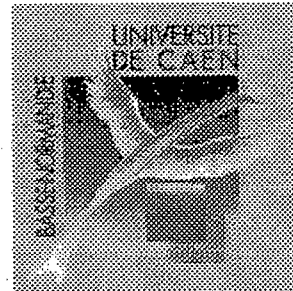


Tour fans
90110

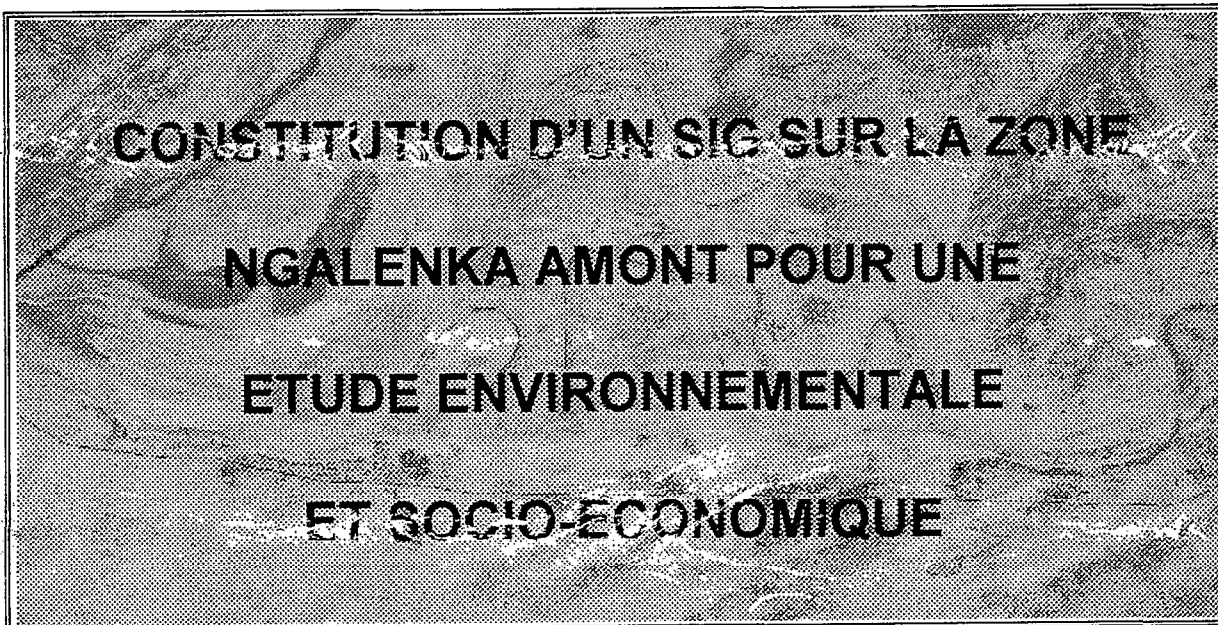


Laboratoire de pédologie
ORSTOM-Hann
BP 1386
Dakar
SENEGAL

L'Institut français
de recherche
scientifique pour le
développement en
coopération



DESS Systèmes d'Information Géographique



ORSTOM - DAKAR
date 14/07/98
12196 cote 111 430 PATRIS

RAPPORT DE STAGE

présenté par

Samuel PATRIS

Maitres de stage :
Pascal BOIVIN, ORSTOM
Jean-Pierre SENGHOR, ORSTOM/SAED

Membres du Jury :
Michel CHESNAIS, Université de Caen
Thierry SAINT GERAND, Université de Caen

Décembre 1997



Fonds Documentaire ORSTOM
Cote: AX 16440 Ex:

REMERCIEMENTS

Je remercie Messieurs Michel Chesnais et Thierry Saint-Gérard pour m'avoir accueilli au sein du DESS Systèmes d'Information Géographique à l'Université de Caen.

Je remercie Jean-Pierre Treuil du LIA de Bondy pour m'avoir obtenu ce stage au Sénégal.

Je remercie Pascal Boivin de m'avoir accueilli au Laboratoire de Pédologie du Centre ORSTOM de Dakar-Hann.

Je remercie tout particulièrement Jean-Pierre Senghor avec qui la collaboration fut excellente tout au long du stage. Je remercie également Landing Mané pour son aide et ses conseils ainsi que Rokhaya Samba-Diène, Fabienne Favre, Bamba Diaw et Aliou Diop pour leur amitié.

Je remercie Augustin Diémé pour sa disponibilité, Balla Traoré ainsi que tous les autres membres du laboratoire.

Je remercie Dominique Rémy (LIA) pour ses précieux conseils en informatique, Edem Fianyo (LIA) ainsi que Emmanuel N'Dour et Christophe Brun (service informatique/Dakar-Hann).

Enfin, je remercie Marie-Claude Senghor, Claudia, Yannick, Sabine, Marius et Sikindo qui ont rendu mon séjour au Sénégal encore plus agréable.

SOMMAIRE

SOMMAIRE	i
AVANT PROPOS	ii
INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE	3
PRESENTATION GENERALE	3
1.1. Présentation de l'ORSTOM.....	3
1.2. Présentation du cadre d'étude.....	5
DEUXIEME PARTIE	13
OUTILS UTILISES ET CONSTITUTION DU SIG	13
2.1. Matériel et logiciels utilisés	13
2.2. Constitution de la base de données du SIG sur la zone Ngalenka amont	23
TROISIEME PARTIE.....	32
UTILISATIONS FUTURES DU SIG	32
3.1. Le SIG comme outil d'aide à la recherche	32
3.2. Autres utilisations du SIG.....	36
CONCLUSION.....	38
TABLE DES ABREVIATIONS.....	39
GLOSSAIRE.....	40
BIBLIOGRAPHIE.....	41
TABLE DES MATIERES	43
LISTE DES FIGURES	45
ANNEXES.....	46

AVANT PROPOS

Ce rapport est l'aboutissement du stage de DESS que j'ai effectué au laboratoire de pédologie du Centre ORSTOM de Dakar-Hann au Sénégal. Ce stage a duré 8 mois de avril à novembre 1997.

Il s'agissait de constituer la base de données d'un SIG sur la zone Ngalenka amont (moyenne vallée du fleuve Sénégal) et de l'intégrer dans SAVANE, le logiciel retenu pour l'étude.

Ce travail s'inscrit dans le cadre de la thèse en écologie agricole que prépare Jean-Pierre Senghor à l'Université de Montréal et dont l'objet est de modéliser par un SMA¹, le fonctionnement hydro-salin et socio-économique de la zone Ngalenka amont.

Le SIG qui a été mis en place sera à la fois le support du SMA et une base de données fiable qui alimentera le modèle de simulation.

¹ Systeme Multi-Agents

INTRODUCTION

Depuis le début des années 70, en raison d'une dégradation climatique se traduisant par une sécheresse persistante et des crues déficitaires, l'autosuffisance alimentaire des régions sahéniennes n'était plus assurée par les cultures traditionnelles. Il a donc fallu se tourner, quand c'était possible, vers un autre type de culture.

Dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal, la culture irriguée a été choisie afin de garantir des rendements réguliers aux cultivateurs. La mise en service des barrages de Diama et Manantali a permis d'obtenir une bonne maîtrise des crues du fleuve Sénégal ainsi qu'un approvisionnement régulier en eau, ce qui est un gage de réussite pour la pratique de la culture irriguée.

Dans la cuvette de Nianga, les premiers aménagements hydro-agricoles initiés par la SAED¹ datent de 1974. Actuellement, il est prévu de mettre en place 46 PIV² au sud de cette cuvette, le long du marigot Ngalenka. Ce marigot asséché dans sa partie amont, va être recreusé et remis en eau par raccordement avec le Doué, un défluent du fleuve Sénégal, dans le cadre d'un projet d'aménagement hydro-agricole.

Les PIV vont permettre de revitaliser l'activité agricole de cette zone tombée plus ou moins en désuétude depuis l'endiguement de la cuvette qui limite considérablement les cultures traditionnelles de décrue.

Mais tous ces aménagements ne sont pas sans conséquences, tant pour l'environnement, que pour les habitants de la zone.

En effet, sur le plan environnemental, il existe un risque de dégradation saline des sols irrigués qui, à terme, pourrait compromettre l'exploitation des PIV.

Au niveau humain, l'essentiel de la population concernée par le projet étant composée d'agropasteurs nomades, la réalisation de ce projet va demander à ces derniers un changement de mode de vie pour qu'ils s'adaptent aux nouvelles contraintes; ce qui ne se fera pas sans poser de problèmes.

Afin d'évaluer les risques potentiels de l'irrigation, une modélisation du phénomène est nécessaire; c'est dans ce contexte que des recherches vont être menées par Jean-Pierre Senghor dans le cadre de sa thèse.

Le modèle utilisé sera un modèle de simulation multi-agents développé en langage JAVA; il permettra, dans le temps, de déterminer a priori le fonctionnement physique de la zone Ngalenka amont alors que le projet d'aménagement vient tout juste d'être engagé. Il est prévu de combiner ce modèle avec un SIG³ qui devra prendre en compte les aspects environnementaux de la zone ainsi que les aspects socio-économiques.

Le but de ce stage était de constituer une base de données pour un SIG devant être exploité grâce au logiciel SAVANE.

Le couplage de ce logiciel avec le modèle en langage JAVA sera réalisé par le LIA⁴ au Centre ORSTOM de Bondy.

¹ Société Nationale d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal et des Vallées du Fleuve Sénégal et de la Falémé

² Périmètres Irrigués Villageois

³ Système d'Information Géographique

⁴ Laboratoire d'Informatique Appliquée

Le présent document s'articulera en trois parties :

- La première partie portera sur une présentation de l'ORSTOM, du cadre géographique de l'étude et du projet d'aménagement hydro-agricole de la zone Ngalenka amont.

- La deuxième partie traitera des outils informatiques utilisés, de l'élaboration de la base de données du SIG et de l'intégration de celle-ci.

- La troisième partie, quant à elle, abordera l'utilisation future du SIG et notamment son couplage avec le modèle de simulation multi-agents.

PREMIERE PARTIE

PRESENTATION GENERALE

1.1. Présentation de l'ORSTOM

1.1.1. L'ORSTOM dans le monde

L'ORSTOM¹, anciennement ORSC², est un institut public de recherche qui a été créé en 1944. Il est sous tutelle du Ministère de la Recherche et du Ministère de la Coopération. Cet institut compte 34 implantations dont 6 en métropole, 5 dans les Dom-Tom et 23 à l'étranger.

Il est composé de :

- 823 chercheurs
- 786 ingénieurs, techniciens et administratifs
- 441 allocataires de recherche, chercheurs accueillis et coopérants du service national

1.1.2. L'ORSTOM au Sénégal

Les premières implantations de l'ORSTOM au Sénégal datent de 1949 avec la création d'un Observatoire géophysique à Mbour et d'un centre pédologique à Hann. Depuis sa création, l'ORSTOM a développé un certain nombre d'activités scientifiques dans la zone soudano-guinéenne à partir des bases établies au Sénégal. Celles-ci se sont développées en même temps que l'ORSTOM élargissait son champ disciplinaire.

Depuis l'indépendance, l'institut a adapté son dispositif et ses modalités d'intervention à l'émergence des systèmes de recherche nationaux. Des accords ont été signés avec les diverses institutions scientifiques et universitaires avec lesquelles se développe une recherche en coopération.

En 1970, est créée la station de Richard-Toll accueillant les recherches ornithologiques et en écologie végétale. La même année est créé au Centre de Bel Air le laboratoire de biologie des sols comprenant une section de microbiologie et une section de nématologie.

En dehors de ses installations propres, le Centre de Recherches Océanographiques de Thiaroye est confié en gestion à l'ORSTOM jusqu'en 1974, date de création de l'ISRA³. Les chercheurs océanographes de l'ORSTOM seront par la suite accueillis dans ce centre avec lequel ils développeront des recherches conjointes. Par convention, le Gouvernement du Sénégal confie

¹ Office de Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer devenu l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération en 1984

² Office de Recherche Scientifique Coloniale

³ Institut Sénégalais de Recherches Agricoles

temporairement à l'ORSTOM en 1967 la création et la gestion des Archives Culturelles du Sénégal.

Actuellement, l'ORSTOM collabore au Sénégal avec l'ISRA, l'UCAD¹, le Ministère de la Santé et de l'Action Sociale, l'Institut Pasteur de Dakar, la Direction des Parcs Nationaux et également avec d'autres Institutions du Sud ou du Nord ou en liaison avec des organismes régionaux ou internationaux comme l'INRA² et le CIRAD³.

43 programmes de recherche sont actuellement conduits au Sénégal couvrant des domaines scientifiques qui répondent à des préoccupations nationales ou régionales : dynamique des climats, gestion du milieu marin, gestion des ressources en eau et en sols, dégradation et régénération du milieu naturel, amélioration des cultures en vue de l'autosuffisance alimentaire, santé et nutrition, croissance démographique, urbanisation, mouvements migratoires.

Actuellement, l'ORSTOM dispose au Sénégal :

- de 60 chercheurs et de 33 ingénieurs, techniciens et administratifs expatriés,
- de 141 agents (ingénieurs, techniciens, administratifs de recrutement local),
- il accueille 27 allocataires de recherche, préparant des thèses, dont 13 sénégalais, 145 stagiaires (en 1993) dont 93 sénégalais,
- il a établi des contrats d'association avec 38 chercheurs sénégalais depuis 1990.

1.1.3. Le laboratoire de pédologie

La pédologie fut une des premières disciplines de l'ORSTOM au Sénégal : le Centre de Recherches Pédologiques de Hann fut créé en 1949.

La pédologie, science du sol, est l'étude des caractères physiques, chimiques, biologiques des sols, de leur évolution et leur utilisation par l'homme.

Par l'inventaire des ressources en sol, elle contribue à la mise en valeur, la gestion, la conservation et la restauration des sols. Elle est un préalable essentiel à l'élaboration de la politique agricole d'un pays.

En 1990, conjointement avec l'ISRA, un programme de recherche portant sur la performance des systèmes irrigués de la moyenne vallée du fleuve Sénégal est lancé.

Le laboratoire de pédologie intervient dans le cadre des périmètres irrigués et mène des études sur :

- la perte de fertilité des sols
- l'érosion hydrique et éolienne
- la dégradation de la structure des sols
- les phénomènes d'alcalinisation, d'acidification et de salinisation des sols

¹ Université Cheikh Anta Diop

² Institut National de Recherche Agronomique

³ Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

1.2. Présentation du cadre d'étude

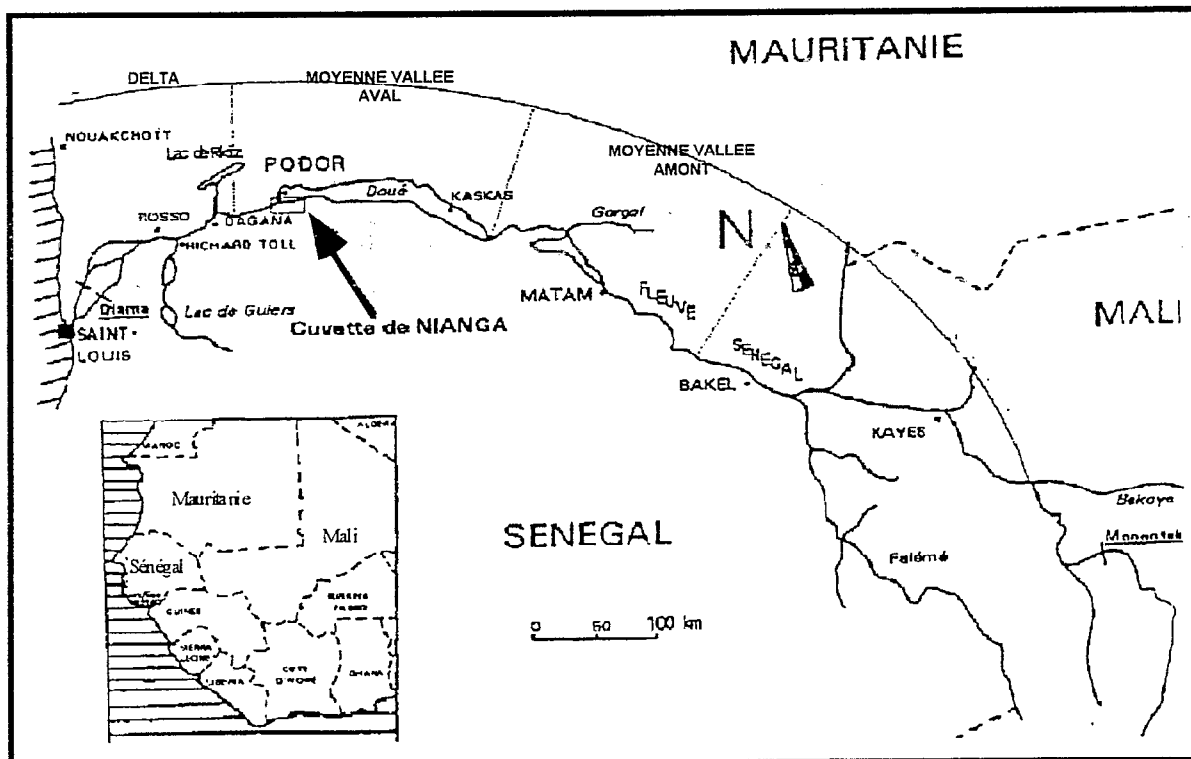
1.2.1. Localisation du cadre d'étude

La zone du Ngalenka amont se situe dans la région communément appelée Fouta-Toro en moyenne vallée du fleuve Sénégal. Elle occupe la partie méridionale de la cuvette de Nianga qui se trouve au sud de la ville de Podor ($16^{\circ}39'N-14^{\circ}58'O$). Au plan administratif, cette zone appartient au département de Podor qui fait partie de la région de Saint-Louis.

La cuvette de Nianga a une forme elliptique (25 km est-ouest sur 10 km nord-sud) et est ceinte par une digue depuis 1974. Sa partie nord-ouest est occupée par le périmètres rizicole de Nianga (1200 ha) et le sud est bordée par la route du diéri¹. La zone Ngalenka amont, au nord de cette route, s'étend de Ndiayène à Taredji.

Sur le plan topographique, la zone se caractérise par des altitudes faibles avec comme minimum 3 m et n'atteignant les 10 m que sur les dunes de *diéri*.

Figure 1.1. Situation de Podor dans la vallée du fleuve Sénégal



Source : Mané, 1996

¹ route nationale reliant Saint-Louis à Bakel

- les deltas de rupture qui jouxtent les hautes levées. Leurs sols sont limoneux et sableux.
- les cuvettes de décantation ou « *hollaldé* » qui occupent les parties basses du système de levées et dont les sols sont des vertisols topomorphes.

Le *diéri* est la bordure sèche du *walo* au nord comme au sud de la vallée alluviale.

Il se compose de deux types de formations :

- les formations dunaires qui ont des sols bruns subarides sableux. Elles sont séparées par des dépressions.
- les formations interdunaires qui sont de larges dépressions aux sols bruns, mal drainés ou même hydromorphes.

Les sols de *diéri* sont globalement pauvres en matières organiques et ont un faible potentiel de rétention en eau.

1.2.2.2. Le réseau hydrographique

La cuvette de Nianga est alimentée par le Namardé, le Diossorol, le Mayal et le Wali-Diala. Ces marigots sont des défluent du Doué qui, lui, est un bras du fleuve Sénégal. Le marigot Ngalenka est un défluent du fleuve Sénégal et était jadis relié au Doué dans sa partie amont. Avec les travaux d'aménagements hydro-agricoles, il est prévu de recréer et de recalibrer le Ngalenka à partir de P5 (pont de Ndiayène) et de le relier au Doué par système gravitaire au niveau de P1 (au nord de Mbantou). A terme, il est prévu de rétablir un écoulement gravitaire dans le sens P1-P5.

L'écoulement du réseau hydrographique global est cependant complexe, le sens pouvant varier pour les marigots selon qu'on soit en période de crue ou d'étiage.

Le régime hydrologique du réseau est conditionné par les précipitations et se caractérise par deux phases :

- une phase de hautes eaux de fin juin à novembre
 - une phase de basses eaux avec amorce de la décrue en décembre et situation d'étiage en mai.
- Ce sont l'ampleur de la crue et le niveau d'eau lors de l'étiage qui vont déterminer la superficie de terres disponibles pour la culture de décrue.

L'alimentation du réseau hydrographique dépend du fleuve Sénégal qui prend sa source en Guinée dans le Fouta Djallon et qui est alimenté par les pluies de son bassin versant guinéen. Afin de réguler le régime du fleuve et d'empêcher l'eau de l'océan de remonter depuis l'aval, le barrage de Manantali (Mali) et le barrage anti-sel de Diama (Sénégal) ont été construits respectivement en 1988 et 1986.

1.2.2.3. Les conditions climatiques

Le milieu étudié est soumis à un climat semi aride.

Le régime pluviométrique est marqué par deux saisons :

- la saison des pluies qui dure 3 à 4 mois de juin à septembre
- la saison sèche qui sévit le reste de l'année

La moyenne annuelle des précipitations à Podor est de 335.7mm et les pluies dépassent rarement les 350mm/an (Boivin et al., 1995).

Au niveau thermique, les températures sont élevées presque toute l'année. A Podor, la moyenne des maxima dépasse les 40°C et celle des minima excède toujours 25°C.

On distingue 3 saisons thermiques :

- de novembre à février, les températures sont douces
- de mars à juin, les températures sont les plus chaudes et avoisinent 40°C
- de juillet à mi-octobre, il y a une légère baisse avec la saison des pluies

Pour les conditions éoliennes, la région est soumise à deux types de vents selon la saison :

- l'alizé maritime, de direction nord-ouest, issu de l'anticyclone des Açores. Il souffle pendant l'hivernage et est frais et humide.
- l'harmattan, de direction est, qui est un alizé continental dit saharien. Il souffle principalement durant la saison sèche et est sec avec une grande amplitude thermique (chaud le jour et frais la nuit).

Concernant le bilan hydrique, celui-ci est nettement déficitaire en raison des faibles précipitations, et d'une évapotranspiration potentielle importante du fait des fortes températures.

1.2.3. Le contexte socio-économique

1.2.3.1. La population

La zone étudiée est principalement peuplée par 4 groupes ethniques. Les peuls sont nettement majoritaires (76.8%) suivis par les wolofs (11.3%), les toucouleurs (8%) et les maures (3.9%) qui, eux, ne représentent qu'une infime minorité. Peuls et toucouleurs constituent la communauté des *haalpulaaren*.

On peut remarquer que les différents groupes ethniques ont tendance à ne pas trop se mélanger (comme les villages peuls de Vodabé II, Kiraye, Figo, Nguendar, Décollé Mafré, Décollé Taredji et le village wolof de Nianga Diéri) même si ce n'est pas le cas pour tous les villages concernés par le projet d'aménagement.

14 villages sont concernés :

- Vodabé I
- Vodabé II
- Kiraye
- Pendao
- Ndiayène

- Figo
- Thiewlé
- Djamel
- Savonabé
- Nianga Diéri
- Nguendar
- Décollé Mafré
- Décollé Taredji
- Donaye

Les peuls habitent des hameaux de petites tailles disséminés dans le diéri et le long du Ngalenka tandis que les toucouleurs et les wolofs ont tendance à se regrouper en de grands villages constituant des centres d'activité économique. Les villages et hameaux se décomposent en *gallédji* (*gallé* au singulier). Un *gallé* compte en moyenne 18.4 membres et est formé de plusieurs ménages ou *pooye* (*fooyre* au singulier). Le *gallé* est l'unité résidentielle, c'est à dire la concession, tandis que le *fooyre* correspond à l'unité économique de base.

Les populations peuls, du fait de leur spécificité nomade, ont la particularité de ne pas être stables géographiquement et la localisation de leur lieu de résidence est le plus souvent tributaire des cultures et du mouvement des troupeaux selon les saisons. Cependant, il est à noter que de plus en plus, les peuls ont tendance à se sédentariser du fait de la réduction notoire des aires de pâturage.

La densité de population du Ngalenka amont est de environ 20 habitants au km (Mané, 1996). L'effectif de la population des 14 villages concernés par le projet s'élève à 28754 habitants (Hydroplan, 1995). 80% de cette population habite à proximité du Ngalenka; le reste, constitué essentiellement de pasteurs peuls habitant des hameaux dans le *diéri*. Le village de Donaye est un cas atypique car il se situe au bord du fleuve Sénégal à une vingtaine de km au nord du Ngalenka. Ce village n'a en fait été rajouté dans le projet qu'en 1996, suite à des revendications d'un certain nombre de familles ayant, jadis, habité le Ngalenka amont.

1.2.3.2. Les activités agro-pastorales

Les principales activités du Ngalenka amont sont la culture et l'élevage, la pêche ayant nettement décliné faute de crues.

Les cultures sont pratiquées tant dans le *walo* que dans le *diéri*. Les peuls se consacrent principalement à l'élevage et à la culture de décrue, secondairement à la culture de diéri. Wolofs et toucouleurs pratiquent la culture mais peuvent également disposer de troupeaux. Les troupeaux pour les villages concernés par le projet sont composés, selon les estimations, de 66646 petits ruminants (ovins et caprins) et de 28838 bovins (Hydroplan, 1995). Dans le système agro-pastoral, les productions servent à l'autosubsistance et sont très peu destinées à la vente.

Dans le *diéri*, les cultures ont lieu à la saison des pluies quand les populations (peuls) arrivent du *walo* pour venir cultiver et faire paître les bêtes. Les cultures dans les terres subarides du *diéri* dépendent totalement des aléas climatiques, notamment avec les pluies d'hivernage. Avec la sécheresse, ces cultures sous pluies sont devenues rares. Elles sont axées sur le petit mil, les haricots (*niébé*) et les melons secs (*béref*).

Les champs de *walo* sont l'ancrage de la population (surtout wolof et toucouleur). Jusque dans les années 70, lors de la crue, les agriculteurs venaient cultiver les terres de la vallée tandis que les pasteurs envoyaient leurs animaux vers le *diéri* ou le *ferlo* plus au sud où le fourrage était renouvelé par les précipitations. A la fin des récoltes et au moment de l'épuisement du fourrage dans le *diéri* et le *ferlo*, les troupeaux retournaient vers le *walo*. Depuis, la sécheresse et les faibles crues ont déséquilibré ce système. L'implantation des PIV va bouleverser totalement ce système nécessitant une mutation des activités agro-pastorales traditionnelles. En effet, les PIV dans le *walo* vont être cultivés en permanence et les troupeaux ne pourront donc plus venir s'alimenter à ces endroits, d'où une diminution de la transhumance entre *walo* et *diéri*.

Les cultures de décrue se font sur les berges du fleuve et de ses défluent, notamment dans les cuvettes argileuses de décantation du *walo*. Mais depuis l'endiguement de la cuvette de Nianga, ces cultures ont nettement diminué (550 ha en 1991-1992). Cependant, ces dernières années, des crues artificielles provoquées par lâchés d'eau depuis le barrage de Manantali ont permis de favoriser la pratique de ce type de culture. Dans le *walo*, le sorgho de décrue est cultivé et les semis ont lieu lors de la décrue. Les berges, le long des marigots, sont des terrains recherchés et correspondent au *falo*. En plus du sorgho, on peut y trouver des cultures de maïs, de patates, de tomates et de melons.

Dans le *diéri*, des cultures sont extensives et couvrent de grandes superficies alors que dans le *walo*, les cultures sont intensives sur des terres moins abondantes et dont la superficie exploitable dépend de l'intensité des crues. Les rendements en culture de décrue sont mieux assurés que ceux des cultures de *diéri*. De ce fait, les champs de *walo* étaient traditionnellement soumis à un contrôle foncier stricte et précis. Le découpage foncier traditionnel a été aboli récemment car les terres de la vallée du Ngalenka amont sont passées sous contrôle de la SAED.

1.2.4. Le projet d'aménagement hydro-agricole de la zone Ngalenka amont

1.2.4.1. Présentation du projet d'aménagement et enjeux

La SAED qui est promoteur du projet d'aménagement hydro-agricole du Ngalenka amont qui est à l'étude depuis 1987. Cette étude est menée par le groupement allemand HYDROPLAN (Ingenieur-Gesellschaft mbH) / INSTRUPA (consulting GmbH). Le financement est assuré par la KfW¹ et les villageois.

Les aménagements ont pour but de revitaliser l'activité du Ngalenka amont et de sécuriser la production agricole par la création de 46 PIV représentant au total 1250 ha. Chaque PIV a une superficie qui varie entre 15 et 35 ha et est divisé en parcelles, Chacune de celles-ci étant sous la responsabilité d'un attributaire (cf. annexe).

Le PIV se présente comme un aménagement sommaire au coût de construction peu élevé. Il se compose (cf. annexe):

- d'un GMP² à gasoil sur bac flottant relié à un bassin de dissipation par une conduite flexible.
- d'un réseau de canaux d'irrigation et de drainage en terre.

Chaque périmètre est attribué à un GIE³. Un protocole d'accord entre la SAED et les 46 GIE a été signé afin de déterminer les règles du partenariat.

¹ Kreditansalt für Wiederaufbau

² Groupe Motopompe

³ Groupement d'Intérêt Economique

3 saisons culturales sont prévues pour les PIV :

- riz en hivernage de juillet à octobre
- maraîchage (tomates, oignons etc..) en contre saison froide de décembre à février
- riz en contre saison chaude de avril à juin

Il est également prévu de faire des essais d'introduction de cultures fourragères afin de motiver les agro-pasteurs pour la culture irriguée.

Les travaux de construction ont débuté en 05/97 pour les périmètres 11c et 11d et ces derniers sont opérationnels depuis le 30/07/97, date du premier repiquage de riz. Ils sont alimentés par le Ngalenka dont les eaux arrivent depuis l'aval.

Ces deux PIV sont des périmètres pilotes et l'extension du projet à tout le Ngalenka amont dépend du bon fonctionnement de ceux-ci. En effet, les bailleurs de fonds refusent d'étendre l'aménagement tant que sur les parcelles exploitées, l'intensité culturale demeure trop faible avec des rendements inégaux et incertains comme c'est le cas pour les grands périmètres de Nianga. De plus, le projet pourrait être totalement hypothéqué si les aménagements des vallées fossiles dans le *ferlo* devaient envisager le scénario de ponction d'eau en amont sur le fleuve Sénégal; car les ressources en eau ne seraient alors plus garanties pour l'agriculture irriguée du Ngalenka amont.

1.2.4.2. Risques et aléas liés à l'agriculture irriguée

Le développement de la culture irriguée n'est pas sans risque, tant au niveau socio-économique qu'environnemental.

Sur le plan environnemental, avec ce nouveau type de culture, l'eau utilisée pour l'irrigation n'a pas la même composition que l'eau de pluie; elle est chargée de diverses substances pouvant interagir avec les éléments du sol. C'est ainsi que l'agriculture irriguée connaît des limites pour cause de salinisation dans la vallée du fleuve Sénégal, cette salinisation touchant environ 20% des terres cultivées (Senghor, 1997).

Il existe principalement deux types de dégradation des sols : la *salinisation* et l'*alcalinisation*.

NB : L'alcalinisation est un processus qui fait partie de la salinisation au sens large, la salinisation stricto sensu ne concernant que les sels neutres.

- La *salinisation* est une accumulation de sels solubles dans le profil des sols. Ces sels s'ils sont neutres ont pour conséquence un stress hydrique pour les cultures; s'ils ne sont pas neutres, ils peuvent être une cause de dégradation ou un risque de toxicité.

L'origine du sel est double. On en rencontre d'origine géologique suite à la transgression marine du nouakchottien (5000 ans BP). Ces sels fossiles solubles restent mobiles dans les nappes et sont présents à partir de 80 cm de profondeur. L'irrigation provoque le rehaussement des nappes et l'évaporation en surface permet une remontée de ces sels dans le profil.

Les sels peuvent également provenir des eaux d'irrigation (dans ce cas, un bon drainage est nécessaire pour les évacuer des parcelles cultivées). Le niveau de salinité des sols s'évalue facilement sur le terrain par la conductivité électromagnétique des sols (grâce à un conductivimètre EM 38).

- L'*alcalinisation* correspond à une accumulation de bases faibles, en l'occurrence des carbonates, ce qui entraîne une élévation du pH du sol suite à l'accumulation résiduelle de bases (des carbonates dans notre cas). L'alcalinisation, phénomène lent et à effet de seuil, est plus difficile à diagnostiquer que la salinisation. Il faut notamment recourir à des analyses chimiques des sols en laboratoire afin de déterminer leur pH et leurs concentrations en sels échangeables.

Sur le plan socio-économique, l'agriculture irriguée connaît certaines contraintes et exige une rigueur de gestion qui ne sont pas toujours dans les habitudes des populations concernées, à l'exception de celles qui ont déjà travaillé au niveau des périmètres de Nianga. Car le projet s'adresse à des populations d'origine nomade (76.8% de peuls) ayant pour activité principale l'élevage, et celles-ci vont devoir s'adapter à une vie d'agriculteurs sédentaires.

Le risque est de retrouver les mêmes problèmes que ceux dans les grands périmètres de Nianga; à savoir un absentéisme fréquent, une démotivation face à une culture contraignante, une sous exploitation des parcelles etc... Mais un certain nombre d'études socio-économiques et une campagne de sensibilisation et d'information en profondeur auprès des villageois ont été menées par la SAED afin de cerner et de limiter ces risques (cf. annexe).

Afin d'appréhender les risques et d'anticiper sur les problèmes que pourraient causer les aménagements hydro-agricoles sur la zone du Ngalenka amont, des simulations vont être effectuées grâce à des modèles, ceci dans le cadre des recherches que vont mener Jean-Pierre Senghor et Edem Fianyo. Les modèles utiliseront comme support visuel un SIG. Celui-ci va devoir prendre en compte des données environnementales et socio-économiques pour la zone Ngalenka amont et ses environs.



DEUXIEME PARTIE

OUTILS UTILISES ET CONSTITUTION DU SIG

2.1. Matériel et logiciels utilisés

2.1.1. Logiciels utilisés

2.1.1.1. Le logiciel SAVANE ©

Pour la réalisation du projet, le logiciel retenu par le LIA était le logiciel SAVANE version 5.02. Ce logiciel est produit par l'ORSTOM et a été créé entre 1983 et 1984 sur mini 6 Honeywell Bull par l'équipe de Marc Souris. Il est commercialisé par la société de services informatiques SB2.

SAVANE est à la fois un SGBD¹ relationnel, un système de cartographie et de dessin automatique. Ce logiciel va de la constitution d'une base de données à l'édition de cartes qui en découlent.

- *Les modules de SAVANE*

Le logiciel SAVANE est composé de plusieurs modules :

- SAVAC qui gère les vues externes.
- SAVATECA qui est le SGBD.
- SAVIMAGE qui sert à l'intégration d'images et de photographies aériennes.
- SAVDIGIT qui est le module de digitalisation à l'écran (et qui permet également de corriger les données graphiques digitalisées avec MYGALE).
- SAVEDIT qui permet d'effectuer des corrections sur les données graphiques une fois celles-ci intégrées dans SAVANE.
- SAVRECAL qui sert au redressement et au mosaïquage d'images satellitaires et de photos aériennes.
- SAVANE qui est le module principal et qui sert à l'exploitation du SIG.

- *L'environnement de travail requis*

SAVANE fonctionne sur station SUN Sparc avec le système Solaris 1 et l'interface graphique SUNVIEW. Un minimum de 16 Mo de RAM est nécessaire pour utiliser ce logiciel.

Actuellement, une version pc pour Windows de SAVANE est en cours de réalisation et sera disponible début 98.

¹ Système de Gestion de Bases de Données

• Les éléments de la base de données

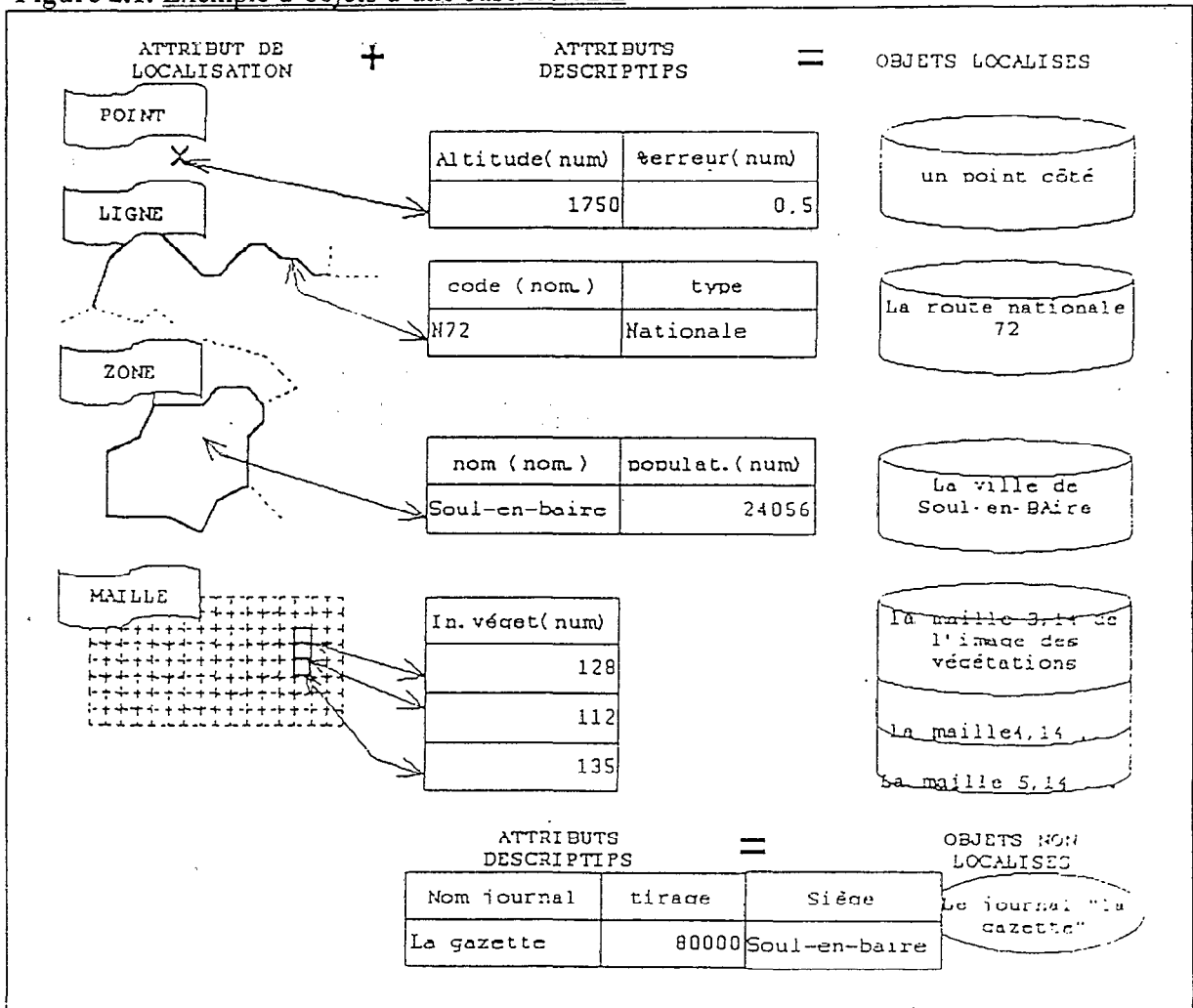
Dans la base de données (cf. 2.2.2.), l'objet est l'entité de base que gère le système. Un objet peut être localisé (en mode vectoriel ou raster) ou non localisé (cas de certaines données descriptives) et il y en a 5 formes :

- les zones
- les lignes
- les points
- les pixels en mode raster
- les objets non localisés

Chaque objet est décrit par un certain nombre d'attributs qui sont de 4 types différents : nominaux, ordinaux, réels ou entiers.

Les objets qui sont décrits par les mêmes attributs constituent une *relation*¹.

Figure 2.1. Exemple d'objets d'une base SAVANE



tiré du didacticiel 1 - SAVANE, 1995

¹ Terme employé avec SAVANE pour désigner une couche thématique

- *Méthode de constitution de la base de données avec SAVANE*

La constitution de la base de données se fait en 5 grandes étapes avec les modules SAVATECA et SAVAC :

❶ Définir la base dans SAVATECA à partir de la commande gestion des bases_nom de la base_gestion de la base. Cette opération a pour but d'indiquer les répertoires de stockage des données ainsi que les coordonnées géographiques (en degrés et minutes) de la fenêtre d'étude.

Figure 2.2. Exemple de menu rencontré dans SAVATECA

```

machine% savateca

SAVATECA : Administration des bases de données SAVANE.
copyright Orstom 1986-1993, version 2.0

<1> Gestion des bases
<2> Gestion des utilisateurs
<3> Configuration du système

votre choix : 1

SAVATECA : 3 base(s) de données disponible(s) :

quito      guayaquil      toulouse

nom de la base : equateur

SAVATECA : manipulation de la base equateur

<1> Gestion de la base
<2> Gestion du schéma
<3> Gestion des vues externes
<4> Intégration graphique
<5> Intégration descriptive
<6> Réorganisation de fichiers

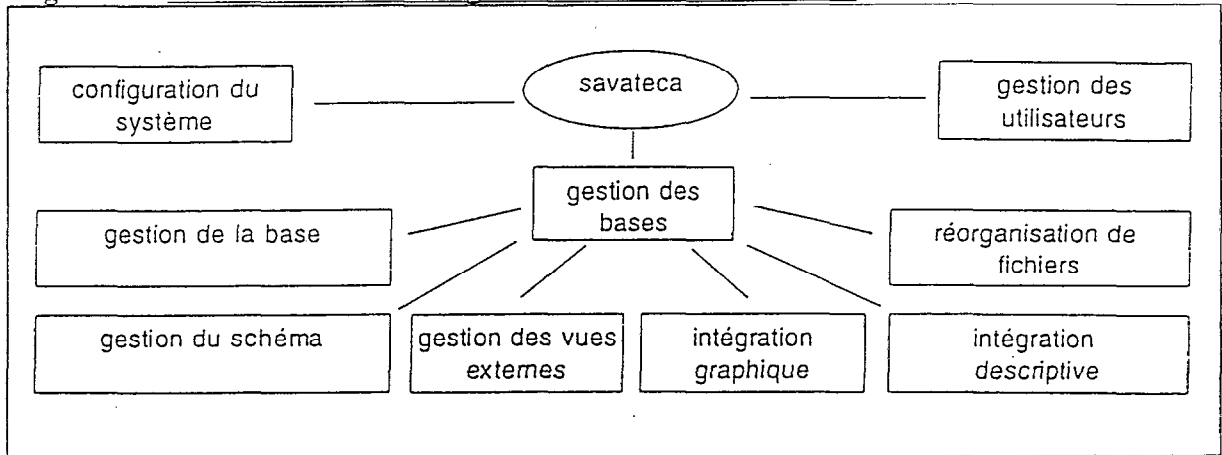
votre choix :
```

tiré du guide de l'administrateur SAVANE. 1995

- ❷ Créer avec SAVATECA une vue externe donnant l'accès à la base de données à partir de SAVANE et de ses modules associés.
- ❸ Définir les relations et leurs attributs dans le gestionnaire de schéma de SAVATECA.
- ❹ Intégrer avec SAVAC les relations et leurs attributs dans la vue externe créée.
- ❺ Intégrer les données graphiques (mode vectoriel) puis les données descriptives avec SAVATECA. Pour les données images (mode raster), l'intégration se fait à l'aide de SAVIMAGE.

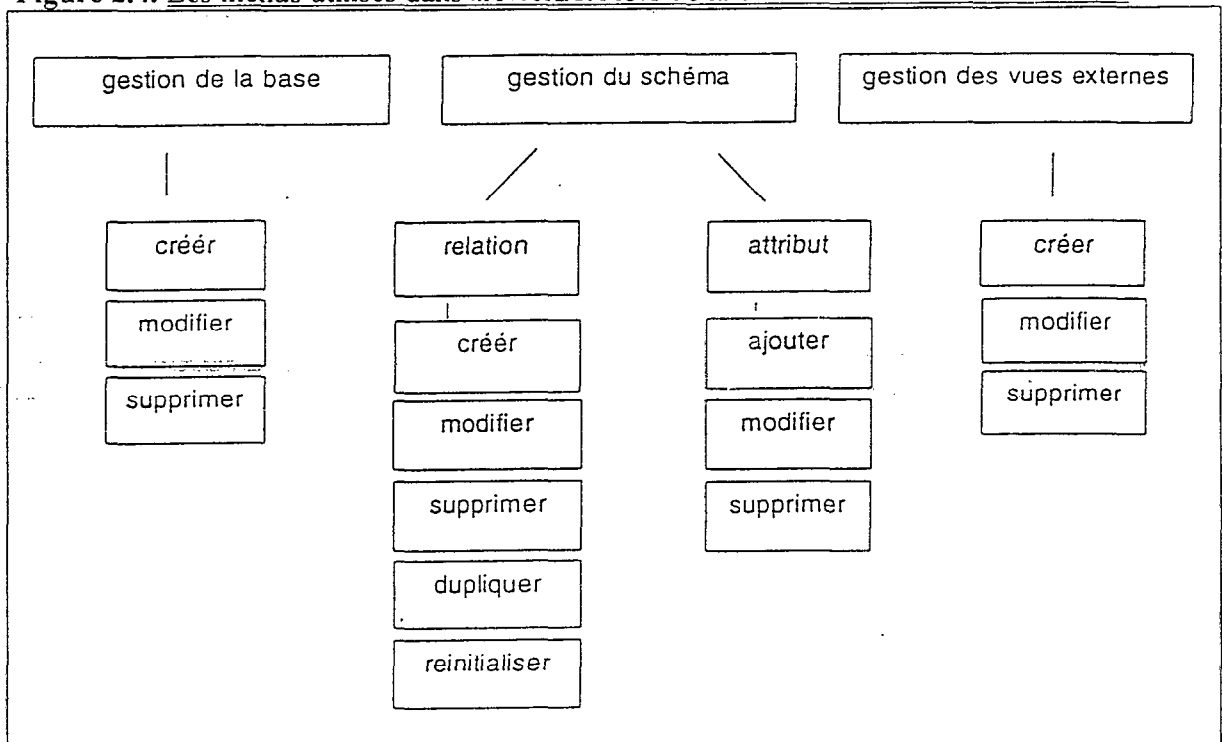
La correction des données graphiques peut se faire soit avant intégration à l'aide de SAVDIGIT, soit une fois intégrées grâce au module SAVEDIT.

Figure 2.3. Structure fonctionnelle générale du module SAVATECA



tiré du guide de l'administrateur SAVANE, 1995

Figure 2.4. Les menus utilisés dans SAVATECA lors de la création de la bases de données



tiré du guide de l'administrateur SAVANE, 1995

• *Description des fonctions du module SAVANE*

Savane possède 19 fonctions principales assez intéressantes et qui permettent de nombreuses possibilités quant à l'exploitation de la base de données (géointures, MNT, macro-commandes, masques, statistiques, imagerie satellitaire, édition de cartes, etc.).

Les différentes fonctions du module SAVANE :

⇒ BASE contient les fonctions utilitaires de sauvegarde, d'ouverture et de fermeture de la base, d'importation et d'exportation de données graphiques.

- ⇒ MACRO permet de créer et d'exécuter des macro-commandes¹.
- ⇒ MAP sélectionne la projection géographique et l'ellipsoïde à utiliser.
- ⇒ WIND détermine la fenêtre géographique à visualiser.
- ⇒ QUEST est une fonction d'interrogation et de restriction des données à l'écran, elle permet également d'effectuer des jointures entre *relations*.
- ⇒ MASK sert à la création de masques par objets ou par segments (zones tampons) et peut également effectuer des opérations sur ces masques et calculer leur surface.
- ⇒ LIST fournit les listes des valeurs des attributs, celles des modalités ainsi que le schéma de la base de données.
- ⇒ CRIS permet la création d'attributs à partir d'autres attributs, ceci grâce à des possibilités de calculs et de combinaisons. Il peut aussi calculer des surfaces, des longueurs et les coordonnées de chaque objet.
- ⇒ CLAS est une fonction de classification des attributs descriptifs, qu'ils soient nominaux ou numériques. Elle offre de multiples possibilités : création de quantiles, calcul d'écart-type, etc..
- ⇒ COCA regroupe les opérations de semi-jointures et d'agrégations géométriques entre relations.
- ⇒ BABEL s'utilise pour créer entre autre des MNT² par interpolations (plusieurs méthodes d'interpolations sont disponibles).
- ⇒ SMOG offre quelques possibilités de traitement sur des images intégrées de façon permanente ou temporaire dans la base.
- ⇒ STAT est une fonction de traitements statistiques qui comporte deux options, l'une faisant appel à des programmes internes du logiciel savane, l'autre utilisant des programmes de SAS³.
- ⇒ GLOBE permet la mesure sur écran des distances et le repérage de coordonnées géographiques.
- ⇒ CART permet la création de segments graphiques⁴ (utilisés lors de la création de cartes dans EDIT) et la vectorisation de *relations* en mode raster.
- ⇒ PALET est utilisé pour la création et la modification de palettes de couleurs, de trames, de valeurs ou de symboles.
- ⇒ SCREEN correspond à l'utilitaire de visualisation (zoom, impression, visualisation de la légende et de l'échelle, etc..).

¹ Commande qui permet de regrouper dans un programme une séquence complète d'opérations élémentaires

² Modèle numérique de terrain

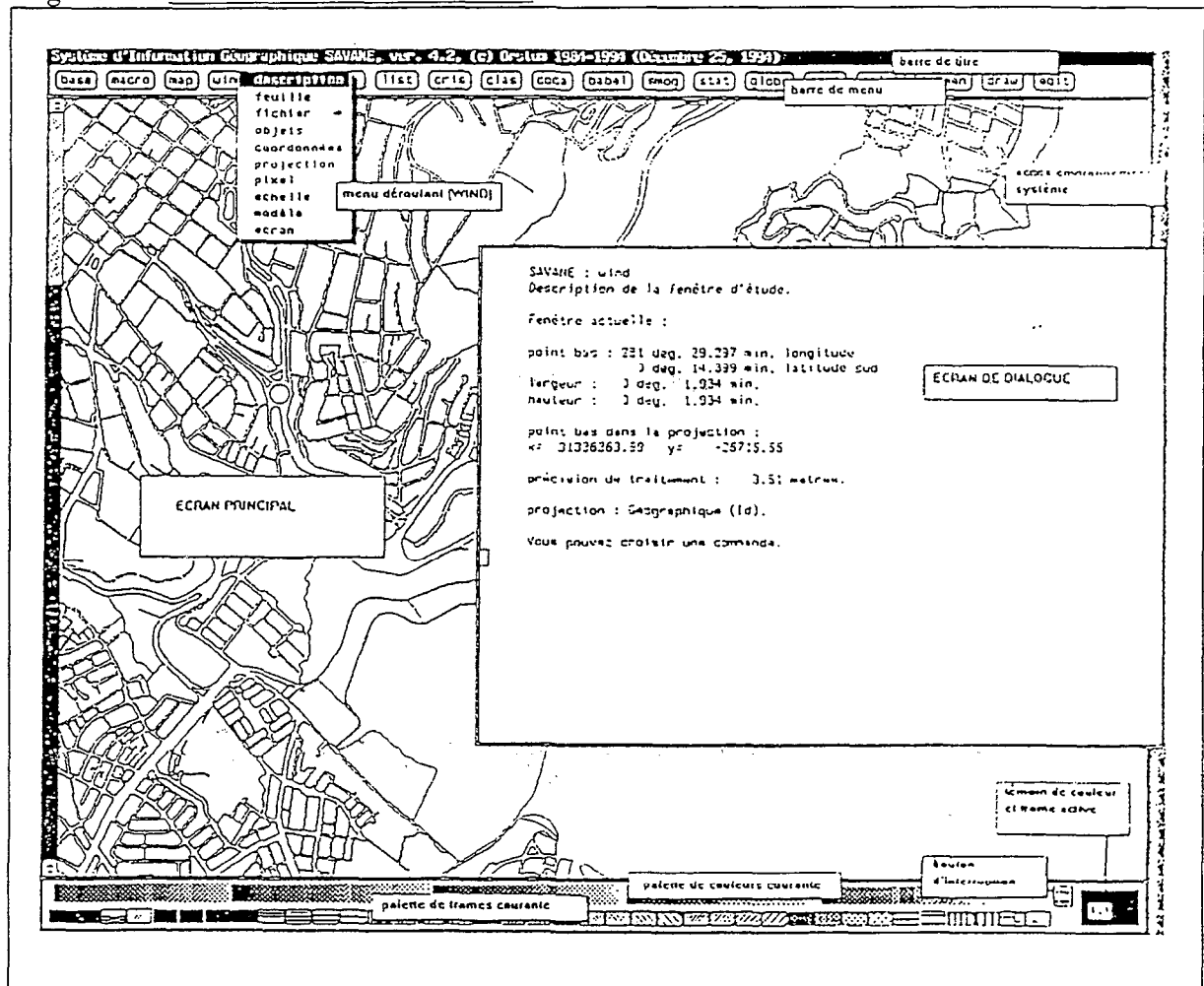
³ Statistic Analysis System

⁴ Succession d'ordres de tracés graphiques

⇒ DRAW sert à tracer sur écran les *relations*, les segments graphiques, les images satellitales et photos aériennes (en format ERDAS, PLANETE ou OSIRIS), les masques, les MNT, les animations, les bitmap (en format SUNRASTER).

⇒ EDIT est l'éditeur cartographique de SAVANE.

Figure 2.5. Fenêtre de travail de SAVANE



tiré du didacticiel 1 - SAVANE, 1995

- *Les points forts de SAVANE*

Savane possède beaucoup de fonctions intéressantes (géointures, croisement de données, MNT, statistiques avec des programmes SAS, macro-commandes, imagerie satellitaire, calcul de masques, buffers) qui font de lui un logiciel puissant.

Au niveau de la base de données, ce logiciel peut gérer des bases de grande taille pouvant avoir jusqu'à 500 relations (80 relations par vues externes).

Un des avantages est que les commandes de SAVANE soient en français. Elles sont également disponibles en anglais et en espagnol.

- *Les points faibles de SAVANE*

L'intégration de la base de données dans SAVANE ne s'est pas faite sans rencontrer quelques problèmes au niveau du logiciel et de sa conception.

Les principaux inconvénients de SAVANE sont :

- que l'intégration de fichiers de points en format DXF ou ARC-INFO est impossible.
- qu'on ne peut pas faire de requêtes de type SQL même si des fonctions comme LIST et QUEST permettent de sélectionner et d'interroger les données.
- que les valeurs des attributs sont limitées en écriture à 16 caractères, ce qui peut poser des problèmes pour la compréhension des légendes.
- qu'il y a un certain nombre de bogues¹ dans le logiciel.
- qu'il ne peut intégrer (en l'absence de SAVRECAL) des images prétraitées qu'en provenance de PLANETE, un logiciel de télédétection de l'ORSTOM.
- que les coordonnées géographiques en longitudes vont de 0 à 360° dans le sens ouest-est, ce qui amène la région étudiée à 345° alors qu'elle se situe à 15°W.
- que pour les coordonnées en mètres UTM, il faut ajouter 10.000.000 aux valeurs des latitudes situées dans l'hémisphère nord.
- qu'il y a impossibilité de corriger le positionnement des objets ponctuels dans SAVDIGIT.
- qu'on ne peut pas modifier les coordonnées de la fenêtre géographique de la base intégrées lors de la création de cette dernière.
- qu'il n'est disponible que sur station SUN sous Solaris 1 car étant donné qu'au service informatique, les stations sont en train de passer en Solaris 2.5, SAVANE ne sera donc plus utilisable avant l'arrivée de sa version Windows sur pc.

¹ Erreur dissimulée dans un programme et nuisible à son bon fonctionnement

2.1.1.2. Le logiciel MYGALE/PC

MYGALE/PC est un des modules de saisie graphique de SAVANE. Il permet la saisie de cartes thématiques zonales, linéaires, ponctuelles, et de fonds cartographiques non thématiques. Il fonctionne à partir d'un pc (sous MS/DOS) connecté à une table à digitaliser de type BENSON ou autres (Océ Graphics dans notre cas). La digitalisation s'effectue en mode point par point et la topologie est créée de manière interactive (c'est à dire au cours de la digitalisation).

Les caractéristiques de MYGALE sont qu'il permet :

- une saisie thématique correspondant à une structuration relationnelle des données graphiques. Les couches thématiques sont saisies séparément en même temps que leurs données topologiques (points labels, noeuds, sens des arcs, position des arcs par rapport aux zones).
- une saisie supervisée avec des contrôles topologiques et graphiques afin d'éliminer les erreurs.

MYGALE produit des documents dans son propre format. Cependant, des traducteurs automatiques permettent de convertir les données aux formats .DXF, .WMF, .GMF, ARC-INFO, SAS, ERDAS et postscript.

La manière de saisir la carte dépend essentiellement de l'utilisation ultérieure prévue pour l'information ainsi constituée. Avant de saisir une carte, il est fondamental de savoir comment ses données vont être employées. Dans la recherche de cette structuration thématique de l'information cartographique, la notion principale est celle d'entité, ou collection d'objets d'un même type que l'on trouve sur le document, à chaque objet étant attaché un certain nombre de valeurs thématiques.

Cartographiquement, les objets de ces entités peuvent être de trois types différents:

- des zones (polygones)
- des lignes (polylignes)
- des points

Le programme est séparé en modules correspondant chacun à un des 3 types d'entités (zone, ligne, point).

MYGALE génère des fichiers .car, .lg, .zon, .arc et .pt :

- ↳ Le fichier .car contient les coordonnées table et dans le repère de projection des deux points de calage (en haut à droite et en bas à gauche), le nom de l'opérateur, l'échelle de saisie et la date de saisie. Il est créé pour chaque type d'entité.
- ↳ Le fichier .zon correspond aux clefs des zones et aux coordonnées table des centroïdes de ces zones.
- ↳ Le fichier .arc contient les coordonnées table des noeuds d'arcs délimitant les zones, les numéros d'arcs et la topologie.

↳ Le fichier .lg correspond aux coordonnées table des noeuds d'arcs des polygones, aux numéros et clefs d'arcs ainsi qu'au sens des polygones.

↳ Le fichier .pt donne les coordonnées table et la clef des points digitalisés.

Les inconvénients de ce logiciel sont :

- qu'on est obligé de transférer les données graphiques du pc à la station SUN pour pouvoir superposer les couches thématiques et effectuer des corrections plus aisées.

- que la topologie est créée de manière interactive, ce qui ralentit considérablement la saisie. Car si la topologie s'effectuait indépendamment de la numérisation (topologie « batch »), il y aurait un gain de temps considérable au niveau de la saisie.

2.1.1.3. Le logiciel Ermapper

L'espace disque de la station SUN du Centre de Hann étant insuffisant pour pouvoir installer le logiciel PLANETE, il a fallu opter pour le logiciel Ermapper disponible sur pc au CRODT¹ de Thiaroye-sur-mer.

Ermapper 5.5 est un logiciel de traitement d'images fonctionnant sur station Unix ou sur pc. Ce logiciel utilise aussi bien des données en mode raster qu'en mode vecteur

Il comprend 8 menus principaux : File, Edit, View, Toolbars, Process, Utilities, Window et Help.

Il fonctionne sous formes d'algorithmes (listes d'instructions); ce qui fait de lui un logiciel convivial.

Dans le cadre du travail sur la zone Ngalenka amont, ce logiciel a été utilisé pour :

- extraire et redresser une image SPOT puis l'exporter en format SUNRASTER (codée sur 8 bits)
- géocoder et assembler des photographies aériennes puis exporter la mosaïque en format SUNRASTER (codée sur 8 bits).

Ce logiciel a de grands potentiels. En dehors du mosaïquage de vues aériennes, il est principalement utilisé en télédétection, dans les domaines de l'urbanisme, de la prospection minière et pétrolière, de la foresterie, de l'agriculture ainsi que pour des représentations en 3D.

2.1.2. Le matériel informatique utilisé

2.1.2.1. Le matériel de digitalisation

Pour la numérisation de documents, le laboratoire de pédologie dispose d'une table à digitaliser Océ Graphics modèle G6835 en format A0 avec pied électrique. La précision de saisie est de 0.1 mm avec le transducteur qui est un curseur 17 boutons (16 boutons-touches+1 bouton de saisie rapide).






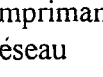
¹ Centre de Recherches Océanographiques de Dakar / Thiaroye-sur-mer

La table est reliée à un pc de marque IPC :

- 4 Mo de RAM
- DD 2 Go
- lecteur de disquette 3,5"
- écran 14" couleur

2.1.2.2. Le matériel du service informatique

Matériel du service informatique du centre ORSTOM de Dakar-Hann

	Type de matériel	Caractéristiques
	Machine ACACIA Station SUN Sparc IDX	16 Mo de RAM DD 500 Mo Streamer 150 Mo Lecteur CD Floppy Moniteur 20"
	Machine NEEM Station Sun Sparc 10	32 Mo de RAM DD 4 Go Streamer 5 Go Lecteur CD Floppy Moniteur 20"
	Machine KAPOK Station SUN Sparc Ultra	64 Mo de RAM DD 2 Go Moniteur 17"
	Machine DAKAR Station SUN Sparc	32 Mo de RAM DD 4 Go + 2 Go Moniteur 17" Floppy
	PC Pentium 133Mhz	16 Mo de RAM DD 1 Go Moniteur 15" Lecteur CD Lecteur disquettes 3,5" + Scanner couleur Studio Scan Agfa II si
	Imprimante réseau NEC S102P	Laser NB Format A4

ETHERNET

Câblage réseau local :
10 Base T et 10 Base 2

Le logiciel SAVANE est installé sur la machine ACACIA et les sauvegardes de données se font sur cartouches magnétiques d'une capacité de 150 Mo.

2.1.2.3. Le matériel de l'UTIS¹ (CRODT)

Le pc sur lequel est installé Ermapper a les caractéristiques suivantes :

- écran 20'' couleur SONY Trinitron
- 64 Mo de RAM
- DD 2 Go
- processeur pentium pro 200
- lecteur de disquette 3.5''
- lecteur CD-ROM

2.1.3. Autre type de matériel utilisé : le récepteur GPS MAGELLAN

Le récepteur GPS (Global Positioning System) MAGELLAN NAV 1000 PLUSTM s'utilise en mode 3D et nécessite l'acquisition de 4 satellites (possibilité du mode 2D avec 3 satellites si l'altitude est connue).

Ce système GPS fournit des coordonnées géodésiques (lat/lon) et une projection de type Mercator Transverse. L'ellipsoïde peut être choisie parmi 11 possibilités et c'est celle de Clarke 1880 qui est utilisée au Sénégal.

La précision théorique est de 25 mètres, mais il-y-a possibilité de dégradations appelées SA (Selective Availability) et on estime dans notre cas la précision du système à +/-100 mètres, ce qui n'est pas satisfaisant pour localiser des points destinés au recalage d'images satellitaires ou de photographies. La couverture satellitaire se fait avec une constellation de 21 satellites (+3 de secours) qui gravitent sur 6 orbites différents. Ce système GPS utilise des hautes fréquences (1575 Mhz).

2.2. Constitution de la base de données du SIG sur la zone Ngalenka amont

2.2.1. Déroulement du stage

☞ Le stage s'est déroulé ainsi :

⇒24/03 au 28/03/97 : formation sur les logiciels SAVANE et PLANETE dispensée par Dominique Rémy au LIA du Centre ORSTOM de Bondy.

⇒01/04/97 : début du stage au Centre ORSTOM de Dakar.

⇒début 04 à mi 07/97 : recherches bibliographiques, recensement et collecte des données disponibles et structuration de la base de données par l'élaboration d'un modèle conceptuel de données.

⇒14/05/97 : mission à Saint-Louis pour un entretien avec des agents de la SAED et pour récupérer les plans au 1/2000^{ème} des 46 PIV.

¹ Unité de Traitement des Images Satellitaires

⇒ 29/06 au 02/07/97 : mission à Podor pour rencontrer des responsables du projet d'aménagement et relever des points au GPS sur le terrain.

⇒ 07/97 : scannage des photos aériennes et digitalisation des plans de PIV.

⇒ mi 08 à mi 09/97 : traitement des vues aériennes et extraction des images satellitaires à l'UTIS du CRODT de Thiaroye-sur-mer, digitalisation du réseau hydrographique et des cartes pédologiques.

⇒ mi 09/97 : essai d'intégration des images SPOT et des photographies aériennes dans SAVANE.

⇒ 08/10 au 10/10/97 : mission à Podor pour rencontrer des responsables du projet d'aménagement et récupérer un document cartographique et des données socio-économiques récentes.

⇒ fin 09/97 à mi 11/97 : rédaction du rapport de stage et du dictionnaire de données, intégration des données descriptives, vérification des données numérisées, contrôles opératoires.

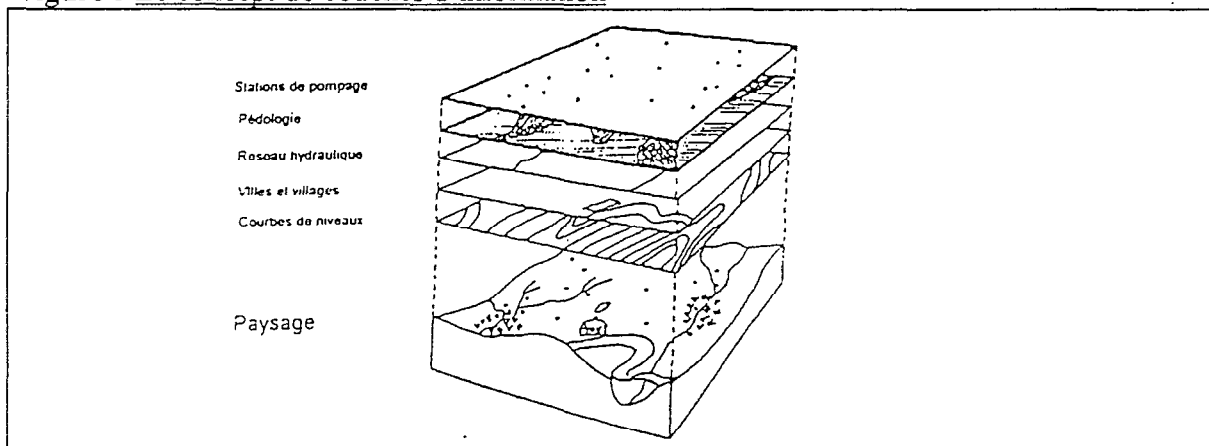
⇒ 29/11/97 : fin du stage.

2.2.2. La structuration de la base de données

La base de données à créer utilise un SGBD en mode relationnel (cf. 2.1.1.1.). Le modèle relationnel se base sur la manipulation de fichiers indépendants, appelés tables ou relations (Legoupil J.C. et al., 1997).

Un MCD¹ a été réalisé en fonction des données disponibles et des agents à intégrer dans le SMA. Ce MCD permet de modéliser le monde réel sous la forme de couches d'information (ou couvertures) séparées, relatives aux différents thèmes abordés (cf. Figure 3). Ces couches d'information pourront être simplement superposées pour visualisation, ou recombinaison pour analyse (CEMAGREF-ENGREF, 1990).

Figure 3 Le concept de couches d'information



tiré de Legoupil J.C. et al., 1997

¹ Modèle Conceptuel de Données

Ces couches rassemblent les objets partageant une même nature sémantique (PIV, drains, GMP, etc...) et des propriétés géométriques communes (points, polygones, polygones).

La notion de « couche d'information », considérée comme synonyme de relation, peut être un abus de langage dans le cas d'une base de données exploitée sous SAVANE. En effet, dans SAVANE, des relations de type non localisées existent et ne constituent pas une couche d'information superposable. Cependant, les objets non localisés de ces relations auront dans leurs attributs descriptifs une clé permettant de les relier à des objets localisés. Par exemple, les GIE (non localisés) seront reliés aux PIV (localisés) par l'attribut « n° de PIV ».

Le MCD qui a été réalisé inventorie les différentes relations et détermine le type de liens entre celles-ci (cf. Annexes).

Classes de relations	Relations intégrées dans la base SAVANE
Cultures : - Cultures hors PIV - Cultures dans les PIV	- carte foncière coutumière - PIV Ngalenka
- Réseau hydrographique	- réseau hydrographique - débit du Ngalenka (en 7 points donnés)
- Franchissements	- franchissements
- Circuit hydraulique	- canaux d'irrigation - canaux de drainage
- GMP	- GMP
- GIE	- GIE
- Milieu physique	- topographie - pédologie et géomorphologie de la cuvette de Nianga - pédologie de la cuvette de Dioundou - images SPOT (qui seront intégrées ultérieurement)
- Villages	- population + équipements et infrastructures villageois + cheptel

NB : L'inventaire des relations de la base de données est repris en annexe dans un dictionnaire de données.

2.2.3. Les données intégrées dans le SIG

Pour la saisie et intégration des données en mode vectoriel et raster, le champ d'étude retenu est un cadre géographique d'une longueur de 30 km en longitude (de Thillé-Boubacar à Ndiayène) sur 17 km en latitude (du nord du *diéri* jusqu'au Doué).

Le cadre géographique a les délimitations suivantes (en coordonnées de projection UTM) :

- de 488000 m à 518000 m en longitude
- de 1823000 m à 1840000 m en latitude

La projection utilisée dans cette région du Sénégal est la suivante :

- projection UTM¹
- ellipsoïde de Clarke 1880
- méridien central : 15°W, fuseau n°28

¹ Universal Transverse Mercator

Un maximum de documents cartographiques a été rassemblé concernant :

- les données physiques du milieu (pédologie, topographie, hydrographie)
- les données agricoles (PIV, carte foncière coutumière)
- les données humaines (villages)

Les échelles des cartes disponibles sont comprises entre le 1/2000^{ème} et le 1/50000^{ème}.

Les cartes d'aptitudes culturelles n'ont pas été intégrées, n'étant plus d'actualité.

Il était prévu de dresser avec SAVDIGIT une carte d'occupation des sols à partir des images SPOT, afin de déterminer notamment les zones de cultures traditionnelles (cultures de décrue principalement), les zones boisées et les zones de pâturages. Le réseau routier devait également être numérisé à partir de ces images. Mais ces travaux n'ont pas pu être réalisés en raison de l'impossibilité d'intégrer des images dans SAVANE (le logiciel PLANETE n'étant pas disponible).

2.2.3.1. Les données en mode vectoriel

L'intégralité des données graphiques du SIG a dû être digitalisée car aucune couche thématique numérisée n'était disponible sur le Ngalenka amont.

Il s'est avéré que les quelques données numérisées disponibles au laboratoire de pédologie étaient inexploitable car dans certains cas, plusieurs informations thématiquement différentes avaient été digitalisées sur une même couche et les coordonnées des points de calages étaient fausses. Dans d'autres cas, les trames des zones avaient été digitalisées.

- *Les PIV, les canaux d'irrigation, les drains et les GMP*

La digitalisation des futurs aménagements hydro-agricoles s'est faite à partir de plans au 1/2000^{ème} dressés par Hydroplan pour le compte de la SAED et que nous avons empruntés à la DAIH¹ de la SAED de Saint-Louis en mai. Il s'est avéré que 1/3 des plans (soit 21 PIV) n'étaient pas géoréférencés.

Lors de la visite à la délégation de la SAED à Podor fin juin, on nous a informé que les plans de 1994 que nous avions récupérés à la SAED de Saint-Louis en mai n'étaient plus d'actualité, que des périmètres avaient été supprimés et que d'autres avaient été rajoutés. Il a donc fallu adresser une seconde demande de prêt à la SAED de Saint-Louis.

Sur les plans réactualisés de 1996, il s'est posé un problème car aucun des plans n'était géoréférencé, mais heureusement figuraient sur ceux-ci au moins une borne de nivellement (dont les coordonnées sont connues) ainsi que la direction du nord. La détermination des coordonnées des 2 points de calage fût plus qu'approximative en appliquant un calque quadrillé (en UTM) sur les plans, en le calant sur la borne géoréférencé et en l'orientant en direction du nord.

Afin de vérifier la validité de ce recalage, un plan d'ensemble au 1/20000^{ème} bien géoréférencé des PIV et du Ngalenka a été digitalisé et superposé dans SAVANE sur la mosaïque de plans au 1/2000^{ème} et le résultat obtenu était acceptable.

En superposant les 2 plans d'ensemble des PIV sur le réseau hydrographique (issu de cartes IGN²), on a constaté que les périmètres implantés au niveau des méandres chevauchaient le Ngalenka avec un décalage d'environ 200 m vers l'est. Il a donc fallu réajuster chaque périmètre, drain et canal d'irrigation afin qu'ils se retrouvent en bordure du Ngalenka. Les GMP ont été repositionnés pour qu'ils se retrouvent sur le Ngalenka. Aucun moyen n'existe

¹ Direction des Aménagements et Infrastructures Hydro-agricoles

² Institut Géographique National

actuellement pour vérifier l'emplacement des périmètres vu que seulement 2 PIV sur 46 ont été construits.

D'après des agents de la SAED rencontrés à Saint-Louis et Podor, l'erreur proviendrait :

- soit du fond de carte IGN de 1958 (problèmes de conformité de la projection)
- soit des plans au 1/2000^{ème} et au 1/20000^{ème} des PIV

Au niveau de la digitalisation, le contour des périmètres a été saisi mais pas celui des parcelles qui les composent. Pour les canaux d'irrigation et de drainage des périmètres, le sens d'écoulement a été pris en compte, mais le détail n'a pas été fait entre canaux principaux et secondaires pour l'attribution des clés.

• *Le réseau hydrographique*

Il était prévu initialement de digitaliser le réseau hydrographique à partir d'une ortho-photographie aérienne au 1/50000^{ème}, or des problèmes se sont posés quant à la création de cette ortho-photographie et il a donc fallu opter pour les cartes IGN dont la dernière remise à jour date de 1959. Deux cartes couvrent la zone du Ngalenka amont : Podor 3a et Dagana 4b.

L'intégralité du réseau hydrographique (les marigots, les rivières et le fleuve) a été digitalisée.

Mais le tracé des cours d'eau n'est plus d'actualité suite à des changements du milieu. En effet, dans les années 70 ont eu lieu des aménagements hydrauliques dans la cuvette de Nianga, notamment avec la construction de digues et l'aménagement de certains marigots.

• *Le fond topographique*

Les courbes de niveau ont également été saisies à partir des cartes IGN de 1959 et leur équidistance est de 1 m. Elles ne couvrent pas la zone de *diéri*.

• *Les cartes physiques du milieu*

Les cartes suivantes ont été digitalisées et intégrées dans la base :

- les cartes pédologiques et géomorphologiques FAO¹ dressées à partir des fonds topographiques IGN de 1959 (cartes Podor 3a et Dagana 4b) au 1/50000^{ème}. La digitalisation de la carte Dagana 4b a été effectuée à partir d'une photocopie de l'original qui a subi un étirement lors de l'impression, d'où un problème de recalage en raison de cette déformation.

- la carte pédologique au 1/15000^{ème} de la cuvette de Dioundou (partie nord-est de la cuvette de Nianga) dressée par l'ORSTOM en 1979.

La carte de conductivité électromagnétique dressée en 1996 au laboratoire de pédologie n'a pas pu être saisie, étant inexploitable. En effet, cette carte a subi des distorsions à l'impression et va devoir être refaite afin de pouvoir être intégrée dans la base.

Aucune carte hydro-géologie et piézométrique² de la zone n'est disponible et nous n'avons donc aucune information sur la localisation géographique des nappes. Or, celles-ci seront pourtant prises en compte lors des travaux de modélisation.

¹ Food and Agricultural Organization

² Un projet d'installation de piézomètres était prévu dans la zone Ngalenka amont, mais celui-ci n'a pas vu le jour, d'où l'absence de données piézométriques pour réaliser des cartes.

- *Les franchissements*

Les franchissements ont été saisis pour la plupart à partir des cartes IGN, pour d'autres à partir de coordonnées géographiques connues comme c'est le cas pour P5 (pont de Ndiayène), P1 (jonction Doué/Ngalenka) et P4 (station de pompage de Guia).

- *Les villages*

Les villages ont été localisés lors d'une campagne de repérage de points par GPS sur le terrain fin juin/début juillet. L'imprécision du récepteur (erreur de 200m en longitude décelée pour un point) n'est pas préjudiciable à la localisation de ces villages dont l'habitat est très souvent dispersé.

Un problème a été rencontré du fait de la présence de villages itinérants (villages peuls) notamment au niveau de Nguendar et Savonabé. La notion de village dans cette région n'est pas celle qu'on a l'habitude de connaître. Dans ce cas présent, un village existe par ses habitants qui peuvent être dispersés et n'a pas forcément une localisation géographique bien déterminée (cf. annexes).

Pour remédier au problème, certains villages ont donc été localisés de manière arbitraire comme c'est notamment le cas de :

- Décollé Mafré qui se trouve dans le *diéri*.
- Vodabé I ayant Diabobé comme lieu fixe localisable, idem pour Vodabé II avec Kadione.
- Savonabé localisé à Savonabé Botol alors que la population est disséminée sur un couloir transhumant de environ 50 km de long allant en direction du *ferlo*.

2.2.3.2. Les données en mode raster

L'intégration de données en mode raster dans le SIG n'a pas été possible en raison d'un problème de format, car SAVANE n'accepte que :

- des images en format SUNRASTER qui peuvent être redressées avec le module SAVRECAL puis intégrées en format SAVANE.
- des images SUNRASTER converties en format PLANETE puis intégrées en format SAVANE.

Le traitement des images et photographies a dû être réalisé à l'UTIS au CRODT de Thiaroye-sur-mer, un établissement dépendant de l'ISRA (car PLANETE n'était pas installé sur la station SUN du service informatique du centre pour cause d'espace disque libre insuffisant et le module SAVRECAL n'était pas disponible sous SAVANE 5.02).

- *Les images SPOT de la cuvette de Nianga*

Les images SPOT utilisées correspondent à une scène multi-spectrale du 19 février 1993 à 11h53.

On dispose de 4 images :

- les 3 canaux XS1, XS2, XS3
- la composition colorée

La résolution du pixel est de 20 m.

Ces images couvrent la cuvette de Nianga et ses alentours. Elles ont été extraites d'une scène prenant en compte une zone allant de 14°45'W à 15°15'W en longitude et de 16°25'N à 16°42'N en latitude.

- *Les photographies aériennes de la cuvette de Nianga*

Les photographies aériennes stéréoscopiques verticales de la zone ont été prises lors de la mission TELEDYNE GEOTRONICS (USA) effectuée de 12/79 à 01/80. Le jeu complet se compose de 202 vues 25cm x 25cm. La couverture aérienne concerne le delta et l'ouest de la moyenne vallée aval du fleuve Sénégal. Ces photographies infra-rouge en fausses couleurs sont à l'échelle du 1/50000^{ème} et appartiennent au laboratoire de pédologie de l'ORSTOM.

La mosaïque aurait dû se composer de 8 photographies scannées en noir et blanc (résolution de scannage : 400 dpi) offrant une résolution de pixel d'environ 4 m :

- vue n° 501342 prise le 06/01/80 à 11h33GMT
- vue n° 501344 prise le 06/01/80 à 11h33GMT
- vue n° 501346 prise le 06/01/80 à 11h33GMT
- vue n° 501348 prise le 06/01/80 à 11h33GMT
- vue n° 501739 prise le 11/01/80 à 12h12GMT
- vue n° 501741 prise le 11/01/80 à 12h12GMT
- vue n° 501743 prise le 11/01/80 à 12h12GMT
- vue n° 501745 prise le 11/01/80 à 12h12GMT

Le géocodage des photographies s'est fait en prenant des points d'amer à partir de l'image SPOT déjà géocodée et redressée, les points GPS relevés sur le terrain étant trop imprécis.

L'espace disque libre sur le pc où était installé Ermapper étant trop faible, après avoir redressé seulement deux photos, la machine a été saturée. Il a donc fallu renoncer à réaliser le mosaïquage de ces photos en raison de la taille considérable qu'occupaient les fichiers des images redressées; des fichiers qui pourtant, une fois convertis au format SUNRASTER (avec codage sur 8 bytes) n'occupent plus qu'une taille négligeable.

Les photographies brutes restent conservées dans la base dans l'attente du logiciel PLANETTE ou du module SAVRECAL (qui sera disponible dans la version WIN 95 de SAVANE).

2.2.3.3. Les données descriptives

Les seules données descriptives disponibles sur la zone étaient celles contenues dans le rapport socio-économique réalisé par HYDROPLAN pour la SAED. Ces données ont toutes été saisies manuellement sous Excel 5.0.

Les données socio-économiques ne sont pas fiables à 100%.

En effet, lors des enquêtes, il a été remarqué que les éleveurs avaient tendance à sous estimer la taille de leurs troupeaux. De plus, les recensements de population sont complexes du fait de la grande mobilité des villageois. Les données économiques sur les ménages sont également difficiles à évaluer en raison de l'organisation familiale en *galledji* et en *pooye*.

Pour les futurs aménagements hydro-agricoles, les données disponibles sur les PIV et les GMP correspondent à des scénarios et ne reflètent pas la réalité.

Ont été pris en compte :

- les données démographiques, le cheptel (bovin, caprin et ovin), les infrastructures et équipements villageois pour les 14 villages principaux concernés par le projet.
- les caractéristiques des GMP, des drains, des canaux d'irrigation et des parcelles pour les PIV ainsi que des données sur les GIE.
- la nature des cours d'eau pour les données hydrographiques.
- la nature des franchissements.

2.2.4. Le coût des données

Le coût des données pour la réalisation du SIG est quasiment nul.

Concernant les plans au 1/2000^{ème} et 1/20000^{ème} des PIV, un accord a été signé avec la SAED à la DPDR¹ de Saint-Louis (cf. Annexe) pour les emprunter gratuitement. Dans cet accord, il est stipulé que l'ORSTOM s'engage à mettre à disposition de la SAED ses résultats afin de faciliter l'extension du SIG à Podor.

La scène satellitale SPOT a été récupérée au département de pédologie et avait servi à l'époque où le laboratoire de pédologie utilisait encore la télédétection dans ses programmes de recherches. Les photographies aériennes qui ont été scannées sont propriété de l'ORSTOM. Toutes les cartes sur support papier autres que celles de la SAED appartiennent à l'ORSTOM et durant le stage, aucun document cartographique n'a été acheté pour la réalisation du SIG.

La digitalisation des données graphiques a été entièrement réalisée au laboratoire de pédologie; à 20% par un technicien, à 80% par moi même.

Le coût de saisie des données descriptives provenant des rapports de la SAED est nul.



☞ Remarques :

Au vu des problèmes rencontrés avec SAVANE et de la taille peu importante de la base de données, l'emploi de logiciels tels que MAP-INFO ou ARC-VIEW serait mieux apprécié.

Concernant MAP-INFO, bien que ce soit plus un logiciel de cartographie que de SIG, vu les besoins de l'utilisateur, il serait approprié pour gérer la quinzaine de couches thématiques et les données descriptives peu exhaustives que comporte la base de données. Car pour le même type d'études, la SAED et les partenaires du programme PSI² ont opté pour ce logiciel.

De plus, l'utilisation de MAP-INFO permettrait :

- un gain de temps (plus grande convivialité).
- une compatibilité avec le logiciel Ermapper.
- de faciliter les échanges de données avec des organismes tels que la SAED³ (gestionnaire de données plus souple et plus convivial que SAVATECA).

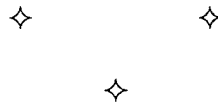
¹ Direction Planification et Développement Rural

² Pôle Systèmes Irrigués

³ La SAED dispose en plus de MAP-INFO des logiciels ARC-INFO, ARC-VIEW, ERDAS et IDRISI.

Avec ARC-VIEW qui est un véritable logiciel de SIG, les avantages seraient sensiblement les mêmes qu'avec MAP-INFO, avec des fonctions d'analyses et de croisements de données supplémentaires.

ARC-VIEW a également l'avantage d'être multi plate-forme (disponible sous Windows et UNIX) et son coût d'investissement est moyen.



TROISIEME PARTIE

UTILISATIONS FUTURES DU SIG

3.1. Le SIG comme outil d'aide à la recherche

3.1.1. Pourquoi utiliser un SIG dans l'étude sur le Ngalenka amont?

Dans les études engagées sur le Ngalenka amont, des modélisations sont envisagées sur des phénomènes environnementaux et socio-économiques. Dans les modèles qui seront utilisés, presque tout est spatialisé (PIV, données pédologiques, hydrologiques...) et le couplage de ces modèles avec un SIG semble être une bonne solution pour prendre en compte l'espace géographique dans sa complexité. L'un des objectifs est de pouvoir combiner spatialement les pratiques agricoles et les sols à risques, sachant que le degré de dégradation (par salinisation) de l'environnement agricole et les moyens envisagés pour y remédier varieront significativement selon que les pratiques agricoles agressives sont localisées ou non sur des sols à risques.

Ce type de couplage entre SIG et modèles est expérimental pour des applications sur l'étude de la salinisation des sols mais a déjà été réalisé avec succès pour des études de dynamiques de populations halieutiques.

Le SIG présente l'avantage de permettre au modèle de spatialiser ses agents, de pouvoir les interroger à tout moment et de mettre leurs attributs à jour. En outre, le SIG va servir de support à un outil de simulation en langage java et sa base de données va alimenter les modèles. Les résultats des simulations pourront ensuite être spatialisés et visualisables grâce à ce SIG.

3.1.2. Les travaux de recherche menés sur le Ngalenka amont

Le SIG mis en place sur le Ngalenka amont va servir d'outil d'aide à la recherche dans le cadre de deux thèses associées que préparent Jean-Pierre Senghor et Edem Fianyo.

Jean-Pierre Senghor dans ses recherches va modéliser par un SMA le fonctionnement hydro-salin et socio-économique de la zone Ngalenka amont afin d'évaluer l'impact environnemental des aménagements hydro-agricoles du Ngalenka amont pour une période de 10 à 15 ans. Dans les modèles qui seront mis en place, des données pédologiques, hydrologiques, hydro-géologiques, socio-économiques et agronomiques seront incorporées.

Plusieurs scénarios de simulation seront envisagés et les modèles permettront d'évaluer :

- l'évolution dans le temps et l'espace de la qualité des eaux et des sols sur le plan environnemental (salinisation, alcalinisation...).
- l'évolution des productions, la perception et la gestion du risque par les agriculteurs sur le plan socio-économique.

La finalité des recherches est la mise en place d'un outil de prédiction opérationnel des risques environnementaux induits par la mise en valeur hydro-agricole du Ngalenka amont.

Edem Fianyo, quant à elle, étudie les architectures multi-agents et l'intégration de modèles dynamiques de processus spatialement distribués. Ses recherches consisteront à faire interagir les modèles utilisés dans les recherches de Jean-Pierre Senghor en se penchant sur les

problèmes de gestion du temps au niveau de la synchronisation des agents. L'originalité de ce travail est de mettre en relation des modèles provenant de disciplines différentes et se rapportant à une même zone géographique.

3.1.3. Les modèles de simulation multi-agents

3.1.3.1. Le concept de Système Multi-Agents

Dans le domaine de l'agronomie, les SMA sont encore très peu utilisés mais par exemple, des applications ont déjà été réalisées par le CIRAD au Sénégal pour des études de simulation sur le pastoralisme.

Les SMA sont des constructions informatiques permettant :

- de représenter des trajectoires individuelles hétérogènes,
- de simuler leurs interactions et les nouvelles trajectoires qui en découlent pour le système et pour chaque agent.

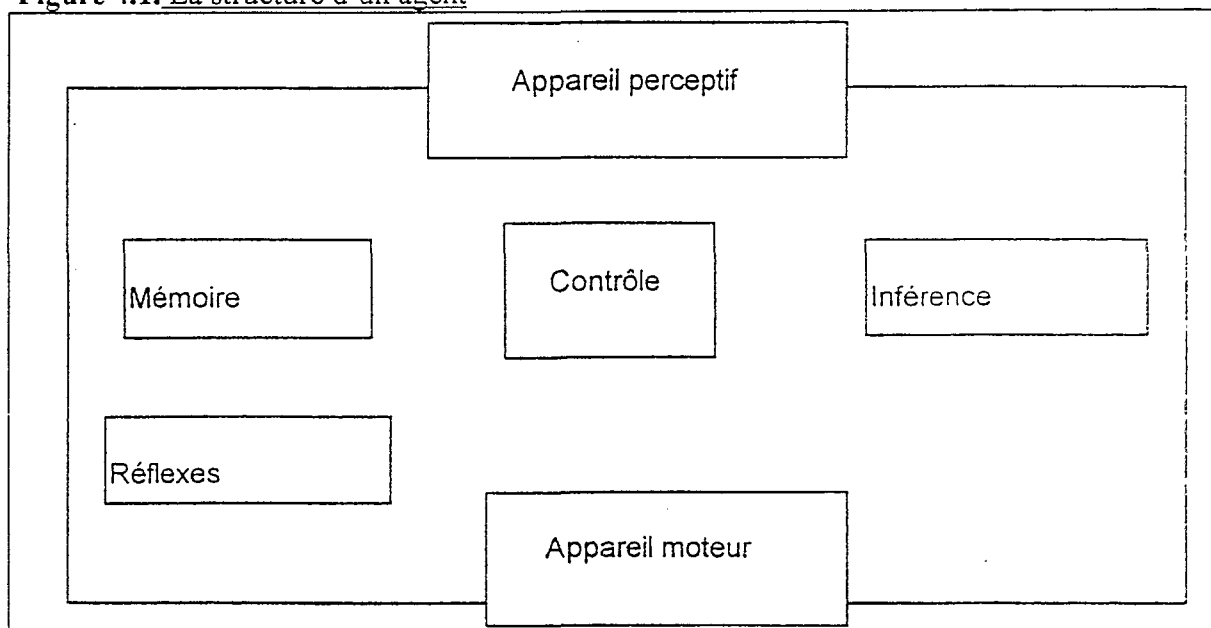
3.1.3.2. Les agents

« Un agent est un objet informatique intermédiaire entre un robot et un programme, c'est donc un robot auquel on donne les attributs d'un programme informatique » (Treuil, 1996).

Un agent est une entité physique ou virtuelle capable :

- ↳ d'agir dans un environnement
- ↳ de communiquer avec d'autres agents
- ↳ de percevoir son environnement
- ↳ de se reproduire (éventuellement)
- ↳ d'offrir des services

Figure 4.1. La structure d'un agent



tiré de J.P. Senghor, 1997 (d'après Treuil et al., 1996)

L'agent possède des compétences et des ressources propres, et est mue par un ensemble de tendances. Il est composé de plusieurs entités le structurant (cf. fig.4.1.).

3.1.3.3. L'univers multi-agents

L'univers multi-agents est composé d'un ensemble d'agents évoluant dans un environnement commun et qui interagissent et communiquent entre eux. Cet univers est caractérisé par ses structures et les modes de contrôle de la communication (Senghor, 1997).

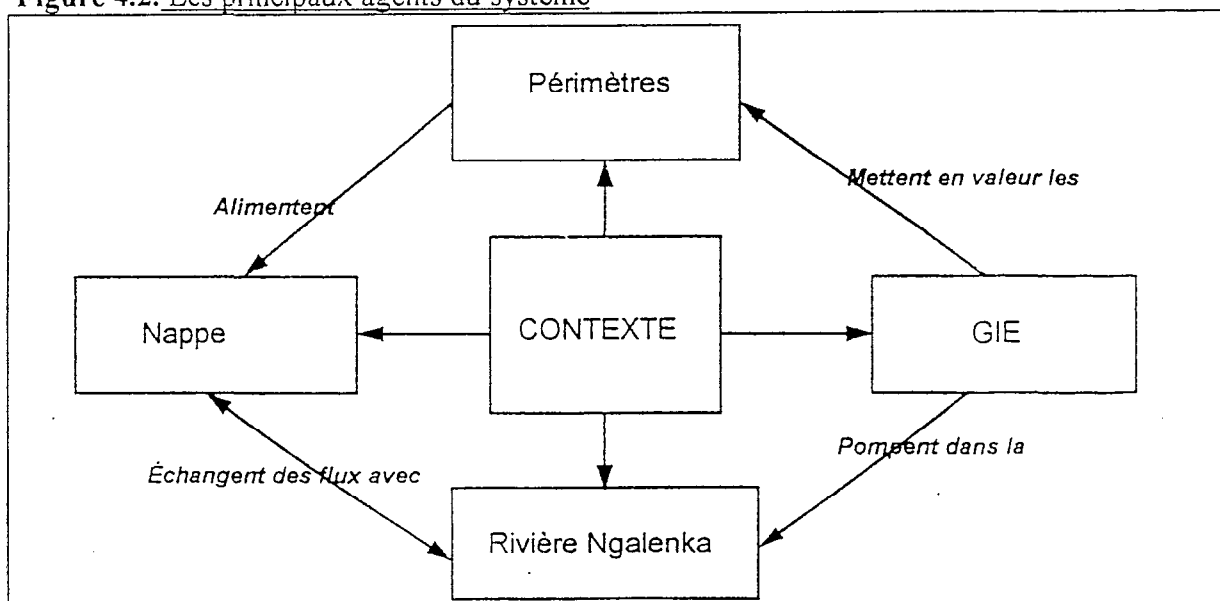
L'univers multi-agents est un système qui se compose de :

- ↳ un environnement.
- ↳ un ensemble d'objets localisés et passifs pouvant être perçus, créés, modifiés et détruits par les agents.
- ↳ un ensemble d'agents qui sont des objets particuliers représentant les entités actives du système.
- ↳ un ensemble de relations qui unissent les agents.
- ↳ un ensemble d'opérations permettant aux agents de percevoir, communiquer, produire, consommer, transformer et manipuler des objets.
- ↳ un ensemble d'opérateurs chargés de représenter l'application de ces opérations.

3.1.3.4. Les agents à intégrer dans la modélisation

Le choix des agents et de leurs attributs a déterminé celui des objets géographiques et des attributs à prendre en compte dans le SIG. Parmi les 5 agents principaux du système, seules les nappes n'ont pas été intégrées dans le SIG en raison d'une absence de données hydro-géologiques et piézométriques sur la zone d'étude.

Figure 4.2. Les principaux agents du système



tiré de J.P. Senghor, 1997

☞ Les attributs des agents à intégrer dans la modélisation :

Agents	Attributs
Le contexte*	<ul style="list-style-type: none"> • physique : climat • économique : cours des produits agricoles, conditions d'accès au crédit, débouchés • social : régime foncier*, rôle des structures villageoises* et de la famille dans la conduite de l'irrigation
Le Ngalenka*	<ul style="list-style-type: none"> • hauteur d'eau* • débit en un point donné* • longueur*
La nappe	<ul style="list-style-type: none"> • réservoir • profondeur • épaisseur
Les périmètres*	<ul style="list-style-type: none"> • GMP* • superficie* • spéculations • type de sol* • demande en eau* • taux de salinité initial • taux de salinité final
Les GIE*	<ul style="list-style-type: none"> • effectifs • force de travail • capacité de mobilisation financière • règles de fonctionnement

NB : Les agents et attributs désignés par un astérisque correspondent aux relations ou attributs de relations intégrés dans la base de données du SIG.

3.1.4. Le langage JAVA

• *Présentation du langage JAVA*

Java est un langage client/serveur qui a été développé par SUN et se nommait à l'origine Oak.

Il a l'avantage d'être multi plates-formes. On l'utilise surtout avec internet pour des applications centrées sur le réseau (network centric).

Java a été conçu pour tirer profit des langages orientés objets comme C++, Small-talk, Ada ou Eiffel; il est l'un des meilleurs langages orientés objets et sa syntaxe est proche du C++.

Les objets qu'il traite appartiennent à des classes. Une classe est toujours construite à partir d'autres classes dont elle est dérivée (une classe dérivée est la sous-classe d'une sur-classe).

Un objet peut être :

- une image
- un extrait de texte HTML (pour des applications sur internet)
- un programme

- *Types d'applications*

Il s'agit de construire un simulateur en langage Java qui utilise une interface visuelle dynamique permettant aux acteurs (agriculteurs, décideurs) de faire des choix (irrigation, drainage, spéculations...) en connaissance des conséquences socio-économiques et environnementales.

2 modèles vont être élaborés:

- ⇒ un modèle physique (modèle hydrologique+modèle agronomique)
- ⇒ un modèle socio-économique

- *Pourquoi avoir choisi JAVA?*

Le langage JAVA a été choisi pour sa convivialité afin qu'il puisse être utilisé par des non informaticiens. Car l'outil construit doit être accessible à un large public; tout acteur du projet d'aménagement hydro-agricole (chercheurs, décideurs, chefs de GIE, techniciens, agriculteurs) devra pouvoir utiliser le modèle afin d'apprécier, a priori, les conséquences de ses choix d'aménagement et de gestion des PIV.

3.1.5. Le couplage SIG/modèle

Le couplage du SIG avec le modèle se fera par fichiers interposés. Le modèle enverra ses données dans un format compatible avec le logiciel de SIG et ces données seront exploitables selon une structure relationnelle. L'échange de données se fera également dans l'autre sens et le modèle de simulation associera les données des objets géographiques à ses agents. Il était prévu originellement de coupler le modèle de simulation avec SAVANE mais en raison des problèmes rencontrés avec ce logiciel (cf. Remarques de la 2^{ème} partie) et du manque de souplesse de SAVATECA, il serait souhaitable de changer de logiciel pour la poursuite des travaux. Je préconise le passage à MAP-INFO 4.1 ou ARC-VIEW 3.0 sur plate-forme Windows en interface avec le gestionnaire de données ACCESS. En effet, avec ACCESS, les échanges de données entre le modèle et le logiciel de SIG se feraient plus simplement et plus rapidement qu'avec SAVATECA.

3.2. Autres utilisations du SIG

La réalisation du SIG a pu être possible, en partie, grâce à une mise à disposition de documents de la part de la SAED. Aussi, des éléments de la base de données vont être transmis à la SAED pour l'extension du SIG sur le département de Podor. Le service cartographie/SIG de la DPDR de Saint-Louis a déjà couvert le delta du fleuve Sénégal de l'aval jusqu'à Dagana. Actuellement le SIG est en train d'être étendu aux grands périmètres de Nianga et la zone du Ngalenka amont sera prochainement couverte.

Avec ces échanges, la SAED va pouvoir vérifier la validité des données numérisées à l'ORSTOM (réseau hydrographique, position des futurs PIV) grâce à l'emploi sur le terrain d'un récepteur GPS différentiel (d'une précision de 2.m).

Le SIG pourra éventuellement être utilisé par d'autres chercheurs du laboratoire de pédologie et pourra être enrichi des cartes de conductivité électromagnétique (en cours de réalisation sur la zone) et de cartes piézométriques.



CONCLUSION

Le SIG qui a été élaboré durant ce stage regroupe l'essentiel des données disponibles sur le Ngalenka amont. Si la base de données n'est pas, pour le moment, exhaustive (données inexistantes ou peu fiables), elle devrait être complétée par la SAED dans un avenir proche. L'intégration des images satellitales n'a pas été possible du fait d'une incompatibilité de formats; mais cette intégration sera effectuée au Centre ORSTOM de Bondy ultérieurement. Pour les couplages qui seront réalisés entre le SIG et les modèles de simulation, à moins que la version sous Windows de SAVANE qui doit sortir en 1998 n'ait plus les mêmes inconvénients que l'actuelle version de SAVANE (bogues, problèmes de formats pour l'intégration d'images...), il serait souhaitable d'opter pour un autre logiciel de SIG plus convivial, plus répandu sur le marché et dont les formats utilisés soient standards. A ce titre, MAP-INFO et ARC-VIEW semblent être les mieux appropriés pour remplacer SAVANE. De plus, dans le cadre de collaborations avec la SAED, ces logiciels pourraient permettre des échanges de données plus faciles.

Ce stage a été bénéfique, car il m'a permis de mettre en pratique les connaissances théoriques acquises durant mon cursus universitaire.

J'ai pu aborder les différentes étapes intervenant dans la conception et la mise en oeuvre d'un SIG : structuration de la base de données, collecte des données, missions sur le terrain, relevés de coordonnées au GPS, rencontre avec les responsables du projet d'aménagement, numérisation des documents cartographiques et des photographies aériennes, intégration des données. De plus, j'ai pu découvrir des disciplines comme l'agronomie et la pédologie.

J'ai bénéficié d'une excellente ambiance de travail au Laboratoire de Pédologie tout au long du stage et la collaboration avec Jean-Pierre Senghor s'est déroulée dans de très bonnes conditions. Toutefois, je regrette qu'au service informatique, on n'ait pas mis à ma disposition tous les moyens matériels nécessaires pour que je puisse réaliser mon travail dans les meilleures conditions.

Ce stage m'aura permis par la même occasion de découvrir le Sénégal, Dakar en particulier.

TABLE DES ABREVIATIONS

CIRAD	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CRODT	Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye
DAIH	Direction des Aménagements et Infrastructures Hydro-agricoles
DPDR	Direction Planification et Développement Rural
FAO	Food Agricultural Organization
GIE	Groupement d'Intérêt Economique
GMP	Groupe MotoPompe
GPS	Global Positioning System
IGN	Institut Géographique National
INRA	Institut National de Recherche Agronomique
ISRA	Institut Sénégalais de Recherches Agricoles
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
LIA	Laboratoire d'Informatique Appliquée
MCD	Modèle Conceptuel de Données
MNT	Modèle Numérique de Terrain
ORSC	Office de Recherche Scientifique Coloniale
ORSTOM	L'Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (anciennement Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer)
PIV	Périmètre Irrigué Villageois
SAED	Société Nationale d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal et des Vallées du Fleuve Sénégal et de la Falémé
SAS	Statistic Analysis System
SGBD	Système de Gestion de Bases de Données
SIG	Système d'Information Géographique
SMA	Système Multi-Agents
UTIS	Unité de Traitement des Images Satellitaires
UTM	Universal Transverse Mercator
UCAD	Université Cheikh Anta Diop

GLOSSAIRE

<i>béref</i>	melon sec
<i>diéri</i>	haut pays bordant la vallée
<i>djedjogol</i>	zone de transition entre walo et diéri
<i>falo</i>	champ de berge
<i>fondé</i>	haute levée, ancien bourrelet de berge
<i>fooyre</i> (pooye au pluriel)	foyer, unité économique de base
<i>gallé</i> (gallédji au pluriel)	enclos familial, concession regroupant plusieurs foyers d'un même lignage
<i>haalpulaar</i> (haalpulaaren au pluriel)	« celui qui parle pulaar » (ce terme désigne les Peuls et les Toucouleurs)
<i>hollaldé</i>	sols argileux de cuvette de décantation
<i>niébé</i>	haricot
<i>pulaar</i>	langue parlée par les Peuls et les Toucouleurs
<i>walo</i>	lit majeur du fleuve, terres inondables cultivées après la décrue

BIBLIOGRAPHIE

Albergel J., Bader J.-C., Séguis L., 1994 : *Etude hydrologique du marigot Ngalenka dans la basse vallée du fleuve Sénégal*. GIE ORSTOM/EDF, Dakar, 44 p.

Boivin P., Dia I., Lericollais A., Poussin J.-C., Santoir Ch. et Seck S.M., 1995 : *Nianga, Laboratoire de l'agriculture irriguée en moyenne vallée du fleuve Sénégal*. Ateliers ORSTOM/ISRA, St-Louis (Sénégal) du 19 au 21 octobre 1993, ORSTOM éditions, 562 p.

Laboratoire Commun de Télédétection, 1995 : *Introduction aux Systèmes d'Information Géographique*. CEMAGREF-ENGREF, Montpellier.

Denègre J. et Salgé F., 1996 : *Les Systèmes d'Information Géographique*. Que sais-je?, 128 p.

Dubois J.M. et al., 1993 : *Télédétection Appliquée à la Cartographie Thématique et Topographique*. Actes des journées scientifiques de Montréal 1991, AUPELF-UREF-Presses de l'Université du Québec. 366 p.

Hydroplan-Instrupa, 1995 : *Actualisation du dossier de factibilité de l'implantation de Périmètres Irrigués Villageois sur le marigot Ngalenka amont, Etude de factibilité-Rapport*. vol 1.

Hydroplan-Instrupa, 1995 : *Actualisation du dossier de factibilité de l'implantation de Périmètres Irrigués Villageois sur le marigot Ngalenka amont, Etude de factibilité-Annexes*. vol 2.

Hydroplan-Instrupa, 1995 : *Actualisation du dossier de factibilité de l'implantation de Périmètres Irrigués Villageois sur le marigot Ngalenka amont, Etude de factibilité-Plans*. vol 3, 346 p.

Hydroplan-Instrupa, 1995 : *Actualisation du dossier de factibilité de l'implantation de Périmètres Irrigués Villageois sur le marigot Ngalenka amont, Etude de factibilité-Synthèse*. vol 4, 40 p.

Hydroplan-Instrupa, 1995 : *Actualisation du dossier de factibilité de l'implantation de Périmètres Irrigués Villageois sur le marigot Ngalenka amont, Etude de factibilité-Travaux topographiques supplémentaires*. vol 5, 35 p.

Laurini R. et Milleret-Raffort F., 1993 : *Les Bases de Données en Géomatique*. Hermes, 340 p.

Legoupil J.C., Lidon B., 1997 : *Appui institutionnel aux organisations paysannes : Développement d'un outil d'aide à la gestion des aménagements hydro-agricoles*. PSI-CORAF, vol 1, 47 p.

Mané L., 1996 : *La surface du sol de la moyenne vallée du fleuve Sénégal : Contribution à l'étude de la dynamique actuelle des milieux naturels - du terrain à la télédétection satellitaire* -. Thèse de Doctorat de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg, 388 p.

Mané L. et Carn M., 1997 : *Manuel d'initiation à l'utilisation du logiciel de traitement d'images Ermapper*. Support du stage organisé à l'UTIS, 45 p.

Marsh S.E., Walsh J.L. and Hutchinson Ch.F., 1990 : *Development of an Agricultural Land-Use GIS for Senegal Derived from Multispectral Video and Photographic Data*. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, vol 56 n°3, 351-357.

ORSTOM-Dakar, 1996 : *1944-1994. 50 années de recherche en coopération au Sénégal*. ORSTOM éditions, 256 p.

Santoir Ch., 1983 : *Raison pastorale et politique de développement (les problèmes des peuls sénégalais face aux aménagements)*. ORSTOM éditions, 186 p.

Senghor J.P., 1997 : *Projet de mise en valeur hydro-agricole du Ngalenka amont (projet de recherche)*. ORSTOM-Dakar, 54 p.

Souris M. et al., 1995 : *SAVANE-Guide de l'Administrateur*. ORSTOM/SB2. 126 p.

Souris M. et al. 1995 : *SAVANE-Manuel de Référence*. 3^{ème} édition, ORSTOM/SB2. 274 p.

Souris M. et al. 1995 : *Découverte de SAVANE-Didacticiel*. vol 1 1^{ère} édition. ORSTOM/SB2. 192 p.

Souris M. et al. 1993 : *MYGALE PC version 2.2 / La saisie graphique-Manuel de l'utilisateur* ORSTOM-Infographie, 110p.

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE	I
AVANT PROPOS	II
INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE	3
PRESENTATION GENERALE	3
<i>1.1. Présentation de l'ORSTOM</i>	3
1.1.1. L'ORSTOM dans le monde.....	3
1.1.2. L'ORSTOM au Sénégal	3
1.1.3. Le laboratoire de pédologie.....	4
<i>1.2. Présentation du cadre d'étude</i>	5
1.2.1. Localisation du cadre d'étude.....	5
1.2.2. Les conditions physiques du milieu	6
1.2.2.1. Les conditions géomorphologiques et pédologiques	6
1.2.2.2. Le réseau hydrographique	7
1.2.2.3. Les conditions climatiques.....	8
1.2.3. Le contexte socio-économique	8
1.2.3.1. La population.....	8
1.2.3.2. Les activités agro-pastorales.....	9
1.2.4. Le projet d'aménagement hydro-agricole de la zone Ngalenka amont	10
1.2.4.1. Présentation du projet d'aménagement et enjeux	10
1.2.4.2. Risques et aléas liés à l'agriculture irriguée.....	11
DEUXIEME PARTIE	13
OUTILS UTILISES ET CONSTITUTION DU SIG	13
<i>2.1. Matériel et logiciels utilisés</i>	13
2.1.1. Logiciels utilisés.....	13
2.1.1.1. Le logiciel SAVANE ©.....	13
2.1.1.2. Le logiciel MYGALE/PC	20
2.1.1.3. Le logiciel Ermapper	21
2.1.2. Le matériel informatique utilisé.....	21
2.1.2.1. Le matériel de digitalisation.....	21
2.1.2.2. Le matériel du service informatique.....	22
2.1.2.3. Le matériel de l'UTIS (CRODT).....	23
2.1.3. Autre type de matériel utilisé : le récepteur GPS MAGELLAN.....	23
<i>2.2. Constitution de la base de données du SIG sur la zone Ngalenka amont</i>	23
2.2.1. Déroulement du stage.....	23
2.2.2. La structuration de la base de données.....	24
2.2.3. Les données intégrées dans le SIG.....	25
2.2.3.1. Les données en mode vectoriel.....	26
2.2.3.2. Les données en mode raster.....	28
2.2.3.3. Les données descriptives	29
2.2.4. Le coût des données.....	30

TROISIEME PARTIE	32
UTILISATIONS FUTURES DU SIG	32
3.1. <i>Le SIG comme outil d'aide à la recherche</i>	32
3.1.1. Pourquoi utiliser un SIG dans l'étude sur le Ngalenka amont?	32
3.1.2. Les travaux de recherche menés sur le Ngalenka amont	32
3.1.3. Les modèles de simulation multi-agents	32
3.1.3.1. Le concept de Système Multi-Agents	32
3.1.3.2. Les agents	33
3.1.3.3. L'univers multi-agents.....	34
3.1.3.4. Les agents ou objets-acteurs à intégrer dans la modélisation	34
3.1.4. Le langage JAVA.....	35
3.1.5. Le couplage SIG/modèle.....	36
3.2. <i>Autres utilisations du SIG</i>	36
CONCLUSION	38
TABLE DES ABREVIATIONS	39
GLOSSAIRE	40
BIBLIOGRAPHIE	41
TABLE DES MATIERES	43
LISTE DES FIGURES	45
ANNEXES	46

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1. Situation de la zone Ngalenka amont au sud de la cuvette de Nianga	5
Figure 1.2. Situation de Podor dans la vallée du fleuve Sénégal	6
Figure 2.1. Exemple d'objets d'une base savane	14
Figure 2.2. Exemple de menu rencontré dans SAVATECA	15
Figure 2.3. Structure fonctionnelle générale du module SAVATECA	16
Figure 2.4. Les menus utilisés dans SAVATECA lors de la création de la bases de données	16
Figure 2.5. Fenêtre de travail de SAVANE	18
Figure 3. Le concept de couches d'information	24
Figure 4.1. La structure d'un agent	33
Figure 4.2. Les principaux agents du système	34

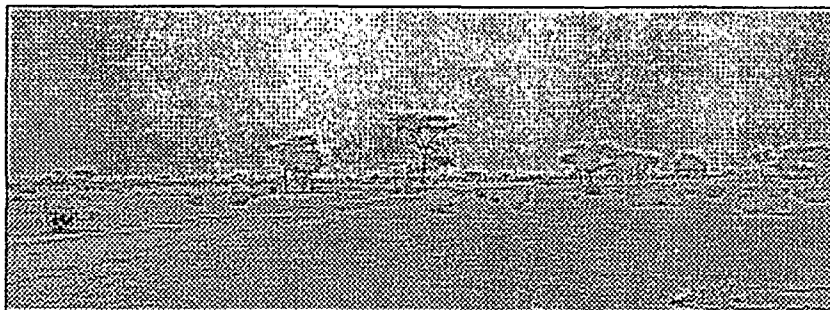
ANNEXES

ANNEXE I

Photographies du Ngalenka amont

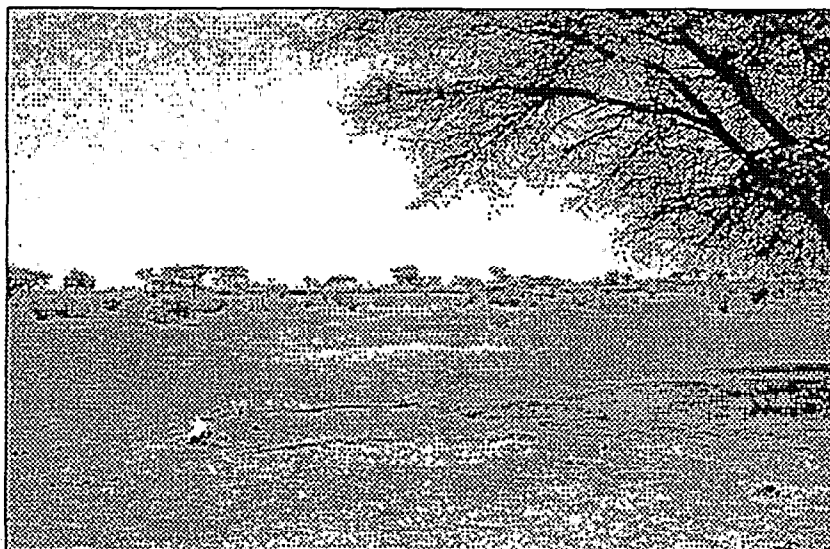
SERIE DE PHOTOGRAPHIES DU NGALENKA AMONT*

Photo 1



Paysage de diéri

Photo 2



Paysage de diéri avec village peul en arrière plan

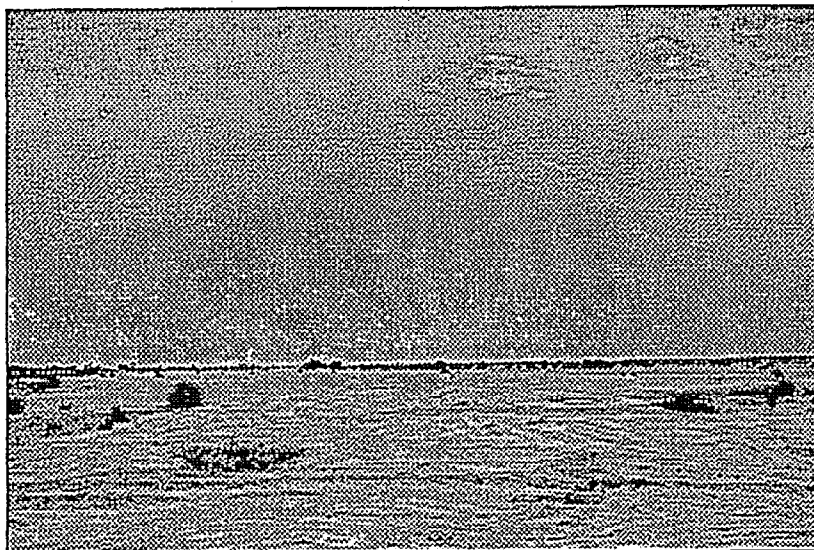
Photo 3



Le Ngalenka avec en arrière plan le diéri

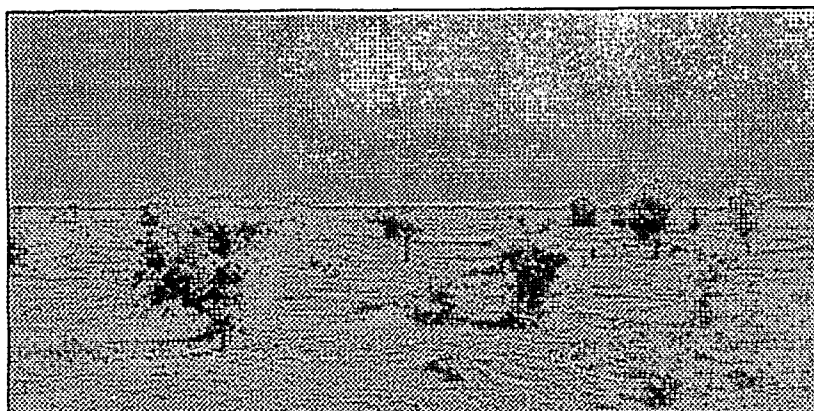
* Source : Samuel PATRIS

Photo 4



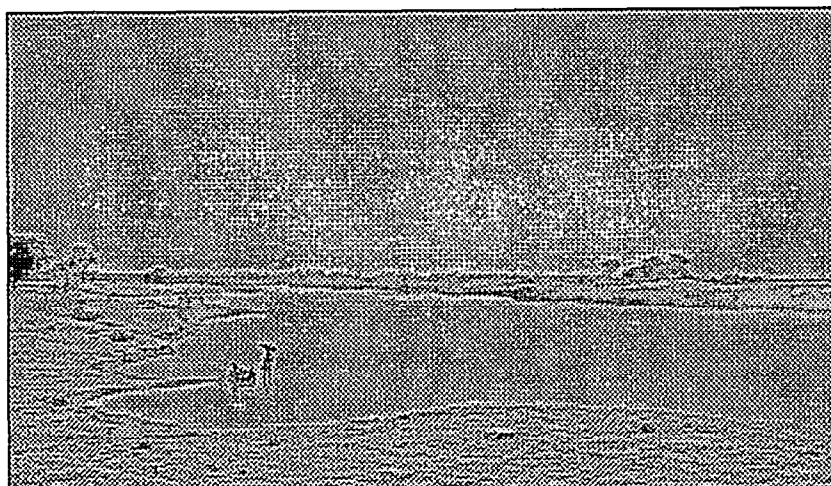
La cuvette de Nianga

Photo 5



Paysage de walo

Photo 6



Le Ngalenka en aval du pont de Ndiayène

Photo 7



Le Ngalenka au niveau de la route de Podor

Photo 8



Village sur la bordure du diéri le long du Ngalenka

Photo 9



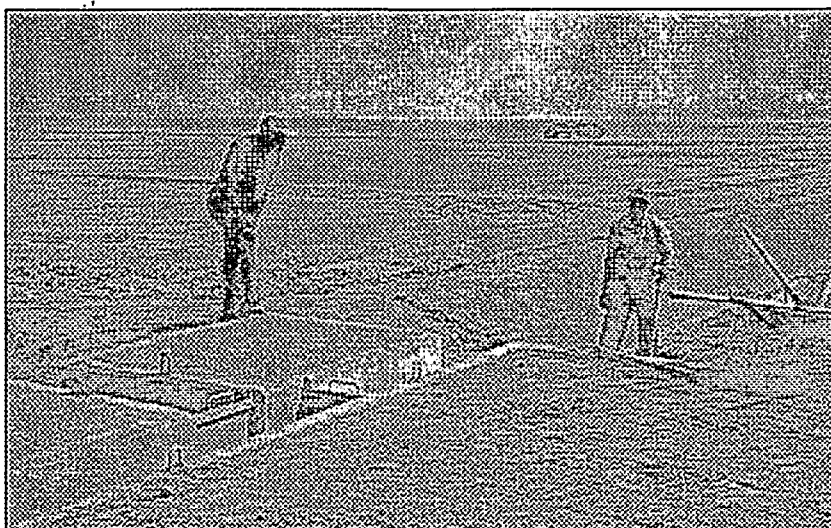
Concession peul

Photo 10



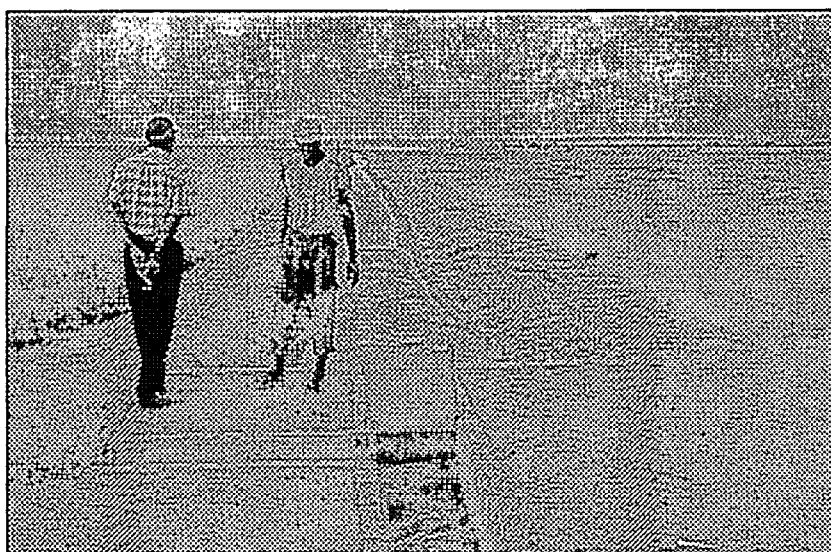
PIV 11c et 11d en chantier : travail de planage (photo prise le 29/06/97)

Photo 11



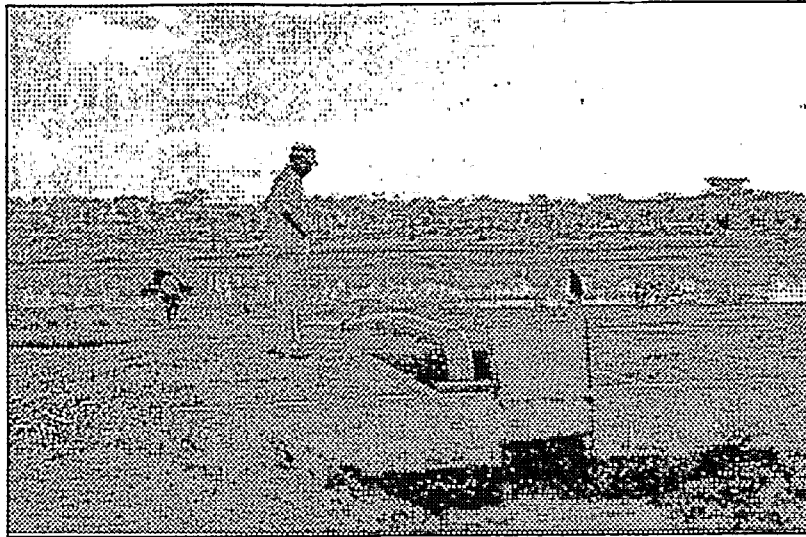
Construction du partiteur d'eau du PIV 11d (photo prise le 29/06/97)

Photo 12



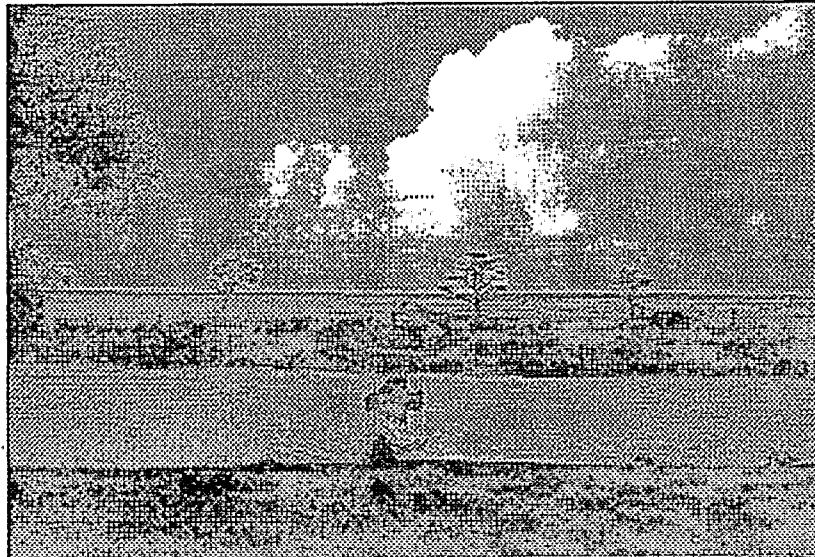
Amenée d'eau dans le PIV 11d par le canal d'irrigation principal

Photo 13



GMP relié au bassin de dissipation du PIV 11c par tube flexible

Photo 14



GMP du PIV 11d sur bac flottant

Photo 15



Canal d'irrigation secondaire avec siphons

Photo 16



Canal de drainage secondaire avec siphons

Photo 17



Rizières (PIV 11c et 11d) avec canal de drainage principal au premier plan

ANNEXE II

La base de données du SIG

Modèle Conceptuel de Données pour un Système Hydro-Agricole

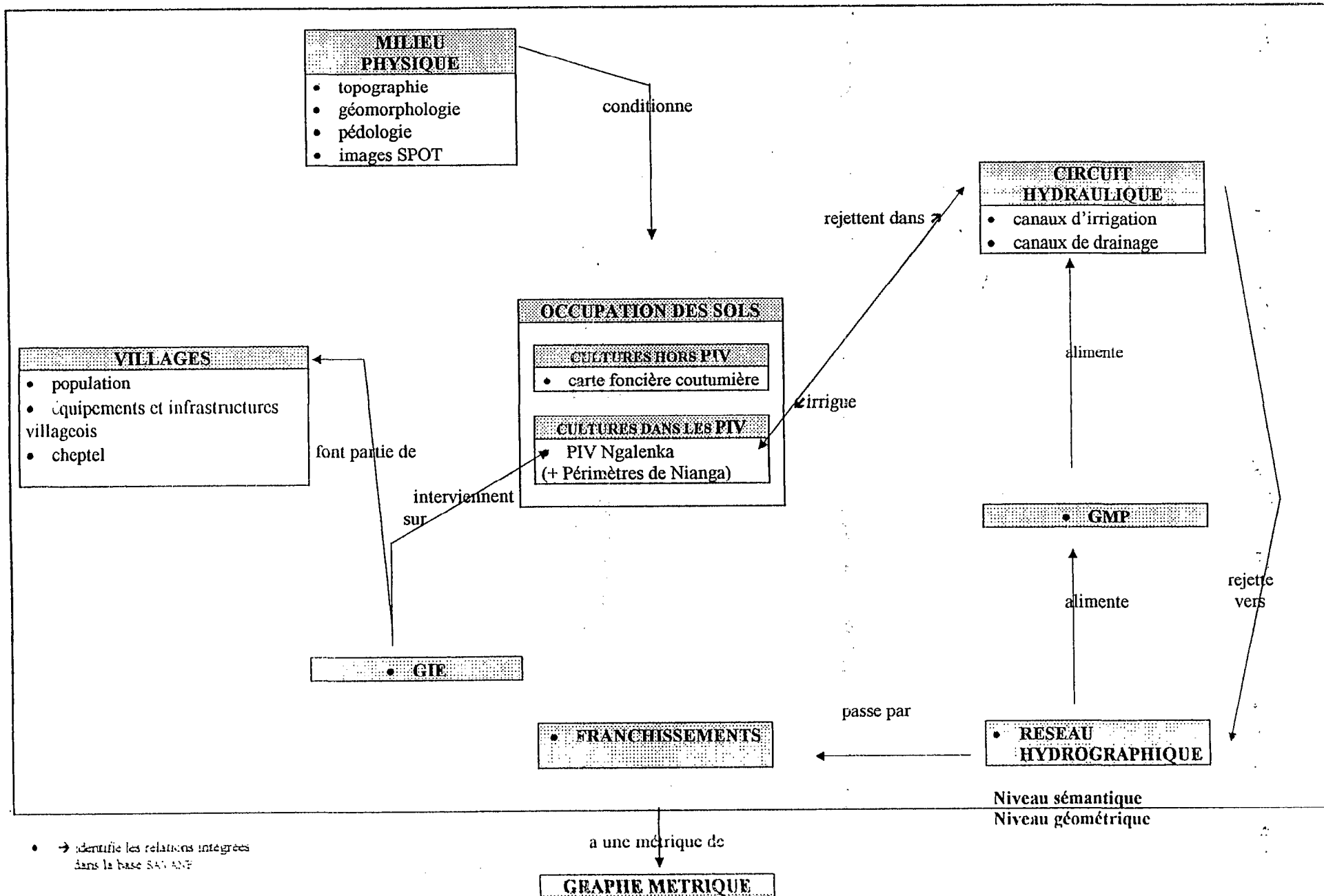


Schéma de la base de données intégrée dans SAVANE

/
Relation : n94l can_irrigat
type : linéaire.
nombre d'attributs : 3

cle	, nominal,	cle du canal d'irrigation
piv	, nominal,	numero du piv
niv fd bassin	, numerique,	niveau du fond du bassin de dissipation

/
Relation : n94l drains
type : linéaire.
nombre d'attributs : 1

cle	, nominal,	cle du drain
-----	------------	--------------

/
Relation : n94z piv
type : zonal.
nombre d'attributs : 9

piv	, nominal,	cle du perimetre irrigue
surface (ha)	, numerique,	surface du piv (ha)
sup net exploita	, numerique,	superficie nette exploitable (ha)
nb attributaires	, numerique,	nombre d'attributaires
mise en sevice	, nominal,	date de mise en service
hteur pompage	, numerique,	hauteur de pompage (m)
vol pom 1a m3	, numerique,	volume de pompage avec le scenario 1a m3
vol pom2c m3	, numerique,	volume de pompage avec le scenario 2c m3
vol pom3 m3	, numerique,	volume de pompage avec le scenario 3 m3

/
Relation : n97n gie
type : non localisé.
nombre d'attributs : 6

piv	, nominal,	numero de piv
president	, nominal,	president du gie
village	, nominal,	village
cout pompage s1	, numerique,	cout de pompage du scenario 1
cout pompage s2	, numerique,	cout de pompage du scenario 2
cout pompage s3	, numerique,	cout de pompage du scenario 3

/
Relation : n94p gmp
type : ponctuelle.
nombre d'attributs : 11

cle	, nominal,	cle du gmp
n_piv	, nominal,	numero de piv
vol max mens 1a	, numerique,	volume maximum mensuel avec le scenario
vol max mens 2c	, numerique,	volume maximum mensuel avec le scenario
vol max mens 3	, numerique,	volume maximum mensuel avec le scenario
deb max 1a	, numerique,	debit maximum avec le scenario 1a (l/s)
deb max 2c	, numerique,	debit maximum avec le scenario 2c (l/s)
deb max 3	, numerique,	debit maximum avec le scenario 3 (l/s)
debit l/s	, numerique,	debit de pompage (l/s)
posi/pl	, numerique,	position de la pompe par rapport a P1 (k
niv Ngalenka m	, numerique,	niveau du Ngalenka en m

/
Relation : n58l hydrograph
type : linéaire.
nombre d'attributs : 4

cle	, nominal,	cle
nom	, nominal,	nom du cours d'eau
type	, nominal,	type de cours d'eau
ecoulement	, nominal,	type d'ecoulement

/
Relation : n97p ngalenka

type : ponctuelle.
nombre d'attributs : 2

cle , nominal, cle
debit , numerique, debit du Ngalenka (m3/s)

Relation : n97p villages
type : ponctuelle.
nombre d'attributs : 35

village , nominal, nom du village
effect.tot.resid, numerique, effectif total des residents
nb d'hommes , numerique, nombre d'hommes
nb de femmes , numerique, nombre de femmes
nb d'actifs , numerique, nombre d'actifs
nb de galles , numerique, nombre de galles par village
%peuls , numerique, %age de peuls
%toucouleurs , numerique, %age de toucouleurs
%wolofs , numerique, %age de wolofs
%maures , numerique, %age de maures
%torobes , numerique, %age de torobes
%gallunkes , numerique, %age de gallunkes
%forgerons , numerique, %age de forgerons
%tisserands , numerique, %age de tisserands
%griots , numerique, %age de griots
nb bovins , numerique, nombre de bovins
nb ruminants , numerique, nombre de ruminants
chep rum moy , numerique, cheptel ruminant moyen
%gall ayant rum , numerique, %age de galles ayant des ruminants
mosquee , numerique, nombre de mosquees
salle priere , numerique, nombre de salles de priere
boutiques , numerique, nombre de boutiques
ecoles , numerique, nombre d'ecoles
ctre alphabe , numerique, nombre de centres d'alphabetisation
ctre feminin , numerique, nombre de centres feminin
dispensaires , numerique, nombre de dispensaires
maternites , numerique, nombre de maternites
cases sante , numerique, nombre de cases sante
taxis , numerique, nombre de taxis
camions , numerique, nombre de camions
puits , numerique, nombre de puits
forages , numerique, nombre de forages
sources , numerique, nombre de sources
chep moy bovin , numerique, cheptel bovin moyen
%gall ayant bov , numerique, %age de galles ayant des bovins

Relation : n94z foncier
type : zonal.
nombre d'attributs : 1

village , nominal, village d'appartenance

Relation : n80l franchissem
type : linéaire.
nombre d'attributs : 8

cle , nominal, cle
type , nominal, type de franchissement
nom , nominal, nom du franchissement
materiaux , nominal, materiaux de construction
revetement , nominal, revetement de la chaussee
situation/P5 , numerique, position /P5 en m
section en m2 , numerique, section du franchissement en m2
hauteur , numerique, hauteur du franchissement en m

Relation : n58l topo50000

type : linéaire.
nombre d'attributs : 1

cotes en m , numerique, cotes des courbes de niveau

/
Relation : n69z pedomorpho
type : zonal.
nombre d'attributs : 5

cle	, nominal,	cle de la zone
unites de sols	, nominal,	type de sol
unites geomorph	, nominal,	unites morphologiques
texture de surf	, nominal,	texture de surface
texture de prof	, nominal,	texture de profondeur

/
Relation : n79z pedologie
type : zonal.
nombre d'attributs : 5

cle	, nominal,	cle des zones
type de sols	, nominal,	nature des sols
granulometrie	, nominal,	granulometrie des sols
facies	, nominal,	facies des sols
compo chimique	, nominal,	composition chimique

/
Relation : n93i_spot
type : image.
nombre d'attributs : 3

xs1	type : image.canal1
xs2	type : image.canal2
xs3	type : image.canal 3

/
Relation : n80i_photo
type : image.
nombre d'attributs : 1

photo type : image.photo de la cuvette de Nianga

REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DE L'AGRICULTURE

SOCIETE NATIONALE
D'AMENAGEMENT ET D'EXPLOITATION
DES TERRES DU DELTA DU FLEUVE
SENEGAL ET DES VALLEES DU FLEUVE
SENEGAL ET DE LA FALEME

SAED BP 74 SAINT-LOUIS

N° 120 / SAED/DPDR

Saint-Louis, le 14 MAI 1997

LE DIRECTEUR DE LA DPDR

**OBJET : Demande de mise à disposition
de supports cartographiques sur
l'étude du NGallenka Amont (Hydroplan)**

Monsieur le Directeur,

Dans le cadre de l'extension du Système d'Information Géographique (SIG) à podor, il est prévu de digitaliser les plans des périmètres (1/2 000) et du secteur (1/5 000) ainsi que les coordonnées de base.

Aussi, le travail de constitution d'un SIG sur NGallenka, objet principal du stage de Monsieur Samuel PATRIS, étudiant à l'Université de Caen (DESS-SIG) entre parfaitement en adéquation avec les objectifs de la SAED.

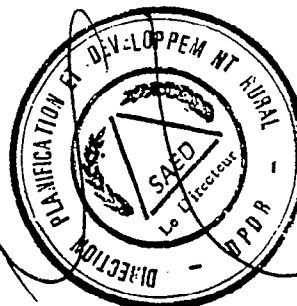
Aussi, je vous saurais gré de bien vouloir mettre à la disposition de M. PATRIS les documents et informations utiles pour lui permettre de mener à bien son travail qui entre dans le cadre de la thèse menée par Monsieur Jean Pierre SENGHOR, agent de la SAED.

Les résultats de ce travail encadré par l'ORSTOM seront bien sûr mis à la disposition de la SAED pour faciliter l'extension du SIG à Podor.

Franche collaboration.

A

**Monsieur le Directeur
de la DAH**



El-Hadj Malick SARR



L'Institut
français
de recherche
scientifique
pour le
développement
en coopération

B.P. 1386
DAKAR - SENEGAL
Téléphone :
(221) 32 34 88
(lignes groupées)
Télécopie : 32 43 87

Philippe MATHIEU
Représentant de l'Orstom
au Sénégal

à
Monsieur Madiagne DIAGNE
Responsable de l'UTIS

Dakar, le 24 juillet 1997

N/REF : PM/vgf/981

Objet : Accueil de M. Samuel Patris

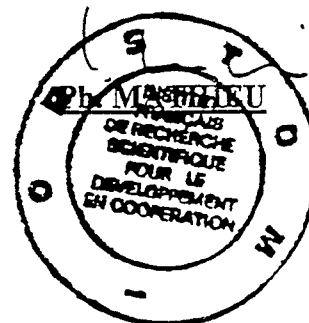
Cher Monsieur,

Monsieur Samuel PATRIS, stagiaire de l'Université de Caen, en accueil au laboratoire de Pédologie a à traiter des images satellitaires dans le cadre du programme qui lui a été confié sur la zone de Ngalenka, région de Podor .

Je vous remercie de bien vouloir lui faciliter son travail en mettant à sa disposition les moyens de l'UTIS.

Je vous prie de croire, cher Monsieur, en l'expression de ma considération distinguée.

Le Représentant de l'ORSTOM
au Sénégal,

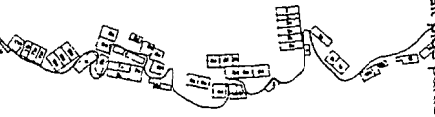


Cc : Samuel Patris




Réduction du plan des PIV 11c et 11b (le 11b ne fait plus partie du projet)

- LEGENDE
- == PISTE
 - CANAL D'IRRIGATION
 - - - DRAIN
 - ⊙ STATION DE POMPAGE
 - └ PRISE A LA PARCELLE



REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT RURAL
S. A. E. D.
DIRECTION DE LA PLANNIFICATION ET DES AMÉNAGEMENTS

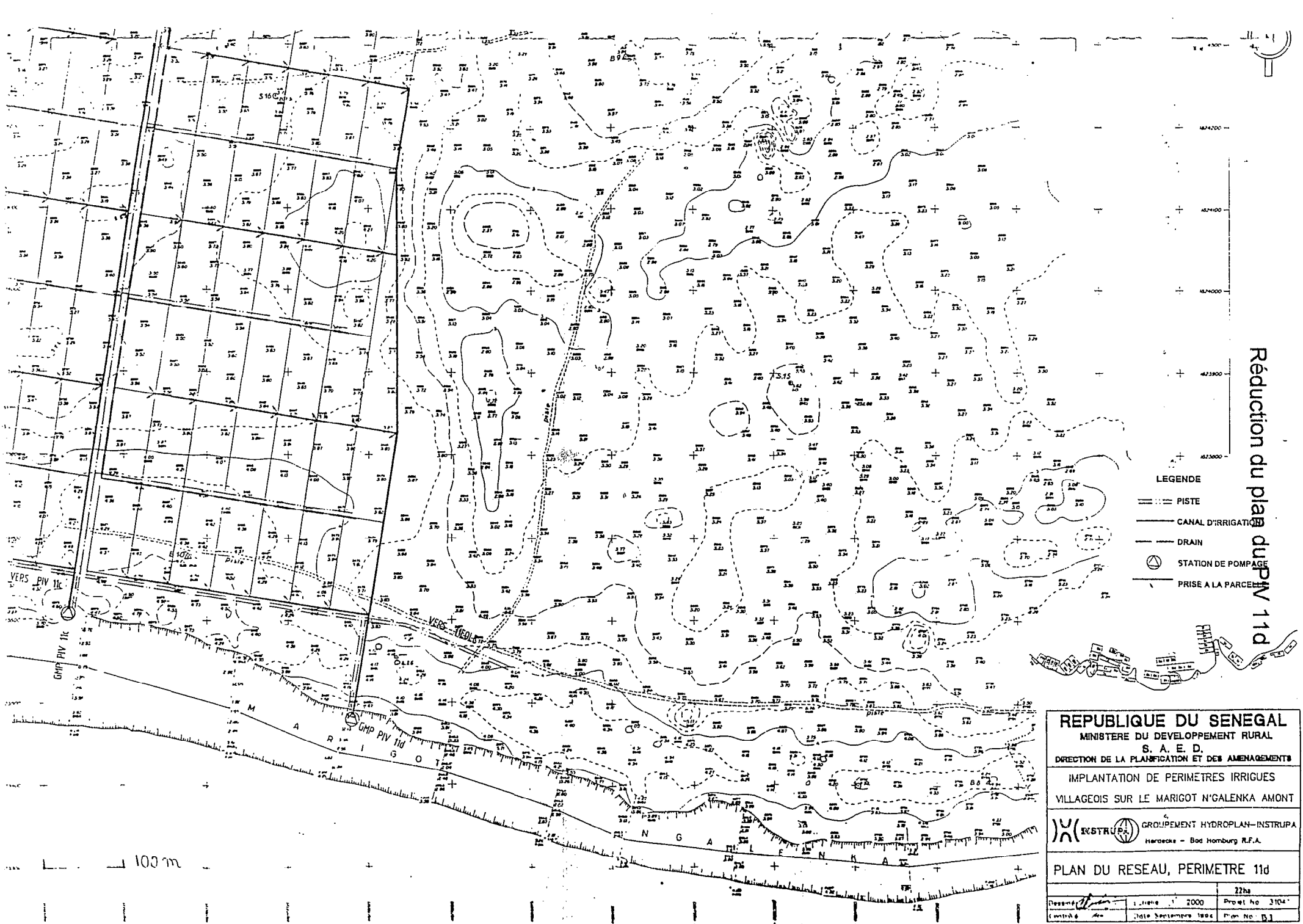
IMPLANTATION DE PERIMÈTRES IRRIGUÉS
VILLAGEOIS SUR LE MARIGOT N'GALENKA AMONT

 **RSTURPA** GROUPEMENT HYDROPLAN-INSTRUPA
Marsenne - Bad Hornburg R.F.A.

PLAN DU RESEAU, PERIMETRE 11b:c

Échelle: 1/2000	Date: Septembre 1984	Plan No: 152
-----------------	----------------------	--------------





Réduction du plan du PIV 11d

- LEGENDE
- == PISTE
 - CANAL D'IRRIGATION
 - DRAIN
 - ⊙ STATION DE POMPAGE
 - PRISE A LA PARCELLE

REPUBLIQUE DU SENEGAL
 MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL
 S. A. E. D.
 DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DES AMENAGEMENTS

IMPLANTATION DE PERIMETRES IRRIGUES
 VILLAGEOIS SUR LE MARIGOT N'GALENKA AMONT

INSTRUPA GROUPEMENT HYDROPLAN-INSTRUPA
 Hardecke - Bad Homburg R.F.A.

PLAN DU RESEAU, PERIMETRE 11d

22ha	
Dessiné	1.1.1984 2000 Projet No 3104
Contrôle	3016 Septembre 1984 Plan No 131

POINTS GPS

Relevés effectués durant la mission du 30/06/97 au 03/07/97 avec un récepteur GPS MAGELLAN

n°	site	latitude (Y)	longitude (X)
1	Pont de Ndiayène (P5)	16°30'40''N	15°03'28''W
2	Vieux pont de Ndiayène	16°30'08''N	15°02'25''W
3	P4 (station de pompage sur le Wali Diala)	16°35'39''N	14°56'00''W
4	Bifurcation de Taredji	16°31'28''N	14°51'40''W
5	P1 Jonction Doué-Ngalenka (e134)	16°33'23''N	14°50'22''W
6	Pont de Guia sur le Doué	16°36'14''N	14°55'40''W
7	Embouchure du Mayal (Niandane)	16°35'07''N	14°59'37''W
8	Vodabè I - Diabobé	16°29'35''N	15°01'17''W
9	Vodabè II - Kadione	16°30'55''N	15°05'07''W
10	Kiraye	16°30'49''N	15°06'26''W
11	Pendaou	16°30'01''N	15°02'53''W
12	Ndiayène	16°29'58''N	15°02'44''W
13	Figo (nouveau)	16°29'31''N	15°00'53''W
14	Thiewlé	16°29'34''N	15°00'36''W
15	Djamel	16°29'27''N	14°58'39''W
16	Savonabé	néant (couloir transhumant)	néant (couloir transhumant)
17	Nianga Dieri	16°30'47''N	14°54'49''W
18	N'Guendar (Garasse)	16°30'54''N	14°54'01''W
19	Tivaouane II	16°29'26''N	14°59'37''W
20	Vouro M'Barick	16°29'27''N	14°59'09''W
21	Diafoundé Dially	16°29'25''N	14°57'50''W
22	P2	16°34'50''N	14°51'08''W
23	P3 (sur Namardé)	16°35'32''N	14°52'13''W
24	Vouro Amate	16°29'25''N	14°57'17''W
25	BN 20 (jonction avec Ngalenka entre Doué et route)	16°33'15''N	14°50'37''W
26	Mbala	16°29'31''N	14°56'28''W
27	Hariwele	16°30'23''N	14°55'24''W
28	Harifonda	16°30'48''N	14°53'12''W
29	Fass (N'Gendar)	16°31'02''N	14°52'41''W
30	BR2 (raccordement Ngalenka sur la route de Podor)	16°33'09''N	14°50'41''W
31	Donaye	16°37'57''N	14°51'59''W

Extrait d'un document de la SAED

Les hameaux et des villages administratifs principaux avec nb de gallés

Village administratif	Village	Hameau	Nb. Gallés	Total Village
Vodabes I	Thiewlé	Diabobé	31	
		Tivouane	9	
		Hiwirgo	13	
		N'diayène	13	
		Figo	3	
		Nguendar	19	
		Cadiun	10	
		Hamadouba	33	
		Piti Auli	37	
		Biri Gonoï	7	187
Vodabes II	Cadiun Diardé		74	
			25	
		Namarel	25	
		Hiwirgo	27	
		Soussane	30	
		Dially	15	
		Ndopedy	5	
		Todel	1	202.0
Kiraye		Kiraye 1	4	
		Kiraye 2	1	
		N'Guendar	2	
		Savonabes	2	
		Diabobes	26	
		Diamel	2	
		Boubou Mody	7	
		Diarre Tyole	4	
		(divers ham.)	18	66.0
Pendaou	Pendaou		120	
		Bakaou	24	
		Seroum	24	
		Saed	24	
		Fulsogui	4	
		Koti	8	
		Seno Boal	3	207.0
N'diayène		N'diayène	30	30.0
Figo	Figo		22	
		Kodith	4	
		Diow	2	
		Benguel Seno	2	
		Mawndou	2	32.0

Village administratif	Village	Hameau	Nb. Gallés	Total Village
Thiewlé	Thiewlé		23	
		Haudilaye	9	
		Loumba	9	
		Toufoundi	2	
		Hiwirgo	3	41.0
Diame1		Diame1	9	
		Vouro Mbarick	3	
		Mawndou 1	4	
		Mawndou 2	2	
		Mawndou 3	3	
		Murkade	4	25.0
Savonabes		Mbantia	8	
		Gary	4	
		Samba	3	
		Diafounde	20	
		Ouro Hamath	7	
		Mbala	16	
		Ouro Diery	29	
		Hari Welé	23	
		Ouro Baidy	4	114.0
Nianga D.	Niandane		83	
		Nianga Diery	11	
		N'diayène	3	
		Pendaou	9	
		Tivouane II	1	107.0
N'Guendar		N'Guendar	61	
		Fanao	12	
		Harifounda I	24	
		Harifounda II	12	
		Haridounda III	61	
		Fass	5	
		Vouro Baidy	2	
		N'Guandar	2	
		Kave	7	
		Vouro	10	
		Teki Nguel	2	
		Thiougal	2	
		Patou Cogne	10	
		Binguel	2	
		Vinde Boki	2	
		Dissi Diam	1	
		Kavel Altine	2	
		Kavel Vouro	1	
		Kavel Agabe	1	
Vindou Ciré	5			
Beylel Balala	1			
Nou Woydi	1			
Thiababa	5			

Village administratif	Village	Hameau	Nb. Gallés	Total Village
		Loumbol	2	
		Thilana	1	234.0
Déc. Mafré		Mafré	31	
		Tardeji	23	
		Dioundou	12	
		Gaoude Boffé	5	
		Mbidi	2	
		Alena	3	
		Aladji	4	
		Vindé Bouki	6	
		Mawndou	3	89.0
Déc. Taredji	Taredji		29	
		Mafré	0	
		Dioundou	8	
		Gaoude Bofre	21	
		Mbidi	17	
		Aladji	0	
		Vinde Bouki	3	
		Loumbol	1	
		Roundou	1	80.0
				1414.0

Quelques remarques explicatives:

Les villages administratives sont des unités sociales regroupant la population selon de critères ethniques et socio-culturels. Bien que ces unités sont reconnues par l'administration Sénégalaise en tant que villages administratifs elles ne constituent pas des unités géographiques, comme on l'est habitué en Europe. Par conséquent ces unités de villages administratifs ne se retrouvent pas sur la carte. Dans le tableau ci-dessus la population des villages administratifs a été attribué aux unités géographiques auxquels elle appartient. Puis que la population est géographiquement mobile, mais sociologiquement stable en ce qui concerne l'adhérence aux groupes, on trouve que la plupart des villages et des hameaux sont habités par des gens qui s'adhèrent à des groupes (= villages administratifs) différent. Ainsi on trouve qu'il y a des gens appartenant aux Vodabes I qui habitent à Diabobes, et d'autres à Hiwirgo, où se trouvent également des gens des villages administratifs de Vodabes II, et de Thiewlé. Aussi on trouve des gens de Vodabes qui habitent le village de Figo, qui est habité en même temps par des gens du villages administratif qui porte le même nom. Ce phénomène explique pourquoi on trouve souvent les mêmes noms de villages et de hameaux qui se répètent à travers le tableau. Aussi il est à remarquer que beaucoup de petits hameaux se trouvent dans le Diéry, ou à l'Ouest de Podor, raison pour laquelle on ne les retrouve pas sur la carte non plus.

M1

R2

Sect MALINKA

"Royaume NGALINKA AHONY"

VILLAGES	G.I.E	PRESIDENTS
Ndiaye	HC	Macky Ndiaye
	HD	Mamadou Baiety Ndiaye
Pendao	GD	Mamadou Djigo
	8D	Mamadou Ibra Sow
Wodabés I	10A	Mamadou Hawel Sow
	10B	Hamadou Sow *
	4C	Mouhamed El Habib Tall *
	6A	Mamadou Racine Sy
	6F	Mamadou Amadou Sow *
	6J	Oumar Boubou Sow
	8A	Silèye Ardo Bâ
Wodabés II	8B	Aliou Sy
	10C	Aliou Issakha Sow
	9	Oumar Salif Sow
Figo	8C	Amadou Diallo
	7D	Amadou Ousmane Ndiaye
Kiraye	6E	Saïkou Demba Bâ
	7C	Ousmane Ibrahima Diagne
Thiéole	4D	EL Hadji Seydou Sow
	7A	Ousmane Diallo
Diamel	7B	Abdoulaye Malick Bâ
	4B	Mamadou Dioulde Thiom
Sovanabés	5C	EL Hadji Dia
	6B	Silèye Diallo
	6C	Boubacar Saïdel Bâ
	6G	Kalidou Oumar Sow

Nianga	5B	Abdoulaye Sow
	5G	Alioune Niang *
Nguendou	1B	Demba Sadio Bâ
	1C	Kalidou Gaye Sall
	12A	Aboubacary Diallo
	2A	Mamadou Siléye Diallo
	2B	Mamadou Altiné Diallo
	2C	Mamadou Mamoudou Bâ
	2D	Seydou Barry *
	2E	Abou Seydou Deh
	1D	Abderahmane Seydou Bâ
	Decelle	13
2G		Moussa Tall
5A		Alassane Isma Sow
5D		Oumar Sall
Maître	13	Ousmane Mamadou Bâ
	1A	Amadou Boubacar Diallo
	2F	Djibe Abdoulaye Bâ
	4A	Amadou Siléye Diallo
	6H	Abdoulaye Harouna Diall
Donaye	14	Brah Sall

* Présidents susceptibles d'être remplacés pour une éventuelle possibilité.

00221651143
 A. AMB
 Département Nianga
 Nianga

à l'attention de M.
 Jean Pierre Serghes et Samir
 Bureau Pédologie ORSTOM
 DAKAR

Tableau n° 12:

PLAN PARCELLAIRE DU PERIMETRE 1.1 C ET SES ATTRIBUTAIRES

<u>Cs4</u>	1	2	3	4	5	6	7
	Abou Ndiaye	Aly Hady Sy	Oumar Boubou Diallo	Pathé Hamath Ndiaye	Silèye Amadou Sy	Ibrahima Silèye Sy	Oumar Wourat Sy
	8	9	10	11	12	13	14
	Assane Sy	Mamadou Salif Ndiaye	Thierno Malick Ndiaye	Mamadou Ousmane Ndiaye	Amadou Silèye Sy	Mamadou Yéro Ndiaye	Boubacar Ndiobo Mbengue
<u>Cs3</u>	15	16	17	18	19	20	21
	Demba Ndao	Boubacar Sy	Hamath Hawa Mbengue	Aly Hamath Ndiaye	Hamath Oumar Mbengue	Ousmane Hamath Ndiaye	Boubacar Abou Sy
	22	23	24	25	26	27	28
	Malick Amadou Sy	Djiby Silèye Sy	Yéro Ndiaye	Ibrahima Mbengue	Abdoulaye Ndiaye	Mamadou Ndiaye	Ibrahima Ndiaye
<u>Cs2</u>	29	30	31	32	33	34	35
	Mamadou Sileye Sy	Ousmane Hamath Mbengue	Seydou Sy	Mamadou Amadou Sy	Hamath Djiby Ndiaye	Amadou Malick Sy	Amadou Ndiobo Mbengue
	36	37	38	39	40	41	42
	Ibrahima Sy	Assane Aly Sy	Oumar Mbengue	G.P.F	Ousmane Mbengue	Ousmane Aly Ndiaye	Issa Sy
<u>Cs1</u>							

GPF : Groupement féminin

Tableau n° 13 :

PLAN PARCELLAIRE DU PERIMETRE 11 D ET SES ATTRIBUTAIRES

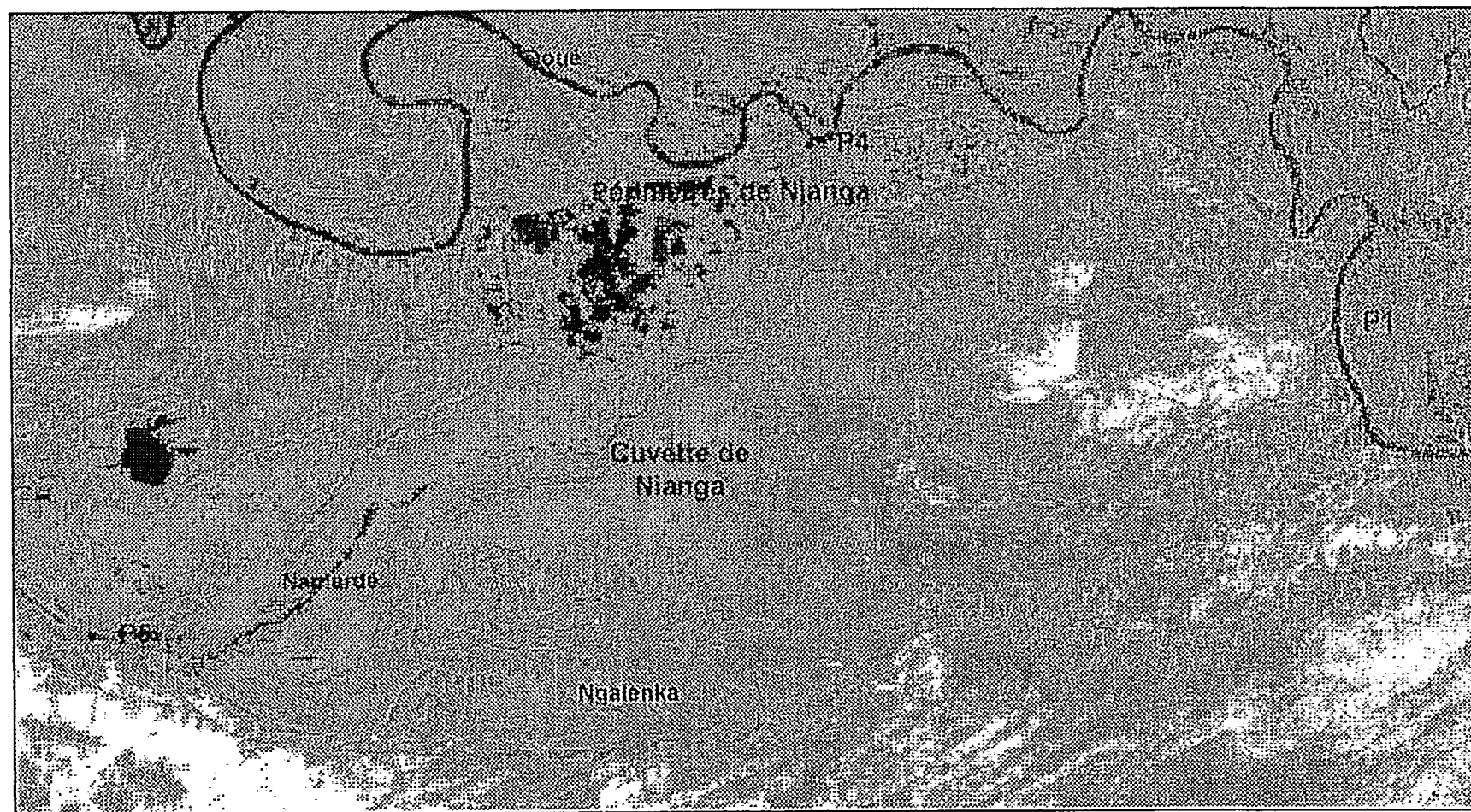
1 GPF	2 GPF	3 GPF	4 GPF	5 Seydou Ndiaye	6 Mamadou Seydou Ndiaye	
7 Mamadou Lam	8 Hamath Houlèye Mbengue	9 Mamadou Ndao	10 Abdoul Ala Seck	11 Mamadou oumar Mbengue	12 Boubacar Ndiaye	
13 Oumar Sadio Mbengue	14 Oumar Demba Ndiaye	15 Silèye Bassitou Ndiaye	16 Demba Sow	17 Thierno Diallo	18 Abdoul Ndongo	
19 Djiby Thiam	20 Boubacar Mamadou Mbengue	21 Malick Ndiaye	22 Abdoulaye Guissé	23 Aliou Boubou Mbengue	24 Boubacar Amadou Mbengue	31 Bis GPF
25 Silèye Demba Ndiaye	26 Djiby Mbengue	27 Mamadou Demba Ndiaye	28 Hamidou Ndiaye	29 Salif Ndiaye	30 Mamadou Baïdy Ndiaye	31 GPF
32 Ousmane Ndao	33 Aly Mool Ndiaye	34 Agn Diallo	35 Mamadou Ndiaye	36 Djiby Sadio Mbengue	37 Mamadou Abdoul Ndiaye	38 Oumar Bassirou Ndiaye
39 Moussa Sy	40 Mamadou Boubacar Mbengue	41 Oumar Gasba Diallo	42 Amadou El Hadji Sy	43 Hamath Malick Sy	44 Youri Diallo	45 Seydou Thiam

GPF : Groupement féminin

IMAGE SPOT DE LA CUVETTE DE NIANGA

(Scène du 19/02/93 à 11H53)

Composition colorée



ANNEXE III

Le dictionnaire de données

DICTIONNAIRE DE DONNEES

n94l can_irrigat

Intitulé : réseau de canaux d'irrigation

Type : linéaire

Echelle de la saisie : 1/2000^{ème}

Nombre d'attributs : 3

Clef	nominal	clé du canal d'irrigation
piv	nominal	numéro de piv
niv fd bassin	numérique	niveau du fond du bassin de dissipation (m)

Territoire couvert : zone du projet d'aménagement hydro-agricole

Nombre d'objets : 46

Description et remarques

Les canaux d'irrigation n'étant pas bien positionnés géographiquement de part et d'autre du Ngalenka ont dû être repositionnés de façon arbitraire afin de ne pas chevaucher ce cours d'eau. Entre les plans de 1994 et 1996, certaines différences existent et les plans digitalisés de 1994 n'ont pas été remis à jour.

Sources

Etude de factibilité vol.3 : plans, Hydroplan 09/1994

Etude de l'avant projet détaillé vol.3 : dossiers et plans, Hydroplan 12/1996

Projection : UTM

Ellipsoïde : Clarke 1880 (méridien central : 15°00')

Fichiers de données graphiques intégrés : can01c, can02bc, can04c, can05c, can06c, can07c, can08c, can09c, can10c, can11c, can12c, can14c, can15c, can16c, can17c, can18c, can19c, can20c, can21c, can22c, can23c, can24c, can25c, can26c, can27c

Fichier de données descriptives : canaux1.dat

n94l drains

Intitulé : réseau de canaux de drainage

Type : linéaire

Echelle de la saisie : 1/2000^{ème}

Nombre d'attributs : 1

Clef

nominal

clé du drain

Territoire couvert : zone du projet d'aménagement hydro-agricole

Nombre d'objets : 46

Description et remarques

Les drains n'étant pas bien positionnés géographiquement de part et d'autre du Ngalenka ont dû être repositionnés de façon arbitraire afin de ne pas chevaucher ce cours d'eau. Entre les plans de 1994 et 1996, certaines différences existent et les plans digitalisés de 1994 n'ont pas été remis à jour.

Sources

Etude de factibilité vol.3 : plans, Hydroplan 09/1994

Etude de l'avant projet détaillé vol.3 : dossiers et plans, Hydroplan 12/1996

Projection : UTM

Ellipsoïde : Clarke 1880 (méridien central : 15°00')

Fichiers de données graphiques intégrés : dra01, dra02bc, dra04c, dra05, dra06c, dra07c, dra08c, dra09c, dra10c, dra11c, dra12c, dra14c, dra15, dra16, dra17c, dra18c, dra19, dra20, dra21c, dra22, dra23, dra24, dra25, dra26c, dra27c

n94z piv

Intitulé : périmètres irrigués villageois

Type : zonal

Echelle de la saisie : 1/2000^{ème}

Nombre d'attributs : 9

piv	nominal	clé du périmètre irrigué
surface (ha)	numérique	surface du PIV (ha)
sup net exploita	numérique	superficie nette exploitable (ha)
nb attributaires	numérique	nombre d'attributaires
mise en service	nominal	date de mise en service
hteur pompage	numérique	hauteur de pompage (m)
vol pom 1a	numérique	volume de pompage avec le scénario 1a (m ³)
vol pom 2c	numérique	volume de pompage avec le scénario 2c (m ³)
vol pom 3	numérique	volume de pompage avec le scénario 3 (m ³)

Territoire couvert : 1253 hect

Nombre d'objets : 46

Description et remarques

Les PIV n'étant pas bien positionnés géographiquement de part et d'autre du Ngalenka ont dû être repositionnés de façon arbitraire afin de ne pas chevaucher ce cours d'eau. Entre les plans de 1994 et 1996, certaines différences existent et les plans digitalisés de 1994 n'ont pas été remis à jour.

Sources

Etude de factibilité vol.3 : plans, Hydroplan 09/1994

Etude de l'avant projet détaillé vol.3 : dossiers et plans, Hydroplan 12/1996

Projection : UTM

Ellipsoïde : Clarke 1880 (méridien central : 15°00')

Fichiers de données graphiques intégrés : piv01a, piv02b, piv04, piv05, piv06, piv07, piv08, piv09, piv10, piv11, piv12, piv14, piv15, piv16, piv17, piv18, piv19, piv20, piv21, piv22, piv23, piv24, piv25, piv26, piv27

Fichier de données descriptives : piv1.dat

n94p gmp

Intitulé : Groupes Motopompes

Type : ponctuel

Echelle de la saisie : 1/2000^{ème}

Nombre d'attributs : 11

Clef	nominal	n° du GMP
n_piv	nominal	n° de PIV
vol max mens 1a	numérique	volume maximum mensuel avec le scénario 1a (m ³)
vol max mens 2c	numérique	volume maximum mensuel avec le scénario 2c (m ³)
vol max mens 3	numérique	volume maximum mensuel avec le scénario 3 (m ³)
deb max 1a	numérique	débit maximum avec le scénario 1a l/s
deb max 2c	numérique	débit maximum avec le scénario 2c l/s
deb max 3	numérique	débit maximum avec le scénario 3 l/s
debit l/s	numérique	débit de pompage en l/s
posi / P1	numérique	position de la pompe par rapport à P1 en km
niv Ngalenka m	numérique	niveau du Ngalenka en m

Territoire couvert : zone du projet d'aménagement hydro-agricole

Nombre d'objets : 46

Description et remarques

Les GMP n'étant pas bien positionnés sur le Ngalenka ont dû être repositionnés de façon arbitraire afin de chevaucher ce cours d'eau.

Sources

Etude de factibilité vol.3 : plans, Hydroplan 09/1994

Etude de l'avant projet détaillé vol.3 : dossiers et plans, Hydroplan 12/1996

Projection : UTM

Ellipsoïde : Clarke 1880 (méridien central : 15°00')

Fichiers de données graphiques intégrés : gmpa, gmpb, gmpe, gmpd, gmpe, gmpf

Fichier de données descriptives : gmp1.dat

n58 I hydrograph

Intitulé : réseau hydrographique

Type : linéaire

Echelle de la saisie : 1/50000^{ème}

Nombre d'attributs : 4

Clef	nominal	clé du cours d'eau
nom	nominal	nom du cours d'eau
type	nominal	type de cours d'eau
écoulement	nominal	type d'écoulement

Territoire couvert : cuvette de Nianga et alentours

Nombre d'objets : 15

Description et remarques

Le réseau hydrographique a subi des changements depuis 1959 et son tracé n'est donc pas à jour. Pour le sens d'écoulement, celui-ci pouvant varier selon qu'on soit en période de crue ou d'étiage, c'est le sens lors de la crue qui a été choisi.

Sources

Cartes IGN de 1959 : Podor 3a et Dagana 4b

Projection : UTM

Ellipsoïde : Clarke 1880 (méridien central : 15°00')

Fichiers de données graphiques intégrés : hydro1, hydro2

Fichier de données descriptives : hydrog1.dat

n97p ngalenka

Intitulé : débits du Ngalenka

Type : ponctuel

Echelle de la saisie : 1/20000^{ème}

Nombre d'attributs : 2

Clef	nominal	clé du point de mesure
debit	numérique	debit du Ngalenka (m/s)

Territoire couvert : lit mineur du Ngalenka

Nombre d'objets : 7

Description et remarques

Les points auxquels seront attribué des données sur les débits du Ngalenka pour la modélisation correspondent à l'emplacements des 7 ponceaux (dont un seul est construit vers le pont de Ndiayène).

Sources

Etude de l'avant projet détaillé vol.3 : dossiers et plans, Hydroplan 12/1996

Projection : UTM

Ellipsoïde : Clarke 1880 (méridien central : 15°00')

Fichiers de données graphiques intégrés : pontap, pontbp, pontcp, pontdp, pontep

Fichier de données descriptives : *à définir*

n97p villages

Intitulé : villages concernés par le projet d'aménagement hydro-agricole

Type : ponctuel

Echelle de la saisie : 1/50000^{ème}

Nombre d'attributs :35

village	nominal	nom du village
effect.tot.resid	numérique	effectif total résident
nb d'hommes	numérique	nombre d'hommes
nb de femmes	numérique	nombre de femmes
nb d'actifs	numérique	nombre d'actifs
nb de gallés	numérique	nombre de gallés par village
%peuls	numérique	pourcentage de peuls
%toucouleurs	numérique	pourcentage de toucouleurs
%wolofs	numérique	pourcentage de wolofs
%maures	numérique	pourcentage de maures
%torobés	numérique	pourcentage de torobés
%gallunkés	numérique	pourcentage de gallunkés
%forgerons	numérique	pourcentage de forgerons
%tisserands	numérique	pourcentage de tisserands
%griots	numérique	pourcentage degriots
nb bovins	numérique	nombre de bovins
chep moy bovin	numérique	cheptel bovin moyen
%gall ayant bov	numérique	%age de gallés ayant des bovins
nb ruminants	numérique	nombre de ruminants
chep moy rum	numérique	cheptel ruminant moyen
%gall ayant rum	numérique	%age de gallés ayant des ruminants
mosquee	numérique	nombre de mosquées
salle priere	numérique	salle de prière
boutiques	numérique	nombre de boutiques
ecoles	numérique	nombre d'écoles
ctre alphabe	numérique	nombre de centres d'alphabétisation
ctre feminin	numérique	nombre de centres féminins
dispensaires	numérique	nombre de dispensaires
maternite	numérique	nombre de maternités
cases sante	numérique	nombre de cases sante
taxis	numérique	nombre de taxis
camions	numérique	nombre de camions
puits	numérique	nombre de puits
forages	numérique	nombre de forages
sources	numérique	nombre de sources

Territoire couvert : villages concernés par le projet d'aménagement hydro-agricole

Nombre d'objets : 22 (dont 14 villages principaux)

Description et remarques

Les villages ont été relevés avec un récepteur GPS.

Certains villages ont donc été localisés de manière arbitraire comme c'est notamment le cas de:

- Décollé Mafré qui se trouve dans le *diéri*.
- Vodabé I ayant Diabobé comme lieu fixe localisable, idem pour Vodabé II avec Kadione.
- Savonabé localisé à Savonabé Botol alors que la population est disséminée sur un couloir transhumant de environ 50 km de long allant en direction du *ferlo*.

Les données socio-économiques sont issues du rapport Hydroplan réalisé pour la SAED.

Les données sur les équipements et infrastructures prennent en compte 12 des 14 villages principaux, les données de Décollé Mafré étant comptabilisées dans celles de Taredji. Donaye n'est pas pris en compte.

Le cheptel est pris en compte pour 13 villages principaux, le cheptel de Donaye n'étant pas comptabilisé. Les ruminants regroupent les ovins et les caprins.

Sources

Mission ORSTOM de juin-juillet 1997

Etude sociologique complémentaire de Ngalenka amont, Hydroplan 03/1996

Etude de factibilité vol 2, Hydroplan 02/1995

Projection : UTM

Ellipsoïde : Clarke 1880 (méridien central : 15°00')

Fichiers de données graphiques intégrés : villa1, villa2

Fichier de données descriptives : village1.dat, cheptel1.dat, socecol1.dat

n94z foncier

Intitulé : carte foncière coutumière

Type : zonal

Echelle de la saisie : 1/100000^{émc}

Nombre d'attributs : 1

village

nominal

village d'appartenance

Territoire couvert : Ngalenka amont

Nombre d'objets : 6

Description et remarques

La carte foncière n'est plus d'actualité; en effet, toutes les terres bordant le Ngalenka amont ont été rachetées par la SAED en vue d'être aménagées.

Sources

Etude de factibilité vol.1 : rapport, Hydroplan 02/1995

Projection : UTM

Ellipsoïde : Clarke 1880 (méridien central : 15°00')

Fichiers de données graphiques intégrés : foncier

n97n GIE

Intitulé : Groupements d'Intérêt Economique

Type : non localisé

Nombre d'attributs : 6

PIV	nominal	n° de PIV
président	nominal	président du GIE
village	nominal	village
coût de pompage s1a	numérique	coût de pompage avec le scénario s1a
coût de pompage s2c	numérique	coût de pompage avec le scénario s2c
coût de pompage s3	numérique	coût de pompage avec le scénario s3

Nombre d'objets : 46

Description et remarques

Les villages où siègent les GIE ne sont pas tous inclus dans la relation n97p villages. En effet, dans le cas de Décollé Mafré, ce village est décomposé à présent en deux villages distincts (suite à une mésentente entre deux clans) : Décollé et Mafré.

Sources

Délégation de la SAED à Podor

Fichier de données descriptives : giel.dat

n69z pedomorpho

Intitulé : carte pédologique et géomorphologique

Type : zonal

Echelle de saisie : 1/50000^{ème}

Nombre d'attributs : 5

clé	nominal	clé de la zone
unités de sols	nominal	unités de sols
unités géomorph	nominal	unités géomorphologiques
texture de surf	nominal	texture de surface
texture de prof	nominal	texture de profondeur

Territoire couvert : cuvette de Nianga et alentours

Description et remarques

La digitalisation de la carte Dagana 4b a été effectuée à partir d'une photocopie de l'original qui a subi un étirement lors de l'impression, d'où un problème de recalage en raison de cette déformation

Sources

Cartes pédologiques et géomorphologiques FAO dressées à partir des fonds topographiques IGN de 1959 (cartes Podor 3a et Dagana 4b)

Projection : UTM

Ellipsoïde : Clarke 1880 (méridien central : 15°00')

Fichiers de données graphiques intégrés : podorb3a, daganac4b

Fichier de données descriptives : pedo50.dat

n79z pedologie

Intitulé : carte pédologique de la cuvette de Dioundou

Type : zonal

Echelle de saisie : 1/15000^{ème}

Nombre d'attributs : 5

clé	nominal	clé de la zone
type de sols	nominal	nature des sols
granulométrie	nominal	granulométrie des sols
faciès	nominal	faciès des sols
compo chimique	nominal	composition chimique

Territoire couvert : cuvette de Dioundou (partie NE de la cuvette de Nianga)

Description et remarques

Prospections effectuées à l'échelle du 1/10000^{ème} et reportées sur un photoplan au 1/15000^{ème}.

Sources

Carte pédologique dressée par E. Braudeau, ORSTOM 1979 (carte Etude pédologique de la cuvette de Nianga, secteur A).

Projection : UTM

Ellipsoïde : Clarke 1880 (méridien central : 15°00')

Fichiers de données graphiques intégrés : niangape

Fichier de données descriptives : pedo3.dat

n80l franchissem

Intitulé : franchissem

Type : linéaire

Echelle de la saisie : 1/50000^{ème}

Nombre d'attributs : 8

clé	nominal	clé du franchissement
type	nominal	type de franchissement
nom	nominal	nom du franchissement
matériaux	nominal	matériaux de construction
revêtement	nominal	revêtement de la chaussée
situation/P5	numérique	position/P5 en m
section en m ²	numérique	section du franchissement en m ²
hauteur en m	numérique	hauteur du franchissement en m

Territoire couvert : zone du projet d'aménagement hydro-agricole

Nombre d'objets : 18

Description et remarques

Certains franchissemements ont été digitalisés à partir des cartes IGN de 1959, d'autres à partir de coordonnées relevés au GPS (leur position est imprécise. Les 7 ponceaux ont été positionnés à partir d'une carte au 1/100000^{ème} de la SAED mais la position de ces ponceaux n'est pas définitive (1 ponceau seulement est déjà construit).

Sources

Etude de l'avant projet détaillé vol.3 : dossiers et plans, Hydroplan 12/1996

Cartes IGN 1959 Podor 3a et Dagana 4b

Points GPS relevés lors de la mission en 06-07/97

Projection : UTM

Ellipsoïde : Clarke 1880 (méridien central : 15°00')

Fichiers de données graphiques intégrés : fran1, fran2, pontal, pontbl, pontcl, pontdl, pontel

Fichier de données descriptives : franchi1.dat

n93i_spot

Intitulé : images.SPOT.

Type : image

Nombre d'attributs : 4

canal XS1	type : image	vert
canal XS2	type : image	rouge
canal XS3	type : image	proche infra rouge
compo colorée	type : image	composition colorée

Résolution : 20 m

Territoire couvert : cuvette de Nianga (extraction d'une scène couvrant une zone allant de 14°45'W à 15°15'W en longitude et de 16°25'N à 16°42'N en latitude)

Nombre d'objets : 256

Description et remarques

Les images SPOT utilisées correspondent à une scène multi-spectrale du 19 février 1993 à 11h53.

Sources

Spotimage

Projection : UTM

Ellipsoïde : Clarke 1880 (méridien central : 15°00')

Fichiers des images à intégrer : xs193.ras, xs193.car, xs293.ras, xs293.car, xs393.ras, xs393.car, compcolo.ras, compcolo.car

n80i photo

Intitulé : mosaïque de photographies aériennes

Type : image

Nombre d'attributs : 1

Résolution : 4 m

Echelle : 1/50 000^{ème}

Territoire couvert : cuvette de Nianga

Nombre d'objets : 256

Description et remarques

Faute d'espace disque libre suffisant sur la machine servant au traitements d'image, le géocodage et le mosaïquage n'a pas pu être réalisé

La mosaïque sera composée de 8 photographies scannées en NB (résolution de 400 dpi/taille 50%) :

- vue n° 501342 prise le 06/01/80 à 11h33GMT
- vue n° 501344 prise le 06/01/80 à 11h33GMT
- vue n° 501346 prise le 06/01/80 à 11h33GMT
- vue n° 501348 prise le 06/01/80 à 11h33GMT
- vue n° 501739 prise le 11/01/80 à 12h12GMT
- vue n° 501741 prise le 11/01/80 à 12h12GMT
- vue n° 501743 prise le 11/01/80 à 12h12GMT
- vue n° 501745 prise le 11/01/80 à 12h12GMT

Le recalage se fera à partir de points GPS et d'une image SPOT de 02/93

Sources

Mission TELEDYNE GEOTRONICS (USA) effectuée de 12/79 à 01/80
photographies infra-rouge en fausses couleurs

Projection : UTM

Ellipsoïde : Clarke 1880 (méridien central : 15°00')

Fichiers des photographies à intégrer : n342.tif, n344.tif, n346.tif, n348.tif, n739.tif, n741.tif, n743.tif, n745.tif

N° de feuilles des PIV, canaux d'irrigation, drains et GMP intégrées dans la base SAVANI avec SAVATECA.

n° de PIV	n° de plan	feuilles PIV	n° de polygone	clef des PIV	feuilles canaux	feuilles drains	feuilles GMP	correction en latitude	correction en longitude
14*	3.1	piv16	96-98	p14	can16c	dra16	gmpf	-	-
13	3	piv1a	21-22	p13	can1ac	dra01c	gmpf	-	-
12a*	3.1	piv02b	23	p12a	can02bc	dra02bc	gmpf	-	-
1a*	3.3	piv18	109-110	p1a	can18c	dra18c	gmpe	100m N	250m W
1b*	3.4	piv24	147	p1b	can24c	dra24	gmpe	-	-
1c*	3.4	piv24	148	p1c	can24c	dra24	gmpe	-	-
1d*	3.4	piv24	149	p1d	can24c	dra24	gmpe	-	-
2a*	3.5	piv23	143	p2a	can23c	dra23	gmpe	100m N	250m W
2b*	3.5	piv23	144	p2b	can23c	dra23	gmpe	100m N	250m W
2c*	3.5	piv23	145	p2c	can23c	dra23	gmpe	100m N	250m W
2d*	3.5	piv23	146	p2d	can23c	dra23	gmpe	100m N	250m W
2e*	3.6	piv22	140	p2e	can22c	dra22	gmpe	100m N	250m W
2f*	3.6	piv22	141	p2f	can22c	dra22	gmpe	100m N	250m W
2g*	3.6	piv22	142	p2g	can22c	dra22	gmpe	100m N	250m W
4a	8.1	piv04	28	p4a	can04c	dra04c	gmpd	-	200m W
4b	8.1	piv04	29	p4b	can04c	dra04c	gmpd	-	200m W
4c*	3.11	piv21	132-138	p4c	can21c	dra21c	gmpd	50m N	200m W
4d*	3.8	piv25	150-152	p4d	can25c	dra25	gmpd	75m N	200m W
5a*	3.8	piv25	-	p5a	can25c	dra25	gmpd	75m N	200m W
5b*	3.9	piv19	111-125	p5b	can19c	dra19	gmpd	75m N	200m W
5c*	3.9	piv19	111-125	p5c	can19c	dra19	gmpd	75m N	200m W
5d*	3.9	piv19	111-125	p5d	can19c	dra19	gmpd	75m N	200m W
5g*	3.9	piv19	111-125	p5e	can19c	dra19	gmpd	75m N	200m W
6a	10.1	piv05	30-39	p6a	can05c	dra05	gmpe	-	200m W
6b*	3.11	piv21	-	p6b	can21c	dra21c	gmpd	50m N	200m W
6c*	3.11	piv21	-	p6c	can21c	dra21c	gmpd	50m N	200m W
6d*	3.17	piv26	153	p6d	can26c	dra26c	gmpe	50m S	-
6e*	3.12	piv20	126-131	p6e	can20c	dra20	gmpe	50m S	-
6f*	3.12	piv20	-	p6f	can20c	dra20	gmpe	50m S	-
6g*	3.11	piv21	-	p6g	can21c	dra21c	gmpe	50m N	200m W
6h*	3.11	piv21	-	p6h	can21c	dra21c	gmpe	50m N	200m W
6i*	3.11	piv21	-	p6i	can21c	dra21c	gmpe	50m N	200m W
7a	11.1	piv06	40-44	p7a	can06c	dra06c	gmpe	-	-
7b	11.1	piv06	45-54	p7b	can06c	dra06c	gmpe	-	-
7c	11.2	piv07	55-62	p7c	can07c	dra07c	gmpe	-	-
7d	11.3	piv08	63-70	p7d	can08c	dra08c	gmpe	-	100m W
8a	12.1	piv09	71-78	p8a	can09c	dra09c	gmpe	100m N	50m W
8b	12.2	piv10	79-87	p8b	can10c	dra10c	gmpe	100m N	50m W
8c*	3.17	piv27	155	p8c	can27c	dra27c	gmpe	50m S	-
8d*	3.17	piv26	154	p8d	can26c	dra26c	gmpe	50m S	-
9*	3.18	piv17	99-108	p9	can17c	dra17c	gmpe	-	200m W
10a	14.1	piv11	88	p10a	can11c	dra11c	gmpe	150m N	-
10b	14.1	piv11	89	p10b	can11c	dra11c	gmpe	150m N	-
10c	14.2	piv12	90	p10c	can12c	dra12c	gmpe	50m N	-
11c	3.21	piv14	24	p11c	can14c	dra14c	gmpe	-	-
11d	15.2	piv15	95	p11d	can15c	dra15	gmpe	-	-
total:									
46									

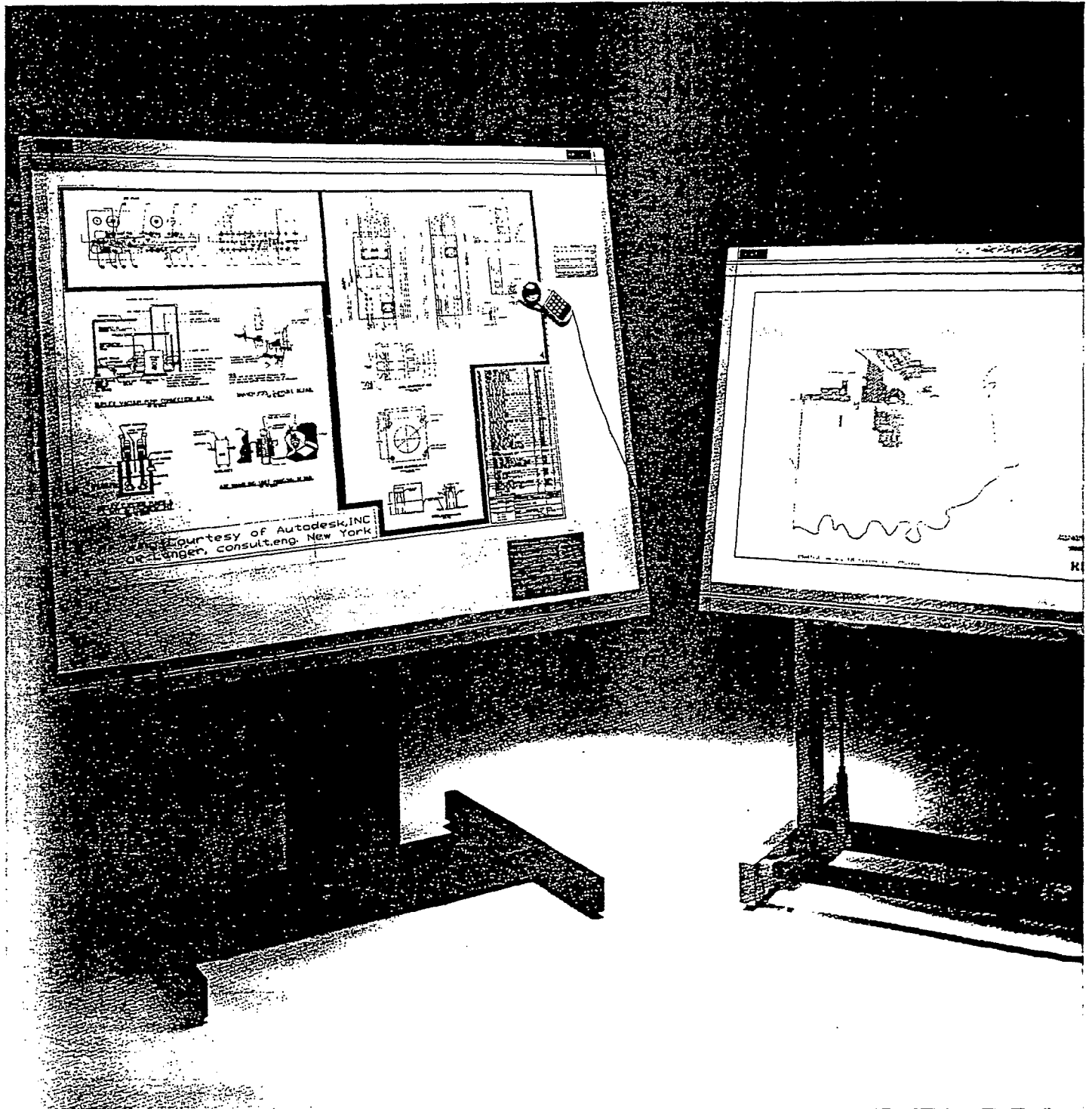
* plans de 1994 (les autres plans datent de 1996)

ANNEXE IV

Matériel et logiciels utilisés

Série G6830

Digitaliseurs Professionnels A0/A1



Série G6830 Océ Graphics La Digitalisation Facile

L'Efficacité

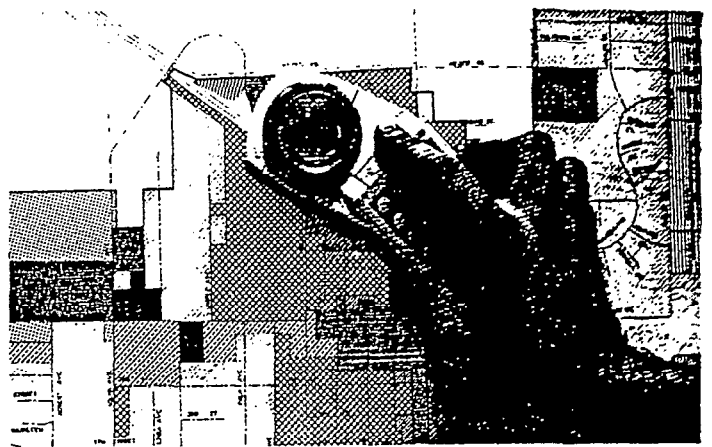
La Série G6830 est l'aboutissement d'une recherche de simplicité et de convivialité pour une digitalisation facile, rapide et précise. Le curseur (16 + 1 touches) est agréable à utiliser et pratique, avec sa touche supplémentaire de saisie rapide. Il comporte 2 voyants qui vous informent en permanence sur votre saisie, sans que vous ayez à quitter des yeux le travail en cours. La loupe éclairée et son réticule rouge "haute précision" vous permettent de viser juste, sans fatigue. Six logiciels standards du marché sont déjà configurés en mémoire et vous pouvez sauvegarder jusqu'à 5 configurations supplémentaires. Vous les rappelez en cliquant simplement votre choix au menu. De plus, la variété des émulations disponibles vous assure une parfaite compatibilité avec votre application.

Les Performances

Quel que soit votre domaine d'application - cartographie, topographie, BTP, architecture, confection textile... - les digitaliseurs de la Série G6830 vous apportent les performances que vous attendez. Avec une précision standard de 0,1 mm, une résolution programmable de jusqu'à 80 lignes/mm et une vitesse d'acquisition allant jusqu'à 300 points par seconde, vous êtes assuré de la qualité de votre saisie.

L'Ergonomie

Qu'il s'agisse du pied mécanique du G6834 (A1) ou du pied électrique du G6835 (A0), vous pouvez régler la hauteur du plateau à votre convenance pour un meilleur confort. De plus, le digitaliseur G6835 comporte en standard un tiroir latéral où vous pouvez ranger curseur, stylet, manuel d'utilisation... tout ce dont vous avez besoin est à portée de main.



Le curseur ergonomique avec ses 16 + 1 touches

Spécifications Techniques

Surface active	
G6834	609,6 x 914,4 mm
G6835	914,4 x 1219,2 mm
Résolution	Jusqu'à 80 lignes/mm (0,0125 mm)
Précision	±0,1 mm avec curseur ±0,5 mm avec stylet (en option)
Proximité	Jusqu'à 15 mm
Vitesse de sortie des données	Jusqu'à 300 pts/s
Curseur	Forme ergonomique : 17 touches dont une touche de saisie rapide, Loupe pivotante et éclairée ; Réticule rouge haute précision 2 voyants de 3 couleurs pour le contrôle du digitaliseur et la saisie
Modes d'acquisition	Continu, point, continu commandé, incrémental, interrogation 2 x RS-232-C (DTE/DCE)
Interfaces	Jusqu'à 19 200 bauds
Vitesse de transmission	Jusqu'à 19 200 bauds
Emulations	Océ Graphics G6301, Summagraphics™, CalComp™
Formateur universel	Création de formats non standards
Aide à la connexion	AutoCAD™, Microstation™, Cadkey™, IBMCAD™, Archित्रion™, Arc/Info™
Mémorisation des configurations	5 configurations utilisateur conservées en mémoire plus une déclarable en "défaut"
Température	0° à 45° C
Humidité	35 à 75 % RH
Alimentation	100 à 240 V, 47 à 63 Hz
Consommation	10 watts
Conformité	IEC 950 FCC - B et VDE 871-B
Dimensions (H x L) et poids du plateau	
G6834	880 x 1250 mm ; 28 Kg
G6835	1220 x 1445 mm ; 41 Kg
Pieds (options)	Mécanique (G6834) ; Electrique (G6835)
Poids du piètement	Mécanique (32 Kg) ; Electrique (55 Kg)

AutoCAD, Microstation, Cadkey, IBMCAD, Archित्रion, Arc/Info, Summagraphics et Calcomp sont des marques déposées de leurs constructeurs respectifs

Cachet du distributeur :

Océ Graphics France S.A.
Direction Commerciale France
EUROPARC - BP 34 - 42 rue Le Corbusier 94001 CRETEIL Cedex
Tél. : 49.80.67.00 - Télex : 262 933 - Fax : 43.99.51.78

Océ Graphics France S.A.
Service Fournitures France
1, rue Jean Lemoine
B 2 113 - Z.I. Les Petites Haies 94003 CRETEIL Cedex
Tél. : 48.99.81.72 - Télex : 264 171 - Fax : 48.99.61.91

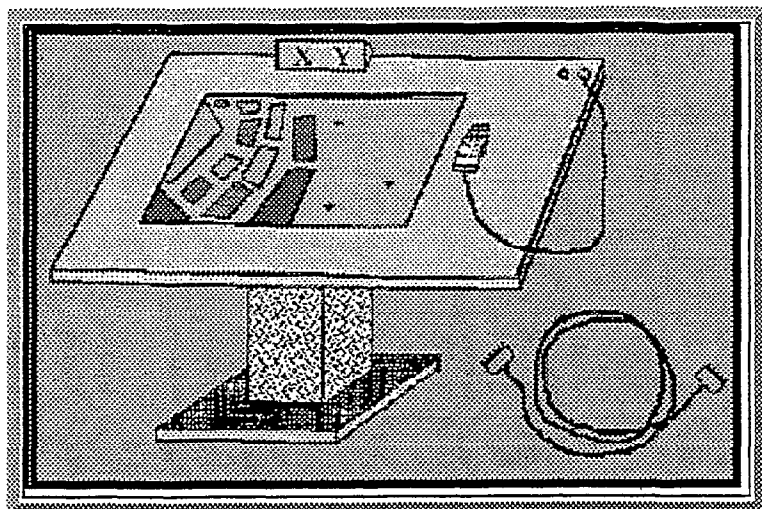
Pour toute information complémentaire, par Minitel, tapez 3616 OCEGRAPHIC

Océ Graphics se réserve le droit de modifier toutes spécifications sans notification préalable

Océ Graphics
your graphic edge



Digitaliseur de type BENSON



Le logiciel MYGALE/PC

MYGALE/PC est un programme de saisie graphique de cartes thématiques zonales, linéaires, ponctuelles, et de fonds cartographiques non thématiques.

Saisir une carte ne veut en fait pas dire grand-chose, tant sont divers les éléments à prendre en compte et les manières de les saisir, cela peut être:

- un découpage en zones d'utilisation du sol,
- ou plus complexe : un plan de ville avec des îlots, des symboles, des réseaux, etc . . .

La manière de saisir la carte va dépendre essentiellement de l'utilisation ultérieure prévue pour l'information ainsi constituée. Avant de saisir une carte, il est fondamental de savoir comment ces données vont être employées.

Dans la recherche de cette structuration thématique de l'information cartographique, la notion principale est celle d'entité, ou collection d'objets d'un même type que l'on trouve sur le document, à chaque objet étant attaché un certain nombre de valeurs thématiques (des départements avec des données démographiques, des îlots avec des données d'équipement, des points de forage avec des données de pH, des portions de réseau avec information sur le débit, ...).

Cartographiquement, les objets de ces entités peuvent être de trois types différents:

- des zones, ensembles de points du plan délimités par un contour,
- des lignes, portion de courbe délimitée par deux bouts ou noeuds,
- des points, représentant des objets dont la surface peut être considérée comme nulle ou sans intérêt à l'échelle de travail.

Avec Mygale/PC, chaque entité, chaque thème doit être saisi séparément: si le document à

digitaliser comporte plusieurs entités cartographiques, leurs objets devront être bien déterminés et saisis en deux phases distinctes.

Le programme est séparé en modules correspondant chacun à un type d'entité: zone, ligne, point . Certains objets, dans une carte, n'ont pas de contenu thématique, et leur saisie n'a pour objet que leur utilisation cartographique sans traitements thématiques ultérieurs: c'est souvent le cas pour les noms de localité, le dessin des fleuves et rivières, les voies ferrées, etc. Ces éléments, s'ils doivent être saisis, ne rentrent pas dans le concept d'entité, ce sont des objets disparates sans structure commune: ils constituent ce que nous appellerons un fond cartographique.

Les Auteurs

MYGALE/PC de Marc Souris, version 2.2, février 1993 (c) 1988-1993

Ont participé à la réalisation de ce logiciel:

Conception: Marc Souris, Dominique Rémy

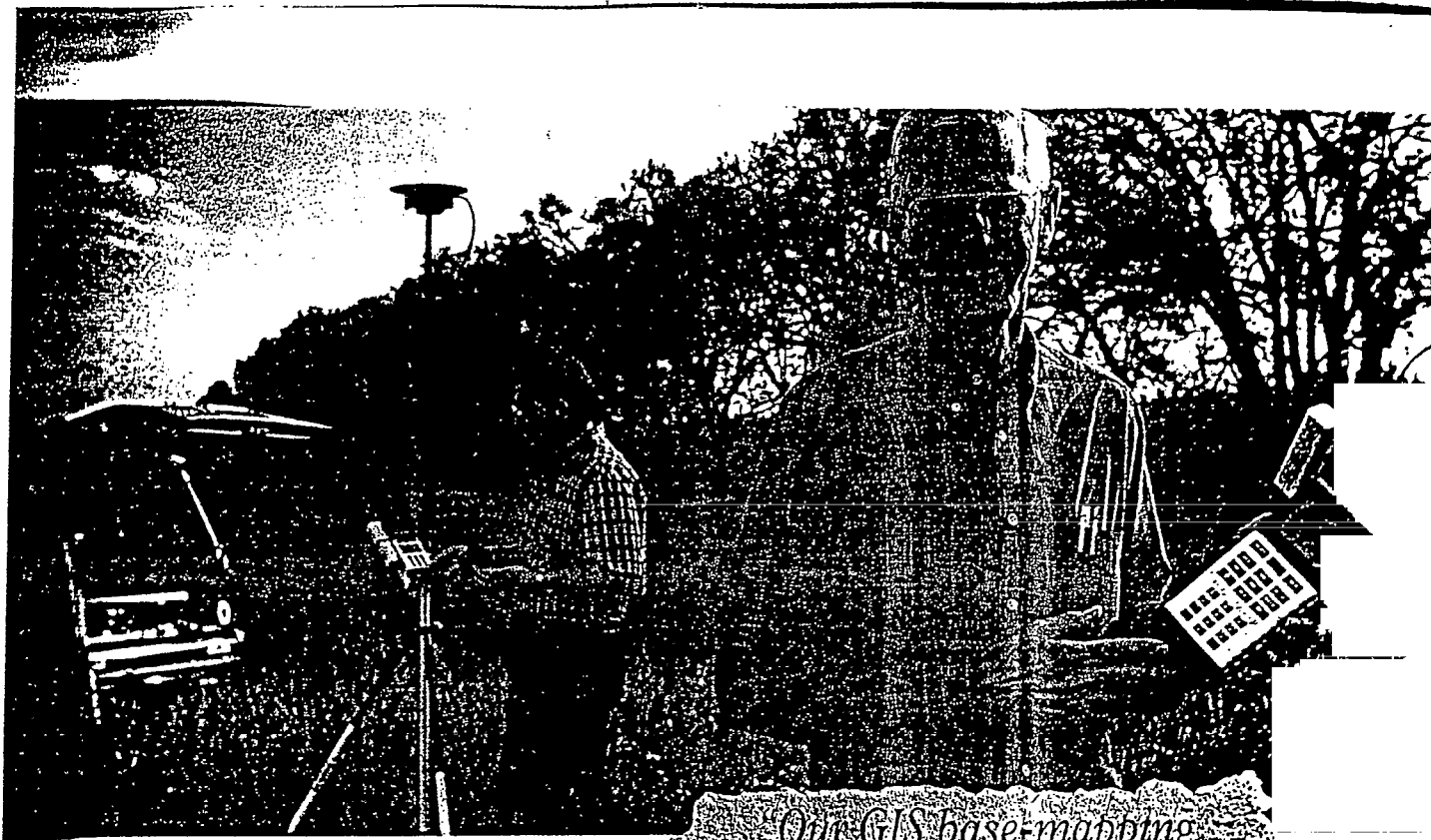
Analyse et programmation: Marc Souris, Dominique Rémy, Françoise Pelletier

Style: Marc Souris, Dominique Rémy

Manuel: Marc Souris

Tests et contrôles: Conchita Antigeol, José et Vinicio Tupiza

Marc Souris, Dominique Rémy, Françoise Pelletier sont Chargé de Recherche et Ingénieurs en informatique à l'Orstom.



The assignment: Construct a county-wide GIS base map for Gilchrist County, Florida (354 sq. miles). The project was assigned to Art Allen and Charlie Fleming

who devised an economical and efficient way to achieve the desired results utilizing existing planimetric grids and GPS.

Art and Charlie's first order of business was to find a low-cost GPS solution. "We took a close look at the Magellan NAV 5000 PRO" because it was the lowest cost GPS receiver which claimed to do everything the job required, including sub-meter accuracies. We weren't real sure at first, because the PRO cost so much less than the others, we thought it sounded too good to be true."

To confirm their selection of the NAV 5000 PRO, Art and Charlie put it through the paces. "We tested the PRO against known NGS points to see if it was really as accurate as Magellan claimed. It was. We got accuracies from .18 to .70 meters! We were off and running to complete the project."

"Our GIS base-mapping project required high-accuracy at a low cost. Magellan GPS came through like a Pro."

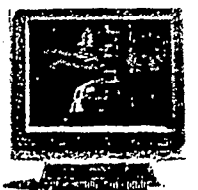
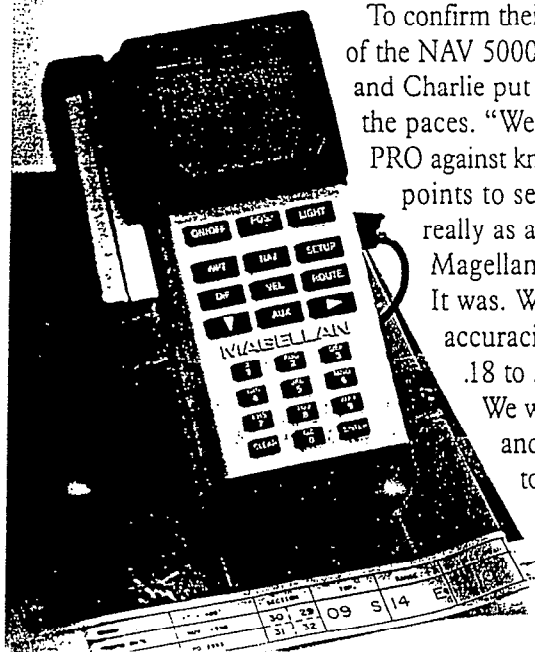
Exceptional carrier phase sub-meter accuracy wasn't the only benefit of the NAV 5000 PRO. It was easy to use, and its rugged, waterproof, portable design let them take the PRO wherever it was needed, even in inclement weather including heavy fog and rain. When convenient, the PRO ran on external power. When they had to pack into a site, the 10-hour internal battery operation was a real plus.

"We were really pleased with the PRO's accuracy and impressed with the time on point it saved us. Because the PRO gave us a reading every second, we gathered all the data we needed for sub-meter differential accuracy in 10-minute observations.



"We've got to say the project was a real success. The PRO helped us complete it on time and well within budget. It did such a good job for us and Gilchrist County, we were asked by neighboring Levy County to do the same for them. Although it was 1,180 square miles, we knew the PRO would make getting the job done easy. And it did."

**ENTERING
Gilchrist
COUNTY**



GPS grid network for GIS base map control

NAV 5000 PRO Features

- Only handheld with sub-meter accuracy
- State plane coordinate capability
- Large internal data storage
- Rugged, waterproof design
- Numerous GIS and CAD interfaces
- Batch processing for differential
- RTCM-capability
- User-definable grids
- Entry of attribute data
- Realtime data compression

All trademarks are those of Magellan Systems Corporation, 960 Overland Ave., San Dimas, CA 91768
Phone: (800) 669-4477; Fax: (909) 394-7050. For your nearest authorized Topcon/Magellan dealer
dial (800) 223-1130 ext. 250. The Magellan NAV 5000 PRO is available on 1/1/99.

Documentation Ermapper sur le traitement des photographies aériennes

Step 1: Scanning and importing aerial photographs

The first step involves selecting the aerial photographs for the area you are interested in and scanning them from film or printed photos (direct from film gives better quality) into digital image files, one file per image.

Two factors affect what resolution features can be detected in the digital image of the aerial photograph. These factors are:

- The scale at which the aerial photograph was flown. This is based on aircraft altitude above ground and focal length of the camera when taking the aerial photograph.
- The Dots Per Inch (DPI) used to scan the aerial photo

The final pixel size is the size on the ground, in meters, of one pixel on the digital aerial photograph, and approximately corresponds to the size of the smallest feature that can be detected. Use the following table to decide what scale aerial photography to use and what DPI resolution to scan at. A pixel size of 1 meter is adequate for many applications.

Aerial photo scale:	10,000	24,000	40,000	Scanned digital image file size in pixels and Mb		
Kilometers across:	2.3	5.5	9.1	Pixel size in meters		
	Pixel size in meters			Pixels across	Color image	Greyscale image
150 DPI scan	1.7	4.1	6.8	1,350 pixels	5 Mb	2 Mb
300 DPI scan	0.8	2.0	3.4	2,700 pixels	21 Mb	7 Mb
600 DPI scan	0.4	1.0	1.7	5,400 pixels	83 Mb	28 Mb
1,200 DPI scan	0.2	0.5	0.8	10,800 pixels	334 Mb	111 Mb
2,400 DPI scan	0.1	0.3	0.4	21,600 pixels	1,335 Mb	445 Mb

Image pixel size and file size for different scales and scan resolutions for 9" (23cm) aerial photo

Note: ask your aerial photograph supplier if they can provide you the aerial photographs pre-scanned, on a CD-ROM, in ER Mapper or TIFF format. This will save you having to scan the photos yourself.

If you plan to use GCP geocoding to register the aerial photos, you do not need the fiducial marks on the edge of the photo, and can use a common desktop scanner that scans up to 8.5" wide. If you intend to generate DEM corrected orthoimages, you will need a more expensive scanner that can scan a 9" wide aerial photo, including fiducial marks.

Each scanned aerial photo is then imported into an ER Mapper image file (if it is not already in this format). A common format used for scanning is the TIFF format. ER Mapper can import from this and many other format.

The final step is to view each scanned aerial photograph. Open an image window in ER Mapper, and create a Red Green Blue (RGB) algorithm (to view a color aerial photograph) or alternatively a grayscale

algorithm (to view a black and white aerial photograph). Create the algorithm by clicking on the appropriate ER Mapper toolbar icon. Save each algorithm you create to view the images, as these will be used in Step 2: Geocoding the aerial photographs.

Note: use algorithm names that suggest the image being viewed. For example, raw_photo_1, raw_photo_2, and so on. This will make it easier for you to manage your project as you create the mosaic.

The rest of this paper assumes you have imported six aerial photographs (in a grid 3 across by 2 down) and named six algorithms to view the raw images as raw_photo_1.alg, raw_photo_2.alg, raw_photo_3.alg and so on to raw_photo_6.alg.

Step 6: Exporting an aerial photograph mosaic into a GIS or CAD system

ER Mapper can output imagery into a wide range of formats, used by different GIS and CAD systems. You can sub-section the mosaic, and output different sections at different resolutions, to meet any requirement.

To output imagery to a GIS or CAD system, a real dataset of the mosaic (as compared to a virtual algorithm view of the mosaic) should be created. Load the "photo_mosaic.alg" algorithm created in Step 5 into an image window.

Zoom into the area that you wish to utilize with your GIS or CAD system (or use the default view of the entire mosaic). You can use the Zoom pointer to select an area to subsection, or use the Geoposition window to select specific map extents for a sub-section.

Select the "Output algorithm as a dataset" icon  from the ER Mapper toolbar and define the output file name.

Click on the "Defaults" option if you wish to output data at the same resolution as the original mosaic, or override the defaults. For example, your GIS or CAD system may only be capable of handling an image file less than 4,000 x 4,000 without having performance problems. You could enter this as the image size, and ER Mapper will automatically sub-sample the imagery. Important: Change the "Output Data Type" to "Unsigned8BitInteger" from the default of "IEEE8ByteReal", to ensure that the output image is byte format data.

After creating a dataset of the mosaic, at the resolution and sub-section needed for your GIS or CAD system, output it in a format compatible with your GIS or CAD system. Common output formats include:

- Autodesk World, AutoCAD MAP, and AutoCAD. Use TIFF or one of the other export formats.
- ARC/INFO and ArcView format ".hdr" image files.

Note: ER Mapper, ARC/INFO and ArcView all use the same style BIL format image files. Only the header file is different. The ER Mapper export routine for ARC/INFO format simply adds a ".hdr" file to the image file. Thus, ARC/INFO, ArcView, and ER Mapper all share the same physical format file.

- MapInfo compatible files. Currently, use TIFF export. In September 1996, a free upgrade for MapInfo users is being released, which enables MapInfo users to directly read ER Mapper format image files - and algorithms as images - for image backdrops within MapInfo. The link automatically handles map projection and geocoding issues. Because the link uses the native ER Mapper image format and image file reading, it is not limited in performance. Thus, MapInfo users can integrate very large mosaics as backdrops within MapInfo.

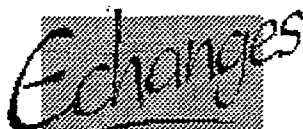
Note: Download the free upgrade for MapInfo.

-
- Users of other CAD and GIS systems: Use one of the many formats that ER Mapper can export data to, or ask your GIS or CAD supplier if your system can directly read a ER Mapper image file (many can).

All brands, company names and product names are trademarks or registered trademarks of their respective holders.

ANNEXE V

Publications sur l'agriculture irriguée dans le département de Podor



Numéro 4 - Décembre 1995

Publication des actes de l'atelier "Nianga"

L'atelier " Nianga, laboratoire de la culture irriguée " s'est tenu à Saint-Louis en octobre 1993. Il a réuni plus de 50 participants : des chercheurs de l'Isra et de l'Orstom et les acteurs du développement de la région de Nianga, depuis longtemps impliqués dans la culture irriguée. Cet atelier a permis de faire le point sur les performances de l'agriculture irriguée dans cette région, son devenir et ses perspectives à l'échelle régionale.

La mise en service des barrages de Diama (1986) et Manantali (1990) offre aux pays riverains du fleuve Sénégal (Sénégal, Mali et Mauritanie) des perspectives de développement d'une agriculture irriguée, allant jusqu'à 350 000 hectares au total, dont 240 000 pour la seule rive sénégalaise. Cette maîtrise nouvelle de l'eau s'accompagne évidemment de bouleversements à tous les niveaux. L'écologie de la vallée est modifiée par le contrôle des crues et la régulation des débits. La réduction progressive des cultures de décrue et l'extension des aménagements impliquent le recentrage des activités et des économies familiales sur les cultures irriguées.

Le département de Podor, le plus sahélien du Sénégal, a été gravement touché par les sécheresses successives. La culture irriguée a souvent été le seul recours. Ce sont les villages situés autour de Nianga - la zone de référence - qui sont les plus fortement et les plus anciennement impliqués. Ces paysans de la moyenne vallée ont découvert la culture irriguée au début des années 1970. Ils s'y sont initiés au sein des groupements de producteurs encadrés par la Saed, mais ils se sont peu à peu affranchis de la tutelle de la société de développement régional dont les missions étaient à l'origine d'aménager les terres, de former les exploitants, de transformer et commercialiser la production. Pendant ces vingt dernières années les paysans de la zone ont véritablement été en situation de recherche-développement. L'engagement des paysans dans l'agriculture irriguée y est incontestable et s'accroît. L'exploitation des périmètres irrigués fournit dorénavant les bases des économies familiales et engendre de vigoureuses dynamiques sociales. Mais le fonctionnement de l'agriculture irriguée se heurte à des problèmes de tous ordres et présente des incertitudes graves à plus ou moins longue échéance.

Récemment, le désengagement de l'Etat et les changements institutionnels ont laissé le champ libre à de nouvelles pratiques notamment pour l'accès à la terre et au crédit. De nouveaux pouvoirs ont émergé, sources de nouvelles stratégies paysannes. Les modèles d'aménagement et d'exploitation ont évolué, se sont diversifiés. Le développement et la privatisation des filières du riz, de la tomate, de l'oignon, puis les effets de la dévaluation du franc CFA, obligent à poser crûment les questions des coûts et des performances, de la productivité et de la rentabilité des systèmes irrigués.

L'atelier a provoqué, et réussi une très large confrontation des analyses et des points de vue qui s'intéressent à l'expérience et au devenir de la culture irriguée dans cette partie de la vallée du Sénégal. Le dialogue s'est véritablement ouvert aux différents acteurs du développement.

Nianga, laboratoire de l'agriculture irriguée en moyenne vallée du Sénégal, éd. sci. P. Boivin, I.

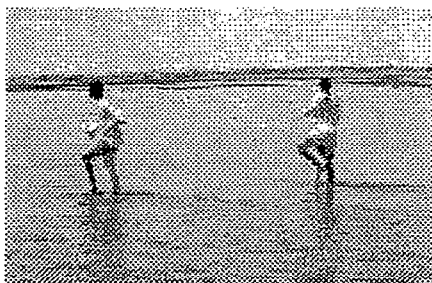
Les paysans du Fleuve et la culture du riz

La vallée du fleuve Sénégal est une zone idéale pour la culture irriguée. On y trouve de l'eau en abondance, une terre à fort potentiel et une bonne luminosité. Les rendements potentiels de la riziculture dans cette zone dépassent de deux fois ceux des pays asiatiques.

Pendant la sécheresse des années 1970, tant pour sauver les populations locales que pour assurer une autosuffisance alimentaire au pays, il fut alors décidé de développer des centaines de milliers d'hectares de rizières. Un vaste programme a été engagé, dont la mise en œuvre a été confiée à la Saed¹. Un moment essentiel pour ce projet fut la mise en place des barrages : Diama en 1986, Manantali en 1990. Aujourd'hui, alors que la pression de la sécheresse est moins aiguë, les fonds internationaux se réduisent et on en vient à l'heure des premiers bilans. Ils sont globalement décevants : rendements faibles et en régression, périmètres abandonnés ou dégradés, paysans endettés. La déception des bailleurs de fonds est grande et le doute s'installe : l'agriculture irriguée a-t-elle un avenir dans la vallée ?

Le film de Jean-Michel Destang *Paysan du fleuve* pose son regard sur ce programme d'agriculture irriguée dans la vallée du fleuve. Le film tente de montrer la véritable dimension du problème, qui s'inscrit dans la durée et bouleverse toutes les composantes des sociétés paysannes. Derrière les bilans macroscopiques rapides se cache une évolution profonde, dont les enjeux sociaux et environnementaux sont considérables. L'initiative du film revient à deux chercheurs de l'Orstom, Pascal Boivin et Jean-Christophe Poussin qui ont voulu dépasser le simple cadre de la recherche et élargir le débat à tous les acteurs. Le film donne donc la parole non seulement aux chercheurs, mais aussi aux paysans, aux représentants de l'État ainsi qu'aux bailleurs de fonds. *Paysan du fleuve* se construit comme un reportage. La caméra suit les différents acteurs sur le terrain.

Au fil des images, chacun apporte ses explications sur les mauvais rendements actuels et dresse des perspectives d'avenir. On nous explique que l'irrigation a bouleversé les habitudes des paysans en introduisant un processus de production collectif auquel ils n'étaient pas coutumiers. D'autre part, avant de cultiver, les paysans doivent s'endetter : achat du gasoil pour alimenter les pompes, de semences et d'engrais. Tout cela a un coût. Par ailleurs, la culture irriguée du riz ne s'improvise pas. Elle nécessite un savoir faire particulier qui n'a pas toujours été bien transmis. En témoigne le désarroi d'Oumar : " *Quand on a 80 ares comme moi et que l'on n'achète pas les bons produits, surtout quand on ne sait pas les utiliser, on doit tout désherber à la main. Comment voulez-vous que l'on y arrive ?* "



Paysans aux abords du fleuve Sénégal
Cliché P.Boivin

Depuis le début, on a voulu appliquer un modèle, en espérant que les populations voudraient bien faire ce que l'on avait imaginé pour elles. Mais le paysan du fleuve n'a jamais été impliqué dans le projet. Ce qui fait dire à Peter Torrekens (ingénieur Fed-Saed) : *"Tout est un problème de communication. Dès que vous avez un langage de vérité avec les paysans, il n'y a pas de problèmes. Vous pouvez facilement faire des miracles. Les paysans ont soif de conseils qui prennent au sérieux leurs conditions de vie et leur expérience. Ce paysan sahélien, il sait que demain la banque peut lui fermer la porte, il sait que les fournitures peuvent lui manquer, il sait aussi que les semences certifiées qu'il achète ne seront peut-être pas de bonne qualité. Tout cet environnement incertain fait qu'il doit être très prudent. Il ne doit pas mettre les œufs dans le même panier. Cela serait suicidaire. C'est pourquoi il a adopté la riziculture comme une ressource parmi d'autres. La greffe a pris, certes, mais pas au même volume et au même rendement que les bailleurs de fond et le gouvernement l'auraient souhaité. Il faudra du temps pour que les choses se développent et s'intègrent dans la vie sociale et économique."* À charge pour les paysans de prendre en main leur avenir. Nazirou, chef de village et responsable d'une Union agricole, l'a bien compris : *"On s'est donné un objectif d'être plus professionnel dans ce que nous faisons. Il faut que certains d'entre nous se spécialisent dans les semences, les intrants, la commercialisation et la recherche. C'est le seul moyen d'être plus efficace et d'avoir du poids dans les négociations avec l'État ou les bailleurs de fonds. Tout doit débiter par nous et terminer par nous. L'autre n'est là que pour nous aider."*

Contacts : Pascal Boivin, Jean-Christophe Poussin, Orstom-Dakar.

1. SAED : Société d'aménagement et d'exploitation des terres du delta du fleuve Sénégal et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé



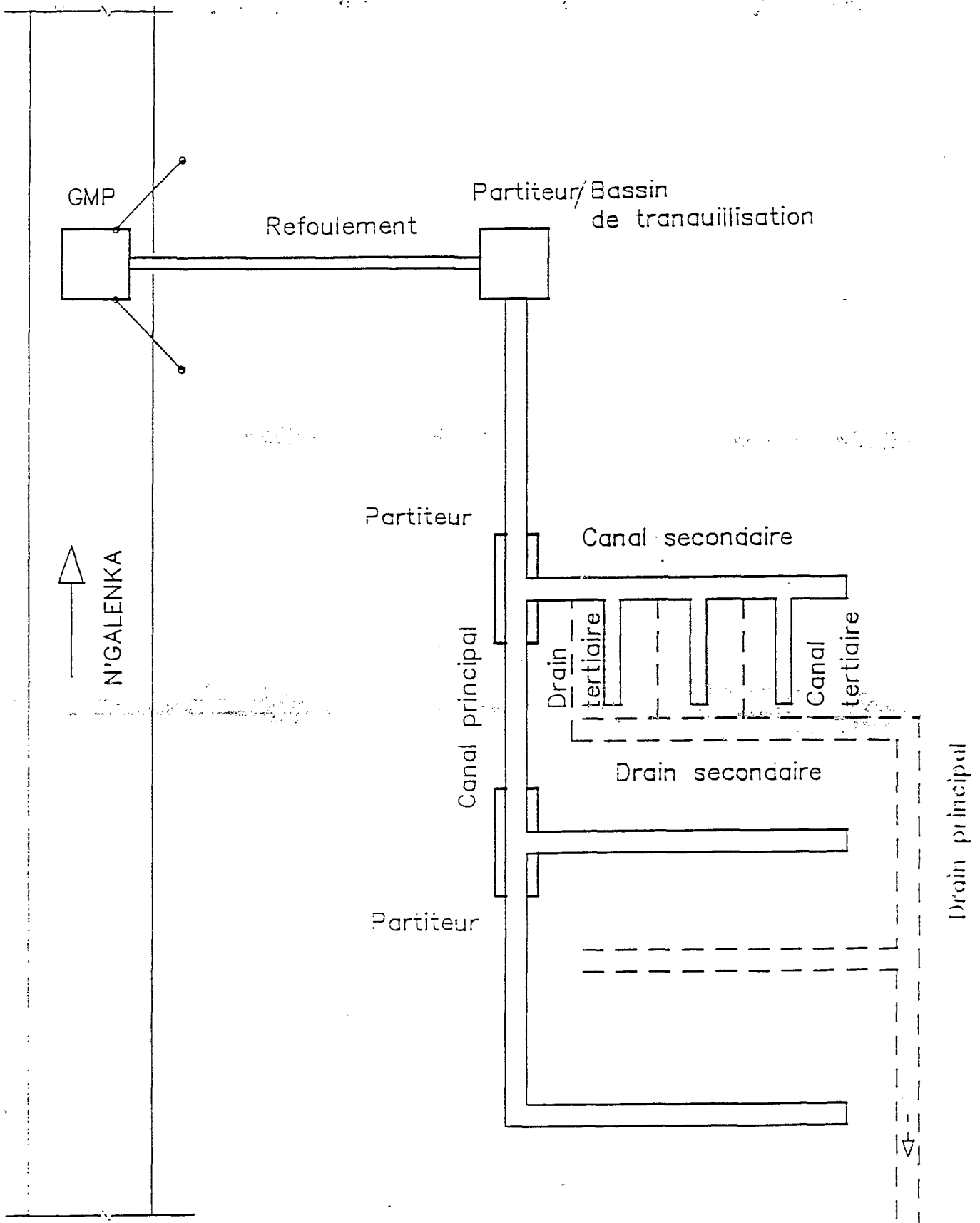
Pour en savoir plus ...

Paysans du fleuve. 1996, 26', réalisation
: JM Destang. Coordination scientifique :
P.Boivin, J.C. Poussin. Coproduction : Saed,
Orstom, Isra, Adrao.

ANNEXE VI

Le concept du Périmètre Irrigué Villageois

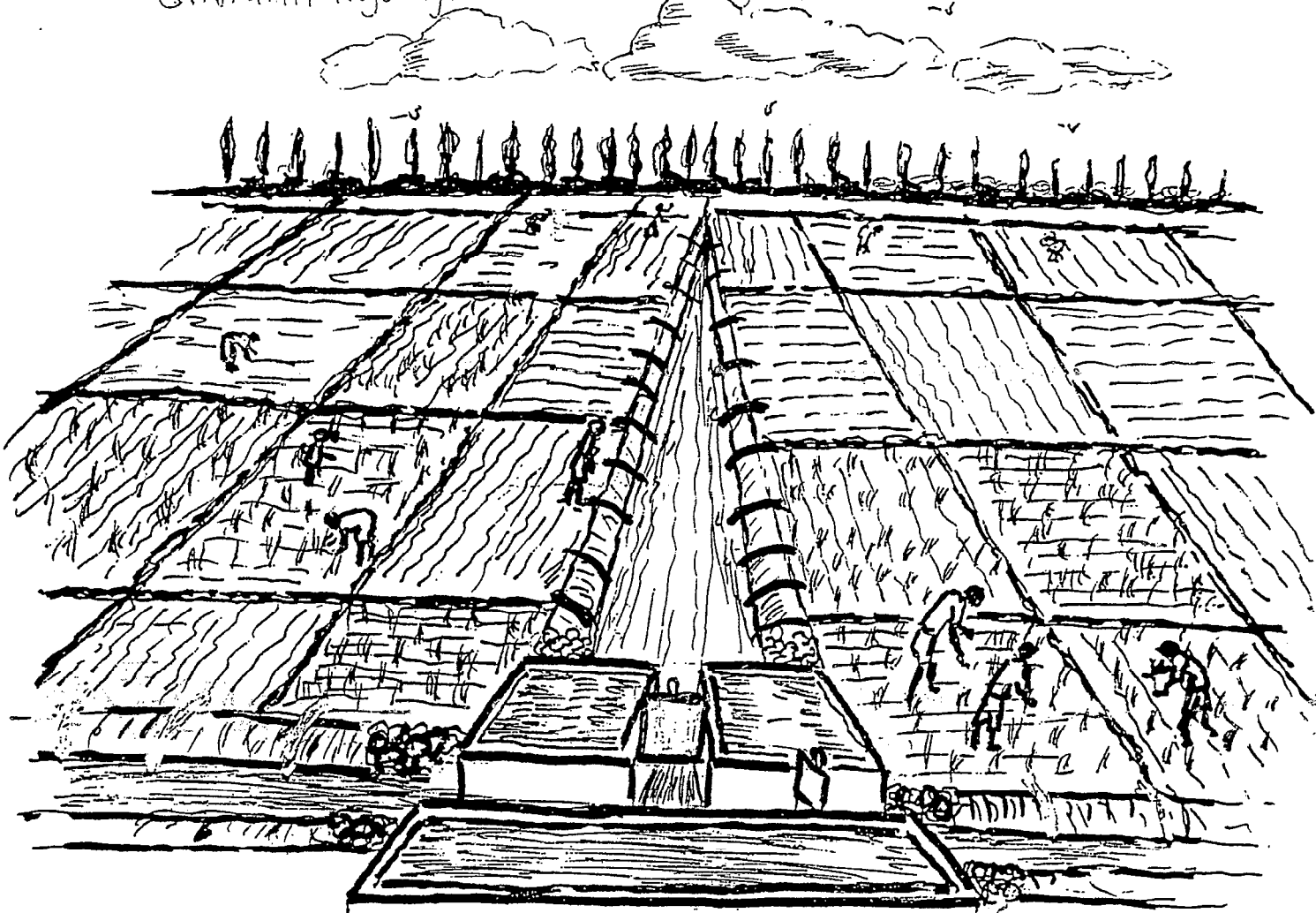
CROQUIS DU SYSTEME DES CANAUX



Extrait d'un document de la SAED
adressé aux futurs exploitants des PIV
(en Français et en Pulaar)

**MESURES D'ACCOMPAGNEMENT DU PROJET D'IMPLANTATION
DE PERIMETRES IRRIGUES VILLAGEOIS (PIV) LE LONG DU
N'GALENKA-AMONT, SENEGAL**

koynhobta e peeje claddanaade ebbo darnuqol gese ilnaade wuraykooje
diwaan ngalmyka - ANISS SENEGAL -



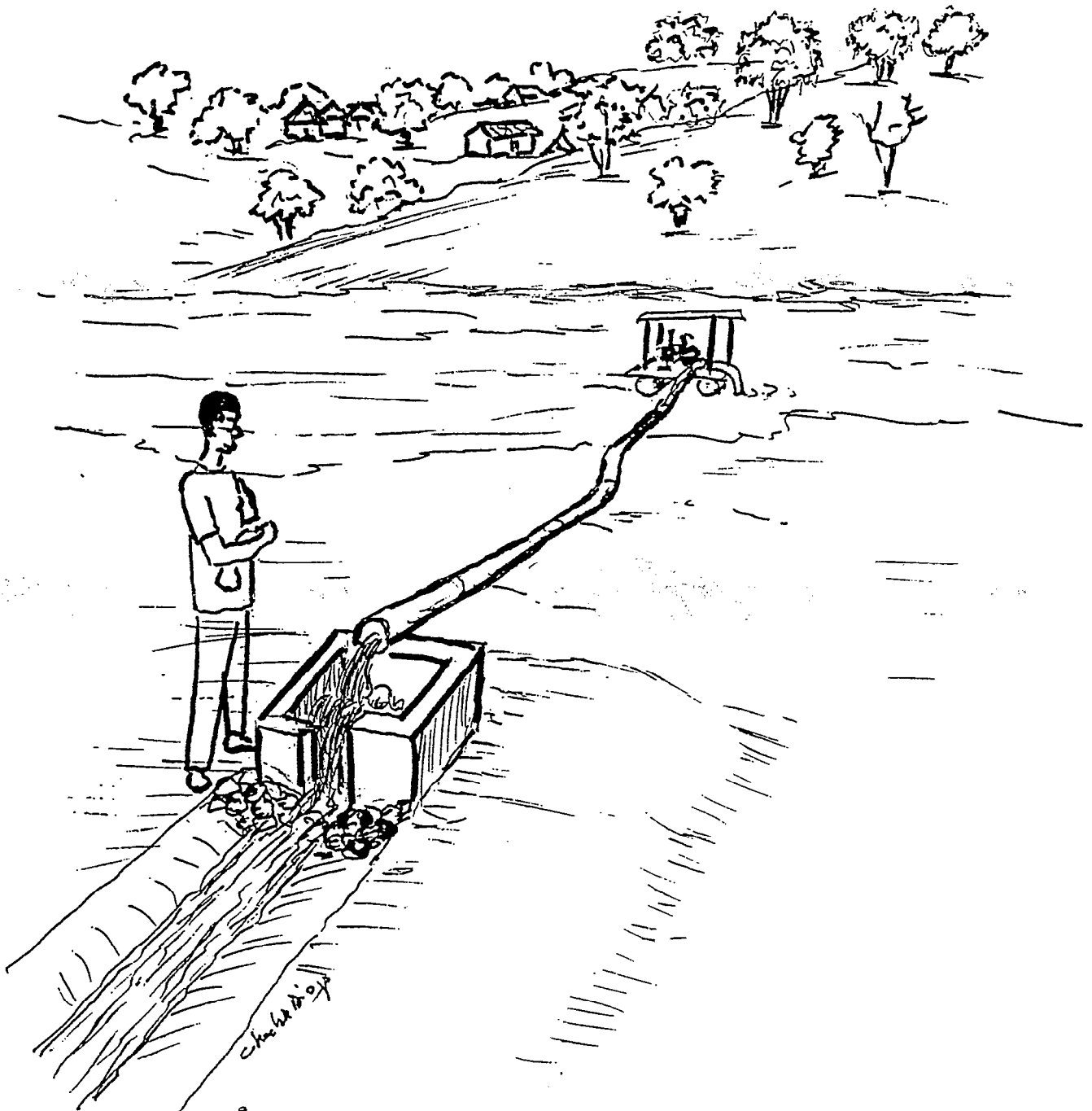
**SCENARIOS DE GESTION DE L'EAU
ET D'ENTRETIEN DU RESEAU HYDRAULIQUE
DANS LES PIV 11 C ET 11 D A NDIAYENE**

Charles Ndiaye

Tobbe tonngaade kisniirde ndiyam e toppitago
de nndaangal gede dowirde ndiyam e ndor gese
11C e 11D -

1. Source d'eau : Irrigation à partir d'une station de pompage dans le marigot du N'Galenka.

Le personnel de surveillance-maintenance doit être sérieux et sa présence sera permanente.

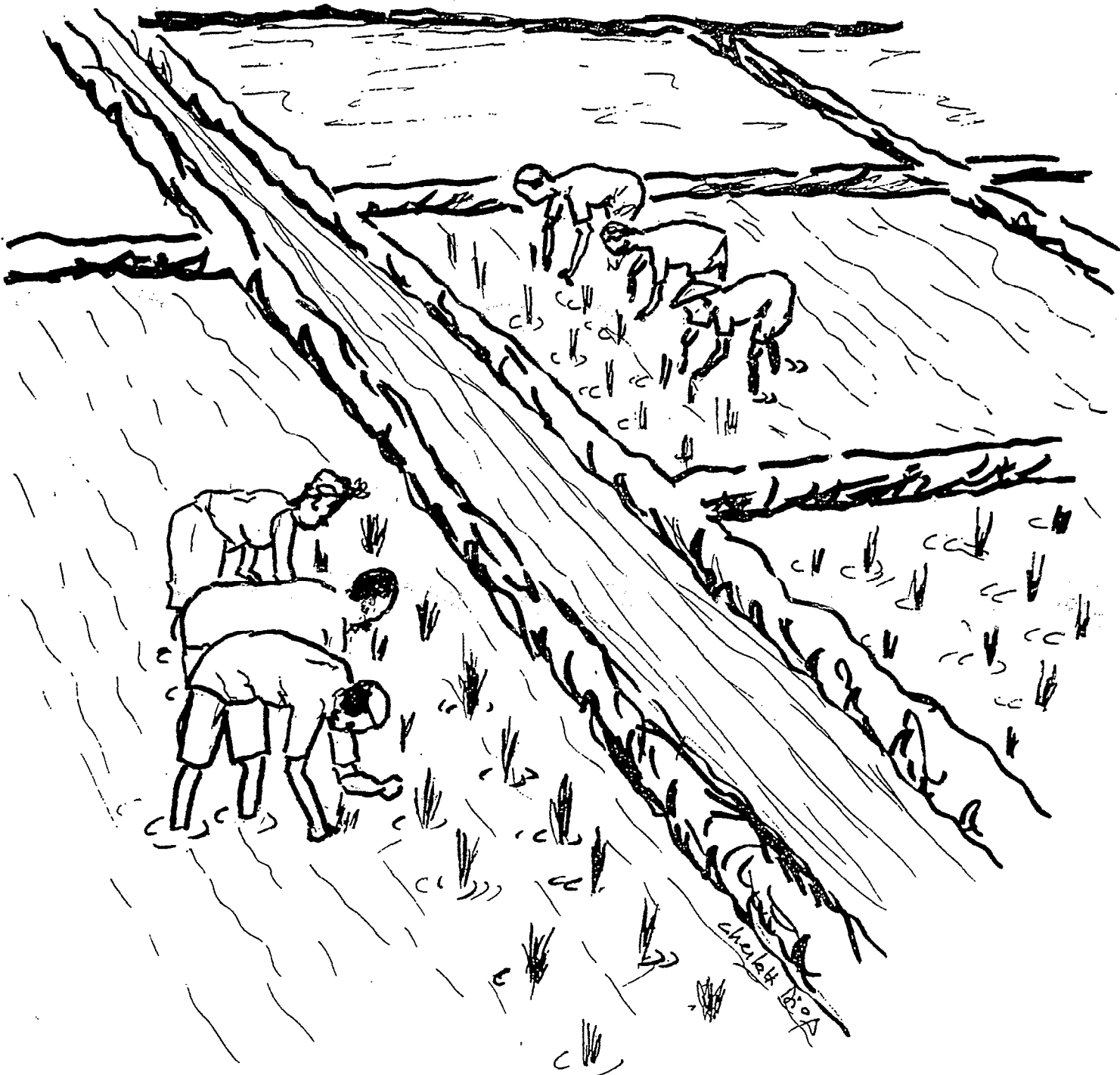


1. iWdi ndiyam:

Ilam dam uminortoo ko e masig yooq oo e maayo ngalan'ka.

Neddo ka'finaado da'ngol e tabitingol gollonyi', poti wonde ko tumunde e masig yooq oo e maayo wonde e sera masig oo.

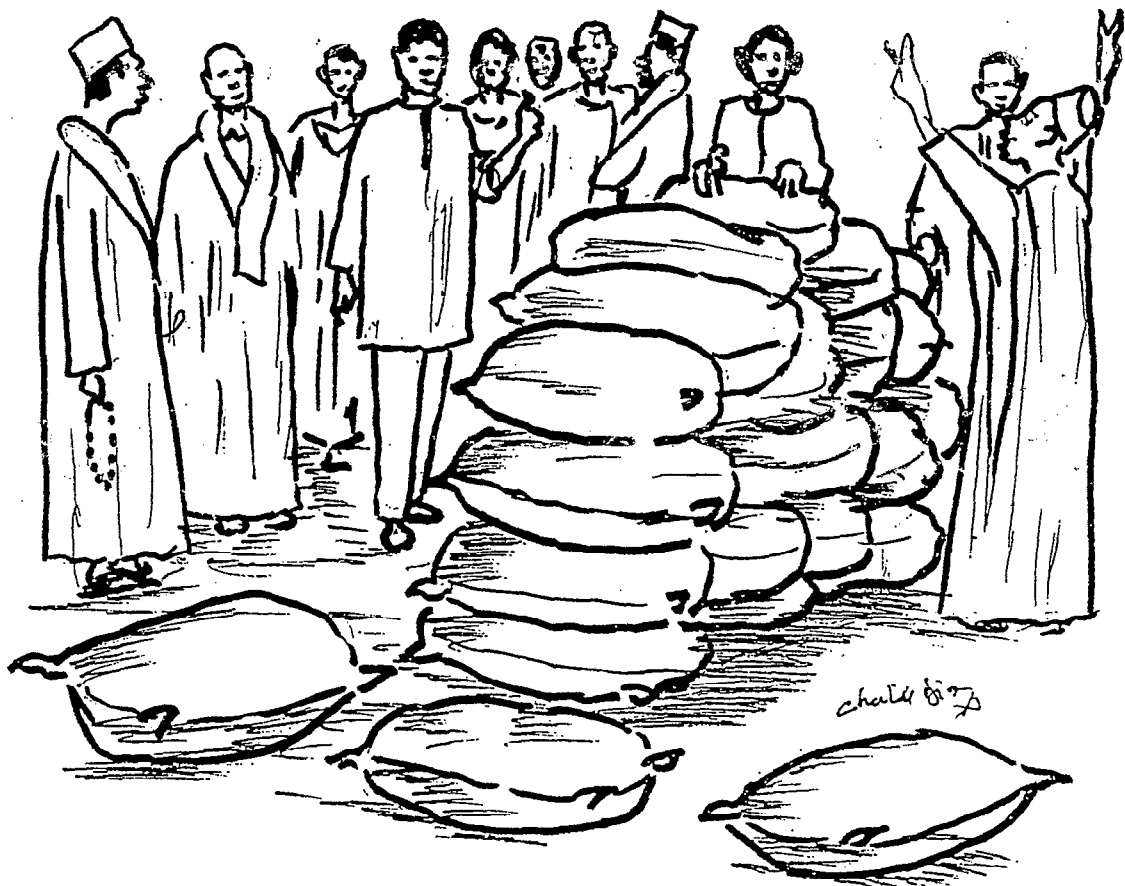
1. Vue d'ensemble d'un périmètre rizicole irrigué en cours de repiquage.



1. Njiyki kuufidinki ngeso maara imada e jina.

3. ET LE FRUIT ! OBJECTIF ATTEINT.

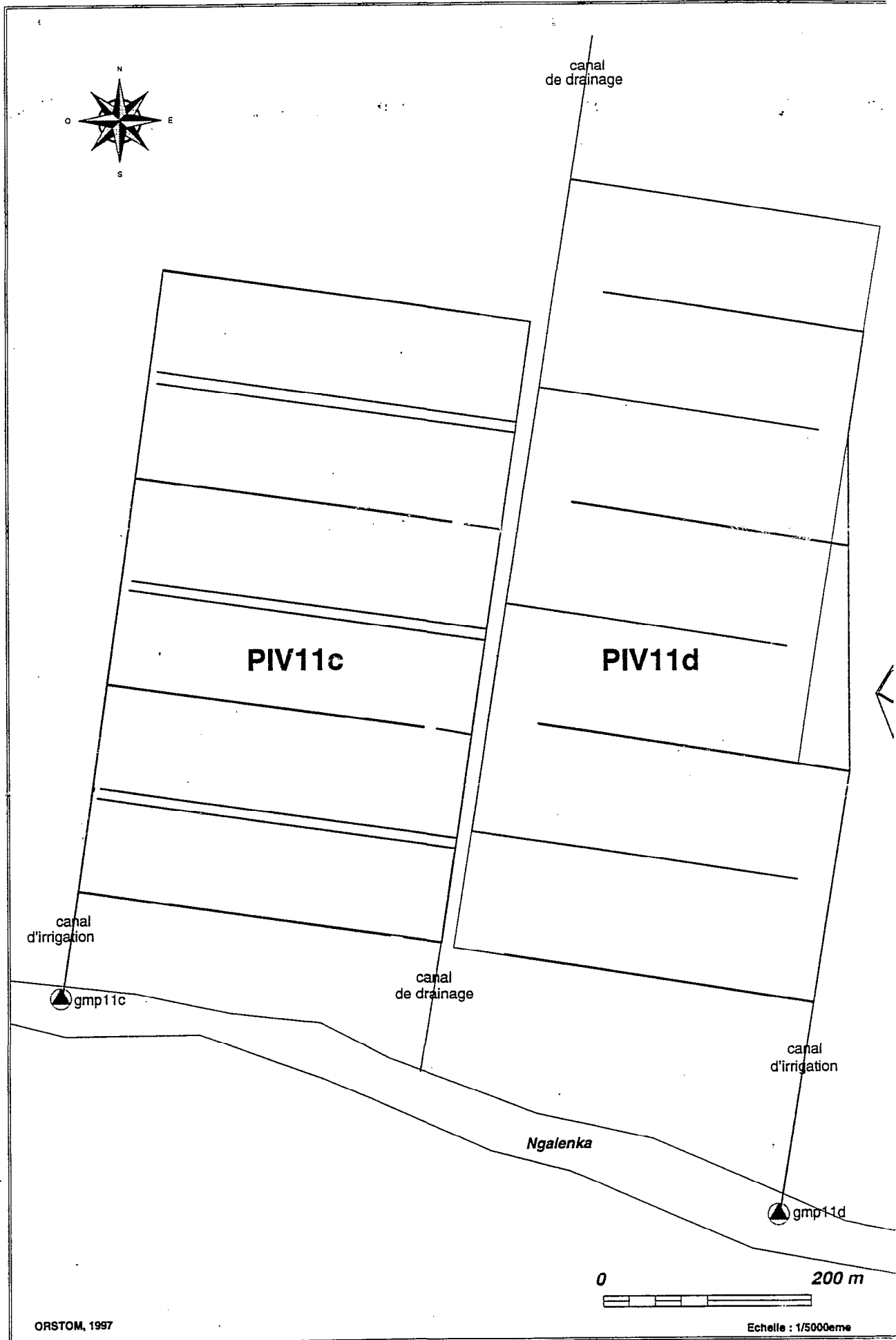
Sacs de riz produits grâce à une gestion optimale de l'eau, des terres et l'entretien du réseau hydraulique.



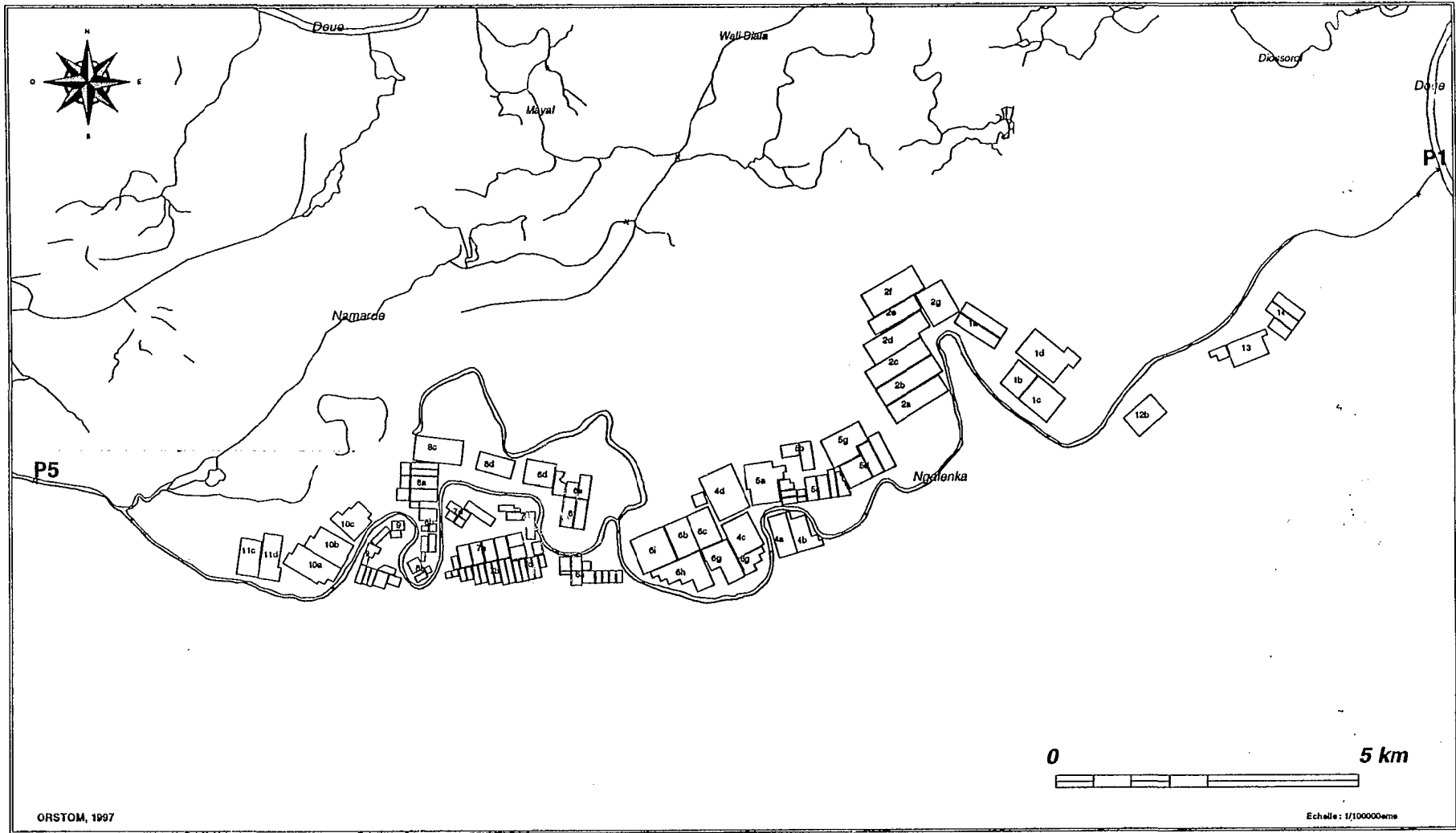
3. Faandare nde liebanar

Saakuji nauro davinama ebu kuntuu na tanaa na
naayam dam, leydi nde e foppinaaet de...
e jaltinirde aniyam.

PLAN DES PIV 11c ET 11d



PLAN D'ENSEMBLE DES PIV DU NGALENKA AMONT



Doue Cours d'eau

P1 Jonction Doue/Ngalenka

11c PIV

P5 Pont barrage de Ndiayene

112 p. 12