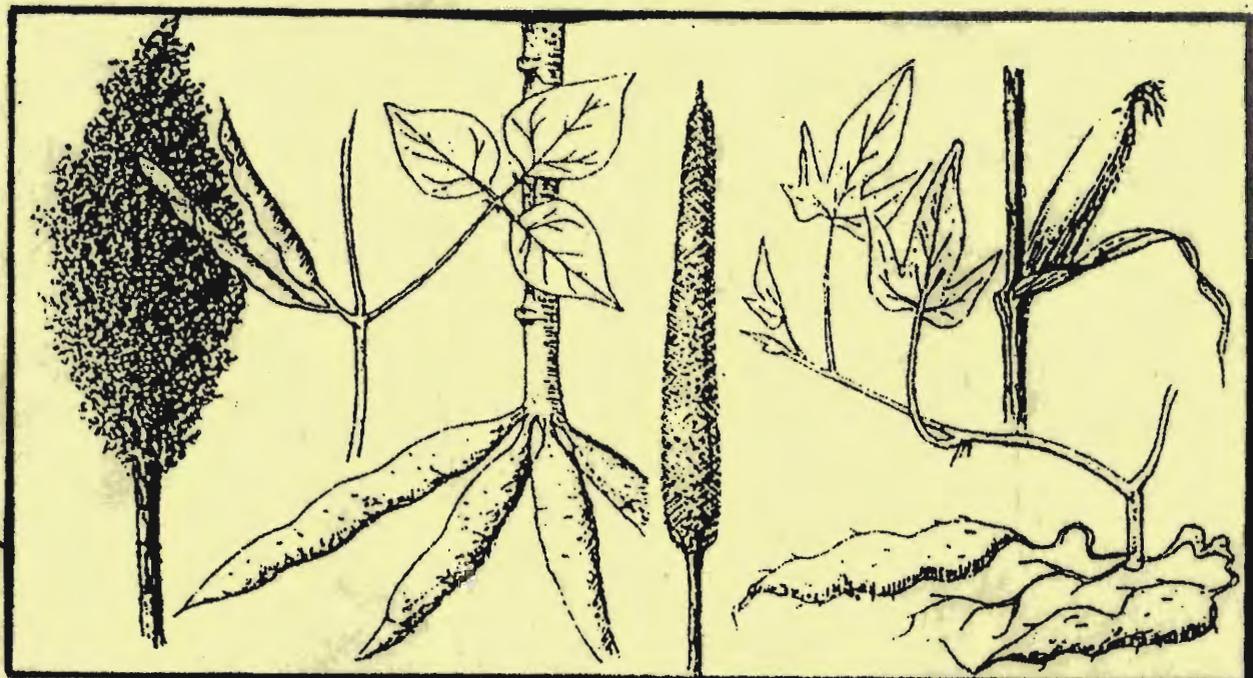


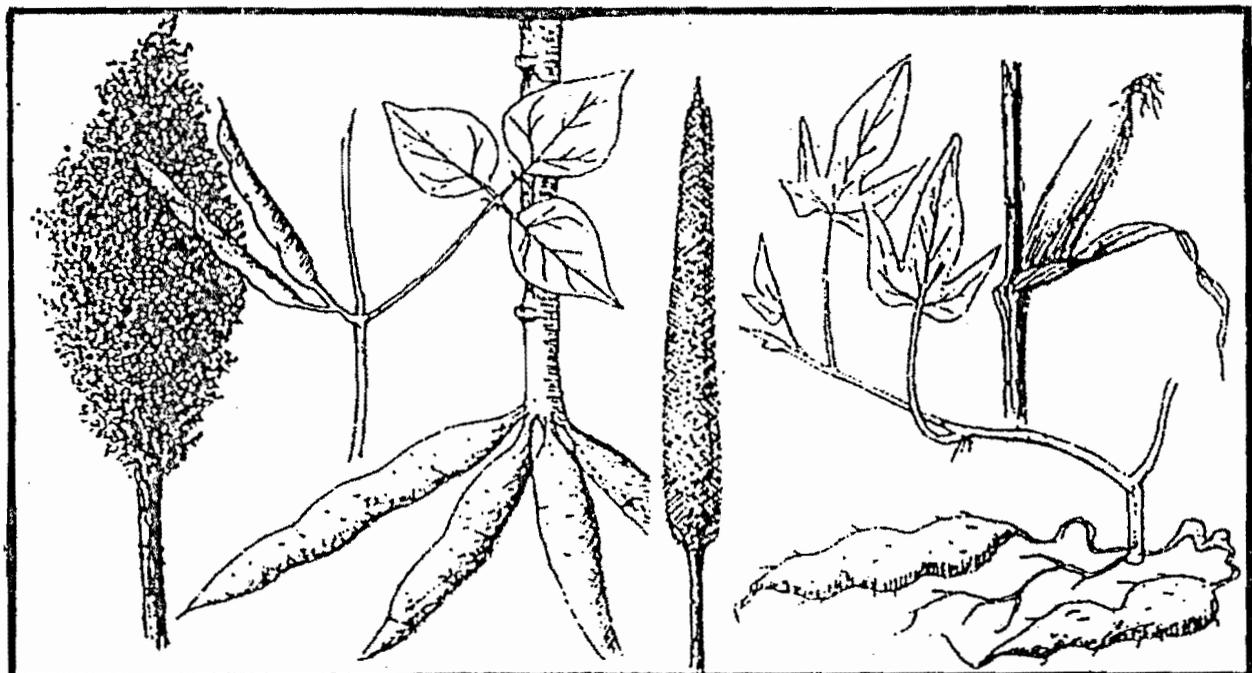
DIRECTION DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE AGRICOLE
ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE



LES CULTURES VIVRIERES

à l'usage des Centres d'Apprentissage Agricole
et des Centres Spécialisés

DIRECTION DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE AGRICOLE
ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE



LES CULTURES VIVRIERES

à l'usage des Centres d'Apprentissage Agricole
et des Centres Spécialisés

SOMMAIRE

Note de présentation	page	1
Unité 1 : Importance économique des Cultures vivrières		8
Unité 2 : Le Sorgho		18
Unité 3 : Le Mil		40
Unité 4 : Le Maïs		59
Unité 5 : Le Riz		73
Unité 6 : Le Blé		101
Unité 7 : Le Fonio		111
Unité 8 : Le Niébé		115
Unité 9 : Le Voandzou		124
Unité 10 : Le Manioc		128
Unité 11 : L'Igname		140
Unité 12 : La Patate douce		150

NOTE DE PRESENTATION

1. GENERALITES

Au Mali, la population active agricole représente près de 90 % de la population active totale et met en valeur annuellement une superficie moyenne de 1.100.000 ha, consacrée aux cultures vivrières ; pourtant, cela est encore insuffisant pour assurer les besoins intérieurs du pays.

Pour assurer le décollage économique du pays, l'auto-suffisance alimentaire est indispensable ; elle est devenue le fondement de la politique agricole du pays et le gouvernement a décidé de porter un effort particulier sur le développement des cultures vivrières en misant sur :

- la recherche-développement pour la mise au point de variétés productives et adaptées, de techniques culturales appropriées.
- les structures d'encadrement pour améliorer la productivité du paysan ; c'est dans ce cadre que s'inscrit le rôle du moniteur d'agriculture.

Tout cela illustre l'importance du cours sur les cultures vivrières que l'élève-moniteur doit bien maîtriser afin d'être en mesure de conseiller le paysan pour l'atteinte des objectifs fixés par les responsables du pays.

2. CONCEPTION DU COURS

Après une première unité consacrée à la sensibilisation des élèves-moniteurs sur l'importance économique des cultures vivrières, les unités suivantes étudient chaque culture vivrière spécifiquement ; ces cultures vivrières ont été regroupées de la manière suivante :

- Les céréales : Mil - Sorgho - Maïs - Riz - Blé - Fonio.

- Les légumineuses : Niébé - Pois bambara
- Les plantes-tubercules : Manioc - Igname - Patate douce.

Il sera adopté ici le même découpage que pour les autres cours ; chaque unité comportera :

- un objectif final
- des questions d'étude
- une discussion
- des activités pédagogiques suggérées
- des références bibliographiques.

Les deux premiers points, communs pour l'ensemble des cultures, seront détaillés ci-après, alors que les trois autres feront l'objet d'une fiche par culture et constitueront la partie essentielle du cours.

21. Partie commune à toutes les cultures

211. Objectif final

Pour chaque culture traitée, l'élève-moniteur doit être capable de : **"Expliquer toutes les interventions devant être effectuées sur la culture depuis sa mise en place jusqu'à sa récolte"** c'est-à-dire, être capable de :

- Etablir son cycle de développement.
- Décrire les variétés les mieux adaptées aux différentes régions du pays.
- Maîtriser les opérations à effectuer au cours des différentes phases du cycle culturel :
 - . Choix du terrain et mise en place,
 - . Entretien : Façons culturales - Fertilisation - Irrigation - Protection,
 - . Récolte,
 - . Stockage - Technologie,
- Etablir la fiche économique de la culture.

212. Questions d'étude

- La culture : est une plante annuelle, comment la reconnaît-on et quel est son cycle de développement ?
- Cette culture n'est pas possible partout, quelles sont ses exigences et quelles sont les régions les plus propices à sa culture ?
- La réussite de cette culture, c'est-à-dire l'obtention d'un bon rendement, dépend des interventions effectuées au cours de son développement, que doit-on faire ? :
 - à la mise en place de la culture,
 - au cours de son développement,
 - à la récolte.
- Pour avoir un produit commercialisable, ou bien apte à la consommation, il faut qu'il soit sain : que faut-il faire subir au produit récolté avant et pendant le stockage, s'il y a lieu ?
- En tant que culture vivrière, quelles sont ses propriétés alimentaires et ses principales utilisations ?
- Si la culture procure un revenu au paysan, elle exige aussi des dépenses : Comment effectuer un bilan économique de la culture ?

L'atteinte de l'objectif implique des réponses aux questions d'étude soulevées : Ces réponses font l'objet des fiches spécifiques pour chaque culture.

213. La fiche économique d'une culture

Son principe d'élaboration est le même pour toutes les cultures, c'est pourquoi nous l'exposons ici.

L'étude d'une spéculation ne saurait être complète si, en plus de la partie technique, il n'était abordé le côté économique de la culture, ceci en vue d'un double objectif :

- Déterminer la rentabilité d'une culture.
- Dégager les paramètres techniques sur lesquels il faut agir pour améliorer cette rentabilité.

Pour chaque spéculation étudiée, il sera donc procédé au calcul de sa marge brute, c'est-à-dire effectuer l'opération :

$$M \text{ (marge brute)} = P \text{ (produit brut)} - C \text{ (charges proportionnelles)},$$

- Le produit brut, P, encore appelé produit d'exploitation, correspond à la valeur de la production, estimée au prix du marché.
- Les charges proportionnelles, C, sont les coûts, c'est-à-dire les dépenses affectables dans leur totalité à cette spéculation, à savoir :
 - * les intrants : semences, engrais, produits de traitement...
 - * les travaux cultureux réalisés, c'est-à-dire le nombre de journées de travail réalisé sur la culture,
 - * les dépenses occasionnées par les animaux dans le cas de la culture attelée : soins, alimentation...
 - * les dépenses occasionnées par le matériel dans le cas d'une culture mécanisée : carburant - lubrifiant - pièces - amortissement...

Pour chaque spéculation, il est alors possible d'établir la fiche économique suivante :

Charges (C)			Produits (P)
Nature	Quantité	Prix unitaire	Valeur
Intrants : semences	-	x	x ₁
engrais			x ₂
pesticides			x ₃
divers			
Travaux : labour			
semis			
sarclage			
récolte			
Culture attelée....			
Culture mécanisée....			
	C	=	X
			Quantité récoltée = Q Prix unitaire = u P = Q.u
			Résultat M = P - C

Cette démarche est valable pour toutes les spéculations ; dans les fiches "Discussion" il ne sera fait mention que des données spécifiques concernant les différentes rubriques des charges. En guise d'exercice, ces fiches peuvent être proposées aux élèves-moniteurs, en ayant soin d'actualiser les prix.

22. Partie spécifique à chaque culture

C'est le chapitre "Discussion", spécifique à chaque culture ; il comporte une étude détaillée de la spéculation afin de répondre aux questions posées dans le chapitre "Questions d'étude". Les notions apportées dans ce chapitre sont adaptées à la compréhension de l'élève-moniteur et correspondent aux connaissances qu'il doit acquérir dans le cadre de l'exercice de ses futures fonctions ; toutefois, elles peuvent être complétées par des données locales, quant au lieu d'implantation des différents CAA, ou par des données acquises lors des différentes expériences vécues par le formateur responsable de la diffusion de ce cours. Il est aussi souhaitable que le formateur illustre les différents cours par toutes les technologies nouvelles applicables aux différentes cultures enseignées et dont il aura eu connaissance soit par la voie bibliographique, soit par des séminaires ou stages auxquels il aura participé.

C'est une partie du cours qui doit être dynamique, donc régulièrement remise à jour ; ce doit être là une préoccupation majeure du formateur.

3. PEDAGOGIE

Les fiches sont un outil de travail pour le formateur qui doit, à partir de celles-ci, préparer sa (ou ses) séance (s) de diffusion en élaborant les fiches pédagogiques correspondantes ; il doit prévoir :

- . Ce qui doit être présenté en salle, sous forme de cours,
- . Ce qui doit faire l'objet de séances de travaux pratiques en laboratoire, ou sur le terrain,
- . Ce qui doit être vu dans le cadre de visites ou de stages.

Par ailleurs, il est recommandé au formateur de traiter de cette façon les cultures principales (par exemple : le Sorgho, le Maïs et le Riz pour les céréales, le Niébé pour les légumineuses, le Manioc pour les plantes-tubercules), et de demander aux élèves-moniteurs, sous forme de travaux de groupe, de rédiger des fiches techniques sur les autres cultures : Mil, Fonio, Pois bamba-ra, Patate douce et Igame, à partir de recherches bibliographiques ou d'entretiens avec des responsables de ces cultures. Ces fiches techniques peuvent ensuite faire l'objet d'exposés de la part des différents groupes de travail à l'ensemble de la classe, permettant ainsi d'évaluer le groupe par :

- la manière dont il a organisé son travail,
- la maîtrise technique du sujet,
- la manière de l'exposer (apprentissage à la vulgarisation).

UNITE 1

IMPORTANCE ECONOMIQUE DES CULTURES VIVRIERES

OBJECTIF

"Caractériser l'importance des cultures vivrières dans l'économie générale du pays".

Pour cela, l'élève-moniteur doit être capable de :

- localiser les principales régions productrices ;
- quantifier le niveau de production des cultures vivrières ;
- définir les besoins nationaux en produits vivriers ;
- expliquer la politique régissant les cultures vivrières.

QUESTIONS D'ETUDE

1. Qu'appelle-t-on "cultures vivrières" ?
2. Les cultures vivrières sont très diverses, comment sont-elles réparties dans le pays ?
3. Quelle est l'importance des cultures vivrières dans le cadre de l'économie générale ?
4. Etant donné l'importance des cultures vivrières, quelles sont ses perspectives d'avenir ?

DISCUSSION

1. Qu'appelle-t-on "cultures vivrières" ?

Il est habituel d'opposer : "Cultures industrielles" et "cultures vivrières" ; les premières, encore dénommées cultures commercialisables ou cultures de rente, sont généralement destinées à l'exportation et sont les principales sources de devises nécessaires au pays pour l'acquisition des biens d'équipement ; par opposition donc, les cultures vivrières sont celles qui, directement ou après transformation, sont destinées à la consommation de la population nationale.

Cette dualité fait apparaître les différences suivantes entre ces deux types de cultures :

- . des efforts plus importants sont généralement consacrés aux cultures industrielles : investissements - recherches - motorisation - crédits.....,
- . les terres les plus fertiles et les plus accessibles, pour des problèmes de transport, sont réservées aux cultures commercialisables,
- . les cultures de rente sont généralement conduites de manière intensive (superficies - intrants - irrigation....) alors que les cultures vivrières continuent le plus souvent à être exploitées de manière extensive.

Cette importance relative des cultures industrielles pouvait se justifier tant que les cultures vivrières suffisaient à l'approvisionnement normal de la population. Les effets combinés de la sécheresse, diminution des rendements et des surfaces emblavées, et de la croissance démographique, 2,5 % par an, ont conduit les autorités du pays à promouvoir une politique d'autosuffisance alimentaire avec priorité donnée au développement des cultures vivrières.

Les cultures vivrières peuvent être classées en deux catégories :

a. Les cultures vivrières fondamentales : Représentées exclusivement par les céréales, bases de l'alimentation de la population ; ce sont par ordre d'importance décroissante :

Mil - Sorgho - Riz - Fonio - Maïs - Blé.

b. Les cultures secondaires : Représentées par

- des légumineuses : niébé, voandzou (pois bamba-ra) ;
- des tubercules : patate douce, manioc, igname.

2. Quelle est la localisation des cultures vivrières ?

Au Mali, le facteur limitant de l'agriculture est l'eau : de sa maîtrise dépend le succès d'une campagne agricole ; or cette maîtrise n'est possible que dans les zones possédant des périmètres irrigués ; ailleurs, le paysan est soumis aux aléas climatiques : irrégularité dans l'apparition, l'intensité et la répartition des pluies.

Cette dépendance de l'agriculture vis-à-vis des conditions climatiques fait que, faute d'irrigation complémentaire possible, toute culture devient aléatoire au delà de l'isohyète = 300 m/m ; cela explique aussi le développement des cultures le long des grands axes hydrographiques où les paysans utilisent au mieux le rythme des crues et des décrues.

Au vu de ces considérations, il est normal que les principales productions vivrières se retrouvent dans les régions situées entre les isohyètes = 400 m/m et 1400 m/m ; ainsi qu'il est indiqué sur la carte n° 1.

3. Quelle est l'importance économique des cultures vivrières ?

31. Quel est le niveau de production actuel ?

* En ce qui concerne les céréales : Le mil et le sorgho représentent, de loin, le premier produit vivrier au Mali, avec une production moyenne annuelle estimée à : 8-900.000 T.

Le paddy avec une production annuelle oscillant autour de 200.000 T, ce qui représente environ 130.000 T de riz blanc, vient en deuxième position.

Le fonio, très apprécié et jouant le rôle de céréale de soudure, a une production annuelle estimée à 20-40.000 T et le maïs, objet surtout de culture de case, avec un tonnage annuel se situant entre 50 et 100.000 T sont considérés comme céréales d'appoint.

Enfin, le blé, limité à la région des lacs et considéré comme culture d'avenir, a une production annuelle encore faible, environ 2.000 T.

* En ce qui concerne les vivriers secondaires : ils font le plus souvent l'objet de cultures associées avec les céréales et ont des productions pouvant être estimées de la manière suivante :

- Niébé + voandzou = 10.000 à 15.000 T/an
- Patate douce = 70.000 T/an
- Manioc = 20.000 T/an
- Igname = 10.000 T/an

L'importance relative, tant du point de vue des superficies cultivées que du point de vue des productions des différentes cultures vivrières est résumée dans les tableaux 2 et 3.

Très dépendantes des conditions climatiques, les cultures du mil et du sorgho peuvent subir de fortes fluctuations.

Réservée aux périmètres irrigués, la culture du riz est plus régulière : son évolution sera fonction des superficies qui lui sont consacrées et des variétés utilisées.

Le maïs et le fonio restent des céréales secondaires et les superficies qui leur sont consacrées restent toujours relativement faibles.

32. Que représente le vivrier dans l'économie générale ?

Les cultures vivrières occupent une place prépondérante dans l'économie générale :

- Elles mobilisent en grande partie le travail de 90 % des familles maliennes,
- Le tiers du budget moyen des familles non agricoles est consacré aux céréales,
- Les céréales représentent à elles seules près de 40 % du produit intérieur brut (P.I.B.).

4. Quelles sont les perspectives d'avenir pour les cultures vivrières ?

Etant donné :

- la politique préconisée qui vise à l'autosuffisance alimentaire,
- le taux d'augmentation de la population : 2,5 % par an,

- les habitudes alimentaires qui risquent de changer avec le taux d'urbanisation :

Il faut s'attendre à une demande de plus en plus importante de céréales ; on estime que leur consommation qui était de : 169 kg/tête et par an en 1978, passera à : 180 kg en 1990 ce qui nécessitera alors une production annuelle de 1.560.000 t de céréales, avec un doublement de la production du riz et une augmentation de 25 % de la production de mil - sorgho.

Ceci ne pourra se réaliser que si la politique agricole élaborée par les pouvoirs publics s'appuie sur :

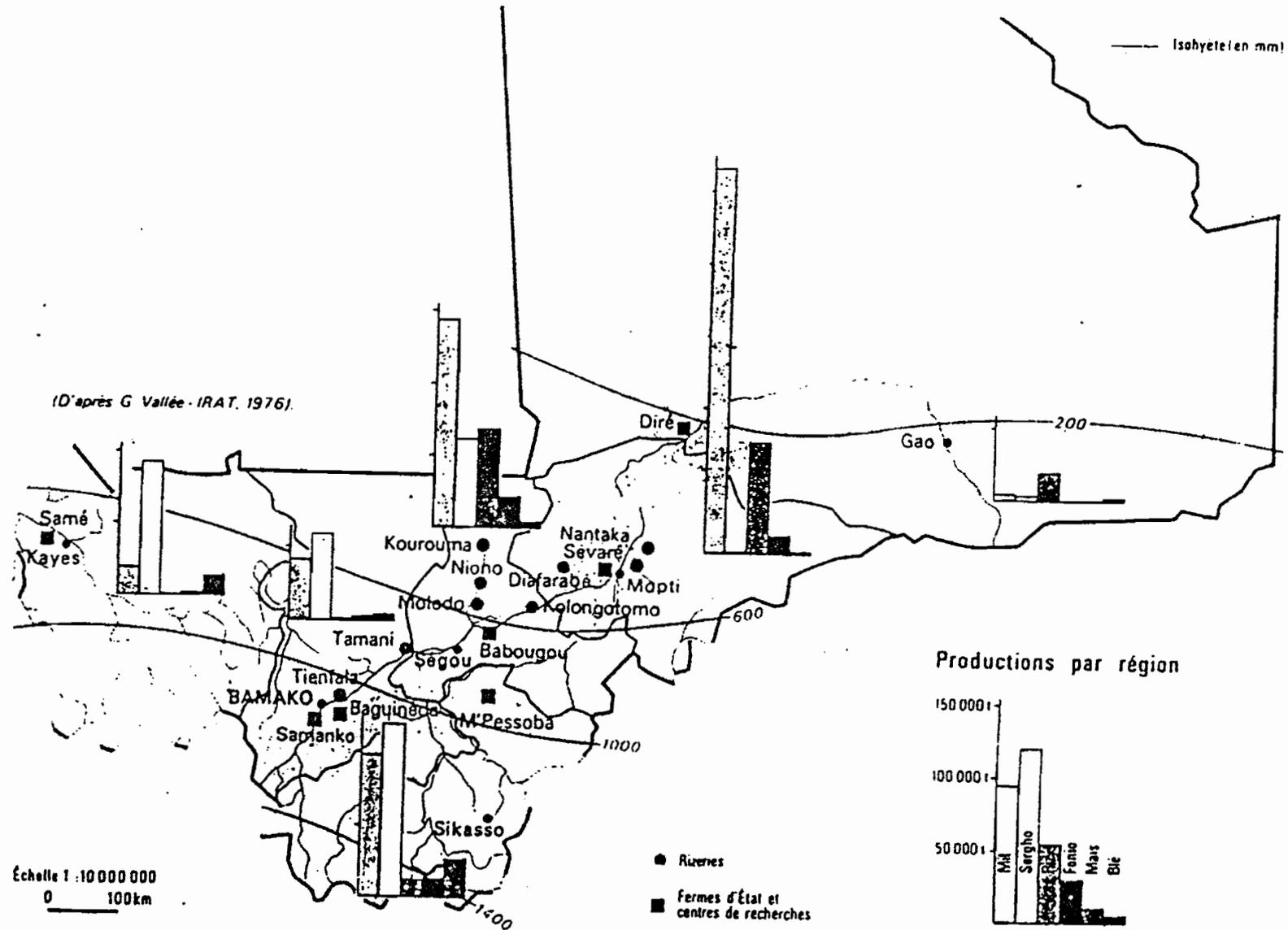
- la recherche appliquée : meilleure utilisation des sols ; sélection de variétés plus productives et mieux adaptées,
- l'accroissement de la productivité, en développant la culture attelée par exemple,
- le développement de la lutte contre les prédateurs,
- la mise en place de structures d'encadrement.

ACTIVITES DIDACTIQUES SUGGEREES

1. Faire trouver par les élèves les différences alimentaires entre le village et la ville : en déduire les principales cultures vivrières et l'importance relative de chacune d'elles.
2. Demander aux élèves de localiser sur une carte du Mali les principales cultures vivrières, en leur demandant de justifier ces localisations.
3. Dans le cadre d'une discussion dirigée entre élèves, retrouver les conditions nécessaires au développement des cultures vivrières.

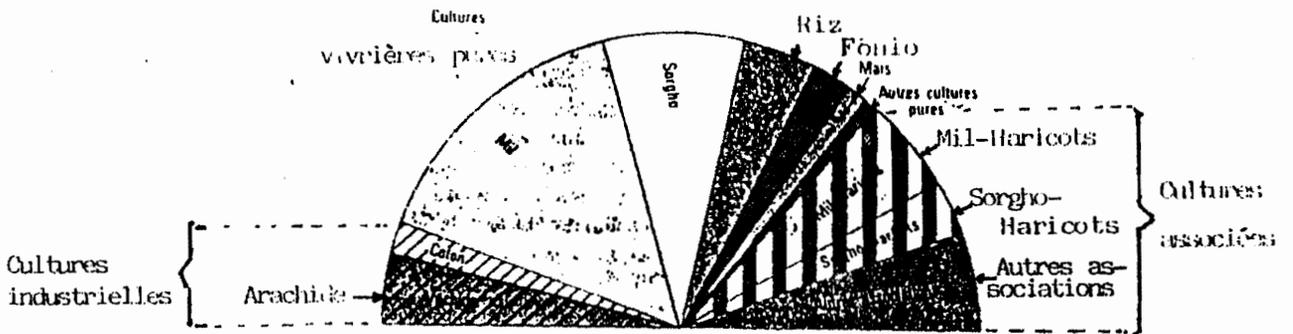
BIBLIOGRAPHIE

- Le Mali. Les Atlas de Jeune Afrique.
- La Politique Céréalière au Mali
 - Rapport FAO - Rome 1978.
- Cours d'Economie Rurale, Générale et Tropicale
 - Projet CAA-Mali. 1982.



TABEAU 1 : REPARTITION DES CULTURES VIVRIERES

Superficies cultivées (principales cultures)



Source: Rapport de l'enquête agricole 1974-1975
Ministère du Plan - Direction nationale de la statistique
et de l'informatique (juin 1979)

TABLEAU 2 : IMPORTANCE RELATIVE DES SUPERFICIES CULTIVÉES

Productions vivrières

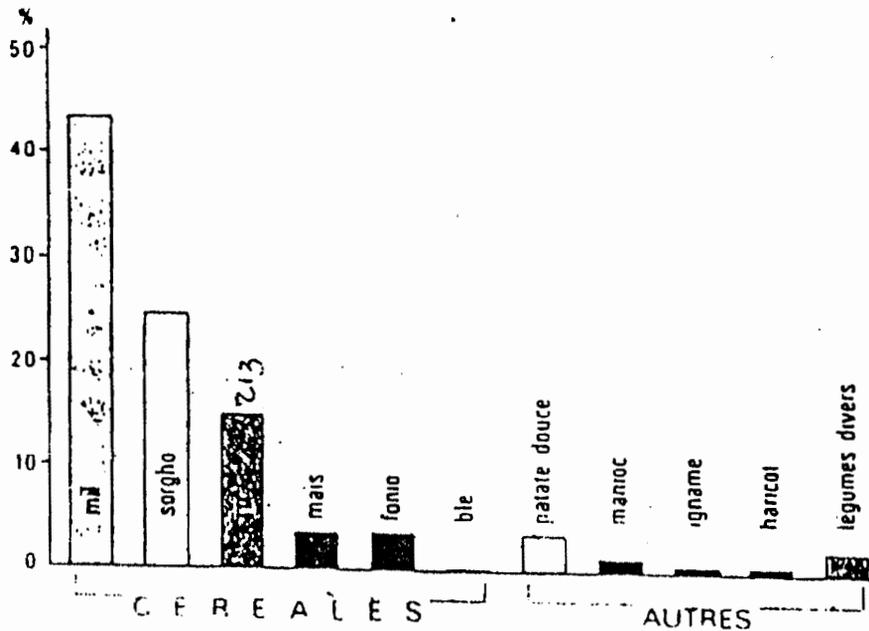
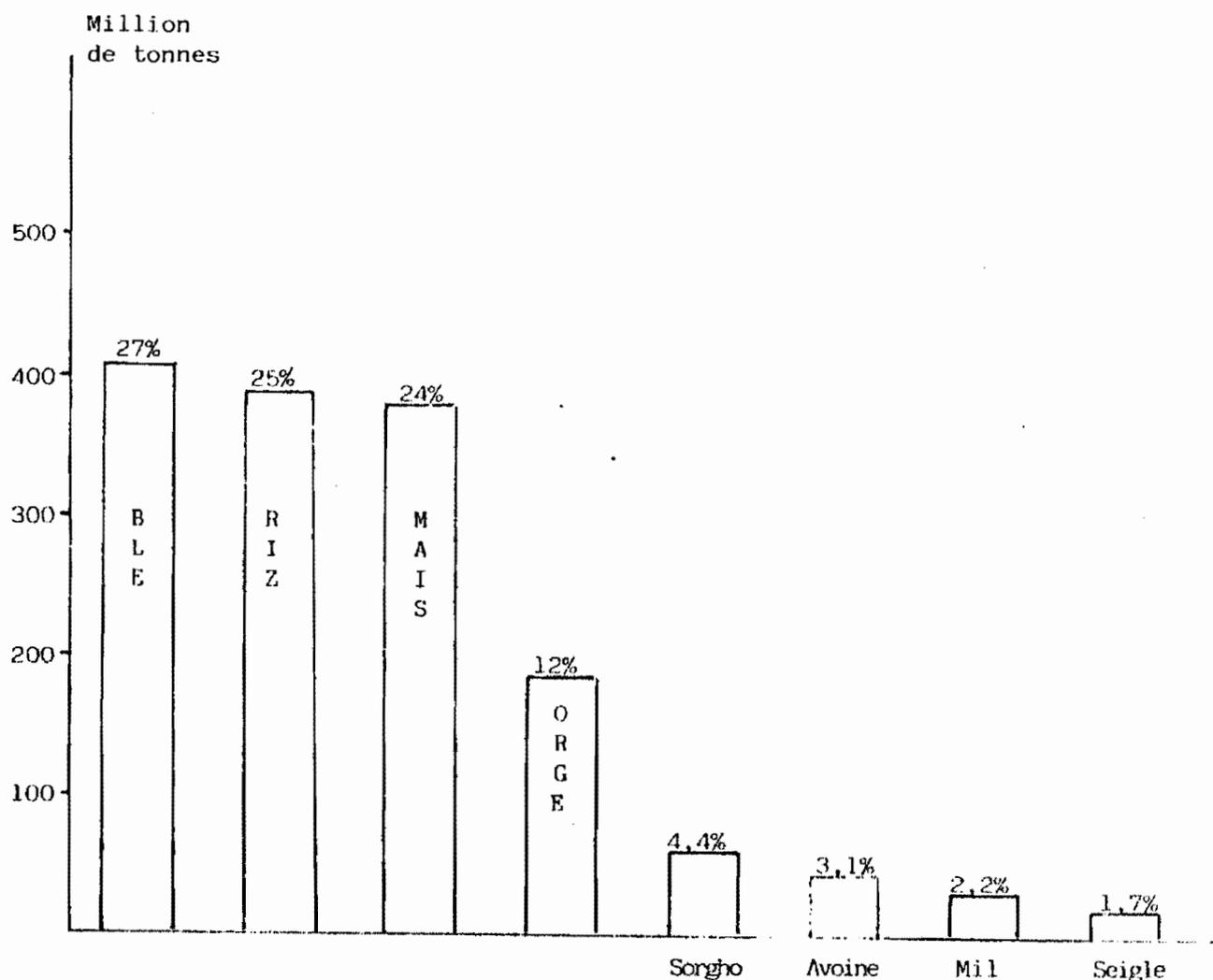


TABLEAU 3 : IMPORTANCE RELATIVE DES PRODUCTIONS VIVRIÈRES

	Pays développés (%)	Pays en dévelopt. (%)
- Alimentation humaine	1,1	82,5
- Alimentation animale	95,8	7,7
- Boissons et Industries	1,6	2,3
- Semences et Pertes	1,5	7,5

Différentes utilisations du Sorgho et du Mil



Production mondiale de Céréales : 1542 millions de tonnes (1980)

UNITE 2

LE SORGHO

(Sorghum vulgare). Pers.

Objectif

(Voir Introduction)

Questions d'étude

DISCUSSION

1. Le sorgho est une culture annuelle : Comment le reconnaît-on et ~~quel est son~~ cycle de développement ?
quel est son

a. Morphologie

Plante annuelle de la famille des graminées-paniculoidae et du genre sorghum. le sorgho présente les caractères généraux suivants : (Voir schémas)
coïde

- Tige : Hauteur variant entre 0,50 à 6 m ; tige unique constituée par un chaumé creux avec noeuds et entre-noeuds, de 0,5 à 3 cm de diamètre ; certaines variétés possèdent des tiges secondaires, ou talles.
- Feuilles : prennent naissance sur un noeud ; sont engainantes et à limbe long et assez étroit, à nervation parallèle. Au nombre de 7 à 24, elles sont alternes.
- Inflorescence : C'est une panicule, lâche, plus ou moins compacte suivant les variétés. Les épillets sont groupés par paire : l'un sessile, hermaphrodite, l'autre pédicellé mâle ou stérile.

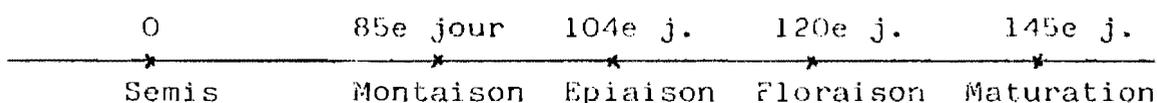
Le sorgho est une plante autogame ; cependant la fécondation anémophile (par le vent) est possible.

Le fruit est un caryopse, dont la couleur et la forme sont des caractéristiques variétales.

- Racines : Une seule racine séminale au départ, avortant très tôt, puis formation d'un grand nombre de racines adventices à partir des noeuds de la base, très rapprochés ; ces ramifications occupent densément le sol, jusqu'à 1 m de profondeur.

b. Cycle de développement

Plante annuelle, le sorgho a un cycle de développement de 110 jours pour les variétés les plus précoces à plus de 190 jours pour les variétés tardives ; le diagramme suivant indique les principales phases de développement du sorgho avec leur position dans le temps pour une variété moyenne :



En fonction de la durée de ce cycle de développement, on distingue, en tenant compte des périodes : Semis-Epiaison (S-E) et Semis-Maturation (S-M) :

	Semis-Epiaison	Semis-Maturation
Variétés très précoces	50-70 jours	90-110 jours
Variétés précoces	70-80 jours	110-120 jours
Variétés $\frac{1}{2}$ précoces	80-90 jours	120-130 jours
Variétés $\frac{1}{2}$ tardives	90-100 jours	130-140 jours
Variétés tardives	100-120 jours	140-160 jours et plus

Exemple : Quelques variétés de sorgho vulgarisables au Mali (IRAT 1974).

Variété	Origine	Cycle (en jour)	Hauteur (m)	Rendement (kg/ha)	Zone de culture
CE90	Sénégal	105	1,60	3.500	500-800 m/m
SH11-D1	Bandiagara	110	3,30	2.200	500-800 m/m
SH1-D3	Bamako	135	3,70	2.000	800-1100 m/m
SH2-D2	Koulikoro	135	3,80	2.400	800-1100 m/m
Tiemarifing	M'Pessoba	135	3,80	2.400	800-1100 m/m
Gnofing	Burkina Fasso	140	4,00	2.500	800-1100 m/m
Tioadi	Burkina Fasso	140	4,00	2.500	800-1100 m/m

Mode de développement :

Le sorgho passe par quatre phases, comme la plupart des céréales : germination - tallage - épiaison - maturation.

- Germination : très rapide ; la plantule sort de terre 3 à 4 jours après le semis.
- Tallage : les talles se forment au ras du sol et produisent des racines adventives.
S'effectue entre les 12e et 35e jours environ.
- Montaison-Epiaison : les tiges s'allongent surtout du 65e au 85e jour, puis l'épi se développe au sommet de la tige du 85e au 104e jour.
- Floraison-Maturation : un jour après la sortie de la panicule, épanouissement des fleurs de l'extrémité ; l'épanouissement total se réalise en quelques jours. Le grain atteint sa pleine maturité 25 à 55 jours après la fécondation.

Poids des 1000 grains = 25 g environ.

2. La culture du sorgho n'est pas possible partout : Quelles sont les exigences de cette culture et les régions propices à son développement ?

Le sorgho est une plante assez souple quant à ses exigences écologiques :

- a. **Sol** : Peu exigeant en ce domaine, le sorgho demande cependant des sols argilo-siliceux ou silico-argileux ; assez sensible aux excès d'humidité, il lui faut des sols bien drainés.

Il tolère une plage de pH assez large : 4,5 à 8.

Les sols alluviaux des fleuves lui conviennent bien.

- b. **Température** : Le sorgho est surtout sensible aux faibles températures : au moment de la levée et lors de la floraison, les températures moyennes journalières doivent être supérieures à 12°C.

Par contre, la plante résiste parfaitement aux fortes températures.

La température optimale de développement est de 30°C environ.

- c. **Eclairement** : Le sorgho est une plante photosensible et de jours courts ; c'est une plante qui craint l'excès d'ombrage.

- d. **Pluviométrie** : La limite septentrionale de la culture sèche du sorgho correspond aux isohyètes 400 - 500 m/m; on peut le trouver plus au nord en culture de décrue.

La période critique pour l'alimentation hydrique du sorgho se situe entre le dégagement de la dernière feuille et le début du stade laiteux du grain.

Des mesures effectuées avec la variété 137-62, variété demi-précoce introduite du Soudan, ont donné les résultats suivants quant aux besoins en eau :

- du semis au 30e jour	: 3,6 m/m/jour	110 m/m	
- du 31e au 90e jour	: 4,8 "-	290 mm	période critique
- du 91e au 110e jour	: 4,8 "-	100 mm	
	Total	<hr/> 500 mm	

Tout déficit hydrique au cours de la période critique entraîne une baisse de rendement.

Etant donnée la rusticité de cette culture, nous la retrouvons principalement au Mali dans les zones suivantes :

- Zone de pluviométrie supérieure à 800 m/m (Haute-Val-lée, Mali-Sud, Ségou).
- Zone le long du fleuve Niger, sous forme de culture de décrue.

(Voir carte)

e. Choix des variétés : Les variétés hâtives sont recommandées quand le terrain est sec, que la saison des pluies est courte et pour les semis en retard.

Les variétés tardives ont généralement de meilleurs rendements ; elles sont recommandées dans les régions où la pluviométrie est suffisante (650 m/m au moins) et de longue durée (110 jours ou plus) et où la terre a une bonne rétention en eau.

La recherche tente d'obtenir des sorghos productifs répondant aux conditions climatiques locales ainsi qu'au goût de la population.

3. La réussite de la culture dépend des interventions effectuées au cours de son développement ; que doit-on faire ?

a. Lors de la mise en place de la culture

- Le labour a une action très importante sur le rendement de la culture : sur un ensemble d'essais, on a observé une augmentation du rendement de 30 % entraînée par le labour.

Il peut se réaliser :

. soit à la fin du cycle, si l'humidité est suffisante en fin de campagne,

. soit en début d'hivernage : ne travailler le sol que lorsqu'il est ressuyé.

- Le semis : Utiliser des semences traitées (au Thioral vert à raison de 20 - 25 g de M.A/10 kg de semences) à raison de 10 - 15 kg/ha, en poquets de 10 à 15 graines, à une profondeur de 3 à 4 cm.

Ecartements

Pour les variétés traditionnelles à pailles longues : 1 x 0,50 m ; en terrain de faible fertilité, on adopte : 0,80 x 0,40 m.

Pour les variétés traditionnelles à paille courtes : 0,80 x 0,30 m.

Modes de semis

Semis en lignes, au semoir ; plus facile et plus rapide et à profondeur constante.

Semis à la main : les lignes sont tracées dans la terre à l'aide d'un bâton.

Epoque : Le plus tôt possible après une pluie d'au moins 10 m/m ; si un resemis s'avère nécessaire, l'effectuer 8 jours après la levée.

Suivant la variété : du 15 mai à fin juin.

La culture en lignes et à plat, en culture attelée, représente un facteur important de réussite.

b. Au cours du développement

- **L'entretien** : Un démariage précoce à 3 plants/poquet entre les 15e et 20e jours après le semis.

On profite du démariage pour remplacer les manquants.

Sarclages-binages : Le premier, au plus tard 10 jours après le semis, dès que l'on distingue les lignes de semis.

Le deuxième, 15 jours après le premier sarclage.

Les autres à la demande....

Lors du démariage, effectuer un sarclage autour des pieds.

Le buttage, facultatif suivant les zones, s'effectue au 45e jours après le semis, ou après le démariage.

- **La fumure** : La fumure minérale a toujours un effet significatif sur le rendement ; l'effet du P_2O_5 est très net et semble être le facteur limitant, sans lequel N ne peut avoir son plein effet ; K_2O , par contre, est rarement significatif.

En ce qui concerne les expositions de la culture, on peut admettre les ordres de grandeur suivants (kg/100 kg de grains) :

N = 2,9 à 3,7 P_2O_5 = 0,7 à 1,3 K_2O = 1,7 à 3,8

La fumure minérale ne doit pas constituer un thème d'amélioration isolé, mais associée à de bonnes techniques culturales, au traitement des semences. Par ailleurs, la rentabilité de cette fumure n'étant pas systématiquement garantie, il faut faire bénéficier la culture des arrière-effets des fumures des cultures de rente :

ainsi un apport de 20N sur sorgho après une culture de coton ayant reçu 100 kg de : 10 - 34 - 0 a permis un rendement de : 1.635 kg de grains/ha au lieu de 1.180 kg/ha pour le terrain sans fumure ; l'arrière-effet du P_2O_5 apporté au coton se fait sentir sur le sorgho l'année suivante qui n'a alors besoin que d'une fumure azotée complémentaire = 25 - 50 kg N/ha.

Dans la zone cotonnière, il est préconisé :

- 50 kg de complexe coton au semis
- 50 kg d'urée au démariage.

L'épandage des engrais minéraux s'effectue à la levée des plants et au démariage, soit à la main autour de chaque poquet ou le long des lignes de culture, soit mécaniquement avec des épandeurs d'engrais, souvent jumelés avec les semoirs.

La fumure organique : par le fumier de ferme épandu sur le sol puis enfoui au moment du travail du sol ; l'expérimentation menée au Mali à ce sujet a mis en évidence l'effet du fumier sur l'amélioration des rendements, avec un effet résiduel important 4 ans après son application.

Exemple : Effet du fumier de ferme sur une rotation (kg/ha).

	Cotonnier	Sorgho	Arachide	Sorgho
Témoin	1.040	1.140	1.610	1.120
Fumier sur jachère : 10 T/ha	1.420	<u>1.480</u>	1.940	<u>1.430</u>

La lutte : contre

- les insectes et parasites : Les dégâts les plus importants sont causés par : la cecidomyie (*Contarinia sorghicola*), surtout sur les sorghos tardifs ; la mouche de la tige (*Alherigona quadripunctata*) : destruction des jeunes tiges. Utiliser les variétés peu sensibles.

Des dégâts peuvent être occasionnés par des pucerons, des chenilles mineuses, des criquets et des oiseaux ; dans ce dernier cas un gardiennage est parfois nécessaire, dès le stade "grain laiteux".

- les maladies : les plus importantes s'attaquent aux panicules ; ce sont : **les charbons, couvert** (*Sphacelotheca sorghi*) attaquent les ovaires des fleurs, **nu** (*Sphacelotheca cruenta*) : lutter par désinfection des semences.

Le charbon allongé (*Tolyposporium ehrenbergii*) : utiliser des variétés résistantes.

Le charbon de la panicule (*Sphacelotheca reiliana*).

Sur les feuilles, on rencontre la maladie de la suie (*Ramulispora sorghi*) : taches elliptiques, et la cercosporiose (*Cercospora sorghi*) : petites taches pourpres ; lutte par désinfection des semences.

- les mauvaises herbes : Pas de lutte généralement, mais pratique du sarclage.

Le striga, l'une des mauvaises herbes les plus dangereuses : désherbage manuel soigné et continu, dès la floraison, puis brûler ; cultures pièges et rotation des cultures ; dessouchage des cultures-hôtes après la récolte. Recherche de variétés résistantes.

La récolte : a lieu lorsque les grains sont mûrs, c'est-à-dire lorsque les feuilles et les tiges sont desséchées, que le grain craque sous la dent : généralement 45 jours après la floraison générale.

La récolte s'effectue manuellement : les tiges sont brisées à la base et couchées sur le sol ; les panicules sont ensuite coupées au couteau et déposées en tas sur les tiges jonchant le sol, puis transportées immédiatement au village où elles sont conservées en meules.

Le dépiquage se fait à l'aide de longs bâtons coudés ; les grains sont ensuite séparés par vannage.

Le battage peut aussi se faire mécaniquement avec le décortiqueur à mil : puissance 10cv, rendement moyen : 130 kg/heure.

Rendements de la culture :

- en culture traditionnelle : 600 - 800 kg/ha
- en culture améliorée (en lignes) : 1000 - 1200 kg/ha
- en culture améliorée, après culture de rente fumée :
1500 - 2000 kg/ha
- en culture intensive, en station expérimentale : 3 -
4000 kg/ha.

c. Successions culturales

La succession sorgho sur sorgho n'est pas recommandée.

Etant donné les arrière-effets de la fumure, on recommande de placer le sorgho après une culture de rente ; il est aussi recommandé de placer une céréale derrière une plante permettant de réaliser un labour après culture.

Bons précédents culturaux : jachère travaillée avec enfouissement en fin de cycle, maïs, niébé, cotonnier.

Il est donc possible de recommander les rotations suivantes, en zone cotonnière :

- Jachère et 4 années de culture :
Jachère, coton, maïs, sorgho, arachide

- Jachère et 3 années de culture :
 Jachère, maïs, coton, sorgho, sorgho
 ou jachère, coton, maïs, sorgho
 ou jachère, coton, sorgho, maïs
- Rotation quadriennale :
 Coton, sorgho, arachide, maïs
- Rotation triennale :
 Maïs, sorgho, arachide.

4. Pour avoir un produit commercialisable, ou consommable, il faut qu'il soit sain : Quelles sont les précautions à prendre après la récolte ?

Le sorgho peut avoir plusieurs utilisations :

- a. Alimentation humaine :** Dans ce cas, après la récolte les variétés hâtives sont dépiquées rapidement et les variétés tardives sont généralement conservées en meules de 1 à 1,50 m de hauteur, élevées sur une plateforme et entourées de pailles tressées (secco) : au moment de l'utilisation les panicules sont battues et vannées.

En grain, lors du stockage, pour lutter contre les parasites il est conseillé d'effectuer un poudrage au lindane (rémanence 3 mois), ou bien l'emploi de sacs plastiques en présence de fumigant (tétrachlorure de carbone CCl_4).

Avant la mise en grenier, ou en silo, bien faire sécher la récolte.

- Technologie : Pour être consommé en bouillie, boule.. le sorgho est réduit en semoule ou en farine ; non panifiable, la farine de sorgho peut cependant remplacer la farine de blé dans une proportion limitée, 10 à 15 %, pour la fabrication du pain.

Le grain peut aussi servir à la fabrication industrielle de la bière, ou artisanalement (dolo).

b. Alimentation animale : Sous forme de grain ou sous forme d'ensilage ; ce dernier est un bon complément en saison sèche, dans ce cas il doit être récolté au stade "début pâteux du grain".

Certains sorghos fourragers peuvent provoquer des cas d'empoisonnement du bétail : en effet, à l'état jeune, ils renferment un hétéroside cyanogénique (dur-rhine) qui se transforme en acide cyanhydrique (HCN) très toxique.

c. Utilisations diverses : on trouve

- des sorghos sucrés : la moelle sert à la fabrication de sucre et d'alcool,
- des sorghos tinctoriaux : les feuilles, la moelle renferment des pigments rouges qui sont extraits pour la fabrication des teintures,
- des sorghos papetiers : les tiges servent de matière première à la fabrication de papier.

5. Si la culture procure un revenu au paysan, elle exige aussi des dépenses : Comment effectuer un bilan économique de la culture ?

Effectuer un bilan économique de la culture c'est définir, d'une part les charges et d'autre part les produits de la culture.

- Produits : C'est le montant

$P = Rt \times \text{Prix de vente}$

- Charges : Ce sont toutes les dépenses (C) effectuées pour la culture, à savoir :
 - les intrants : fumure, pesticides....

- le travail : les journées réellement passées sur la culture ; pour le sorgho, on estime qu'il faut : (en moyenne)

* préparation du sol	: 5 jours de travail/ha	
* semis	: 2-3	"-
* sarclages	: 40	"-
* récolte	: 15-20	"-
* transport	: 14	"-
* battage-vannage	: 25-30	
	<hr/>	
		110-112 jours travail/ha.

A cela, il faut aussi ajouter dans le cas de la culture attelée

- * nourriture du bétail + soins vétérinaires
- * amortissement du matériel.

ACTIVITES PEDAGOGIQUES SUGGEREES

1. A partir de schémas, ou bien sur le terrain devant des plants de sorgho, demander aux élèves-moniteurs de nommer et de situer les différentes parties de la plante :
 - l'appareil végétatif : racine - tige - feuille
 - l'appareil reproducteur : inflorescence - fleur.
2. A partir des cultures sur la ferme, ou des cultures rencontrées en stage, faire tenir un calendrier cultural de la spéculation où devront être notés :
 - les dates correspondant aux différentes phases du cycle cultural du sorgho :
semis - levée - tallage - épiaison - floraison - maturation - récolte.

- les opérations culturales effectuées :

labour - sarclo-binages - buttage - démariage -
fertilisation....

pour chaque opération, mentionner :

la date - la durée - le matériel utilisé - les résultats obtenus.

3. Etablir la fiche technico-économique de la culture :

- sous forme d'exercice :

à partir des données fournies aux élèves.

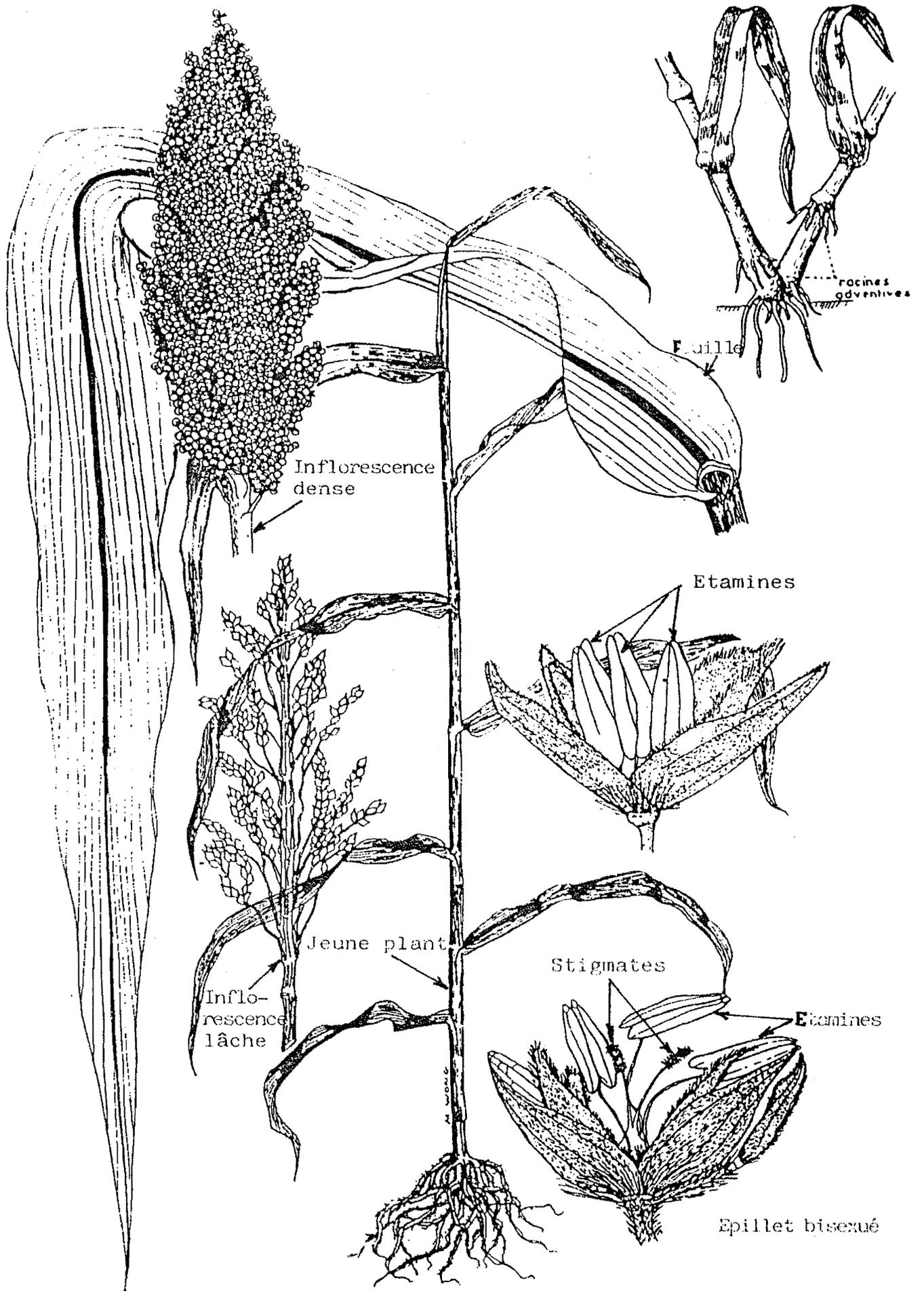
- en vraie grandeur :

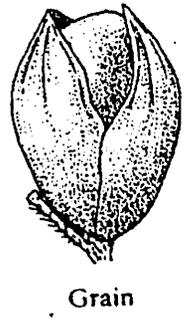
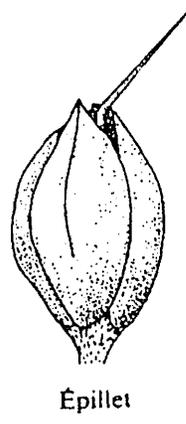
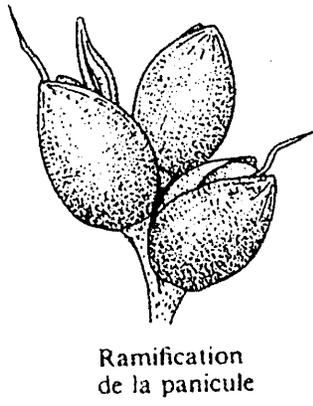
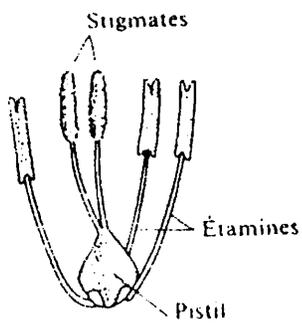
- sur la culture de la ferme

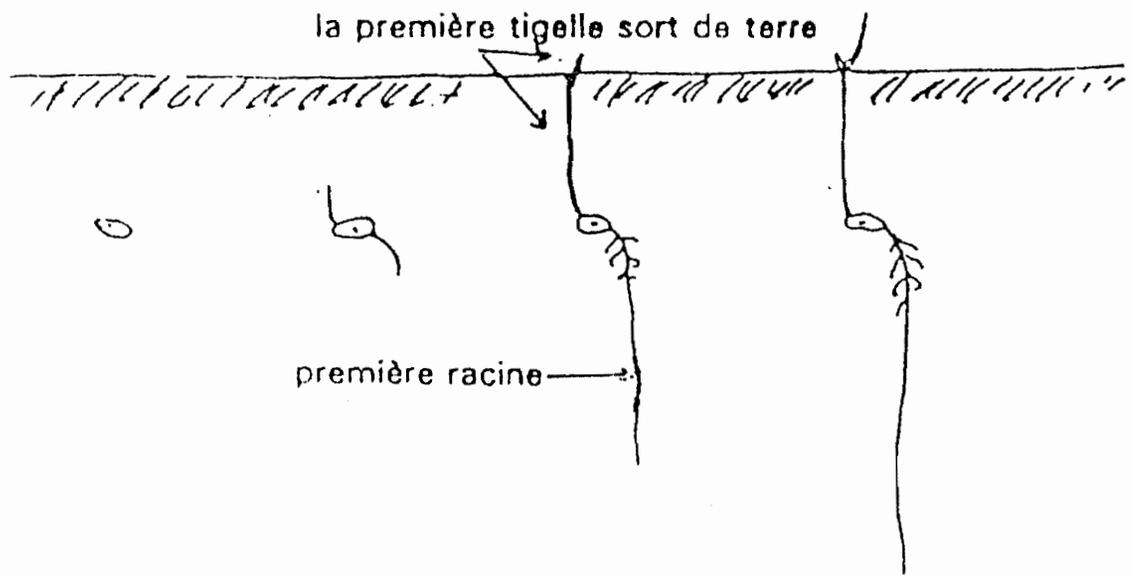
- sur la culture suivie en stages.

BIBLIOGRAPHIE

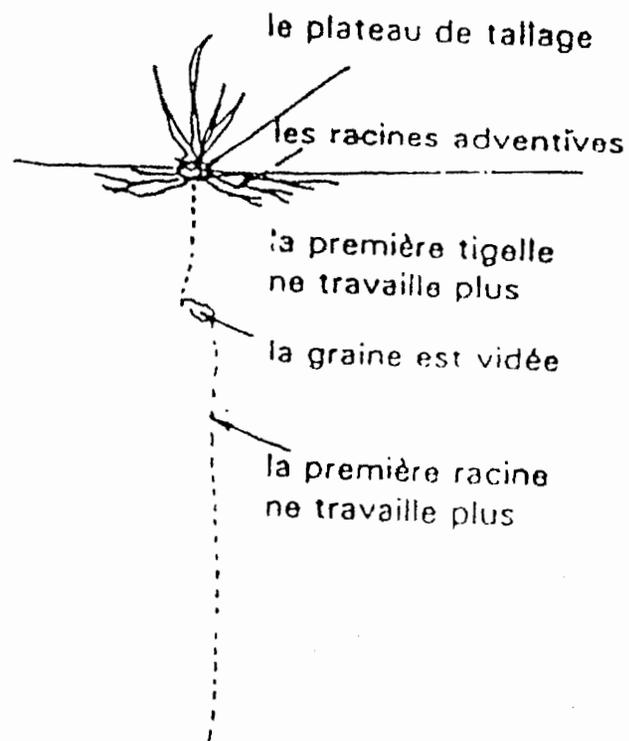
- Productions Végétales : Agriculture Spéciale
I.E.R./BIT. Bamako 1972.
- Agriculture Spéciale.
Cours Katibougou. 1984.
- Mémento de l'Agronome.
Ministère de la Coopération.
- Cours d'Economie Rurale.
Projet CAA/USAID - BIRD. Bamako 1982.
- Traitements après récolte des Mils et Sorghos.
IRAT TOURTE - NICOU - BONLIEU.
- Manuels d'Agriculture Tropicale. M. GAUDY.
- Cultures Tropicales : I. Les Plantes Vivrières
R. CERIGHELLI. 1955.
- L'Amélioration du Sorgho au Mali.
SAPIN. IRAT. 1977.
- Fiche technique : Multiplication du Sorgho.
IER. 1980. Bamako.
- Mémento à l'usage des Encadreurs, N° 1 : techniques
Culturales. CMDT. 1979.
- Le Sorgho et les Mils en alimentation humaine et animale.
ADRIAN et JACQUOT. 1964.



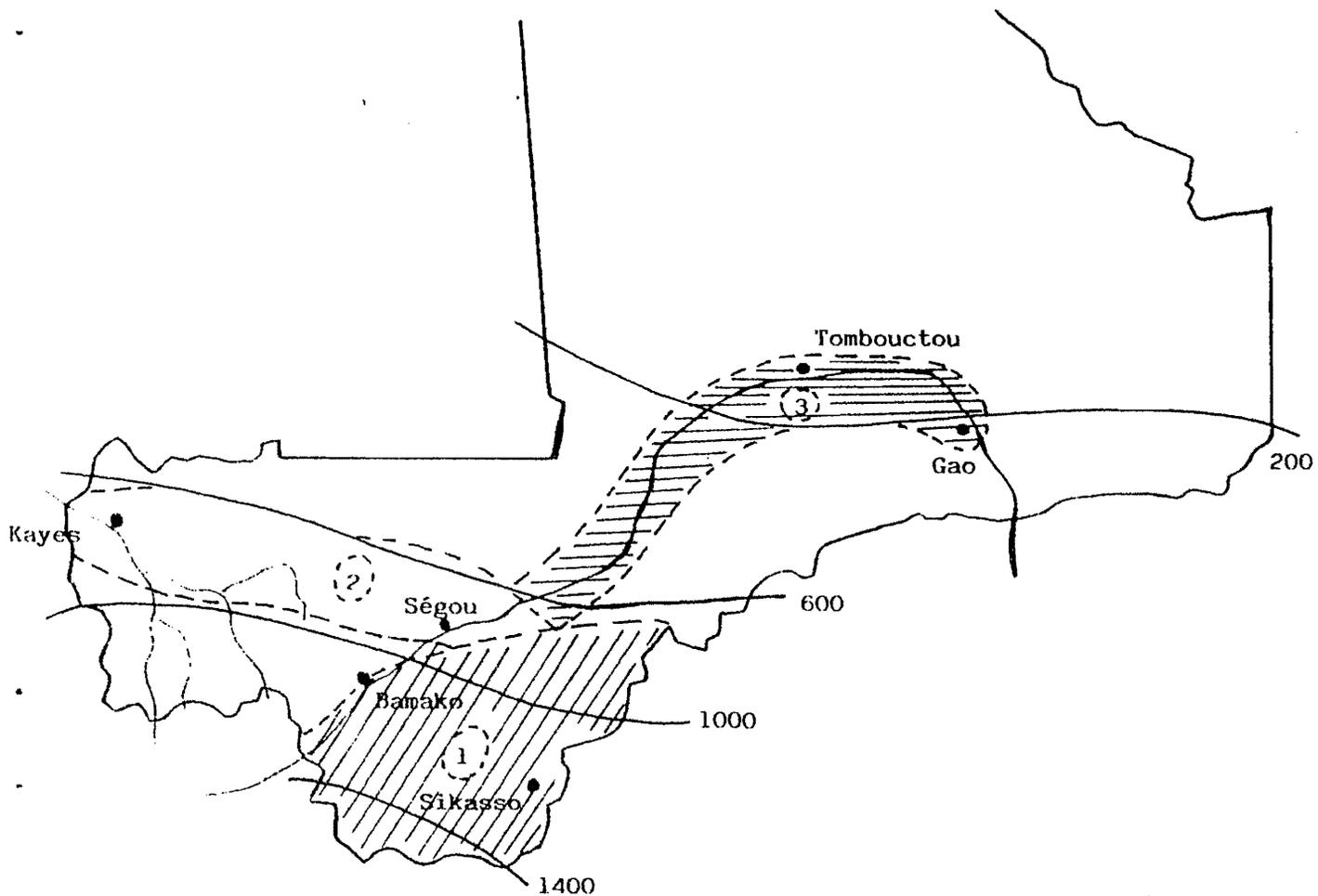




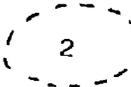
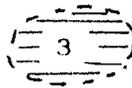
La Germination du sorgho



Le tallage du sorgho



AIRE DE CULTURE DU SORGHO

-  Sorgho de saison
-  Sorgho précoce
-  Sorgho en culture de décrue

DESIGNATION	MOIS	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
	JOURS	15 30	15 31	15 30	15 30	15 30	5 10 15 20 25 30	5 10 15 20 25 30	5 10 15 20 25 30	15 30	15 30	15 30	15 30
OPERATIONS CULTURALES	<p><u>Préparation du champ</u></p> <p><u>Grattage ou labour</u></p> <p><u>Semis</u></p> <p><u>Sarclage</u></p> <p><u>Démariage</u></p> <p><u>Buttage</u></p> <p><u>Récolte</u></p> <p><u>Séchage et buttage</u></p>												
FUMURE CONSEILLEE	<p><u>Fumier</u> 10T/ha</p> <p><u>100 kg/ha Phosphate d'NH₄ ou complexe coton</u></p> <p><u>50 kg/ha d'urée</u></p>												
DENSITE RECOMMANDEE	<p>. 10 à 15 kg/ha (semences)</p> <p>. 5 à 6 graines/poquet</p> <p>. Démariage 2 à 3 plants/poquet</p> <p>0,80 m x 0,30 m</p> <p>0,80 m x 0,60 m</p> <p>0,70 m x 0,70 m</p> <p>0,80 m</p> <p>0,80 ou 0,70</p> <p>0,30</p> <p>0,60 ou 0,70</p> <p>Paille courte</p> <p>Paille longue</p>												

CALENDRIER CULTURAL DU SORGHO



← : Maladie des "bandes de suie"
(*Ramulispora sorghi*. Olive et Lefebvre).

- lésions allongées de forme elliptique, de plusieurs centimètres de long sur 1 à 2 cm de large à leur plein développement.
- Centre de couleur paille, entouré d'un liseré violacé.

→ Maladie des "taches grises" :
(*Cercospora sorghi*. Ellis et Everhart).

- Taches foliaires, rectangulaires de 5-15 m/m x 2-5 m/m.
- Lésions de couleur rouge sombre à violacé, avec le centre un peu plus clair.
- Lésions généralement isolées sur les limbes et les gaines foliaires.



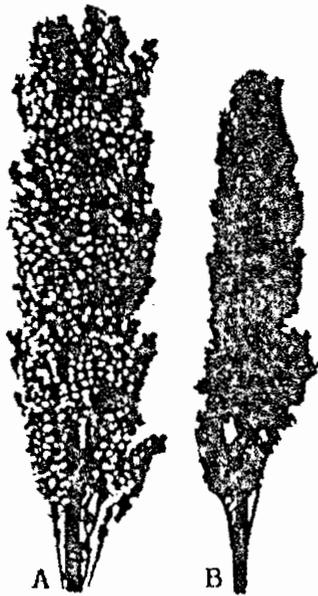


Fig. 72. - Charbon :
Sphacelotheca
sorghii
(d'après Leukel et
al.)

A, Panicule saine ;
B, Panicule parasitée.



Fig. 73. Charbon Sphacelotheca
reiliana
(d'après Leukel et al.).

A, Panicule saine ;
B, Panicule parasitée

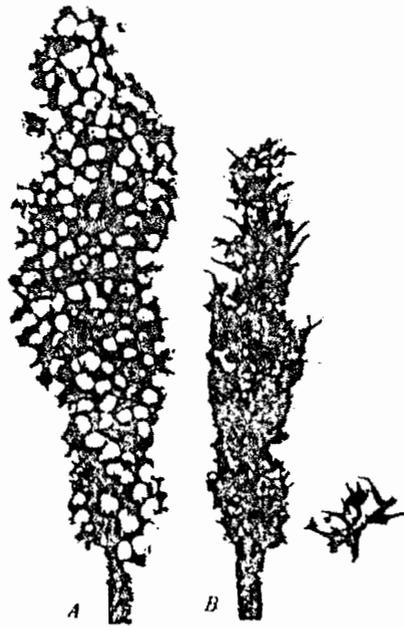


Fig. 74. Charbon Sphacelotheca
cruenta
(d'après Leukel et al.).

A, Panicule saine ;
B, Panicule parasitée.

CLEF D'IDENTIFICATION DES MALADIES

SORGHO			
1. Symptômes sur l'inflorescence	5 & 6	16. Lésions à contours généralement bien définis	18 à 21
2. Symptômes sur le feuillage	16 & 17	17. Pas de lésions bien délimitées, mais décoloration et jaunissement plus ou moins diffus, flétrissements, déformations, facérations du feuillage	38 à 44
3. Symptômes sur la tige	45 & 46	18. Lésions de forme elliptique ou fusiformes, assez grandes (jusqu'à plusieurs cm de long)	22 à 24
4. Symptômes sur les racines	47	19. Lésions en forme de stries ou de raies longitudinales (plusieurs cm à plusieurs dm de long)	25 à 28
5. Fleurs, toutes ou en partie, transformées en une poudre noire qui peut être recouverte d'une membrane	7 & 8	20. Grandes lésions circulaires ou de forme irrégulière, présentant un aspect zoné ou marbré (assemblage de plages claires et sombres)	29 & 30
6. Autres symptômes sur l'inflorescence ..	12 à 15	21. Lésions généralement petites (inférieures à 1 cm), de forme circulaire, ovale ou rectangulaire	31 à 37
7. Grains transformés individuellement en une poudre noire	9 à 11	22. Lésions entourées d'un halo jaune bien distinct et se recouvrant d'une efflorescence grisâtre, puis d'une poudre noire qui part facilement au toucher	<i>maladie des bandes de suie</i>
8. Panicule partiellement ou complètement transformée en un gros sac blanchâtre dont la membrane se brise facilement, libérant une poudre et de longs filaments noirs	<i>charbon de la panicule</i>	23. Lésions sans halo bien distinct, se recouvrant par temps humide d'une discrète efflorescence grise ou brune; pas de poudre noire	<i>helminthosporiose</i>
9. Grains remplacés, individuellement, par de petits sacs coniques de couleur crème à brun clair contenant une poudre noire et dont les parois résistent jusqu'au battage	<i>charbon couvert</i>	24. Lésions affectant la nervure médiane, parsemées de points noirs	<i>anthracnose</i>
10. Grains transformés individuellement en petits sacs remplis d'une poudre noire qui est libérée avant ou juste après l'émergence de la panicule. De longs organes pointus, noirs, souvent incurvés, d'abord enfouis dans la poudre sont alors bien visibles	<i>charbon nu</i>	25. Longues rayures continues, de couleur sombre uniforme, internervaires, portant souvent des exsudats desséchés	<i>maladie des raies bactériennes</i>
11. En général, quelques grains disséminés sur la panicule remplacés par de longs sacs cylindriques blanchâtres contenant une poudre et de longs filaments noirs	<i>charbon allongé</i>	26. Stries discontinues, d'abord translucides, puis de couleur sombre, s'élargissant souvent en taches ovales à centre clair	<i>maladies des stries bactériennes</i>
12. Fleurs transformées en organes foliacés	<i>mildiou à sommité déformée</i>	27. Rayures jaunes ou blanches sur les feuilles supérieures, mais pas de rougissement	<i>mildiou du sorgho</i>
13. Pourriture sèche et décolorations affectant principalement le rachis et ses ramifications, parfois aussi le pédoncule de la panicule	<i>pourriture sèche de la panicule ou pourriture rouge</i>	28. Rayures rouges souvent associées à des rayures blanches ou jaunes	<i>mosaïque nanisante du maïs</i>
14. Fleurs produisant des gouttelettes d'un liquide gluant	<i>ergot</i>		
15. Grains recouverts de moisissures blanches, roses ou noires	<i>moisissures des grains</i>		

29. Lésions circulaires ou semi-circulaires où les plages différemment colorées sont disposées en zones concentriques.. *maladie des taches zonées*
30. Assemblage de plages sombres et claires portant souvent des scièrotés duveteux de couleur blanche à brun clair *maladie des taches marbrées*
31. Pustules poudreuses de couleur rouge à brune crevant la surface des feuilles (surtout à la face inférieure) *rouille*
32. Petites lésions circulaires à ovales, parsemées de points noirs qui, observés à la loupe, apparaissent comme des touffes de piquants *anthracnose*
33. Petites lésions ovales ne portant pas de piquants *maladie des taches ovales*
34. Lésions ovales à rectangulaires, dont les bords sont limités par les nervures.. *maladie des taches grises*
35. Lésions d'abord chlorotiques puis se nécrosant, de forme grossièrement rectangulaire, portant, par temps humide, une efflorescence duveteuse blanche... *lésions locales de mildiou du sorgho*
36. Petites plages parsemées de corpuscules noirs et se transformant en lésions nécrotiques *maladie des grains de sable*
37. Petits corpuscules noirs, légèrement en relief, entourés d'un halo chlorotique, souvent disposés en lignes entre les nervures *maladie des taches de goudron*
38. Marbrure discrète des feuilles supérieures, où des plages vert sombre et vert clair, souvent entremêlées de stries blanches; rouges ou jaunes, sont étroitement imbriquées *mosaïque nain-sante du maïs ou mosaïque de la canne à sucre*
39. Jaunissement généralisé sur plants rabougris avec des feuilles plus ou moins enroulées et rassemblées en touffe *rabougrissement jaune du sorgho*
40. Flétrissement, enroulement des feuilles, dessèchement, rabougrissement, associés à une pourriture molle des racines.. *maladie du mito*
41. Jaunissement des feuilles à partir de leur base; par temps humide, les plages décolorées se recouvrent d'une efflorescence blanche à la face inférieure... *mildiou du sorgho*
42. Blanchiment complet des feuilles sans apparition d'efflorescence blanche; ultérieurement, les feuilles se nécrosent et se lacèrent en fines lanières *mildiou du sorgho*
43. Plant rabouгри, à l'aspect butsonnant, avec des feuilles épaissies, rigides, torsadées *mildiou à sommité déformée*
44. Mauvaise croissance, flétrissement, stérilité plus ou moins forte; apparition, au pied du sorgho, de petites plantes à fleurs blanches, roses ou rouges *striga*
45. Verse et mauvais remplissage des grains. Les tissus internes de la base de la tige sont lacérés et parsemés de petits corpuscules noirs *pourriture charbonneuse*
46. La tige présente, extérieurement, des chancres circulaires. Intérieurement, elle a un aspect marbré *pourriture rouge*
47. Pourriture molle des racines. La couronne présente une coloration rouge... *maladie du mito*

UNITE 3

LE MIL

(*Pennisetum typhoides*). Stapf et Hubbard.

Objectif

Questions d'étude (Voir Introduction)

DISCUSSION

1. Le mil est une plante annuelle : Comment le reconnaît-on et quel est son cycle de développement ?

11. Caractères botaniques : (Voir schémas)

C'est une graminée de l'espèce *Pennisetum*, connue sous les noms différents suivants : petit mil, mil chandelle, penicillaire... C'est une céréale traditionnellement de base pour l'alimentation humaine en Afrique Tropicale ; c'est une plante originaire d'Afrique.

Il présente les caractères généraux des graminées, à savoir :

* Le système racinaire :

- La racine principale se couvre rapidement de racines 2aires et 3aires ;
- Au stade 2-3 feuilles, des couronnes de racines adventives apparaissent au niveau du collet et finissent par surpasser en importance les racines initiales qui finissent par disparaître ;

- En sols profonds et meubles, le système racinaire peut descendre au delà de 1,50 m ; cependant 80 % des racines restent localisés dans les 30 premiers centimètres.
- * Le système végétatif :
- Le chaume, creux, possède des noeuds, proéminents, d'où partent des feuilles longuement engainantes, à limbe très allongé.
- La tige a un diamètre de base de 10 à 20 m/m et possède une taille variant entre 0,50 et 4 m.
- La longueur des entre-noeuds augmente de la base vers l'apex.
- Les talles apparaissent à partir de la 2e semaine après le semis et leur nombre peut être élevé ; 1/4 environ des talles épie.
- * Le système reproducteur :
- L'inflorescence est un faux-épi (les épillets ne sont pas sessiles)
- de taille variable : L (8 à 21 cm) x l (0,7 à 5 cm) ;
- de taille variée : conique, cylindrique ou fusiforme.
- L'épillet est généralement biflore : la première fleur, le plus souvent mâle, est stérile ; réunis par 2, quelquefois par 4, les épillets s'insèrent sur le rachis par un pédoncule se terminant par un involucre de soies.
- * La fécondation chez le Mil est une fécondation croisée, anémophile (par le vent) : les étamines mûrissent généralement après le flétrissement des stigmates.
- Caractéristiques du faux épi :
- La compacité** : il est lâche ou compact ; pour l'apprécier : pincer le faux épi en son milieu entre le pouce et l'index en essayant de déplacer les grains alternativement vers le haut et vers le bas ; dans un épi compact, les grains ne se déplacent pas.

L'aristation : si les soies de l'involucre dépassent le sommet des grains, on a un faux-épi aristé, sinon il est glabre.

- Le grain : est petit (H 2,2 à 5 m/m x L 1,6 à 3,7 m/m) de forme variable à section triangulaire, elliptique ou circulaire ; est caractérisé par sa vitrosité, c'est-à-dire par le rapport entre sa partie cornée et sa partie farineuse. (Voir schéma)

12. Cycle de développement

La durée du cycle de développement du mil est variable suivant les variétés : précoce de 60 à 90 jours, tardives de 120 à 150 jours, mais est caractérisé par :

- des périodes à durée relativement constante :
 - semis-levée 3 jours
 - semis-début tallage 13 jours
- des périodes à durée peu variable :
 - début - fin tallage 22 à 27 jours
 - épiaison - floraison 5 à 7 jours, fécondation - maturité 35 à 40 jours.
- des périodes de durée variable :
 - fin tallage - début épiaison : 25 - 50 jours.

Variété ½	S	L	Début tal.	Fin tal.	Epi	Flor.	Mat.
précoce (100 jours)		3j	+13j.	+37j.	+60j	+65j	+100j

Variété ½	S	Fin tallage	Epiaison	Floraison	M
tardive (135 jours)		+40j.	+90j	+97j	+135j

2. Cette culture n'est pas possible partout ; quelles sont ses exigences et quelles sont les régions les plus propices à sa culture ?

Très bien adapté à l'Afrique Tropicale, le mil présente les exigences écologiques suivantes :

- **Pluviométrie** : Sa limite septentrionale de culture se situe au niveau de l'isohyète 250 m/m ; sa zone optimale se situe entre les isohyètes 400 et 700 m/m.

Bien que résistant à la sécheresse, le mil demande une fourniture d'eau régulière pour sa croissance et son développement, car il ne possède pas, comme le sorgho, la faculté de demeurer "dormant", c'est-à-dire en vie ralentie, durant les périodes de déficit hydrique.

- **Température** : C'est une graminée des zones chaudes ; pendant le cycle de développement la température moyenne optimale est de l'ordre de 28°C ; c'est une plante de pleine lumière.
- **Sol** : Adapté à une large variété de sols, le mil peut relativement bien végéter sur sols pauvres à condition d'être bien drainés ; il préfère les terres légères, sablo-limoneuses, bien aérées ; craint les terres lourdes et ne tolère pas les submersions ; il se montre tolérant vis-à-vis des sols acides et des adventices.

Son aire de culture au Mali recoupe celle du sorgho.

Les principales variétés recommandées sont les suivantes :

Variété	Date épiaison (après semis)	Taille (m)	Type épi	Couleur grain	Rt. t/ha	Zone culture
M2 D2 (Goudam)	65 jours	2,20	Court-compact	Gris-brun	1,5-2	4- 600 m/m
N.B.B. (Niou Bobo Banlan)	65 jours	2,50	Long et lâche	Gris-brun	1,5-2	4- 600 m/m
N.K.K. (Niou Koniou Koro)	70 jours	2,50	Moyen lâche	Gris-Brun	1,5-2	6- 700 m/m
Djiko	100 jours		Long	Gris-brun	2	600- 700 m/m
M9 (Koulikoro)	100 jours	3,5-3,8	Court-compact	Gris	2,5	800-1100 m/m
M12 (Sirakoro)	105 jours	3,5	Court-Compact	Gris	2,5	1100-1400 m/m

Dans le milieu paysan on rencontre un mil dénommé **SOUNAN** qui n'est pas vulgarisé.

3. Quelles sont les interventions à effectuer au cours du cycle de développement de la culture ?

31. A la mise en place

- Préparation du sol :

- * Après une jachère, une culture de maïs ou d'arachide, effectuer un labour en fin de cycle.
- * Sinon, effectuer un labour de saison aux premières pluies, suivi d'une reprise croisée à la herse canadienne avant le semis.

- **Semis** : à la main ou mécanique, après une pluie d'au moins 20 m/m en terrain propre, au cours du mois de juin.
- * Traiter les semences au Thioral vert : 20 g/10 kg de semences, 8 à 10 jours avant le semis.
- * Quantité : 5 - 6 kg de semence/ha.
- * Écartement :
 - . normal 1 x 1 m (10.000 poquets/ha),
 - . en terrain de fertilité médiocre : 0,8 x 0,8 m (15.625 poquets/ha) à raison de 5 - 6 graines/poquet (une pincée de graines) à 1,5 - 2,0 cm de profondeur.

Le resemis doit s'effectuer 8 jours après le premier semis.

32. En cours de développement

a. Entretien :

- * **Démariage** précoce, vers le 15^e jour après la levée pour ne laisser que 3 plants/poquet ; les plants enlevés, les plus vigoureux peuvent servir au remplacement ; il doit être exécuté en terrain humide afin de ne pas blesser les plants.
- * **Les sarclo-binages** : Le premier doit se faire dès qu'on distingue les lignes de semis.
Le deuxième sera fait 15 jours après le premier.
Les autres, à la demande, si c'est nécessaire.
- * **Le buttage** est facultatif et se fait environ 45 jours après le semis.

b. Fertilisation :

- * Lorsque cela est possible, apporter au labour une fumure organique de 10 t/ha : ce qui représente la production d'une paire de boeufs par an.

* Le mil répond bien à la fumure minérale, particulièrement à la fumure azotée ; il faut tenir compte des précédents culturels :

- Après "un coton fumé" : apporter 50 kg de complexe-coton (14-22-11) au semis, puis 50 kg d'urée à la montaison.

La fumure azotée doit être fractionnée afin d'éviter un développement exubérant de l'appareil végétatif.

c. Lutte contre les parasites :

- Les maladies les plus courantes sont :

* Le mildiou ou virescence : *Sclerospora graminicola*.

Symptômes : Sur jeunes plants, les feuilles atteintes jaunissent puis deviennent brunâtres ; apparition de taches brunes qui se rejoignent pour donner des stries brunes, allongées (1 à 2 cm).

A l'épiaison : à la place des chandelles, se forment des plumeaux verts par suite de la transformation des pièces florales en organes foliacés ; puis dessèchement de ces organes.

Dégâts :

- Jeunes plants meurent
- Certaines talles sont atteintes, d'autres non.

Lutte : surtout préventive

- Destruction des résidus de récoltes infestées et des plants malades par le feu.
- Utiliser la rotation des cultures et les variétés résistantes.
- Ne pas utiliser de semences en provenance de champs infestés.

* Le charbon du mil : *Sphacelotheca sorghi*

Symptômes : Sur les épis, les ovaires infestés se transforment en sacs globuleux de couleur noirâtre ; à maturité, ces sacs éclatent et laissent échapper une poudre noire constituée de spores.

Le parasite se conserve dans le sol.

Lutte :

- Recherche et utilisation de variétés résistantes.
- Désinfecter les semences.
- Utiliser la rotation des cultures.

- Les parasites animaux :

* Les oiseaux.

* Les criquets, les chenilles mineuses des chandelles et défoliatrices, le foreur de la tige et les diptères (sur tiges et dans les graines).

Pas de lutte chimique systématique, car non rentable ; utiliser la lutte mécanique ou utiliser des techniques culturales appropriées.

d. La récolte : doit s'effectuer à maturité complète : Surveiller l'époque de maturation, car le mil s'égrène facilement.

Rendement, très variable suivant les conditions : variétés, nature du sol, pluviométrie ;

* en culture traditionnelle : 300 kg à 1 t/ha,

* variété améliorée, sur bon sol et avec fumure : 2 à 2,5 t/ha,

* en station, variétés hybrides : jusqu'à 3,5 t/ha.

4. Pour avoir un produit sain, que faut-il faire ?

Les épis coupés sont mis à sécher, pendant 2 à 4 jours, avant la mise au grenier ou avant battage.

- Le stockage en épis doit se faire en silos aérés : soit des silos individuels, soit des silos coopératifs ; il est conseillé de construire les silos sur une base cimentée afin d'éviter les parasites et les rongeurs.
- Pour les stocks de consommation : traiter avec du Nexion à 2 % (Bromophos 2 %) à raison de 60 g/100 kg de grains, ou avec du gammagrain (Lindane) à raison de 100 g/100 kg de grains.

Les grains doivent être stockés en silo, en atmosphère confinée.

La conservation traditionnelle en épis avec mélange de cendres de bois est également valable.

5. En tant que culture vivrière, quelles sont les propriétés alimentaires du mil et ses principales utilisations ?

Céréale traditionnellement de base pour l'alimentation humaine dans les zones semi-arides du monde, la composition globale du mil est la suivante :

Humidité, environ 12 %
Glucides, environ 70 %
Lipides, environ 4,5 %
Protides, environ 11 %
Cendres, environ 2,5 %

en ce qui concerne les vitamines, il est assez riche en provitamine A de même que pour les vitamines B et PP.

Au point de vue des minéraux, il faut noter une déficience en calcium mais une teneur élevée en phosphore.

La digestibilité du mil est assez médiocre.

Le mil, comme le sorgho, est consommé soit sous forme de semoule, soit sous forme de farine.

Couscous ou bouillies sont accompagnés d'une "sauce" extrêmement variable selon les ressources alimentaires de la région et de la saison, comprenant toujours des condiments variés (piments, oignons, tomates etc...) et, si possible, un complément comme : poisson sec ou fumé, viande, lait, arachide... Cette "sauce" enrichit la farine au point de vue nutritionnel, surtout en matières azotées.

Le mil peut aussi être valorisé en l'incorporant pour partie (10 - 30 %) à la farine de blé dans la fabrication du pain, des biscuits ou des pâtes alimentaires.

Autres utilisations possibles du mil :

- * En brasserie, pour la fabrication de la bière (dolo).

6. Si la culture procure un revenu au paysan, elle exige aussi des dépenses : Comment effectuer un bilan économique de la culture ?

Comme pour toutes les cultures, le mil implique un certain nombre de charges dont :

- le coût des intrants : fumure - pesticides - semences ;

- le prix des journées de travail :

en moyenne, il faut compter par hectare

* préparation du sol : 15 jours

* plantation : 8 -

* entretien : 40 -

* récolte - préparation : 20 -

Total 83 jours/ha environ

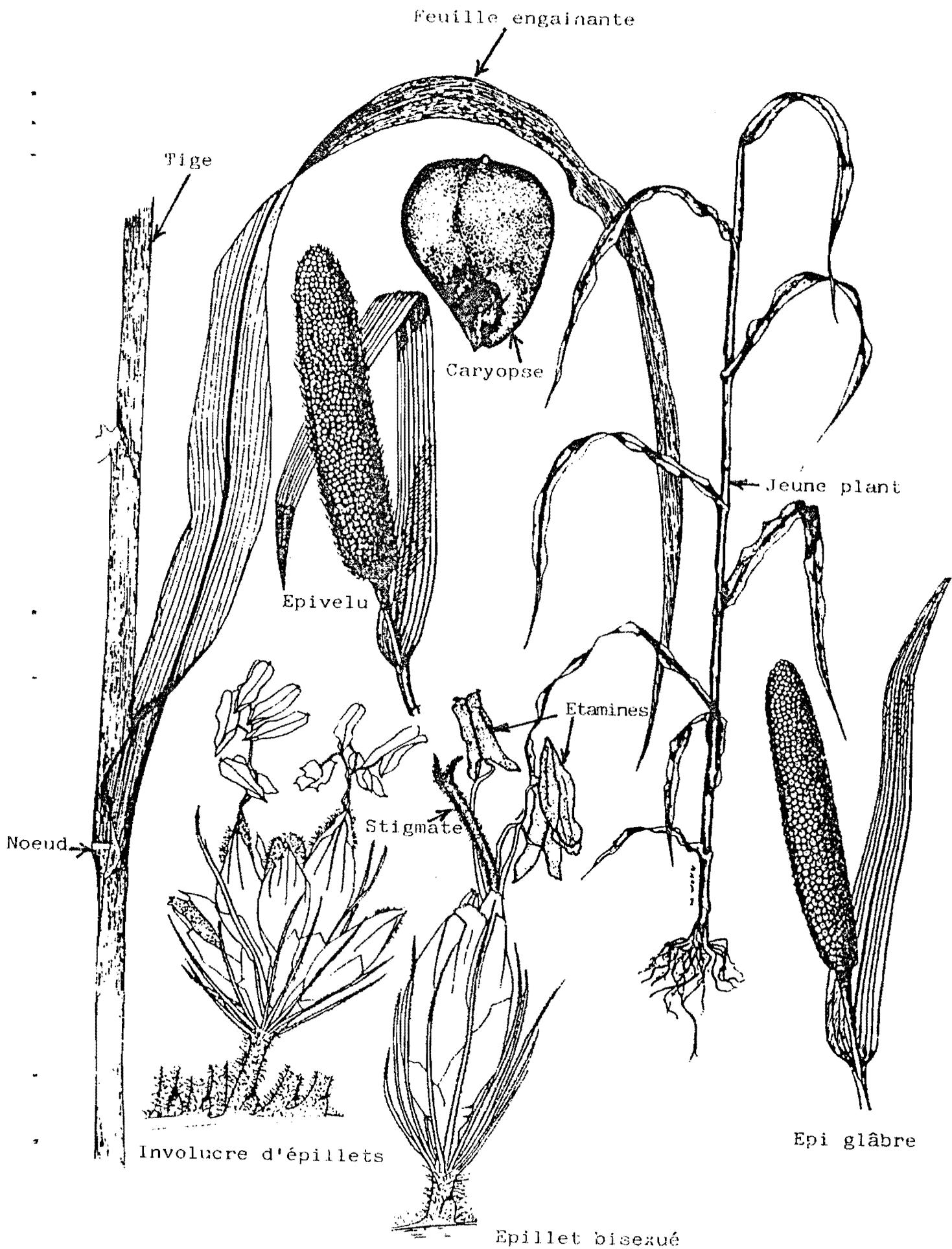
- le cas échéant, les coûts incombant à l'attelage : soins vétérinaires - alimentation - matériel....

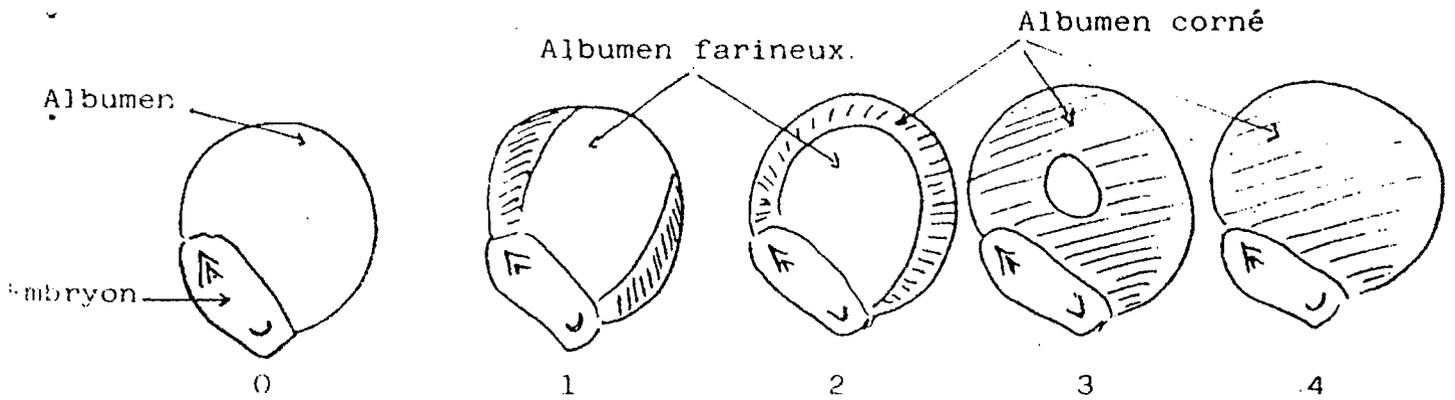
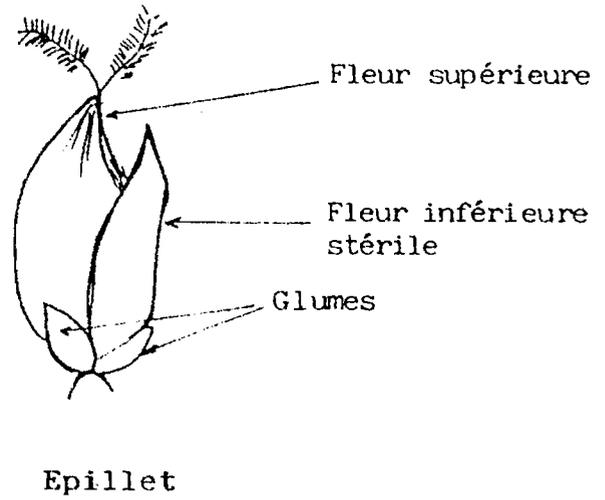
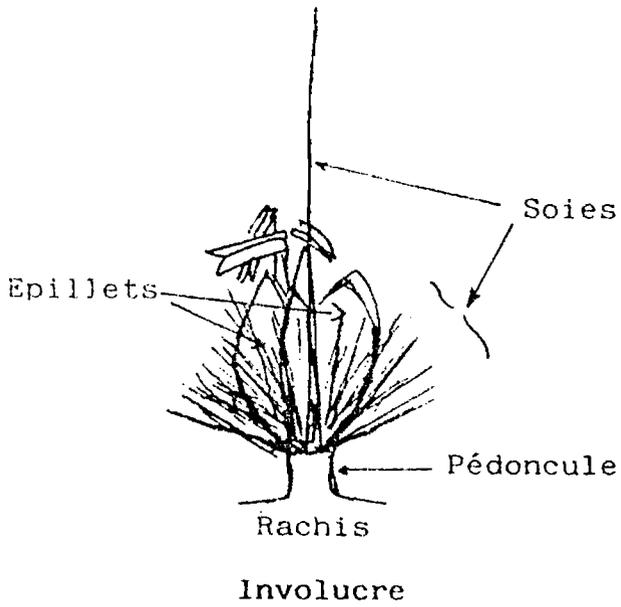
ACTIVITES DIDACTIQUES SUGGEREES

1. Demander aux élèves-moniteurs, à partir d'un plant de mil ou d'un schéma muet, d'en faire la description.
2. Constituer des groupes d'élèves-moniteurs par région et faire établir par chaque groupe le cycle cultural du mil : comparer et discuter.
3. Demander aux élèves-moniteurs de décrire le cycle cultural du mil de la ferme-école, pour la campagne actuelle afin de la comparer avec celui de la campagne précédente.
4. Faire établir par les élèves-moniteurs un budget de substitution entre une culture de mil manuelle et celle d'une culture attelée : les données seront fournies par le formateur ou recueillies par les élèves-moniteurs au cours d'une enquête dans un village proche du CAA.
5. Effectuer une étude comparative, techniques et économique, entre le mil et le sorgho.
6. Faire décrire les habitudes alimentaires du village afin de montrer l'importance des céréales et voir si la ration est équilibrée.

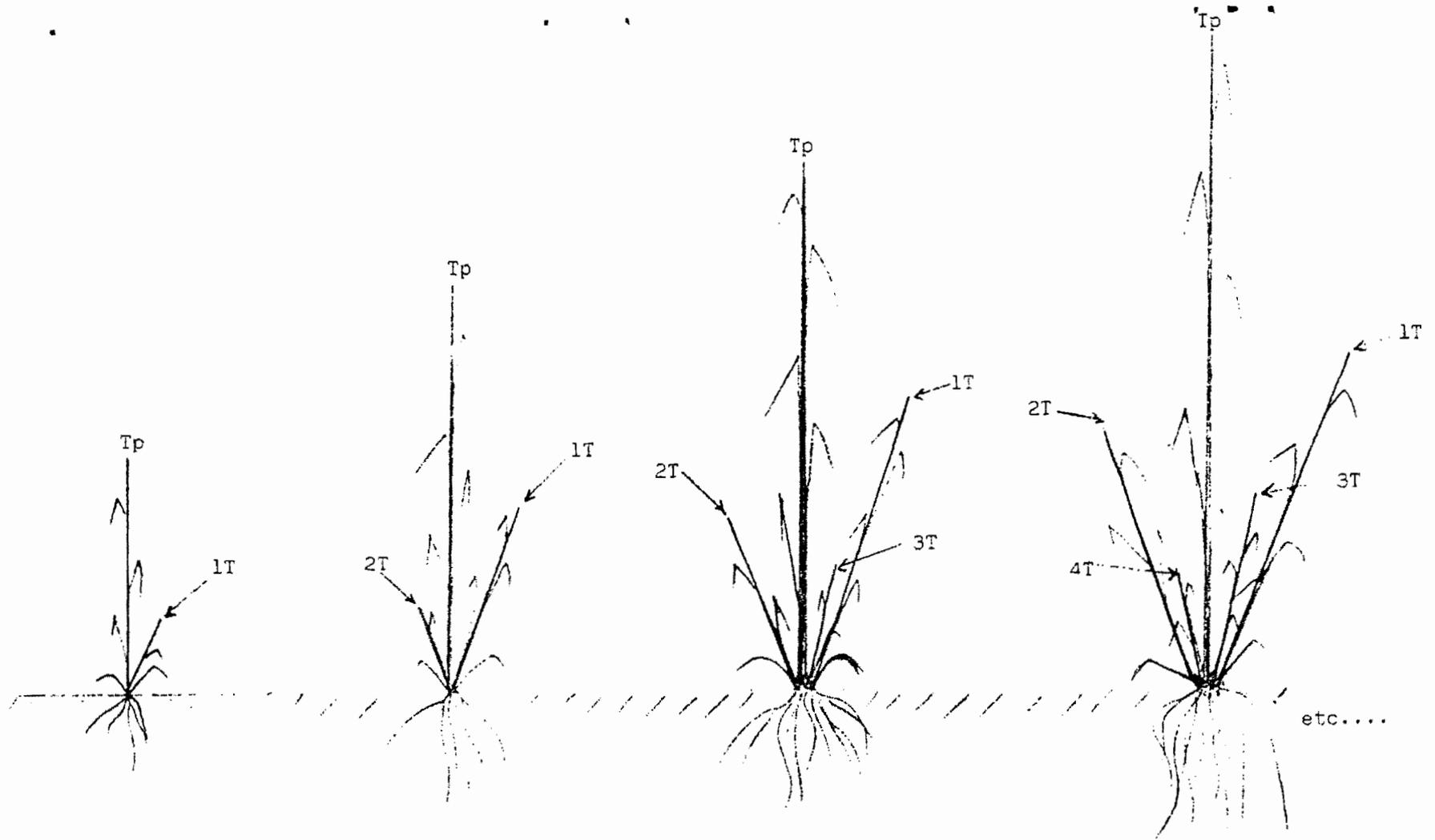
BIBLIOGRAPHIE

- Productions Végétales : Agriculture Spéciale
IER|BIT. Bamako 1972.
- Agriculture Spéciale. Cours de Katibougou. 1984.
- Mémento de l'Agronome
Ministère de la Coopération Française.
- Manuel d'Agriculture Tropicale
M. GAUDY.
- Traitements après récolte des Mils et Sorghos.
TOURTE - NICOU - BONLIEU. IRAT.
- Fertilisation des Mils et Sorghos.
CHARREAU - POULAIN. IRAT.
- Le Sorgho et les Mils en alimentation humaine et animale
J. ADRIAN - R. JACQUOT - VIGOT Fr^{res} Edit.
1964.
- Cultures Tropicales : I Les Plantes Vivrières
R. CERIGHELLI.



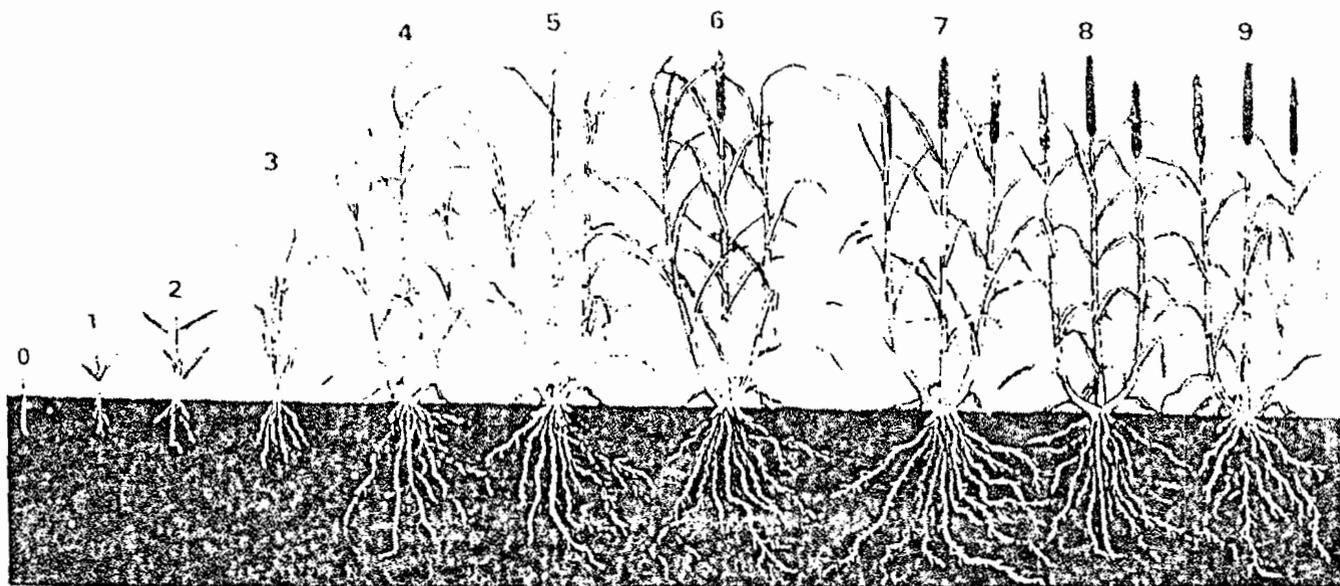


Grain et degré de vitrosité



Tallage du Mil

- Tp : Tige principale
- 1T : 1ère talle
- 2T : 2ème talle
- 3T : 3ème talle
- 4T : 4ème talle



Phase végétative :
durée : 15-26
jours environ

Phase de développement de
la panicule :
durée : 25-50 jours

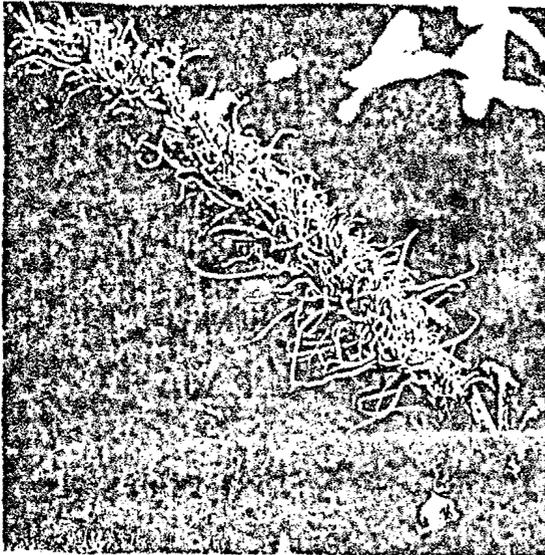
Phase de formation et de ma-
turation du grain :
durée : 35-46 jours

Les phases de croissance

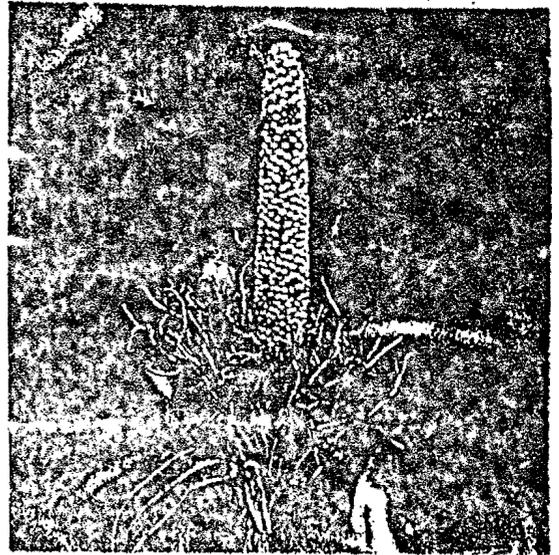
Mildiou du Mil



1. Jeune plant attaqué :
les feuilles sont jaunâtres ; à la face inférieure, apparaît un feutrage blanc (fructifications du champignon).



2



3

Inflorescences déformées

Le charbon du Mil



1

2

1. Au début de l'attaque, les grains infectés sont plus gros et plus verts que les grains sains.
2. A maturité, les grains infectés deviennent brun sombre et leurs parois se brisent facilement.

BEST AVAILABLE COPY

CLEF D'IDENTIFICATION DES MALADIES

MIL

1. Symptômes sur l'inflorescence 3 à 6
2. Symptômes sur le feuillage 7 à 10
3. Grains remplacés par des sacs globuleux de couleur vert sombre puis noire, contenant une poudre brun foncé *charbon du mil*
4. Inflorescence partiellement ou totalement transformée en organes foliacés *mildiou du mil*
5. Les fleurs exsudent un liquide gluant de couleur crème à rouge; plus tard, la chandelle porte des sclérotés durs de couleur crème à noire *ergot*
6. Grains recouverts de moisissures blanches, roses ou noires *moisissures des grains*

7. Petites lésions à contours bien définis 11 & 12
8. Grandes lésions circulaires ou de forme irrégulière, présentant un aspect zoné ou marbré (assemblage de plages claires et sombres) 13 & 14
9. Décoloration et jaunissement plus ou moins diffus, flétrissement, rabougrissement 15 & 16
10. Lésions d'abord chlorotiques, de forme allongée, aux contours variables, portant, par temps humide, une efflorescence duveteuse blanche *lésions locales de mildiou du mil*
11. Pustules poudreuses de couleur rougeâtre à brune crevant à la surface des feuilles *rouille*
12. Lésions circulaires, "en diamant" ou fusiformes avec un pourtour brun foncé entouré d'un halo chlorotique *pyriculariose*
13. Lésions circulaires ou semi-circulaires, formées de bandes concentriques alternativement de couleur brune et de couleur paille *maladie des taches zonées*
14. Assemblage de plages sombres et claires portant souvent des sclérotés duveteux de couleur blanche ou brun clair *maladie des taches marbrées*
15. Jaunissement des feuilles à partir de leur base; par temps humide, les plages décolorées se recouvrent d'une efflorescence blanche, surtout à la face inférieure *mildiou du mil*
16. Mauvaise croissance, flétrissement, mauvais remplissage des grains; apparition, au pied du mil, de petites plantes à fleurs rouges, roses ou blanches *striga*

UNITE 4

LE MAIS

(Zea mays). I..

Objectif

(Voir Introduction)

Questions d'études

DISCUSSION

1. Le maïs est une culture annuelle : Comment le reconnaître et quel est son cycle de développement ?

Plante annuelle herbacée, originaire de l'Amérique tropicale, de la famille des graminées, le maïs ne talle généralement pas et possède des inflorescences unisexuées sur le même pied ; il présente les caractères généraux suivants : (Voir schémas)

- Racines : L'enracinement est assuré par un système de racines secondaires très puissant, les racines primaires disparaissant rapidement. Ces racines émises à partir du premier noeud forment un réseau très dense, fasciculé, pouvant s'enfoncer assez profondément dans les sols meubles.

Lorsque la tige est déjà haute, les noeuds situés au-dessus du sol peuvent émettre de nouvelles racines qui servent d'ancrage au pied plus qu'à son alimentation.

- Tige : Elle est pleine et présente des noeuds proéminents ; son diamètre peut atteindre 3 à 4 cm et sa hauteur 3 à 4 mètres. Les 3 ou 4 premiers entre-noeuds sont courts, les autres s'allongent d'autant plus qu'on se rapproche du sommet : cette élongation peut atteindre 5 cm par jour.

Les feuilles, au nombre de 10 à 20, sont longues (0,40 à 1 m) et larges (8-15 cm) avec une gaine très embrassante.

- Inflorescence : Le Maïs est monoïque, c'est-à-dire possède des inflorescences unisexuées (σ et φ) sur le même pied.

L'inflorescence mâle (σ) est une panicule terminale et apparaît la première ; plus ou moins ramifiée, elle porte des épillets par paire ; chaque épillet comporte deux fleurs mâles.

L'inflorescence femelle (φ) : C'est un épi apparaissant dans le 1/3 médian de la tige, entouré de feuilles réduites, les spathes.

Long de 10 à 30 cm, d'un diamètre de 2 à 5 cm, l'axe de l'épi, charnu quand il est jeune, porte des doubles rangées d'épillets, chaque épillet ne comportant qu'une seule fleur fertile, dans laquelle l'ovaire se prolonge par un long style ; ces styles convergent en une touffe de soie qui fait saillie à l'extérieur des spathes : ces soies apparaissent 4 à 8 jours après l'inflorescence mâle et s'allongent jusqu'à la pollinisation ; elle sont réceptives pendant deux semaines environ.

La floraison étant protandre, apparition de l'inflorescence mâle avant l'inflorescence femelle, la fécondation est le plus souvent croisée (95 %) ; le vent peut transporter le pollen sur des distances de 100 à 200 m.

Les grains, ou caryopses, sont très serrés sur la rafle (axe de l'épi) et ont des formes et poids variables selon les cultivars.

Le cycle de développement du maïs peut se schématiser ainsi (voir schéma), stades : semis - première feuille ; première - quatrième feuille ; floraison - pollinisation ; maturité.

La durée du cycle est basée sur la quantité de chaleur nécessaire pour que la plante puisse mûrir son grain ; (cette quantité est caractérisée par la somme des températures au dessus de 6°C)

pour les variétés précoces	90 - 100 jours
" " " semi-précoces	100 - 110 jours
" " " semi-tardives	110 - 120 jours
" " " tardives	120 Jours

2. La culture du maïs n'est pas possible partout : Quelles sont ses exigences et quelles sont les régions les plus propices à sa culture ?

Le maïs est une culture relativement exigeante :

21. Exigences climatiques :

- **Eau** : Le maïs est exigeant en eau ; ses besoins peuvent se résumer ainsi : environ 5,5 m/m par jour du semis à la floraison ; 6 m/m par jour de la floraison au grain laiteux ; 4 m/m jusqu'à la maturité.

Ceci représente une pluviométrie moyenne de 600 m/m pour un cycle de 120 jours ; le fait essentiel à ce niveau, c'est l'existence d'une période critique en eau se situant entre l'apparition de la panicule mâle et le début de la formation des grains, c'est-à-dire 5 à 6 semaines : un déficit en eau au cours de cette période peut provoquer une chute de rendement de l'ordre de 50 - 60 %.

- **Température** : Le maïs demande des températures régulières et assez élevées (19 - 22°C) ; la somme des températures entre la levée et la floraison est d'ailleurs une caractéristique variétale ; après la fécondation, le maïs est relativement peu influencé par les variations climatiques.

Le maïs est aussi une plante sensible au photopériodisme : c'est une plante des jours longs.

22. Exigences édaphiques : Le maïs est aussi exigeant au point de vue du sol ; il supporte les sols acides (pH 4,5 à 6), mais est surtout cultivé dans les sols basiques (pH 8). Sensible à la sécheresse, ce sont les sols profonds à éléments fins et riches en matières organiques qui lui conviennent le mieux, grâce à leur réserve hydrique élevée ; c'est le cas pour les sols alluvionnaires, argilo-sableux ou sablo-argileux.

Du fait de ces exigences, le maïs est souvent cultivé autour des habitations : culture de case.

En plein champ, le maïs est surtout cultivé en association avec une culture industrielle : coton ou riz, en culture de décrue, ou en culture irriguée exceptionnellement.

Au Mali, on rencontre le maïs surtout dans la 3e région (Mali-Sud) dans la rotation : coton - dah - riz - maïs - sorgho et dans la zone arachidière, avec la succession : arachide - maïs - sorgho.

23. Variétés

Parmi celles qui sont les plus cultivées au mali, on trouve :

- des variétés locales améliorées :

* le Tiemantie de Zamblara, pour les zones de pluviométrie : 900 - 1400 m/m, avec des rendements de 3500 - 4000 kg/ha,

* le Zanguerini, pour les zones pluviométriques de 800 - 900 m/m, avec des rendements de 2000 à 25000 kg/ha.

- des hybrides : particulièrement l'IRAT 81 possédant les caractéristiques suivantes : cycle de 120 jours
grain blanc farineux
hauteur 2,80 m
Rendement : jusqu'à 5000kg/ha.

3. La réussite de la culture dépend des interventions effectuées au cours de son développement ; que doit-on faire ?

31. Lors de la mise en place de la culture

Le maïs a une croissance racinaire importante, la préparation du sol doit donc être effectuée avec soin ; un labour s'avère très efficace : un bon labour peut provoquer une augmentation de 25 % du rendement ; il peut s'effectuer soit en fin de cycle, soit au moment des premières pluies (mai - juin).

- **Le semis** : Lorsqu'il s'agit de variétés locales , utiliser des semences issues des meilleurs épis et traitées avec un mélange de : 80 % de Thirame + 20 % de Lindane, à raison de 200 g de produit pour 100 kg de semences.

On peut aussi utiliser le Thioral vert : 20 g pour 10 kg de semences.

Pour les maïs hybrides, il faut renouveler chaque année les semences et n'utiliser que des semences sélectionnées.

L'époque des semis dépend de la pluviométrie de la région considérée en prenant pour base un cycle d'environ 100 jours et en tenant compte de la période critique en eau.

La densité optimale de peuplement est comprise entre 40 et 60.000 plants/ha

- pour un semis en lignes : un grain tous les 10 à 20 cm avec un écartement entre les lignes de 0,80 m ;

- pour un semis en poquets : 3 à 4 grains avec un écartement de 0,80 x 0,30 m (ou 0,40 m) ; puis démariage à un seul plant.

Pour 50.000 plants/ha, il faut compter 15 à 25 kg/ha.

Les grains sont enfouis à 5 - 10 cm.

La levée débute 3 à 4 jours après le semis et est complète après une semaine.

32. Au cours du développement

- **L'entretien** : consiste en sarclo-binages, effectués suivant les nécessités ; ces opérations doivent être très superficielles pour ne pas endommager le système racinaire du maïs.

Effectuer un buttage lorsque le plant atteint 40 - 50 cm de hauteur ; cette opération favorise l'enracinement secondaire et développe l'enracinement d'ancrage, ce qui permet une meilleure résistance au vent.

Effectuer en même temps le démariage : entre les 15e et 20e jours après la levée générale.

- **La fumure** : Le maïs est une culture répondant bien à la fumure chimique.

Le facteur limitant est généralement l'acide phosphorique : il est recommandé un apport de 40 - 50 kg de P_2O_5 /ha au semis.

L'engrais azoté sera fractionné : une partie au semis, une partie à l'apparition des fleurs.

L'IRAT conseille les apports suivants :

- après la levée : 100 kg de phosphate d'ammoniaque/ha, ce qui représente 47 Unités de P_2O_5 et 20 unités de N.
- à la montaison : (environ 40 jours après la levée) 80 kg d'urée/ha, ce qui représente 37 unités de N.

Lorsque cela est possible, il est aussi conseillé une fumure organique : le maïs répond bien au fumier, même à faible dose ; si possible 30 à 50 T/ha.

- **La lutte** : Issus de populations bien adaptées aux conditions locales, les maïs cultivés en Afrique de l'Ouest sont assez résistants aux maladies et les dégâts causés par les parasites aux champs sont relativement restreints ; on peut citer :
 - **parmi les maladies** :
 - * la rouille américaine (*Puccinia polyspora*) qui se manifeste par des pustules, couleur rouille, sur les feuilles ; il existe des variétés tolérantes à cette maladie.
 - * les brûlures des feuilles, dues à plusieurs espèces d'*helminthosporium* ; utiliser aussi des variétés résistantes.
 - * le charbon (*Sphacelotheca reiliana* et *Ustiliga zeae*) : inflorescence transformée en sacs noirs ; arracher les plants atteints et traiter les semences.
 - * les virus : la maladie des bandes chlorotiques ; n'existe pas encore de variétés résistantes.
 - **parmi les ravageurs** : ils ont une action essentiellement sur le développement de la plante ; on rencontre :
 - * les borers (*Sesamia*, *Brusseola*, *Chilo* et *Eldana*) qui s'attaquent aux tiges ; la lutte chimique n'est pas rentable ; en cas de fortes attaques sur des maïs hautement productifs, on peut envisager l'épandage d'insecticides, tels que : DDT, Heptachlore, Parathion, Furadan... Des recherches concernant la lutte biologique sont en cours.
- **La récolte** : a lieu lorsque 75 % des spathes sont desséchés ; mais l'humidité du grain est encore élevée : 20 - 25 % ; le rendement est variable : 500 à 800 kg en culture traditionnelle, il peut atteindre dans de très bonnes conditions 3 à 4 T en grande culture et 6 à 7 T en station par hectare.

La récolte s'effectue soit en épis, elle est alors généralement manuelle, soit en grains, elle se fait alors mécaniquement.

4. Pour avoir un produit commercialisable, ou consommable, il faut qu'il soit sain : Quelles sont les précautions à prendre après la récolte ?

Pour une bonne conservation, l'humidité du grain ne doit pas dépasser 12 %, il est donc nécessaire de faire sécher les récoltes :

en zone sèche, les épis sont laissés au soleil.

Il est aussi possible d'utiliser les "crib" : grand séchoir de plusieurs mètres de long et de 0,70 m d'épaisseurs dont les faces latérales sont constituées par des grillages.

En stockage, les grains sont attaqués par un certain nombre d'insectes : *Sitophilus oryzae*, *Trogoderma granarium*, *Rhizoperta dominica*, *Tribolium* et *Calandra*... La protection peut se faire de manière suivante :

- par trempage des épis despathés dans une solution aqueuse à base de malathion ;
- dans les greniers traditionnels, par poudrage au Lindane des épis non despathés ;
- dans la conservation en grains : utiliser des récipients étanches, des sacs en matières plastique, avec une capsule de Tétrachlorure de Carbone (CCl_4) ; on peut aussi les conserver en sacs, en tas, avec traitement au bromure de Méthyle.

Pour les semences, utiliser un mélange : fongicide + insecticide.

5. En tant que culture vivrière, quelles sont les propriétés alimentaires et les principales utilisations du maïs ?

Le maïs est l'une des grandes céréales alimentaires des régions tropicales.

Intéressant comme aliment énergétique par sa haute teneur en amidon, il est par contre assez pauvre en protéines.

Ses utilisations sont multiples :

- * en frais : il est consommé soit grillé, soit bouilli (grains à l'état pâteux) ;
- * en sec : après réduction en farine ou concassage, il est utilisé en couscous, tô ou "riz de bris de maïs" avec une sauce composée de tomates ou feuilles + viande ou poisson séché.

On le mange aussi sous forme de bouillies sucrées et il entre dans la confection de galettes et de gâteaux.

Le germe du grain de maïs, après passage à la presse, fournit une huile de table d'excellente qualité ; le résidu de l'extraction donne un tourteau apprécié du bétail d'engraissement.

Par sa teneur en amidon, industriellement on peut en faire l'extraction.

Il peut aussi entrer dans la fabrication de la bière, en remplacement de l'orge.

Broyé ou moulu, le maïs entre aussi dans l'alimentation du bétail, particulièrement pour la volaille.

Comment effectuer un bilan économique de la culture de maïs ?

Pour établir le bilan économique d'une culture de maïs, nous procédons toujours au calcul de sa marge, c'est-à-dire en résolvant l'égalité :

$$M \text{ (Marge)} = \text{Produits (P)} - \text{Charges (C)}$$

avec P = revenu monétaire si toute la récolte est vendue
C = frais encourus par la culture.

En ce qui concerne les charges, pour une culture de maïs il est possible de retenir les normes suivantes :

- Frais culturaux

* Temps de travaux (j/ha) :

. Préparation du sol, fumure	20-30
. Semis	3-5
. Entretien	20-30
. Récolte	15-25
	<hr/>
	85-90

* Préparation de la récolte :

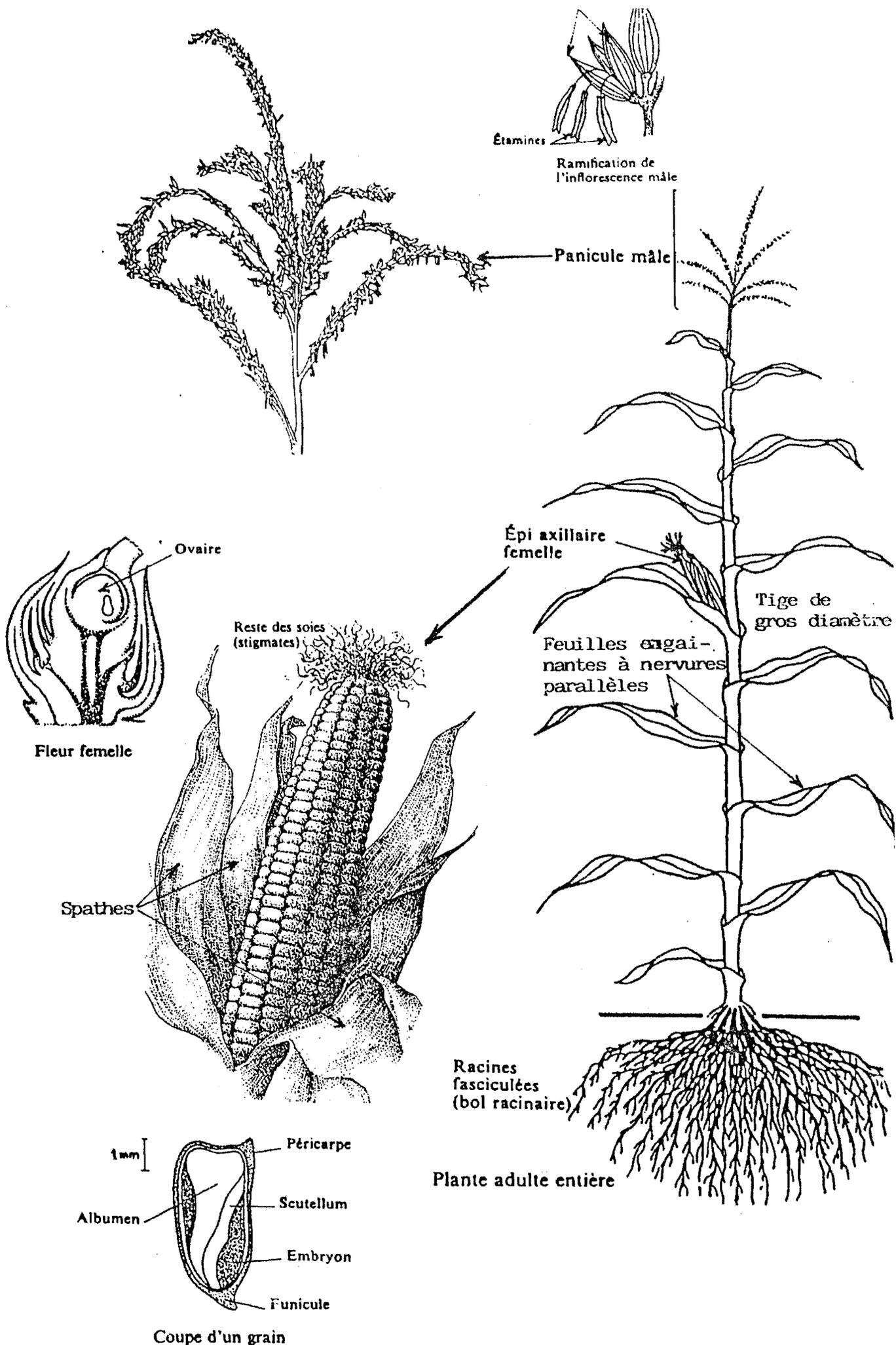
. Transport	16
. Epanouillage (enlèvement des spathes)	16
. Egrenage	40
. Vannage - Séchage	6
	<hr/>
	78

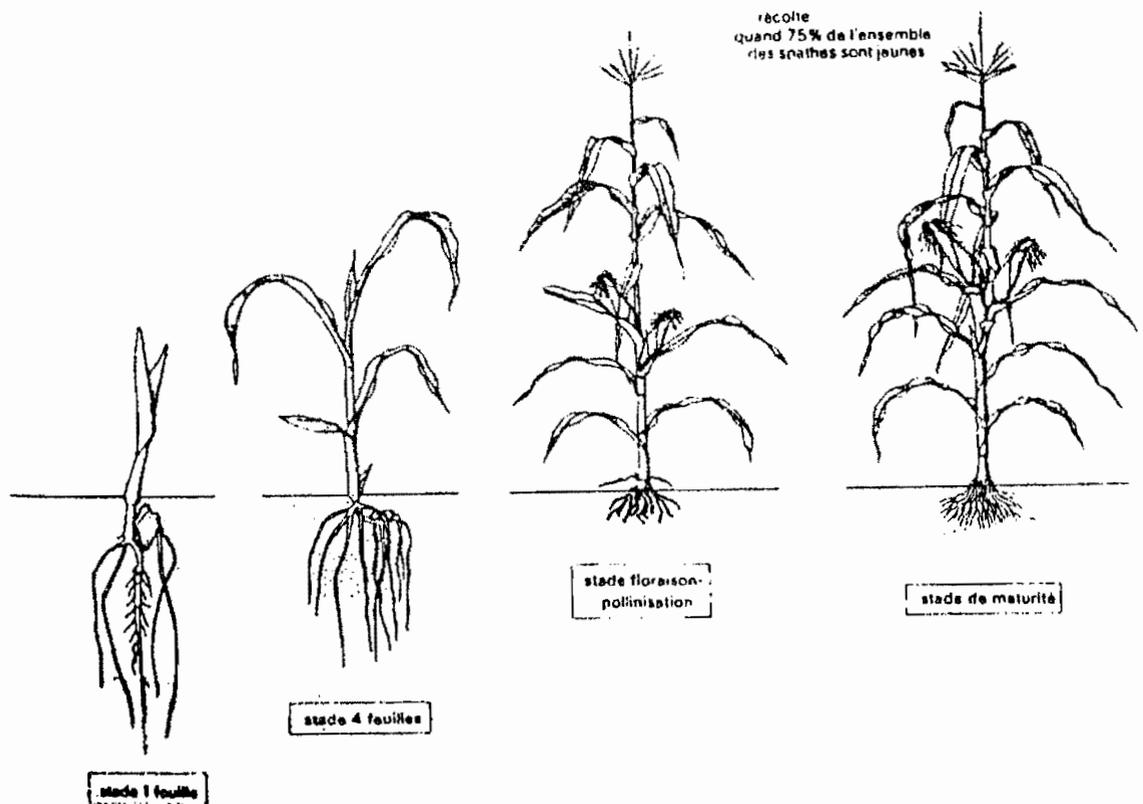
ACTIVITES PEDAGOGIQUES SUGGEREES

1. A partir des données de la campagne précédente, faire établir par les élèves-moniteurs le cycle cultural du maïs de la ferme-école.
2. Faire calculer la marge de la culture du maïs
 - de la ferme-école,
 - d'un paysan (en allant enquêter auprès de lui pour avoir les données chiffrées),
 - comparer les deux marges.
3. Demander aux élèves-moniteurs de décrire les utilisations alimentaires possibles du maïs et réaliser une "carte culinaire" (répartition des habitudes alimentaires).

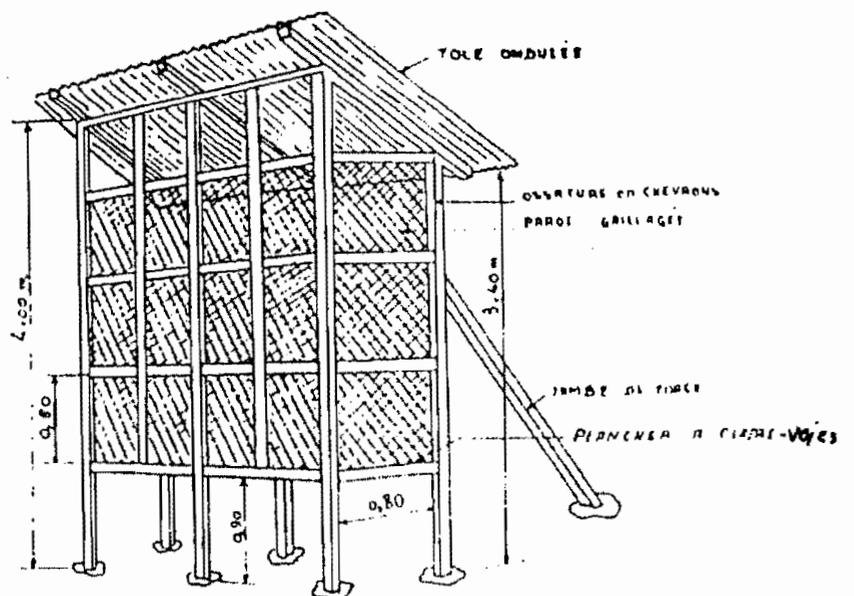
BIBLIOGRAPHIE

- Productions Végétales : Agriculture Spéciale
BIT/IER. Bamako 1972.
- Les cultures céréalières
J. BOYELDIEU - Hachette.
- Le mémento de l'Agronome
Ministère de la Coopération.
- Production et Contrôle des semences de maïs en zone tropicale.
Travaux de l'IRAT N° 5.
- Manuel d'Agriculture Tropicale
M. GAUDY.





Phases de développement du Maïs



. Crib à maïs (Document CEEMAT)

BEST AVAILABLE COPY

MOIS	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
	15 30	15 30	15 30	15 30	15 30	15 30	15 30	15 30	15 30	15 30	15 30	15 30
OPERATIONS CULTURALES	<p>Labour: May 15 - May 30</p> <p>Semis: May 30 - June 15</p> <p>1er sarclage: June 15 - June 30</p> <p>2e et 3e sarclage: July 1 - July 15</p> <p>Démariage: July 15 - August 1</p> <p>Buttage: August 1 - August 15</p> <p>Récolte et séchage: August 15 - September 15</p> <p>EGRENAGE: September 15 - October 15</p>											
FUMURE CONSEILLEE	<p>Fumier: 10T/ha (May 15 - May 30)</p> <p>Phosphate d'NH₄ ou complexe 100 kg/ha (June 15 - June 30)</p> <p>50 kg/ha d'urée (July 1 - July 15)</p>											
DENSITE RECOMMANDEE	<p>15 à 30 kgs/ha</p> <p>2 à 3 graines/poquet</p> <p>Démariage 1 plant/poquet</p> <p>0,80 m x 0,30 m</p> 											

CALENDRIER CULTURAL DU MAIS

UNITE 5

LE RIZ

(*Oryza sativa*). L.

Objectif

(Voir Introduction)

Questions d'études

DISCUSSION

1. Le riz est une culture annuelle : Comment le reconnaît-on et quel est son cycle de développement ?

11. Description du riz : C'est une céréale de la famille des graminées ; il est généralement annuel mais certaines espèces sont vivaces.

- Le système racinaire est du type fasciculé constitué par une racine principale plus ou moins ramifiée et de très nombreuses racines adventives qui prennent naissance aux noeuds proches du sol.
- La tige est un chaume creux, avec noeuds et entrenoeuds ; elle atteint généralement 1,50 m de longueur, mais 2,50 m et plus pour les riz flottants ; à partir des noeuds en contact du sol se forment des talles, au nombre de 10 à 15. Chez les riz flottants, il peut y avoir émission de rameaux secondaires.
- Les feuilles sont alternes, engainantes, rubanées, pourvues d'une ligule à deux pointes ; le limbe est long et étroit : 20 à 50 cm x 1,5 à 2,5 cm.

- L'inflorescence est une panicule qui apparaît à la fin de la montaison ; c'est une panicule rameuse portant de nombreux épillets, 100 à 150 ; chaque épillet comporte une seule fleur fertile avec 6 étamines et un ovaire terminé par deux stigmates plumeux.
- Le grain, ou caryopse, comprend : 1 tégument coloré (glumelles), un albumen amylicé et un embryon.

Le grain, tel qu'il est lorsqu'il est détaché de la panicule, est le riz "paddy" ; débarrassé de ses enveloppes, c'est le riz décortiqué ou riz cargo.

La forme du grain et surtout le rapport longueur/largeur du grain sont des caractéristiques variétales.

12. Les variétés de riz : Parmi les riz cultivés, on distingue deux espèces principales :

- *Oryza sativa* : Originnaire d'Asie avec de nombreuses variétés cultivées dans le monde entier ; espèce à ligule longue et aigüe.
- *Oryza glaberrima* : Originnaire d'Afrique et nombreuses variétés cultivées seulement en Afrique ; espèce à ligule courte et tronquée.

Pour *O. sativa*, on distingue trois types :

- type *indica* : sensible au photopériodisme ; tallage moyen.
- type *japonica* : insensible au photopériodisme ; tallage important.
- type *javanica* : intermédiaire entre les deux premiers.

13. Cycle de développement : Il comporte quatre phases bien caractérisées morphologiquement et physiologiquement : la germination - le tallage - l'épiaison - la maturation.

*** La germination**

Dans des conditions favorables d'humidité et de température (supérieure à 18°C), la semence de riz germe au bout de 2 à 5 jours ; il faut tenir compte de la faculté et de l'énergie germinatives de la semence.

*** Le tallage**

3 à 5 semaines après la germination, la jeune plante commence à former des tiges secondaires, ou talles, à partir des noeuds de la base ; c'est la période de tallage.

L'importance du tallage dépend de la variété, de la richesse du sol, de la température, de l'éclairement ; il est aussi plus grand quand on procède au repiquage.

Pendant toute la durée du tallage le système racinaire s'accroît, chaque talle émettant de nouvelles racines adventives.

C'est au cours de cette phases que le riz est le plus sensible aux soins culturaux : sarclage, fumure azotée....

*** L'épiaison**

Cette phase comprend trois stades : la montaison, la floraison et la fécondation.

La montaison se manifeste par un renflement de la tige à sa partie supérieure ; au bout de quelques jours la panicule émerge, c'est la floraison, puis les fleurs s'ouvrent et se réalise la fécondation

C'est la phase la plus critique du développement de la plante : de mauvaises conditions de culture (défaut d'irrigation, présence de sels toxiques) ou de milieu peuvent provoquer un avortement partiel ou total de la panicule ; c'est le phénomène de la coulure. La température favorable pour cette phase se situe entre 20° et 30°C.

La floraison est progressive : elle commence par le sommet de la panicule et dure 6 à 10 jours.

* La maturation

C'est l'ensemble des phénomènes qui accompagnent la formation du caryopse (grain de riz) jusqu'à sa maturité.

Le grain passe successivement par les trois états : laiteux, pâteux et dur, au cours d'une période pouvant durer 30 à 40 jours, selon les variétés et les conditions extérieures.

Les grains mûrissent successivement du sommet à la base de la panicule, dans l'ordre de leur floraison.

Le riz accomplit ainsi son entier développement en un temps variable de 90 à 300 jours ; la durée du cycle de développement permet de classer les riz en :

- variétés précoces : cycle inférieur à 120 jours
- variétés de saison : cycle de 150 jours environ
- variétés tardives : cycle supérieur à 150 jours.

Pour une même variété, le cycle peut être modifié par les conditions climatiques, particulièrement le facteur température.

2. Cette culture n'est pas possible partout ; quelles sont ses exigences et quelles sont les régions les plus propices à sa culture ?

21. Climat

* **Eau** : Le riz est une culture exigeante en eau.

En culture sèche : 160 à 300 m/m par mois pendant la période végétative, ce qui représente 1000 à 1800 m/m pour le cycle.

En culture irriguée : Pour maintenir la submersion jusqu'à la maturation, il faut disposer de 12.000 à 20.000 m³/ha/an.

De fortes pluies à l'épiaison et lors de la moisson sont nuisibles.

* **Hygrométrie** : Une certaine sécheresse est favorable au riz irrigué. Au cours de la floraison, l'humidité doit avoisiner 70-80 %.

* **Température**

	Minimum	Optimum	Maximum	Létale
à la germination	14-16°C	30-35°C	42°C	50°C
au tallage	16-18°C	28-30°C	-	-
à la floraison	22°C	27-29°C	-	-
à la maturation	-	25°C	-	-

La température de l'eau optimale est de : 30 à 34°C, le minimum se situant vers 13-14°C et le maximum vers 36-40°C.

* **Lumière** : L'optimum se situe vers 500 calories/cm²/jour.

Le photopériodisme a une forte influence sur la durée du cycle et le rendement, surtout chez les types Indica ; les types Japonica, moins sensibles, acceptent des jours de 14 à 15 heures.

22. **Sol** : Le riz est assez plastique en ce qui concerne les sols ; il préfère cependant les sols à texture fine (40 % d'argile environ), perméable et un pH entre 6 et 7.

* En culture sèche : Sol riche, meuble, limono-argileux.

* En culture aquatique : Sol plutôt argileux, autour de 50 %, genre sols alluvionnaires, argiles noires tropicales, sols ferrallitiques.

La salure ne doit pas excéder 1 % ; la présence de sulfures ou de sulfates est défavorable.

Au Mali, les zones cultivées en riz se situent : dans le delta intérieur du Niger (Ségou - Mopti), dans la 3e région (Mali-Sud), dans la Haute-Vallée, dans la 7e région (Gao).

3. La réussite de la culture dépend des interventions effectuées au cours du développement de la culture. Quelles sont ces interventions en riziculture ?

Il existe plusieurs types de riziculture, c'est-à-dire plusieurs méthodes de conduite d'une culture de riz : cette variabilité étant la conséquence des différents modes d'alimentation en eau de la culture ; il est possible de distinguer deux grands types de riziculture :

- La riziculture sans submersion : Elle est pratiquée sur terrain exondé ; durant tout le cycle, aucune lame d'eau ne recouvre le sol, sinon exceptionnellement et pour un temps très limité.
- La riziculture avec submersion : Dans ce type, le sol est submergé sur une hauteur plus ou moins importante pendant une durée appréciable du cycle de développement de la culture ; on peut considérer dans cette riziculture :

- celle qui s'effectue sans aucune maîtrise de l'eau ; riziculture submergée.
- celle qui se réalise avec maîtrise plus ou moins totale de l'eau ; riziculture irriguée.

31. La riziculture avec submersion :

Selon que l'on a une maîtrise complète ou non du plan d'eau, on parle dans le premier cas de riziculture irriguée, sinon de culture submergée.

311. Riziculture irriguée

*** Préparation du sol :** Pour une bonne maîtrise de l'irrigation, le terrain :

- doit être plané
- doit être compartimenté en casiers par l'intermédiaire de diguettes, avec une pente permettant l'écoulement de l'eau pour leur assèchement.

La préparation du sol consiste en :

- un labour de 15 à 20 cm de profondeur
- une mise en boue, opération encore appelée piétinage, réalisable soit par les animaux, soit par les tracteurs à roues-cages. Cette opération permet l'ameublissement du sol et l'enfouissement des adventices dont la présence d'eau assure la décomposition.

*** Le semis :** Les semences sont préalablement traitées contre les champignons et les insectes, puis mises en prégermination (48-72 heures).

Le semis lui-même peut-être :

- direct
- en pépinière, suivi d'un repiquage.

- En semis direct : Dès la fin de la préparation du sol, les grains prégermés sont semés sur la boue, soit à la volée (100 - 200 kg/ha suivant les variétés), soit en lignes (60 à 160 kg/ha).

Le semis peut aussi s'effectuer sur terre sèche ou humide à la dose de 50-60 kg/ha avec enfouissement à 2 ou 3 cm de profondeur.

Le riz pendant sa germination ne supporte pas d'être immergé.

- En pépinière, suivi d'un repiquage :

- * La pépinière est établie à proximité de la rizière :
surface pépinière/surface rizière = 1/10 à 1/20.

On sème les grains prégermés et traités, à raison de 5 à 10 kg/are de pépinière ; le semis s'effectue sur boue, puis on pratique la submersion dès la levée : 3 à 4 cm pour la lame d'eau qui doit être renouvelée deux fois par semaine.

En 35 Jours, il est possible d'obtenir de beaux plants prêts à être repiqués. Fumure N-P-K : 0,5 - 1,1 - 0,8/are, à la préparation du sol.

Le repiquage est effectué à la main, dans la rizière en boue : les plants, à 2 ou 3 brins, sont enfoncés dans la boue jusqu'au collet, en ayant soin que les racines soient bien enfoncées

L'âge du plant au repiquage a une très grande importance sur le rendement.

Le nombre de brins par touffe repiquée dépend de la fertilité du sol : moins il y a de brins, meilleur est le tallage.

La reprise demande 4 à 15 jours.

* Les principales variétés utilisées au Mali : (d'après IRAF - 1984)

Principales variétés utilisées au Mali : (riz irrigué)

Variétés	Durée du cycle (jours)	Rt (T/ha)
Ikong Pao	110	5 à 6
IR 442	125	4
C 74	130-135	5 à 5,5
Gambianka	120-145	5
B H2	145-165	5
D K3	163	6

* Les travaux d'entretien

- **L'irrigation** : C'est le travail le plus important ; elle est continue jusqu'à la maturation de la culture.

En semis direct : Après semis, mise en eau rapide du casier sous une nappe de 3 cm d'eau pendant 24 heures, puis drainage ; remise en eau lorsque la plantule atteint 2-3 cm.

Puis, dans les deux cas, il faut maintenir une nappe constante atteignant le 1/3 de la hauteur du plant jusqu'au tallage. Effectuer alors un assèchement progressif qui peut durer plusieurs jours, ce qui permet une bonne aération du sol.

Puis, jusqu'à la fin de la floraison, l'eau peut être maintenue à son niveau maximum.

Une dizaine de jours après la formation des grains, le volume des apports d'eau peut diminuer et l'irrigation n'est plus nécessaire dans les 10 jours qui précèdent la maturité.

La quantité d'eau nécessaire, pour un cycle de 120 jours, représente 10 à 12.000 m³/ha ; en terre filtrante, cette quantité peut atteindre 20 à 25.000 m³/ha.

- **La lutte contre les adventices** : doit être constante et rigoureuse, le riz étant très sensible à la concurrence.

Exiger des semences propres. La maîtrise de l'eau permet aussi une lutte efficace par submersion totale des adventices.

- . En lutte manuelle : par arrachage ou par sarclages précoces avant que la mauvaise herbe ne dépasse la taille du riz, dans des délais courts, 2 ou 3 jours pour une même plantation.
- . En lutte mécanique : avec une houe rotative, ne peut s'effectuer que sur les semis en lignes ; doit aussi être précoce.
- . En lutte chimique : avec des produits en pré-émergence, avant le repiquage ou avant la levée du riz, ou avec des produits en post-émergence, après le repiquage ou la levée.

Pour cela, la rizière est vidée de son eau, l'adventice ne doit pas avoir plus de 2 à 3 cm de haut, et les produits épandus au moment où le sol commence à se dessécher. La remise en eau s'effectue 2-3 jours après le traitement.

Produits utilisés :

- les Propanils (3-4 kg de M.A/ha)
- les Molinates (3-5 kg M.A/ha)
- les Pentachlorophénols.

Les Pentachlorophénols (PCP) sont des granulés contenant 5 % de pentachlorophénol et 95 % d'urée et possèdent donc une double action, insecticide et fertilisante ; ils agissent sur les graines en germination.

- Sur semis direct : traiter après la levée du riz.
- Sur repiquage : traiter aussitôt après le repiquage.

Dose : 75 kg de produit commercial à l'hectare.

- Le remplacement des manquants

Dans les semis par repiquage, la fréquence des manquants peut atteindre 10 à 15 % ; il est donc nécessaire de procéder à un remplacement ; deux techniques sont possibles :

- soit avec des plants issus de la pépinière : le remplacement doit s'effectuer 8 à 10 jours après le repiquage,
- soit avec des talles à prélever sur les plants repiqués, âgés de 40 à 50 jours : le remplacement s'effectuera donc 50 à 60 jours après le repiquage.

- La fertilisation

. L'azote : C'est le pivot de la fumure en riziculture ; la réponse à cette fumure dépend de la variété de riz et de la fertilité des sols.

Le riz préfère les engrais azotés ammoniacaux, apportés en profondeur pour éviter l'oxydation des ions ammoniacaux en ions nitriques, d'où pertes par dénitrification.

Le fractionnement de la fumure azotée est préconisée : tallage (3/8) et montaison (5/8), mais exige un parfait contrôle de l'eau et un semis en lignes ; aussi pratique-t-on couramment le fractionnement suivant : $\frac{1}{2}$ au semis, $\frac{1}{2}$ au tallage.

- . Le phosphore : en submersion, P_2O_5 devient plus élevé et son efficience est augmentée. Réaction variable suivant les sols. A utiliser avant le semis ou le repiquage.
- . La potasse : La réponse du riz à cette fumure est faible ou nulle ; la paille de riz contenant 80 % de la potasse exportée, il est recommandé de la restituer au sol.

Fumure recommandée à l'Office du Niger :

- 50 kg de phosphate d'ammoniac au semis
- 100 kg d'urée au tallage.

- **La lutte contre les parasites** : En cours de végétation, le riz est soumis à de nombreuses attaques aussi bien de la part d'ennemis animaux (insectes, rongeurs, oiseaux) que végétaux ; la mise en place d'une lutte curative est trop onéreuse pour être envisagée systématiquement ; aussi, il est préférable de se limiter à des méthodes, telles que :

- désinfection des semences
- utilisation de variétés résistantes
- amélioration des techniques culturales.

Parmi les ravageurs, on peut citer :

- les rongeurs : utiliser les appâts empoisonnés
- les oiseaux : gardiennage
- les insectes : les Borer, dont les larves vivent dans les tiges, provoquent des dégâts parfois importants :

- . au moment du tallage, il y a malformation des panicules ;
- . en cours d'épiaison, il y a alors de nombreux grains vides ;
- . après floraison, il n'y a pas de conséquences graves sur les rendements.

Lutte par utilisation de Lindane dans l'eau d'irrigation : deux traitements, (2 kg M.A/ha pour chacun) à 3 semaines d'intervalle au cours du tallage.

- **Les nématodes** : Responsables du "Bout blanc (White tip)" sur feuilles et de l'UFRA, sur tiges.

Lutte : traitement des semences.

Parmi les maladies :

- . La Piriculariose : Maladie la plus fréquente ; apparition de taches brunes qui s'agrandissent pour former des macules de plusieurs centimètres de long sur 1 cm de large. Les grains peuvent être atteints et alors se remplissent mal.

Lutte : Utiliser les variétés résistantes et améliorer les techniques culturales.

- . L'Helminthosporiose : Symptômes assez voisins de la Piriculariose. Traitement des semences et adopter de bonnes conditions de culture.
- . Les bactérioses : Apparition de stries translucides sur feuilles ; maladie fréquente, mais dégâts sont exceptionnels.

- **La récolte** : Elle doit s'effectuer à bonne maturité, c'est-à-dire lorsque les grains des 2/3 supérieurs de la panicule sont durs et craquent sous la dent ; approximativement, cela se produit :

- 30 jours après la floraison, pour les variétés précoces ;
- 40-45 jours après la floraison, pour les variétés tardives.

L'époque de maturité est importante à connaître, car récoltés trop tôt le séchage est long, difficile et à l'usinage les grains immatures sont réduits en farine ; récoltés trop tard, il y a risque d'égrenage et chute de la qualité à cause de la brisure des grains en état de surmaturité.

La récolte peut être manuelle ou mécanique : moissonneuse-lieuse ou moissonneuse-batteuse.

Les rendements sont variables suivant les variétés, le type et la conduite de la culture, les conditions écologiques :

- en culture sèche : 7 à 10 T/ha
- en culture submergée : 8 à 12 T/ha
- en culture irriguée : 13 à 30, voire jusqu'à 60 T/ha.

312. La riziculture submergée

- * **en submersion naturelle** : Cette technique occupe une superficie relativement importante dans le delta vif du Niger.

Elle consiste :

- à défricher les parcelles de culture
- à semer au moment des pluies
- à laisser le riz se développer avec les crues.

Du fait de nombreux aléas dus au régime des pluies, au régime des crues et aux attaques des poissons rizophages, les rendements de ce type de culture se situe généralement entre 600 et 700 kg/ha.

Les variétés utilisées au Mali :

Riz flottant	Cycle (jours)	Rt (T/ha)
IM16	140	3-4
MSP10	155	3-4
Khao Gaew	165	4,5
Mali Sawn	185	4,5

* en casiers de crue contrôlée : (Voir schéma)

Le périmètre rizicole est entouré d'une ceinture de digues : l'eau est introduite par un ou plusieurs ouvrages d'alimentation qui servent aussi à la vidange.

Dans ce système, le défaut de planage fait que la profondeur du plan d'eau peut varier entre 2,50 m à 0,15 m : d'où choix judicieux des variétés en fonction des zones, dressée dans les zones peu profondes à flottant dans les zones les plus profondes.

- Le travail du sol se limite à un labour de 10 à 15 cm de profondeur, suivi d'un affinage à la herse au canadien dès les premières pluies.
- Le semis : date choisie de telle façon que le plant soit suffisamment développé lors de l'arrivée de la crue (30 à 60 jours) : à Mopti : on sème vers le 15 juillet en rizière basse et le 15 août en rizière haute ; en lignes : 30-40 cm, à raison de 80 - 100 kg.ha.
- L'entretien se résume en sarclage précoce dès que les lignes de semis sont bien visibles.

La fertilisation recommandée :

- 100 kg de phosphate d'ammonium au semis ;
- 100 kg d'urée, 1 semaine avant l'arrivée de la crue.

Récolter à maturité, même si le retrait des eaux n'est pas total.

32. La riziculture sans submersion, ou riziculture pluviale :

Sa réussite impose un certain nombre de contraintes liées à la variété, au sol et au climat, ce qui limite considérablement son aire de culture.

Il existe dans ce cas une interdépendance très importante entre les trois éléments : riz - sol - climat.

- * La phase de la floraison est une phase critique chez le riz quant à son alimentation en eau, un flétrissement prolongé en cette phase provoque une chute de rendement appréciable : 50 % et plus ; d'où l'intérêt de faire coïncider cycle de développement et pluviométrie, pour une région donnée.
- * Les sols les plus favorables sont :
 - Les sols alluviaux du fait de leur très grande capacité de rétention en eau.
 - Les sols hydromorphes (vertisols) grâce à la présence d'une nappe.
 - Les sols ferralitiques et ferrugineux, à condition que la pluviométrie soit suffisante.
- * Le climat : La riziculture pluviale n'est possible que sous les isohyètes compris entre 1000 et 1500 m/m et que la répartition soit régulière au cours de la saison de culture.

Les régions totalisant en moyenne moins de 1000 m/m de pluies au cours de la saison de culture et moins de 40 jours de pluies supérieures à 5 m/m n'ont pas vocation à riziculture strictement pluviale.

La riziculture pluviale d'une région doit être confirmée par des analyses de sol et la mise en place de quelques essais variétaux sur de petites surfaces.

Les paramètres nécessaires à connaître pour implanter une riziculture pluviale sont résumés dans le tableau suivant :

	Paramètres (données à respecter)	Sources d'information
- Climat :	- Importance et durée de la saison des pluies.	Statistiques de la pluviométrie saisonnière - fréquences.
	- Températures moyennes élevées.	Moyennes des températures maximum et minimum.
	- Evaporation inférieure au total des précipitations.	ETP mensuelle
	- Insolation suffisante (200 à 250 heures/mois).	Moyenne de l'insolation saisonnière.
- Sol :	- Capacité de rétention en eau élevée.	Humidité équivalente et point de flétrissement. Evolution de l'humidité du sol.
	- Richesse en éléments fertilisants.	Teneur en azote du sol. Essais de fertilisation.
- Plante :	- Cycle végétatif adapté à la saison.	Cycle végétatif de la variété sous le climat considéré.
	- Productivité, résistance à la verse, aux maladies, à la sécheresse.	Essais variétaux
	- Développement végétatif réduit et profil racinaire profond.	Variétés à paille courte et racines longues.

- **Préparation du sol** : Un labour profond facilite le développement racinaire ; il doit être effectué dès que l'état du sol le permet, c'est-à-dire dès les premières pluies ; profondeur : entre 20-30 cm.

Procéder à un affinage du labour, 6 à 8 jours après celui-ci, pour réduire les mottes et détruire les mauvaises herbes.

- **Le semis** : La date de semis est importante ; les semis tardifs ne donnant que de médiocres récoltes, il doit s'effectuer lorsque les conditions climatiques sont favorables : sol ayant atteint sa capacité au champ sur au moins 30 cm de profondeur : les réserves en eau du sol, selon la nature de celui-ci, peuvent alors assurer une survie de 6 à 15 jours. Dans les zones rizicoles du Mali, la meilleure période est la deuxième quinzaine de juin, après une forte pluie (40 m/m).

Si on sème plusieurs variétés, il faut toujours commencer par les plus tardives pour terminer par les variétés hâtives.

Les semences doivent être propres, traitées à l'Aldrine (250 g MA/50 kg de semences), ou au Thioral vert (200 g/100 kg de semences).

Le semis direct peut s'effectuer : à la volée, ou en lignes (45 à 70 cm entre les lignes) ; 100 kg/ha, à une profondeur d'environ 3 cm.

La levée a lieu normalement 5 jours après le semis.

Les variétés préconisées au Mali en riz pluvial sont :

Variété	Cycle (jours)	Pluviométrie (m/m)	Rt (T/ha)
Dourado précoce	105	900-1000 m/m	3-4
Ikong Pao	107	"-	3-4
IAC 25-64	110	"-	4
Iguape Catete	123	"-	3-4

- Les travaux d'entretien

* **La lutte contre les adventices** : C'est un point essentiel dans la réussite de la culture. En début de croissance, le riz est très sensible à la concurrence des adventices ; la lutte contre les mauvaises herbes repose sur :

- la répétition des façons culturales avant le semis ;
- l'exécution de sarclages rapides et précoces.

Le sarclage doit être fait dès que les mauvaises herbes atteignent 3 à 4 cm, et ne doit pas durer plus longtemps que le temps mis pour le semis, avec une tolérance de 2 ou 3 jours en plus.

Ce travail peut s'effectuer :

- manuellement : travail pénible et long (25 à 30 j./ha) ;
- mécaniquement : avec houes, attelées ou motorisées ; implique un semis en lignes ;
- chimiquement : de plus en plus utilisé, avec des herbicides sélectifs, en post-semis et en pré-levée du riz : au Sénégal, on utilise le Fluoridifen ; au Mali le Rilof 500.

* **La fertilisation** : Les carences minérales peuvent se manifester assez rapidement ; la fumure préconisée est la suivante :

- 100 kg/ha de phosphate d'ammonium au semis
- 50 kg/ha d'urée à la montaison.

Dans le cas de toxicité aluminique des sols en zone favorable à la riziculture pluviale, procéder à des apports importants d'amendements calciques.

Si le riz vient derrière un coton fumé ou un maïs fumé, il est recommandé d'apporter 50 kg d'urée au tallage.

- * Lutte contre les parasites
 - * Récolte
- (Voir culture en submersion)

4. Pour avoir un produit commercialisable, ou bien apte à la consommation, il faut qu'il soit sain : Que faut-il faire subir au produit récolté avant et pendant le stockage, s'il y a lieu ?

Les grains de riz récoltés avec leurs enveloppes constituent le paddy, obtenus soit directement par la moissonneuse-batteuse, soit après mise en gerbes et battage.

Dans les meilleures conditions, le paddy récolté a une teneur en humidité variant de 16 à 22 %. Pour une bonne conservation, il faut ramener ce taux à moins de 15 %.

Le séchage doit être progressif pour éviter le "clivage" du grain responsable ensuite de la brisure ; il peut se faire en gerbes (moyette, perroquet) qui sont ensuite battues : le paddy est ensuite mis à sécher naturellement au soleil, ou artificiellement par circulation d'air.

Le paddy est conservé tel quel et préparé au fur et à mesure des besoins ou directement usiné pour obtenir du "riz cargo" sans ses enveloppes, ou du "riz blanc", débarrassé des différentes couches du péricarpe ; à l'usine, le paddy subit les transformations suivantes :

BEST AVAILABLE COPY

- Calibrage - décortilage (= riz cargo + sons + balles) - séparation - classement - blanchiment (= riz blanc + issues) - calibrage - polissage - glaçage (= riz blanc de luxe).

Rendement à l'usinage = 40 à 60 %, suivant type d'usinage, variétés, taux d'humidité....

5. En tant que culture vivrière, quelles sont les propriétés alimentaires et les principales utilisations du riz ?

Composition alimentaire du riz :

	Paddy	Riz décortiqué
Eau	13 %	12 %
Glucides	73,1 %	75,5
Lipides	2,1	1,3
Protides	8,2	10
Matières minérales	3,6	1,2

La valeur énergétique du riz se situe autour de 350 - 360 cal./100 g.

Le riz cargo est riche en vitamines B et E, mais peu ou pas de vitamine A, C et D ; le riz blanc est encore plus pauvre et sa consommation exclusive entraîne le "béribéri".

Deuxième céréale du monde, le riz est consommé cuit à l'eau ou à la vapeur ; pour équilibrer la ration, il faut lui adjoindre des sauces ou des condiments, riches en vitamines.

Le riz a aussi un usage industriel :

.. Distillation : obtention d'alcool + drèches utilisées en alimentation animale.

. Brasserie

. Amidonnerie : 50 à 70 % d'amidon extrait des brisures.

. Cosmétique : Produits de beauté.

Le son et les issues constituent une bonne alimentation pour le bétail.

6. Si la culture procure un revenu au paysan, elle exige aussi des dépenses : Comment effectuer un bilan économique de la culture ?

Pour obtenir des résultats valables, il est nécessaire de connaître d'une manière aussi exacte que possible les temps de travaux réclamés par la culture ; pour cela, il est nécessaire de tenir à jour un tableau pouvant se présenter ainsi : (Exemple)

Période d'exécution	Nature des travaux	Main d'oeuvre (J. de travail)	Traction animale (n)	Traction mécanique (n)
Juin	Labour (15 cm)	3 hommes pendant 5 jours	2 boeufs (pendant 5 jours = 40 heures)	-

Les temps de travaux au Mali, d'après les essais de l'IRAT en culture irriguée pour 1 hectare, sont, en moyenne :

Labour = culture attelée (3 boeufs)	18 heures
(culture mécanique)	(3 heures)
Hersage : culture attelée	6 heures
Semis : à la volée	2 heures
mécanique (culture attelée)	1 heure
Epannage engrais	1 heure
Sarclage, désherbage manuel (daba)	100-120 heures
Récolte : à la faucille	90 heures
mise en gerbes	20 heures
	<hr/>
Total, culture attelée	236-256 heures
	30 à 32 jours
	de 8h de travail.

A celà, il faut ajouter les charges incombant :

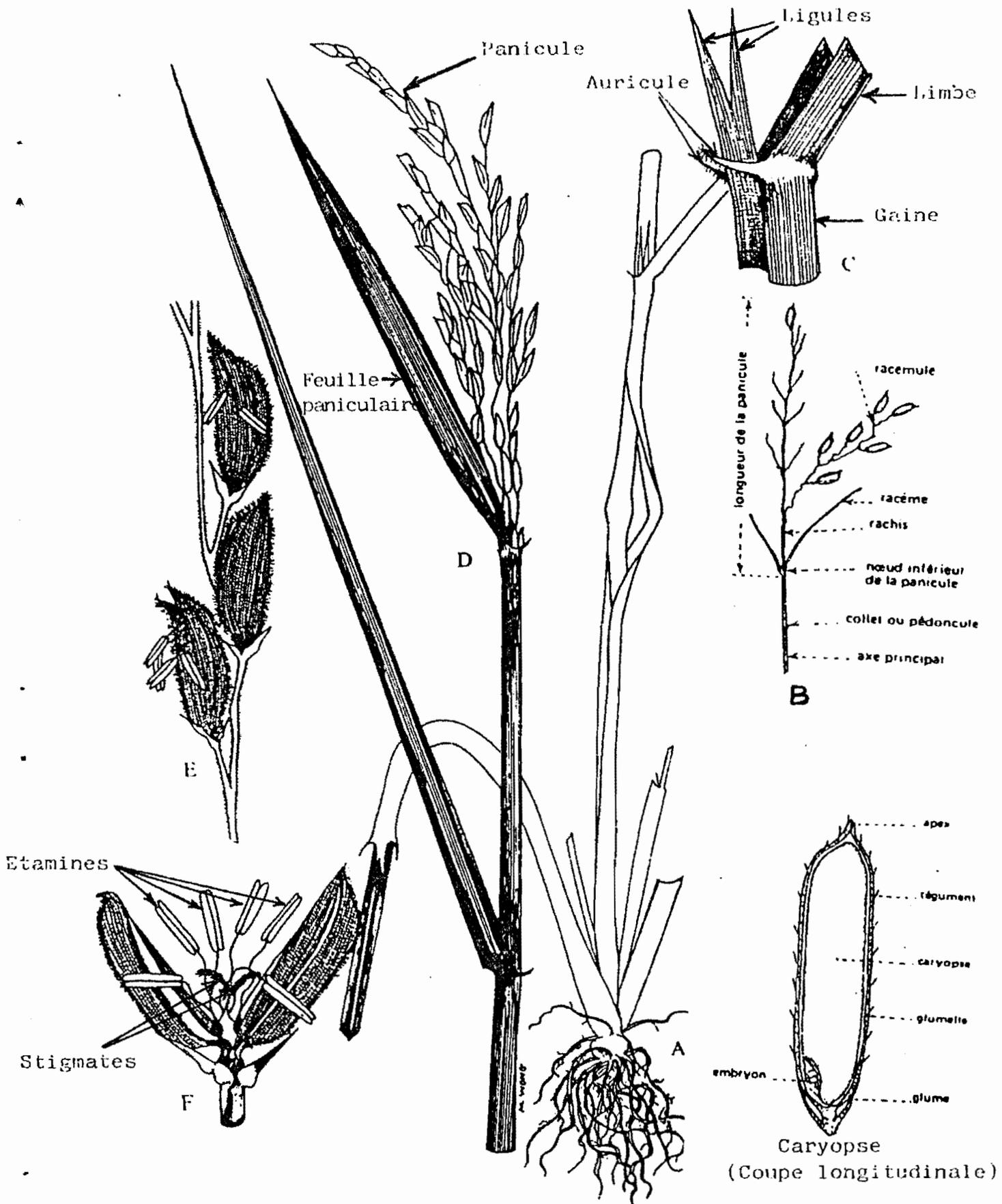
- à l'attelage : soins vétérinaires + Nourriture,
- à la mécanisation : lubrifiant - carburant - amortissement....

ACTIVITES PEDAGOGIQUES SUGGEREES

1. Etude de la mise en place d'une riziculture pluviale :
 - Fournir aux élèves-moniteurs les caractéristiques climatiques (température, pluie, ensoleillement), édaphiques (nature des sols) de plusieurs régions du Mali (Mali-Sud, Haute-Vallée, Ségou....) et de quelques variétés de riz : tardif, semi-tardif, précoce....
 - Demander d'effectuer le travail suivant :
 - * définir les zones favorables à la riziculture pluviale ;
 - * choisir la variété convenable
 - * schématiser le cycle cultural de la campagne.
2. Etablir une fiche technico-économique d'une campagne rizicole (charges - produits) :
 - pour un riz pluvial
 - pour un riz irriguéet comparer les budgets d'une culture attelée et d'une culture motorisée. Fournir aux élèves-moniteurs les éléments chiffrés (prix des intrants - coût de la main-d'oeuvre et du matériel, etc...).
3. Effectuer la visite d'une rizerie et demander un compte-rendu par groupe. Demander un exposé oral.

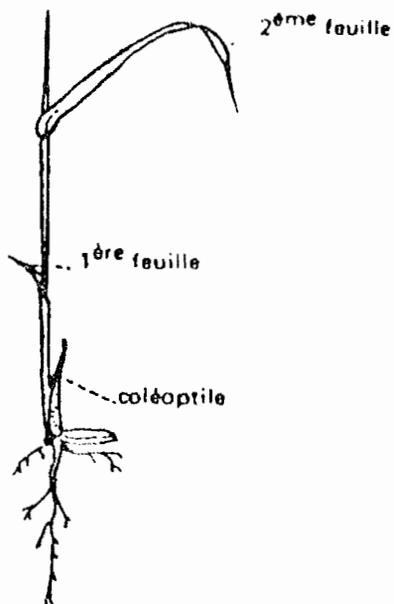
BIBLIOGRAPHIE

- Les Productions Végétales : Agriculture Spéciale.
IER/BIT. Bamako 1972.
- Le Mémento de l'Agronome
 - 1- Riz irrigué
 - 2- Riz pluvialJ.P. DOBELMANN. ACCT/PVT. 1976.
- Réponse du riz aux applications d'Engrais.
J.J. DOYLE. FAO/Rome 1966.
- Les Cultures Céréalières.
J. BOYELDIEU. Hachette 1980.
- Manuel d'Agriculture Tropicale.
M.GAUDY. La Maison Rustique.
- Production et Contrôle des semences de riz en zone tropicale.
R. VANDEVENNE. Mémoires et Travaux de l'IRAT n°4.
- Cultures Tropicales : I Plantes Vivrières.
R. CERIGHELLI. J.B. Baillièrre et Fils. 1955.
- Mémento n°1 : Techniques Culturelles.
CMDT. Bamako. 1979.
- Communication à la réunion technique FAO/Norvège sur la technologie de la sécurisation semencière.
Yaoundé. Cameroun. 27/4 au 7/12/84.

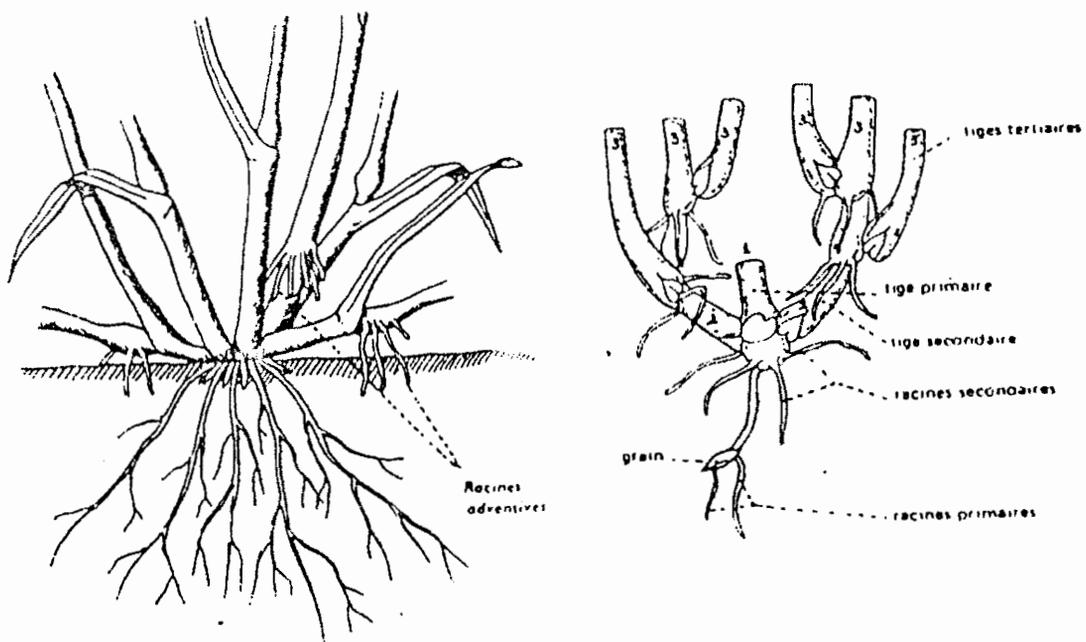


A : Base d'un plant
 C : Détails d'une feuille
 E : Portion d'inflorescence

B : Schéma d'une panicle
 D : Inflorescence terminale
 F Epillet



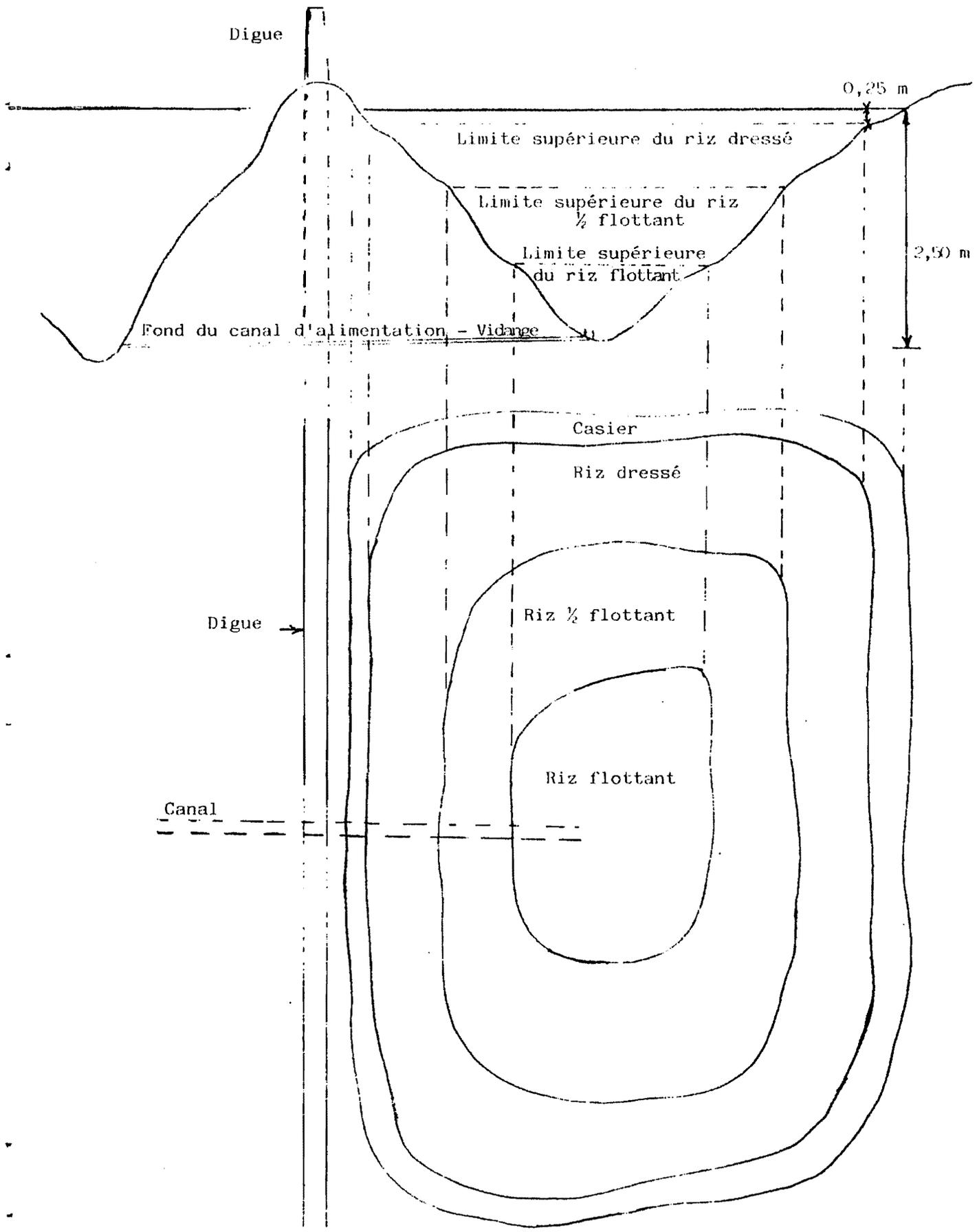
Jeune plant de riz



Tallage du riz

DESIGNATIONS	MOIS	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
	JOURS	30	27	30	30	15	30 5 10 15 20 25	30 5 10 15 20 25	30 5 10 15 20 25	30 5 10 15 20 25	30 5 10 15 20 25	30 15	30 15
OPERATIONS CULTURALES	<p style="text-align: right;">Labour fin de cycle</p> <p>Pre-irrigation</p> <p style="text-align: center;">Labour de reprise</p> <p style="text-align: center;">Semis</p> <p style="text-align: center;">Désherbage</p> <p style="text-align: center;">Irrigation</p> <p style="text-align: right;">Récolte et battage</p>												
FUMURE CONSEILLEE	<p style="text-align: center;">Fumier 10 à 20 T/ha</p> <p style="text-align: center;">Engrais minéraux 100 kg de P. d'NH₄ ou 300 kg/ha de phosphate de Tilimsi</p> <p style="text-align: center;">Urée 50 kg/ha</p>												
DENSITE RECOMMANDEE	<ul style="list-style-type: none"> . 80 à 150 kgs de semence/ha semis à la volée . 60 à 80 kgs " " " " en ligne . 30 à 40 kgs " " " " en poquet . 0,20 m à 0,40 m entre les lignes semis en ligne . 0,20 m x 0,20 ou 0,20 x 0,15 m pour les semis en poquet 												

CALENDRIER CULTURAL DU RIZ IRRIGUE



Riziculturee fluviale, en casier de crue contrôlée

UNITE 6

LE BLE

(Triticum sp.). L.

Objectifs

(Voir Introduction)

Questions d'étude

DISCUSSION

1. Le blé est une plante annuelle ; comment le reconnaît-on et quel est son cycle de développement ?

Céréale la plus importante du monde, le blé est surtout une céréale des pays tempérés ; c'est une plante de la famille des graminées, du genre *Triticum*, présentant les caractéristiques suivantes :

- **Le système racinaire** : Il est fasciculé ; à croissance rapide ; la majeure partie des racines se développe dans les couches superficielles du sol.

Les racines primaires issues de la semence, au nombre de 5, sont relayées ensuite par des racines secondaires qui prennent naissance au niveau du plateau de tallage se constituant près de la surface du sol.

L'importance du système racinaire est fonction de la variété, de la nature du sol, des travaux effectués.

- **Le système aérien** : Comporte

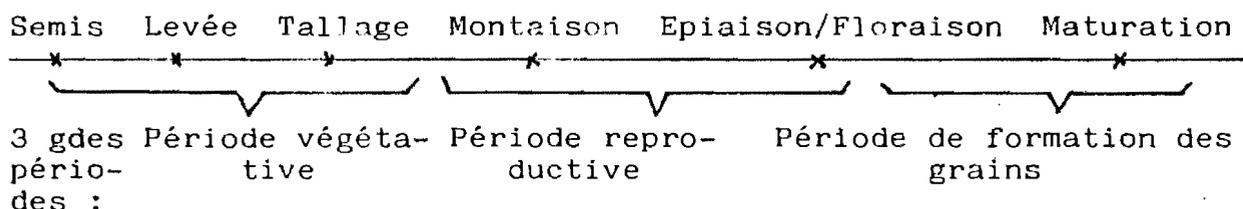
- . La tige : C'est un chaume, creux, comprenant des noeuds séparés par des entre-noeuds. Une touffe est constituée par : une tige principale et des talles, en nombre variable suivant les variétés, issues du plateau de tallage.

. Les feuilles : insérées sur la tige au niveau des noeuds, comportent une gaine entourant la tige et un limbe étalé (15 à 20 cm de longueur sur 1,5 à 2 cm de largeur) ; elles sont alternes et distiques (opposées, à angle plat).

. L'inflorescence : terminale, est un épi constitué par : un axe, ou rachis, aplati ; un épillet est inséré à chaque article du rachis, composé de plusieurs fleurs fertiles (3 à 5) ; à la base de chaque épillet se trouvent deux bractées, les glumes, et chaque fleur est protégée par deux glumelles ; ces pièces florales se séparent du grain lors du battage pour constituer la balle.

La graine est un caryopse, coloré de façon variable avec une touffe de poils à la partie supérieure.

- Le cycle de développement : est caractérisé par des phases, comme l'indique le schéma ci-après. (Voir fig.)



La durée des cycles est variable selon les variétés :

- On distingue deux grands groupes de blés :

* Les blés tendres (*Triticum aestivum*) : dont le grain moulu sert à la fabrication du pain.

Ils sont originaires de l'Asie.

* Les blés durs (*Triticum durum*) : qui servent à la fabrication des pâtes alimentaires.

Ils sont originaires de l'Afrique du Nord et des pays méditerranéens.

2. Cette culture n'est pas possible partout ; quelles sont ses exigences et quelles sont les régions les plus propices à sa culture au Mali ?

Plante typique des pays tempérés, le blé a des exigences particulières :

- **Climat** : Le blé demande pour se développer des températures pas trop élevées : un excès de chaleur provoque un raccourcissement du cycle végétatif, donc au détriment du rendement, et un échaudage des grains (grain vide).

Au Mali, la saison qui convient le mieux à cette culture est la saison fraîche.

- **Sol** : Le blé aime les sols profonds, possédant une bonne capacité de rétention.

Les sols alluvionnaires lui conviennent parfaitement, de même que les sols argilo-sablonneux.

Du fait de ses exigences et de son cycle de développement, la culture du blé au Mali est limitée aux régions agricoles du Nord du pays, région des lacs et de Diré, où l'irrigation est possible, ou en culture de décrue sur les rivages des lacs. Les conditions climatiques de la zone sahélienne, pendant la saison sèche et froide, sont favorables au blé.

3. La réussite de la culture est fonction des interventions effectuées au cours de son développement ; que doit-on faire ?

31. à la mise en place de la culture :

- en culture traditionnelle : dans la région des lacs (Faguibine) le choix du terrain doit être fait de telle sorte que le blé ne doit pas être inondé, mais que l'humidité du sol soit constamment suffisante.

Avant le maximum de la crue, le blé est semé en octobre-novembre, le plus haut possible à la limite du sol humide.

Le semis s'effectue soit en poquets, soit à la volée sur sol propre, mais non travaillé.

- en culture irriguée de plaine : (Diré - Kessou - Killi), la culture se fait en parcelles, protégées par diguettes, et irriguées à la calebasse (8000 m³ en moyenne, à raison de 25 à 100 m/m par irrigation, dont le nombre est de 15 à 28 par cycle cultural).
- dans le cadre de "l'action-blé" : région de Diré ; le terrain est labouré afin de le rendre meuble en profondeur et motteux en surface. Hersage léger pour casser les grosses mottes et niveler légèrement.

Le semis est superficiel : 1 à 3 cm de profondeur et s'effectue assez tôt (octobre-novembre) afin d'éviter les vents secs et chauds (harmattan) de la fin de la saison sèche.

Il s'effectue à la dose de 100 à 160 kg/ha à la volée, ou en lignes écartées de 20 cm.

La date de semis a une grande influence sur le rendement : les résultats des essais sont en faveur des semis effectués entre le 15 octobre et la fin de novembre ; plus le semis est tardif, plus la période de maturation est courte.

Les variétés préconisées au Mali :

- Les variétés préconisées au Mali sont présentées dans le tableau suivant :

Variété	Cycle (jours)	Rt (kg/ha)
Alkama	90 - 100	3000 à 4000
Florence-Aurore	"-	2000 - 2500
Super X	"-	3000 - 4000
Mexipak	100 - 115	2500 - 5400
Biskri-Bouteille	110	3000 - 4000
Hindi Tosson	120	3000 - 4000

Toutes les variétés citées sont des blés tendres, à l'exception du Biskri-Bouteille qui est un blé dur. Ce sont toutes des variétés introduites.

32. Au cours du développement végétatif

- en culture traditionnelle : l'entretien du champ se limite au désherbage manuel et à l'irrigation des petites parcelles.
- dans le cadre de "l'action-blé" : sarclage des mauvaises herbes ; de plus en plus on utilise le désherbage chimique.

La fumure : Le blé répond très bien à la fumure minérale, sous forme de fumure phospho-potassique épanchée avant le semis et une fumure azotée fractionnée : 160 kg de sulfate d'ammoniaque en couverture, partie au semis, partie au tallage.

L'irrigation : à la suite des essais effectués par l'IRAT dans la région de Diré (1976-78), les besoins en eau pour un blé de 100 jours se situeraient entre 5000 et 6000 m³/ha ; la fréquence des irrigations peut être de 15 jours jusqu'à la montaison, puis 10 jours jusqu'à la récolte.

La lutte : Parmi les ennemis du blé, il faut citer : les oiseaux mange-mil (quélea), les rongeurs et les charançons pour les grains en conservation.

Parmi les maladies : Les maladies cryptogamiques sont les plus courantes ; on rencontre : la rouille (*Puccinia graminis*) qui s'attaque aux feuilles - la carie (*Tilletia* sp.) et le charbon (*Ustilago nuda*) qui attaquent les inflorescences et les grains.

La culture du blé n'est pas suffisamment rentable pour justifier des traitements en plein champ ; il faut lutter préventivement par la désinfection des semences, en utilisant soit la chaleur (trempage dans l'eau chaude 45°C pendant quelques minutes) soit par les traitements chimiques à base d'organo-cuprique.

33. A la récolte : La maturité se marque par un jaunissement de la paille ; le grain a une consistance de cire et est rayable par l'ongle.

Le blé est coupé à la faucille et mis en bottes, puis battu par piétinage, aux fléaux ou à la batteuse mécanique.

Rendement : en culture traditionnelle 10 à 20 Q/ha.
en culture irriguée 20 à 40 Q/ha.

4. Pour avoir un produit commercialisable, il faut qu'il soit sain : Que faut-il faire après la récolte ?

Pour une bonne conservation, il faut que l'humidité du grain soit inférieur à 14 %. Sa conservation se fait en sacs traités, dans des locaux bien aérés et secs, ou en silos.

5. En tant que culture vivrière, quelles sont ses propriétés alimentaires et ses principales utilisations ?

La composition du grain de blé présente les caractéristiques suivantes (% M.S).

Cellulose	: 2-3,5 %
Sucres	: 5,6 à 8,5 %
Amidon	: 62 à 72 %
Protéines	: 10 à 16 %
Lipides	: 1,8 à 2,5 %
Matières minérales	: 1,8 à 2,2 %

Les protéines du blé ont la propriété de former du gluten quand elles sont humidifiées et mélangées activement avec de l'eau ; ce gluten permet à la pâte de lever et ainsi de fabriquer du pain. C'est la propriété du blé tendre qui a une valeur boulangère (w) élevée.

Les blés durs au contraire fournissent des semoules à gluten de qualité inférieure ; leur pâte, sans fermentation, sert à la fabrication des pâtes alimentaires.

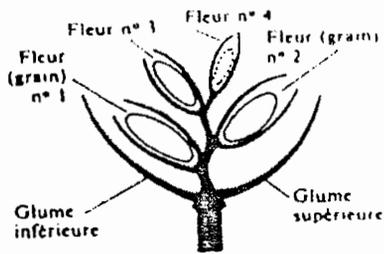
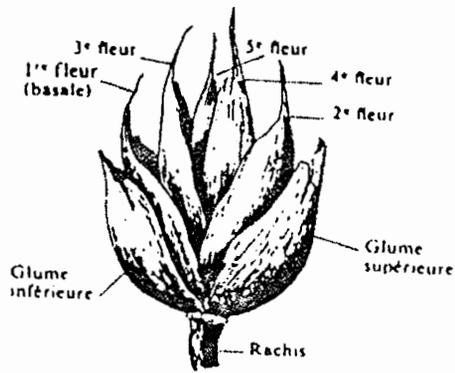
On utilise aussi le blé en biscuiterie.

ACTIVITES DIDACTIQUES SUGGEREES

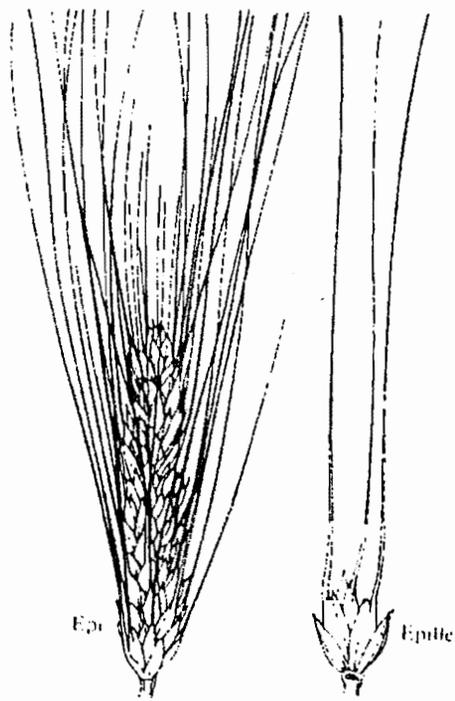
1. Visiter une boulangerie et décrire les différentes phases de la fabrication du pain.
2. Faire germer des grains de blé en pots et observer la croissance des plants, ou bien effectuer une planche d'essai sur la ferme-école en période favorable.

BIBLIOGRAPHIE

- Productions Végétales : Agriculture Spéciale.
BIT/IER. Bamako 1972.
- Les cultures Céréalières.
J. BOYELDIEU. Hachette.
- Le blé au Mali.
P. SAPIN. Agronomie Tropicale. XXXV. 2. 1980
- L'Action Blé au Mali.
Afrique Agriculture. Novembre 1979.
- Le Manuel d'Agriculture Tropicale.
M. GAUDY. La Maison Rustique.



- Epillet (schéma)



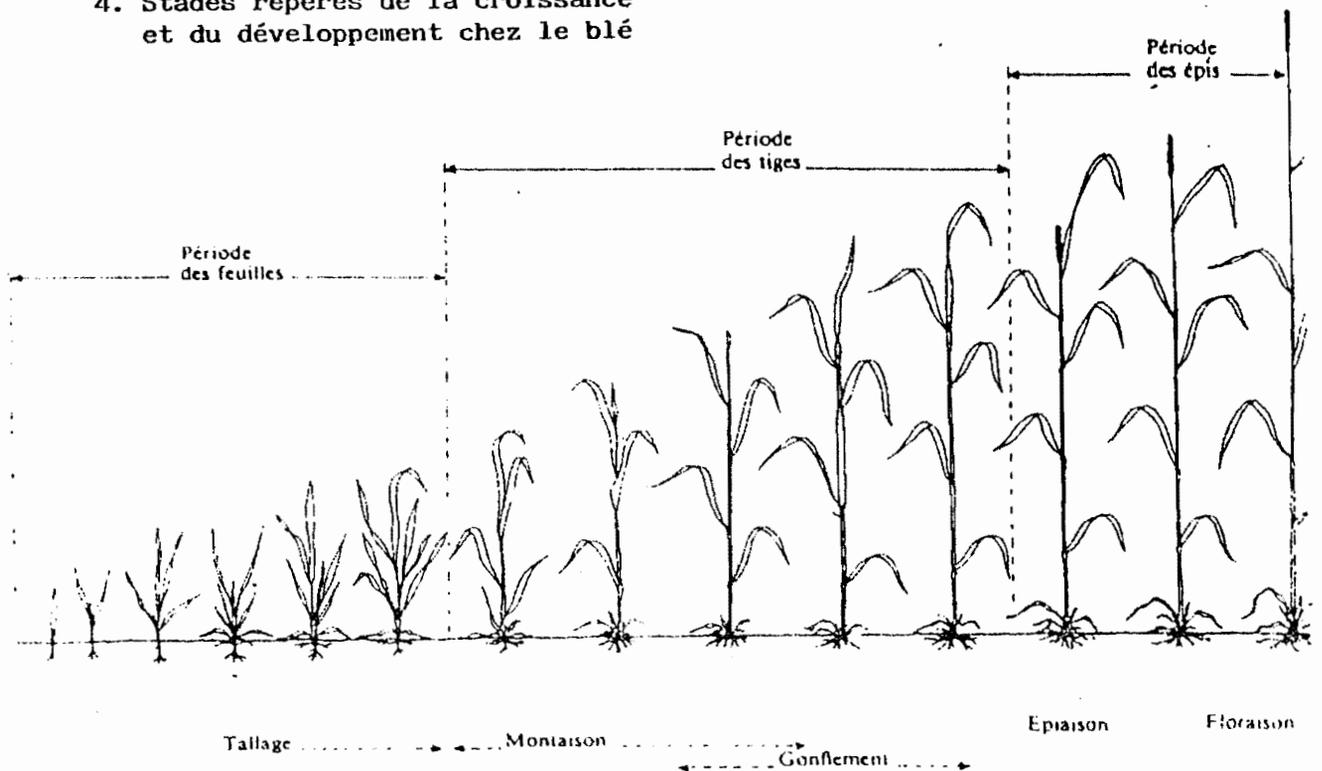
2. Blé dur

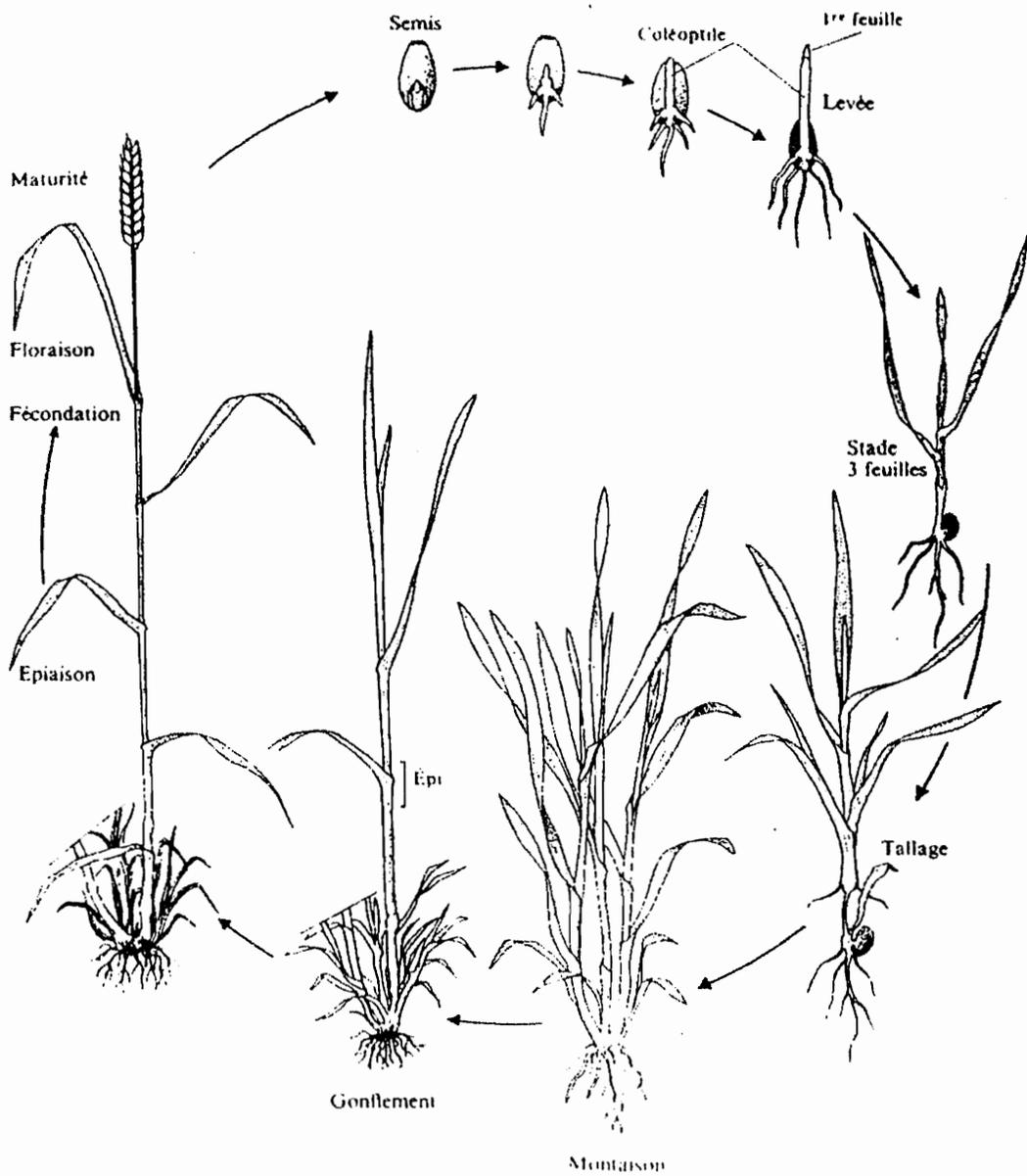


3. Blé tendre

1. Epillet de blé

4. Stades repères de la croissance et du développement chez le blé





Cycle de développement du Blé

(d'après "Les Cultures Céréalières")

UNITE 7

LE FONIO

(*Digitaria exilis*). Stapf.

Objectifs

(Voir Introduction)

Questions d'étude

DISCUSSION

1. Le fonio est une culture annuelle ; comment se présente-t-il et quel est son cycle de développement ? (Voir schéma)

Le fonio est une graminée de petite taille, du genre *Digitaria* ; il fait partie du groupe de céréales communément appelés "Millet" ; il est vraisemblablement d'origine africaine.

C'est une petite graminée atteignant environ 45 cm de hauteur.

Les inflorescences sont constituées de panicules digitées caractéristiques, très minces, de 5 à 12,5 cm de longueur.

Les grains, très petits, sont vêtus, c'est-à-dire inclus dans les glumes de la fleur. Le poids de 1000 grains = 0,5 gramme.

Le cycle de développement du fonio est d'environ 100 jours, avec des variétés tardives et des variétés hâtives.

2. Cette culture n'est pas possible partout : Quelles sont ses exigences et les régions les plus propices à sa culture ?

Les exigences écologiques du fonio sont comparables à celles du mil. C'est une plante très rustique, résistant à la sécheresse et supportant des fortes pluies s'il est cultivé sur sol perméable.

Il exige une forte intensité lumineuse.

Il peut réussir, même en sol pauvre : ainsi les sols peu profonds situés au dessus de la carapace ferrugineuse.

Au Mali, la culture du fonio est surtout développée dans le Sud autour de Sikasso et dans la région de Ségou, ainsi qu'en lère région autour de Kayes.

3. Comment est effectuée la culture du fonio ?

Les techniques culturales utilisées pour le mil sont adaptables au fonio.

Le semis se fait à la volée, à forte densité (35 kg de graines/ha), vu le développement peu important par pied de la culture.

Etant donné les petites dimensions des semences, le semis doit s'effectuer sur un sol bien préparé.

Il est aussi effectué un désherbage manuel ; l'entretien de la culture est important.

La récolte doit se faire en temps voulu et avec soin, car le fonio égrène beaucoup et ses grains sont très petits. Les plants sont coupés puis mis en bottes ; le dépiquage se fait généralement par piétinage ; le décortiquage du grain se fait au mortier.

Le rendement est très variable : entre 800 et 2000 kg/ha.

4. Quelles sont les utilisations du fonio ?

Le fonio joue, dans l'alimentation humaine, le même rôle que le mil :

- Le grain est pilé pour la préparation des bouillies ou la fabrication d'un couscous très estimé.
- Il est aussi utilisé pour la fabrication d'une bière artisanale, après germination, puis fermentation.
- Il peut, aussi, être utilisé dans l'alimentation des oiseaux.

Composition chimique :

Eau	12 %
Lipides	1,8
Protides	7,6
Cellulose	0,5
Glucides	76,2
Cendres	1

Le fonio apporte 320-350 calories/100 g de grains.

BIBLIOGRAPHIE

- Mémento de l'Agronome.
Ministère de la Coopération.
- Productions Végétales : Agriculture Spéciale.
BIT/IER. Bamako. 1972.
- Manuel d'Agriculture Tropicale.
M. GAUDY. Maisons Rustiques.
- Cultures Tropicales : I. Les Plantes Vivrières.
R. CERIGHELLI. JP Baillièrè et Fils.



— *Digitaria exilis*. (Fonio)
Panicule digitée, grandeur naturelle.

UNITE 8

LE NIEBE

(*Vigna unguiculata*). (L.) Walp.

Objectif

(Voir Introduction)

Questions d'études

DISCUSSION

1. Comment se présente un plant de niébé et quel est son cycle de développement ?

Plante herbacée, annuelle, le niébé est une légumineuse papilionacée du genre *Vigna*, originaire semble-t-il d'Asie ; il présente une grande variété de formes et de physiologie ; ses principales caractéristiques morphologiques sont les suivantes : (Voir fig.)

- C'est une plante à tige droite de 30 à 40 cm de hauteur, ou à tige rampante pour certaines variétés ; la sous-espèce "*sesquipedalis*" a même une tige volubile pouvant atteindre 2 à 3 m de longueur.

Les feuilles, composées, sont à trois folioles triangulaires.

Les fleurs sont irrégulières, à corolle papilionacée, c'est une plante autogame ; les fruits indéhiscents sont des gousses droites, ou légèrement courbées, cylindriques, étranglées entre les graines ; ces dernières sont ovoïdes, 6 à 7 m/m de longueur, de couleur variée avec une tache noire autour du hile ; la sous-espèce "*sesquipedalis*" a des gousses dont la longueur varie de 30 à 100 cm.

- Le système racinaire est profond et très vigoureux.

La durée du cycle de développement est très variable : de 75 jours pour les variétés les plus précoces, elle peut atteindre 140 à 150 jours pour les plus tardives.

2. Quelles sont les exigences de la culture et quelle est son aire de dispersion ?

Le niébé est une culture des zones sèches (soudano-sahélienne) ; ses exigences écologiques sont peu contraignantes :

* **Climat** : C'est une culture se développant bien dans les régions comprises entre les isohètes 500 et 800 m/m ; elle demande une température moyenne de 25°-28°C au cours du cycle végétatif, qui peut être allongé si les températures sont plus basses.

Certaines variétés, hâtives, sont peu sensibles au photopériodisme ; d'autres, tardives, sont des variétés photosensibles qui ne fleurissent qu'en jours dont la durée est de 11h30.

Le niébé résiste bien à la sécheresse.

* **Sol** : C'est une culture peu exigeante quant au sol ; toutefois, elle préfère les sols légers et bien drainés ; elle améliore le sol en azote grâce à la présence des nodosités.

Au Mali, le niébé est cultivé presque dans toutes les régions où la pluviométrie est supérieure à 400 m/m ; on rencontre les variétés suivantes :

Variétés	Cycle (jours)	Pluviométrie (m/m)	Rt (kg/ha)
15-316 (grain)	60-70	400-800	3000
TN 88-63 (grain)	100	-"-	3500
98-63 (fourrage)	120	800-1200	3400
Nïban (grain)	70 ou 150	-"-	100-2000

Nïban et 15-316 sont des variétés locales
 TN 88-63 et 98-63 sont des variétés introduites du Niger.

3. La réussite de la culture dépend des interventions effectuées au cours de son développement. Que doit-on faire ?

* A la mise en place de la culture

- en culture traditionnelle : Dans ce cas, le niébé est généralement cultivé en association avec le sorgho et les pénicillaires ; dans ces conditions, il est semé tardivement (un mois avant la récolte de la culture principale) en fonction des perspectives de la culture principale. C'est le cas pour le niébé fourrager.
- en culture intensive : C'est alors une culture pure, en lignes à écartement de 90 cm entre les lignes et de 10 cm sur la ligne, ce qui représente 35 à 45 kg de semences/ha, pour les variétés dressées.

Pour les variétés rampantes on utilise des écartements de 0,80 x 0,50 m (25.000 poquets/ha).

- Les semences sont traitées au Thioral vert à raison de 30 g M.A/10 kg de semences.

En culture intensive pure, le semis se situe en juin-juillet ; il faut utiliser de préférence des variétés à port érigé et à floraison groupée.

Les meilleurs précédents culturaux pour le niébé sont :

Sorgho - Mil

Maïs

Coton

Arachide

*** Au cours du développement végétatif**

- Entretien : procéder à un sarclage en début de végétation 10 jours après la levée, car le niébé occupe très rapidement le terrain grâce à sa végétation ; c'est une plante étouffante qui maintient le sol propre et protégé.
- Fumure : En culture intensive, le niébé répond bien aux fumures organique et minérale.

Une récolte de 100 kg/ha exporte : N = 5 kg ; P_2O_5 = 1,7 kg ; K_2O = 4,8 kg ; S = 0,4 kg ; CaO = 1,6 kg et MgO = 1,5 kg.

Lorsque les traitements phytosanitaires sont effectués, il est recommandé d'apporter la fumure suivante : 60 kg de phosphate d'ammoniaque + 100 kg de sulfate de potasse à l'hectare.

- Lutte : Le parasitisme est très important sur cette culture, ce qui explique les faibles rendements en culture traditionnelle.

Parmi les principaux parasites, il faut mentionner :
des nématodes : lutter en utilisant des variétés résistantes.

des insectes : punaises, cicadelles, thrips, lépidoptères.... qui attaquent la culture au moment de la floraison ; en culture intensive, pratiquer trois traitements dès la floraison, à intervalle de 8-10 jours, avec de l'Endosulfan (1 kg M.A/ha), ou du Thymul 35 (2,5 l de produits à l'hectare).

Il faut arrêter les traitements 15 jours avant la récolte.

* **A la récolte** : La maturation des gousses étant irrégulière, la récolte est échelonnée ; la récolte est séchée, puis battue ; le niébé se récolte à maturité complète.

Traiter immédiatement la récolte au Malathion (200 g de produit par 100 kg de gousses).

En culture pure, le rendement varie entre 1000 et 1500 kg/ha, alors qu'en culture traditionnelle il n'excède pas 200 à 300 kg/ha.

Dans le cas du niébé fourrager, après récolte des gousses, et avant que les fanes ne soient trop sèches et cassantes, celles-ci sont coupées au ras du sol, puis mises en bottes et stockées en grosses meules aux abords des étables. Dans de bonnes conditions climatiques, la quantité de matière sèche à l'hectare peut atteindre 8 à 10 tonnes.

4. Pour avoir un produit sain, que faut-il faire ?

Le niébé, comme la plupart des légumineuses, est un produit très attaqué en cours de stockage (bruches, charançons....) ; le stockage doit donc se réaliser dans de bonnes conditions :

- pour l'alimentation, stocker en silo étanche ou sous bâche, en traitant par fumigation ;
- pour les semences, effectuer un poudrage au DDT ou au Lindane.

5. En tant que culture vivrière, quelles sont ses principales utilisations et ses propriétés alimentaires ?

Du point de vue valeur nutritive, le niébé a la composition suivante :

Eau : 11 % ; Protéïnes 23,4 % ; Lipides : 1,8 % ; Glucides : 60,3 % (Cellulose : 4,3 %).

C'est un bon aliment énergétique : 342 cal./100 g, riche en protéïnes.

La graine est utilisée soit pour la confection des sauces, soit en "plat de résistance".

Ecrasé en farine, le niébé peut aussi servir à la confection de beignets et de galettes.

6. Comment effectuer un bilan économique de la culture ?

- * En culture pure, le bilan s'effectue en tenant compte des Produits (P) = Rt x Prix de vente, des Charges (C) afin de déterminer la Marge (M) = P - C.
- * En culture associée : Il est assez difficile de répartir les charges entre les différentes cultures associées ; généralement on impute les "intrants", excepté les semences, à la culture principale en général une céréale ; seules les journées de travail sont comptabilisées, proportionnellement, à la culture secondaire.

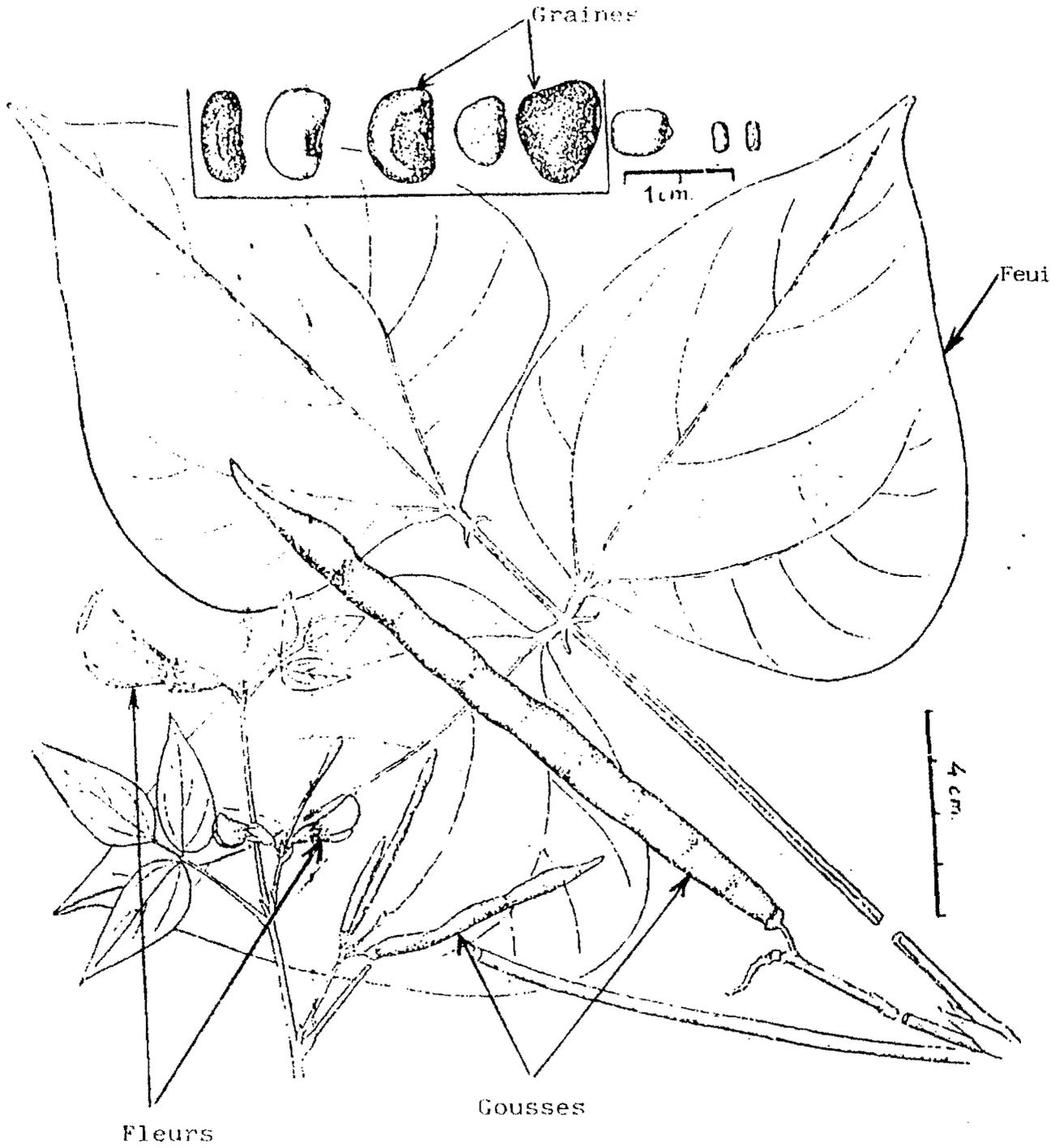
ACTIVITES PEDAGOGIQUES SUGGEREES

1. Si la ferme-école ne pratique pas cette culture, faire pousser des graines de niébé en pots pour :
 - sa description morphologique
 - son cycle de développement.

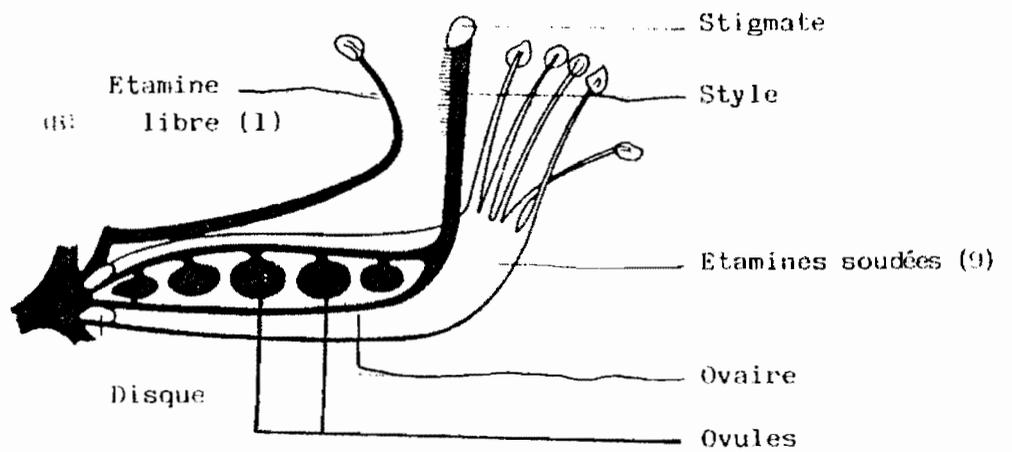
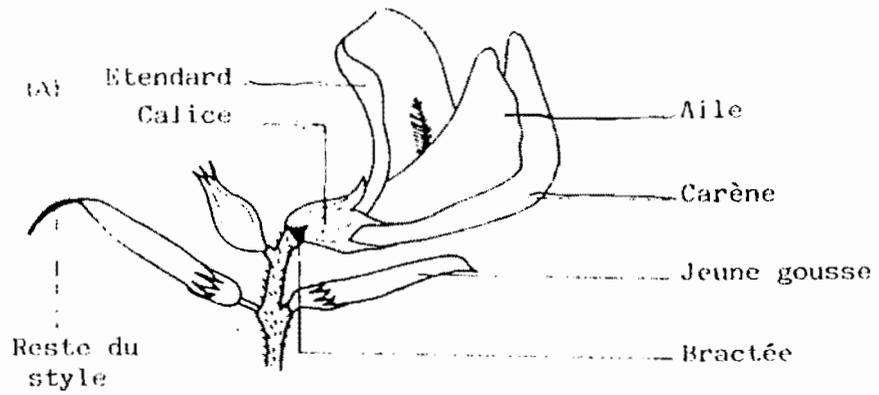
 2. Faire observer les nodosités présentes sur le système racinaire et montrer leur importance dans :
 - absorption de N atmosphérique, et ses conséquences,
 - enrichissement du sol en N.
- Faire retrouver ces propriétés par les élèves-moniteurs ; en déduire l'intérêt agronomique des légumineuses.

BIBLIOGRAPHIE

- Les Productions Végétales : Agriculture Spéciale
BIT/IER. Bamako 1972.
- Manuel d'Agriculture Tropicale.
M. GAUDY. La Maison Rustique.
- Le Monde Végétal en Afrique Intertropicale.
J. MARCHEMARCHAD. Ed. de l'Ecole.
- Le Mémento de l'Agronome.
Ministère Français de la Coopération.
- Les grains de légumineuses dans l'alimentation humaine.
FAO - Rome 1964.
- Cultures Tropicales : I. Cultures Vivrières.
J.P Baillièrè et Fils.



- Niede : *Vigna unguiculata* (L) walp -



Fleur de Niébé

A : Fleur et jeune gousse

B : Diagramme d'une fleur

en coupe longitudinale : les organes fertiles

UNITE 9

LE VOANDZOU (Pois Bambara)

(*Voandzeia subterranea*). (L.) Thouars.

Objectif

(Voir Introduction)

Questions d'études

DISCUSSION

1. Comment se présente un plant de voandzou et quel est son cycle de développement ?

Plante herbacée, annuelle, d'origine vraisemblablement africaine, le voandzou est une légumineuse papilionacée présentant les caractéristiques morphologiques suivantes : (Voir fig.)

- * Appareil aérien : C'est une plante de 25 à 35 cm de hauteur, à tige rampante, à feuillage longuement pétiolé et trilobé.

Les fleurs, de couleur jaune-clair, pénètrent dans le sol après fécondation, comme l'arachide, mais par allongement des pédoncules floraux.

Les fruits sont des gousses, ovoïdes ou globuleuses, contenant une à deux graines ; ils se forment à faible profondeur et à proximité des tiges, ce qui facilite la récolte.

- * Appareil racinaire : Fasciculé, peu profond, avec nodosités.

La durée de végétation est de 3 à 5 mois.

2. Quelles sont les exigences de la culture et quelle est son aire de dispersion ?

Le pois bambara est une culture peu exigeante quant aux conditions écologiques.

C'est une culture rustique aimant la chaleur et adaptée au climat torride.

C'est une culture très rustique, venant bien sur les sols siliceux, légers, bien pourvus en humus et chaux.

3. Comment est effectuée la culture du voandzou ?

La culture du voandzou se conduit en gros comme pour celle de l'arachide.

Le semis s'effectue généralement en début des pluies, en lignes distantes de 70 cm et sur la ligne en poquets distants de 30 cm.

Les rendements sont de l'ordre de 500 à 1000 kg/ha, avec un rapport graines/coques : 60 - 80 %.

Le buttage des pieds est conseillé pour favoriser le rendement.

4. En tant que culture vivrière, quelles sont ses propriétés alimentaires et ses principales utilisations ?

La valeur nutritive du voandzou se traduit ainsi :

Valeur calorifique	:	365 cal./100 g
Eau	:	11 %
Protéines	:	17,7 %
Lipides	:	6,3 %
Glucides	:	61,7 %
(dont cellulose)	:	(4,9 %)

Comme pour la plupart des légumineuses, les graines de voandzou se mangent fraîches avec les cosses, après avoir été bouillies.

Les graines sèches se consomment grillées.

On ne les mange jamais sans cuisson.

BIBLIOGRAPHIE

- Les Productions Végétales : Agriculture Spéciale
BIT/IER. Bamako 1972.
- Manuel d'Agriculture Tropicale.
M. GAUDY. La Maison Rustique.
- Mémento de l'Agronome
Ministère Français de la Coopération.
- Les graines de légumineuses dans l'alimentation humaine
FAO. Rome 1964.

Fruit (gousse)

Graine

Feuillage



Système racinaire

Gousses

- Un pied de Voandzou -

Sépales (calice)

Etendard

Aile

Carène

Corolle

Ovaire

Etamines

Une fleur de Voandzou
(Coupe longitudinale)

UNITE 10

LE MANIOC

(*Manihot utilissima*). Pohl.

Objectif

(Voir Introduction)

Questions d'étude

DISCUSSION

1. Comment reconnaît-on le manioc et quel est son cycle de développement ?

Originnaire de la partie tropicale du Brésil (Amérique du Sud), c'est une plante semi-arbustive de la famille des euphorbiacées, caractérisée par la présence de latex dans tous ses organes, le manioc se présente ainsi :
(Voir schéma)

- La tige peut atteindre 2 à 4 m de hauteur et se ramifie de manière trichotomique (par 3).
- Les feuilles ne poussent que vers l'extrémité des branches : grandes, multilobées (5 à 7 lobes), sont supportées par un long et mince pétiole ; sont alternes ; d'abord pourpres, elles deviennent ensuite vert clair à vert foncé.
- Les inflorescences sont des panicules terminales, à fleurs unisexuées, apétales, de couleur variable ; les fleurs avortent souvent, d'où difficulté d'avoir des fruits qui sont des capsules déhiscentes, de forme triangulaire contenant trois graines.

- Les racines - ou tubercules - rayonnent à partir de la tige principale, à fleur de sol ; ce sont des racines tubérisées dont le nombre et les dimensions varient considérablement avec les variétés : longueur (20 à 100 cm), diamètre (5 à 15 cm), poids de 1 à 10 kg.... Ces racines tubérisées sont des organes de réserves contenant principalement de l'amidon ; le rôle normal de l'appareil racinaire est assuré par des racines secondaires qui peuvent s'enfoncer au delà de 1 m dans le sol, alors que les racines tubérisées sont traçantes.

Les tubercules sont entourés par une écorce rougeâtre ou brunâtre renfermant de l'acide cynahydrique, très toxique, mais en proportion variable selon les variétés : on en distingue deux principalement, les maniocs doux, pauvres en acide cynahydrique, et les maniocs amers plus ou moins riches en cet acide.

Le développement du manioc peut se résumer de la manière suivante :

- une phase d'installation d'une durée de 2,5 mois allant de la mise en place des boutures jusqu'au développement racinaire,
- une phase végétative d'environ 3 mois correspondant au développement des tiges et des feuilles,
- une phase de tubérisation de 6 mois et plus correspondant à la mise en réserve dans les tubercules.

2. Cette culture n'est pas possible partout ; quelles sont ses exigences et les régions les plus propices à sa culture ?

Plante relativement rustique, le manioc présente les exigences suivantes :

- **Climat** : Le manioc réclame généralement un climat chaud et humide : la croissance étant fortement remise en cause lorsque la température ambiante descend au-dessous de 10°C, le manioc s'adapte mal à l'altitude.

Il a besoin d'une pluviométrie supérieure à 500 m/m, mais supporte des sécheresses assez prolongées ; il s'accommode aussi mal d'une humidité trop forte du sol et particulièrement de l'eau stagnante.

C'est une plante de pleine lumière, donc éviter l'ombrage des arbres ; c'est une plante de jours courts : 12 heures.

Le bois du manioc est très cassant, il faut donc éviter les zones trop exposées au vent.

- **Sol** : Très peu exigeant, le manioc demande des sols friables pour ne pas entraver le développement des tubercules et leur récolte. Les sols qui lui conviennent le mieux sont les sols profonds, légers, riches en matières organiques et minérales ; les sols limono-sableux ou sablo-argileux lui conviennent parfaitement.

Du fait de ces exigences, le manioc est cultivé surtout dans les régions-Sud du Mali.

3. La réussite de la culture dépend des interventions effectuées au cours de son développement ; que doit-on faire ?

31. à la mise en place de la culture : Le choix du terrain doit répondre aux exigences de la culture : terrain léger, bien dégagé.

L'ameublissement du sol peut être réalisé par un labour de 20 à 30 cm de profondeur : l'idéal est un labour croisé, à plat.

Le terrain peut aussi être préparé en billons, séparés par des sillons profonds pour permettre un bon écoulement des eaux.

La plantation est effectuée par bouturage :

- * Prélèvement des boutures : il doit être effectué sur les tiges des plants âgés d'au moins 10 mois et ayant 25 à 30 mm de diamètre ; ne prendre que la partie inférieure de la tige : entre 0,20 m et 1,20 m au dessus du sol.

Les boutures auront une dimension de 25 cm, taillée en pointe à la partie inférieure, avec 5 à 6 yeux. (Voir fig.)

Si les boutures ne sont pas utilisées de suite, elles doivent être conservées dans un lieu sec ; possibilité de conservation : 2 à 3 mois.

- * Plantation des boutures : elle peut s'effectuer de trois manières : (Voir fig.)

- verticalement, dans les régions à forte pluviométrie,
- inclinées à 45°, dans les régions à précipitations moyennes,
- horizontalement, sous climat sec, à 5-10 cm au-dessous du niveau du sol.

- * L'écartement moyen est de : 1m x 1m.

- * Epoque de plantation : On plante généralement le manioc en début de la saison des pluies ; mais cela dépend aussi de la disponibilité en boutures.

- * Il existe deux variétés de manioc, le manioc amer (*Manihot palmata*) et le manioc doux (*Manihot aipi*) ; chez le premier la teneur en acide cyanhydrique, toxique et supérieure à 50 mg par kg de matière fraîche et se retrouve dans toutes les parties du tubercule ; chez le second, cet acide est concentré dans l'écorce du tubercule et est inférieure à 50 mg/kg de matière fraîche, cet acide est éliminé par la cuisson ou par la fermentation.

32. Au cours du développement végétatif

- * **Entretien** : se limite au sarclage ; le premier : 3 à 4 semaines après la plantation quand la plante a 20 à 30 cm de hauteur.

Un deuxième sarclage est effectué 1 ou 2 mois après, et ainsi de suite jusqu'à ce que la culture couvre entièrement le sol ; en général trois sarclages suffisent.

Selon le mode de plantation, un buttage peut être réalisé 2 ou 3 mois après la mise en place.

- * **Fertilisation** : Le manioc, espèce à croissance rapide et génératrice d'hydrates de carbone, épuise rapidement le sol ; aussi une fertilisation est nécessaire, surtout si la culture se répète plusieurs fois sur la même sole.

Le manioc aime la fumure organique :

- 30 T/ha de fumier de ferme
- ou - culture d'un engrais vert avec enfouissement.

En ce qui concerne la fumure minérale : les sels de potasse favorisent la tubérisation et augmentent la teneur en amidon ; l'azote et le phosphore favorisent la végétation.

Pour un rendement de 30 T/ha, il est préconisé :

- 120 kg de potasse
- 60 kg d'azote
- 60 kg d'acide phosphorique.

La fumure est incorporée au sol, au moment du labour.

Il est également préconisé un amendement calcaire, 3 T/ha de chaux tous les 6 ans.

* **Lutte** : Parmi les parasites et les maladies du manioc, il faut citer

- Les viroses : La mosaïque (sur feuilles), la bigarrure brune (sur feuilles âgées et tiges), transmises par des pucerons. La lutte se fait par l'adoption de variétés tolérantes.
- Les bactérioses : *Bacterium cassava* en Afrique. Rechercher des variétés tolérantes.
- Les mycoses : Diverses maladies sur les racines (Pourridié), tiges et feuilles. Utiliser la rotation pour éliminer les agents de la maladie.
- Parmi les insectes : Criquets, fourmis, cochenilles, pucerons... utilisation de la lutte biologique.
- Des rongeurs divers s'attaquent aussi aux racines. Utiliser des appâts empoisonnés.

33. A la récolte : Le temps nécessaire pour que la plante parvienne à maturité se situe entre 12 et 20 mois, la teneur en amidon des tubercules passant par un maximum entre 15 et 18 mois.

La récolte peut s'effectuer à n'importe quelle période de l'année, dès l'instant où les tubercules ont atteint leur maturité ; des précautions sont cependant à prendre, car tout tubercule blessé s'oxyde très rapidement, devenant impropre à la consommation ou ne produisant que des farines de qualité inférieure.

La récolte peut s'effectuer :

- par arrachage manuel :
 - 2 heures avant la récolte, les tiges sont coupées à 50 cm au dessus du sol et mises en réserve pour bouturage ;
 - l'arrachage des tubercules s'effectue ensuite avec précaution ;

- l'égrappage des tubercules consiste ensuite à les séparer de la souche.
- par arrachage mécanique : dans les plantations industrielles ; les résultats obtenus sont plus ou moins satisfaisants.

Les rendements dépendent des variétés, de la nature du sol, du climat et des moyens mis en oeuvre ; cependant on peut admettre les chiffres suivants :

- en culture traditionnelle : 5 à 20 T de racines/ha ;
- en culture semi-industrielle, avec fertilisation : 15 à 30 T/ha ;
- en culture industrielle : 20 à 40 T/ha, jusqu'à 60 T en terres fertiles.

4. Pour avoir un produit commercialisable, que faut-il faire subir au produit récolté ?

Produit fragile, le manioc est récolté au fur et à mesure des besoins ; sa conservation à l'état frais est de courte durée.

Industriellement, ou artisanalement, le manioc est transformé en produits destinés à l'alimentation humaine ou des animaux.

Généralement, le manioc est transformé en farine ou en "semoule".

La farine, obtenue industriellement, est fabriquée en passant par les étapes suivantes :

Triage - lavage - épluchage - découpage en cubes - broyage - essorage donnant une pâte à 50 % d'humidité. Séchage - broyage pulvérulent pour l'obtention d'un produit à granulométrie fine - tamisage et conditionnement en sacs de 25 à 50 kg et stockage.

L'obtention de "semoule" s'effectue de manière artisanale avec les opérations suivantes :

Décorticage à la main - lavage - rapâge - fermentation et pressage (3 à 6 jours) - tamisage grossier - cuisson à feu doux - tamisage-granulage = gari en Afrique de l'Ouest.

Le rendement est de l'ordre de 20 % par rapport à la racine fraîche.

5. En tant que culture vivrière, quelles sont ses propriétés alimentaires et ses principales utilisations ?

La valeur alimentaire du manioc peut se résumer dans le tableau suivant :

	Racine fraîche	Farine
Eau	61 %	13,7 %
Matières amylacées	33,6 %	78,9 %
Matières azotées	1,2 %	2,7 %
Matières grasses	0,4 %	0,5 %
Matières minérales	1,2 %	1,5 %
Cellulose	2,6	2,7 %

Le manioc est un aliment de haute valeur énergétique 127 cal./100 g pour les tubercules et 307 cal./100 g pour la farine, mais déséquilibré et contient peu de vitamines ; il ne doit donc pas être utilisé seul, mais accompagné de sauces ou produits apportant lipides, protides et matières minérales.

Il peut se consommer cru ou cuit ; il peut se conserver sous forme de farine, semoule ou cossettes séchées.

La farine sert à fabriquer des bouillies.

Les jeunes feuilles sont consommées bouillies, comme un épinard.

- Industriellement, le manioc fournit l'amidon pur, la dextrine et le glucose ; par fermentation, il fournit de l'alcool.

- Le manioc est aussi un excellent aliment du bétail.

6. Comment effectuer un bilan économique de la culture ?

Comme pour toute autre culture, il faut établir un budget partiel de la culture en tenant compte des produits (P) ($Rt \times$ Prix de vente) et des charges (C) qui comprennent :

- Les intrants (semences - engrais - pesticides).

- La main d'oeuvre : Il faut compter en moyenne

Préparation du sol	50 jr/ha
Préparation des boutures	5
Plantation	8-15
Entretien - buttage	15-20
Récolte	20-30
Total	<hr/> 98-120 jr/ha

- L'amortissement du matériel...

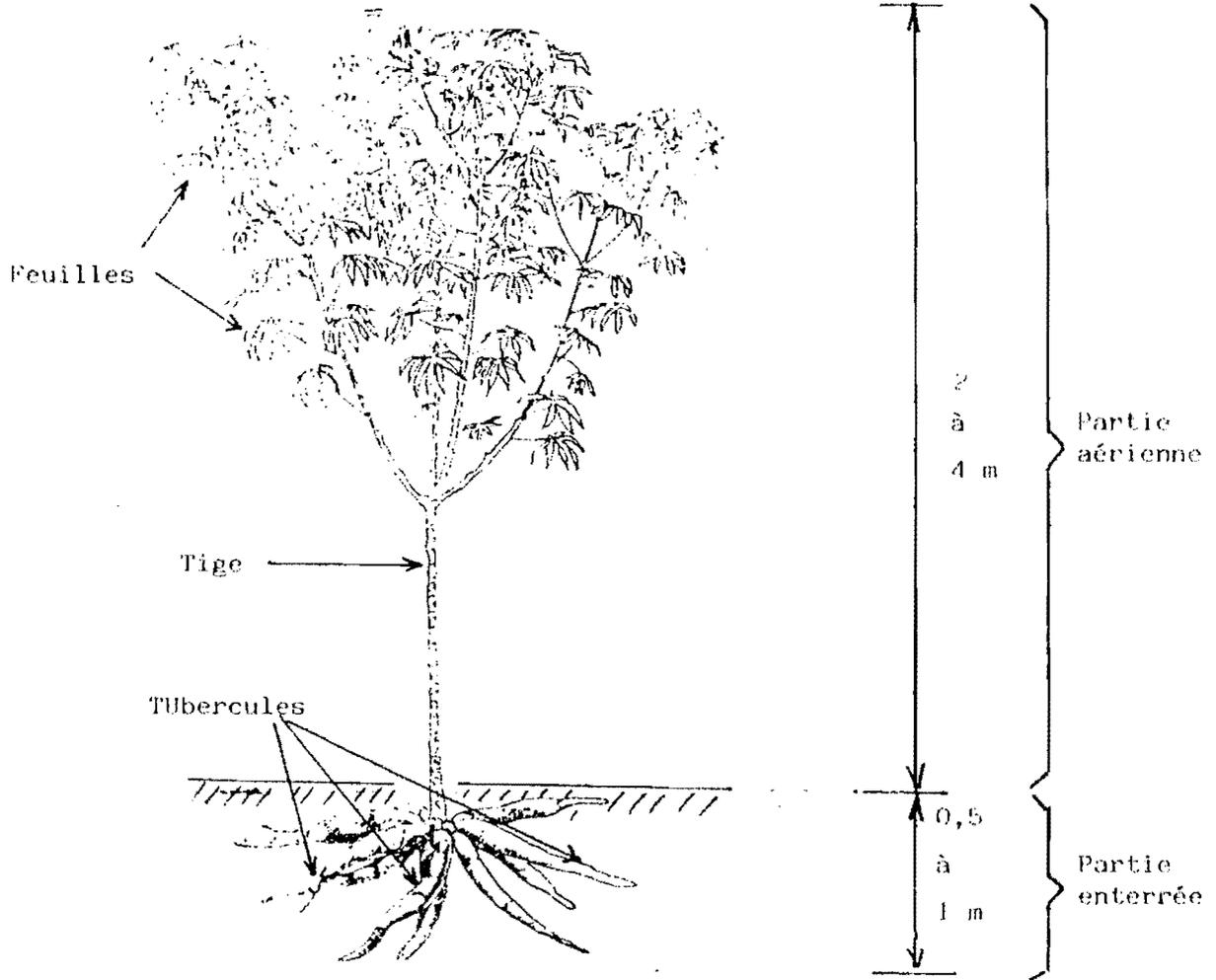
la marge de la culture correspondra à : $M = P - C$.

ACTIVITES PEDAGOGIQUES SUGGEREES

1. A partir de données chiffrées, faire établir le budget partiel d'une culture de manioc.
2. Faire retrouver par les élèves-moniteurs les spécialités culinaires préparées à partir du manioc.
3. Effectuer des prélèvements de boutures et planter selon les trois modes préconisés : suivre l'évolution de la culture.

BIBLIOGRAPHIE

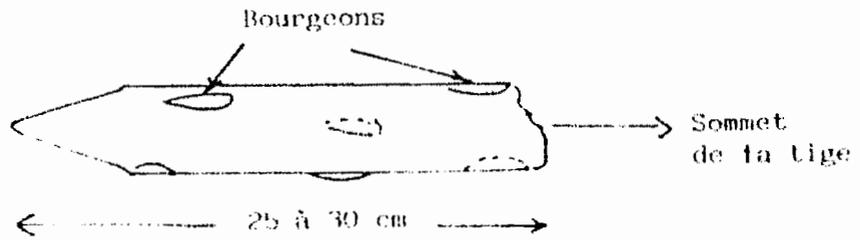
- Mémento de l'Agronome
Ministère Frs. de la Coopération.
- Manuel d'Agronomie Tropicale.
M. GAUDY. Maison Rustique.
- Productions Végétales : Agriculture Spéciale
BIT/IER. Bamako.
- Le Manioc : Sa culture et sa transformation
A.C.C.T. 1981.
- Traitement du Manioc
M.R. GRACE. FAO Rome 1978.
- Les principales cultures en Afrique Centrale
R. VANDENPUT.
- Tropical Crops : Dicotylédones
J.W. PURSEGLOVE. Longman. Londres.



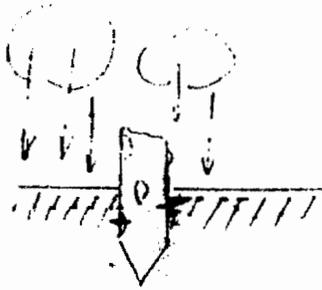
Plant de manioc



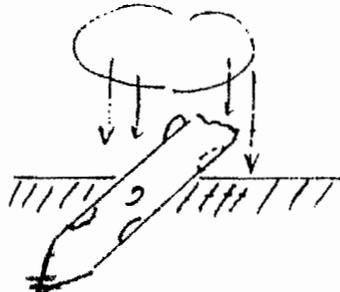
- A : Rameau fleuri
- B : Portion de tige
- C : Tubercules jeunes
- D : Fleur mâle
- E : Fleur femelle
- F : Fruit (capsule)
- G : Graine



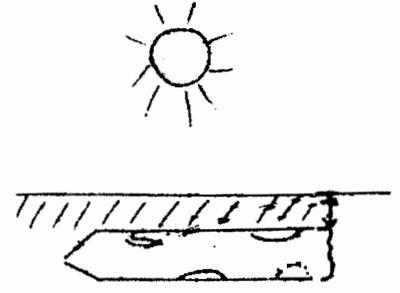
Une bouture



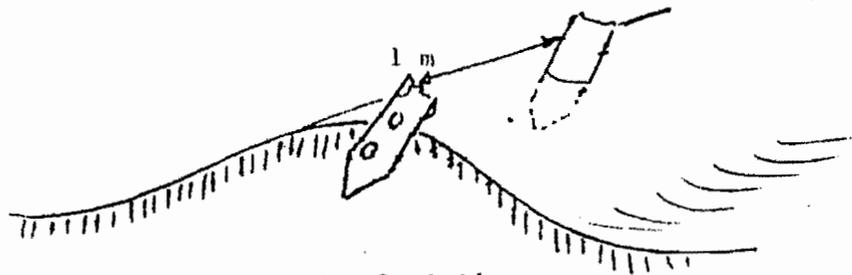
- en zone à forte pluviométrie



- en zone à pluviométrie moyenne

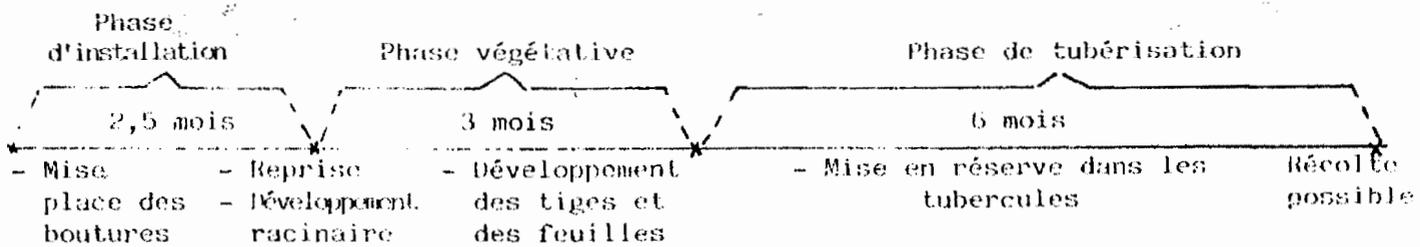


- en climat sec



Billon de plantation

Plantation du Manioc



Cycle de développement du Manioc

UNITE 11

L'IGNAME

(Dioscorea sp.). I..

Objectif

(Voir Introduction)

Questions d'étude

DISCUSSION

1. L'igname est une culture annuelle ; comment la reconnaître et quel est son cycle de développement ?

Les ignames appartiennent à plusieurs espèces du genre *Dioscorea*, de la famille des Dioscoreacées ; c'est une monocotylédone, dont l'origine varie suivant les espèces.

C'est une plante herbacée, à tige volubile, c'est-à-dire s'enroulant autour d'un tuteur. Elle présente les caractéristiques suivantes :

- Tige aérienne : volubile, ronde ou quadrangulaire, épineuse ou lisse selon les variétés, avec des grandes feuilles simples cordiformes ou trifoliées ; à l'aisselle des feuilles se développent, chez certaines variétés, des bourgeons qui se transforment en bulbilles.
- Inflorescence : en épis ou en grappes, les fleurs sont unisexuées, petites soit sur un même pied, soit sur des pieds différents. Les fruits sont des capsules.
- Partie souterraine : comprend
 - une tige souterraine qui se renfle et forme un ou plusieurs tubercules dont l'aspect et la couleur varient suivant les variétés ;
 - des racines qui s'enfoncent dans le sol et servent à alimenter la plante.

Les tubercules renferment un alcaloïde amer, la dioscoréine, qui disparaît à maturité complète chez les variétés cultivées, ou après rouissage ou cuisson.

Selon les variétés : hâtives, semi-hâtives, le cycle de développement de l'igname dure de 7 à 10 mois et passe par les phases suivantes : (pour une variété hâtive, environ 7 mois).

- Une phase de **germination** d'environ 4 semaines, au cours de laquelle la bouture émet les premières tiges et feuilles.

- Une phase de **croissance** d'environ 12 semaines au cours de laquelle s'effectuent la **foliaison**, apparition et développement du feuillage, et la **tubérisation**, c'est-à-dire l'apparition des tubercules.

- Une phase de **maturation** de 12 semaines, avec

* dans un premier temps une phase de **remplissage** correspondant au grossissement des tubercules,

* dans un deuxième temps, la phase de **maturation** proprement dite au cours de laquelle s'effectue le stockage des réserves. (Voir schéma)

La durée du cycle est variable, pouvant atteindre 40 semaines, mais la période : foliaison - tubérisation, reste toujours celle qui a le plus grand besoin en eau ; une déficience hydrique au cours de cette période entraîne une diminution des rendements.

2. Cette culture n'est pas possible partout ; quelles sont ses exigences et les régions les plus propices à sa culture ?

Les espèces cultivées ont des exigences écologiques strictes : ce sont généralement des cultures des zones se situant entre les limites de la forêt tropicale et de la savane.

Climat : L'igname s'accommode bien des climats chauds et humides ; c'est une culture particulièrement exigeante en eau : pluviométrie de l'ordre de 1500 m/m, dont 400 m/m, au cours de la phase : Foliaison-tubérisation, période critique en eau pour la culture.

La température moyenne pour la culture se situe entre : 23° et 25°C.

Sol : Les ignames poussent bien en sols légers, sablonneux et profonds ; le pH doit se situer entre 6 et 7 et le sol doit être riche en potasse.

Au Mali, les régions les plus favorables à cette culture se situent dans la partie Sud du pays.

Les principales variétés cultivées en Afrique sont :

* *Dioscorea cayenensis* : Tiges rondes, épineuses ; feuilles larges, cordiformes ; récolte tardive : tubercules courts et assez nombreux. Espèce adaptée aux zones les plus humides. Variété originaire de l'Afrique de l'Ouest où elle est très cultivée ; elle est adaptée aux régions à longue saison des pluies.

* *Dioscorea rotundata* : Tiges rondes, épineuses ; feuilles larges ; tubercules longs, peu nombreux. Adaptée aux zones plus sèches. Variété également originaire d'Afrique.

* *Dioscorea alata* : Tiges quadrangulaire, aux feuilles simples et opposées ; tubercules presque ronds, oblongs ou en forme de massue. C'est une espèce probablement originaire d'Asie méridionale.

3. La réussite de la culture dépend des opérations effectuées au cours de son cycle de développement. Que doit-on faire?

- **A la mise en place de la culture** : La préparation du sol doit être soigneuse ; placée en tête d'assolement, la culture demande un labour profond, parfois jusqu'à 60 cm.

Le plus souvent, la culture se fait en buttes, distantes de 1 m en tout sens. (Selon les régions, les conditions écologiques, la densité varie entre 5000 et 15.000 pieds/ha).

La semence est constituée par les semenceaux qui sont soit des petits tubercules, soit la partie proximale, c'est-à-dire la partie où le tubercule se rattache à la tige aérienne, des gros tubercules renfermant les bourgeons ; le poids du semenceau doit être de 200 g à 300 g.

Les semenceaux, désinfectés par trempage dans une solution de manèbe, sont disposés au sommet des buttes et recouverts légèrement (5 à 10 cm) ; un tuteur est disposé près de la future plante.

La plantation a lieu dès le début de la saison des pluies.

En culture mécanisée, elle s'effectue sur billons.

- Au cours du développement végétatif

L'igname est très sensible aux mauvaises herbes ; il est nécessaire de pratiquer des sarclo-binages, surtout en début de développement, au cours des 3 premiers mois.

Mettre en place le tuteurage : en culture traditionnelle, lors de la défriche, des arbustes sont conservés pour servir de tuteurs.

* Fumure : Il est recommandé d'apporter une bonne fumure organique, lors de la préparation du sol (15 à 20 T/ha de fumier bien décomposé).

La culture répond bien à une fumure minérale, surtout potassique ; on préconise :

500 kg de 10-10-20 en fumure de fond

100 kg de sulfate de potasse au premier sarclage.

* Lutte : Anthracnose et Cercosporiose sont les principales maladies de la plante s'attaquant aux parties aériennes. La lutte est surtout préventive en plantant les ignames dans des conditions écologiques favorables.

- **A la récolte** : Elle s'effectue entre 7 et 11 mois ; la maturité se marque par un jaunissement du feuillage, qui se fane.

Le rendement varie suivant les variétés ; de l'ordre de 20 T/ha, il peut doubler dans de bonnes conditions culturales.

La conservation de l'igname est aisée à condition de ne stocker que des tubercules sains en milieu sec et bien aéré ; les ignames seront disposées en couches de faible épaisseur ; il faut préserver les tubercules de la pluie et du soleil.

5. En tant que culture vivrière, quelles sont ses propriétés alimentaires et ses principales utilisations ?

La partie comestible du tubercule, 86 %, abstraction faite du semenceau, est composée de :

eau	75 %
glucides	22,5 %
protides	2 %
lipides	0,1 %

L'igname constitue la nourriture de base de beaucoup de pays tropicaux ; les tubercules sont consommés comme la patate douce ou la pomme de terre.

Les qualités gustatives de l'igname sont des caractéristiques des variétés et diversement appréciés.

6. Comment effectuer le bilan économique de la culture ?

Le calcul de la marge de la culture s'effectue par la détermination de ses produits (P) et de ses charges (C) ; pour ces dernières, il s'agit de comptabiliser les temps de travaux, car la culture de l'igname est très exigeante en main-d'œuvre = (j/ha).

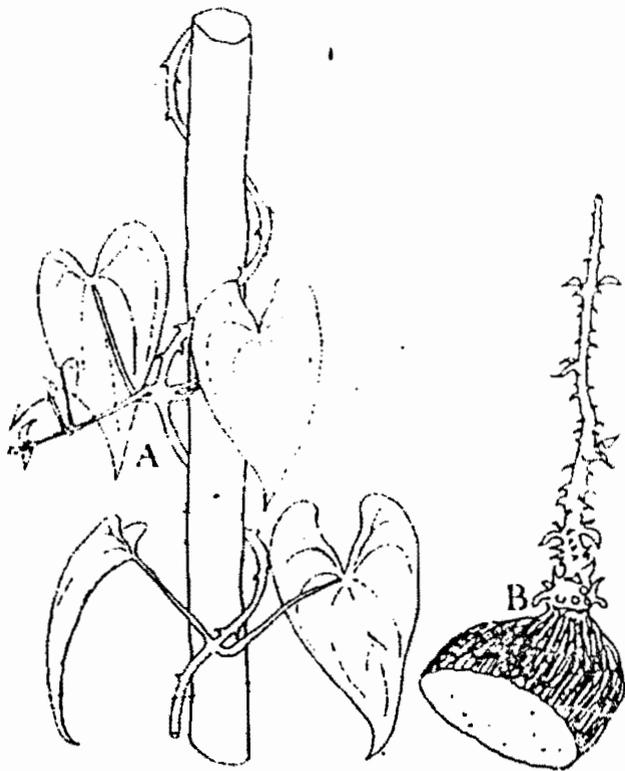
Préparation du sol	50
Plantation	12
Tuteurage	60
Entretien	80
Récolte-Triage	50-70
Total	<hr/> 252-272 j/ha

ACTIVITES PEDAGOGIQUES SUGGEREES

1. ~~Prendre~~ Prendre plusieurs régions aux conditions écologiques différentes ; demander aux élèves-moniteurs de :
 - choisir et justifier la région convenant à la culture de l'igname ;
 - décrire le cycle cultural pour la région choisie en fonction de la pluviométrie.
2. A partir de données chiffrées, faire établir le budget partiel d'une culture d'igname.
3. Faire retrouver en groupes de travail les spécialités culinaires préparées à partir de l'igname.

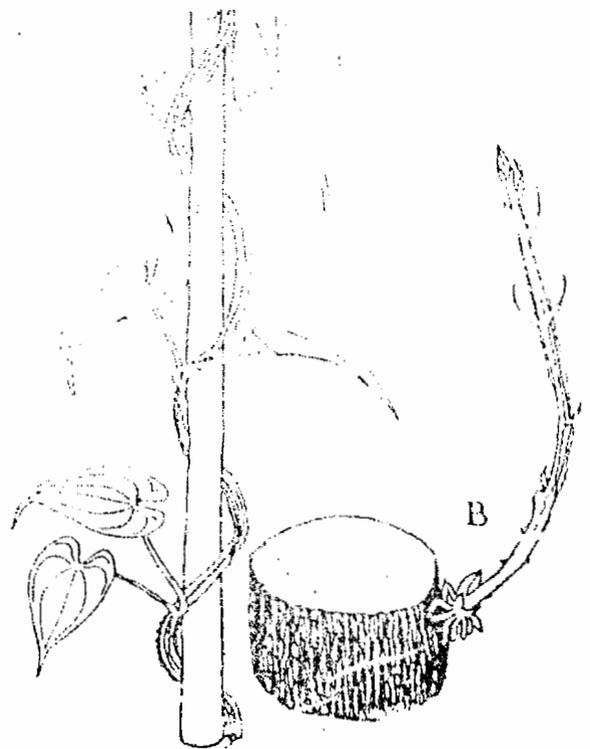
BIBLIOGRAPHIE

- Productions Végétales : Agriculture Spéciale.
IER/BIT. Bamako 1972.
- Le Mémento de l'Agronome
Ministère Frs. de la Coopération.
- Le Monde Végétal en Afrique intertropicale.
J. MARCHE-MARCHAD. Ed. de l'Ecole.
- Agriculture Tropicale en milieu paysan.
H. DUPRIEZ. Ph. de LEENER. L'Harmattan.
- Manuel d'Agriculture Tropicale. M. GAUDY. Maison Rustique.
- Les Principales cultures en Afrique Centrale
RENI VANDENPUT. 1981.
- An Introduction to the Botany of Tropical Crops
LESTIE S. CLBKY.
Lougnam. London.
- Tropical Crops : Monotyledones
J.W. PURSEGLORE. Longman. London.



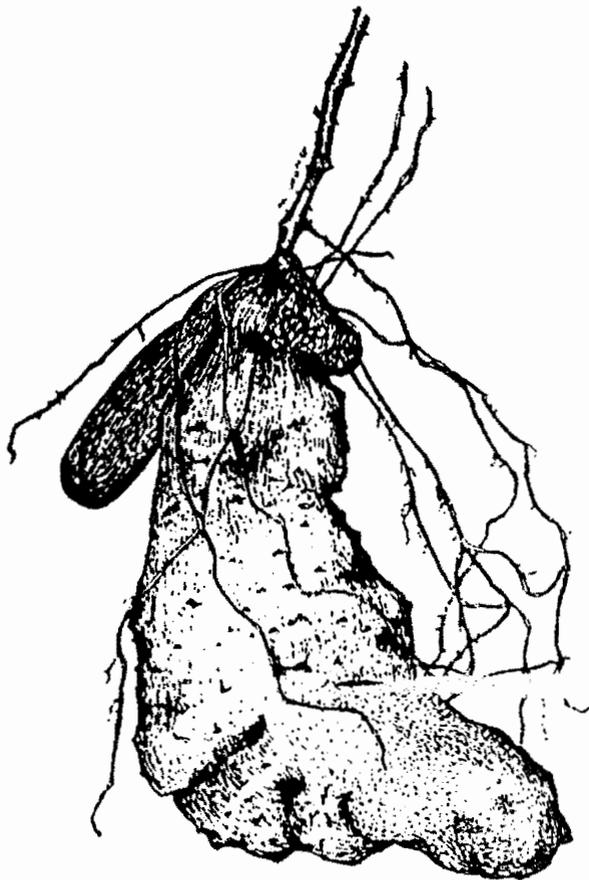
Dioscorea cayannensis

(A : Tige et feuilles -

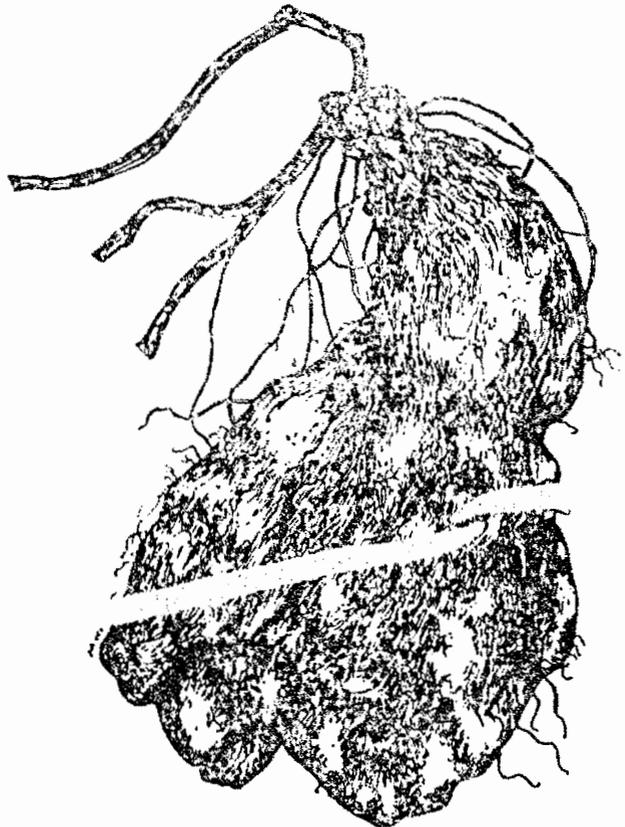


Dioscorea alata

B : portion et tranche de tubercule germant).

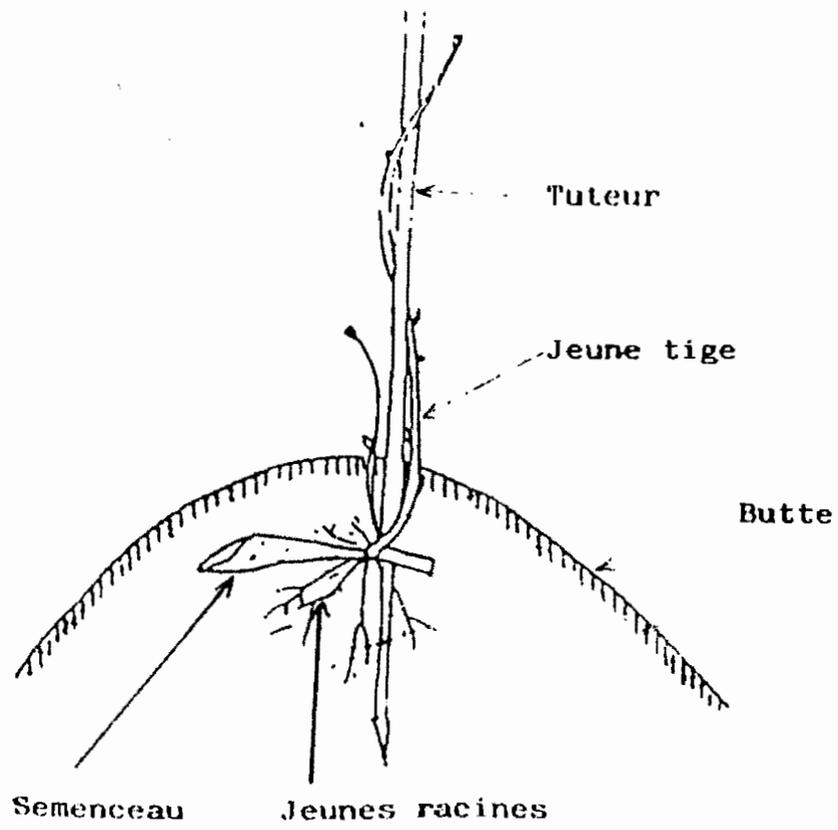


**Tubercule
de D. cayannensis**

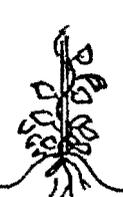
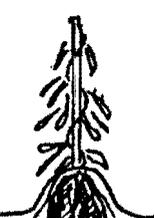


**Tubercule
de D. alata**

(d'après "Le Potager Tropical")



- Développement de l'igname -

Mise en place	Croissance		Maturation		
	Germiation	Foliaison	Tubérisation	Remplissage	Maturation
C'est durant les 4es semaines que la bouture lève et développe les lères pousses et feuilles.	Croissance intensive de la tige aérienne et du feuillage.	Formation des tubercules	Remplissage des tubercules en réserves alimentaires et en eau.	Maturation proprement dite des tubercules : stockage des réserves	
					
Echelle du temps (semaines)					
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28					
Les besoins en eau sont faibles : la bouture vit sur ses réserves.	Les besoins en eau sont très élevés au cours de cette période, qui doit se dérouler durant la pleine saison des pluies.		Les besoins en eau sont ici modérés.	Les besoins en eau sont faibles au cours de cette période.	

Cycle de développement de l'igname et ses besoins en eau

UNITE 12

LA PATATE DOUCE

(Ipomea batatas). (L.) Lam.

Objectif

Questions d'étude

DISCUSSION

1. Comment se présente un plant de patate et quel est son cycle de développement ?

De la famille des convolvulacées et du genre Ipomea, la patate douce est ~~une~~ plante pluriannuelle, mais cultivée en plante annuelle. C'est ~~une~~ plante probablement originaire de l'Amérique tropicale. Quelles sont ses caractéristiques ? (Voir fig.)

- Partie aérienne : C'est une plante aux tiges longues (50 cm à plus de 3 m) de consistance grasse, flexibles et courant sur le sol ; les extrémités sont dressées.

Les feuilles ont des formes très diverses suivant les variétés ; elles sont alternes ; adultes, elles sont vertes ou plus ou moins violacées.

En culture, les variétés ne fleurissent pas : mais conservées au delà d'un an, apparition de fleurs campanulés blanches ou violettes, groupées en ombelles ; le fruit est une capsule indéhiscence à 1 ou 2 graines.

BEST AVAILABLE COPY

- Partie souterraine : Le système racinaire se développe d'abord horizontalement, puis "s'incurve" brusquement vers le bas ; c'est au niveau de cette courbure que se développent les tubercules, de forme ronde, ovale ou allongée, constitués extérieurement d'une couche liégeuse colorée (blanc, gris ou rose) d'une écorce et d'un tissu interne, la chair, blanc orange ou jaune, renfermant, en plus de l'amidon, des sucres.

Le cycle de développement de la patate varie entre 100 et 150 jours. (Voir schéma)

2. Quelles sont les exigences de cette culture et les régions les plus propices à sa culture ?

Plante des pays chauds, la patate douce est assez plastique quant à ses exigences écologiques.

- Climat : C'est une culture qui ne démarre qu'à partir d'une température d'au moins 15°C ; le développement du feuillage est maximal entre 21° et 28°C.

La tubérisation est la plus rapide lorsque la durée du jour est de 11h et elle est inhibée lorsqu'elle dépasse 14 heures.

La patate demande un climat humide au début de la période de végétation ; les tubercules formés, elle supporte très bien la sécheresse.

- Sol : peu exigeante, la patate préfère les sols légers, perméables et humifères.

C'est une culture qui se rencontre un peu partout.

3. La réussite de la culture dépend des interventions effectuées au cours de son développement ; que doit-on faire ?

- A la mise en place de la culture :

Il faut une bonne préparation du sol : un labour profond est souhaitable. La culture s'effectuera soit à plat, soit en planches, soit en billons : les deux derniers procédés sont recommandés pour éviter la stagnation de l'eau lors de la tubérisation.

La multiplication s'effectue par boutures : morceaux de tiges de 25 à 30 cm de long ; effeuiller les 2/3 de la bouture et l'enterrer à 45°.

Les boutures sont à prélever à l'extrémité jeune des tiges âgées.

L'époque de plantation doit être telle qu'elle permette d'effectuer la récolte en période sèche.

Les billons seront écartés de 0,60 m, les boutures placées tous les 0,30 m.

La plantation à plat s'effectue entre 0,30 et 0,60 m dans tous les sens.

- Au cours du développement végétatif

* Entretien :

- Remplacement des manquants, si nécessaire, par des boutures de même origine.
- Au cours du premier mois, sarclages pour lutter contre les adventices ; par la suite la couverture du sol par la patate est très bonne ; c'est une plante nettoyante.

- Pour éviter des enracinements au niveau des noeuds, on peut procéder à un relevage des tiges, ce qui peut éviter la formation de feuillage au détriment de la tubérisation.

* Fumure : Une récolte de 15 T/ha exporte environ :
70 kg de N 20 kg de P_2O_5 et 110 kg de K_2O .

La patate douce répond bien à une fumure minérale : ne pas apporter trop d'azote qui provoquerait un développement exagéré du feuillage.

La fumure conseillée est de : 60-80-200, à raison de 1/3 avant la plantation et le reste entre 40 et 70 jours après la plantation.

* Lutte : Des insectes s'attaquent aux feuilles (Lepidoptères) et aux tubercules (charançon = *Cylas formicarius*) en y creusant des galeries : pulvérisations-insecticides aux 30e et 60e jour.

Des nématodes peuvent aussi s'attaquer aux tubercules : emploi de variétés résistantes ou désinfection (par fumigation) du sol avant la plantation.

Parmi les maladies, les plus importantes sont : La fusariose et les viroses ; la lutte s'effectuera par l'utilisation de boutures saines et désinfectées et par la lutte contre les insectes piqueurs et l'utilisation de variétés résistantes.

- **A la récolte** : Pour une bonne conservation des tubercules, la récolte doit être effectuée avec précaution : il faut éviter les blessures.

La récolte peut commencer dès que les tiges et les feuilles commencent à jaunir.

Ne pas laisser les tubercules mûrs en sol, car il y a risque de pourriture et de germination, surtout si le sol est humide.

Les rendements courants sont de 5 à 10 T/ha ; en culture intensive, on peut dépasser 25 T/ha.

4. Un produit apte à la commercialisation ou à la consommation doit être sain ; que faut-il faire subir à la récolte ?

Les tubercules de patate douce sont de conservation difficile, aussi y-a-t-il des précautions à prendre :

- Les manipuler avec précaution, pour éviter les blessures (pour cicatriser les blessures les exposer pendant 5 jours à 30-35°C en atmosphère humide, puis les stocker à 15°C).
- Les laisser sécher superficiellement au soleil, pour les ressuyer.
- Les trier : éliminer les tubercules avariés.
- Les entreposer lorsqu'ils sont secs, à l'abri de l'humidité et à température fraîche (dans du sable ou du charbon pulvérulent) ; à des températures inférieures à 10°C, les tubercules se détériorent en moins d'une semaine.

5. En tant que culture vivrière, quelles sont ses propriétés alimentaires et ses principales utilisations ?

Les usages de la patate douce sont variés.

- * Le feuillage : riche en Ca, Fe et vitamine A-B-C peut être consommé comme épinards.

Peut aussi servir d'alimentation pour bétail.

- * Les tubercules :

Composition	Eau : 57 à 78 %
	Cellulose : 0,9 à 1,2 %
	Amidon : 13 à 33 %
	Sucres : 3 à 6,8 %
	Protéines : 0,8 à 2,2 %
	Cendres : 1,1 à 2,8 %

Le tubercule renferme du carotène et de l'acide ascorbique ; il est consommé soit bouilli, soit frit ou braisé, il peut aussi servir à la confection de sirop ou de confiture.

Les tubercules peuvent aussi servir à la fabrication de fécule.

Les animaux, particulièrement les porcins, apprécient beaucoup les tubercules ou les déchets.

6. Comment effectuer le bilan économique d'une culture de patate douce ?

Comme pour toutes les autres cultures, il s'agit d'établir un budget partiel faisant ressortir la marge de la culture :

Marge (M) = Produits (P) - Charges (C)
dans les charges, les temps de travaux sont très importants ; on compte en moyenne :

- Préparation du sol	20-30 j/ha
- Plantation	6-10 -
- Entretien	15
- Récolte	30-40
Total	<hr/> 71-95 j/ha

ACTIVITES PEDAGOGIQUES SUGGEREES

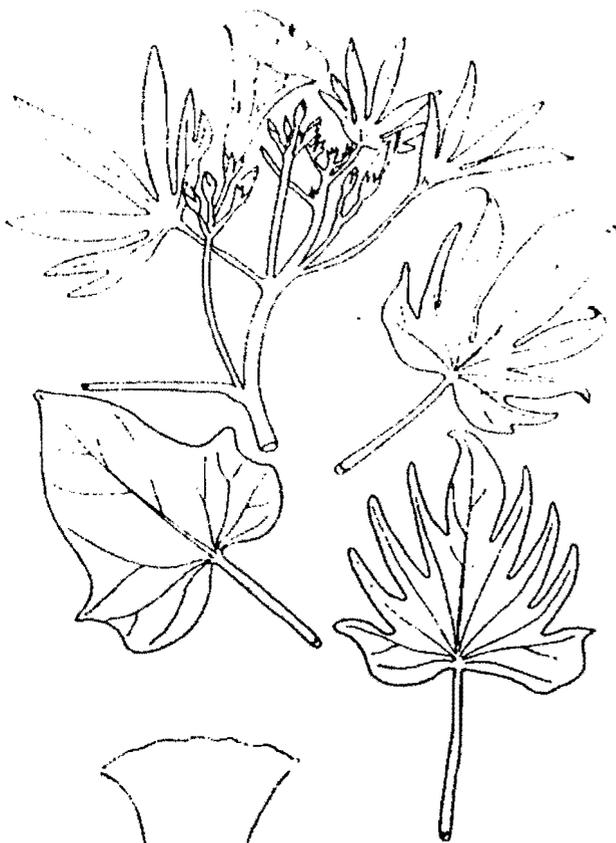
1. En répartissant les élèves par groupes de même origine géographique :

- Faire décrire le système de culture de chaque région.
- Etablir les habitudes culinaires.

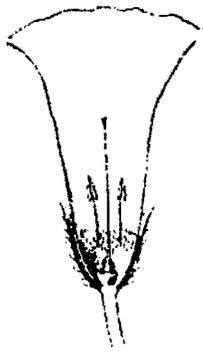
2. A partir de données chiffrées, établir un budget partiel d'une culture de patate douce (Il est possible d'envisager une culture traditionnelle et une culture semi-intensive).

BIBLIOGRAPHIE

- Productions végétales : Agriculture Spéciale
BIT/IER. Bamako 1972.
- Le Mémento de l'Agronome.
Ministère Français de la Coopération.
- Le Manuel d'Agronomie Tropical.
M. GAUDY. La Maison Rustique.
- Le Potager tropical.
C.M. MESSIAEN. P.U.F.
- Les principales cultures en Afrique Centrale
R. VANDENPUT. 1981.



- Rameau fleuri
et diverses formes de
feuilles -

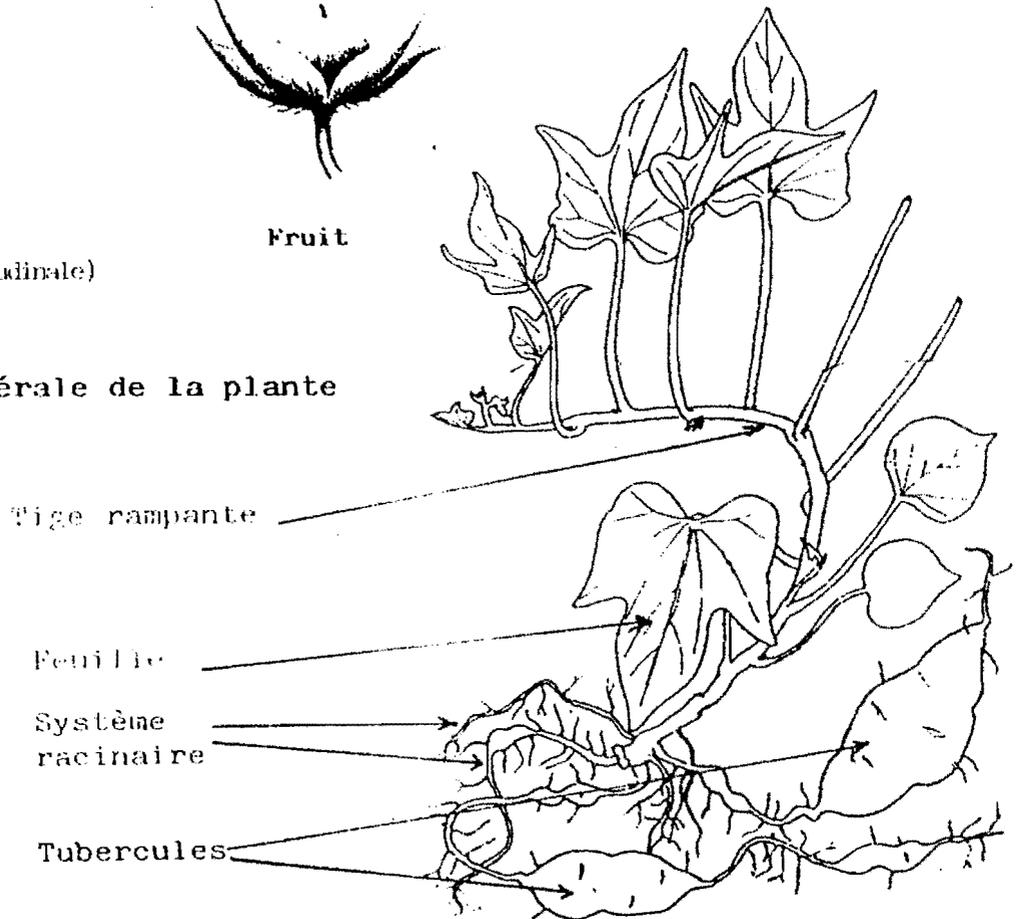


Fleur
(Coupe longitudinale)



Fruit

Allure générale de la plante

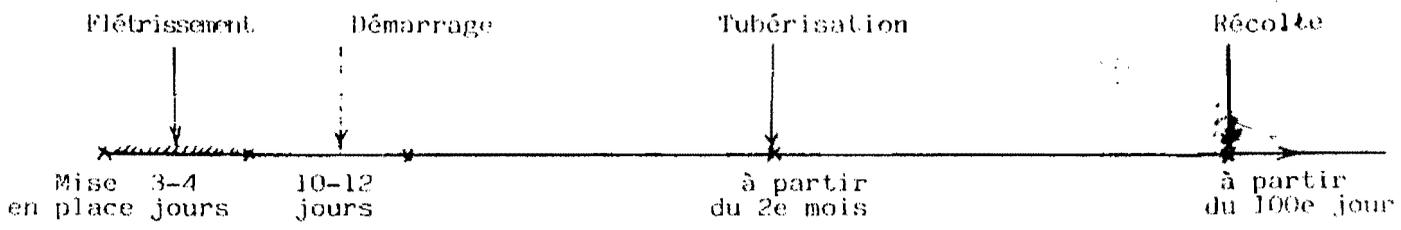


Tige rampante

Feuille

Système
racinaire

Tubercules



Cycle de développement de la Patate

