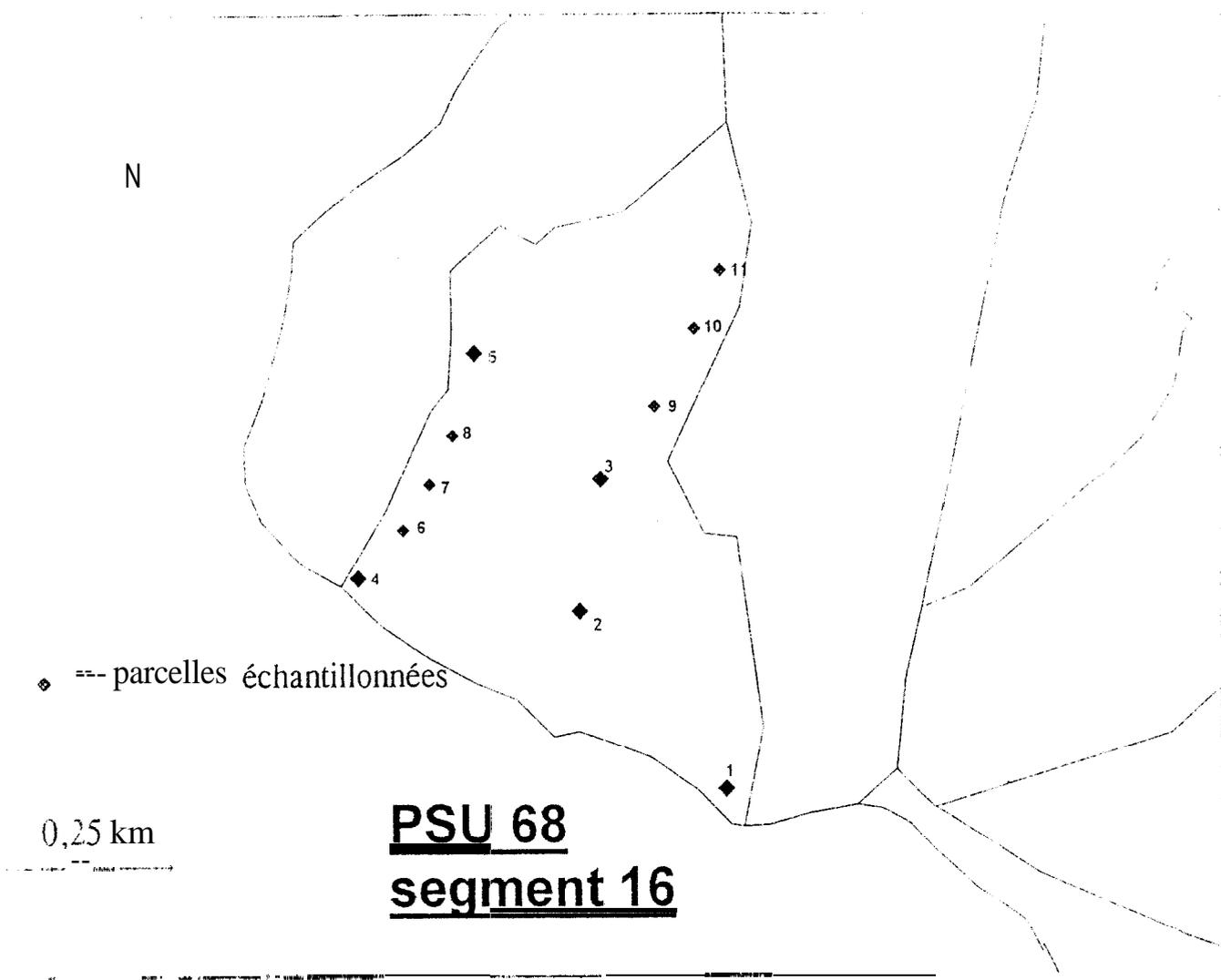


Figure 5 : parcelles d'arachide recensées dans le segment 16 de la P.S. U. 68

QUESTIONNAIRE: PAR~CELLES DE SUIVI

Enquêteur date

Segment ...

N° de parcelle

Village le plus proche<<<...

Précédent cultural

IDENTIFICATION DE L'EXPLOITANT

Nom de l'agriculteur <

Village de l'agriculteur ..<<<.....

Distance Parcelle/Village .

Age

Statut Chef de carré * Chef d'exploitation Simple exploitant

Activité principale

Activité secondaire ...<.

Main d'oeuvre (nombre)

SEMIS

Date de semis _ _

Preparation du Sol Labour Scarifiage superficiel Nettoyage brûlis

Type de semis Manuel Mécanique

Densité de semis

Variété

Origine des semences Réserve personnelle Achetées Secco Marché
Autre..

Fiche 1 : questionnaire : parcelles de suivi

Traitement des semences Oui Non P r o d u i t

ANIMAUX DE TRAIT

Nombre de chevaux

Nombre d'ânes

MATERIEL AGRICOLE

Matériel	Semoir	Houe Sine	Houe Occidentale	Charette	Souleveuse	Charrue		
Nombre								

FUMURES

Organique Oui Non Date.....

Type de fumure	Fumier-parc	Compost	Poudrette Parc	
Quantité (Kg/ha)				

Minérale Oui Non Date

Type de fumure			
Quantité (Kg/ha)			

3.4 Les données prélevées

Les paramètres entrant dans le modèle ARA.B.HY sont étudiés et mesurés au C E R. A. A S depuis 1990 (Annerose & Diagne, 1990)

Les mesures de superficies et de pluviométrie sont explicitées en détail aux 2 chapitres suivants

On s'est intéressé à l'échantillonnage des autres relevés: plants, mesures de densité, de L A I, ceptométrie (cf point 3. Elaboration de protocoles d'échantillonnage). Les fiches d'enquête figurent en annexe 1

3.5 Les mesures de superficies

3.5.1 Introduction

Les superficies de toutes les parcelles situées dans les segments échantillonnés sont mesurées. L'affectation de la parcelle est notée (culture, habitation,...).

La méthode de mesure des superficies sur le terrain est l'arpentage.

Chaque équipe est composée de trois personnes.

Le matériel nécessaire: jalons de visée, boussole, ruban gradué de 50 mètres de long et une calculatrice.

La parcelle est limitée par des côtés et des sommets. On commence par le sommet situé le plus au Nord. L'angle entre le côté et le Nord et la longueur du côté sont mesurés. Le sens horlogique est adopté comme sens de rotation pour mesurer le côté suivant.

Cette méthode simple est précise et demande peu de moyens.

Chaque équipe reçoit des documents à remplir (**fiche 2**).

3.5.2 Calcul des surfaces et correction des mesures

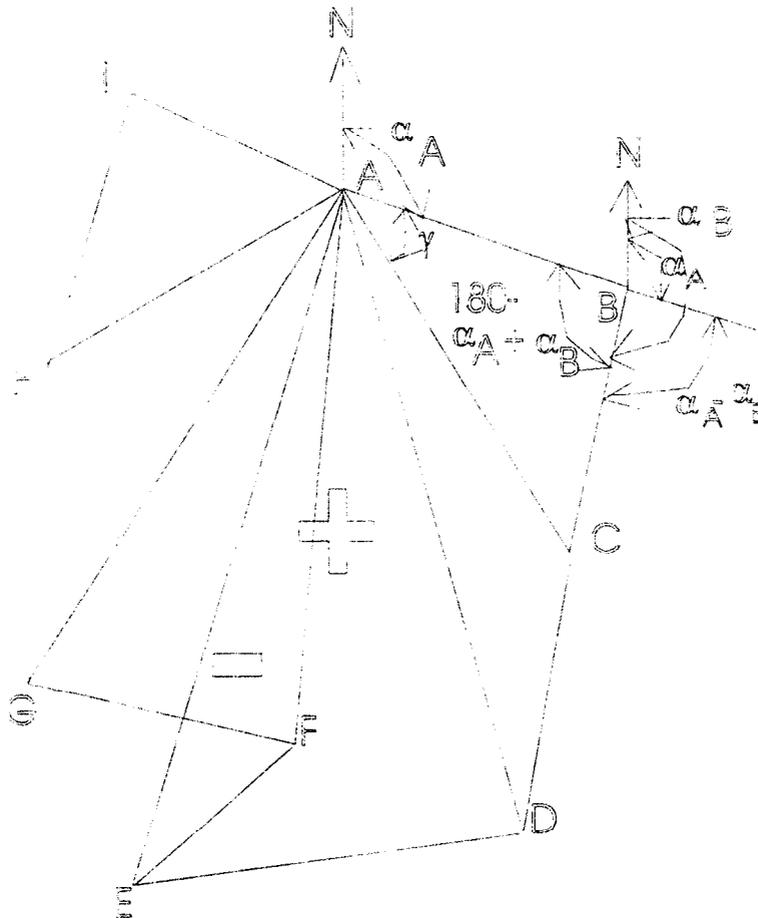
Deux programmes informatiques permettent de

- calculer les surfaces des parcelles suivies
- calculer un indice permettant d'estimer la précision des mesures

3.5.2.1 Calcul des superficies

3.5.2.1.1 Principe du programme

Soit une parcelle dont les côtés joignent les sommets A, B, C,



Les formules utilisées sont celles des triangles quelconques.

$$\sin \gamma = BH / AB$$

$$\rightarrow \gamma = \arcsin BH / AB$$

$$\text{Surface} = AC * BH / 2$$

$$AC = (AB^2 + BC^2 - 2 AB * BC * \cos \beta)^{1/2}$$

$$BH = (AB * BC / AC) * \sin \beta$$

$$\rightarrow \text{Surface} = AB * BC \sin \beta / 2$$

Ainsi, la parcelle est divisée en triangles dont les surfaces sont calculées individuellement et sont additionnées à la fin de l'opération.

Une fois la surface du premier triangle calculée, une boucle est créée afin que le programme calcule la surface du triangle suivant en tenant compte des modifications suivantes

$AC \rightarrow AB$
 $CD \rightarrow BC$
 $\alpha_A + \text{Arcsin}(BH / AB) \rightarrow \alpha_A$

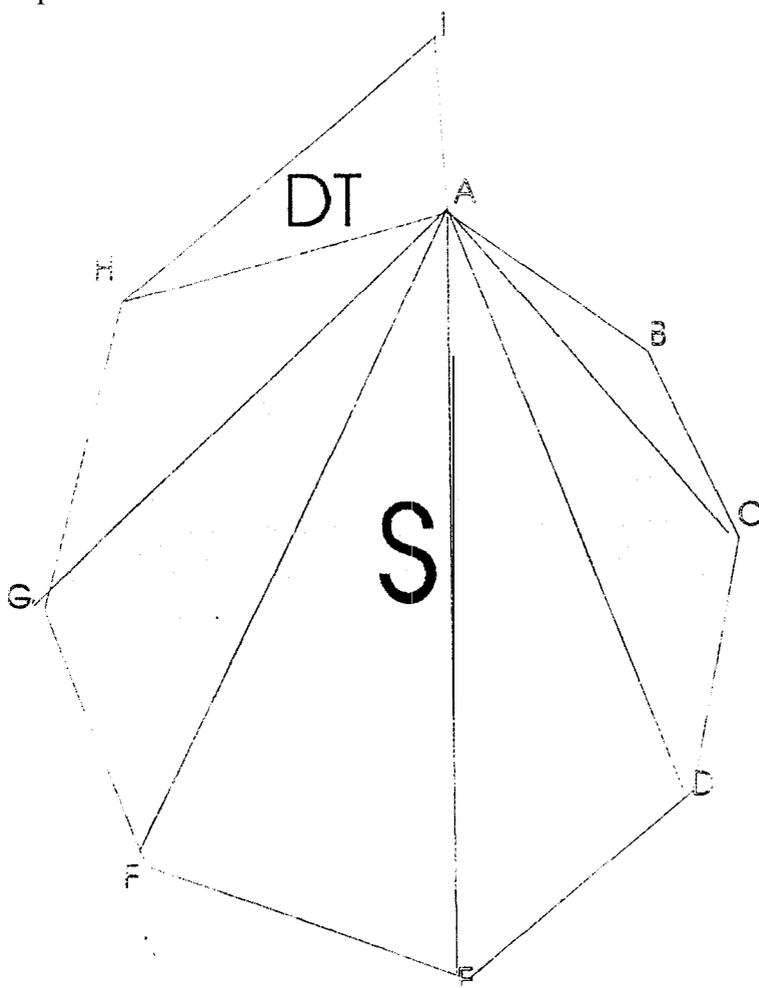
Lorsque y est négatif, la surface du triangle est négative. La surface totale est = somme des superficies de chaque triangle.

Pratiquement, le programme rentré dans une calculatrice programmable permet de calculer la superficie de la parcelle suivie à partir des angles (par rapport au Nord) et des longueurs des côtés mesurés

Ci-dessous est proposé le calcul d'une erreur permettant d'évaluer les données reçues par les équipes chargées de ces mesures.

3.5.2.2 Calcul de l'erreur sur la surface

Soit une parcelle



Soit une erreur de mesure (d'angle(s) et/ou de longueur(s) de coté(s)) telle que le sommet I n'est pas superposé au sommet A comme il devrait être le cas si aucune erreur de mesure n'avait eu lieu.

Ainsi, le triangle AIH est d'autant plus grand que la précision sur la mesure de la surface est faible

Soient S = surface de la parcelle telle que les sommets A et I se superposent et DT = surface du triangle AGH.

Par conséquent, l'erreur sur la mesure de la surface = $DT / (S \pm DT)$

L'erreur acceptée est inférieure à 5 %. Si elle est supérieure, la fiche avec le dessin de la parcelle (réalisé par le même programme) est rendue à l'équipe chargée de mesurer la parcelle en question et les mesures sur cette parcelle sont à reprendre.

3.5.2.3 Rythme de travail

Il semble raisonnable d'imposer un rythme de travail en moyenne de 3 segments par semaine en tenant compte des erreurs de mesures devant être reprises.

Deux équipes ont été installées sur les P.S.U. 64 et 68.

REPARTITION DES SUPERFICIES CULTIVEES

P.S.U.
Dates du/...../1996 au/...../1996

Segment

Schéma

Réaliser un plan schématique du segment : parcelles de cultures, surfaces de jachères, villages, chemins. Chacune des parcelles sera numérotée, les noms des villages seront indiqués. Marquer les parcelles faisant l'objet d'un suivi d'une croix. Sur les parcelles cultivées, indiquer le nombre de zones vierges (termitières.) et leur diamètre respectif.

3.6 Pluviométrie

La pluviométrie est un facteur important dans le modèle ARA.B.HY..

La pluviométrie pour le département de Diourbel est mesurée au sein de 5 stations météorologiques nationales. **La figure 6** montre leur répartition.

Il paraissait intéressant d'observer la variation des données pluviométriques et son influence sur la répartition spatiale des rendements au sein même d'une P.S.U. ont été suivis

Ainsi, vingt pluviomètres ont été répartis au sein des P.S.U. 64 et 68. **La figure 7** montre la disposition des 20 pluviomètres sur les P.S.U. 64 et 68.

La pluviométrie a été mesurée en récupérant l'eau dans des bouteilles en plastique et en mesurant les quantités recueillies à l'aide d'un verre à pied gradué jusque 500 ml. **La fiche 3** montre le protocole de mesure de la pluviométrie dans la campagne 96

Les relevés pluviométriques ont débuté le 16 août. La saison des pluies n'ayant débuté que très tard, les premières grosses pluies ont eu lieu vers le 15 août. la majeure partie des précipitations a donc pu être enregistrée

Les pluviomètres sont placés dans des endroits découverts (ex. : termitières, ...), ce qui évite la couverture du feuillage qui capte une partie de l'eau de pluie.

3.7 Echantillonnage des plants prélevés et des emplacements des mesures de terrain

L'échantillonnage des plants prélevés et des emplacements des mesures de terrain doit être aléatoire. Le protocole d'échantillonnage proposé se trouve en **fiche 4**

3.8 Organisation de la collecte des données

3.8.1 Organisation des mesures régulières de terrain et de laboratoire

Une trentaine de techniciens ont été mobilisés pour la réalisation de la collecte des données sur tout le département de Diourbel.

Une synchronisation des tâches est assurée entre les équipes chargées de prélever les échantillons, celles qui effectuent les mesures de laboratoire et les personnes qui saisissent les données.

Cf **annexe 2** : planning de ces équipes

3.8.2 Organisation des équipes de mesure des surfaces

Quatre équipes de quatre techniciens chacune ont été engagées pour mesurer les superficies des parcelles : 2 équipes sur les P.S.U. 64 et 68 et 2 équipes sur les autres P.S.U.

Un contrat pour chaque équipe a été réalisé selon leur date d'engagement Cf **annexe 3**.

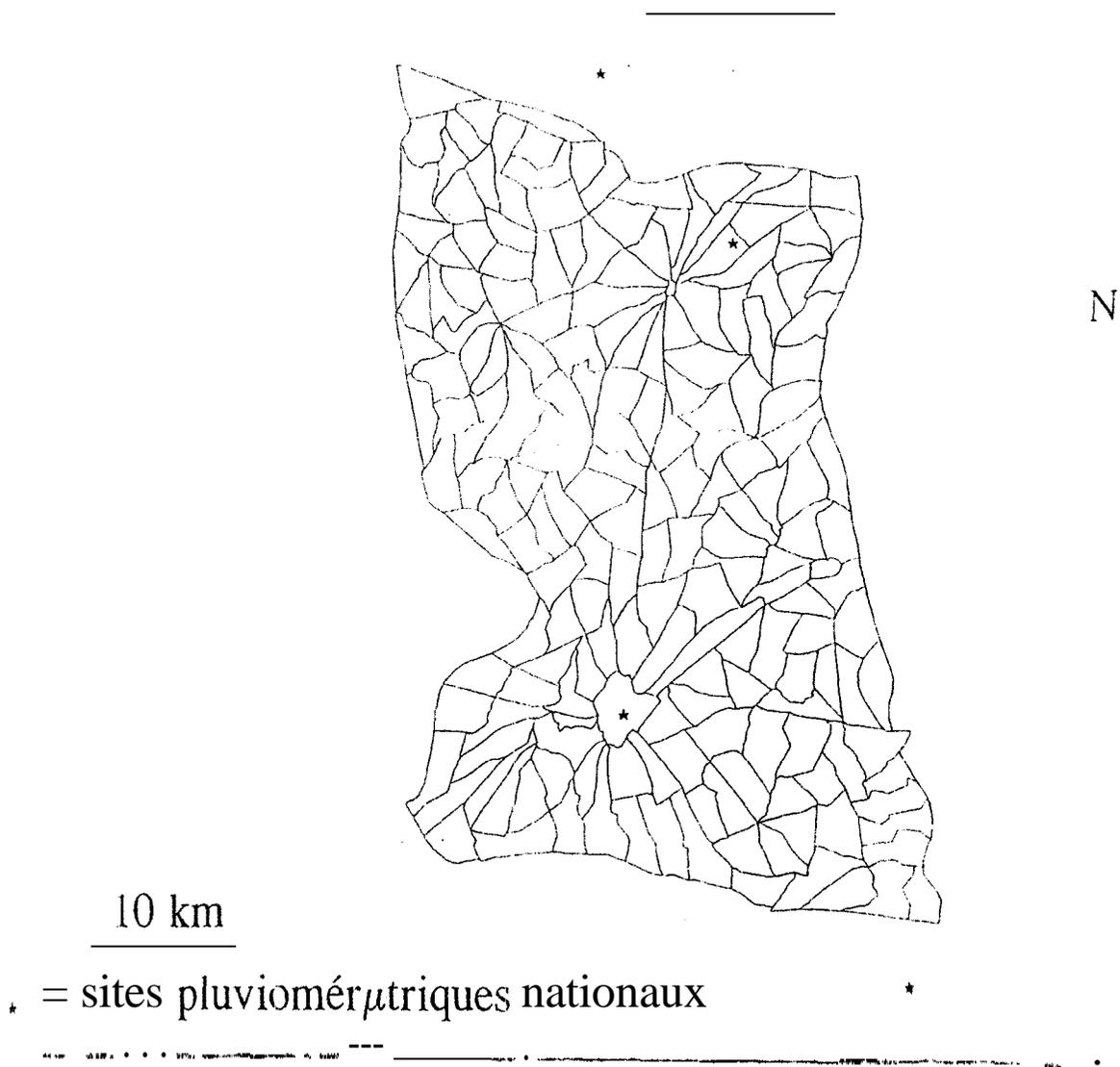


Figure 6 : disposition des 6 sites pluviométriques nationaux

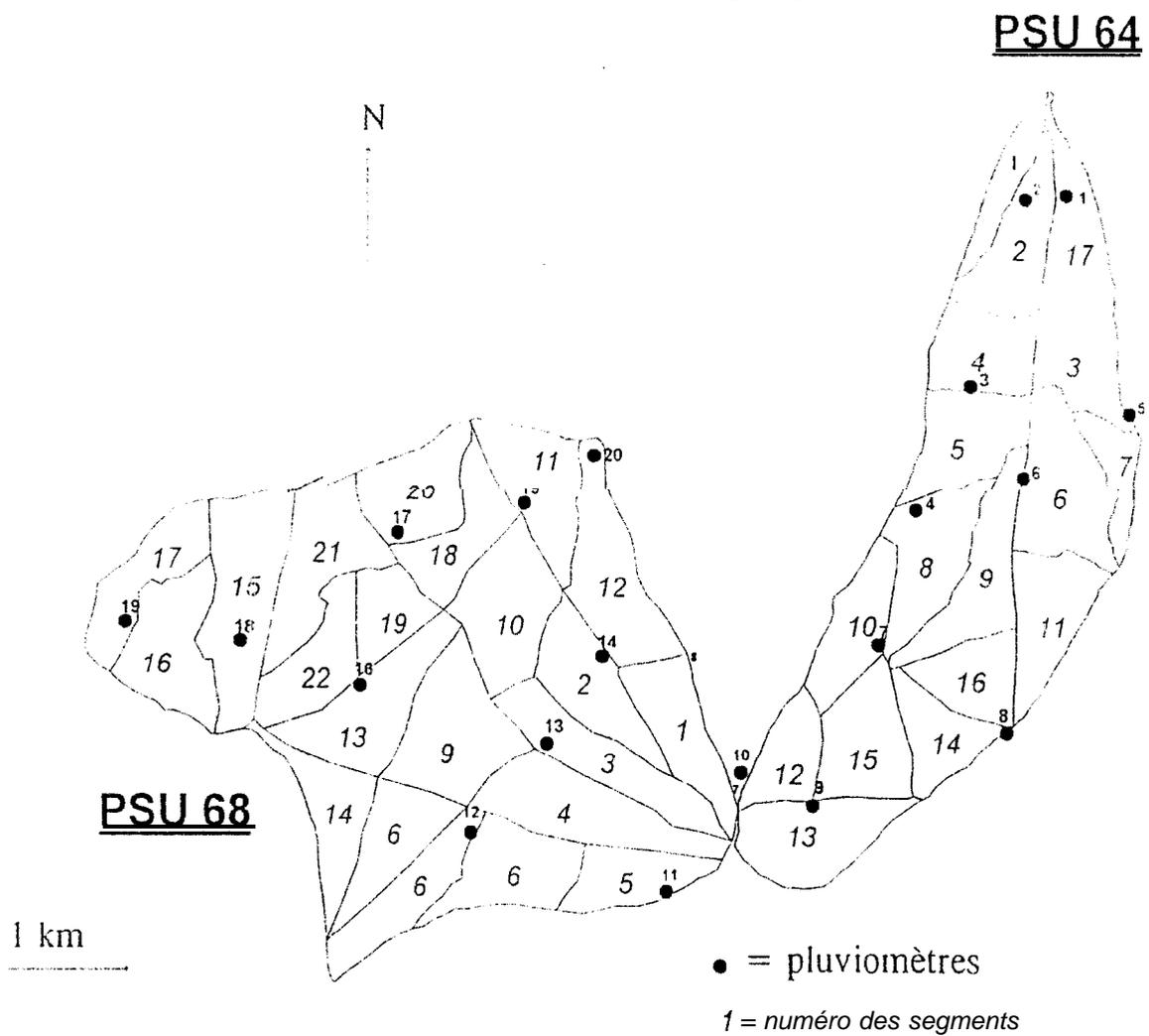


Figure 7 : disposition des 20 pluviomètres sur les P.S.U. 64 et 68

Protocole de mesure de la pluviométrie dans le cadre de la campagne
ARA.B.HY. 1996

Un technicien est chargé de récolter les mesures pluviométriques deux fois par semaine

Le matériel nécessaire est le suivant :

- bouteilles coupées ou récipients en plastique
- verre à pied gradué jusqu'à 500 ml
- papier adhésif

Vingt pluviomètres ont été répartis sur les deux P.S.U.; soit sur une superficie de 1000 ha

Chaque pluviomètre est disposé à même le sol. L'extrémité supérieure du récipient devant dépasser de la surface du sol d'au-moins 15 cm, ceci afin d'éviter que l'eau de ruissellement ne pénètre à l'intérieur du pluviomètre.

Chaque pluviomètre est placé sur une termitière ou sur une zone vierge, c'est-à-dire loin du couvert végétal.

Son emplacement est préférentiellement choisi à proximité d'une habitation.

Un paysan est chargé, à chaque pluie, de placer un bout de papier adhésif sur le récipient, dont l'extrémité supérieure coïncide exactement avec le niveau de l'eau, Ensuite, le récipient est vidé et redisposé à son emplacement.

Si plusieurs pluies ont eu lieu le même jour, un morceau de papier adhésif correspondra à chaque pluie, le technicien sera averti et le récipient vidé après chacune d'elles

De plus, il est chargé de veiller au bon entretien des pluviomètres : enlever tout objet pouvant y être tombé, veiller à vérifier si aucun trou ne s'y est formé,... mais aussi à empêcher les enfants de les détruire ou un animal de s'en approcher,.

À chaque passage, le technicien est chargé de réexpliquer le mode de manipulation aux paysans.

Le récipient est alors rempli jusqu'au niveau de l'extrémité supérieure du scotch et, ensuite, le contenu est transvasé dans le verre à pied. Le niveau dans ce verre nous permet de calculer la hauteur de la dernière pluie en divisant le volume contenu dans le verre à pied par la section du récipient.

Fiche 3 : protocole de mesure de la pluviométrie

Protocole de prélèvement pour les données ARA.B.HY.

Il s'agit de prélever aléatoirement les plants d'arachide dans une parcelle à chaque date de prélèvement.

Les mesures doivent être réalisées dans un délai de 3 jours. Ce temps est imparti en fonction de la disponibilité des techniciens et des chauffeurs du centre.

Les champs risquent souvent d'être très hétérogènes du fait d'irrégularités de terrain (présence de termitières essentiellement).

L'échantillon sera séparé en deux strates les zones vierges, et les zones effectivement plantées que l'on doit estimer. Les zones vierges étant des surfaces de soi non plantées (ex présence d'une termitière).

1. une personne se place au centre de la parcelle.
2. la personne jette le bâton
3. Il faut ensuite prélever le plant le plus proche du bout de bâton peint

On estimera que l'or ne travaille que sur la strate cultivée de chaque champ. Si le bâton tombe sur une zone vierge, il faudra recommencer l'opération.

Afin de tenir compte de la surface des zones vierges dans le calcul des superficies cultivées non pris en compte dans ce protocole, on comptera le nombre de surfaces vierges dans chaque parcelle et on prendra le périmètre de chacune d'elles.

Pour les mesures de densité, on utilise un rectangle de 2m^2 ($2\text{m} \times 1\text{m}$) et on compte le nombre de plants présents dans cette surface. L'emplacement de la mesure suit le même plan que ci-dessus

Afin de disposer de mesures de densité, indépendantes des mesures de laboratoire, on prendra les densités de plantation à des endroits différents de l'échantillonnage des plants.

Il faut placer le cadre parallèlement aux lignes de semis de façon à ce que l'extrémité colorée du bâton soit au centre du cadre.

MATERIEL NECESSAIRE POUR CHAQUE EQUIPE

- un bâton peint à une de ses extrémités
- deux bâtons de 1m de long; reliés par deux cordes de 2m de long

Fiche 4 : protocole d'échantillonnage

3.9 La base de données

3.9.1 Introduction

Deux logiciels sont utilisés pour stocker les données relatives à la campagne ARA.B HY 1996. Le premier pour les données attributaires : Access 2; le second pour les données géographiques Map-Info. La liaison entre ces deux bases de données est effectuée à l'aide d'un identifiant commun.

En plus des données ARA.B ME', purement agronomiques, sont aussi stockées des données de type socio-économiques, afin de pouvoir mettre en évidence certains critères de la structure des populations présentes au Sénégal, pouvant faire l'objet d'études annexes en milieu paysan lorsque ce système sera appliqué au niveau du territoire national.

3.9.2 Les tables de la base de données

9 tables ont été créées pour stocker les données :

- **caractéristiques P.S.U.:** ces données, définitives, ont été stockées sur base du découpage par la technique de la Base Aérolaire de Sondage (n° P S U., latitude, longitude, superficie, nombre de segments).
- **données segment:** ces données, définitives, sont relatives aux segments eux-mêmes (lat., long., superficie numérisée, site climatique, type de sol...).
- **enquêtes périodiques:** les (données correspondent aux mesures de terrain et de laboratoire effectuées sur les plantes d'arachide.
- **superficie des cultures :** données recueillies de la campagne de mesure des superficie, des parcelles.
- **visites périodiques :** données relatives aux travaux agricoles effectués et aux différences, dates de développement végétatif des plantes d'arachide.
- **questionnaire annuel :** données reprises annuellement relatives au contexte social de l'exploitant, de son matériel agricole, animaux de traits et des données agronomiques (semis, fumure, ..).
- **données issues des simulations :** rendements potentiels (simulés) et rendement, réels mesurés, évapotranspiration réelle de la culture. évolution du taux de couverture de la profondeur d'enracinement. des pluies, du taux de satisfaction en eau, du poids sec des feuilles, tiges et graines, données relatives au bilan hydrique et à la productivité.
- **données pluviométriques** site pluviométrique, quantité mesurée
- **données de superficies :** superficies mesurées, affectation de la parcelle

3.9.3 Les identifiants

Le Sénégal est découpé en Régions et chaque région en départements.

La région de Diourbel comprend trois départements : Mbacké, Bambey et Diourbel.

Le département étudié est celui de Diourbel

Ainsi, l'identifiant d'une parcelle sera défini comme suit : il est composé de

- deux caractères alphabétiques pour la région
- deux caractères alphabétiques pour le département
- 3 chiffres pour la P.S.U.
- 2 chiffres pour le segment

- 2 chiffres pour la parcelle (max. de 100 parcelles dans un segment, chaque segment ayant une superficie moyenne de 30 ha).

Ex la parcelle 2 du segment 10 de la P.S.U. 68 aura comme identifiant le code DIDI068 1003

4. Conclusion

La détermination du taux d'échantillonnage optimum au sein d'une P.S.U. permet d'envisager une approche à plus petite échelle géographique de l'étude de la répartition spatiale des rendements de l'arachide au Sénégal. Cette approche passe par la détermination de fonction; d'interpolation appropriées au sein du département.

L'incorporation des données ARA.B.HY dans le S.I.G. développé au C.E.R A A S. en cours de culture permettra de simuler les rendements avant la récolte.

L'utilisation d'un GPS portable permet d'accélérer le découpage du territoire sur le terrain en fonction des limites naturelles identifiées sur les documents de télédétection utilisés. Cette méthode permet une identification rapide des limites de segments déterminées sur les documents cartographiques.

Les programmes informatiques permettant de contrôler les mesures des surfaces peuvent être aisément introduit dans une calculatrice. Cette méthode de mesure des superficies cultivées est ainsi rapide et demande donc un faible investissement.

L'utilisation de sites pluviométriques au sein même des P.S.U. à un coût peu élevé permet d'estimer les rendements de l'arachide, la pluviométrie restant le facteur déterminant principal des rendements au Sénégal.

Bibliographie

ANNEROSE D.J.M. (1990). Recherche sur les mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse. Adaptation au cas de l'arachide (*Arachis hypogea L.*) cultivée au Sénégal. Thèse présentée pour l'obtention du grade de docteur en physiologie végétale. Université de Paris VI 1990.

ANNEROSE D.J.M. (1994). Les modèles de culture : des outils de la recherche et le développement Arachide Infos n°5, septembre 1994. Pages 5 à 11.

BARTHOLOME E. (1987). Télédétection et suivi des productions agricoles en Afrique de "Ouest institut des Applications de la télédétection, Centre Commun de Recherches Commission des Communautés Européennes, I.S.P R.A. Italie

BEYALOU M. (1994). Etude comparative du développement agrophysiologique de cinq variétés d'arachide (*Arachis hypogea L.*) cultivées au Sénégal durant les deux premières phases de leur cycle en vue d'alimenter en données le modèle ARA.B.HY Centre d'Etudes Régional pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse, novembre 1993

BLJRROUGH P.A. (1986). Principles of Geographical Information Systems for land resources assessment. Oxford science publications.

C.S.E. (Centre de Suivi Ecologique) (1996). La base aréolaire de sondage (note sur l'actualisation de la base aréolaire de sondage en 1993, non publié). Dakar.

DIRECTION DE L'AGRICULTURE (1990). "Réunion préparatoire de l'enquête agricole" Document introductif. Dakar.

GUI LIN N. (1994). Programmation Access 2 pour Windows. Sybes Business soft edition, 1994.

GUEYE M. (1993). Modélisation du rendement et méthodes d'estimation des superficies en cultures d'arachide. Centre d'Etudes Régional pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse, novembre 1993. Dakar.

CARBONE G.J. ET AL. (1996). Application of Remote Sensing and GIS Technologies with Physiological Crop Models. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol 62, N° 2, February 1996. pp. 717-779.

LAI-2000 PLANT CANOPY ANALYZER (1990). LI-COR

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, novembre 1994.

MARONE E. (1994). Etude des relations hydriques entre le sol et la plante chez l'arachide pour une meilleure définition des concepts de sécheresse et de stress hydrique. Centre d'Etudes Régional pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse, avril 1994.

MINISTERE DE LA COOPERATION (1993). Mémento de l'Agronome.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'ELEVAGE ET DE L'EQUIPEMENT BURKINA FASO (1992). Opération pilote : Estimation des superficies agricoles selon deux méthodes d'approche.

ORSATI X. (1996). Système de repérage des zones de calamité. Centre d'Etude Regional pour l'Amélioration de l'Adaptation a la Sécheresse, février 1996.

PELISSIER P. (1966). "Les paysans du Sénégal". Imprimerie Fabrègue, 87500 Saint-Yrieux

PELISSIER P. (1958). "L'arachide au Sénégal". Les cahiers d'outre-mer

PROGRAMME DE COOPERATION FAO / GOUVERNEMENTS (1991). Programme d'assistance à la sécurité alimentaire - Sénégal -, propositions concernant l'enquête agricole de 1992 Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Dakar. mars 1991

SYLLA C. (1993). Analyse du modèle de simulation Ara.B.HY. version 01 (Arachide Bilan Hydrique). Centre d'Etude Regional pour l'Adaptation à la Sécheresse, septembre 1993

SYLLA C. (1995). Régression non linéaire du modèle Ara. B. HY Centre d'Etude Regional pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse, juin 1995

VIEIRA DA SILVA J. (1985). Amélioration et physiologie de l'arachide en région semi-aride: Les légumiseuses à graines, février 1985, pg 113 à 121.

WIGTON W (1990). Construction of an area frame sampling, examples in Equator, Pen!. Application of Remote Sensing to agricultural statistics crop inventories and Area Frame Sampling, in Euro Courses. Ispra, 24-28 september 1990.

WILMET J., MASSART M., PETILLON M., WOLFF E., MOUCHET G., LEROY P. (1992). "Analyse des systèmes agro-pastoraux dans des régions confrontées à la dégradation de l'environnement". Telsat II-08. Décembre 1992. U.C.L..

WOLFF E. (1996). Cours de Système d'Information Géographique et de Télédétection. Université Libre de Bruxelles. 1996.

ANNEXES

Annexe 1 : fiches d'enquête

VISITES PERIODIQUES SUR LES PARCELLES

Segment

N° Parcelle

Date de visite

Enquêteur

Enherbement Nul Faible Moyen Important Très important

Date de levée

Date de floraison (50% du champ est en fleurs)

Date de formation des premiers gynophores

Date de formation des premières gousses < .

Date de maturation des gousses ...“... ..<.....

Date de récolte

Date des travaux 1

Sarclage Radou Binage Démariage Récolte

Date des travaux 2

Sarclage Radou Binage Démariage Récolte

Date des travaux 3

Sarclage Radou Binage Démariage Récolte

Annexe 2 : planning des équipes

Organisation des équipes des techniciens DIOURBEL AGUT-OCTOBRE 1996					
	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
12 au 18 Août		Abdou+Samir	Abdou+ Samir <u>Labo 1</u>	Abdou+Samir <u>Labo 1</u>	<u>Labo 1</u> <u>Données 1</u> <u>Abdou</u>
19 au 25 Août	Pape+Sonia +1 Temp <u>Labo 1</u> <u>Données 1</u> <u>[Abdou]</u>	Pape+Sonia+ 1 Temp <u>Labo</u> <u>Données 1</u> <u>[Abdou]</u>	Pape+Sonia+1 Temp <u>Labo 2</u> <u>Données 2</u> <u>[Mactar]</u>	<u>Labo</u> <u>Données 2</u> <u>JPape et</u> <u>Mactar]</u>	<u>Labo 2</u> <u>Données 2</u> <u>JPape et</u> <u>Mactar]</u>
26 au 1 Août	<u>Labo 2</u> <u>Données 2</u> <u>[Pape et</u> <u>Mactar]</u>	Abdou+Samir <u>Données</u> <u>JPape et</u> <u>Mactar]</u>	Abdou+ Sonia <u>Labo 1</u>	Abdou+Sonia <u>Labo</u>	<u>Labo</u> <u>Données 1</u> <u>[Abdou]</u>
2 au 8 Septembre	Pape+3 Temp <u>Labo 1</u> <u>Données 1</u> <u>[Abdou]</u>	Pape+ 3 Temp <u>Labo 2</u> <u>Données 1</u> <u>[Abdou]</u>	Pape+Samir+2 Temp <u>Labo 2</u> <u>Données 2</u> <u>[Mactar]</u>	<u>Labo</u> <u>Données 2</u> <u>JPape et</u> <u>Mactar]</u>	<u>Labo</u> <u>Données 2</u> <u>JPape et</u> <u>Mactar]</u>
9 au 15 Septembre	<u>Labo 2</u> <u>Données 2</u> <u>[Pape et</u> <u>Mactar]</u>	Abdou+3 temp Données 2 <u>JPape et</u> <u>Mactar]</u>	Abdou+Mactar +1 Temp <u>Labo 1</u>	Abdou+ Mactar + 1 Temp <u>Labo 1</u>	<u>Labo 1</u> <u>Données 1</u> <u>[Abdou]</u>
16 au 22 Septembre	Pape+Mactar +2 Temp <u>Labo 1</u> <u>Données 1</u> <u>[Abdou]</u>	Pape+ 3 Temp <u>Labo</u> <u>Données 1</u> <u>[Abdou]</u>	Pape+ 3 Temp <u>Labo 2</u> <u>Données 2</u> <u>[Mactar]</u>	<u>Labo 2</u> <u>Données 2</u> <u>JPape et</u> <u>Mactar]</u>	<u>Labo</u> <u>Données 2</u> <u>[Pape et</u> <u>Mactar]</u>
23 au 29 Septembre	<u>Labo 2</u> <u>Données 2</u> <u>[Pape et</u> <u>Mactar]</u>	Abdou+ 2 Temp <u>Labo 2</u> <u>Données</u> <u>[Pape]</u>	Abdou+Mactar + 1 Temp <u>Labo 1</u>	Abdou+ Mactar - 1 Temp <u>Labo</u>	<u>Labo 1</u> <u>Données 1</u> <u>[Abdou]</u>

30 au 6 Octobre	Pape+Mactar +2 Temp <u>Labo 1</u> <u>Données 1</u> [Abdou]	Pape+ 3 Temp <u>Labo 2</u> <u>Données 1</u> [Abdou]	Pape-!- 3 Temp <u>Labo 2</u> <u>Données 2</u> [Mactar]	<u>Labo</u> <u>Données 2</u> [Pape et Mactar]	<u>Labo</u> <u>Données 2</u> [Pape et Mactar]
7 au 14 Octobre	<u>Labo</u> <u>Données 2</u> [Pape et Mactar]	Abdou+ 2 Temp <u>Labo 2</u> <u>Données 2</u> [Pape]	Abdou+ Mactar + 1 Temp <u>Labo</u>	Abdou+ Mactar + 1 Temp <u>Labo</u>	<u>Labo 1</u> <u>Données 1</u> [Abdou]
15 au 22 Octobre	Pape+Mactar +2 Temp <u>Labo 1</u> <u>Données 1</u> [Abdou]	Pape+3 Temp <u>Labo</u> <u>Données</u> [Abdou]	Pape+ 3Temp <u>Labo 2</u> <u>Données 2</u> [Mactar]	<u>Labo</u> <u>Données 2</u> [Pape et Mactar]	<u>Labo 2</u> <u>Données 2</u> [Pape et Mactar]
22 au 29 Octobre	<u>Labo 2</u> <u>Données 2</u> [Pape et Mactar]	Abdou- 2 Temp <u>Labo 2</u> <u>Données 2</u> [Pape]	Abdou+Mactar + 1 Temp <u>Labo</u>	Abdou+Mactar + 1 Temp <u>Labo 1</u>	<u>Labo 1</u> <u>Données 1</u> [Abdou]
29 au 5 novembre	Pape+Mactar +2 Temp <u>Labo 1</u> <u>Données 1</u> [Abdou]	Pape+3 Temp <u>Labo 2</u> <u>Données 1</u> [Abdou]	Pape+ 3 Temp <u>Labo 2</u> <u>Données 2</u> [Mactar]	<u>Labo</u> <u>Données 2</u> [Pape et Mactar]	<u>Labo 3</u> <u>Données 2</u> [Pape et Mactar]

- l'équipe de P. Ndiaye (=4 techniciens) effectue les prélèvements et les mesures de terrain sur les P.S.U. 64 et 68, 3 jours par semaine
 - jours. l'équipe de A. Faye (=3 techniciens) effectue les prélèvements et les mesures de terrain sur les P.S.U. Diourbel 3 jours par semaine
- Ces deux équipes s'alternent une semaine sur deux
- Labo 1 = analyse des échantillons P.S.U. Diourbel = équipe dirigée par Abdou Faye
 - Labo 2 = analyse des échantillons P.S.U. 64 et 68 = équipe dirigée par Pape Ndiaye Mactar Hann s'ajoute à certaines missions et travaillant en collaboration avec A Faye et P Ndiaye.
 - Données 1 = Saisie des données des P.S.U. de Diourbel
 - Données 2 = Saisie des données des P.S.U. 64 et 68
- [Abdou] = sous la direction d'Abdou
[Pape et Mactar] = sous la direction de Pape et Mactar
Temp = techniciens temporaires engagés pour la durée du travail seulement.

Annexe 3 : contrats des équipes chargées des mesures de superficies

Equipe n°1 :

Engagée le 12/08/1996

Lansana Saw
Kode Faye
Mamadou Bâ

05/09/1996 : segments n° 1-2-17-3-4-5-6 de la P.S.U. 64.
12/09/1996 : segments n° 7-8-9 de la P.S.U. 64
19/09/1996 : segments n° 10-11-12 de la P.S.U. 64
26/09/1996 : segments n° 13-14-15 de la P.S.U. 64
03/10/1996 : segment n° 16 de la P.S.U. 64 et les segments n°1-2 de la P.S.U. 68.
10/10/1996 : segments n° 3-4-5 de la P.S.U. 68.
15/10/1996 : segments n° 6-7 de la P.S.U. 68.

Equipe n°2 :

Engagée le 04/09/96

Abdou Diouf
Waly N'Dong
Aliou Gning

12/09/1996 : segments n° 8-9-10 de la P.S.U. 68
19/09/1996 : segments n° 11-12-13 de la P.S.U. 68
26/09/1996 : segments n° 14-15-16 de la P.S.U. 68
03/10/1996 : segments n° 17-18-19 de la P.S.U. 68
10/10/1996 : segments n° 20-21-22 de la P.S.U. 68.
17/10/1996 : les 2 segments échantillonnés de la P.S.U. 86.

Equipe n°3 :

Engagée le 04/09/96

Bathie Diop
Saliou Mbaye
Koba Diouf

05/09/1996 : les 2 segments échantillonnés de la P.S.U. 121 et segments échantillonnés de la P.S.U. 129.
12/09/1996 : les 2 segments échantillonnés de la P.S.U. 166 et segment échantillonné de la P.S.U. 163.
19/09/1996 : 1 segment échantillonné de la P.S.U. 163. et les 2 segments échantillonnés de la P.S.U. 178.

26/09/1996 : les 2 segments échantillonnés de la P.S.U. 161 et 1 segment échantillonné de la P.S.U. 188.
03/10/1996 : 1 segment échantillonné de la P.S.U. 188. et les 2 segments échantillonnés de la P.S.U. 187.
10/10/1996 : les 2 segments échantillonnés de la P.S.U. 158 et 1 segment échantillonné de la P.S.U. 135.
15/10/1996 : 1 segment échantillonné de la P.S.U. 135. et 1 segment échantillonné de la P.S.U. 115.

Equipe n°4 :

Engagée le 22/08/1996

Mbaye Faye
Marne Gor Wade
Ibrahima Thiam

12/09/1996 : les 2 segments échantillonnés de la P.S.U. 35 et 1 segment échantillonné de la P.S.U. 23
19/09/1996 : 1 segment échantillonné de la P.S.U. 23. et les 2 segments échantillonnés de la P.S.U. 40.
26/09/1996 : les 2 segments échantillonnés de la P.S.U. 18 et 1 segment échantillonné de la P.S.U. 32.
03/10/1996 : 1 segment échantillonné de la P.S.U. 32. et les 2 segments échantillonnés de la P.S.U. 71.
10/10/1996 : les 2 segments échantillonnés de la P.S.U. 74 et 1 segment échantillonné de la P.S.U. 96.
15/10/1996 : 1 segment échantillonné de la P.S.U. 96. et 1 segment échantillonné de la P.S.U. 115