

0123 2V900012

REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

REPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTERE DE LA COOPERATION
ET DU DEVELOPPEMENT

INSTITUT SENEGALAIS
DE RECHERCHES AGRICOLES

(ISRA)

123

RESTAURATION DEPARCOURS

SAHELIENS AU SENEGAL

ETUDE THEMATIQUE

(Rapport de fin d'étude)

Février 1990

G. BOUDET
A. DIATTA
G. MANDRET



INSTITUT D'ELEVAGE ET DE MEDECINE VETERINAIRE DES PAYS TROPICAUX
DEPARTEMENT DU CIRAD

10, rue Pierre Curie, 94704 Maisons Alfort Cede: x (France)

2V0000423

AUTEURS : BOUDET G., DIATTA A.,
MANDRET G.

ACCES DU DOCUMENT :

- Centre de Documentation du Ministère de la Coopération et du Développement
- Mission française de Coopération Dakar
- Service de Documentation IEMVT
- Service de Documentation du Département Zoo-Vêto de l'ISRA

ACCES A LA REFERENCE DU DOCUMENT
libre

ORGANISMES AUTEURS.:
IEMVT-CIRAD et ISRA

ETUDE FINANCEE PAR :
**FRANCE, Ministère de la Coopération
et du Développement**

AU PROFIT DE :
**REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL
INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES**

REFERENCE DE LA CONVENTION :
6400 88 00058 0035

2V90

0012

TITRE : **Restauration de parcours sahéliens au Sénégal**

TYPE D'APPROCHE : **Etude thématique**

DATE ET LIEU DE PUBLICATION : **Février 1990 , Maisons Alfort**

PAYS OU REGIONS CONCERNES : **Sénégal**

LOCALISATION PRECISE : **Région du fleuve (Saint Louis)**

MOTS-CLES : **Sahel, restauration, réhabilitation parcours, végétation**

RESUME :

Au cours de la saison des pluies 1988, des essais de réhabilitation de parcours dégradés à dénudés sur terrains sableux, limoneux et parfois salés, ont été effectués par travail du sol en associant raies de sous-solage et segments de sillons-billons disposés en quinconce, ménageant des portions de terrain colmaté faisant office d'impluvium.

Après réception en janvier 1989, de l'appareil australien de sursemis, le Camel Pitter, cet instrument a été testé pendant la saison des pluies sur sols salés et sur sols sablonneux.

Un bilan des introductions d'espèces locales ou exotiques, herbacées et ligneuses a été effectué en novembre 1983.

SOMMAIRE

1 - AVANT-PROPOS	3
2 - REALISATION DE L'ACTION DE RECHERCHE	4
2.1. Réseau d'essais	4
2.2. Travaux effectués en 1988	8
2.2.1 - Bourgoutière artificielle	8
2.2.2 - Travaux motorisés	8
2.2.3 - Ensemencement et suivi des sites	9
2.2.3.a - Sites en terrains salés sujets à submersion	10
2.2.3.b - Sites de glaciais de diéri partielle ment dénudé	15
2.2.3.c - Sites de diéri ondulé	15
2.2.3.d - Sites sur sol fondé	16
2.3. Activités et observations de 1989	18
2.3.1 - Travaux motorisés	18
2.3.2 - Emblavements*	18
2.3.3 - Résultats observés	20
2.3.3.a - Sur terrains salés	20
2.3.3.b - Sur terrains sableux de diéri	21
2.3.3.c - Sur terrains sablo-limoneux	23
3 - DISCUSSION	24
3.1. Effets des caractéristiques du climat	24
3.2. Interactions du facteur sol	30
3.2.1 - Terrains salés	30
3.2.2 - Terrains sableux grossiers	35
3.2.3 - Terrains sableux fins	36
3.2.4 - Terrains inondables	36
3.2.5 - Terrains irrigables	37
4 - CONCLUSION	39
5 - BIBLIOGRAPHIE	41
6 - ILLUSTRATIONS	43

1 - AVANT - PROPOS

Les essais de restauration des parcours sahéliens entrepris en Mauritanie ont démontré la nécessité d'intervenir avec des moyens mécaniques assez lourds. (Boudet et al., 1987).

L'action de recherche financée au Sénégal avait pour objectif d'intégrer à un dispositif de billons-sillons en quinconce, des raies de sous-solage et des sursemis réalisés avec un appareil australien : le Camel Pitter.

Dès notification du marché, des contacts ont été pris avec un transitaire, la CIM et commande ferme a été faite en avril 1988 pour l'appareil et les semences, les délais de livraison étant estimés à 6 semaines.

En conséquence, la mise en place des essais a été envisagée pour la fin juin (1ère mission BOUDET, du 26.6 au 3.7.88) et une sous-soleuse 703.1 de 400 kg à 1 dent a été commandée aux Etablissements GARD (France), ce matériel n'étant pas disponible à l'ISRA.

La sous-soleuse a bien été livrée fin juin mais le Camel Pitter n'est arrivé que début janvier 1989. Les essais de 1988 ont été réalisés avec la sous-soleuse et une charrue lourde à versoir. Des essais complémentaires ont pu être mis en place en 1989 avec l'appareil de sursemis, avec ou sans sous-solage préalable.

2 - REALISATION DE L'ACTION DE RECHERCHE

Le programme des recherches, et le déroulement des travaux ont été discutés avec le Docteur Arouna GUEYE, Chef du Département Zoovéto et le Docteur Ndiaga MBAYE, Sous-Directeur de l'ISRA, puis soumis au Docteur Giles GUIDOT, Chargé de la Recherche, à la Mission de Coopération à Dakar.

Dans la région de St-Louis, les **essais ont été mis** en place, par le chercheur en mission G. BOUDET, avec le Chef du Service des cultures fourragères de l'ISRA à Dakar, Gilles MANDRET, et le coordonnateur du programme de cultures fourragères en poste à St-Louis, **Ambroise DIATTA**.

Ce dernier avait déjà participé avec Jean François TOURRAND chercheur **système d'élevage, en poste** à St-Louis, à une présélection de sites dans **des** terroirs de villages intégrés dans le suivi zootechnique du Département **Système**. Il a ensuite conduit les travaux et effectué les observations tout au long de **l'opération**.

2.1. Réseau d'essais

Des sites écologiques aux **caractéristiques** variées ont été sélectionnés (figure 1) et les responsables des villages ont fourni leur accord préalable, confirmé **par** une visite au Préfet de Rao,

n°1 - Site "dune" de Diaoudoune au Km 12

Ce site est situé en glacié, entre la dune et le défluent, vers le Khant, du Lampsar.

C'est un terrain salé, dénudé, avec quelques Tamarix senegalensis et un enherbement de bas de pente à Sporobolus robustus, Paspalum vaginatum et de rares Sesuvium portulacastrum.

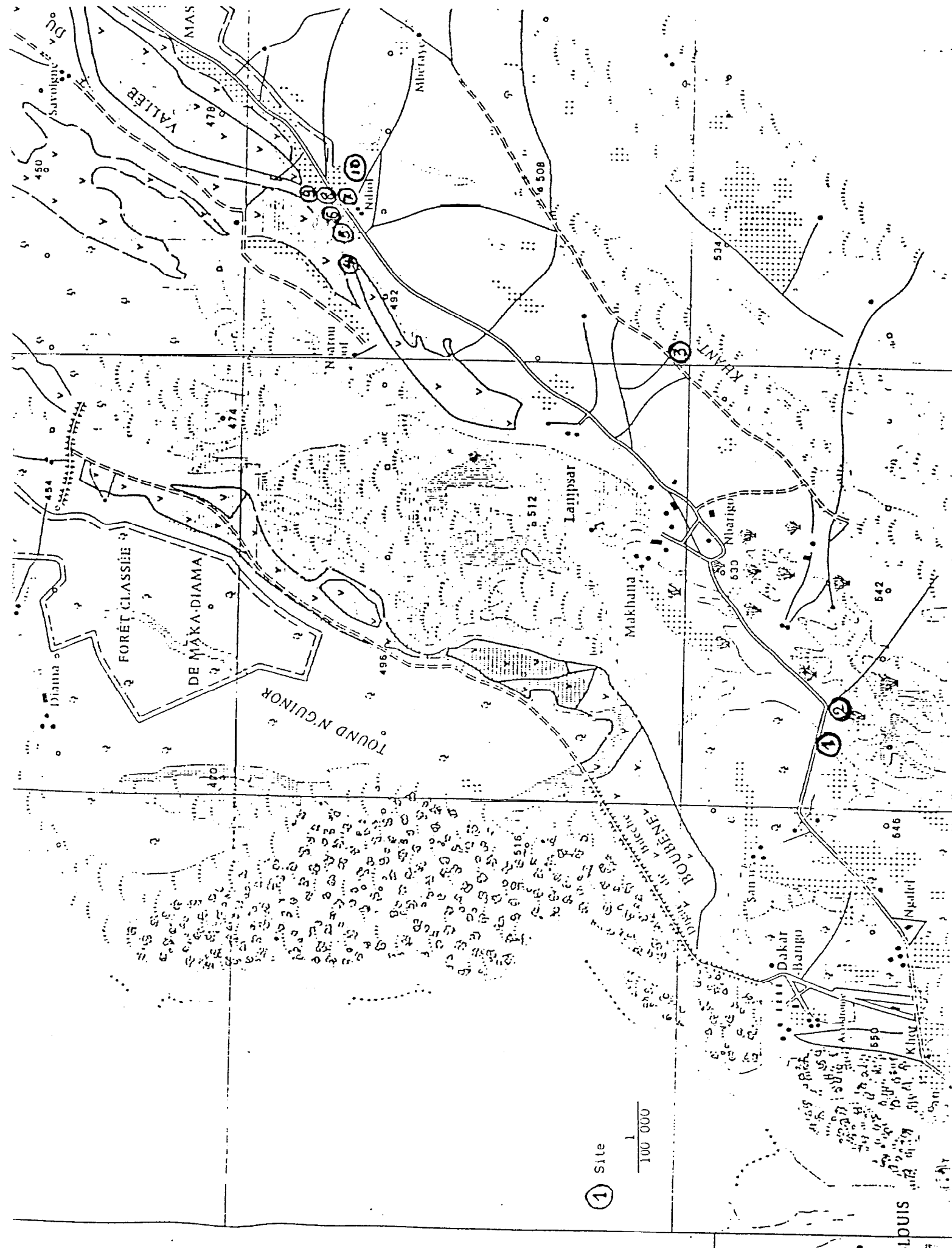
n°2 - Site "glacié" de Diaoudoune

Ce site est situé sur l'autre rive du défluent et constitué par une pénéplaine salée, à microcuvettes et nombreuses buttes de piégeage aux pieds de Salsola baryosma, Sporobolus robustus et Zygophyllum fontanesii.

n°3 - Khant, Km. 22

Ce site est situé sur le Khant, diverticule du défluent du Lampsar, à sol relativement salé, **bien** que parsemé de touffes de Vetiveria nigriflora, au milieu de Sporobolus robustus.

Figure 1
PLAN DE SITUATION



En bordure le glacis sableux est parsemé de quelques Tamarix senegalensis, Salvadora persica avec de nombreuses souches mortes de Sporobolus robustus et quelques individus de Blutaparon vermiculare (syn : Philoxerus), Cressa cretica et Sueda fruticosa.

n°4 - Casier rizicole non aménagé de la SAED à Ndiol (km 25)

Ce site est une dépression limono-argileuse salée à surface foisonnante, ceinturée de canaux, mais non planée. Le fond reste boueux et seuls quelques Tamarix végètent en bordure avec des plages de Leptochloa malabarica (syn : Diplachne fusca) et Sporobolus robustus.

n°5 - Oualo en friche de la station ISRA de Ndiol

Ce site est situé à l'intérieur des clôtures de la station, près du drain creusé en bordure de la vallée du Lampsar. Peu ou non salé, il est colonisé par Indigofera oblongifolia et de nombreux arbustes : Acacia nilotica, Parkinsonia aculeata, Prosopis juliflora, Tamarix senegalensis.

n°6 - Diéri de la station de Ndiol

Ce site sablonneux est localisé dans la partie supérieure de l'extension de la station de Ndiol, clôturée en 1987.

La végétation herbacée est dense avec Dactyloctenium aegyptium et quelques Aristida longiflora. Le couvert ligneux est bien développé avec Sclerocarya birrea, Acacia senegal et beaucoup d'Euphorbia balsamifera.

n°7 - Bord de mare temporaire du village de Ndiol

Cette mare temporaire à Acacia raddiana et Balanites aegyptiaca est entourée d'un sol dénudé, parsemé de quelques Salvadora persica.

n°8 - Parcelle d'Abdou Sow

Cette parcelle d'environ un hectare est clôturée par une haie d'Euphorbia balsamifera non entretenue.

Ce site est localisé en piémont de diéri, à sable fin, dont le centre dépressionnaire est colonisé par des touffes d'Andropogon gayanus alors que l'ensemble de la parcelle présente un couvert herbacé lâche (Aristida mutabilis, Schoenefeldia gracilis), parsemé de plages nues.

Le couvert ligneux est dominé par Euphorbia balsamifera avec de rares Acacia raddiana.

n°9 - Bordure du drain

Ce site est situé sur Fondé, limono-argileux, inondable, quadrillé de diguettes artisanales (terroir familial de Sow).

La partie basse inondée de plus de 25 cm est une typhaie dense à Typha australis.

La partie voisine est couverte de 5 à 15 cm d'eau et colonisée par un couvert dense à Cyperus bulbosus dominant.

La partie amont exondée est une ancienne parcelle maraîchère envahie par Spermacoce verticillata.

n°10 - Plissement dunaire de Ndiol peul

Les pentes sablonneuses sont intensément fréquentées par les petits ruminants et les veaux du village. Le peuplement clairsemé d'Acacia raddiana et Balanites aegyptiaca résiste à cette exploitation mais le couvert herbacé est fortement exploité dès la sortie des plantules puis tout au long de la saison des pluies.

2.2. Travaux effectués en 1988

2.2.1 - Faucardage et plantation d'une bourgoutière artificielle

Le site n°9, caractéristique des parcours d'épandage de drain a été faucardé en juin à la faucille, sous l'eau, pour élimination de Typha et Cyperus spp.

Des éclats de souche d'Echinochloa stagnina (bourgou) ont été récoltés dans la dépression marécageuse de la ferme d'élevage de buffles de Makhana et des boutures de tiges de Vossia cuspidata extraites du drain même et du Lampsar, pendant que 2 sacs de boutures de Brachiaria mutica (herbe de para) étaient apportés de Sangalkam.

Sur les 300 m² faucardés, les 2 premières espèces ont été complantées sur Typha et Cyperus sous inondation de 10 à 25 cm pendant que la troisième était complantée sur sol humide à inondation de 10 cm, les 3 espèces étant testées en parallèle dans cette frange d'inondation.

2.2.2 - Travaux motorisés

Grâce à la location d'une charrue monosoc, et d'un tracteur de 100 CV à la SOCAS ainsi que le dédouanement de la sous-solieuse Gard commandée sur l'enveloppe budgétaire, les travaux motorisés préalables ont été exécutés en juin :

Site 1

Série de courbes de niveau avec complexes en quinconce de sillon-billon et 2 raies de sous-solage pour les 2 courbes supérieures.

Site 2

4 bandes de 3 raies de sous-solage surmontées d'un sillon-billon dérivant les eaux de ruissellement,

4 bandes de 3 raies de sous-solage tracées perpendiculairement, à l'est du dispositif précédent.

Site 3

2 diguettes (d dans le tableau d'observations) perpendiculaires au Khant allant jusqu'au milieu du défluent et espacées de 25 mètres, tracées par un aller-retour de charrue.

Séries de complexes sillon-billon en quinconce sur le glacis, associés à 2 raies de sous-solage, discontinues sur une moitié du dispositif et continues sur l'autre.

Site 4

Série de courbes de niveau, équipées de complexes sillon-billon et 2 raies de sous-solage disposés en quinconce.

Site 6

Complexes sillon-billon disposés en quinconce sur courbes de niveau.

Site 7

Complexes sillon-billon avec 2 raies de sous-solage disposés en quinconce sur courbes de niveau.

Site 8

Complexes sillon-billon avec 2 raies de sous-solage disposés en quinconce sur courbes de niveau.

2.2.3 - Ensemencement et suivi des sites

Le protocole adopté prévoyait un semis à la volée sur billons avant les pluies, (b dans les tableaux) puis 2 séries de semis après 30 et 60 mm de pluies cumulées. Les semis et mises en place de jeunes plants de ligneux devaient s'effectuer après 60 mm de pluies, l'intervention du sursemoir étant prévue à cette période sur sous-solage et hors sous-solage.

Sur les sites billonnés et sous-solés, chaque banquette constituée d'un sillon-billon et des raies de sous-solage a été identifiée par un chiffre, numéro d'ordre de la courbe de niveau travaillée et une lettre correspondant à sa position sur la courbe. Les implantations des espèces ont alors été réparties selon cette grille afin de faciliter les observations ultérieures.

2.2.3 a - Sites en terrains salés sujets à submersion

Les sites 1, 2, 3 et 4 concernent des glacis dénudés en bordure de défluent ou de cuvettes pouvant être inondés en saison des pluies. (tableaux 1, 2, 3, 4).

Les semis à la volée à flanc de billons ont été effectués le 13 juillet, les pluies fin juin étant estimées à 10 mm et les pluies suivantes étant évaluées dans des récipients situés à 1,50 m du sol et où l'eau était protégée de l'évaporation par une couche d'huile.

Les semis en poquets à la pioche ont été réalisés le 16 août, après 30 à 50 mm de pluies. Les poquets distants de 50 cm, étaient disposés en lignes perpendiculaires aux billons et raies, dont ils étaient proches ou éloignés.

Les plantations de jeunes ligneux et d'éclats de souches d'espèces herbacées vivaces ont été réalisées quelques jours plus tard (30.8 ou 2.9).

Les résultats sont décevants avec les légumineuses herbacées. Les levées sont acceptables mais la plupart des plants disparaissent en 15 jours à 1 mois. Seul Macroptilium lathyroides semé à la volée début juillet sur flanc de billon, s'est développé, a parfois fleuri et fructifié (Khant) et rejette après broutage en octobre.

Cenchrus ciliaris et setigerus ont mieux résisté, surtout sur le Khant et le glaci de Diaoudoune, avec épiaison, fructification et rejets de souches après broutage.

Les éclats de **souches** de graminées locales des sols salés se sont bien comportés, en particulier Paspalum vaginatum, Sporobolus robustus, ainsi que Sesuvium portulacastrum.

Malgré quelques levées, les semis de ligneux ont été un échec. Par contre, les plants ont assez bien résisté en particulier sur le glaci de Diaoudoune avec Acacia albida et surtout Prosopis juliflora.

Le long du canal secondaire qui longe le site n°4 (casier SAED), 3 semis en poquets de Macroptilium lathyroides ont été effectués sur le flanc intérieur de la digue : 29 juillet (après 14 mm de pluies), 12 août (41 mm) et 31 août (205 mm),

TABLEAU 1 - SITE N-1 : DIAOUDOUNE "DUNE"

Dates	13.7	16.8	25.8	2.9	9.9	28.9	18.10	4.11
Pluies cumulées (mm)	10	37	88	194	201	222	232	232
Incident						Inondation partielle		
<i>Cenchrus ciliaris</i>	-	x	0	-	-	-	-	-
semis en poquets	-	-	-	x	2	-	-	0
éclats de souches	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cenchrus ciliaris</i> cv Gayndah	-	x	2 levée	x	2 poq.	poq.	2 épis	2 vert
semis en poquets	-	-	-	-	4	-	-	0
éclats de souches	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cenchrus setigerus</i>	-	x	0	-	6	-	-	0
semis en poquets	-	-	-	x	-	-	-	-
éclats de souches	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paspalum vaginatum</i>	-	-	-	38	38	7/9*	6/9	6/9
éclats de souches	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sporobolus robustus</i>	-	-	-	23	23	1/12	8/1	8/12
éclats de souches	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vetiveria nigriflora</i>	-	-	-	20	13	3/5	1/5	1/5
éclats de souches	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	-	-	-	17	13	5/5	5/5	5/5
éclats de souches	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cajanus cajan</i>	4 b	-	0	-	-	-	-	-
semis à la volée à flanc de billon	-	x	4 levée	-	2 poq.	-	-	0
semis en poquets	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Clitoria ternatea</i>	-	x	0	-	-	-	-	-
semis en poquets	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Desmanthus virgatus</i>	-	x	0	-	-	-	-	-
semis en poquets graines ébouillantées	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	-	x	0	-	-	-	-	-
semis en poquets	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Macroptilium lathyroides</i>	4 b	-	1	-	-	-	-	0
semis à la volée à flanc de billon	-	x	0	-	-	-	-	-
semis en poquets	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stylosanthes hamata</i>	-	x	0	-	-	-	-	-
semis en poquets graines bouillies 2mn	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acacia albidia</i>	-	x	-	-	0	-	-	-
semis en poquets graines scarifiées	-	-	-	3	0	-	-	-
plants de 3 mois	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acacia raddiana</i>	-	-	-	1	0	-	-	-
plants de 3 mois	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acacia senegal</i>	-	-	-	3	1	-	-	0
plants de 3 mois	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gliricidia sepium</i>	-	x	-	-	0	-	-	-
semis en poquets	-	-	-	3	3	-	-	0
plants de 3 mois	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leucoena leucocephala</i>	-	x	-	-	0	-	-	-
semis de graines bouillies 3 mn	-	-	-	1	0	-	-	-
plants de 3 mois	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prosopis juliflora</i>	-	x	-	-	0	-	-	-
semis de graines ébouillantées	-	-	-	3	2	-	-	0
plants de 3 mois	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pterocarpus lucens</i>	-	x	-	-	0	-	-	-
semis de gousses incisées	-	-	-	3	0	-	-	-
plants de 3 mois	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ziziphus mauritiana</i>	-	-	-	3	1	-	-	0
plants de 3 mois	-	-	-	-	-	-	-	-

*Sur 9 éclats plantés hors inondation.

TABLEAU 2 - SITE N°2 : GLACIS DE DIAOUDOUNE

Dates	13.7	16.8	25.8	2.9	9.9	28.9	18.10	4.11
Pluies cumulées (mm)	10	37	88	194	201	222	232	232
<i>Cenchrus ciliaris</i>	-	x	levées	6 poq.	-	5 épis	5	5 vert
semis en poquets	-	-	-	x	-	10/21	8	6
éclats de souches	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cenchrus ciliaris</i> Cv Gayndah	-	x	levées	3 poq.	-	3 épis	2	1 vert
semis en poquets	-	-	-	x	-	15/24	13	10
éclats de souches	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cenchrus setigerus</i>	-	x	levées	3 poq.	-	3 épis	3	1 sec
semis en poquets	-	-	-	x	-	21/31	19	16
éclats de souches	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paspalum vaginatum</i>	-	-	-	x	-	61/61	55	41
éclats de souches	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sporobolus robustus</i>	-	-	-	x	-	64/67	64	63
éclats de souches	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vetiveria nigriflora</i>	-	-	-	x	-	42/61	23	16
éclats de souches	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	-	-	-	x	-	44/44	38	37
éclats de souches	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cajanus cajan</i>	1 b	-	1	-	-	0	-	-
semis à la volée à flanc de billon	-	x	levées	5 poq.	-	0	-	-
semis en poquets	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Clitoria ternatea</i>	-	x	-	-	-	-	-	-
semis en poquets	-	-	-	12 poq.	-	9 poq.	1	0
<i>Desmanthus virgatus</i>	-	x	-	-	-	-	-	-
semis en poquets graines ébouillantées	-	-	0	-	-	-	-	-
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	-	x	-	-	-	-	-	-
semis en poquets	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Macroptilium lathyroides</i>	2 b	x	levées	9 poq.	-	1 poq.	0	qq rej.
semis à la volée à flanc de billon	-	-	-	-	-	-	-	-
semis en poquets	-	x	levées	13 poq.	-	brouté	0	-
<i>Stylosanthes hamata</i>	-	-	-	-	-	8 poq.	-	-
semis en poquets graines bouillies mn	-	x	-	-	-	-	-	-
<i>Acacia albidia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
semis en poquets graines scarifiées	-	x	-	4	-	2	1	1
plants de 3 mois	-	-	-	x	-	8/12	7	3
<i>Acacia raddiana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
plants de 3 mois	-	-	-	x	-	2/3	2	2
<i>Acacia senegal</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
semis en poquets	-	x	-	3	-	0	-	-
plants de 3 mois	-	-	-	x	-	2/7	2	1
<i>Gliricidia sepium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
semis en poquets	-	x	-	4	-	1	0	-
plants de 3 mois	-	-	-	x	-	8/12	3	3
<i>Leucoena leucocephala</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
semis de graines bouillies 3 mn	-	x	-	0	-	-	-	-
plants de 3 mois	-	-	-	x	-	2/2	2	1
<i>Prosopis juliflora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
semis de graines ébouillantées	-	x	-	0	-	9/12	9	8
plants de 3 mois	-	-	-	x	-	-	-	-
<i>Pterocarpus lucens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
semis de gousses incisées	-	x	-	2	-	0	-	-
plants de 3 mois	-	-	-	x	-	1/4	-	-
<i>Ziziphus mauritiana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
plants de 3 mois	-	-	-	x	x	4/12	1	0

TABLEAU 3 - SITE N°3 : KHANT

Dates	13.7	8.8	16.8	30.8	2.9	9.9	18.10	5.11
Pluies cumulées (mm)	14	35	54	156	206	213	356	256
Incident				submersion 2		digues	+ courbes bas	
<i>Cenchrus ciliaris</i>			x	poque			flor	1 vert
semis en poquets			-	x			x	2 vert
éclats de souches			-					
<i>Cenchrus ciliaris</i> cv Gayndah			x	poque		/8	flor	1 vert
semis en poquets			-	x			x	
éclats de souches			-					
<i>Cenchrus setigerus</i>			x	evées			flor	4 vert
semis en poquets			-	x			x	1 vert
éclats de souches			-					
<i>Paspalum vaginatum</i>			-	x			x	32 vert
éclats de souches			-					
<i>Sporobolus robustus</i>			-	x			x	57 vert
éclats de souches			-					
<i>Vetiveria nigriflora</i>			-	x			x	4 vert
éclats de souches			-					
<i>Sesuvium portulacastrum</i>			-	x			x	1 vert
éclats de souches			-					
<i>Cajanus cajan</i>								
semis à la volée à flanc de billon...	b+ld	evée	x	evées		0	0	
semis en poquets			-					
<i>Clitoria ternatea</i>			x	evées			0	
semis en poquets			-					
<i>Desmanthus virgatus</i>			x	0				
semis en poquets graines ébouillantées			-					
<i>Macroptilium atropurpureum</i>			x	evées			0	
semis en poquets			-					
<i>Macroptilium lathyroides</i>			-					
semis à la volée à flanc de billon...	b+ld	evée	x	evées	rout	flor	0	qq.ver
semis en poquets			-					
<i>Stylosanthes hamata</i>			x	0			-	
semis en poquets graines bouillies 2mn			-					
<i>Acacia albida</i>			x	4			0	-
semis en poquets graines scarifiées...			-	5			3	3
plants de 3 mois			-					
<i>Acacia raddiana</i>			-	2			1	2
plants de 3 mois			-					
<i>Acacia senegal</i>			x	3	0		-	0
semis en poquets			-	4				
plants de 3 mois			-					
<i>Gliricidia sepium</i>			x	1			0	-
semis en poquets			-	5			-	0
plants de 3 mois			-					
<i>Leucoena leucocephala</i>			x	-	0		-	-
semis de graines bouillies 3 mn			-	2			2	1
plants de 3 mois			-					
<i>Prosopis juliflora</i>			x	-	0		-	-
semis de graines ébouillantées			-	5			-	0
plants de 3 mois			-					
<i>Pterocarpus lucens</i>			x	-	0		-	-
semis de gousses incisées			-	4			0	
plants de 3 mois			-					
<i>Ziziphus mauritiana</i>			-	5			0	
plants de 3 mois			-					

TABLEAU 4 - SITE N°4 : CASIER NON AMENAGE DE LA SAED A NDIOL

Dates	13.7	23.8	29.8	9.9	20.9	3.11
Pluies cumulées (mm)	14	173	190	249	270	303
Incident				Inondation partielle		
<i>cenchrus ciliaris</i>		x	-	0	-	
semis en poquets		-	x	2	1	épi
éclats de souches		-				
<i>cenchrus ciliaris</i> cv Gayndah		x	-	0	-	
semis en poquets		-				
<i>Cenchrus setigerus</i>		x	-	0	-	
semis en poquets		-				
<i>Paspalum vaginatum</i>		-	x	30	-	17
éclats de souches		-				
<i>sporobolus robustus</i>		-	x	63	-	41
éclats de souches		-				
<i>Vetiveria nigriflora</i>		-	x	6	-	1
éclats de souches		-				
<i>Sesuvium portulacastrum</i>		-	x	35	-	24
éclats de souches		-				
<i>Cajanus cajan</i>						
semis à la volée à flanc de billon...	2 b	0	-	-	-	
semis en poquets		x	-	0	-	
<i>Clitoria ternatea</i>		x	-	1	0	
semis en poquets		-				
<i>Desmanthus virgatus</i>		x	-	0	-	
semis en poquets graines ébouillantées		-				
<i>Macroptilium atropurpureum</i>		x	-	0	-	
semis en poquets		-				
<i>Macroptilium lathyroides</i>		x	-	0	-	
semis à la volée à flanc de billon...	3 b	0	-	-	-	
semis en poquets		x	-	0	-	
<i>Stylosanthes hamata</i>		x	-	0	-	
semis en poquets graines bouillies 2mn		-				
<i>Acacia albida</i>		x	-	0	-	
semis en poquets graines scarifiées...		-	x	0	-	
plants de 3 mois		-				
<i>Acacia raddiana</i>		-	x	2/2	1	c
plants de 3 mois		-				
<i>Acacia senegal</i>		x	-	1	0	
semis en poquets		-	x	0	-	
plants de 3 mois		-				
<i>Gliricidia sepium</i>		x	-	0	-	
semis en poquets		-	x	4/6	1	c
plants de 3 mois		-				
<i>Leucoena leucocephala</i>		x	-	0	-	
semis de graines bouillies 3 mn		-	x	0	-	
plants de 3 mois		-				
<i>Prosopis juliflora</i>		x	-	0	-	
semis de graines ébouillantées		-	x	0	-	
plants de 3 mois		-				
<i>Pterocarpus lucens</i>		x	-	0	-	
semis de gousses incisées		-	x	0	-	
plants de 3 mois		-				
<i>Ziziphus mauritiana</i>		-	x	0	-	
plants de 3 mois		-				

TABLEAU 5 - SITE N°7 : MRE TEMPORAIRE DE RDIOL

Dates	13.7	8.8	16.8	29.0	2.9	9.9	28.9	18.10	3.11
Pluies cumulées (mm)	14	41	68	190	231	249	303	303	303
Cenchrus ciliaris									
semis en poquets			x	levées			-	vert	1
éclats de souches				x			-	vert	20
Cenchrus ciliaris cv Gayndah									
semis en poquets			x	levées			-	vert	2
Cenchrus setigerus									
semis en poquets			x	levées			-	vert	2
Andropogon gayanus									
éclats de souches				x			-	vert	0
Cajanus cajan									
semis à la volée à flanc de billon	2 b	0				vert	-	0	-
semis en poquets			x	levées			-	0	-
Clitoria ternatea									
semis en poquets			x	levées			-	vert	7
Desmanthus virgatus									
semis en poquets graines ébouillantes			x	0			-	-	-
Macroptilium atropurpureum									
semis en poquets			x	10		-	-	vert	8 br.
Macroptilium lathyroides									
semis à la volée à flanc de billon	2 b	levée				flor.	-	fruct.	brouté
semis en poquets			x	levées			-	vert	5 br.
Stylosanthes hamata									
semis en poquets graines bouillies 2mn			x	0			-	-	-
Acacia albida									
semis en poquets graines scarifiées			x	1			-	-	0
plants de 3 mois				1		1	-	0	-
Acacia raddiana									
plants de 3 mois				0		1	-	0	-
Acacia senegal									
semis en poquets			x	levées	1	-	-	-	0
plants de 3 mois				1		0	-	-	-
Gliricidia sepium									
semis en poquets			x	3	2	-	-	-	1
plants de 3 mois				1		1	-	-	1
Leucoena leucocephala									
semis de graines bouillies 3 mn			x	levées	2	-	-	-	0
plants de 3 mois				1		1	-	1	1
Prosopis juliflora									
semis de graines ébouillantes			x	levées	1	-	-	-	0
plants de 3 mois				1		1	-	1	1
Pterocarpus lucens									
semis de gousses incisées			x	-	0	-	-	-	-
plants de 3 mois				1		0	-	-	-
Leucaena mauritiana									
plants de 3 mois				1		1	-	1	1

TABLEAU 6 - SITE N°8 : PARCELLE D'ABDOU SOU A NDIOL-VILWGE

Dates	13.7	8.8	16.8	25.8	29.8	9.9	20.9	18.10	3.11
Pluies cumulées (mm)	14	41	68	173	190	249	270	303	303
Cenchrus ciliaris									
semis en poquets	-		x	levées	-	-	vert	-	0
éclats de souches	-		-	-	x	17	-	épié	10 vert
Cenchrus ciliaris cv Gayndah	-		-	-	-	-	-	-	-
semis en poquets	-		x	levées	-	15	vert	épié	13 vert
éclats de souches	-		-	-	x	16	-	épié	10 vert
Cenchrus setigerus	-								
semis en poquets	-		x	levées	-	-	vert	-	0
éclats de souches	-		-	-	x	21	-	épié	12 vert
Andropogon gayanus	-								
éclats de souches	-		-	-	x	-	-	épié	12 vert
Cajanus cajan	-								
semis à la volée à flanc de billon	2 b	levée	-	-				sec	1 vert
semis en poquets			x	levées	30cm	-	-	0	-
Clitoria ternatea	-								
semis en poquets	-		x	levées	-	-	-	flor.	défeuillé
Desmanthus virgatus	-								
semis en poquets graines ébouillantes	-		x	0	-	-	-	-	-
Macroptilium atropurpureum	-								
semis en poquets	-		x	levées	-	-	beau	fruct	vert
Macroptilium lathyroides	-								
semis à la volée à flanc de billon	3 b	levée	-	-	flor.	fruct.	-	-	défeuillé
semis en poquets			x	levées	-	-	flor.	-	-
Stylosanthes hamata	-								
semis en poquets graines bouillies 2mn	-		x	levées	-	-	vert	-	flor.

et de la base vers le sommet. Le dernier semis a été un échec alors que les précédents portent, en novembre, de belles touffes à floraison-fructification, en association avec Sporobolus robustus.

En novembre, après l'arrêt du pompage, le fond du canal est naturellement tapissé d'un feutrage de Vossia cuspidata fortement brouté.

2.2.3 b - Sites de glaciais de diéris partiellement dénudés

Sur les sites 7 et 8, les ensemencements et plantations ont été effectués aux mêmes dates que précédemment, mais les éclats de souche d'Andropogon gayanus ont remplacé les espèces locales des terres salées.

Semé à flanc de billon à la mi-juillet, Macroptilium lathyroides a fleuri et fructifié. Il a rejeté de souches sur le site 7, très fréquenté par le bétail, alors que sur le site 6 les plants sont défeuillés début novembre.

Cajanus cajan n'a pas survécu, de même qu'en semis en poquets. Par contre, Macroptilium atropurpureum fructifie et rejette après broutage. Stylosanthes hamata peut fleurir en parcelle protégée du bétail ainsi que Clitoria ternatea.

Les semis de Cenchrus ciliaris et Setigerus peuvent épier lorsque la concurrence du tapis herbacé est faible (site 7). Les éclats de souches résistent bien et fructifient pour ces espèces ainsi que pour Andropogon gayanus.

Les ligneux n'ont pas été implantés sur le site 8, coexistant avec un champ de haricots (niébé), pour éviter les conflits avec les paysans sensibilisés au problème de lutte contre les oiseaux granivores. Par contre, près de la mare temporaire (site 7), semis et plants ont été introduits. Une seule levée et quelques plants d'espèces introduites se sont maintenus alors que de nombreuses levées naturelles d'Acacia raddiana et Balanites aegyptiaca ont été observées dans les sillons.

2.2.3 c - Site de diéris ondulé

Le site 6 de la station est situé sur manteau sableux légèrement ondulé à texture grossière, à l'intérieur des clôtures de la station de l'ISRA.

Avec semis à la volée sur flanc de billons, Cajanus cajan a survécu jusqu'en septembre alors que Macroptilium lathyroides a bien fructifié.

Les semis en poquets de fin août ont réussi à l'exception de Desmanthus virgatus, mais les légumineuses n'avaient pas fleuri début novembre. Les semis de Cenchrus ciliaris et

setigerus ont bien levé, mais les plantules n'ont pas résisté alors que les éclats de souches ont survécu et fructifié.

Les semis de ligneux lèvent, mais les plantules disparaissent alors que les plantations sont un succès pour la plupart des espèces.

Les racines de Sclerocarya birrea sectionnées par la charrue ont émis, au niveau de la section; des rejets pouvant atteindre 1,50 m en 4 mois.

Sur terrain labouré puis désherbé, une collection d'espèces fourragères a été constituée et contrôlée en novembre (tableau 8).

Les graminées, Andropogon gayanus, Brachiaria decumbens, Cenchrus ciliaris et setigerus, et même Panicum maximum arrivent à épiaison-fructification et sont encore verts. Les légumineuses, Macroptilium atropurpureum et lathyroides ainsi que Stylosanthes hamata sont vertes et parvenues à fructification.

D'autre part, des raquettes de Cactus inerme (dernier ou avant-dernier article) ont été récoltées près de l'abattoir de Saint-Louis le 9 août puis plantées, certaines immédiatement et d'autres le 17, après une cicatrisation de 8 jours. La plantation a été réalisée en terrain plat ou butté, les diverses raquettes étant plantées verticalement ou couchées à plat et retenues par une motte de terre. Toutes les raquettes végètent en novembre, avec 3 à 5 jeunes raquettes, les meilleurs résultats étant obtenus avec les raquettes verticales appartenant à l'avant-dernier étage.

2.2.3 d - Sites sur sol fondé

A proximité du drain de la SAED, un terrain (site n°5) a été nettoyé sur la station ISRA, en conservant les ligneux, et en particulier Acacia nilotica.

2 collections avec 2 répétitions ont été installées par semis le 17 août (après 80 mm de pluies), des éclats de souches d'Andropogon gayanus étant ajoutés le 31 août (tableau 8).

Sur fondé sableux, Cenchrus ciliaris et setigerus ont bien fructifié ainsi que Macroptilium atropurpureum et lathyroides les légumineuses étant plus vigoureuses à l'ombre des ligneux.

Sur fondé limoneux qui a été inondé près de 2 mois, d'août à octobre, certaines espèces n'ont pas résisté, alors que d'autres se sont bien adaptées : Andropogon gayanus, Brachiaria decumbens, Cenchrus ciliaris, Clitoria ternatea, Macroptilium atropurpureum, Stylosanthes hamata.

TABLEAU 7 - SITE N°6 : DIÉRI DE LA STATION D1? RDIOL

Dates	13.7	8.8	17.8	25.8	29.8	9.9	10.9	8.10	4.11
Pluies cumulées (mm)	14	41	68	173	190	249	270	303	303
<i>Cenchrus ciliaris</i>	-	-	x	levées	-	15	0	-	10
semis en poquets	-	-	-	-	x	-	-	-	-
éclats de souches	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cenchrus ciliaris</i> cv Gayndah	-	-	x	levées	-	20	0	-	15
semis en poquets	-	-	-	-	x	-	-	-	-
éclats de souches	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cenchrus setigerus</i>	-	-	x	levées	-	20	0	-	14
semis en poquets	-	-	-	-	x	-	-	-	-
éclats de souches	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Andropogon gayanus</i>	-	-	-	-	x	61	-	-	24
éclats de souches	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cajanus cajan</i>	3 b	levées	-	-	-	-	rtrt	-	sec
semis à la volée à flanc de billon	-	-	x	levées	-	-	-	-	vert
semis en poquets	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Clitoria ternatea</i>	-	-	x	levées	-	-	-	-	vert
semis en poquets	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dessmanthus virgatus</i>	-	-	x	0	-	-	-	-	-
semis en poquets graines ébouillantées	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	-	-	x	levées	-	-	-	-	vert
semis en poquets	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Macroptilium lathyroides</i>	3 b	levées	-	-	-	-	flor	ruct	défeuill
semis à la volée à flanc de billon	-	-	x	levées	-	-	-	-	vert
semis en poquets	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stylosanthes hamata</i>	-	-	x	0	-	-	-	-	-
semis en poquets graines bouillies 2mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acacia albida</i>	-	-	x	levées	-	-	-	sec	0
semis en poquets graines scarifiées	-	-	-	-	x	4/4	-	-	4/4
plants de 3 mois	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acacia raddiana</i>	-	-	-	-	x	2/2	1/2	-	1/2
plants de 3 mois	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acacia senegal</i>	-	-	x	levées	-	-	-	sec	-
semis en poquets	-	-	-	-	x	2/2	-	-	272
plants de 3 mois	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gliricidia sepium</i>	-	-	x	levées	-	-	-	sec	-
semis en poquets	-	-	-	-	x	4/4	3/4	-	3.1
plants de 3 mois	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leucoena leucocephala</i>	-	-	x	0	-	-	-	-	-
semis de graines bouillies 3 mn	-	-	-	-	-	2/2	-	-	1/2
plants de 3 mois	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prosopis juliflora</i>	-	-	x	levées	-	-	-	sec	0
semis de graines ébouillantées	-	-	-	-	x	2/2	-	-	2/2
plants de 3 mois	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pterocarpus lucens</i>	-	-	x	0	-	-	-	-	-
semis de gousses incisées	-	-	-	-	x	1/2	-	-	0
plants de 3 mois	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ziziphus mauritiana</i>	-	-	-	-	x	2/2	-	-	1/2
plants de 3 mois	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TABLEAU 8 : COLLECTIONS (SEMIS AU 17.08)

Sites (contrôle du 14.11)	Fondé sableux	Fondé limoneux	Diéri
Graminées			
<i>Andropogon gayanus</i> (31.08)	sec	fructification	épiaison
<i>Brachiaria distachya</i>	vert (rouille)	floraison	fructification
<i>Brachiaria humidicola</i>	0	0	0
<i>Cenchrus ciliaris</i>	fructification	ructffication-beau	fructification
<i>Cenchrus ciliaris</i> cv Gayndah	vert. médiocre	0	0
<i>Cenchrus setigerus</i>	fructification	0	fructification
<i>Panicum maximum</i> cv Cl	vert (15 cm)	0	épiaison
Légumineuses			
<i>Cajanus cajan</i>	vert/ombre, 60 cm	0	sec (50 cm)
<i>Clitoria ternatea</i>	sec	1 gousse	sec
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	fructification/ombre	fructification	rejets après criquets
<i>Macroptilium lathyroides</i>	fructification	0	floraison
<i>Stylosanthes hamata</i>	quelques pieds	fructification	fructif. (20 cm)

Sur le site 9, en bordure du drain, près du village peul de Ndiol, l'essai de bourgoutière a été un succès malgré des passages de bétail. Deux désherbages complémentaires ont été nécessaires le 11 août et le 8 novembre. Le 13 novembre la production a été évaluée à 1 t de matières sèches à l'hectare pour Brachiaria mutica, 1,5 t pour Voscia cuspidata et 3 t pour Echinochloa stagnina.

2.3 . Activités et observations de 1989

2.3.1 - Travaux motorisés

Ces travaux sont limités aux sites 2, 6, 8, 9 et 10, les autres sites étant laissés en observation de 2ème année.

. sous-solage

Sur le site 2, un nouveau dispositif de sous-solage a été réalisé courant mai sur 2,25 ha (150 x 150 m). Les raies sont espacées d'un mètre, 2 raies délimitent la parcelle. Des bandes de 3 raies sont tracées est-ouest avec un espacement de 12 mètres. Les raies de sous-solage sont continues sur 7 bandes et discontinues en alternance sur les 3 autres.

. sursemis

Un sursemis au Camel Pitter a été effectué les 1er et 3 août sur le contour de la parcelle du site 2, de part et d'autre de la collection du site 6, sur les raies de sous-solage (demi-parcelle) du site 8, en bordure du site 9 et sur un flanc du site 10.

Un sursemis en "humide" a ensuite été répété sur demi-parcelles le 7 septembre sur les sites 6 et 10.

2.3.2 - Emblavements

Sur le nouvel aménagement du site 2, le contour a reçu en sursemis au Camel Pitter :

Chloris gayana
Cenchrus ciliaris
Cenchrus setigerus

Les bandes sous-solées ont été complantées le 25 août de plants de ligneux (alternant avec espacement de 10 mètres),

sur les 2 raies extérieures :

Acacia raddiana
Leucoena leucocephala

et l'Atriplex prostré : Atriplex semibaccata.

Entre ces plants étaient plantées des graminées à espacements de 2 mètres (et à 4 mètres des ligneux) : jeunes plants de Chloris gayana et éclats de souches de Sporobolus robustus.

Sur chaque raie centrale étaient semés en poquets le 26 août: Clitoria ternatea et Cenchrus ciliaris (collecte de semences de l'écotype local se rencontrant dans la région en terrasses de Diéri).

Sur le site 3, à 100 m en contrebas de l'aménagement 1988, plantation d'éclats de souches à écartement 1 x 1 m, en début d'inondation, le 4 septembre, de :

Paspalum vaginatum
Sporobolus robustus

Sur le site 6, plantation le 2 septembre de raquettes de Cactus inerme en provenance de la station de Sangalkam (origine Nord-Est brésilien) pour comparaison avec l'écotype local, délaissé par le bétail. Par sursemis au Camel Pitter, ont été ensemencés le 1er août et le 7 septembre :

Cenchrus ciliaris cv. Biloela
Macroptilium atropurpureum
Macroptilium lathyroides

Sur le site 8, seules Cenchrus ciliaris et Macroptilium atropurpureum ont été sursemées au Camel Pitter.

Sur le site 9, Macroptilium atropurpureum et Macroptilium lathyroides ont été sursemées en lisière d'inondation.

La "bourgoutière aménagée" a été étendue à 1/2 ha par coupe à la faucille des Cypéracées en fin de saison et traitement herbicide au pulvérisateur à dos. L'extension est implantée en boutures d'espèces améliorantes de prairie aquatique, à l'inondation consécutive à la mise en culture des rizières vers septembre :

Brachiaria mutica
Echinochloa stagnina
Vossia cuspidata

Sur le site 10, les 2 sursemis d'août et septembre ont été effectués avec :

Cenchrus ciliaris
Macroptilium atropurpureum
Macroptilium lathyroides

2.3.3 - Résultats observés

Les effets des aménagements et des emblavements des 2 campagnes ont été observés sur terrains salés, sableux de diéri, et sablo-limoneux inondables ou non.

2.3.3 a - Sur terrains salés

- Arrière-effets de 1988.

Les complexes sillon-billon mis en place fin juin 1988 sont encore apparents sur les sites 1, 3, 4, mais ils sont dépourvus de végétation.

Par contre les raies de sous-solage de 1988, ont un réel arrière-effet :

. Salsola baryosma se développe avec vigueur de part et d'autre des raies de sous-solage sur le site 2.

. Sur ces raies se retrouvent fin juillet 89, des plants bien développés et ayant fleuri et fructifié de :

Cenchrus ciliaris (sites 1, 2, 3)
Cenchrus setigerus (site 2)
Paspalum vaginatum (sites 1, 3)
Sesuvium portulacastrum (sites 1, 2, 4)
Sporobolus robustus (sites 1, 2, 3, 4)
Vetiveria nigriflora (site 2)
Prosopis juliflora (quelques plants sur le site 2)

- Aménagements 1989.

En novembre 1989, les implantations de l'année ont été observées.

Sur le site 2, rien n'apparaît sur les emblavements au Camel Pitter.

312 plants de Prosopis ont survécu en contour sur les 580 complantés (54 p.100), malgré les attaques de sauteriaux.

Sur les raies de sous-solage subsistent :

3 plants de Leucaena sur 82 (4 p.100)
 30 plants d'Acacia raddiana sur 93 (32 p.100)
 49 plants d'Atriplex semibaccata sur 73 (67 p.100)
 216 touffes de Sporobolus robustus sur 276 (78 p.100)
 35 touffes de Chloris gayana sur 276 (13 p.100)

Rien n'a cependant résisté sur les sections non travaillées au niveau des raies discontinues.

Les semis de Cenchrus ciliaris et Clitoria ternatea sur la raie centrale s'avèrent être un échec.

Sur le site 3, le défluent du Khant n'a pas été inondé cette année et les éclats de souches implantés dans la boue, début septembre n'ont pas été submergés.

Les éclats de souches de Paspalum vaginatum restent bien verts en novembre malgré ce déficit, mais la plupart des Sporobolus robustus sont déjà desséchés.

2.3.3 b - Sur terrains sableux de diéri

- Arrière-effets de 1988

Sur le site 6, en haut de pente de diéri les complexes sillon-billon étaient restés pratiquement stériles en 1988 à l'exception de quelques rejets de Sclerocarya birrea sur sections de racines et reprises de quelques éclats de souches d'Andropogon gayanus.

En 1989, dans un environnement de pailles noircies, les sillons sont par contre colonisés par Tephrosia linearis (annuel) et Tephrosia purpurea (pérenne) et les touffes d'Andropogon gayanus ont prospéré et fructifié.

Sur mi-pente sableuse, les espèces mises en place en 1988 ont prospéré et ont été observées en novembre 1989 :

. graminées :

Andropogon gayanus : touffes vigoureuses, en fructification

Cenchrus ciliaris : touffes vigoureuses, en fructification

Cenchrus setigerus : vigueur moyenne, en fructification

. légumineuses :

Cajanus cajan : taille moyenne, bien vert, n'a pas encore fleuri

Clitoria ternatea : chétif, quelques gousses, en cours de défoliation

Macroptilium atropurpureum (siratro) : vigoureux, traçant, début de floraison

Macroptilium lathyroides : fructifie, début de défoliation

Stylosanthes hamata : vigueur moyenne, port prostré, début floraison

. autres (raquettes) :

Opuntia inermis, écotype de St-Louis : a prospéré depuis la mi-août 1988. Plantées à plat ou sur buttes, la reprise

des raquettes a été parfaite, après une cicatrisation d'une semaine. Les meilleurs résultats sont obtenus avec les raquettes de l'avant dernier étage (5 innovations au bout de 6 mois). En décembre 1989, les pieds ont 2 et parfois 3 étages de raquettes.

Sur le site n°7, en bordure de mare temporaire, sur terrasse à texture moyenne à fine sillons et sous-solage de 1988 ont favorisé le développement de Panicum laetum qui forme un tapis dense dans lequel se retrouve des pieds bien développés de Macroptilium atropurpureum et des touffes d'Andropogon gayanus et Cenchrus ciliaris. Pour cette dernière espèce ces touffes proviennent d'éclats de souches mais aussi de semis en poquets.

Sur le site n°8 dit champ de Sow, les sillons de 1988 sont envahis par un peuplement luxuriant de Zornia glochidiata et des bandes de Schoenefeldia gracilis vigoureuses localisent les raies de sous-solage. Alors que les pieds anciens et les levées de Macroptilium lathyroides ont dépéri face aux attaques de sauteriaux et de chenilles, de belles touffes de Stylosanthes hamata subsistent et fleurissent.

- Aménagements 1989

Sur le site 6, en sursemis de mi-pente, de nombreuses levées de Macroptilium lathyroides ont été la proie des sauteriaux après le 1er août, mais quelques pieds ont rejeté de collets et sont vigoureux en novembre. Aucune levée n'a été observée après le sursemis du 7 septembre.

Opuntia inermis, écotype du Nord-Est brésilien, en collection à Sangalkam, a été planté sans buttage, le 2 septembre 1989. Les raquettes ont bien repris. Certaines ont donné 2 et même 4 nouvelles raquettes. Beaucoup ont végété sans cependant, donner d'innovations.

Ces raquettes sont plus grandes (taille double) et plus charnues que dans la variété locale. Leur appétibilité devra être testée en saison chaude (quelques nouvelles raquettes seront présentées à l'auge à des petits ruminants, sous forme hachée et en mélange avec des brisures de paille).

Sur le site 8, le sursemis effectué le 1er août sur les raies de sous-solage de 1988, n'a donné aucune levée.

Sur le site 10, près du village peul de Ndiol, seul le sursemis du 3 août a été suivi de nombreuses levées. Malgré les attaques de sauteriaux et la présence du petit bétail, quelques plants rejetant de collets ont été observés en décembre : Macroptilium atropurpureum, Macroptilium lathyroides ainsi qu'une touffe juvénile de Cenchrus ciliaris.

2.3.3 c - Sur terrains sablo-limoneux

Au site 5 sur sol "fondé" de terrasse basse limono-sableuse à fentes de retrait fines, la collection de graminées et légumineuses (cf. tableau 8) s'est éclaircie au cours de 1989, mais peuvent s'observer :

Andropogon gayanus : la plupart des souches rejettent en juillet et fructifient en novembre

Cenchrus ciliaris : la moitié des souches rejettent puis fructifient

Cenchrus setigerus : seules quelques souches végètent et fructifient

Panicum maximum cv Cl : 8 touffes végètent à l'ombre des Prosopis

Macroptilium lathyroides : les pieds anciens sont morts mais quelques plantules végètent en juillet mais sont défeuillées en novembre.

Clitoria ternatea : 1 plant a survécu et végète encore en novembre.

Au site 9, sur la partie non inondable à Spermacoce verticillata, subsistaient en juillet 89 quelques plants issus de semis en poquets d'août 88 :

Cenchrus ciliaris

Cenchrus setigerus

Macroptilium atropurpureum

Par contre le sursemis au Camel Pitter, le 3 août 1989, de Macroptilium atropurpureum et Macroptilium lathyroides a été un échec, les levées n'ayant pas résisté à l'attaque des sauteriaux et à l'agressivité des adventices de maraîchage.

Sur la partie inondable en contrebas du drain, le traitement de mai 89, à l'herbicide (roundup, herbicide de pré-plantation, à base de glyphosate) a entraîné une diminution de l'emprise des 2 espèces fourragères les plus fragiles : Echinochloa stagnina et Vossia cuspidata, alors que l'herbe de para, Brachiaria mutica, a vigoureusement occupé l'espace libre. L'inondation de la parcelle étant intervenue à partir de la fin août, l'extension d'environ 50 x 30 mètres a été complantée le 6 septembre, avec des boutures d'herbe de para fauchées à la station ISRA de Fanaye et de Vossia cuspidata collectées dans les drains de Ndiol.

Un désherbage complémentaire a été effectué sous l'eau, à la faucille, le 5 novembre, ce qui a favorisé le développement des espèces implantées avant les premiers passages de troupeaux (auparavant retenus ailleurs par suite de la présence de cultures non récoltées).

3 - DISCUSSION

Le bilan des travaux de réhabilitation des parcours va dépendre de multiples facteurs : caractéristiques du milieu physique, (climat, sol), modes d'interventions humaines.

3.1. Effet des caractéristiques du climat

La région de St-Louis est sous l'influence du climat sahélien mais elle se caractérise par une température moins élevée et surtout par un degré hygrométrique de l'air, dont la moyenne mensuelle est toujours supérieure à 50 p.100 (tableau 9).

Tableau 9 - Humidité relative de l'air.

moyennes mensuelles en p.100 pour la période 1951-55
(Météo nationale 1964)

Localité -m---w----	St-Louis	Podor	Matam
Latitude	16°2' N	16°38'N	15°38'N
Longitude	16°28'W	14°56'W	13°15'W
Janvier	58	30	34
Février	69	32	36
Mars	72	28	30
Avril	78	27	26
Mai	85	33	30
Juin	85	46	46
Juillet	83	61	65
Août	82	66	74
Septembre	82	68	71
Octobre	76	60	62
Novembre	69	49	51
Décembre	63	38	40
Moy/an	75	45	47

Ceci caractérise le sous-climat de la côte sénégalaise (AUBREVILLE, 1949) ou le climat subcanarien d'Hubert (in TROCHAIN, 1940), alors que les stations de Podor et Matam se situent sous climat sahélien proprement dit. Cette forte humidité de l'air explique le bon comportement du Cactus inerme et sans doute la survie d'un écotype local de Cenchrus ciliaris.

Les relevés pluviométriques de Saint-Louis sont connus depuis 1855 (AUBREVILLE, 1938). Pour 125 années, la moyenne des pluies annuelles est de 360 + 26 mm avec un coefficient de variation de 41 p.100. La normale 1931-1960 est de 343 + 40 mm alors que la moyenne des 19 dernières années est de 216 + 38 mm correspondant à une diminution de 37 p.100 par rapport à la normale. Pour l'ensemble des données, la médiane

Figure 2 : SAINT-LOUIS : Pluviométrie annuelle

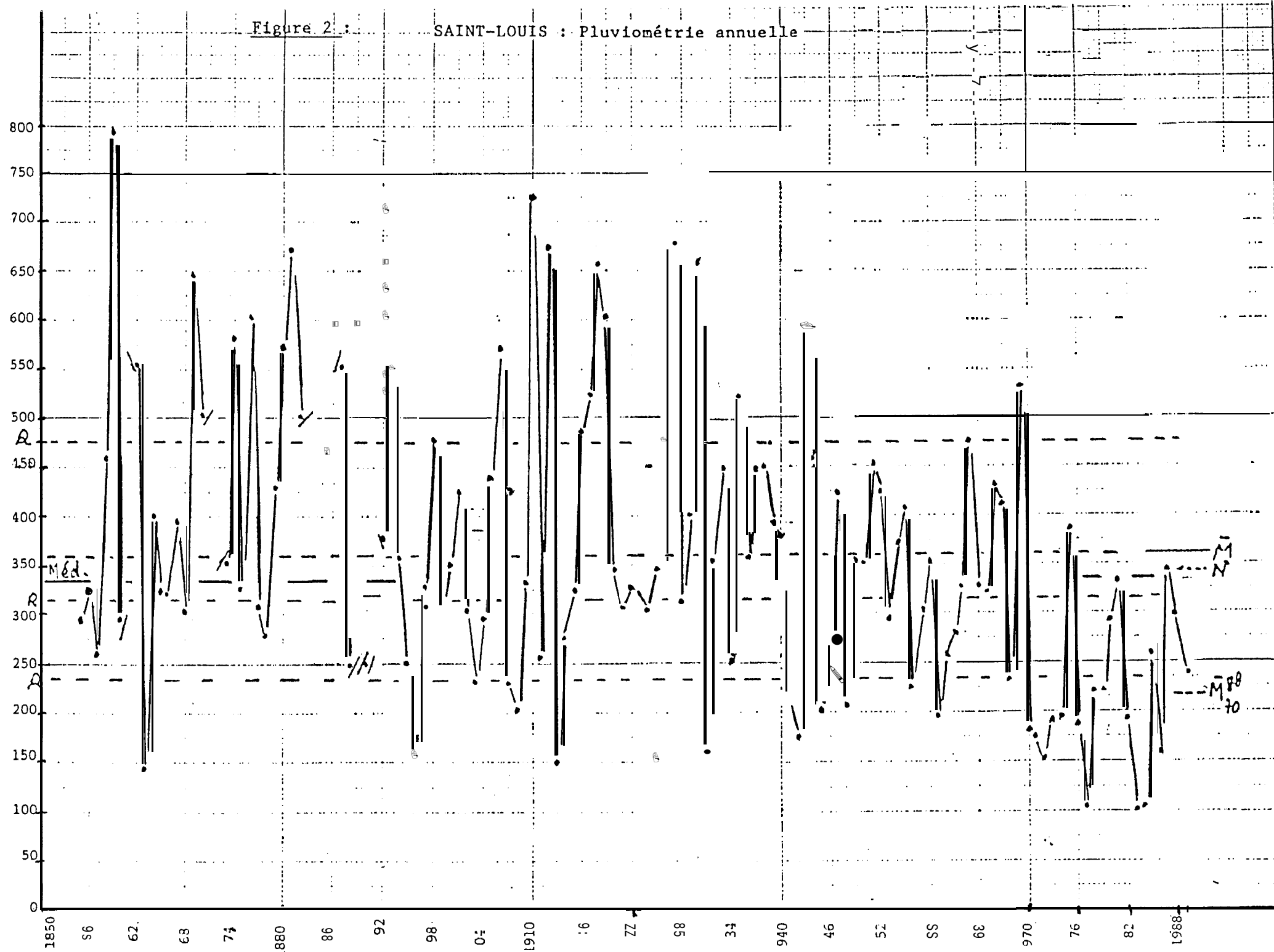


Figure 3 Pluviosités annuelles à
SAINT LOUIS
(Pas de 7 ans)

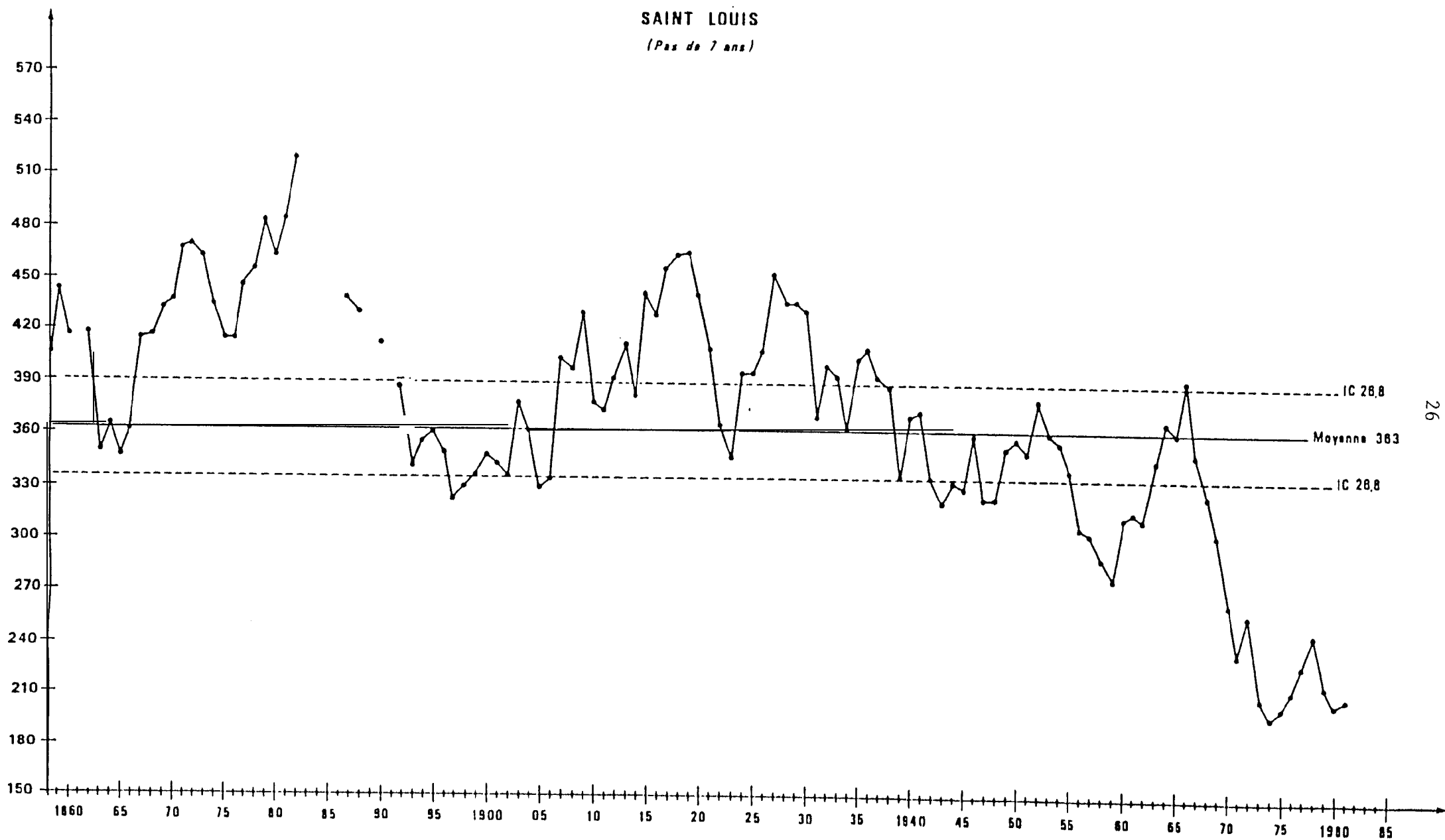


Figure. 4 : Répartition de la pluie

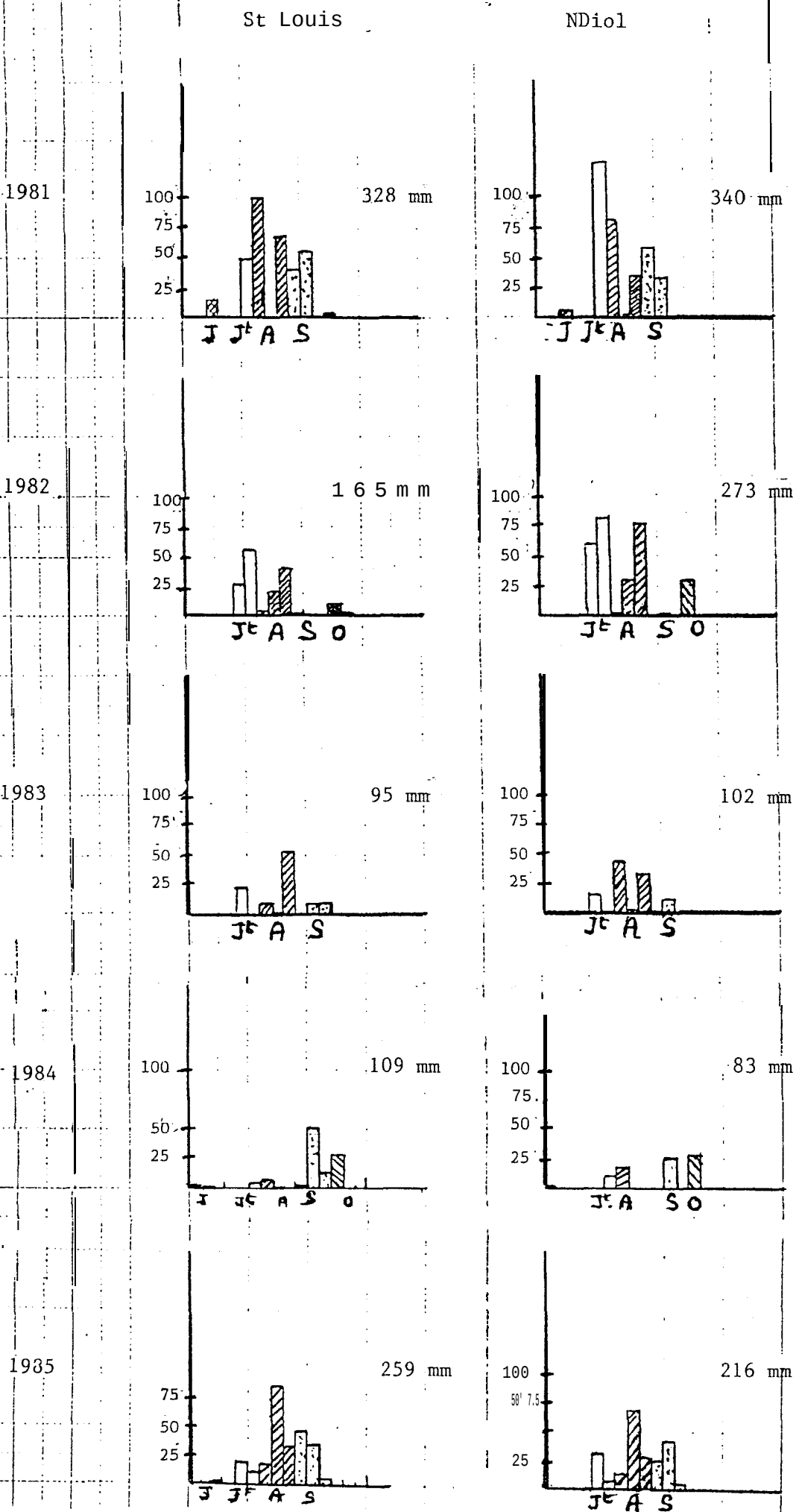
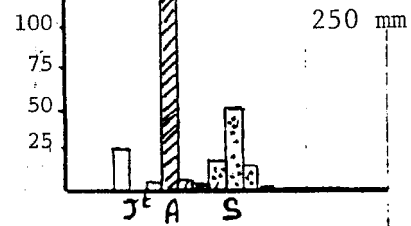
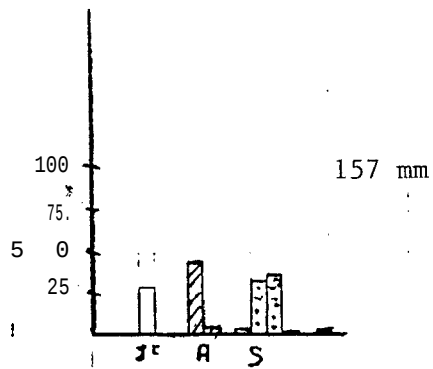


Figure 5
Répartition de la pluie (suite)

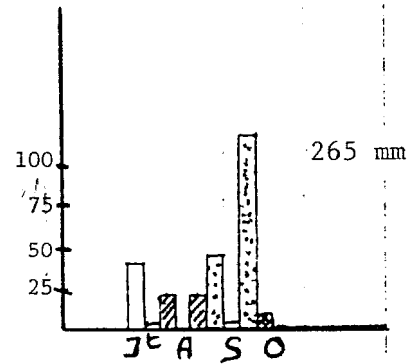
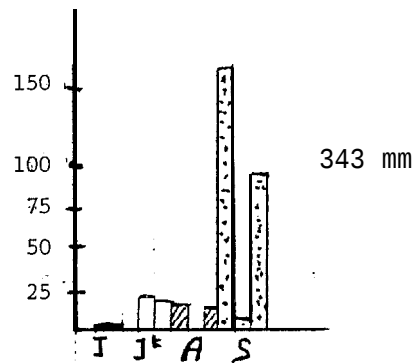
St Louis

NDiol

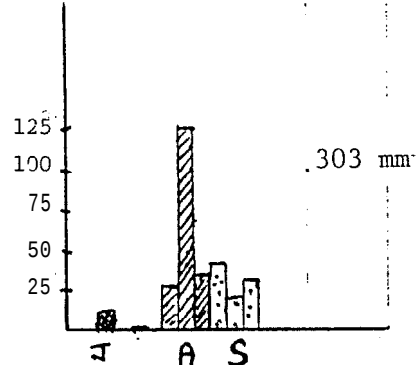
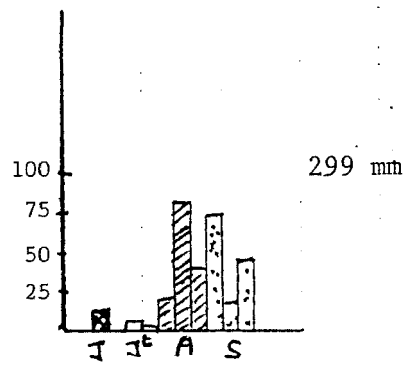
1986



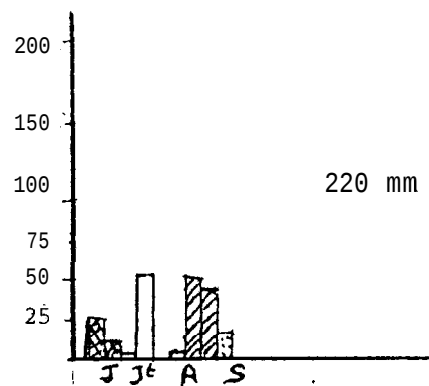
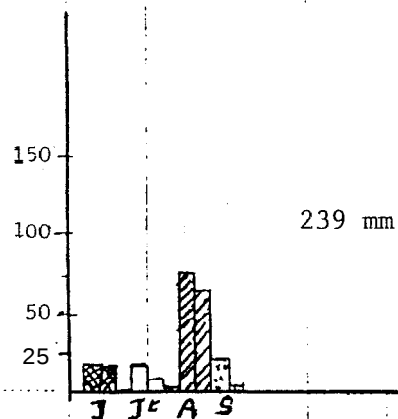
1987



1988



1989



est voisine de la moyenne avec 332 mm et les quintiles (Q) sont à 235, **315**, **358** et 475 mm.

Il n'y a pas de pluviosités annuelles situées dans le quintile supérieur depuis 1969 (fig.2), alors que la plupart des pluviosités annuelles se situent dans le quintile inférieur, malgré 3 reprises de pluies culminant en 1975, 1981 et 1987. Ce sont des séries d'années situées dans le quintile inférieur qui ont marqué la mémoire des populations: 1907-1908, 1941-1942, 1970-1974, 1983-1984.

La courbe des moyennes mobiles à pas de 7 ans (fig.3), efface ces particularités, mais fait apparaître des tendances pluriannuelles : augmentation de la pluviosité de 1865 à 1880 et de 1900 à 1920, diminution quasi continue depuis cette date.

La répartition des pluies par décades a été représentée depuis 1981 pour Saint-Louis et la station ISRA de Ndiol. (fig.4 et 5).

Plusieurs décades recevant moins de 10 mm peuvent entraîner la mortalité des plantules d'herbes annuelles alors que des décades recevant plus de 20 mm assurent leur survie et les décades plus arrosées permettent seules une réelle production végétale.

Au cours de cette période, la meilleure année est 1981 avec une période active de la végétation allant du 20 juillet au 20 septembre (60 jours), malgré 1 décade sèche. 1983 et 1984 sont des années sèches avec une période active ne dépassant pas 10 à 30 jours.

1988 est une année submoyenne avec une période active d'environ 60 jours. Il faut toutefois remarquer que la végétation n'a pu démarrer que le 1er août alors que l'année précédente, elle avait 20 jours d'avance.

La production des parcours sahéliens est en relation avec cette pluviosité annuelle (BOUDET in AUDRU et al., 1987) et elle peut être estimée à 4 kgde matières sèches par millimètre de pluies au-dessus d'un seuil qui est aux environs de 100 mm de sorte que la production du diéri a été évaluée à 1 tonne pour 1988.

En 1989, les pluies à la station ISRA de Ndiol comme à l'aéroport de Saint-Louis ont été réparties de la 2ème décade de juin à la 1ère décade de septembre, avec un déficit marqué du 20 juillet au 10 août. La pluviosité saisonnière a varié de 220 à 239 mm, donc voisine de la moyenne des 20 dernières années. La période active est de 90 jours mais le déficit intercalaire a nettement réduit la production herbacée d'autant plus que la pluviosité saisonnière est inférieure de 60 à 80 mm.

La végétation herbacée de 1988 avait été abondante sur diéri, avec une production de plus d'une tonne de pailles qui n'ont pas entièrement été consommées par le bétail. Les petites pluies de juin et juillet 1989 n'ont pas entraîné la dégradation de cette litière (paillis noirâtre) et ceci a pu contrarier l'installation des plantules. Les touffes d'Aristida mutabilis et Cenchrus biflorus sont restées rares au milieu du paillis alors que les touffes de graminées vivaces se sont développées, en particulier Aristida longiflora.

La répartition des pluies n'a guère été favorable aux travaux de réhabilitation de 1989, à l'exception du sous-solage du site 2 effectué en mai et qui a bénéficié des premières pluies.

Le premier sursemis (1er et surtout le 3 août) est intervenu après 15 jours sans pluie bien que près de la moitié des pluies saisonnières soient déjà tombées. Ensuite la lère forte pluie n'est venue que 10 jours plus tard (34 mm le 11).

Le 2ème sursemis prévu en "humide", effectué le 7 septembre (après les 16 mm du 5-9) n'a été suivi que de 3 mm de pluies dispersées sur 15 jours.

La plantation de plants de ligneux et d'éclats de souches du 25 août ont bénéficié de la forte pluie précédente (35 mm le 23) mais n'ont plus reçu que des pluies erratiques minimales (22 mm en 30 jours).

3.2. Interactions du facteur sol

Le réseau d'essai de 10 parcelles est bien représentatif des variations écologiques des différents terrains de la basse vallée du Sénégal : terrains salés, terrains sableux, terrains irrigués, terrains inondés par déversoir.

3.2.1 - Terrains salés

Les terrains salés sont abondants en vallée du Sénégal et leur emprise risque de s'amplifier avec le développement des cultures irriguées.

La source de cette teneur en sel est à rechercher dans la paléogéographie du quaternaire récent (Le Brusq, 1980). Après la phase aride à développement dunaire de l'Ogolien (25 à 12.000 BP), et la phase humide (12 à 7.000 BP) qui fut à l'origine de la rubéfaction des dunes de Diéri, la transgression marine du Nouakchottien (7 à 4.200 BP) apporta des vases marines salées dans toutes les cuvettes. La nouvelle phase aride du Tafolien (4.200 à 2.000 BP) transforma ces dépressions en sebkhas sursalées et tannes à gypse. A la phase actuelle, depuis près de 4.000 ans, le

recul de la mer a entraîné la formation de levées alluviales, les crues du fleuve provoquant des deltas de rupture et l'inondation périodique des cuvettes de décantation recouvrant les dépôts salés du Tafolien.

L'aménagement de casiers irrigués et l'édification de canaux "portés" surélevés (Loyer J.F., 1989) remobilisent les solutions salées. Naturellement, un gradient de salure s'établit entre les cuvettes inondées par l'eau du fleuve et le sommet des levées. Parfois, comme dans la dépression du Khant les sulfates des mangroves fossiles ont été neutralisées par les plages coquillières des glacis de la vallée, produisant un encroûtement gypseux de surface. Ailleurs, la dilution due aux crues, puis l'évaporation de saison sèche a entraîné l'adsorption de Na par le complexe argileux augmentant la compacité et l'imperméabilité du sol, pendant que les ions Mg et Ca ont remonté par capillarité, accentuant la caractère foisonnant de la surface du sol par accumulation des salants chlorurés hygroscopiques.

L'irrigation d'un hectare de casier rizicole correspond à un apport de 12.000 m³ d'eau du fleuve (1t. de sels). 7.000 m³ d'eau sont perdus par évaporation et 2.000 m³ sont évacués par les drains. 3.000 m³ d'eau percolent et entraînent une remontée de la nappe phréatique, de 1,50 m jusqu'à 30 cm avec dessalement de 75 p. 100 en 5 ans. Il y a un dessalement de 4 t/ha (exportation de 5t de sels par drainage, la conductivité électrique des eaux de drainage passant de 1 mS à 15 mS en 80 jours de campagne, rendant ces eaux impropres à l'arrosage du maraîchage), avec déperdition de ClNa, mais accumulation relative des sulfates, des amendements calcaires des casiers devant bientôt s'avérer indispensables.

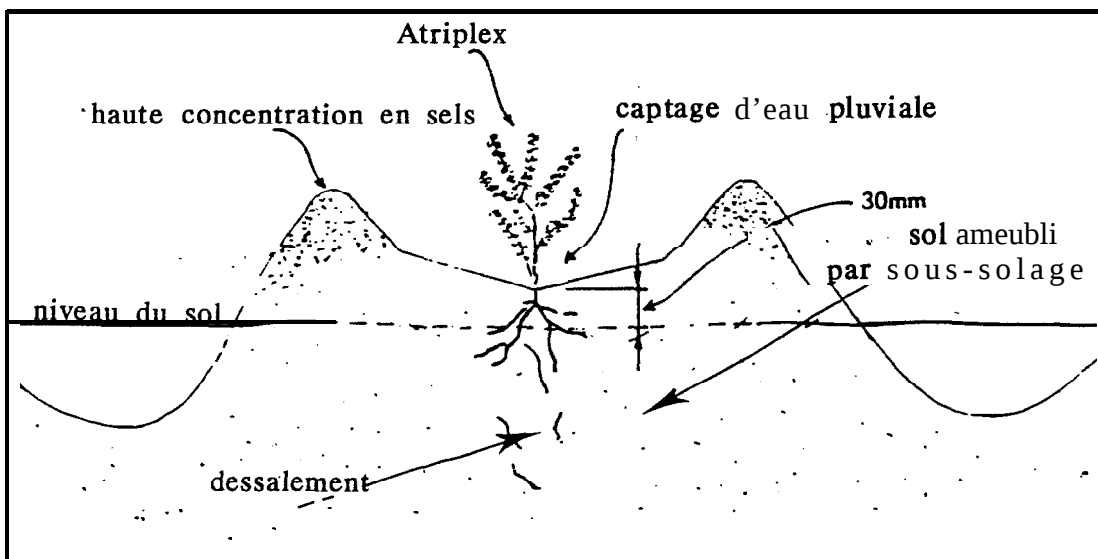
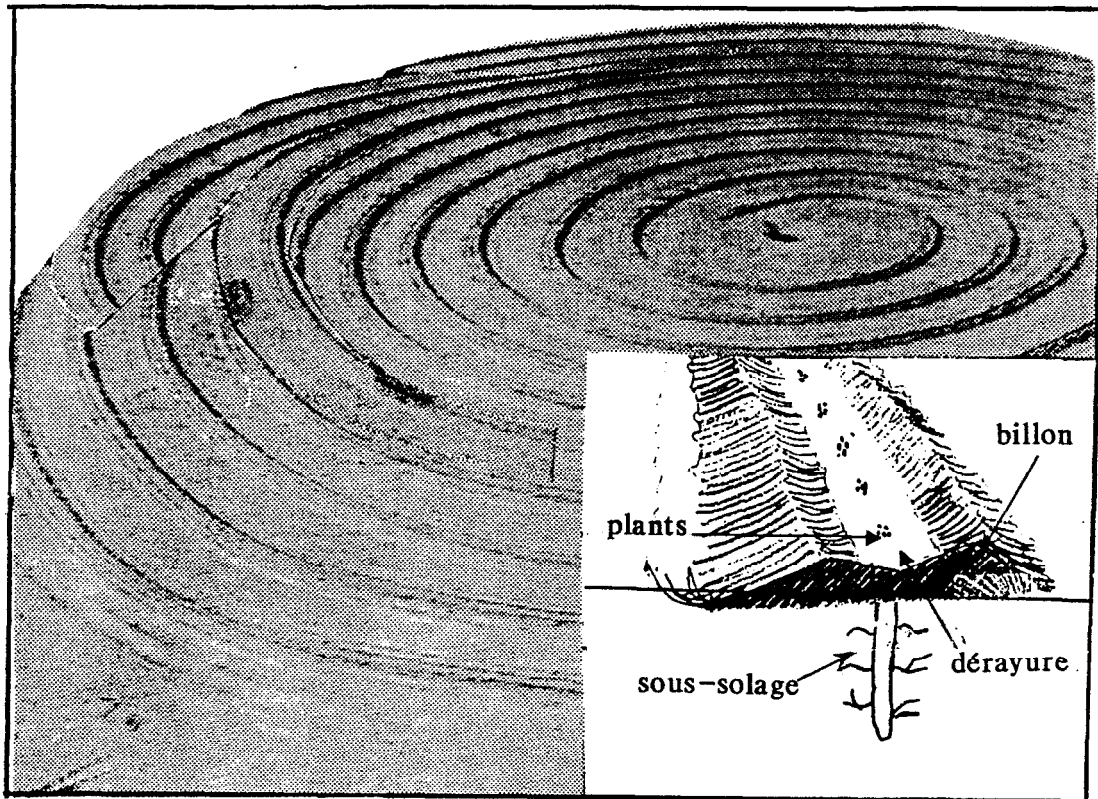
Le dessalement de la nappe (diminution de l'ion Cl, mais conservation des sulfates de sodium et magnésium) accentue l'imperméabilité des sols de cuvettes non aménagées, ainsi que la salinité par capillarité, des sols légers sablonneux sur glacis et levées.

La sursalinité progressive des divers sols de la vallée, non aménagés en casiers d'irrigation, va entraîner une diminution du couvert végétal inadapté à la salure et les essais de réhabilitation des sols salés viennent à point nommé pour proposer des espèces fourragères de remplacement et des techniques d'implantation.

La réhabilitation des parcours devrait être effectuée par un travail du sol en colimaçon (fig.6) avec 1 raie de sous-solage surmontée de billons réalisés par 1 aller-retour de charrue laissant au milieu, au-dessus du sous-solage, une dérayure surélevée où seront semées, bouturées ou plantées les espèces améliorantes, en particulier,

Figure 6

AMENAGEMENT EN COLIMAÇON



D'après Kimseed catalogue (avec adaptations)

les espèces ayant fourni des résultats positifs :

Acacia raddiana
Prosopis juliflora
Atriplex semibaccata
Cenchrus ciliaris
Paspalum vaginatum
Sporobolus robustus

auxquelles il faudrait ajouter :

Atriplex nummularia
Sporobolus spicatus (à prélever localement)

3.2.2 - Terrains sableux grossiers des rides dunaires

Sur les dunes rubéfiées de Diéri, quelques enclos traditionnels sont réalisés pour la culture des pastèques fruits et du béréf (pastèque cultivée uniquement pour ses graines). L'intensification agricole s'y organise avec irrigation par aspersion (maraîchage, maïs . . .).

Des ONG envisagent une intensification de l'élevage par la clôture de paddocks avec rotation de saison des pluies et possibilités de mise en réserves de fourrage (fanage).

Dans cette éventualité, le sursemis au Camel Pitter est une technique de réhabilitation à améliorer :

- au cours de la saison 1989, le sursemis des graines de Cenchrus ciliaris a nécessité quelques aménagements car les poils des enveloppes entravaient la distribution des semences et il a fallu chercher un palliatif. Le pilonnage d'un mélange sable-semences dans un mortier à céréales est efficace mais les grains de sable endommagent le cylindre de distribution.

Le passage des semences dans un moulin à farines villageois sépare les poils et grosses enveloppes qui sortent par l'orifice à farines alors que les caryopses dénudés et des débris d'enveloppes tombent au niveau des sons.

Ce mélange s'agglomère encore dans la trémie. Il est préférable de tamiser au van familial de pailles tressées, puis de mélanger les caryopses avec du "son de riz".

- le sursemis doit se faire en sec, de préférence vers le 15 juin, à une vitesse assez rapide pour que des particules de sol retombent plus vite et soient projetées pour recouvrir les semences. Celles-ci devront par ailleurs être enrobées par un fongicide-insecticide pour semences du commerce afin de les préserver des pourritures et des déprédations par les insectes et les petits granivores.

- les parcelles à enrichir seront si possible à l'abri des troupeaux, mais aussi débarassées d'un excès de vieilles pailles. Les enclos, réalisés sur fonds ONG pour des coopératives d'éleveurs ou G.I.E. de communautés rurales, seront choisis de préférence.

Aux espèces déjà testées en sursemis comme : Cenchrus ciliaris, Macroptilium atropurpureum, Macroptilium lathyroides, devraient être ajoutées, les espèces locales : Alysicarpus ovalifolius, Tephrosia purpurea.

3.2.3 - Terrains sableux fins de terrasses

Les terrains sableux fins de terrasses de Diéri, sont fréquemment cultivés traditionnellement en cultures mixtes avec petit mil, niébé, pastèques, (bissaf ou oseille de Guinée) = Hibiscus sabdariffa, Voandzeia subterranea = (Pois arachide ou pois Bambara).

Souvent, à la mise en jachère, le sol est tassé et **plus** ou moins dégarni de couvert herbacé.

La réhabilitation de ces jachères devrait comporter un sous-solage précoce de saison sèche suivi, par un sursemis au Camel Pitter sur raies de sous-solage, en juin, avec les espèces proposées ci-dessus, les semences étant également traitées au produit fongicide-insecticide.

3.2.4 - Terrains inondables de déversoirs

Ces terrains, inondés périodiquement par les eaux de drainage souvent salées, sont colonisés par un peuplement dense de cypéracées sous faible inondation (10 à 30 cm) et par une typhaie lorsque la hauteur d'eau est plus importante.

Les essais effectués sur le site 9 ont montré qu'il était possible d'y introduire par bouturage et après désherbage des espèces fourragères aquatiques.

Brachiaria mutica : la plus agressive
Echinochloa stagnina : la plus consommée
Vossia cuspidata : résistante au broutage
Paspalum vaginatum : résistante à la salure, mais aussi à la submersion (recouverte quelques mois en situation naturelle).

Au lieu du faucardage à la main, gros consommateur de main d'oeuvre, il semble préférable d'envisager :

- le brûlis des tiges de Cypéracées dès que leur dessiccation le permet,

- le labour profond à la charrue à disques sitôt le brülis effectué,
- l'extirpation des divers rhizomes au scarificateur tracté, la semaine suivante,
- la mise en tas des rhizomes et leur brûlage,
- l'élimination des jeunes levées par un scarifiage croisé après les premières pluies.

Si une production de semences fertiles des graminées aquatiques est réalisée, le semis devra intervenir lorsque les pluies sont installées (sol humidifié sur 20 cm de profondeur). Sinon, le bouturage sera effectué à l'inondation lors du déversement des drains, une pépinière de boutures étant nécessaire.

Il serait judicieux d'y aménager des casiers "fourragers" délimités par de petites digues édifiées à la charrue. Ces digues permettraient de contrôler l'arrivée de l'eau et surtout de la retenir quelque temps sur les parties hautes des déversoirs.

3.2.5 - Terrains irrigables

Le travail en rizières s'effectue habituellement selon l'itinéraire technique suivant :

- inondation de la rizière
- prégermination des semences de riz : le sac de semences est plongé dans l'eau pendant une nuit
- semis à la volée le lendemain, du riz prégermé, sous 2 cm d'eau
- irrigation conduite de façon que la montée de l'eau accompagne la croissance des feuilles
- traitement à l'herbicide sélectif par pulvérisation du feuillage
- vers décembre : arrêt de l'irrigation et vidange du casier; le sol se dessèche en 15 jours.

La conduite d'une rizière s'avère donc relativement peu exigeante en main d'oeuvre à l'exception de la chasse aux oiseaux granivores au moment de la maturation du grain. La production peut atteindre 50 quintaux/ha d'une valeur de 250.000 F.CFA. Comparativement, un atelier familial de naissage-embouche de 30 vaches avec des espaces entre vêlages de 15 à 20 mois et la production d'animaux de 3 ans de 450 kg, peut procurer une rentrée nette de 1.500.000 F.CFA/an, sans déboursement de salaires. (Communication personnelle de J.F. Tourrand).

Cette activité complémentaire d'élevage hautement lucratif peut inciter à la production de fourrage vert après la

récolte de riz, surtout si la parcelle peut être surveillée (à partir d'un jardin de maraîchage par exemple). La production de fourrage peut être intensive avec arrosage de saison sèche (luzerne par exemple) ou extensive en n'utilisant que l'eau de la nappe surélevée du périmètre irrigué. Dans cette éventualité, un semis de plante fourragère à cycle rapide et à racine pivotante peut être effectué avec la technique traditionnelle de semis de décrue au pieu (lougal): sur sol ressuyé et sec en surface, un trou de 15 à 20 cm est réalisé au pieu. Les semences sont déposées au fond, mais ne sont recouvertes que d'une petite poignée de sable.

Pour éviter ce travail pénible, le semis pourrait être effectué au Camel Pitter après la récolte du riz. L'engin serait réglé pour travailler profondément et la vitesse du tracteur serait suffisante pour assurer un enfouissement correct des semences par les projections de terre fine. Macroptilium lathyroides semble l'espèce la mieux adaptée pour cette spéculation. Les graines peuvent être prétraitées par trempage dans l'eau jusqu'à imbibition à l'instar du riz (les semences tombent au fond du récipient). La racine pivotante suit la descente de la nappe et la production de fourrage peut se poursuivre jusqu'à la remise en eau, avec fauchage tous les mois par exemple. Avant la remise en eau, un pacage à forte charge devra rabattre les plants qui survivraient si leurs sommités dépassaient le niveau d'eau. Les plants qui résisteraient seront facilement éliminés par le traitement herbicide.

4 - CONCLUSION

Ce financement d'appui à la recherche de la Direction du Développement du Ministère de la Coopération, pour une action au Sénégal de "Restauration de parcours sahéliens avec expérimentation de matériels mécaniques", a donné la possibilité de tester l'utilisation d'une sous-soleuse Gard et d'un appareil de sursemis australien, le Camel Pitter de Kimseed Corporation.

Ces appareils complétant un équipement motorisé (tracteur d'environ 100 cv et charrue à disques) permettent de restaurer la production de certains parcours dégradés : glacis de pente décapés et imperméabilisés, terrains salés au voisinage des casiers d'irrigation, et d'améliorer celle des parcours sablonneux.

Leur mise en oeuvre n'est envisageable que dans un environnement agro-pastoral de villages ou de centres de récentes sédentarisation. Leur emploi doit être limité au voisinage immédiat des villages et des cultures, soit pour améliorer la production fourragère des terres de culture, des jachères et des parcours, soit pour reconstituer le couvert végétal des parcours dégradés en vue d'améliorer leur contribution fourragère ou plutôt de protéger les parcelles cultivées voisines contre les méfaits de l'érosion (colluvionnement excessif, ensablement éolien).

La mise hors pâture temporaire des parcelles restaurées peut être effective si celles-ci sont :

- exploitables en fin de saison agricole comme un champ cultivé (culture fourragère récoltable après une saison de végétation),

- mise en réserve pour une majeure partie de l'année comme un classement forestier de protection, puis livrée aux troupeaux en période de soudure,

- mise en défens de plusieurs années avec classement forestier de reboisement, avec travaux aratoires et complantation d'espèces herbacées et forestières à fins multiples. Mieux que les structures centralisées d'interventions pour le développement, la constitution d'associations d'éleveurs en GIE (groupement d'intérêt économique) ou en coopératives à travers toute une région peut faciliter le respect collectif des mises en réserve, ainsi que l'utilisation et la maintenance d'un matériel agricole coûteux mais indispensable.

Cette réorganisation sociale peut également faciliter l'élaboration d'un plan d'approvisionnement ou de production et de collecte de semences fourragères, leur conditionnement, leur conservation et leur diffusion en temps opportun.

5 - BIBLIOGRAPHIE

AUBREVILLE (A.), 1938
La forêt coloniale. Les forêts de l'Afrique occidentale française.
Annls Acad. Sciences colon. 9; Paris, Soc. Ed. géogr. marit. colon. : 244 p.

AUBREVILLE (A.), 1949
Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale.
Paris, Soc. Ed. géogr. marit. colon. : 351 p.

BOUDET (G.), 1989
Connaissance et gestion de l'espace pastoral sahélien.
In AUDRU et al. "Terroirs pastoraux et agropastoraux en zone tropicale, gestion, aménagements et intensification fourragère".
Maisons-Alfort, IEMVT-CIRAD : 1-59. (Etudes et synthèses n°24 de l'IEMVT).

BOUDET (G.); CARRIERE (M.); CHRISTY (P.); GUERIN (H.); LE JAN (C.); WEDDOUD OULD CHEIKH (A.); PROM TEP (S.); REISS (D.), 1987
Pâturages et élevage au sud de la Mauritanie (Kaédi); étude intégrée sur les pâturages, leur conservation et leur restauration, le cheptel et les éleveurs.
Maisons-Alfort, IEMVT; Nouakchott, CNERV : 282 p. 19 fig., 29 tabl.

BOUDET (G.); DIATTA (A.); MANDRET (G.), 1988
Restauration de parcours sahéliens au Sénégal: étude thématique : 49 p.

KIMSEED, 1989
Revegetation machinery catalogue
Western Australia, Osborne Park : 30 p.

LE BRUSQ (J.Y.), 1980
Etude pédologique des cuvettes de la vallée du Lampsar (Région du fleuve Sénégal)
Dakar, ORSTOM : 114 p., 3 cartes à 1/10.000

LOYER (J.Y.), 1989
Les sols salés de la basse vallée du fleuve du Sénégal: caractérisation, distribution et évolution sous cultures
Paris, ORSTOM, 137 p. (Etudes et synthèses).

METEOROLOGIE NATIONALE - 1964
Annales des services météorologiques de la France d'outre-Mer, Territoires français de l'Afrique noire.
Paris, Ministère FOM : 387 p.

TROCHAIN (J.), 1940
Contribution à l'étude de la végétation du Sénégal.
Paris, Larose, 433 p. (Mém. IFAN n°2).

6 - ILLUSTRATIONS



Photo 1 - Implantation à la charrue des sillons-billons
(juin 88).



Photo 2 - Sous-soleuse Gard à 1 dent.

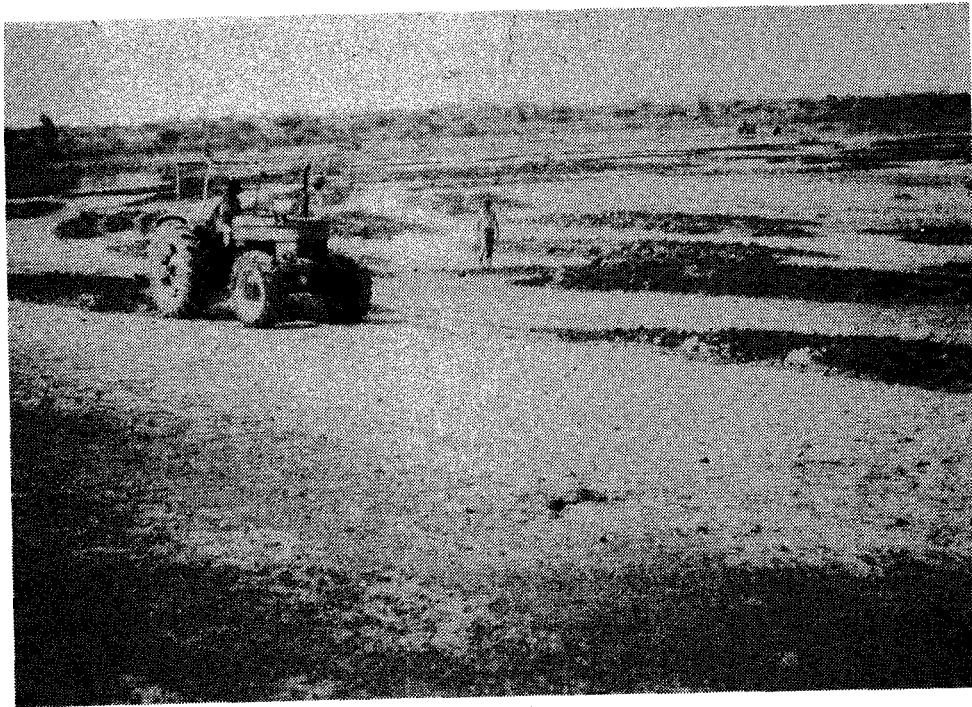


Photo 3 - Banquettes en quinconce associant raies de sous-solage et complexe sillon-billon sur site n°4. (juin 1988).



Photo 4 - Alternance d'impluviums et de bandes travaillées sur site n°2. (juin 1988).

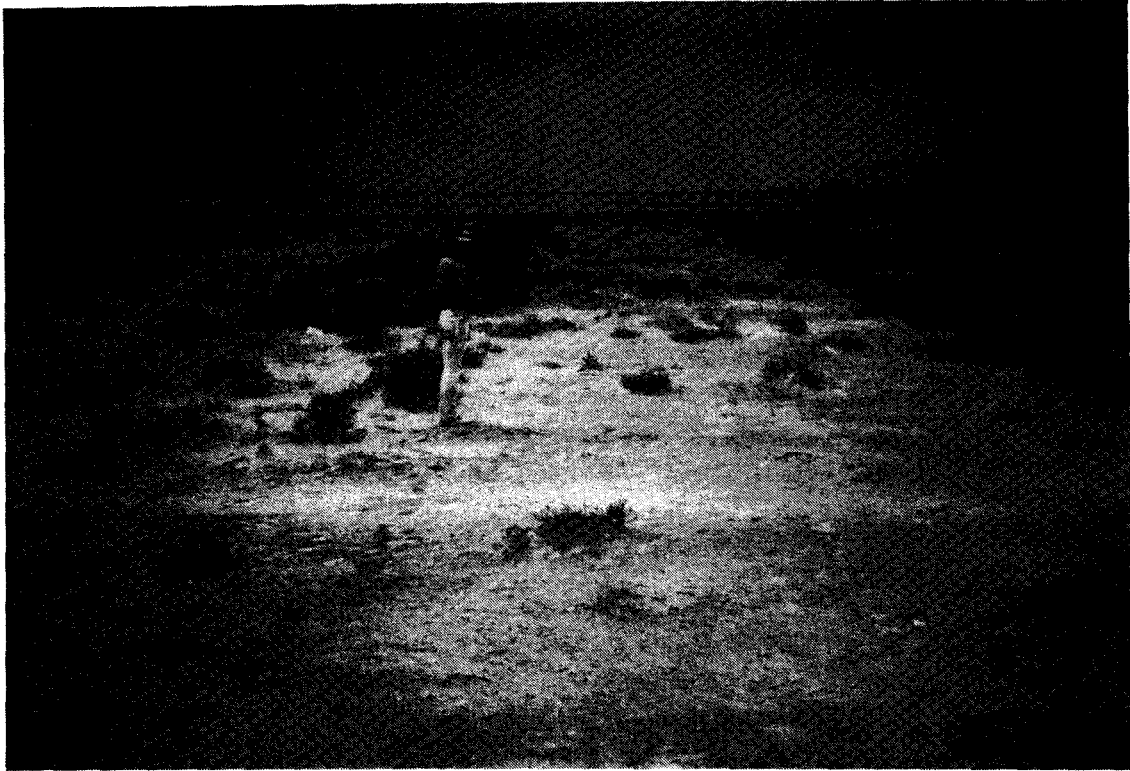


Photo 5 - Développement de Salsola baryosma sur bandes sous-solées en 1988 sur le site 2. (novembre 1989),

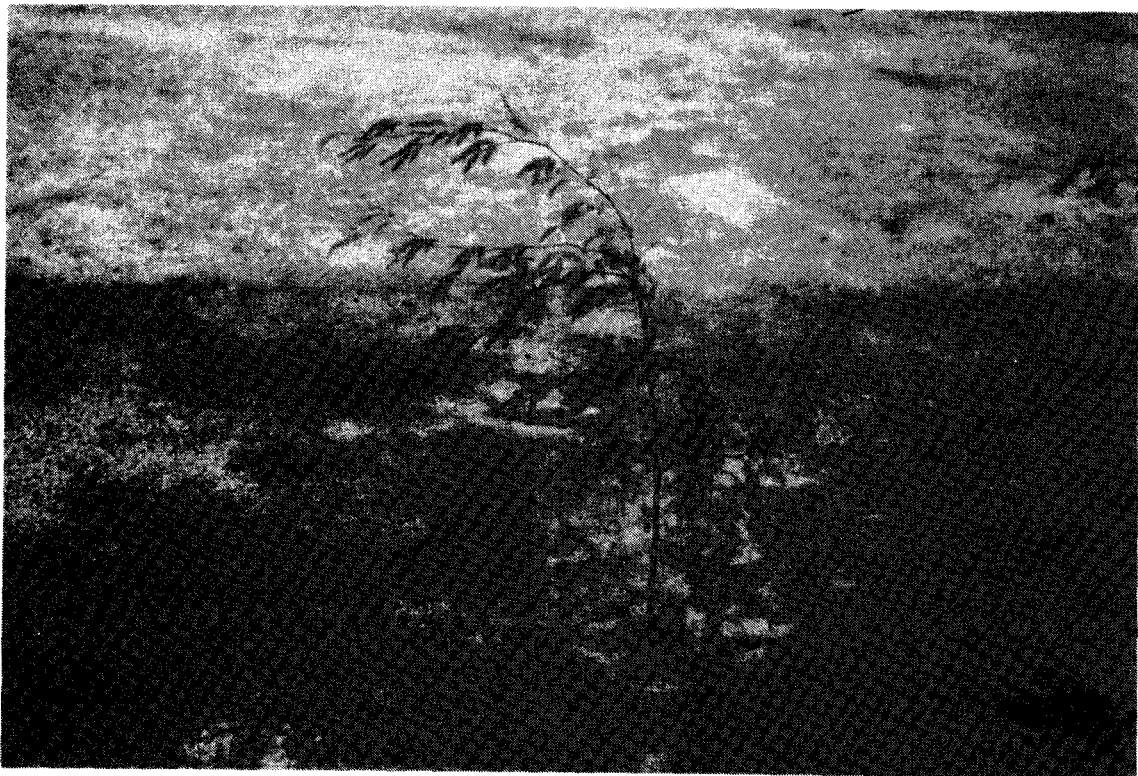


Photo 6 - Prosopis juliflora planté en 1988 sur le site 2. (novembre 1989),



Photo 7 - Paspalum vaginatum sur site n°3
(octobre 1988).

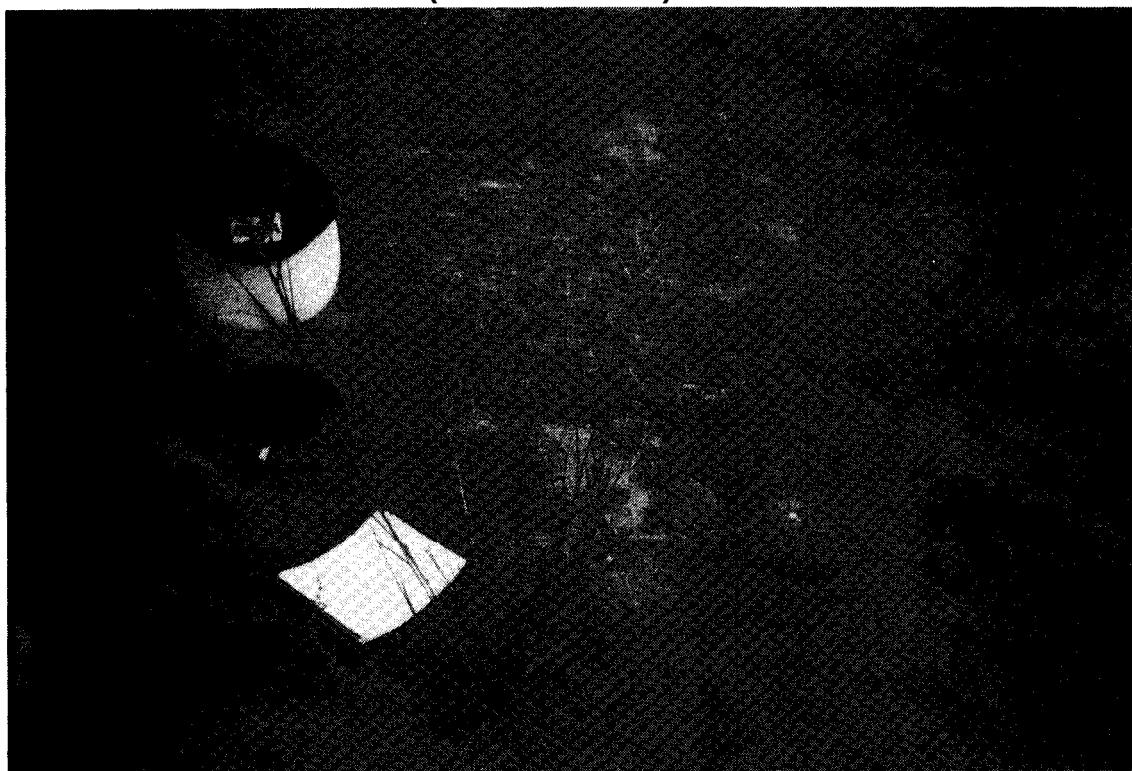


Photo 8 - Sporobolus robustus, éclat de souche planté en 1988
sur site n°2 (novembre 1989).

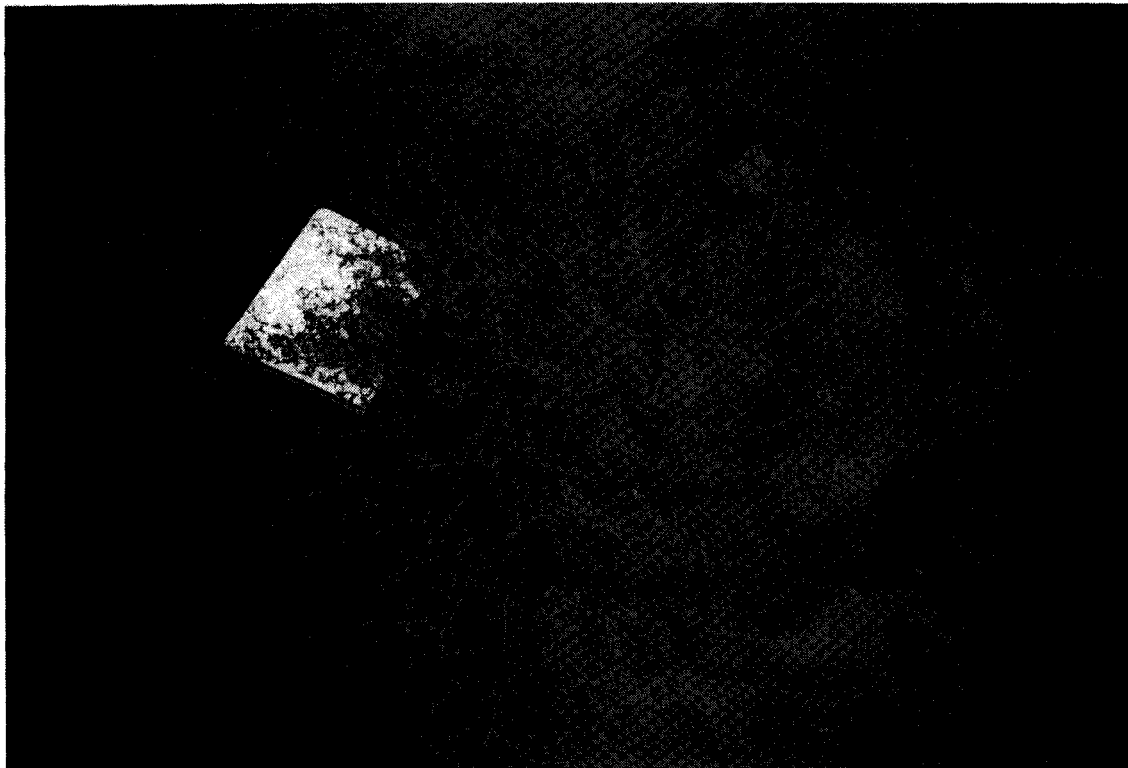


Photo 9 - Atriplex semibaccata, planté de 25 août 89,
sur le site 2. (novembre 1989).



Photo 10 - Andropogon gayanus
et Tephrosia purpurea sur
sillon de 1988 en haut
de pente de Diéri sur
le site 6 (novembre 1989).

Photo 11 - *Macroptilium lathyroides*
sur glacis de diéri
en site n°8 (octobre 1988).

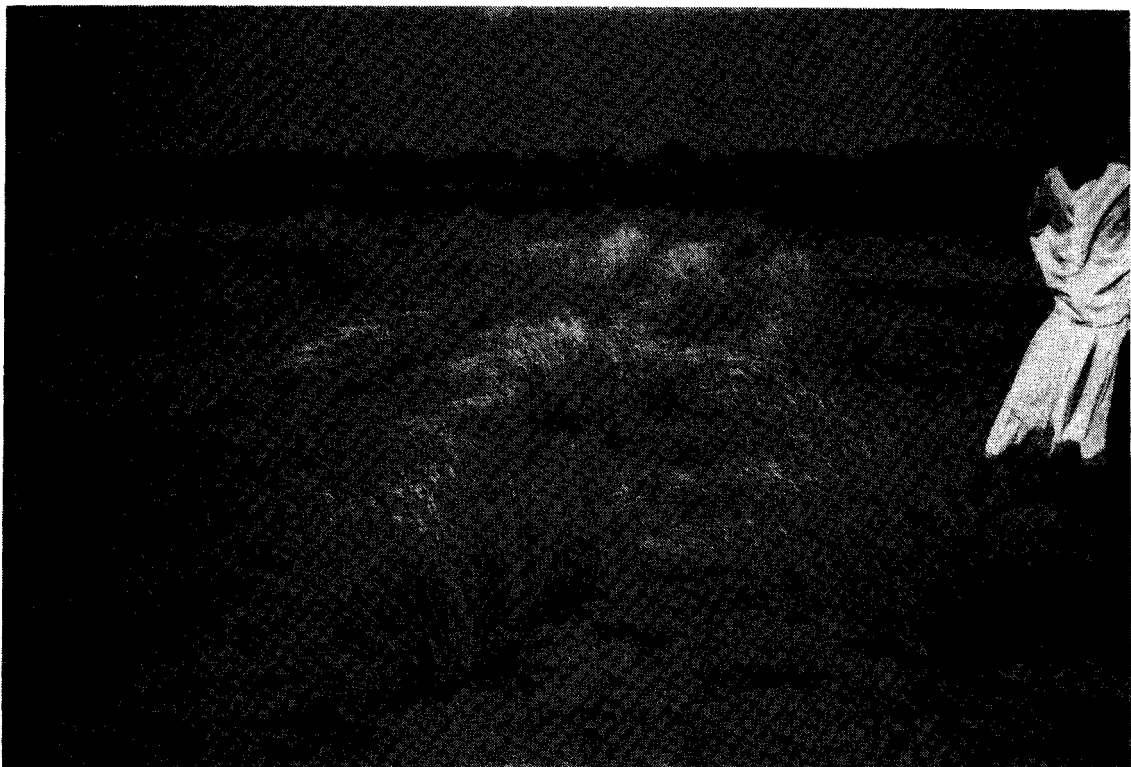


Photo 12 - Développement de *Schoenefeldia gracilis*
sur sous-solage de 1988 en terrasse de diéri
sur le site 8. (novembre 1989).

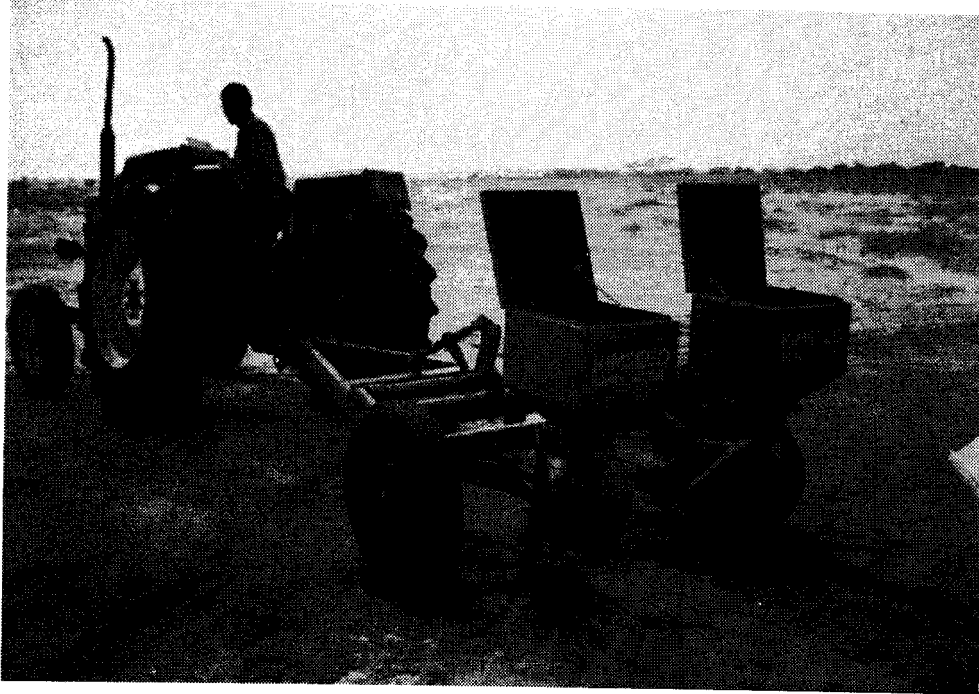


Photo 13 - Appareil de sursemis "Camel Pitter" de Kimseed.

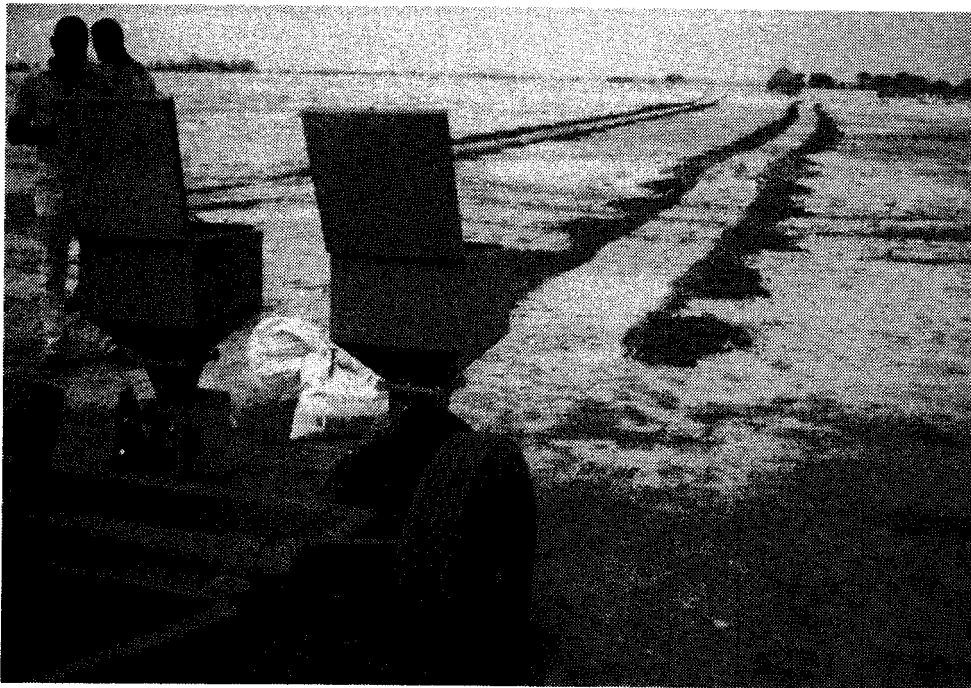


Photo 14 - Aller-retour de Camel Pitter montrant l'implantation des excavations. (juillet 1989).

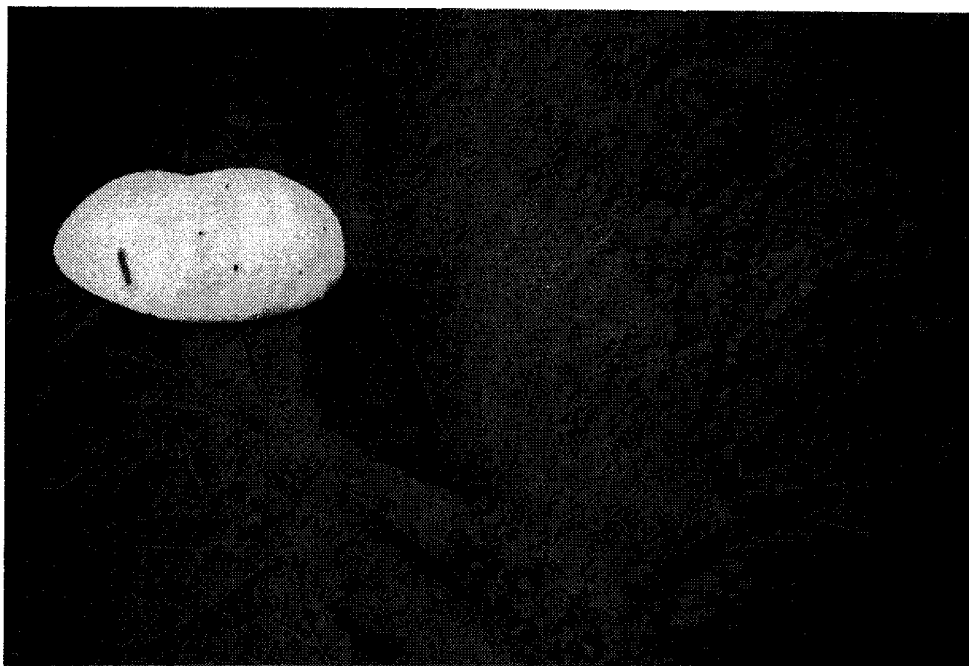


Photo 15 - Détail d'une excavation au Camel Pitter.
(Juillet 1989).

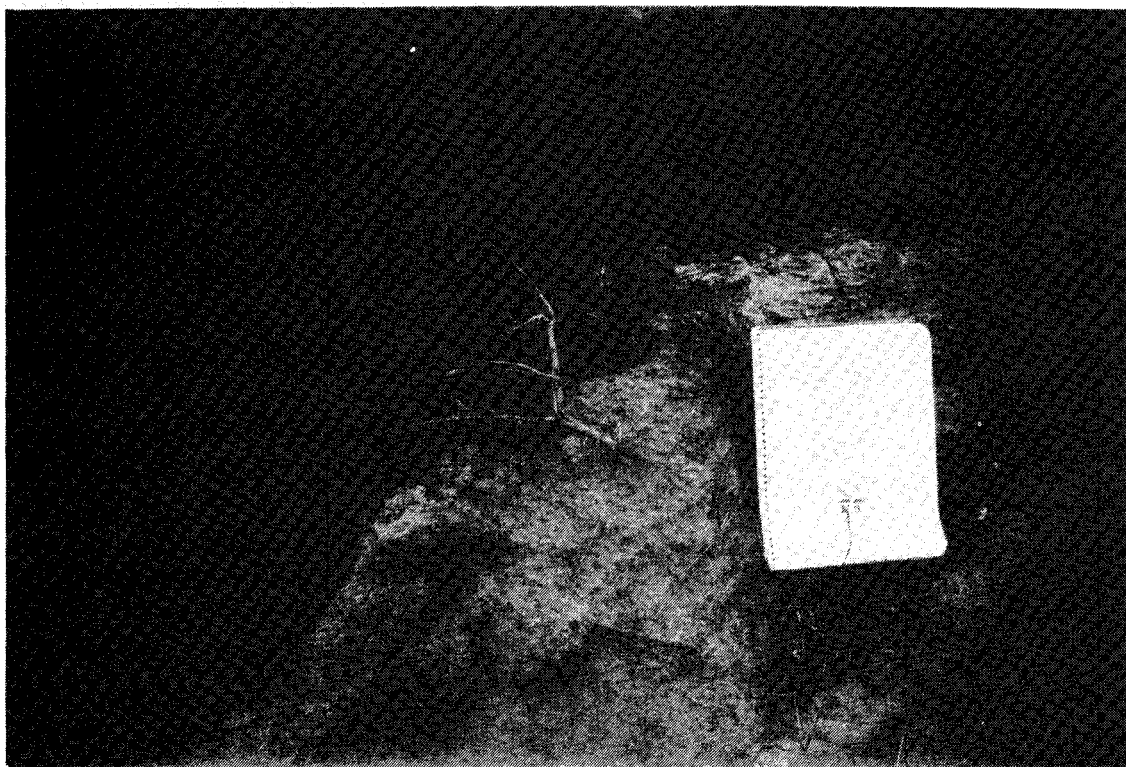


Photo 16 - Plant de Macroptilium lathyroides après sursemis
du 1er août sur le site 6. (novembre 1989).



Photo 17 - Faucardage des Cyperacées
et bouturage du bourgou sur site n°9 (juin 1988).

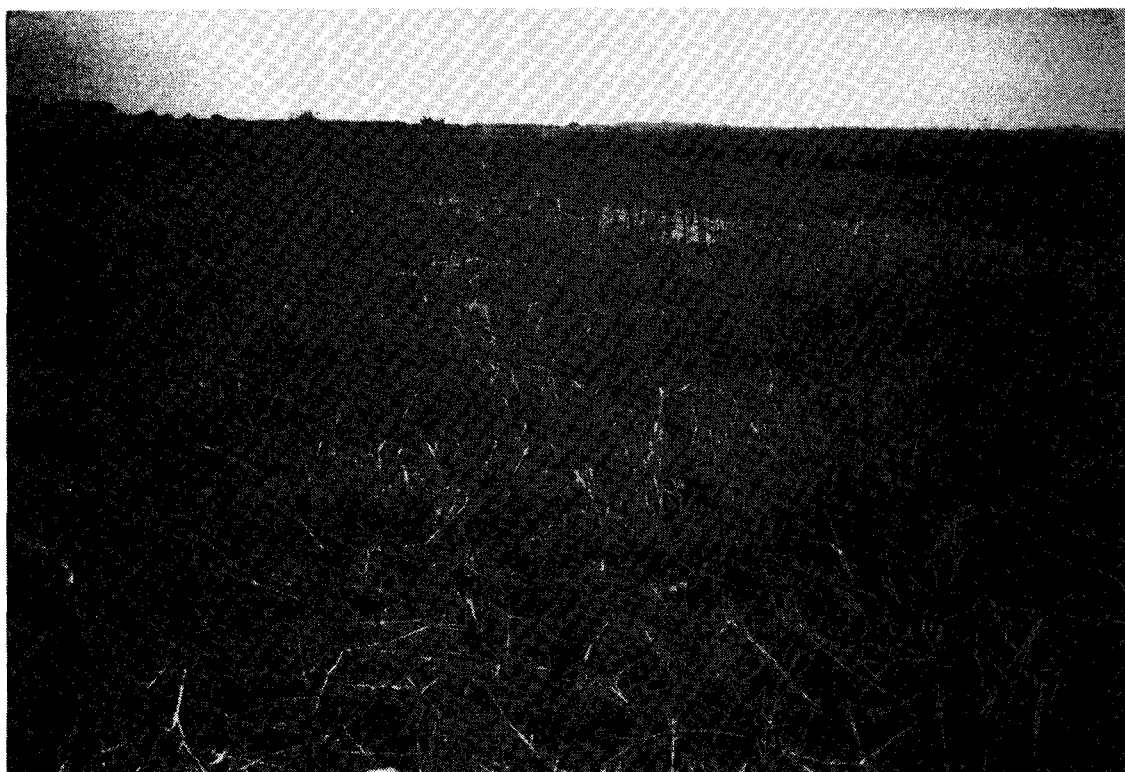


Photo 18 - Bourgoutière aménagée sur le site 9 à dominance de
Brachiaria mutica sur Echinochloa stagnina
et Vossia cuspidata. (novembre 1989).