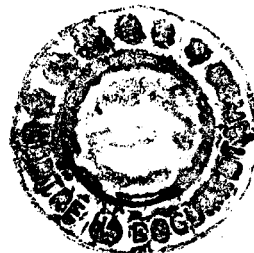


05280
NUM

PROJET DE RECHERCHE AGRONOMIQUE
ET DE DEVELOPPEMENT AGRICOLE POUR LA MISE EN
VALEUR DE LA VALLEE DU SENEGAL

PNUD/FAO/OMVS-RAF 73/060



LA CULTURE IRRIGUEE DU BLE
EN ZONE OUEST SAHELIEENNE

(MANUEL A L'INTENTION DES TECHNICIENS)

JUIN 1975
SAINT-LOUIS (SENEGAL)
DT : 143

T. MOSCAL
EXPERT CEREALISTE

TABLE DES MATIERES

	<u>Pages</u>
<u>Chapitre 1</u> INTRODUCTION	1
1.1. Importance du blé	1
1.2. Les zones de culture	1
1.3. Production mondiale	2
<u>Chapitre 2</u> CLASSIFICATION BOTANIQUE DU BLE	4
2.1. Blés tetraploïdiques	4
2.2. Blés hexaploïdiques	4-5
<u>Chapitre 3</u> ANATOMIE DU BLE	6
3.1. Le grain	6-7
3.2. L'appareil végétatif	7-8
3.3. L'appareil de reproduction	8
<u>Chapitre 4</u> CROISSANCE ET METABOLISME DU BLE	9
4.1. La période végétative	9-10
4.2. La période de reproduction ou de montaison	10 1
4.3. La période de maturation	11 11
<u>Chapitre 5</u> LES EXIGENCES DU BLE	12 1
5.1. Exigences climatiques	12 12
5.2. Exigences agrologiques	12 1
5.2.1. la nature du sol	12-
5.2.2. besoins en éléments fertilisants	13-
<u>Chapitre 6</u> TECHNIQUES CULTURALES	15
6.1. La place du blé dans la rotation	15-17
6.2. Préparation physique du sol	17-18

6.3.	La fumure	18
6.3.1.	la fumure de fond	18-19
6.3.2.	la fumure de couverture	19
6.3.3.	équilibre de la fumure	20-21
6.4.	La date de semis	21-22
6.5.	Le traitement des semences	22-23
6.6.	Le semis	24
6.6.1.	densité de semis	24-25-26
6.6.2.	profondeur du semis	26
6.6.3.	écartement	26
6.6.4.	réglage du semoir	27
6.6.5.	technique de semis	27
6.7.	Travaux d'entretien	28
6.7.1.	remplacement des manquants	28
6.7.2.	desherbage	28-29-30
<u>Chapitre 7</u>	LES BESOINS EN EAU DU BLE	31
7.1.	Calcul des besoins	31-32
7.2.	Les périodes critiques des besoins en eau du blé	32
7.3.	L'irrigation du blé	33
7.3.1.	modes d'irrigation	33-34
7.3.2.	rythme de l'irrigation	34
7.3.3.	à quel moment irriguer	34
<u>Chapitre 8</u>	MALADIES ET ENNEMIS DU BLE	35
8.1.	Les maladies du blé	35
8.1.1.	la fusariose	35
8.1.2.	la septoriose	35-36
8.1.3.	la carie du blé	36
8.1.4.	le charbon nu	36
8.1.5.	les rouilles	37
8.2.	Méthodes de lutte	37-38-39
8.3.	Les ennemis animaux du blé	39-40

	<u>Pages</u>
<u>Chapitre 9</u> LA RECOLTE ET LE STOCKAGE DU BLE	41
9.1. Date de la récolte	41
9.2. Le stockage et la conservation	42-43
<u>Chapitre 10</u> QUELQUES QUALITES TECHNOLOGIQUES DU GRAIN DE BLE	44
<u>Chapitre 11</u> QUELQUES INDICATIONS SUR LES VARIETES DE BLE	45
11.1. Critères de choix des variétés	45-46
11.2. Les variétés de blé cultivées sous irrigation en zone sahelienne	46-47
11.2.1. variétés de blé tendre	46
11.2.2. variétés de blé dur	47-48
<u>Chapitre 12</u> LA PRODUCTION DES SEMENCES	49
12.1. Le matériel de multiplication	49-50
12.2. Techniques particulières à la production des semences	50-51
12.3. Contrôle de la production et certifi- cation des semences	51-52
<u>Graphique n°1</u> Humidité relative (Richard Toll, Podor, Matam)	53
<u>Figure n° 1 à n°3</u> Grain de blé	54
<u>Figure n°4</u> Tige de blé	54
<u>Figure n°5</u> Epi et épillet	55
<u>Figure n°6</u> Racines et talles	55
<u>Figure n°7</u> Date de semis	56
<u>Figure n°8</u> Mélangeur pour le traitement des semences	56
<u>Figure n°9</u> Passages du semoir	56
<u>Annexe I</u> Bibliographie	57
<u>Annexe II</u> Bilan économique de la culture du blé	58
<u>Annexe III</u> Temps des Travaux	59

Chapitre 1

INTRODUCTION

1.1. IMPORTANCE DU BLE

Le blé est la plus ancienne des cultures. Son existence a été signalée pour la première fois dans les anciens textes égyptiens et les Saintes Ecritures, et les anthropologues affirment que des grains de blé ont été trouvés dans les sarcophages des pharaons.

Le blé fait partie de la grande famille des "céréales". Ses grains, consommés soit en l'état, soit après transformation sous forme de pain, de semoule, de couscous, de pâtes alimentaires, de pâtisserie, servent d'aliment de base pour les hommes et les animaux domestiques.

La valeur nutritive du blé réside dans la composition chimique de ses grains. Les grains secs contiennent en moyenne 89,5 % de matière sèche et 10,5 % d'eau. La matière sèche est formée de 14,7 % de protéines, 78,1 % de carbohydrates, 2,1 % de graisses, 2,9 % de substances cellulosiques et 2,1 % de sels minéraux. Les sels minéraux contiennent les éléments suivants : phosphore, potasse, calcium, manganèse, soufre, fer, magnésium, bore, zinc, cuivre, molybdène etc....

Parmi les produits chimiques de nature organique les plus intéressants entrant dans la composition des grains de blé se situent les sucres, les enzymes et les hormones.

1.2. LES ZONES DE CULTURE

Les superficies cultivées en blé sont très vastes. On peut trouver des cultures de blé aussi bien dans les zones polaires (Nord du Canada, de la Sibérie et des pays scandinaves) que dans les

zones sub-équatoriales, étant donné la remarquable plasticité écologique du blé, qui s'explique par le grand nombre d'espèces sous-espèces et variétés.

Les variétés cultivées en zones froides sont dites "de printemps". Ce sont des variétés de blé tendre, à cycle court, semées après le dégel du sol.

En zones continentales tempérées on trouve des variétés de blé dur et de blé tendre "de printemps" mais aussi "d'automne". C'est-à-dire semées avant l'hiver et dont les jeunes plants, résistants aux froids, reprennent leur cycle végétatif dès l'arrivée des chaleurs.

Les variétés cultivées dans les zones méditerranéennes, tropicales et sub-équatoriales appartiennent aux groupes des blés tendres et durs "de printemps".

1.3. PRODUCTION MONDIALE

Les statistiques attestent que le blé est la culture la plus répandue dans le monde.

En 1974, la production mondiale a été d'environ 360 millions tonnes métriques, avec pour principales régions productrices :

	<u>Millions</u> <u>tonnes métriques</u>	<u>% de la production</u> <u>mondiale</u>
Asie	89,98	25
Europe	89,70	24,9
URSS	83,80	23,3
Amérique du Nord et Amérique Centrale }	65,84	18,3

Les principaux pays producteurs d'Afrique sont le Maroc, l'Algérie, l'Afrique du Sud, la Tunisie, l'Ethiopie, l'Egypte.

Comme l'indique le Tableau n°1, la production mondiale est en progression constante tant pour les superficies cultivées que pour la valeur des rendements et les tonnages récoltés.

Tableau n°1

Années	Superficies cultivées (millions ha)	Rendements (100 kg/ha)	Production totale (millions tonnes métriques)
1948-1952	173,3	9,9	171,2
1971	217,2	15,8	343,1
1974	224,5	16,0	359,7

Par rapport à la période 1948-1952, la production mondiale de l'année 1971 a doublé grâce surtout à une amélioration de 59 % des rendements, l'accroissement des superficies n'ayant été que de 25 %.

La superficie cultivée en Afrique pendant la période 1972-74 a été en moyenne de 8,9 millions hectares, soit un accroissement de 34 % par rapport à la période 1961-1965.

Chapitre 2

CLASSIFICATION BOTANIQUE DU BLE

Le blé appartient à la grande famille des graminées ; il compte 16 espèces groupées en trois catégories selon leur nombre de chromosomes : le groupe diploïdique ($2n = 14$ chromosomes), le groupe tétraploïdique ($2n = 28$ chromosomes) et le groupe hexaploïdique ($2n = 42$ chromosomes).

2.1. BLES TETRAPLOIDIQUES

Dans la catégorie des blés tétraploïdiques, l'espèce la plus importante au plan économique est le blé dur dénommé Triticum durum qui a trois sous-espèces : Triticum durum europeum, Triticum durum méditerranéum et Triticum durum syriacum.

Le nom de blé dur vient de la structure particulière des grains : structure vitreuse de son endosperme et qualité particulière de son gluten, qui le rend utilisable pour l'industrie de la semoule, du couscous, et des pâtes alimentaires.

2.2. BLES HEXAPLOIDIQUES

Dans cette catégorie, l'espèce la plus répandue est le blé tendre, dont le nom scientifique est Triticum aestivum et qui a pour sous-espèce Triticum vulgare. On a considéré pendant un certain temps que Triticum aestivum est le synonyme de Triticum vulgare. La subordination de Triticum vulgare comme sous-espèce de Triticum aestivum a été faite par le généticien américain Mac Key. Donc, le nom complet du blé tendre est Triticum aestivum ssp. vulgare.

Le blé tendre doit son nom à la structure farineuse de son endosperme qui le rend panifiable et le destine essentiellement à l'industrie du pain.

La sous-espèce Triticum vulgare a plusieurs variétés botaniques, dont 23 variétés avec épis à barbes et 10 variétés avec épis sans barbes, les plus répandues en culture étant :

.) avec épis à barbes

- Triticum vulgare variété graecum
- Triticum vulgare variété erythrospereum
- " " " hostianum
- " " " ferrugineum
- " " " turcicum
- " " " caesium
- " " " indicum
- " " " iranicum

.) avec épis sans barbes

- Triticum vulgare variété aureum
- " " " lutescens
- " " " leucospermum
- " " " alborubrum
- " " " milturum

Chaque variété botanique a ses particularités morphologiques : une certaine couleur des glumes, des barbes et des grains ; une certaine pubescence des glumes et des barbes, ou absence de cette pubescence ; une certaine forme des grains et des glumes, etc...

Dans le cadre de chaque variété botanique et entre ces variétés, la génétique a créé un grand nombre de variétés de culture, de lignées et d'hybrides, afin de trouver pour chaque zone pédoclimatique les écotypes les mieux adaptés et les plus productifs.

De nouvelles variétés de culture sont constamment en cours de création, et sont substituées aux anciennes ce qui écourte d'autant la vie d'une variété, c'est-à-dire sa période d'utilisation.

Chapitre 3

ANATOMIE DU BLE

3.1. LE GRAIN

Les grains de blé sont des fruits secs indéhiscents qui du point de vue botanique s'appellent "caryopses". Le caryopse du blé est nu, car ses enveloppes - glumes et glumelles - ne sont pas collées mais se détachent au battage. Sa forme est typique du fruit monocotylédone (fig. 1).

La structure anatomique du grain de blé, en allant de l'extérieur vers l'intérieur (fig. 2) est la suivante :

3.1.1. le péricarpe ou tégument du fruit, formé de trois assises de cellules protectrices

3.1.2. le tégument séminal, formé de deux couches de cellules aplaties. Pour les grains roux foncé, la couche interne est fortement pigmentée

3.1.3. la bande hyaline, d'aspect transparent, formée par les cellules membraneuses

3.1.4. la couche à aleurone, première assise constitutive de l'albumen, formée par de grosses cellules protéiques de forme cubique

3.1.5. l'albumen farineux, est une masse de cellules contenant une grande quantité de grains d'amidon et de gluten ; ce dernier joue un rôle important en panification

3.1.6. l'embryon, plante en miniature (fig.3) ; il est constitué :

- .) d'une radicule (r) protégée par une sorte de capuchon - la coléorhize (cz) et comportant déjà la racine principale (r) et les ébauches des première et deuxième paires de racines
- .) d'une tigelle court-nouée qui sera la future tige
- .) d'une gémme formée d'un coléoptile (c), sorte de feuille protectrice des premières feuilles
- .) d'un cotylédon nommé scutellum (s)

3.2. L'APPAREIL VEGETATIF

L'appareil végétatif du blé comporte un système aérien et un système racinaire.

3.2.1. Le système aérien est formé d'un certain nombre d'unités biologiques ou talles qui partent du plateau de tallage, zone située à la base de la plante.

Chaque talle après complet développement de la plante est formée d'une tige feuillée ou chaume, portant en son extrémité une inflorescence.

- i. La tige (fig.4) est formée d'entre-neuds séparés par des noeuds qui délimitent des zones méristématiques (zones de croissance) d'où se différencient les feuilles. Chaque noeud est le point d'attache d'une feuille.

- ii. Les feuilles du blé sont alternes ou distiques. Chaque feuille a une portion inférieure, la gaine, qui enveloppe l'entre-neud et une portion supérieure, le limbe ; le limbe a des nervures parallèles, une longueur de 15-20 cm et une largeur de 1,5 à 2,0 cm.

3.2.2. Le système racinaire commence à se développer par les racines primaires ou séminales. Ce système qui fonctionne de la levée au début du tallage comprend une racine principale et deux paires de racines latérales, soit 5 racines. Il est remplacé progressivement par les racines secondaires ou de tallage (ou coronales), qui sont fasciculées ; les racines secondaires peuvent atteindre une profondeur de 2 à 5 cm.

3.3. L'APPAREIL DE REPRODUCTION

L'inflorescence du blé est un épi, c'est-à-dire une agglomération de 3 à 5 fleurs qui forment un épillet situé sur l'axe principal de l'inflorescence, le rachis (fig.5). Chaque épillet possède 3 à 4 fleurs fixées au rachillet. Chaque fleur comprend trois étamines à anthères en forme d'X et un ovaire renfermant un ovule. L'épillet est protégé par deux glumes et chaque fleur est protégée par deux glumelles.

La glume inférieure des blés à barbes se prolonge par une ariste.

Chapitre 4

CROISSANCE ET METABOLISME DU BLE

Le cycle de développement du blé comprend trois grandes périodes : la période végétative, la période de reproduction et la période de maturation.

4.1. LA PERIODE VEGETATIVE débute avec la germination et se poursuit avec la levée, le tallage et le début de la montaison.

4.1.1. La germination se traduit par la sortie des racines seminales et de la coléorhize, et par la croissance d'une préfeuille, le coléoptile (fig. 6-A).

Pour germer, le grain de blé exige une température de 1 à 15°C et une humidité du sol correspondant à 35-40 % de la capacité de rétention du sol. La température la plus basse à laquelle commence la germination est le seuil thermique (0 à 1°C pour le blé).

4.1.2. La levée est la phase où le coléoptile perce le sol et la première feuille va paraître (fig. 6-B)

4.1.3. Le tallage représente l'entrée en croissance des bourgeons du plateau de tallage (fig. 6-C). La première talle apparaît à l'aisselle de la première feuille lorsque la plante est au stade "4 feuilles" ; elle s'appelle talle primaire. Les talles primaires peuvent donner des talles secondaires, susceptibles elles-mêmes d'émettre des talles tertiaires.

Le plateau de tallage du blé peut donner 4 à 5 talles primaires, soit un total de 12-15 talles. En général seules les talles primaires sont fertiles, donc susceptibles de former des épis.

4.1.4. Le début de la montaison représente la fin du tallage herbacé qui est fonction de la variété cultivée, du climat, de l'alimentation de la plante en azote et de la densité du semis. Plus la fumure en azote est riche, plus le tallage est fort. Les fortes densités de semis et les semis profonds réduisent le tallage.

4.2. LA PERIODE DE REPRODUCTION OU DE MONTAISON comporte 3 phases : la formation des ébauches (primordia) d'épillets, la phase de spécialisation florale et la phase de méiose-fécondation.

4.2.1. La période de reproduction débute par la différenciation et l'élongation des entre-neuds de la tige principale, par l'apparition de nouvelles feuilles et se poursuit par la formation du sommet végétatif (épi et épillets).

4.2.2. La formation du sommet végétatif se caractérise par la spécialisation florale, c'est-à-dire l'apparition des pièces florales : glumelles inférieures et supérieures (fig.5), étamines et stigmates. Pendant ce temps la tige principale et les talles s'allongent rapidement et l'inflorescence (l'épi) monte et grossit dans le cornet de la dernière gaine, en distendant les parois ; c'est le stade du gonflement, qui correspond à la méiose pollinique (le prélude à la formation des cellules reproductrices).

4.2.3. Après le stade de gonflement, l'inflorescence sort de la gaine de la dernière feuille : c'est l'épiaison qui s'observe visuellement quand 50 % d'épis sont sortis. Quelques jours après l'épiaison se produit la fécondation. La phase méiose-fécondation du blé dure 10 à 20 jours quand la température est de 14°C et 5 jours quand la température dépasse 18°C.

4.3. LA PERIODE DE MATURATION comprend trois phases principales.

4.3.1. La phase de multiplication cellulaire intense (12 à 15 jours) durant laquelle l'amande encore verte a pris sa forme définitive et l'albumen est devenu laiteux : c'est le stade laiteux.

4.3.2. La phase d'enrichissement en glucides et protéides (12 à 15 jours) au cours de laquelle le poids d'eau dans le grain demeure sensiblement constant et l'amande se colore : c'est le stade pâteux. Ce stade est atteint quand la teneur en eau est de l'ordre de 40 % du poids frais.

4.3.3. La phase de dessiccation correspond à la diminution rapide du poids d'eau ; le grain devient successivement semi-dur, puis dur et cassant : c'est le stade propice au battage immédiat (moissonnage - battage).

Chapitre 5

LES EXIGENCES DU BLE

5.1. EXIGENCES CLIMATIQUES

5.1.1. La température optimale de germination oscille entre 20 et 22°C ; pour la formation des racines, elle est de 12° à 15°C, ce qui coïncide avec les mois de novembre et décembre en zone sahélienne (début de la saison sèche froide).

Des températures élevées accompagnées de vents secs pendant la période de maturation, peuvent provoquer l'échaudage des grains.

5.1.2. La luminosité détermine l'intensité de la photosynthèse. Les périodes prolongées de nébulosité résultent en une faible teneur protéinique des grains et une mauvaise qualité du gluten.

5.1.3. L'eau peut, dès la germination, constituer un facteur limitant pour la croissance du blé. Pendant sa végétation le blé traverse deux périodes critiques : les premiers 20 jours qui précèdent l'épiaison et la phase de maturation, le grain étant au stade pâteux avec une teneur en eau sensiblement constante.

La photosynthèse du blé devient défavorable quand le sol est sec et l'évapotranspiration supérieure à 3 mm/ jour.

5.2. EXIGENCES AGROLOGIQUES

5.2.1. La nature du sol

Les meilleures terres à blé sont les terres limoneuses, bien structurées, profondes, à bon pouvoir absorbant, à réaction voisine de la neutralité et assez riches en substances nutritives.

Dans la Vallée du fleuve Sénégal, la culture du blé doit être envisagée en fonction de la nature des sols et des possibilités d'irrigation :

Sur les sols diéri ayant une teneur en argile suffisante (10 à 15 %) la culture du blé pourra être réalisée une fois que l'irrigation, et surtout l'irrigation par aspersion sera possible.

Les sols sableux, avec de très grands espaces lacunaires et qui se réchauffent trop ne conviennent pas à cette culture.

Les sols fondé sont les plus favorables, tant pour le blé que pour les autres céréales (maïs, sorgho, mil).

Les sols lourds, de type "Hollaldé" peuvent être cultivés sous blé, sous réserve d'une porosité du sol supérieure à 10 %, d'un planage parfait et d'un bon drainage. Pour ces terres il faut prévoir une culture de légumineuses, dont la masse végétale sera enfouie dans la couche labourable pour améliorer la structure du sol et en augmenter la porosité.

5.2.2. Besoins en éléments fertilisants

Les analyses chimiques concernant la composition du blé ont montré que pour obtenir un quintal de matière végétale (grains, pailles, feuilles et racines), il faut 2,1 à 2,7 kg d'azote, 1 à 6 kg de P_2O_5 (pentoxyde de phosphore), 2,2 à 4,8 kg de K_2O (oxyde de potasse) et 0,5 à 1 kg de CaO (oxyde de calcium).

Une récolte de 50 quintaux de grains sur un hectare de culture aura prélevé :

- pour le grain : 90 kg d'azote, 66 kg de phosphore et 40 kg de potasse ;
- pour toute la plante : 150 kg d'azote, 75 kg de phosphore et 175 kg de potasse.

Les éléments nutritifs sont surtout consommés entre la fin du tallage et la floraison, la pointe se situant à la pleine floraison.

Le blé peut être considéré comme une culture consommatrice d'azote ; l'azote distribué judicieusement au cours de la croissance du blé, favorise le tallage, la formation des épis et le poids du grain .

Un excès d'azote ou un déséquilibre entre les apports d'azote, de phosphore et de potasse déterminent une croissance luxuriante, favorisent l'apparition des maladies (fusariose, septoriose, rouilles, piétin vert, etc ...), provoquent la verse, et peuvent allonger le cycle végétatif. Une forte fumure azotée rend le blé plus sensible à la chaleur ce qui entraîne l'échaudage.

Le phosphore et la potasse assurent une croissance normale et surtout la résistance aux maladies, à la verse et à la sécheresse. De plus, ils donnent aux grains leur valeur nutritive et leur aptitude à la panification.

o

o

o

Chapitre 6

TECHNIQUES CULTURALES

6.1. LA PLACE DU BLE DANS LA ROTATION

Un bon précédent à blé doit laisser le sol libre pendant une période suffisante pour pouvoir exécuter tous les travaux du sol avant le semis et administrer les engrais de fond, et suffisamment propre et riche en éléments assimilables (N, P_2O_5 et K_2O).

Le meilleur précédent est constitué par une plante sarclée (maïs, sorgho), par une légumineuse (niébé, haricot, soja), ou par une jachère bien travaillée pour détruire les mauvaises herbes.

La répétition d'une culture de blé sur la même parcelle plusieurs années consécutives n'est pas indiquée à cause des maladies provoquées par les champignons parasites qui s'installent dans le sol et sur les chaumes.

En zone sahélienne, à une culture de blé peut succéder une culture de cycle court, surtout de légumineuse (niébé, haricot) afin qu'une troisième culture (maïs, sorgho) puisse être semée en début d'hivernage.

Sur les sols lourds de type hollaldé, le blé peut entrer dans la rotation avec le riz. Dans ce cas, le blé quitte le terrain au mois de mars et le riz peut être semé au mois de mai ou de juin. A noter toutefois que sur ces types de sols, les rendements en blé sont médiocres.

Le précédent cultural influe fortement sur les rendements du blé. Les résultats présentés au tableau n°2 ont été obtenus à la fin de la saison sèche-froide 1974/75 au centre de Guédé (Sénégal).

PRECEDENT CULTURAL	RENDEMENTS (kg/ha)
1. Jachère sans travaux d'entretien	2.431
2. Jachère avec travaux d'entretien	3.218
3. Culture sarclée (maïs et sorgho)	4.414

Nous proposons ci-après différents systèmes possibles de rotation.

ANNEE	CONTRE SAISON 1/	TRANSITION	HIVERNAGE
a/ Terres lourdes à vocation rizicole			
I	blé	niébé et/ou haricots	Riz
II	sorgho et/ou maïs	préparation du sol pour le riz	Riz
b/ Terres moyennes (fondé)			
I	blé	niébé et/ou haricot	Maïs et Sorgho
II	sorgho	jachère	Maïs
III	blé	niébé et/ou haricot	Sorgho
IV	maïs	jachère	Sorgho
c/ Zones de maraichage (sols fondé et intermédiaires)			
I	tomate	jachère	Sorgho et/ou Maïs
II	blé	niébé et/ou haricot	Sorgho et/ou Maïs
III	sorgho	jachère	Riz 2/ou Maïs
IV	blé	niébé et/ou haricot	Riz 2/ou sorgho

1/blé : novembre à fin février - 2/sur terres à vocation rizi-
sorgho, maïs : novembre à fin mars cole.

Comme on peut l'observer, sur terre à vocation rizicole nous recommandons la culture de blé chaque 2 ans sur la même parcelle et toujours en saison sèche-froide.

On peut, après la récolte du blé obtenir une récolte de légumineuse (niébé et/ou haricot) pendant la période de transition et ensuite une récolte de maïs et/ou de sorgho en hivernage. Dans les zones à sols lourds (hollaldé), le riz est la culture de base d'hivernage.

Pour les exploitations de production de tomate, le blé peut être cultivé chaque 2 ans, alors que la culture de la tomate demande un intervalle plus long, et ne doit être répétée sur la même parcelle que tous les trois ans.

Chacun des systèmes de rotation proposé assure une complète utilisation de la terre et de la main-d'oeuvre et en même temps une bonne diversification des cultures.

6.2. PREPARATION PHYSIQUE DU SOL

La préparation physique du sol est fonction du précédent cultural. Après une plante sarclée, le labour doit être peu profond (10 à 15 cm) et il pourra être réalisé à la charrue à disques. Après une jachère ou un précédent cultural dont les chaumes sont assez volumineux, un labour plus profond (20 à 25 cm) est nécessaire pour enfouir dans le sol les mauvaises herbes de la jachère et les résidus végétaux.

A chaque fois que le précédent cultural a été une plante irriguée à la raie, un labour au scarificateur est nécessaire pour détruire les billons. Ce labour sera suivi de quelques passages d'une lame niveleuse pour bien planer les parcelles.

Le blé exige une terre pas trop fine en surface mais légèrement motteuse. Il faudra donc après le labour utiliser la herse ou le rotavateur.

Les engrais phosphatés et potassiques doivent être distribués avant le labour. Si un planage est nécessaire il seront épandus avant le passage du rotavateur pour éviter que la lame niveleuse ne décape le sol et ne crée ainsi des zones infertiles.

En zone sahélienne, là où le blé ne peut être cultivé que sous irrigation le planage parfait du terrain est une condition essentielle de réussite de la culture.

6.3. LA FUMURE

Le blé, notamment les variétés à haut rendement, a une très bonne réponse aux engrais quand les autres facteurs de développement (eau, lumière, air) sont assurés à l'optimum. En culture irriguée, à chaque unité d'engrais complexe (1 kg de matière active NPK), correspond une production de 10-15 kg de grains.

6.3.1. La fumure de fond est appliquée avant le labour ou avant le travail du sol qui précède le semis (dont la profondeur doit être d'au moins 10 cm). On peut utiliser une fumure organique ou une fumure minérale. La fumure organique est soit un fumier bien décomposé, appliqué à la dose de 10 à 20 tonnes à l'hectare, soit un engrais vert (enfouissement d'une plante verte cultivée dans ce but : vesce, niébé, tournesol).

Pour les engrais chimiques (engrais minéraux), la fumure de fond consiste en un épandage de phosphore et de potasse.

Les engrais phosphatés se présentent sous forme de phosphate d'ammoniaque, superphosphate ou "supertriple" (phosphate concentré) ; la dose utilisée est de 60-80 kg/ha de P_2O_5 . Pour les pays possédant des gisements de phosphates naturels, ceux-ci peuvent être utilisés comme fumure phosphatée.

Sur les terrains argileux, il est recommandé de mélanger l'engrais phosphaté avec du fumier bien décomposé ou avec du terreau (à raison de 500 - 1000 kg/ha) afin d'éviter l'immobilisation du P_2O_5 dans le complexe absorbant du sol.

Pour les sols acides, et dans le même but, un chaulage préalable (1 à 2 t de CaO à l'hectare) est nécessaire.

Comme engrais potassique on peut utiliser le chlorure de potassium (ClK), le sel potassique (mélange de chlorure et de sulfate de potassium) à raison de 40 à 80 kg/ha de K_2O , et également la cendre végétale (100-150 kg/ha).

Les engrais de fond, étant donné leur immobilité, doivent être enfouis à une certaine profondeur (10 à 25 cm) pour être mis à la disposition des racines actives du blé.

Sur les sols pauvres en azote, la culture de blé doit être approvisionnée en azote dès le semis pour faciliter le démarrage des jeunes plants (stades levée et 2 feuilles). La fumure azotée n'est pas nécessaire quand on utilise le phosphate d'ammoniaque ; par contre la fumure de fond doit comporter 20 à 30 unités d'azote quand on utilise les superphosphates ou les phosphates naturels.

6.3.2. La fumure de couverture est représentée par l'azote et est de préférence administrée en 2 ou 3 apports successifs :

- en début de tallage (30-50 kg ou unités/ha)
- en début de montaison (40-50 kg/ha)
- à pleine épiaison (20-40 kg/ha).

La dose totale d'azote se situe donc entre 90 et 140 kg ou unités de matière active à l'hectare.

En zone sahélienne, l'azote jusqu'à présent a été surtout administré en deux apports : au tallage et à la montaison. Nous considérons que le fractionnement en trois apports est plus raisonnable, surtout en culture irriguée du blé, l'azote étant relativement lessivable.

Les engrais azotés utilisés sont la perlurée, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, le nitrate d'ammoniaque, NO_3NH_4 , le sulfate d'ammoniaque $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$, ce dernier surtout sur terres alcalines.

6.3.3. Equilibre de la fumure : le problèmes du rapport entre l'azote, le phosphore et la potasse a une très grande importance pour l'utilisation des engrais chimiques.

Sous les conditions qui prévalent en zone sahélienne, notamment dans la moyenne vallée du Sénégal, P. Sapin (annexe I-1) considère que la formule générale est : N-133 : P-75 : K-153.

Pour juger du rapport N : P : K, on considère que N = 1, la valeur des autres éléments étant rapportée à l'azote. Dans le cas présent, le rapport N : P : K est de 1 : 0,56 : 1,15. A.Cziller (annexe 1-3) retient comme formule provisoire : N-150 : P-100 : K-60, c'est-à-dire un rapport N : P : K = 1 : 0,67 : 0,4.

P.A. Rasic a conclu que sous les conditions du Népal (annexe I-4) la formule la plus efficace pour le blé irrigué est N-140 : P-60 : K-40, soit le rapport 1 : 0,43 : 0,29.

Sous les conditions de l'Iran, le 5ème séminaire sur le blé organisé par la FAO en 1973 à Téhéran, Iran, a retenu la formule N-100 : P-75 : K-0 (1 : 0,75 : 0) et pour l'Arabie Séoudite N-120 : P-75 : K-0 (rapport = 1 : 0,6 : 0).

Au cours de la saison sèche froide 1974-1975, deux formules d'engrais ont été testées à Guédé, Sénégal (annexe I-5) et ont donné les résultats suivants :

Tableau n°3

FORMULE D'ENGRAIS			DATE DE SEMIS	RECOLTE KG/HA	VALEURS RELATIVES
N	P	K			
150	173	96	20.11.74	2003	100 %
140	80	60	20.11.74	2402	120 %
140	80	60	23.11.74	2970	148 %

Les données du tableau n°3 montrent à l'évidence la supériorité du rapport $N : P : K = 1 : 0,57 : 0,42$ sur le rapport $1 : 1,15 : 0,64$. Pour conclure, la dose provisoire d'engrais à l'hectare est de 120-140 kg (unités) d'azote en 2 ou 3 apports fractionnés, 60-80 kg de P_2O_5 et 40-60 kg de K_2O , le phosphore et la potasse constituant la fumure de fond.

L'épandage des engrais azotés se fait avant l'irrigation, lorsque la rosée a disparu, afin d'éviter la brûlure des feuilles. Après l'épandage, la dose d'irrigation est choisie de façon à ce que le drainage ne soit pas nécessaire, pour éviter les pertes d'azote par lessivage.

La fumure appliquée pendant la phase de floraison ou même après la floraison augmente le volume des grains et les rendements.

6.4. LA DATE DE SEMIS

Les semences de blé germent, comme on l'a déjà vu, à une température de 20° à $22^{\circ}C$, mais la formation des racines exige une température du sol de 12° à $15^{\circ}C$.

La date de semis doit être choisie de façon à ce que la maturation ait lieu en l'absence de vents chauds et secs, et pour la zone du fleuve Sénégal en l'absence d'harmattan. Aussi, connaissant le cycle végétatif de chaque variété, il faut jouer sur la date de semis, sans toutefois dépasser une certaine limite en début de saison sèche froide.

Les expérimentations menées dans la zone du fleuve Sénégal ont confirmé que la date de semis est étroitement liée à l'abaissement de la température de l'air et de la couche supérieure du sol, conditions nécessaires à la formation du système racinaire et au tallage.

En effet, la meilleure date de semis pour la zone de la Vallée du fleuve Sénégal se situe entre la deuxième quinzaine du mois de novembre et les premiers 10 à 20 jours du mois de décembre, avec une pointe des rendements pour la période du 20 au 30 novembre. Cette période correspond à un abaissement progressif de la température de l'air et de la couche supérieure du sol (fig.7) qui, pour favoriser le tallage et l'enracinement, doit se produire après la levée.

6.5. LE TRAITEMENT DES SEMENCES

Parmi les qualités semencières figurent la pureté physique, l'uniformité, et la santé des graines, ce qui nécessite quelques traitements des semences avant le semis.

Pour éliminer les impuretés (glumes, grains secs, poussière, etc...) les semences passent au tarare. C'est le moyen le plus simple.

Pour qu'elles soient de même calibre, les semences sont triées par un sélecteur muni de tamis ou de cylindres alvéolaires et d'un dispositif de ventilation. Il convient de rappeler que ce sont les grains uniformes, grands et lourds qui assurent les plus hauts rendements.

Comme on le verra plus loin, certaines maladies sont transmissibles par les semences, en particulier la carie du blé, provoquée par le champignon parasite Tilletia tritici. Les "semences" de ce champignon se trouvent surtout dans la brosse du grain (fig. 1b). Lorsque le grain de blé commence à germer, les petits fruits de la carie germent également et pénètrent dans les tissus de la jeune plantule de blé. Pour détruire le champignon en voie de développement, il faut traiter les semences avec un produit anticryptogamique tel que :

- le Dielgranox (poudre contenant du dieldrin et du TMTD);
- le Thioran (poudre contenant du TMTD et de l'heptaclor).

En général, les produits anticryptogamiques contiennent également des insecticides (dieldrin, héptaclor) qui peuvent détruire les insectes ou les larves qui se trouvent dans le sol au moment de la germination et de la levée du blé.

Contre le charbon nu du blé on utilise la carboxine

Le traitement des semences doit se faire 2 à 3 jours avant le semis, en utilisant 200 à 300 grammes de produit pour 100 kg de semences.

Les traitements effectués plusieurs jours avant le semis risquent d'endommager les embryons des semences. Pour que le produit anticryptogamique et insecticide soit uniformément répandu sur chaque grain, on utilise un mélangeur très simple (fig.8), formé d'un fût de tôle installé asymétriquement sur un axe horizontal, muni à l'une des extrémités d'une manivelle ; la vitesse de rotation est de 50 à 60 tours/minute. Les bouts de l'axe sont fixés sur un support métallique ou en bois. Un orifice suffisant est prévu pour les opérations de remplissage et de vidange.

Le volume de semences à traiter ne doit pas dépasser 60 % du volume du fût. La poudre adhère au tégument des grains et surtout aux poils de la brosse et au sillon (fig. 1).

Un autre traitement recommandé consiste à étaler les semences au soleil pendant 12 à 24 heures. Les rayons du soleil détruisent les bactéries et les champignons phytopathogènes et en même temps stimulent la vigueur germinative des grains. La couche de semences exposées au soleil ne doit pas dépasser 10 cm d'épaisseur. L'exposition doit avoir lieu avant le traitement contre les maladies.

6.6. LE SEMIS

6.6.1. La densité de semis

La densité de semis est un facteur de rendement très important. Le Séminaire International sur le blé de Téhéran (1973) a conclu que pour atteindre de hauts rendements, il faut 600 à 700 épis/m².

Pour obtenir ces 600 à 700 épis/m², il faut en premier lieu connaître le taux de tallage de la variété cultivée.

Si l'on considère qu'un plant peut former en moyenne 1,2 talles fertiles, on peut en déduire le nombre de grains à semer à l'unité de surface (m²).

Sous les conditions de la zone tropicale des pays du Sahel où la culture de blé est toujours sous irrigation, il faut semer 400 à 500 grains/m² pour avoir 600 à 700 épis par m². Ceci compte tenu des pertes en grains jusqu'à la levée.

Pour évaluer la dose de semences à utiliser à l'hectare, quelques données sont nécessaires :

- le poids de 1000 grains (Pmg) ;
- le pouvoir germinatif (G) exprimé en pourcentage ;
- la pureté physique (P) exprimée en pourcentage.

Ces données peuvent très facilement être déterminées par les producteurs de semences et même par les agriculteurs.

La densité de semis dépend de plusieurs conditions :

- plus la capacité de tallage est élevée, plus la densité de semis est faible ;
- plus la terre est riche, ou bien fertilisée, plus la densité de semis sera forte ;

- plus le terrain est bien travaillé (préparé), plus la densité de semis sera diminuée et inversement sur un sol très motteux la dose de semences à l'hectare doit être augmentée.

Il faut donc bien choisir la dose de semences correspondant à la densité la plus favorable et qui conduira finalement à une population de 600-700 épis/m² en tenant compte de l'attaque des oiseaux granivores et du fait qu'en zone sahélienne la culture du blé est sous irrigation.

Avec les variétés qui donnent 20 à 30 talles fertiles pour chaque 100 plants, il faut semer 480-570 grains/m².

Pour déterminer la dose de semences à l'hectare (Q) on utilise la formule suivante :

$$Q = \frac{N \times P_{mg} \times 100}{G \times P} \quad \text{dans laquelle :}$$

Q = quantité de semences (kg/ha)

N = Nombre de grains/m²

P_{mg} = Poids de mille grains (g)

G = pouvoir germinatif (%)

P = Pureté physique (%)

Pour mieux saisir l'importance de cette formule dans le choix de la dose de semences, nous présentons deux exemples :

	<u>1er exemple</u>	<u>2ème exemple</u>
- Poids de mille grains =	40 g	35 g
- Pouvoir germinatif =	98 %	95 %
- Pureté physique =	95 %	95 %
- Nombre de grains/m ² =	500	500

La dose de semences (kg/ha) sera la suivante :

$$\text{premier exemple : } \frac{500 \times 40 \times 100}{98 \times 95} = \frac{2.000.00}{9310} = 214,8 = \underline{\underline{215 \text{ kg/ha}}}$$

$$\text{deuxième exemple : } \frac{500 \times 35 \times 100}{95 \times 95} = \frac{1.750.000}{9025} = 193,9 = \underline{\underline{194 \text{ kg/ha}}}$$

Donc, si les données de la formule changent, (poids de mille grains, pouvoir germinatif et pureté physique), la dose de semences à l'hectare varie même si le nombre de grains/m² reste invariable.

Pour la zone sahélienne, la densité moyenne devrait être de 500 grains/m² pour atteindre à la récolte environ 600 épis/m². A cette densité, le blé peut résister contre les mauvaises herbes, les oiseaux granivores et les rats, et les conditions sont peu favorables au développement des champignons pathogènes.

6.6.2. Profondeur du semis

En zone sahélienne où le blé se cultive surtout sous irrigation et dans des sols plus ou moins lourds, la profondeur du semis ne doit pas dépasser 3 cm, la profondeur optimale en culture irriguée étant de 2 cm.

6.6.3. Ecartement

Les tests conduits dans la vallée du Fleuve Sénégal ont démontré que la meilleure distance entre les lignes est de 18 à 20 cm ; la densité sur la ligne de semis est de 80 à 90 grains par mètre linéaire.

6.6.4. Réglage du semoir

Avant d'utiliser le semoir, il faut régler le débit des distributeurs de semences afin d'obtenir la densité de semis désirée. Pour arriver à un bon résultat on peut procéder de deux manières :

- a) le semoir étant immobilisé, on fait effectuer 10-20 rotations à la roue motrice, et on pèse les grains tombés. Si la superficie correspondant à 10 rotations est de 100 m², et que l'on désire obtenir une dose de semences de 200 kg à l'hectare, le semoir doit débiter 2 kg de semences en 10 rotations.
- b) on fait déplacer le semoir sur une plate-forme ou sur une bâche et on évalue la quantité de semences débitée d'après la distance entre les grains sur chaque ligne. Cette méthode est toutefois moins précise que la pesée.

Il faut également vérifier le bon fonctionnement de toutes les pièces du semoir notamment des socs/disques qui commandent les distances et l'horizontalité.

6.6.5. Technique de semis

Le semis doit commencer au bord de la parcelle en avançant sur le côté le plus long et en revenant près de la trace antérieure lorsqu'on est arrivé en bout de parcelle.

Lorsque toute la parcelle a été semée, il faut égaliser les bouts en effectuant avec le semoir 1 à 2 passages perpendiculaires aux lignes (fig. 9).

Si le semis a été bien exécuté les semences sont enfouies uniformément à la profondeur déterminée et les lignes de semis sont parallèles et équidistantes.

6.7. TRAVAUX D'ENTRETIEN

6.7.1. Remplacement des manquants

Après la levée du blé il est nécessaire de remplacer les manquants avec des semences traitées et préalablement mouillées appartenant à la même variété.

6.7.2. Désherbage

Les mauvaises herbes sont des ennemies du blé, qu'elles concurrencent pour les éléments nutritifs, la luminosité et l'air, donc l'intensité de la photosynthèse. De plus, les mauvaises herbes sont les plantes-hôtes de nombreux insectes et véhiculent diverses maladies (fusariose, septoriose, piétin vert, rouilles, etc...). Le désherbage peut être agronomique ou chimique.

6.7.2.1. Désherbage agronomique : il consiste en des travaux raisonnables du sol : sarclage et binage des cultures qui précèdent le blé, labours répétés, hersage, passage du rotavateur ou du cultivateur, durant l'intervalle entre la récolte du précédent cultural et le semis du blé.

Le labour s'effectue à une profondeur égale au niveau de la couche où se trouvent les racines, les rhizomes et les stolons des mauvaises herbes, afin de les ramener en surface. Le passage de la herse à disques, du cultivateur ou du rotavateur s'effectue après la levée des mauvaises herbes sur les parcelles labourées. Pour stimuler cette levée et la repousse des stolons et des rhizomes, il est nécessaire de pratiquer une irrigation après le labour.

6.7.2.2. Désherbage chimique : il consiste en l'emploi d'herbicides, substances chimiques complexes possédant des propriétés sélectives : elles détruisent les mau-

mauvaises herbes tout en étant inoffensives pour les plantes cultivées. A chaque culture, y compris le blé, correspondent des herbicides spécifiques.

Les effets des herbicides sur les mauvaises herbes sont multiples. Certains agissent durant la phase de germination des semences jusqu'au stade jeune plantule. Ce sont les herbicides de pré-levée qui s'utilisent après le semis du blé.

On peut citer le Tolion, connu sous le nom commercial de "H.P. 240" ; il s'agit d'un liquide contenant 180 grammes de nitrophène et 62,5 grammes de linuron par litre.

D'autres herbicides agissent après le stade plantule. Ce sont les herbicides de post-levée ou de post-émergence ; ils provoquent la brûlure ou la chlorose des mauvaises herbes. Parmi les plus connus on trouve les acides phénoxyacétiques et leurs sels aminiques, par exemple le "2,4 D" qui s'utilise après le tallage du blé lorsque les mauvaises herbes dicotylédones sont au stade 3 à 5 feuilles. Etant absorbé par les feuilles, le 2,4 D est considéré comme un "herbicide foliaire".

Le Tolion (H.P. 240) a été testé à Guédé sur le blé. Il s'utilise à la dose de 8 l/ha de solution aqueuse diluée dans 100 à 400 litres d'eau. Plus la solution est diluée, plus l'épandage est uniforme.

Le Tolion est appliqué immédiatement après le semis en pulvérisations. La distribution de l'herbicide doit être uniforme, en évitant les arrêts qui déterminent des zones de trop forte concentration pour le blé. 24 heures après l'épandage de l'herbicide, il faut procéder à une irrigation contrôlée en évitant tout excès d'eau qui nécessiterait un drainage.

A Guédé, le Tolion (H.P. 240) s'est révélé très efficace contre les mauvaises herbes annuelles parmi lesquelles :

- *Portulaca oleracea*,
- *Chenopodium* sp,
- *Amaranthus* sp,
- *Physalis angulata*,
- *Solanum* sp, etc...

Les parcelles traitées ont donné des plus-values de 277 à 365 kg/ha.

L'application de Tolion après la levée du blé n'est pas recommandée, car elle provoque des brûlures sur les feuilles et allonge quelque peu (3 à 5 jours) le cycle

o

o

o

Chapitre 7

LES BESOINS EN EAU DU BLE

7.1 CALCUL DES BESOINS

Pour démontrer physiologiquement les besoins en eau d'une culture, on se sert du coefficient de transpiration qui représente la quantité d'eau nécessaire à l'obtention d'une unité de matière végétale sèche. Pour obtenir 1 kg de matière sèche de blé (grain + paille) les besoins en eau varient entre 225 et 1000 litres selon la zone de culture et la variété cultivée (annexe I-7). Le coefficient de transpiration du blé est donc de 225 à 1000 unités d'eau, la valeur moyenne étant de 600 unités. En d'autres termes, pour obtenir 5 tonnes de grains et 5 à 6 tonnes de paille, la quantité d'eau nécessaire est de 6.000 à 6.600 m³ d'eau.

En agriculture irriguée, les besoins en eau des cultures peuvent être satisfaits si on connaît l'évapotranspiration réelle, c'est-à-dire la quantité d'eau qui s'évapore à partir du sol (évaporation) et de l'organisme végétal (transpiration).

Le blé est considéré comme une culture ayant des besoins en eau modérés. Pour la Vallée du Fleuve Sénégal (Centre d'Expérimentation de Guédié) les valeurs de l'évapotranspiration durant le cycle végétatif du blé (annexe I-8) sont présentées dans le tableau n°4.

MOIS	Evapotranspiration (mm/mois)			
	1971/72	1972/73	1973/74	Moyenne 1971/74
Novembre	54	89	61	68
Décembre	165	238	176	193
Janvier	178	274	265	239
Février	160	148	191	166
Mars	21	-	-	7
TOTAL	578	749	693	673

Ce tableau indique que la moyenne des besoins en eau du blé est de 673 mm, c'est-à-dire 6.730 m³ par hectare. Cette valeur exprime la somme de la quantité d'eau mesurée pendant la période végétative du blé sous irrigation contrôlée. Comme on peut le constater, la valeur de l'évapotranspiration réelle est sensiblement égale au coefficient moyen de transpiration mentionné au début de ce chapitre.

7.2. LES PERIODES CRITIQUES DES BESOINS EN EAU DU BLE

Les besoins en eau varient selon les stades végétatifs du blé ; dès la germination, l'eau peut constituer un facteur limitant de la croissance. Jusqu'à la fin du tallage, les besoins en eau sont relativement faibles ; par contre, au cours de la phase de montaison et jusqu'à la floraison, ils sont considérables.

La première période critique se situe dans les 20 jours qui précèdent l'épiaison. La deuxième, pendant la maturation et surtout pendant la phase d'enrichissement en glucides et protides, le poids de l'eau étant alors sensiblement constant dans les grains. Cette phase dure de 12 à 15 jours et correspond au stade pâteux.

Pour la zone sahélienne, ces deux périodes critiques correspondent aux mois de janvier et février, quand l'humidité relative de l'air (annexe I-9) descend au-dessous de 40 % (graph. n°1).

L'échaudage est la conséquence d'une insuffisance d'eau pendant la maturation. Les grains échaudés ont un tégument ridé et un albumen farineux, pauvre en amidon et en gluten.

On considère que pour le blé des valeurs d'évapotranspiration supérieures à 5 mm/jour sont critiques. Le cas se présente en zone sahélienne pendant les mois de janvier et février ce qui nécessite une conduite régoureuse de l'irrigation durant cette période.

7.3. L'IRRIGATION DU BLE

En zone sahélienne, le blé est une culture de contre-saison froide, période sans pluie. Donc, l'irrigation est obligatoire.

Le blé est une céréale qui ne supporte pas une submersion prolongée, surtout entre le semis et le tallage. C'est pourquoi une maîtrise complète de l'eau est indispensable tant en ce qui concerne l'irrigation que le drainage des excédents.

7.3.1. Modes d'irrigation

Les méthodes suivantes d'irrigation ont été testées plusieurs années consécutives dans le bassin du Fleuve Sénégal (centre de Guédié) (annexe I-3) :

- a) Semis du blé sur larges ados séparés les uns des autres par des rigoles de drainage-irrigation.
- b) Semis à plat sur larges plates-bandes séparées par des rigoles de drainage-irrigation.
- c) Semis en cuvette de 600 à 1000 m² séparées par des diguettes de 20 à 25 cm (cabans)
- d) Semis en très larges cuvettes avec drains périphériques.

La troisième méthode a donné les meilleurs résultats ; elle comporte l'aménagement de petites cuvettes de 600 à 1000 m², d'une pente uniforme de 0,5 à 1,5‰. Le canal d'irrigation en charge sur la parcelle à arroser déverse l'eau dans un contre-irrigateur d'où l'eau déborde et recouvre la parcelle adjacente.

Après 12 à 16 heures de semi-submersion sous une mince lame d'eau, on procède au drainage de l'excès d'eau.

Le bon planage du sol joue un rôle déterminant pour les rendements. Si le terrain a des micro-dépressions, après l'arrosage les flaques d'eau stagnantes pourrissent les semences ; plus tard les racines du blé ne trouvent pas l'oxygène nécessaire et ne peuvent plus absorber les éléments nutritifs. De plus, ces micro-dépressions offrent des conditions favorables au développement des bactéries et des champignons parasites qui provoquent les maladies du blé.

7.3.2. Rythme de l'irrigation : il est déterminé par l'évapotranspiration journalière qui, en zone sahélienne, est de 5 à 8 mm/jour en saison sèche froide.

Le volume d'une dose d'irrigation est de 600 à 800 m³/ha (60 à 80 mm). Pour assurer les besoins en eau du blé qui sont d'environ 7.000 m³/ha, il faut prévoir 10 à 12 irrigations. Avec une évapotranspiration moyenne de 7 mm/jour, une dose d'irrigation sera absorbée en 9 à 11 jours. Pour avoir toujours dans le sol une certaine réserve d'eau surtout pendant la période floraison-maturation, il faut irriguer chaque 7-8 jours.

7.3.3. A quel moment irriguer

Il ne faut pas irriguer aux heures les plus chaudes mais le soir, afin que le drainage se fasse le matin, pour éviter de trop grands écarts entre la température de la plante et celle de l'eau, écarts nuisibles à la plante.

Chapitre 8

MALADIES ET ENNEMIS DU BLE

8.1. LES MALADIES DU BLE

La chaleur de la zone sahélienne et l'humidité assurée par l'irrigation favorisent l'apparition d'un certain nombre de maladies dues à des champignons parasites qui s'installent sur les feuilles, sur les tiges et sur les épis du blé.

8.1.1. La fusariose

Cette maladie est due à un champignon parasite Fusarium roseum. L'attaque commence par l'apparition de taches brunes sur la gaine des feuilles, sur les noeuds et l'entre-noeud inférieurs de la tige. Les noeuds parasités se dessèchent et parfois se brisent. Les feuilles sont rarement attaquées.

Lorsque l'attaque se propage aux épis verts, les épillets sèchent précocement sans former de grains. La présence d'épis partiellement ou totalement stériles est le symptôme le plus évident de fusariose. La contamination des épis entraîne l'échaudage et la contamination des grains.

Certaines espèces de Fusarium provoquent des taches rougeâtres sur les glumes des épis (Fusarium graminearum).

8.1.2. La septoriose

Cette maladie peut être provoquée par plusieurs champignons, dont le plus répandu est Septoria nodorum. La septoriose attaque toutes les parties du végétal, sauf les racines.

A la levée, la contamination par les semences entraîne la fonte des semis. A la montaison apparaissent sur les feuilles des taches losangiques brunes, puis jaunes, qui plus tard comporteront des ponctuations noires. Lorsque les taches sont nombreuses, la feuille se dessèche à partir de l'extrémité.

Sur la gaine, le champignon provoque de longues taches jaunâtres. Les noeuds sont déprimés et prennent la forme d'un genou plié.

Sur les épis, les symptômes sont caractéristiques : stries brun-violacé sur la partie supérieure des glumes. Les grains atteints présentent une tache brune dorsale.

La maladie se transmet par les résidus de récolte et les grains. L'émission de spores (la "semence" du champignon) pendant la montaison protège les épis contre la contamination. Si l'émission des spores se produit pendant l'épiaison, les rendements seront réduits à cause de l'échaudage.

8.1.3. La carie du blé

Cette maladie est provoquée par le champignon parasite Tilletia tritici (synonyme de *T. caries*). Les spores de la carie se forment dans l'endosperme des grains. Le traitement préventif des semences avec des produits anticryptogamiques (Dielgranox, Thioran H. Lindafor, etc...) est un excellent moyen de protection des cultures.

8.1.4. Le charbon nu est provoqué par le champignon Ustilago tritici, dont les spores germent et pénètrent dans l'ovule au moment de la floraison et détruisent les épis. On traite le charbon nu comme la carie du blé avec des composés organomercuriques.

8.1.5. Les rouilles sont provoquées par un grand nombre de champignons entre autres par :

- i. Puccinia graminis qui provoque la rouille noire, dont les symptômes sont l'apparition, à partir de la montaison, de pustules brun-noirâtres disposées en lignes parallèles sur les feuilles et les tiges.
- ii. Puccinia triticina responsable de la rouille brune qui apparait sur les feuilles sous forme de pustules arrondies et dispersées de couleur brun-roux.

Une attaque massive de rouilles entraîne l'échaudage des grains et une réduction sensible des rendements.

8.2. METHODES DE LUTTE

8.2.1. Les méthodes agronomiques de lutte sont :

- les rotations de longue durée : la culture du blé n'est renouvelée sur la même parcelle qu'une fois chaque 2-3 années
- les travaux répétés du sol après la récolte de la culture précédente et jusqu'au semis du blé pour aérer le sol, détruire les mauvaises herbes et favoriser la décomposition des végétaux (chaumes, racines)
- la fumure équilibrée du blé, en assurant un bon rapport entre l'azote, le phosphore et la potasse et surtout en évitant l'excès d'azote.
- l'irrigation contrôlée, en évitant les flaques stagnantes

- l'emploi de semences saines, provenant de cultures bien contrôlées à tous les stades végétatifs
- la lutte contre les mauvaises herbes par les traitements herbicides ou des sarclages manuels, tant pour les cultures précédentes que pour celle du blé
- une bonne densité de semis (éviter les trop fortes densités)
- le traitement des semences 2 à 3 jours avant le semis
- l'exposition des semences au soleil 6 à 8 heures par jour pendant 2 à 3 jours avant le semis, en les retournant plusieurs fois par jour
- le brûlage des chaumes

8.2.3. Les méthodes chimiques : emploi de produits chimiques ayant une action complexe sur les champignons parasites et dont les plus connus sont les suivants :

.) Le Cérébel, association de Bénomyl (8,3 %) et de Manèbe (66,7 %). Le produit est efficace contre la fusariose, la septoriose et les rouilles et s'applique en deux reprises :

- un premier traitement en fin de tallage-début de montaison à raison de 3 kg de Cérébel à l'hectare sous forme de solution. On utilise 200 à 300 litres de solution à l'hectare
- un second traitement en fin d'épiaison avec la même dose.

.) Le Grex, produit à base de Manèbe ; est surtout utilisé contre la septoriose au début de la floraison à la dose de 2,5 kg/ha pour 200-300 litres de solution à l'hectare si l'application se fait en deux traitements et à la dose de 3 kg/ha de la même solution pour une application unique.

.) Le Benlate, produit à base de Bénomyl ; est efficace entre autres contre la fusariose et la septoriose. Le Benlate s'utilise à la dose de 0,6 kg/ha appliqué en 2 traitements : l'un au début de la montaison, l'autre pendant la floraison. On utilise 200 à 300 litres de solution à l'hectare.

8.3. LES ENNEMIS ANIMAUX DU BLE

8.3.1. Les insectes

.) Dans la zone racinaire, le blé peut être attaqué par les larves des termites.

.) Pendant la montaison et jusqu'à l'épiaison, le blé est attaqué par une petite mouche (*Haplodiplosis* sp.) qui dépose ses oeufs entre la gaine et la tige du blé. Les larves de couleur jaune-rougeâtre, longues de 4 à 5 mm, mangent les tissus tendres des feuilles.

.) Il existe encore d'autres mouches parmi lesquelles Contarinia tritici, dont les larves de couleur jaune mangent les glumes et les glumelles de l'épi.

Pour traiter et détruire ces larves, on applique des insecticides tels que HCH, Basutine, etc... aux doses recommandées pour chaque produit.

8.3.2. Les animaux

Parmi les ennemis animaux, il faut citer les souris, les rats et les oiseaux granivores. Contre les souris et les rats, on utilise des appâts et des produits raticides.

Pour éviter les dégâts par les oiseaux granivores il faut cultiver des variétés barbues, assurer une bonne densité de semis et organiser le gardiennage pendant la maturation du blé.

Chapitre 9

LA RECOLTE ET LE STOCKAGE DU BLE

9.1. DATE DE LA RECOLTE

Le moment de la récolte est choisi en fonction de la technique de récolte.

9.1.1. Récolte manuelle

Pour une récolte à la faucille ou à la faux, choisir le moment de la "maturité technologique" qui correspond à la fin de la maturité cireuse : le grain peut encore être rayé à l'ongle, sa teneur en eau étant de 30 à 40 % du poids frais. En récoltant à ce stade de maturité, l'égrenage est peu important et l'aptitude du blé à la panification est supérieure.

Les tiges de blé sont laissées en gerbes sur le champ pendant 8 à 10 jours pour que la maturation s'achève. Pour éviter les dégâts par les oiseaux, les rats et les souris, il est recommandé de lier les gerbes et de les empiler en forme de croix.

Après la maturité complète (maturité physiologique ou surmaturité), on procède au battage manuel ou mécanique du blé.

9.1.2. Récolte mécanique

La récolte du blé à la moissonneuse-batteuse se fera à maturité physiologique ou surmaturité. A ce stade, la teneur en eau des grains est de 14 à 16 %. Si cette teneur est supérieure à 16 % il y a risque d'échauffement ce qui oblige à procéder immédiatement après la récolte à un vannage ou à une bonne aération.

9.2. LE STOCKAGE ET LA CONSERVATION

9.2.1. Qualité du grain stocké

Pour une conservation d'une certaine durée, la teneur en eau des grains de blé ne doit pas être supérieure à 14 %, sinon des moisissures se développent dans la masse des grains, détruisent leur pouvoir germinatif et provoquent une odeur spécifique. Ce qui est encore plus grave, c'est que les grains humides respirent plus que les grains secs, dégagent du gaz carbonique et de la chaleur, d'où les risques d'échauffement.

Un deuxième impératif est la pureté physique de la récolte, c'est-à-dire l'absence d'impuretés : semences vertes de mauvaises herbes, poussières, fragments de tiges, grains cassés, etc...

9.2.2. Précautions à prendre

Pour assurer la conservation, les grains de blé doivent être vannés au vent ou au tarare. Si la récolte se fait à la moissonneuse-batteuse, la machine doit être équipée de sérateurs ou épurateurs.

Avant le stockage, l'entrepôt doit être désinsectisé avec une faible quantité d'insecticide pour empêcher la prolifération des alucites, des charançons, des punaises, etc...

Le stockage de longue durée peut se faire en sacs ou en vrac.

Pour prévenir la prolifération des insectes, on peut, en plus des insecticides, utiliser un produit volatile, le Tétrachlorure de carbone à raison d'une capsule ouverte qu'on introduit dans chaque sac avant de le fermer.

Quand la récolte est conservée en vrac, le plancher du dépôt doit-être propre, sec et désinfecté à titre préventif. La hauteur de la masse de grains ne doit pas dépasser 2 m.

Pendant le stockage il faut procéder à des contrôles périodiques.

Pour éviter les dégâts par les rats et les souris on dispose dans l'entrepôt des appâts ou des produits raticides, en veillant à ce que ces produits ne soient pas en contact avec les grains.

Chapitre 10

QUELQUES QUALITE TECHNOLOGIQUES DU GRAIN DE BLE

10.1. LE POIDS DE MILLE GRAINS exprime la grandeur et la consistance des grains. Les meilleures variétés de blé ont un poids de mille grains (Pmg) supérieur à 40 grammes. Lorsque les grains sont échaudés, le Pmg diminue.

10.2. LE POIDS SPECIFIQUE ou "poids hectolitrique" représente le poids de 100 litres de grains. Il est déterminé à l'aide d'une balance spéciale. La valeur du poids spécifique doit être supérieure à 78 kg/hl. Plus le poids spécifique est élevé, plus le rendement meunier du blé est élevé, ce qui explique que le poids spécifique soit pris comme base commerciale.

10.3. LE TAUX DE MITADINAGE est évalué par examen de la section des grains au farinotome Pohl, un appareil simple qui sectionne 50 grains à la fois. Les blés tendres ont une section opaque qui indique un amidon farineux. Les blés durs ont une section vitreuse (translucide), ce qui révèle un amidon peu farineux et des aptitudes pour l'industrie de la pâtisserie.

L'aspect translucide (vitreux) de la section peut également caractériser certaines variétés de blé tendre.

10.4. PARMI LES AUTRES QUALITES DU GRAIN on peut citer la couleur, la valeur meunière, la force boulangère et la teneur en extraits. Ces qualités sont prises en considération pour définir de façon plus absolue la qualité de chaque variété de blé.

Chapitre 11

QUELQUES INDICATIONS SUR LES VARIETES DE BLE

Après son introduction en grande culture, une variété de blé peut "durer" 5 à 6 ans puis sera remplacée par une autre variété plus adaptée aux conditions pédoclimatiques et plus productive. Cependant certaines variétés ont une validité relativement longue.

11.1. CRITERES DE CHOIX DES VARIETES

11.1.1. La précocité : qualité très importante en zone sahélienne. Il est indispensable que le cycle végétatif soit le plus court possible, pour éviter la période chaude pendant la maturation et surtout les vents chauds et secs qui peuvent provoquer l'échaudage et une forte chute des rendements.

Pour la zone sahélienne, le cycle végétatif du blé ne doit pas dépasser 120 jours.

11.1.2. La résistance à la verse. Cette caractéristique est déterminées en premier lieu par la longueur de la paille qui ne doit pas dépasser 100 cm, puis par la structure du chaume qui doit avoir une forte lignification, une teneur plus élevée en polysaccharides et un nombre plus élevé de faisceaux libéro-ligneux.

11.1.3. La résistance à l'échaudage est obtenue par la précocité, puis par la densité des stomates de la feuille.

11.1.4. La résistance aux maladies (rouille noire, fusariose, septoriose, charbon nu, etc...) doit être l'un des thèmes des travaux d'amélioration et de création variétales de l'expérimentation qui précède l'introduction des nouvelles variétés en exploitation réelle.

11.1.5. La productivité est le critère de choix le plus important. La productivité est fonction de plusieurs facteurs, entre autres le nombre de grains par épi et le poids du grain (poids de mille grains).

11.2. LES VARIETES DE BLE CULTIVEES SOUS IRRIGATION EN ZONE SAHELIENNE

11.2.1. Variétés de blé tendre

Dans la vallée du Fleuve Sénégal, plusieurs variétés de blé tendre ont été testées sous irrigation pendant la période 1971-1975, dont un grand nombre de variétés de blé créées au Mexique par le plus grand centre d'amélioration variétale, le CIMMYT (Centre International d'Amélioration du Maïs et du Blé - Mexique).

Parmi les autres variétés testées certaines atteignent des rendements prometteurs :

	POTENTIEL DE RENDEMENTS (MEXIQUE) (Kg/ha)	RENDEMENTS A GUEDE (Kg/ha)	
		1972-73	1973-74
Penjamo-62	6000	3.484	4.900
Sonora-64	5580	3.796	5.300
Inia-66	5630	-	3.440 à 4.000
Siete Cerros	7000	-	5.917
(Inia-Rye) ² Arm "S"	7280	6.250	-

La variété Mexipak est la plus adaptée aux conditions climatiques. Il s'agit d'un blé d'origine mexicaine ultérieurement croisé avec une variété pakistanaise.

Cette variété a été testée dans plusieurs pays. Au Sénégal, son cycle végétatif est de 100 à 115 jours selon les conditions climatiques annuelles et la date de semis. Sa taille est de 85 à 100 cm. Le tallage est assez bon (2 à 4 talles fertiles)

Les rendements ont varié de 2500 à 5400 kg/ha en grande culture et de 4000 à 6400 kg/ha sur petites parcelles (essais variétaux).

Au Nigéria (annexe I-4), le rendement obtenu a été de 4360 kg/ha et au Liban de 5000 kg/ha sur une superficie de 6000 ha.

Plusieurs autres variétés ont été testées parmi lesquelles :

- MAYA I - A "S" x 2148 - 1 N - 1M - 0Y
- MAYA I - A "S" x 2148 - 1 N - 2M - 0Y
- KOALA "S", etc...

11.2.2. Variétés de blé dur

A Guédé, les meilleurs résultats ont été obtenus avec les variétés suivantes :

	PROVENANCE	RECOLTE 1972-1973 (Kg/ha)
JORI-69	CIMMYT	4.812
COCORIT-71	CIMMYT	6.566
GIORGIO 451	ITALIE	3.611
GIORGIO 459	ITALIE	2.654

Les variétés ci-après seront testées au cours des prochaines campagnes :

PROVENANCE

VARIETES

<u>Mexique</u>	Cocorit S, Cajeme 71, Crane S (B), Brant (S), Joris S x Crane S, etc...
<u>Italie</u>	Capeiti, Gerardo 574, Gab-125, Gerardo 565 ;
<u>Tunisie</u>	BD-58-25A
<u>Liban</u>	Hilba ;
<u>Argentine</u>	Parama 66/270

Une place de plus en plus importante est faite à l'hybride "Triticale" obtenu par croisement de blé et de seigle. Cet hybride est parfaitement adapté aux conditions les plus sévères (annes I-11). Ses rendements peuvent atteindre 6 à 7 tonnes à l'hectare en des régions où le blé ne peut obtenir de semblables résultats.

La liste des variétés de blé tendre et de blé dur est très longue. Des essais de comportement et de productivité sont indispensables avant leur introduction dans une zone de culture, car il serait hasardeux de faire démarrer la culture sur des superficies importantes sans essais préalables.

Le rôle de la Recherche Agronomique est d'organiser des essais variétaux et d'améliorer les techniques de culture. Parallèlement, la production de semences doit être une préoccupation constante des organismes spécialisés.

Chapitre 12

LA PRODUCTION DES SEMENCES

Les variétés de blé présentant de bonnes aptitudes culturales (adaptation au climat, résistance aux maladies, productivité) et aptes à la panification doivent être multipliées pour mettre une quantité suffisante de semences à la disposition des fermiers.

La technique de production des semences est généralement identique à celle du blé destiné à la consommation, avec toutefois certaines particularités dont il est traité dans les chapitres qui suivent.

12.1. LE MATERIEL DE MUTIPLICATION

Le matériel de multiplication doit avant tout être une variété inscrite dans les catalogues nationaux ou internationaux des variétés de blé.

La multiplication ou la production des semences peut avoir pour point de départ :

12.1.1. Une semence de lignée pure issue d'une sélection généalogique améliorante ; après 5 à 6 générations de multiplication, on obtient une semence commerciale ayant conservé toutes les caractéristiques génétiques de départ. Cela nécessite une sélection conservatoire, avec élimination à chaque génération de toutes les variations par hybridation naturelle, mutation, mélange de semences à la récolte ou au battage, etc...

Après 4 générations, la semence ainsi obtenue constitue la semence de base. La mutiplication de la semence de base donne "la semence certifiée" livrée aux agriculteurs ; elle peut également être désignée sous le vocable de "semence commerciale".

12.1.2. une semence appartenant à une variété à haut rendement, dont la production a été vérifiée dans le cadre d'essais variétaux ; c'est la "semence élite" dont la multiplication aboutit aux "semences d'origine" ou semences sélectionnées" qui sont ensuite commercialisées.

Pour chaque méthode il est indispensable que le matériel introduit en culture soit rigoureusement contrôlé par les services agricoles chargés de la surveillance de la production des semences.

12.2. TECHNIQUES PARTICULIERES A LA PRODUCTION DES SEMENCES.

12.2.1. Place dans la rotation : les meilleurs précédents cultureux sont les céréales sarclées (maïs, sorgho), les légumineuses (niébé, haricots, petits pois) ou la jachère labourée. Il faut éviter les céréales de la même espèce, c'est-à-dire la monoculture.

12.2.2. Fumure : le rapport N : P : K doit être de 1 : 1 : 0,6. Eviter les fortes fumures azotées ; ne pas dépasser 100 unités d'azote à l'hectare. La formule d'engrais sera donc de N-100 ; P-100 ; K-60.

12.2.3. Densité de semis : elle doit être inférieure à celle de la culture normale de blé, afin d'obtenir de gros épis à grands grains : ne pas dépasser 120 à 140 kg de semences à l'hectare. Par contre la distance entre les lignes pourra être plus grande qu'en culture normale : il est conseillé de prévoir 25 cm.

Le fractionnement des apports d'engrais azotés est le même que pour la culture normale : 25 % au semis, 35 % au tallage et 40 % à la montaison-début d'épiaison.

12.2.4. Desherbage : manuel ou chimique. Cette façon culturale est obligatoire en production des semences, étant donné que les mauvaises herbes peuvent favoriser l'apparition des maladies (rouilles, fusariose, septoriose, etc...) et l'attaque par les borers.

12.2.5. Irrigation : elle doit être étroitement surveillée ; éviter les excès d'eau qui favorisent l'apparition des maladies.

12.2.6. Isolement des parcelles : c'est une condition indispensable, pour éviter tout risque de mélange. Il s'agit d'abord d'isoler le champ puis d'isoler et de surveiller les semences à la récolte, au battage et pendant le stockage.

12.3. CONTROLE DE LA PRODUCTION ET CERTIFICATION DES SEMENCES

12.3.1. Au niveau des producteurs : contrôle permanent des parcelles pour constater si la culture se développe normalement. Un objectif très important de ce contrôle est d'éliminer pendant la phase d'épiaison, tous les plants présentant des caractéristiques différentes, c'est-à-dire tous les plants n'appartenant pas à la variété reproduite.

12.3.2. Au niveau des techniciens chargés de surveiller la production des semences, un contrôle pour pouvoir certifier que la culture appartient à une variété à haut rendement, qu'elle est dépourvue de maladies et que toutes les exigences sont respectées. Pour cela, les techniciens visitent plusieurs fois les cultures pendant la période de végétation et prélèvent des échantillons pour l'analyse de la pureté variétale et de la faculté germinative.

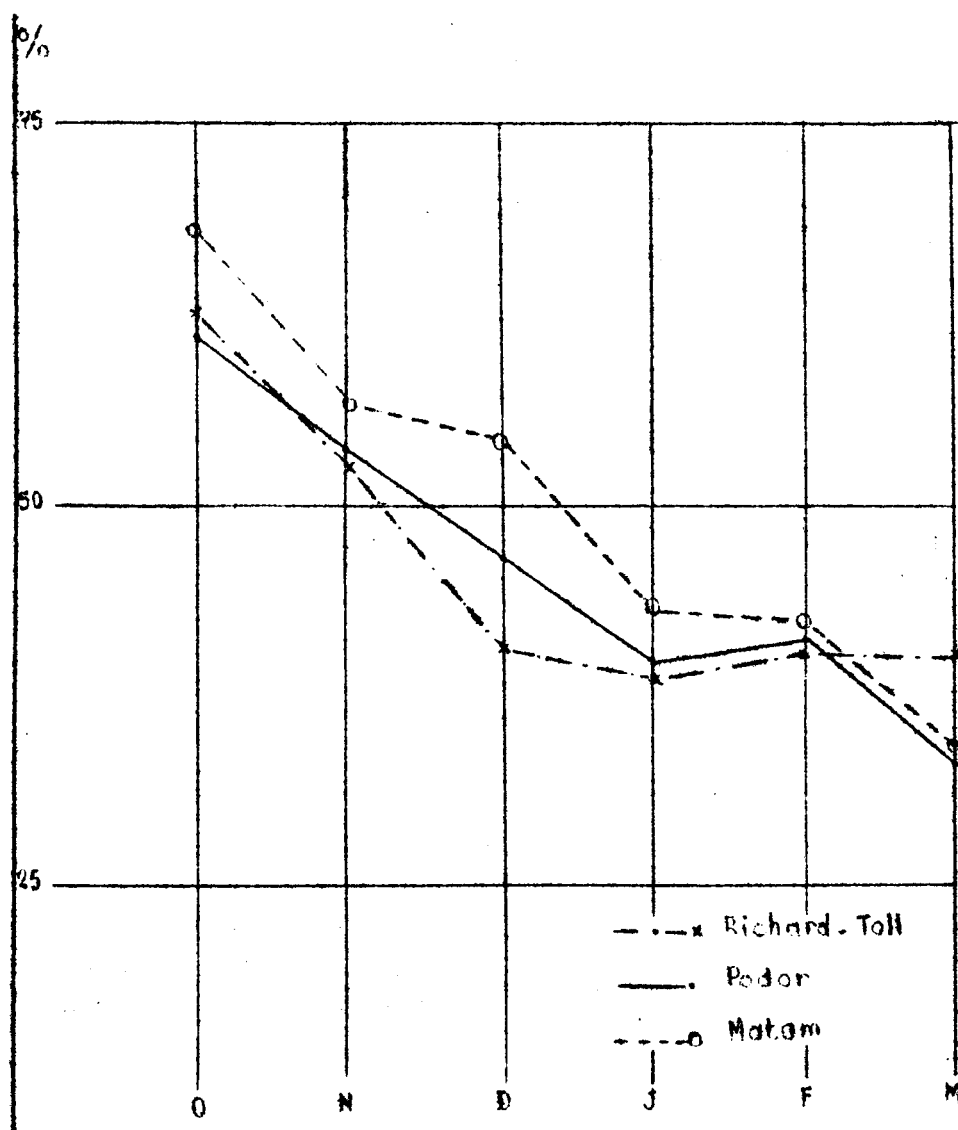
Compte tenu des paramètres de contrôle et des données des analyses, le service officiel de contrôle autorise ou non l'utilisation des semences.

Les normes minimales de certification sont les suivantes :

	Pureté spécifique (physique)	Pureté variétale	Faculté germinative
Semences de base	98 %	99,9 %	85 %
Semences certifiées	98 %	99,7 %	85 %

Ces normes peuvent selon le cas, être modifiées par le service officiel de contrôle.

La production des semences est l'une des conditions essentielles à l'obtention des hauts rendements en blé.



Graphique n°1 - humidité relative

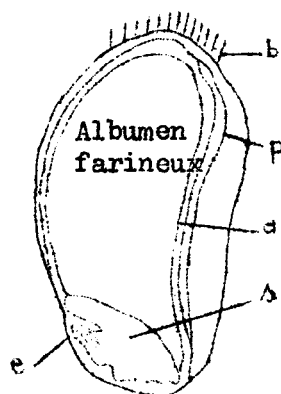
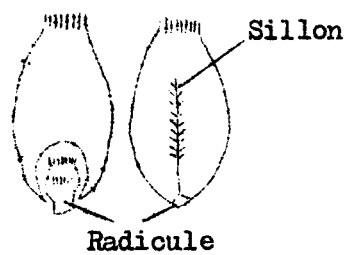


Fig. 1 - A = grains de blé
B = Section transversale d'un grain de blé.

a = couche à aleurone
b = brosse
e = embryon
s = scutellum
p = péricarpe

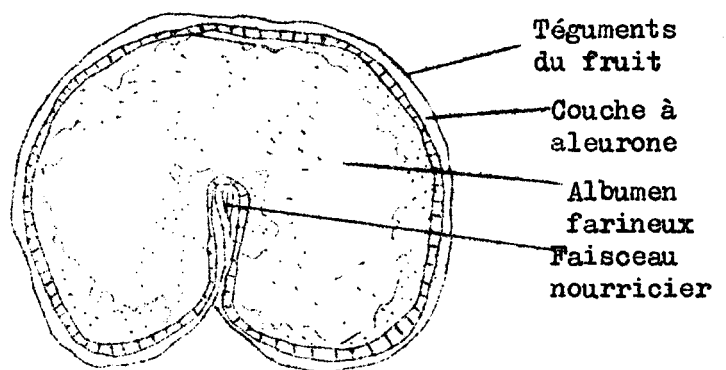


Fig. 2 - Structure anatomique du grain de blé.

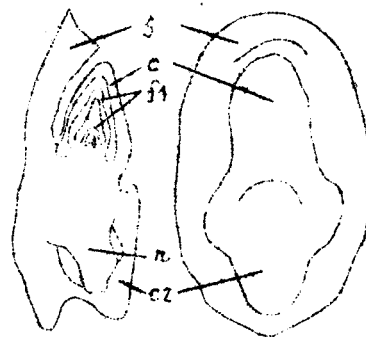


Fig. 3 - Embryon de blé.

A = section verticale
B = vue externe.

c = coléoptile ; s = scutellum ;
cz = coléorhize ; f1 = 2 premières
feuilles.

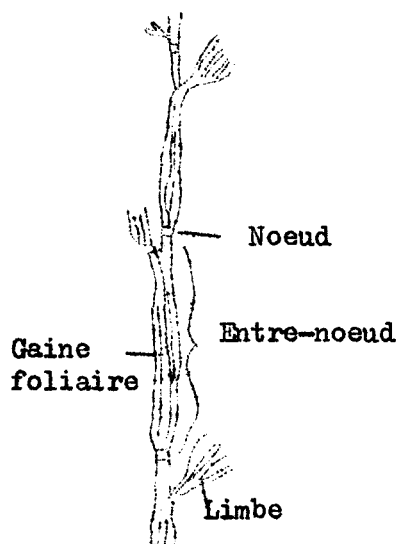


Fig. 4 - Tige de blé.

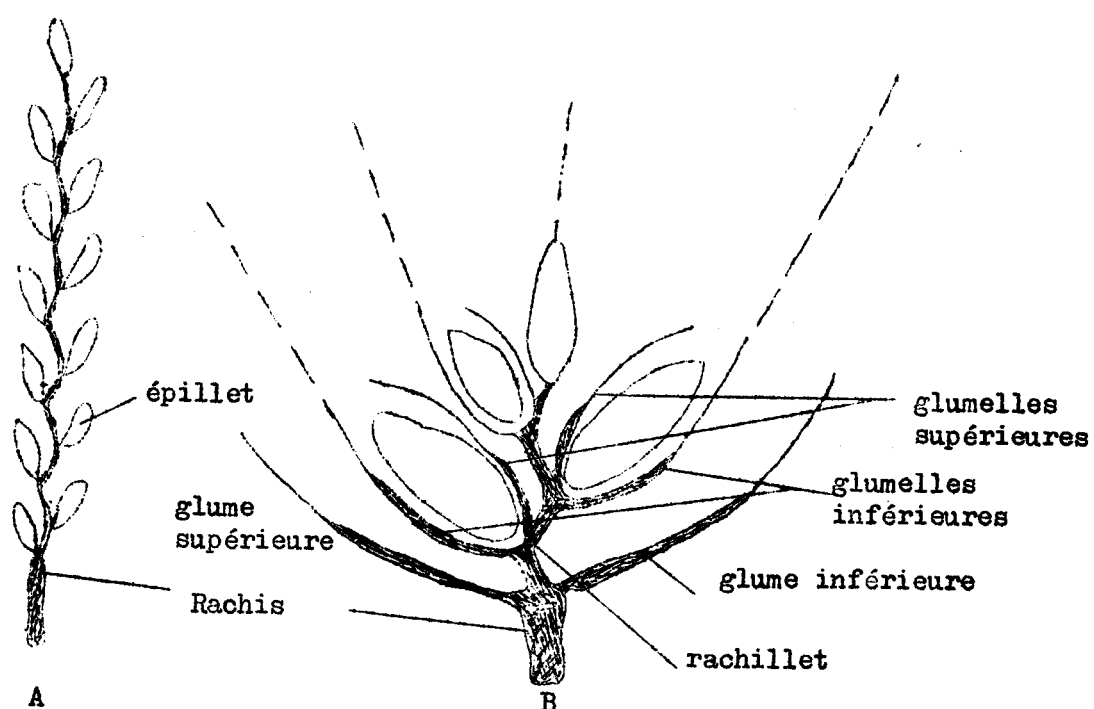


Fig. 5 - l'épi (A) et l'épillet (B) de blé (schéma)

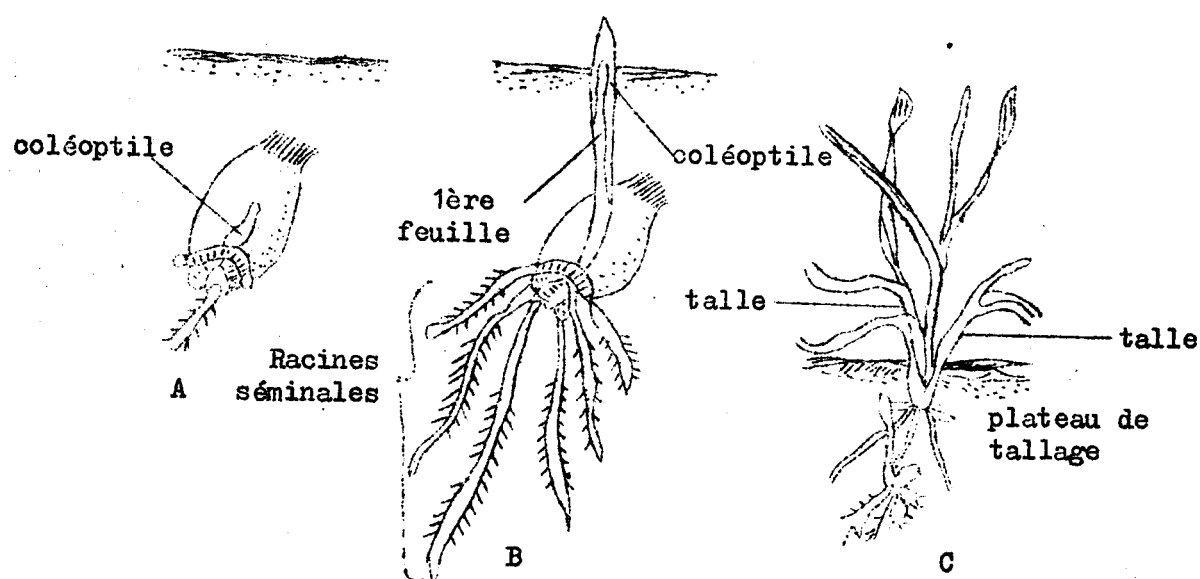


Fig. 6 - A = germination B = levée C = tallage

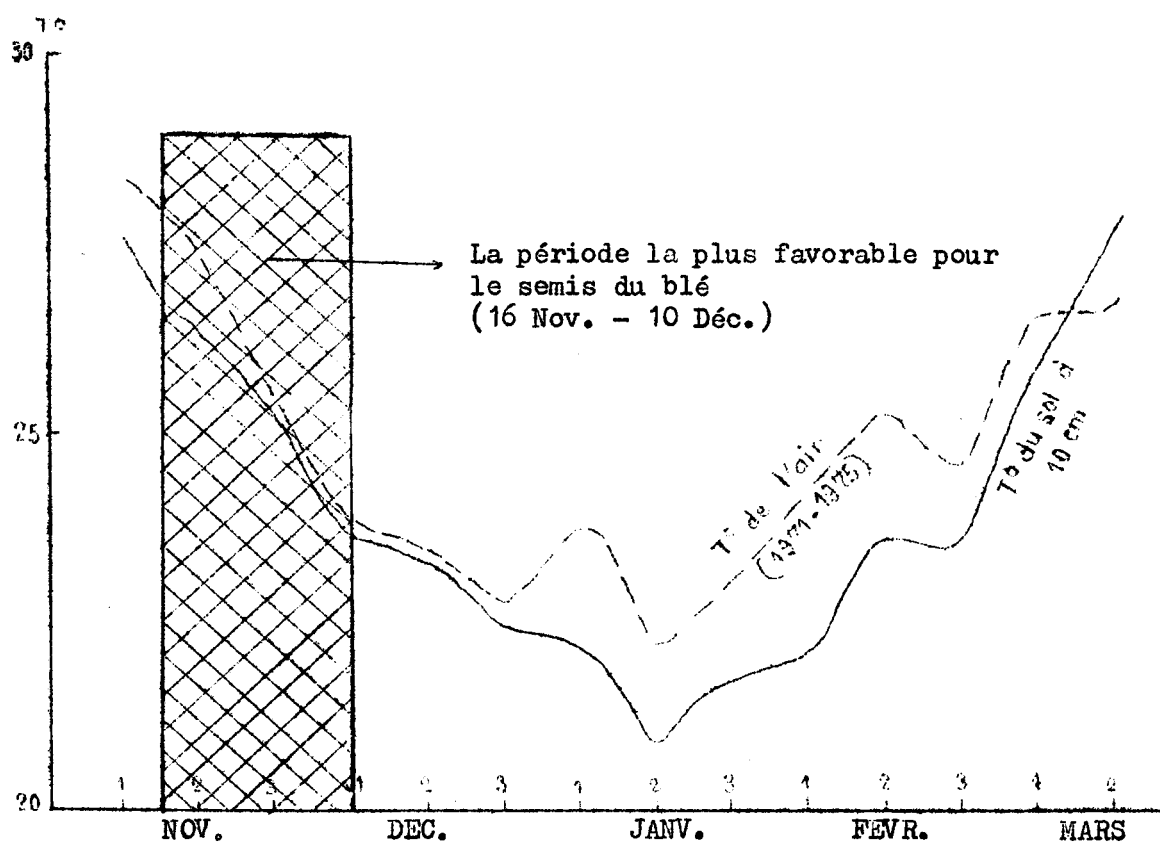


Fig. 7 - La température de l'air (---) et de la couche supérieure du sol (—) à Guédi - Sénégal. Moyennes pour la période Novembre-Mars 1971 - 1975

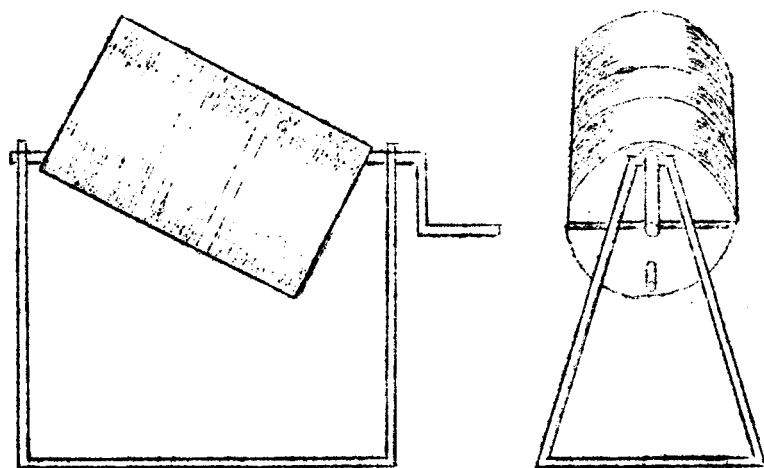


Fig. 8 - Mélangeur pour le traitement des semences.

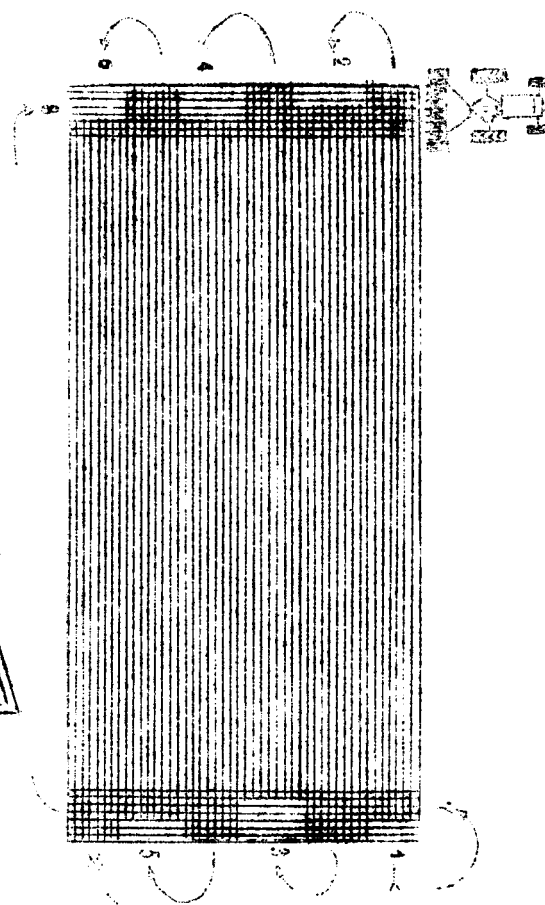


Fig. 9 - Passages perpendiculaires du semoir pour égaliser les bouts de la parcelle.

BIBLIOGRAPHIE

1. P. SAPIN : La culture et la sélection du blé. Rapport de stage à l'INRA (septembre 1971).
 2. P. SAPIN : La production des céréales dans la Vallée du Fleuve Sénégal, rapport PNUD-FAO-OERS (juin 1971).
 3. A. CZILLER : La culture du blé. Compte-rendu, Guédé, Sénégal, 1972-1974 (1974)
 4. FAO : Proceedings of the Fourth FAO/Rockefeller Foundation Wheat Seminar, Teheran, Iran, 21 May - 2 June 1973
 5. T. MOSCAL : Note préliminaire sur les résultats des travaux d'expérimentation sur le blé au Centre de Guédé, Sénégal (avril 1975)
 6. C. MOULE : Phytotechnie spéciale Tome II - Céréales - La maison rustique, Paris (1971)
 7. R.F. PETERSON : Wheat (Botany, Cultivation, and Utilisation), World Crops Books, New-York (1965)
 8. D. RIJKS : Besoins en eau des cultures. Projet pour le développement de la Recherche Agronomique et de ses Applications dans le Bassin du Fleuve Sénégal (juillet 1974)
 9. P. SEYRAL : Considération sur les besoins en eau d'irrigation dans la vallée du fleuve Sénégal. Etude hydro-agricole du Bassin du Fleuve Sénégal (octobre 1969)
 10. CIMMYT : Review (1974)
 11. CIMMYT : Report on Wheat Improvement (1973)
-

BILAN ECONOMIQUE DE LA CULTURE DU BLE

Rendements actuels	3,5 - 4,5 t/ha
Prix du blé	45 F. CFA
Valeur de la récolte : - grains	150.500 - 183.500 F. CFA
Valeur de la paille : 3,5 t/ha x 2000/t =	7000 F. CFA
Valeur totale réalisable	157.500 - 190.500 F.CFA

Dépenses d'exploitation

F.CFA

- Semences : 200 kg x 43 F. CFA	8.600
- Engrais ^{1/} : 510 kg x 16 F. CFA	8.160
- Herbicides : 8l/ha x 1200 F. CFA	9.600
- Pompage de l'eau ^{2/} : 8000 m3 x 2,5 F. CFA ...	20.000
- Travaux mécaniques ^{3/}	20.000
- Travaux manuels ^{4/} : 660 heures x 75 F. CFA	49.500

<u>TOTAL</u>	<u>115.860</u>
--------------	----------------

Revenu net :a) Pour un rendement de 3,5 t/ha :

- Valeur de la récolte	157.500 F. CFA
- Dépenses	115.800 F. CFA

<u>Revenu net/ha</u>	41.700 F. CFA
----------------------	---------------

b) Pour un rendement de 4,5 t/ha :

- Valeur de la récolte	190.000 F. CFA
- Dépenses	115.800 F. CFA

<u>Revenu net/ha</u>	74.200 F. CFA
----------------------	---------------

1/ Prix subventionné des engrais : 16 F. CFA kg d'engrais brut.

2/ Prix du pompage de l'eau (SAED)

3/ Travaux mécaniques présentés en annexe 3-A

4/ Travaux manuels présentés en annexe 3-B

3-A TEMPS DES TRAVAUX MECANIQUES

- 2 passages de rotovateur	8,0 heures
- 1 passage de lame nivelieuse	4,0 "-
- épandage d'engrais (fumure de fond)...	1,0 "-
- semis avec semoir	1,0 "-
- parcellation mécanique	1,0 "-
<u>Total</u>	15,0 "- =====

Battage (moteur) 20,0 heures

3-B TEMPS DES TRAVAUX MANUELS

- Construction des diguettes	10 heures
- Main-d'oeuvre pour irrigation et drainage	300 "-
- Entretien de la culture (épandage des engrais, pulvérisation des herbicides et fongicides etc...).....	50 "-
- Récolte à la faucille	200 "-
- Battage et vannage	100 "-
<u>Total</u>	660 heures

N.B. : Le coût de la main-d'oeuvre est de 75 F.CFA/heure. Nous considérons que le temps de main-d'oeuvre peut être amélioré au fur et à mesure que les paysans acquerront la pratique des opérations manuelles.