

ANNEE 1974 - 1975

N° 14

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE MISE EN VALEUR
DE ZONES IRRIGUEES : LE CAS DU SAHEL**

THESE

Présentée et soutenue publiquement le 9 Juin 1975
devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie de DAKAR
pour obtenir le grade de DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

par

Nababa ABDOU

Né en 1948 à Maradi (Niger)

MEMBRES DU JURY

<i>Président :</i>	Marc SANKALE Doyen de la Faculté de Médecine et Pharmacie
<i>Rapporteur</i>	M. Ah. L. NDIAYE, Professeur à l'E.I.S.M.V,
	M. J. ROZIER, Professeur à l'E.I.S.M.V.
<i>Assesseurs</i>	Jean CHANTAL, Professeur à l'E. I. S. M. V.

ECOLE INTER - ETATS DES SCIENCES
ET MEDECINE VETERINAIRES DE DAKAR

ANNEE UNIVERSITAIRE 1974-1975

DIRECTEUR : Jean FERNEY

PERSONNEL ENSEIGNANT

1°) Personnel à plein temps

Jean FERNEY	Professeur	Pathologie médicale Pathologie de la reproduction
Pierre CUQ	Professeur	Anatomie - Histologie Embryologie
Jean BUSSIERAS	Professeur	Parasitologie - Zoologie
Jacques ROZIER	Professeur	Anatomie pathologique Hygiène des Denrées ali- mentaires d'origine animale
Jean CHANTAL	Maître de Confér.	Microbiologie - Immunologie Pathologie infectieuse
Ah. Lamine NDIAYE	Maître de Confér.	Zootechnie - Alimentation
Alassane SERE	Maître - Assistant	Physiologie - Thérapeutique

2°) Personnel vacataire

Oumar SYLLA	Professeur Fac. Pharmacie	Pharmacie
Jacques JOSSELIN	Professeur Fac. Pharmacie	Biochimie

Humbert GIONO-BARBER	Professeur Fac. Pharmacie	Pharmacodynamie
Georges GRAS	Maître de Confér. Fac. Pharmacie	Toxicologie
Guy MAYNART	Maître - Assistant Fac. Pharmacie	Botanique
Madické NIANG	Assistant Fac. Lettres	Bioclimatologie
René NDOYE	Chargé d'Enseign. Fac. Médecine	Biophysique
Jean-Claude LEPRUN	Chargé de Recherches O.R.S.T.O.M.	Agronomie
Mamadou BATHILY	Chargé d'Enseign. Fac. Sciences Juridiques et Econ.	Droit

3°) Personnel en mission

Michel FONTAINE	Professeur E. N. V. LYON	Pathologie Médicale
Marcel THERET	Professeur E. N. V. ALFORT	Zootechne - Productions Animales
André CAZIEUX	Professeur E. N. V. TOULOUSE	Pathologie chirurgicale
Mme BURGAT-SACAZE	Maître de Conf. E. N. V. TOULOUSE	Biochimie Vétérinaire
Robert BOIVIN	Maître de Conf. E. N. V. LYON	Physiologie

"Par délibération la Faculté et l'Ecole ont décidé que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'entendent leur donner aucune approbation ni improbation".

A mon PERE et à ma MERE

En témoignage des valeurs morales et sociales que vous nous avez sans cesse enseignées et des sacrifices consentis à notre endroit.

Il y a des sentiments que les mots sont impuissants à traduire. Cependant, veuillez trouver ici l'expression de mon solide attachement filial.

A mes FRERES et à ma SOEUR : Laouali, Amadou, Sani,
Maimouna et Salissou

Afin que règne à jamais l'esprit fraternel qui nous anime.
Puisse ce travail être une incitation à mieux faire.

A mes AMIS : Tassiou Laouali, Salifou Ango,
Magagi Daga, Daouâda Balla, Mani Ali.

Pour que vivent et se consolident davantage au fil du temps les liens sacrés qui se sont tissés entre nous.

A tous mes CAMARADES

Meilleurs souvenirs.

A notre MAITRE Ah. Lamino NDIAYE

Vous nous avez aimablement et inlassablement guidé dans cette modeste étude.

Nous retenons de vous le sérieux au travail et la recherche à toujours mieux faire.

Veillez trouver ici l'expression de nos sentiments profonds d'admiration et de nos vifs remerciements.

A tous nos MAITRES d'Ecole

Nos hommages reconnaissants.

A tous CEUX qui nous ont aidés dans la réalisation de cette thèse, nous adressons nos sincères remerciements.

Au F. E. D.

Notre gratitude.

A tous nos AINES du NIGER

Pour une collaboration franche.

A tous les PEUPLES COURAGEUX DU SAHEL

Avec l'espoir ferme que la sécheresse sera désormais combattue énergiquement et que, une politique agricole aidant, le spectre de la famine disparaîtra à jamais.

A nos JUGES :

Monsieur le Professeur Marc SANKALE

Doyen de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar,

Vous nous avez fait l'insigne honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.

Soyez assuré de notre profonde reconnaissance et notre hommage respectueux.

Monsieur le Professeur Jacques ROZIER

Vous avez accepté aimablement de faire partie de notre jury de thèse.

Votre méthode dynamique d'enseignement nous demeure toujours à l'esprit.

Toute notre gratitude.

Monsieur le Professeur Jean CHANTAL

Vous avez bien voulu participer à notre jury de thèse.

Votre dévouement à la tâche n'a d'égal que la clarté et la richesse de votre enseignement.

Notre grande reconnaissance.

INTRODUCTION

=====

Dans les pays du Sahel, l'alimentation du bétail est assurée essentiellement par les pâturages naturels.

Or ces pâturages, d'une saison à une autre et d'une année à l'autre, subissent de grandes variations qualitatives et quantitatives. En effet, le tapis végétal est surtout lié aux facteurs climatiques, et plus spécialement à la pluviométrie.

De plus, dans le Sahel (voir carte n° I p. 3), il s'est déroulé, une succession d'années de sécheresse avec un déficit pluviométrique très important. Il en est résulté une famine sans précédent accompagnée de tout son cortège de malheurs, notamment :

- une mortalité considérable tant sur le plan animal que sur le plan humain. Les pertes animales, particulièrement élevées, atteignent plus de 80 p.100 dans certains endroits. En moyenne, ces pertes sont estimées à 50 p.100 et les animaux rescapés présentent une dépréciation telle qu'ils sont des non-valeurs économiques.

- un effondrement de l'économie nationale de ces pays à vocation essentiellement agro-pastorale. Citons pour exemple le cas du Sénégal où "en 1971, le taux de couverture des importations par les exportations a atteint son plus bas niveau depuis l'indépendance" (32). La balance commerciale des pays sahéliens est largement déficitaire depuis cette sécheresse.

D'aucuns pensent que ce phénomène de sécheresse admet des variations cycliques. Tels les songes du pharaon interprétés par Joseph : "je vois sept vaches grasses que mangent sept vaches maigres (et je vois) sept épis verts et sept épis desséchés (Coran). Trouver une périodicité dans ce phénomène climatique aurait été d'un très grand intérêt, car cela permettrait de prévoir et de prévenir les conséquences catastrophiques. Malheu-

reusement ou heureusement, les chercheurs météorologues affirment que, "si on excepte le cycle évident des variations saisonnières, cycle dont le mécanisme physique est parfaitement connu, il est actuellement impossible de se prononcer pour ou contre l'existence des cycles climatiques et encore moins de pouvoir en mesurer les effets et d'en prévoir les conséquences".

Quoi qu'il en soit, il convient de pallier ces aléas climatiques en mettant la technique moderne au service de la politique de l'eau. En effet, "il ne faudrait pas que cela s'arrête une fois les hommes sauvés de la famine. Il faut les aider à recréer une situation normale plus digne d'un homme, leur donner les moyens de produire eux-mêmes tout ce qu'il leur faut, on sorte qu'ils n'aient pas besoin de tendre la main chaque fois pour demander à manger" (12). Il s'agit de parvenir à la maîtrise véritable de l'eau. C'est dans ce sens qu'il y a eu quelques essais de "pluie artificielle" dont la technique est aujourd'hui trop aléatoire et très coûteuse.

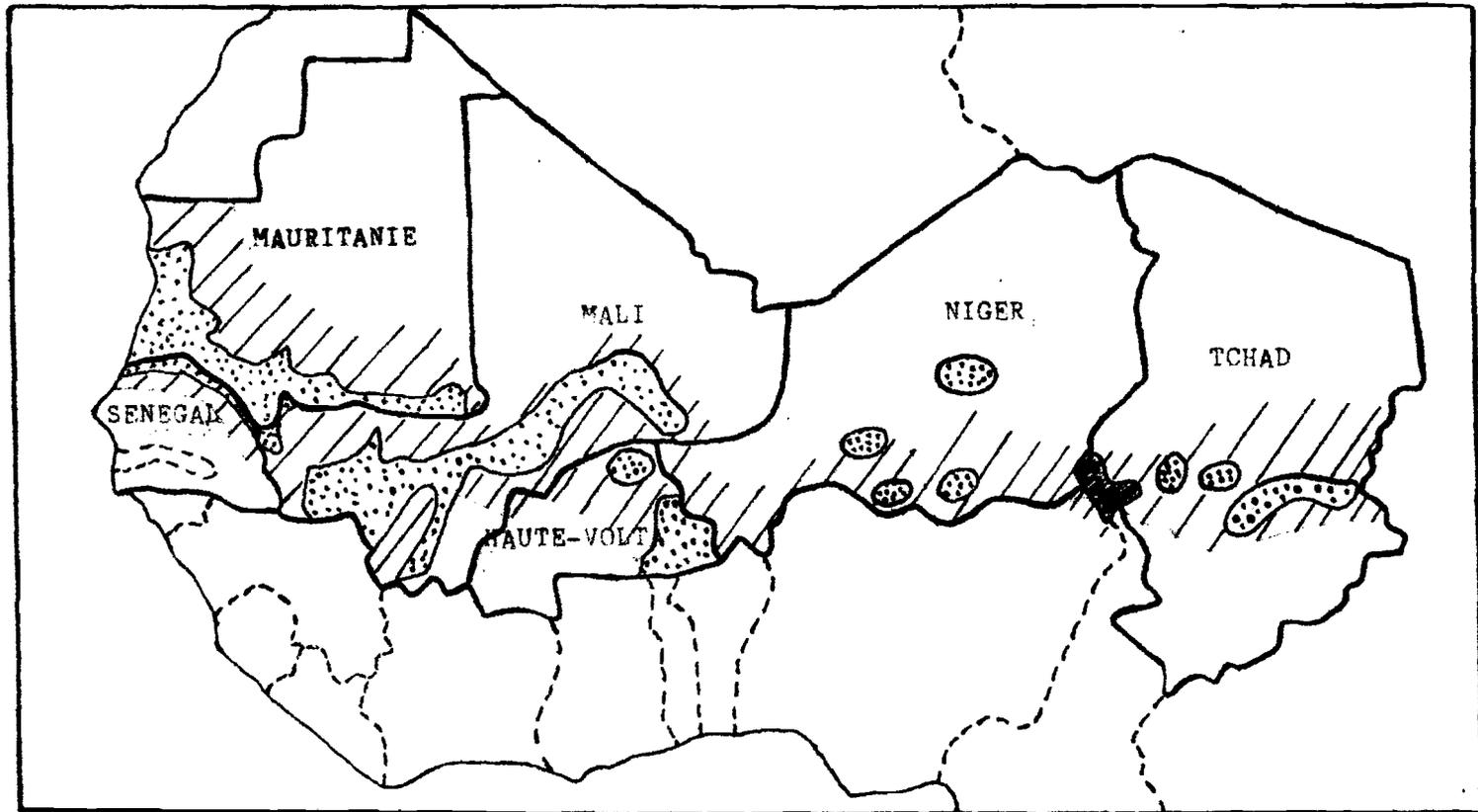
* La solution doit être recherchée dans l'irrigation qui est seule en mesure de pallier efficacement, à moyen et à long terme, les aléas climatiques de la zone sahélienne, d'assurer la sauvegarde vivrière des populations et de promouvoir une agriculture intonso.

En matière d'irrigation, il existe quelques réalisations sous formes d'aménagements hydro-agricoles dans les pays du Sahel et les projets sont nombreux. Nous n'en retenons pour preuve que le cas du Niger (Figure n° I à la page 4). Le goulot d'étranglement se situe au niveau du financement de ces entreprises.

L'élevage fait figure de parent pauvre vis-à-vis de l'agriculture sur les périmètres irrigués actuellement. Le but fondamental de notre étude est l'introduction nécessaire de l'association agriculture-élevage, association symbiotique, pour un meilleur développement des activités rurales dans les zones irriguées.

La présente étude comprendra deux parties :

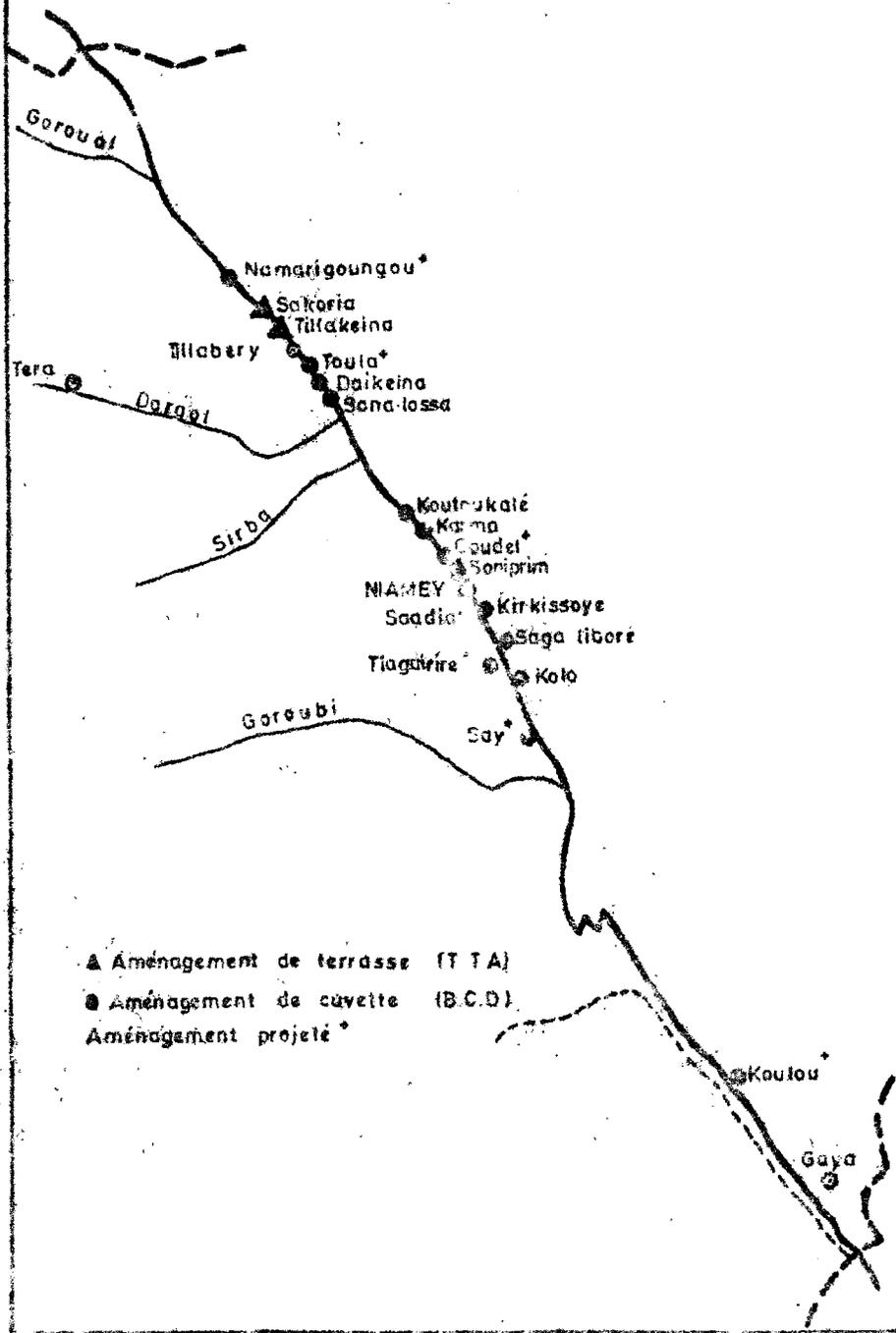
la première traitera des caractéristiques d'un aménagement hydro-agricole, la seconde sera consacrée à l'exploitation des périmètres irrigués sur la base de l'association harmonieuse agriculture-élevage et à quelques exemples de mise en valeur.



Regions sinistrées Regions où le bétail est le plus touché

Carte n° I : LA ZONE SINISTREE DU SAHEL
(CERES ; Juillet - Août 1973 ; 6 ; (4))

VALLEE DU NIGER



ADER-DOUTCHI

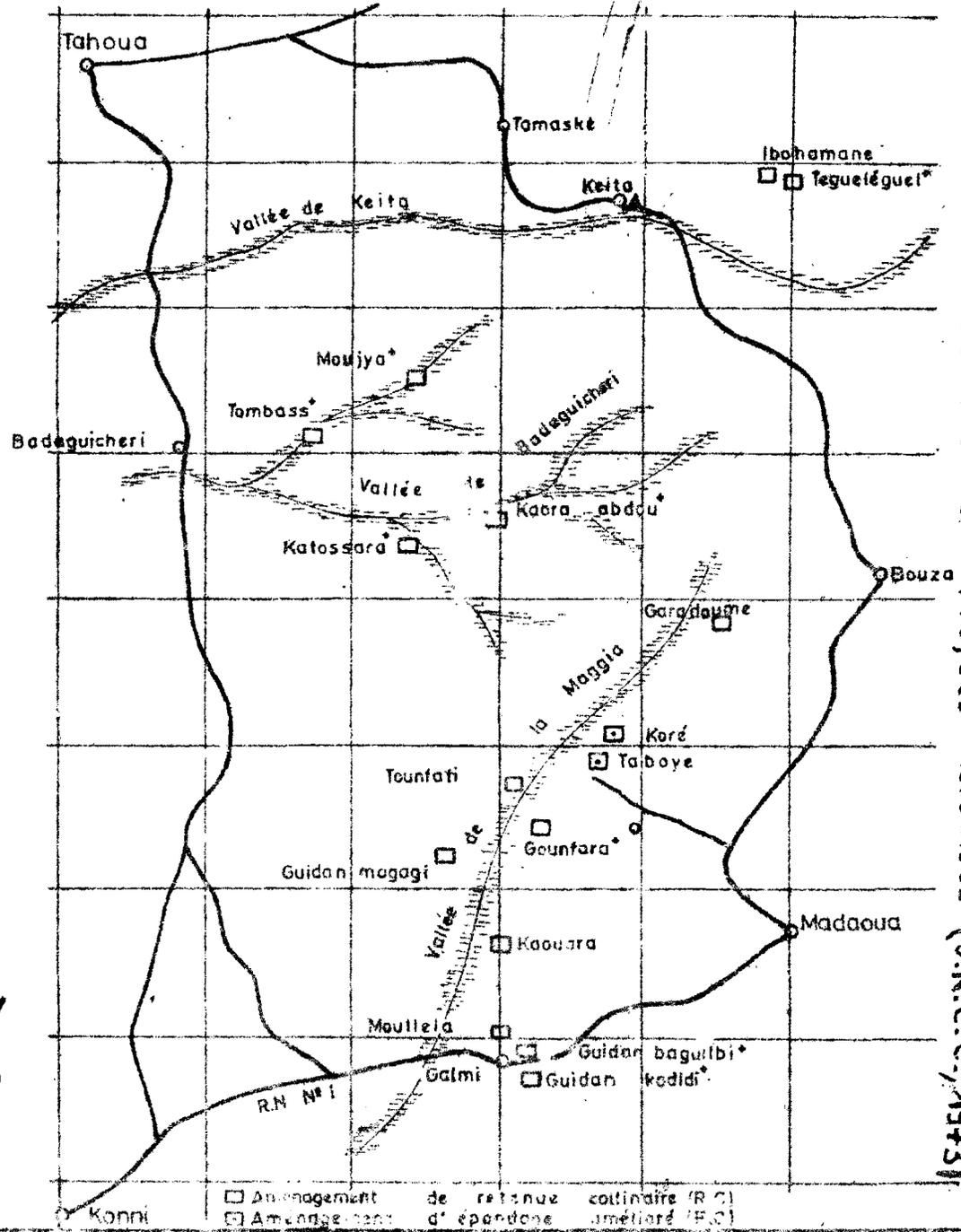


Fig. N° 1. LES AMENAGEMENTS HYDRO-AGRICILES AU NIGER

Réalisations et Projets 1973-1982 (U.N.C.C., 1973)

PREMIERE PARTIE : CONSIDERATIONS GENERALES EN MATIERE
D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE

Cette partie comprendra deux chapitres.

Le premier chapitre fera état, d'une manière générale, de l'importance de l'eau chez les végétaux et de la technique d'irrigation.

Le second définira les conditions indispensables à réunir pour l'introduction de la technique d'irrigation dans les pays du Sahel.

CHAPITRE I - LE PROBLEME DE L'EAU EN AGRICULTURE

Dans les pays sahéliens, l'agriculture étant soumise totalement au cycle saisonnier des pluies, combien incertain, les productions agricoles sont aussi maigres que précaires. Dans ces régions arides, sans cesse menacées par la famine, l'approvisionnement en eau est la condition sine qua non d'une production agricole, suffisante et continue.

1 - La plante et l'eau

L'eau est fondamentale pour la nutrition donc le développement de tous les organismes vivants, et notamment les végétaux.

Au niveau de la plante, l'eau se trouve sous deux rapports :

- l'eau de constitution faisant partie intégrante du corps végétal. Ainsi les tissus végétaux, en raison de la grande quantité d'eau intimement liée qu'ils renferment, constituent une masse aqueuse, véritable plasma au milieu duquel se déroulent les phénomènes biologiques essentiels à la vie.

- l'eau de végétation qui sert de véhicule aux éléments nutritifs. Car l'eau constitue le plus puissant des dissolvants.

Les plantes renferment des proportions importantes d'eau, mais variables selon les espèces végétales. Certaines en contiennent jusqu'à 94 p.100.

1.1 - Origine de l'eau utilisée par la plante

La plante absorbe l'eau par ses organes souterrains (racines) ; elle puise donc son eau des réserves hydriques du sol qui varient en fonction de la teneur en argile et de sa profondeur. Ces réserves sont alimentées par les précipitations atmosphériques. Mais, il faut tenir compte de l'évaporation propre du sol très intense dans le Sahel, évaporation qui diminue notablement les disponibilités en eau.

Le système racinaire et sa profondeur de pénétration sont déterminants, s'agissant de l'absorption d'eau, et d'importance variable suivant les plantes.

On sait que les plantes transpirent, c'est-à-dire que la quasi-totalité de l'eau que les racines absorbent est rejetée sous forme de vapeur, quelquefois sous forme liquide, par les organes aériens; une très faible partie est métabolisée (18).

Si l'absorption de l'eau par les racines est insuffisante ou la transpiration des organes aériens supérieure à cette absorption, un déficit en eau apparaît dans la plante qui flétrit. La photosynthèse, c'est-à-dire le processus de croissance, est arrêtée et lorsque ces conditions se prolongent la plante meurt.

L'utilisation de l'eau par la plante peut être appréciée par la notion d'efficacité hydrique, c'est-à-dire la quantité de matière sèche élaborée pour une consommation d'eau définie (en grammes de M.S.* par gramme d'eau par exemple). Cette efficacité de l'eau n'est pas constante et varie selon les espèces, les variétés, le type de couvert végétal et la phase du cycle végétatif.

* M.S. : Matière Sèche.

D'une manière très générale, les travaux de physiologistes ont montré qu'il existe une opposition entre l'intensité de la photosynthèse et l'économie d'eau.

Il est alors évident que la plante possède des exigences hydriques qu'il est indispensable de satisfaire pour qu'elle se développe convenablement.

1.2 - Besoins en eau de la plante

Les plantes ont des besoins en eau fort importants et très variables suivant leurs espèces. De plus, pour une même plante, ces besoins varient d'une année à l'autre, selon le stade du cycle végétatif, en fonction des conditions météorologiques locales (température, hygrométrie de l'air, vent), de la surface foliaire et de la disponibilité de l'eau.

La non-satisfaction de ces besoins engendre des troubles plus ou moins graves suivant sa durée, le degré de résistance de la plante à la sécheresse et la phase du cycle végétatif.

Ainsi donc, chaque plante a besoin d'un minimum d'eau assez élevé pour se développer. Ce minimum dépend :

- des conditions pédologiques
- des conditions climatiques en cours de végétation. Car la plus

grande partie de l'eau dont a besoin une plante est en relation avec la transpiration et à l'évaporation.

Ces besoins peuvent être calculés et plusieurs formules, utilisant la notion d'évapo-transpiration potentielle, c'est-à-dire la somme de l'évaporation du sol et de la transpiration des plantes dans une culture convenablement alimentée en eau, ont été proposées par BLANEY et GRIDDLE (U.S.A.), THORNTON (U.S.A.), PENMANN (Grande-Bretagne), TURC et BOUCHET (France) etc...

Retenons à titre d'exemple la Méthode de BLANEY et GRIDDLE (23) : les besoins en eau d'une plante sont en réalité la composante de deux besoins élémentaires principaux :

- évapo-transpiration de l'ensemble composé de la plante et de la nappe d'eau ;
- percolation de l'eau d'inondation dans le sol qui peut varier énormément suivant les conditions de perméabilité du sol et de la nappe phréatique.

Les besoins en eau dus à l'évapo-transpiration sont souvent calculés à partir de la formule suivante :

$$Et = \frac{K}{100} (45,7 Tc + 813) P \%$$

Et : évapo-transpiration pendant une période déterminée (en mm).

K : coefficient cultural variable en fonction des régions plus ou moins arides.

Tc : température moyenne pendant la période considérée (en degrés centigrades).

P %: pourcentage de durée du jour moyen par rapport à la moyenne de durée du jour pour l'année entière.

L'abaque à la page 11, présenté par M. GUYON dans le "Bulletin Technique du Génie Rural" et dans "Techniques Rurales en Afrique ; Octobre 1964" permet de déterminer aisément l'évapo-transpiration potentielle par la méthode de BLANBY et GRIDDLÉ.

De plus, il faut tenir compte surtout des pertes par percolation ; ANGLADETTE donne quelques ordres de grandeurs de pourcentage de ces pertes dans le tableau I établi pour le riz aux Etats-Unis d'Amérique:

Nature des Pertes	Nature des Sols		
	Légers	Moyens	Lourds
Par ruissellement sur la rizière	2 %	15 %	30 %
Par percolation sur la rizière	40 %	10 %	5 %
Dans les canaux	15 %	8 %	2 %

Tableau n° I : Pourcentage des pertes (U.S.A.)

Approximativement, d'après ANGLADETTE, on peut compter une percolation journalière de 1 à 2 mm sur les sols argileux, 2 à 3 mm pour les sols limoneux et 3 à 6 pour les sols sablonneux.

Enfin, pour obtenir les besoins en eau par mois dans une région donnée, il faut déterminer : dans un premier temps l'évapo-transpiration (Et) et la plus petite pluviométrie (P) mensuelle de fréquence 1 année sur 4, et on calcule Et-P ; puis l'on divise ce chiffre par un coefficient variant de 0,4 à 1 appelé efficience de l'irrigation qui intègre les pertes en eau diverses.

Citons l'exemple de calcul de besoins en eau pour les rizières de Kolda en Casamance :

$$Et = \frac{K}{100} (45,7 t + 813) P \%$$

$$K = 1,1$$

$$Et \text{ (en mm)} = 0,2794 (1,8 t + 32) P \%$$

Les besoins mensuels moyens sont résumés dans le tableau II suivant (pour la région de Kolda) :

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
T °C	24,2!	26,8!	29,5!	30,8!	31,3!	29,5!	27,4!	26,8!	27,2!	27,8!	27,1!	24,1
P %	7,7!	7,9!	8,2!	8,4!	8,7!	8,9!	8,9!	8,7!	8,4!	8,1!	7,9!	7,7
Et mm	161	177	196	206	214	212	202	195	190	186	179	162
P mm	0	0,3!	0	0	19,6!	149,2!	255,7!	398,8!	302,7!	115,6!	11,5!	0,5
Et-P mm	161	176,7!	196	206	194,4!	62,8!	0	0	0	70,4!	167,5!	161,5
$\frac{Et-P}{0,75}$ m ³	2145	2357	2617	2743	2591	837	0	0	0	938	2235	2153
BESOINS TO- TAUX	9 862 m ³ /ha Riz précocce de contre saison					888 m ³ /ha Riz de saison						

Tableau n° II : Besoins en eau dans les régions de Kolda (MAYER J. et BONNEFOND R. S.A.S. ; 1973.)

- = température moyenne mensuelle en degré Celsius
- p % = durée d'éclairement en %
- Et = évaporation mensuelle en mm
- P = pluviométric mensuelle en mm
- Et-P = besoin en eau du riz en mm
- $\frac{Et-P}{0,75}$ = besoins en eau d'irrigation par ha et par mois en m³ (pour une efficience de 0,75)

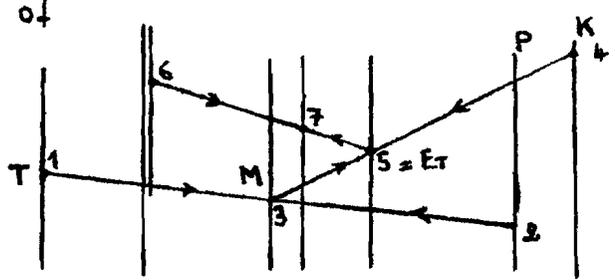
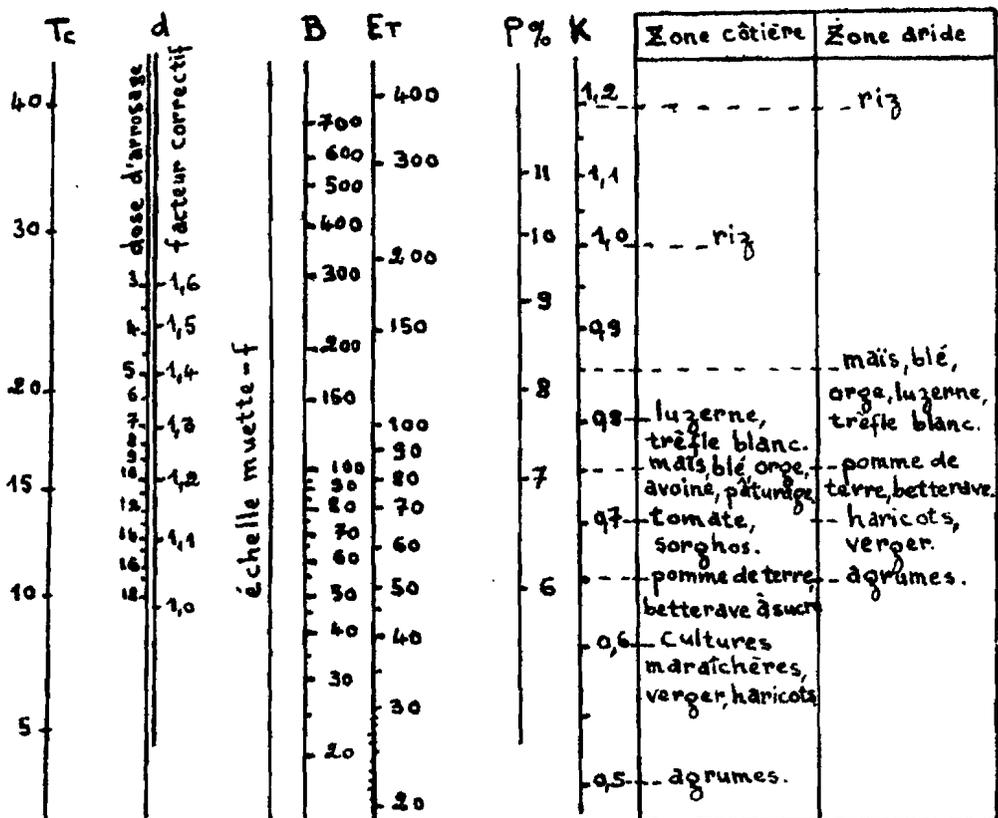


Schéma d'utilisation

Données :

- Tc : température moyenne mensuelle
- P% : % durée d'éclairement
- K : coefficient cultural
- d : dose d'arrosage

Résultats :

- Et : évapotranspiration
- B : besoins en eau d'irrigation mensuels

En général, la couverture de besoins en eau des plantes est assurée naturellement par les pluies. Il faut que ces pluies soient non seulement suffisantes mais aussi régulièrement réparties pour que les plantes ne souffrent nullement et ainsi se développent normalement.

Si la pluviométrie et sa répartition dans le temps sont satisfaisantes, il s'établit une sorte d'équilibre entre les apports et les besoins en eau des plantes. Or, dans le Sahel la pluviosité étant incertaine, cet équilibre est sans cesse menacé.

Il convient alors de recourir à la notion d'irrigation dont le but essentiel est d'éviter à la plante un déséquilibre entre les besoins et les apports en eau.

2 - L'irrigation

2.1 - Définition

L'irrigation est définie, dans l'Encyclopédie internationale des Sciences et des Techniques (1), comme "un apport artificiel d'eau à une culture dans le but d'obtenir une production plus importante et plus régulière". En d'autres termes, il s'agit de subvenir correctement aux besoins en eau des plantes pour leur permettre un meilleur développement.

La pratique de l'irrigation est certainement aussi ancienne que l'agriculture. Dès l'antiquité, ses applications les plus importantes se situèrent dans l'Egypte des Pharaons avec les canaux et barrages pour régulariser les inondations du Nil, dans la Mésopotamie avec les dérivations du Tigre et de l'Euphrate, en Chine avec les dérivations du Yang-Tsen-Kiang et du Hoang Ho pour irriguer des rizières.

Notre époque voit, sous la pression démographique, un nouvel essor de techniques d'irrigation dans l'Inde, la Chine, l'Egypte (haut barrage d'Assouan), l'Espagne, l'Italie et l'Afrique du Nord.

En Afrique noire, l'irrigation est mal connue. Par conséquent, elle peut y trouver un champ fécond, d'abord d'investigation puis d'application, car les potentialités n'y manquent pas.

En matière d'irrigation, on distingue :

- l'irrigation de complément ou d'appoint au cours de la saison de pluies,

- l'irrigation intégrale pendant la saison sèche dans le but de faire une culture de contre-saison.

Il est évident que l'irrigation présente deux avantages majeurs qu'indique Etienne G. (13) : garantie en cas d'insécurité de pluies et récolte additionnelle dans la même année ; il s'en ajoute un troisième : une terre bien humidifiée réagit beaucoup plus fortement aux engrais chimiques que les sols mal irrigués ou pas irrigués du tout.

2.2 - Bases de l'irrigation

2.2.1 - Les procédés de captage de l'eau

L'eau d'irrigation connaît deux sources possibles :

- les eaux de surface comprenant les fleuves, les rivières, les lacs et les mares. Mais, seuls les cours d'eau permanents présentent à cet égard un intérêt.

- les eaux souterraines : en partant des plus profondes, MAYER (J) (22) donne le classement suivant :

- les nappes souterraines fossiles
- les nappes phréatiques ou alluviales
- les nappes d'inferoflux.

L'évaporation étant très intense dans les régions sahéliennes, elle exerce alors une action néfaste sur ces sources en eau en abaissant l'avantage qu'on pourrait en tirer.

De plus, il existe une relation directe entre la pluviométrie et ces deux sources. Ainsi la sécheresse que l'on a vécu, a eu de sérieuses répercussions sur les ressources en eau, entraînant, d'une part, un déficit du débit moyen annuel des divers fleuves tropicaux africains égal ou supérieur à 30 p 100 (voir le tableau III à la page 14) et, d'autre part, un abaissement notable du niveau des nappes phréatiques. Un autre effet important à souligner est la nette variation du débit maximal (voir le tableau IV à la page 15) qui permet, après le retrait de l'eau, de cultiver la vallée du fleuve en certains endroits.

Il est clair que ces deux facteurs naturels que sont l'évaporation et la sécheresse, diminuent considérablement les disponibilités en eau.

Fleuve	Durée de la période de (1)	Débit moyen annuel sur (1)	Débit moyen 1972	Déficit 1972 par rapport à la moyenne
Sénégal à Bakel	68 années	764m ³ /S	264m ³ /S	65 %
Niger à Koulikoro	66	1 540	1 080	30
Volta noire	19	37	17	54
Niger à Niamey	44	1 010	647	36 (2)
Logone à Laï	25	506	241	45
Chari à N'Djaména	37	1 280	578	55
Sanaga à Edea	30	2 070	1 440	30
Sangha à Ouesso	22	1 800	1 270	30
Ouabi Schebelli	-	27	22	18

(2) Valeur sous-estimée par suite du décalage de l'hydrogramme par rapport à Koulikoro.

Tableau n° III : Comparaison des débits moyens de divers fleuves tropicaux africains

(ROCHE M. ; Techn. et dev. ; Nov.-Déc. 1973 ; (10)).

Station	Durée de la période (1)	Moyenne des maximum sur (1)	Maximum 1972
Sénégal à Bakel	68 années	4 770 m ³ /S	1 340 m ³ /S
Gambie à Goulombo		790	117
Niger à Koulikoro	66	6 260	3 680
Niger à Niamey	36	1 860	1 550
Volta Noire à Nwokuy	14	105	49
Chari à F'Djama	37	3 450	1 430
Logone à Moundou	24	2 550	964
Oubangui à Bangui	60	10 500	9 200 (2)
Ouabi Schebelli à Malca			
Uacana	6	150	106

(2) Fréquence sensiblement décennale

Tableau n° IV : Comparaison des débits maximaux pour divers fleuves tropicaux africains

(ROCHE M. ; Techn. et dev. ; Nov.-Déc. 1973 ; (10).)

La technique d'irrigation consiste à déterminer les normes d'utilisation de l'eau et à élaborer l'équipement nécessaire à sa réalisation.

Suivant l'état de l'eau, les procédés de captage varient. Pour les eaux de surface, on distingue :

- la prise au fil de l'eau : elle consiste à faire une dérivation d'un cours d'eau ; mais il faut que celui-ci ait un débit régulier et un courant assez fort.

- le pompage : c'est l'installation d'un groupe moto-pompe dans un cours d'eau. Son délai d'exécution étant bref, ce procédé mérite l'attention. Nous y reviendrons plus loin.

- le barrage : d'après l'Encyclopédie internationale des Sciences et des Techniques (1) "un barrage est un ouvrage d'art édifié pour former un obstacle en travers du lit d'un cours d'eau, en vue de créer, par relèvement du niveau d'amont du plan d'eau, soit une retenue, soit une réserve d'eau". Il nécessite de travaux gigantesques, coûteux, et, à la base, une étude géologique, hydrogéologique et géotechnique.

Pour les eaux souterraines, on pense généralement qu'il n'y a qu'une seule voie d'accès : le forage muni d'un dispositif de pompage ; mais le barrage souterrain est aussi possible.

La réalisation d'un barrage constitue une opération de très longue haleine et trop d'exemples confirment l'inévitable lenteur du progrès dans cette voie, aussi il ne semble pas, qu'à court terme, il faille chercher les remèdes de ce côté. Il faut concevoir à long terme les projets de barrages qui certes présentent plusieurs avantages : en plus de l'irrigation à grande échelle, il y a la prévention des inondations et la production d'énergie hydro-électrique indispensable dans l'industrie et rentable dans l'agriculture.

Compte tenu des délais de réalisation des barrages et de leur coût, l'option en faveur de travaux simples d'irrigation par pompage s'impose, à court terme, pour faire face à la situation que nous vivons au Sahel.

Mais à vrai dire, l'alternative ne se pose pas en terme de choix entre deux méthodes, deux techniques ; il s'agit essentiellement de déve-

lopper une localité donnée à partir de ses ressources naturelles et de ses potentialités en eau.

La carte n° II à la page 20, indique les biefs fluviaux et les nappes souterraines qui peuvent être économiquement exploitables dans la zone sahélienne.

Il s'agit à partir du coût de l'eau dans un système défini, de rentabiliser les investissements à la fois sur le double plan économique et social.

Voici à titre indicatif, le prix de l'eau à travers deux exemples dus à MAYER (J.) (22) :

a) Coût de l'irrigation par pompage à partir d'un cours d'eau pérenne ; un groupe moto-pompe dont les caractéristiques de débit et de puissance permettent d'irriguer 15 hectares, coûte environ 500 000 Fr C.F.A. avec les accessoires sur le marché. On suppose qu'il fonctionne 16 heures par jour.

Coût d'investissement ramené à l'hectare irrigué :

- Achat du groupe moto-pompe		Fr C.F.A.
$\frac{500\ 000}{15}$	=	37 500
- Terrassement pour bassin et canaux : (aide pécunière pour paysans volontaires).		10 000
- Petits ouvrages d'art, vannottes		<u>5 000</u>
Total		52 500

La charge annuelle correspondant à un amortissement calculé sur 10 ans, avec un taux d'intérêt de 5 % est de :

$$52\ 500 \times 0,1\ 295 = 6\ 800 \text{ Fr C.F.A.}$$

La durée d'amortissement est justifiée par l'important montant annuel des pièces de rechange prévu dans les frais de fonctionnement. Calculé pour 1 500 à 2 000 m³/ha sur 30 jours en irrigation de complément et

pour 6 500 à 7 000 m³/ha sur 100 jours en irrigation de contre-saison, le coût de fonctionnement annuel du groupe moto-pompe est de 22 000 Fr C.F.A./ha et de 2,6 Fr C.F.A. le mètre cube (voir détail de calcul dans le tableau V à la page 19). Au total, le prix de revient annuel à l'hectare de l'eau d'irrigation est de : 6 800 + 22 000 = 28 800 Fr C.F.A., disons 30 000 Fr C.F.A.

b) Coût de l'irrigation par pompage à partir d'un puits ou d'un forage : le même groupe moto-pompe est ici, capable d'irriguer 8 hectares selon l'organisation déjà prévue.

Le coût d'un puits, en s'inspirant des méthodes utilisées en Haute-Volta qui font largement appel à l'investissement humain, revient à 30 000 Fr C.F.A. environ le mètre linéaire creusé, soit pour un ouvrage d'une profondeur maximum de 50 m : 1,5 millions Fr C.F.A. Le coût d'un forage est à peu près le double, soit 3 millions Fr C.F.A. En convenant de n'amortir que la moitié de ce coût sur la production agricole, on retiendra donc en moyenne : 1,5 millions Fr C.F.A. par puits ou par forage.

Coût d'investissement ramené à l'hectare irrigué :

- Puits ou forage :		Fr C.F.A.
	$\frac{1\ 500\ 000}{8} = \dots\dots\dots$	187 000
- Achat du groupe moto-pompe :		
	$\frac{500\ 000}{8} = \dots\dots\dots$	62 000
- Terrassement pour bassin et canaux :		10 000
(aide pécunière aux paysans volontaires)		
- Petits ouvrages d'art, vannottes :		5 000
		<hr/>
Total		264 000

La charge annuelle correspondant aux conditions précédemment définies, est de : 264 000 x 0,1295 = 34 200 Fr C.F.A./ha

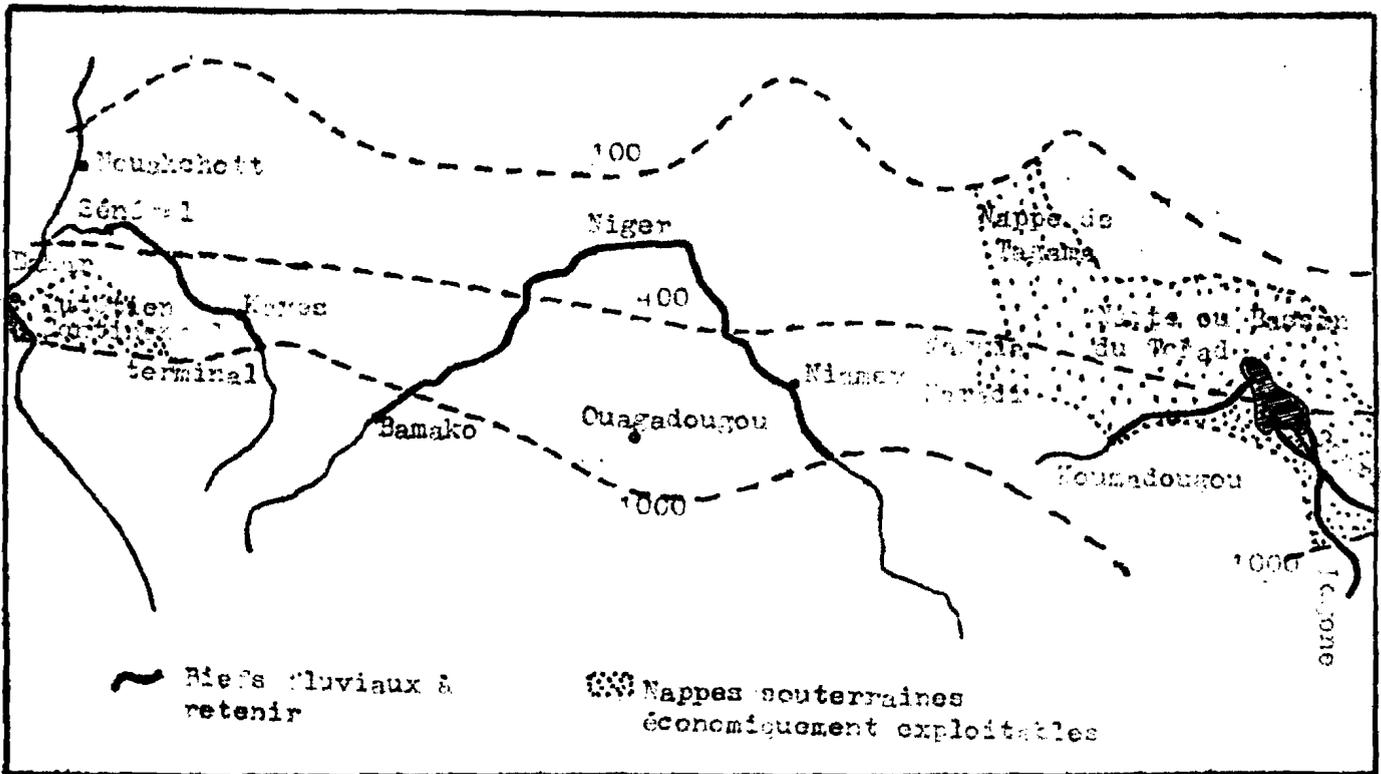
Les frais de fonctionnement sont les mêmes que dans le premier cas (voir tableau V qui suit) ; mais rapporté à 8 ha, on obtient un coût de fonctionnement de $\frac{330\ 000}{8} = 41\ 000$ Fr C.F.A., soit pour 8 500 m³/ha : 4,8 Fr C.F.A. le mètre cube.

Au total le prix de revient annuel à l'hectare de l'eau d'irrigation est de : 34 200 + 41 000 = 75 200 Fr C.F.A., disons 75 000 Fr C.F.A.

Il ressort de ces résultats que l'option pour le pompage dans les cours d'eau pérennes est nettement plus attirante, car les forages reviennent très chers et augmentent ainsi les charges.

- Energie consommée (30 j d'irrigation de complément en saison de pluies et 100 j d'irrigation pour culture de contre-saison) :	
130 j x 16 h x 7 Cv = 14 600 Cv/h	
- Coût du carburant (1 Cv/h consomme environ 1/3 l de gas oil) :	
14 600 x 1/3 l x 50 Fr C.F.A./l =	240 000 Fr C.F.A.
- Huile (à raison de 8 l par 100 Cv/h) :	
120 l x 200 Fr C.F.A. =	24 000 Fr C.F.A.
- Graisse (à raison de 5 Fr de graisse par heure d'opération) =	3 000 Fr C.F.A.
- Entretien du groupe moto-pompe : =	63 000 Fr C.F.A.
(1/8 du prix d'achat)	
Total	= 330 000 Fr C.F.A.
Par hectare, le coût du fonctionnement est donc de : $\frac{330\ 000\ \text{Fr C.F.A.}}{15\ \text{ha}}$	= 22 000 Fr C.F.A.
Ce qui met le prix de l'eau à :	
$\frac{22\ 000\ \text{Fr C.F.A.}}{8500\ \text{m}^3\ (2000+6500)}$	= 2,6 Fr C.F.A.

Tableau n° V : Coût de fonctionnement du groupe moto-pompe
(MAYER J. ; Techn. et dev. ; Nov.Déc. 1973;(10)).



Carte n° II : Fleuves et Nappes souterraines pour l'irrigation par barrage

(MAYER J. ; Techn. et dev. ; Nov-Déc. 1977 ; (10)).

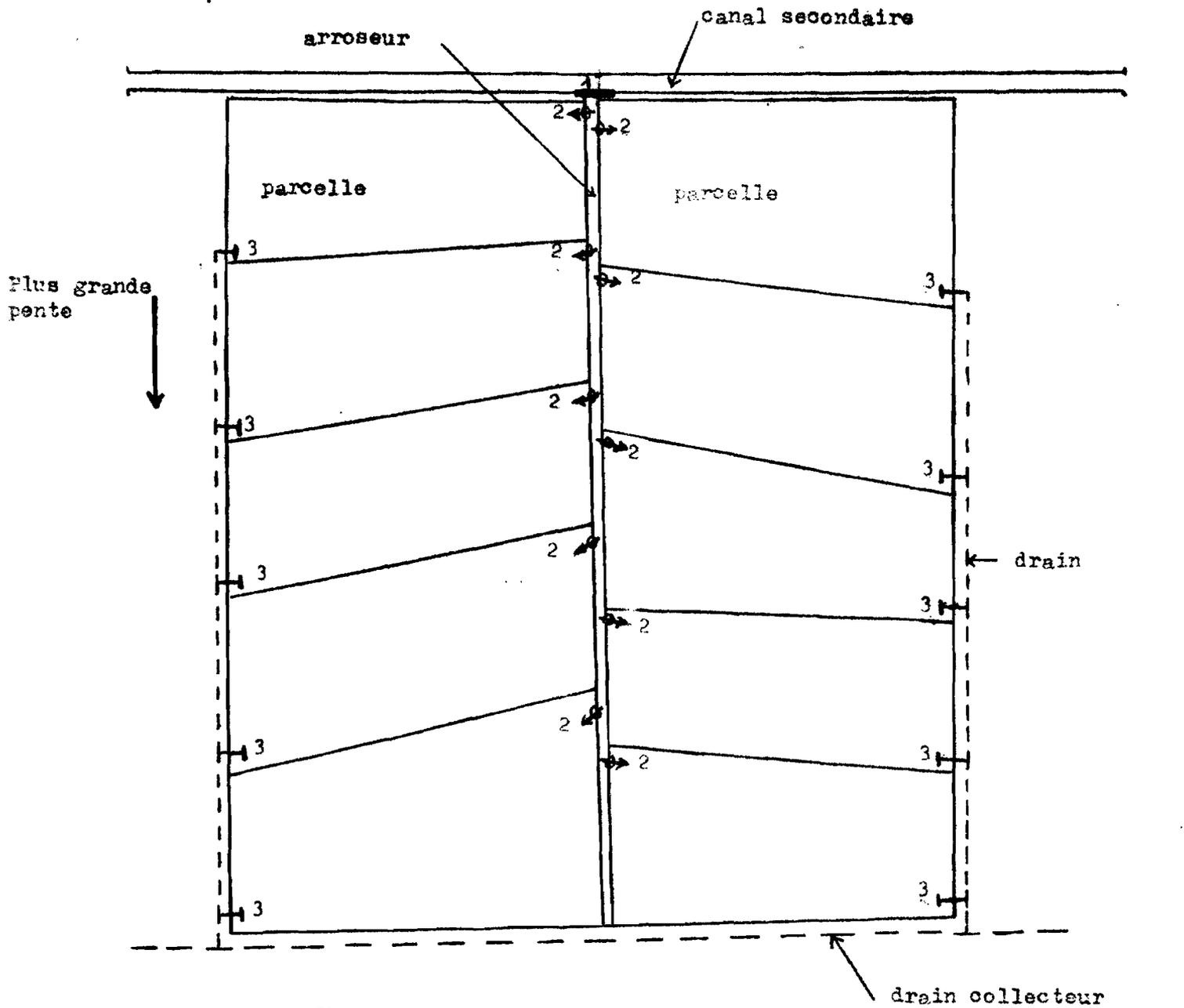
2.2.2 - Techniques utilisées

Avant d'envisager les techniques à proprement parler, il convient de souligner que les eaux, une fois captées, doivent posséder certaines qualités pour être apte à l'irrigation. D'après l'Encyclopédie internationale des Sciences et des Techniques (1), pour obtenir un effet pleinement profitable, les eaux d'irrigation doivent répondre à des exigences variées : "il est souhaitable que la température de l'eau ne soit pas trop différente de celle du terrain qui la reçoit ; il est préférable que l'eau soit oxygénée et qu'au moins elle ne soit pas réductrice. Les substances en suspension ne présentent pas d'inconvénient majeur et apportent même quelquefois des éléments fertilisants. Par contre, les substances dissoutes demandent plus d'attention, particulièrement les chlorures (tolérance 2 à 5 g/l), les sulfates (2 à 10 g/l) et les carbonates (2,5 à 5 g/l)". Cependant la nature du sol et des cultures ainsi que la production des différents ions peuvent modifier ces tolérances.

L'eau pour l'irrigation doit être conduite jusqu'aux terrains aménagés. A cet effet, il est nécessaire de créer un réseau de canalisations de dimensions variables : on distingue le canal principal, le canal secondaire, le canal tertiaire, la rigole, etc... Ces canalisations distribuent l'eau mais évacuent aussi l'eau excédentaire suivant un double réseau. Le schéma I à la page 22 indique de manière générale le principe de l'irrigation : amonée d'eau et drainage.

Les canalisations creusées à même le sol, entraînent un gaspillage important d'eau par infiltration et transpiration d'herbes aquatiques qui y poussent souvent. Ce gaspillage peut atteindre 20 % de l'ensemble de l'eau (voir D sur schéma II à la page 23).

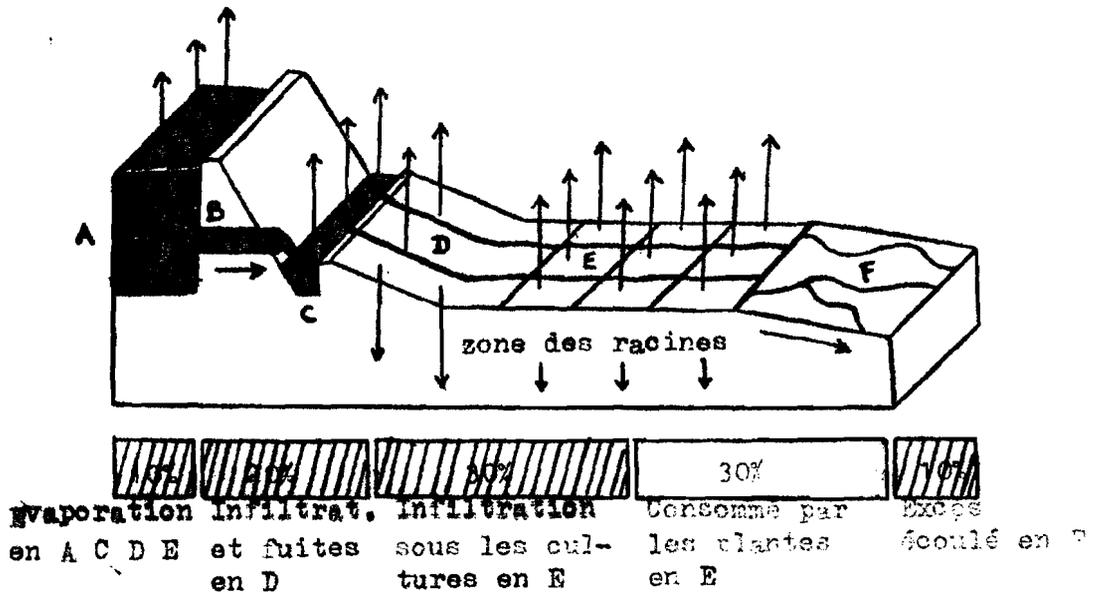
Pour éviter ou du moins limiter les pertes par infiltration, il faut revêtir en béton les principaux canaux (voir C sur schéma II à la page 23). C'est une opération fort coûteuse et par manque de moyens le bétonnage peut être remplacé par d'autres types de revêtement (asphalte, briques ou tuiles, dalles) ou par de traitement de compactage ou de stabilisation du sol. En dépit de son coût élevé, le revêtement des canaux se révèle très avantageux par suite de l'économie d'eau et de réduction des frais d'entretien qu'il occasionne.



- 1  Vannette
- 2  Prise d'eau implantée dans le point le plus haut de la parcelle
- 3  Buse déversoir implanté dans le point le plus bas de la parcelle

Schéma n° I : Principe général d'irrigation

(MAYER J. et BONNEFOND R. ; S.A.E. ; 1973.)



- A : Bassin
- B : Conduite
- C : Canal bétonné
- D : Canaux non bétonnés
- E : Champs
- F : Zone de ruissellement

Schéma n° II : Pertes d'eau lors d'irrigation
 (MICHAEL O. ; Larousse ; 1970).

a) - Les méthodes d'irrigation

L'irrigation peut s'effectuer par :

- Submersion : elle consiste à inonder la parcelle, l'eau étant introduite par un canal de distribution. Cette méthode ne peut être pratiquée que sur des terrains plats (pente $< 0,5 \%$) et nécessite des débits importants (> 100 l/sec). Elle s'adapte aux cultures hydromorphes. Selon la culture, l'inondation peut être temporaire ou permanente.

- Ruissellement : l'eau est distribuée par des rigoles sur un terrain en pente. Le débit doit être faible pour permettre ainsi au sol de s'imprégner suffisamment. L'eau déborde d'une rigole d'amenée, coule le long de la planche, le surplus est repris par une rigole de colature. La méthode présente des dangers d'érosion et est alors réservée aux cultures fourragères, pérennes, prairies naturelles ou artificielles qui couvrent bien le sol.

- Infiltration : l'épandage de l'eau est réalisée par de nombreuses rigoles. L'eau atteint les racines des plantes par infiltration. C'est l'arrosage à la raie utilisé pour les plantes très sensibles à l'engorgement.

- Aspersions : c'est une méthode qui se rapproche des conditions d'arrosage naturel par la pluie. Elle est récente et connaît un grand essor. Elle convient à la plupart des cultures et à tous les sols et n'exige pas d'aménagement préalable du terrain. L'aspersion représente un degré élevé dans la maîtrise de l'eau, car elle présente une grande souplesse à l'utilisation en permettant de modifier à volonté dose et rotation.

Le goutte-à-goutte dérive de l'aspersion adaptée à des conditions très particulières (petits espaces, productions de luxe, etc.).

L'inconvénient majeur de l'aspersion est d'exiger un matériel très important (nombreuses canalisations en tube, appareils d'aspersion) et très coûteux que les autres techniques basées sur la gravité.

Malgré les avantages certains de l'aspersion, il serait actuellement, dans les régions sahéliennes, plus prudent d'écarter cette technique pour les raisons suivantes :

- fragilité du matériel ;
- faible effet des travaux sur l'économie nationale (produits d'importation essentiellement) ;
- charges d'amortissement élevées ;
- dépenses d'énergie 4 à 6 fois supérieures à l'irrigation par gravité.

Il reste à choisir parmi les techniques par gravité (subversion, ruissellement et infiltration) en fonction des cultures envisagées, de la topographie et de la nature des terrains.

Il faut cependant remarquer que ce choix n'influe pas sur le tracé du réseau d'irrigation ; il détermine l'aménagement au niveau de la parcelle.

b) - Le rythme d'irrigation

Pour obtenir de meilleur rendement, il importe non seulement d'apporter l'eau en quantité suffisante à la plante mais aussi de la répartir convenablement dans le temps en considérant le degré de résistance à la sécheresse de la plante. Il s'agit d'apporter l'eau suffisamment tôt pour que la plante ne souffre à aucun moment du manque d'eau sans pour autant fournir des doses excessives qui lessiveraient le sol de ses éléments nutritifs. D'où toute l'importance de déterminer une périodicité des apports d'eau.

Ce rythme doit tenir compte des réserves hydriques du sol et de diverses pertes en eau.

Il varie suivant la technique d'irrigation utilisée et la culture considérée.

En définitive force est de reconnaître toute la complexité de l'irrigation qui doit, en conséquence, s'adresser à une agriculture de haute technicité pour être pleinement valorisée. Alors, certains aménagements, certaines actions s'imposent, en vue de l'introduction de la technique, dans un milieu donné, singulièrement dans le Sahel où l'agriculture sèche est de règle.

CHAPITRE II - LES AMENAGEMENTS NECESSAIRES

Il s'agit de dégager les conditions indispensables, préalables, nécessaires à l'introduction et à la réussite de la technique d'irrigation dans le milieu rural sahélien.

1 - Au niveau des hommes

Il est tout à fait normal que l'attention soit d'abord portée sur les hommes, car ne dit-on pas, à juste raison, que "les hommes sont au début et à la fin de toute action de développement" ?

Dans des régions où la population est à 80 - 90 % rurale, seul le développement du secteur paysan est susceptible de promouvoir le décollage économique. C'est, en effet, par le biais du développement rural que le développement économique se réalisera ; d'où l'importance et la nécessité de concevoir une politique saine de développement rural qui donne à l'agriculture et l'élevage toutes leurs dimensions, et du coup leur vraie place sur l'échelle nationale des priorités.

Aussi cette politique doit s'insérer dans la réalité et trouver sa justification dans l'expansion de la production agricole. Pour ce faire, le verbalisme politique, fumeux doit faire place à l'exécution lucide de la politique envisagée.

Malheureusement, en Afrique, les exemples sont nombreux où le verbalisme révolutionnaire triomphe, chaque nouveau régime ayant tendance à s'élever contre le "socialisme verbal" de son prédécesseur. Il faut absolument dépasser cette situation afin que les slogans idéologiques se traduisent en actes positifs. Car les bonnes intentions ne sont rien si elles ne se transforment pas en bonnes actions.

Quant au secteur paysan, il est trop mal connu et entouré de préjugés malveillants. Depuis de longue date, le paysan a fait l'objet d'une "mauvaise presse" que ce soit sous la plume de Hume, de Smith, voire de Karl Marx. L'économiste Thomas Schultz constate que "toute une littérature surenchit aujourd'hui sur la paresse, l'ignorance, la lourdeur des paysans qu'il faut commencer par "éduquer".

En fait, ce ne sont là que des jugements excessifs, parfois erronés, aisément démentis par l'observation ; le monde rural est moins statique qu'on ne le présente. En effet, il y a plusieurs siècles, des paysans "ignorants" d'Afrique ont su adopter de nouvelles cultures venues d'Amérique : le maïs, le manioc, les arachides, etc...

Que dire aussi de l'essor du coton dans maints pays africains ?

Ainsi donc, le paysan africain est à même de s'ouvrir, de comprendre et d'assimiler parfaitement des innovations techniques.

Tout le problème réside dans sa mise en confiance par des résultats concrets aboutissant à son intérêt. Car le paysan possède une certaine méfiance - d'ailleurs justifiée - vis-à-vis des innovations qui sont sous la dépendance de facteurs multiples et qui, par conséquent, comportent des risques. Alors, pour arriver à lever cette méfiance, il convient de suivre une démarche sage :

- d'abord l'étude sérieuse, exhaustive du projet d'innovation qui débouche sur la connaissance approfondie des réactions du milieu écologique et humain dans lequel il s'inscrira ;

- ensuite l'étude de factibilité permettant d'avoir un ordre de grandeur du coût des investissements à faire et de la rentabilité à réaliser ;

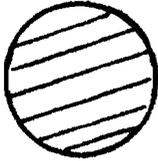
- et enfin la réalisation par étapes en allant d'une expérimentation ponctuelle à la vulgarisation de masse.

MAYER (J.) (21) a bien résumé ces points en deux phases essentielles dans le schéma III (page 28).

Mais, s'il est vrai que le paysan est réceptif aux innovations, il n'en est pas moins vrai aussi qu'il est parfois bloqué par des tabous socio-religieux. Comme l'indique ETIENNE (G.) (13), "typiques sont les castes de l'Inde empêtrées dans leurs tabous, notamment l'interdit de toucher la charrue".

Dans de telles situations - et on en trouve en Afrique noire où les tabous sont nombreux - on voit mal comment contourner l'obstacle.

Phase 1

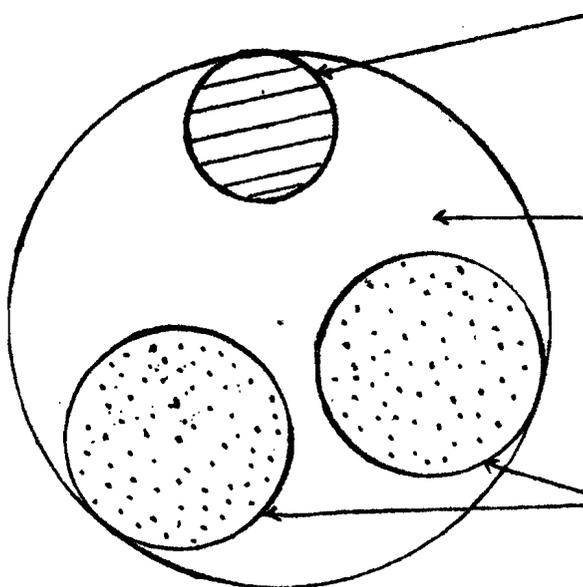


Pôle de développement

Action sur le terrain :

- mise au point de méthodes de développement
- études de base et mesures des résultats

Phase 2



Pôle de développement

- mise au point
- formation
- point de démonstration

Zone de sensibilisation diffuse
(mass-média)

Zones d'intensification

- réunions, démonstrations
- apprentissage intensif des thèmes

Schéma n° III : Phases opérationnelles après étude du projet

(MAYER J. ; Techn. et dev. ; Nov. 1972 ; (4).)

Il faut le détruire et cela demande du temps et de l'imagination. Cette mentalité caractérise l'agriculteur et l'éleveur dans les pays sahéliens. Il convient de choisir judicieusement les zones pour avoir des personnes réceptives afin d'en faire de véritables exploitants agricoles, c'est-à-dire des agriculteurs-éleveurs.

2 - Au niveau des sols

Les sols sont des agrégats minéraux, contenant le plus souvent de l'eau, parfois des matières organiques. Du point de vue géologique, ce sont des roches meubles et plastiques. Les sols sont formés à partir d'une roche-mère qui a été plus ou moins altérée par l'action de divers processus physiques, chimiques et biologiques. Ils peuvent être soit résiduels, formés sur place, soit transportés, obtenus par transport suivi de dépôt. Du point de vue agricole, le sol constitue la partie superficielle de la croûte terrestre arable.

Au Sahel, GILLAN (J.) (14) signale qu'en dehors des latérites et des sols trop gravillonnaires et inutilisables, on distingue :

- les sols dunaires
- les sols ferrugineux tropicaux
- les sols calcimorphes ou vertiques
- les sols hydromorphes.

S'agissant des aménagements hydro-agricoles, seuls les deux derniers types de sols méritent l'attention. Car, d'une part ils sont les plus riches, d'autre part ils se prêtent le mieux à l'irrigation gravitaire.

2.1 - Préparation du sol

En dehors de l'irrigation par aspersion, toutes les autres formes d'irrigation exigent une préparation préalable du terrain. Celle-ci se fait sur la base des études pédologiques et topographiques.

Outre le dessouchage qui permet de faire les labours en toute liberté, sans risques pour le matériel utilisé, les principales opérations peuvent ainsi être résumées :

- le planage qui a pour objectif la répartition égale de l'eau dans la parcelle. Il comprend d'abord le repérage des parties hautes et basses puis le terrassement.

- la mise en parcelles qui dépend de la méthode d'irrigation considérée, déterminée, à son tour, par la nature et la topographie du terrain. Avec la technique par la submersion, il faut des bassins horizontaux carrés si possible, de dimensions réduites, limités par de petites digues (schéma IV à la page 31) ; avec le ruissellement des planches ou calants ayant 10 à 20 m de largeur et une centaine environ de longueur, séparées par des diguettes, nivelées dans le sens de la largeur et suivant la déclivité du terrain en longueur (schéma V à la page 31) ; avec l'infiltration des planches portant billons et raies (schéma VI à la page 31).

Au niveau des planches, la vitesse de l'écoulement d'eau est fonction de la pente, de la nature du sol, de la longueur de la planche et de la culture pratiquée.

L'aménagement d'un terrain se révèle excessivement cher ; par exemple, dans le delta du Sénégal sur la cuvette de Boundoum, en aménagement tertiaire par gravité, l'hectare revient à 465 000 Fr C.F.A.

Au stade actuel, pour l'aménagement des parcelles l'intervention de l'Etat sous forme de subventions est nécessaire. Mais cette situation, bien qu'ayant un impact social certain, ne renferme pas moins les dangers d'engendrer un état d'esprit négatif, résultat d'une habitude de facilités. Ainsi les subventions de l'Etat sont une arme à double tranchant qu'il faut manier avec habileté.

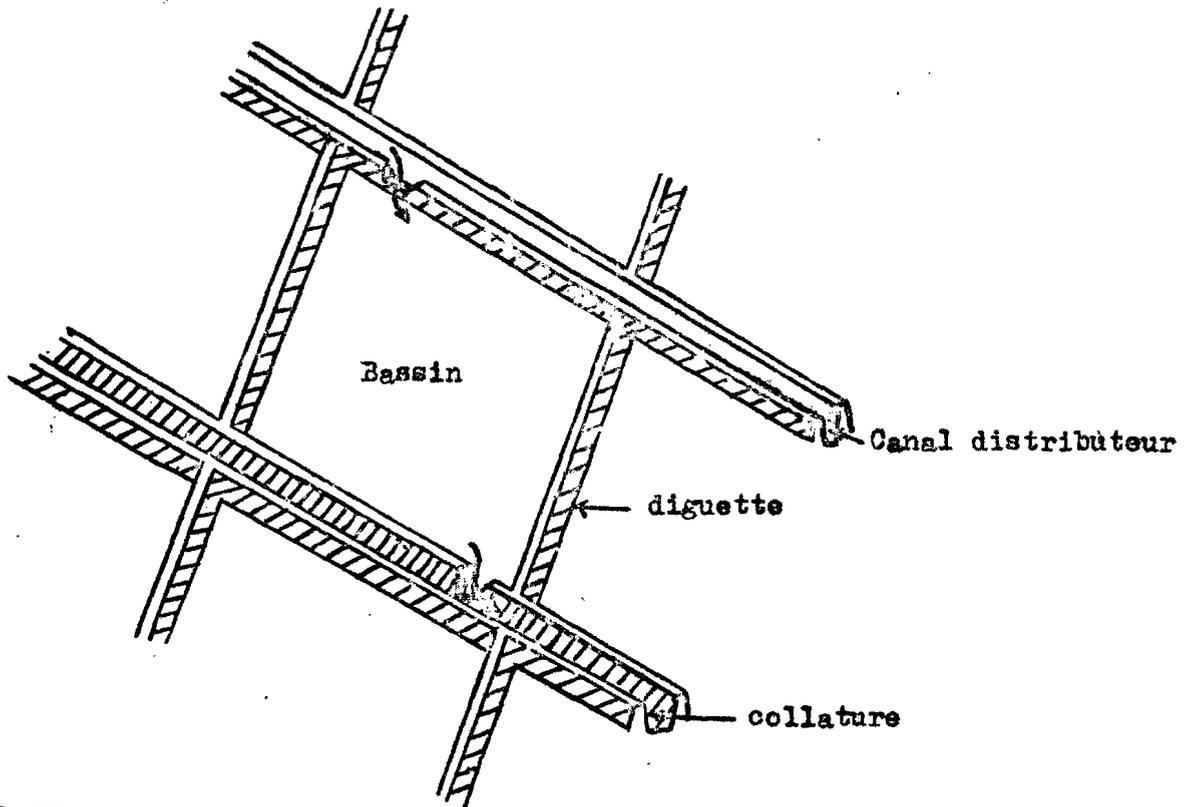


Schéma n° IV : Terrain irrigué par submersion
(MAYER J. et BONNEFOND R. ; S.A.E. ; 1973.)

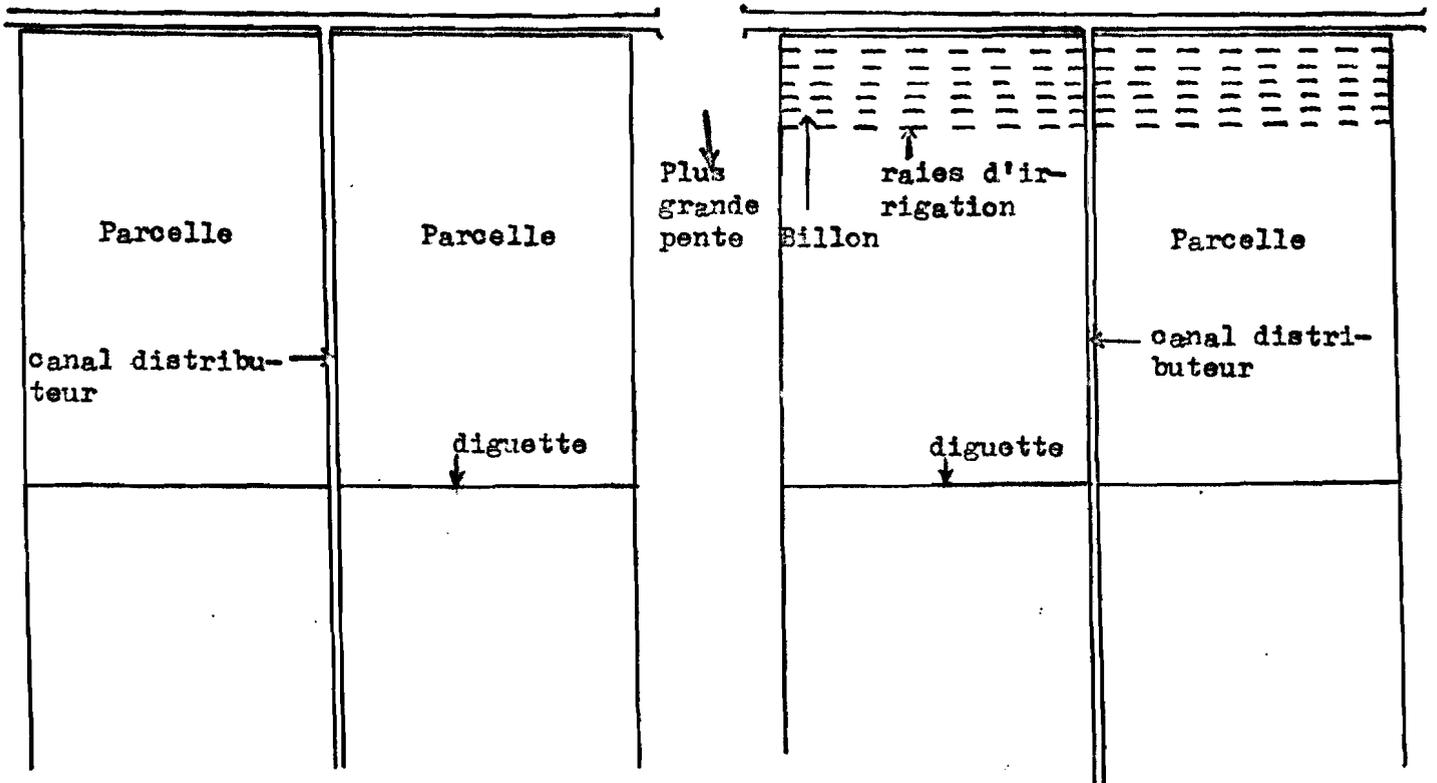


Schéma n° V : Terrain irrigué par ruissellement
(Flanches ou calants)

Schéma n° VI : Terrain irrigué par infiltration
(billons et raies)

2.2 - Amélioration des sols

En agriculture, le sol constitue un facteur de productivité au même titre que le travail ou le capital. Etant le support des cultures, il nécessite des soins particuliers et constants, plus accrus s'il est le siège d'une exploitation intensive. Alors, apparaît tout l'intérêt de défendre et de restaurer un sol intensivement exploité par une fertilisation appropriée.

Suivant la nature des fertilisants, on distingue :

- les amendements organiques, générateurs d'humus, qui ont un rôle essentiel dans l'équilibre biologique des sols. Les principales sources d'humus sont les fumiers, les résidus de récolte (y compris les pailles) et les engrais verts. Les engrais organiques, contrairement aux amendements organiques, apportent uniquement de l'azote organique et ne fournissent pas d'humus.

- les engrais minéraux qui apportent les trois éléments fondamentaux que sont l'azote, le phosphore et le potassium. C'est ainsi qu'on parle respectivement d'engrais azotés (ammoniacaux, nitriques ou mixtes), d'engrais phosphatés et d'engrais potassiques.

- les amendements minéraux qui sont calcaires ou magnésiens ; ils assurent le maintien du pH favorable à l'assimilation des éléments nutritifs des plantes.

- les apports d'éléments secondaires et d'oligo-éléments.

Bien qu'ayant une grande importance dans la nutrition des plantes, le soufre, le magnésium et le calcium sont dits secondaires par rapport aux éléments fondamentaux ; les oligo-éléments (fer, bore, cuivre, manganèse, zinc, molybdène) sont nécessaires à très petites quantités.

Du point de vue économique, la fumure est classée en fumure de fond et en celle d'entretien. La fumure de fond consiste, suivant l'analyse pédologique, à corriger le sol, c'est-à-dire à lui apporter de manière globale tous les éléments qui lui font défaut. Il s'agit d'un investissement à long terme. Tandis que la fumure d'entretien a pour but de restituer au sol les éléments qui ont été exportés par la culture.

Elle varie selon les plantes et représente le type de capital circulant.

D'une manière générale on peut, avec LASNIER (L.) et MONNIER (M.) (La maison rustique 1955) cités par MAHU (H.) (20), exprimer comme suit la rentabilité d'une fumure :

$$R = Er - (pe + fe + fr)$$

R = rentabilité

Er = valeur de l'excédent de rendement

pe = prix des engrais

fe = frais d'épandage

fr = frais supplémentaire de récolte

La rentabilité d'une fumure est donc variable suivant le prix des engrais à doses égales.

En général, elle est considérée comme rentable dans les limites d'une application équilibrée de divers éléments fertilisants.

L'application des engrais doit se faire selon des normes issues de l'expérimentation et de la pratique. Les cultures présentent une limite d'absorption aux engrais. Selon MAHU (H.) (20), "au-delà d'une certaine quantité, la dose d'engrais appliquée n'assure plus un accroissement ; elle peut même provoquer une diminution de récolte" ; elle devient alors dangereuse et antiéconomique.

L'adoption de l'irrigation doit donc s'accompagner de l'emploi judicieux des engrais. L'expérience prouve que le paysan, une fois lancé, n'hésite plus devant les engrais ; mieux, ainsi mis en sécurité, il accepte facilement d'autres facteurs de progrès : semences sélectionnées, insecticides, herbicides, etc...

3 - Au niveau de l'équipement

L'irrigation étant peu connue dans le milieu sahélien, son introduction exige l'utilisation d'un équipement nouveau mais adapté en matériel d'irrigation et en matériel agricole.

3.1 - Matériel d'irrigation

3.1.1 - Matériel d'irrigation

L'irrigation par pompage et par gravité présente beaucoup d'attraits, ici le problème essentiel réside dans l'installation de stations de pompage qui reviennent très chères.

Les groupes moto-pompes aspirent et refoulent l'eau. Ils ont des caractéristiques de puissance et de débit très variables qui déterminent la quantité d'eau mobilisée et répandue dans les terrains aménagés par l'intermédiaire des canalisations.

De ces caractéristiques dépend la superficie irrigable. De plus, certains groupes moto-pompes sont automatiques, c'est-à-dire munis d'un dispositif auto-régulateur qui maintient le débit fictif au niveau du réseau d'irrigation à une valeur fixe.

En raison du niveau de fonctionnement élevé qui leur est souvent imposé, ces machines tombent parfois en panne et s'usent à la longue. Ce qui rend les frais de fonctionnement lourds se répercutant, à leur tour, sur le coût de revient de l'irrigation.

Au demeurant il faut compter avec les petits ouvrages d'art et les vannettes qui permettent une meilleure conduite de l'eau ; avec les pelles pour l'usage quotidien.

3.2 - Matériel agricole

3.2.1 - Matériel agricole

Dans les zones irriguées, l'intensification de l'exploitation s'accompagne obligatoirement de la mécanisation de certains travaux : la mécanisation permet en effet de faire face, dans les bonnes conditions, aux travaux supplémentaires inhérents à la culture intensive.

La mécanisation des cultures est un sujet très controversé dans les pays en voie de développement. Différents auteurs ont fait une mise en garde contre une mécanisation abusive et intempestive : pour BRAY (M) et LELOUS (R.) (7) le degré de mécanisation possible ou souhaitable doit être entouré de grandes précautions car son influence sur l'évolution du système d'exploitation sera déterminante.

BIBLIOTHEQUE

Aussi MOHAMMED (D.) (29) note que les technologies doivent s'adapter au contexte socio-économique des populations qu'elles sont censées aider. De son côté, JACKSON, dans son livre "Capacity Study", fait remarquer que c'est une erreur grossière que d'appliquer à tort et à travers une technologie élaborée dans un contexte bien défini à un ensemble socio-économique très différent. La plupart des machines ont été conçues pour les économies du monde industrialisé où la main d'oeuvre est rare et les capitaux abondants. Or ce sont précisément des conditions opposées qui prévalent dans la plupart des pays en voie de développement. Néanmoins, il existe un degré de mécanisation compatible avec leur ensemble socio-économique.

On définit trois niveaux de mécanisation en relation avec les trois types de culture suivants:

- la culture manuelle améliorée avec des outils appropriés tels que la houe rotative, les pulvérisateurs à dos et les semoirs manuels.

- la culture attelée (avec boeufs, ânes, chevaux ou autres animaux de trait) qui fait appel à plusieurs catégories de matériel pour le labour, le sarclage, le buttage, la pulvérisation, le transport.

- la culture motorisée qui met en oeuvre une gamme très large d'engins de toutes dimensions : de la motorisation légère à base de motoculteur, en passant par la motorisation partielle d'appoint de type collectif pour certaines façons culturales (préparation des sols, battage, etc...) à la motorisation totale, lourde.

A l'heure actuelle, la culture attelée est mieux indiquée dans le Sahel car les animaux sont nombreux et la main d'oeuvre abondante.

Pour la maintenance du matériel agricole comme d'irrigation, il est nécessaire d'apporter des précautions et soins constants. A cette fin, certains artisans locaux tels que les forgerons et les maçons peuvent servir comme réparateurs.

Mieux, en matière d'équipement matériel, il faut développer l'esprit créatif qui permettra l'acquisition d'appareils efficaces et adaptés par la création d'engins nouveaux ou la modification d'outils déjà existants

Pour nous résumer, dans la lutte contre la sécheresse et ses effets nocifs sur les espèces végétales seule l'irrigation par pompage constitue une arme efficace et rapide.

L'adoption de cette technique qui conduit à la maîtrise de l'eau, appelle des modifications à plusieurs niveaux dans le Sahel :

- les hommes qu'il faut initier.
- les terres dont la préparation et l'amélioration sont nécessaires.
- l'équipement matériel qui doit être adapté à la situation.

C'est seulement si ces différents aménagements sont intervenus que l'exploitation des périmètres irrigués peut se faire valablement.

DEUXIEME PARTIE : EXPLOITATION DES PERIMETRES IRRIGUES

Nous procéderons à l'étude de l'exploitation des périmètres irrigués en examinant d'abord ce qui peut, sur un plan théorique, être fait ; ensuite, à l'aide de quelques exemples, nous montrerons ce qui a pu être réalisé dans certains pays.

Un des objectifs essentiels dans l'exploitation des périmètres irrigués vise à augmenter et à régulariser les productions agricoles au sens large (végétales et animales) par l'amélioration des rendements notamment. Avant d'envisager la place respectueuse des productions végétales et animales dans ces zones, il convient de commencer par situer le programme de mise en valeur.

CHAPITRE I - ETUDE THEORIQUE

A) - Programme de mise en valeur

Ce programme est élaboré dans le pôle de développement ou centre pilote.

Il doit tenir compte à la fois des objectifs à atteindre et de la situation qui prévaut dans la région.

1 - Les objectifs

Le programme de mise en valeur se fixe au préalable un certain nombre d'objectifs. Ces derniers doivent être clairement définis et, au besoin, scindés en sous-objectifs ; autrement dit, il faut prévoir une progression des objectifs envisagés. Cette progression peut se situer à deux niveaux différents mais complémentaires :

- celui des thèmes : aller des plus simples aux plus compliqués ;
- celui de la zone d'action ; commencer par le pôle de développement puis étendre à l'ensemble de la zone concernée.

Il est important de faire un contrôle systématique et périodique de l'opération qui permet d'évaluer le travail accompli. Ce faisant, on évite de s'enliser dans de mauvaises directions qui éloigneraient des objectifs arrêtés.

Alors, il faut envisager des possibilités d'ajustements des objectifs au cours de l'évolution du programme en fonction des résultats obtenus. Pour ce faire, il est indispensable de disposer des renseignements précis concernant la situation à la fin de chaque campagne.

Un autre aspect important de ces objectifs réside dans l'optique du développement retenu : prépondérance de l'aspect économique, social ou leur intégration. C'est en fonction de ce choix que seront déterminés la taille et le mode d'attribution des unités d'exploitation.

Deux cas peuvent se présenter :

- si l'aspect économique est prépondérant, on aura de grosses unités, gérées et exploitées par des sociétés privées disposant d'importants moyens financiers.

C'est le cas par exemple de Bud Sénégal, de l'Office du Niger au Mali.

- la seconde variante, rencontrée à la S.A.E.D.* au Sénégal, sur le périmètre de Kirkissoye au Niger, allie l'économie au social. Les terres aménagées par une Société d'Etat sont exploitées par des paysans installés en colonats.

2 - Les structures

Il se présente en général deux possibilités :

- des structures pré-existent au moment du démarrage du programme de mise en valeur. Il s'agit alors de coordonner les nouvelles activités avec celles déjà en place ;

* S.A.E.D. : Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta.

- aucune structure n'existe. Il faut mettre en place des structures nécessaires qui intéresseront les différents aspects : techniques, formation, encadrement, vulgarisation, crédit, commercialisation, etc...

C'est à plus d'un titre le cas du Sahel vis-à-vis des aménagements hydro-agricoles ; tout est à entreprendre.

Une des structures déterminantes pour atteindre les objectifs fixés est l'organisation des paysans. Ceux-ci doivent être regroupés par exemple, en coopératives qui constitueront la plaque tournante de l'opération : en effet, la coopérative peut être le lieu d'intervention des agents d'encadrement, des organismes de crédit ou de commercialisation.

Les membres seront animés par l'esprit de solidarité et d'entreprise communautaire.

La coopérative doit avoir une dimension qui la rende opérationnelle tout en facilitant son contrôle ; l'efficacité étant le souci constant. Son succès est assuré aussi par la liberté de regroupement des membres suivant des critères d'affinités propres.

D'aucuns pensent que la scolarisation est absolument indispensable pour promouvoir toute action de développement. Sans tomber dans ce mythe du préalable scolaire, il est opportun de prévoir l'alphabétisation dans une langue nationale. Celle-là aura un caractère pratique et permettra :

- la persistance des messages techniques reçus par les paysans grâce au support que constitue l'écriture,
- la tenue d'une comptabilité intégrale.

D'une manière générale, les structures mises en place doivent être assez souples pour s'adapter à l'évolution des situations qui résultent du déroulement de l'opération.

Enfin l'intégration progressive des paysans à tous les échelons contribuera à donner à l'opération une assise bonne et durable.

3 - La réalisation

Le programme de mise en valeur étant fixé dans ses objectifs, il reste à déterminer les moyens nécessaires à la réalisation.

On peut les déterminer :

- en les classant par nature,
- en les répartissant suivant un calendrier qui indiquera les dates d'apparition des besoins et leurs durées afin de permettre un approvisionnement correct, et les coûts correspondants.

3.1 - Moyens humains

Compte tenu du nombre des bras disponibles au niveau de l'exécution il est surtout question de personnel technique.

a) - Les cadres

Ce sont les ingénieurs, les agronomes, les vétérinaires, les économistes, etc...

Leur tâche essentielle est de concevoir des programmes de mise en valeur réalistes, c'est-à-dire qui reposent sur les données du milieu à transformer. Pour ce faire, les cadres doivent être en contact étroit et permanent avec ce milieu. Il est d'une grande importance qu'ils se mettent à l'écoute des paysans et tiennent compte de leurs aspirations.

Dans l'ensemble, les pays du Sahel sont dépourvus de cadres. Il importe alors d'engager une politique adéquate de formation de cadres en réformant l'enseignement et en augmentant le taux de scolarisation.

Actuellement, force est de recourir à l'assistance technique étrangère dont l'efficacité est parfois douteuse. En tout cas, elle ne doit servir que de palliatif appelé à être très rapidement dépassé pour le développement accéléré des pays assistés.

b) - Les agents d'encadrement

Ils représentent le relais entre les cadres et les paysans. En effet, les encadrateurs ont pour mission de transmettre les messages techniques, élaborés au niveau supérieur, et d'assister les paysans dans l'apprentissage des techniques nouvelles. Ainsi donc, ils remplissent la double fonction d'information et de formation du monde rural.

Pour s'acquitter convenablement de cette double tâche, les encadrateurs doivent faire preuve autant de connaissances techniques que de qualités humaines. C'est pourquoi, lors de leur formation dans le pôle de développement il faut soigneusement les sélectionner.

Les expériences ont montré, dans la vallée du Niger comme dans le delta du Sénégal, que les paysans qui bénéficient d'un encadrement suffisant et compétent, acquièrent un niveau technique satisfaisant au bout de 3 à 4 campagnes culturales.

Sur le plan humain, les conditions de réussite d'un programme de mise en valeur peuvent se résumer ainsi :

- la présence d'hommes au caractère bien trempé, à la fois résolus, pratiques et dévoués à leur tâche à quelque niveau que ce soit ;
- l'établissement d'un double courant de communications entre la base (paysans) et le sommet (personnel technique) dans le but de créer une atmosphère saine et favorable au travail.

3.2 - Moyens techniques

Les moyens techniques peuvent être répartis :

a) - on infrastructures à réaliser :

- aménagements hydrauliques
- pistes
- magasins
- logements et bureaux

b) - en équipements à se procurer :

- . Pour le pôle de développement :

- matériels d'étude (topographique, pédologique et hydraulique).
- matériel de défrichage et dessouchage
- matériel de démonstration
- matériel audiovisuel (projecteurs, films, diapositives, etc...).
- matériel d'intendance (bascales, sacs, etc.)
- Semences améliorées
- Engrais
- Véhicules

. Pour le paysan :

- matériel de culture
- matériel d'élevage
- Semences améliorées
- Engrais

c) - en moyens de fonctionnement et d'entretien :

- Carburant
- Pièces de rechange

3.3 - Moyens financiers

En Afrique, le paysan reste statique non par faute d'intérêt mais parce que les facteurs économiques le bloquent dans un cadre de techniques traditionnelles dont il tire déjà le maximum. Le paysan sahélien, pauvre en général, n'est pas du tout en mesure de financer les moyens de production aptes à transformer ses structures.

En conséquence, il est indispensable de mettre à sa disposition des organismes de crédit ou de prêt. De la sorte, il pourra faire face aux différents postes de dépense créés par la situation nouvelle.

Les prêts seront consentis au paysan à travers la coopérative qui en est collégalement responsable.

Après la vente des produits agricoles, le paysan remboursera ses dettes suivant un système de redevances judicieusement établi.

Il est évident que, pour la bonne marche du système général, il faut assurer aux produits un écoulement facile et régulier. Il va sans dire que d'une organisation commerciale correcte dépend souvent un système de production agricole : le prix de vente d'un produit doit être suffisamment étudié pour permettre au paysan de tirer profit de son activité.

A propos du programme de mise en valeur dans son ensemble, les moyens financiers constituent un frein à la réalisation en Afrique, et notamment dans les pays du Sahel où l'épargne est inexistante, les capitaux rares.

Le financement vient le plus souvent de l'extérieur avec tous ses inconvénients : l'aide extérieure vise, au fond, une stratégie étrangère au développement : l'aspect économique donc la rentabilité prend souvent le pas sur l'aspect social. En fait, les investissements nécessaires à la transformation de l'agriculture dans nos pays, singulièrement dans le Sahel n'intéressent pas un groupe d'hommes, d'Etats ou de Nations mais constituent un cadre où peut pleinement s'exercer la solidarité à l'échelon du globe.

En effet les aménagements réalisés, l'exploitation de ces périmètres irrigués conduisent à une transformation radicale des systèmes de productions végétales et animales.

Etudions alors leurs places respectives dans la mise en valeur des périmètres irrigués.

B) - Place des productions végétales

Le choix et la conduite des productions végétales dans ces zones aménagées reposent avant tout sur une intensification et une intégration de la production. Compte tenu de cet objectif, les principaux éléments du choix sont :

- la nature du sol
- le climat

- les impératifs de l'alimentation humaine et animale
- les données économiques

1 - Critères du choix

1.1 - Conditions pédologiques

a) Etat physique

L'état physique d'un sol dépend de sa texture et sa structure qui renseignent sur la perméabilité et le degré d'aération de celui-ci. Il doit être favorable à un apport continu, suffisamment équilibré, d'eau et d'air.

La texture représente la teneur du sol en différentes particules élémentaires de dimensions variables. Alors que la structure est le mode d'assemblage de ces particules en agrégats. Le classement de diverses structures est fonction de la forme et de la dimension des agrégats.

D'après WHYTE (R.O.), NILSSON-LEISSNER (G.) et TRUMBLE (H.C.) (44), la structure dépend étroitement de la teneur du sol en matière organique, laquelle ne peut augmenter qu'en présence d'une quantité suffisante d'azote assimilable. Ainsi, la culture de légumineuses et de graminées associées améliore la teneur en azote du sol, l'enrichit en matière organique, et assure l'établissement de la structure pédologique voulue. Intrinsèquement, les légumineuses n'ont peut être pas sur la structure du sol une action comparable aux graminées ; mais ces dernières attendent parfois des légumineuses associées l'azote nécessaire au développement d'un système racinaire propre à améliorer considérablement la structure du sol.

b) Aptitude du sol à retenir l'eau

La valeur d'un sol est déterminée par sa capacité à absorber l'eau, la retenir et la libérer pour les plantes.

La réserve en eau maximale d'un sol est d'autant plus intéressante qu'elle se trouve dans la zone racinaire de la plante. Elle dépend essentiellement de la porosité texturale, c'est-à-dire du volume de vide du sol en % du volume total, lorsque ce sol présente une structure continue.

La facilité avec laquelle le sol cède cette eau à la plante est exprimée par le pF qui est le logarithme décimal de la succion (en kgf/cm^2) qu'il faut appliquer à un sol d'une humidité donnée pour qu'il commence à fournir de l'eau. Le pF varie avec la teneur en argile du sol.

c) pH du sol

C'est le logarithme décimal de la concentration de la solution du sol en ions hydrogène acide libres. Il détermine le degré d'acidité ou d'alcalinité du sol.

Sols neutres : pH = 7

Sols basiques : pH > 7

Sols acides : pH < 7 mais ce pH ne doit pas être inférieur à 6 - 6,5.

Le pouvoir tampon est l'aptitude d'un sol à s'opposer aux variations du pH en fonction de la qualité des colloïdes présents dans ce sol.

Le pH peut être maintenu à un niveau favorable par les amendements minéraux.

d) Ressources du sol en éléments nutritifs

Ces éléments sont divers (N, P, K, Ca, Mg, etc.).

Compte tenu de la teneur en éléments nutritifs, il y a des sols riches et des sols pauvres.

En fait, l'élément le plus déterminant est la teneur en azote et en matière organique. Ainsi, les sols naturellement pauvres ou épuisés par les cultures se caractérisent par une faible teneur en azote et matière organique.

Cette teneur se trouve améliorée par la culture de légumineuses et de graminées associées.

Pour que la plante puisse utiliser les éléments nutritifs du sol, il faut que ces derniers soient sous forme assimilable, c'est-à-dire solubles dans l'eau. Cette assimilation est assurée par l'action des micro-organismes, et notamment les Rhizobies dont l'habitat naturel est le sol ; les micro-organismes peuvent adopter un mode d'existence autonome indépendamment de leurs hôtes naturels (légumineuses), et y persister

pendant plusieurs années. Généralement, plus le sol est fertile, plus les Rhizobies sont abondantes.

1.2 - Conditions climatiques

a) Humidité

L'humidité de l'air est dominée par les vents, tandis que l'humidité du sol dépend du rapport précipitations/évaporation.

Le recours à l'irrigation permet d'écarter un des principaux facteurs qui freinent la production végétale, c'est-à-dire la sécheresse et, partant, le problème de l'humidité du sol.

Le maintien d'une humidité optimum favorise le développement microbien, donc facilite au maximum la nutrition et le développement des plantes. D'où l'importance à déterminer le rythme d'irrigation convenable.

b) Température

La température du sol et la température de l'air sont déterminantes la température ambiante conditionne l'évaporation ; la température du sol (à 5 cm environ de profondeur) intervient dans l'évolution de la vie microbienne qui domine l'assimilation des ressources alimentaires du sol.

Les limites de température les plus favorables à la croissance des plantes varient avec l'espèce, la variété et le stade de végétation.

Il y a une corrélation entre l'humidité du sol et la température. Comme le notent WHITHE (R.O.), NILSSON-LEISSNER (G.) et TRUMBLE (H.C.) (44) le début de la période de végétation est fonction de la coincidence des deux facteurs suivants : températures propices à la germination ou à la levée, humidité suffisante du sol.

c) Photopériodisme

Il s'agit de l'influence de la lumière sur la nutrition des plantes L'action de la lumière est double : intensité lumineuse et durée d'éclairément.

Ces deux éléments jouent un rôle important dans le développement des plantes : d'après WHYTE (R.O.), MOIR (T.R.G.) et COOPER (J.P.) (43), parmi les facteurs du milieu qui influent sur le développement reproductif, l'un des plus importants est la durée d'éclairement ou photopériodicité. Aussi WHYTE (R.O.), NILSSON-LEISSNER (G.) et TRUMBLE (H.C.) (44) constatent que, lorsque les jours sont courts ou l'éclairement faible, la formation des nodosités s'opère mal chez les légumineuses. D'ordinaire, l'amélioration d'éclairement s'accompagne d'une accentuation du processus d'infection par les bactéries des nodosités, et d'une plus grande efficacité du phénomène de nodulation du point de vue de la fixation d'azote.

Les exigences des plantes relativement à la durée du jour varient avec les espèces et les variétés. Par conséquent, il y a des plantes de jour long et celles de jour court. Cependant certaines plantes restent indifférentes à la durée d'éclairement et fleurissent tout aussi bien sous un régime de jours courts que sous un régime de jours longs.

Il se produit des réactions compensatoires entre l'intensité lumineuse, la durée d'éclairement et la température. Chaque espèce ou variété de plante est adaptée à une échelle optimum d'intensités lumineuses et de températures pendant toute la durée de sa croissance ; ces optimums varient en fonction du stade de développement de la plante.

En somme, chaque espèce comporte des variétés adaptées aux diverses conditions pédologiques et climatiques, et il convient de remarquer qu'il existe une limite géographique des cultures rentables.

1.3 - Conditions sociales et économiques

Le programme de mise en valeur doit, dans le choix des cultures, tenir compte des considérations sociales de la localité où il s'insérera, les habitudes alimentaires par exemple, qui changent d'une société à une autre.

L'aspect économique ne doit pas non plus être perdu de vue : les cultures envisagées doivent être hautement productives et économiquement :

rentables. Afin d'éviter les risques d'une monoculture, entre autres la fluctuation du prix suivant le principe de l'offre et de la demande, le programme mettra en oeuvre la polyculture dans un système d'assolement et de rotation rationnel.

Bref, étant limité dans le choix des plantes par le climat et la nature du sol, le programme de mise en valeur doit s'intéresser aux contingences socio-économiques qui le canalisent vers l'option d'un nombre restreint de spéculations possibles, en harmonie avec les besoins des populations locales d'abord.

2 - Exemples de quelques plantes à cultiver

2.1 - Cultures vivrières et cultures industrielles ou de rapport

Nous nous bornerons seulement à citer quelques cultures vivrières et industrielles qui sont praticables dans les zones irriguées de nature argileuse.

Cultures vivrières :

Riz
Sorgho
Maïs
Blé
Niébé

Cultures industrielles :

Canne à sucre
Coton
Tabac
Tomate
Oignon
Thé

L'objectif majeur étant l'alimentation humaine, l'accent doit être mis sur les cultures vivrières. En effet, nul développement ne peut être envisagé dans une région tant que les besoins alimentaires minimums de l'homme ne sont pas couverts. Au demeurant, il faut renverser la tendance colonialiste qui pousse le paysan vers les cultures de rapport exportées au détriment des cultures vivrières. Il s'agit, dans le système d'assolement, de faire une juste répartition de surfaces.

2.2 - Cultures fourragères

Dans les zones d'irrigation, considérant la nécessaire association agriculture-élevage, les cultures fourragères doivent être programmées dans l'exploitation. La situation alimentaire, humaine étant précaire dans le Sahel, l'exploitant est davantage tourné vers les cultures de consommation directe, ignorant ainsi les cultures fourragères.

Le bétail se contente d'une ration de famine composée de paille de céréales, d'herbes et de divers autres végétaux poussant naturellement.

Outre l'amélioration de l'alimentation animale, la culture fourragère a un effet régénérateur sur le sol et, par voie de conséquence, rend meilleure la production des autres cultures qui lui succèdent.

Même du point de vue économique, la culture fourragère peut bien se défendre comme l'indiquent WHYTE (R.O.), MOIR (T.R.G.) et COOPER (J.P.) (43) : étant donné que l'irrigation permet d'obtenir en quantités très abondantes un fourrage de toute première qualité, il arrive souvent que, dans ces conditions, les bénéfices tirés de l'exploitation laitière intensive ou de l'embouche égalent ou même dépassent ceux des cultures de rapport les plus rentables ; ce qui permet aux cultures fourragères de trouver leur place jusque sur les meilleures terres.

Le choix des plantes fourragères à cultiver et la superficie à leur attribuer sont fonction, entre autres critères, des moyens de conservation du fourrage.

a) Caractéristiques d'une bonne plante fourragère

Pour qu'une plante fourragère occupe une sole dans les périmètres irrigués, il faut qu'elle réponde à un certain nombre de critères parmi lesquels nous retiendrons :

- une bonne appétibilité, c'est-à-dire qu'elle soit recherchée et bien appréciée par les animaux.

L'appétence d'un fourrage peut varier soit d'une espèce à une autre, soit d'une race à une autre ; elle peut intervenir sur le plan individuel.

- posséder une valeur alimentaire élevée mais celle-ci dépend surtout du stade végétatif. En effet, la valeur alimentaire d'une plante varie suivant son cycle de végétation : les feuilles sont les organes qui élaborent les constituants végétaux ; au départ, les éléments nutritifs se trouvent donc dans les feuilles et les tiges ; à mesure que les plantes viennent à maturité, comme le constate SEMPLE (A.T.) (41), les éléments nutritifs passent dans les racines, et les feuilles et les tiges deviennent plus ligneuses et moins nutritives. Ainsi donc, la valeur bromatologique d'un végétal diminue avec l'âge de la pousse (voir tableau VI à la page 51).

- avoir une haute productivité, c'est-à-dire un rendement élevé. La production à l'hectare, contrairement à la valeur bromatologique, augmente avec l'âge (voir le tableau VI).

- avoir une bonne réponse aux engrais : à l'application d'une quantité d'engrais donnée, inférieure à la limite d'absorption, la plante doit réagir par un accroissement notable de la production.

- être non toxique, l'ingestion ne provoquant pas d'accidents graves voire mortels. D'après HAVARD-DUCLOS (B.) (16), les plantes dont la consommation par les différentes espèces d'animaux peut occasionner des troubles graves et très souvent mortels sont excessivement nombreuses ; on en trouve dans presque toutes les familles du règne végétal, mais plus spécialement dans certaines familles connues pour leurs qualités toxiques. (Solanées, Euphorbiacées, Asclepiadacées, Composées, etc...).

La toxicité d'un végétal est parfois liée à son cycle de végétation : les Sorghum, Lipinus et certains Panicum sont dangereux à l'état jeune, alors qu'ils sont consommés par le bétail sans danger quand ils sont plus âgés ; pour d'autres espèces végétales c'est le contraire.

De même, certaines plantes consommées en vert sont toxiques alors que consommées sèches sont moins nocives.

- supporter bien les coupes répétées lorsqu'il s'agit des plantes pérennes. Pour avoir une régénération rapide et bonne de la plante, la coupe doit s'effectuer à une hauteur définie qui respecte les bourgeons dormants.

La période optimale de coupe est, compte tenu de la valeur bromatologique et du rendement, un moyen terme (voir les valeurs encadrées dans le tableau VI). Par conséquent, l'époque de la fauche doit être déterminée pour chaque espèce fourragère.

	Temps de croissance	M A b [⊗] % M S	UF/kg M S	M S	Rendement M S/ha
<u>Graminées</u>					
- Saison de pluies					
Digitaria unfolozi	15 j	17	0,6	14	200 kg
	40 j	11,5	0,6	21	850
	60 j	6	0,4	21	1 400
	80 j	4,5	0,4	23,5	
	100 j	3,5	0,4	27	3 200
Panicum maximum irrigué					
+ fumure	300 N	17 j	17	0,6	12,5
	120 P	30 j	11	0,55	14
	250 K	60 j	9,5	0,4	18
- Saison sèche					
Andropogon gayanus (après feu)	30 j	4,5	0,7	43	75
	90 j	3,9	0,7	48	135
Feuilles basales âgées.	-	2,8	0,45	95	
<u>Stylosanthes gracilis</u>					
Saison des pluies					
	80 j	14,5	0,7	22,5	
	110 j	12,5	0,65	30	
Saison sèche					
	65 j	14	0,75	35	
	130 j	11	0,65	45	

Tableau n° VI : Valeur bromatologique et production

(BOUDET G. ; I.E.M.V.T. Service agrost ; Oct. 1973 ; (2)).

⊗ M A b : Matière Azotée brute.

- être facile à mettre en place : la mise en place de la plante fourragère peut se faire soit par semis, soit par boutures, soit par éclats de souche.

De préférence, elle se fait en lignes suivant un écartement convenable et les mauvaises herbes doivent être éliminées.

e) - Principales espèces fourragères tropicales cultivées

Nous nous intéresserons aux Graminées et aux Légumineuses qui sont les deux familles du règne végétal les plus consommées par les différentes espèces animales domestiques.

Les Légumineuses sont plus riches en N, P et Ca, et leur valeur bromatologique décroît moins rapidement au cours du cycle végétatif.

Les Graminées ont, pour leur part, une productivité plus importante.

L'association Graminées-Légumineuses est intéressante à plus d'un titre :

- les Légumineuses apportant de l'azote au sol, on obtient une croissance meilleure des Graminées en association ;

- la valeur nutritive des Graminées devient supérieure, car elles s'enrichissent de protides.

En somme, cette association se traduit par un apport appréciable dans l'alimentation du bétail.

Mais cette association doit se faire de manière judicieuse ainsi que le montre HAVARD-DUCLOS (B.) (16) : faisant partie d'un groupement, la plasticité de chaque plante ^{est} réduite et orientée ; l'espèce acquiert une propriété dite "sociale" qui lui permet de s'établir au milieu des autres, propriété qui est momentanée. Cette plasticité d'adaptation tend vers une spécialisation maximum donnant une meilleure défense de l'espèce au milieu du groupement considéré, spécialisation que l'on doit exploiter pour la productivité

D'après WHYTE (R.O.), NILSSON-LEISSNER (G.) et THUMBLE (H.C.) (44) jusqu'à présent, il s'est révélé difficile de trouver une légumineuse tropicale de croissance suffisamment vigoureuse pour soutenir victorieusement la concurrence des hautes graminées tropicales.

Cependant, certaines associations avantageuses ont été mises au point en Haute-Volta, au Mali, au Nigéria, à Madagascar, en Afrique du Sud ...

Parmi ces deux familles, on distingue :

- des plantes annuelles qui ne durent qu'une saison culturale dans l'année ;

- des plantes pérennes ou vivaces qui repoussent plusieurs années de suite.

Dans les conditions d'irrigation par gravité, retenons d'après BOUDET (4), quelques plantes fourragères cultivées qui s'accommodent donc des sols limono-argileux ou à la rigueur sablo-limoneux.

- Graminées :

Andropogon gayanus vivace, dressée

Mise en place : semis sous plante - abri (céréales sarclées de fin de rotation) ; dose de semis 5 à 20 kg/ha ; taux de germination 30 p. 100.
Utilisation : pâture à 30 jours de repos ; possibilité de foin et ensilage.

Rendement : 7 à 8 t/ha ; 4 500 à 6 000 U F/ha/an

. *Cenchrus ciliaris* vivace, dressée

Mise en place : éclats de souche ou semis à la dose de 5 kg/ha en mélange avec balles de riz ou sciure, sur sol labouré et suivi d'un hersage léger et roulage ; faculté germinative accrue en 2^e année 70 p. 100.

Rendement : 5 à 10 t/ha M.S. Pâture ; foin.

. *Echinochloa stagnina* vivace, flottant puis prostrée, supporte une inondation de plus de 2 m d'eau avec faible courant.

Mise en place : éclats de souche et boutures de tiges en début des pluies

Rendement : 30 - 50 t/ha M.S. Pâture, affouragement en vert.

. *Panicum maximum* vivace, dressée

Mise en place : éclats de souche ou semis mais faible pouvoir germinatif, sauf sélection particulière.

Utilisation : pâture avec repos de 30 jours, foin et paille pour litière.

Rendement : 25 t/ha M.S.

Culture avec irrigation de saison sèche : rendement 50 t/ha M.S. et charg atteignant 4 t/ha de poids vif.

- . *Pennisetum purpureum* vivace, dressée

Mise en place : boutures à 3 yeux de tiges aoûtées, espacement 50 cm (pour pâture) à 1 m (pour coupe).

Utilisation : pâture avec repos de 30 jours ; fourrage en vert à l'auge (coupe tous les 2 à 3 mois) ; ensilage (coupe à 3 - 4 mois (+ Kudzu))

Rendement : jusqu'à 80 t/ha M.S.

- Légumineuses

- . *Dolichos biflorus* annuelle, volubile, feuilles trifoliolées.

Mise en place : semis à dose de 8 kg/ha après disquage léger.

Utilisation : pâture de préférence en saison sèche.

Rendement : 6 t/ha M.S.

- . *Pueraria phaseoloides* vivace, volubile, feuilles trifoliolées.

Mise en place : par semis à la volée à la dose de 6 à 15 kg/ha sur sol préparé ou en poquets à écartement de 50 cm (5 kg de graines à l'ha).

Utilisation : pâture différée de saison sèche de préférence avec forte charge instantanée ; possibilité de forrage sur perroquets.

Rendement : 5 à 10 t/ha M.S. avec 0,7 U.F./kg M.S. et 85 à 100 g de M.A.D.*

. *Stylosanthes gracilis* vivace, érigée à tendance prostrée, sub-ligneuse à la base (les bourgeons dormants sont localisés aux parties herbacées d'où la nécessité de faucher assez haut pour assurer une régénération).

Mise en place : par semis à la dose de 5 à 7 kg/ha de semences préalablement traitées (eau chaude, polisseur à riz).

Utilisation : pâture différée de saison sèche de préférence (parcs de nuit, bas-fond) ; pâture toute l'année : charge 500 kg/ha de poids vif.

Foin : rendement de 5 à 10 t/ha M.S.

Les plantes fourragères sont aussi exigeantes que les autres cultures, elles demandent des techniques culturales et d'exploitation appropriées.

L'intérêt des cultures fourragères irriguées est d'assurer surtout des fourrages de soudure, riches en azote pour la saison sèche.

* M.A.D. : Matière Azotée Digestible.

En général, les espèces végétales, mises à l'abri de la sécheresse dans les zones irriguées, produisent le meilleur d'elles-mêmes en vue de l'alimentation humaine et animale, si les conditions satisfaisantes, climatiques et pédologiques sont réunies.

Pour diversifier les productions végétales soumises aux impératifs économiques et sociaux, un assolement judicieux entre les cultures vivrières, industrielles et fourragères doit être établi.

Il est souhaitable, dans le but de maintenir la fertilité du sol, d'envisager une rotation étudiée.

0) - Place de l'élevage de l'élevage

Dans les pays en voie de développement, les efforts d'amélioration sont orientés le plus souvent vers les productions végétales, plus précisément les cultures vivrières et industrielles. Pour cette raison, les protéines y sont en grande partie d'origine végétale et par conséquent de moins bonne valeur biologique que celles d'origine animale. En comparaison avec les pays développés, cela est évident sur le graphique IV à la page qui présente, en plus des besoins énergétiques par jour d'un individu, le niveau de consommation des différentes protéines et des matières grasses par individu : les différences sont nettes au détriment des pays en voie de développement.

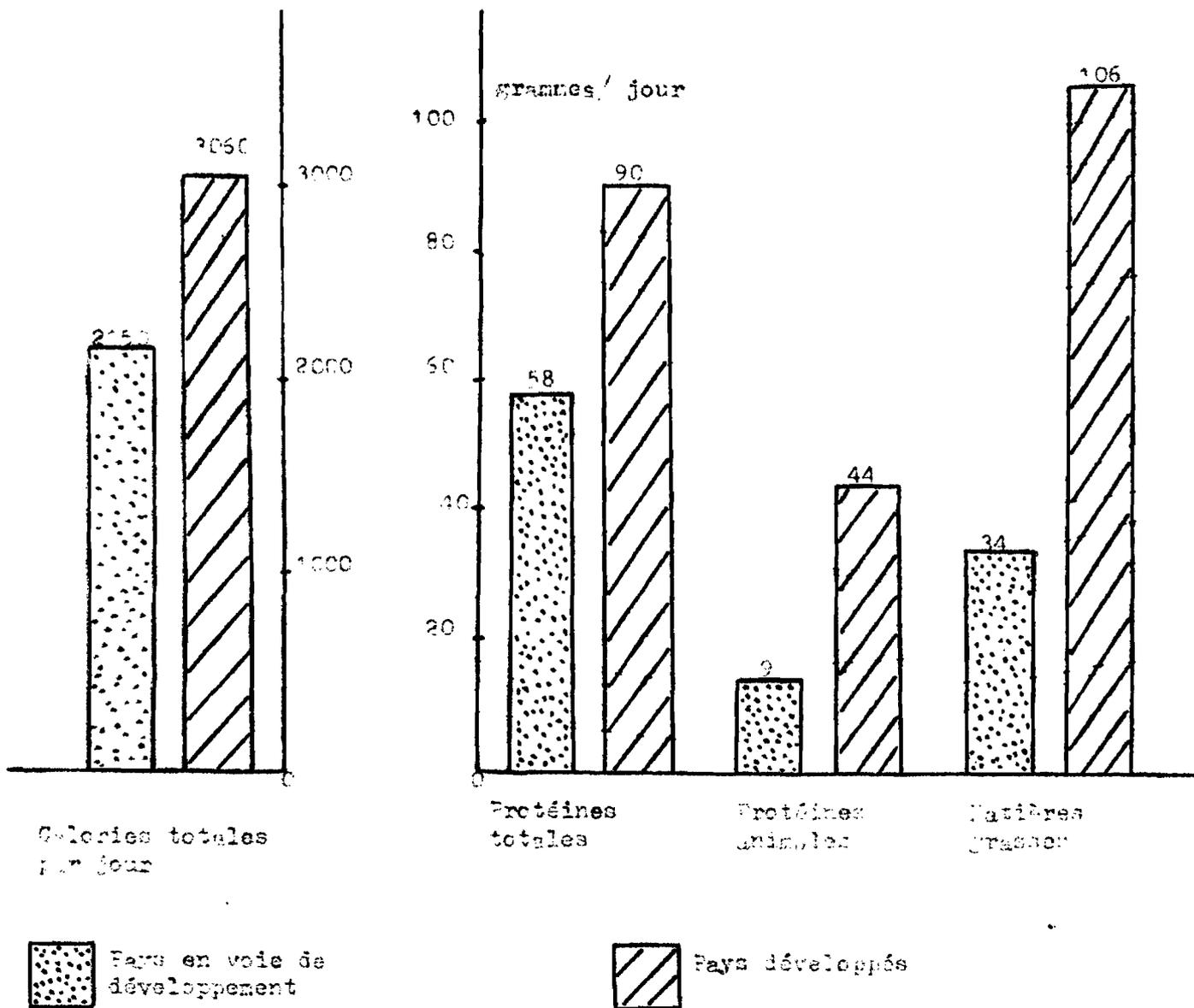
C'est donc dans le domaine de l'élevage que les actions d'amélioration devraient s'exercer en priorité si l'on veut améliorer qualitativement l'alimentation humaine.

LACROUX (M.) (19) rend la carence de l'alimentation en protéines d'origine animale responsable du sous-développement. En effet, il est aujourd'hui parfaitement démontré que l'épanouissement intellectuel des humains est intimement lié aux rations de protéines nobles que les enfants reçoivent régulièrement entre le 3e et le 4e mois.

Les ressources animales étant si importantes dans les pays en voie de développement et surtout dans le Sahel, la faible productivité des élevages africains est un sujet de préoccupation pour les responsables du développement.

LACROUTS (M.) (19) fait ressortir le déficit en protéines animales dans nos pays en les comparant à l'Europe des Six : la productivité africaine ne représente que le quart de la productivité européenne pour les bovins et les porcins par exemple (voir tableau n° VII à la page 58).

L'élevage a donc sa place dans la mise en valeur des zones irriguées soit comme activité exclusive, soit dans le cadre de l'association agriculture-élevage.



Graphique n° I : Niveau de consommation par homme

(Extrait de Techniques et développement ; Nov. 1972 ; 194)

Tableau n° VII : Comparaison des données statiques disponibles sur les effectifs de bétail et les productions correspondantes.

(LACROUX M. ; Techn. et dev. ; 1973 ; (8)).

	PAYS AFRICAINS (1)		EUROPE DES SIX (2)	
	Effectif en millions de têtes	Carcasses en millions de tonnes	Effectif en millions de têtes	Millions de tonnes
Bovins	50,9	840,4	52,4	3 995 (3)
Ovins, caprins	100,5	402,2	21,1	161 (3)
Porcins	4,5	121,1	47,3	4 424 (3)
Abats				3 200
Volailles	120	161,6		1 862
Total de toutes viandes et abats.....		1 525,3		13 642

(1) 24 pays : Burundi, Cameroun, Congo, Côte-d'Ivoire, Dahomey, Gabon, Gambie, Ghana, Haute-Volta, Libéria, Madagascar, Mali, Maurice, Mauritanie, Niger, Nigéria, République Centrafricaine, Rwanda, Sénégal, Sierra-Léone, Somalie, Tchad, Togo, Zaïre dont la population totale en 1970 était de 143 millions d'habitants et disposait de 10,6 kg de produits carnés par capita.

(2) Allemagne, Belgique, Italie, France, Luxembourg, Pays-Bas dont la population au 1er Janvier 1970 était de 189 millions d'habitants et disposait de 72 kg de produits carnés par capita.

(3) Poids de viande en carcasse sans les abats.

1 - Elevage : Activité unique

Considérant la conjoncture alimentaire déficitaire des régions sahéliennes, il serait aborrant d'entreprendre l'élevage comme seule activité sur des périmètres irrigués.

Cependant, dans les zones irriguées, certains sols peuvent être impropres aux cultures de produits destinés à la consommation directe de l'homme parce qu'exposés à l'érosion excessive, à la saturation d'eau ou parce que trop lourds pour être aisément travaillés. Alors, ces sols seraient avantageusement transformés en prairies permanentes. Le cas échéant, il faut constituer une chaîne de fourrages qui permettra de satisfaire les besoins du bétail sans recourir aux produits concentrés.

2 - Association agriculture-élevage

Dans la plupart de nos pays, ces deux activités rurales ont été séparées voire opposées dans le système traditionnel. Actuellement de sérieux efforts sont entrepris afin qu'elles se cotoient et s'épaulent mutuellement.

Dans les périmètres irrigués, il est nécessaire que l'agriculture et l'élevage coexistent et se combinent harmonieusement au sein d'une même exploitation. Ainsi ils se rendront des services réciproques ; il y aura une symbiose : l'agriculture apportant l'alimentation suffisante et de bonne qualité au bétail, l'élevage le fumier et la force de la traction animale.

2.1 - Alimentation animale

Dans le cadre d'une diversification des cultures, l'exploitation sera répartie en plusieurs soles dont l'une fourragère. Ainsi les productions végétales qui vont servir à l'alimentation animale, seront de deux catégories: les sous-produits agricoles et les fourrages cultivés.

2.1.1 - Les sous-produits agricoles

La récolte des cultures vivrières et la transformation partielle ou totale des cultures industrielles fournissent des sous-produits utilisables dans l'alimentation du bétail. En effet, de nombreux sous-produits parfois perdus totalement peuvent ainsi être valorisés ; comme le signale NDIAYE (A.L.) (30), l'élevage moderne consiste à transformer, par l'intermédiaire des animaux domestiques, des matières impropres à la consommation humaine en produits utilisables par l'homme (lait, viande, oeuf...)

L'animal sert alors de relais, mais il convient de tenir compte des particularités physiologiques et surtout digestives des différentes espèces animales domestiques.

D'une manière sommaire, notons quelques sous-produits susceptibles d'être obtenus à partir des cultures envisagées plus haut :

- paille et tiges céréalières
- fane des légumineuses
- tiges feuillées du coton
- graines de coton
- sons de riz
- résidus de la canne à sucre : bagasse, tourteau, mélasse.

D'importants travaux d'analyse de la composition des différents sous-produits agricoles ont révélé leurs valeurs bromatologiques appréciables. Ces sous-produits s'utilisent dans des normes variables suivant leurs caractéristiques propres et l'espèce animale considérée.

Les facteurs encourageant leur utilisation dans l'alimentation du bétail, sont de deux ordres :

- leur prix de revient très bas en général qui garantit une marge bénéficiaire intéressante lors des transactions commerciales en élevage ;
- le tonnage important par suite des hauts rendements obtenus et de la double récolte possible.

2.1.2 - Les productions fourragères

La sole fourragère peut comporter soit une espèce à productivité élevée (Graminées ou Légumineuses), soit mieux une association recherchée graminée-légumineuse.

La culture fourragère est annuelle ou pérenne. Celle-ci paraît plus économique et pratique ; celle-là exige une main-d'oeuvre abondante et des possibilités de conservation au niveau de l'exploitation.

Afin d'éviter la dégradation des zones aménagées par piétinement, on fera appel au zero-grazing comme mode de récolte du fourrage.

Le fauchage peut être manuel ou mécanisé par l'emploi d'une paire de boeufs et d'une faucheuse adaptée à la traction bovine.

Le planage correct permet de faire une coupe régulière à la hauteur voulue. Cela est particulièrement important pour les espèces fourragères, pérennes.

Le mode d'utilisation du fourrage peut être varié, et l'on distingue :

- l'affouragement en vert qui consiste à distribuer à l'auge le fourrage vert aux animaux ;

- la fenaison qui est une méthode de conservation par dessiccation. Dans le Sahel où les conditions atmosphériques permettent un séchage rapide, le fanage ne pose guère de problème.

La qualité du foin ne dépend pas seulement du stade de croissance ; elle est en général fonction des conditions atmosphériques qui règnent au moment de la récolte et de la manière dont celle-ci s'opère : l'exposition prolongée au soleil ou la pluie fait perdre au foin la plupart des éléments nutritifs qu'il renferme et des manutentions excessives entraîneront la perte d'une forte proportion du feuillage.

- une autre méthode de conservation est l'ensilage qui, faisant appel à des fermentations en milieu anaérobie, permet d'échapper en grande partie à la sujétion du facteur atmosphérique.

Elle assure une meilleure conservation de l'herbe car les pertes en matières sèches et en éléments nutritifs sont moindres. Ces pertes dépendent essentiellement des méthodes appliquées et du matériel utilisé.

Le grand inconvénient de l'ensilage est de demander un labour dur et rapide. Alors, sa préparation n'ira sans doute pas sans grande difficulté dans les petites exploitations paysannes où la mécanisation est pratiquement inexistante. Pour obtenir un bon tassement facteur essentiel de réussite de l'ensilage, il faut hacher l'herbe et l'opération exige une main-d'oeuvre abondante car il est indispensable de remplir rapidement le silo.

En somme, il est important d'évaluer les disponibilités alimentaires de l'exploitation pour mener à bien son élevage par une programmation qui assure la couverture des besoins tout au long de l'année.

L'association des sous-produits agro-industriels issus des productions végétales et des cultures fourragères permet d'y parvenir dans une exploitation agricole bien conduite.

2.2 - Les productions animales

Dans le cadre de l'association agriculture-élevage, les productions animales sont diverses et peuvent se classer en deux catégories : les apports directs de l'élevage à l'agriculture (fumier, moyens de traction) et les produits commercialisables (viande, lait ...).

2.2.1 - Fumier

Par an, il se produit des pertes énormes en humus dont l'incidence est bien connue dans le maintien de la fertilité du sol. Pour obtenir un bilan humique satisfaisant, des apports sont nécessaires. Le fumier est l'une des principales sources d'humus. La production du fumier est rendue difficile par les conditions mêmes de sa production et de son utilisation.

La fabrication d'un bon fumier implique :

- la stabulation des animaux qui nécessite la construction d'une fosse-fumière établie,
- le renouvellement des litières : il est conseillé de mettre une nouvelle litière chaque semaine,
- l'arrosage du fumier : pour assurer une bonne décomposition, la fosse-fumière doit être arrosée chaque semaine.

Avec le souci de réduire au minimum les infrastructures nécessaires à l'obtention d'une fosse-fumière établie, nous proposons l'ensemble rapporté au schéma VII (page 64) et fait en matériaux locaux (chaume, branches et troncs d'arbres).

L'ensemble sera autant que possible installé à la périphérie des périmètres irrigués pour éviter les grands déplacements.

Ainsi la totalité des fèces peut être facilement récupérée.

Le poids du fumier produit par les animaux a été apprécié par maints auteurs cités par MAHU (M.) (20) :

DE GIRARDI obtient le poids du fumier produit en multipliant par 25 les quintaux de poids vif de tous les animaux qui ont séjourné en permanence dans l'étable dans un intervalle de temps défini.

A. DELOS estime que le multiplicateur 20 est plus proche de la réalité.

THAJR multiplie par 2, 3 le poids des matières sèches de fourrages et litières utilisés.

WOLFF estime que la production annuelle du fumier frais (75 % d'eau) correspond à 3 fois le poids de la matière de fourrages consommés.

Tous ces calculs ont trait au fumier frais.

Les conditions d'utilisation du fumier sont astreignantes : transport et épandage du fumier lourd et volumineux, et enfouissement rapide pour conserver la valeur du fumier.

Cette valeur dépend de l'espèce animale et du traitement que subit le fumier. Le tableau VIII (page 65), établi à Madagascar, donne la composition des fumiers divers donc leur valeur.

Il faut retenir avec BOUDERT (G.) (3) qu'"il vaut mieux ne pas mettre du fumier du tout que mettre un fumier sec, pailleux, mal décomposé qui souffle le sol, bloque l'azote et nuit à l'alimentation de la plante cultivée".

Toutefois, le bon fumier s'avère indispensable à la confection des sols pour les cultures natives et de haut rendement.

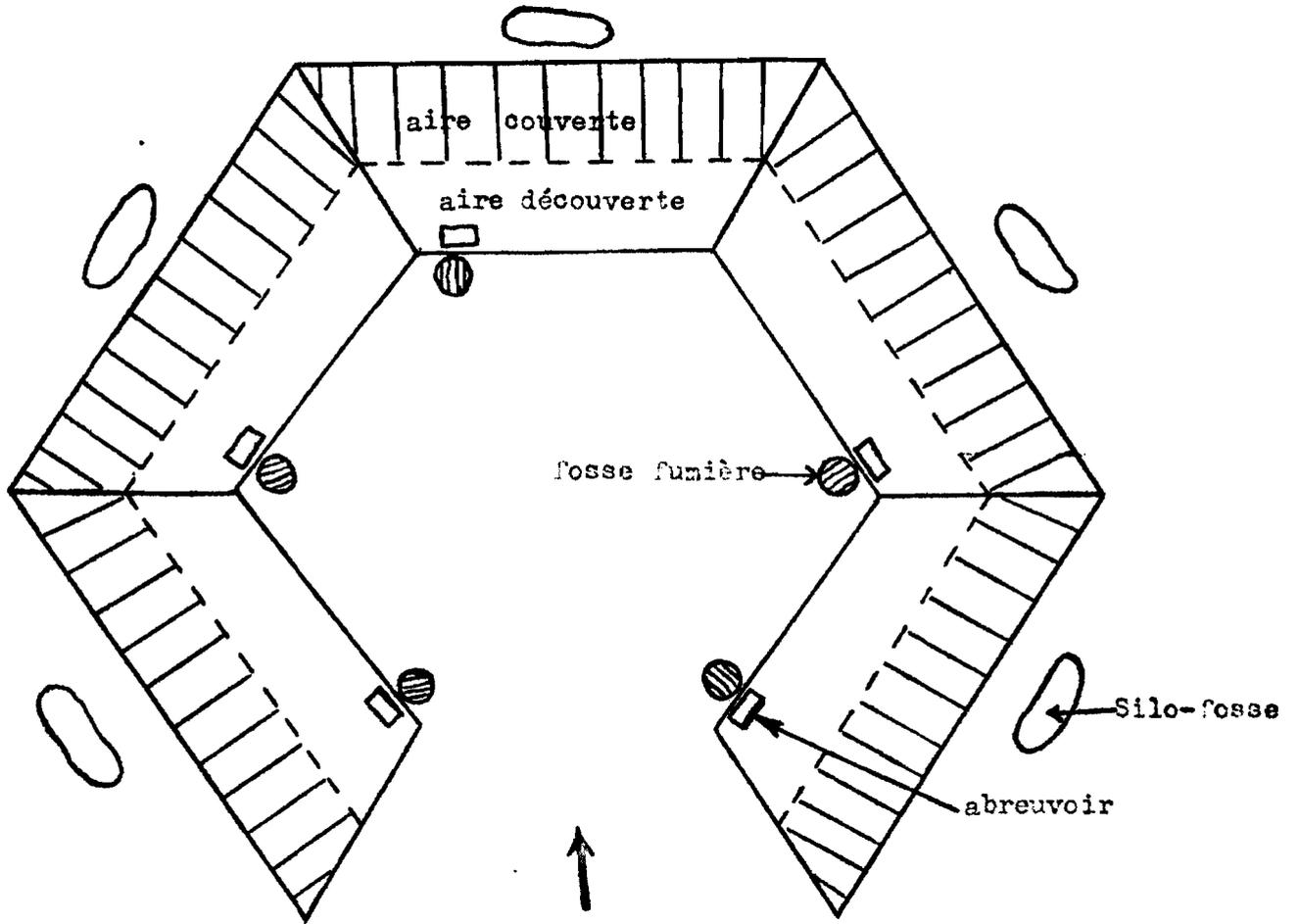


Schéma n° VII : Vue d'ensemble à pic (Notre proposition)

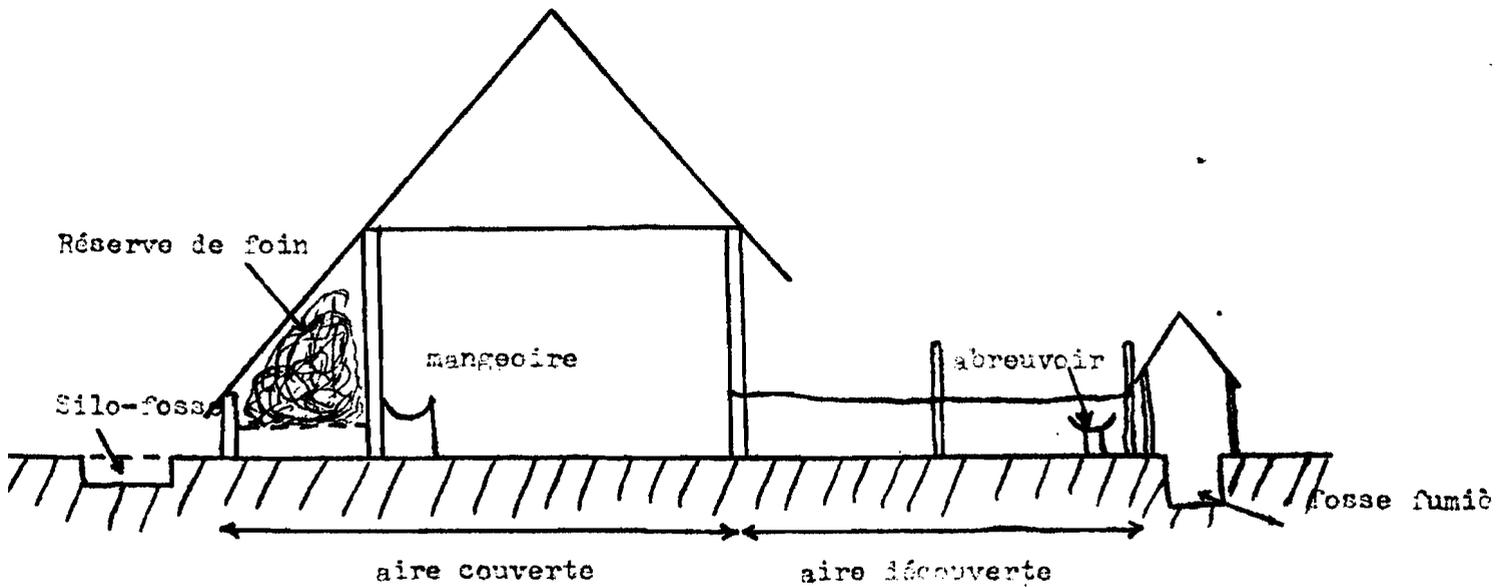


Schéma n° VIII : Coupe longitudinale d'une fosse fumière - étable

ECHANTIL- LONS	Humidité	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca O	Mg O	Valeur con- ventionnelle (1)	Observations
1	34 %	5,30	1,95	1,89	0,52	13,04	635	Fumier local Am- bohimandroso (10 échantillons)
2	33 %	6,77	3,02	8,42	0,83	7,17	1 080	Fumier Ambohiman- droso (8 échan- tillons)
3	60 %	6,56	12,11	3,00	7,00	9,96	1 405	Fumier de volail- les ferme de l'An karatra
4	76 %	4,66	5,01	4,95	2,94	3,73	890	
5	67 %	6,07	3,52	5,21	1,73	6,01	925	Fumier de fosse centre de Beva- lala.
6	63 %	7,20	4,02	9,96	0,66	6,83	1 235	Fumier de sta- bilisation libre Centre de Beva- lala
7	75 %	4,05	3,84	2,01	2,87	2,90	650	Fumier d'étable Sakay

(1) Valeur conventionnelle : calculée en considérant les apports de N₁ P₂

O₅, K₂O comptabilisés aux prix de revient des unités de ces éléments sous forme d'urée (83,5 FMC), phosphate tricalcique (61,1 FMC) et chlorure de potasse (39 FMC).

Tableau n° VIII : La composition des fumiers
(Kg d'éléments par tonnes de fumier frais)

Extrait de "Compte rendu d'essais concernant la diversification des cultures sur les collines du Valinankaratra" de SIGY, I.R.A.M., 1967.

2.2.2 - Traction animale

Ici nous ne retiendrons que la traction bovine dont nous passerons en revue les différentes phases.

a) - Dressage

Il s'agit de rendre l'animal docile et apte à la traction. Le dressage se fait progressivement et son début peut être facilité :

- à Madagascar, on utilise un joug à trois places avec un animal non dressé encadré par une vieille paire de boeufs ;
- en Côte-d'Ivoire, le jeune animal est couplé à un boeuf bien dressé.

Au dressage sommaire succède la formation véritable qui peut durer 2 à 3 ans pour obtenir un animal bien dressé.

b) - Attelage

Il se fait au moyen d'un joug qui est généralement soit simple, soit double.

Le mode d'attelage peut s'effectuer de deux manières :

- le joug de tête comprenant le joug de nuque et le joug frontal ;
- le joug de garrot placé à la base du cou en avant des épaules.

A l'étude mécanique du joug double, il semble que la force de traction soit sensiblement pareille dans les deux cas.

Il en ressort aussi que les deux façons d'attelage sont parfaitement rationnelles.

En raison de sa simplicité, le joug de garrot est le plus répandu en Afrique ; mieux encore, selon CRUVEILLER (J.P.C.) (11), l'adoption du joug de garrot est conditionnée par les facteurs climatiques et la conformation des animaux : il est surtout utilisé dans les pays chauds où l'emploi du joug de tête enlèverait aux boeufs la liberté de mouvement qui leur permet de chasser les mouches, et augmenterait les risques de congestion ; d'une façon générale, le joug de garrot convient particulièrement aux bovins qui ont un garrot très saillant, c'est-à-dire les Zébus.

c) - Rationnement

La ration alimentaire des boeufs de trait doit être satisfaisante, régulière et supplémentée au moment de gros travaux.

Pour un animal de 300 kg, BOUDET (G.) (2) évalue les besoins d'entretien à 2,8 U.F. et à 150 g de M.A.D. ; en cas de travail, les besoins cumulés sont :

- énergie : 4,2 U.F. pour un travail faible
- 4,6 U.F. pour un travail moyen
- 5,6 U.F. pour un travail important.

- M.A.D. 400 g environ pour un travail important.

L'encombrement qui représente le rapport $\frac{M.S.}{U.F.}$, doit être de 1,5 pour les boeufs de trait au travail et 2 au repos.

En fait, l'importance du travail fourni est subordonnée à la qualité des soins que le paysan apporte aux animaux.

d) - Travail

L'effort disponible d'une paire de boeufs bien soignés peut permettre la préparation du sol et l'exécution de diverses façons culturales (scarifiage, hersage, sarclage, buttage, labour...).

Les résultats de mesures effectuées au cours d'un labour de profondeur moyenne 13 cm dans la région de Koudougou en Haute-Volta (33) donnent les indications consignées au tableau IX (tous les efforts ont été contrôlés à l'aide de deux dynamomètres à lecture directe "Testut" force 500 et 1 000 kg).

Paire	Effort moyen	Effort maximum	Vitesse moyenne de travail	Surface moyenne horaire	Surface globale	Temps global	Temps dans le temps
1 - 4	99 kg	295 kg	2 511 m/h	623 m ³	2 845 m ²	6 h	1 j
2 - 3	100	410	2 438	656	2 580	4 h 15	1 j
2 - 3	112	250	2 541		10 000	29 h 45	7 j
1 - 5	89	180	2 200		1 840	6 h	1 j
1 - 5	85	320	2 980		9 532	27 h 55	5 j

Tableau n° IX : Travaux exécutés par la paire de boeufs
(Rapport annuel M.A.E. Rép. de Haute-Volta ;
I.R.A.T. ; 1968).

En moyennes générales nous obtenons :

- effort moyen : 97 kg (de 90 à 110 kg)
- vitesse moyenne : 2 500 m/h (de 2 300 à 2 800 m/h)
- surface moyenne horaire : 600 m² (de 550 à 650 m²)
- surface moyenne journalière : 2 100 m² (de 1 800 à 2 500 m²)
- temps moyen à l'hectare : 4 j 5

26 797 m² de labour ont été réalisés au cours des différents tests.

La nature du sol étant déterminante dans le travail effectué, ces résultats constituent un ordre de grandeur.

Le tableau X met en évidence la différence notable dans le temps de travaux à la main et par traction bovine sur d'égales surfaces.

Opérations culturales	A la main (1 homme)	Paire de boeufs (1 ou plusieurs hommes)
<u>Sur terres lourdes</u>		
- Billonnage à la charrue...	140 heures	30 heures
- Labour à plat.....	320 "	40 "
- Hersage !.....	165 "	15 "
- Binage	165 "	15 "

Tableau n° X : Temps de travaux comparés (1)

(entre le travail manuel et le travail de l'attelage bovin).

(1) Tirés des "Bilans des expériences de culture attelée en Afrique Occidentale d'Expression Française, Guinée exceptée" B.D.P.A. - I.E.M.V.T. 1965

Il est clair que la culture attelée permet de gagner du temps par rapport à la culture manuelle. Le paysan ainsi libéré peut vaquer à d'autres activités.

Aussi, en culture attelée, les travaux peuvent être mieux faits ou exécutés à temps : cela se traduit par un meilleur rendement des récoltes.

En plus de cette amélioration des conditions de travail par la fumure et la traction, l'élevage va fournir des productions directement commercialisables (lait, viande) qui viendront grossir les revenus de l'exploitant.

2.2.3 - Production laitière

L'exploitant peut posséder une unité de production laitière dont l'effectif sera surtout déterminé par les disponibilités fourragères pendant toute l'année.

Le choix des Races à exploiter peut à priori se poser. Car il faudrait s'adresser à des Races hautement améliorées donc importées pour rentabiliser au maximum la spéculation laitière dans les périmètres aménagés.

En tout cas, l'exemple d'Israël prouve, si besoin est, que les Races améliorées des pays tempérés peuvent bien s'adapter et garder ainsi leur production laitière élevée dans les pays chauds. L'influence néfaste du facteur climatique peut être atténuée si l'alimentation et, d'une manière plus générale, les conditions d'exploitation sont correctes.

Cependant, il peut être plus sage d'exploiter les Races locales à bonne aptitude laitière (Azawack, White Fulani, Maure, Kouri...) ou les métis (N'Dama x Jersey) en raison du fait que le paysan, au stade actuel, ne saurait entourer la Race importée, généralement très exigeante, de tous les soins nécessaires ; par ailleurs l'animal importé revient plus cher à l'entretien et, en conséquence, greverait l'économie de l'exploitation.

Au fond, DECHAMBRES ne dit-il pas à juste titre que les animaux les meilleurs ne sont pas nécessairement les plus perfectionnés, mais ceux qui sont les mieux adaptés aux différentes conditions du mode d'exploitation qu'ils subissent.

Les productions des Races locales, bonnes laitières ou des métis peuvent être notables et leur lactation dure 300 jours en moyenne. Nous n'en voulons pour preuve que les résultats obtenus, dans les Stations

d'élevage en Afrique de l'Ouest, à partir des Races locales, des croisements. Ces résultats se trouvent résumer dans le tableau XI à la page 72

Afin de récupérer le maximum de la production laitière en vue de sa commercialisation, il serait intéressant de pratiquer l'allaitement artificiel suivi d'un sevrage précoc. Mais là encore, il est essentiel, pour utiliser cette technique, d'avoir des paysans avertis.

En pays tempéré la production laitière s'accroît de 25 à 30 % entre la première et la troisième lactation puis progresse plus lentement pour atteindre l'optimum à la cinquième. En Afrique de l'Ouest, les études effectuées à Shika au Nigéria par ROBERTSON évaluent la progression à 10 % entre la première et la meilleure lactation. Les études poursuivies à Dahra au Sénégal aboutissent aux mêmes conclusions.

Le lait et ses dérivés sont des produits à haute valeur nutritive dont la demande est très importante en Afrique, et spécialement dans les grands centres urbains. La spéculation laitière peut alors s'épanouir et être très rémunératrice.

L'avantage de la spéculation laitière est de procurer des rentrées journalières permettant ainsi à l'exploitant de couvrir, entre autres, ses menus dépenses du ménage.

L'établissement de la laiterie facilite le travail du paysan et permet l'écoulement correct du lait et ses dérivés.

Tableau n° XI : Productions laitières en Stations d'élevage d'Afrique de l'Ouest
(Service de l'Élevage et des Industries Animales ; Rep. Niger)

	Année	Race	Nombre de lactations	Production laitière moyenne
C.R.Z. Dara (Sénégal)	1970	Zébu Pakistanaï	146	1 147,5 kg \pm 126 kg en 241,4 \pm 7,4 jours
Niono Mali	1970	Zébu-Maure		664,3 kg en 230 jours
Niono Mali	1970	Zébu-Peulh		600 kg en 230 jours
C. R. Z. Minankro (Côte d'Ivoire)	1970	F ₁ Jersey x N' N'Dama	12	1 368,6 Kg (lait à 4 %)
Toukounous (Niger)	1968	Azawack	8	1 300 kg en 320 jours (lait à 4,5 %)
Station Kirkissoye (Niger)	1972	Azawack	8	1 507,9 kg en L ₄ (1)
Shika (Nigéria)	1965	Zébu White Fulani	300	1 020 kg
Birnin Kudu - (Nigéria)	1970	Zébu White Fulani		1 359 kg (2)

(1) Lactation n° 4

(2) Troupeau d'élite

2.2.4 - Production de viande

La spéculation viande peut également se concevoir dans la mise en valeur des périmètres irrigués dans le cadre d'une association agriculture-élevage. La forme la plus indiquée sur le plan de la rentabilité est l'embouche, technique d'engraissement qui vise à accroître, pendant une période relativement courte, le poids de l'animal et à améliorer la qualité de la carcasse et le rendement à l'abattage.

Plus l'opération est rapide, plus elle est économique, car l'ensemble des frais à consentir tant en alimentation qu'en main d'oeuvre et immobilisation du capital se répartit sur un court laps de temps. C'est l'embouche intensive. Dans les conditions retenues, cette embouche sera du type paysan.

Elle peut intéresser les différentes espèces d'animaux domestiques (bovins, petits ruminants, porcins, volaille), mais les Bovins et les moutons constituent l'essentiel des préoccupations dans les pays du Sahel.

Il y a des Races à bonne aptitude bouchère : Gobra, M'Bororo, N'Dama, Azawack chez les Bovins et Maure, Peul, Touareg... chez les moutons.

L'embouche intensive, pour se réaliser dans de bonnes conditions économiques, doit se faire au départ soit avec des animaux jeunes, soit avec des animaux maigres qui feront appel au phénomène de la croissance compensatrice.

Généralement, dans le Sahel, les jeunes animaux mâles sont inutilement gardés dans les troupeaux. Les animaux maigres pillulent car le bétail est condamné à la vaine pâture pendant la longue saison sèche. C'est dire que les matières premières sont là, mais tout le problème réside dans le fait que l'on n'est pas encore parvenu à amener les éleveurs à commercialiser rationnellement le produit de leur élevage : les Peuhls, conducteurs d'animaux par excellence, pratiquent un élevage de prestige. Mais, à quelque chose malheur est bon : peut-être qu'en tirant la leçon de la situation catastrophique engendrée par la sécheresse, le Peuhl abandonnerait son mode d'élevage contemplatif pour s'orienter vers l'exploitation rationnelle de son troupeau.

Dans le but de tirer le maximum de profit, l'exploitant agricole doit tenir compte des évolutions du marché qui comportent des époques d'achat et de vente à des prix favorables, c'est-à-dire qu'il lui faudra spéculer. Par exemple au Sénégal, achat en Avril-Mai où les prix sont bas et vente vers fin Juillet-début Août où les prix montent en flèche par suite de la diminution du nombre d'animaux disponibles au niveau du marché.

Dans les conditions de l'élevage traditionnel, le pâturage est abondant, l'eau à suffisance d'Août à Décembre et, partant, n'importe quel éleveur est en mesure de fournir des animaux convenables. C'est la période d'embouche général. Aussi la période d'embouche la plus indiquée se situe dans la saison sèche ; les fourrages irrigués sont alors rentabilisés au maximum.

Du point de vue général, pour parvenir à l'exploitation rationnelle des ressources animales dans les pays sahéliens, il convient de procéder à une spécialisation des zones écologiques :

- les immenses pâturages naturels constitueront la zone "naisseur" moyennant des aménagements hydro-pastoraux et la réglementation des parcours ;

- les périmètres irrigués la zone de finition (production laitière, embouche).

En fait, l'élevage est un indicateur de niveau de vie tel que l'affirme LACROUX (M.) (19) : "On constate en effet que pour l'ensemble du monde la production animale est le signe de la richesse des populations paysannes, La prédominance de la production agricole dans le revenu global s'inscrit bien dans le cycle du sous-développement et tout progrès de la production animale marque un recul de cette situation".

En somme, c'est l'évidence, l'élevage trouve parfaitement sa place dans les périmètres irrigués et pour plusieurs raisons : en dehors des services rendus à l'agriculture (fumier et moyens de traction), l'élevage peut, grâce à l'alimentation de qualité fournie, se développer considérablement soit pour la production laitière, soit pour celle de la viande.

Dans ces conditions, on enregistrera une amélioration nette en qualité comme en rendement des productions animales et l'élevage en général deviendra plus rationnel.

En résumé, pour arriver à une parfaite intégration de l'élevage à l'agriculture dans les périmètres irrigués, il faut, lors de la conception du programme de mise en valeur, prévoir l'association des dites activités. Les centres pilotes détermineront les spéculations aussi bien végétales qu'animales qui correspondent le mieux au milieu considéré. Autrement on assistera à un bricolage qui risque d'être sans lendemain.

Cette coexistence symbiotique permettra d'exploiter rationnellement les périmètres irrigués afin de tirer le maximum des productions végétales et animales.

Mais, pour aboutir aux résultats escomptés dans un proche avenir, les conditions matérielles étant réunies, il faut disposer de techniciens compétents et dévoués qui accéléreront la mise en place d'exploitants agricoles initiés aux techniques modernes d'agriculture et d'élevage intensifs.

CHAPITRE II - EXEMPLES DE MISE EN VALEUR

Dans les pays sahéliens quelques terres ont été aménagées sous l'égide de l'Etat afin d'accroître les productions agricoles au sens large. Ces terres sont exploitées par des paysans selon un système régi par un contrat qui les lie à l'Etat par l'intermédiaire d'un centre pilote.

Nous nous proposons de prendre quelques exemples de mise en valeur, en l'occurrence les aménagements hydro-agricoles de la S.A.E.D. au Sénégal et de Kirkissoye au Niger, pour illustrer l'étude générale ci-dessus.

A travers ces exemples, l'accent portera surtout sur l'évaluation des résultats économiques obtenus à partir des productions réalisées.

A) La Société d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta (S.A.E.D.)

Cette société du Sénégal a été créée par la loi 65-001 du 20 janvier 1965 et une série de décrets d'application. Cet ensemble législatif fixe son organisation et les conditions de son fonctionnement en se basant sur la constitution qui, en zone pionnière des terres du Domaine National situées dans le Département de Dagana, définit leur régime d'exploitation.

Bref, c'est un Etablissement Public à caractère industriel et commercial. Il est, en particulier, l'intermédiaire obligé entre la puissance publique et les coopératives pour le transit des fonds publics : la S.A.E.D. peut emprunter et cautionner.

1 - Les objectifs

En premier lieu, l'objectif fixé à la S.A.E.D. est l'aménagement de 30 000 ha de rizières dans le Delta et l'aménagement hydro-agricole de la vallée du fleuve Sénégal. Aussi la S.A.E.D. doit prévoir les infrastructures nécessaires à leur mise en exploitation.

En second lieu, la S.A.E.D. doit, sur ces zones, assumer simultanément des tâches d'encadrement et de formation, ainsi que de production et de commercialisation.

A ces titres, elle intervient :

a) pour le compte de la puissance publique :

- étude d'aménagements
- exécution de travaux (digue, routes, entretiens divers)
- encadrement des paysans et des coopératives
- mise en place de familles d'immigrants sur les périmètres
- aménagements collectifs (écoles, dispensaires...)
- aménagements hydro-agricoles tertiaires par sa propre Régie.

b) pour le compte des paysans :

- conduite de l'eau (irrigation et drainage)
- fourniture d'engrais et de semences
- exécution de façons culturales mécanisées
- collecte du paddy
- collecte de la tomate et d'autres produits agricoles

c) pour son propre compte :

- achat et transport de paddy et d'autres produits agricoles
- transformation du paddy en riz blanc
- exploitation en Régie.

2 - Les réalisations

Nous ne considérerons ici que les réalisations ayant trait à l'aménagement des terres et à l'installation des paysans.

2.1 - Aménagements hydro-agricoles

En partant du degré de la maîtrise d'eau, on distingue :

- les aménagements primaires ou traditionnels où le niveau d'eau peut atteindre et dépasser un mètre.
- les aménagements secondaires dans lesquels la hauteur du plan d'eau est limitée à 45 ou 50 cm.
- les aménagements tertiaires où la maîtrise est beaucoup plus parfaite.

A l'extérieur du périmètre de 30 000 ha, quelques terres ont été aménagées dans les cuvettes du haut Delta. C'est le cas à Dagana, Gaé, Ndombo, Thiago et Mbagam. La cuvette de Dagana a reçu un aménagement tertiaire de 3 200 ha.

A l'intérieur du périmètre, sur les 10 500 ha actuellement cultivés en riz 8 014 ha sont seuls aménagés en secondaire. Ces aménagements ont porté sur les cuvettes suivantes :

- Boundoum, Grande Digue, Kassack.

Par ailleurs, des aménagements tertiaires ont été réalisés à :

- Boundoum sur 985 ha
- Savoine sur 400 ha
- Kassack ; Grande Digue et Télél sur 400 ha.

Il reste encore d'énormes superficies disponibles, aménageables, les sources de financement étant l'élément frénateur.

2.2 - Constructions de villages

Etant donné que certaines terres étaient vierges et désertes avant leur aménagement, des villages ont été construits pour permettre l'installation des colons. Depuis le début de la mise en valeur du périmètre, cinq villages neufs, ont fait leur apparition. Ce sont par ordre chronologique :

- En 1964-1965

Boundoum Barrage peuplé d'individus venant de Louga, Dagana et Saint-Louis.

- En 1965-1966

Boundoum Nord et Boundoum Est peuplés de paysans originaires du Delta qui ont été déplacés.

- En 1966-1967

Kassack Nord peuplé de migrants Toucouleurs venant de la région de Podor.

Kassack Sud peuplé de migrants venant de tout le Sénégal et composés exclusivement d'anciens combattants ou d'anciens militaires.

En tout, il y a environ 25 villages traditionnels et l'estimation de la population du Delta s'élève à 4 000 familles soit 25 000 personnes dont 13 000 actives.

La moyenne du nombre de personnes par familles est de 6,1. Celle de membres actifs par famille de 3,8.

En réalité, du fait de l'affluence continue, cette population augmente de plus en plus.

3 - Productions agricoles

Dans les aménagements primaires et secondaires, seul le riz est cultivé.

Par contre, dans les aménagements tertiaires, il y a une diversification des cultures selon l'assolement ainsi établi : 2/3 riz et 1/3 tomate. La culture du blé et celle du sorgho sont encore au stade d'essais dans les centres pilotes.

La fertilisation étant assurée par l'apport complémentaire de supertriple dans certaines cuvettes et l'épandage d'engrais azotés, le rendement des différentes cultures est :

- pour le riz : 1,2 t/ha en secondaire
4-5 t/ha en tertiaire
- pour la tomate: 30 t/ha
- pour le blé : 3,5 t/ha
- pour le sorgho: 5 t/ha

Après la récolte et l'usinage du paddy, il reste des sous-produits considérables, utilisables dans l'alimentation du bétail mais non encore exploités.

4 - Résultats économiques

Le paddy est acheté par la S.A.E.D. aux coopératives. Le prix d'achat au producteur est de 25 Fr C.F.A. le kilo.

La première expérience de traction animale, tentée en 1971 à Boun-doum Barrage dans les systèmes secondaires, permet d'analyser le revenu d'une exploitation à partir de la culture du riz (voir tableau XII à la page 81).

Pour une exploitation de 4 ha le revenu est :

- en système secondaire actuel (exécution de façons culturales mécanisée par la S.A.E.D.) :

$$14\ 840 \times 4 = 59\ 360 \text{ Fr C.F.A.}$$

- en système amélioré avec traction asine :

$$29\ 040 \times 4 = 116\ 160 \text{ Fr C.F.A.}$$

- en système amélioré avec traction bovine :

$$34\ 140 \times 4 = 136\ 560 \text{ Fr C.F.A.}$$

En ce qui concerne la tomate, le rendement de 30 t/ha obtenu en milieu paysannat dépasse de 20 % le seuil de rentabilité de la culture de la tomate industrielle dans le Delta. Ce résultat satisfaisant, réalisé sur deux années consécutives, confirme les possibilités attendues de cette spéculation dans le cadre de diversification des cultures.

Tableau n° XII - Compte d'exploitation par hectare

(CHEICK-ABDOUL-KADER C. et RAFFARD G. S.A.E.D. 1973)

	Système amélioré - groupement de producteurs Traction asine Fr	Système amélioré - groupement de producteurs Traction bovine Fr	Système secondaire actuel : paysannat en coopératives Fr
Coût de l'encadrement ..	1 800	1 800	600
Coût de l'eau	8 000	8 000	1 500
Entretien réseau principal	2 000	2 000	2 000
Façons culturales	8 100	1 300	8 100
Semences	3 060	3 060	3 760
Engrais	4 800	4 800	2 400
Battage	8 400	8 400	4 600
Amortissement matériel de culture	1 080	3 200	-
Entretien animaux	1 000	2 500	-
Produit brut/ha	68 250	59 200	37 800
Revenu net à l'hectare (1)	29 040	34 140	14 840

(1) Les rendements sont : 18 q/ha en secondaire

32 q/ha en système amélioré.

On se rend compte que l'association de l'élevage n'est pas faite en bloc mais se limite, à l'heure actuelle, à la seule traction animale. Malgré tout, les résultats sont intéressants.

En égard aux quantités importantes de sous-produits agro-industriels, un projet d'embouche est en cours d'étude.

B) - Aménagement hydro-agricole de Kirkissoye

Situé à 5 km de Niamey sur la rive droite du fleuve, le périmètre aménagé couvre une superficie de 120 ha dont 70 ha sont réservés à l'élevage. Cette portion est répartie entre la station pilote et le secteur paysan.

Selon le programme en cours d'exécution, ces deux parties occuperont les superficies suivantes :

Station	Superficie actuelle	Extension	Total
Station	14 ha	14 ha	28 ha
Secteur paysan I	10	-	10
Secteur paysan II	12	-	12
Secteur paysan III	-	20	20
	36	34	70

Tableau n° XIII - Répartition et évolution des superficies du périmètres d'élevage

(Service de l'Elevage et des Industries Animales ; M.E.R. Rép. du Niger).

Actuellement, seuls les 14 ha de la Station et les secteurs paysans I et II sont mis en place, soit 36 ha.

1 - Les objectifs

Le programme de mise en valeur s'est assigné trois objectifs on s'appuyant sur la station pilote créée en 1966 :

- Extériorisation des qualités génétiques des Races Azawack et White Fulani ou Sokoto Goudali dans de conditions d'élevage intensif.

- Création de pâturages artificiels irrigués permettant d'assurer la ration de base des animaux et Etude d'aliments complémentaires à base de sous-produits agro-industriels.

- Etude, création et encadrement de 40 fermes de production laitière confiées à des paysans sédentaires approvisionnant régulièrement la laiterie de Niamey ; ici s'ajoute l'étude des thèmes de vulgarisation pour améliorer la productivité du cheptel laitier concerné par les circuits de ramassage de la laiterie.

2 - Production fourragère et ration alimentaire

2.1 - Production fourragère

Dans le choix de l'espèce fourragère à cultiver, les bourgoutières du fleuve ont été déterminantes. Elles sont constituées à 95 % par l'*Echinochloa stagnina* appelé communément le bourgou.

Les techniques culturales du bourgou s'apparentent à celles de la riziculture à tel point que les paysans encadrés parlent de "riz pour les animaux".

Chaque paysan possède une parcelle d'un hectare aménagé en tertiaire et entièrement cultivée en bourgou. Celle-ci est divisée en casiers de 150 à 500 m² afin d'avoir un remplissage rapide.

L'irrigation se fait par submersion suivant ce rythme :

- après le repiquage une irrigation tous les 8 jours ;
- un asséchage 8 jours avant la coupe,
- après la première coupe une irrigation tous les 10 jours.

Tout en prenant soin de ne jamais submerger entièrement le végétal, la lame d'eau varie avec le stade de végétation.

Le repiquage est réalisé par éclats de souches en lignes distantes de 20 x 30 cm. Il peut réussir en tout moment sauf pendant la saison sèche fraîche qui s'étend de Décembre à Février.

Le fumier produit est régulièrement répandu sur les parcelles et il est nécessaire d'apporter 40 unités d'azote après chaque coupe soit avec les 6 à 7 coupes par an 600 kg d'urée.

La fauche pratiquée à l'aide d'une faux, se situe à la fin de la montaison. Le rendement moyen d'une coupe peut atteindre 25 t/ha de matière verte, soit 3,75 t/ha de matière sèche. Mais ce rendement accuse une baisse assez importante durant la saison sèche fraîche par suite de la pause végétative. Il semble que la variété B K₂ y résiste mieux (il y a deux variétés de bourgou B K₁ et B K₂).

La valeur fourragère du bourgou est évalué à : 0,45 U.F./kg M.S.
110 M.A.D./kg M.S.

2.2 - Ration alimentaire

La ration alimentaire journalière par animal comprend une ration de base et une ration complémentaire.

La ration de base est assurée par le bourgou, à raison de 20 kg de fourrage vert.

La ration complémentaire correspond à un concentré ainsi constitué :

- drêche de brasserie : 60 %
- graine de coton : 40 %
- sel : 1 %

Ce concentré est distribué à raison de :

- 2 kg pour les adultes
- 3 kg pour les femelles gestantes ou en lactation.

La ration alimentaire ainsi définie est répartie deux fois par jour :

- à 8 h concentré puis à 9 h fourrage,
- à 16 h concentré puis à 17 h fourrage,

3 - Production laitière

Les génisses et les vaches de Race Azawack sont d'abord testées pendant une année avant d'être remises aux paysans. Les sujets dont la production laitière, au niveau de la Station, est inférieure à 5 l/j sont éliminés. Il y a de la sorte une pré-sélection.

Dans le secteur paysan, la production laitière d'une vache varie entre 6 à 7 l/j en moyenne ; à cela il faut ajouter la quantité absorbée par le veau.

La traite est manuelle et se fait deux fois par jour puis une fois vers la fin de la lactation qui dure 270 jours environ.

En dehors de la quantité auto-consommée, tout le reste de la production de l'exploitation est vendu à la laiterie de Niamey.

Il est courant que les vaches vêlent tous les ans, la situation alimentaire étant satisfaisante.

4 - Résultats économiques

4.1 - Moyens de production

Ils sont constitués, au niveau de l'exploitation paysanne, par :

- 1 ha de terrain bien aménagé
- 1 étable
- 8 vaches
- le petit équipement de démarrage comprenant une brouette, une daba, une faux, un rateau, un seau et deux pelles pour les diverses activités quotidiennes.

L'attribution d'un crédit est indispensable pour permettre la mise en place et le fonctionnement d'une telle unité de production.

Ce crédit au taux d'intérêt de 5 % est remboursable en cinq ans à compter du deuxième exercice. Mais, le capital bétail sera remboursé en nature : il faut deux veaux ou vêles de 120 à 130 kg pour une vache.

4.2 - Frais de fonctionnement

Ces frais correspondent aux différentes dépenses afférentes à l'alimentation (concentré), l'irrigation, l'engrais et l'amortissement de l'étable et des produits antiparasitaires.

L'alimentation complémentaire revient, pour chaque exploitation et par mois, à 350 kg de concentré au prix de 10 Fr le kilo soit 2 500 Fr C.F.A. (toutefois le prix du kilo de concentré variera par mois en fonction des différents aliments utilisés).

L'irrigation est assurée par la Station et le coût est estimé à 30 000 Fr C.F.A. par an et par exploitation, soit 2 500 Fr C.F.A. par mois.

L'étable revient à 76 000 Fr C.F.A. y compris le petit équipement de démarrage. Le remboursement en 5 ans représente une dépense mensuelle d'environ 1 300 Fr C.F.A.

Le remboursement de ces frais s'effectuera sur les recettes provenant de la vente du lait à partir d'un seuil de rentabilité bien défini (voir le tableau XVI à la page 87).

Le paysan commencera le remboursement mensuel des frais poste par poste compte tenu de la production laitière mensuelle de l'exploitation ; autrement dit, le taux de remboursement est fonction de la recette de l'exploitation. A cet effet des barèmes sont fixés et consignés au tableau XV à la page 87).

Postes de dépenses de fonctionnement	Valeur des dépenses par mois en espèce
Aliments complémentaires	3 500 F C.F.A.
Engrais	1 500
Irrigation	2 500
Etable (amortissement)	1 300
Seuil de rentabilité	8 800 F C.F.A.

Tableau n° XIV : Détermination du seuil de rentabilité

(Service de l'Élevage et des Industries animales, M.E.R. Rép. du Niger).

Recette F. CFA	Montant de remboursement		Profit F. C.F.A.
	poste	valeur F. C.F.A.	
9 000	aliment	3 500	5 500
14 000	aliment + engrais	5 000	9 000
18 000	aliment + engrais + irrigation	7 500	10 000
21 000	aliment + engrais + irrigation + étable	9 000	12 000

Tableau n° XV : Variation du taux de remboursement

(Service de l'Élevage et des Industries animales, M.E.R. Rép. du Niger)

4.3 - Recettes

Les recettes de l'exploitation proviennent en général de la vente du lait au prix de 50 Fr C.F.A. actuellement.

L'achat est exclusivement réservé à la laiterie de Niamey qui procède par paiement mensuel.

A titre d'exemple, le tableau XVI (page 89) résume, pour le mois d'Octobre 1974, la production laitière commercialisée par exploitation et, partant, la recette, le gain net du paysan soustraction faite des redevances prélevées conformément aux barèmes établis et indiqués au tableau XV (page 87).

Tableau XVI - Recettes Lait Secteur Paysan I et II (tableau établi par la Station) Mois : Octobre 1974

Exploitation	Litres	Recette	Précompte	Net
1	336,8	16 840	5 000	11 840 Fr
2	372,6	18 630	7 500	11 130 Fr
3	246,2	12 310	3 500	8 810 Fr
4	211,4	10 570	3 500	7 070 Fr
5	139,4	6 970	-	6 970 Fr
6	60,8	3 040	-	3 040 Fr
7	228,5	11 425	3 500	7 925 Fr
8	277,8	13 890	3 500	10 390 Fr
9	421,9	21 095	9 000	12 095 Fr
10	496,5	24 825	9 000	15 825 Fr
11	255,8	12 970	3 500	9 470 Fr
12	557,1	27 855	9 000	18 855 Fr
13	427	21 350	9 000	12 350 Fr
14	254,2	12 710	3 500	9 210 Fr
15	402,3	20 115	7 500	12 615 Fr
16	390,6	19 530	7 500	12 030 Fr
17	304,2	15 210	5 000	10 210 Fr
18	447,4	22 370	9 000	13 370 Fr
19	248,7	12 435	3 500	8 935 Fr
Total ...	16 079,2L.	304 140 Fr	102 000 Fr	202 165 Fr

Il résulte de ce tableau que l'exploitant peut gagner en moyenne autour de 10 500 Fr C.F.A. par mois, soit 126 000 Fr C.F.A. environ par an. Cela est intéressant en comparaison avec le revenu annuel du paysan qui, dans le système traditionnel, ne dépasse guère 10 000 Fr C.F.A. en général.

Encore, il convient d'ajouter les recettes périodiques qui proviendront de la vente des vaches de réforme et des veaux après le remboursement du capital bétail.

Néanmoins, il serait souhaitable d'introduire une ou deux autres cultures fourragères dans le système de production végétale pour éviter le handicap dû à la pause végétative d'une part et pour améliorer la qualité de la ration alimentaire d'autre part.

Dans l'ensemble, l'aspect social de ces deux exemples de mise en valeur est nettement positif ; il est notamment clair dans le cas de l'aménagement hydro-agricole de Kirkissoye où, lorsque la recette mensuelle d'une exploitation est inférieure au seuil de rentabilité défini, les redevances ne sont pas prélevées.

Par ailleurs, ces exemples s'avèrent économiquement rentables dans la mesure où les Sociétés intermédiaires et les exploitants y trouvent respectivement leur compte.

C O N C L U S I O N S

=====

Compte tenu des graves calamités provoquées par la sécheresse dans le Sahel et de la situation alimentaire, précaire, due à la poussée démographique dans le monde, l'agriculture reste au centre des préoccupations humaines.

Dans les pays sahélics où les pluies sont aléatoires et souvent insuffisantes, il importe, en dehors de la culture sèche, d'entreprendre une culture intensive, irriguée dans les zones qui s'y prêtent.

Le problème majeur est donc celui de la maîtrise de l'eau dont la solution dépend de deux groupes de facteurs essentiels : les ressources naturelles, les moyens matériels et humains.

C'est à partir de l'étude sérieuse de ces différents facteurs qu'on peut élaborer un programme de mise en valeur dont la réalisation passe par les éléments suivants :

- conduite d'eau rationnelle par pompage ;
- formation intensive du personnel technique ;
- encadrement et formation des paysans soutenus par le suivi régulier, l'emploi des mass-média et l'alphabétisation en langues nationales ;
- détermination de la superficie à attribuer à chaque exploitant en fonction d'un équipement donné pour atteindre le seuil de rentabilité ;
- organisation en coopératives bien taillées pour être efficacement opérationnelles ;
- mise en place d'organismes de crédits et de commercialisation.

Afin de rentabiliser au maximum l'opération, le système d'exploit-

tation des périmètres irrigués doit reposer sur l'association harmonieuse agriculture-élevage. De la culture intensive par l'application d'une fumure adéquate et l'amélioration des conditions de travail (traction animale, équipement adapté) résultera l'augmentation des productions végétales. De plus, il y a la possibilité de pratiquer plusieurs cultures au cours d'une même année par l'emploi des variétés végétales à cycle court, adaptées au milieu. Dans ce cadre, l'utilisation des sous-produits agro-industriels et les productions fourragères garantiront une alimentation régulière et de qualité aux animaux domestiques ; les potentialités de l'élevage vont s'épanouir en assurant un meilleur approvisionnement tant en lait qu'en viande. En somme, mieux nourrir les animaux c'est mieux nourrir les hommes.

Les exemples des aménagements hydro-agricoles cités, quoique partiels sont encourageants eu égard à leurs résultats socio-économiques obtenus ; ils méritent donc d'être multipliés partout où cela est possible en associant l'agriculture à l'élevage. Mais, dans le Sahel, leur extension se heurte aux problèmes financiers qui peuvent être en partie résolus en accordant une plus grande importance aux activités rurales au sein de la stratégie générale du développement. Il s'agit, au moment de la répartition des investissements, de tenir compte de la physionomie de l'économie nationale de chaque pays.

Pour y parvenir, il faut se convaincre d'une chose : dans les pays sahéliens à vocation essentiellement agro-pastorale, l'industrialisation donc le décollage économique ne peut se réaliser qu'à partir des activités rurales. Ainsi le développement rural, première étape est l'objectif principal à atteindre. Car c'est à partir de là que l'on obtiendra les matières premières à transformer et surtout que l'on assurera une alimentation satisfaisante aux hommes chargés de promouvoir ce développement.

BIBLIOGRAPHIE

1. Anonyme - Irrigation
Encyclo. Intern. des Sc. et des Techn.; 1972 ; 7 ; 152-155 p.
2. BOUDET (G.) - Association agriculture-élevage.
I.E.M.V.T. Note techn. d'Inf. ; Mai 1964 ; 11 p.
3. BOUDET (G.) - L'association agriculture-élevage peut-elle devenir
une réalité en milieu tropical ?
Revue I.E.M.V.T. ; 1962 ; (3) ; 9 p.
4. BOUDET (G.) - Pâturages tropicaux et cultures fourragères.
I.E.M.V.T. Service agrost. ; Octobre 1973 ; (2) ; 43 p.
5. BOUDET (G.) - Réflexions sur l'association agriculture-élevage.
O.C.A.M. Colloque sur l'élevage ; Déc. 1969 ; 6 p.
6. BOUSSAD (J.M.) - La rationalité économique paysanne.
Techn. et dév. ; Juillet-Août 1973 ; (8) ; 8 - 12 p.
7. BRAY (M.) et LE LOUS (R.) - Le machinisme dans les opérations du
développement.
Techn. et dév. ; Nov. 1972 ; (4) ; 44 - 47 p.
8. CHANTRAN (P.) - Vulgarisation et structuration du milieu.
S.E.D.A.G.R.I. ; 1972 ; 1 - 4 p.

9. CHANTRAN (P.) et GRIMAL - Le rôle des forgerons en culture cotonnière attelée au Mali.
S.E.D.A.G.R.I ; 1972 ; 12-20 p.
- 10 . CHEICK-ABDOUL-KADER (C.) et RAFFARD (G.) - Les groupements de producteurs dans le delta du Sénégal.
M.D.R. Rép. du Sénégal - S.A.E.D. ; 1973 ; 18 p.
- 11 . CRUVILLIER (J-P.C.) - Contribution à l'étude de l'attelage : son évolution, sa portée sociale.
Thèse Doct. Vét. Toulouse ; 1969 ; (63) ; 94 p.
- 12 . DAKORE (A.) - Interview sur la sécheresse au Sahel.
CERES ; Juillet-Août 1973 ; 6 ; (4) ; 55 - 60 p.
- 13 . ETIENNE (G.) - Progrès agricole et Maîtrise de l'eau : cas du Pakistan.
Collection "Tiers-Monde" ; 1967 ; 187 p.
- 14 . GILLAN (J.) - La nécessaire transformation de l'agriculture sèche.
Techn. et dév. ; Nov-Déc. 1973 ; (10) ; 24 - 27 p.
- 15 . HAMON (R.) - L'habitat des animaux et la production d'un fumier de qualité en zone tropicale sèche : bilan de 3 années d'études.
Agron. trop. ; 1972 ; 27 ; (5) ; 592 - 607 p.
- 16 . HAVARD-DUCLOS (B.) - Les plantes fourragères tropicales.
Techn. agron. et Prod. trop. ; 1967 ; 397 p.
- 17 . HAVARD-DUCLOS (B.) - Pâturages tropicaux.
La maison rustique ; 1952 ; 1 ; 88 p.

18. JACQUINOT (L.) - Aspects physiologiques de la résistance des plantes à la sécheresse.
Techn. et dev. ; Janv-Fév. 1974 ; (11) ; 15 - 19 p.
19. LACROUTS (M.) - L'élevage, certitude d'accroissement du revenu paysannal.
Techn. et dev. ; Juillet-Août 1973 ; (8) ; 12 - 15 p.
20. MAHU (H.) - Economie Rurale.
I.C.H. ; 1964 ; 345 p.
21. MAYER (J.) - Stratégie pour une opération de développement au coeur d'un milieu paysannal.
Techn. et dev. ; Nov. 1972 ; (4) ; 6 - 9 p.
22. MAYER (J.) - Une possibilité immédiate : la culture irriguée par pompage.
Techn. et dev. ; Nov-Déc. ; 1973 ; (10) ; 16 - 23 p.
23. MAYER (J.) et BONNEFOND (R.) - Les rizicultures paysannes (améliorations possibles).
S.A.E. ; 1973 ; 216 p.
24. MBODJ (M.) - L'élevage de rente dans une exploitation agricole intégrée - bilan de 4 années d'activités.
C.N.R.A. Bambey ; Nov. 1973 ; 9 p.
25. M.E.R. Rép. du Niger - Description de l'unité de production laitière (Station de Kirkissoye).
Service de l'El. et des Ind. an. ; 2 p.

26. M.E.R. Rép. du Niger - Développement de la production laitière sur l'aménagement hydro-agricole de Kirkissoye.
Service de l'El. et des Ind. an. ; 9 o.
 27. MESNIL (J.) - La sécheresse en Afrique de l'Ouest : des solutions ?
Techn. et dév. ; Nov-Déc. 1973 ; (10) ; 2 - 3 p.
 28. MICHAEL (O.) - L'eau dans le monde
Larousse ; 1970 ; 187 p.
 29. MOHAMMED (D.) - Les tracteurs viendront après (ce qui importe en priorité, ce sont les réformes agraires et l'amélioration de l'outillage agricole local).
CERES ; Juillet-Août 1973 ; 6 ; (4) ; 60 - 62 p.
 30. NDIAYE (A.L.) - Utilisation de quelques sous-produits agro-industriels dans l'alimentation animale.
Revue Trim. d'Inf. Techn. et Econ. C.E.B.V. ;
Juillet-Sept. 1973 ; (5) ; 19 - 34 p.
 31. NEMO (J.) et BATHANY (J.) - Méthodologie de la planification (l'expérience nigérienne de la planification permanente).
S.A.E. ; Fév. 1974 ; (6)
 32. O.C.A.M. - Analyse de la situation économique des pays de l'O.C.A.M.
Etudes et Statistiques ; Sept. 1973 ; (9) ; 108 p.
 33. Rapport annuel M.A.E. Rép. de Haute-Volta - Machinisme agricole
Direct. de dév. rural IRAT ; 1968 ; 31 p.
 34. Rapport M.E.R. Rép. du Niger - Demande d'assistance au programme alimentaire mondial pour l'amélioration de l'élevage et de la production laitière.
Service de l'El. et des Ind. an. ; 9 p.
-

35. RATTRAY (J.M.) - Tapis graminéen d'Afrique.
F.A.O. ; 1960 ; (49) ; 170 p.
36. ROBINET (H.) - Réflexions sur l'association agriculture-élevage.
Revue Trim. d'Inf. Techn. et Econ. C.E.B.V. ; Janv-Mars 1973 ; (3) ;
22-29 p.
37. ROCHE (M.) - Incidences climatiques et hydrologiques de la sécheresse.
Techn. et dév. ; Nov-Déc. 1973 ; (10) ; 4 - 15 p.
38. S.A.E.D. - La SAED au service du développement du delta du fleuve
Sénégal.
Brochure ; Nov. , 1973 ; 28 p.
39. S.A.E.D. - Rapport annuel.
B.E.P. / Atelier formation ; 1974 ; 13 p.
40. S.A.E.D. - Rapport de synthèse de la campagne agricole 1970-71.
Division d'Exploitation ; Mars 1971 ; 55 p.
41. SIMPLE (A.T.) - L'amélioration des herbages dans le monde.
F.A.O. ; 1959 ; 485 p.
42. TOUTAIN (B.) - Principales plantes fourragères tropicales cultivées.
I.E.M.V.T. Service agrost. ; Oct. 1973 ; (3) ; 201 p.
43. WHYTE (R.O.), MOIR (T.R.G.) et COOPER (J.-P.) - Les graminées en
Agriculture.
F.A.O. ; 1959 ; 485 p.
44. WHYTE (R.O.), NILSSON-LEISSNER (G.) et TRUMBLE (H.C.) - Les Légumi-
neuses en Agriculture.
F.A.O. ; Déc. 1955 ; 429 p.

TABLE DES MATIERES

=====

	<u>Pages</u>
<u>INTRODUCTION</u>	1
Première Partie : <u>CONSIDERATIONS GENERALES EN MATIERE</u> <u>D'AMENAGEMENT HYDROGRAPHIQUE</u> ^{AGRICOLE}	5
Chapitre I : <u>Le problème de l'eau en agriculture</u>	5
1. La plante et l'eau	5
2. L'irrigation	12
Chapitre II : <u>Les aménagements nécessaires</u>	26
1. Au niveau des hommes	26
2. Au niveau des sols	29
3. Au niveau du matériel	33
Deuxième Partie : <u>EXPLOITATION DES PERIMETRES IRRIGUES</u>	37
Chapitre I : <u>Etude théorique</u>	37
A - <u>Programme de mise en valeur</u>	37
1. Les objectifs	37

2. Les structures	38
3. La réalisation	40
B - <u>Place des productions végétales</u>	43
1. Critères du choix	44
2. Exemples de quelques plantes à cultiver.	48
C - <u>Place de l'élevage</u>	55
1. Elevage : activité unique	59
2. Association agriculture-élevage	59
Chapitre II : <u>Exemples de mise en valeur</u>	76
A - <u>La S.A.E.D.</u>	76
1. Objectifs	76
2. Réalisations	77
3. Productions agricoles	79
4. Résultats économiques	80

B - <u>Aménagements hydro-agricoles de Kirkissoye</u> ...	82
1. Objectifs	83
2. Production fourragère et ration ali- mentaire	83
3. Production laitière	85
4. Résultats économiques	85
<u>CONCLUSIONS</u>	91
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	93

Vu :

LE DIRECTEUR
de l'École Inter-États des Sciences
et Médecine Vétérinaires

LE PROFESSEUR RESPONSABLE
de l'École Inter-États des Sciences
et Médecine Vétérinaires

Vu :

LE DOYEN
de la Faculté de Médecine
et de Pharmacie

LE PRÉSIDENT DE THÈSE

Vu et permis d'imprimer

LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL PROVISOIRE DE L'UNIVERSITÉ
