



CR070930

Rapport de stage
du 13/10 au 06/10/1996

CENTRE D'ETUDES REGIONAL
POUR L'AMELIORATION
DE L'ADAPTATION A
LA SECHERESSE.

SYSTEME DE REPERAGE DES
ZONES DE CALAMITES

Xavier ORSATI

ISRA - CNRA
B.P. 53 BAMBEY SENEGAL
TEL. (221) 73.61.97 - 73.60.50
FAX (221) 73.61.97 - 73.60.52

Etudiant au Centre National d'Informatique
Appliquée de Montpellier

Nous tenons à remercier le Docteur Daniel Annerose, directeur du Centre d'Etude Régional pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse, pour les moyens techniques qu'il a mis à notre disposition et l'intérêt qu'il a porté à nos projets, l'ensemble de l'équipe du CEIRAAS pour son accueil et sa collaboration et en particulier COUNA SYLLA pour sa disponibilité permanente.

Table des matières

I INTRODUCTION

I.1 CADRE DU STAGE.....	3
<i>I.1.1 Présentation du C.E.R.A.A.S.....</i>	3
<i>I.1.2 Importance de l'informatique au CERAAS.....</i>	4
I.2 CONTEXTE DU SUJET.....	5
<i>I.2.1 L'arachide.....</i>	5
<i>I.2.2 Mise en place du fond de calamité.....</i>	6
I.3 RESUME DU SUJET.....	7

II DONNEES DE BASE DU SYSTEME D'IDENTIFICATION DES ZONES DE CALAMITE

II.1 INTRODUCTION.....	8
II.2 LE MODELE ARABHY.....	8
<i>II.2.1 Principe.....</i>	8
<i>II.2.2 Base de données associée.....</i>	11
II.2.2.1 Introduction.....	11
II.2.2.2 Analyse de la base de données associée au fonctionnement d'ARABHY.....	12
II.2.2.3 Schéma de fonctionnement du modèle ARABHY avec la base de données.....	16
II.3 UTILISATION DES SCENARIOS DANS LA PREVISION.....	17
<i>II.3.1 Introduction.....</i>	17
<i>II.3.2 Principe de la prévision.....</i>	18
<i>II.3.3 Mise en place.....</i>	19
II.4 PRESENTA-I-104 DES DONNEES DE BASE DU SYSTEME D'IDENTIFICATION DES ZONES DE CALAMITE.....	20
<i>II.4.1 Données prévisionnelles.....</i>	20
<i>II.4.2 Données comparatives.....</i>	21

III COMMUNICATIONS

III.1 INTRODUCTION.....	23
III.2 INSTALLATION PHYSIQUE.....	23
III.3 CARBON COPY.....	24
<i>III.3.1 Etablissement d'une connexion.....</i>	25
<i>III.3.2 Transfert de fichiers.....</i>	25
<i>III.3.3 Contrôle à distance.....</i>	26

IV ORGANISATION ET MISE EN FORME DES DONNEES DU SYSTEME

IV.1 INTRODUCTION	27
IV.2 LE CHOIX DE VISUAL BASIC PROFESSIONNEL POUR WINDOWS	30
IV.3 BASES DE DONNEES	27
IV.3.1 Introduction	29
IV.3.2 Présentation de la base de données	29
IV.4 CREATION DES CARTES	32
IV.4.1 Introduction	32
IV.4.2 Création de cartes sous Surfer	33
IV.4.2.1 Construction de trames d'interpolation	33
IV.4.2.2 Création de cartes à partir des trames	36
IV.4.3 Automatisation de la création de cartes	39
IV.4.3.1 Introduction	39
IV.4.3.2 Présentation du standard OLE Automation,	39
IV.4.3.3 Création de la base cartographique du système	40
IV.4.4 Organisation physique	41

V LOGICIEL D'IDENTIFICATION DES ZONES DE CALAMITE

V.1 INTRODUCTION	44
V.2 MENU PRINCIPAL	45
V.3 CONSULTATION DES DONNEES BRUTES	45
V.3.1 Fonctions standards	45
V.3.2 Graphiques	47
V.4 CONSULTATION DES CARTES	48
V.4.1 Consultation multicartes	48
V.4.1.1 Présentation	48
V.4.1.2 Fonctionnement	49
V.4.2 Consultation approfondie d'une carte	50
V.4.2.1 Présentation	50
V.4.2.2 Mise en œuvre de la fonction de zoom	50
V.4.2.3 Fonctionnement	51
V.4.2.4 Accès aux données brutes depuis la carte	53

V.1 CONCLUSION

V.1 EVOLUTION ET AMELIORATION DU SYSTEME	55
V.2 VERS DE NOUVEAUX OBJECTIFS	56

ANNEXES

I Introduction

I 1 Cadre du stage

I.1.1 Présentation du C.E.R.A.A.S

L'eau manque de façon chronique dans le Sahel, et les catastrophes naturelles que sont les nombreuses années de grande sécheresse survenues depuis plus de vingt ans ne font que renforcer la nécessité d'imaginer des stratégies d'adaptation. Elles doivent permettre aux producteurs de retrouver ou de conquérir les conditions de **l'autosuffisance** alimentaire.

La création, au sein de **L'Institut S(énégalais de Recherches Agricoles (I.S.R.A)**, du Centre d'étude Régional pour **l'Amélioration de l'Adaptation** à la Sécheresse (**C.E.R.A.A.S**) est une des réponses de la communauté internationale à ce défi. Au niveau du continent africain, elle constitue la première expérience de création d'une entité régionale par un organisme à vocation nationale.

Le CERAAS, dont les laboratoires se trouvent à Bambey (environ 120 kilomètres à l'est de Dakar), **travaille** plus particulièrement sur :

- l'étude des mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse des plantes vivrières en région sahélienne et sub-Sahélienne.
- la création de nouvelles variétés de plantes plus résistantes.
- le développement de modèles permettant la simulation du développement et de la production des cultures.

Les installations du CERAAS (serres, laboratoires, parcelles d'expérimentation irrigables) permettent de soumettre la plante à des sécheresses contrôlées durant ses différents cycles et d'étudier les effets sur l'élaboration du rendement.

1.1.2 Importance de l'informatique au CERAAS

Le CERAAS joue un rôle pilote en ce qui concerne les actions de recherche en matière d'amélioration et d'adaptation à la sécheresse menées dans la région

A ce titre, l'outil informatique a une importance capitale, tant au niveau de la modélisation (élaboration de scénarios), que dans l'exploitation des résultats (calculs, statistiques . . .) ou encore dans la mise en forme de la documentation issue des diverses études et expérimentations.

Le directeur du CERAAS, le Dr **D.Annerose** (par ailleurs titulaire d'un DEA Informatique), agent du Centre de Coopération en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) partenaire de **l'ISRA**, a donc mis en place une solide politique informatique dans son centre.

Il a ainsi équipé ses laboratoires d'une dizaine de micro-ordinateurs (pratiquement un par personne) performants (trois Pentiums et une majorité de 486 **DX2**) et a créé un service informatique dynamique fort de deux jeunes diplômées (un **ingénieur** et un technicien supérieur) de **l'Ecole** Nationale Supérieure Universitaire de Technologie (E.N.S.U.T.).

L'objectif principal du service informatique est de développer et de renouveler, pour les chercheurs, les outils matériels et logiciels susceptibles d'améliorer la communication et l'exploitation des résultats et de permettre l'évaluation des **coûts** engendrés par les diverses **activités** du centre.

Le **CERAAS** a donc constitué un environnement favorable à la poursuite de nos objectifs de stage en mettant à notre disposition des ordinateurs, des logiciels de développement et des outils de **présentation** performants.

2 Contexte du sujet

2.1 L'arachide

L'arachide appartient à la famille des légumineuses, originaire d'Amérique du sud, elle fut introduite en Afrique de l'ouest au 16^{ème} siècle par les portugais depuis le Brésil.

Sa forte teneur en huile, en protéines et en acides gras lui confère des qualités nutritives importantes, on estime que l'arachide fournit près des 2/3 de la ration alimentaire lipidique des pays tropicaux.

Le succès de cette culture au **Sénégal** est principalement dû à sa capacité de fixation de l'azote atmosphérique qui lui permet d'assurer un rendement même modéré sur des sols pauvres. De plus sa rusticité lui a permis de s'adapter à des climats relativement secs et le développement souterrain de ses fruits la rend moins vulnérable que les céréales aux attaques extérieures.

Semée en début de saison d'hivernage¹, cette culture ne fait l'objet d'aucun traitement particulier et, l'irrigation **étant** nulle, les agriculteurs sont tributaires des conditions climatiques. La moitié de la production en gousses est directement consommée par les producteurs, le **reste** étant destiné aux huileries. Les parties végétatives sont utilisées comme fourrage.

En crise ces dernières années, notamment à cause d'une aggravation de la sécheresse, le secteur de l'arachide n'en demeure pas moins d'une importance vitale pour le Sénégal, second secteur exportateur (derrière la pêche), il a rapporté 44 milliards de **FCFA** en 1994.

Il fait vivre directement ou indirectement plus de 20% de la population sénégalaise et représente la principale source de revenus monétaires du monde rural. Les huileries constituent les plus grandes entreprises industrielles du pays.

¹ hivernage Période de pluviométrie élevée débutant fin juin mi juillet et qui s'étend sur 3 à 4 mois selon les régions

1.2.2 Mise en place du fond de calamité

Suite à la privatisation de la filière arachidière, l'ensemble de ses intervenants (agriculteurs, transporteur, huiliers) s'est organisé au sein du C.N.I.A (Comité National Interprofessionnel de l'Arachide), son rôle est de réorganiser et de rentabiliser la filière.

Dans cette optique, le CNIA désire mettre en place un fond de calamité destiné à garantir les engagements financiers des agriculteurs dans les zones frappées par un sinistre.

Pour définir des bases objectives et fiables de mobilisation de ce fond, le CNIA a fait appel aux compétences du **CERAAS**, de l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA) et à la Direction de la Météo Nationale (DMN) pour un appui à la mise en place d'un système d'information apte à identifier et délimiter les zones de calamité de la culture arachidière.

Le **CERAAS** et le service de bioclimatologie de l'**ISRA** ont élaboré une proposition d'action s'appuyant sur leur démarche de modélisation du développement des cultures assistés en cela par la DMN.

La calamité est définie dans cette proposition comme étant « un sinistre (baisse importante des niveaux de production) de grande échelle causé par un ou plusieurs facteurs naturels imprévisibles, non maîtrisables et dont les effets dépassent les **capacités** de réponse du producteur ».

D'après cette définition et dans les conditions de l'agriculture sénégalaise on peut distinguer plusieurs facteurs de **calamité**.

Néanmoins, l'analyse des effets des facteurs climatiques sur la production arachidière montre qu'ils sont les plus importants et qu'une information fiable peut être élaborée à partir de la connaissance des conditions pluviométriques.

1.3 Résumé du sujet

Le CERAAS a développé un modèle de simulation du développement des cultures arachidières ARABHY (ARACHIDE Bilan Hydrique) qui permet d'estimer le bilan hydrique (ensemble des échanges en eau entre la plante et le milieu extérieur) et les rendements en différents points du Sénégal.

La première phase de ce stage consistait à élaborer une base de données permettant d'organiser l'ensemble des informations **nécessaires** au processus de modélisation des cultures. **ARABHY** doit en effet avoir accès à une quantité importante de données jusqu'alors **organisées** en fichiers texte sur le disque. Cette base servira également à stocker les résultats des simulations, ouvrant ainsi de **larges** perspectives pour leur exploitation, compte tenu des fonctionnalités et des performances des bases de données modernes.

On estime que le bilan hydrique, les rendements et la pluviométrie constituent des informations suffisamment pertinentes pour former un critère d'identification des zones de calamité.

La seconde partie du stage comporte deux objectifs principaux :

- Mettre au point une procédure de communication visant à transmettre les résultats des simulations **d'ARABHY**.
- Développer un système d'information, utilisant ces résultats, pour permettre une identification et une délimitation des zones sinistrées.

En effet, les données issues des simulations ne sont pas interprétables sous leur forme brute, elles seront donc organisées sous forme graphique et cartographique afin de constituer la base du système d'information.

La conception d'un logiciel permettant à l'utilisateur de consulter l'ensemble de ces documents, et lui fournissant tous les outils nécessaires à leur interprétation, constituera la dernière étape de ce projet.

Ce logiciel sera baptisé **GADU**, terme wolof utilisé pour garantir les créances lors des négociations commerciales.

II Données de base du système d'identification des zones de calamité

II. 1 Introduction

Dans l'optique de la mise en place d'un outil de localisation des zones de calamité, il est nécessaire d'obtenir, sur l'ensemble du pays, des informations concrètes susceptibles de servir de base au système. L'analyse de ces informations devra permettre une identification fiable et précise des zones ayant subi un sinistre.

La première partie de ce chapitre est destinée à présenter les outils et les méthodes permettant d'obtenir ces informations de base.

Dans la seconde partie, l'ensemble de ces données sera détaillé en expliquant leur nature, leur mode de calcul et leur pertinence en regard de l'objectif du système.

II.2 Le Modèle ARABHY

11.2. 1 Principe

Il existe de nombreux modèles informatiques permettant de simuler le développement de cultures (Cropwat, Idris...). Ceux-ci ont pour rôles principaux d'estimer les rendements potentiels d'une culture à partir des facteurs du milieu (sol, pluviométrie...) et de fournir des informations sur l'état des cultures.

Depuis 1989 le CERAAS développe un modèle de simulation du bilan hydrique et des rendements appelé ARABHY (ARACHIDE Bilan Hydrique).

Ce modèle permet, en tenant compte des facteurs du milieu et des caractéristiques physiologiques de la plante, de simuler l'évolution journalière du bilan hydrique et de la productivité d'une culture d'arachide.

Le modèle ARABHY est testé chaque saison depuis 5 ans et les résultats obtenus sont satisfaisants, l'écart entre les rendements prévisionnels simulés et ceux effectivement observés sur le terrain étant toujours inférieur à 10%.

Une partie des informations qui constitueront la base du système de localisation des zones de calamité sera calculé à partir des résultats de ces simulations.

Données en entrée

Actuellement le CERAAS effectue des simulations sur 202 sites répartis sur l'ensemble du Sénégal (voir annexe 1), pour chacun d'eux les informations suivantes doivent être connues:

- Caractéristiques du sol : Déterminées par le type de sol du site
- Caractéristiques variétales : **Déterminées** par le type de semences utilisé
- Caractéristiques climatiques : **Pluviométrie**, évaporation . . .

Ces informations sont collectées quotidiennement au niveau des sites par les techniciens, ils renseigneront ensuite la base de données qui sera présentée au chapitre suivant.

Données en sortie :

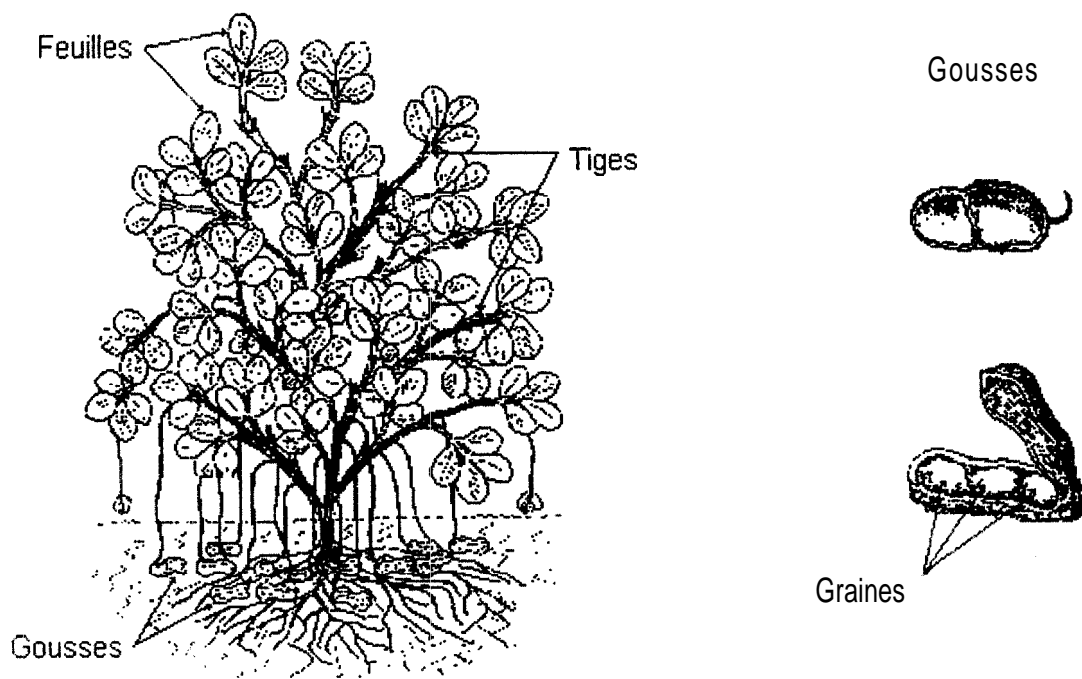
Les résultats des simulations peuvent être classés en deux catégories

- Les données constituant le bilan hydrique :

Après une pluie, une partie de l'eau entre dans le sol une autre ruisselle et une autre s'évapore sous l'influence de l'atmosphère. Ainsi la plante joue le rôle d'interface entre le sol et l'atmosphère en extrayant l'eau du sol par l'intermédiaire de ses racines. Le bilan hydrique est constitué de nombreuses variables (voir table Bilan hydrique en page 15) qui permettent de rendre compte de ces relations sol-plante-atmosphère.

- La productivité :

ARABHY permet de déterminer le gain de matière sèche journalier- pour chacune des différentes parties de la plante : les gousses, les graines et les fanes. on définit par le terme fanes l'ensemble des feuilles et des tiges.



II.2.2 Base de données associée

II.2.2.1 Introduction

Le fonctionnement du modèle **ARABHY** nécessite la manipulation d'une importante quantité d'information. Jusqu'à présent ces données ainsi que les résultats des simulations étaient stockés sous forme de fichiers texte sur le disque. Cette organisation obsolète nécessitait une maintenance contraignante et ne permettait pas une exploitation efficace des résultats nécessaire dans le cadre de la fonction de recherche du **modèle**.

Compte tenu des perspectives d'utilisation **d'ARABHY** dans la **filière** arachidière récemment privatisée et de l'ambition de faire du modèle un puissant outil de recherche, le **CERAAS** a décidé de mettre en place une base de données.

Cette base devra permettre d'organiser plus efficacement les informations nécessaires à la simulation ainsi que les résultats obtenus, elle constituera donc un complément idéal pour le modèle.

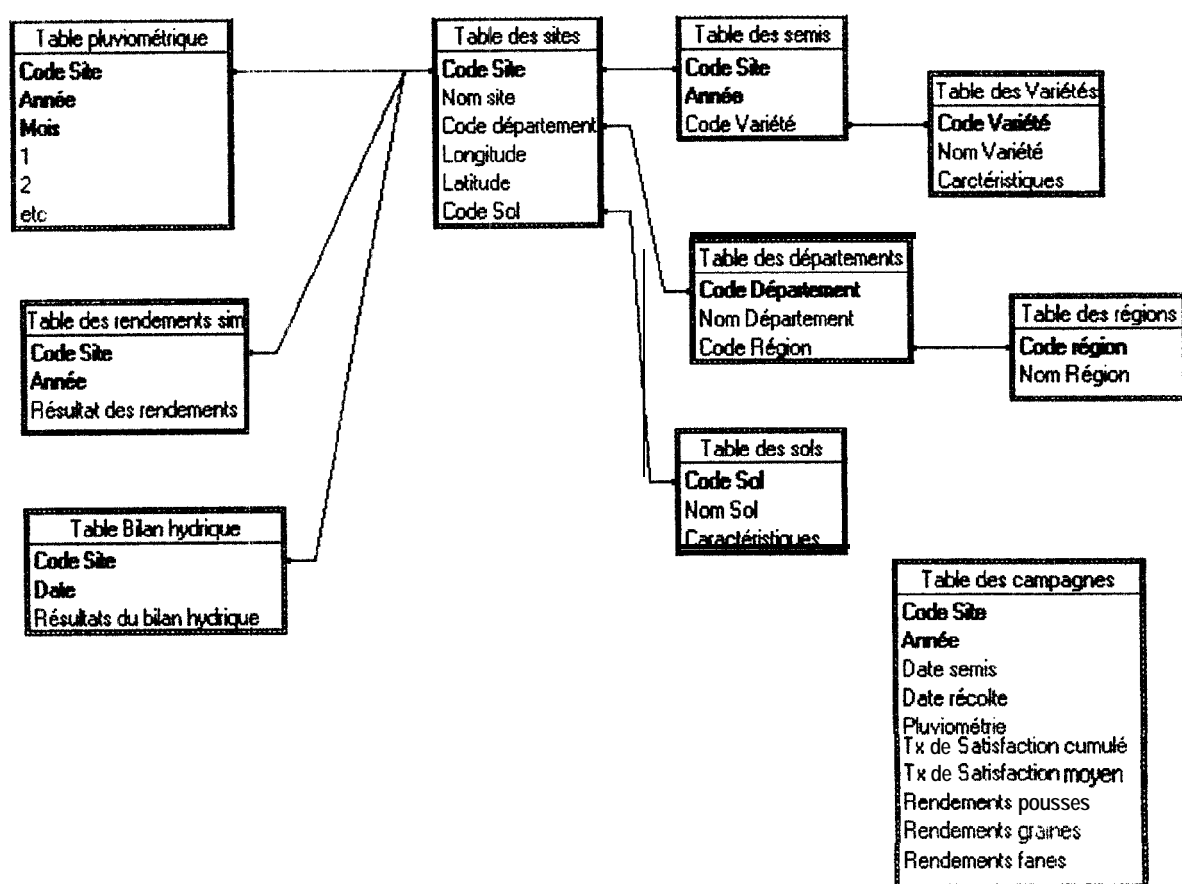
Dans le cadre de la mise en place du fond de calamité, toute les informations pertinentes pour la localisation des zones sinistrées seront tirées de cette base.

Le logiciel de base de données **ACCESS 2** a été utilisé, tout d'abord car il s'agit d'un produit fiable, ayant déjà été utilisé au **CERAAS** et qui a fait ses preuves, mais également en raison de ses possibilités de communication avec les applications extérieures.

De plus, le fait qu'**ACCESS 2** emploie le langage de programmation Access-Basic très proche du Visual Basic utilisé pour le développement de la dernière version **d'ARABHY**, permettra l'utilisation de types de données standards.

II.2.2.2 Analyse de la base de données associée au fonctionnement d'ARABHY

Schéma de l'analyse :



Seule la partie de la base utilisée dans le cadre de la mise en place du fond de calamité est présentée, les fonctions de recherches impliquant une organisation plus complexe, et à l'heure actuelle encore en développement.

Table des données

Table des sites

Nom	Type	Taille	Informations
Code Site	Entier	6	Clef
Code département	Entier	6	
Nom site	Texte	25	
Longitude	Réel	4	
Latitude	Réel	4	
Code sol	Entier	3	

Table des départements

Nom	Type	Taille	Informations
Code département	Entier	6	Clef
Nom département	Texte	25	
Code région	Entier	6	

Table des régions

Nom	Type	Taille	Informations
Code région	Entier	6	Clef
Nom région	Texte	25	

Table de Pluviométrie

Nom	Type	Taille	Informations
Code du site	Entier	6	Clef
Année	Entier	4	
Mois	Entier	2	
1	Réel	8	Pluviométrie durant le 1er jour de l'année et du mois
2	Réel	8	Pluviométrie durant le 2nd jour de l'année et du mois
3	Réel	8	Pluviométrie durant le 3em jour de l'année et du mois
Etc...			

Table des Semis

Nom	Type	Taille	Informations
Code Site	Entier	6	Clef
Année	Date		
Code Variété	Entier	3	

Table des données

Table des variétés

Nom	Type	Taille	Informations	
Code variété	Entier	3	Clef	
Nom variété	Texte	25		
Longcycl	Entier	3	Longueur du cycle	
Jpot	Entier	3	Potentiel de semis	
A1	Réel	8	constantes de calcul	
A2	Réel	8		
A3	Réel	8		
A4	Réel	8		
A5	Réel	8		
A6	Réel	8		
A	Réel	8		
B	Réel	8		
C	Réel	8		
D	Réel	8		
G	Réel	8		
H	Réel	8		
ALpha	Réel	8		
Beta	Réel	8		
A1	Réel	8		
A2	Réel	8		
X	Réel	8		
Y	Réel	8		
Fr	Réel	8		Part de la feuille dans le gain de matière sèche
Tr	Réel	8		Part de la tige dans le gain de matière sèche
JMGOUS	Entier	3	Jour où le taux maximal de gousses est atteint	
JREPR	Entier	3	Nombre de jours de stress maximum	
PSTotalMax	Réel	8	Poids sec total maximum	
TMaxGous	Réel	8	Taux maximum de gousses	
VICrois	Réel	8	Vitesse de croissance racinaire	
DensitéSemis	Réel	8	Nombre de pieds par m ²	

Table des sols

Nom	Type	Taille	Informations
Code sol	Entier	3	Clef
Nom sol	Texte	25	
PtFletPerm1	réel	8	Point de flétrissement permanent de la 1ère couche de 10 cm
CapChamp1	Réel	8	Capacité au champ de la 1ère couche de 10 cm
PtFletPerm2	réel	8	Point de flétrissement permanent de la 2ème couche de 10 cm
CapChamp2	Réel	8	Capacité au champ de la 2ème couche de 10 cm
PtFletPerm14	Réel	8	Point de flétrissement permanent de la 14ème couche de 10 cm
CapChamp14	Réel	8	Capacité au champ de la 14ème couche de 10 cm

Tables de la base de données

Table Bilan Hydrique

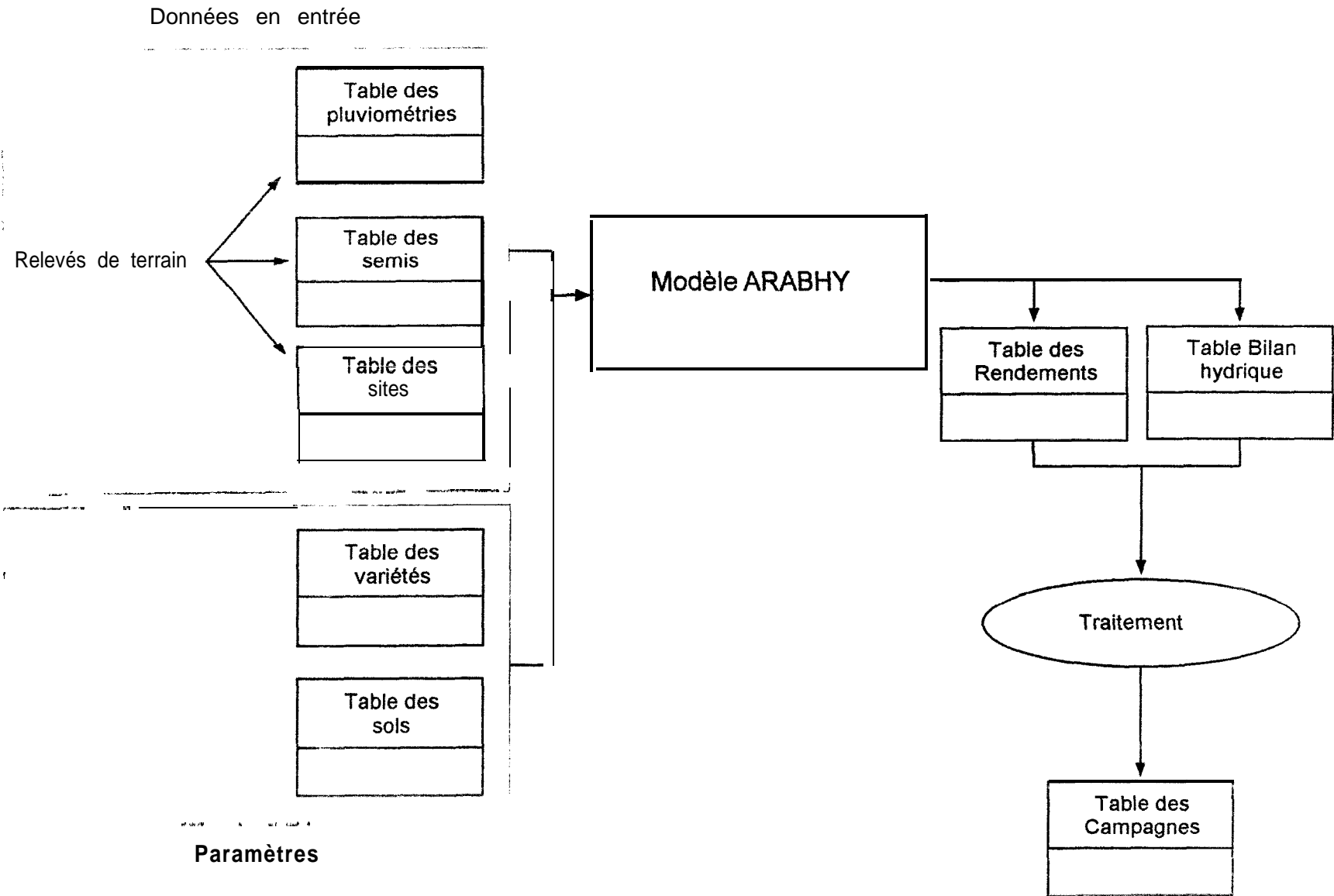
Nom	Type	Taille	Informations
Code site	Entier	3	Clef
Date	Date		
EVBAC	Réel	8	
Evap	Réel	8	évaporation du sol nu ou partiellement couvert
Trans	Réel	8	Transpiration réelle
ETR	Réel	8	Evapo Transpiration Réelle
ETM	Réel	8	Evapo Transpiration Maximum
TSATC	Réel	8	Taux de satisfaction de ta culture
RU	Réel	8	Réserve utile en eau du sol
PFHU	Réel	8	Profondeur d'humectation du sol
PFRAC	Réel	8	Profondeur d'enracinement
KCOUV	Réel	8	Pourcentage de sol couvert
KCULT	Réel	8	Coefficient cultural
H2OP	Réel	8	Quantité d'eau perdue
STOCK	Réel	8	Stock en eau du sol
Stress	Réel	8	Etat de la plante

Table des rendements simulés

Nom	Type	Taille	Informations
Code site	Entier	3	Clef
Date	Date		
Pluies cum	Réel	8	
Date de semis	Réel	8	
Date de récolte	Réel	8	
Tsat Cum	Réel	8	Taux de satisfaction Cumulé
Tsat Moyen	Réel	8	Taux de satisfaction Moyen
Rdt Gousses	Réel	8	Rendement Gousses
Rdt Graines	Réel	8	Rendement Graines
Rdt Fanes	Réel	8	Rendement Fanes
Rdt Tiges	Réel	8	Rendement Tiges
Rdt Feuilles	Réel	8	Rendement Feuilles

Table des campagnes

Nom	Type	Taille	Informations
Code site	Entier	3	Clef
Année	Entier	4	
Pluies cum	Réel	8	
Date de semis	Réel	8	
Date de récolte	Réel	8	
Tsat Cum	Réel	8	Taux de satisfaction Cumulé
Tsat Moyen	Réel	8	Taux de satisfaction Moyen
Rdt Gousses	Réel	8	Rendement Gousses
Rdt Graines	Réel	8	Rendement Graines
Rdt Fanes	Réel	8	Rendement Fanes
Rdt Tiges	Réel	8	Rendement Tiges
Rdt Feuilles	Réel	8	Rendement Feuilles



II.3 Utilisation des scénarios dans la prévision

II.3.1 Introduction

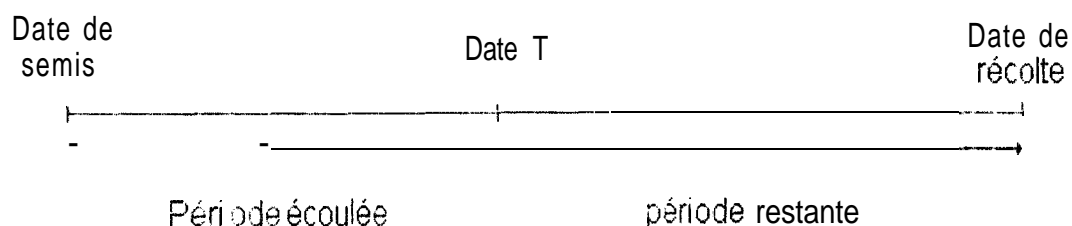
La mise en place du fond de calamité ne vise pas simplement à dédommager les agriculteurs victimes de sinistres, mais, grâce à un système de prévision, à fournir aux producteurs, en cours de campagne, les moyens financiers de faire face afin de limiter l'ampleur des dégâts.

Cet objectif pose un problème :

Les données issues des simulations du modèle ARABHY sont nécessaires afin de déterminer les zones de calamité, or le modèle ne peut simuler qu'en fin de campagne à partir des pluviométries enregistrées. Dans ces conditions comment déterminer, au cours de la saison, les zones de calamité qui doivent bénéficier d'une aide? Le **CERAAS** a donc mis au point un système qui permettra à partir de scénarios **pluviométriques** d'obtenir une prévision de la situation en fin de campagne.

II.3.2 Principe de la prévision

Nous allons nous intéresser au site S à une date T comprise entre la date de semis et la date de récolte.



Nous connaissons, grâce aux relevés de terrain, la pluviométrie sur S de la période ayant précédé T, nous allons maintenant envisager trois cas de figure pour celle de la période séparant T de la date de récolte. Ces trois scénarios pluviométriques seront calculés en fonction des relevés des années antérieures sur le site S.

La base de données d'ARABHY nous donne accès à toutes les informations nécessaires à la mise en place des scénarios comme suit :

- Bon scénario :

Recherche de la meilleure pluviométrie dans les dix dernières années sur la période restante et sur le site S.

- Scénario Moyen :

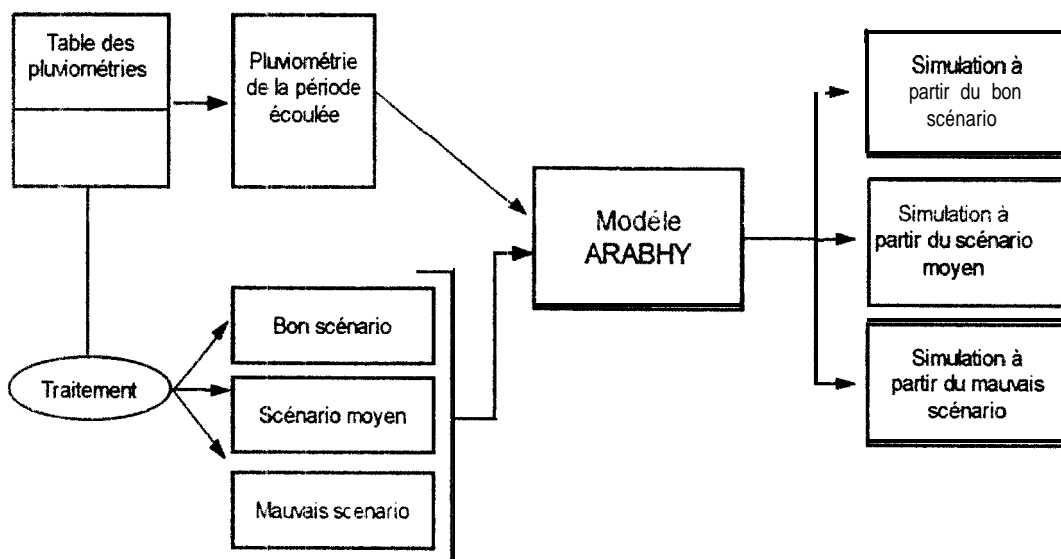
Moyenne de la pluviométrie des dix dernières années sur le site S et sur la période restante.

- Mauvais scénario :

Recherche de la pluviométrie la plus faible dans les dix dernières années sur la période restante et sur le site S.

A partir des relevés de la **période** écoulée et des scénarios, il est possible d'effectuer 3 simulations.

Schéma du principe de l'utilisation **des** scénarios dans la simulation:



A condition que la date T soit suffisamment avancée dans la campagne, les résultats pourront donner un aperçu relativement fiable de la situation en fin de saison, à partir duquel on pourra définir les zones de calamité. Bien entendu plus la date T est proche de la date de récolte, plus les résultats des trois simulations sont similaires et proches de la réalité; mais inversement, les effets des sinistres n'en seront que plus difficiles à endiguer.

II.3.3 Mise en place

La campagne arachidière débute, en général, entre fin juin et mi juillet et s'étend sur 90 à 120 jours selon les régions.

Durant cette période trois simulations à partir des **scénarios** seront effectuées :

- * La première aux environs du 15 août
- * La seconde un mois plus tard
- * Et enfin la dernière aux environs du 1^{er} octobre

En fin de campagne, fin octobre une ultime simulation sera accomplie avec les relevés pluviométriques effectués sur l'ensemble de la campagne sur les sites.

Ses résultats seront plus fiables et plus précis permettant une localisation plus sûre des zones de calamité. L'attribution du fond sur cette base interviendra cependant bien trop tard pour envisager une intervention, il sera dans ce cas destiné uniquement à préserver la sécurité des engagements financiers contractés par les producteurs victimes de sinistres.

II.4 Présentation des données de base du système d'identification des zones de calamité

Grâce à la base de données et en fonction des différents scénarios, on déterminera au niveau de chaque site deux types d'informations:

II.4.1 Données prévisionnelles

* Pluviométrie :

Volume d'eau tombé durant la campagne en mm

= Σ pluviométries quotidiennes entre le semis et la récolte

* Taux de satisfaction cumulé:

Le taux de satisfaction quotidien est défini comme le rapport du volume d'eau consommé par la culture sur sa consommation maximale durant son cycle de développement, Il rend compte de la satisfaction des besoins en eau de la culture.

= Σ taux de satisfaction quotidiens entre le semis et la récolte

* Taux de satisfaction moyen :

Moyenne du taux de satisfaction quotidien durant la campagne.

On considère que pour un taux supérieur ou égal à 0.7 les besoins en eau de la culture sont satisfaits, en revanche pour un taux inférieur on parle de stress hydrique.

= Taux de satisfaction cumulé / Nombre de jours de la campagne

* Rendement gousses:

Rendement en gousses d'arachide exprimé en tonnes par hectare.

= Σ gain de matière sèche gousses quotidiens sur la campagne

* Rendement graines:

Rendement en graines d'arachide exprimé en tonnes par hectare.

= Σ gain de matière sèche graines quotidiens sur la campagne

* Rendement fanes:

Rendement en fsnes d'arachide exprimé en tonnes par hectare.

Σ gain de matière sèche fanes quotidiens sur la campagne

Les données prévisionnelles permettront de comparer les situations des différents sites. Notons tout de même qu'en fin de campagne la pluviométrie et les taux de satisfaction représentent des données réelles et non plus simulées.

III.4.2 Données comparatives

La table des campagnes permet d'accéder aux résultats des dix saisons précédentes pour déterminer les informations suivantes:

« Comparaison en pourcentage avec la moyenne des dix dernières années sur :

* La Pluviométrie :

$\frac{\text{pluviométrie campagne} - \text{pluviométrie moyenne}}{\text{pluviométrie moyenne}} * 100$

* Le Taux de satisfaction cumulé:

$\frac{\text{Tx Sat Cum campagne} - \text{Tx Sat Cum moyen}}{\text{Tx Sat Cum moyen}} * 100$

* Le Taux de satisfaction moyen:

$\frac{\text{Tx Sat Moy campagne} - \text{Tx Sat Moy moyen}}{\text{Tx Sat Moy moyen}} * 100$

* Le Rendement gousses

$\frac{\text{Rdt Gousses campagne} - \text{Rdt Gousses moyen}}{\text{Rdt Gousses moyen}} * 100$

* Le Rendement graines

$\frac{\text{Rdt Graines campagne} - \text{Rdt Graines moyen}}{\text{Rdt Graines moyen}} * 100$

* Le Rendement fanes

$\frac{\text{Rdt Fanes campagne} - \text{Rdt Fanes moyen}}{\text{Rdt Fanes moyen}} * 100$

Classement par rapport aux niveaux des dix dernières années sur :

- * La Pluviométrie :

si rang=1 c'est la meilleure pluviométrie sur le site depuis 11 ans etc

- * Le Taux de satisfaction cumulé:

- * Le Taux de satisfaction moyen:

- * Le Rendement. gousses

- * Le Rendement graines

- * Le Rendement fanes

Les données comparatives permettront de juger de la situation du site cette année par rapport à celle des campagnes précédentes, et déterminer ainsi s'il s'agit d'une bonne ou une mauvaise année pour le site.

Toutes ces informations seront calculées sur les 202 sites échantillons et constitueront la base du système de localisation des zones de calamité.

III Communications

III.1 Introduction

Le système de localisation des zones de calamité devra pouvoir s'appuyer sur des données de base récentes. Il est donc nécessaire de mettre à jour régulièrement l'ensemble des informations à partir des dernières simulations effectuées.

Le logiciel GADU sera installé sur un ordinateur dans les locaux du CNIA à Dakar, les simulations étant réalisées au niveau du CERAAS à Bambey, il est donc indispensable de mettre en place un outil de communication destiné au transfert des données.

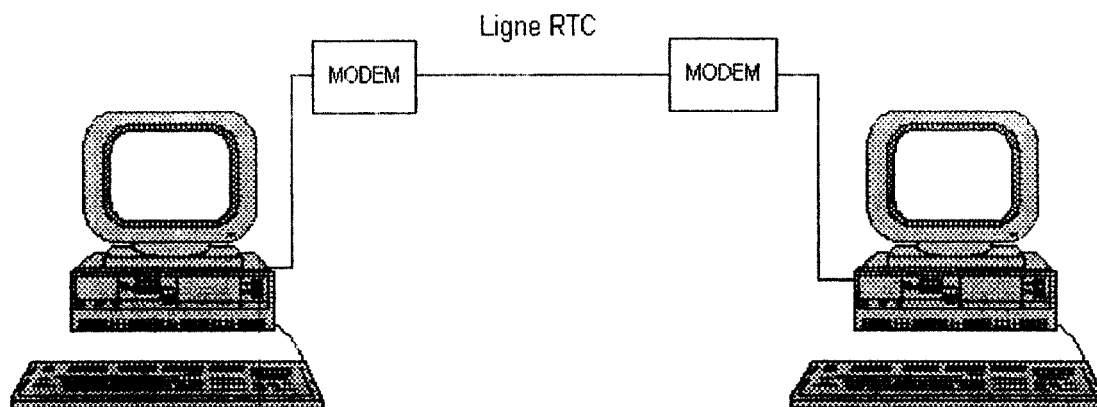
Le CERAAS a également manifesté le désir d'avoir un moyen de contrôle sur l'ordinateur utilisant le système de localisation, afin de pouvoir intervenir en cas de dysfonctionnement. Le personnel du CNIA ne possède en effet aucune expérience de l'informatique, et connaissant les « capacités » des néophytes à désorganiser un système, le CERAAS désire mettre en place un dispositif qui lui permettra d'assurer la maintenance depuis ses locaux.

Compte tenu de l'absence de lignes plus performantes sur le Sénégal, ces deux opérations (transfert de données et maintenance) s'effectueront par l'intermédiaire du réseau téléphonique commuté (RTC) impliquant l'utilisation d'un matériel approprié.

III.2 Installation physique

Toute communication entre ordinateurs à travers le RTC requiert l'utilisation d'un modem. Le rôle du modem est de transformer les informations de type binaire qui lui sont transmises par l'ordinateur en signaux analogiques qui pourront être envoyés via le RTC, à l'autre extrémité le second modem se charge de redonner aux informations reçues leur forme 'originale (binaire) avant de les délivrer à l'ordinateur destination.

Schéma de la communication



te CERAAS a donc fait l'acquisition de deux modems **WorldPort** Lite du fabricant **USRobotics**, il s'agit de produits réputés pour leurs qualités dont la capacité maximale de transfert est de 14 400 Bps (bits par seconde). Les modems seront installés sur l'ordinateur du CNIA et sur un de ceux du CERAAS.

Le CERAAS possède deux lignes téléphoniques internes qui ont permis rétablissement d'une connexion à travers le RTC entre deux ordinateurs situés dans le même bureau. Cette installation a facilité la prise en main des outils et permis le développement des fonctions de communication dans les meilleures conditions.

III.3 Car-bon Copy

Pour les fonctions de transfert et de contrôle à distance, les services du logiciel **Carbon Copy** ont été utilisés. Ce produit est en effet spécialisé dans ce type de travaux, et possède un langage de commandes très proche du **basic** permettant le développement de véritables applications de communication.

III.3.1 Etablissement d'une connexion

Les connexions avec Carbon Copy s'effectuent entre un ordinateur invité, qui prend l'initiative de la communication et dirige les opérations, et un ordinateur hôte dont le rôle est strictement passif.

Un programme résident a été installé sur l'ordinateur du CNIA, en permanence à l'écoute de la ligne téléphonique son rôle est de répondre à d'éventuelles demandes de connexion de la part d'ordinateurs invités. Une liaison peut donc être établie depuis le CERAAS à travers Carbon Copy en envoyant une simple demande de connexion au CNIA.

Cette procédure s'accompagne de l'envoi d'un nom de connexion et d'un mot de passe qui déterminent les droits de l'invité, ce système permet d'empêcher la connexion d'un tiers indésirable et de contrôler les actions entreprises par les invités.

III.3.2 Transfert de fichiers

Une fois la **connexion** établie il est on ne peut plus simple de transférer des fichiers depuis l'ordinateur invité vers l'hôte (l'inverse est également possible). L'ensemble du processus depuis l'établissement de la liaison jusqu'à la **déconnexion** en fin de transfert est **gérée** par un programme écrit dans le langage de commandes de Carbon Copy qui ne demande aucune intervention de la part de l'opérateur.

Etant donnée la **confidentialité** des informations concernées, Les fichiers contenant l'ensemble des données issues des simulations seront transférés sous forme codée,

Le manque de fiabilité du réseau téléphonique sénégalais nous a conduit à mettre en place une procédure de contrôle des données reçues au niveau du CNIA. Parmi les fichiers transférés figurera un certain *info.txt*, ce dernier contient une liste des noms et tailles de tous les fichiers transmis. Le contrôle consiste dès

lors en une simple vérification de la validité des informations de cette liste : tous les fichiers ont ils été reçus en entier ?

III.3.3 Contrôle à distance

Carbon Copy offre la possibilité à partir d'un ordinateur de contrôler un autre ordinateur distant via le RTC comme si on travaillait sur celui ci. Le CERAAS pourra ainsi assurer la maintenance et l'amélioration de l'ensemble du système à distance sans devoir envoyer de **personnel** sur place. Les droits associés au compte du CERAAS seront maximums (lecture, mise à jour et destruction) il jouira donc d'une totale liberté d'action pour intervenir en cas de problème, par exemple pour effectuer une réorganisation des répertoires après une mauvaise manipulation au niveau du **CNIA**. Il pourra également mettre en place de nouvelles applications et donc améliorer le système existant.

Cette organisation présente également l'avantage de pouvoir être utilisée comme un outil de formation, en effet un système de messagerie permettra aux informaticiens du **CERAAS** de répondre aux interrogations des utilisateurs du **CNIA**. Les manipulations sur l'**ordinateur** invité étant visibles sur l'hôte, il leur sera même possible de faire des démonstrations.

IV Organisation et mise en forme des données du système

IV.1 introduction

L'objectif de ce projet n'est pas de mettre en place un système de détermination automatique des zones sinistrées, en fonction des informations de base, mais plutôt de fournir un outil capable de mettre en forme ces informations afin de permettre à l'utilisateur de les interpréter.

Les données brutes sont désormais disponibles au niveau du **CNIA**, il convient maintenant de les organiser **afin** d'améliorer leur exploitation future. Encore une fois, l'option de mise en place d'une base de données a été retenue,

tes informations **reçues** sous leur forme brute ne peuvent permettre une interprétation **destinée** à localiser les zones de calamité, elles seront donc utilisées **pour la** création de cartes qui constitueront la base du système.

La première partie de chapitre est destinée à justifier le choix du langage de programmation utilisé.

La seconde partie constitue une simple présentation de la base de données mise en place, suivi d'une explication détaillée de l'ensemble du processus conduisant des données brutes à la création d'une base cartographique.

Enfin la dernière partie est surtout destinée à ceux qui assureront la maintenance de ce système. elle traite de l'organisation physique des fichiers sur le disque.

IV 2 Le choix de Visual Basic Professionnel pour Windows

L'ensemble du système de repérage des zones de calamité, tant au niveau de la gestion des données que des **traitements** cartographiques, a été développé grâce au langage de programmation Visual Basic Professionnel.

Le basic a longtemps été **considéré** comme un langage pour débutant qui permettait une approche simple du monde de **la** programmation. Ses capacités **étaient** effectivement limitées et sa lenteur d'exécution ainsi que son fort appétit en

espace mémoire le rendaient inutilisable pour le développement d'applications professionnelles.

Néanmoins cette situation a considérablement évolué et Visual Basic Professionnel constitue aujourd'hui un outil de développement performant permettant la conception rapide d'applications Windows, et offrant des possibilités dignes de son appellation professionnelle.

On peut d'ailleurs constater que son utilisation est de plus en plus courante, notamment pour les langages de macro commandes des produits Microsoft (Excel Access 2 etc...).

Les principales caractéristiques de Visual Basic Professionnel qui ont motivé son utilisation sont les suivantes:

- Une programmation événementielle, caractéristique des applications Windows, et permettant la gestion des objets
- Les possibilités d'utilisation des DLL (Dynamic Link Library , Bibliothèque de liens dynamiques) qui permettent d'avoir accès à l'ensemble des ressources de Windows et notamment aux fonctions de l'**API** (Application Programming Interface) qui nous ont été d'une grande utilité.
- Une conception d'inter-face utilisateur sous Windows orienté objet, très pratique permettant l'obtention rapide de résultats.
- Une gestion fiable des liens DDE (Dynamic Data **Exchange**) et de la norme **OLE** Automation, toutes deux indispensables à la mise en place du système.
- La possibilité d'utilisation de la plupart des formats d'image standard.

IV.3 Base de données

1V.3.1 introduction

Afin d'obtenir une utilisation plus pratique et plus rationnelle des données, la mise en place d'une base de données au niveau du CNIA a été décidée.

Compte tenu du caractère de confidentialité des données stockées et de l'épineux problème de la sécurité dans les bases de données, les tables de la base ont été implémentées sous forme de fichiers textes codés.

Les informations contenues dans les fichiers sont la plupart du temps de type réel ou entier et seront stockées sous leur format machine, il sera dès lors quasi impossible d'interpréter ces fichiers sans une connaissance précise de la structure des enregistrements et des types des différents champs.

Cette organisation garantit une certaine sécurité et, bien que peu conventionnelle n'en est pas moins efficace pour l'utilisation qui en sera faite.

Les fichiers représentant les tables seront suivi de l'extension **.BDQ** et contiendront les enregistrements classés de manière séquentielle.

IV.32 Présentation de la base de données

Compte tenu de l'implémentation de cette base sous forme de fichiers et de la taille réduite des informations contenues, nous avons décidé de créer des tables indépendantes ne comportant pas de relations, cette organisation permettra notamment au CERAAS d'ajouter de nouveau sites à l'échantillon sans avoir à mettre à jour l'ensemble de la base. Un schéma de l'analyse s'avère alors inutile, nous allons donc passer directement à la description des tables

Tables de la base de données

Table de la campagne courante

Nom	Type	Taille	informations
Station	Texte	25	Nom de la station, Clef
Longitude	Réel	6	
Latitude	Réel	6	
Pluie	Réel	6	Cumul des pluviométries durant la campagne
Semis	Texte	5	Jour et mois de semis
Recolte	Texte	5	Jour et mois de récolte
TsatCum	Réel	6	Taux de satisfaction cumulé
TsatMoy	Réel	6	Taux de satisfaction moyen
Gousses	Réel	6	Rendement en gousses
Graines	Réel	6	Rendement en graines
Fanes	Réel	6	Rendement en fanes
PluieC	Réel	6	Données comparatives par rapport à la moyenne des 10 dernières campagnes
TsatCumC	Réel	6	
TsatMoyC	Réel	6	
GoussesC	Réel	6	
GrainesC	Réel	6	
FanesC	Réel	6	
TsatCumR	Réel	6	Rangs par rapports aux 10 dernières campagnes
TsatMoyR	Réel	6	
GoussesR	Réel	6	
GrainesR	Réel	6	
FanesR	Réel	6	

Table historique des campagnes

Nom	Type	Taille	Informations
Station	Texte	25	Nom de la station, Clef
Année	Entier	4	
Pluie	Réel	6	Cumul des pluviométries durant la campagne
Semis	Texte	5	Jour et mois de semis
Recolte	Texte	5	Jour et mois de récolte
TsatCum	Réel	6	Taux de satisfaction cumulé
TsatMoy	Réel	6	Taux de satisfaction moyen
Gousses	Réel	6	Rendement en gousses
Graines	Réel	6	Rendement en graines
Fanes	Réel	6	Rendement en fanes

Table des villes

Nom	Type	Taille	Informations
Nom	Texte	25	
Longitude	Réel	6	
Latitude	Réel	6	

Avec la mise en place des scénarios pluviométriques, il existera plusieurs tables de campagne courante qui correspondront aux différents scénarios à partir desquels les données ont été obtenues.

Il pourra donc y avoir simultanément jusqu'à quatre de ces tables dans le système, associées aux trois scénarios simulés et à la situation réelle.

La table des villes sera utilisée lors de la création des cartes pour placer des points identifiables même si aucun relevé n'y a été effectué. La fonction de zoom, qui sera présentée ultérieurement, nécessite la présence de ces villes pour permettre un repérage plus exact des zones géographiques.

Enfin la table historique des campagnes est avant tout destinée à permettre par la suite la création de graphiques qui présenteront l'évolution des différents paramètres agricoles du site au cours des dernières campagnes.

IV.4 Création des cartes

IV.4.1 Introduction

Le format cartographique constitue de loin la présentation la plus efficace en vue du repérage des zones sinistrées. Il convient donc de créer à partir des données issues des simulations une base de cartes qui permettra à un utilisateur averti de localiser les régions touchées par une calamité de type pluviométrique.

Chacune des données de base du système (voir **chap.** 11.4) fera l'objet d'une mise en forme cartographique. Le CNIA pourra donc s'appuyer sur une base de 18 cartes par scénario.

Principe de l'interpolation géographique

Nous disposons d'informations sur un échantillonnage ponctuel (les sites), en vue de la création d'une carte il faut déterminer la valeur de ces informations en des points ne faisant pas partie de l'échantillon. La technique permettant de déterminer la valeur potentielle d'un point situé géographiquement entre deux valeurs-échantillon est appelée « interpolation spatiale ».

Pour utiliser cette technique, il a été nécessaire d'avoir recours à un logiciel spécialisé non seulement dans l'analyse géographique mais également dans la création de cartes : «**Surfer**».

La version utilisée tourne sous MS Windows et est désignée par le label « Winsurf 5.0 ».

Ce logiciel sera donc consacré à l'interpolation des données pour la création de cartes.

fv.4.2 Création de cartes sous Sur-fer

IV.4.2.1 Construction de trames d'interpolation

Une trame contient le résultat d'une interpolation sous la forme d'un tableau rectangulaire de valeurs organisées en lignes et colonnes, Les lignes correspondent à des points d'égale latitude et les colonnes à des points d'égale longitude. L'intersection de chaque ligne et colonne définit un point de trame qui contient sa valeur interpolée. Cette organisation permet d'obtenir des valeurs interpolées pour des points répartis de manière homogène déterminant ainsi des valeurs associées à des points ne faisant pas partie de l'échantillon initial.

La fonction **GridData** de **Surfer** permet de construire une trame à partir d'un fichier contenant les valeurs **échantillons** sous la forme XYZ, X et Y définissant les coordonnées physiques du site et Z la mesure en (X,Y) de l'information à interpoler.

Il convient néanmoins de définir quelques paramètres indispensables à la création d'une trame:

- **LatMin** et **LatMax** : Les latitudes minimum et maximum de la trame.

- **LongMin** et **LongMax** : Les longitudes minimum et maximum de la trame.

qui définissent sur quelle surface globale sera pratiquée l'interpolation. Le Sénégal est compris entre les points de longitude -17.533 et -11.355 et les points de latitude 12.309 et 16.728.

- **NbLig** : Nombre de lignes de la trame

- **NbCol** : Nombre de colonnes de la trame

qui définissent la finesse de la maille. L'ensemble de nos trames comportera 200 lignes sur 200 colonnes, le **cadre** contenant le Sénégal étant un rectangle de 670 sur 500 Km, les points de la trame sont distants horizontalement de 3350 mètres et verticalement de 2500 mètres, ce qui représente une précision très correcte.

Il faut ensuite choisir la fonction d'interpolation à utiliser :

Surfer permet en effet de sélectionner parmi les fonctions proposées celle qui correspondra le mieux au type de données à traiter. Parmi les fonctions les plus couramment utilisées on peut citer le krigeage, la régression polynomiale, la moyenne inverse à la distance et la méthode de Sheppard... . Toutes ces fonctions sont bien sûr paramétrables et une des difficultés majeures consiste à déterminer les paramètres les mieux adaptés pour obtenir l'interpolation la plus proche possible de la réalité.

Le choix du **CERAAS** s'est porté sur la fonction de krigeage, cette méthode d'interpolation géostatistique s'est avérée adaptée dans beaucoup de domaines et convient aux types des informations concernées. Cette fonction vise à exprimer les tendances qui sont mises en évidence par les données échantillons, de façon que, par exemple, les points ayant des valeurs associées fortes forment un front plutôt que des zones concentriques autour de ces points.

Cette méthode comporte trois paramètres:

- Le modèle de **variance**

Il est utilisé pour définir le voisinage proche des observations et la pondération qui leur est affectée, le modèle linéaire avec une pondération moyenne sera utilisé.

- Le **drift type**

Ce paramètre a peu d'importance compte tenu de la bonne répartition des sites échantillons sur l'ensemble des zones de culture arachidières, En effet il est utilisé pour l'interpolation de vastes zones ne comportant aucune observation.

- Le nugget **Effect**

Ce paramètre est utilisé en cas d'erreur potentielle dans les observations. L'option nugget effect fera du krigeage une méthode de lissage, accordant une confiance moindre aux relevés par rapport à la tendance générale.

Sur-fer stocke ses trames sous un format particulier, les fichiers d'extension **.GRD**.

Structure des fichiers **.GRD**

Un entête contenant les informations suivantes :

- Coordonnées des points inférieur gauche et supérieur droit
- Nombre de lignes et de colonnes
- Valeurs minimale et maximale des points de la trame

le **corps** du fichier contient la suite des valeurs interpolées classées suivant leurs coordonnées géographiques.

La création d'une carte à partir d'une trame s'effectue en affectant à chaque point de la trame une couleur qui correspond à sa valeur interpolée. Dans le but de créer des cartes concernant le **Sénégal**, il est inutile de traiter les points de la trame situés à l'extérieur des frontières. La fonction **GridBlank** de Sur-fer permet d'**affecter** à tout les points extérieurs à une zone préalablement définie une valeur **précise**(1.7E+38) qui indiquera par la suite que le point ne présente pas d'intérêt.

Sur-fer utilise un format particulier pour définir les zones pertinentes: les fichiers d'extension **.BLN**.

Structure des fichiers **.BLN**

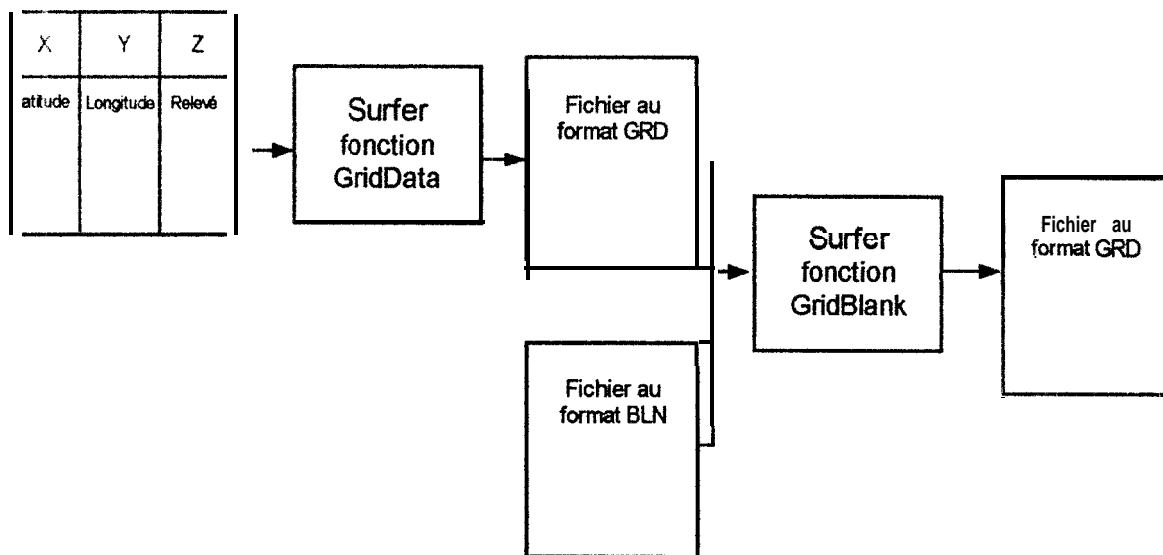
En entête :

- Le nombre de points définissant la zone
- un booléen déterminant la partie contenant les informations pertinentes (0 pour l'intérieur de la zone , 1 pour l'extérieur).

le corps contient la suite des points (X,Y) qui reliés les uns aux autres définiront la **zone**, le premier et le dernier point doivent être identiques.

Il est donc possible, à partir d'un fichier définissant les limites du Sénégal d'obtenir une trame au format .GRD contenant les valeurs interpolées pour tous les points de la trame situés à l'intérieur des frontières du pays.

La création de trames avec Surfer :



VI.4.2.2 Création de cartes à partir des trames

Surfer permet de créer des cartes à partir des trames en affectant à chaque point de la trame une couleur qui correspond à sa valeur interpolée. Les fichiers contenant les échelles de couleur à utiliser possèdent l'extension .LVL.

Structure des fichiers .LVL

Ils sont constitués de lignes contenant les informations suivantes :

Level FFGColor FBGColor Fpattern

Tous les points de la trame dont la valeur interpolée est comprise entre level et le level de la ligne suivante formeront des zones.

FFGColor et FBGColor définissent, avec le format RGB, la couleur du premier plan et celle du fond de ces zones, et Fpattern le style de remplissage.

Il convient également d'inclure une ligne qui prendra en compte les points préalablement exclus ($Z = 1.7E+38$), le paramètre `level` de cette ligne devra être supérieur au `Z` maximum (différent de $1.7E+38$), la couleur blanche lui sera affectée afin d'obtenir un contour net du pays.

C'est la fonction `MapContour` qui permet la création de cartes sous `Surfer` à partir d'une trame et d'un fichier échelle.

Il est également possible de positionner des villes sur la carte:

En utilisant un fichier texte contenant les **coordonnées** et les noms des villes, la fonction `MapPost` permet de créer une carte de position constituée de points étiquetés au nom de la ville qu'ils représentent. La fonction `OverlayMaps` permettra de regrouper la carte de fond et celle des villes pour n'en former qu'une seule.

Nous disposons désormais d'une carte nette issue des données échantillons, malheureusement son format n'est utilisable que dans le cadre de l'application `Sut-fer`. Ces cartes devront être enregistrées sous un format d'image standard permettant leur utilisation grâce à `Visual Basic`.

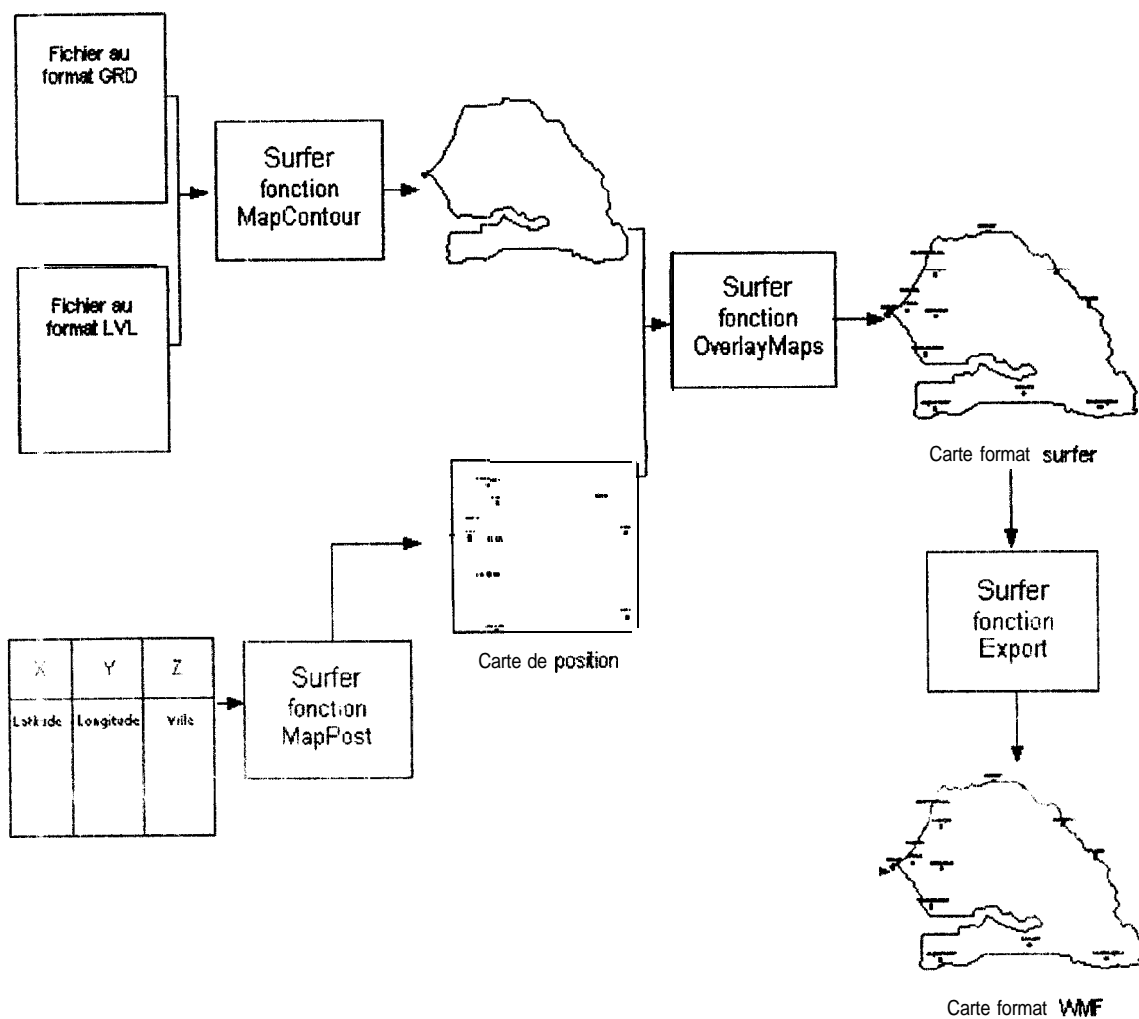
`Sut-fer` possède une fonction qui permet l'exportation d'images sous différents formats, le format `WMF` (Windows **Meta** File) s'est avéré être le plus intéressant. Les fichiers `WMF` ne stockent pas une image de type **raster** (numérique où chaque pixel correspond à un ou plusieurs bit) mais une série d'enregistrements qui correspondent directement aux appels du `GDI` (**Graphic Device Interface**) ayant formés l'image.

C'est en fait une description de l'image listant les fonctions graphiques qui *on*: conduit à sa construction.

Ce format présente deux avantages particulièrement intéressants:

- Compte tenu de sa structure, une image WMF peut être affichée avec n'importe quelle taille, sans recourir à des fonctions spéciales et en conservant l'allure de l'image originale de façon parfaite.
- Le format WMF est extrêmement économique au niveau de l'espace mémoire nécessaire au stockage des images.

Création d'une carte à partir d'une trame:



IV 4.3 Automatisation de la création de cartes

IV.4.3.1 Introduction

Nous sommes maintenant familiarisé avec les concepts et formats de base de **Winsurf**. L'objectif de ce chapitre est de présenter le traitement automatisé des données reçues, afin de créer la base cartographique du système.

L'ensemble de ce traitement est réalisé par un programme écrit en Visual Basic utilisant les fonctions mise à disposition par **Winsurf**.

Winsurf gère en effet le standard **OLE** Automation qui permet à une application extérieure d'utiliser ses **fonctionnalités**.

IV.4.3.2 Présentation du standard **OLE** Automation

OLE Automation est une norme industrielle utilisée par certaines applications Windows pour exposer leurs objets **OLE** aux outils de développement, langages macro et autres conteneurs qui gèrent **OLE** Automation

Dans le cas qui **nous** concerne l'application **Surfer** elle-même constituera l'objet mis à disposition. Lorsqu'une **application** reconnaît **OLE** Automation, les objets qu'elle expose sont accessibles par Visual Basic. On peut ainsi utiliser Visual Basic pour manipuler ces objets en appelant leurs méthodes ou en recherchant et en définissant les propriétés de l'objet, comme on peut le faire avec les objets sous Visual Basic.

Les propriétés et méthodes qu'un objet reconnaît sont définies par l'application qui a créé l'objet. **Surfer** possède un puissant langage de macro qui permet d'avoir accès à toutes ses fonctionnalités, ces macro commandes constituent les méthodes de l'objet application **Surfer**.

On peut dès lors, depuis un programme Visual Basic, manipuler **Surfer** aussi aisément que pourrait le faire un utilisateur de l'application elle-même.

IV.4 3.3 Création de la base cartographique du système

Au lancement, le logiciel active l'application Winsurf sous une forme non visible pour l'utilisateur grâce aux fonctions de l'API Windows.

Il est nécessaire de définir un objet de type Objet OLE qui servira à manipuler Surfer, cet objet sera baptisé Surf.

La commande Surf = CreateObject suivie du nom de l'application (**Surfer**) et du type d'objet à créer (application Surfer) initialise la communication OLE Automation entre notre logiciel et **Surfer** par l'intermédiaire de l'objet Surf.

Il convient ensuite de créer, à partir de la base de données, un fichier contenant les résultats des **échantillons** sous la forme XYZ.

Le fichier *cartes.bdq* contient le détail de toutes les cartes à créer, pour chacune d'elle on peut connaître :

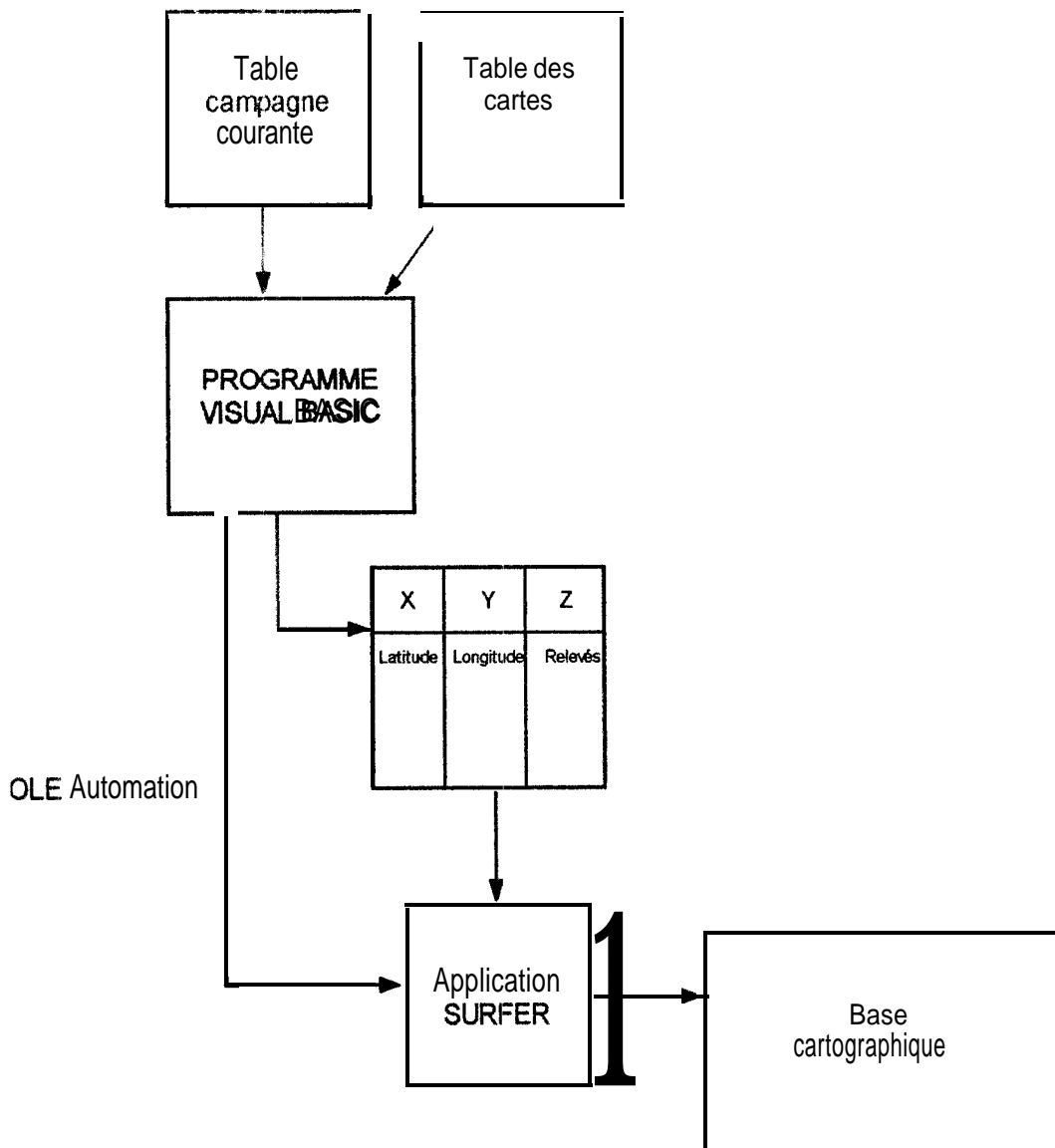
- Le sujet concerné
- Le nom à donner à la carte
- Le fichier d'échelle (.LVL) associé

l'objet application **Surfer** permet de créer une carte en lui appliquant les méthodes qui correspondent aux fonctions définies dans le chapitre consacré à la création de cartes sous Winsurf.

Il est désormais possible d'automatiser le processus de création de la base cartographique, en construisant l'ensemble des cartes listées dans le fichier *cartes.bdq* grâce à l'objet surf.

Notons tout de même que les trames utilisées pour la création des cartes seront conservées, en vue d'une utilisation pour la fonction de zoom qui sera décrite ultérieurement.

Schéma du processus automatisé de création de cartes :

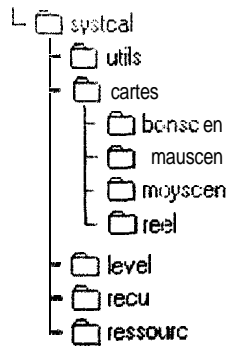


IV.4 4 Organisation physique

Ce chapitre vise à présenter l'organisation du système au niveau du disque, en expliquant les rôles et contenus des différents répertoires.

Il est principalement destiné à ceux qui auront à assurer la maintenance du système. afin de leur éviter de fastidieuses recherches

Structure sur le disque :



Présentation des **répertoires**

- **Systcal** :

Répertoire principal, il contient l'ensemble des sous répertoires et des fichiers.

- **Utils** :

Répertoire contenant l'ensemble des ressources graphiques (Boutons~ icônes , etc..) utilisées par le logiciel.

- **Cartes** :

Ce répertoire contient quatre sous répertoires, chacun d'eux est associé aux résultats d'une simulation à partir d'un des scénarios.

bonscen : le bon scénario

mauscen : le mauvais

moyscen : le scénario moyen

reel : le scénario réel

Dans chacun de ces répertoires, on **retrouvera** les mêmes fichiers :

- La table contenant les données de base tirées de la simulation concernée, fichier d'extension **.BDQ** sa structure est **détaillée** en annexe 2

L'ensemble des cartes créées à partir des informations de base au format **.WMF**

L'ensemble des trames d'interpolation qui ont conduit à la création des cartes au format **.GRD**. Ces fichiers seront utilisés par la fonction de **zoom**.

- **Lever :**

Ce répertoire contient les fichiers d'extension **.LVL** qui sont utilisés par **Sur-fer** pour la création des cartes, ainsi que les images au format **.BMP** des échelles de couleur.

- **Ressourc :**

Il contient la table des résultats des campagnes au niveau des sites sur les dix dernières années, ce fichier se nomme **histo.bdq** et sa structure est détaillée en annexe 2.

Il contient également la table des villes utilisée notamment dans la fonction de **zoom** et la table des cartes qui permet l'automatisation de la création.

V Logiciel d'identification des zones de calamité

V.1 Introduction

La première partie de ce rapport était destinée à présenter l'ensemble des processus visant à constituer une **base** d'information pour le système à mettre en oeuvre.

Il a ensuite été question de l'organisation de cette base contenant d'une part les données brutes agencées dans une base de données, d'autre part un ensemble de cartes créées à partir de ces données.

Nous en arrivons donc à l'ultime étape de notre projet : le développement d'un outil qui permettra l'utilisation des informations de la base afin de **repérer** les zones ayant subi une calamité de type pluviométrique.

Ce chapitre sera **donc** consacré à la ;Présentation du logiciel réalisé, les différentes possibilités de consultation de la **base** seront détaillées, et les outils mis à la disposition de l'utilisateur pour lui permettre d'interpréter les informations seront exposés..

Concernant l'aide à l'utilisation, nous avons manqué de temps pour le développement d'un programme d'aide ou la rédaction d'une documentation, néanmoins tous les boutons du logiciel sont associés à un message explicatif dont l'apparition est commandée par le passage de la souris sur le bouton.

Etant donnée la relative simplicité d'utilisation du logiciel, on peut considérer que ce contexte d'aide sur les boutons sera suffisant pour permettre une prise en main rapide.

V 2 Menu principal

L'utilisateur doit préalablement choisir dans le menu principal le scénario qui a engendré les informations auxquelles il désire avoir accès, il aura donc le choix entre les trois scénarios calculés (bon, moyen et médiocre), et en fin de campagne il pourra également s'intéresser au scénario réel.

Par défaut le scénario réel est utilisé s'il est disponible, sinon le moyen.

Une fois ce choix effectué l'opérateur peut commencer la consultation de la base du système.

V.3 Consultation des données brutes

Nous avons tenté de reconstituer un environnement de consultation comparable à ceux des bases de données classique, en utilisant une présentation simple et en proposant à l'utilisateur la plupart des fonctions standards de ce type de produit.

L'écran de consultation (annexe 3) présente donc les informations de base du système, le cadre situé en haut à droite indiquant le scénario utilisé pour leur obtention..

V.3.1 Fonctions standards

- Déplacement dans la base

La barre d'outils située en bas à gauche de l'écran offre la possibilité à l'utilisateur de parcourir l'ensemble des stations de la base, en lui indiquant le nombre total d'enregistrements et le numéro de celui sur lequel il se trouve.

- Recherche d'un enregistrement :

Le bouton représentant une loupe commande l'apparition d'une boîte de dialogue contenant un menu déroulant des stations classées par ordre alphabétique, l'utilisateur pourra y choisir celle qu'il désire consulter.

* Impression des informations

Le bouton représentant une imprimante permet de lancer l'impression d'un document contenant les informations affichées à l'écran, ce document est présenté en annexe 4.

* L'export de données

Le CERAAS souhaitait que le CNIA puisse exporter les données de base sous un tableur afin de pouvoir de leur côté effectuer des calculs statistiques.

Une procédure d'exportation basée sur les communications DDE (Dynamic Data Exchange) a été mise au point, elle permettra à l'utilisateur d'exporter ses données de son choix vers Microsoft Excel.

Le bouton qui présente le logo d'Excel commande l'apparition d'une boîte de dialogue qui permet de choisir les données à envoyer. Si Excel n'est pas en cours d'exécution il sera lancé et activé à la suite du transfert.

Principe de la communication DDE

Les liaisons DDE permettent à deux applications Windows en cours d'exécution de se communiquer automatiquement des données, l'application qui prend l'initiative de la liaison est appelée client, l'autre serveur

Dans notre cas ces noms paraissent inappropriés, c'est en effet le logiciel GADU le client qui envoie des données à MS Excel le serveur !

Une fois la liaison initialisée un objet de type contrôle sera utilisé, ses méthodes permettant en effet l'envoi automatique de données :

LinkItem permet d'établir une correspondance entre le contrôle et le sujet concerné dans l'application serveur, ici une cellule Excel par exemple controle.LinkItem «L1C1».

La méthode LinkPoke rend possible l'échange client serveur en copiant le contenu du contrôle client dans l'objet du serveur qui lui est attaché.

Ces deux méthodes permettent d'exporter aisément les informations désirées vers MS Excel.

Les liaisons DDE offrent de nombreuses possibilités elles permettent non seulement d'échanger des données entre applications, mais autorisent également l'envoi de commandes afin d'utiliser les compétences d'autres logiciels

IV.32 Graphiques

Dans l'écran de consultation en face de chaque sujet comme la pluviométrie ou les rendements se trouve un bouton qui donne accès à une présentation graphique.

Il s'agit en fait d'un simple graphique en barre représentant l'évolution du sujet au cours des onze dernières années (année courante incluse) sur le site en indiquant la moyenne sur la période.

Ce type de présentation permet une analyse claire de la situation du site par rapport aux situations qu'il a connu au cours des dix dernières campagnes. Dans l'exemple d'écran présenté en annexe 5, on peut ainsi constater que malgré des précipitations assez faibles de l'ordre de 530 mm c'est une bonne année au niveau pluviométrique pour la station de Bakel par rapport aux campagnes précédente dont la moyenne est à peine supérieure à 400 mm.

Le langage Visual Basic possède un objet graphique dans son interface, malheureusement son utilisation ne permet pas au programmeur de déterminer l'ensemble de ses caractéristiques ni de personnaliser la présentation. Il a donc fallu redéfinir un objet graphique en utilisant les fonctions du GDI (Graphic Device Interface) de Windows, très commodes pour la gestion de formes à l'écran.

Pour le graphique des pluviométries, compte tenu des fortes disparités entre les sites, l'utilisateur bénéficie du choix entre deux types d'échelles pour l'affichage :

- L'échelle adaptée pour laquelle la pluviométrie maximale représente le sommet de l'axe des ordonnées. Son avantage est d'autoriser une analyse précise entre les différentes campagnes.
- L'échelle standard qui aura la valeur 1500 mm comme sommet de l'axe des ordonnées. Cette échelle permet donc une comparaison des situations des différents sites.

L'opérateur pourra également imprimer le graphique à l'écran en appuyant sur le bouton représentant une imprimante. Les sorties sont présentées en annexe 6.

V.4 Consultation des cartes

L'utilisateur a ici le choix entre deux modes de consultation qui font l'objet des deux chapitres suivants.

V.4.1 Consultation multicartes

V.4.1.1 Présentation

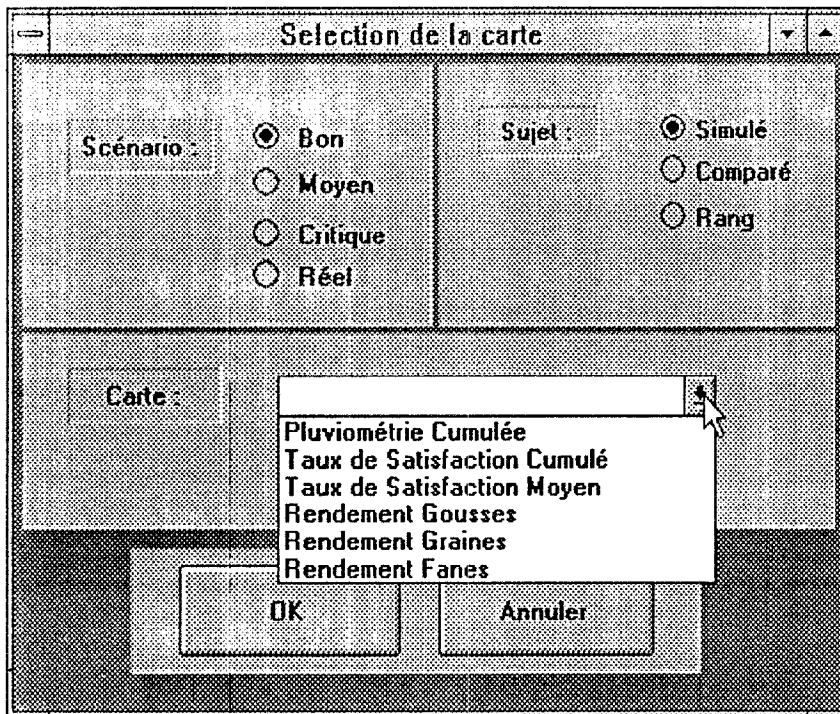
Cet écran (présenté en annexe 7) permet l'affichage simultané de quatre cartes, on peut ainsi visualiser l'ensemble de la situation hydrique (pluviométrie, taux de satisfaction ...) et les résultats obtenus (rendements).

Ce type de consultation permet de dégager les tendances, on peut facilement repérer les zones en difficulté en ayant une vision globale de la situation sur plusieurs paramètres à la fois.

Sur l'exemple d'écran présenté en annexe 7, on peut rapidement remarquer sans nécessairement être un spécialiste que la région Nord et le centre ne présentent pas un bilan très positif

V 4.1.2 Fonctionnement

Le click de l'util sateur dans un des cadres commande l'apparition de la boite oe dialogue suivante :



l'utilisateur peut alors choisir la carte à afficher, il a accès à l'ensemble de la base cartographique soit entre 54 et 72 cartes selon que la simulation à partir des données réelles a ou non déjà été effectuée.

Ce mode de consultation n'offre cependant pas la possibilité d'étudier de façon approfondie une carte en particulier, c'est justement l'objectif du type de consultation que nous allons maintenant présenter.

V 4.2 Consultation approfondie d'une carte

V.4.2.1 Présentation

Ce mode de consultation est destiné à permettre à l'utilisateur de mener une analyse plus précise sur un sujet en particulier (les rendements en graines par exemple). L'unique **carte** est donc affichée dans une fenêtre beaucoup plus grande que dans le mode de consultation précédent, autorisant déjà une interprétation plus juste et plus fine au niveau géographique (annexe 8) . Elle ne présente néanmoins pas une **précision** suffisante dans le cadre de la mise en place du fond de calamité, il serait en effet souhaitable de pouvoir étudier certaines parties de la carte de **façon** plus pointue. Une procédure de zoom a donc été implémentée, elle constitue un des outils mis à la disposition de l'utilisateur.

V.4.2.2 Mise en oeuvre de la fonction de zoom

Notre première **idée** fut d'utiliser les fonctions graphiques de l'**API** (Application Programming Interface) Windows pour effectuer un zoom sur un **cadre de** l'écran.

L'utilisation de cette technique a conduit à des résultats peu convaincants.

La fonction Stretchblt permet en effet d'étendre une partie de l'écran à la taille désirée, malheureusement le principe même de cette fonction n'est pas adapté à un zoom cartographique, en effet chaque pixel de l'image originale est étendue à un cadre dans le nouveau format, les couleurs de l'échelle, formées par de fin quadrillages, deviennent alors trop grossières et n'ont plus **aucun** rapport avec les couleurs de l'échelle originale. De plus les noms de sites affichés devenaient illisibles.

Il a donc fallu recourir à une autre méthode. Après quelques essais infructueux d'algorithmes personnels, notamment à cause de temps de traitements excessifs, l'exploitation des fonctionnalités de Winsurf a une fois de plus été utilisée.

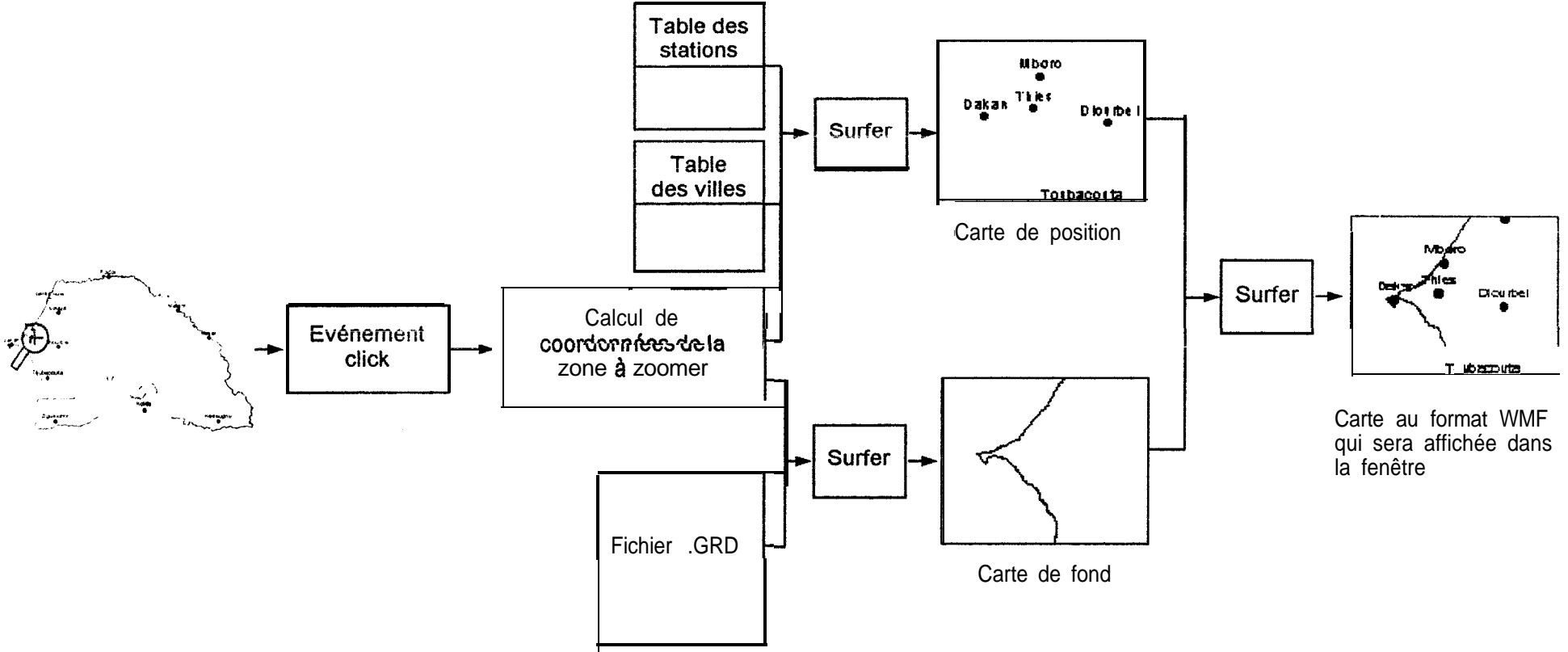
La fonction **MapContour** de **Surfer** peut en effet être paramétrée de manière à n'utiliser qu'une partie de la trame pour la création du fond de carte, il est dès lors possible d'obtenir des zooms de la carte à partir de la trame d'origine qui a été soigneusement conservée.

L'utilisation de **Surfer** présente un **autre** avantage, elle permet en effet de faire **apparaître** de villes de moindre importance sur les zooms effectués, ces points indicatifs pourront servir de repères à l'utilisateur dans sa recherche des zones de calamité.

V.4.2.3 Fonctionnement

Le bouton représentant une loupe donne accès à la fonction de zoom, le pointeur de la souris devient alors une loupe. Le click de la souris dans le cadre contenant la carte provoque une succession de procédures visant à **afficher** une partie de la carte centrée sur le point choisi :

- saisie des coordonnées du click et transformation en coordonnées géographiques réelles.
- Utilisation de **Surfer** pour la création du zoom :
 - Création du fond de carte centré sur les coordonnées calculées
 - Création d'une carte de position à partir des villes et stations de la base de données qui seront contenues dans le zoom
 - Regroupement des deux cartes et exportation de l'image résultat sous le format WMF.
- Affichage dans la fenêtre de l'image qui vient d'être créée.



SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DU ZOOM

Ce processus n'autorise qu'un niveau de zoom, qui s'avère néanmoins suffisant compte tenu de la finesse des trames d'origine des cartes :

Toutes les trames possèdent 200 lignes sur 200 colonnes, le zoom concerne une zone représentant le cinquième de la carte principale, il est donc construit à partir d'une partie de trame de 40 lignes sur 40 colonnes, soit un rectangle de 130 kilomètres sur 100.

Des barres de défilement apparaissent à la suite du zoom permettant à l'utilisateur de se déplacer sur l'ensemble de la carte en conservant l'échelle du zoom.

On peut revenir à un aperçu **global** de la carte grâce au bouton représentant la carte du Sénégal.

V.4.2.4 Accès aux données brutes depuis la carte

Nous avons pensé qu'il pourrait être intéressant de pouvoir consulter la base des données brutes directement depuis les zooms de cartes en cliquant sur les stations pour lesquelles on désire connaître les informations.

Le bouton représentant un pointeur de souris et un point d'interrogation donne accès à cette fonction si le cadre présente une carte zoomée.

Sur l'exemple d'écran présenté en annexe 9 on s'aperçoit que certaines villes sont représentées par des points, d'autres par des triangles, le point symbolise une station pour laquelle on pourra avoir accès aux données brutes, le triangle une ville ou un village donné à titre indicatif pour permettre un repérage plus précis.

Le click de la souris sur un des points commande l'apparition de la fenêtre suivante qui présente une partie des informations de la station concernée :

The screenshot shows a window titled "INFORMATION [Scénario Moyen]". It contains a table of data for a station named "Diourbel". The data is organized into two columns. The left column lists geographical and cumulative data, while the right column lists agricultural parameters. A "Quitter" button is located at the bottom center of the window.

INFORMATION [Scénario Moyen]			
Station :	Diourbel		
Latitude :	14.65	Semis :	24/06
Longitude :	-16.23	Récolte :	22/09
Pluie Cum :	652.6 mm	Gousses :	2.07 t/ha
Taux sat Cum :	72.05	Graines :	1.44 t/ha
Taux sat Moyen :	.841	Fanes :	3.14 t/ha

Quitter

Le fonctionnement de cet outil est relativement simple: L'événement click dans la fenêtre cartographique provoque le calcul des coordonnées géographiques du point sur lequel se trouve la souris, on recherche alors dans la base de données une station dont les coordonnées sont suffisamment proches de celles calculées, si cette station existe on affiche ses caractéristiques.

VI Conclusion

VI.1 Evolution et amélioration du système

L'objectif de ce rapport était d'exposer l'ensemble du processus qui conduit des relevés de terrain par les techniciens jusqu'à la mise en place d'un système de repérage des zones de calamité.

Certaines étapes de ce processus doivent maintenant faire l'objet de vérifications et d'améliorations :

L'interpolation:

L'échantillon de départ est constitué de 202 sites et la fonction d'interpolation choisie a été paramétrée de façon **standard**, il convient désormais de vérifier que la taille de l'échantillon, la répartition des sites et les paramètres utilisés conduisent à des résultats proches de la réalité sur l'ensemble du territoire.

La fiabilité du modèle de simulation **ARABHY** a déjà été démontrée reste à définir un échantillon et des paramètres pour la fonction qui permettront d'atteindre une sûreté identique pour l'interpolation.

Le système de localisation des zones de calamités:

Nous avons tenté de fournir au CNIA le logiciel le plus simple et le plus performant possible, son objectif est de donner les moyens de repérer les zones ayant subi une calamité de type pluviométrique à partir de l'examen de données et de cartes.

Nous avons également fourni des outils destinés à faciliter l'interprétation de l'utilisateur.

Le logiciel constitue cependant une première version susceptible d'être améliorée par l'apport de nouveaux outils, nous avons ainsi jeté les bases d'un processus qui permettra de déterminer automatiquement les zones de calamités :

Le CNIA devra préalablement définir les critères des zones de calamités en posant des conditions sur les données de base, il pourra par exemple décider qu'une zone dont le taux de satisfaction moyen est strictement inférieur à 0.7 et dont le

rendement en fanes n'excède pas 1.5 tonnes par hectare doit être considérée comme une zone de calamité et bénéficier de la mobilisation du fond.

Ces critères seront bien entendu des paramètres modifiables que le CNIA pourra à volonté redéfinir

A partir de cette définition de la zone de calamité, et connaissant la structure des trames d'interpolation des différentes données, on pourra mettre au point un algorithme destiné à construire automatiquement une carte qui ferait directement apparaître les zones vérifiant tous les critères de calamité. On pourrait même en définissant l'importance relative des différents critères créer une carte qui Indiquera « le pourcentage de calamité ».

VI.2 Vers de nouveaux objectifs

La filière **arachidière** sénégalaise vient d'être privatisée, son organisation est donc en pleine restructuration. Les intervenants de la filière (agriculteurs transporteurs huiliers) souffrent actuellement de l'absence d'information fiable au niveau de la production. Cette lacune entraîne une exploitation désorganisée et inefficace conduisant à des résultats moyens.

Cette situation a incité le CERAAS à mettre sur pied un projet de système de prévision et d'estimation de la production arachidière.

Un tel outil permettra à l'ensemble des intervenants d'anticiper au niveau de leurs politiques d'exploitation, et d'adapter la répartition des moyens physiques et financiers en fonction des situations prévues.

Le principe de base du système à mettre en oeuvre s'appuie sur les mêmes concepts que ceux utilisés dans ce projet :

La constitution d'une solide organisation de collecte d'informations destinées à alimenter la base de données du modèle ARABHY .

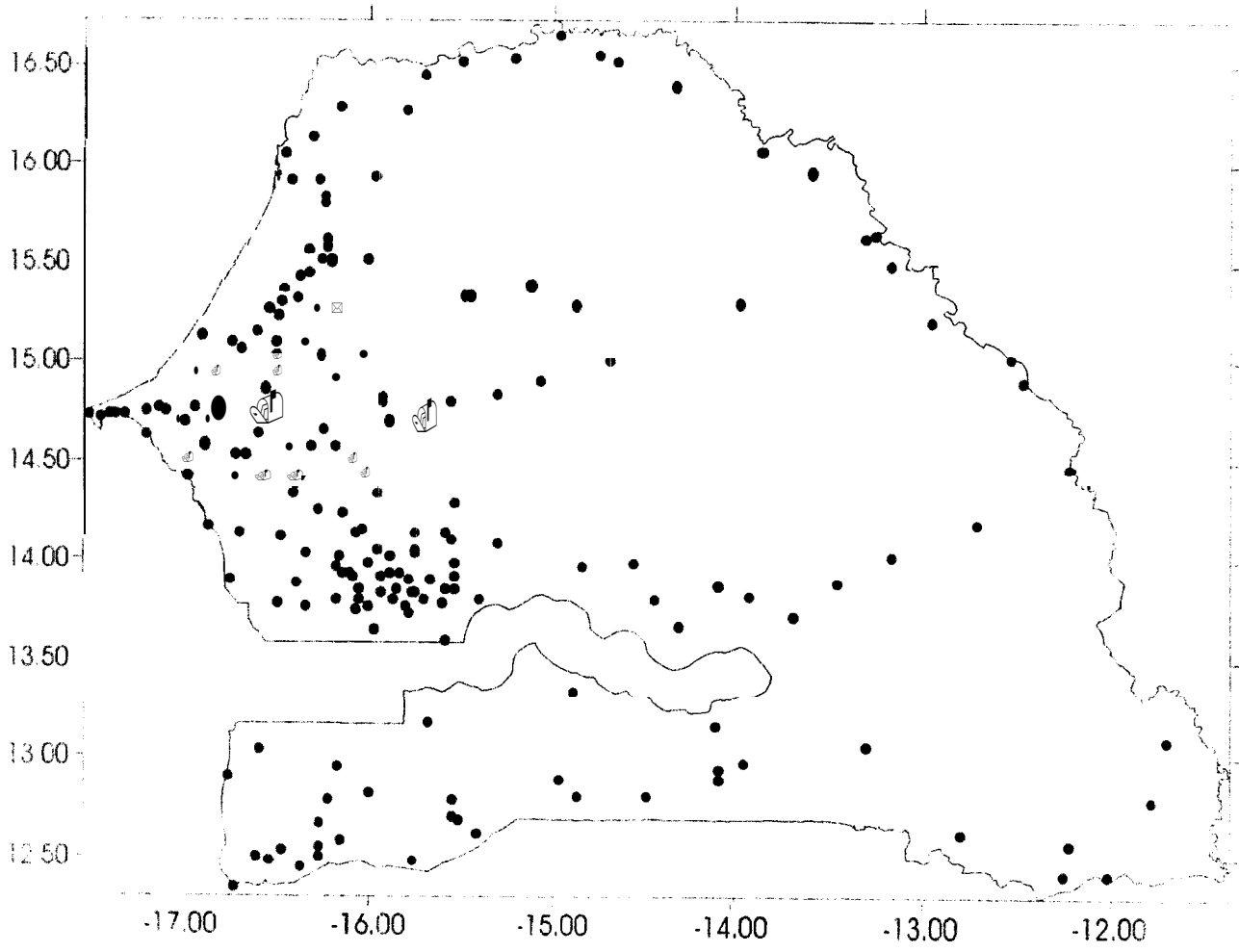
L'utilisation des résultats des simulations pour élaborer une information

La conception d'un tel outil est actuellement en cours au CERAAS, l'objectif visé étant de constituer à terme un véritable serveur d'informations accessible à tous les intervenants de la filière, dans le cadre de ce qui pourrait être un observatoire de la production agricole.

ANNEXES

- Annexe 1 :** Répartition des sites échantillons sur le Sénégal
- Annexe 2 :** Structure des enregistrements des tables
- Annexe 3 :** Ecran de consultation des données brutes
- Annexe 4 :** Exemple d'imprimé des données brutes
- Annexe 5 :** Ecran de présentation graphique
- Annexe 6 :** Exemples d'imprimés des graphiques
- Annexe 7 :** Ecran de consultation multicartes
- Annexe 8 :** Ecran de consultation approfondie d'une carte
- Annexe 9 :** Ecran de consultation après un zoom

Répartition des sites échantillons sur le Sénégal



Structure des enregistrements des tables

Structure des enregistrements de la table de la campagne courante (station.bdq)

Type T-Station

Station As String * 20
Long As Single
Lat As Single
Pluie As Single
Semis As String * 5
Récolte As String * 5
TsatCum As Single
TsatMoy As Single
Gousses As Single
Graines As Single
Fanes As Single
PluieC As Single
TsatCumC As Single
TsatMoyC As Single
GoussesC As Single
GrainesC As Single
FanesC As Single
PluieR As Single
TsatCumR As Single
TsatMoyR As Single
GoussesR As Single
GrainesR As Single
FanesR As Single

End Type

Structure des enregistrements de la table historique des campagnes (histo.bdq)

Type T_StationAn

Année As Integer
Station As String * 20
Pluie As Single
TsatCum As Single
TsatMoy As Single
Gousses As Single
Graines As Single
Fanes As Single

End Type

Structure des enregistrements de la table des villes (villes.bdq)

Type T_Ville

Nom As String * 30
Long As Single
Lat As Single

End Type

Structure des enregistrements de la table des cartes (cartes.bdq)

Type carte

NomGrd As String * 20
NomCarte As String * 20
NumCol As Integer
Level As String * 20

End Type

Ecran de consultation des données brutes

Bouton de recherche dans la base

Bouton de retour à la page précédente

Bouton de retour à la page suivante

Bouton d'exportation des données

Bouton de scénario utilisé

Bouton de la simulation

Bouton de graphiques

Scénario pluviométrique moyen

INFORMATIONS

Station : Dakar

Longitude : 12.47

Latitude : 14.9

Date Semis : 05/08

Date Récolte : 03/11

	Simulé	Comparé	Rang
Pluie Cumulée	525.8 mm	+ 23 %	3
Tx Sat Cumulé	67.85	- 25 %	11
Tx Sat Moyen	0.765	- 26 %	11
Gousses	2.07 t/ha	- 9 %	11
Graines	1.41 t/ha	- 9 %	11
Fanes	3.74 t/ha	+ 2 %	1

Comparaision avec le moyenne des 10 campagnes précédentes

Rang par rapport aux 10 campagnes précédentes

Enregistrement courant

sur 41

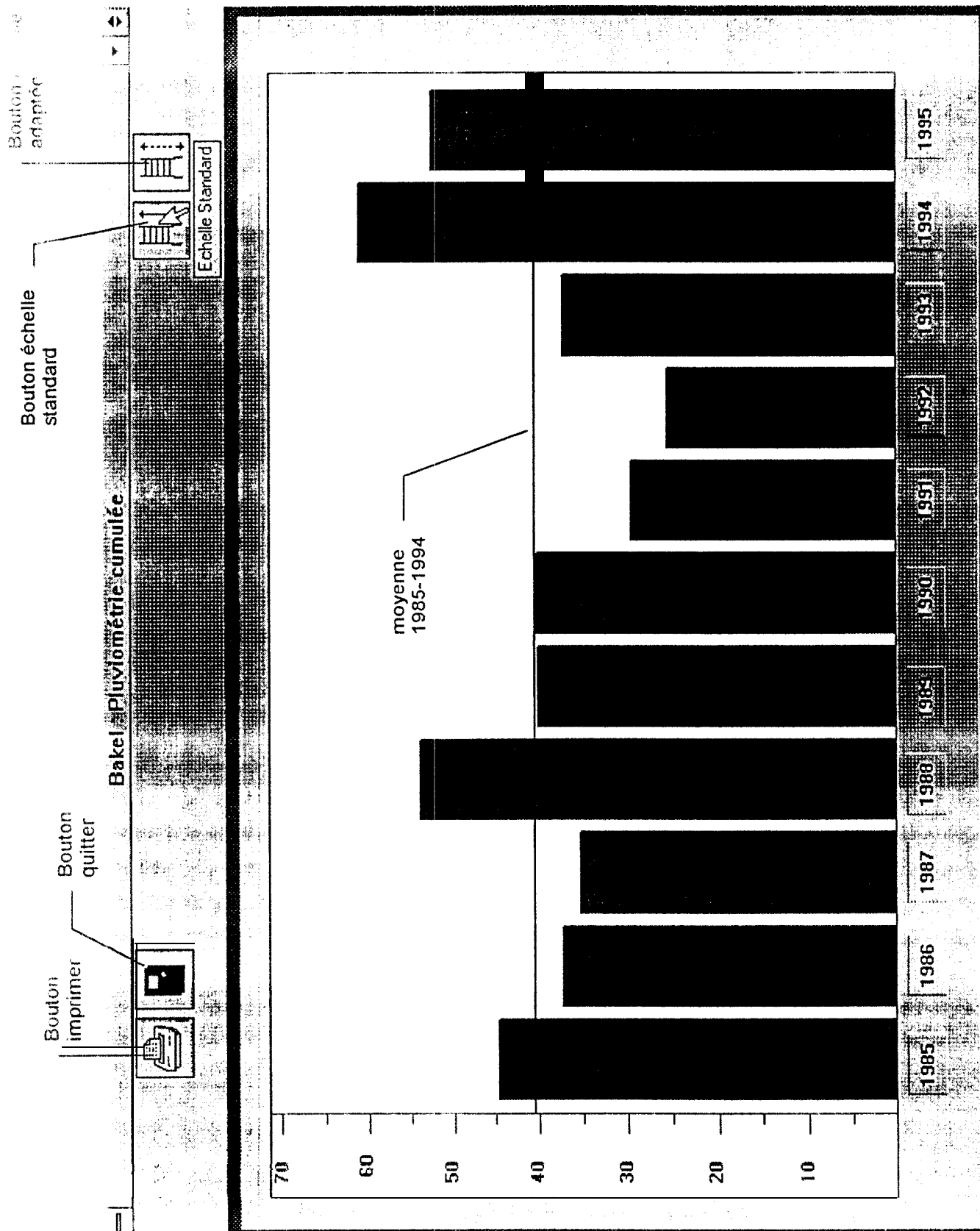
Total des enregistrements

Boutons de placement dans la base

Station	Kidira	Scénario moyen
Longitude :	-12.22	Date Semis : 23/06
Latitude :	14.47	Date Récolte : 21/09

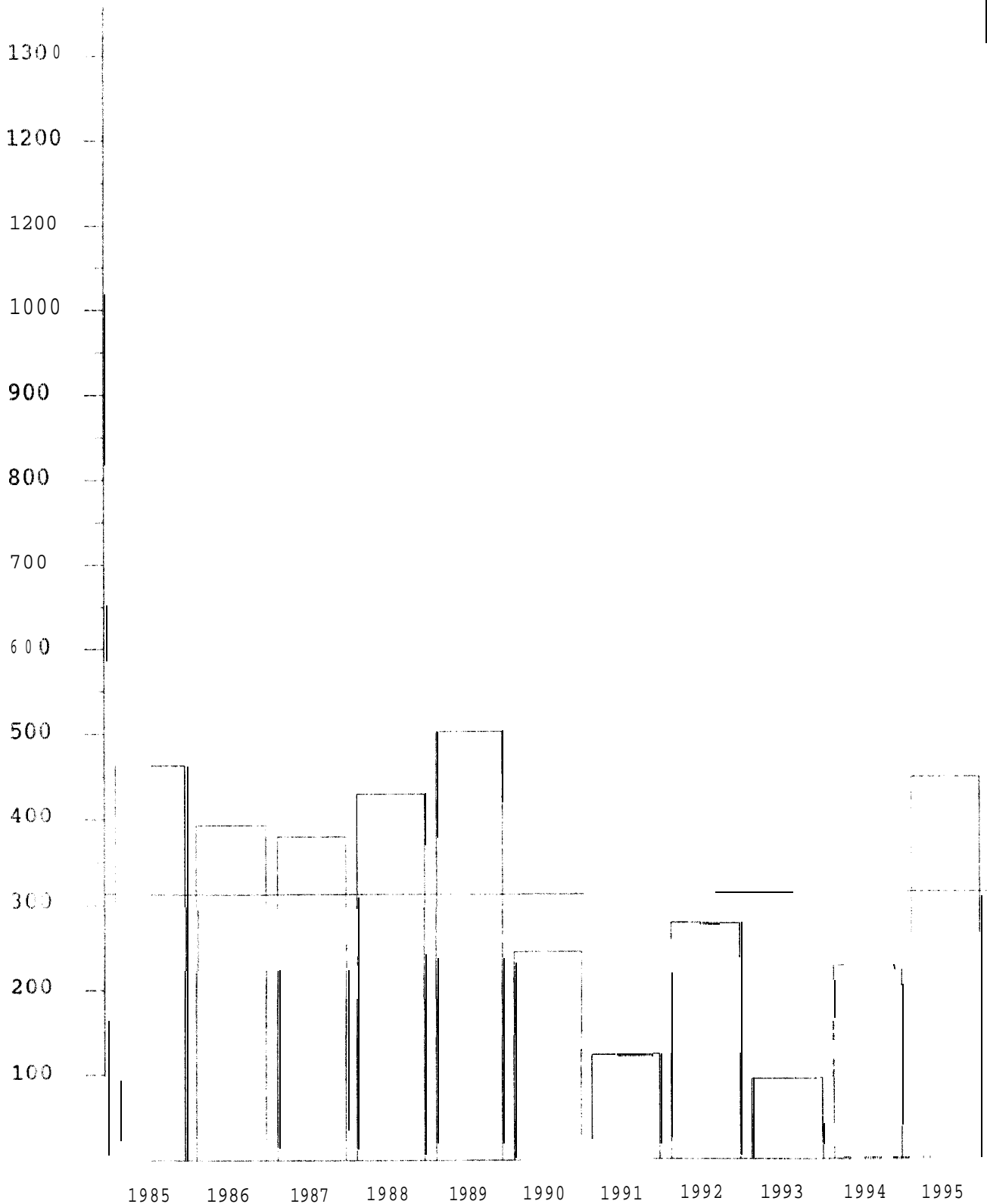
		Réel	Comparé	Rang
	Pluviométrie :	386.1	-15%	8
Bilan hydrique	Tx Sat Cum :	65.93	-22 %	10
	Tx Sat Moyen :	0.786	-17%	11
	Gousses :	1.5	-39 %	10
Rendements	Graines :	1.04	-38 %	10
	Fanes :	2.25	-52 %	10

Ecran de présentation graphique



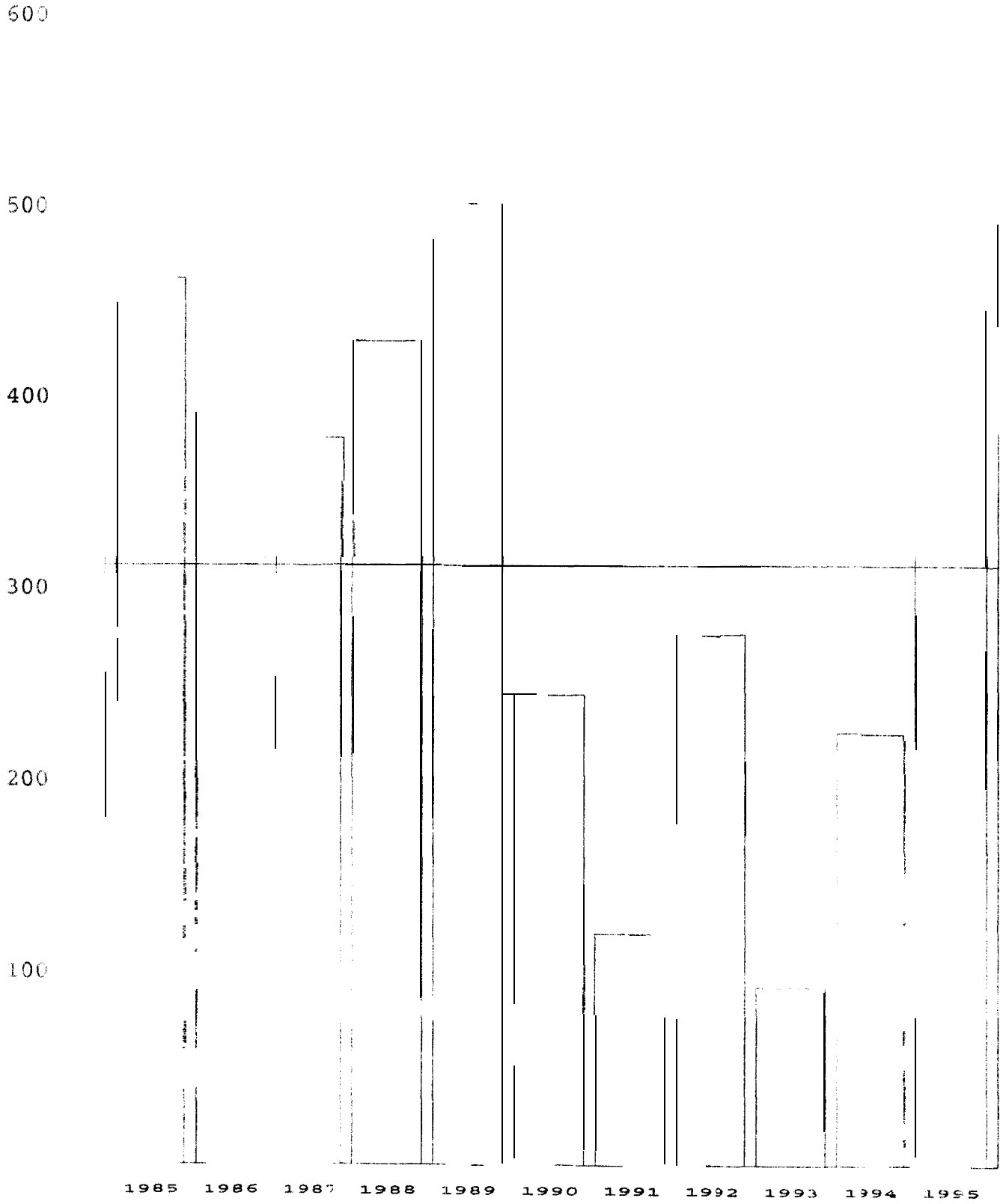
Station de Dakar-Yoff Pluviométrie Scénario moyen

En mm
1400

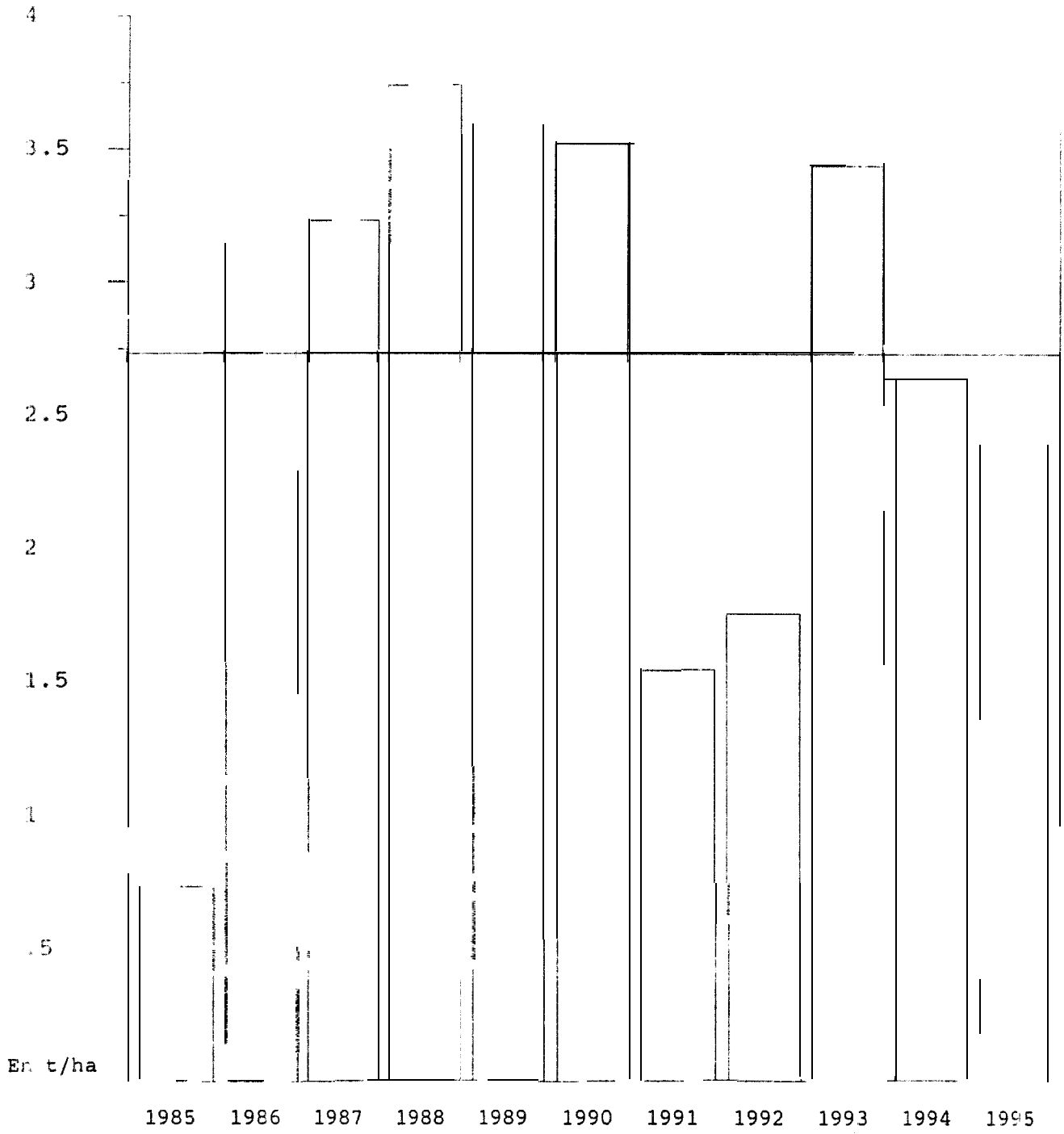


Station de Dakar-Yoff Pluviométrie Scénario moyen

mm



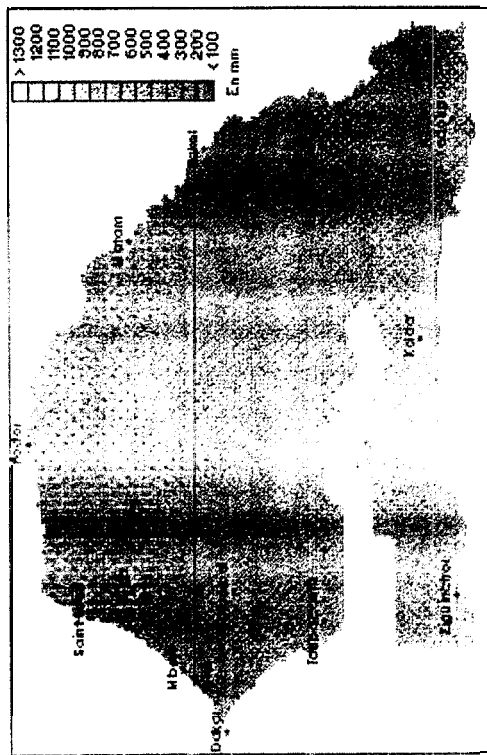
Station de Kebemer Rendements Fanes - Scénario moyen



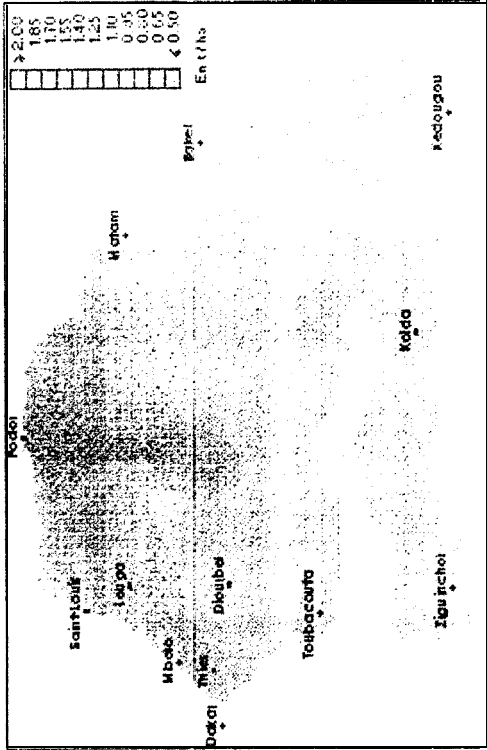
Ecran de consultation multicartes

Multi Visualisation

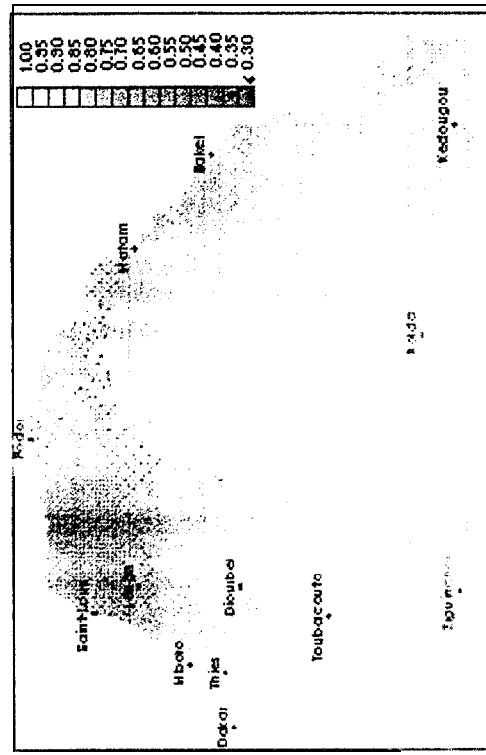
Rendements grains Scénario Réel



Rendements grains Scénario Réel



Taux de saturation moyen scénario Réel



Cliquez sur le bouton pour sélectionner la carte à y afficher

Quitter

Bouton de sortie

