

Besoins en eau de l'agriculture irriguée et de l'agriculture de décrue dans la vallée du fleuve Sénégal



STAGE effectué par **Mélanie Bonneau** du 01/09/00 au 28/02/01
sous l'encadrement de Mathilde Tenneson et
sous la direction scientifique de Jean-Pierre Lamagat

Remerciements

J'adresse mes sincères remerciements à Jean-Pierre Lamagat pour m'avoir ouvert professionnellement les portes de la recherche en hydrologie en me recevant au sein de son équipe.

Je remercie Mathilde Tenneson pour m'avoir apporté en plus de l'encadrement technique et scientifique, son soutien et ses conseils

Je lui suis très reconnaissante pour la patience dont elle a su faire preuve et pour la confiance qu'elle m'a accordée.

Mes remerciements vont aussi vers toutes les personnes qui m'ont aidé d'une quelconque façon, notamment :

- Le personnel de la SAED à Saint-Louis, pour m'avoir fourni de nombreuses données
- Le personnel de l'IRA Saint-Louis, et particulièrement Fodé Sarr et Mame Madjiguène Diop pour leur disponibilité et leurs précieux renseignements
- Magatte Wade de l'ISRA
- Jean-Claude Le Goupil du PSI-Coraf
- Mamadou Dramé du GRDR
- Le personnel du MDRE à Nouakchott
- Youssouf Diallo du CNRADA de Rosso
- M. Guisse de la SONADER, Nouakchott
- Xavier Le Roy de l'IRD

Je n'oublie pas les membres de l'équipe du POGR avec qui j'ai partagé de nombreux moments en mission comme à Dakar.

Enfin, une pensée pour Daniel qui a su rendre une ambiance de travail agréable dans notre bureau.

Liste des sigles et abréviations utilisés

- CNCAS** : Caisse Nationale de Crédit agricole du Sénégal
- CNRADA** : Centre National de la Recherche Agricole pour le Développement Agricole
- CSC** : Contre Saison Chaude
- CSF** : Contre Saison Froide
- DPDR** : Direction de la Planification et du Développement Rural
- DPSE** : Direction des politiques, du suivi et de l'évaluation
- EMEA** : Enquêtes auprès des Ménages et Exploitants Agricoles
- FAO** : Food and Agriculture Organisation (Organisation des Nations Unies pour l'agriculture et l'alimentation)
- GIE** : Groupement d'Intérêt Economique
- GMP** : Groupe Moto Pompe
- IRA** : Inspection Régionale de l'Agriculture
- IRD** : Institut de Recherche pour le Développement
- ISRA** : Institut Sénégalais de Recherche Agricole
- MDRE** : Ministère du Développement Rural et de l'Environnement
- NPA** : Nouvelle Politique Agricole
- OMC** : Organisation Mondiale du Commerce
- OMVS** : Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal
- PASA** : Programme d'Ajustement du Secteur Agricole
- PDIAIM** : Programme de Développement Intégré de l'Agriculture Irriguée en Mauritanie
- POGR** : Projet d'Optimisation de la Gestion des Réservoirs
- SAED** : Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé
- SOGED** : Société de Gestion de Diama
- SOGEM** : Société de Gestion de Manantali
- SONADER** : Société Nationale pour le Développement Rural
- UNCACEM** : Union Nationale des Coopératives Agricoles de Crédit et d'Epargne de Mauritanie

SOMMAIRE

Introduction

Chapitre 1 : Mise en contexte 1

I. PRESENTATION DU MILIEU PHYSIQUE.....	1
A. Situation géographique du fleuve Sénégal.....	1
B. Le climat.....	3
1. Pluviométrie.....	3
2. Température, hygrométrie.....	3
3. Insolation.....	4
4. Evaporation.....	4
5. Les vents.....	5
C. Géologie.....	5
D. Relief.....	5
E. Les sols.....	5
F. La végétation.....	7
G. L'hydrologie.....	8
II. PRESENTATION DU MILIEU HUMAIN.....	9
A. Groupes humains, organisation sociale et activités pratiquées.....	9
B. Effectif et répartition.....	11
III. ENJEUX ET CONTRAINTES.....	14
A. Traditions, sécheresse et développement.....	14
B. L'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal et la construction des barrages.....	14
C. Le Programme d'Optimisation de la Gestion des Réservoirs (POGR).....	15
D. Objectifs du stage.....	16

Chapitre 2 : Consommations en eau de l'agriculture irriguée 18

I. DEMARCHE ET METHODOLOGIE.....	18
A. Problématique.....	18
B. Démarche et méthodologie.....	19
C. Les données disponibles.....	19
1. La base de données initiale.....	19
2. Les données complémentaires.....	19
3. Les problèmes rencontrés.....	19
4. Remarques quant à la présentation des résultats.....	20
II. PRESENTATION DU SECTEUR DE L'IRRIGUE DANS LA VALLEE DU FLEUVE SENEGAL : EVOLUTION ET ETAT ACTUEL.....	22
A. Les différentes étapes.....	22

1.	L'incitation au développement de la riziculture	22
2.	Le démarrage : un secteur nationalisé dans lequel le cultivateur est ouvrier de l'agriculture	22
3.	Le transfert aux privés sous la pression de la mondialisation	23
4.	L'échec : intensification faible, aménagements précaires.....	28
5.	L'évolution actuelle : la réhabilitation des périmètres.....	28
B.	L'ETAT ACTUEL	29
1.	Superficies aménagées.....	29
2.	Superficies exploitées.....	29
3.	Productions, rendements.....	30
4.	Importance des différentes saisons de culture.....	32
5.	Assolements.....	33
III.	BESOINS EN EAU DU SECTEUR IRRIGUE.....	37
A.	Hypothèses de travail	37
1.	Besoins théoriques en eau des différentes cultures.....	37
2.	Assolements.....	39
3.	Efficacités	39
B.	Estimation des besoins en eau actuels	40
C.	Analyse de sensibilité.....	50
1.	Influence des besoins théoriques du riz en eau	51
2.	Influence de la superficie aménagée.....	52
3.	Influence de l'efficacité de distribution	52
4.	Influence de l'assolement	53
5.	Influence des coefficients d'intensification.....	54

Chapitre 3 : Analyse des contraintes liées à la culture de décrue.....57

I.	PRESENTATION DES CONTRAINTES RECENSEES ET DE LEUR INFLUENCE SUR LA DECISION DU CULTIVATEUR.....	60
A.	Caractéristiques pédologiques.....	60
B.	Caractéristiques hydrauliques, le type de crue.....	60
C.	Caractéristiques climatiques	62
1.	Les températures	62
2.	Les vents.....	62
3.	L'importance des précipitations.....	62
D.	Calendrier des cultures	63
E.	Caractéristiques sociologiques/humaines	65
1.	Le foncier.....	65
2.	Répartition et évolution de la main d'œuvre.....	66
3.	Organisation sociale des différents types de culture.....	66
4.	Gestion technique.....	67
F.	Caractéristiques économiques.....	67
1.	Cours du marché des intrants et des produits.....	67
2.	Endettement.....	67
G.	Autres	68
1.	Distance village.....	68
2.	Présence d'insectes ou de ravageurs.....	68
3.	Mauvaises herbes	68
4.	Information des paysans	68
II.	COLLECTE ET TRI DES DONNEES.....	70
A.	La recherche des données de superficies inondées et cultivées.....	70
1.	La base de données initiales.....	70

2.	Les compléments d'informations.....	72
3.	Présentation des données brutes.....	72
B.	Le tri des données.....	79
1.	Le choix des données.....	79
2.	Présentation des tableaux finals.....	80
3.	Les «lacunes».....	86
C.	Les autres données.....	86
III. TRAITEMENT DES INFORMATIONS COLLECTEES		88
A.	Résultats d'enquêtes sur les cuvettes expérimentales.....	88
1.	Rive droite.....	90
2.	Rive gauche.....	90
B.	Analyse des données statistiques.....	92
1.	Représentations graphiques.....	92
2.	Analyse du graphique $Sc\ RG = f(Si\ totale)$	95
3.	Observations complémentaires.....	98
C.	Conclusion.....	98

Conclusion

100

Bibliographie

Annexes

Introduction

La vallée du fleuve Sénégal est une zone à haut potentiel productif au cœur du Sahel.

Traditionnellement, l'économie reposait sur l'agriculture pluviale, l'agriculture de décrue, l'élevage extensif, la pêche et l'artisanat.

Au cours des dernières décennies, d'importants flux migratoires et la sécheresse ont modifié l'équilibre socio-économique et agro-écologique de la vallée. L'irrigation est alors apparue comme la seule clef du développement et la seule issue face à l'accroissement démographique et aux contraintes climatiques.

Deux barrages ont été construits en 1986 et en 1988. Diama, à l'embouchure, empêche la remontée d'eau salée et maintient un certain niveau d'eau tandis que Manantali, dans le haut bassin, constitue un vaste réservoir permettant la régulation des débits écoulés et à terme la production électrique.

C'est dans ce contexte que l'Institut de Recherche pour le Développement à travers le Projet d'Optimisation de la Gestion des Réservoirs réalise une étude pour le compte de l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal. Il s'agit de modéliser le régime du fleuve et d'estimer les besoins en eau de certains utilisateurs (outre l'irrigation et l'électricité, la ressource est utilisée pour l'eau potable, la navigation, les cultures de décrue et préservée pour l'environnement).

En effet, la vallée connaît une période de transition dans laquelle le secteur de l'agriculture irriguée doit se développer et se substituer progressivement aux agricultures traditionnelles, notamment aux cultures de décrue. Cependant, les États n'ont pas encore statué sur le maintien de la crue artificielle et les décisions concernant le partage de la ressource en eau des différents utilisateurs ne sont pas encore arrêtées.

Dans le cadre de mon stage, je me suis intéressée d'une part aux consommations en eau de l'agriculture irriguée sur l'ensemble de la vallée, excepté le Mali, d'autre part à l'analyse des différents facteurs influençant l'étendue des cultures de décrue, dans l'optique de déterminer les besoins de l'agriculture de décrue en terme de superficies inondées.

Le premier chapitre consiste en une mise en contexte, il présente le milieu physique et humain et le cadre de mon stage.

Dans le deuxième chapitre, nous estimons les consommations en eau de l'agriculture irriguée, analysons l'influence de différents paramètres sur la consommation globale, et ainsi évaluons quels seraient les besoins en eau selon différentes évolutions envisageables.

Enfin, le troisième chapitre recense les différents facteurs influençant l'étendue des cultures de décrue et propose un modèle statistique reliant les superficies inondées et cultivées.

Ces deux thématiques sont réunies ici dans le même document car elles concernent le même territoire, la même population mais elles peuvent être abordées indépendamment, une fois le milieu connu.

Chapitre 1 : Mise en contexte

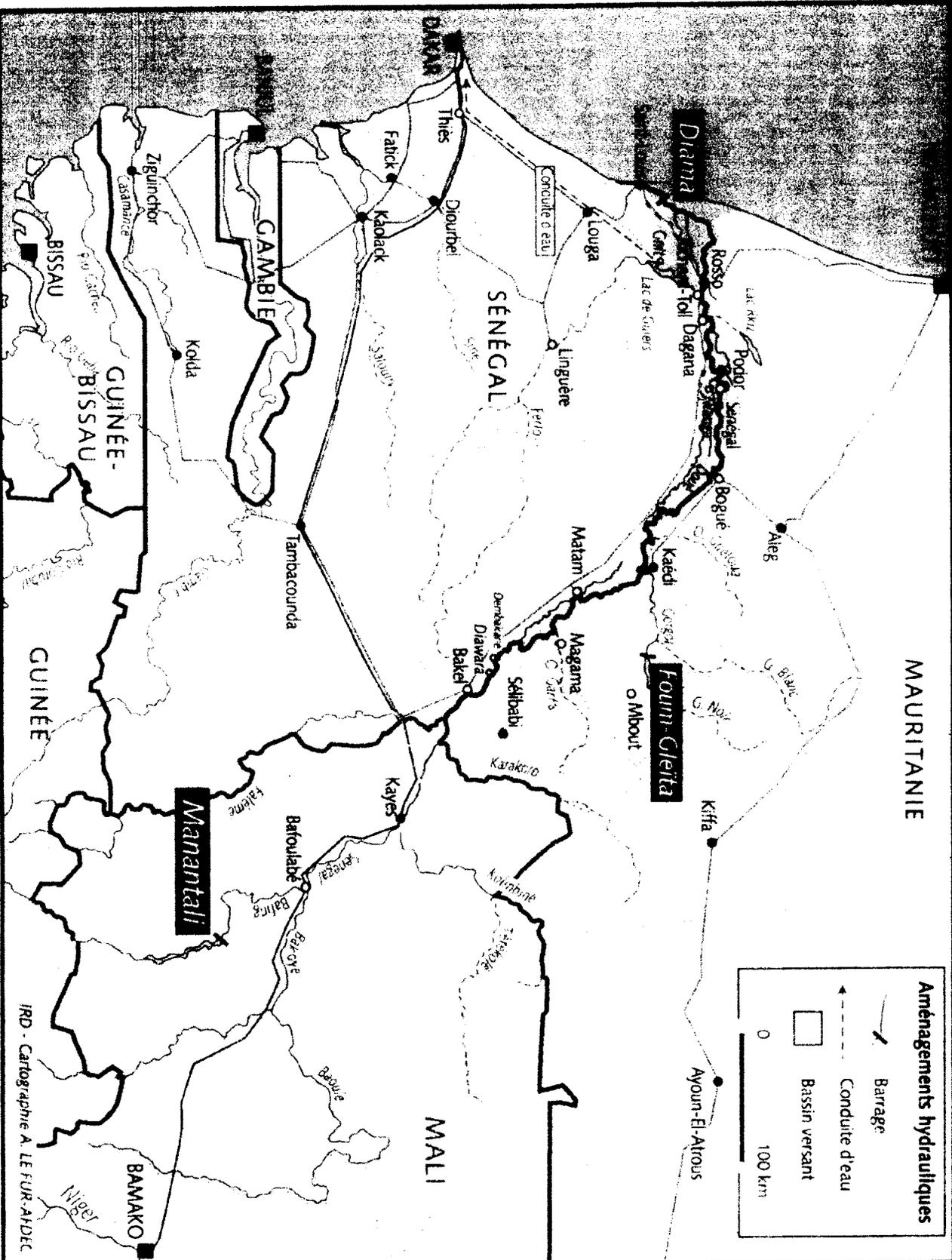
I. PRESENTATION DU MILIEU PHYSIQUE

A. Situation géographique du fleuve Sénégal

Le fleuve Sénégal naît près de Timbo dans le massif du Fouta-Djalon en Guinée Conakry. Il traverse le massif guinéen en direction du nord, pour couler ensuite au Mali. A son entrée au Sénégal, à une quarantaine de kilomètres en amont de Bakel, il reçoit sur sa rive gauche la Falémé, un affluent venu de Guinée. A partir de ce confluent, il décrit un immense arc de cercle de 600 kilomètres en territoire sénégalais. Sa largeur qui varie entre 10 et 25 kilomètres s'agrandit dans la région du delta, en aval de Richard-Toll. La pente du fleuve est faible, ce qui implique de nombreux méandres. Le Sénégal se jette dans l'océan Atlantique, par un estuaire instable qui se situe à une trentaine de kilomètres en aval de Saint-Louis, après un sinueux parcours long de 1800 kilomètres

(Cf. carte à la page suivante)

L'aménagement de la vallée



MAURITANIE

SÉNÉGAL

CAMBIE

GUINÉE-BISSAU

GUINÉE

MALI

Manantali

Fourn-Gleitla

BAMAKO

Aménagements hydrauliques

-  Barrage
-  Conduite d'eau
-  Bassin versant

0 100 km

IRD - Cartographie A. LE FUR-ALDEC

B. Le climat

Le Sénégal présente différents types de climat : le climat est sub-guinéen au Sud, soudanien au centre et sahélien au nord.

La Mauritanie, sahélienne dans sa partie sud, le long du fleuve, peut être considérée comme presque entièrement désertique sur le reste de son territoire.

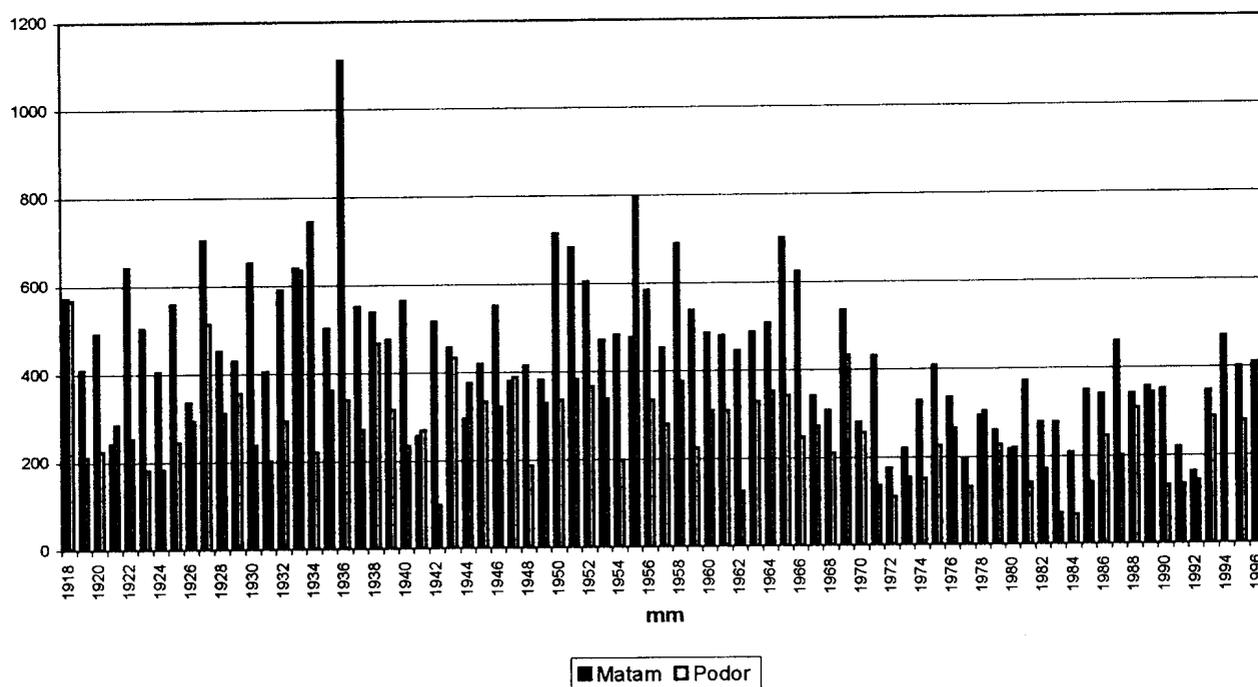
(D'après SAED et Alioune Kane, 1997).

1. Pluviométrie

La pluviométrie de la vallée est caractérisée par des pluies faibles, irrégulières (intra et inter-annuelles), réparties sur une courte période (2 à 3 mois) entre fin Juin et fin Septembre. Dans l'ensemble, les quantités et les nombres de jours de pluie diminuent du Sud au Nord. Elles sont de l'ordre de 500 à 600 mm/an dans la haute Vallée, de 300 à 400 mm/an dans la moyenne Vallée, et de 200 à 300 mm/an dans la basse Vallée et le Delta.

La pluviométrie moyenne est passée de 501 mm à Matam, 314 mm à Podor sur la période 46/71 à 311 mm sur la période 72/96 à Matam et à 189 mm sur la période 72/93 à Podor.

Pluviométrie annuelle



2. Température, hygrométrie

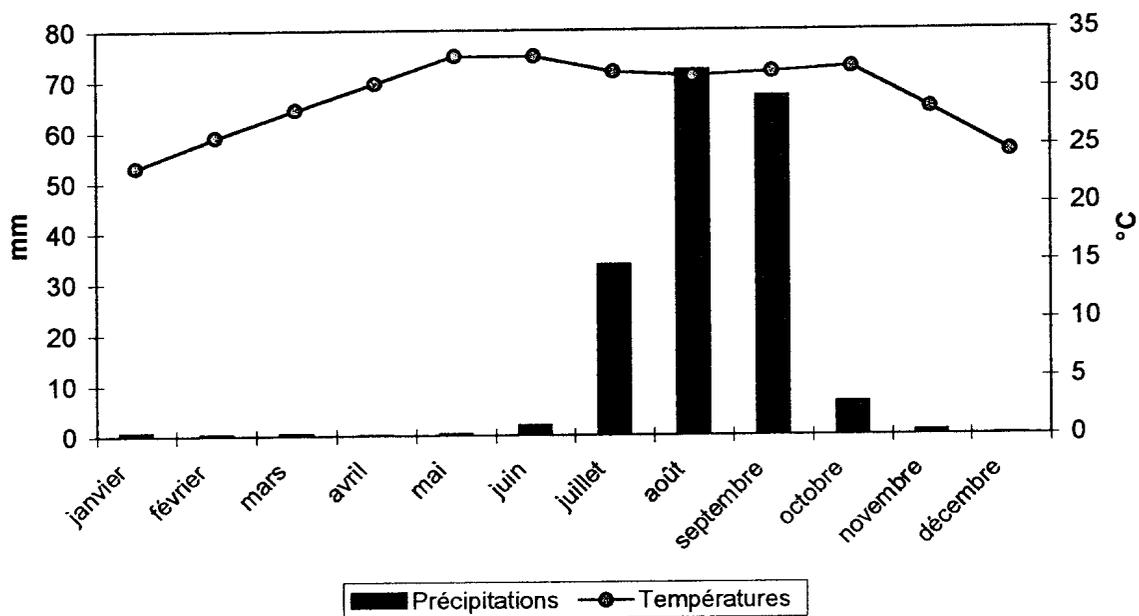
On distingue trois principales saisons :

- ✓ L'hivernage ou saison des pluies : elle démarre entre fin Juin et début Août et se termine entre mi-Septembre et mi-October. Les amplitudes thermiques sont relativement faibles (entre 23°C et 35°C de températures moyennes mensuelles minimales et maximales). L'humidité relative de l'air est élevée ;

- ✓ La contre-saison sèche froide : elle se situe entre mi-Octobre et Février (des variations de l'ordre du mois ne sont pas rares). Elle est caractérisée par des minima plus faibles (12 à 16°C) et par des maxima compris entre 30 et 34°C. L'humidité relative de l'air peut être très basse (vents forts, secs et relativement frais).
- ✓ La contre-saison sèche chaude : elle se situe entre Mars et Juin. Les minima remontent progressivement de 16 à 23°C et les maxima s'élèvent de 35 à 40°C pour culminer en mai à plus de 40°C (ils sont plus élevés, d'autant qu'on s'éloigne de l'influence océanique). L'humidité relative, d'abord très basse, augmente progressivement avec l'approche de la saison des pluies (remontée de la mousson vers le nord, sous l'influence de l'anticyclone de Sainte-Hélène, à partir du mois de Mai).

Les températures augmentent au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'influence océanique, du Delta vers l'intérieur des terres.

Diagramme ombrothermique
(Podor, moyennes sur la période 1981 -1993)



sources : banque de données pluviométriques IRD

Coly, 1996, cité par OMVS, analyse coûts-bénéfices, Octobre 2000 (températures)

3. Insolation

L'insolation qui atteint ou dépasse 3000 heures par an n'est pas limitative et est favorable à une bonne activité photosynthétique, si les conditions d'alimentation hydrique et minérale sont bonnes. Les durées du jour varient peu : entre 11 à 13 heures.

4. Evaporation

D'une manière générale, l'évaporation est minimale pendant la saison des pluies en raison de l'importance couverture nuageuse, de l'humidité de l'air élevée, de la baisse des températures et de l'insolation faible (en moyenne 3,2 mm/j à Saint-Louis, 4,8 mm/jour à Podor, 4, 6 mm/jour à Matam).

L'évaporation est maximale au cœur de la saison sèche (contre-saison chaude) où l'on a un rayonnement important, des températures élevées, des précipitations inexistantes, une

humidité relative basse et des vents assez forts (environ 6,7 mm/jour à Saint-Louis, des valeurs supérieures à 7 mm/jour à Podor et Matam).

5. Les vents

La saison sèche correspond au cycle des vents chauds et secs chargés de poussière (continentaux) soufflant sur l'ensemble de la vallée. Les vents sont responsables de transfert d'air souvent évaporatif (2400 mm d'évapotranspiration potentielle à Richard-Toll).

Le véritable harmattan s'observe surtout de Mars à Juin. C'est un vent fort du secteur Est à Nord-Est. Il s'accompagne des températures maximales les plus élevées (42 à 46°C). La moyenne et la haute vallée sont sous le régime de ces vents. Le Delta, en raison des influences océaniques, bénéficie du régime des alizés maritimes du Nord-Ouest dont l'humidité adoucit le climat.

C. Géologie

La Vallée du fleuve s'est formée au cours du Quaternaire quand le fleuve s'est encastré dans les terrains de l'éocène et du Plateau Continental. Pendant les 100 000 dernières années, les effets combinés des variations climatiques, des fluctuations conséquentes du niveau de la mer et plusieurs cycles d'érosion fluviale et de dépôts alluvionnaires ont donné lieu à de nombreux changements dans le cours du fleuve et dans le dynamisme qui caractérise la morphogenèse de la Vallée et du Delta (Van Lavieren G. et Van Wetten J., 1988).

Parmi les unités morphogéologiques, on peut citer les dépôts actuels et subactuels (2000 av. J.C. jusqu'à présent), représentés d'une part par les cuvettes de décantation couvrant à peu près le tiers de la Vallée et d'autre part, de hauts bourrelets de berge, qui se sont formés pendant cette période.

D. Relief

Le relief du haut bassin est essentiellement montagneux. Il est constitué en territoire guinéen par le massif du Fouta-Djalou et en territoire malien par le plateau Mandingue. Le point culminant du bassin est à l'altitude de 1 465 m ; il se situe au sud de Dalaba dans les monts Kavendou qui surplombent les sources de la Téné et du Bafing.

Après Bakel, le Sénégal entre dans sa vallée alluviale et suit un tracé sinueux. La pente du cours d'eau est très faible ; les méandres nombreux et les plaines inondables en période de crue s'étendent en bordure du réseau hydrographique sur de vastes étendues plates.

En aval de Dagana, les levées qui bordent la vallée alluviale s'atténuent ; la zone d'inondation s'élargit et le Sénégal entre dans son delta.

La topographie du delta est monotone ; c'est une immense plaine au relief comportant des levées alluviales, des dépressions ou cuvettes, et un ensemble dunaire.

E. Les sols

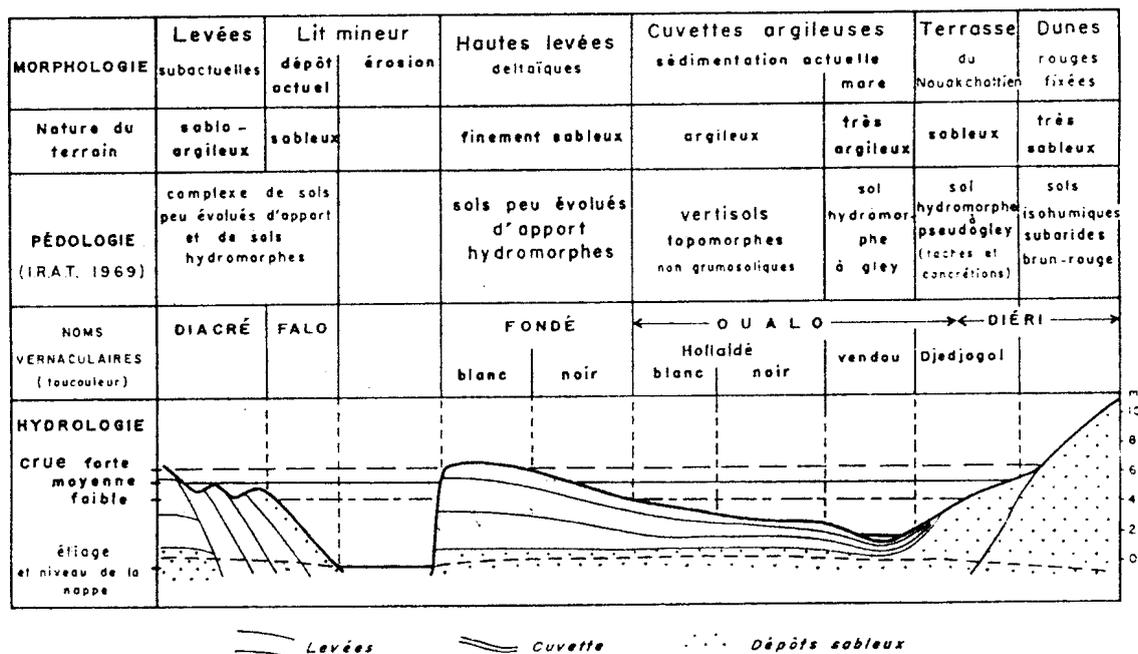
Depuis que les alluvions récentes ont été déposées, la pédogenèse a évolué à pas lents à cause du caractère aride du climat et de la faible densité du couvert végétal. Le facteur essentiel de la formation des sols dans la Vallée est la fréquence et la durée de l'inondation par la crue (Van Lavieren G. et Van Watten J., 1988).

D'après la SAED (1995), on distingue 4 grands types de sols classés en fonction de leur texture et de leur structure :

- * **Hollaldé** : 36% du potentiel irrigable – contiennent 50 à 75 % d'argile (argileux) – mauvais drainage – favorables à la riziculture – supportent la submersion – sont très difficiles à travailler – aussi bien en sec qu'en humide
- * **Faux-Hollaldé** : 31% du potentiel irrigable – contiennent 30 à 50 % d'argile (argilo-limoneux) – mauvais drainage – sols sans structure – favorables à la riziculture et autres cultures
- * **Fondé** : 33% du potentiel irrigable – teneur en argile de 10 à 30 % (limoneux) – drainage moyen – structure cuboïde – favorables à toutes cultures autres que le riz – sols filtrants
- * **Diéri** : contiennent 80 à 90 % de sable (sablonneux) – structure monogranulaire – supportent toutes les cultures autres que le riz.

En plus de ces quatre grands types, on peut trouver :

- * les **Falos** : ce sont les talus des berges du lit mineur du fleuve et de ces défluent, situés en bordure du fleuve, où sont pratiqués très localement des cultures maraîchères
- * les **Diacré** : ils constituent les bourrelets recouverts par les crues moyennes à fortes, rarement cultivés mais occupés par des Acacia.



Coupe schématique des sols de la vallée du fleuve Sénégal, d'après Michel, 1985.

Sur le diéri on pratique les cultures pluviales. On y cultive le sorgho, le mil et l'arachide, pendant l'hivernage. Les rendements sont de 500 kg/ha en moyenne.

Le walo (parfois écrit oualo ou wallo) correspond à l'ensemble des terres subissant périodiquement la crue. Le walo est divisé en sous-ensembles: le falo, le fondé, le hollaldé (zones basses des cuvettes) et faux-hollaldé (zones hautes des cuvettes) et le diacré. On y pratique les cultures de décrue de mi-octobre à mars. Les cultures de base sont le sorgho et le niébé avec des rendements moyens respectifs de 0 à 500 kg/ha et de 0 à 200 kg/ha.

Les potentialités en sols de la rive gauche sont considérables, elles sont estimées à 556 000 ha dont au moins 224 000 ha irrigables selon le PDRG (1991). En Mauritanie, sur 502 000 ha de terres arables, 137 400 ha sont aptes à l'irrigation le long du fleuve (d'après MDRE, horizon 2010). Cependant, plusieurs contraintes pèsent sur ces sols.

En général, les sols du delta et de la basse vallée ont une « aptitude à l'irrigation moyenne à marginale ». Les études pédologiques et topographiques réalisées montrent quelques facteurs limitant :

- la salinisation
- la profondeur limitée de la nappe phréatique fortement salée, à moins de 1,50 m de profondeur dans le delta
- la texture grossière
- la perméabilité élevée là où la couche à texture fine ou moyenne est mince ou absente
- le micro-relief irrégulier : buttes d'accumulation ou rigoles de drainage.

F. La végétation

Le couvert végétal naturel est souvent assez bien adapté aux conditions naturelles difficiles. La végétation est discontinue en maints endroits, composée d'espèces xérophiles, le tapis herbacé comprend essentiellement des graminées. Le milieu a une caractéristique essentielle : son écologie est fragile. Le couvert végétal s'est transformé avec la sécheresse et la modification du régime hydrologique du fleuve.

La végétation du walo comprend une strate arborée avec *Acacia raddiana*, *Acacia seyal*, *Balanites aegyptiaca*, une strate arbustive comprenant *Maytenus senegalensis*, *Bauhinia rufusca*, et enfin une strate herbacée à base de graminées.

Sur les dunes, la végétation est plus clairsemée. Plus dense dans les interdunes, la strate arborée est composée d'*Acacia raddiana*, *Balanites aegyptiaca*...etc. ; la strate herbacée comprend des graminées pour l'essentiel, surtout des plantes annuelles comme *Andropogon gayanus*, *Aristida longiflora*, *Cenchrus biflorus*.

Il faut noter la présence d'*Acacia Nilotica* (localement connu sous le nom de gonakié), espèce utilisée dans l'artisanat pour la confection de nasses. Cette espèce présente la particularité de nécessiter des inondations régulières pour vivre. Elle est donc menacée par la sécheresse et l'affaiblissement des crues.

Enfin, il existe une végétation aquatique d'eau douce qui colonise les eaux du fleuve et de ses affluents et défluent depuis la mise en place du barrage de Diama, qui empêche la remontée des eaux salées. Après l'invasion du typha sur les berges du fleuve, est apparue et se développe de

façon spectaculaire la salvinia. Ces deux espèces, par leur prolifération, représente à la fois un déséquilibre écologique et une menace à la navigation et à l'irrigation gênées toutes deux par l'accumulation des végétaux formant ainsi des bouchons. Aujourd'hui, il n'existe pas encore de solutions adéquates pour combattre cette invasion.

G. L'hydrologie

Le bassin du fleuve Sénégal qui s'étend sur 340 000 km² repose sur 4 pays : la Guinée, le Mali, la Mauritanie et le Sénégal. Ce bassin se répartit en 3 zones: le Haut-bassin, la Vallée et le Delta.

- le Haut-bassin:

Il s'étend du Fouta-djalon à Bakel et fournit la majeure partie des apports en eau, car il est dans la région la plus humide (précipitations de 700 mm à 2000 mm).

- la Vallée:

De Bakel à Dagana, la Vallée est une plaine alluviale, zone d'inondation dont la largeur fluctue entre 10 et 25 km. Elle est entourée de régions semi-désertiques.

La Vallée est soumise à la crue du fleuve sur une superficie de 300 000 ha.

- le Delta:

Le Delta, de Dagana à l'embouchure du fleuve est un espace qui subissait fortement l'influence de la marée et le phénomène de salinité. Il représente une surface de 250 000 ha de terres cultivables. Il a de multiples bras mais une seule embouchure.

Au point de vue hydrologique, le fleuve Sénégal constitue le principal réseau d'eau douce de la région. Les deux barrages (Diama et Manantali) qui ont été construits afin de remédier aux difficultés entraînées par la baisse de la pluviométrie et la sécheresse ont complètement bouleversé la dynamique naturelle du fleuve.

En régime naturel, les débits maximum sont observés au moment où les précipitations sont les plus importantes dans le haut bassin, c'est à dire, à la fin du mois d'août et au début du mois de septembre. Les débits baissent à partir du mois d'octobre (fin de la saison des pluies) pour presque s'annuler en novembre. Alors, ils restent très faibles jusqu'à début août. Aujourd'hui, le régime est contrôlé. Le soutien de l'étiage est assuré par le barrage de Manantali à partir duquel s'effectuent des lâchers de juin à août, à hauteur de 200 m³/s . Ensuite, si l'on décide du soutien de crue, les lâchers sont effectués au moment où les débits des affluents non contrôlés sont maximaux, de façon à maintenir une crue artificielle, profitant des apports des affluents.

Aujourd'hui, en amont du barrage de Diama, les eaux sont douces tout au long de l'année; alors qu'au début des années 80, l'invasion saline pouvait remonter jusqu'à Podor, à 250 kilomètres plus en amont.

II. PRESENTATION DU MILIEU HUMAIN

Pascal Kosuth a réalisé diverses études dans le cadre du POGR. Ici, nous reprenons en partie les données fournies dans son rapport intitulé «Populations de la vallée concernées par la gestion des ouvrages et des eaux de surface du fleuve Sénégal», datant d'avril 1999.

A. Groupes humains, organisation sociale et activités pratiquées

Les recensements les plus récents, réalisés en 1988, estiment la population du Bassin du Fleuve Sénégal à 1 550 000 habitants (767 000 Sénégalais; 696 000 Mauritaniens; environ 80 000 Maliens). La population riveraine du Fleuve était de l'ordre de 1 100 000 personnes. (environ 640 000 Sénégalais soit 9.5% de la population sénégalaise ; 409 000 Mauritaniens soit 22% de la population mauritanienne ; environ 50 000 Maliens);

Pascal Kosuth, dans son rapport, prévoit qu'en 2000, tenant compte d'une croissance naturelle annuelle de la population de l'ordre de 2.2% par an, la population riveraine du Fleuve doit être de 1 400 000 habitants et la population totale du Bassin de l'ordre de 2 000 000 d'habitants.

La population de la vallée se caractérise par la coexistence de plusieurs ethnies.

Côté sénégalais, ils sont majoritairement wolof dans le delta, halpuular dans la moyenne vallée et sarakholé et halpuular dans la haute vallée..

Le groupe Halpuular comprend les Toucouleurs, les Peuls, les Foulas, les Laobes.

Les Toucouleurs (plus de 60% de la population en rive gauche) sont avant tout cultivateurs et « maîtres de la terre » notamment dans le Delta et la Moyenne Vallée. Traditionnellement plusieurs milliers d'entre eux cultivaient également des terres en rive droite, qu'ils ont dû abandonner suite aux affrontements de 1989-1990 (on estime à 13000 personnes le nombre de ces « déguerpis »).

Les Peuls, moins nombreux (4% de la population en rive gauche), sont traditionnellement éleveurs nomades, disséminés dans des campements le long du Fleuve.

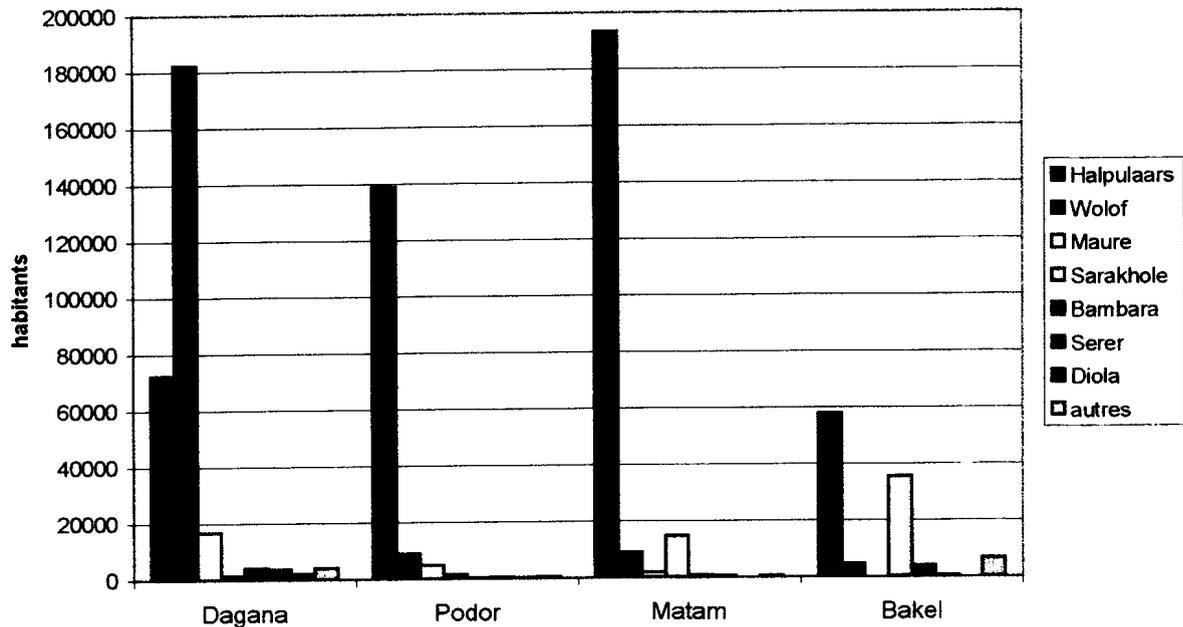
Le groupe Wolof comprend les Wolofs et les Lebous. Il représente plus de 25% de la population en rive gauche.

Le groupe Sarakhole comprend les Sarakholes, les Malinkes, les Mandingues et les Soces.

	Dagana		Podor		Matam		Bakel		Total	
	habitants	%	habitants	%	habitants	%	habitants	%	habitants	%
Halpulaars	72438	25.3	138897	89.8	193378	88.0	57814	50.0	462730	59.6
Wlof	182170	63.7	8613	5.6	8689	4.0	4394	3.8	203949	26.3
Maure	16549	5.8	4731	3.1	1730	0.8	(cf autres)	(cf autres)	23020	3.0
Sarakhole	1311	0.5	1210	0.8	14689	6.6	35613	30.8	52701	6.8
Bambara	3907	1.4	248	0.2	573	0.3	3700	3.2	8430	1.1
Serer	3652	1.3	394	0.3	319	0.1	347	0.3	4714	0.6
Diola	1877	0.7	182	0.1	50	0.0	(cf autres)	(cf autres)	2110	0.3
Mandingues	(cf autres)	7400	6.4	7400	1.0					
autres	3975	1.4	448	0.3	372	0.2	6360	5.5	11156	1.4
Total	285879	100.0	154723	100.0	219680	100.0	115628	100.0	776210	100.0

source : P. Kosuth, Populations de la vallée concernées par la gestion des ouvrages et des eaux de surface, POGR, avril 1999

Importance des différents groupes ethniques dans chacun des départements de la rive gauche (Kosuth, 1999)



source : P. Kosuth, Populations de la vallée concernées par la gestion des ouvrages et des eaux de surface, POGR, avril 1999

Les Maures ne représentent qu'environ 3% de la population sur la rive sénégalaise, ils sont répartis à peu près également entre Maures blancs d'origine arabo-berbère, et Maures noirs, négro-africains arabes, essentiellement des harratines (ancienne main d'œuvre servile). Ils sont installés le long de toute la vallée.

En rive droite, les maures dominent dans le Trarza (delta) et les populations qui dominent en amont sont halpuular ou soninké.

Les activités traditionnelles des Maures restent le commerce et l'élevage et leur organisation socio-politique, fortement hiérarchisée en castes, n'est pas basée sur la terre. Toutefois la Vallée du Fleuve a toujours été une zone d'attraction par ses ressources en eau et en pâturages : ainsi les Maures utilisaient la main d'œuvre harratine pour faire des cultures de décrue.

L'organisation sociale, au sein de ces groupes ethniques et entre eux, est marquée par le communautarisme et l'organisation en castes. Ces sociétés sont très hiérarchisées sur 3 niveaux: l'âge, le lignage et le sexe.

« Les castes dirigeantes détiennent traditionnellement la jouissance de la quasi-totalité de la terre, constituant ainsi une aristocratie foncière, alors que les castes artisanales et serviles sont écartées de l'accès direct à la terre. » (Pascal Kosuth).

Les différentes activités traditionnellement pratiquées dans la région sont: les cultures de décrue, les cultures pluviales, l'élevage et la pêche.

L'agriculture est la principale activité. Les terres (traditionnellement cultures de diéri pluviales et cultures de walo en décrue) sont essentiellement partagées entre les Toucouleurs et les Wolofs.

L'élevage est essentiellement pratiqué par les Peuls (et les Maures sur la rive droite). Toutefois, il a une place essentielle dans la vallée pour toutes les ethnies. Il constitue complément alimentaire et lorsqu'il est pratiqué à grande échelle, une bonne source de revenus.

A l'hivernage, les troupeaux paissent sur le diéri et se rapprochent du fleuve pendant la saison sèche. Ceci permet d'éviter les épidémies.

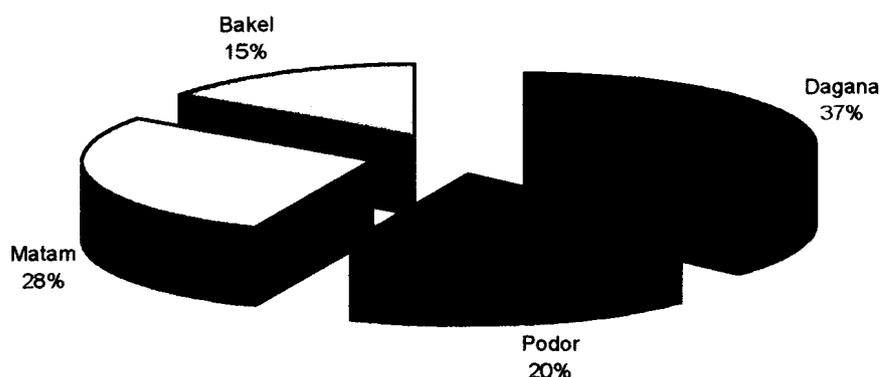
A l'agriculture et l'élevage, viennent s'ajouter la pêche, l'artisanat (confection de nasses à partir des bois de gonakié (*Acacia nilotica* var. *tomentosa*)) et l'utilisation des gonakiés pour le bois de chauffe ; ces activités assurent un complément de « revenu » financier ou non.

B. Effectif et répartition

D'après Pascal Kosuth, la population des différents départements sur la **rive gauche** est récapitulée de façon synthétique dans le tableau ci-dessous :

	Population		Superficie		Densité	Hommes	Femmes	Rapport
	hab.	%	km ²	%	hab./km ²			h. / 100 f.
Dagana	285879	36.8	6087	9.2	47.0	139635	146244	95
Podor	154723	19.9	12947	19.5	12.0	70828	83895	84
Matam	219680	28.3	25093	37.7	8.8	100469	119211	84
Bakel	115628	14.9	22378	33.6	5.2	55094	60534	91
Total	775910	100.0	66505	100.0	11.7	366026	409884	89

Répartition de la population riveraine entre les différents départements de la rive gauche (Kosuth, 1999)



source : P. Kosuth, Populations de la vallée concernées par la gestion des ouvrages et des eaux de surface, POGR, avril 1999

On constate que la densité diminue très fortement de l'ouest vers l'est.

Le Diéri est très peu peuplé (2 à 3 habitants/km²) au profit du walo et de sa frange dunaire qui concentrent l'essentiel de la population.

La région du Fleuve est à dominante rurale (73% de la population), très jeune (59% ont moins de vingt ans) et à prédominance féminine (89 hommes pour 100 femmes).

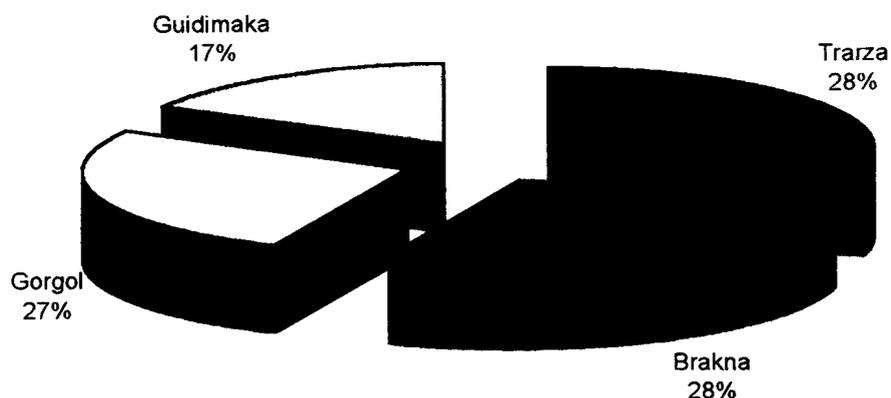
Le rythme d'accroissement naturel de la population est très élevé mais la croissance effective de la population est sous la moyenne nationale en raison de mouvements migratoires importants : 2.08 % par an (2.57 % par an à Dagana, 2.12 % par an à Matam, 0.83 % par an à Podor).

La **Mauritanie** est divisée administrativement en 13 Wilayas elles-mêmes subdivisées en moughataa. Quatre Wilayas sont riveraines du Fleuve : Trarza, Brakna, Gorgol et Guidimaka. Les quatre Wilayas riveraines au Fleuve ont, de l'aval vers l'amont, la population suivante :

Wilaya	Population	Dont étrangers	Superf. (km ²)	Dens. (h/km ²)	Population rurale	%	Population urbaine	%	Capitale	Pop Capitale
Trarza	202 596	2 582	63910	3.2	160268	79.1	42328	20.9	Rosso	27 783
Brakna	192 157	1 734	41956	4.6	154574	80.4	37583	19.6	Aleg	9 635
Gorgol	184 359	5 857	15610	11.8	148535	80.6	35824	19.4	Kaedi	30 515
Guidimaka	116 436	3 440	14393	8.1	104906	90.1	11530	9.9	Selibaby	11 530
Total	695 548	13613	135869	5.1	568283	81.7	127265	18.3		

Sources : Résultats prioritaires du recensement de la population et de l'habitat 1988 (R.I.M. Ministère du Plan, ONS). Annuaire statistique 1991

Répartition de la population riveraine entre les différents départements de la rive droite (Kosuth, 1999)



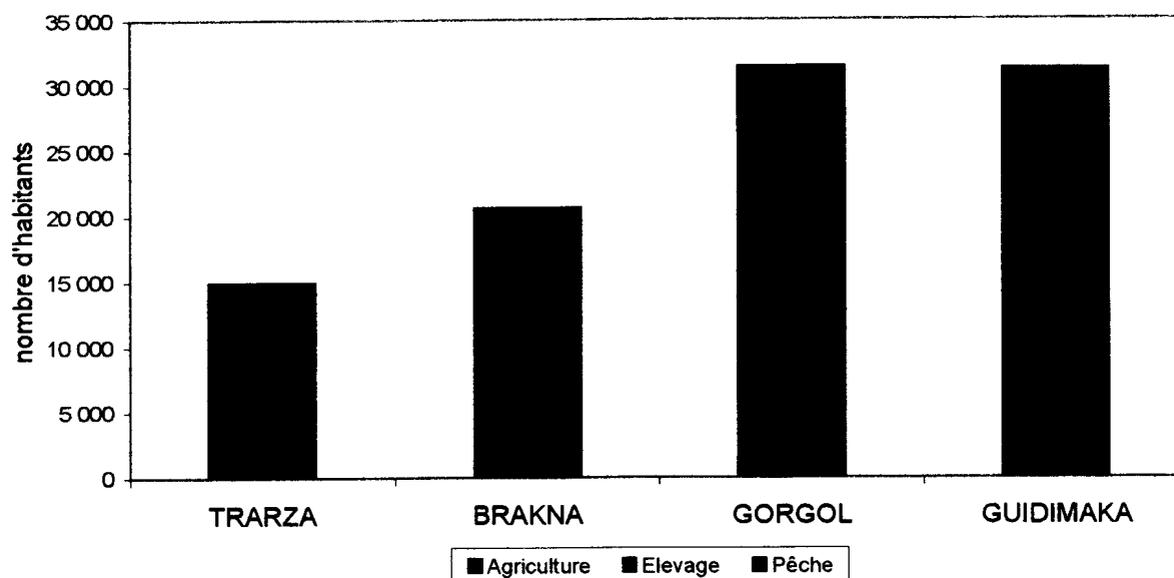
source : P. Kosuth, Populations de la vallée concernées par la gestion des ouvrages et des eaux de surface, POGR, avril 1999

L'Agriculture compte environ 50% des actifs. Elle concerne respectivement 91% de la population nomade (92% en 1976) et 46.4% de la population sédentaire (55.4% en 1976).

	Actifs	Agriculture	Elevage	Pêche	Total
TRARZA	54 651	7 046	7 543	298	14 887
BRAKNA	49 048	15 305	5 197	65	20 567
GORGOL	53 310	24 577	6 471	311	31 359
GUIDIMAKA	41 324	26 743	4 378	40	31 161
Total	198 333	73 671	23 589	714	97 974

Sources : résultats prioritaires du recensement de la population et de l'habitat 1988 (R.I.M. Ministère du Plan, Office National de la Statistique)

Importance des différentes activités du secteur primaire dans les différents départements en Rive droite



source : P. Kosuth, Populations de la vallée concernées par la gestion des ouvrages et des eaux de surface, POGR, avril 1999

III. ENJEUX ET CONTRAINTES

La vallée du fleuve Sénégal est le siège d'une vieille civilisation centrée autour de l'agriculture pluviale et de décrue à laquelle s'associent d'autres activités traditionnelles, comme l'élevage, la pêche, l'artisanat. L'agriculture irriguée est apparue du temps des colonies et s'est imposée après l'indépendance et avec la sécheresse comme seule issue pour la survie des populations.

A. Traditions, sécheresse et développement

L'agriculture traditionnelle repose sur deux systèmes d'exploitation des terres. En effet, bien que située en plein Sahel, la vallée alluviale, aux sols argileux et argilo-sableux, connaît, depuis des temps immémoriaux, une double saison agricole. Ainsi, les systèmes agricoles et pastoraux traditionnels associent l'exploitation des terres et des eaux de la plaine alluviale, le walo, à l'utilisation de l'espace sahélien, le diéri. Le walo est un terroir de saison sèche, constitué de l'ensemble des terres de la vallée régulièrement inondé par la crue du fleuve, de juillet à novembre. Le diéri, terroir d'hivernage, définit les terres situées sur le plateau bordant le lit majeur du fleuve qui ne sont jamais inondées. Les activités agro-pastorales s'y trouvent sous la dépendance des pluies.

Les bordures sahéliennes offrent de vastes terrains de parcours aux troupeaux d'ovins et de caprins.

L'alimentation et la vie du bétail sont marqués par un va-et-vient continu entre les deux zones écologiques, le diéri, dont les pâturages assurent l'alimentation du bétail en hivernage et le walo où le troupeau est acheminé en saison sèche.

L'agriculture, l'élevage et l'artisanat, bien que peu productives, suffisaient à la vie des populations riveraines mais les années de sécheresse successives ont entraîné une diminution très nette des superficies cultivées sous pluie et en décrue alors que la population s'accroissait.

Selon cette étude, les superficies moyennes cultivées en décrue sont passées de 114 050 ha pour la période 1946-1971 à 47 037 ha pour la période 1972-1999 pour les deux rives tandis que la population passait de 1 million à 1,5 million d'habitants (hors Saint-Louis) (Gibb).

La mise en valeur des terres inondables par l'irrigation est apparue comme étant la clef du développement. Les zones inondables assurent la subsistance de populations limitées, alors que dans les zones irriguées, la population peut être beaucoup plus dense.

B. L'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal et la construction des barrages

Dans la vallée du fleuve Sénégal, l'irrigation a pu se développer grâce aux aménagements hydro-agricoles réalisés par l'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS).

L'OMVS est créée en 1972 par les trois états riverains situés en aval du fleuve, le Mali, la Mauritanie et le Sénégal, en vue de renforcer leur coopération dans l'optique d'une intégration régionale. Elle est chargée de l'application de la convention relative au statut du fleuve, de la promotion et de la coordination des études et des travaux de mise en valeur des ressources du bassin du fleuve sur les territoires nationaux des Etats membres de l'organisation, et de toute mission technique et économique que les membres voudront ensemble lui confier. (Maya Leroy, 1998). Elle s'est fixée quatre objectifs :

- sécuriser et accroître les revenus des habitants du bassin du fleuve et des zones avoisinantes
- assurer l'équilibre de l'écosystème dans le bassin et susciter l'établissement de cet équilibre dans la région sahélienne autant que possible
- rendre les économies des trois Etats membres moins vulnérables aux conditions climatiques et aux facteurs extérieurs
- accélérer le développement économique des Etats membres par la promotion intensive de la coopération régionale en vue d'une intégration économique.

La construction des barrages de Manantali (sur le Bafing, au Mali) et de Diama (dans la boucle du fleuve, à 23 km de Saint-Louis) vise à régulariser le débit et le tirant d'eau du fleuve Sénégal et à utiliser le débit régularisé pour :

- L'irrigation le long du fleuve de 375 000 ha de terres.
- Le soutien toute l'année du tirant d'eau pour la navigation
- La production d'énergie de 800 GWh/an
- L'écrêtement des crues (protection des ressources et des biens)
- La suppression de la remontée de la langue salée dans le delta
- Le contrôle du niveau dans le delta et la basse vallée sur une distance d'environ 350 km jusqu'à Boghé, pour faciliter l'irrigation (diminution des frais de pompage, sécurité d'approvisionnement)
- Le maintien des conditions de l'agriculture traditionnelle de décrue par la fourniture d'une crue artificielle

C. Le Programme d'Optimisation de la Gestion des Réservoirs (POGR)

A la demande de l'OMVS, l'ORSTOM (nouvellement IRD) a entrepris en 1997 une étude appelée Programme d'Optimisation de la Gestion des Réservoirs (POGR). Celle-ci vise à déterminer pour les deux ouvrages, un mode de gestion optimal, permettant d'atteindre au mieux les objectifs tout en minimisant leurs effets négatifs.

L'étude financée sur fonds FAC (Fonds d'Aide et de Coopération de l'ancien Ministère de la coopération française) pour le compte de l'OMVS est réalisée par l'IRD. Des collaborations ont été développées avec l'Université de Stanford (Californie), l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA), Medias Toulouse et le Danish hydraulic institute.

Cette étude comprend trois parties distinctes mais indissociables :

- la mise en place d'une procédure permettant de réaliser le soutien de crue
- la détermination de l'hydrogramme de crue optimal nécessaire au maintien des cultures de décrue, à la recharge des nappes, à la préservation des écosystèmes, et minimisant les pertes de production électrique
- la mise en place des outils de prévision et de suivi des débits et des instruments de gestion des ouvrages

Au cours des deux premières années d'études du POGR, la mise en eau – remplissage et vidange- de dix plaines représentatives du lit majeur de la vallée du fleuve Sénégal, a fait l'objet d'observations qui ont permis l'élaboration d'un modèle mathématique capable de maîtriser le processus remplissage et de vidange du lit majeur.

Deux logiciels ont été mis au point. "PROGEMAN" permet de déterminer les débits à lâcher de Manantali en fonction de la situation hydrologique et des besoins exprimés à Bakel. " Simulsen " permet la simulation de scénarios de gestion d'utilisation de l'eau sur la période historique 1903-1999 observée. Il est ainsi possible de prévoir les défaillances qui interviendraient dans le déroulement des scénarii simulés.

La dernière phase du programme qui s'étale sur deux ans à compter du mois de novembre 1999, comprend une étude sur la prévision de la pluviométrie avec un délai de quatre mois – juin à septembre - à partir d'indices d'irrégularités de la pluviométrie sur le bassin pour la période 1979-1999 (Météo France).

Malgré la brièveté de la saison des pluies (3 à 4 mois), les crues des affluents du fleuve Sénégal (le Bafing, le Bakoye et la Falémé) ne se produisent pas toujours à la même date, et la prévision de la pluviométrie à venir permet de réaliser une crue artificielle optimisée, quant à la date et quant à son amplitude.

En 2000, les scientifiques ont établi une relation entre la surface inondée des plaines et l'amplitude de la crue à BAKEL, station d'entrée de la vallée.

D. Objectifs du stage

Encadrée par Mathilde Tenneson, expert junior au sein du Haut-commissariat de l'OMVS, ma mission était d'évaluer :

- **les besoins en eau de l'agriculture irriguée dans le bassin du fleuve Sénégal :**

par collecte et/ou estimation des :

- o besoins théoriques en eau à la parcelle des différentes cultures
- o superficies aménagées, exploitables, et exploitées, par pays, par département et par type d'encadrement ; calcul des coefficients d'intensification
- o rendements, assolements
- o efficacité de réseau de transport et de distribution (et éventuellement évaluation des pertes par évaporation, infiltration, gaspillage, etc.)

ceci dans l'optique de réviser et d'actualiser la banque de données sur les consommations en eau et ainsi de disposer d'outils de diagnostic de la situation actuelle et d'outils de prévision pour l'évolution des consommations.

- **les besoins en eau de l'agriculture de décrue :**

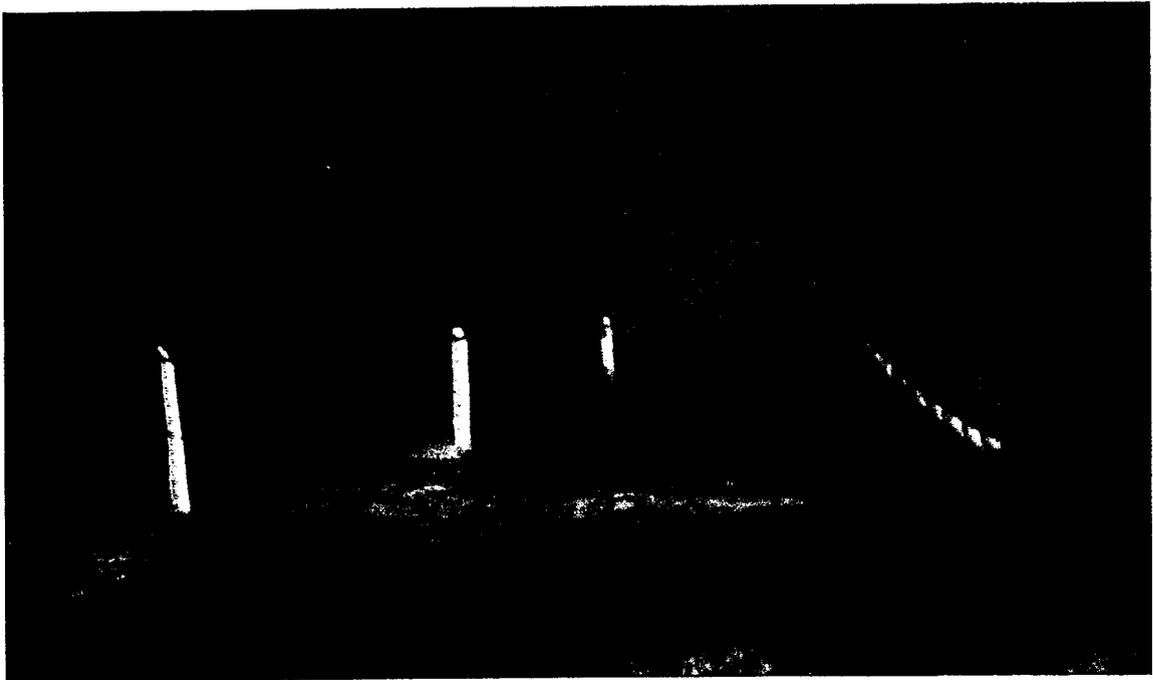
- o détermination du lien entre hydrogramme de crue et superficies inondées et cultivées, effectuée en parallèle par J-P Lamagat, directeur de recherche au sein du POGR
- o recherche d'autres facteurs expliquant l'étendue des cultures de décrue.

Pour cela, nous devons procéder par différentes méthodes: synthèses bibliographiques, analyses de données d'archives sur les superficies inondées et cultivées, missions auprès d'organismes pour la récolte des données agricoles et les consommations en eau, missions de mesures de débits, nombreux travaux (télétection, S.I.G.,...) avec le laboratoire d'hydrologie de l'IRD...

Faute de moyens, nous n'avons pas pu réaliser toutes les missions de terrain que nous souhaitions. Notamment, les mesures de débit que nous voulions effectuer pour jauger les

ouvrages (pompes et vannes) n'ont pas pu être effectuées. De plus, certaines visites au cours des missions ont dûes être annulées, pour des raisons techniques (parfois à cause de routes impraticables, parfois à cause de pannes automobiles, parfois par faute de n'avoir pu joindre nos interlocuteurs).

De ce fait, le travail bibliographique a été relativement plus important que ce qu'il était prévu. Il mériterait d'être comparé en profondeur avec des résultats de terrain (mesures in situ, enquêtes).



Elements d'échelle installés dans le Diamel

**Suivi des niveaux d'eau
par l'équipe du POGR**

Chapitre 2 : Consommations en eau de l'agriculture irriguée

L'irrigation constitue, avec l'hydroélectricité et la navigation, un enjeu majeur de la conception et de la gestion des aménagements du Fleuve Sénégal. Dans une région sahélienne aride, particulièrement marquée par les effets de la sécheresse depuis le début des années 1970, la possibilité de sécuriser l'accès à la ressource en eau pour la production agricole est un facteur clef de la sécurité alimentaire des populations locales et nationales.

Le secteur irrigué de la Vallée du Fleuve Sénégal fait cependant face à de nombreuses interrogations, regroupées de manière simplifiée dans les quatre questions ci-dessous, présentées par P. Kosuth :

- ✓ Quelle est la ressource en eau disponible et quelles sont les potentialités d'aménagements hydro-agricoles compatibles avec cette ressource à moyen et long terme ?
- ✓ Comment partager cette ressource en eau entre les différents acteurs et au premier titre entre les pays partenaires ?
- ✓ Comment programmer, arbitrer et gérer les investissements nécessaires à la création de l'infrastructure de maîtrise de l'eau ?
- ✓ Comment développer le secteur irrigué dans le contexte économique et sociologique actuels ?

Ces questions sont au cœur des préoccupations des pouvoirs publics des pays partenaires, de l'OMVS, des organismes Bailleurs de Fonds et, pour certaines d'entre elles, des acteurs privés.

I. DEMARCHE ET METHODOLOGIE

A. Problématique

La répartition des ressources en eau entre les différents utilisateurs (irrigation, décrue, eau potable, électricité, navigation, besoins environnementaux) ne peut se faire sans connaître précisément les besoins de chacune des activités.

Or, aujourd'hui, on ne connaît pas les prélèvements réels de l'agriculture irriguée. Chaque étude donne des objectifs en terme de superficie irriguée et de besoins en eau différents, qui ne sont pas toujours compatibles. L'OMVS est actuellement en train de mettre en place un système de suivi-évaluation des prélèvements..

C'est dans ce contexte que nous cherchons :

- dans un premier temps, à revoir et actualiser la banque de données du POGR, relative aux superficies aménagées, exploitables et irriguées, par année, par pays et par département, et par mode d'encadrement,
- dans un second temps, à estimer les consommations actuelles en eau par le secteur irrigué, de façon à aider l'IRD qui dispose par ailleurs de données sur les besoins en eau des autres activités liées au fleuve,
- enfin, nous analyserons la sensibilité de différents paramètres sur l'évolution des besoins en eau.

Une connaissance des consommations actuelles permettrait de mieux gérer l'évolution du secteur, des mesures à prendre (restauration des canaux, formation, incitation aux économies d'eau...). L'évolution des consommations est à prévoir pour se prémunir des pénuries et par conséquent des risques de conflits.

B. Démarche et méthodologie

Au fur et à mesure de ce stage, nous avons abordé la question de l'estimation des besoins en eau selon différentes approches. Initialement, nous aurions souhaité pouvoir estimer les besoins sur l'ensemble du territoire de la vallée et les cartographier de façon à illustrer la variabilité géographique et éventuellement à poursuivre l'analyse par superposition d'autres couches d'information. Se heurtant à des difficultés pour se munir de cartes et d'informations aussi précises, nous voulions alors évaluer les besoins en eau par département et mode d'encadrement. Les données statistiques étant pauvres et pas toujours fiables, et le temps imparti limité, nous avons finalement cherché à estimer les besoins de façon globale sur l'ensemble de la vallée, à partir de données statistiques, en excluant le Mali, prélevant peu dans le fleuve et pour lequel nous n'avons pas assez d'informations.

La première étape a consisté en recherches bibliographiques dans le but de prendre connaissance du contexte du secteur irrigué dans la vallée. De plus, elles permettaient la collecte de données et le repérage des différents acteurs.

Les données collectées furent ensuite complétées au cours d'entretiens auprès des organismes suivants : SAED et IRA à Saint-Louis, Service des Statistiques agricoles du Ministère de l'agriculture et PSI-Coraf à Dakar, SAED à Ross-Béthio ; SONADER, MDRE, PDIAIM, Cellule du foncier, et Ministère de l'hydraulique à Nouakchott, CNRASA à Rosso Mauritanie.

Nous nous sommes efforcés de constituer une banque de données, incluant les données récentes, dans le but de rassembler des statistiques, parfois difficiles d'accès et souvent éparpillées, et pourtant utiles pour bon nombre d'études.

Les données ont été traitées et représentées graphiquement à l'IRD Dakar. Après vérification et reprise des calculs, elles ont été la base de calculs et d'estimations, présentées dans la suite de ce document.

Au cours des entretiens, nous avons également obtenu des informations d'ordre qualitatif.

Enfin, nous avons visité plusieurs types de périmètres irrigués, en rive droite comme en rive gauche, de façon à relier des données chiffrées à des observations de terrain.

Les missions sont présentées en annexe 1.

C. Les données disponibles

1. La base de données initiale

Nous nous appuyons sur les données déjà recensées par Mathilde Tenneson dans sa note technique intitulée «L'irrigation dans la vallée du fleuve Sénégal, Adéquation entre besoins et ressources en eau» (2000).

2. Les données complémentaires

Nous nous sommes attachés à compléter les données manquantes, actuelles et à distinguer les aménagements selon la zone géographique, le mode d'encadrement et l'état des périmètres.

Nous avons également collecté des données de production et nous avons cherché à connaître les estimations des efficacités et consommations en eau faites par les structures concernées.

Nos principales sources d'informations sont la SAED, la SONADER et le MDRE.

3. Les problèmes rencontrés

Très souvent apparaissent des incohérences soit dans les données de sources différentes, soit dans les données d'une même source voire rassemblées sur un même tableau.

Il n'est pas rare de déceler des erreurs de calcul, de copie ou de reprise des données (citées mais transformées).

Parfois, des données de prévision sont mentionnées comme des résultats d'où de nombreuses divergences.

D'autres informations sont difficiles à obtenir malgré l'enjeu que représente le secteur irrigué. Il s'agit par exemple des bilans hydriques, des efficacités de l'irrigation, des assolements, des données sur les périmètres privés.

Enfin, les questions de consommations en eau ne sont pas toujours appréciées et peuvent rester sans réponse.

Il s'agit en effet d'un partage de ressources entre pays frontaliers, ce qui relève de décisions délicates.

4. Remarques quant à la présentation des résultats

- Les différents types de périmètres

- Les Grands périmètres collectifs

Il s'agit de périmètres de 500 à 2.000 ha, pourvus d'une station de pompage ou d'un barrage permettant l'irrigation gravitaire. Ils ont été aménagés par la SAED en rive gauche, la SONADER en rive droite et la SAED ou la SONADER en assurent encore l'encadrement, la gestion et la maintenance des ouvrages collectifs moyennant le paiement d'une redevance annuelle. Les périmètres, exploités en petites parcelles individuelles regroupées selon la maille hydraulique en groupements de producteurs ou coopératives, ont été réalisés sur financements publics (Etat - bailleurs de fonds), sans participation des bénéficiaires.

- Les petits et moyens périmètres collectifs ou périmètres villageois

Il s'agit de périmètres de 20 à plus d'une centaine d'hectares généralement réalisés par l'Etat sans participation financière des bénéficiaires. Ils sont équipés de motopompes et leur gestion est assurée par un groupement ou une coopérative. Sur ces périmètres, anciens et dont l'aménagement est sommaire, les parcelles individuelles sont de très petite taille (0,2 à 0,5 ha) ne permettant, dans le meilleur des cas, que l'autoconsommation familiale. Ils ont, particulièrement, subi les effets du désengagement de l'Etat.

- Les périmètres privés

Ils se caractérisent par le fait qu'ils ont été réalisés à l'initiative et à la charge des exploitants privés qui n'ont reçu, pour ce faire, aucune aide directe de l'Etat. La taille de ces périmètres varie en fonction des moyens financiers dont disposent les opérateurs. La plupart de ces périmètres ont été aménagés au moindre coût, leur conception est donc souvent sommaire et leur durée de vie limitée. Cependant, certains grands périmètres privés ont été récemment aménagés de façon plus pérenne. Le caractère sommaire de la plupart des aménagements, l'insuffisance de l'entretien et les problèmes de salinité dus à l'inexistence de drains sont responsables d'un taux élevé d'abandon de périmètres.

- Notions de superficie aménagée, d'intensifications, et notations utilisées.

La notion de *superficie totale aménagée* désigne l'ensemble de la surface utilisée dans le cadre de l'aménagement ; elle comprend donc les parties occupées par les parcelles de culture, mais aussi les pistes, les canaux, les stations de pompage, les digues, les aires de battage, etc.

Le *taux d'intensification* est défini par le rapport superficie exploitée sur superficie aménagée.

Nous utilisons aussi les terme de coefficient d'intensification global et partiel. Le *coefficient d'intensification partiel* pour une saison est égal au rapport superficies exploitées pendant la saison sur superficies aménagées totales. La somme des coefficients partiels donne le *coefficient global*.

Nous noterons S pour superficie, Sc pour superficie cultivée, RD pour rive droite, RG pour Rive Gauche.

CSF désigne la Contre-Saison Froide et CSC la Contre-Saison Chaude.

Nous avons obtenu pour la rive gauche des données détaillées selon les départements mais sans distinction par mode d'encadrement pour les superficies exploitées par département.

Pour la rive droite, nous disposons de données de superficies exploitées spécifiques à chaque type d'encadrement mais sans distinction entre les départements.

II. PRESENTATION DU SECTEUR DE L'IRRIGUE DANS LA VALLEE DU FLEUVE SENEGAL : EVOLUTION ET ETAT ACTUEL

A. Les différentes étapes

1. *L'incitation au développement de la riziculture (dans un but de réduire les importations et d'atteindre la sécurité alimentaire)*

L'irrigation dans la vallée du fleuve Sénégal a débuté depuis l'époque coloniale grâce à des aménagements simples comme des digues ou des ouvrages vannés.

Déjà, la seconde guerre mondiale avait souligné les inconvénients de la dépendance à l'égard du riz importé, associée à la monoculture arachidière et au déclin des cultures vivrières. Des projets rizicoles de grande envergure ont vu le jour, le plus souvent supervisés par l'Etat et subventionnés par la France, mais les premiers résultats furent très mauvais du point de vue financier et les rendements peu encourageants.

L'objectif principal était de réduire les importations et d'atteindre l'autosuffisance et la sécurisation alimentaire.

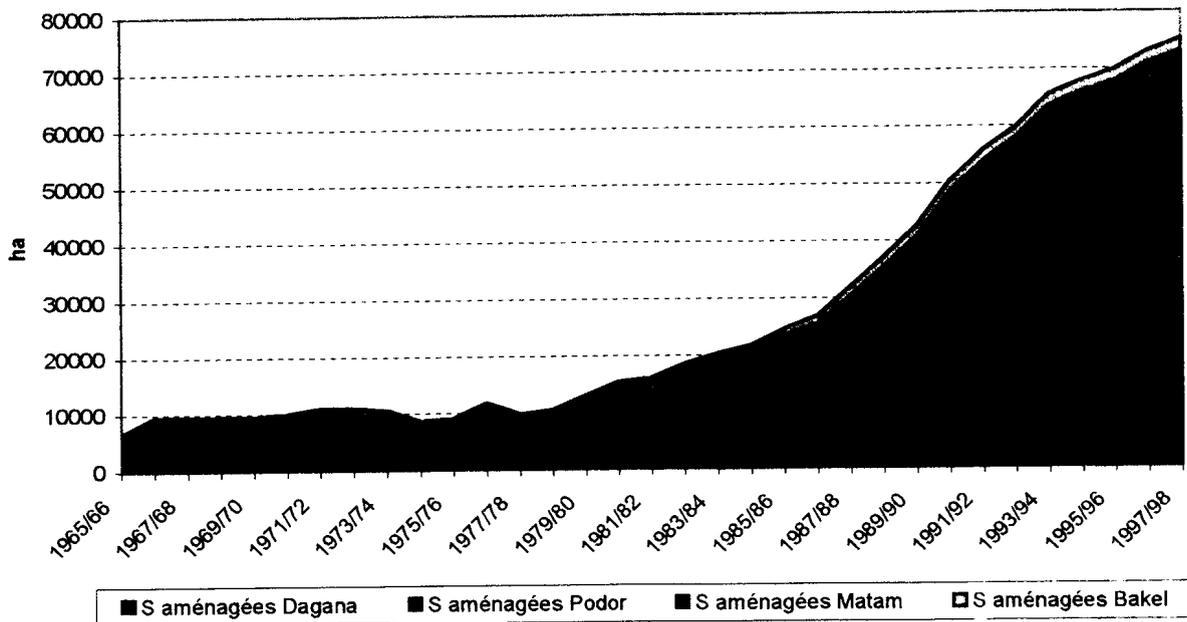
En effet, la vallée du fleuve Sénégal a longtemps été une zone de production, enrichie par le commerce, l'échange et les migrations de population. Les mauritaniens, ne disposant que de très faibles superficies de terres propres aux cultures ont vu dans la vallée un espoir d'augmentation de la production qui permettrait la couverture d'une partie des besoins nationaux outre la couverture des besoins locaux. Mauritaniens comme sénégalais considèrent la vallée comme une source de développement et de croissance économique dont les effets positifs se feraient sentir dans l'ensemble des pays.

Pour faire face aux aléas du climat, tout en s'intégrant au marché national et international, on s'orientait déjà dans une perspective de développement durable avec comme défis la compétitivité et la protection des ressources, ainsi que les contraintes politiques et sociales de la transition en réaffirmant l'objectif de sécurité alimentaire et d'amélioration des revenus.

2. *Le démarrage : un secteur nationalisé dans lequel le cultivateur est ouvrier de l'agriculture*

Ce n'est qu'au début des années 1970 que s'amorce un tournant dans l'histoire de l'irrigation dans la Vallée. Jusqu'ici, l'agriculture irriguée était concentrée dans le Delta et concernait essentiellement des populations déplacées. On assiste, avec la sécheresse, à une extension de l'agriculture irriguée à l'ensemble de la Vallée, adoptée aussi par les populations résidentes, contraintes d'abandonner en partie l'agriculture pluviale et l'agriculture de décrue, trop peu productives.

**Evolution des aménagements en Rive Gauche par département
(Source: SAED)**



(le tableau de données correspondant est présenté en annexe 2).

L'irrigation connaît alors une rapide expansion après l'indépendance et avec la création de la SAED au Sénégal en 1965 et de la SONADER en Mauritanie en 1975. La SAED et la SONADER sont des sociétés homologues qui ont connu globalement la même évolution.

Ces sociétés d'Etat ont été créées dans le but de développer la riziculture irriguée, elles devaient assumer des fonctions d'encadrement technique des agriculteurs, de vulgarisation de nouvelles techniques, de formation et d'appui à l'organisation paysanne. Elles intervenaient aussi en amont et en aval de la production, notamment en réalisant les études préliminaires, l'exécution ou la supervision des travaux, le crédit agricole, l'approvisionnement en intrants, la commercialisation des produits, la gestion et la maintenance du matériel agricole.

Ainsi, ces sociétés d'Etat supervisaient entièrement le secteur de l'irrigué (fourniture des intrants, location du matériel, aménagements, formation des cultivateurs, commercialisation de la récolte, crédit) et le cultivateur n'était alors qu'un ouvrier de l'agriculture. Bien souvent, les villageois étaient organisés en groupement pré-coopératif ou coopératifs.

L'objectif était de réduire les déficits vivriers, il s'agissait donc d'un objectif de production, associé à un objectif de maintien des populations en place dans un contexte de fort exode rural.

3. Le transfert aux privés

Les méthodes d'encadrement, sans doute nécessaires pour favoriser l'introduction de la riziculture irriguée, n'étaient pas viables sur le long terme. En effet, les coûts étaient lourds, les subventions ne pouvaient continuer à être aussi conséquentes. (De 1964 à 1972, les grands périmètres rizicoles de la SAED dans le Delta ont coûté 5,5 milliards de francs CFA). Enfin, la pratique de ces aides systématiques et généralisées n'allait pas dans le sens d'une responsabilisation des paysans.

Dans le contexte de réformes de la politique agricole au Sénégal en 1984 et en Mauritanie en 1989 et sous la pression des bailleurs de fonds internationaux, les sociétés publiques

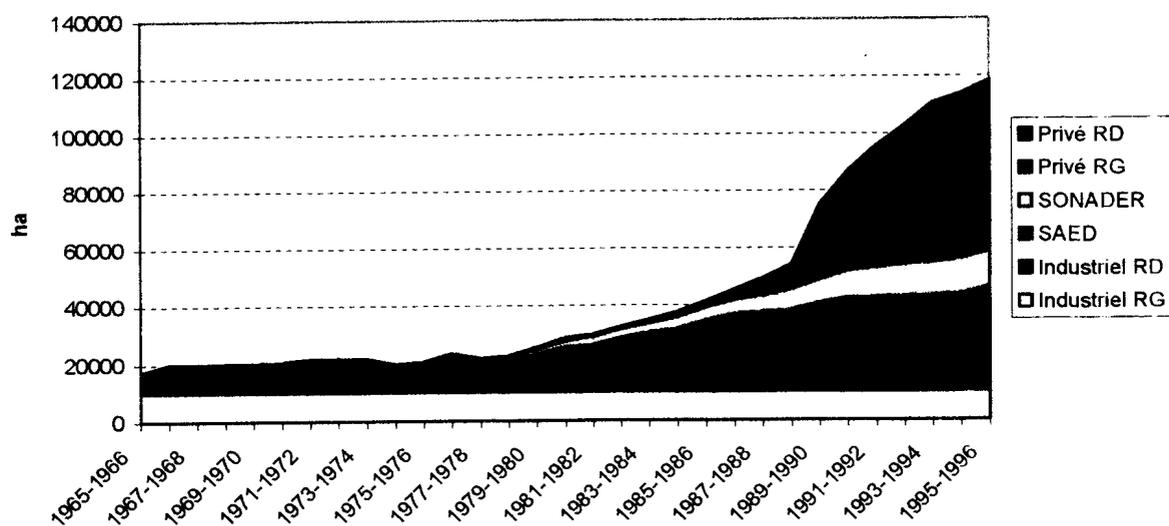
d'aménagement se sont désengagées, pour aboutir à un retrait quasiment complet des opérations de production et de commercialisation.

Au Sénégal, la NPA (Nouvelle Politique Agricole) née en 1984, poursuit, pour l'essentiel une politique de libéralisation des marchés et de promotion du secteur privé. Mais les effets du désengagement ne se font sentir qu'en 1987, date à laquelle la SAED se retire de la gestion directe des aménagements hydro-agricoles, du crédit, de la fourniture des intrants et des prestations mécanisées ; en 1990, elle se décharge de ses interventions dans les infrastructures et cesse la production et la vente des semences de riz. (Le Roy X., 1998)

En Mauritanie, la première restructuration a lieu en 1989 et supprime toutes les fonctions amont et aval de la production qu'assumait la SONADER. Les réformes sont initiées dans le cadre du Programme d'Ajustement du Secteur Agricole (PASA). En 1994, suite à une nouvelle lettre de mission signée entre l'Etat et la SONADER, celle-ci n'est plus investie que d'une mission de service public (planification, élaboration d'un environnement favorable à une croissance forte, formation, vulgarisation) accomplie en tant que simple démembrement de l'administration (Legoupil & al, PSI Coraf, 1998)

Ces désengagements se sont faits progressivement au profit des organisations paysannes (OP). Celles-ci se voient mises en avant et la structure juridique souple des groupements d'intérêt économique (GIE) favorise leur émergence. A cela se rajoute un second facteur favorable aux initiatives privées : l'insertion de caisse nationale de crédit, le CNCAS (née en 1987) au Sénégal et l'UNCACEM en Mauritanie, dans l'économie de la Vallée.

Evolution des superficies aménagées par type sur l'ensemble de la vallée
(sources: SAED, MDRE)



(Cf. annexe 3 pour les données chiffrées correspondantes)

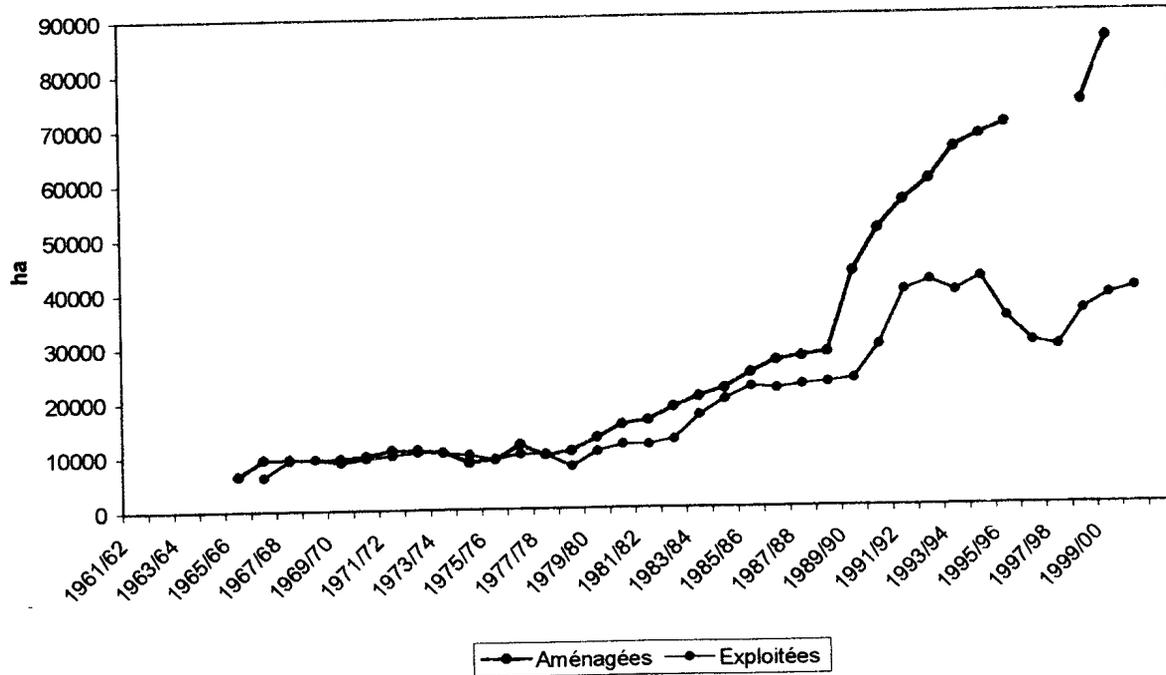
Des terres sont cédées ou transférées moyennant un engagement vis à vis de leur aménagement ou de leur entretien (redevances obligatoires). Les associations d'usagers doivent assurer l'exploitation et la maintenance des aménagements réalisés ou réhabilités sur fonds publics. L'entretien et la gestion des infrastructures hydro-agricoles générales (grands axes adducteurs, stations de pompage et de drainage, digues) et ceux des périmètres irrigués non transférés relèvent de la SAED ou de la SONADER.

Or, le transfert de charge ne s'est pas accompagné d'un transfert de moyens, ce qui a limité les résultats.

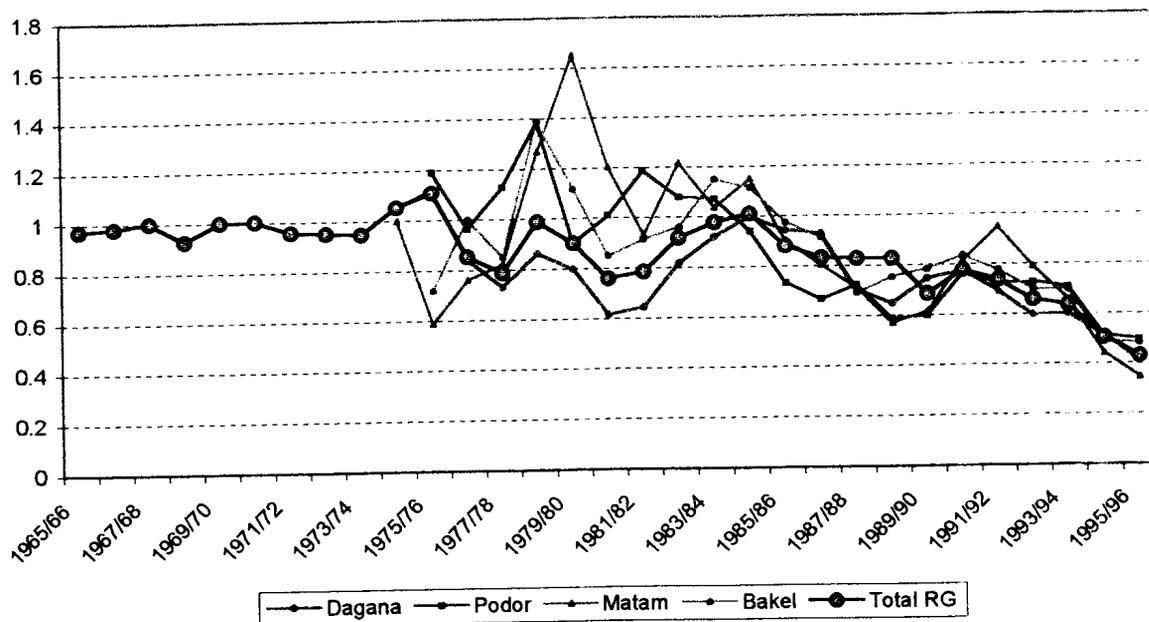
(Les superficies aménagées et exploitées, en rive droite, en rive gauche et dans la vallée sont présentées en annexe 4.)

- Rive gauche

Superficies aménagées et exploitées en Rive Gauche
(Source: SAED)



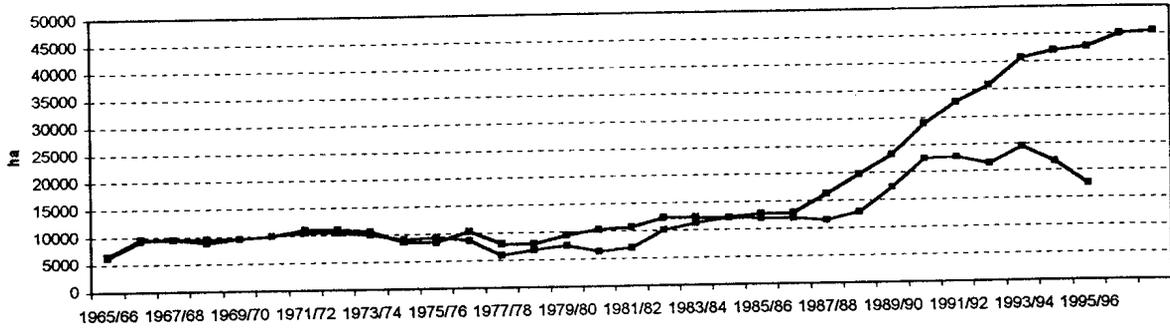
Evolution de l'intensification en Rive Gauche par département
(Source: SAED)



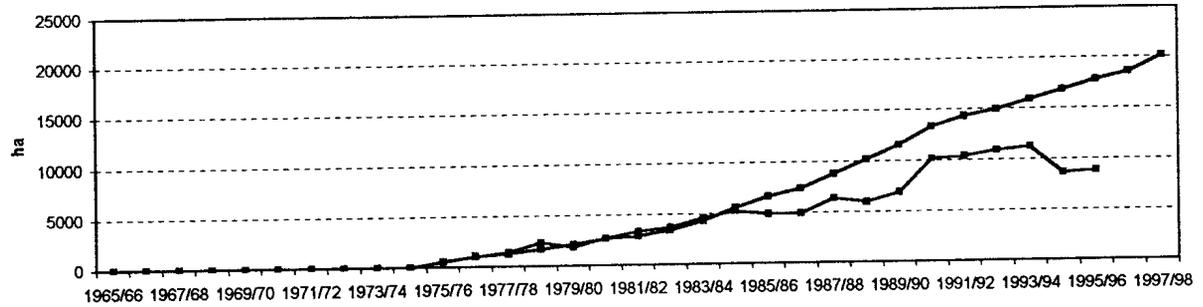
(Cf. annexe 5)

Evolution des superficies aménagées et exploitées dans chacun des départements
(Source: SAED)

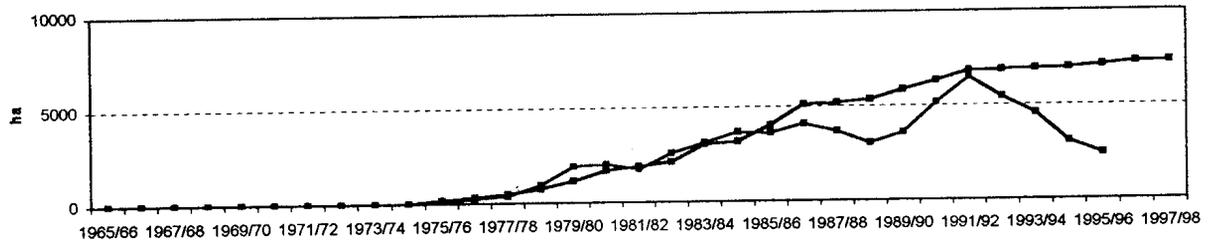
Dagana



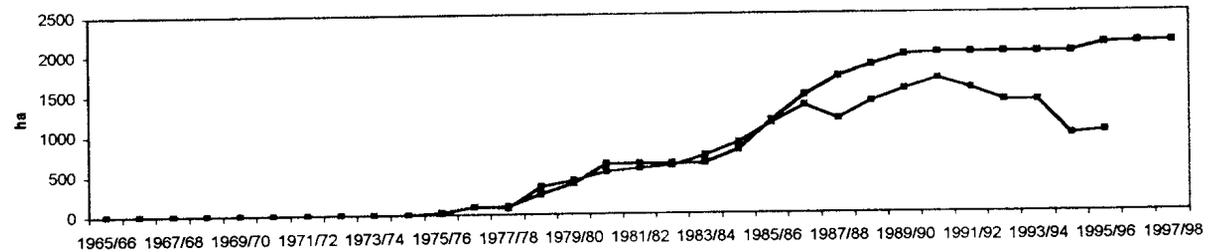
Podor



Matam



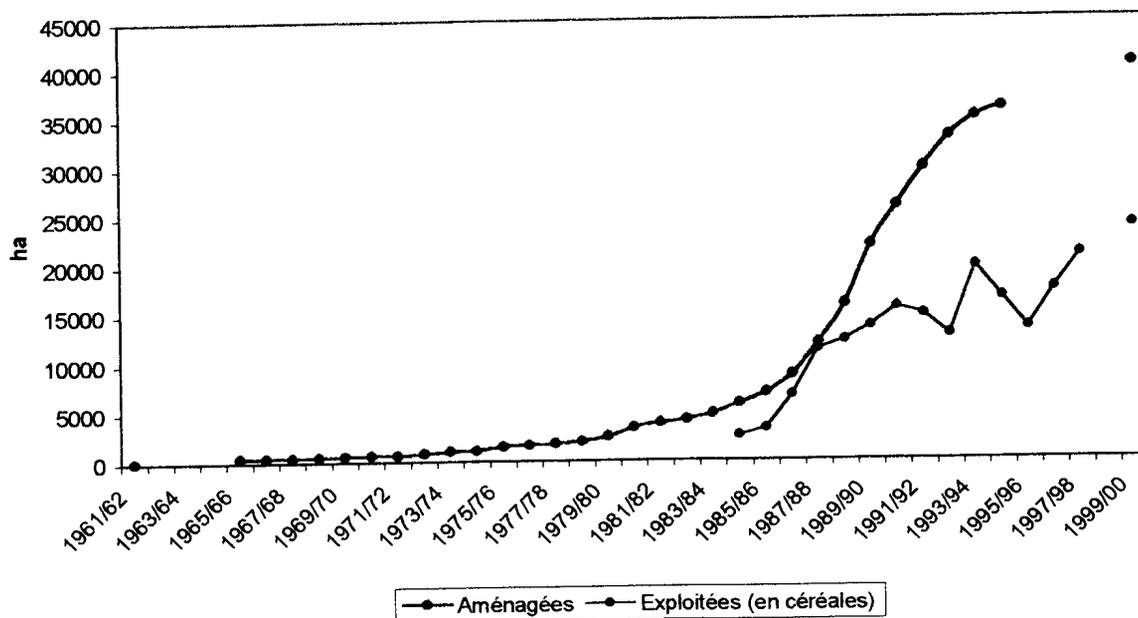
Bakel



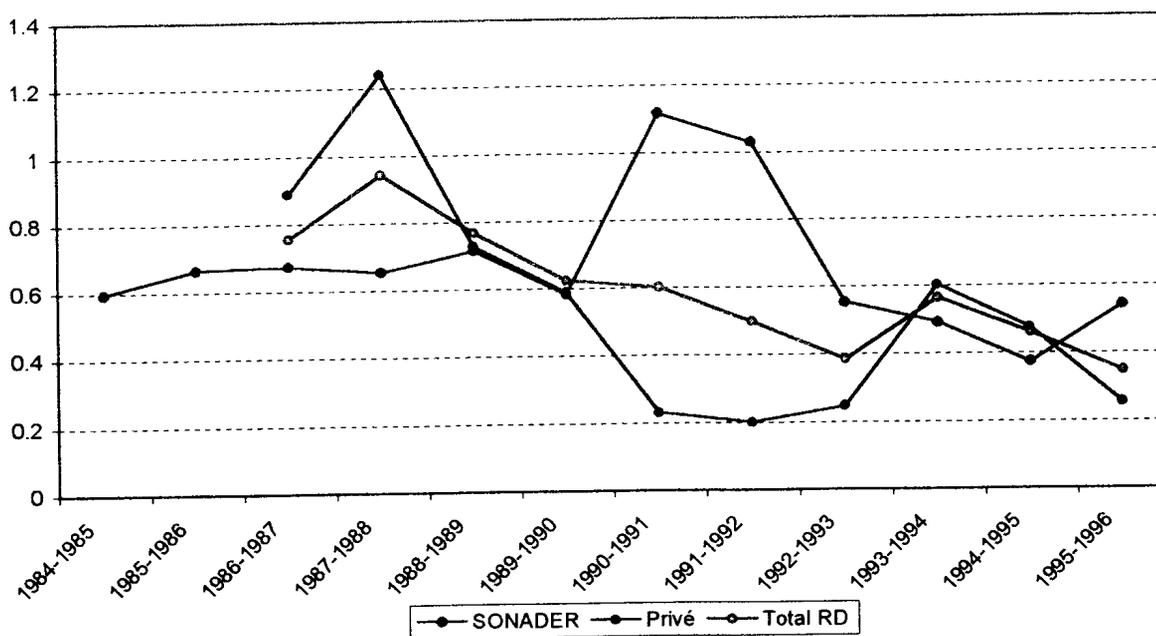
—■— S aménagées —●— S exploitées

▪ Rive droite
(Cf. annexe 4)

Superficies aménagées et exploitées en Rive Droite
(Source: SONADER, MDRE)



Evolution des intensifications en Rive Droite
(Source: SONADER et MDRE)



4. L'échec : intensification faible, aménagements précaires

Outre le transfert de la gestion des grands aménagements à des organisations paysannes, on assiste dès la fin des années 1980 à une explosion des aménagements privés, la mise en place des barrages sur le fleuve Sénégal ayant permis de sécuriser l'alimentation en eau des périmètres irrigués. Il s'agit de périmètres réalisés sur financement privé et gérés par des particuliers (entreprises privées industrielles, paysans ou non-paysans regroupés ou individuels). Ceci est favorisé par l'implantation du barrage de Diama en 1986, qui empêche la remontée des eaux salées dans le delta et remonte le niveau des eaux à plus d' 1,75 m dans un premier temps, plus de 2,50 m aujourd'hui.

Les superficies aménagées augmentent rapidement et s'étendent à l'ensemble de la vallée. Les terres les plus propres à la riziculture ayant déjà été aménagées, il n'est pas rare de constater des aménagements sur sol sablonneux ou salé, et/ou sans qu'aucun drainage ni planage n'ait été effectué.

De plus, du fait de l'application de la « vérité des prix », le coût des intrants ont augmenté et les paysans cherchant à réduire les coûts de production, voient les rendements diminuer.

En effet, le sous-secteur irrigué était favorisé par des prix élevés du riz, sous-tendus par des prélèvements tarifaires aux frontières. Il doit, aujourd'hui, s'adapter à la réduction des prélèvements conformément aux engagements de l'OMC (Dérégulation des prix jusque là garantis par la Caisse de péréquation).

L'augmentation des coûts de production a été renforcé par la dévaluation de 50 % du franc CFA en 1994. En effet, la majeure partie des intrants provient des importations. Seuls les engrais sont fabriqués au Sénégal mais ils coûtent relativement chers.

Or l'augmentation des coûts s'est accompagnée d'une baisse du prix à la vente, n'encourageant pas les cultivateurs à produire.

Enfin, aux difficultés techniques s'ajoutent les difficultés de crédit (pour le rembourser), et l'évolution du secteur irrigué, d'abord perçue comme un succès est aujourd'hui décevante de par l'abandon progressif des aménagements et la faible exploitation des superficies aménagées.

En effet, la double culture est rarement pratiquée et les taux de mise en valeur visés par les Etats sont loin d'être atteints.

5. L'évolution actuelle : la réhabilitation des périmètres

Plus de dix ans après l'implantation des barrages, les superficies totales aménagées sont d'environ 125 000 ha, dont 85 000 ha en rive gauche et 40 000 en rive droite en 2000. Seulement, 39 414 ha sont cultivés au Sénégal et 23 818 ha en Mauritanie, soit environ 55% de la superficie aménagée totale.

Les gouvernements, à travers les différents services des ministères de l'agriculture, la SAED ou la SONADER, mais aussi les ONG et autres structures ressources ont longtemps incité à l'aménagement (facilité de crédit, fourniture des semences...). On s'est aperçu qu'hélas les aménagements privés ou transférés étaient souvent sommaires, faute de crédits suffisants ou se dégradaient par manque d'entretien et étaient abandonnés après quelques années d'exploitation pour que soient répétés plus loin les mêmes erreurs.

Dans ce contexte, s'est mis en place un **Programme de Développement Intégré de l'Agriculture Irriguée en Mauritanie** (PDIAIM) qui vise à « la réhabilitation des périmètres dégradés mais encore en activité, et l'extension des périmètres collectifs dont la taille des parcelles familiales est trop petite pour permettre une activité économiquement viable ou même pour satisfaire les besoins d'autoconsommation de la famille ». Ce programme vise dans un deuxième temps, la diversification à laquelle est associée des productions à plus haute valeur ajoutée que le riz.

Au Sénégal, le **Plan Directeur de Développement de la Rive gauche** (PDRG) a été établi en 1994 et constitue un cadre de référence unique pour les interventions dans la Vallée.

L'eau est prélevée
directement
dans le fleuve grâce à un
groupe moto-pompe, mobile



Les canaux mal entretenus s'enherbent et l'eau
est perdue par infiltration



Le périmètre transféré de Pont-Gendarme
dans le delta

Il recherche un compromis entre social, écologie et économie, et suit une stratégie de développement intégré, axé sur l'alimentaire. Il place le secteur privé en avant et prend en compte l'eau comme seule véritable contrainte.

Aujourd'hui, la tendance est donc à la réhabilitation des aménagements dans le but d'intensifier les productions céréalières, notamment rizicoles et à la diversification des produits à laquelle est associée des productions à plus haute valeur ajoutée que le riz.

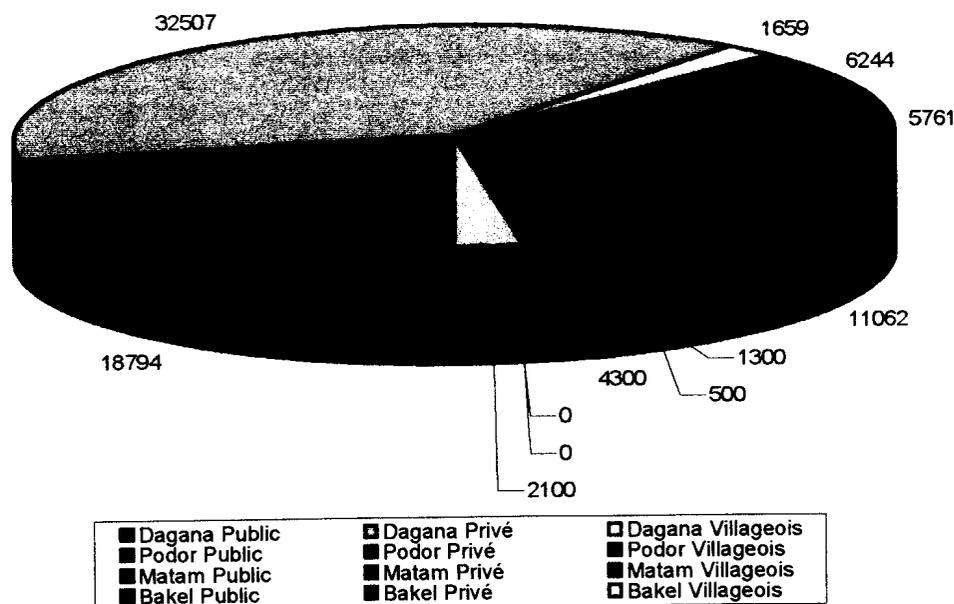
B. L'ETAT ACTUEL

1. Superficies aménagées

▪ Rive gauche

En 2000, la superficie aménagée totale est de 85 229 hectares (SAED). Elle se répartit comme suit :

Répartition des aménagements hydro-agricoles en Rive Gauche par département en 2000 (Source: SAED) (hectares)



▪ Rive droite

En 2000, la superficie aménagée totale est de 40 261 hectares (MDRE). Nous ne connaissons pas la répartition des aménagements par wilaya. La distinction des aménagements par type d'encadrement est connue jusqu'en 1995, année pour laquelle le privé représente 2/3 des superficies aménagées totales.

2. Superficies exploitées

▪ Rive gauche

Sur les 85 229 ha aménagés, seuls 39 414 ha sont exploités (SAED). Ceci correspond à un taux d'intensification de 46% :

Nous ne connaissons ni la répartition entre département, ni la répartition par mode d'encadrement.

- Rive droite

Sur les 40 261 ha aménagés, seuls 23 818 ha sont exploités (MDRE). Soit un taux d'intensification de 59%.

En 1997-1998, les superficies exploitées étaient réparties ainsi : 7% pour la ferme M'Pourié, 36% pour les périmètres publics SONADER, et 57% pour les périmètres privés.

3. Productions, rendements

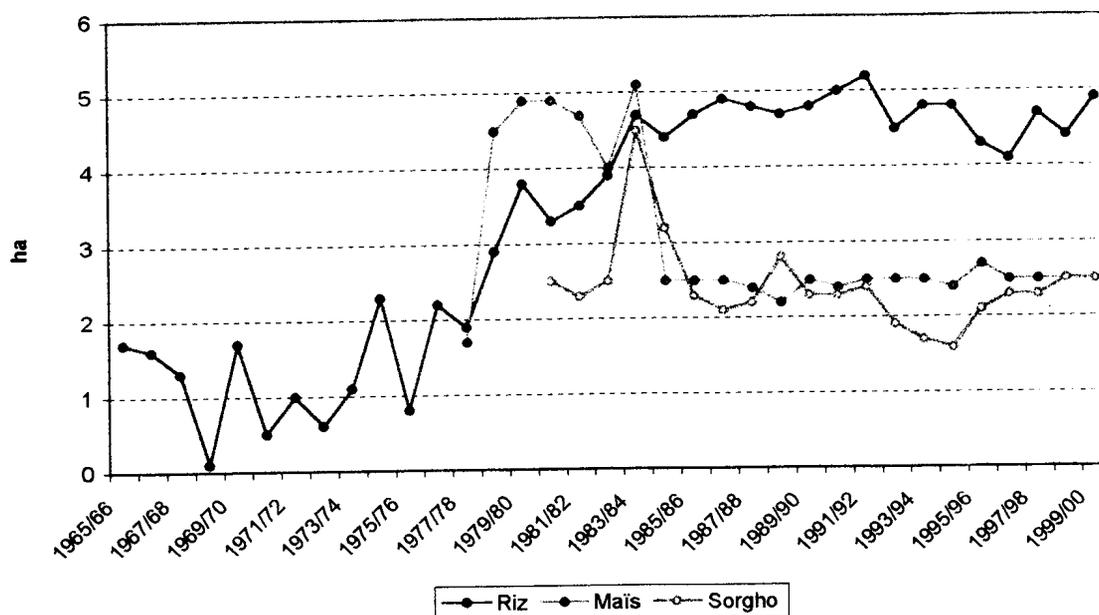
Les tableaux de données sont présentés en annexe 6.

- Rive gauche

Aujourd'hui, les rendements sont de 4,9 tonnes de paddy de riz à l'hectare, 2,5 tonnes de sorgho à l'hectare et 2,5 tonnes de maïs à l'hectare.

Globalement, le rendement du riz a augmenté, celui du sorgho et du maïs, oscillent autour de 2,5 T/ha après avoir atteint jusqu'à 4,5 et 5,1 T/ha. Ces rendements sont bien inférieurs à ce qu'ils pourraient être si les conditions techniques étaient favorables.

**Evolution des rendements en céréales sur la rive gauche
(Source: SAED)**



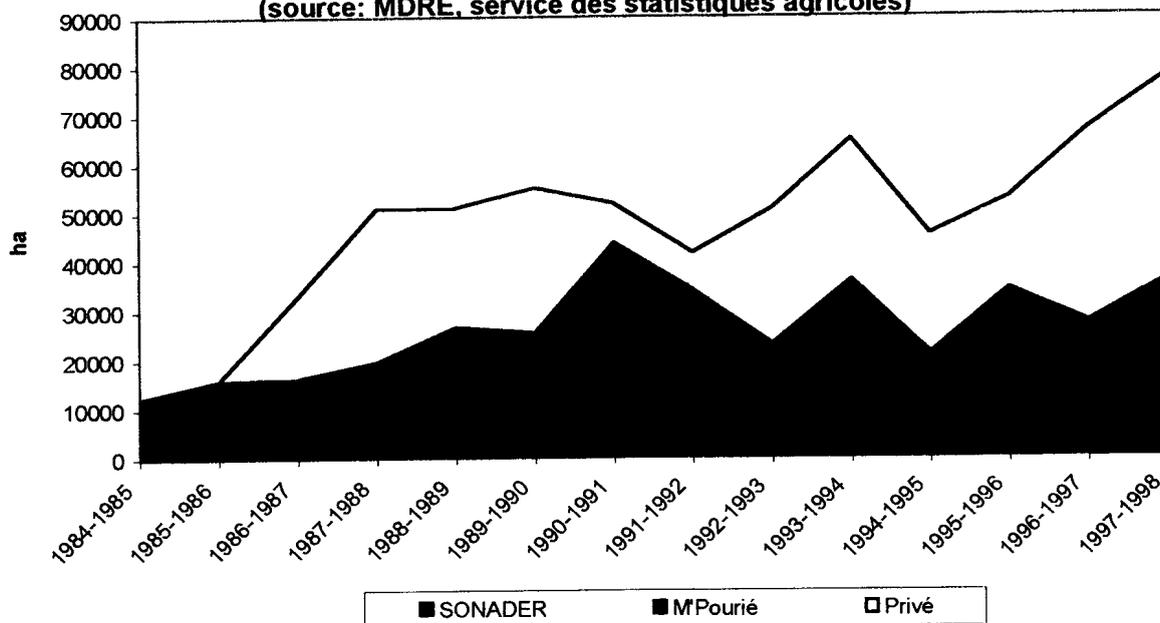
- Rive droite

Le MDRE s'intéresse uniquement à l'ensemble des céréales.

Globalement, les rendements obtenus sur les périmètres SONADER sont supérieurs à ceux obtenus sur les périmètres privés. Le périmètre de M'Pourié, d'abord ferme d'état, a aujourd'hui été racheté par des chinois qui ont entrepris la réhabilitation du périmètre et qui appliquent leur savoir-faire.

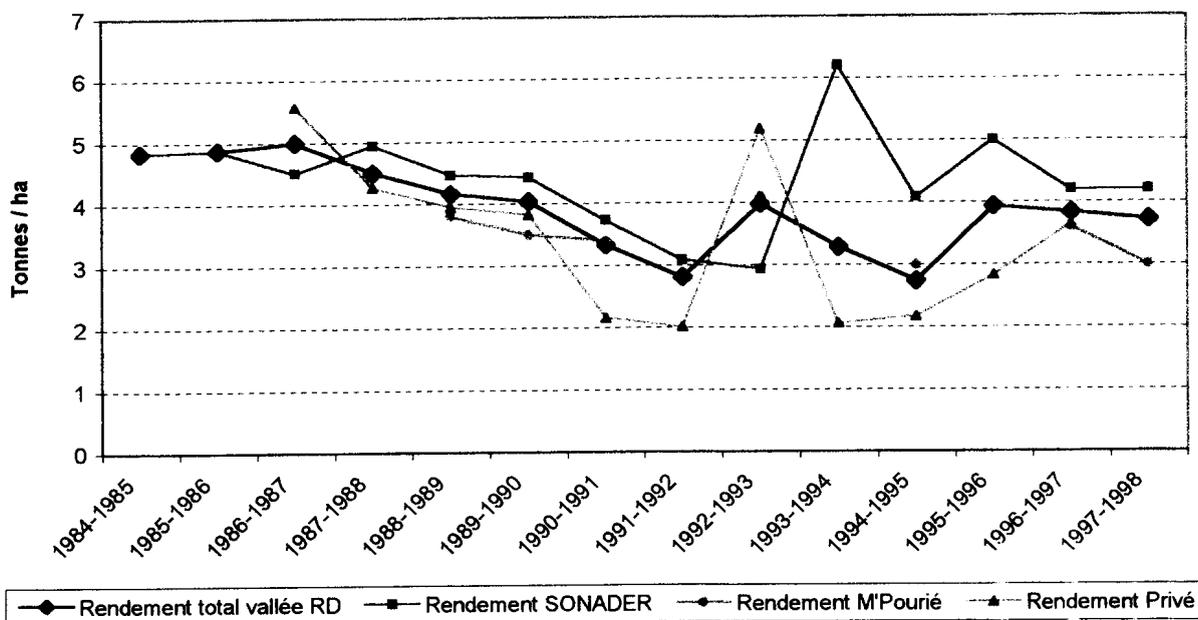
Evolution de la production en céréales en irrigué par mode d'encadrement

(source: MDRE, service des statistiques agricoles)



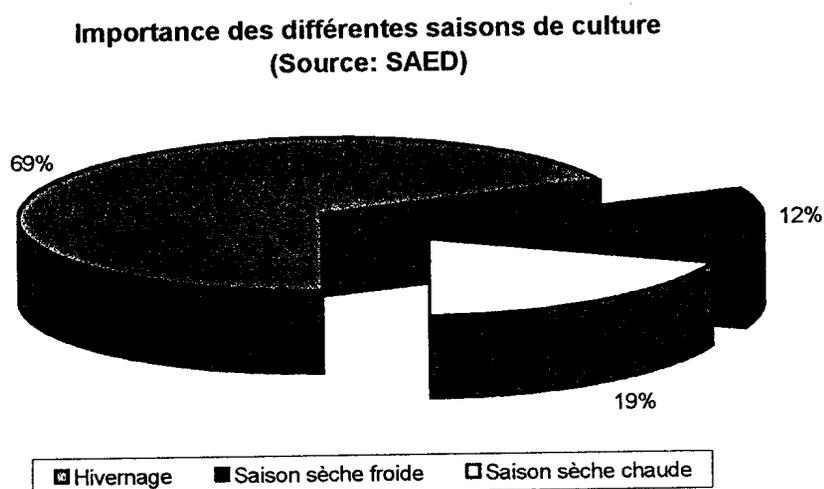
Evolution des rendements en céréales en Rive Droite

(Source: MDRE, service des statistiques agricoles)



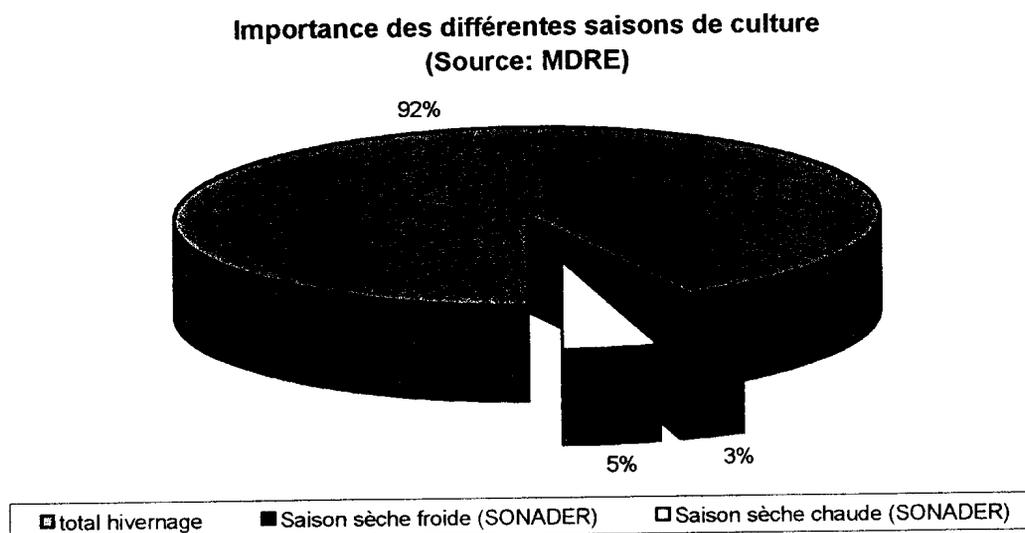
4. Importance des différentes saisons de culture

- Rive gauche



- Rive droite

Les données concernant les superficies cultivées en saison sèche froide et chaude ne concernent que les périmètres gérés par la SONADER. Nous considérerons qu'il ne se pratique que des cultures d'hivernage sur les périmètres privés. Il faudrait vérifier l'absence de cultures de contre-saison sur ces périmètres.



5. Assolements

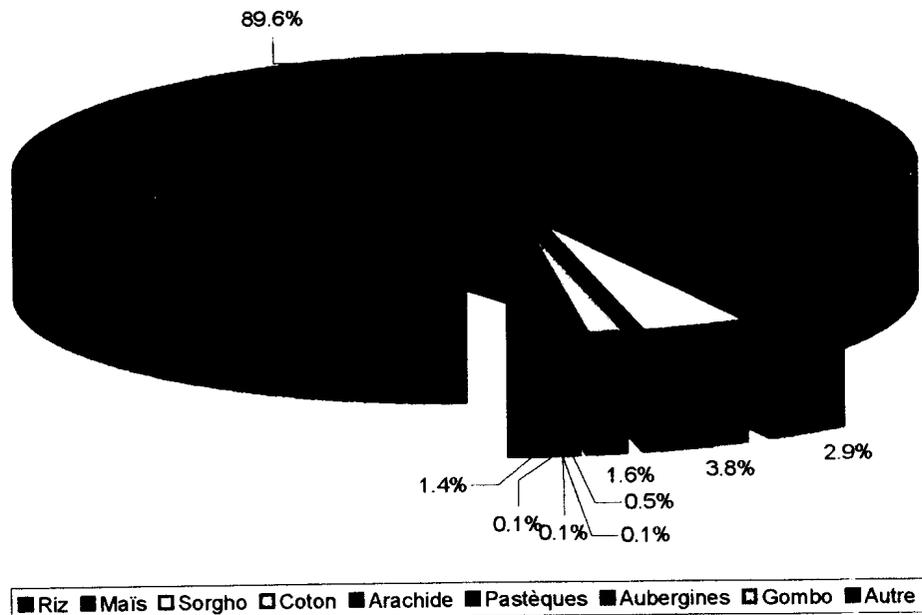
(Cf. annexe 7)

- Rive gauche

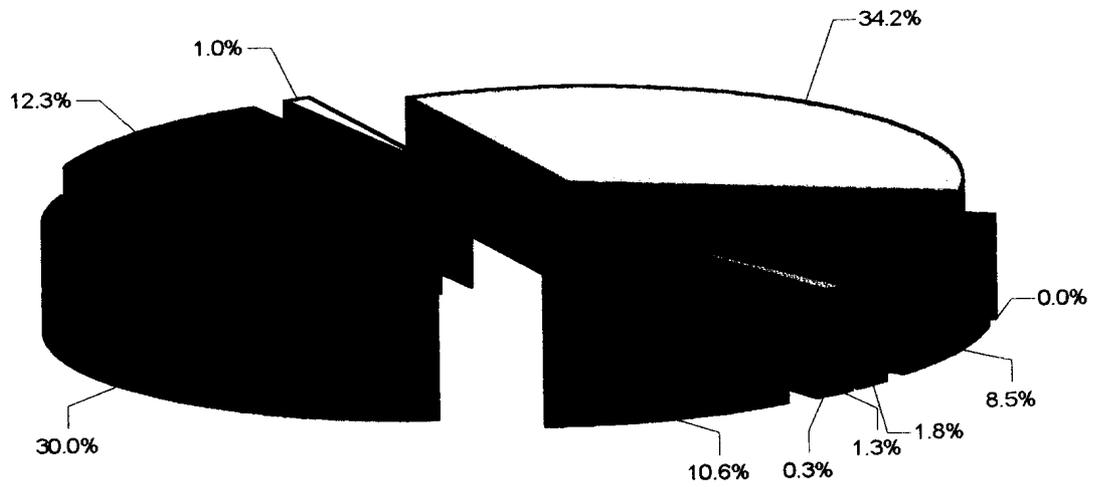
En rive gauche, il existe des cultures industrielles :

- La Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS) à Richard-Toll, exploite 7800 ha de cannes à sucre sur 10 880 ha aménagés. Il s'agit d'une culture tout au long de l'année ;
- La SOCAS (Société de Conserverie Alimentaire du Sénégal) à Richard-Toll cultive 2000 ha de tomates de Novembre à Mai.

Assolement en Rive Gauche pour l'hivernage 99/00 (Source: SAED)

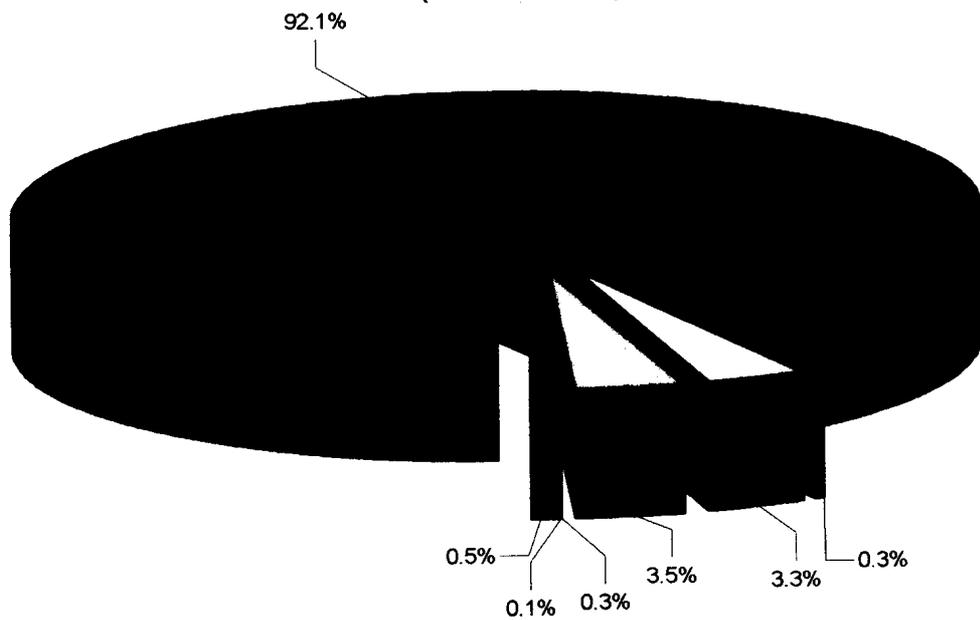


Assolement en Rive Gauche pour la contre-saison froide 99/00



■ Tomate ■ Maïs □ Sorgho □ Oignon ■ Maraîchage ■ Patate douce ■ Gombo □ Pastèques ■ Arachides ■ Autres

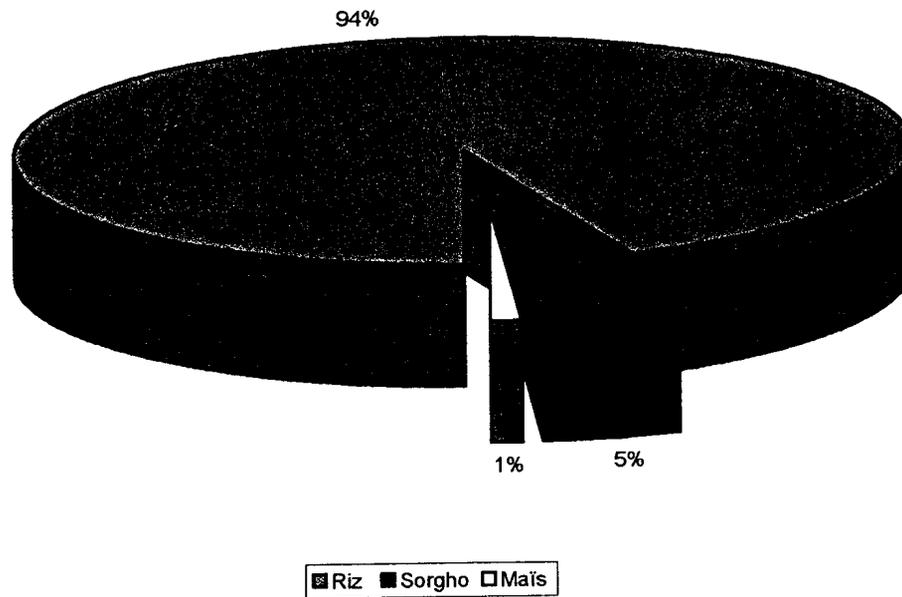
Assolement en Rive Gauche pour la contre-saison chaude 99/00
(Source: SAED)



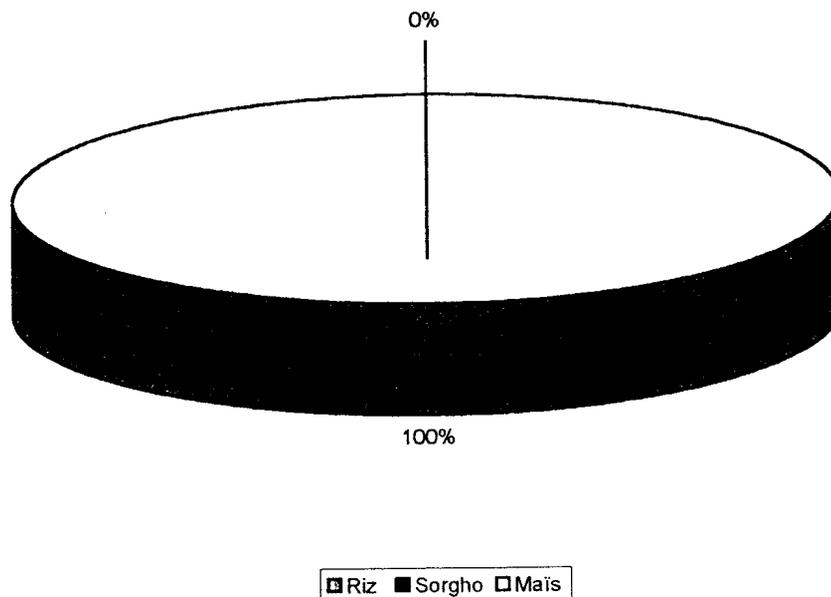
■ Riz ■ Arachide □ Patate douce □ Gombo ■ Tomate ■ Oignon ■ Autres

- Rive droite

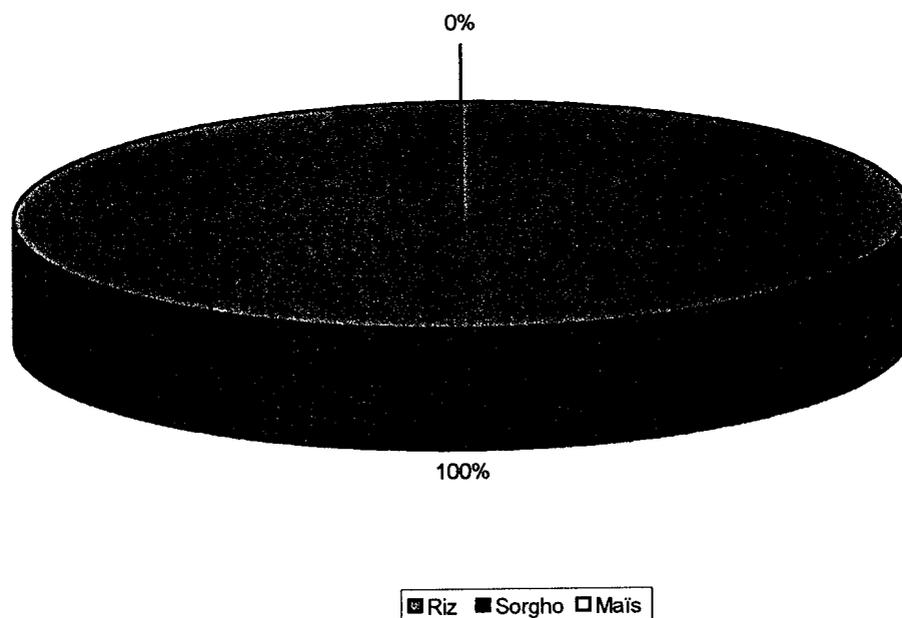
Assolement en Rive Droite pour l'hivernage 99/00 (Source: MDRE)



Assolement en Rive Droite pour la contre-saison froide 99/00 (Source MDRE)



**Assolement en Rive Droite pour la contre saison chaude 99/00
(Source: MDRE)**



Notons que les cultures en contre-saison sont effectuées seulement sur les grands périmètres publics gérés par la SONADER.

Il est intéressant de comparer les caractéristiques actuelles du secteur irrigué avec les objectifs formulés par les Etats au cours des dernières années.

Ainsi, on s'aperçoit qu'on est loin des objectifs visés par les Etats.

En terme de superficies, le PDRG visait 63 000 ha de terres aménagées en 2002, dont 53 000 ha de cultures vivrières mis en valeur à 100% et de coefficient d'intensification à 1,5 (100 % en hivernage et 50% en contre-saison), 10 000 ha de cultures industrielles de canne à sucre. Les aménagements sont suffisants (au regard de cet objectif) mais la mise en valeur est très faible et l'intensification est inférieure à un tiers de ce que le PDRG visait. A l'horizon 2017, le PDRG prévoit 98 000 ha d'aménagés, exploités à 100% en hivernage et à 60% en contre-saison. Il serait préférable de réhabiliter les périmètres difficilement exploitables et ainsi d'augmenter la mise en valeur avant d'investir dans de nouveaux aménagements.

Le PDIAIM, en rive droite, prévoyait pour la fin de son programme (2003) une superficie aménagée totale de 42 000 ha, ce qui correspond globalement aux surfaces actuellement aménagées. Nous ne connaissons pas les objectifs précis du PDIAIM en terme de mise en valeur des superficies aménagées. Le PDIAIM vise toutefois à la double culture et à la diversification des produits.

A terme, 375 000 ha devraient être aménagés sur l'ensemble de la vallée (OMVS).

Actuellement, le MDRE estime à plus de 40% la part des superficies aménagées abandonnées en rive droite, et la SAED estime à plus de 60% les périmètres exploitables dans des conditions précaires ou ne présentant pas les conditions minimales d'exploitation (Classification des périmètres irrigués selon leur efficacité, SAED, 2000).

Les rendements sont souvent faibles, parfois en dessous des seuils de rentabilité. Ils peuvent être améliorés par une meilleure utilisation des engrais, des phytosanitaires et de semences sélectionnées, mais également par des apports hydriques raisonnés

III. BESOINS EN EAU DU SECTEUR IRRIGUE

A. Hypothèses de travail

1. Besoins théoriques en eau des différentes cultures

Nous retiendrons les données fournies par la FAO. En effet, celles-ci sont complètes et spécifiques à la vallée du fleuve.

Nous avons retenu les besoins en eau du riz d'hivernage du delta, puisque c'est dans cette zone que les superficies sont les plus importantes ; De plus, ces besoins sont plus élevés dans le delta que dans la moyenne vallée (16 230 m³/ha contre 15 060 m³/ha) et nous préférons sur-estimer les besoins plutôt que les sous-estimer. Ils correspondent à des besoins pour une année de pluviométrie normale (entre humide et sèche). Ils incluent la mise en eau des terres.

	Besoins théoriques des différentes cultures à la parcelle (m3/ha/mois) *														
	Hivernage					Contre-saison froide				Contre-saison chaude			Cultures industrielles		
	Riz (delta, année normale)	Maïs	Sorgho	Coton	Arachide	Tomates	Maïs	Oignon	Pomme de terre	Riz (delta)	Arachide	Tomate	Canne à sucre	tomates	
janvier	0	0	0	0	0	1340	1480	1190	1550	0	0	0	1674	892.8	
février	0	0	0	0	0	1840	1760	1580	1770	2408	910	580	1512	1596	
mars	0	0	0	0	0	1910	1100	1780	1230	6285	1380	1270	2232	2294	
avril	0	0	0	0	0	500	0	890	0	6128	1640	1630	2700	2490	
mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4612	1560	1850	3162	744	
juin	0	260	350	350	490	0	0	0	0	0	310	1350	3060	0	
juillet	3050	510	510	350	610	0	0	0	0	0	0	260	2790	0	
août	5507	600	290	140	250	0	0	0	0	0	0	0	2604	0	
septembre	3628	1010	250	410	280	0	0	0	0	0	0	0	2520	0	
octobre	3484	720	300	1420	730	0	0	0	0	0	0	0	2604	0	
novembre	561	0	0	1470	0	530	320	530	390	0	0	0	2340	1080	
décembre	0	0	0	540	0	1080	830	1060	980	0	0	0	1860	918.5	
Total (m3/ha/an)	16230	3100	1700	4680	2360	7200	5490	7030	5920	19433	5800	6940	29058	10015.3	

* valeurs incluant l'efficience d'application au sein de la parcelle

Ici, nous avons représenté les besoins en eau des différentes cultures (données FAO) et les besoins en eau des légumes (supposés égaux aux besoins en eau des fèves d'hivernage), donnée fournie par Gibb (1987).

Par la suite, nous avons fait les approximations suivantes :

- Les légumes de contre-saison froide (respectivement contre-saison chaude) ont les mêmes besoins que les tomates de contre-saison froide (respectivement contre-saison chaude).
- Les légumes d'hivernage ont les mêmes besoins que les fèves d'hivernage (données GIBB, 1987)
- L'arachide de contre-saison froide a les mêmes besoins que l'arachide de contre-saison chaude, les besoins en eau sont avancés de trois mois (l'apport d'eau débute en novembre et non en février).
- Le sorgho de contre-saison froide a les mêmes besoins que le maïs d'hivernage.
En effet, nous ne disposons d'aucun chiffre. En réalité, le sorgho a des besoins légèrement inférieurs au maïs, de ce fait nous surestimons les consommations.
- La patate douce de contre-saison (froide et chaude) a les mêmes besoins que la pomme de terre de contre-saison froide. (pour la contre-saison chaude, on retarde les besoins de trois mois, l'apport d'eau débute en février et non en novembre).

2. *Assolements*

Nous reprenons ici les données exposées dans le paragraphe précédent (II.B. Etat actuel). Remarquons qu'il n'existe pas de cultures industrielles en rive droite.

3. *Efficiences*

Les bilans d'eau saisonniers permettent le calcul des efficiences d'irrigation.

L'efficience d'application à la parcelle (c'est à dire le quotient : besoin théorique des cultures seules sur volume d'eau apporté à la parcelle) est inclus dans les besoins en eau fournis ci-dessus.

L'efficience de distribution correspond à la part de l'eau distribuée qui va effectivement alimenter la culture. Le reste correspond aux pertes par percolation, infiltration dans le réseau d'irrigation du périmètre.

Les différents bilans d'eau effectués par le projet « Gestion de l'eau dans les rizières du delta du fleuve Sénégal », J. Ceuppens, D.Raes, M. Sarr, E. De Nys (projet Ku-Leuven SAED, 89 à 93 et 94 à 98), montrent que « les aménagements de type SAED ont une efficience totale d'environ 50% et une efficience de distribution avoisinant les 85% lorsqu'ils sont bien entretenus. Les aménagements de type privé ont des performances faibles à médiocres et l'efficience totale est généralement de 40% avec une efficience de distribution inférieure à 70% ». (Le Goupil & al, PSI Coraf, 2000).

Différents bilans d'eau effectués par la SAED, Ku-leuven ou le PSI-Coraf sont présentés en annexe 8.

Dans sa note technique, Mathilde Tenneson suppose que l'efficience brute de transport et distribution est de 60% pour le riz, le maïs, les fèves et la canne à sucre, de 50% pour les légumes et les tomates. Elle tient compte d'un retour au réseau de drainage évalué à 5%, et de ce fait les efficiences nettes sont respectivement de 65% et 55% (hypothèses utilisées par Gibb).

Au regard des différents bilans d'eau dont nous disposons et considérant que ces suivis sont effectués sur des périmètres non représentatifs puisqu'ils sont l'objet d'améliorations

techniques, nous préférons conserver les hypothèses formulées par M. Tenneson et ainsi surestimer les besoins plutôt que l'inverse.

B. Estimation des besoins en eau actuels

Pour faciliter les calculs, nous avons calculé pour chaque campagne la part des superficies cultivées sur une saison sur la superficie cultivée totale. Ceci correspond à l'importance relative de la saison de culture.

Ensuite, nous calculons la part de chaque culture dans l'assolement pour chaque saison.

Ainsi, nous évaluons pour chaque saison, les besoins annuels à la parcelle de chaque culture en m^3/ha cultivé. Ces besoins sont multipliés par l'inverse de l'efficacité de distribution (par 1,54 pour une efficacité de 65% et par 1,82 pour une efficacité de 55%), ceci nous donne les besoins annuels à l'irriguant par culture et pour chaque saison, en m^3/ha cultivé.

Ainsi, en sommant les besoins par culture, nous déduisons les besoins annuels à la parcelle de l'assolement vivrier pour chaque saison, et les besoins annuels à l'irriguant pour chaque saison.

La somme des besoins en eau saisonniers donne les besoins totaux, en m^3/ha cultivé.

Il nous suffit alors de multiplier par la superficie cultivée totale.

Les consommations des cultures industrielles sont évaluées séparément. En effet, il s'agit de périmètres sur lesquels les cultures sont les mêmes chaque année. De ce fait, dans l'analyse de sensibilité qui suit, nous n'en tiendrons pas compte.

Les résultats sont présentés sous forme de tableau ci-après.

▪ Rive gauche

HIVERNAGE										
	Riz	Mais	Sorgho	Coton	Arachide	Pastèques	Aubergines	Gombo	Autre	Total
S cultivée / S cultivée par annuelle	0.6838	0.6838	0.6838	0.6838	0.6838	0.6838	0.6838	0.6838	0.6838	0.6838
Part de la culture dans l'assolement	0.90	0.03	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.00
Inverse de l'efficience de distribution	1.54	1.54	1.54	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	

HIVERNAGE										
	Riz	Mais	Sorgho	Coton	Arachide	Pastèques	Aubergines	Gombo	Autre	Total
Janvier	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Février	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mars	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Avril	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mai	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Juin	0.0	5.2	9.1	3.8	1.5	0.6	0.6	0.4	7.7	28.9
Juillet	1874.8	10.3	13.3	3.8	1.9	1.8	1.8	1.2	23.0	1931.7
Août	3385.0	12.1	7.6	1.5	0.8	1.5	1.5	1.0	19.0	3429.9
Septembre	2230.1	20.3	6.5	4.4	0.9	0.8	0.7	0.5	9.6	2273.8
Octobre	2141.5	14.5	7.8	15.2	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2181.4
Novembre	344.8	0.0	0.0	15.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	360.6
Décembre	0.0	0.0	0.0	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8
Besoins annuels de l'assolement (m3/ha cultivé)	9976.3	62.4	44.4	50.2	7.4	4.7	4.5	3.0	59.3	10212.2
Besoins annuels de l'irriguant (m3/ha cultivé)	15348.1	96.0	68.3	91.3	13.4	8.5	8.3	5.4	107.9	15747.2

CONTRE-SAISON FROIDE											
	Tomate	Maïs	Sorgho	Oignon	Maraiçage	Patate douce	Gombo	Pastèques	Arachides	Autres	Total
S cultivée saison / S cultivée annuelle	0.1209	0.1209	0.1209	0.1209	0.1209	0.1209	0.1209	0.1209	0.1209	0.1209	0.1209
Part de la culture dans l'assolement	0.30	0.12	0.01	0.34	0.00	0.08	0.02	0.01	0.00	0.11	1.00
Inverse de l'efficience de distribution	1.54	1.54	1.54	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	

CONTRE-SAISON FROIDE											
	Tomate	Maïs	Sorgho	Oignon	Maraiçage	Patate douce	Gombo	Pastèques	Arachides	Autres	Total
janvier	48.6	22.1	1.8	49.2	0.0	15.9	3.0	2.0	0.6	17.1	160.4
février	66.8	26.3	2.2	65.3	0.0	18.2	4.1	2.8	0.6	23.5	209.6
mars	69.3	16.4	1.4	73.6	0.0	12.6	4.3	2.9	0.1	24.4	204.9
avril	18.1	0.0	0.0	36.8	0.0	0.0	1.1	0.8	0.0	6.4	63.2
mai	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
juin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
juillet	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
août	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
septembre	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
octobre	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
novembre	19.2	4.8	0.4	21.9	0.0	4.0	1.2	0.8	0.3	6.8	59.4
décembre	39.2	12.4	1.0	43.8	0.0	10.1	2.4	1.6	0.5	13.8	124.8
Besoins annuels de l'assolement (m3/ha cultivé)	261.2	81.9	6.8	290.6	0.0	60.8	16.1	11.0	2.1	91.9	822.3
Besoins annuels de l'irriguant (m3/ha cultivé)	401.9	126.0	12.4	528.3	0.0	110.6	29.2	19.9	3.7	167.1	1399.2

CONTRE-SAISON CHAUDE								
	Riz	Arachide	Patate douce	Gombo	Tomate	Oignon	Autres	Total
S cultivée saison / S cultivée annuelle	0.1927	0.1927	0.1927	0.1927	0.1927	0.1927	0.1927	0.1927
Part de la culture dans l'assolement	0.92	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	1.00
Inverse de l'efficience de distribution	1.54	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	

CONTRE-SAISON CHAUDE								
	Riz	Arachide	Patate douce	Gombo	Tomate	Oignon	Autres	Total
Janvier	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Février	427.2	0.5	2.5	3.9	0.1	0.3	0.5	435.1
Mars	1115.1	0.7	6.2	8.5	0.3	0.6	1.2	1132.7
Avril	1087.3	0.9	9.8	11.0	0.4	0.8	1.5	1111.7
Mai	818.3	0.8	11.2	12.4	0.5	0.9	1.7	845.9
Juin	0.0	0.2	7.8	9.1	0.3	0.7	1.2	19.3
Juillet	0.0	0.0	0.0	1.7	0.1	0.1	0.2	2.2
Août	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Septembre	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Octobre	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Novembre	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Décembre	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Besoins annuels de l'assolement (m3/ha cultivé)	3447.9	3.1	37.6	46.7	1.8	3.5	6.3	3546.8
Besoins annuels de l'irriguant (m3/ha cultivé)	5304.4	5.6	68.3	84.8	3.2	6.4	11.5	5484.3

	Cultures industrielles	
	Canne à sucre	Tomate
S cultivée saison / S cultivée annuelle	1	1
Inverse de l'efficience de distribution	1.54	1.82

	Cultures industrielles	
	Canne à sucre	Tomate
janvier	1674.0	892.8
février	1512.0	1596.0
mars	2232.0	2294.0
avril	2700.0	2490.0
mai	3162.0	744.0
juin	3060.0	0.0
juillet	2790.0	0.0
août	2604.0	0.0
septembre	2520.0	0.0
octobre	2604.0	0.0
novembre	2340.0	1080.0
décembre	1860.0	918.5
Besoins annuels de l'assolement (m3/ha cultivé)	29058.0	10015.3
Besoins annuels de l'irriguant (m3/ha cultivé)	44704.6	18209.6

Résultats

S. cultivée (ha)	total assolement			canne à sucre			tomate		
	39414			7800			2000		
	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V (10 ⁶ m ³)	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V (10 ⁶ m ³)	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V (10 ⁶ m ³)
janvier	10.7	12.7		20.1	7.5		3.2	1.2	
février	40.4	24.0		18.1	6.8		5.8	2.2	
mars	82.6	44.0		26.8	10.0		8.3	3.1	
avril	72.0	42.4		32.4	12.1		9.1	3.4	
mai	51.6	34.4		37.9	14.2		2.7	1.0	
juin	3.3	14.9	260.6	36.7	13.7	172.1	0.0	0.0	29.2
juillet	117.7	56.4		33.5	12.5		0.0	0.0	
août	208.3	89.4		31.2	11.7		0.0	0.0	
septembre	138.1	62.8		30.2	11.3		0.0	0.0	
octobre	132.5	61.1		31.2	11.7		0.0	0.0	
novembre	26.0	21.7		28.1	10.5		3.9	1.5	
décembre	8.8	12.9	631.3	22.3	8.3	176.6	3.3	1.2	7.3
Année	891.9		891.9	348.7		348.7	36.4		36.4

Les consommations actuelles en eau sur la **rive gauche** pour l'ensemble des cultures sont de **1277 millions de mètres cubes**.

Ces besoins se décomposent comme suit :

- **15747,2 m³/ha** pour l'hivernage
- **1399,2 m³/ha** pour la contre-saison froide
- **5484,3 m³/ha** pour la contre-saison chaude
- **44705 m³/ha** pour la canne à sucre industrielle
- **18210 m³/ha** pour la tomate industrielle

- Rive droite

	HIVERNAGE			
	Riz	Maïs	Sorgho	Total
S cultivée saison / S cultivée annuelle	0.9252	0.9252	0.9252	0.9252
Part de la culture dans l'assolement	0.94	0.05	0.01	1.00
Inverse de l'efficience de distribution	1.54	1.54	1.54	

	HIVERNAGE			
	Riz	Maïs	Sorgho	Total
Janvier	0.0	0.0	0.0	0.0
Février	0.0	0.0	0.0	0.0
Mars	0.0	0.0	0.0	0.0
Avril	0.0	0.0	0.0	0.0
Mai	0.0	0.0	0.0	0.0
Juin	0.0	12.0	3.4	15.4
Juillet	2651.8	23.5	4.9	2680.2
Août	4787.9	27.7	2.8	4818.4
Septembre	3154.3	46.6	2.4	3203.3
Octobre	3029.1	33.2	2.9	3065.2
Novembre	487.7	0.0	0.0	487.7
Décembre	0.0	0.0	0.0	0.0
Besoins annuels de l'assolement (m3/ha cultivé)	14110.8	143.0	16.3	14270.2
Besoins annuels de l'irrigant (m3/ha cultivé)	21708.9	220.1	25.1	21954.1

	CONTRE-SAISON FROIDE			CONTRE-SAISON CHAUDE	
	Mais	Riz	Total	Riz	Total
S cultivée saison / S cultivée annuelle	0.0294	0.0294	0.0294	0.0454	0.0454
Part de la culture dans l'assolement	1	0	1	1	1
Inverse de l'efficience de distribution	1.54	1.54		1.54	

	CONTRE-SAISON FROIDE			CONTRE-SAISON CHAUDE	
	Mais	Riz	Total	Riz	Total
janvier	43.5	0.0	43.5	0.0	0.0
février	51.7	0.0	51.7	109.4	109.4
mars	32.3	0.0	32.3	285.5	285.5
avril	0.0	0.0	0.0	278.4	278.4
mai	0.0	0.0	0.0	209.5	209.5
juin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
juillet	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
août	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
septembre	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
octobre	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
novembre	9.4	0.0	9.4	0.0	0.0
décembre	24.4	0.0	24.4	0.0	0.0
Besoins annuels de l'assolement (m3/ha cultivé)	161.3	0.0	161.3	882.8	882.8
Besoins annuels de l'irrigant (m3/ha cultivé)	248.2	0.0	248.2	1358.2	1358.2

Résultats

S cultivée (ha)	total assolement		
	23818		
	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V (10 ⁶ m ³)
janvier	1.6	0.6	
février	5.9	2.2	
mars	11.6	4.3	
avril	10.2	3.8	
mai	7.7	2.9	
juin	0.6	0.2	37.6
juillet	98.2	36.7	
août	176.6	65.9	
septembre	117.4	43.8	
octobre	112.3	41.9	
novembre	18.2	6.8	
décembre	0.9	0.3	523.6
Année	561.2		561.2

Les consommations actuelles en eau sur la **rive droite** pour l'ensemble des cultures sont de **561,2 millions de mètres cubes**.

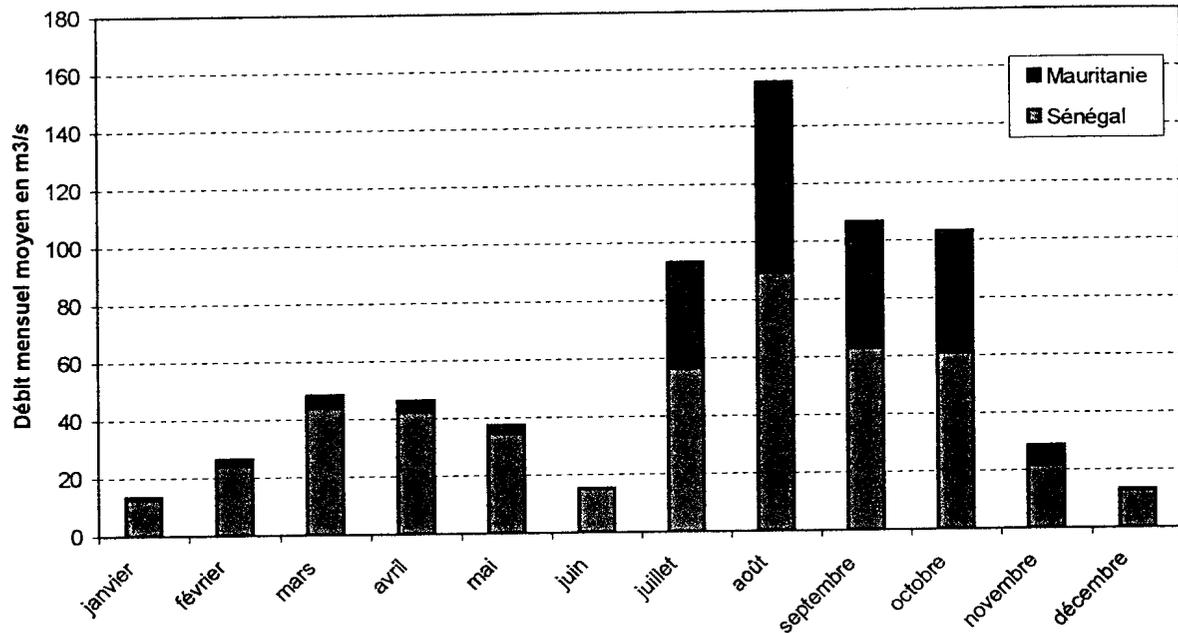
Ces besoins se décomposent comme suit :

- **21954,1 m³/ha** pour l'hivernage
- **248,2 m³/ha** pour la contre-saison froide
- **1358,2 m³/ha** pour la contre-saison chaude

Les différences entre les deux rives proviennent des différences d'assolement et des parts relatives de chaque saison.

Les consommations actuelles sur l'ensemble de la **vallée** se chiffrent à **1838 millions de mètres cubes**. Les pertes par transport et distribution sont évaluées à 652 millions de mètres cubes, dont 455,6.10⁶ m³ au Sénégal et 196,4.10⁶ m³ en Mauritanie. (les pertes sont évaluées en calculant les besoins en eau sous l'hypothèse d'efficacités de 100%).

Besoins en eau de l'irrigation dans le bassin du fleuve Sénégal en 2000
(39414 ha Sénégal + 7 800 ha CSS + 2000 ha SOCAS
+ 23 818 ha Mauritanie)



Au regard de ces résultats, il apparaît clairement que les consommations sont bien inférieures à la ressource disponible. L'eau est prélevée sans aucune contrainte pendant l'hivernage, puisqu'elle y est abondante. Pendant la contre-saison, les débits alloués au soutien d'étiage devraient être de 200 m³/s. Ce débit est compatible avec le soutien de crue et la production électrique, toutefois les Etats ne se sont pas encore décidés. La marge est grande avant d'atteindre ce seuil. Toutefois, il est préférable de réunir les différentes conditions permettant les économies d'eau avant d'éventuelles pénuries.

C. Analyse de sensibilité

Après avoir estimé les consommations en eau actuelles, nous cherchons à évaluer quelles seraient ces consommations selon différentes évolutions envisageables. Il s'agit de simulations basées sur le choix arbitraire des différents paramètres, et non de prévisions. Toutefois, nous faisons varier les différents paramètres dans la mesure du prévisible.

Nous faisons varier certains paramètres, les autres étant maintenus constants, égaux aux valeurs supposées actuelles en rive gauche. Ainsi, nous étudions l'influence de la variation de la superficie aménagée totale, de l'efficacité de distribution, de l'assolement et des coefficients d'intensification partiels sur les consommations en eau.

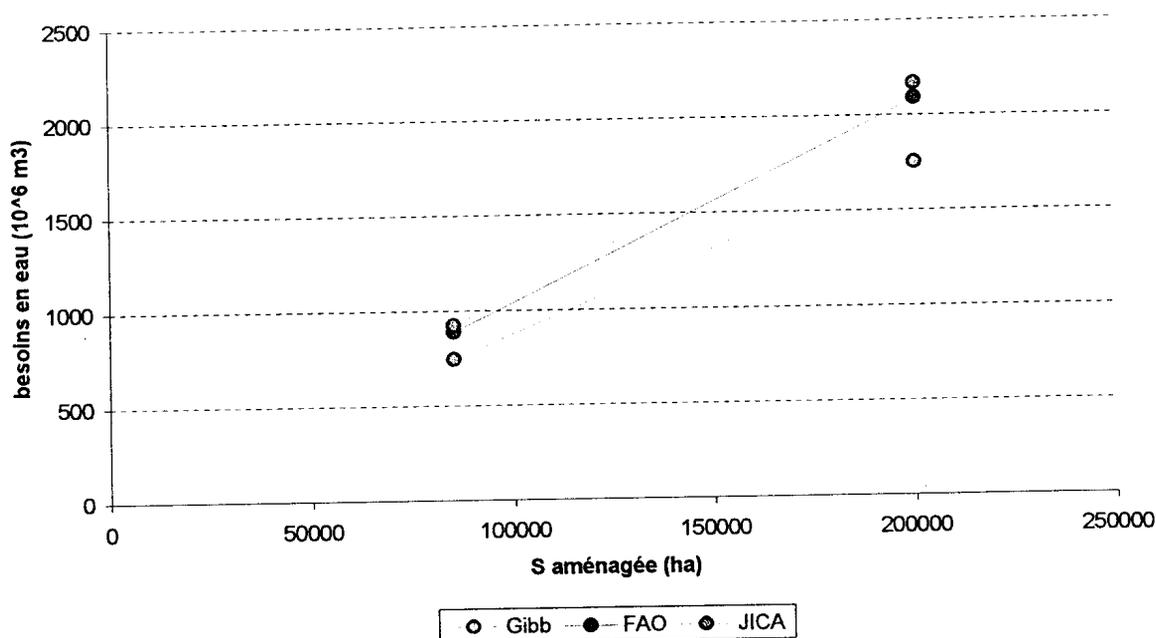
Ici, pour faciliter les calculs, nous avons utilisé la part des superficies cultivées par saison sur la superficie aménagée totale, autrement dit l'importance relative de chaque saison. Ces résultats correspondent à des coefficients d'intensification partiels, leur somme est égale au coefficient d'intensification global. Nous évaluons des besoins en mètres cubes par hectare aménagé. Ceci nous permet de faire varier les différents paramètres plus aisément. Evidemment, les résultats obtenus sont les mêmes que si l'on se base sur des besoins en eau à l'hectare cultivé.

Disposant d'informations plus nombreuses et détaillées en rive gauche, nous supposons dans cette partie que les assolements en rive droite sont les mêmes qu'en rive gauche. (En effet, nous ne connaissons pas les superficies mauritaniennes cultivées en cultures autres que les céréales). Par ailleurs, nous n'incluons pas les besoins en eau des cultures industrielles. Il suffirait pour chacune des simulations d'utiliser les besoins en eau théoriques des cultures industrielles en m³ par hectare cultivé pour obtenir les besoins totaux (après avoir fixé les différents paramètres).

Toutes les simulations de consommation en eau sont présentées sous forme de tableaux en annexe 9.

1. Influence des besoins théoriques du riz en eau

Consommations en eau des cultures en fonction des superficies aménagées totales et des besoins théoriques en eau du riz



		Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total (m3/ha/an)
JICA	hivernage	0	0	0	0	0	0	1922	3011	3034	3810	3268	1528	16573
	CSC	0	2247	4680	4500	5040	3612	1177	0	0	0	0	0	21256
Gibb	hivernage	0	0	0	0	0	0	0	2747	3870	3867	2096	512	13092
	CSC	0	2518	3622	3720	3780	2707	572	0	0	0	0	0	16919

Les données JICA sont issues de l'étude de Japan International Cooperation Agency, « The feasibility study on irrigation and agricultural development project in upper delta of the Senegal river basin in the Islamic Republic of Mauritania », 1997.

Les besoins en eau théoriques des différentes cultures varient de façon non négligeables entre les différentes sources. Or, ils sont à la base de l'évaluation des consommations réelles en eau.

Ainsi, selon si l'on se base sur les besoins théoriques énoncés par Gibb ou sur les chiffres de l'étude JICA, les différences produites en terme de consommation sont d'environ :

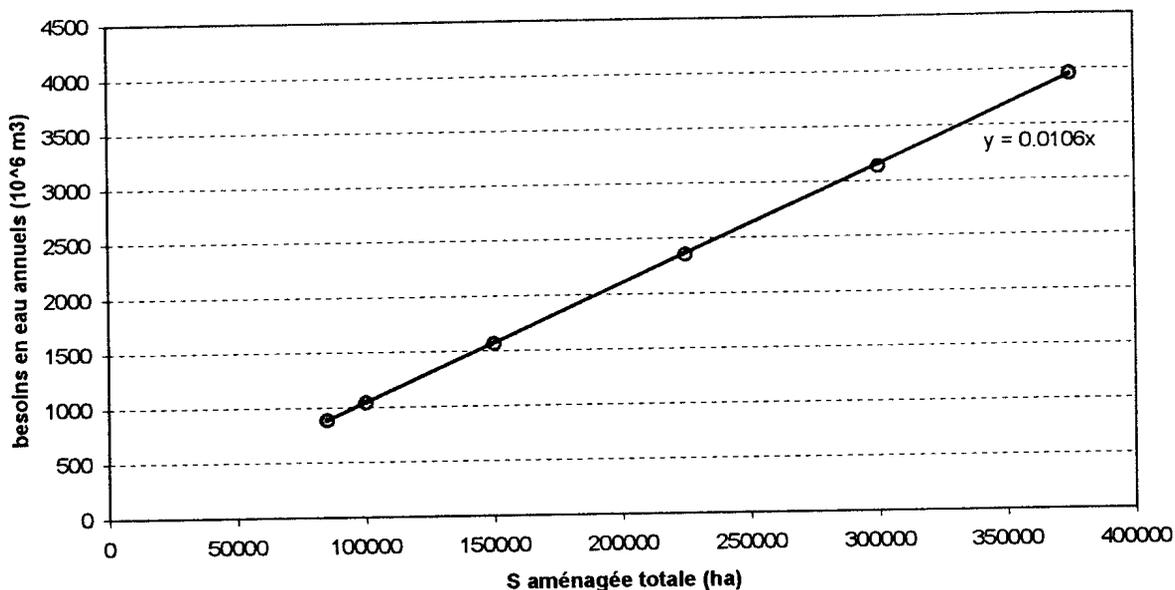
- 175 millions de mètres cubes pour 85 000 ha aménagés,
- 400 millions de mètres cubes pour 200 000 ha aménagés.

Approximativement, les estimations de Gibb correspondent aux quatre cinquièmes des résultats des estimations de JICA. Les écarts s'accroissent avec la superficie aménagée.

Le choix des hypothèses des besoins en eau théoriques est donc déterminant dans le résultat final.

2. Influence de la superficie aménagée

Besoins en eau de l'assolement en fonction des superficies aménagées

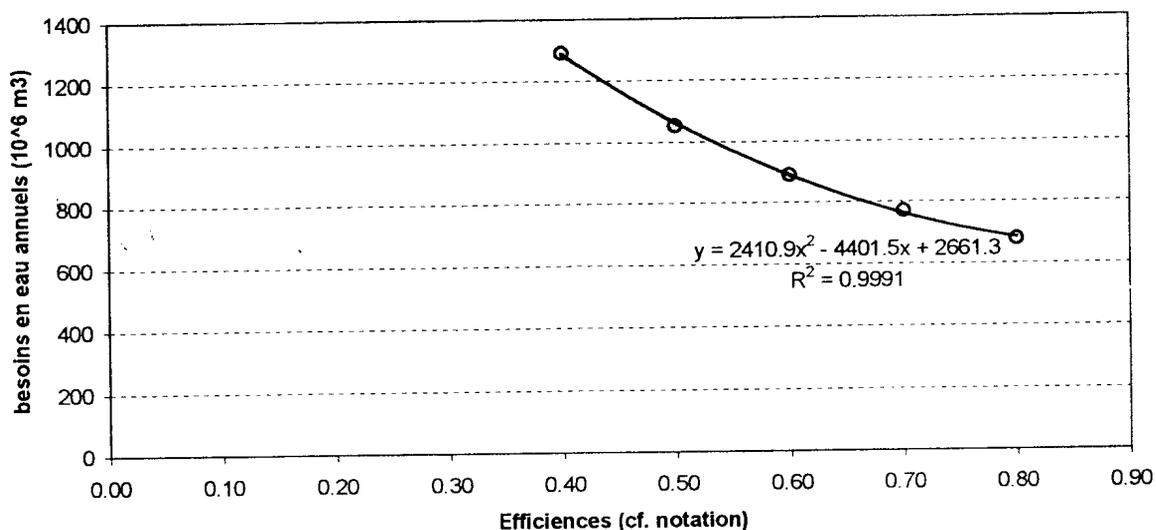


En supposant les mises en valeur, les assolements, la part de chaque culture dans l'assolement et les efficacités inchangés, les besoins annuels croissent de 10 600 m³ à chaque nouvel hectare aménagé.

Cette hypothèse est toutefois peu probable puisque la tendance actuelle est à la réhabilitation, de façon à accroître la mise en valeur des superficies aménagées, avant de poursuivre le développement des aménagements.

3. Influence de l'efficacité de distribution

Besoins en eau de l'assolement en fonction des efficacités de distribution



Ici, nous faisons varier les couples d'efficacités de distribution : (85%, 75%) , (75%, 65%), (65%, 55%), (55%, 45%) et (45%, 35%) respectivement pour les céréales et les autres cultures. Pour réaliser le graphique, nous avons pris en abscisse : 80%, 70%, 60%, 50% et 40% .

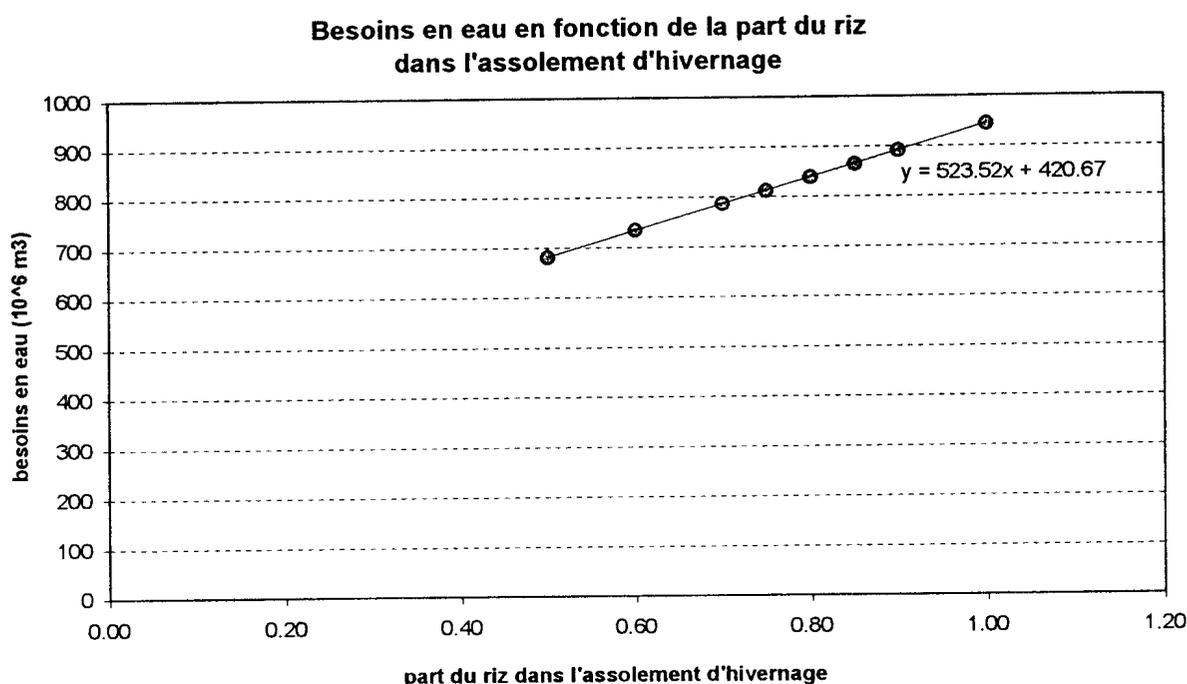
Le passage de la situation actuelle, où les efficacités de distribution sont supposées être de 65% pour les céréales et de 55% pour les autres cultures, à une situation où les efficacités seraient respectivement de 85% et 75 % permettrait d'économiser 211 millions de mètres cubes, 60 millions de mètres cubes entre janvier et juin et 150 millions de mètres cubes entre juillet et décembre. Globalement, sur cette fourchette, l'augmentation d'un pour cent d'efficacité moyenne fait économiser 40 millions de mètres cubes.

Ceci représente environ un quart des consommations actuelles. Cette économie peut s'avérer obligatoire en période d'étiage, surtout si la double culture se développe.

4. Influence de l'assolement

Nous faisons varier la part du riz dans chaque campagne. Les autres cultures varient proportionnellement à la superficie exploitée en cultures autres que le riz. Par exemple, si les tomates représentent 20% des cultures autres que le riz, lorsque la part du riz change, la part des autres cultures change mais les superficies cultivées en tomate restent de 20% des superficies autres que le riz.

- Assolement d'hivernage

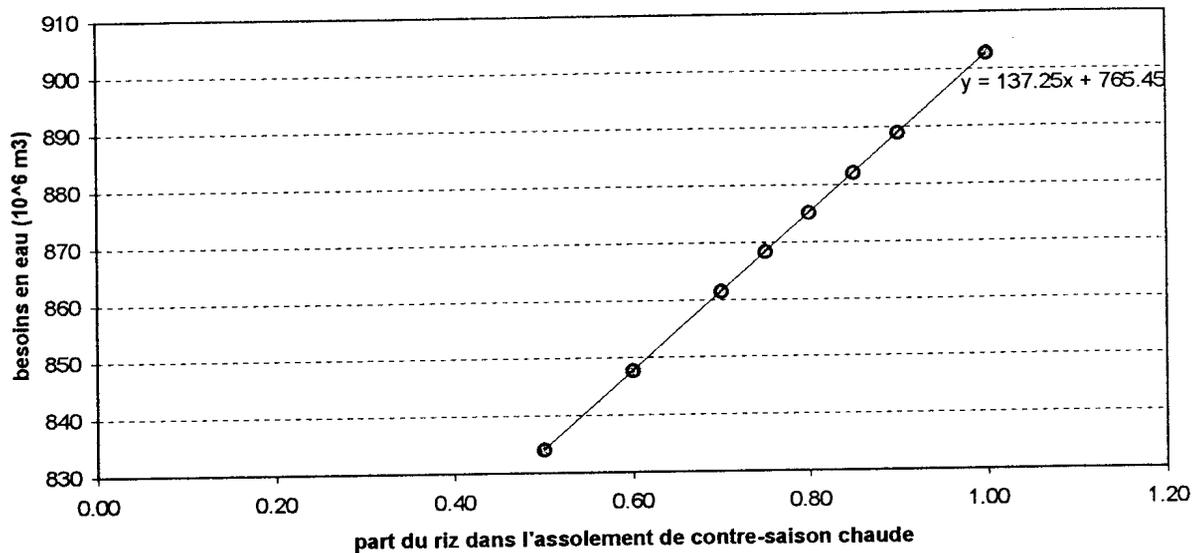


Les besoins en eau croissent de 5,23 millions de m³ par pourcentage supplémentaire de riz dans l'assolement d'hivernage. Le riz est la culture la plus exigeante en eau, la part qu'elle représente dans l'assolement est décisive sur les consommations en eau globales.

La diversification permet donc de réduire les consommations en eau.

- Assolement de contre-saison chaude

Besoins en eau en fonction de la part du riz dans l'assolement de contre-saison chaude



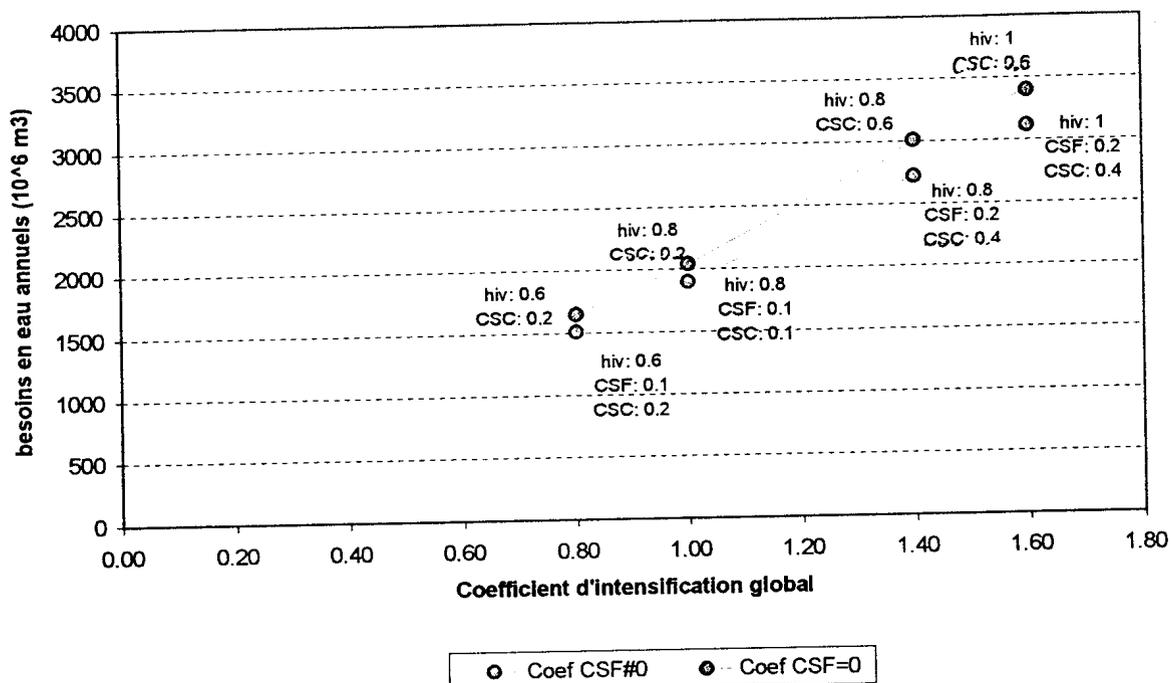
Les besoins en eau croissent de 1,37 millions de m³ par pourcentage supplémentaire de riz dans l'assolement de contre-saison chaude. La part du riz dans l'assolement de contre-saison chaude est relativement bien moins importante que la part du riz dans l'assolement d'hivernage, du fait que le coefficient partiel d'intensification de l'hivernage est bien supérieur à celui de contre-saison chaude.

Cependant, celle-ci est primordiale puisqu'elle représente la plus grande partie des consommations en eau de la campagne. De ce fait, il peut être souhaitable d'inciter les cultures maraîchères, à plus fortes valeurs ajoutées et moins consommatrices à une époque où la ressource est limitée.

Ici, il serait utile d'évaluer, en faisant varier les différents paramètres agissant sur les consommations, la superficie maximale pouvant être cultivée en contre-saison chaude. Cette superficie maximale est atteinte lorsque ses besoins correspondent au débit d'étiage réduit des prélèvements pour l'environnement et pour l'eau potable.

5. Influence des coefficients d'intensification

Besoins en eau de l'assolement en fonction des coefficients d'intensification



A une augmentation du coefficient d'intensification global, correspond une augmentation des besoins en eau. Le passage d'un coefficient de 0,8 à un coefficient de 1,6 fait approximativement doubler les consommations. Toutefois, cela dépend de la répartition des coefficients partiels.

Lorsqu'il existe une campagne de contre-saison chaude, les besoins sont plus importants (pour un même coefficient partiel en hivernage) étant donné qu'on y cultive du riz, et que cette culture est la culture la plus exigeante en eau.

Ainsi, le coefficient partiel de la contre-saison chaude est le facteur le plus influent sur les consommations globales (si l'on attribue à chaque saison la même importance).

Vient ensuite, l'efficience de distribution puis la part du riz dans l'assolement.

Il est difficile de pousser la comparaison puisque les facteurs ne s'expriment pas avec les mêmes unités.

Améliorations pouvant être apportées à la méthodologie :

En ce qui concerne les **superficies**, il serait intéressant de distinguer les périmètres irrigués par zone géographique (département / wilaya) et/ou par mode d'encadrement (public/privé/villageois). Ceci permettrait de souligner la variabilité géographique (notamment entre rive droite et rive gauche) et les différences d'efficacité des différentes gestions.

De même, les **assolements** en rive droite peuvent être complétés avec les données relatives aux cultures légumières.

Les **efficacités** peuvent être précisées en collectant des données de bilan d'eau plus nombreuses et éventuellement en effectuant soi-même des bilans d'eau sur des périmètres expérimentaux, représentatifs.

Plus simplement, la SAED ayant classé l'ensemble des périmètres de la rive gauche par département, par type d'encadrement et par catégorie d'efficacité, il serait très utile de connaître quelles sont les fourchettes d'efficacité (ou efficacités moyennes) correspondantes. (Pour l'instant, la SAED n'est pas en mesure de spécifier cette correspondance).

En outre, en ce qui concerne les **besoins en eau**, les approximations que nous avons faites peuvent être revues.

D'une part, le sorgho de contre-saison consomme légèrement moins que le maïs de contre-saison.

D'autre part, la patate douce et la pomme de terre sont deux espèces de familles différentes et ont des cycles de durées différentes, de l'ordre du simple au double, donc leurs besoins sont différents.

Enfin, il serait plus précis de connaître les besoins de l'arachide de contre-saison froide et des différents légumes.

Toutefois, l'influence des besoins en eau des cultures sus-mentionnées n'est pas grande relativement aux autres paramètres (comme les besoins en eau du riz, l'efficacité ou le coefficient d'intensification de l'hivernage).

Nous faisons varier ci-dessus les facteurs un par un. Or, en réalité, ces facteurs varient ensemble. Une augmentation des superficies aménagées induit une évolution des mises en valeur, ainsi que des parts du riz sur les différentes campagnes, etc. De ce fait, cette méthode peut être complétée avec l'évaluation de consommations correspondant à différents scénarios envisageables.

La SAED dispose d'un logiciel, appelé EXPO, qui croise les données des besoins théoriques en eau du riz avec les prélèvements en eau aux différentes stations de pompage. L'exploitation de ce logiciel permet donc de réaliser des cartes des consommations en eau et d'évaluer les pertes de distribution. Il serait donc très intéressant de coopérer avec la SAED pour réaliser au mieux ces consommations.

A défaut d'utiliser ce logiciel, il serait envisageable (mais fastidieux) d'effectuer des jaugeages sur un certain nombre d'ouvrages (vannes et pompes pour lesquels on connaît les caractéristiques et les durées de fonctionnement ou d'ouverture) de façon à connaître les débits transitant (puis de comparer ces débits aux besoins théoriques pour évaluer les pertes).

Une meilleure connaissance des consommations en eau peut servir à l'amélioration de la gestion de l'eau, qui s'avèrera nécessaire à l'échelle de la vallée comme du périmètre en cas de limitation de la ressource, notamment en période d'étiage.

Chapitre 3 : Analyse des contraintes liées à la culture de décrue

Présentation des cultures de décrue

Ce système de production se fonde sur l'exploitation des zones inondables par la crue du fleuve Sénégal, ses affluents et ses défluent. Il joue un rôle important dans l'économie de l'eau régionale.

- La pratique de la culture de décrue : (Sapin, Gibb)

La culture de décrue est un système traditionnel de production végétale. Elle consiste à semer ou repiquer sur les terres ayant été inondées par la crue. Il s'agit des berges du lit mineur du fleuve et de ses affluents et défluent, et des dépressions appelées cuvettes dont le remplissage s'effectue par de multiples brèches qui entament le lit du fleuve et des marigots défluent.

Le semis s'effectue lorsque le retrait des eaux est amorcé et que les terres dénoyées ont séché en surface. La première opération consiste à faire sauter, à l'aide d'une houe à long manche coudé (daba ou tongo) la croûte superficielle du sol à l'endroit du futur poquet. Puis, à l'aide d'un pieu de bois taillé (lougal) en son extrémité, le cultivateur creuse un trou conique où il dépose quelques graines de sorgho, maïs ou niébé. Enfin, un autre travailleur, souvent un enfant, passe derrière pour recouvrir de terre non tassée. La levée a lieu une semaine plus tard (pour le sorgho). La réserve d'eau constituée durant l'inondation va alimenter la culture jusqu'à la récolte.

Après le semis et avant la récolte, le principal travail sera le gardiennage, l'arrachage des herbes et le travail du sol pour arrêter la remontée capillaire de l'eau à l'intérieur du sol.

- Les avantages de la culture de décrue en terme d'exploitation des ressources en eau

Les cultures de décrue permettent de prolonger la saison culturale au-delà de la période des cultures pluviales et d'étendre les superficies cultivables. Elles valorisent bien les dernières pluies de la saison pluvieuse. Celles-ci ne profitent que peu aux cultures pluviales qui ont déjà atteint leur maturité. Par contre, elles complètent l'approvisionnement en eau des cultures de décrue au moment où celles-ci sont en croissance.

- La place des cultures de décrue dans les plans de développement des différents états riverains

L'aménagement du fleuve Sénégal avec la construction de digues et des barrages de Diama et Manantali a pour but de maîtriser le régime du fleuve en vue de son exploitation et de la sécurité de ses riverains. L'objectif initial de l'OMVS était de maximiser la production par unité de surface et par mètre cube d'eau consommée. Une comparaison rapide entre les bénéfiques (économiques) de l'agriculture de décrue et de l'irrigation conduit à recommander cette dernière. L'OMVS avait donc préconisé l'abandon de la culture de décrue après construction du barrage de Manantali et de l'usine hydroélectrique correspondante. Cet abandon devait cependant changer le mode de vie des agriculteurs pratiquant la culture de décrue pour les transformer en irriguants sur des périmètres par pompage. Cette transformation prenant du temps, l'OMVS a finalement retenu le maintien d'une crue artificielle pour une période de transition. Pendant cette période, les infrastructures hydroélectriques doivent se mettre en place et l'agriculture irriguée se développer. (F Gadelle, Juin 1997).

A l'heure actuelle, les Etats n'ont pas encore décidé s'ils allaient faire un soutien de crue permanent. Cependant, si l'on considère les Termes de référence du POGR, la question du maintien de la crue artificielle ne se pose plus, et est probablement la plus difficile à réaliser. Le soutien de la crue est souhaité par les bailleurs de fonds, ces derniers ayant pris conscience des risques d'apparition d'effets négatifs dus aux facteurs secondaires mal connus (risques environnementaux). Les Etats n'ont pas vraiment encore statué sur l'hydrogramme de crue et la fréquence du soutien.

D'après J.P. Lamagat, l'optimisation de la crue artificielle doit permettre de garantir la navigation avec une défaillance de un mois, une année sur quatre.

Il s'agit d'une question délicate, chaque pays riverain ayant des intérêts différents. Le Mali n'est pas concerné par l'agriculture de décrue, il préférerait qu'on sacrifie la crue au bénéfice de la production électrique et de la navigation.

Aujourd'hui, la crue est donc une crue artificielle, partiellement conditionnée par les lâchers de Manantali. On estime qu'en régime naturel, l'écoulement dans le Sénégal dépend à 60% environ des lâchers et pour les 40% restants, de ses affluents naturels, i.e. surtout la Falémé et le Bakoye.

Un soutien de crue à date mobile avait initialement été proposé. On s'est aperçu que ce n'était pas la meilleure approche, notamment car les apports des affluents non contrôlés ne sont pas connus suffisamment à l'avance (les données de pluviométrie ne sont pas assez nombreuses pour établir un modèle pluie-débits). De plus, cette approche, statistique, pouvait entraîner des mauvaises prises de décision. Par conséquent, la décision de soutenir la crue à date fixe a été retenue. Le 20 Août de chaque année, selon la cote dans le réservoir de Manantali, on décide ou non d'effectuer des lâchers pour soutenir la crue. La date a été optimisée d'après une série chronologique de données hydrologiques depuis 1900.

Problématique

L'objectif de ce volet d'étude est de préciser la relation qui lie les superficies cultivées en décrue aux superficies inondées, dans l'ensemble de la vallée du fleuve Sénégal. En effet, comme les cultures de décrue sont tributaires des crues, elles-mêmes dépendantes de la pluviométrie sur le haut-bassin et de la gestion des lâchers d'eau à partir du réservoir de Manantali, les superficies emblavées et la période de semis varient d'une année à l'autre.

L'IRD, dans le cadre du projet d'optimisation de la gestion des réservoirs, étude commanditée par l'OMVS, a mis au point un modèle qui lui permet d'estimer les superficies inondées totales à partir de l'hydrogramme à Bakel. Il s'agit d'un modèle statistique qui fait les corrélations Hauteur/hauteur ; ce modèle donne le niveau d'eau dans les différentes cuvettes à partir de la cote dépassée pendant 6 jours à Bakel ; connaissant la topographie (seuils, pente) des différentes cuvettes expérimentales, on en déduit les superficies inondées au niveau des cuvettes. Alors, ayant démontré l'existence d'une relation linéaire entre les superficies inondées dans les cuvettes et la superficie inondée totale dans la vallée, on obtient la superficie inondée totale à partir de la cote dépassée pendant 6 jours à Bakel.

Recherchant la meilleure répartition des eaux entre les différents utilisateurs, l'OMVS a pour l'instant fixé un objectif de 50 000 ha de terres cultivées en décrue. Cette valeur est issue de la confrontation des potentialités en main d'œuvre étudiées par Gibb dans son manuel de gestion des ouvrages (1987) et du choix d'un scénario de gestion des ouvrages (on parle de la crue Gibb ou crue ORSTOM1). Jusqu'à présent, l'on considérait que les terres inondées étaient cultivées dans une proportion de 50% environ. Cependant, cette valeur est une moyenne globale, calculée sur l'ensemble de la vallée et sur les dernières décennies. A la simple considération de l'écart type associé, cette relation mérite d'être précisée dans le but de connaître les superficies que la crue doit inonder pour atteindre les objectifs de culture de décrue visés par les Etats.

Dans un premier temps, nous rappelons les différents facteurs qui conditionnent la stratégie du cultivateur (décision de cultiver en décrue ou non), ce rappel est issu de recherches bibliographiques, des entretiens et des visites de terrain. Puis nous cherchons à préciser quantitativement et qualitativement ce rapport. Pour cela, nous nous sommes efforcés à obtenir une banque de données précise et la plus complète à partir des études déjà réalisées et de nos missions ; à partir de ces données nous procédons à des analyses graphiques. Enfin, notre interprétation repose sur l'analyse graphique, et les résultats d'enquêtes permettent d'éviter certaines erreurs en confrontant les données chiffrées à des observations in situ.

Quelle est la relation qui lie les superficies ensemencées en décrue et les superficies inondées ? Cette relation peut être intégrée dans l'ensemble des études du POGR et conditionner en partie la gestion des barrages. En effet, à partir des objectifs des Etats en terme de superficies cultivées en décrue, les chercheurs de l'IRD dans le cadre du POGR peuvent remonter alors jusqu'au volume et à la forme de la crue artificielle à produire.

Le soutien artificiel de crue n'est qu'un des objectifs de l'exploitation des ouvrages hydrauliques et les différentes contraintes de gestion des ouvrages sont parfois contraires et demandent à ce que l'ensemble soit optimisé (on recherche un compromis).

Méthodologie

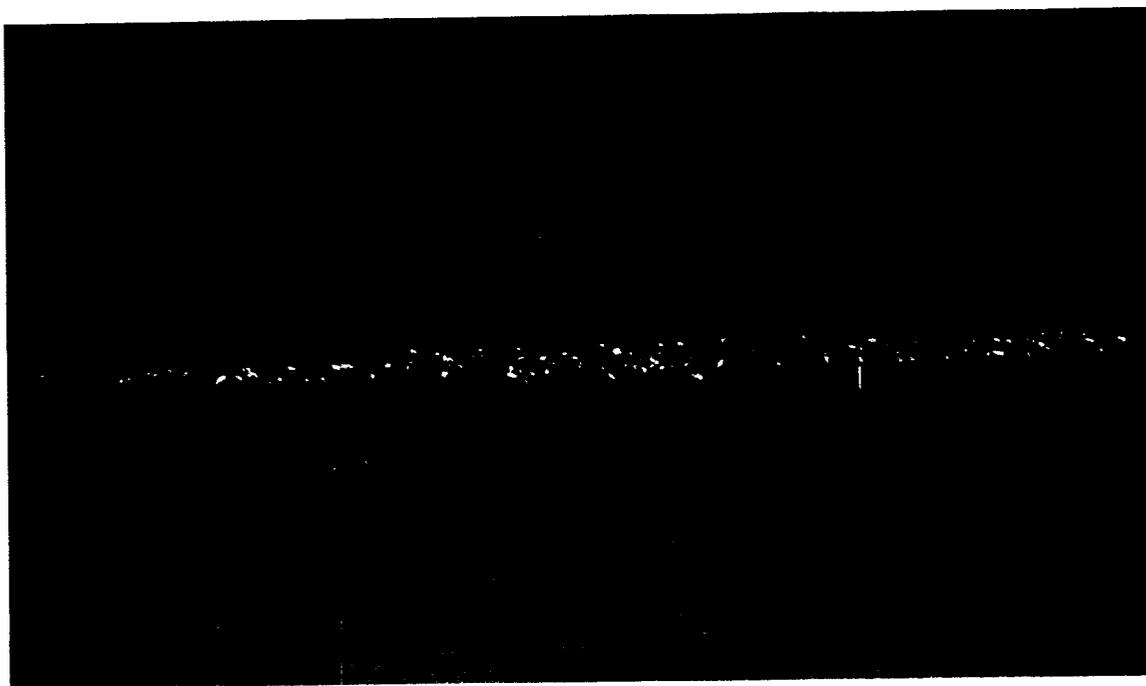
La collecte des informations s'est appuyée sur une synthèse bibliographique, sur des visites de terrain et sur des entretiens avec les personnes ressources du thème.

De nombreuses études concernant l'agriculture dans la vallée du fleuve Sénégal ont été réalisées depuis les 4 dernières décennies. Il s'agit d'inventaires des superficies cultivées et inondées, des productions et rendements obtenus, et de discussions quant à la relation que nous cherchons à préciser.

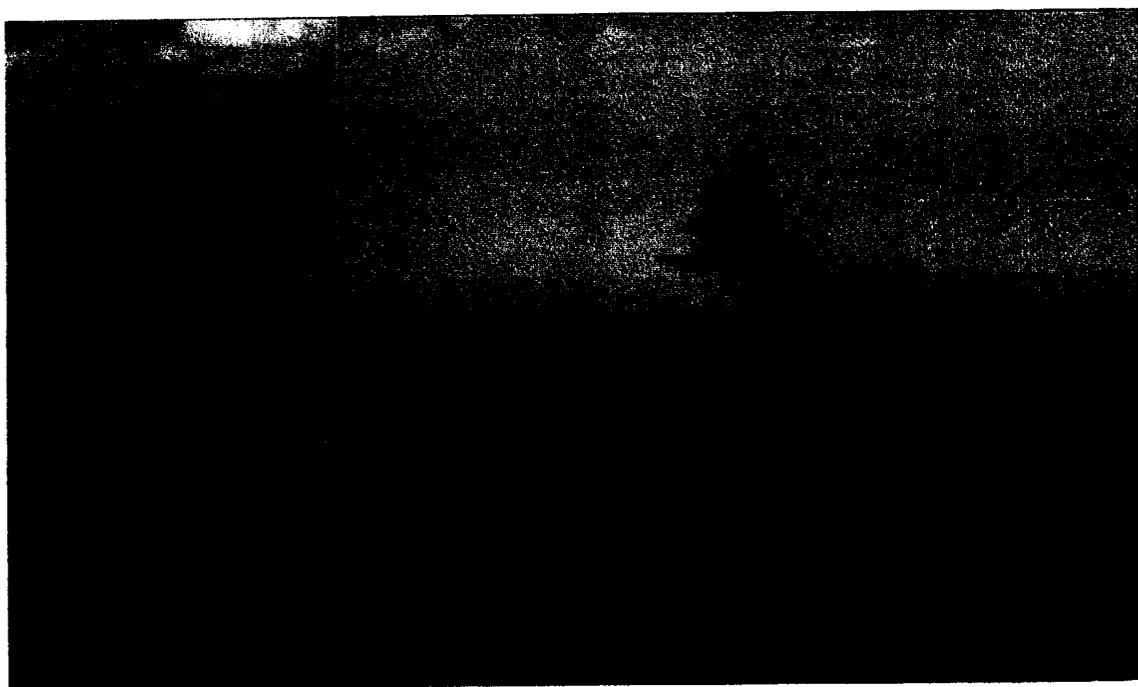
De plus, l'IRD dans le cadre du POGR disposait déjà de renseignements quant aux superficies cultivées en décrue, aux superficies inondées et de résultats d'observations lors des différentes missions effectuées. En particulier, Mathilde Tenneson s'était intéressée à ces données.

Les visites de terrain ont été couplées à des missions des techniciens de l'IRD sur les cuvettes expérimentales. Elles ont fait l'objet d'observations directes et d'enquêtes sommaires (ni exhaustives ni basées sur un échantillon représentatif) auprès des cultivateurs.

Enfin, les entretiens ont permis, outre la collecte de statistiques, la discussion et la validation ou la réfutation des informations recensées.



Pâturages sur la cuvette de Nabadji



Cultures de falo sur les berges du Diamel

Mise en valeur des eaux de la crue

I. PRESENTATION DES CONTRAINTES RECENSEES ET DE LEUR INFLUENCE SUR LA DECISION DU CULTIVATEUR

Certaines contraintes agissent directement sur les superficies aptes à être cultivées en décrue, d'autres ont une influence indirecte en agissant sur les rendements potentiels. On comprend alors qu'un facteur défavorable à l'obtention d'un rendement suffisant est motif à ne pas cultiver.

A. Caractéristiques pédologiques

La culture de décrue est particularisée par l'absence totale d'appoint d'eau du semis à la récolte. L'eau est puisée dans la réserve utile du sol, celle-ci étant reconstituée pendant les inondations. Cette réserve doit donc être suffisante pour alimenter la culture jusqu'à sa récolte.

Les sols propres à la culture de décrue sont les sols argileux, appelés localement hollaldés et faux-hollaldés. Ils titrent respectivement entre 50 et 60% d'argile et entre 40 et 50% d'argile (ces valeurs varient selon les sources).

Le rendement dépend en grande partie des disponibilités en eau et en conséquence de la capacité de rétention. Le rendement est ainsi lié au taux d'argile. (OMVS, 1999)

Certaines zones sont connues par les cultivateurs pour être moins fertiles. Il est difficile de connaître l'importance de ces zones dans la vallée.

L'étude de l'influence des caractéristiques des sols sur l'étendue des superficies cultivées ne me paraît pas nécessaire dans la mesure où les cultures se pratiquent sur des plaines inondables, qui sont argileuses par formation (sédimentation des alluvions du fleuve).

La question peut éventuellement se poser les années de fortes crues, lorsque alors, l'ampleur de la crue est suffisante pour couvrir et alimenter les sols plus sableux. Il faudrait savoir si dans ce cas les cultivateurs mettent en culture ces zones, moins productives .

Les potentialités en terre de walo en rive droite sont de 41 000 ha (sans compter le Gorgol non dépendant du fleuve Sénégal).

Il serait intéressant de connaître les potentialités en terres de walo en rive gauche pour connaître la superficie cultivable maximale totale et

B. Caractéristiques hydrauliques, le type de crue:

Les caractéristiques de la crue qui influencent l'étendue et le succès des cultures de décrue sont : l'ampleur, le moment de la décrue, la vitesse de montée et descente des eaux, et la durée. (selon Gibb, « Etude de la gestion des ouvrages communs de l'OMVS » Optimisation de la crue artificielle. Rapport définitif, juin 1987).

L'ampleur de la crue, en particulier la pointe, détermine l'étendue de la surface inondée et par conséquent les surfaces potentiellement cultivables. Lors des années sèches, où les crues furent peu intenses, les cultures étaient quasi impossibles. Par contre, après de fortes crues, comme ce fut le cas en 1970/1971 (plus de 300 000 ha de terres inondées (dont le delta, les chenaux...) selon Gibb), la main d'œuvre est insuffisante pour cultiver l'ensemble des terres inondées.

La forme de la crue est également un facteur à considérer.

De grandes crevasses (qui atteignent jusqu'à 60-70 cm de profondeur) se forment après une saison sèche prolongée. Une *montée* rapide de la crue permet aux eaux de remplir au maximum ces crevasses avant que le sol n'ait eu le temps de gonfler et de bloquer ainsi l'infiltration, en raison de la haute teneur en magnésium (ceci se passe surtout dans la zone en amont de Kaédi). Lorsque la crue ne monte que lentement, les crevasses se ferment bien avant que les eaux n'aient eu le temps de pénétrer en profondeur. Les sols retiennent donc moins l'humidité. Ce phénomène se produit aussi pendant les pluies.

Par contre, alors qu'une montée rapide des eaux est souhaitable, c'est l'inverse qui compte pour la *descente* des eaux. En effet, le semis s'effectue au fur et à mesure que l'eau se retire de la plaine et si ce retrait s'effectue trop rapidement, les sols risquent de se dessécher trop fortement par évaporation. Les conséquences sont soit l'absence de semences soit une réduction des rendements. (il ne faut pas non plus que le retrait se fasse trop lentement, car ceci pourrait obliger les paysans à semer dans des conditions climatiques moins favorables). (Gibb, 1987)

Enfin, le plateau de la crue, i.e. le *temps de submersion* influence la capacité d'absorption des sols. Selon les sources, de deux (durée retenue par Gibb) à quatre semaines (durée retenue par le groupement de Manantali) de submersion sont un minimum nécessaire pour que la culture arrive à maturité. Les agriculteurs interrogés dans le cadre des enquêtes sur les cultures de décrue menées par l'OMVS et synthétisées par Aviron-Viollet donnent, pour 83% d'entre eux, une réponse comprise entre 3 et 7 semaines, et pour 67% une durée de submersion supérieure à 5 semaines.

Sur le plan purement agronomique, d'après le POGR (Tome 5 du rapport de la phase 2), on a :

$$T_{\text{submersion nécessaire}} = \frac{\text{Min} [P_{\text{racinaire}} * RU, V_{\text{besoin}}]}{I}$$

Avec :

V_{besoin} : les besoins en eau de la plante

I : la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol

$P_{\text{racinaire}}$: la profondeur racinaire

RU : la capacité de rétention du sol

Cependant, la notion de temps de submersion est floue. Le temps de submersion est différent selon que l'on se place à l'échelle de la cuvette ou à l'échelle de la parcelle. De plus, il y a parfois des confusions entre l'eau provenant du ruissellement (eaux de pluie) et l'eau du fleuve (eau de la crue), notamment dans les zones amont (où la crue survient tôt, juste après les pluies).

Il est donc nécessaire de choisir une variable clairement définie. Nous pouvons choisir la surface inondée maximale (S_{max}) (données disponibles pour les cuvettes expérimentales et pour l'ensemble de la vallée) et la surface inondée pendant 15 jours (disponible pour les cuvettes expérimentales seulement).

La date d'occurrence de la crue

Toute culture nécessite une certaine quantité de chaleur pour atteindre la maturité (c'est la notion de temps thermique, c'est à dire la quantité de degrés efficaces spécifique à la culture), et présente certaines exigences spécifiques à certains stades critiques de développement (elle peut craindre ou exiger le froid ou le chaud) .Trop précoce, le semis risque d'être englouti par une inondation tardive. Trop tardif, les rendements seront affaiblis, d'une part car les températures plus basses au moment du semis (à partir de décembre) seront moins favorables, d'autre part car la phase de gonflement des grains sera écourtée ou gênée par des températures hautes (en mars-avril), préjudiciables et par des disponibilités en eau restreintes à un stade où les plantes (comme le sorgho) sont le plus sensibles à un déficit hydrique. Les cultures seront alors utilisées comme fourrage. Ainsi, une décrue tardive est défavorable au succès de la culture (Aviron-Violet, 1990).

Généralement, on parle du 15 Novembre comme étant la date seuil pour le semis, date au delà de laquelle la culture ne peut arriver à maturité. (Gibb)

Remarque : Les cuvettes étant de topologie et de caractéristiques hydrauliques variées, il faut tenir compte de cette diversité dans l'étude de l'influence du type de crue. En effet, certaines sont alimentées par un seul bras tandis que d'autres appartiennent à un chapelet de mares. De même, certaines présentent des seuils à l'entrée du chenal d'approvisionnement en eau tandis que d'autres sont en communication directe avec le fleuve ou son affluent /défluent. Enfin, du fait de la durée de propagation de la crue, les cuvettes ne sont pas inondées au même moment. Ainsi, la date, l'étendue de l'inondation et les vitesses de montée et descente des eaux ne seront pas les mêmes d'une cuvette à l'autre.

(cf calendrier des cultures page 64)

C. Caractéristiques climatiques

1. Les températures

Elles peuvent limiter les productions, notamment si elles sont basses en début de la période de végétation, ou si elles sont trop élevées entre la floraison et la fructification (dans ce cas il peut y avoir échaudage des plants). Dans la pratique, les cultivateurs ne prennent que rarement en compte les températures, ils se fient plutôt à la date de la crue.

Le diagramme ombrothermique est présenté sur la page 4.

2. Les vents

Les cultures sont soumises à un régime de vents d'est brûlants qui peuvent certaines années compromettre les perspectives de récolte.

3. L'importance des précipitations

La pluviométrie intervient de deux façons.

D'une part, les pluies conditionnent la réussite des cultures de diéri (=pluviales) et ainsi peuvent constituer un critère de décision pour le cultivateur. D'autre part, elles peuvent si elles sont abondantes, nuire au remplissage de la réserve utile des cuvettes (par gonflement de l'argile et blocage des crevasses) et ainsi défavoriser la culture de décrue.

Remarque : d'après P. Lavigne-Delville, dans son document « Irrigation et activités extra-agricoles : les mutations de l'économie familiale », intégré dans « Nianga, laboratoire de l'agriculture irriguée dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal », on apprend que 300 mm de précipitations est généralement considéré comme la limite inférieure des cultures pluviales.

Depuis 1985, même si les totaux pluviométriques se sont légèrement améliorés, la pluviométrie moyenne reste inférieure à 250 mm/an, ce qui rend les cultures de diéri très aléatoires.

D. Calendrier des cultures

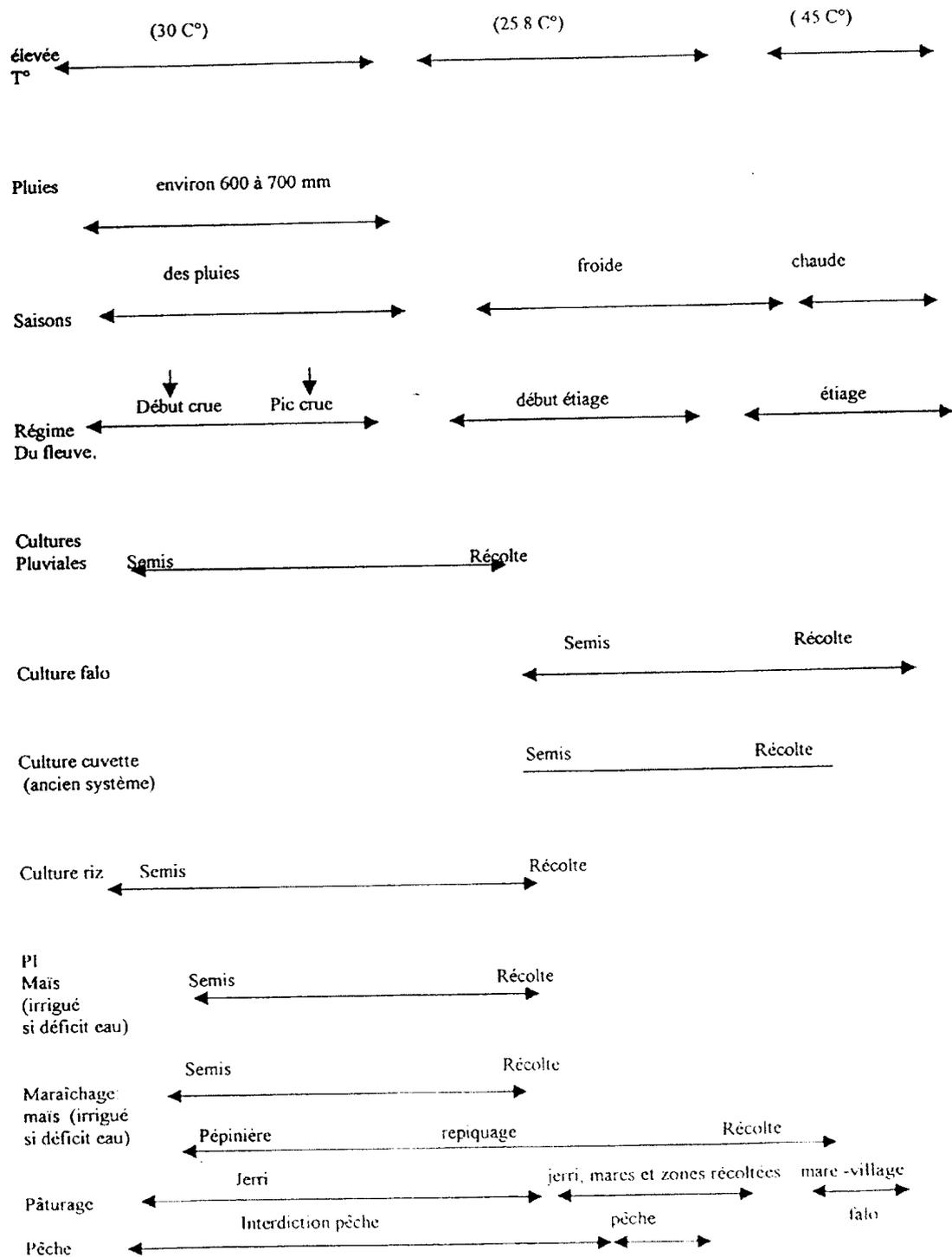
Les agriculteurs de la vallée sont majoritairement des pluri-actifs. Certains cultivent en décrue et sur le diéri, certains en décrue et irrigué, d'autres sont aussi pêcheurs ou éleveurs. Dans la très grande majorité des cas, la culture de décrue n'est qu'un élément du système d'exploitation.

De ce fait, des concurrences entre les différentes cultures ou activités peuvent apparaître à certains moments clefs de l'année, correspondant aux maximums *des besoins en main d'œuvre* (pointe de travail).

Les calendriers des cultures et la date d'occurrence de la crue diffèrent d'une région à l'autre et les pointes de travail dans le calendrier ne sont pas partout les mêmes. Toutefois, on peut rencontrer sur l'ensemble de la vallée une concurrence potentielle entre la récolte des cultures pluviales (généralement la première quinzaine de novembre) et des cultures irriguées d'hivernage et le semis des cultures de décrue (à partir d'octobre et jusqu'à mi- voire fin décembre).

Calendrier Agricole, Pastorale et Halieutique :

Mois	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
------	------	---------	------	-----------	---------	----------	----------	---------	---------	------	-------	-----



Source : M. N'dienor, 1999

Ainsi, lors d'une année à forte pluviométrie (« bon hivernage »), les productions en diéri seront importantes et monopoliseront pour la récolte une main d'œuvre importante, ce qui peut pénaliser la culture de décrue qui suit (soit en réduisant les superficies emblavées, soit en retardant le semis à une période où les conditions climatiques sont moins favorables).

Citons l'exemple de la concurrence du sorgho et du riz dans le calendrier de travail : le semis du sorgho coïncide avec la récolte du riz d'hivernage et, de plus, sa récolte correspond à la mise en place du riz de contre-saison chaude, participant à l'abandon de cette campagne en 1996.

En outre, lorsqu'on s'intéresse aux stratégies de productions des cultivateurs, on s'aperçoit, surtout en rive gauche, qu'ils peuvent ne pas cultiver une grande surface après une récolte abondante. Il s'agit de productions quasi totalement auto consommées et la surproduction n'intéresse pas obligatoirement le cultivateur dans une économie planifiée sur le court terme au regard des *besoins alimentaires*. Toutefois, les superficies allouées et les rendements sont faibles et les productions sont rarement excessives.

Ainsi, lors d'un bon hivernage, il arrive de constater que les superficies cultivées en décrue sont faibles, même si les conditions hydrologiques étaient favorables. Ceci semble être le cas pour la crue 2000 (d'après les observations de terrain et selon Fodé SARR, inspecteur régional à l'IRA Saint-Louis).

E. Caractéristiques sociologiques/humaines

1. Le foncier

La propriété et le droit d'exploitation des terres sont originellement régis par des lois traditionnelles. Ces lois reposent sur l'organisation sociale et la hiérarchie entre familles de nobles, serviteurs, captifs, affranchis...

Au Sénégal, la gestion traditionnelle a été modifiée depuis l'application de la loi 64/46 du 17/06/64 instituant le domaine national. Cette loi procède à un classement des terres du domaine national (environ 95% du territoire national). Elle établit le principe d'égalitarisation de l'accès à la terre. En théorie, les droits fonciers traditionnels ne sont plus reconnus. Les terres en zone de terroir sont gérées par le Conseil Rural composé d'élus de la communauté rurale. Depuis l'instauration de cette loi, les conflits autour du foncier se sont multipliés et pourraient probablement se faire ressentir au niveau de l'exploitation des terres (selon Boivin & al, 1995)

Nous pouvons présupposer que dans certaines régions, il y ait un blocage des cuvettes par une classe de la population (grands propriétaires terriens) qui ne cède pas ses terres mais qui ne les cultive pas non plus. En outre, des problèmes peuvent apparaître entre éleveurs et cultivateurs. En effet, les éleveurs utilisent les zones inondées du walo pour abreuver leurs bêtes. Certains passages sont donc laissés libres. Le passage de la gestion foncière traditionnelle à la gestion foncière moderne ne s'est pas fait sans obstacle et la réattribution des terres n'a pas toujours tenu compte du passage des troupeaux. Ainsi, certaines terres sont peut-être sacrifiées mais cette hypothèse est à vérifier.

De nombreux aménagements se sont faits sur des terres de walo, naturellement fertiles et ayant une forte capacité de rétention. Ainsi, les gestions traditionnelle et moderne du foncier mais aussi les conflits qui en résultent peuvent conditionner l'exploitation des terres de walo.

Toutefois, il est bien trop ambitieux, à l'échelle de notre étude, d'analyser l'importance que le foncier peut revêtir dans la part des zones inondées cultivées.

2. Répartition et évolution de la main d'œuvre

Gibb chiffrerait la main d'œuvre potentielle dans l'ensemble de la vallée (y compris le gorgol, qui ne dépend pas du fleuve Sénégal mais du fleuve Gorgol) à 369 970 travailleurs en 1985 (chiffres issus de l'extrapolation des données « Lericollais-Diallo » de 1980). Cette population peut selon lui cultiver 120 000 ha. Il considère que chaque famille (trois adultes et trois enfants) peut cultiver environ 2,5 ha en décrue.

Selon ses prévisions de population et en appliquant une règle de trois, on obtient un total de 535 829 cultivateurs de décrue en 2000, qui pourraient cultiver 171 465 ha, réparties en 89 433 ha au Sénégal et 82 032 ha en Mauritanie.

Si l'on fait les mêmes calculs, avec les mêmes estimations (superficie cultivable par famille, nombre de personnes par famille), à partir des données de population fournies par Kosuth dans son rapport « Populations de la vallée concernées par la gestion des ouvrages et des eaux de surface du fleuve Sénégal » d'Avril 1999, on obtient sensiblement le même résultat (182 650 ha).

Au regard de ces chiffres et des valeurs de superficies inondées, on pourrait dès lors affirmer que la main d'œuvre n'est pas limitant. En effet, depuis 1972, les superficies inondées n'ont été supérieures à 180 000 ha, qu'en 1974 et 1999 (voir tableau des superficies inondées estimées par le POGR dans la suite de ce document).

Cependant, il s'agit d'estimations grossières : d'une part des migrations conséquentes ont suivi les événements sénégal-mauritaniens de 1989, d'autre part un exode rural s'est opéré et concerne plutôt les jeunes travailleurs. Cet exode résultait des difficultés économiques mais aussi de tendances culturelles (études, émancipation des jeunes, effet de mode). Il faudrait vérifier si l'accroissement démographique a compensé la diminution de la part des jeunes travailleurs. Empiriquement, on observe un déficit de main d'œuvre dans les villages. Les travailleurs sont majoritairement les vieux, les femmes et les enfants.

Par ailleurs, il est très probable que la population du secteur primaire n'ait pas évolué proportionnellement à la population globale.

Enfin, la population est répartie inégalement le long du fleuve et il se peut qu'il y ait un déficit de main d'œuvre dans certaines zones, et excédent dans d'autres (amont/aval, rive gauche/ rive droite). Pour vérifier cette hypothèse, il nous faudrait utiliser par exemple les données de population par unité naturelle fournies par Lericollais et les croiser avec les taux de mise en valeur des superficies de walo.

Ici, nous n'avons pas réalisé cette analyse faute de temps.

3. Organisation sociale des différents types de culture

Nous avons vu d'après Pascal Kosuth, qu'il existe à la fois une répartition inégale des différentes ethnies le long de la vallée, selon la rive du fleuve et que chaque ethnie exerce préférentiellement telle ou telle activité.

Les règles traditionnelles de gestion foncière favorisent certaines ethnies pour l'accès à la terre et l'attachement à la terre et aux types de culture ainsi que les habitudes alimentaires ne sont pas les mêmes selon les ethnies.

Par exemple, nous pouvons supposer que les habitants du delta sont moins attachés à la culture de décrue et n'hésiteront pas à l'abandonner s'ils peuvent obtenir de meilleurs résultats avec l'irrigué. Par contre, les habitants de Matam, majoritairement halpuulars (88% de la population du département) plus attachés à la culture de décrue tenteront les cultures chaque année, au risque de n'obtenir qu'un simple fourrage, et ce même si les conditions étaient réunies pour obtenir de meilleurs résultats avec les cultures irriguées. De même, au niveau alimentaire, il est probable que la population de la basse vallée obtient (en achetant ou en échangeant) plus facilement des denrées diversifiées. En effet, les conditions sont plus clémentes avec la proximité d'un port, d'un carrefour routier..., et n'obligent pas la recherche de l'auto subsistance.

Ainsi, si les différences d'exploitation des terres entre les différentes ethnies (ou groupes sociaux-culturels) sont nettes, elles devraient se manifester au niveau géographique par des secteurs de plus forte mise en valeur des plaines inondables. Il faudrait disposer des données de superficies inondées par secteur géographique.

4. *Gestion technique*

Nous avons vu dans le chapitre précédent que le secteur de l'agriculture irriguée était en grande partie organisée en coopératives ou groupements. Il existe les groupements villageois mais aussi les GIE. Le cultivateur, le plus souvent pluriactif peut appartenir à différents groupements. Son intégration et son degré d'investissement dans un groupement peut être à l'origine d'un certain comportement, d'une stratégie de valorisation des terres.

Ce facteur est difficile à étudier. Il faudrait recenser les cultivateurs et leur intégration dans un groupement, ceci par zone géographique et comparer ces données aux taux de mise en valeur. Cette analyse pourrait être significative seulement après plusieurs années de collecte de données.

F. *Caractéristiques économiques*

1. *Cours du marché des intrants et des produits*

Dans le contexte précédemment cité d'une pluriactivité quasi générale, le cultivateur a tout intérêt à tenir compte du marché pour établir sa stratégie de production. En effet, si l'agriculture de décrue ne demande que très peu d'intrants et n'a pas pour but la commercialisation, l'agriculture de diéri et surtout l'agriculture irriguée sont consommatrices d'engrais, de traitements phytosanitaires, de semences, d'investissements, de frais d'entretiens et de carburants pour la culture irriguée.

Par ailleurs, elles fournissent des produits dont le prix varie largement. Sans toutefois aller jusqu'à établir un compte de résultats prévisionnel, le cultivateur planifie ses activités et ses cultures de façon à s'assurer les quantités alimentaires dont il a besoin ainsi qu'un revenu.

Selon le MDRE, l'intensification dépend en grande partie des politiques d'incitation (accès au crédit, prix incitatifs,...).

Fodé Sarr de l'IRA Saint-Louis affirme que les cultivateurs, notamment ceux du delta, tiennent compte des cours du marché dans leur stratégie de production. Est-ce le cas dans la moyenne vallée aval, là où cultures de décrue et cultures irriguées coexistent.

2. *Endettement*

Dans ce même contexte, les difficultés d'accès au crédit mais principalement l'endettement constituent des facteurs limitant le développement du secteur irrigué (cf. chapitre précédent) et par conséquent justifiant le regain de l'agriculture de décrue chez les cultivateurs (Xavier Le Roy, 1997).

En effet, tandis que l'agriculture irriguée utilise des intrants et nécessite des investissements et frais d'entretiens, l'agriculture de décrue ne requiert aucun apport financier et ne nécessite qu'un faible investissement en travail. Le risque encouru semble nul ou tout au moins acceptable. (X. Le Roy)

Ainsi, les aspects économiques sont à prendre en compte dans notre analyse.

L'endettement est généralisé et nous ne pouvons prendre en considération les ressources financières des cultivateurs pour étudier les disparités dans le temps ou dans l'espace. Par contre, il peut être intéressant de discerner différentes vagues économiques, notamment avec certains événements comme la dévaluation du CFA en 1994, la libéralisation de la filière riz, les changements structurels, et les conjonctures particulières. Ceci, dans le but de justifier certaines évolutions dans les stratégies agricoles.

Les caractéristiques économiques et sociales sont à considérer dans le contexte de la pluriactivité.

Le cultivateur ayant parfois la possibilité de choisir quel(s) type(s) de culture il va pratiquer, il raisonne en fonction des atouts et contraintes de chacune des possibilités. Les facteurs limitant la production en culture irriguée peuvent encourager la culture de décrue (ou la culture pluviale) et inversement.

G. Autres

1. *Distance village*

Les villages sont plus ou moins éloignés des plaines d'inondation. Les cultivateurs étant rarement motorisés, ils se rendent à pied ou à cheval sur leurs parcelles.

Ainsi, la distance de la plaine au village peut intervenir dans la décision du cultivateur à cultiver ou non. Dans le cas où la plaine est peu accessible pour tous, on peut s'attendre, sous des conditions peu favorables à ce que son taux de mise en valeur soit relativement faible.

2. *Présence d'insectes ou de ravageurs*

Certaines cuvettes sont le siège d'attaques de ravageurs. Selon la pression exercée sur la culture, et le type de ravages, les espoirs de récolte sont plus ou moins réduits, voire anéantis. Il est donc nécessaire de prendre en compte cette contrainte sur la décision du cultivateur à semer ou non.

A tous les stades de son développement, le sorgho, principale culture de décrue, peut être sujet aux attaques d'insectes ravageurs. Un nombre réduit d'espèces se caractérisent par des dégâts sérieux et réguliers, portant sur de vastes zones. Ainsi, en Afrique, sévissent la mouche des pousses, les foreurs des tiges, la cécidomyie et les punaises des panicules.

La présence de certains parasites du sol rendent impossible la culture de décrue sur certaines cuvettes (nombreuses chenilles, myriapodes, larves de coléoptères, la liste des parasites du sorgho de décrue en zone tropicale est présentée dans « le sorgho »). C'est le cas de la cuvette de M'Bakhna, où les cultivateurs ont pris l'habitude de n'ensemencer qu'une couronne en périphérie de la cuvette, bien que cette surface soit la moins humidifiée, elle n'enferme pas les petits vers noirs (probablement des larves de coléoptères ou myriapodes du sol) qu'on trouve au centre.

De plus, une protection contre les oiseaux, notamment les mange-mil est nécessaire : dans ce but, le gardiennage des parcelles est systématique.

3. *Mauvaises herbes*

Il est conseillé de procéder à un désherbage avant l'inondation des cuvettes. Ceci permet une fois les terres exondées de semer directement sans perdre de temps (selon SAPIN, 1971). Hélas, il est bien rare que le cultivateur soit tenu au courant de la date approximative d'arrivée de la crue et de ce fait, il ne peut désherber avant la crue, car il risque de désherber plusieurs fois.

Habituellement, il se peut que des adventices se développent dès le retrait des eaux et selon leur importance (densité et stade de développement), le cultivateur peut juger inadéquat de travailler sa terre. On conçoit que ce facteur prend de l'importance quand il est associé avec d'autres conditions défavorables à la pratique de la culture (par exemple si des parasites du sol sont présents).

4. *Information des paysans*

Nous avons remarqué un manque d'information au niveau des cultivateurs, qui sont pourtant les personnes les plus concernées par le maintien de la crue artificielle. Ils ne connaissent ni la forme de la crue ni les cotes ou débits attendus sur le tronçon du fleuve ou de l'affluent ou

défluent dont ils dépendent. Il est sûrement difficile de leur fournir des informations précises et exhaustives de la gestion des barrages mais les structures telles que l'OMVS, le Ministère de l'agriculture ou les directions qui en dépendent, sont « sensées » pouvoir les informer globalement des décisions et leur faire parvenir des prévisions.

Ainsi, on est passé d'une situation où les crues étaient les œuvres de la nature, capricieuse et imprévisible, à une situation où le fleuve est partiellement maîtrisé mais où le cultivateur s'étonne de voir les niveaux d'eaux monter, descendre puis remonter, ou de voir arriver un second pic de crue, qui vient ravager les jeunes pousses. (c'est la « catastrophe de 1994 ». Lors de l'hivernage 1994-1995 la crue a été très bonne et lorsque la décrue a commencé les agriculteurs ont semé sur de très grandes surfaces de walo (du moins en périphérie de ce qui devait représenter de très grandes surfaces). Une nouvelle pointe de crue (correspondant à la vidange du barrage de Manantali pour cause de réparation du parement amont) est alors arrivée, engloutissant les jeunes plants et surtout ennoyant pendant près de trois mois les zones qui devaient être semées. La durée de cette seconde crue a été telle que la remise en culture n'a pas été possible ce qui a totalement détruit les espoirs de récolte sur une grande partie des plaines).

Ces surprises peuvent être à l'origine d'une « non-culture », même si la culture de décrue est par définition, une culture sans risques.

La collecte des données concernant les superficies cultivées et inondées prenant du temps, nous nous sommes intéressés à l'ensemble de ces contraintes dans l'espoir de les relier aux superficies inondées.

Une fois recensés les différents paramètres pouvant influencer la superficie potentiellement cultivable et la stratégie du cultivateur, il apparaît clairement que ces paramètres ne sont pas indépendants. Certains couples de facteurs agissent dans le même sens, d'autres en sens contraire. Citons le cas de la température, du calendrier de cultures et de la date d'occurrence de la crue.

Par ailleurs, certains facteurs sont difficiles à identifier ou à recenser. Parfois, ils ne sont pas quantifiables.

Ainsi, une analyse multifactorielle semble être la meilleure alternative envisageable pour résoudre notre problème. Sans les moyens techniques, il nous faut étudier les facteurs un par un.

II. COLLECTE ET TRI DES DONNEES

De nombreuses études ont été menées ces dernières décennies sur l'agriculture dans la vallée du fleuve Sénégal. Ainsi, il n'est pas difficile de disposer des caractéristiques physiques du territoire (climat, pluviométrie, température, insolation, pédologie, topographie). Par contre, les données relatives aux cultures de décrue sont plus difficiles à obtenir.

Les données statistiques fournies dans les différents rapports ne sont pas toujours mentionnées avec leur source et leur méthodologie. Nous nous efforçons ici de préciser clairement où et comment les informations ont été obtenues, de façon à faciliter leur exploitation.

A. La recherche des données de superficies inondées et cultivées

1. La base de données initiales

S'il est vrai que le recensement des superficies cultivées en décrue dans le passé constitue le point de départ de toute étude qui vise à faire des recommandations en ce qui concerne la superficie à cultiver sous crue artificielle, ces inventaires ne donnent pas toujours des informations précises et fiables (Gibb, 1987).

De plus, les données concernant les superficies inondées sont fragmentaires, et difficiles à collecter. Les diverses estimations résultent soit d'activités de terrain (enquêtes), soit de survols aériens (avec ou sans calibrage au sol), soit d'images satellites (avec calibrage au sol).

▪ Superficies inondées :

Les données existantes sur les superficies inondées par la crue du fleuve Sénégal sont de nature très différente, selon la méthodologie utilisée.

Certaines sont issues du traitement d'images satellites (NOAA, OMVS-BDPA, données IRD 97-98), d'autres de modèles hydrauliques (Reizer, Sogreah, Gibb).

Le problème auquel on se heurte lorsque l'on veut collecter et utiliser les données de superficies inondées dans la vallée du fleuve Sénégal, est l'hétérogénéité des résultats.

En effet, les données sont issues de sources et méthodologies différentes dans lesquelles les typologies varient : zones humides, zones en eau, superficies inondées en dehors du lit du fleuve, cuvettes....

Il est alors difficile de s'adonner à une analyse, à partir de telles divergences.

Dans ce contexte, ces données ont été homogénéisées (en apportant des corrections) par Mathilde Tenneson dans sa note « Comparaison des différentes estimations de superficies inondées », 2001, présentée en annexe 10 dans ce document. Cette note précise également les différentes méthodologies qui ont été utilisées. Les données de superficies inondées corrigées sont présentées sur la page 75 de ce document.

▪ Superficies cultivées :

Les différentes sources d'information à ce sujet sont précisées en annexe 11.

Les données citées par **JUTON de 1944 à 1969** sont issues des Service de l'agriculture- Rapports annuels de la 3^e circonscription agricole, puis de l'Inspection Régionale de l'Agriculture du Fleuve (cultures de walo en mil, niébé, maïs dans les départements de Dagana, Podor, Matam). (JUTON, Etude hydro-agricole du bassin du fleuve Sénégal, AFR/REG 61, Les cultures de décrue et l'hypothèse 300 m³/s, août 1970). Il se base sur l'enquête MISOES de 57-58 (Mission socio-économique du fleuve Sénégal - La moyenne vallée du Sénégal, 1962, Presses Universitaires de

France) pour établir la relation suivante : aval total= 1.4RG ; amont total= 2RG ; cette relation est ensuite appliquée aux recensements des services de l'agriculture de la Rive Gauche pour les années 46/47, 47/48, 56/57, 57/58, 61/62, 63/64, 64/65, 65/66, 66/67, 67/68, 68/69, 69/70.

De 1970 à 1978, Gibb reprend les estimations de Juton. Celui-ci donne les explications suivantes sur la méthode de sondage de l'Agriculture :

- «choix de villages-échantillons, puis d'agriculteurs-échantillons dans les villages retenus;
- ensuite arpentage (et dépiquage) des champs, calcul de la surface par personne active,
- puis calcul des superficies cultivées totales base sur le nombre de personnes actives ».

Gibb est sceptique quant aux résultats de la méthode utilisée a cause de grande différence avec les chiffres du sondage FAO de la même année.

De 1980 à 1985, nous disposons des données issues de études du groupement **Manantali**, mais ne connaissons pas la méthodologie employée.

A partir des années 80, les données sont spécifiques à chacune des rives (1980 pour la rive gauche, 1985 pour la rive droite).

En **rive gauche**, il existe un suivi des cultures de décrue. Celui-ci est assuré par les inspections régionales de l'agriculture (IRA), normalement rendu homogène par un guide de l'enquêteur et centralisé à la division des statistiques agricoles du ministère de l'agriculture à Dakar.

Le ministère de l'agriculture avec l'inspection régionale de l'agriculture ont mené des enquêtes sur l'agriculture de décrue dans le but de connaître superficies, productions, rendements, à l'échelle de la vallée. Jusqu'en 1996 (et même 1998, année durant laquelle une enquête a eu lieu mais n'a pas (encore) donné lieu au traitement et à la synthèse des résultats), les enquêtes étaient effectuées avec pour base, le producteur. Ceci a conduit à une perte de temps et des difficultés pour atteindre l'exhaustivité (au niveau des sites) et pour extrapoler du fait des doubles ou multiples activités des producteurs (par exemple, un agriculteur pratiquant la culture de diéri et la culture de walo, pouvait affirmer ne pas avoir cultivé en décrue l'année de l'enquête). Par conséquent, la méthodologie a été revue et les enquêtes se basent aujourd'hui sur le site de production.(2000 est la première année où cette nouvelle méthodologie est mise en application).

Aujourd'hui, les sites de production sont recensés de façon exhaustive. Après un tirage aléatoire à deux degrés (la zone de recensement et le producteur), des agents sont envoyés sur le terrain en milieu de culture (octobre – novembre) et mesurent les superficies emblavées grâce à une calculatrice programmée qui donne la surface à partir du nombre de côtés du site (assimilé à un polygone), des longueurs des côtés et des angles entre les côtés. L'erreur de clôture s'affiche, si elle est supérieure à 5%, l'agent doit reprendre les mesures. A partir de ce recensement, les inspections sont en mesure d'établir des prévisions en terme de production qui sont corrigées quelques mois plus tard, en mars – avril, au moment de la récolte. A ce moment, les agents font un deuxième passage lors duquel ils mettent en place des carrés de rendement. Il s'agit de petits périmètres (de l'ordre du m²) choisis aléatoirement qui permettent une extrapolation à l'ensemble de la cuvette.

Cependant, les enquêtes n'ont pas lieu chaque année et elles ne sont pas toutes traitées (ce fut le cas en 1998).

De plus, les divisions géographiques sont des divisions administratives et l'étude de la culture de walo dans la vallée du fleuve exige le recoupement des informations collectés par l'IRA Saint-Louis et l'IRA Tambacounda (pour le département de Bakel).

En **rive droite**, nos principales sources d'informations pour la dernière décennie sont le service de statistiques agricoles du MDRE (Ministère du Développement Rural et de l'Environnement) à travers ses enquêtes auprès des ménages et exploitants agricoles et la SONADER. (il semble que ces deux structures ont échangé certaines données)

Toutefois, il n'est pas rare de constater des écarts entre les données fournies par le MDRE et celles fournies par d'autres organismes comme la SONADER.

De plus, les enquêtes du MDRE ont pour optique de visualiser l'évolution de la couverture alimentaire (ainsi ils se concentrent sur les céréales qui représentent la grande majorité des productions) sur l'ensemble du territoire mauritanien, il est donc parfois difficile d'utiliser et de comparer les différentes sources d'informations.

Enfin, il est à noter les discordances des résultats entre les différentes sources. Il n'est pas rare d'observer des erreurs de calcul ou de transfert de données d'une source à l'autre et ceci est très gênant puisque le nombre de sources est limité, et que de ce fait, il nous est impossible d'infirmer ou confirmer l'exactitude d'un résultat donné.

2. Les compléments d'informations

Dans un premier temps, nous avons cherché à vérifier l'exactitude des données déjà recensées. Nous avons procédé par la collecte puis la lecture de documents sources, puis les résultats ont été confrontés aux résultats déjà collectés et entre eux dans un même document (reprise des calculs).

Puis, nous nous sommes penchés à la collecte de nouvelles données sur les superficies cultivées en décrue et les superficies inondées (années récentes, années manquantes) auprès des différentes organisations dépendante des ministères concernés : SAED, IRA Saint-Louis, PSI-Coraf, Division des statistiques agricoles du ministère de l'agriculture du Sénégal, pour la rive gauche, SONADER, MDRE, pour la rive droite.

Les informations recueillies sur l'hydrologie du fleuve Sénégal sont extraites des travaux réalisés par l'équipe de l'IRD et concernent d'une part, les données relatives aux débits et cotes du fleuve et des dépressions telles qu'elles ont été relevées sur le terrain, et d'autre part des données statistiques issues de modèles mathématiques, portant sur la propagation des crues.

Ainsi, nous disposons des superficies inondées issues du traitement d'images SPOT pour chacune des cuvettes expérimentales de l'équipe du POGR, et ce pour 97, 98 et 99, et des superficies inondées estimées sur l'ensemble de la vallée, par extrapolation à partir des données sur les cuvettes, depuis 1946. La relation qui lie les superficies inondées sur les 10 plaines expérimentales aux cotes à Bakel est très significative. De même la relation qui lie les superficies inondées cumulées sur les 10 plaines et la superficie inondée totale dans la vallée est très convaincante.

Par ailleurs, l'équipe du POGR a réalisé des mesures de surfaces mises en culture dans les cuvettes expérimentales à l'aide d'un GPS différentiel et a estimé la surface cultivée (en décrue) sur les cuvettes et la surface cultivée totale en 1997 sur l'ensemble de la vallée à l'aide d'images satellites SPOT.

3. Présentation des données brutes

SUPERFICIES INONDEES PAR LA CRUE

(Données brutes)

Crue	Rive droite			Rive gauche			Vallée			Source	
	Mont	Aval	Total	Mont	Aval	Total	Mont	Aval	Total		
1944										10000	OMV/S/Reizer, 1974 (Cité par IDA, 1990, reprise de CHERET, 1960) (1)
1945											
1946											
1947											
1948											
1949											
1950										500000	OMV/S/Reizer, 1974 (Cité par IDA, 1990, reprise de CHERET, 1960) (1)
1951											
1952											
1953										370000	OMV/S/Reizer, 1974 (Cité par IDA, 1990, reprise de CHERET, 1960) (1)
1954											
1955											
1956											
1957											
1958											
1959											
1960											
1961											
1962											
1963											
1964											
1965											
1966											
1967											
1968										500000	OMV/S/Reizer, 1974 (Cité par IDA, 1990, calculé selon la méthode UNE, ~ S15) (1)
1968										220000	OMV/S/Reizer, 1974 (Cité par IDA, 1990, calculé selon la méthode UNE, ~ S15) (1)
1968										164000	Gibb 1987 (S15) (1)
1968										153000	Modèle Sogreah, 1981 (cité par Gibb, 1986), S15, sans endiguement (1) (2)
1968	31500	34500	66000	49500	37500	87000	81000	72000		121500	Modèle Sogreah, 1981 (cité par Gibb, 1986), S15, sans endiguement, hors zone delta (1) (3)
1968	31500	13500	45000	49500	27000	76500	81000	40500		395000	OMV/S/Reizer, 1974 (Cité par IDA, 1990, calculé selon la méthode UNE, ~ S15) (1)
1969										396000	Gibb 1987 (S15) (1)
1969	52800	101900	154700	135800	115300	251100	188600	217200		405600	Modèle Sogreah, 1981 (cité par Gibb, 1986), S15, endiguement delta submersible (RD) (1) (2)
1969	52800	41300	94100	135800	98600	234400	188600	139900		328600	Modèle Sogreah, 1981 (cité par Gibb, 1986), S15, endiguement delta submersible (RD), hors zone delta (1) (3)
1970										335000	OMV/S/Reizer, 1974 (Cité par IDA, 1990, calculé selon la méthode UNE, ~ S15) (1)
1970										336000	Gibb 1987 (S15) (1)
1970	71500	95000	166500	116500	110000	226500	188000	205000		393000	Modèle Sogreah, 1981 (cité par Gibb, 1986), S15, sans endiguement (1) (2)
1970	71500	37000	108500	116500	76500	193000	188000	113500		301600	Modèle Sogreah, 1981 (cité par Gibb, 1986), S15, sans endiguement, hors zone delta (1) (3)
1971										380000	OMV/S/Reizer, 1974 (Cité par IDA, 1990, calculé selon la méthode UNE, ~ S15) (1)
1971										386000	Gibb 1987 (S15) (1)
1972										20000	OMV/S/Reizer, 1974 (Cité par IDA, 1990, calculé selon la méthode UNE, ~ S15) (1)
1972										41000	Gibb 1987 (S15) (1)
1973										180000	Gibb 1987 (S15) (1)
1973	14500	36900	51400	45700	51300	97000	60200	88200		148400	Modèle Sogreah, 1981 (cité par Gibb, 1986), S15, endiguement delta insubmersible (RD) (1) (2)
1973	14500	8100	22600	45700	44100	89800	60200	52200		112400	Modèle Sogreah, 1981 (cité par Gibb, 1986), S15, endiguement delta insubmersible (RD), hors zone delta (1) (3)
1974										414000	Gibb 1987 (S15) (1)

SUPERFICIES INONDEES PAR LA CRUE

(Données corrigées)

Crue	Total Vallée	Source	Correction
1944	4836	OMVS/Reizer, 1974 (Cité par IDA, 1990, reprise de CHERET, 1960) (1)	-22%delta ; -38%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1945			
1946			
1947			
1948			
1949			
1950	284700	OMVS/Reizer, 1974 (Cité par IDA, 1990, reprise de CHERET, 1960) (1)	-22%delta ; -27%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1951			
1952			
1953	210678	OMVS/Reizer, 1974 (Cité par IDA, 1990, reprise de CHERET, 1960) (1)	-22%delta ; -27%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1954			
1955			
1956			
1957			
1958			
1959			
1960			
1961			
1962			
1963			
1964			
1965			
1966			
1967	284700	OMVS/Reizer, 1974 (Cité par IDA, 1990, calculé selon la méthode UNE, ~ S15) (1)	-22%delta ; -27%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1968	114972	OMVS/Reizer, 1974 (Cité par IDA, 1990, calculé selon la méthode UNE, ~ S15) (1)	-22%delta ; -33%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1968	79310	Gibb 1987 (S15) (1)	-22%delta ; -38%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1968	75330	Modèle Sogreah, 1981 (cité par Gibb, 1986), S15, sans endiguement, hors zone delta (1) (3)	delta déjà pris en compte ; -38%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1969	224913	OMVS/Reizer, 1974 (Cité par IDA, 1990, calculé selon la méthode UNE, ~ S15) (1)	-22%delta ; -27%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1969	225482	Gibb 1987 (S15) (1)	-22%delta ; -27%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1969	239805	Modèle Sogreah, 1981 (cité par Gibb, 1986), S15, endiguement delta submersible (RD), hors zone delta (1) (3)	delta déjà pris en compte ; -27%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1970	190749	OMVS/Reizer, 1974 (Cité par IDA, 1990, calculé selon la méthode UNE, ~ S15) (1)	-22%delta ; -27%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1970	191318	Gibb 1987 (S15) (1)	-22%delta ; -27%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1970	202005	Modèle Sogreah, 1981 (cité par Gibb, 1986), S15, sans endiguement, hors zone delta (1) (3)	delta déjà pris en compte ; -33%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1971	216372	OMVS/Reizer, 1974 (Cité par IDA, 1990, calculé selon la méthode UNE, ~ S15) (1)	-22%delta ; -27%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1971	219219	Gibb 1987 (S15) (1)	-22%delta ; -27%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1972	9672	OMVS/Reizer, 1974 (Cité par IDA, 1990, calculé selon la méthode UNE, ~ S15) (1)	-22%delta ; -38%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1972	19828	Gibb 1987 (S15) (1)	-22%delta ; -38%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1973	94068	Gibb 1987 (S15) (1)	-22%delta ; -33%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1973	69688	Modèle Sogreah, 1981 (cité par Gibb, 1986), S15, endiguement delta insubmersible (RD), hors zone delta (1) (3)	delta déjà pris en compte ; -38%chenaux d'écoulement, fleuves, etc.
1974	235732	Gibb 1987 (S15) (1)	-22%delta ; -27%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1975	178222	Gibb 1987 (S15) (1)	-22%delta ; -27%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1976	37237	Gibb 1987 (S15) (1)	-22%delta ; -38%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1977	41590	Gibb 1987 (S15) (1)	-22%delta ; -38%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1978	54163	Gibb 1987 (S15) (1)	-22%delta ; -38%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1979	22246	Gibb 1987 (S15) (1)	-22%delta ; -38%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1980	71089	Gibb 1987 (S15) (1)	-22%delta ; -38%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1981	72056	Gibb 1987 (S15) (1)	-22%delta ; -38%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1982	33852	Gibb 1987 (S15) (1)	-22%delta ; -38%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1983			
1984			
1985			
1986	154267	Utilisation des données SPOT, OMVS-BDPA, 1987 (5)	-22%delta ; -27%bras, marres, fleuves, permanents, etc.
1987			
1988			
1989			
1990			
1991			
1992			
1993		PDRG 1994	
1994			
1995			
1996			
1997	91670	Traitement d'images SPOT, OMVS-IRD, POGR Phase III, juin 2000 (6)	delta et bras, marres, fleuves, permanents, etc. déjà pris en compte
1998	146033	Traitement d'images SPOT, OMVS-IRD, POGR Phase III, juin 2000 (6)	delta et bras, marres, fleuves, permanents, etc. déjà pris en compte
1999			
2000			

132123	moyenne 1944-1999
184293	moyenne 1944-1971
83213	moyenne 1972-1999

Observations:

(1) comprend les eaux estuariennes et lacustres, le lit mineur, les chenaux d'écoulement des cuvettes...

Modèle UNE, mesure les superficies inondées (zones inondées au sein des UNE) à partir des niveaux d'eau relevés à 5 stations de jaugeage (Bakel, Matam, Saldé, Podor, Dagana)

(2) Amont RD: Waoundé, Matam, Kaed, Diorbivol; Aval RD: Saldé, Boghé, Podor, Dagana, Rosso; Amont RG: Waoundé, Matam, Kaed, Diorbivol, N'Goué, Guédé, Ile Amont, Ile Centre, Ile Aval, Dagana.

(3) Amont RD: idem (2), Aval RD: (2) -Dagana, Rosso; Amont RG: idem (2), Aval RG: (2) - Dagana. La zone du delta représente en moyenne 22% de l'ensemble de la vallée.

(5) superficies inondées au maximum de la crue entre Matam et Saint-Louis (y compris le lit mineur du fleuve et les chenaux d'écoulement des cuvettes).

Sur la zone de test de Matam, la classe 1-lit mineur+chenaux d'écoulement = 24% total des zones inondées.

(6) Aval: de Dagana à la déférence du Doué; Amont: de la déférence du Doué à Bakel. Ne comprend ni le fleuve, ni les bras et mares, ni les cuvettes qui restent en eau une grande partie de l'année (permanents).

Ces zones représentent 38% des zones totales inondées en 1997 (~ 190 000 ha inondés si on ajoute 22% du delta) et 27% en 1998 (~ 250 000 ha inondés si on ajoute 22% du delta).

33% en moyenne (24% sans prendre en compte les cuvettes permanentes).

(7) Chiffre issu du traitement des images SPOT et complétés pour deux scènes par la méthode des UNE de Gibb

Il s'agit de la superficie du lit mineur et chenaux d'écoulement, des cuvettes et petites dépressions, et des sols engorgés sous faible hauteur en bordure des cuvettes, dépressions et chenaux; ce chiffre inclut les surfaces inondées à l'intérieur des UNE et hors des UNE

Règles:

on applique, dès que nécessaire, la correction sur le delta selon le coefficient de 22% trouvé à partir des données de Sogreah

on applique, dès que nécessaire, la correction sur les chenaux d'écoulement, les fleuves, etc. selon les coefficients suivants tirés de l'IRD:

27% pour les superficies totales supérieures à 250 000 ha;

33% pour les superficies totales comprises entre 190 000 et 250 000 ha;

38% pour les superficies inférieures à 190 000 ha.

SUPERFICIES CULTIVEES EN DECRIE

Année	Amort	Rive droite		Total	Rive gauche		Total	Amort	Vallée		Total	Source
		Aval	Total		Aval	Total			Aval	Total		
1946								45000	55900	100000	Etude du barrage de Manantali, volume 5 régularisation (F. GUERBER, 1985), reprend les estimations de JUTON, août 1970 (8)	
1946								45000	58800	105000	Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1947											Etude du barrage de Manantali, volume 5 régularisation (F. GUERBER, 1985), reprend les estimations de JUTON, août 1970 (8)	
1947											Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1948												
1949								54000	65900	119999	Etude du barrage de Manantali, volume 5 régularisation (F. GUERBER, 1985), reprend les estimations de JUTON, août 1970 (8)	
1950											Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1950								68000	50500	116000	Etude du barrage de Manantali, volume 5 régularisation (F. GUERBER, 1985), reprend les estimations de JUTON, août 1970 (8)	
1951								50200	47700	98000	Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1951								42000	46200	88000	Etude du barrage de Manantali, volume 5 régularisation (F. GUERBER, 1985), reprend les estimations de JUTON, août 1970 (8)	
1952								60000	71300	131000	Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1952								45000	56100	101000	Etude du barrage de Manantali, volume 5 régularisation (F. GUERBER, 1985), reprend les estimations de JUTON, août 1970 (8)	
1953								70200	72200	142000	Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1953								67400	76000	143000	Etude du barrage de Manantali, volume 5 régularisation (F. GUERBER, 1985), reprend les estimations de JUTON, août 1970 (8)	
1954								64600	60400	125000	Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1954											Etude du barrage de Manantali, volume 5 régularisation (F. GUERBER, 1985), reprend les estimations de JUTON, août 1970 (8)	
1955											Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1956											Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1956											Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1957											Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1957											Etude du barrage de Manantali, volume 5 régularisation (F. GUERBER, 1985), reprend les estimations de JUTON, août 1970 (8)	
1958											Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1958											Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1959											Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1961								28400	50100	78500	Etude du barrage de Manantali, volume 5 régularisation (F. GUERBER, 1985), reprend les estimations de JUTON, août 1970 (8)	
1961											Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1961											Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1962								40200	54300	94500	Etude du barrage de Manantali, volume 5 régularisation (F. GUERBER, 1985), reprend les estimations de JUTON, août 1970 (8)	
1963											Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1963											Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1964								41000	67900	108900	Etude du barrage de Manantali, volume 5 régularisation (F. GUERBER, 1985), reprend les estimations de JUTON, août 1970 (8)	
1964											Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1964											Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1965								42000	81200	123200	Etude du barrage de Manantali, volume 5 régularisation (F. GUERBER, 1985), reprend les estimations de JUTON, août 1970 (8)	
1965											Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1965											Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1966								68200	51100	117300	Etude du barrage de Manantali, volume 5 régularisation (F. GUERBER, 1985), reprend les estimations de JUTON, août 1970 (8)	
1966											Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1967								69000	71500	140500	Etude du barrage de Manantali, volume 5 régularisation (F. GUERBER, 1985), reprend les estimations de JUTON, août 1970 (8)	
1967											Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1968								52200	34100	86300	Etude du barrage de Manantali, volume 5 régularisation (F. GUERBER, 1985), reprend les estimations de JUTON, août 1970 (8)	
1968											Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1968											Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)	
1969								60000	35400	95400	Inspection Régionale de l'Agriculture de Saint-Louis (recueillies en mission, 1969)	
1969											Etude du barrage de Manantali, volume 5 régularisation (F. GUERBER, 1985), reprend les estimations de JUTON, août 1970 (8)	

B. Le tri des données

1. Le choix des données

A partir du tableau brut, rassemblant l'ensemble des données que nous avons pu collecter, nous avons effectué une sélection basée sur plusieurs critères, afin d'obtenir un tableau net, présentant une seule donnée par année. Nous avons cherché à conserver les données les plus fiables, selon la source ou selon la méthodologie utilisée, mais pour certaines années, la faible quantité d'informations ne nous laissait pas cette liberté.

- Pour les superficies inondées totales :

Nous retiendrons les données des superficies inondées estimées par J.P. Lamagat puisqu'elles sont homogènes, de méthodologie connue et concernent seulement les zones potentiellement cultivables (elles ne contiennent pas le Gorgol, non dépendant du fleuve Sénégal, elles concernent la zone comprise entre Dagana et Matam).

De plus, la confrontation de ces données avec les données issues de l'étude de Gibb et corrigées par M. Tenneson montrent qu'elles sont très proches et qu'ainsi elles se confirment les unes les autres.

- Pour les superficies cultivées totales :

Nous avons supprimé les données issues de l'étude de Manantali car cette étude s'est appuyée sur les résultats des enquêtes MISOES auxquels un coefficient global d'extrapolation (du type superficie cultivée en aval total= 1.4RG ; en amont total= 2RG) a été appliqué. Nous préférons conserver des données issues de mesures et non d'estimations.

De 1946 à 1969, nous conservons la série de données obtenues par les **services de l'agriculture** et citées par Juton (1970). Il s'agit d'une donnée historique obtenue avec la même méthodologie. En 1957, nous gardons la donnée issue de l'enquête MISOES, puisqu'il s'agissait d'une enquête.

A partir de 1970, nous considérons les données de **Gibb** comme les plus fiables. En effet, les données issues des études du groupement de Manantali ne sont pas convaincantes : elles nous donnent les mêmes superficies en 1974 et 1975 (30 000 ha), alors que la crue de 1975 est telle que les superficies inondées étaient plus de deux fois celles qu'elles avaient été en 1974 (quelque soit la source). De plus, les 30 000 ha annoncés pour 1975 sont inférieurs à la moitié de la superficie cultivée recensée par les services de l'agriculture en rive gauche. Gibb, quant à lui, a repris les résultats de Juton, obtenus à partir de survols aériens, auxquels il a appliqué certaines corrections (La limite amont – aval est fixée à Mbagne en rive droite et à la défluence du Doué en rive gauche. Le périmètre de Dagana et le périmètre de Nianga sont exclus des chiffres ; Le walo du Gorgol est exclu des chiffres).

En 1979, 1980, 1981, 1983, et 1984 ne disposant pas d'autres données plus fiables, nous avons gardé la donnée du **groupement de Manantali**. Les données GERSAR nous semblent sous-estimées. En 1983, la donnée GERSAR en terme de superficie totale cultivée est inférieure à la superficie cultivée en rive gauche, recensée par l'Inspection Régionale de l'Agriculture de Saint-Louis.

Enfin, **à partir de 1985**, nous tenons compte des données obtenues et fournies par les services de l'agriculture : **IRA et SONADER**. Les superficies cultivées totales sont déduites de la somme des superficies cultivées en rive droite et en rive gauche.

Nous n'incluons pas les superficies cultivées dans la délégation de Bakel. En rive droite, Gibb n'inclut pas les superficies cultivées du Gorgol.

- Pour les superficies cultivées sur chacune des rives :

Les données par rive nous permettent de procéder à une analyse pour chacune des rives. Il est en effet possible que les stratégies et les influences des différents facteurs ne jouent pas de la même façon d'une rive à l'autre du fleuve.

Alors, pour certaines années, bien que nous ne disposons pas d'une donnée concernant la superficie cultivée totale, nous conservons les données en rive droite et en rive gauche. Nous avons donc fusionné sur une même ligne des données de sources différentes. Ceci explique pourquoi, en 1980, la superficie cultivée en rive gauche est supérieure à la superficie cultivée totale.

Les données disponibles pour chacune des rives proviennent des services de l'agriculture, de Gibb, de l'IRA et la SONADER et pour 1999 de la SAED (mesures par télédétection) et du MDRE.

Elles ne contiennent pas les superficies cultivées dans la délégation de Bakel ni dans le moughata (département administratif) du Guidimaka.

2. Présentation des tableaux finals

SUPERFICIES INONDEES PAR LA CRUE

(sans le delta, sans les chenaux d'écoulement, les fleuves, etc.)

Données IRD

Crue	Total vallée (entre Matam et Dagana) IRD
1946	210663
1947	187944
1948	168752
1949	155757
1950	335911
1951	227755
1952	216871
1953	168700
1954	291519
1955	276783
1956	304834
1957	269892
1958	309726
1959	258067
1960	160914
1961	297133
1962	217855
1963	160345
1964	310483
1965	326522
1966	251953
1967	301650
1968	99196
1969	204459
1970	166805
1971	198510
1972	44597
1973	99356
1974	227206
1975	148844
1976	56069
1977	65076
1978	84745
1979	47779
1980	95742
1981	97180
1982	61255
1983	27142
1984	24314
1985	73183
1986	82520
1987	37000
1988	148700
1989	82213
1990	23479
1991	63446
1992	60725
1993	69047
1994	142489
1995	157843
1996	60675
1997	92000
1998	146000
1999	221000
2000	107323

158654 moyenne 1944-2000

233808 moyenne 1944-1971

91274 moyenne 1972-2000

SUPERFICIES CULTIVEES EN DECRUE

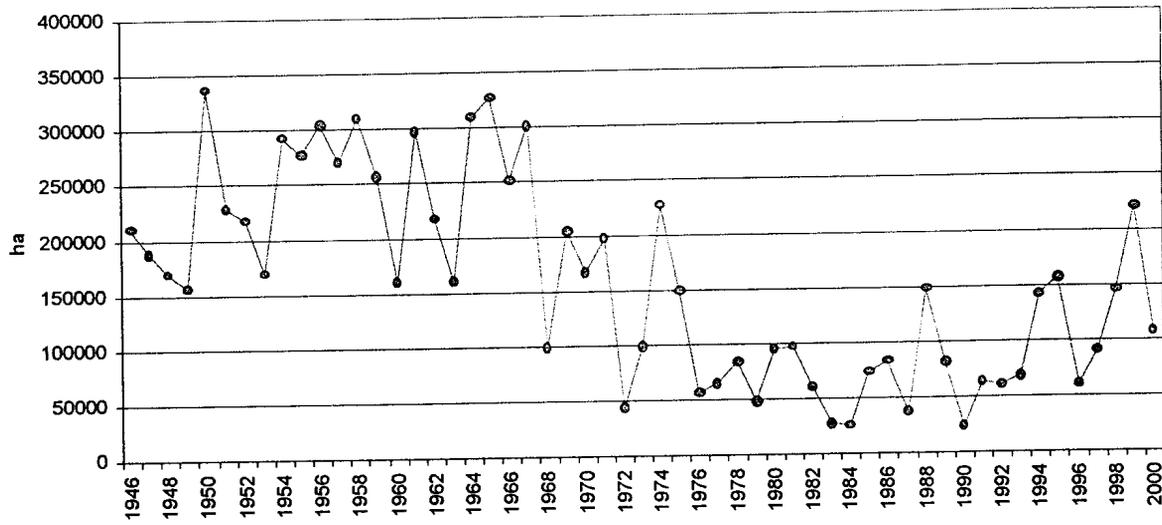
Année	Mont	Rive droite		Total	Mont	Rive gauche		Total	Mont	Vallée		Total	Source
		Aval	Amont			Aval	Amont			Aval	Amont		
1946					22500	39900		62400					Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)
1947					23000	42000		65000					Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)
1948													
1949													
1950					27000	47100		74100					Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)
1951					33000	36100		69100					Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)
1952					25100	34100		59200					Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)
1953					21000	33100		54100					Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)
1954					30000	50900		80900					Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)
1955					22500	40100		62600					Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)
1956					35100	51600		86700					Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)
1957	32650		16800	49450	31950	43600		75500	64600	60400	125000	Enquête MISOES, La moyenne Vallée du Sénégal, 1962, Presses Universitaires de France (Cité par JUTON, 1970) (5)	
1958													
1959													
1960													
1961					14200	35800		50000					Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)
1962													
1963					20100	38900		59000					Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)
1964					20500	48500		69000					Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)
1965					21000	58000		79000					Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)
1966					33100	36500		69600					Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)
1967					34500	51100		85600					Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)
1968					26100	24400		50500					Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)
1969					30000	25300		55300					Services de l'agriculture (Cité par JUTON, 1970) (6)
1970			26200	40800	27900	34300		62200	42600	60500	103100	Gibb 1987 (estimations tirées de JUTON 79) (2)	
1971													
1972	1500		1500	3000	4800	5800		10700	6400	7300	13700	Gibb 1987 (estimations tirées de JUTON 79) (2)	
1973	8600		17700	26300	27100	28800		55900	35700	46500	82200	Gibb 1987 (estimations tirées de JUTON 79) (2)	
1974						42491		60109					Services de l'agriculture Sénégal (1989)
1975													Services de l'agriculture Sénégal (1989)
1976	4000		6500	10500	7300	11800		18900	11300	18100	29400	Groupeement Marantail, 1985 (Cité par IDA, 1990, source OMVS)	
1977	800		2900	3700	6000	5700		11700	6800	8800	14400	Gibb 1987 (estimations tirées de JUTON 79) (2)	
1978	8700		9800	18500	19800	19800		39600	28500	29400	68900	Gibb 1987 (estimations tirées de JUTON 79) (2)	
1979													Services de l'agriculture (Cité par IDA, 1990, source OMVS)
1980													Groupeement Marantail, 1985 (Cité par IDA, 1990, source OMVS)
1981													IRA de Saint-Louis (récoltes en mission, 1989) (14) / Groupeement Marantail, 1985 (Cité par IDA, 1990, source OMVS)
1982													IRA (15) /
1983													IRA (15) / Groupeement Marantail, 1985 (Cité par IDA, 1990, source OMVS)
1984													IRA (15) / Groupeement Marantail, 1985 (Cité par IDA, 1990, source OMVS)

1985		24500		21040		46640	Sonader (1999) (1)/IRA (15)
1986		38700		78948		116648	Sonader (1999) (1)/IRA (15)
1987		24080					Sonader (1999) (1) (récoltes en mission, 1999)
1988		24088		32387		66476	Sonader (1999) (1)/Inspection Régionale de l'Agriculture de Saint-Louis (récoltes en mission, 1999) (4)
1989		22217		37507		63724	Sonader (1999) (1)/IRA (15)
1990		7365		9090		23427	Sonader (1999) (1) (récoltes en mission, 1999)
1991		14337					Sonader (1999) (1)/IRA (15)
1992		11612					Sonader (1999) (1) (récoltes en mission, 1999)
1993		15595		44200		63798	Sonader (1999) (1)/PDRG 1994
1994		24720		41284		66984	Sonader (1999) (1)/Inspection Régionale de l'Agriculture de Saint-Louis (récoltes en mission, 1999) (4)
1995		34405					Sonader (1999) (1) (récoltes en mission, 1999)
1996		15940		22789		47314	Sonader (1999) (1)/IRA (15)
1997					17015	37872	Traitement d'images SPOT, OMVS/RD, 1999 (11)
1998							
1999	9168	18691	27857	23450	35135	58585	EMEN/DPSE, enquête auprès des ménages, céréales (16) / SAED juillet 2000 (17)

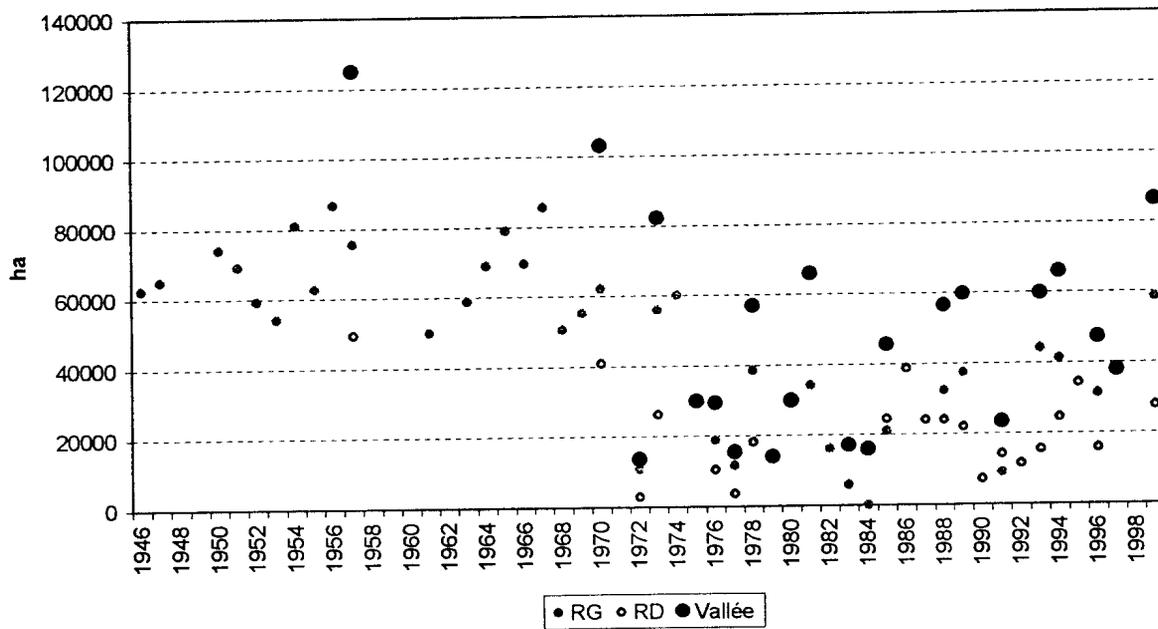
10016	12486	21878	23241	34412	48826	26614	31332	62040	Moyenne 1946-1999
6461	8482	19290	16120	19739	31726	17619	21626	46134	Moyenne 1972-1999
23576	21600	46176	26239	40659	66826	63600	60460	114060	Moyenne 1946-1971

- (1) superficies cultivées en céréales en Walio
- (2) Le walio du Gorgol est exclu des chiffres.
La limite amont – aval est fixée à Mbagne en rive droite et à la défluence du Doué en rive gauche. Le périmètre de Dagana et le périmètre de Nianga sont exclus des chiffres
- (3) Evaluation par excès, qui ne dépasse pas 10% (survol aérien)
- (4) Superficies de Oualo en basse et moyenne vallée (RG: Statistiques annuelles/RD, estimations basées sur l'enquête MISGES)
- (5) La limite entre les zones "aval" et "amont" passe approximativement par OREFONDE et DORBIYOL sur la rive gauche, OULOUUM NERE sur la rive droite
- (6) Aval= DAGANA + PODOR; amont= MATAM
- (7) Aval= DAGANA + PODOR; amont= MATAM + BAKEL (1000 ha)
- (8) aval total= 1,4RG ; amont total= 2RG
- (9) la zone amont comprend les 1500 ha du GORGOL
- (10) Il n'est tenu compte que des cultures oualo et non falo
- (11) Aval: de Faraye à Mbagne ; Amont: de Mbagne à Kanel
- (12) Aval: de Rosso à Kaedi; Amont: de Kaedi à Bakel
- (13) Superficies de sorgho, maïs, niéba, patates
- (14) Aval= DAGANA + PODOR; amont= MATAM + BAKEL
- (15) Données pour la région de Saint-Louis, le département de Bakel n'est pas pris en compte, Aval = TRARZA + BRAKNA, Amont = GORGOL
- (16) Le département de Dagana et Bakel ne sont pas pris en compte, Aval = PODOR, Amont = MATAM.
- (17) Les départements de Dagana et Bakel ne sont pas pris en compte, Aval = PODOR, Amont = MATAM.
- SAED, cultures de décue, approche par télédétection satellitaire
- (18) Aval= DAGANA + PODOR; amont= MATAM + BAKEL

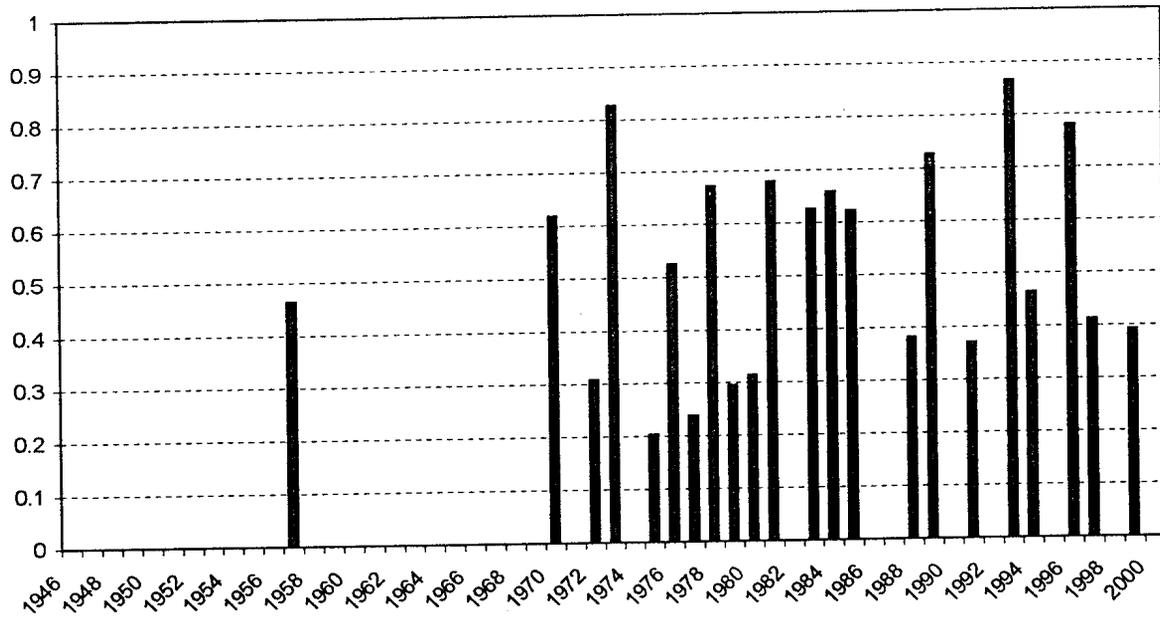
**Evolution des superficies inondées (potentiellement cultivables)
dans la vallée (données IRD)**



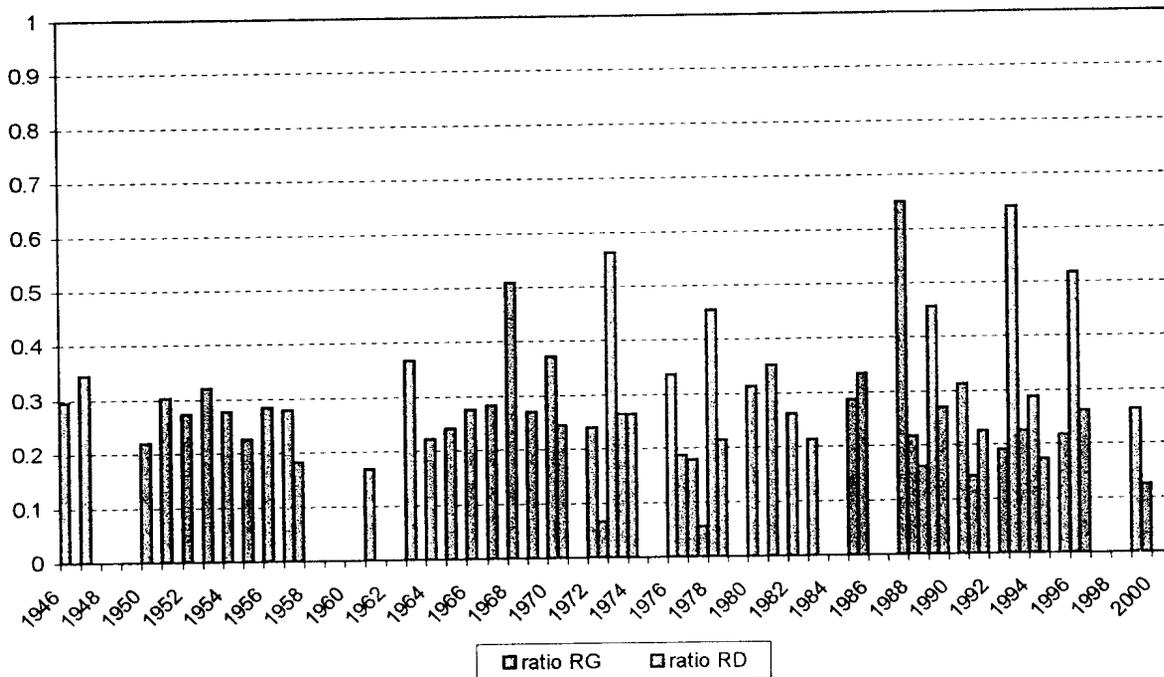
Evolution des superficies cultivées en décline dans la vallée



**Evolution des ratios globaux
(Superficie cultivée totale / Superficie inondée totale)**



**Evolution des ratios sur chaque rive
(Superficie cultivée sur une rive / Superficie inondée totale)**



3. Les «lacunes»

Malgré ce long travail bibliographique, certaines données sont manquantes ou ne peuvent être confirmées.

Ainsi, nous n'avons aucune donnée en terme de superficies cultivées pour les années 1948, 49, 58, 59, 60, 62, 71, et de façon plus gênante pour 1998 et 2000. En 1998, la crue se rapprochait très fortement de la crue artificielle qui sera probablement retenue.

Côté mauritanien, les données sont également pauvres et ne nous laissent pas toujours le soin de choisir les plus fiables.

Enfin, il apparaît que certaines données ne peuvent être exactes. C'est le cas de la superficie cultivée totale en 1986, supérieure à la superficie inondée estimée par l'IRD. Cette donnée est donc retirée pour poursuivre l'analyse.

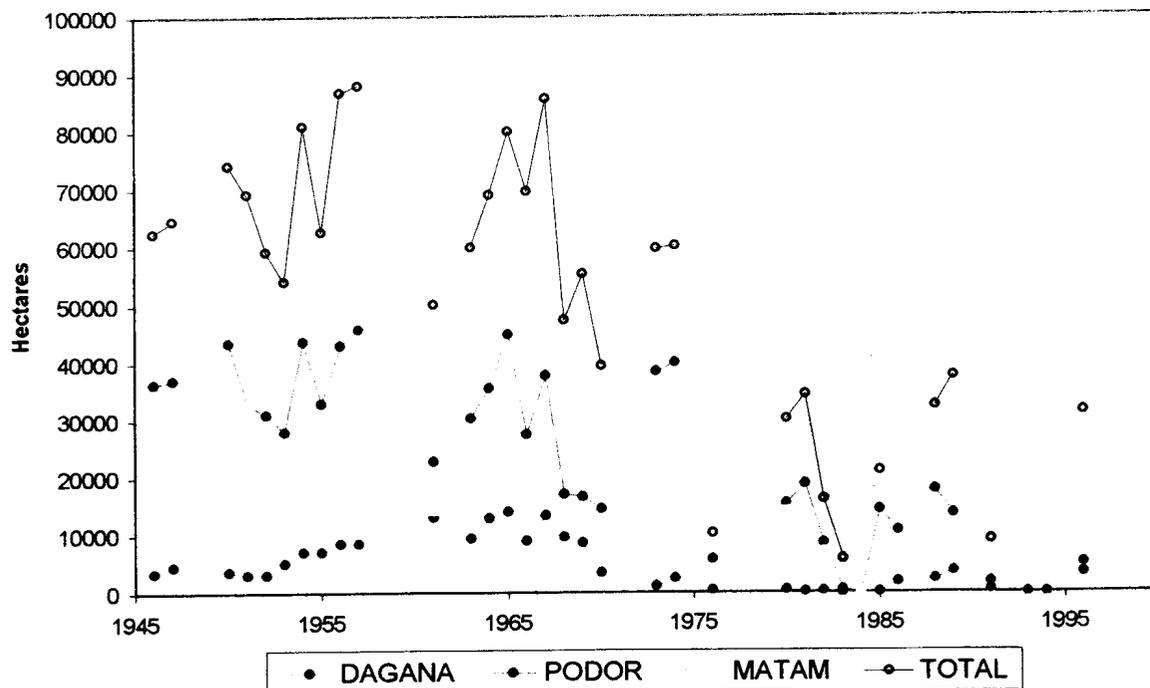
C. Les autres données

Nous avons collecté les données de superficies des différentes cultures de décrue par département pour la rive gauche. (Cf. annexe 12)

Nous avons également recensées des données concernant la démographie (auprès du ministère de l'agriculture : collecte des documents DIAPER et dans la bibliographie de l'IRD), la pluviométrie (base de données IRD), les données relatives aux cultures de diéri et aux cultures irriguées pour les mettre en relation avec les superficies en décrue. (Cf.annexe 13)

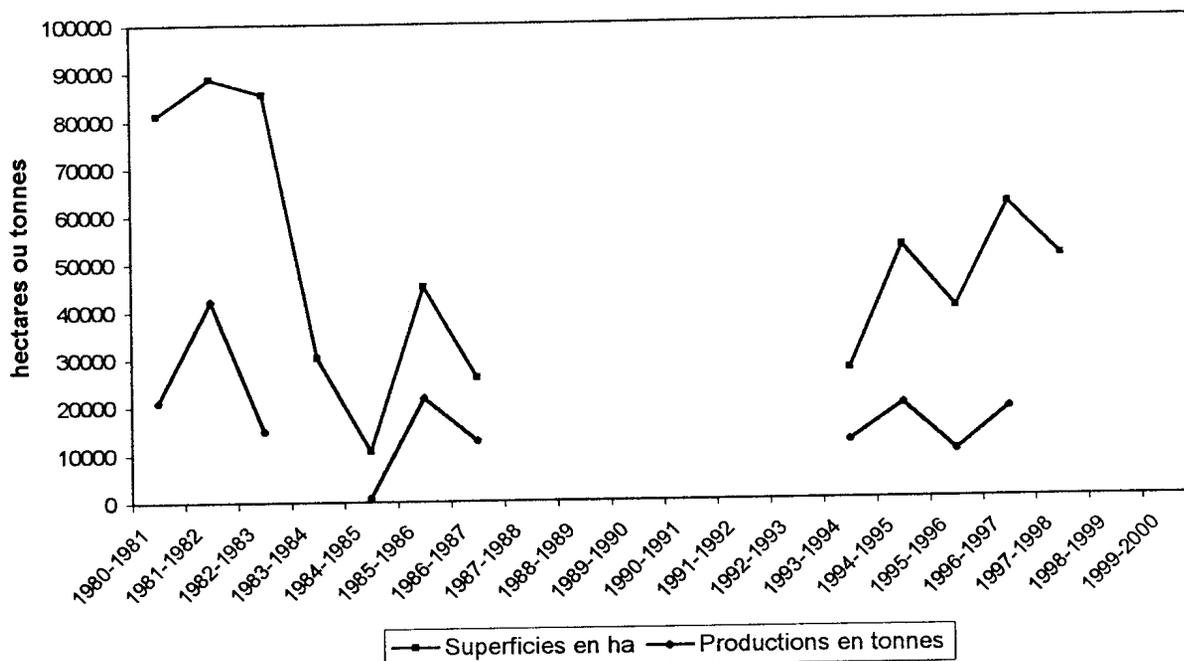
- Présentation des données

Evolution des superficies cultivées en décrue dans chacun des départements de la rive gauche

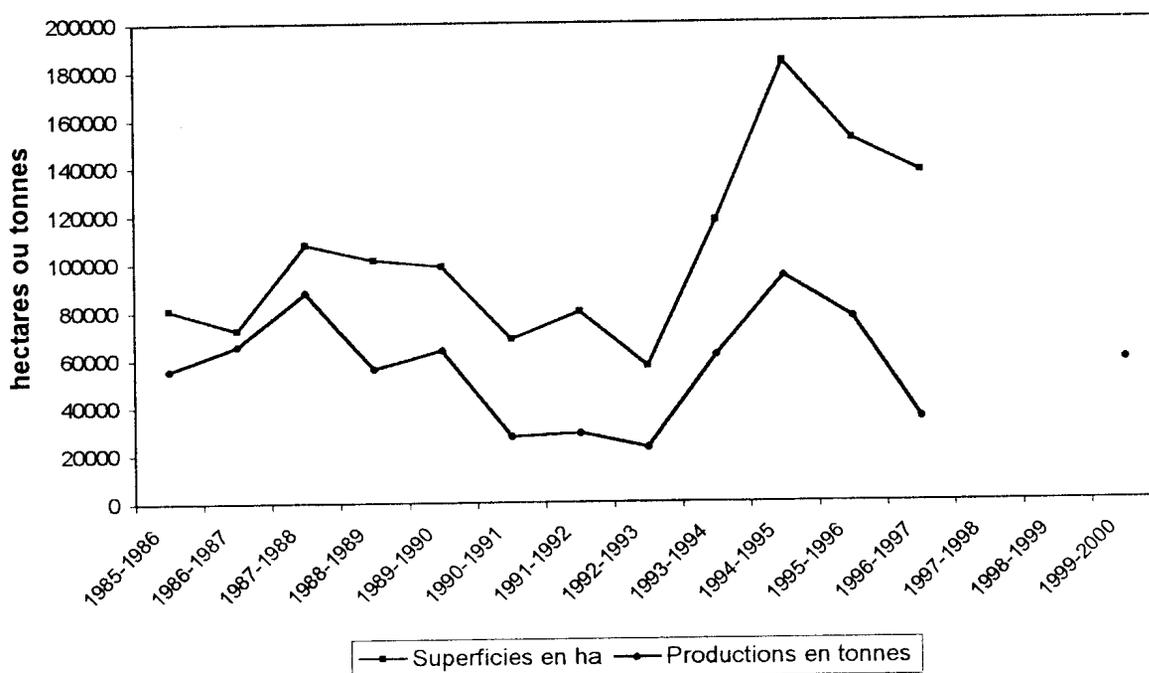


source : Juton 1970 , IRA Saint-Louis (récoltées en mission 2000), Tenneson 1999

Evolution des superficies cultivées en diéri et des productions en Rive Gauche (source: IRA)



Evolution des superficies cultivées en diéri et des productions en Mauritanie (source: MDRE)



III. TRAITEMENT DES INFORMATIONS COLLECTÉES

Toutes les études et enquêtes réalisées auparavant ont conduit à la conclusion qu'il n'y avait pas de corrélation entre la superficie inondée et la superficie cultivée en décrue (Aviron-Violet). Toutefois, les contraintes énoncées précédemment n'ont pas toutes le même poids et nous cherchons d'une part les facteurs significativement explicatifs et d'autre part leur influence relative. Enfin, nous établirons la relation entre les superficies cultivées en décrue et les facteurs significatifs.

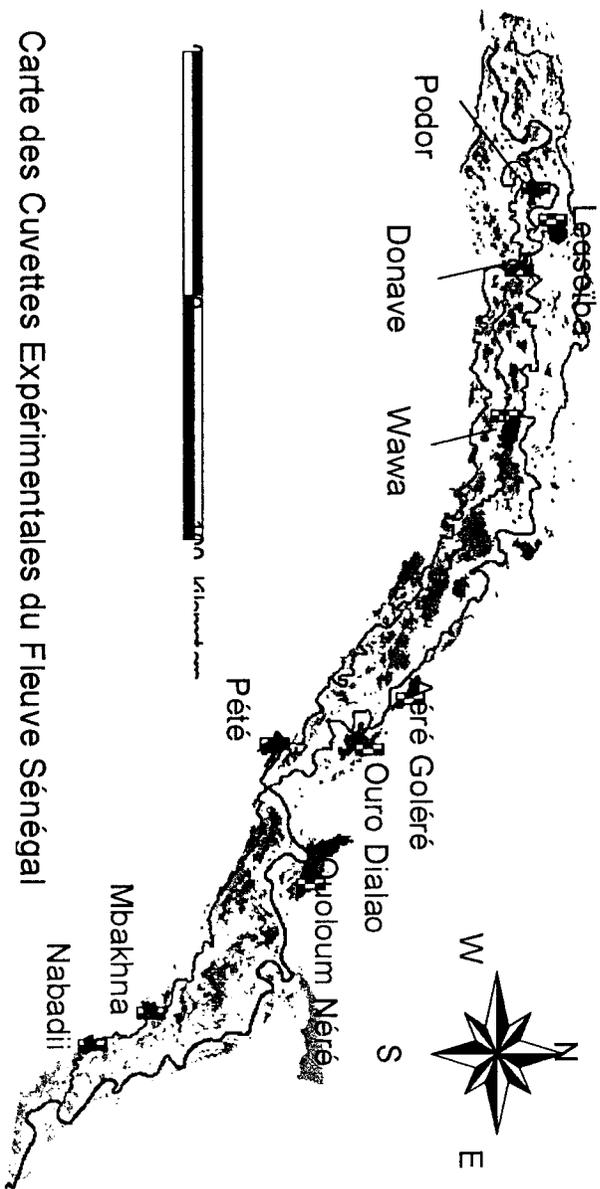
A. Résultats d'enquêtes sur les cuvettes expérimentales

Depuis plusieurs années, l'IRD dans le cadre du POGR suit 10 plaines inondables, choisies selon leur fonctionnement hydrologique. Six se situent en rive gauche, quatre en rive droite.

Nous avons effectué des enquêtes auprès des cultivateurs employés par l'IRD pour lire le niveau des eaux sur les échelles. Seules trois des quatre cuvettes mauritaniennes et quatre des six cuvettes sénégalaises ont fait l'objet d'enquêtes. Deux des trois cuvettes étaient difficilement accessibles aux moments de nos passages, pour la troisième, nous n'avons pas pu joindre notre interlocuteur.

Le questionnaire d'enquêtes est présenté en annexe 14, et les compte-rendus des différentes enquêtes en annexe 15.

La carte suivante permet de localiser les cuvettes.



Carte des Cuvettes Expérimentales du Fleuve Sénégal

1. Rive droite

Il semble que les cultivateurs des trois cuvettes (Aéré Goléré, Ouro Dialao et Ououloum Néré) sur lesquels nous avons enquêtés en rive droite ont pour principe d'ensemencer la superficie maximale apte à être cultivée. La stratégie de production repose sur l'exploitation maximale des terres potentiellement cultivables, et non potentiellement récoltables.

Ici, la superficie apte à être cultivée correspond à l'ensemble des terres inondées, quelque soit la durée d'immersion. La forme de la crue n'intervient que très peu dans la décision du cultivateur à cultiver ou délaissier son champ malgré son rôle déterminant sur le rendement de la récolte.

Les cultivateurs sont pour la plupart pluriactifs, et tous cultivent à la fois le walo et le diéri, si ce n'est également les périmètres irrigués. Les rendements étant faibles et les superficies allouées à chaque famille étant limitées, les cultivateurs tentent leurs chances quelque soient les conditions hydrologiques (dates de la crue, vitesse de montée et descente des eaux, temps de submersion).

Les cultivateurs des terres non inondées proposent leur main d'œuvre aux propriétaires des terres inondées, ils négocient ensuite le partage des récoltes. Ainsi, les cultures bénéficient à tous (on parle de société de partage).

En outre, les terres de walo sont cultivées en sorgho, niébé, pastèques, ce qui augmente les chances de récolte. En effet, si le stock d'eau n'est pas suffisant à boucler le cycle du sorgho jusqu'à maturité, il peut l'être pour le niébé, moins exigeant.

Les cultures sont victimes des attaques d'oiseaux, de criquets, d'insectes, elles sont parfois dévastées par des animaux mal surveillés. Ces contraintes limitent la production mais ne désespèrent pas les cultivateurs, qui sèment l'ensemble de leurs parcelles dans l'espoir d'un minimum de réussite.

La concurrence entre les différentes activités n'empêche pas la culture de décrue, les cultivateurs se regroupent et s'organisent pour mener toutes leurs activités de front.

Seules certaines zones sont délaissées si, en raison de la présence systématique de mauvaises herbes ou d'insectes ravageurs, il n'y a aucun espoir de récolte.

L'attachement à la terre de walo est très fort et les habitudes alimentaires reposent sur la diversité des produits, ce qui pousse l'agriculteur à cultiver plusieurs parcelles.

La culture de décrue prend ici toute son importance, de par le complément alimentaire qu'elle représente et la diversité des produits qu'elle fournit.

2. Rive gauche

Les interlocuteurs des quatre cuvettes (Podor, Donaye, Pété et M'Bakhna) sur lesquels nous avons enquêté en rive gauche ont affirmé que les cultivateurs ensemencent chaque année la superficie maximale apte à être cultivée. De la même façon qu'en rive droite, la stratégie de production repose sur l'exploitation maximale des terres potentiellement cultivables, et non potentiellement récoltables.

Ici, la superficie apte à être cultivée correspond à l'ensemble des terres suffisamment longtemps inondées. La durée de submersion minimale est d'une semaine pour certains, un mois pour d'autres. La vitesse de montée des eaux n'a jamais été citée comme facteur limitant l'étendue des cultures de décrue. Par contre, une décrue trop rapide peut être à l'origine de la non-culture de certaines parcelles.

Les conditions climatiques, économiques ou sociales ne semblent pas intervenir dans la décision des cultivateurs.

Bien que la population de cultivateurs sur les zones de walo vieillit, la main d'œuvre ne paraît pas limitant. Les prêts et partages de parcelles sont fréquents moyennant un revenu monétaire ou une partie de la récolte. Les cultivateurs s'organisent pour mener de front les différentes

activités et l'entraide permet aux familles peu nombreuses de mener les travaux les plus exigeants. Ainsi, il n'existe pas de blocages des terres.

Les cultivateurs cherchent à cultiver des surfaces maximales, les superficies allouées et les rendements étant souvent faibles.

Cependant, les observations sur les terrains montrent une mise en valeur assez faible des superficies inondées. Les explications proposées ne sont pas toujours évidentes. Certaines zones sont connues pour être peu fertiles. D'autre part, les nombreux ravageurs (criquets, vers, oiseaux, et cette année les rats), découragent les cultivateurs. Enfin, il a été cité que des rumeurs ont couru cette année sur une éventuelle deuxième pointe de crue. Les cultivateurs qui étaient inquiets ont attendu, et finalement il était trop tard pour semer (Enquête sur la cuvette de M'Bakhna).

A cause de la divagation des animaux, des conflits entre éleveurs et cultivateurs existent mais semblent ne pas revêtir une grande importance.

L'attachement à la terre de walo est fort mais le développement des aménagements, plus importants sur cette rive, amène les cultivateurs à se tourner de plus en plus vers l'agriculture irriguée, plus sûre et plus rentable.

Nous avons appris qu'aucune information concernant les décisions prises par les gestionnaires des barrages n'était communiquée aux cultivateurs. Ce manque d'information peut conduire à des catastrophes, comme les inondations de 1999 à Donaye, comme l'engloutissement des semis en 1994 à cause d'un deuxième pic de crue. Il peut aussi faire naître des rumeurs, des incertitudes, pouvant décourager les cultivateurs. Communiquer les prévisions concernant la crue aux cultivateurs (après la décision de soutenir la crue ou non) permettrait aux cultivateurs de mieux comprendre la situation, et pourrait améliorer la culture, notamment en permettant de désherber avant l'arrivée de la crue, ce qui fait gagner du temps sur le calendrier. Tous ont manifesté ce souhait.

B. Analyse des données statistiques

Les données chiffrées dont nous disposons, concernent les superficies inondées, les superficies cultivées sur le diéri, la production récoltée sur le diéri, les superficies exploitées en irrigué, les cotes maximales atteintes à Podor et à Matam, les jours correspondant à ces cotes maximales, et la pluviométrie.

1. Représentations graphiques

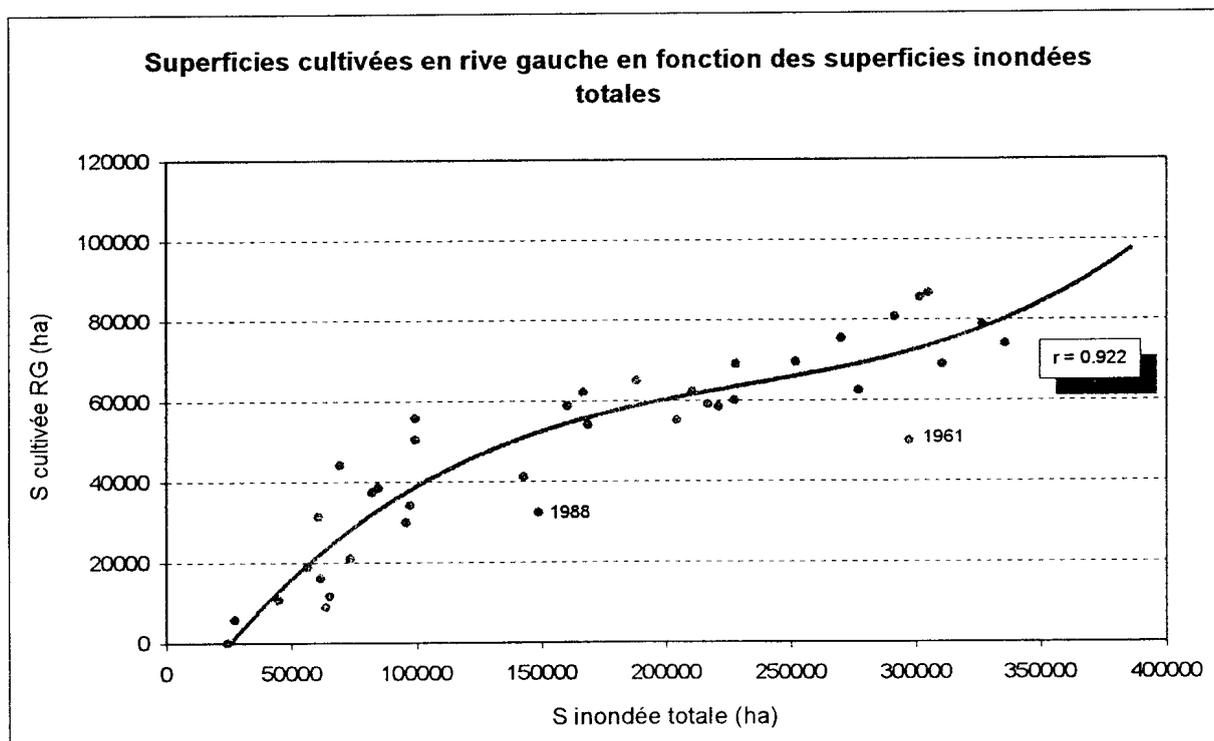
Nous avons représenté les superficies cultivées en décrue en rive droite, en rive gauche et sur l'ensemble de la vallée en fonction de chacune des variables cités ci-dessus.

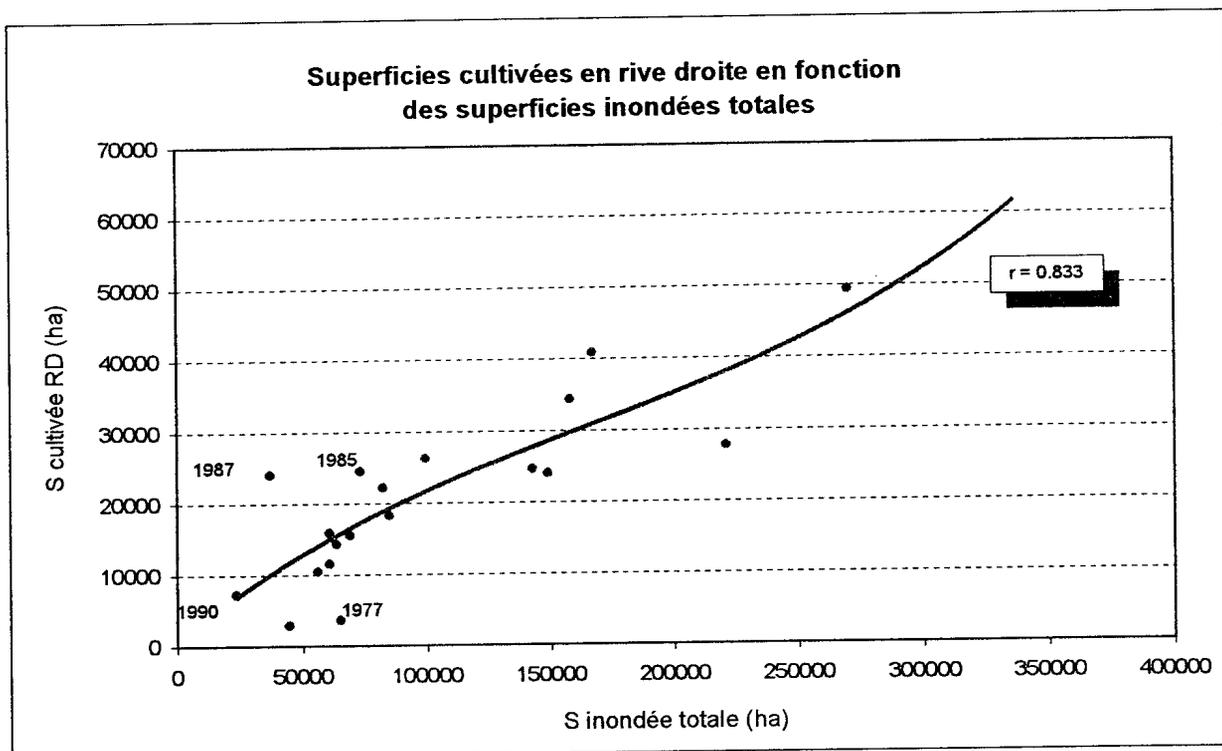
En fait, les cotes maximales sont étroitement liées aux superficies inondées et n'apportent pas d'information supplémentaire; par ailleurs, la représentation des superficies cultivées en fonction des superficies exploitées en irriguée n'est pas pertinente puisque les superficies exploitées ont augmenté avec le développement des aménagements donc au cours du temps.

Les graphiques Surface cultivée = f (Superficie cultivée sur le diéri) et Surface cultivée = f (Production récoltée sur le diéri) ne révèlent aucune complémentarité alimentaire ni concurrence évidentes entre les différents types de production.

La représentation des superficies cultivées en fonction des autres facteurs (en distinguant ou non les deux rives) ne montrent pas de relation significative et laissent supposer que ces facteurs ne peuvent pas, à eux seuls, expliquer le taux de mise en valeur des superficies de walo.

Seuls les graphiques reliant les superficies cultivées sur chacune des rives et les superficies inondées totales sont directement exploitables.



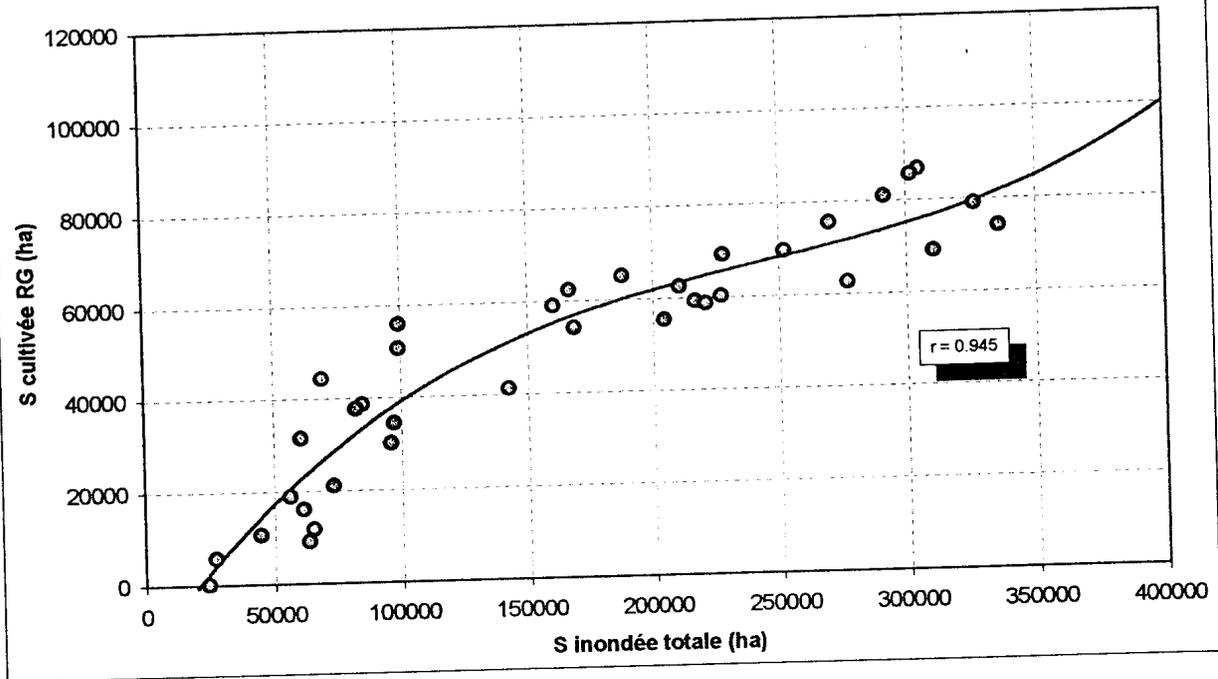


La représentation graphique des superficies cultivées en rive gauche en fonction de la superficie inondée totale depuis 1946 fait apparaître une tendance significative. La courbe de tendance la plus précise est un polynôme du troisième degré.

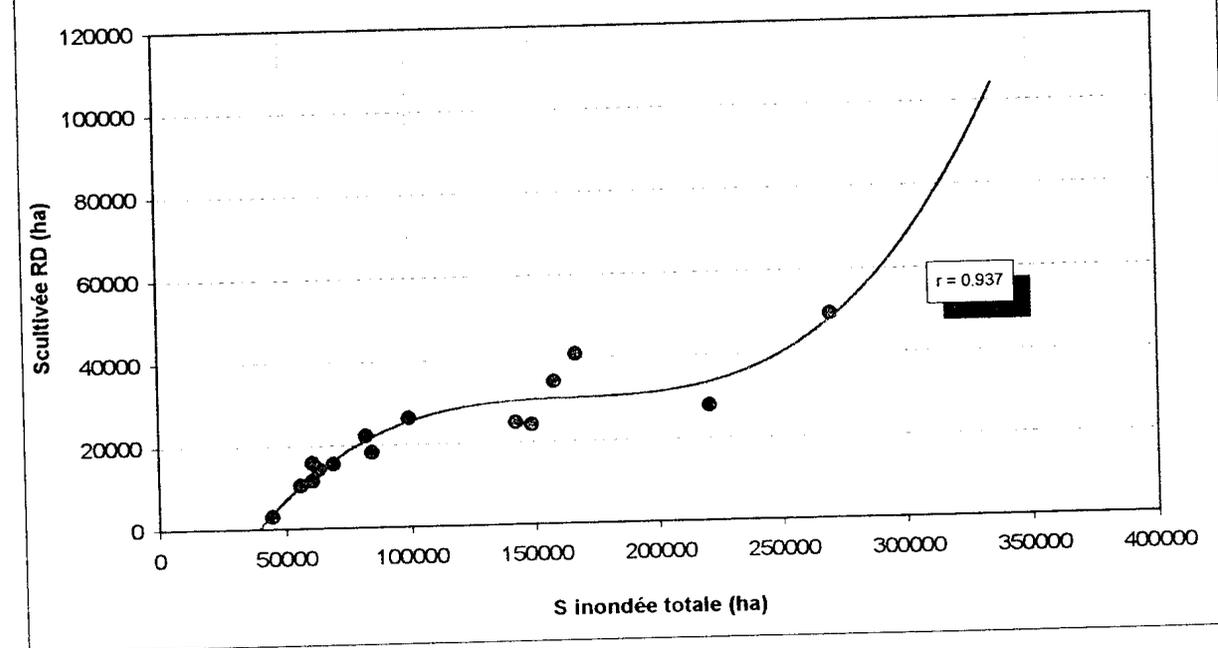
En supprimant les données de 1961 et 1988 qui sont très éloignées de la courbe, nous obtenons une relation significative avec un coefficient de détermination r^2 de 0,892 soit un coefficient de corrélation r de 0,945.

Le graphique représentant les superficies cultivées en rive droite en fonction de la superficie inondée totale affiche une tendance de la forme polynôme du troisième degré avec un coefficient de détermination de 0,878 soit un coefficient de corrélation de 0,937, à condition de supprimer les données des années 1977, 1985, 1987 et 1990.

Relation entre les superficies cultivées en rive gauche
et les superficies inondées totales



Relation entre les superficies cultivées en rive droite
et les superficies inondées totales

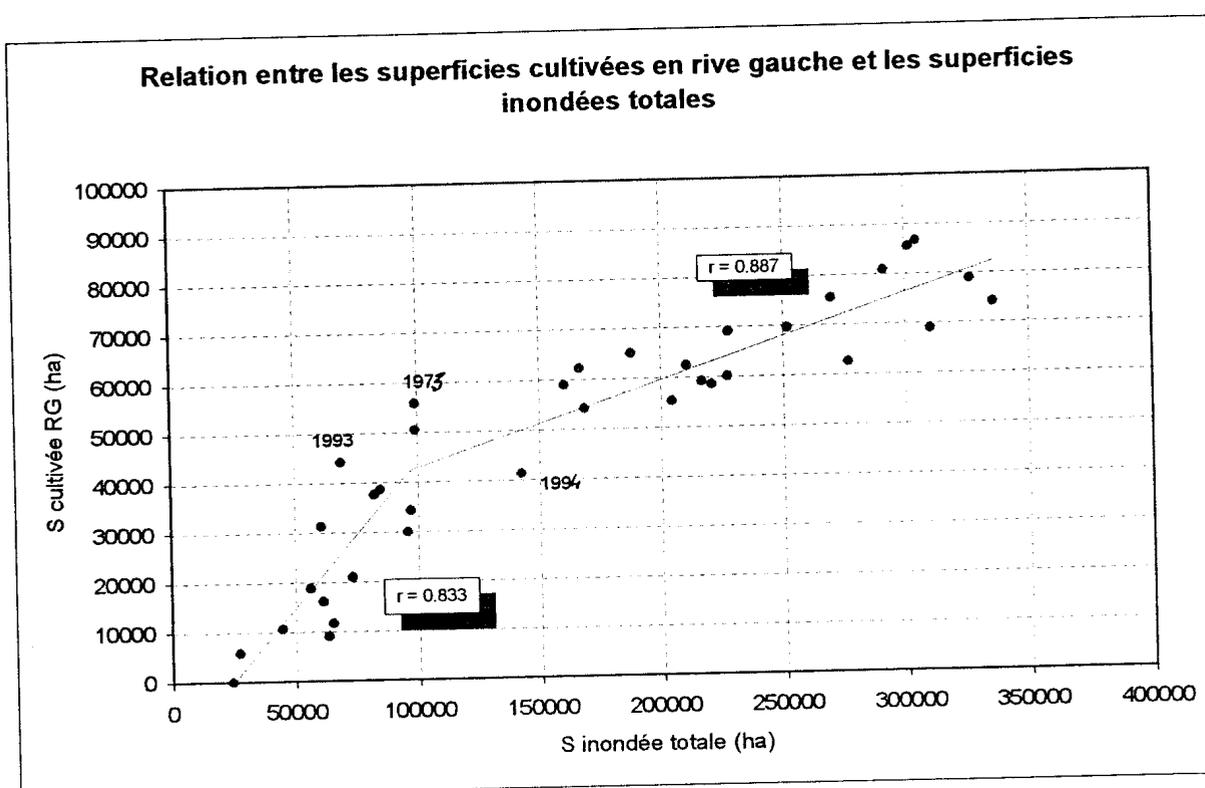


2. Analyse du graphique $Sc_{RG} = f(Si_{totale})$

Sc_{RG} est la superficie cultivée en rive gauche, Si_{totale} est la superficie inondée sur l'ensemble de la vallée (zone de Dagana à Matam).

Le modèle établi entre superficie cultivée en rive gauche (respectivement rive droite) et superficie inondée totale (dans la zone comprise entre Dagana et Matam) nous permet d'observer une tendance. Cependant, dans la réalité, il n'est pas possible que pour de fortes superficies inondées, la superficie cultivée évolue comme sur les courbes de tendance du troisième degré.

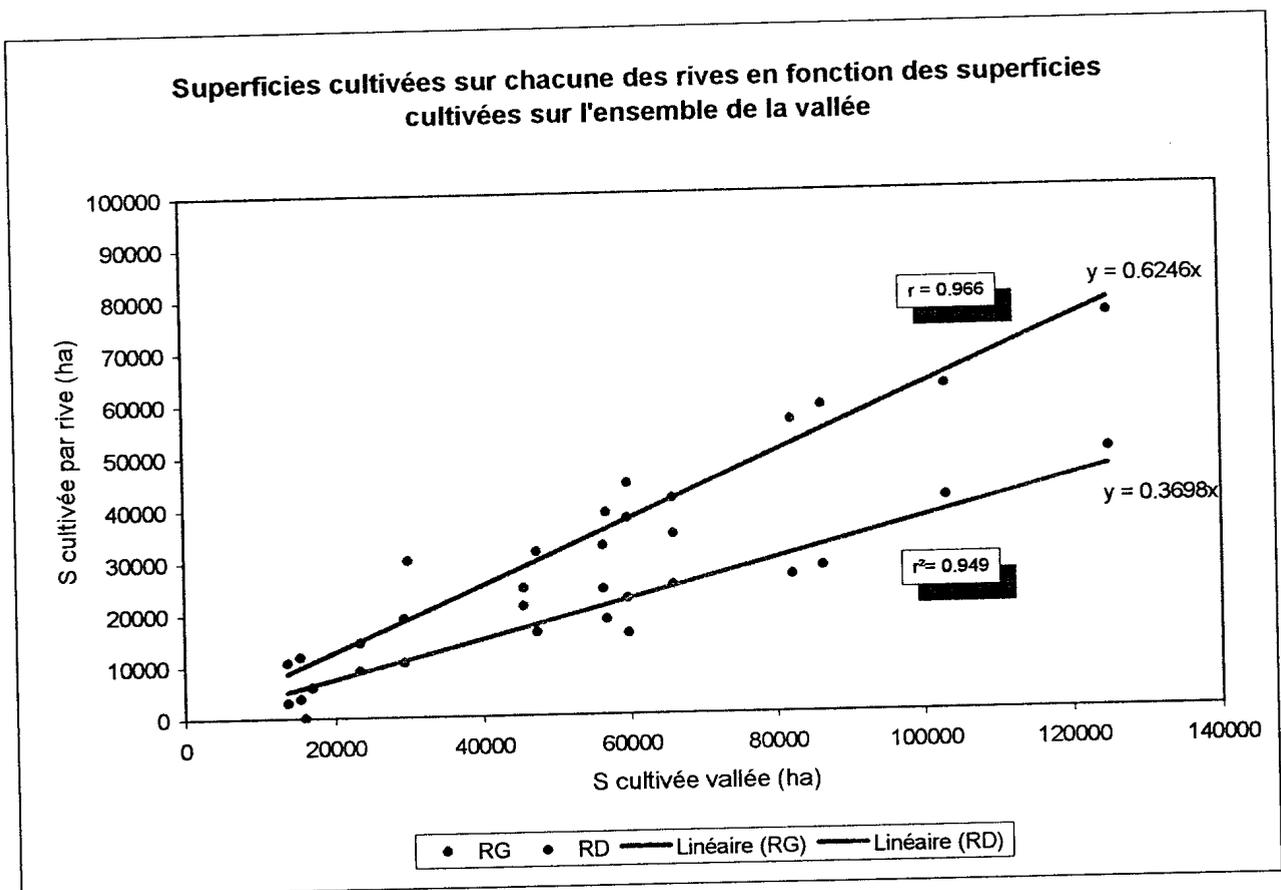
Nous préférons conserver des modèles linéaires, moins significatifs sur le plan statistique mais plus proches de la réalité. Ainsi, il apparaît une droite à forte pente pour des superficies inondées inférieures à 100 000 ha et une droite à pente plus faible pour des superficies inondées à 80 000 ha, en rive droite comme en rive gauche.



Après avoir établi le modèle (linéaire) entre superficie cultivée en rive gauche et superficie inondée totale, nous avons calculé les superficies cultivées théoriques correspondant au modèle à partir du modèle linéaire. En retranchant aux superficies cultivées recensées les superficies théoriques, nous obtenons les résidus appelés résidus 1. A partir de ces résidus, nous poursuivons notre analyse graphique, dans l'espoir de relier les résidus aux autres facteurs.

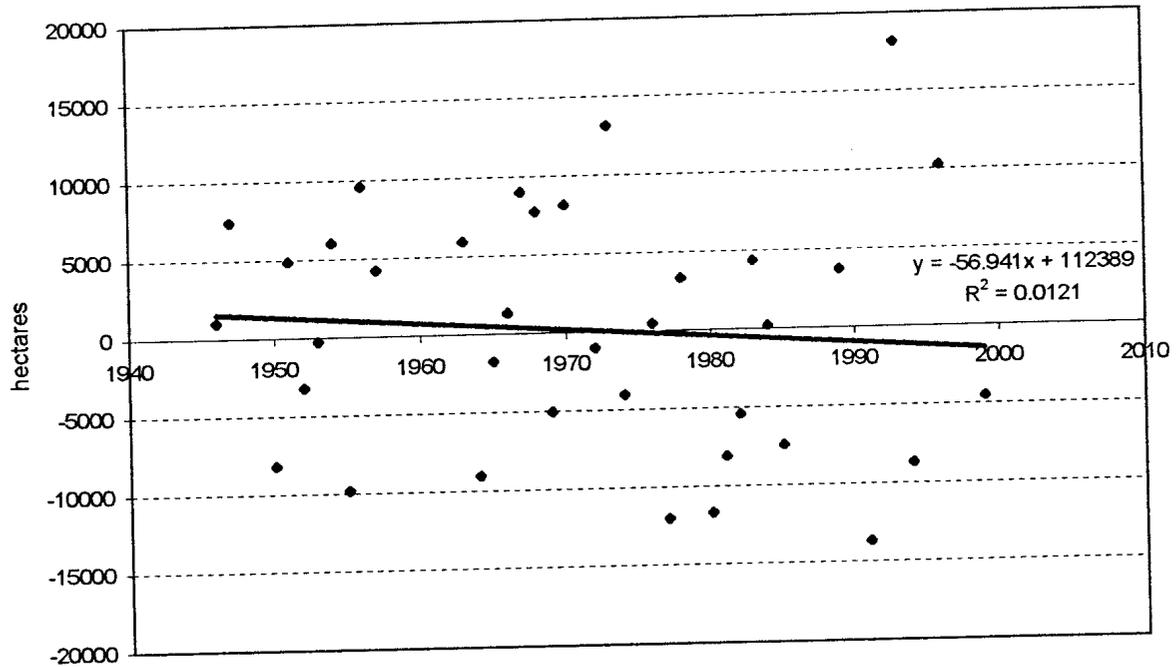
Ici, l'analyse des résidus n'est effectuée que sur le modèle concernant la rive gauche. En effet, nos données sont plus nombreuses et plus fiables pour la rive gauche (seuls 2 points ont été supprimés). De plus, les régressions linéaires entre les superficies cultivées pour chacune des rives et les superficies inondées sur l'ensemble de la vallée donne les relations très significatives suivantes $Sc_{RG} = 0.62 Sc_{totale}$ et $Sc_{RD} = 0.37 Sc_{totale}$. Enfin, les modèles $Sc_{RG} = f(Si_{totale})$ et $Sc_{RD} = f(Si_{totale})$ sont de même type.

Il nous sera donc possible d'extrapoler les données obtenues sur la rive gauche à l'ensemble de la vallée.



La représentation des résidus¹ en fonction du temps fait apparaître une courbe de tendance linéaire légèrement décroissante. Cette courbe correspond à l'effet « d'époque » et signifierait que la mise en valeur des zones de décrue, sachant que les superficies inondées ont déjà été prises en compte, a globalement diminué avec le temps. Ceci peut s'expliquer par les nombreuses migrations vers les pôles économiques (Saint Louis, Dakar) et vers l'étranger (Côte d'Ivoire, Europe). Ces migrations ont été provoquées par deux décennies de sécheresse et la faiblesse du développement économique régional. Ces migrations concernent essentiellement une partie jeune et dynamique de la population masculine. On observe par exemple, lors des cultures de décrue, que l'essentiel de la population occupée aux travaux agricoles est constituée de femmes, d'enfants et d'hommes âgés.

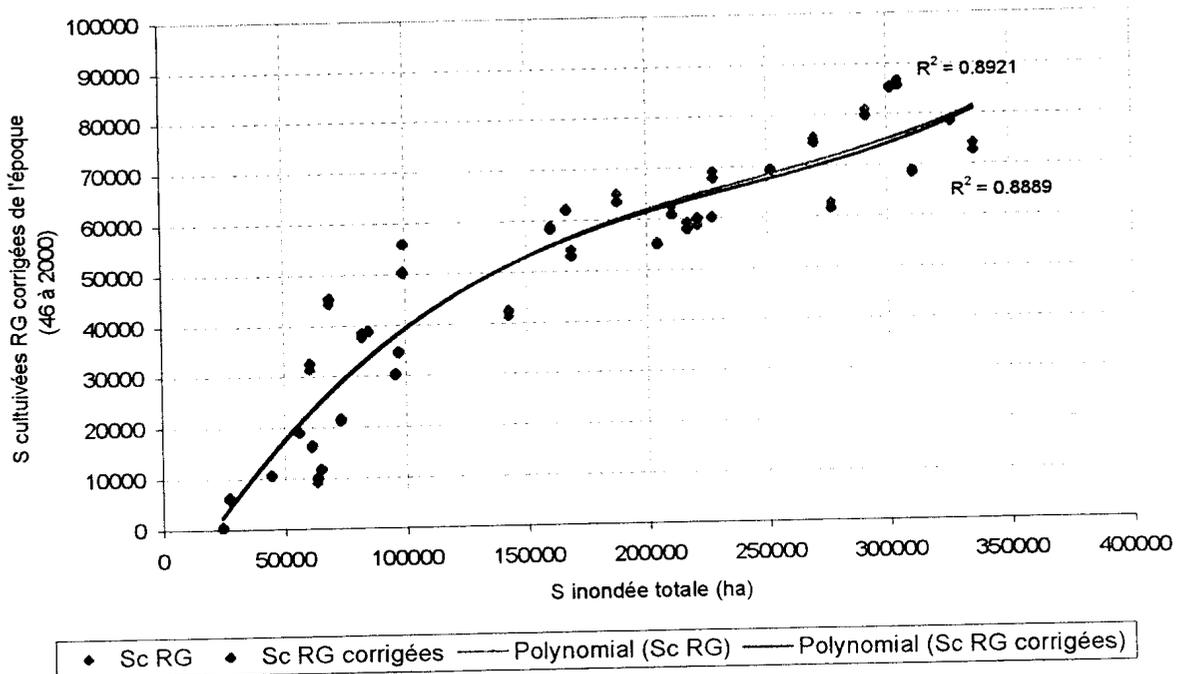
Résidus 1 en fonction du temps



Ainsi, si l'on applique la correction qui correspond à cette droite de régression, c'est à dire, si l'on retranche aux superficies cultivées les valeurs données par la droite résidus1 = f (temps), nous obtenons des superficies corrigées.

Nous représentons alors ces nouvelles données en fonction des superficies inondées, et nous obtenons un modèle dont la somme des carrés des écarts est moindre.

Relation entre les superficies cultivées en rive gauche et les superficies inondées totales (après correction d'époque)



Utilisant la même méthode, nous pouvons corriger les résultats obtenus (S_c corrigées) avec la pluie. En effet, les résidus 2 (écarts entre S_c corrigées et le nouveau modèle) représentés en fonction de la pluviométrie moyenne sur la zone Matam – Podor, se rapprochent d'une tendance en forme de cloche.

Cet effet « pluie » est difficilement interprétable.

Toutefois, ces corrections sont très faibles et ne sont présentées ici qu'à titre d'information.

Nous retenons ici notre premier modèle (modèle linéaire P°95).

3. Observations complémentaires

La crue 1988 était une crue particulière. Elle se caractérise par un pic de crue élevé et aigu. Ses conséquences (visibles sur les images SPOT traités par l'IRD) ont été l'inondation de vastes étendues dans la zone amont de la vallée, puis de faibles étendues dans la zone aval. Ainsi, l'inondation des terres en amont n'a pas profité puisqu'il s'agit d'une zone où la main d'œuvre est peu nombreuse, par contre en aval, les superficies inondées étaient faibles et les cultivateurs n'ont pas beaucoup cultivé. De ce fait, la superficie cultivée totale est nettement inférieure à la superficie théorique prévue par le modèle.

L'année 1961 s'écarte du modèle. Peut-être s'agit-il d'une donnée erronée ou peu précise.

En 1973 et 1993, la mise en valeur a été très importante (respectivement 83% et 86% des terres inondées ont été cultivées sur les deux rives). L'observation des hydrogrammes de crue correspondant (qui traduisent les vitesses de montée et descente des eaux, l'intensité et la durée des crues) n'apporte pas d'explication évidente sur l'importance de ces mises en valeur.

En 1994, la crue a été favorable aux cultures de décrue, mais pour des raisons de réparation du barrage de Manantali, un deuxième pic de crue a été produit par des lâchers tardifs. Cette deuxième vague a ravagé les jeunes pousses et s'est maintenue trop longtemps pour les cultivateurs aient pu semer à nouveau.

C. Conclusion

Par nature, l'agriculture de décrue repose sur l'exploitation des terres inondées par la crue. La superficie cultivée dépend donc de la superficie inondée. Ainsi, lorsque les superficies inondées augmentent, les terres potentiellement cultivables en décrue (qui ont absorbé assez d'eau pour permettre le développement des cultures, les autres facteurs étant mis à part) augmentent. Les superficies cultivées ne peuvent dépasser les superficies inondées.

Nous constatons sur le modèle linéaire que la pente est forte pour de faibles superficies inondées ($< \approx 100\ 000$ ha) et qu'elle est plus faible pour de fortes superficies inondées ($> \approx 100\ 000$ ha). Les pentes sont de 58,7% puis de 16,7%. Ceci souligne qu'il existe une limite. Cette limite peut correspondre à la disponibilité de la main d'œuvre et/ou la disponibilité des terres de walo. Cette limite est plus visible sur la rive gauche que sur la rive droite, probablement du fait que les terres en rive droite sont moins vastes et que de ce fait la main d'œuvre est suffisante.

En effet, la moyenne des ratios Superficies cultivées /Superficies inondées totales est de 55,7% pour des superficies inondées inférieures à 100 000 ha et de 41,9% pour des superficies inondées supérieures à 100 000 ha.

Par ailleurs, on s'aperçoit que la variabilité des superficies cultivées est bien plus importante pour de faibles superficies inondées. (Ceci se lirait également sur le graphique représentant les ratios en fonction des superficies inondées.)

Ceci pourrait s'expliquer par le fait que pour de faibles superficies cultivées, les cultivateurs sont soumis à l'ensemble des contraintes agissant sur les succès de la culture, ainsi, selon les années, certains facteurs favorables et d'autres défavorables se combinent. Pour des fortes superficies inondées, les cultivateurs seraient plus en mesure de choisir les terres à cultiver ; Ainsi, ils s'épargnent des autres contraintes agissant sur l'étendue des cultures. Cette hypothèse doit tout de même être vérifiée.

La moyenne des ratios superficies cultivées totales / superficies inondées totales est de 55,8 % sur la période 1946 - 1999, avec un écart-type de 26,7%. Elle se décompose en un ratio superficie cultivée en rive gauche /superficie inondée totale de 32,8% (écart-type associé de 14,8%) et un ratio en rive droite de 24,4% (écart-type associé de 13,3%). Les variabilités ont même ordre de grandeur sur les deux rives.

La moyenne des ratios globaux sont sensiblement égales sur les deux périodes 1946 - 1971 et 1972 - 1999 (54,1% puis 55,9%). Par contre la variabilité des ratios augmentent (10,9% puis 27,9%). Ceci s'explique par le fait que les superficies inondées étaient en moyenne bien moins importantes.

Il s'agit ici d'un modèle statistique qui ne permet pas de tout expliquer. En particulier, les interactions entre les différents facteurs ne sont pas évidentes et les stratégies des cultivateurs méritent d'être étudiées plus en détail.

Toutefois, ce modèle permet de traduire les objectifs des gouvernements énoncés en terme de superficie à cultiver en décrue, par des superficies à inonder, et par suite par des cotes et des débits à garantir par les lâchers de Manantali.

Ainsi, l'objectif actuellement retenu par l'OMVS de 50 000 ha de cultures de décrue nécessite qu'environ 78 000 ha de terres de walo soient inondées, dans la zone comprise entre Dagana et Matam. Ce résultat s'obtient en utilisant le modèle établi sur la rive gauche et en extrapolant à l'ensemble de la vallée grâce à la relation $Sc_{RG} = 0.62 Sc_{totale}$.

Toujours selon notre modèle statistique, la culture de 100 000 ha doit être permise par l'inondation de 217 000 ha. Ceci équivaut à la crue de 1946.

Enfin, 80 000 ha cultivées en décrue requiert l'inondation de 140 000 ha, situation proche de la crue de 1994 et de la crue de 1998.

La crue 1998 est pour l'instant considérée comme la crue type que l'on cherchera à obtenir les prochaines années. Son soutien est compatible avec les autres objectifs liés à la gestion des barrages et permet de dépasser les objectifs des gouvernements.

Conclusion

L'agriculture dans la vallée du fleuve Sénégal connaît depuis plusieurs décennies de profonds changements. Après la mise en place des barrages de Diama et Manantali pour faire face à la sécheresse, les agriculteurs ont dû s'adapter à de nouvelles situations politiques et économiques.

L'agriculture irriguée devait progressivement se substituer à l'agriculture traditionnelle. On projetait l'augmentation de la couverture alimentaire des pays riverains et le développement économique de la zone. La crue était sensée disparaître au profit du soutien d'étiage, et de la production électrique. Mais, quinze ans après la construction des barrages, une analyse descriptive du secteur de l'agriculture irriguée souligne une très faible mise en valeur des aménagements hydro-agricoles, trop souvent exploitables dans des conditions précaires, de mauvais rendements ne garantissant pas la pérennité voire la rentabilité des exploitations, et d'importants gaspillages en eau.

D'après cette étude, nous estimons les consommations actuelles en eau dans la vallée (le Mali excepté) à 1838,2 millions de m³. Sur ces 1838,2 millions de m³, les pertes par déficience des systèmes de transport et de distribution sont évaluées à 652 soit plus de 35% de la consommation totale.

Dans ce contexte, les efforts de réhabilitation des aménagements doivent être poursuivis. De même, l'incitation à la diversification réduirait les besoins en eau à l'hectare à une période où les ressources sont les plus limitées. Toutefois, l'exploitation des périmètres en contre-saison ne peut s'intensifier démesurément puisque la ressource est partagée. Il serait utile d'évaluer, en faisant varier les différents paramètres gouvernant les consommations en eau, la superficie maximale pouvant être cultivée en contre-saison chaude. La limite est atteinte lorsque les besoins correspondent au débit d'étiage réduit des prélèvements pour l'eau potable et l'environnement.

Par ailleurs, au regard des résultats de l'agriculture irriguée, la suppression dans un futur proche du soutien de la crue artificielle entraînerait un déficit de production, et par conséquent d'importants risques alimentaires pour les populations riveraines.

Cette étude établit un modèle statistique reliant les superficies inondées dans la zone comprise entre Dagana et Matam aux superficies cultivées en décrue. Ainsi, les objectifs des gouvernements en terme de superficie exploitée peuvent maintenant se traduire par des superficies à inonder, et par suite par des cotes et des débits à garantir par les lâchers de Manantali.

Ainsi, pour assurer la culture de 50 000 hectares en décrue, objectif actuellement retenu par l'OMVS pour une période transitoire, environ 80 000 hectares de terres de walo doivent être inondés selon notre modèle.

L'inondation de 100 000 hectares entre Dagana et Matam correspond statistiquement à la culture de 68 000 hectares.

Les Etats n'ont pas encore signé la Charte de l'eau. Cette charte doit statuer sur le maintien ou non de la crue artificielle. Sous la pression des bailleurs de fonds, à la considération des risques environnementaux, la crue devrait être soutenue dès que les conditions hydrologiques le permettent.

L'aménagement des plaines inondables permet de contrôler le moment et la vitesse de la décrue et constitue ainsi un moyen pour optimiser l'exploitation des eaux de la crue.

Ces aménagements existent déjà en rive droite. Les cultivateurs de la rive gauche y sont favorables et sont prêts à participer aux frais. La décrue contrôlée risque de se développer à l'ensemble de la vallée.

Cette évolution requiert des études préalables de façon à optimiser l'efficacité des ouvrages tout en minimisant les frais de construction.

Bibliographie

GENERALITES

- Gadelle F., « Fleuve Sénégal, Réflexions sur la gestion et l'utilisation des eaux », banque mondiale, juin 1997, 19 p.
- Kane Alioune, « L'après-barrages dans la vallée du fleuve Sénégal ; Modifications hydrologiques, géochimiques et sédimentologiques ; Conséquences sur le milieu naturel et les aménagements hydro-agricoles », thèse, 1997, 551 p.
- Kosuth P., « Populations de la vallée concernées par la gestion des ouvrages et des eaux de surface du fleuve Sénégal », POGR, Avril 1999

AGRICULTURE DE DECRUE

- Aviron-Violet, « La culture de décrue dans la vallée du fleuve Sénégal », OMVS, 1990
- UICN, « Vers une gestion durable des plaines d'inondation sahéliennes », groupes d'experts sur les plaines d'inondation sahéliennes, 2000, 214 p.
- Leroy Xavier, « La place des cultures de décrue dans les systèmes de production irrigués », 1997, 2 p.
- N'Dienor Moussa, « Gestion des ressources dans les zones inondables de la haute vallée du fleuve Sénégal », Mémoire de DAT, Octobre 1999, 83 p.
- Sir Alexander GIBB and Partners, EDF international, Euroconsult, « Etude de la gestion des ouvrages communs de l'OMVS » Rapport Phase 1- Volume 1B- Optimisation de la crue artificielle. Rapport définitif, juin 1987 et Rapport Phase 2- Volume 2A- Scénarios d'utilisation de l'eau. Rapport définitif, juin 1987.
- Sir Alexander GIBB and Partners, EDF international, Euroconsult, « Etude de la gestion des ouvrages communs de l'OMVS » Rapport Phase 1- Volume 1C- Analyse de la situation actuelle. Annexes A-D, février 1986.
- SAED/DPDR/DES, « Etude des cultures de décrue dans la vallée du fleuve Sénégal durant la contre-saison froide 199/2000: Approche par télédétection satellitaire », Juillet 2000, 36 p.
- Ministère de l'Agriculture du Sénégal, « Résultats de l'enquête sur les cultures de décrue, campagne agricole 1996/1997 », Division des statistiques agricoles, Juillet 1997, 12 p.

- « Le sorgho », Le technicien d'agriculture tropicale, éditions Maisonneuve & Larose, 1991, 159 p.
- P. Sapin, « La culture du sorgho de décrue dans la vallée du fleuve Sénégal, proposition de la recherche agronomique pour son amélioration », IRAT, 1971, 11 p.

AGRICULTURE IRRIGUEE

- Adams Adrian, « Etude de faisabilité d'un programme d'action pour l'agriculture de la vallée du fleuve », Août 1997.
- Boivin & al, « Nianga, laboratoire de l'agriculture irriguée dans la moyenne vallée du Sénégal », ORSTOM-ISRA, 1995, 561 p.
- Corniaux Christian, « Impacts potentiels de la gestion des réservoirs du fleuve Sénégal sur l'élevage de la Vallée et du Delta », POGR, Mai 1999
- Devey Muriel, « Le Sénégal », février 2000, éditions Karthala, 303p.
- Japan International Cooperation Agency, « The feasibility study on irrigation and agricultural development project in upper delta of the Senegal river basin in the Islamic Republic of Mauritania », main report, October 1997, 105 p.
- Japan International Cooperation Agency, « The feasibility study on irrigation and agricultural development project in upper delta of the Senegal river basin in the Islamic Republic of Mauritania », tome 2, annexes, October 1997.
- Le Roy Xavier, « Economies familiales, organisations paysannes et crédit », 1997, 21 p.
- Le Roy Xavier, « La difficile mutation de l'agriculture irriguée dans la vallée du fleuve Sénégal », colloque SFER, PSI-Coraf / IRD, 1998, 11 p.
- Legoupil J.C. & al, « Gestion technique, organisation sociale et foncière de l'irrigation », PSI-Coraf, 1998, 408 p.
- Legoupil J.C. & al, « Pour un développement durable de l'agriculture irriguée dans la zone soudano-sahélienne », synthèse des résultats du pôle régional de recherche sur les systèmes irrigués, PSI-Coraf, 2000, 456 p.
- Leroy Maya, « Politiques publiques environnementales dans la vallée du fleuve Sénégal, Identification des acteurs », Rapport des missions ORSTOM, 1998, 67 p.
- SAED, Direction de la Planification et du Développement Rural, Division du Suivi Evaluation, « Recueil des statistiques de la Vallée du Fleuve Sénégal. Annuaire 1995/1996 », 1997
- SAED/DPDR, « Analyse des performances d'utilisation de l'eau d'irrigation dans le delta du fleuve Sénégal : cas des casiers rizicoles de Ndelle et Ndiaye durant la contre-saison chaude 1998 », Avril 1999, 20 p.

- SAED/DPDR/KU-Leuven, « Besoins en eau des aménagements hydro-agricoles du Delta et débits d'équipement des grands axes hydrauliques, Utilisation de Biriz et du SIG SAED », bulletin technique n°12, Janvier 1997, 59 p.
- SAED/DPDR/KU-Leuven, « Le modèle SIGBIRIZ », bulletin technique n°14, Mai 1998, 61 p.
- SAED/DPDR/KU-Leuven, « Méthodologie à suivre pour établir un bilan d'eau, exemple : Pont-Gendarme et Aéré Lao », bulletin technique n°11, Novembre 1996, 55 p.
- SAED/KU-Leuven, « Bilan d'eau et coût d'énergie de périmètres rizicoles, delta et vallée du fleuve Sénégal, campagnes de 1991 et 1992 », bulletin technique n°6, Juillet 1993, 106 p.
- Séguis Luc, « Etat des cultures dans la vallée du fleuve Sénégal en 1988, 1989 », IRD, juillet 1990, 18 p.
- SONADER, « Enquête sur les périmètres irrigués », volume 1 rapport général, Juin 1994, 49 p.
- Tenneson Mathilde, « L'irrigation dans la vallée du fleuve Sénégal, Adéquation entre besoins et ressources en eau », Note technique, Mars 2000, 35 p.
- Xavier Le Roy, « Economies familiales et crédit dans le département de Podor », Rapport d'activités 1998, Novembre 1998, 11 p.

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Rapports de missions

Annexe 2 : Aménagements par département en rive gauche

Annexe 3 : Aménagements par type d'encadrement sur l'ensemble de la vallée

Annexe 4 : Superficies aménagées et exploitées en rive droite, rive gauche et dans la vallée

Annexe 5 : Superficies aménagées et exploitées en rive gauche par département

Annexe 6 : Productions et rendements sur les deux rives

Annexe 7 : Assolements

Annexe 8 : Bilans d'eau

Annexe 9 : Simulations des consommations en eau

Annexe 10 : Comparaison des différentes estimations des superficies inondées dans la vallée

Annexe 11 : Inventaire des travaux effectués sur les surfaces cultivées en décrue dans la vallée du fleuve Sénégal

Annexe 12 : Superficies cultivées en décrue par département sur la rive gauche

Annexe 13 : Cultures pluviales : Superficies et productions

Annexe 14 : Questionnaire d'enquêtes

Annexe 15 : Compte-rendu des enquêtes

ANNEXES

Annexe 1 :
Rapports de missions

Rapport de mission
Mission OMVS – IRD effectuée du 12/10/00 au 18/10/00
Saint-Louis - Nouakchott
Mélanie Bonneau – Mathilde Tenneson

1. Objectifs de la mission

Cette mission avait pour objectifs :

- La mise à jour des données sur les superficies réellement cultivées, le coefficient d'intensification et l'assolement ainsi que les rendements;
- La mise à jour des hypothèses sur les besoins en eau à la parcelle des différentes cultures (imbibition, évapotranspiration de la plante, percolation et vidange de la parcelle) et l'Efficiéncia du réseau de transport et de distribution (Pertes par évaporation, infiltration, etc.);
- La mise à jour des données sur les caractéristiques des prises le long du fleuve Sénégal et les cahiers de suivi des prises.
- La mise à jour des données sur les superficies inondées, cultivées en décrue et des rendements (cultures de décrue contrôlée comprises);

afin d'estimer de manière plus précise les consommations en eau par l'agriculture dans la vallée du fleuve Sénégal.

2. Déroulement de la mission

Jeudi 12 Octobre 2000 :

Départ Dakar 6h00

Arrivée Saint-Louis 9h00

10h00 : Mamadou Kane de la SAED, chef de Division Suivi Evaluation, DPDR

14h00 : Ousmane Dia de la SAED (Gestion de l'eau et aménagement foncier DAIH)

Vendredi 13 Octobre 2000 :

Départ Saint Louis 8h00

Arrivée Nouakchott 15h00

Samedi 14 Octobre 2000 :

8h30 : Claude Charrier, Ambassade de France, Service de coopération

10h00 : Pierre Estrade, Service des Affaires Foncières, MDRE

12h00 : Michel Audroing du MDRE

PM : photocopies des documents collectés au MDRE

Dimanche 15 Octobre 2000 :

8h30 : Cellule nationale de l'OMVS, Mr Mahouloud, Mr Camara

9h00 : Mr N'Gaïde Amadou Moussa, Projet PDIAIM

11h00 : Mr Guisse, directeur technique SONADER

13h30 : Oumar Coulibaly, Direction de l'Environnement et de l'Aménagement Rural, MDRE

15h00 : Photocopies des documents collectés à la SONADER

Lundi 16 Octobre 2000 :

9h00 : MDRE, Direction des politiques et suivi, évaluation, Mohamed Mustapha Idoumou ould Abdi (directeur adjoint)

11h00 : Mr Guisse de la SONADER

13h00 : Bureau de liaison UICN Mauritanie, Département gestion du Parc du Diawling, entretien avec Mohamed Lemine ould Baba (coordinateur)

14h00 : Cellule nationale de l'OMVS

Mardi 17 Octobre 2000 :

8h00 : Claude Charrier, Ambassade de France

9h00 : Départ de Nouakchott

Arrivée à Saint Louis 17h00

Mercredi 18 Octobre 2000 :

9h00 : Ousmane Dia de la SAED

11h00 : Mamadou Kane de la SAED

12h30 : Mme DIOP de l'inspection régionale de l'agriculture de Saint-Louis

13h00 : Départ de Saint-Louis

17h00 : Arrivée à Dakar

3. Informations et documents collectés

SAED

- Guide de l'utilisateur du logiciel expo
- Analyse des performances d'utilisation de l'eau d'irrigation dans le delta du fleuve Sénégal, cas des casiers rizicoles de Ndelle et Ndiaye durant la contre saison chaude 1998
- Bilan d'eau et coût d'énergie de périmètres rizicoles, delta et vallée du fleuve Sénégal, campagnes de 1991, 1992
- Liste des stations de la base de données limnimétriques
- Extrait de l'annuaire des statistiques de la vallée du fleuve Sénégal, éditions 95-96,
 - Les infrastructures hydrauliques et leurs caractéristiques
 - Classification des périmètres irrigués selon leur efficacité
 - Evolution de la production et des rendements par spéculatation
 - Evolution des superficies cultivées dans la vallée du fleuve, synthèse par saison et par spéculatation
- Carte Schéma hydraulique et émissaire du delta
- Carte Les aménagements hydro-agricoles de la délégation de Dagana en 2000, classification par source d'eau

- Etude des cultures de décrue dans la vallée du fleuve Sénégal durant la contre-saison froide 1999/2000, approche par télédétection satellitaire, juillet 2000, SAED/DPDR/DSE

IRA

- Evolution des cultures dans la région de Saint-Louis de 1980 à 1987 (cultures d'hivernage, cultures de décrue)
- Evolution des cultures dans la région de Saint-Louis de 1993 à 1996/97 (cultures d'hivernage, cultures de décrue)

SONADER

- Circulaire n° 0003 du 26/01/89, objet : instructions à la SONADER relatives aux normes techniques d'aménagement hydroagricoles
- Circulaire n° 0008 d'avril 1993, objet : Irrigation, normes des aménagements terminaux dans la vallée
- Circulaire de 1999, objet : Normes d'aménagement des petits périmètres
- Plan d'implantation des infrastructures hydrauliques d haut-delta mauritanien, janvier 1991
- Plan de localisation des unités naturelles d'équipement de Chaumeny du fleuve Sénégal Rive droite, septembre 1993
- Plan du réseau hydrographique entre Rosso et Lexeiba
- Etude de la filière riz en Mauritanie, rapport définitif, mars 1998
- Enquête sur les périmètres irrigués, volume 1 rapport général, et volume 2 annexes, juin 94
- The feasibility study on irrigation and agricultural development project in upper delta of the senegal river basin in the islamic republic of mauritania, main report and annexes, october 1997

PROGRAMME DE DEVELOPPEMENT INTEGRE DE L'AGRICULTURE IRRIGUEE EN MAURITANIE (PDIAIM)

Sur disquette :

- PDIAIM. Manuel Général – Volume 1
- Annexe IV au manuel de procédures, mise en oeuvre des investissements structurants
- Manuel de mise en œuvre du système de suivi et évaluation, décembre 1999
- Sous-composante gestion environnementale, manuel de procédures
- manuel de procédures, annexe 5, réhabilitation, extension et création de périmètres irrigués, décembre 1999
- Document d'évaluation de projet pour une proposition de crédit pour un montant équivalent a 38,1 millions \$ eu a la république islamique de Mauritanie pour le projet de développement de l'agriculture irriguée en appui a la première phase du programme de développement intégré de l'agriculture irriguée, 14 juin 1999

MDRE, Direction des politiques, du suivi et de l'évaluation, service des statistiques agricoles, de l'information rurale et de l'informatique

- Résultats de l'enquête auprès des ménages et exploitants agricoles (EMEA) 1999-2000, tome 1 : superficies, rendements et productions de céréales.
- Tableau des superficies, des productions par spéculations, depuis 1986

MDRE, Michel Audroing

- Restitution du diagnostic participatif du périmètre irrigué villageois de Nakhlet (Mauritanie), Tekane 6-7 avril 1999, PSI-CORAF
- Bilan de la campagne agricole 1999/2000, Michel Audroing, 2000
- Communication en Conseil des ministres relative à la campagne agricole 2000/2001 dans le sous-secteur de l'irrigué, MDRE, juin 2000
- Communication en Conseil des ministres relative à la campagne agricole 1999/2000 dans le sous-secteur de l'irrigué, MDRE, juin 1999
- Développement d'outils d'aide à la gestion des aménagements hydro-agricoles en appui aux organisations paysannes, avril 1998, PSI-CORAF
- La gestion de l'irrigation des rizières, MDRE, Juillet 2000
- Quelques principes d'aménagement des rizières, MDRE, Juillet 2000
- Gestion technique, organisation sociale et foncière de l'irrigation, PSI-CORAF
- Politiques et stratégies générales pour le développement du secteur rural, horizon 2010, MDRE, janvier 1998 (aussi sur disquette)
- Bilan de la campagne hivernage 99/2000, MDRE, SONADER, mai 2000

UICN, Parc du Diawling

- Carte de la région du bas delta du fleuve Sénégal et localisation du site de Chott Boul

Ambassade de France

- Lettre de la SOGED mentionnant la réforme institutionnelle au sein de l'OMVS
- Note sur l'étude d'alimentation en eau potable de l'agglomération de Nouakchott à partir de l'Aftout es Saheli

Rapport de mission
Mission OMVS – IRD effectuée du 13/11/00 au 17/11/00
Saint-Louis - Podor - Matam

Mélanie Bonneau – Lamine Konaté – Noël Guiguen

1- Objectifs de la mission

Cette mission avait pour objectifs :

- La remise des salaires dus aux lecteurs d'échelle situés sur la rive gauche de la vallée.
- La collecte des données limnigraphiques enregistrées par les thalimèdes, le long du fleuve et de ses défluent.
- La mise en place d'un thalimède à l'aval du barrage de Diama
- La prise de contacts avec les lecteurs d'échelle pour un passage ultérieur.

2- Déroulement de la mission

Lundi 13 Novembre 2000 :

Départ Dakar 14h00

Arrivée Saint-Louis 18h00

18h30 : M. Diop de la division hydraulique de Saint-Louis, collecte des données et paiement

Mardi 14 Novembre 2000 :

Départ Saint Louis 8h00

9h30 : Arrivée Diama, matériel déposé

10h30 : départ de Diama

Dans la journée :

Cuvette de Nabadji, rencontre avec le lecteur, Samba Sy

Cuvette de M'Bakhna, commune de Doumga, rencontre avec Bécaye Ly

Station de pompage de M'Bakhna

Nuit à N'dioum

Mercredi 15 Novembre 2000 :

Départ à 8h00

Dans la journée :

Cuvette de Wawa, île à Morphil, rencontre avec Ali Saada aw

Cuvette de Podor, rencontre avec Bokar Wade (alias N'diack)

Cuvette de Donaye, rencontre avec Omar Ly

Nuit à Saint-Louis

Jeudi 16 Novembre 2000 :

8h00 : Départ de Saint-Louis

9h30 : Arrivée à Diama, installation du thalimède

10h30 : départ pour Ross-béthio, avec Mathilde Tenneson

11h30 : Ada Diack de la SAED, Ross-béthio

12h00 : Départ sur le terrain, visite des périmètres de

- Deggo (périmètre privé)
- Pont-gendarme (périmètre intermédiaire transféré)
- Boundoum (grand périmètre transféré)

Nuit à Saint-Louis

Vendredi 17 Novembre 2000 :

8h30 : IRA Saint-Louis, rencontre avec Fodé Sarr puis Mme Diop, discussion sur les cultures de décrue

14h00: départ de Saint-Louis

18h30 :Arrivée à Dakar.

Rapport de mission
Mission OMVS – IRD effectuée du 08/12/00 au 14/12/00
Saint-Louis - Nouakchott - Kaédi
Mélanie Bonneau – Lamine Konaté – Mathilde Tenneson

1- Objectifs de la mission

Cette mission avait pour objectifs :

- La remise des salaires dus aux lecteurs d'échelle situés sur la rive droite de la vallée.
- La collecte des données limnigraphiques enregistrées par les thalimèdes, le long du fleuve et de ses défluent.
- La vérification du nivellement des différents éléments des échelles situées dans les cuvettes.
- La collecte d'informations diverses (enquêtes) auprès des cultivateurs.

2- Déroulement de la mission

Vendredi 8 Décembre 2000 :

Départ Dakar 6h00

Arrivée Saint-Louis 9h30

SAED : rencontre avec Mr Bouso et Adama Diallo, collecte de cartes et de donnée chiffrées

IRA : collecte de données sur les superficies cultivées en diéri pour les années manquantes

Départ Saint-Louis 14h

Arrivée Nouakchott 19h30

Samedi 9 Décembre 2000 :

SONADER : personne

MDRE : Collecte de données sur l'agriculture irriguée auprès de Mr.....

Cellule du foncier : Rencontre avec Pierre Estrade

Départ pour Ouro Diallao 14h

Nuit à Woroum Néré

Dimanche 10 Décembre 2000 :

Départ à 8h00

(Début des problèmes avec la voiture)

Dans la journée :

Rencontre avec le directeur de la SONADER à Kaédi

Cuvette de Woroum Néré, discussion avec Ba Ousmane Amadou

Nuit à Woroum Néré

Lundi 11 Décembre 2000 :

Matin : Questionnaire auprès du chef de village Aldioum Diallao dit Demba Madina de Ouro Diallao avec des jeunes villageois (traducteurs)

Après-midi :

Cuvette d'Aéré Goléré, questionnaire auprès de l'adjoint au chef de village

Cuvette d'Ouro Diallao, observations et photos pendant vérification du nivellement des éléments d'échelle.

Nuit à Woroum Néré

Mardi 12 Décembre 2000 :

Matin : Questionnaire auprès du chef de village Aldioum Diallao dit Demba Madina de Ouro Diallao accompagné de Samba Sall (cultivateur et traducteur)

13h00: départ pour Nouakchott

18h30 :Arrivée à Nouakchott

Nuit à Nouakchott

Mercredi 13 Décembre 2000 :

Matin :

SONADER et MDRE : peu de résultats

Voiture en panne

Après-midi : Départ pour Rosso

Arrivée à Rosso 18h30

Jeudi 14 Décembre 2000 :

9h : Entretien avec Youssouf Diallo au CNRADA

Départ pour Dakar 12h

Arrivée à Dakar 19h

3. Informations et documents collectés

Cf. Compte-rendus des enquêtes en annexe 15

Rapport de mission
Mission IRD effectuée du 06/02/01 au 11/02/01
Bakel – Ourosoguy – Podor – Saint-Louis
Mélania Bonneau

1. Objectifs de la mission

Cette mission avait pour objectifs :

- La collecte d'informations concernant les cultures de décrue (enquêtes) auprès des cultivateurs.
- L'observation des cultures sur les cuvettes expérimentales, avant la récolte
- La recherche de données concernant les besoins en eau théoriques des différentes cultures.

2. Déroulement de la mission

Mardi 6 Février 2001 :

Départ Dakar 7h00

Arrivée Bakel 19h00

Nuit à Bakel

Mercredi 7 Février 2001 :

Matin :

Rencontre avec Mamadou Dramé du GRDR (Groupement de Recherche pour le Développement Rural)

Discussion avec Doro Coulibaly, cultivateur sur les terres de walo de Tuabou, observations.

Après-midi :

Cuvette de M'bakhna, discussion avec Bécaye et Djibi Ly, cultivateurs

L'interlocuteur pour la cuvette de Nabadji est absent.

Nuit à Pété N'Goui

Jeudi 8 Février 2001 :

Matin : Questionnaire auprès de Ousmane Bâ, cultivateur

Cuvette de Pété N'goui, observations

Après-midi : Cuvette de wawa, inaccessible

Nuit à Podor

Vendredi 9 Février 2001 :

Matin : départ pour Saint-Louis

Dans la journée

Collecte de données auprès de Silèye Diallo, SAED

Entretien avec Magatte Wade, ISRA

Nuit à Podor

Samedi 10 Février 2001 :

Dans la journée :

Enquête auprès de Oumar Ciré Ly et observations sur la cuvette de Donaye

Enquête auprès de Bocar Wade et observations sur la cuvette de Ngawlé, Podor.

Nuit à Saint-Louis

Dimanche 11 Février 2001 :

Départ pour Dakar

Arrivée à 13h

3. Informations et documents collectés

Cf. Rapports sur les enquêtes

Besoins théoriques en eau des cultures, Données FAO

Données récentes concernant les secteur irrigué en rive gauche

Informations qualitatives obtenues auprès du GRDR.

Annexe 2 :
Aménagements par département en rive gauche

REPARTITION DES AMENAGEMENTS PAR DEPARTEMENT ET TYPE D'ENCADREMENT EN RIVE GAUCHE

(Source: SAED)

	Aménagé SAED				Aménagé Privé				Aménagé total Vallée RG	Aménagé SAED RG	Aménagé Privé RG	Aménagé industriel	Aménagé total Vallée RG + Aménagé industriel
	Dagana	Podor	Matam	Bakel	Dagana	Podor	Matam	Bakel	Vallée RG	Vallée RG	Vallée RG		
1965-1966	6500	0	0	0	0	0	0	0	6500	6500	0	10000	16500
1966-1967	9500	0	0	0	0	0	0	0	9500	9500	0	10000	19500
1967-1968	9500	0	0	0	0	0	0	0	9500	9500	0	10000	19500
1968-1969	9500	0	0	0	0	0	0	0	9500	9500	0	10000	19500
1969-1970	9500	0	0	0	0	0	0	0	9500	9500	0	10000	19500
1970-1971	10000	0	0	0	0	0	0	0	10000	10000	0	10000	20000
1971-1972	11000	0	0	0	0	0	0	0	11000	11000	0	10000	21000
1972-1973	11000	0	0	0	0	0	0	0	11000	11000	0	10000	21000
1973-1974	10600	0	0	0	0	0	0	0	10600	10600	0	10000	20600
1974-1975	8600	0	20	0	0	0	0	0	8620	8620	0	10000	18620
1975-1976	8450	480	180	25	0	0	0	0	9135	9135	0	10000	19135
1976-1977	10390	1032	320	95	0	0	0	0	11837	11837	0	10000	21837
1977-1978	8036	1216	470	100	0	0	0	0	9822	9822	0	10000	19822
1978-1979	7945	1686	750	250	0	0	0	0	10610	10610	0	10000	20610
1979-1980	9401	2067	1160	382	0	0	0	0	13010	13010	0	10000	23010
1980-1981	10386	2669	1692	623	0	0	0	0	15370	15370	0	10000	25370
1981-1982	10709	2815	1903	623	0	0	0	0	16050	16050	0	10000	26050
1982-1983	12314	3410	2133	623	0	0	0	0	18480	18480	0	10000	28480
1983-1984	12300	4288	3037	635	0	0	0	0	20260	20260	0	10000	30260
1984-1985	12223	5566	3185	795	0	0	0	0	21769	21769	0	10000	31769
1985-1986	12758	6646	4018	1152	0	0	0	0	24574	24574	0	10000	34574
1986-1987	12877	7359	5091	1466	0	0	0	0	26793	26793	0	10000	36793
1987-1988	12877	7694	5182	1704				0	31993	27457	0	10000	41993
1988-1989	12937	8045	5335	1842				0	37154	28159	0	10000	47154
1989-1990	13315	9033	6171	1969	10000	2500		0	42647	30488	12500	10000	52647
1990-1991	13865	9791	6620	1995	15000	3500		0	50476	32271	18500	10000	60476
1991-1992	13865	10091	6620	1995	18902	4198	200	0	55871	32571	23300	10000	65871
1992-1993	14225	10091	6620	1995	21607	4900	250	0	59688	32931	26757	10000	69688
1993-1994	14225	10291	6620	1995	28415	5600	315	0	65461	33131	32330	10000	75461
1994-1995	14225	11131	6620	1995	27784	5696	338	0	67789	33971	33818	10000	77789
1995-1996	15125	12013	6830	2097	27567	5780	267	0	73339	36065	33614	10000	83339
1996-1997	16503	12490	6944	2117	28567	6057	318	0	72996	38054	34942	10000	82996
1997-1998	16503	12490	6983	2117	28997	7660	318	0	75068	38093	36975	10000	85068

	Dagana Public	Dagana Privé	Dagana Villageois	Podor Public	Podor Privé	Podor Villageois	Matam Public	Matam Privé	Matam Villageois	Bakel Public	Bakel Privé	Bakel Villageois
2000	18794	32507	1659	6244	5761	11062	1300	500	4300	0	0	2100

Annexe 3 :
Aménagements par type d'encadrement
sur l'ensemble de la vallée

REPARTITION DES AMENAGEMENTS PAR TYPE D'ENCADREMENT SUR CHACUNE DES RIVES ET DANS LA VALLEE

(Source: SAED, MDRE)

	Aménagement total Vallée RG (hors Industriel)				Aménagement total RG	Aménagement SOUADER RD			Aménagement public Vallée			
	SAED RG	Privé RG	Industriel			Privé RD	total RD	Aménagement public Vallée	Aménagement privé Vallée	Aménagement Industriel Vallée	Aménagement total Vallée	
1961-1962	6500	0	10000	16500	80	0	80	80	0	0	80	
1965-1966	9500	0	10000	19500	454	0	454	6954	0	10000	16954	
1966-1967	9500	0	10000	19500	482	0	482	9982	0	10000	19982	
1967-1968	9500	0	10000	19500	502	0	502	10002	0	10000	20002	
1968-1969	9500	0	10000	19500	502	40	542	10002	40	10000	20042	
1969-1970	9500	0	10000	19500	582	40	622	10882	40	10000	20122	
1970-1971	10000	0	10000	20000	642	40	682	10842	40	10000	20882	
1971-1972	11000	0	10000	21000	642	50	692	11642	50	10000	21692	
1972-1973	11000	0	10000	21000	788	50	838	11788	50	10000	21838	
1973-1974	10600	0	10000	20600	998	50	1048	11598	50	10000	21648	
1974-1975	8820	0	10000	18820	1048	76	1124	9868	76	10000	19744	
1975-1976	9135	0	10000	19135	1162	376	1538	10297	376	10000	20673	
1976-1977	11837	0	10000	21837	1273	394	1667	13110	394	10000	23504	
1977-1978	9822	0	10000	19822	1362	394	1756	11184	394	10000	21578	
1978-1979	10610	0	10000	20610	1573	394	1967	12183	394	10000	22577	
1979-1980	13010	0	10000	23010	2054	394	2448	15064	394	10000	25458	
1980-1981	15370	0	10000	26370	2638	780	3386	18006	780	10000	28736	
1981-1982	16050	0	10000	28050	3102	760	3862	19152	760	10000	29912	
1982-1983	18480	0	10000	30280	3371	786	4167	21851	786	10000	32647	
1983-1984	20260	0	10000	30260	3716	1042	4758	23976	1042	10000	35018	
1984-1985	21789	0	10000	31789	4240	1545	5785	26009	1545	10000	37654	
1985-1986	24574	0	10000	34574	4901	2005	6906	29475	2005	10000	41480	
1986-1987	26793	0	10000	36793	5334	3396	8730	32127	3396	10000	45523	
1987-1988	31993	0	10000	41993	6035	5913	11948	33492	5913	10000	53941	
1988-1989	37154	0	10000	47154	7451	8447	15898	35610	8447	10000	63052	
1989-1990	42647	12500	10000	52647	7451	13174	16924	39238	25674	10000	74571	
1990-1991	50476	18500	10000	60476	9740	16134	25674	42011	34634	10000	86360	
1991-1992	56871	23300	10000	66871	10653	19108	29761	43224	42408	10000	96532	
1992-1993	59688	28767	10000	69688	11376	21575	32951	44307	48332	10000	102639	
1993-1994	65461	33330	10000	75461	11812	23145	34957	44943	55475	10000	110418	
1994-1995	67789	33818	10000	77789	12868	23521	35887	46337	57339	10000	113676	
1995-1996	73062	33614	10000	83062	12821	25897	38518	48886	59511	10000	121580	
1996-1997	72996	38054	10000	82996								
1997-1998	75068	38093	10000	85068								

Annexe 4 :
Superficies aménagées et exploitées en rive droite, rive gauche et dans la vallée

SUPERFICIES AMENAGEES ET EXPLOITEES EN IRRIGUE

VALLEE

Campagne	Aménagées	Exploitées	Intensification
1961/62	80		
1962/63			
1963/64			
1964/65			
1965/66	6954	6300	0.905953408
1966/67	9982	9300	0.931677019
1967/68	10002	9500	0.949810038
1968/69	10042	8800	0.876319458
1969/70	10122	9506	0.939142462
1970/71	10682	10013	0.937371279
1971/72	11692	10530	0.900615806
1972/73	11838	10477	0.885031255
1973/74	11648	10044	0.862293956
1974/75	9744	9070	0.930829228
1975/76	10673	10120	0.948187014
1976/77	13504	10086	0.74688981
1977/78	11578	7733	0.667904647
1978/79	12577	10468	0.832312952
1979/80	15458	11718	0.758054082
1980/81	18736	11668	0.622758326
1981/82	19912	12602	0.632884693
1982/83	22647	16945	0.748222723
1983/84	25018	19807	0.791709969
1984/85	27554	24524	0.890034115
1985/86	31480	24935	0.792090216
1986/87	35523	28924	0.814233032
1987/88	39405	34013	0.863164573
1988/89	44057	35540	0.806682253
1989/90	64912	43117	0.664237737
1990/91	76645	54975	0.717267924
1991/92	85632	55954	0.653423954
1992/93	92639	51984	0.561145954
1993/94	100418	61422	0.611663248
1994/95	103676	50894	0.49089471
1995/96		43241	
1996/97	0	46357	
1997/98	0	56381	
1998/99	73600	38270	0.519972826
1999/00	125490	63232	0.503880787
moyenne			0.773645608

SUPERFICIES AMENAGEES ET EXPLOITEES EN IRRIGUE

RIVE DROITE

Campagne	Aménagées	Exploitées	Intensification	Source
1961/62	80			(1) SONADER
1962/63				
1963/64				
1964/65				
1965/66	454			(1) SONADER
1966/67	482			(1) SONADER
1967/68	502			(1) SONADER
1968/69	542			(1) SONADER
1969/70	622			(1) SONADER
1970/71	682			(1) SONADER
1971/72	692			(1) SONADER
1972/73	838			(1) SONADER
1973/74	1048			(1) SONADER
1974/75	1124			(1) SONADER
1975/76	1538			(1) SONADER
1976/77	1667			(1) SONADER
1977/78	1756			(1) SONADER
1978/79	1967			(1) SONADER
1979/80	2448			(1) SONADER
1980/81	3366			(1) SONADER
1981/82	3862			(1) SONADER
1982/83	4167			(1) SONADER
1983/84	4758			(1) SONADER
1984/85	5785	2524	0.436300778	(1) SONADER ;
1985/86	6906	3255	0.471329279	(1) SONADER ;
1986/87	8730	6609	0.757044674	(1) SONADER ;(2) MDRE
1987/88	11948	11291	0.945011717	(1) SONADER ;(2) MDRE
1988/89	15898	12230	0.769279155	(1) SONADER ;(2) MDRE
1989/90	21924	13653	0.6227422	(1) SONADER ;(2) MDRE
1990/91	25874	15551	0.601028059	(1) SONADER ;(2) MDRE
1991/92	29761	14818	0.497899936	(1) SONADER ;(2) MDRE
1992/93	32951	12721	0.386058086	(1) SONADER ;(2) MDRE
1993/94	34957	19758	0.565208685	(1) SONADER ;(2) MDRE
1994/95	35887	16544	0.461002591	(1) SONADER ;(2) MDRE
1995/96		13418		(1) SONADER ;(2) MDRE
1996/97		17425		(1) SONADER ;(2) MDRE
1997/98		20876		
1998/99				
1999/00	40261	23818	0.591589876	(3) MDRE / EMEA/DPSE
moyenne			0.592041253	

(1) SONADER, enquête sur les périmètres irrigués, 94, (les surfaces aménagées(brutes) ont été déterminées à partir des données du bureau foncier, des plans existants ou d'après les déclarations des exploitants (en cas de doute sur la déclaration, contrôle sur le terrain))

(2) MDRE, Service des statistiques agricoles (récoltées en mission en 2000)

(3) MDRE, horizon 2010 / EMEA/DPSE (Enquêtes auprès des ménages 1999-2000, céréales, tome 1).
Obtention des résultats par sondage et estimation à partir d'échantillons (tirage aléatoire à deux degrés) après recensement exhaustif des périmètres irrigués (privés et SONADER)

SUPERFICIES AMENAGEES ET EXPLOITEES EN IRRIGUE

RIVE GAUCHE

Campagne	Aménagées	Exploitées	Intensification	Source
1961/62				
1962/63				
1963/64				
1964/65				
1965/66	6500	6300	0.969	(4) SAED / DPDR
1966/67	9500	9300	0.979	(4) SAED / DPDR
1967/68	9500	9500	1.000	(4) SAED / DPDR
1968/69	9500	8800	0.926	(4) SAED / DPDR
1969/70	9500	9506	1.001	(4) SAED / DPDR
1970/71	10000	10013	1.001	(4) SAED / DPDR
1971/72	11000	10530	0.957	(4) SAED / DPDR
1972/73	11000	10477	0.952	(4) SAED / DPDR
1973/74	10600	10044	0.948	(4) SAED / DPDR
1974/75	8620	9070	1.052	(4) SAED / DPDR
1975/76	9135	10120	1.108	(4) SAED / DPDR
1976/77	11837	10086	0.852	(4) SAED / DPDR
1977/78	9822	7733	0.787	(4) SAED / DPDR
1978/79	10610	10468	0.987	(4) SAED / DPDR
1979/80	13010	11718	0.901	(4) SAED / DPDR
1980/81	15370	11668	0.759	(4) SAED / DPDR
1981/82	16050	12602	0.785	(4) SAED / DPDR
1982/83	18480	16945	0.917	(4) SAED / DPDR
1983/84	20260	19807	0.978	(4) SAED / DPDR
1984/85	21769	22000	1.011	(4) SAED / DPDR
1985/86	24574	21680	0.882	(4) SAED / DPDR
1986/87	26793	22315	0.833	(4) SAED / DPDR
1987/88	27457	22722	0.828	(4) SAED / DPDR
1988/89	28159	23310	0.828	(4) SAED / DPDR
1989/90	42988	29464	0.685	(4) SAED / DPDR
1990/91	50771	39424	0.777	(4) SAED / DPDR
1991/92	55871	41136	0.736	(4) SAED / DPDR
1992/93	59688	39263	0.658	(4) SAED / DPDR
1993/94	65461	41664	0.636	(4) SAED / DPDR
1994/95	67789	34350	0.507	(4) SAED / DPDR
1995/96	69679	29823	0.428	(4) SAED / DPDR
1996/97		28932		(4) SAED / DPDR
1997/98		35505		(4) SAED / DPDR
1998/99	73600	38270	0.520	(4) SAED / DPDR, (5) SAED
1999/00	85229	39414	0.462	(4) SAED / DPDR, (5) SAED
moyenne			0.838	

(4) SAED/DPDR, Banque de données, 1996 (recueil des statistiques agricoles)
(périmètres aménagés et cultivés recensés par des enquêtes exhaustives)
(5) SAED, classification des aménagements selon leur efficience; SAED/DPDR

Annexe 5 :
Superficies aménagées et exploitées en rive gauche par
département

REPARTITION DES SUPERFICIES AMENAGEES ET EXPLOITEES PAR DEPARTEMENT EN RIVE GAUCHE

(Source: SAED)

Campagne	Dagana		Podor		Matam		Bakel	
	S aménagée	S exploitée						
1961/62								
1962/63								
1963/64								
1964/65								
1965/66	6500	6300	0	0	0	0	0	0
1966/67	9500	9300	0	0	0	0	0	0
1967/68	9500	9500	0	0	0	0	0	0
1968/69	9500	8800	0	0	0	0	0	0
1969/70	9500	9506	0	0	0	0	0	0
1970/71	10000	10013	0	0	0	0	0	0
1971/72	11000	10530	0	0	0	0	0	0
1972/73	11000	10477	0	0	0	0	0	0
1973/74	10600	10044	0	0	0	0	0	0
1974/75	8600	9050	0	0	20	20	0	0
1975/76	8450	9424	480	572	180	106	25	18
1976/77	10390	8752	1032	995	320	244	95	95
1977/78	8036	5890	1216	1371	470	387	100	85
1978/79	7945	6865	1665	2304	750	952	250	347
1979/80	9401	7513	2067	1861	1160	1917	382	427
1980/81	10386	6405	2669	2696	1692	2037	623	530
1981/82	10709	6918	2815	3343	1903	1771	623	570
1982/83	12314	10068	3410	3683	2133	2595	623	599
1983/84	12300	11326	4288	4599	3037	3152	635	730
1984/85	12223	12208	5566	5236	3185	3669	795	887
1985/86	12758	12032	6646	4894	4018	3629	1152	1125
1986/87	12877	11951	7359	4922	5091	4102	1466	1340
1987/88	16356	11507	8750	6346	5182	3691	1704	1178
1988/89	19836	12911	10142	5968	5335	3043	1842	1388
1989/90	23315	17413	11533	6912	5830	3596	1969	1543
1990/91	28865	22438	13291	10160	6325	5158	1995	1668
1991/92	32767	22732	14289	10376	6820	6476	1995	1552
1992/93	35832	21489	14991	10924	6870	5452	1995	1398
1993/94	40640	24454	15891	11248	6935	4569	1995	1393
1994/95	42009	21660	16827	8653	6958	3067	1995	970
1995/96	42692	17549	17793	8820	7097	2446	2097	1007
1996/97	45070		18547		7262		2117	
1997/98	45500		20150		7301		2117	

Annexe 6 :
Productions et rendements sur les deux rives

PRODUCTIONS ET RENDEMENT DE DIFFERENTES CULTURES EN RIVE GAUCHE

(Source: SAED)

Campagne	Riz		Tomate		Maïs		Sorgho	
	Production (T)	Rendement (T /ha)						
1965/66	10600	1.7	0	0	0		0	
1966/67	15000	1.6	0	0	0		0	
1967/68	12700	1.3	0	0	0		0	
1968/69	800	0.1	0	0	0		0	
1969/70	16400	1.7	180	30	0		0	
1970/71	5000	0.5	390	30	0		0	
1971/72	10000	1	900	30	0		0	
1972/73	6000	0.6	1500	19.5	0		0	
1973/74	10400	1.1	2650	18.4	0		0	
1974/75	19170	2.3	8900	13.7	0		0	
1975/76	6700	0.8	12820	12.5	0		0	
1976/77	20200	2.2	17900	20.2	0		0	
1977/78	12176	1.9	15950	19.8	220	1.7	0	
1978/79	22910	2.9	11000	12.2	1622	4.5	0	
1979/80	36314	3.8	18150	23.9	2579	4.9	0	
1980/81	32810	3.3	13396	20.1	2448	4.9	38	2.5
1981/82	37484	3.5	13470	17.4	2894	4.7	51	2.3
1982/83	54390	3.9	25030	21.2	3019	4	103	2.5
1983/84	75409	4.7	20037	18.5	6399	5.1	340	4.5
1984/85	77290	4.4	19095	16.3	7166	2.5	1260	3.2
1985/86	80954	4.7	8614	7.1	6010	2.5	1401	2.3
1986/87	85022	4.9	30116	25.3	6746	2.5	1865	2.1
1987/88	85370	5	36735	26	5856	2.4	1839	2.2
1988/89	90601	5	31377	27	2945	2.2	2674	2.8
1989/90	117415	4.8	43241	28.5	5333	2.5	2409	2.3
1990/91	164479	5	81851	28.5	6100	2.4	1690	2.3
1991/92	174999	5.2	57570	23.6	7694	2.5	2421	2.4
1992/93	145287	4.5	40925	22.8	7451	2.5	1866	1.9
1993/94	165953	4.8	62000	20.9	5179	2.5	2221	1.7
1994/95	134528	4.8	21605	11.8	3513	2.4	3103	1.6
1995/96	99744	4.3	24406	10.6	2816	2.7	3313	2.1
1996/97	93361	4.1	2325	8.7	4585	2.5	2770	2.3
1997/98	128432	4.7	28860	20	5433	2.5	2714	2.3
1998/99	126407	4.4	28040	20	3585	2.5	3758	2.5
1999/00	152983	4.9	35975	25	3450	2.5	2698	2.5

Annexe 7 :
Assolements

SUPERFICIES CULTIVEES EN RIVE GAUCHE

(Source: SAED, octobre 2000)

99/00

Hivernage	
CULTURE	ha
Riz	24227
Maïs	793
Sorgho	1030
Coton	423
Arachide	123
Pastèques	30
Aubergines	29
Gombo	19
Autre	379
Total	27053

Saison sèche froide	
CULTURE	ha
Tomate	1430
Maïs	588
Sorgho	49
Oignon	1629
Maraîchage	0
Patate douce	405
Gombo	88
Pastèques	60
Arachides	14
Autres	503
Total	4766

Saison sèche chaude	
CULTURE	ha
Riz	6993
Arachide	21
Patate douce	250
Gombo	265
Tomate	10
Oignon	20
Autres	36
Total	7595

Part de la saison sur l'année

0.69

0.12

0.19

SUPERFICIES CULTIVEES EN RIVE DROITE

(Source: MDRE, Enquêtes auprès des ménages, céréales)

Hivernage		
	SONADER	M'Pourié
Riz	8617	458
Sorgho	1055	0
Maïs	62	0
Total	9734	458
	Privé	Total
Riz	11633	20708
Sorgho	44	1099
Maïs	167	229
Total	11844	22036

Saison sèche froide	
SONADER	
Riz	0
Sorgho	0
Maïs	700
Total	700

Saison sèche chaude	
SONADER	
Riz	1082
Sorgho	0
Maïs	0
Total	1082

Part de la saison sur l'année

0.93

0.03

0.05

Annexe 8 :
Bilans d'eau

BILANS EN EAU SAISONNIER (d'après SAED bulletins techniques N° 6&11 et SAED avril 1999)

	Hivernage													
	Delta		Grands aménagements				Aménagements intermédiaires							
	Boundoum HIV 92/93	Grande Digue HIV 92/93	Biféche HIV 91/92	Ndelle HIV 91/92	Ngombe HIV 91/92	Pont Gendarme HIV 90/91	Pont Gendarme HIV 91/92	Lampar HIV 92/93	HIV/GA	HIV/VA	HIV/PI	CSC/GA	CSC/VA	CSC/VA
Volume apporté m3/ha	Superficie (ha)	762	1180	56	166	185	191	155	107	19707	1827	21534	19874	19874
	Irrigation	15273	19802	14415	14354	21003	16648	19707	19279	423	1315	891	1112	595
	Précipitations efficaces	454	423	982	15397	15669	17760	17760	19874	15727	20225	21894	21534	19874
	Somme	15727	20225	15397	15669	21894	17760	17760	19874	1750	1750	1750	1750	1750
Volume utilisé m3/ha	Imbibition	1750	1750	7324	7528	7278	8301	8401	8284	8323	8088	3660	2440	2440
	ETRiz	2684	3660	2440	2440	2440	1800	2451	2440	12757	13498	11514	11718	11468
	Percolation	2970	6727	3859	3951	10426	3709	8931	7400	2970	6727	15373	15669	21894
	Vidanges	15727	20225	15373	15669	21894	15960	15960	19874	Somme	15727	20225	21894	19874
	Besoins en eau à la parcelle (Vidanges) et pertes	64	69	60	60	60	56	61	65	Efficiency d'application à la parcelle	81	66	73	72
	Efficiency de distribution	81	66	73	72	72	78	78	62	Efficiency de distribution	44	44	43	43
	Efficiency totale	52	39	44	43	30	43	33	40	Efficiency totale	64	66	73	72

MOYENNES	Total													
	HIV	CSC	HIV/GA	HIV/VA	HIV/PI	CSC/GA	CSC/VA	CSC/VA	CSC/VA	CSC/VA	CSC/VA	CSC/VA	CSC/VA	CSC/VA
Volume apporté m3/ha	Irrigation	18286	17132	21468	18049	16812	17298	23540	21123	945	1170	45	1018	45
	Précipitations efficaces	19131	18302	21500	19067	18055	18309	23540	21160	Somme	19131	18302	21500	18309
Volume utilisé m3/ha	Imbibition	1620	1645	1550	1750	1588	1750	1750	1517	9348	8693	11221	8778	8129
	ETRiz	3249	3291	3130	3087	3089	4440	4440	3246	2067	1700	2312	3087	2435
	Percolation	14801	13799	16892	13615	13736	14319	19281	1800	4528	4500	4608	5451	3335
	Vidanges	18870	18129	20985	19066	17800	18309	23540	20560	Besoins en eau à la parcelle (Vidanges) et pertes	18870	18129	20985	18309
	Somme	61	60	66	62	61	54	61	67	Efficiency d'application à la parcelle	77	76	81	78
	Efficiency de distribution	48	46	54	45	47	42	50	55	Efficiency de distribution	48	46	54	45
	Efficiency totale	48	46	54	45	47	42	50	55	Efficiency totale	48	46	54	45

BILANS EN EAU SAISONNIER (d'après SAED bulletins techniques N° 6&11 et SAED avril 1999)

Petits périmètres irrigués		Podor									
Thiédou expérience		Fanye 7		Daggo		Nianga		Diamandou		Amenagements Intermediaires	
HIV 91/92	HIV 92/93	HIV 91/92	HIV 92/93	HIV 92/93	HIV 92/93	Aere Lao phase 1 HIV 94/95	Aere Lao phase 1 HIV 95/96	Ndiourm phase 1 HIV 93/94	Ndiourm phase 1 HIV 94/95	Ndiourm phase 1 HIV 95/96	
26	23	14	14	1060	380	244	251	191	191	191	
15369	22539	13987	13987	22984	14135	17608	16405	12363	15089	13595	
891	653	1487	1487	1980	1216	337	2519	1214	378	2257	
16260	23192	15474	15474	24964	15351	17945	18925	13577	15467	15852	
1750	1750	1750	1750	1750	1750	1400	1750	1400	1400	1400	
7274	9480	7632	7632	9374	9325	8975	10049	8891	9164	10681	
3660	6000	3660	3660	3678	2327	4026	4081	3282	3516	3662	
12684	17230	13042	13042	14802	13402	14401	17480	13573	14080	15743	
3576	5962	2432	2432	10162	1945	3544	1445	5	1388	109	
16260	23192	15474	15474	24964	15347	17945	17324	13578	15468	15852	
64	63	63	63	68	67	61	50	62	64	62	
77	74	83	83	66	86	80	91	100	91	99	
42	39	44	44	32	57	49	46	62	58	62	
HIV/Delta		HIV/Podor		GSC/Delta		GSC/Podor					
17489	16696	24031	24031	19547	19547						
966	1418	0	0	74	74						
18455	18114	24031	24031	19602	19602						
1750	1517	1750	1750	1400	1400						
7992	9549	10477	10477	11779	11779						
3098	3528	2174	2174	3848	3848						
1800	1600	2312	2312								
13003	14771	16713	16713	17026	17026						
5449	3341	7318	7318	2576	2576						
18289	17934	22831	22831	19602	19602						
59	61	63	63	69	69						
70	84	70	70	89	89						
41	51	44	44	62	62						

Annexe 9 :
Simulations des consommations en eau

Variation de la superficie aménagée totale

ici, la mise en valeur, les efficacités et les coefficients d'intensification partiels sont inchangés.

Hypothèses Sénégal

efficience céréales: 65%

efficience légumes: 55%

Hivernage										
	Riz	Mais	Sorgho	Coton	Arachide	Pastèques	Aubergines	Gombo	Autre	Total
S cultivée / S aménagée par saison	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
Part de la culture dans l'assolement	0.90	0.03	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.00
Inverse de l'efficience de distribution	1.54	1.54	1.54	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82

Contre-saison froide											
	Tomate	Mais	Sorgho	Oignon	Maraichage	Patate douce	Gombo	Pastèques	Arachides	Autres	Total
S cultivée / S aménagée par saison	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Part de la culture dans l'assolement	0.30	0.12	0.01	0.34	0.00	0.08	0.02	0.01	0.00	0.11	1.00
Inverse de l'efficience de distribution	1.54	1.54	1.54	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82

Contre-saison chaude								
	Riz	Arachide	Patate douce	Gombo	Tomate	Oignon	Autres	Total
S cultivée / S aménagée par saison	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Part de la culture dans l'assolement	0.92	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	1.00
Inverse de l'efficience de distribution	1.54	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82

Sénégal	Assolement vivrier 375000			Assolement vivrier 300000			Assolement vivrier 225000		
	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)
	Superf. (ha)								
janvier	47.04	17.56		37.6	14.1		28.23	10.54	
février	177.94	66.43		142.3	53.1		106.76	39.86	
mars	363.46	135.70		290.8	108.6		218.07	81.42	
avril	316.81	118.28		253.4	94.6		190.09	70.97	
mai	227.02	84.76		181.6	67.8		136.21	50.85	
juin	14.51	5.42	1148.78	11.6	4.3	917.4	8.71	3.25	688.07
juillet	517.69	193.28		414.2	154.6		310.61	115.97	
août	916.32	342.11		733.1	273.7		549.79	205.27	
septembre	607.46	226.80		486.0	181.4		364.47	136.08	
octobre	582.84	217.61		466.3	174.1		349.70	130.56	
novembre	114.52	42.76		91.6	34.2		68.71	25.65	
décembre	38.63	14.42	2777.45	30.9	11.5	2222.0	23.18	8.65	1666.47
Année	3924.23		3924.23	3139.4		3139.4	2354.54		2354.54

Sénégal	Assolement vivrier 150000			Assolement vivrier 100000			Assolement vivrier 85000		
	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)
	Superf. (ha)								
janvier	18.8	7.0		12.5	4.7		10.7	4.0	
février	71.2	26.6		47.4	17.7		40.3	15.1	
mars	145.4	54.3		96.9	36.2		82.4	30.8	
avril	126.7	47.3		84.5	31.5		71.8	26.8	
mai	90.8	33.9		60.5	22.6		51.5	19.2	
juin	5.8	2.2	458.7	3.9	1.4	305.8	3.3	1.2	259.9
juillet	207.1	77.3		138.1	51.5		117.3	43.8	
août	386.5	136.8		244.4	91.2		207.7	77.5	
septembre	243.0	90.7		162.0	60.5		137.7	51.4	
octobre	233.1	87.0		155.4	58.0		132.1	49.3	
novembre	45.8	17.1		30.5	11.4		26.0	9.7	
décembre	15.5	5.8	1111.0	10.3	3.8	740.7	8.8	3.3	629.6
Année	1569.7		1569.7	1046.5		1046.5	889.5		889.5

Variation des efficacités de distribution

Hypothèses Sénégal

S aménagée : 85 000 ha

	Hivernage									
	Riz	Mais	Sorgho	Coton	Arachide	Pastèques	Aubergines	Gombo	Autre	Total
S cultivée / S aménagée par saison	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
Part de la culture dans l'assolement	0.90	0.03	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.00

	Contre-saison froide										
	Tomate	Mais	Sorgho	Oignon	Marafchage	Patate douce	Gombo	Pastèques	Arachides	Autres	Total
S cultivée / S aménagée par saison	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Part de la culture dans l'assolement	0.30	0.12	0.01	0.34	0.00	0.08	0.02	0.01	0.00	0.11	1.00

	Contre-saison chaude							
	Riz	Arachide	Patate douce	Gombo	Tomate	Oignon	Autres	Total
S cultivée / S aménagée par saison	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Part de la culture dans l'assolement	0.92	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	1.00

Sénégal		eff céréales	0.85	eff céréales	0.75	eff céréales	0.65		
		eff légumes	0.75	eff légumes	0.65	eff légumes	0.55		
Superf. (ha)	Assolement vivrier			Assolement vivrier			Assolement vivrier		
	85000			85000			85000		
	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)
janvier	7.96	2.97		9.11	3.40		10.66	3.98	
février	30.57	11.41		34.78	12.98		40.33	15.06	
mars	62.70	23.41		71.20	26.58		82.38	30.76	
avril	54.76	20.44		62.13	23.20		71.81	26.81	
mai	39.29	14.67		44.56	16.64		51.46	19.21	
juin	2.44	0.91	197.71	2.80	1.05	224.58	3.29	1.23	259.94
juillet	89.65	33.47		101.64	37.95		117.34	43.81	
août	158.77	59.28		179.97	67.19		207.70	77.55	
septembre	105.25	39.30		119.31	44.54		137.69	51.41	
octobre	100.99	37.70		114.47	42.74		132.11	49.32	
novembre	19.74	7.37		22.42	8.37		25.96	9.69	
décembre	6.52	2.43	480.92	7.47	2.79	545.29	8.76	3.27	629.56
Année	678.63		678.63	769.87		769.87	889.49		889.49

Sénégal		eff céréales	0.55	eff céréales	0.45	
		eff légumes	0.45	eff légumes	0.35	
Superf. (ha)	Assolement vivrier			Assolement vivrier		
	85000			85000		
	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)
janvier						
février	12.86	4.80		16.20	6.05	
mars	48.02	17.93		59.37	22.17	
avril	97.75	36.50		120.23	44.89	
mai	85.07	31.76		104.36	38.96	
juin	60.89	22.73		74.58	27.84	
juillet	3.99	1.49	308.57	5.06	1.89	379.79
août	138.78	51.81		169.82	63.40	
septembre	245.54	91.67		300.24	112.10	
octobre	162.77	60.77		199.04	74.31	
novembre	156.18	58.31		190.98	71.31	
décembre	30.82	11.51		37.95	14.17	
Année	1053.24	3.95	744.67	1291.18	4.99	911.39
			1053.24			1291.18

Variation de la part du riz dans les cultures d'hivernage

ici, la part des autres cultures d'hivernage varient proportionnellement à l'ensemble des cultures d'hivernage autres que le riz.

Hypothèses Sénégal Superficie aménagée : 85 000 ha efficacité céréales: 85% efficacité légumes: 55%

Hivernage										
	Riz	Maïs	Sorgho	Colza	Arachide	Pastèques	Aubergines	Gombo	Autre	Total
S cultivée / S aménagée par saison	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
Part de la culture dans l'assolement										

Centre-saison froide											
	Tomate	Maïs	Sorgho	Oignon	Marafchage	Patate douce	Gombo	Pastèques	Arachides	Autres	Total
S cultivée / S aménagée par saison	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Part de la culture dans l'assolement	0.30	0.12	0.01	0.34	0.00	0.08	0.02	0.01	0.00	0.11	1.00

Centre-saison chaude								
	Riz	Arachide	Patate douce	Gombo	Tomate	Oignon	Autres	Total
S cultivée / S aménagée par saison	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Part de la culture dans l'assolement	0.92	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	1.00

Sénégal	riz hivern 1.00			riz hivern 0.90			riz hivern 0.85		
	Assolement hivrier 85000			Assolement hivrier 85000			Assolement hivrier 85000		
Superf. (ha)	V (10 ⁶ m3)	Q (m3/s)	V(10 ⁶ m3)	V (10 ⁶ m3)	Q (m3/s)	V(10 ⁶ m3)	V (10 ⁶ m3)	Q (m3/s)	V(10 ⁶ m3)
janvier	10.66	12.69		10.66	12.69		10.7	12.7	
février	40.33	24.00		40.33	24.00		40.3	24.0	
mars	82.38	43.87		82.38	43.87		82.4	43.9	
avril	71.81	42.29		71.81	42.29		71.8	42.3	
mai	51.46	34.39		51.46	34.39		51.5	34.4	
juin	1.38	14.22	258.03	3.21	14.91	259.85	4.1	15.2	260.8
juillet	126.76	59.83		117.74	56.46		113.2	54.8	
août	229.59	97.01		208.59	89.55		196.6	85.8	
septembre	150.59	67.51		136.24	62.90		132.1	60.6	
octobre	144.61	65.66		132.64	61.19		126.7	59.0	
novembre	27.26	22.13		26.01	21.66		25.4	21.4	
décembre	8.34	12.69	686.15	8.74	12.84	631.97	8.9	12.9	604.9
Année	844.18		944.18	891.83		891.83	865.7		865.7

Sénégal	riz hivern 0.80			riz hivern 0.75			riz hivern 0.70		
	Assolement hivrier 85000			Assolement hivrier 85000			Assolement hivrier 85000		
Superf. (ha)	V (10 ⁶ m3)	Q (m3/s)	V(10 ⁶ m3)	V (10 ⁶ m3)	Q (m3/s)	V(10 ⁶ m3)	V (10 ⁶ m3)	Q (m3/s)	V(10 ⁶ m3)
janvier	10.66	3.98		10.66	3.98		10.66	3.98	
février	40.33	15.06		40.33	15.06		40.33	15.06	
mars	82.38	30.76		82.38	30.76		82.38	30.76	
avril	71.81	26.81		71.81	26.81		71.81	26.81	
mai	51.46	19.21		51.46	19.21		51.46	19.21	
juin	5.04	1.88	261.68	5.95	2.22	262.60	6.87	2.56	263.51
juillet	108.73	40.50		104.23	38.91		99.72	37.23	
août	188.60	70.41		178.60	66.68		168.60	62.95	
septembre	125.89	47.00		119.72	44.70		113.54	42.39	
octobre	120.67	45.05		114.69	42.82		108.70	40.59	
novembre	24.76	9.25		24.14	9.01		23.51	8.78	
décembre	9.13	3.41	577.79	9.33	3.48	550.70	9.53	3.56	523.61
Année	839.44		839.48	813.38		813.30	787.13		787.13

Sénégal	riz hivern 0.60			riz hivern 0.50		
	Assolement hivrier 85000			Assolement hivrier 85000		
Superf. (ha)	V (10 ⁶ m3)	Q (m3/s)	V(10 ⁶ m3)	V (10 ⁶ m3)	Q (m3/s)	V(10 ⁶ m3)
janvier	10.66	3.98		10.66	3.98	
février	40.33	15.06		40.33	15.06	
mars	82.38	30.76		82.38	30.76	
avril	71.81	26.81		71.81	26.81	
mai	51.46	19.21		51.46	19.21	
juin	8.69	3.25	265.34	10.52	3.93	267.17
juillet	90.71	33.87		81.70	30.50	
août	148.61	55.48		128.62	48.02	
septembre	101.19	37.78		88.84	33.17	
octobre	96.73	36.12		84.76	31.65	
novembre	22.27	8.31		21.02	7.89	
décembre	9.93	3.71	469.44	10.32	3.85	415.26
Année	734.78		734.78	682.43		682.43

Variation de la part du riz dans les cultures de contre-saison chaude

Hypothèses Sénégal

Superficie aménagée : 85 000 ha

efficience céréales: 65%

efficience légumes: 55%

	Hivernage									
	Riz	Maïs	Sorgho	Coton	Arachide	Pastèques	Aubergines	Gombo	Autre	Total
S cultivée / S aménagée par saison	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
Part de la culture dans l'assolement	0.9	0.028060863	0.036447275	0.014968153	0.004352442	0.001061571	0.001026185	0.000672328	0.013411	1

	Contre-saison froide										
	Tomate	Maïs	Sorgho	Oignon	Maralchage	Patate douce	Gombo	Pastèques	Arachides	Autres	Total
S cultivée / S aménagée par saison	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Part de la culture dans l'assolement	0.30	0.12	0.01	0.34	0.00	0.08	0.02	0.01	0.00	0.11	1.00

	Contre-saison chaude							
	Riz	Arachide	Patate douce	Gombo	Tomate	Oignon	Autres	Total
S cultivée / S aménagée par saison	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Part de la culture dans l'assolement								

Sénégal	riz CSC 1.00			riz CSC 0.90			riz CSC 0.85		
	Assolement vivrier 85000			Assolement vivrier 85000			Assolement vivrier 85000		
	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)
Supert. (ha)									
janvier	10.66	3.98		10.66	3.98		10.7	4.0	
février	42.00	15.68		39.90	14.90		38.8	14.5	
mars	86.93	32.46		81.19	30.31		78.3	29.2	
avril	75.73	28.27		70.79	26.43		68.3	25.5	
mai	53.74	20.07		50.86	18.99		49.4	18.4	
juin	1.83	0.68	270.89	3.57	1.33	256.97	4.4	1.7	250.0
juillet	117.59	43.90		117.79	43.98		117.9	44.0	
août	208.59	77.88		208.59	77.88		208.6	77.9	
septembre	138.24	51.61		138.24	51.61		138.2	51.6	
octobre	132.64	49.52		132.64	49.52		132.6	49.5	
novembre	26.01	9.71		26.01	9.71		26.0	9.7	
décembre	8.74	3.26	631.82	8.74	3.26	632.01	8.7	3.3	632.1
Année	902.71		902.71	888.98		888.98	882.1		882.1

Sénégal	riz CSC 0.80			riz CSC 0.75			riz CSC 0.70		
	Assolement vivrier 85000			Assolement vivrier 85000			Assolement vivrier 85000.00		
	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)
Supert. (ha)									
janvier	10.66	3.98		10.66	3.98		10.66	3.98	
février	37.80	14.11		36.75	13.72		35.70	13.33	
mars	75.46	28.17		72.59	27.10		69.72	26.03	
avril	65.84	24.58		63.37	23.66		60.90	22.74	
mai	47.97	17.91		46.53	17.37		45.09	16.83	
juin	5.31	1.98	243.04	6.18	2.31	236.08	7.05	2.63	229.12
juillet	117.98	44.05		118.08	44.09		118.18	44.12	
août	208.59	77.88		208.59	77.88		208.59	77.88	
septembre	138.24	51.61		138.24	51.61		138.24	51.61	
octobre	132.64	49.52		132.64	49.52		132.64	49.52	
novembre	26.01	9.71		26.01	9.71		26.01	9.71	
décembre	8.74	3.26	632.21	8.74	3.26	632.31	8.74	3.26	632.41
Année	875.26		875.26	868.39		868.39	861.53		861.53

Sénégal	riz CSC 0.60			riz CSC 0.50		
	Assolement vivrier 85000			Assolement vivrier 85000		
	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)
Supert. (ha)						
janvier	10.66	3.98		10.66	3.98	
février	33.60	12.54		31.50	11.76	
mars	63.99	23.89		58.25	21.75	
avril	55.96	20.89		51.02	19.05	
mai	42.20	15.76		39.31	14.68	
juin	8.79	3.28	215.20	10.53	3.93	201.28
juillet	118.38	44.20		118.57	44.27	
août	208.59	77.88		208.59	77.88	
septembre	138.24	51.61		138.24	51.61	
octobre	132.64	49.52		132.64	49.52	
novembre	26.01	9.71		26.01	9.71	
décembre	8.74	3.26	632.60	8.74	3.26	632.80
Année	847.80		847.80	834.08		834.08

Variation des coefficients d'intensification partiels

Hypothèses Sénégal

Superficie aménagée : 85 000 ha

efficience céréales: 65%

efficience légumes: 55%

Hivernage										
Part de la culture dans l'assolement	Riz	Maïs	Sorgho	Coton	Arachide	Pastèques	Aubergines	Gombo	Autre	Total
	0.90	0.03	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.00

Contre-saison froide											
Part de la culture dans l'assolement	Tomate	Maïs	Sorgho	Oignon	Marachage	Patate douce	Gombo	Pastèques	Arachides	Autres	Total
	0.30	0.12	0.01	0.34	0.00	0.09	0.02	0.01	0.00	0.11	1.00

Contre-saison chaude									
Part de la culture dans l'assolement	Riz	Arachide	Patate douce	Gombo	Tomate	Oignon	Autres	Total	
	0.92	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	1.00	

Sénégal	hiv 1.00 CSF 0.20 CSC 0.40			hiv 1.00 CSF 0.00 CSC 0.60			coefficient d'intensification global
	1.00	0.20	0.40	1.00	0.00	0.60	
Superf. (ha)	85000			85000			
	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)	
janvier	38.14	14.24		0.00	0.00		
février	168.33	62.85		177.73	66.36		
mars	357.31	133.40		462.52	172.89		
avril	318.40	118.88		454.44	169.67		
mai	230.97	86.24		346.48	129.35		
juin	12.21	4.56	1125.36	15.31	5.72	1456.46	
juillet	369.89	138.10		370.24	138.23		
août	654.35	244.30		654.35	244.30		
septembre	433.79	161.96		433.79	161.96		
octobre	416.21	155.39		416.21	155.39		
novembre	83.47	31.16		69.25	25.86		
décembre	31.14	11.63	1988.84	1.30	0.49	1945.13	
Année	3114.19		3114.19	3401.59		3401.59	1.60

Sénégal	hiv 0.80 CSF 0.20 CSC 0.40			hiv 0.80 CSF 0.00 CSC 0.60			coefficient d'intensification global
	0.80	0.20	0.40	0.80	0.00	0.60	
Superf. (ha)	85000			85000			
	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)	
janvier	38.14	14.24		0.0	0.0		
février	168.33	62.85		177.7	66.4		
mars	357.31	133.40		462.5	172.7		
avril	318.40	118.88		454.4	169.7		
mai	230.97	86.24		346.5	129.4		
juin	11.01	4.11	1124.15	14.1	5.3	1455.3	
juillet	296.05	110.53		296.4	110.7		
août	523.48	195.44		523.5	195.4		
septembre	347.03	129.57		347.0	129.6		
octobre	332.96	124.31		333.0	124.3		
novembre	69.62	25.99		55.4	20.7		
décembre	30.88	11.53	1600.02	1.0	0.4	1556.3	
Année	2724.17		2724.17	3011.6		3011.6	1.40

Sénégal	hiv 0.80 CSF 0.10 CSC 0.10			hiv 0.80 CSF 0.00 CSC 0.20			coefficient d'intensification global
	0.80	0.10	0.10	0.80	0.00	0.20	
Superf. (ha)	85000			85000			
	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)	
janvier	19.1	7.1		0.0	0.0		
février	54.5	20.4		59.2	22.1		
mars	101.6	37.9		154.2	57.6		
avril	83.5	31.2		151.5	56.6		
mai	57.7	21.6		115.5	43.1		
juin	6.4	2.4	322.7	7.9	3.0	488.3	
juillet	295.5	110.3		295.7	110.4		
août	523.5	195.4		523.5	195.4		
septembre	347.0	129.6		347.0	129.6		
octobre	333.0	124.3		333.0	124.3		
novembre	62.5	23.3		55.4	20.7		
décembre	16.0	6.0	1577.5	1.0	0.4	1555.6	
Année	1900.2		1900.2	2043.9		2043.9	1.00

Sénégal	hiv 0.60 CSF 0.10 CSC 0.10			hiv 0.60 CSF 0.00 CSC 0.20			coefficient d'intensification global
	0.60	0.10	0.10	0.60	0.00	0.20	
Superf. (ha)	85000			85000			
	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)	V (10 ⁶ m ³)	Q (m ³ /s)	V(10 ⁶ m ³)	
janvier	19.1	7.1		0.00	0.00		
février	54.5	20.4		59.24	22.12		
mars	101.6	37.9		154.17	57.56		
avril	83.5	31.2		151.48	56.58		
mai	57.7	21.6		115.49	43.12		
juin	5.2	1.9	321.5	6.71	2.50	487.09	
juillet	221.7	82.8		221.86	82.83		
août	392.6	146.6		392.61	146.58		
septembre	260.3	97.2		260.27	97.17		
octobre	249.7	93.2		249.72	93.24		
novembre	48.7	18.2		41.55	15.51		
décembre	15.7	5.9	1188.7	0.78	0.29	1166.80	
Année	1510.2		1510.2	1653.89		1653.89	0.80

Annexe 10 :
**Comparaison des différentes estimations des superficies
inondées dans la vallée**

Comparaison des différentes estimations de superficies inondées

PRESENTATION DES DIFFERENTES METHODOLOGIES

Les données existantes sur les superficies inondées par la crue du fleuve Sénégal sont de nature très différente, selon la méthodologie utilisée.

Données issues de la télédétection

Exploitation des images NOAA pour la crue de 1985 par l'Université de Dakar

La méthodologie utilisée était la classification non dirigée (traitement ACCS, *Ambrosiale Color Coordinate System*). L'étude a ainsi identifié 2 classes correspondants aux zones inondées par la crue :

- Classe 1 : eaux estuariennes et lacustres + cuvettes de décantation inondées par la crue
- Classe 3 : zones humides (bordures exondées des cuvettes de décantation)

Les résultats sont les suivants, entre Richard-Toll et Matam:

	Surfaces inondées ⁽¹⁾	Surfaces humides ⁽²⁾
25 septembre	12200	280000
30 septembre	47000	236000
1 octobre	53000	295000
2 octobre	57000	214000

⁽¹⁾ surfaces effectivement couvertes d'eau (sans eaux lacustres et estuariennes)

⁽²⁾ dont terrains humides à la suite de précipitations

(Rapport N°5, Laboratoire de télédétection/ Département de géographie/ Université de Dakar, juin 1986, Les données NOAA et l'inventaire des superficies inondées et des cultures de décrue dans la vallée du Sénégal)

Exploitation des images SPOT pour la crue de 1986 par le BDPA

La méthodologie utilisée était la classification dirigée (les paramètres ayant servi à définir ces classes ont été utilisés pour l'analyse de la totalité des images).

Le chiffre de 266 253 ha correspond à toutes les zones inondées au maximum de la crue entre Matam et Saint-Louis, y compris le lit mineur et les chenaux d'écoulement.

Le traitement des images SPOT a été réalisé sur une zone test de Matam, où la classe 1 - lit mineur et chenaux d'écoulement du fleuve représentait 24% du total des zones inondées.

(Cellule d'évaluation et de planification continue, OMVS-BDPA, juillet 1987, utilisation des données SPOT pour l'inventaire des superficies inondées et des superficies des cultures de décrue dans la vallée du Sénégal (traitement numérique d'images SPOT, cartes des zones inondables et carte au 1:50000 de périmètres aménagés)

Exploitation des images SPOT pour les crues de 1997 et 1998 et LANDSAT pour 1999 par l'IRD

La méthodologie utilisée par l'IRD n'était pas un traitement automatique des différentes réponses spectrales mais une analyse manuelle, qui consistait à vectoriser le contour des cuvettes visuellement et à le recalculer par rapport au maximum de l'inondation.

Les chiffres de l'IRD correspondent à la superficie inondée au maximum de la crue entre Fanaye (en amont de Dagona) et Kanel (en amont de Matam). Ils ne comprennent ni le fleuve, ni les bras et mares, ni les cuvettes qui restent en eau une grande partie de l'année.

(Programme d'Optimisation de la gestion des réservoirs, Phase II, Impact de la crue sur le remplissage des cuvettes dans la vallée du Fleuve Sénégal, OMVS-IRD)

Données issues de modèles

Données citées par Reizer

En 1944, 1950 et 1953, Reizer cite des données qu'il a lui-même reprises d'une autre étude (CHERET, 1960) inconnue.

De 1967 à 1972, il calcule les superficies inondées grâce au modèle des Unités Naturelles d'Équipement (UNE). Celui-ci calcule à partir des niveaux d'eau relevés à 5 stations de jaugeage (Bakel, Matam, Saldé, Podor, Dagana) les superficies inondées de chaque UNE (dont la relation hauteur-surface est connue grâce aux mesures faites par Chaumeny).

Dans tous les cas, les données comprennent les eaux estuariennes et lacustres, le lit mineur, les chenaux d'écoulement des cuvettes...

(Reizer, C. 1974, Définition d'une politique d'aménagement des ressources halieutiques d'un écosystème aquatique complexe par l'étude de son environnement abiotique, biotique et anthropique. Thèse de la Fondation Universitaire Luxembourgeoise)

Données provenant du modèle de Sogreah

En 1968, 1969, 1970 et 1973, Sogreah a utilisé un modèle hydraulique pour déterminer les zones inondées. Il permet d'estimer les superficies inondées 15 jours, 30 jours et 45 jours ainsi que les zones d'inondation maximum. Le modèle a été réalisé sans y faire figurer les endiguements.

Les données comprennent les eaux estuariennes et lacustres, le lit mineur, les chenaux d'écoulement des cuvettes...

Ce modèle n'a jamais été validé par une confrontation avec des mesures de superficies inondées. La marge d'erreur entre les niveaux du fleuve simulés et ceux observés varie de 11 à 16 cm selon Gibb.

Données provenant du modèle de Gibb

De 1968 à 1982, l'étude de Gibb reprend le modèle des UNE de CHAUMENY et détermine les surfaces inondées 15 jours et 45 jours. L'hypothèse a été faite que le niveau d'eau dans le bief du fleuve était égal au niveau d'eau à l'entrée de la cuvette.

Les données comprennent les eaux estuariennes et lacustres, le lit mineur, les chenaux d'écoulement des cuvettes...

(Étude de la gestion des ouvrages communs de l'OMVS. Rapport Phase 1- Volume 1B- Optimisation de la crue artificielle. Rapport définitif, Sir Alexander GIBB and Partners, EDF, Euroconsult, juin 1987)

Données provenant du modèle de l'IRD

L'IRD a réalisé un modèle statistique qui permet de reconstituer toute la chronique des superficies inondées, de 1904 à 2000, à partir de la valeur moyenne de la cote dépassée 6 jours à Bakel. Il s'agit de la surface maximale inondée sur le bief Matam-Dagana (sans les chenaux d'écoulement, le lit mineur du fleuve, etc.).

Relation entre cote dépassée 6 jours à Bakel et surface maximale inondée des 10 plaines:

Un modèle statistique a été développé pour connaître la relation entre la valeur moyenne de la cote dépassée 6 jours à Bakel et les cotes au bief de chacune des cuvettes (stations de Salde, Podor et Matam).

Un modèle statistique a ensuite été développé, grâce aux mesures de hauteurs d'eau faites sur les 10 cuvettes de 1997 à 2000, qui donne la relation entre la hauteur d'eau de la station au bief de la cuvette et la hauteur d'eau de la cuvette elle-même.

Les campagnes de suivi des cuvettes ont permis par ailleurs d'établir pour chacune d'elle la courbe hauteur-surface.

On peut ainsi avec la chronique des cotes à Bakel connaître la superficie maximale inondée des 10 cuvettes.

Relation entre surface maximale inondée des 10 cuvettes et surface maximale inondée sur le bief Matam-Dagana:

Le traitement d'images SPOT de 1986, 1987, 1988, 1992, 1997, 1998 et 1999 (Landsat) a permis de connaître à la fois la superficie maximale inondée de chacune des 10 plaines et celle de la totalité du bief concerné. Les résultats des campagnes de mesure au GPS de l'inondation de 10 cuvettes en 1997 et 1998 se sont en effet avérés moins précis et plus coûteux que le traitement d'image.

De ces données est issue la relation liant la surface maximale des 10 cuvettes à celle de la totalité du bief Matam-Dagana.

CORRECTIONS APPORTEES POUR PRENDRE EN COMPTE LES ZONES LACUSTRES ET ESTUARIENNES ET LES CHENAUX DU FLEUVE

Afin de pouvoir comparer les données provenant de ces différentes sources, il faut les homogénéiser. On va donc apporter certaines corrections afin de ne traiter par la suite que des superficies inondées entre Dagana et Matam, en supprimant les eaux lacustres (R'kiz, Guiers, etc.) et estuariennes (donc toute la zone du delta) ainsi que les chenaux découlement des cuvettes et le lit mineur du fleuve.

On est obligé pour cela de faire aussi quelques estimations...

Suppression de la zone du delta

Il est important de soustraire aux données antérieures à l'achèvement des endiguements¹, la surface inondée dans le delta.

En effet d'une part, cette zone n'est pratiquement plus inondée par la crue, ou alors par des défluent en amont de Rosso, d'autre part, ces zones ne sont pas cultivées en décrue.

Selon les données de Sogreah, qui a identifié dans son modèle différentes zones, dont celles du delta (Dagana + Rosso en rive droite et Dagana en rive gauche) que l'on a donc pu soustraire du total, le delta représente **22%** de la zone inondée totale (en moyenne sur 68, 69, 70 et 73).

On a donc appliqué ce coefficient, approximatif, à chaque fois que cela était nécessaire (données de Gibb, Reizer et BDPA).

Suppression de bras, marres, fleuves, cours d'eau permanents, etc.

Selon les données de l'IRD, ces zones représentent **38%** des zones totales inondées en 1997 (soit ~ 190 000 ha inondés si on ajoute 22% du delta) et **27%** en 1998 (soit ~ 250 000 ha inondés si on ajoute 22% du delta).

Comme plus la superficie totale inondée est importante, plus la part des chenaux d'écoulement, lit mineur est petite, on a appliqué la règle suivante :

On enlève :

- 27% pour les superficies totales supérieures à 250 000 ha;
- 33% pour les superficies totales comprises entre 190 000 et 250 000 ha
- 38% pour les superficies inférieures à 190 000 ha.

Cette correction a été appliquée aux données suivantes: Gibb, Reizer, Sogreah et BDPA (on remarque que sur la zone test de Matam, la part des chenaux, du lit mineur, etc. ne représentait que 24%).

¹ Les travaux des endiguements réalisés par l'OMVS en rive droite, entre de Diama et Rosso, ont eu lieu de 1988 à 1994. L'endiguement en rive gauche, de Diama à Rosso, créé depuis 1964, a été remis en état par l'OMVS en 1995.

COMPARAISON DES DIFFERENTES SOURCES

Tableau des moyennes des superficies inondées en ha

Période	Ensemble des estimations brutes	Ensemble des estimations corrigées	Données IRD
<i>1944-2000</i>	228 345	132 539	159 327
<i>1944-1971</i>	316 350	184 293	229 811
<i>1972-2000</i>	149 141	89 412	91 274

On remarque que les corrections effectuées permettent de réduire considérablement les écarts, par rapport aux données brutes.

Bien que les moyennes soient assez différentes sur les périodes 44-00 et 44-71, les données corrigées sont du même ordre de grandeur que les données de l'IRD.

Les graphes permettent de comparer aisément les valeurs brutes et corrigées de chaque source avec celles de l'IRD.

On remarque tout de suite que les règles utilisées pour corriger la part du lit mineur etc., pourraient encore être affinées: on remarque en effet que les valeurs sont trop fortement corrigées pour les faibles superficies inondées et trop faiblement corrigées pour les fortes valeurs.

CONCLUSION

Aujourd'hui grâce au traitement des images satellite et à un suivi journalier de dix cuvettes sur les deux rives du fleuve Sénégal, l'IRD a réussi à mettre au point un modèle statistique qui permet de reconstituer la chronique des superficies inondées dans la vallée.

Comme de nombreuses études avaient déjà été menées depuis la moitié du XX^{ème} siècle à ce sujet, il était intéressant de se replonger dans ces différentes études afin de comparer les données. Pour ce faire, il a d'abord fallu corriger les données d'archive pour les homogénéiser.

Le résultat de la comparaison des données corrigées avec les nouvelles données de l'IRD est satisfaisant et permet de valider en partie le modèle. La chronique qui en est issue sera par la suite considérée comme la référence.