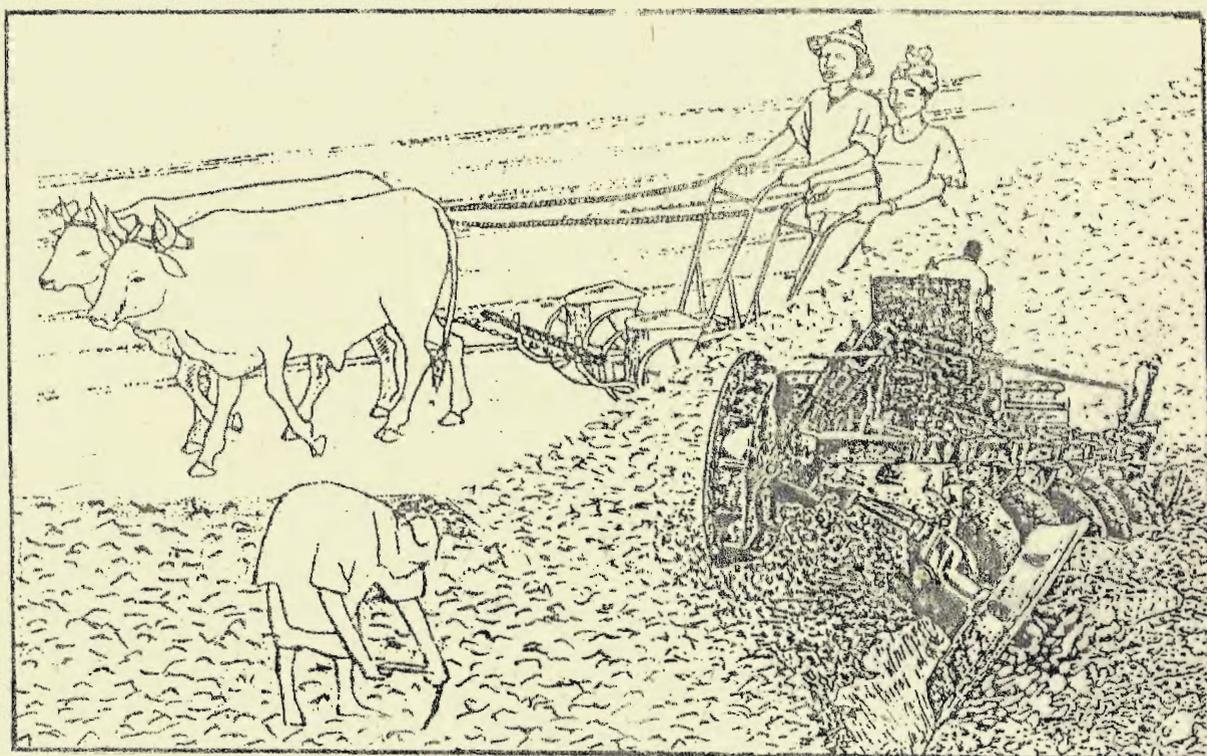


Ministère de l'Agriculture  
Direction Nationale de l'Agriculture

REPUBLIQUE DU MALI  
UN PEUPLE - UN BUT - UNE FOI

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



# MACHINISME AGRICOLE

## I Texte

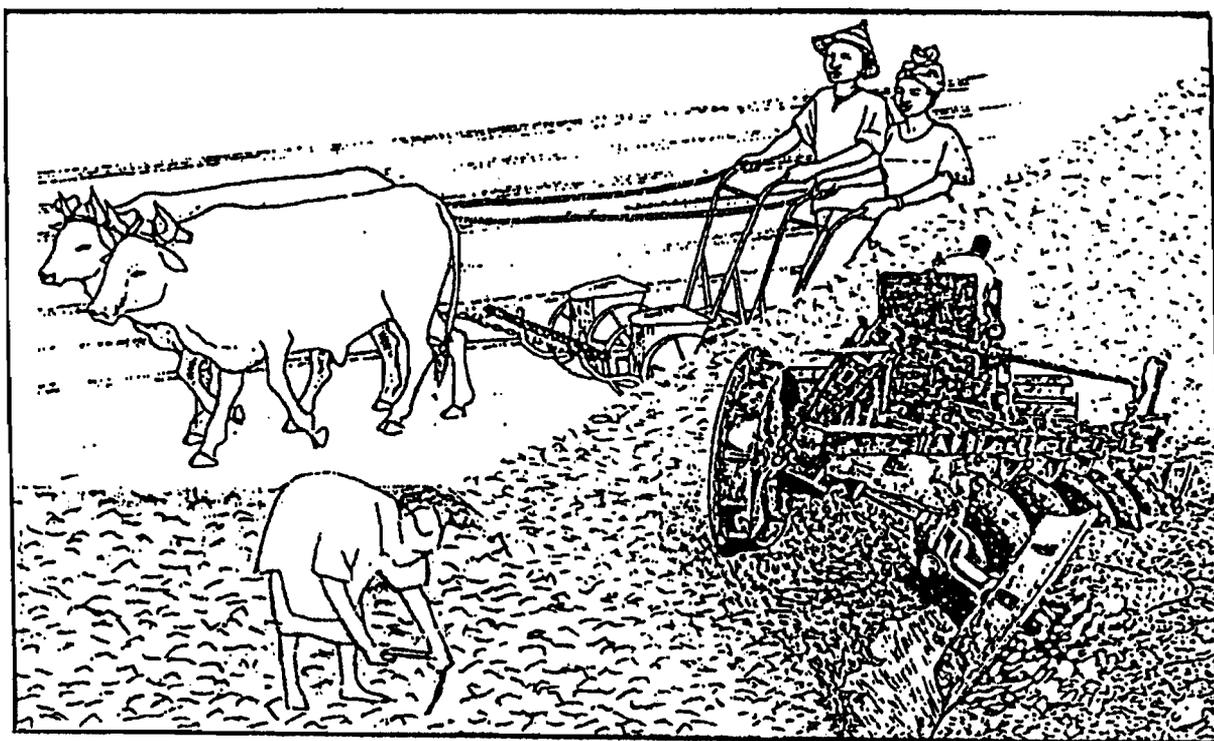
à l'usage des Centres d'Apprentissage Agricole  
et des Centres Spécialisés



Ministère de l'Agriculture  
Direction Nationale de l'Agriculture

REPUBLIQUE DU MALI  
UN PEUPLE - UN BUT - UNE FOI

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



## MACHINISME AGRICOLE

### II Schémas

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



## TABLE DES MATIERES

<u>Unité</u>	<u>Thèmes</u>	<u>Page</u>
	Introduction.....	1
1	Les formes d'énergie utilisables en agriculture..	6
2	Le moteur.....	12
3	Le tracteur agricole.....	28
4	Le matériel de défrichement.....	42
5	Le matériel de labour.....	49
6	Le matériel des façons superficielles.....	64
7	Le matériel d'épandage, de semis et de plantation	77
8	Le matériel d'entretien des cultures.....	96
9	Le matériel de récolte.....	118
10	L'économie de la motirisation.....	131

---

## INTRODUCTION

### 1. GENERALITES

Les pays de l'Afrique de l'Ouest, principalement les pays du Sahel dont le Mali fait partie, ont adopté une politique agricole reposant sur l'autosuffisance alimentaire ; l'atteinte d'un tel objectif exige, en particulier, l'augmentation des productions de cultures vivrières ; ceci peut se concevoir :

- Soit, par l'extension des superficies mises en valeur,
- Soit, par l'amélioration de la productivité des principaux facteurs de production, avec pour résultat l'augmentation des rendements des cultures.

La première solution, la plus simple certainement et la plus immédiate, n'est pas toujours la meilleure ; la mise en valeur de nouvelles terres implique des conditions naturelles favorables, de gros moyens financiers, matériels et humains, ce qui n'est pas toujours facile à réunir, d'autant que toute cette zone sahélienne est soumise depuis plusieurs années à une sécheresse importante et persistante.

La deuxième solution, si elle est plus difficile techniquement, est plus porteuse de promesses et peut se réaliser par plusieurs voies :

- \* Recherche et vulgarisation de variétés plus productives et mieux adaptées à la région,
- \* Intensification des modes de production par une utilisation plus rationnelle des intrants - Semences sélectionnées, engrais, pesticides, irrigation... - et **par une mécanisation judicieuse des travaux.**

C'est ce dernier aspect qui fera l'objet de nos préoccupations dans ce cours.

Dans nos régions, le facteur limitant des cultures est le climat, particulièrement la pluviométrie qui tombe durant la période d'hivernage, c'est-à-dire 4 à 5 mois selon les années :

Il faut que, durant cette période, la culture ait eu la possibilité de "boucler" son cycle cultural, ce qui signifie que le paysan n'a pas beaucoup de temps à perdre s'il veut bénéficier pleinement des avantages de la pluviométrie ; l'apparition des pluies est le signal de départ de la campagne agricole : le paysan doit alors mobiliser tous ses moyens pour ne pas être pris de vitesse, ce qui explique que souvent, faute de moyens adéquats, le paysan soit obligé de se limiter dans la superficie de ses cultures. Il est donc nécessaire, dans le cadre de la politique d'autosuffisance alimentaire préconisée, de mettre à la disposition du paysan un matériel beaucoup plus performant et accessible ; pour cela il faut résolument se tourner vers la mécanisation de l'agriculture ; celle-ci peut se réaliser de plusieurs façons :

- soit, par l'utilisation accrue de la culture attelée ;
- soit, par l'adoption de la motorisation, de type "classique" ou de type dit "intermédiaire".

Au Mali, l'adoption de la mécanisation remonte déjà à plusieurs décennies, mais, bien que la priorité soit donnée à la culture attelée, seulement 35 % des paysans sont équipés en matériels appropriés ; le Mali, pourtant, est de ce point de vue le mieux équipé des pays de l'Afrique de l'Ouest ! Si nous ajoutons à cela qu'il n'existe qu'une infime minorité de paysans, quelques % à peine, disposant d'une motorisation agricole, il faut donc reconnaître que près de 60 % de la masse rurale exploitent encore ses terres avec des outils traditionnels, c'est-à-dire manuels.

Or, d'après des études menées sérieusement, le passage de la "daba" à la culture attelée permet de doubler les superficies au niveau d'une exploitation donnée ; si à cela s'ajoute l'utilisation de variétés à haut rendement et sélectionnées, nous voyons que l'autosuffisance alimentaire n'est pas une utopie.

## 2. CONCEPTION DU COURS

La mécanisation de l'agriculture est un processus inéluctable, il est donc indispensable pour le futur encadreur du monde rural d'être tenu au courant des matériels actuellement utilisés, ainsi que de ses possibilités d'avenir. C'est dans cette perspective que ce cours est conçu.

### 21. Objectif

Le machinisme agricole a pour objet l'étude du matériel proposé à l'agriculteur dans le but de faciliter son travail, en le rendant moins pénible et plus productif, mais aussi de pressentir les améliorations qu'il est possible d'apporter à ce matériel.

Dans cette optique, l'objectif global de formation peut ainsi se formuler :

**"Pour chaque type de matériel intervenant dans les travaux, au cours d'une campagne agricole, l'élève-moniteur doit être capable de le mettre en oeuvre, c'est-à-dire**

- de **Décrire** le travail réalisé par chaque type de matériel,
- de **Décrire** chaque matériel et son mode de fonctionnement,
- d'**Effectuer** les différents réglages de travail,
- de **Détecter** les pannes principales et d'y remédier,
- d'**Etablir** le calendrier d'entretien de chaque matériel,
- de **Calculer** les coûts de fonctionnement.

## **22. Plan du cours**

Le cours repose sur deux principes :

- Bien qu'encore peu développée au Mali, la culture motorisée ne peut que progresser ; c'est pourquoi nous estimons nécessaire de traiter du matériel qui la concerne.
- Le matériel est étudié pour chaque grande phase du cycle cultural, c'est-à-dire d'une façon chronologique : Défrichement - Préparation du sol - Mise en place de la culture - Entretien de la culture - Récolte.
- Pour ce qui est de la culture attelée, elle est traitée dans un autre fascicule.

En tenant compte de ce qui précède, le cours se présente de la manière suivante :

### **I. Etude des moyens de traction**

11. Les différentes sources d'énergie
12. Le moteur : Thermique (2 et 4 temps)
13. Le tracteur agricole  
(p.m : le boeuf de labour est traité en Zootechnie)

### **II. Etude du matériel agricole**

21. Le matériel de défrichement
22. Le matériel de préparation du sol
23. Le matériel d'épandage et de semis
24. Le matériel d'entretien :
  241. Les travaux superficiels du sol
  242. L'irrigation
  243. La protection des cultures
25. Le matériel de récolte

### **III. Etude économique de l'emploi du matériel**

## 1ère PARTIE

### LES MOYENS DE TRACTION

Actuellement, en Agriculture, deux moyens de traction sont utilisés pour actionner les différents matériels agricoles ; ce sont la traction animale et le moteur.

Utilisée depuis fort longtemps, la traction animale fait appel aux espèces les plus aptes à ce genre de travail : les bovins, les équins et les asins. Pour avoir un attelage efficace, il faut se conformer à un certain nombre de critères quant au choix, à l'apprentissage et à la conduite des animaux ; nous ne reviendrons pas dans ce cours sur ces notions qui font l'objet de chapitres détaillés dans le cours de Zootechnie et des Travaux Ruraux, nous ne ferons qu'aborder les possibilités et les rendements d'une telle source d'énergie.

Par contre, le moteur, encore peu utilisé dans le cadre de l'agriculture malienne, ne peut que prendre de l'importance ; aussi nous assignerons pour ce thème les objectifs globaux suivants à l'élève-moniteur :

- Choisir le moyen de traction approprié en fonction des conditions de travail
- Décrire le fonctionnement des principaux types de moteurs et Définir leurs utilisations possibles en agriculture.

## UNITE : 1

### LES FORMES D'ENERGIE UTILISABLES EN AGRICULTURE

#### - OBJECTIF :

Cette unité doit permettre à l'élève-moniteur de choisir, en fonction des circonstances : environnement, sol, matériel.., la source d'énergie adaptée au travail à effectuer. Pour cela, il doit être capable de :

- Citer et Décrire les différentes formes d'énergie utilisables en agriculture
- Expliquer les modes d'utilisation de ces différentes énergies.

#### - QUESTIONS D'ETUDE

1. Quelles sont les formes d'énergie utilisables en agriculture ?
2. Comment agissent ces énergies ?
3. Quelles sont les différentes sources de l'énergie motorisée ?

## - DISCUSSION

### 1. Dans son travail, le paysan a besoin d'énergie pour le man- niement de ses outils ; quelles sont les formes d'énergie dont-il dispose ?

Plusieurs formes d'énergie sont mises à la disposition du paysan pour actionner et pour manoeuvrer l'outillage agricole, on peut citer :

- l'énergie humaine
  - l'énergie animale
- } 2 sources faisant appel au travail musculaire d'un organisme vivant
- l'énergie mécanisée, fournie par un corps "inanimé", le moteur.

Rarement utilisées seules, ces différentes énergies sont le plus souvent associées pour rendre le travail agricole moins pénible, plus rapide et plus performant ; 2 associations sont particulièrement fréquentes en Afrique, ce sont :

- Energie humaine + Energie animale
- Energie animale + Energie mécanique

L'utilisation de ces différentes énergies est, en effet, fonction des structures sociales et des conditions générales de l'agriculture :

- \* Dans les pays où la densité de population est forte, où il n'existe pas, ou peu, d'industrie, c'est le 1er type d'association que l'on rencontrera le plus souvent,
- \* Par contre, là où manque la main d'oeuvre, où l'agriculture est développée, la 2e association sera privilégiée,
- \* Enfin, dans les pays à forte industrialisation, où l'agriculture est intensive, seule l'énergie motorisée sera utilisée.

Ces associations se retrouvent un peu partout en Afrique ; au Mali c'est surtout la lère forme d'association qui prédomine, l'énergie motorisée ne faisant ~~que~~ timidement son apparition.

## 2. Ces formes d'énergie, comment interviennent-elles pour venir en aide aux paysans ?

Une énergie peut être définie par la nature du travail qu'elle peut fournir.

Rappelons qu'en Physique le travail est défini par le produit d'une force (F) par son déplacement (D) ; ce qui donne :

$$W_{\text{kgm}} = F_{\text{kg}} \times D_{\text{m}}$$

Voyons, rapidement, quel travail on peut attendre des différentes formes d'énergie. (Unité de mesures du W).

### 21. Energie humaine

Elle est fournie par le travail musculaire de l'homme qui permet d'actionner les petits outils et instruments.

Le travail fourni normalement par un homme est d'environ 7 à 10 kgm (c'est-à-dire : déplacer un poids de 7 à 10 kg sur 1 m) ce qui correspond à une puissance (travail fourni pendant l'unité de temps, 1 seconde) de l'ordre de 0,1 CV (1 CV = 75 kgm/s) ; pour un effort de courte durée, l'homme peut développer jusqu'à 0,4 CV.

Organisme vivant, l'homme se fatigue dans son travail : le travail qu'il fournit est donc limité dans le temps et discontinu ; il lui faut du repos pour récupérer entre 2 travaux : pour une journée de 8 heures, le travail effectif est d'environ 3 à 4 heures.

N'oublions pas qu'au Mali près de 60 % des paysans utilisent encore l'énergie humaine pour effectuer leurs travaux agricoles ; c'est là une contrainte qui limite les superficies cultivées, les plus grandes appartenant aux familles disposant d'une main-d'oeuvre abondante ; c'est ce qui explique aussi la mise au travail de plus en plus tôt des jeunes enfants.

La force physique de l'homme agit :

- soit directement : transport - traction - plantation et semis à la main...
- soit indirectement : au moyen d'outils qui utilisent ou transforment la force de poussée ou de traction de l'homme.

## 22. Energie animale

Comme pour l'énergie humaine, la force motrice provient d'un organisme vivant ; elle est donc fonction de l'espèce, de l'âge et du poids de l'animal.

Généralement, les efforts moyens sont de l'ordre suivant :

- Asins : effort de traction équivalent à 1/4 ou 1/5e du poids
- Bovins : " " " " " 1/7 ou 1/10e du poids.

Ceci s'entend naturellement pour des animaux en bonne santé et convenablement nourris.

Le tableau suivant donne une idée de l'effort nécessaire pour effectuer certains travaux agricoles :

Travail	Effort de traction				
	Largeur	Prof cm	Section cm <sup>2</sup>	Moy. (kg)	Max. (Kg)
- Labour	24	11	254	77	232
	25	13-14	325-350	200	425
- Hersage :					
Zig-Zag (1 élément)		moy.		69	110
2 éléments de 20 dents		"-		82	115
- Canadien : 3 dents		6-10		77	194
- Billonnage léger	65-70	13-14		72	208
- Transport (charrette + 550 kg. + bouvier)				30-65	210

\* Remarque : Nous voyons d'après ce tableau que les efforts de traction sont bien souvent supérieurs aux possibilités des attelages que l'on trouve dans nos pays : en effet, nous pouvons estimer qu'un bon attelage pèse aux alentours de 600 - 700 kg ce qui représente un effort de traction potentiel de : 60 - 100 kg.

(N.B : Il ne sera pas décrit ici comment sélectionner et dresser un attelage de boeufs ; cela est prévu dans le cours de Zootechnie et en atelier des travaux ruraux).

### 23. Energie mécanique

Contrairement aux deux premières énergies qui étaient issues d'un organisme vivant, en l'occurrence l'homme et l'animal, l'énergie mécanique est fournie par un organisme inerte, le moteur : dans ce cas, l'effort mécanique fourni est constant dans ses effets, mais modifiable en fonction des conditions de travail ; il dépend des caractéristiques du moteur qui sont définies par fabrication.

En agriculture motorisée, c'est le moteur qui fournit l'énergie mécanique nécessaire pour effectuer les travaux agricoles, se substituant ainsi à l'énergie humaine et à l'énergie animale.

Pour fournir cette énergie mécanique, le moteur ne fait que transformer d'autres énergies, qui peuvent être :

- \* d'origine naturelle : le vent, c'est le moteur éolien  
l'eau, c'est le moteur hydraulique
- \* d'origine artificielle : l'électricité pour les moteurs électriques  
la chaleur pour les moteurs thermiques.

(Voir le schéma sur la conversion des différentes énergies entre elles).

En agriculture, la puissance des moteurs utilisés varie de quelques CV à plusieurs centaines de CV et permet ainsi un large éventail d'utilisation de cette énergie dans la gamme des travaux agricoles.

Bien qu'encore timide, la motorisation fait de plus en plus d'adeptes au Mali ; il est donc nécessaire de connaître ses avantages et ses inconvénients ; pour qu'une motorisation soit réussie, il faut :

- des moyens financiers disponibles
- une bonne connaissance de la conduite des cultures intensives
- un certain degré de technicité de l'utilisateur
- un service après-vente bien établi.

Par ailleurs, pour rentabiliser les opérations motorisées, il faut, dès le départ, choisir judicieusement le matériel.

## UNITE : 2

### LE MOTEUR

#### - OBJECTIF

La motorisation en agriculture s'améliore au fil des années et son importance va croissant dans les pays agricoles ; il en sera de même au Mali dans les années à venir.

Cette unité vise donc surtout à faire acquérir par les élèves-moniteurs les connaissances de base sur le fonctionnement des moteurs et sur leurs utilisations possibles en agriculture, afin de les préparer à cette future motorisation.

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

- citer et localiser les différentes parties constitutives d'un moteur
- expliquer son principe de fonctionnement
- classer les différents types de moteurs
- décrire ses principales utilisations en agriculture.

#### - QUESTIONS D'ETUDE

1. Le moteur est l'élément essentiel de la culture motorisée :  
Comment intervient-il ?
2. Le moteur thermique est celui que l'on rencontre le plus souvent en agriculture :
  - \* Comment est-il constitué ?
  - \* Comment fonctionne-t-il ?
3. Quelles sont les utilisations possibles du moteur en agriculture ?

## - DISCUSSION

### 1. Les rôles du moteur

En agriculture motorisée, le moteur fournit l'énergie mécanique nécessaire pour actionner les différents matériels ; ceci permet d'effectuer les travaux agricoles de façon plus efficace et plus rationnelle ; les moteurs sont, dans ce cas, utilisés à différentes fins :

- comme moteurs de locomotion ou de traction
- pour l'équipement de machines motorisées
- comme moteurs fixes.

Suivant les sources d'énergie utilisées pour son fonctionnement, il existe différents types de moteurs : les moteurs thermiques, les moteurs électriques et les moteurs hydrauliques dont les principes de fonctionnement seront étudiés dans ce qui suit.

### 2. Le moteur thermique

#### 21. Description

Le moteur thermique est celui que l'on rencontre le plus fréquemment. C'est un moteur à combustion interne, c'est-à-dire que celle-ci se déroule à l'intérieur même du moteur, transformant de l'énergie calorifique fournie par un combustible, essence ou gas-oil, en énergie mécanique.

Un tel moteur est constitué de 3 types de pièces : les pièces mobiles, les pièces fixes et les pièces annexes.

## 211. Les pièces fixes (voir schémas)

Elles comprennent les parties suivantes :

### - Le bloc-moteur

encore appelé bloc-cylindrique : généralement en fonte ou en alliage léger, il est constitué par des cylindres, en nombre variable suivant les moteurs mais tous identiques pour un même moteur, et par une partie du système de refroidissement ; ce dernier se fait soit par eau, soit par air.

### - La culasse

Elle joue un rôle de protection de la partie supérieure des cylindres.

### - Le joint de culasse

C'est lui qui assure l'étanchéité entre le bloc-moteur et la culasse.

### - Le carter

2 cas sont à considérer

\* moteurs à refroidissement par eau : il existe, dans ce cas, un demi-carter supérieur confondu avec le bloc-moteur et qui supporte les différents paliers du moteur : un demi-carter inférieur servant de réservoir d'huile, un joint d'étanchéité, le joint de carter, unit les deux demi-carters.

\* moteurs à refroidissement par air : le carter joue en plus le rôle de bâti.

## 212. Les pièces mobiles (voir schémas)

Elles se composent des parties suivantes :

### - Les pistons

En alliage léger, ils se meuvent à l'intérieur des cylindres entre 2 positions extrêmes :

\* le point mort haut : P.M.H

\* le point mort bas : P.M.B

La distance séparant les 2 points morts constitue la course du piston (C). Entre le P.M.H et la culasse existe un espace mort qui constitue la chambre de combustion.

Un moteur est défini par certaines caractéristiques qui sont :

- \* Taux de compression : ou rapport volumétrique, c'est le rapport du volume délimité par le P.M.B et la culasse à celui de la chambre de combustion.
- \* Cylindre unitaire :  $\frac{\pi}{4} \times C \times a^2$  (a = alésage = diamètre du cylindre)

d'où

Taux de compression :  $\frac{\text{Cylindrée unitaire} + \text{Volume chambre de combustion}}{\text{Volume chambre de combustion}}$

#### - Les bielles

Elles sont constituées de 3 parties :

- \* la tête s'articulant sur le vilebrequin
- \* le pied s'articulant sur l'axe du piston
- \* le corps de bielle, pièce rigide reliant tête et pied.

#### - Le vilebrequin

C'est lui qui transforme le mouvement rectiligne du piston en un mouvement rotatif.

Il est constitué des tourillons qui s'engagent dans les paliers du carter et des manetons sur lesquels s'insèrent les têtes de bielles.

### 213. Les pièces annexes (voir schémas)

Ne font pas partie intégrante du moteur, mais sont nécessaires à son fonctionnement.

On distingue :

#### - Le système d'alimentation

C'est l'ensemble : réservoir - canalisation - pompe, qui conduit le combustible vers les cylindres.

**- Le système de distribution**

C'est l'ensemble : soupape + organe de commande, qui permet l'admission du combustible dans le cylindre ; de même, il existe un système d'échappement pour évacuer les gaz brûlés.

**- Le système d'allumage**

Pour les moteurs à essence, c'est l'ensemble : bougie + dispositif d'allumage, qui permet d'enflammer le combustible.

**22. Fonctionnement**

La finalité d'un moteur thermique est de transformer de l'énergie calorifique en énergie mécanique.

L'énergie calorifique est obtenue par la combustion d'un combustible qui peut-être :

- de l'essence : c'est le moteur à essence
- du gas-oil : c'est le moteur diesel.

La combustion se réalise à l'intérieur du cylindre du moteur et peut s'effectuer selon 2 processus :

- soit par un cycle à 4 temps
- soit par un cycle à 2 temps

**221. Moteur à essence à 4 Temps (voir schémas)**

On appelle "cycle" : une période entière du fonctionnement du moteur à l'issue de laquelle celui-ci, revenu à son point de départ, recommence à parcourir un nouveau cycle identique.

Le moteur à essence fonctionne par l'inflammation d'un mélange combustible constitué d'air et d'essence ; il est donc nécessaire de prévoir sur un tel moteur des organes permettant de réaliser les 2 opérations : mélange du combustible et l'allumage ; ces organes spéciaux sont le carburateur et le circuit d'allumage.

- **La carburation** : (voir schéma)

C'est l'ensemble des opérations qui permettent d'obtenir le mélange : air + essence dans des proportions convenables pour une bonne combustion (1 g d'essence + 15 g d'air).

Ceci est réalisé à l'aide d'un appareil complexe, le carburateur dont le principe de fonctionnement est le suivant :  
(voir schéma)

arrivent au carburateur : - l'essence venant du réservoir  
- l'air

Le mélange : air + essence, dans le carburateur, est effectué par vaporisation de l'essence : celle-ci est obtenue en amenant l'essence dans le courant d'air provoqué par l'aspiration du moteur lors du 1er temps du cycle. Le passage de l'air devant le gicleur de pulvérisation provoque l'aspiration et la pulvérisation de quelques gouttes d'essence qui se mélangent à l'air pour constituer le mélange gazeux qui pénétrera dans le cylindre.

Lorsque le régime du moteur varie, le carburateur doit corriger les débits relatifs d'air et d'essence ; généralement, cette correction se fait de façon automatique.

- **L'allumage** : (voir schéma)

C'est l'ensemble des opérations ayant pour but de produire l'étincelle qui provoque l'explosion des gaz comprimés dans le cylindre, lorsque le piston est au P.M.H.

L'étincelle est produite par un courant électrique qui, pour être efficace, doit être de très haute tension : 12 000 volts environ.

Le dispositif d'allumage comporte 2 circuits électriques :

- "primaire" alimenté en courant à basse tension par un générateur,
- "secondaire" qui alimente en courant à haute tension les bougies d'allumage.

\* Dans l'allumage par batterie et bobine, nous avons :

Le générateur est généralement constitué par une batterie d'accumulateurs qui fournit du courant basse tension = 6,12 ou 24 volts, au circuit primaire d'une bobine ; ce courant primaire revient à la masse en passant au travers d'un rupteur en position de fermeture (vis platinées en contact).

Lorsque les vis platinées s'écartent, sous l'action d'une came, le courant primaire cesse brusquement, ce qui provoque un courant de rupture qui charge le condensateur, monté en dérivation sur le rupteur.

Ce condensateur se décharge très rapidement en provoquant une variation très importante du champ magnétique de la bobine et un courant induit de très haute tension dans le circuit secondaire. Ce courant : 10 à 12 000 volts, est distribué aux différentes bougies par un distributeur.

Il est nécessaire de procéder fréquemment au réglage de l'écartement des électrodes des bougies.

Dans les pays tropicaux, pour éviter les inconvénients du système batterie-bobine (pannes dues à l'excès d'humidité) on remplace celui-ci par une magnéto qui engendre son propre courant.

#### - Le cycle à 4 Temps

Il se déroule de la manière suivante :

##### **1er Temps : Admission**

Le piston, entraîné par le vilebrequin, descend dans le cylindre du P.M.H vers le P.M.B, entraînant l'ouverture de la soupape d'admission : le mélange air + essence est alors aspiré dans le cylindre.

##### **2e Temps : Compression**

Poursuivant son mouvement de rotation, le vilebrequin repousse le piston vers le P.M.H comprimant ainsi le mélange.

A la fin de ce temps, le vilebrequin vient de faire un tour complet.

### **3e temps : Allumage - Détente**

A la fin du 2e temps, le combustible est comprimé dans la chambre de combustion : une étincelle jaillit alors entre les électrodes de la bougie enflammant le mélange et la dilatation des gaz qui s'ensuit chasse le piston vers le P.M.B. C'est le temps moteur : le piston entraîne le vilebrequin.

### **4e temps : Echappement**

A nouveau entraîné par le vilebrequin, le piston remonte vers le P.M.H ; la soupape d'échappement s'ouvre et permet aux gaz brûlés de s'évacuer.

Puis le cycle recommence... A la fin du cycle à 4 temps, nous voyons que le vilebrequin a fait 2 tours complets et que, seul, le 3e temps est un temps moteur.

## **222. Fonctionnement d'un moteur à essence à 2 temps**

Dans un cycle à 2 temps, nous avons : (voir schémas)

### **1er temps : Montée du piston**

- le piston est au P.M.B : les gaz brûlés s'échappent par la lumière d'échappement et des gaz frais arrivent par le canal de transvasement ;
- le piston monte : le canal de transvasement est formé, puis la lumière d'échappement. Les gaz frais sont comprimés.

La lumière d'admission est ouverte et aspire les gaz frais dans le carter.

### **2e temps : Descente du piston**

- le piston est au P.M.H : l'étincelle de la bougie provoque la combustion des gaz comprimés et s'ensuit une détente des gaz qui chasse le piston vers le bas : c'est le temps moteur.
- le piston descend : ce qui ferme la lumière d'admission et compresse légèrement les gaz frais du carter qui pénètrent dans le canal de transvasement.

A proximité du P.M.B les lumières d'échappement et du canal de transvasement se découvrent. C'est la fin du cycle.

- Nous voyons que dans un cycle à 2 temps, il y a un seul tour de vilebrequin et à chaque fois une explosion.

### 223. Fonctionnement d'un moteur diesel

Qu'il soit à 4 ou à 2 temps, le principe de fonctionnement du moteur diesel est identique à celui du moteur à essence, avec, cependant, les différences suivantes :

- le combustible est du gas-oil ou du fuel-oil domestique
- taux de compression élevé : 12 à 23,5 ce qui aboutit à une pression de 30 à 35 kg/cm<sup>2</sup> dans la chambre de combustion en fin de compression, avec une température de 400°C à 600°C, nettement supérieure à celle d'inflammation du combustible

ce qui entraîne les modifications suivantes :

#### 2231. Cycle à 4 temps

- 1er temps : admission ; seul de l'air pur pénètre dans le cylindre
- 2e temps : compression de l'air pur à la fin du 2e temps injection du combustible.
- 3e temps : explosion-détente ; dès l'injection, l'inflammation spontanée du combustible au contact de l'air comprimé, à haute température (plus besoin de bougie) et détente. C'est le temps moteur
- 4e temps : échappement des gaz brûlés.

#### 2232. Cycle à 2 temps

Différence avec le moteur à essence : avant que le piston n'atteigne le P.M.B une ouverture permet aux gaz brûlés de s'échapper à l'extérieur. Dès que la pression dans le cylindre est tombée, le piston découvre une série d'ouvertures qui mettent en communication l'intérieur du cylindre avec une chambre d'air alimentée par une pompe. Lorsque les gaz brûlés sont remplacés par de l'air frais, l'orifice d'échappement se ferme.

Le piston, alors, remonte en comprimant l'air frais.

En fin de compression, le combustible est injecté, la combustion a lieu et le cycle recommence.

La particularité du moteur diesel est donc l'absence de bougies et la présence d'injecteur qui doit introduire le combustible sous une forte pression, supérieure à celle existant dans la chambre de combustion, et sous forme d'une pulvérisation très fine pour une répartition très homogène du combustible dans l'air comprimé.

Le réglage des injecteurs est affaire de spécialiste.

## 224. Comment choisir un moteur thermique ?

Le tableau suivant fait apparaître les avantages et les inconvénients de chaque type de moteur thermique.

	Moteur à 2 temps	Moteur à 4 temps
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A nombre de tours égal, développe par cycle 2 fois plus de temps-moteur</li> <li>- Marche est donc plus régulière</li> <li>- Rendement théorique meilleur</li> <li>- Mécanisme simple ; pratiquement indéréglable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Constitue pratiquement tous les moteurs de moyennes et hautes puissances</li> <li>- Est économique</li> <li>- Se prête bien à la multiplicité des cylindres</li> <li>- Peu bruyant</li> </ul>
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inintéressant pour les hautes puissances car doit alors tourner à trop grande vitesse, posséder une forte cylindrée ce qui augmente l'encombrement et la complexité des dispositifs de balayage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forte consommation</li> <li>- Nombreuses pannes en milieu tropical, surtout pour les moteurs à essence</li> </ul>
	<p>Le 2e temps diesel est plus économique mais le démarrage est plus difficile et relativement plus lourd et plus cher que le 2e temps à essence qui, par contre, consomme plus et d'entretien plus compliqué</p>	<p>En agriculture, le 4 temps diesel tend de plus en plus à supplanter le 4 temps à essence :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Economie sur le combustible : prix et quantité</li> <li>- Rendement plus élevé</li> <li>- Pas de risques de pannes ni de carburation, ni d'allumage.</li> </ul> <p>Par contre, il est plus cher à l'achat et exige un spécialiste pour les réparations.</p>

## 24. Les organes annexes

Ce sont le refroidissement, la lubrification, le démarrage.

### 241. Le système de refroidissement

Le moteur, siège de la combustion des gaz, est soumis à de très hautes températures (2 000°C au cours de la combustion), ce qui peut entraîner :

- des déformations des organes les plus exposés (piston-cylindre - culasse - soupapes)
- des décompositions des huiles de graissage en produits volatils, ce qui peut provoquer le grippage des pièces en mouvement.

Il est donc nécessaire de refroidir le moteur, de manière à contrôler la température de fonctionnement pour qu'elle ne soit ni trop élevée, ni trop basse : la température optimale se situant autour de 120°C.

Il faut donc choisir un mode de refroidissement permettant

- d'évacuer rapidement la chaleur en excès
- de conserver au moteur une température suffisante
- de répartir convenablement cette température.

Pour cela, il existe 2 systèmes de refroidissement : par air et par eau.

#### - Refroidissement par eau

C'est le système le plus adopté.

L'eau de refroidissement est contenu dans un radiateur et dans un réseau qui comprend les chambres d'eau autour des cylindres et dans la culasse ; ce réseau est relié au radiateur par des durites souples.

Cette eau se réchauffe au contact des parties chaudes du moteur et se refroidit dans le radiateur ; ce refroidissement est activé par un ventilateur.

Un thermostat permet de contrôler la température du circuit. (voir schéma)

#### - Refroidissement par air

Obtenu directement par l'air qui circule autour de la culasse et des cylindres ; ces derniers sont garnis, sur leurs faces externes, d'ailettes en alliage léger entourées d'une gaine recevant un courant d'air créé par une turbine.

#### 242. La lubrification

Consiste à interposer entre les surfaces en frottement : paliers - engrenages - piston/cylindre... une couche d'huile afin de faciliter le glissement, en réduisant les pertes mécaniques et en limitant leur usure.

Elle ne peut intervenir correctement que si le refroidissement du moteur est réalisé ; les huiles de graissage, en effet, se décomposent dès 250°C.

- dans les moteurs à 4 temps, la lubrification s'effectue sous pression : l'huile de graissage est contenu dans le carter et une pompe à engrenages la refoule continuellement, lorsque le moteur est en marche, dans des canalisations qui le distribuent aux différents organes à lubrifier.

(voir schéma)

- dans les moteurs à 2 temps :

. diesel : la lubrification est réalisée au moyen d'une pompe doseuse, puisant l'huile dans un réservoir pour l'amener aux différents points à lubrifier, l'excès d'huile revient au réservoir

. essence : l'huile est mélangée au carburant.

#### 243. Le démarrage

Pour faire démarrer un moteur, il faut le "lancer", c'est-à-dire le faire tourner pendant quelques tours à une certaine vitesse :

- pour les moteurs à essence : 80 à 100 tours/minute

- pour les moteurs diesel : 120 à 150 tours/minute

Plusieurs systèmes existent

- système direct : la manivelle

- système indirect : par l'énergie emmagasinée soit dans le volant du moteur, soit dans le volant d'un dispositif auxiliaire.
- système électrique : par l'intermédiaire d'un moteur électrique de lancement, à courant continu.

Pour les moteurs "diesels" le démarrage peut s'effectuer :

- par un moteur à essence auxiliaire
- par des dispositifs spéciaux.

#### **244. Protection contre la poussière**

Un système de filtres permet de protéger le moteur contre la poussière : aussi bien dans le cas de l'air que des liquides.

### **3. Le moteur électrique**

Du fait même de sa source d'énergie, l'électricité, le moteur électrique n'est utilisable que dans des conditions bien déterminées :

- en tant que mode de traction, on se heurte aux difficultés résultant du transport et de l'utilisation d'une batterie d'accumulateurs conséquente pour la fourniture d'électricité.
- le moteur électrique est donc surtout utilisé en tant que moteur à poste fixe pour actionner directement, ou par l'intermédiaire de courroies, les différentes machines de l'exploitation.

En milieu tropical, son utilisation est limitée par le niveau d'électrification.

#### **31. Fonctionnement**

Le moteur électrique transforme de l'énergie électrique en énergie mécanique.

Le principe de fonctionnement est basé sur l'action d'un champ magnétique sur un courant électrique qui le traverse.

Deux catégories :

- moteurs à courant continu
- moteurs à courant alternatif :
  - moteurs synchrones
  - moteurs asynchrones.

### 32. Choix

Plusieurs facteurs à prendre en considération :

- les conditions d'installation : température, humidité, moisissures possibles, poussières... protection du point de vue électrique : concernant le circuit et le personnel
- le cycle de fonctionnement
- la puissance à adopter : quelques puissances nécessaires à l'entraînement de quelques machines agricoles.

Machine	Débit horaire	Vitesse machine (t/mn)	Puissance (ch)
Tarare	10 kg	30-50	1
Concasseur	200 kg	50-60	1
Hache-pailles	600-1200 kg	120-120	2,3-4,5
Coupe-racines	3000 kg	1500	1

### 33. L'entretien

Se réduit à peu de choses

- graissage
- protection contre la poussière et l'humidité des parties assurant la distribution du courant
- remplacement des parties et des pièces usagées.

## 4. Le moteur hydraulique

### 41. Principe

C'est un récepteur de fluide circulant sous une pression assez élevée, avec un certain débit, dont il transforme l'énergie en une énergie mécanique de rotation.

Un tel moteur dépend donc étroitement de la pompe qui lui envoie ce fluide ; généralement, cette pompe est couplée directement avec un moteur thermique, dont la vitesse ne doit pas dépasser 3 000 tours/minute.

### 42. Différents types

- moteurs à palettes
- moteurs à engrenages
- moteurs à pistons.

Sur le matériel agricole, ces machines sont surtout utilisées pour le mouvement des roues, les transmissions hydrostatiques et pour certains organes ; mais ces moteurs ont des limites dans leur emploi par suite des fuites de liquides.

## UNITE : 3

### LE TRACTEUR AGRICOLE

#### - OBJECTIF :

Le tracteur est l'élément de base de la motorisation en agriculture ; c'est lui qui fournit l'énergie mécanique nécessaire pour la réalisation des travaux au niveau d'une exploitation agricole moderne. Il est donc indispensable que l'élève-moniteur soit informé des possibilités d'un tel outil ; c'est pourquoi, il doit être capable de :

- Décrire les caractéristiques mécaniques d'un tracteur
- Utiliser au mieux les "capacités" d'un tracteur.

#### - QUESTIONS D'ETUDE :

1. Pour une meilleure utilisation du tracteur, il faut connaître ses caractéristiques : Comment est constitué un tracteur ?
2. L'énergie fournie par le moteur du tracteur sert à la réalisation des travaux : Comment se transmet cette énergie ?
3. Il existe différents types de tracteurs, comment effectuer un choix ?

## - DISCUSSION

### 1. Constitution et Rôles d'un tracteur agricole

Pour l'agriculteur, l'important est de pouvoir réaliser en temps voulu les travaux de son exploitation, quelles que soient les contraintes : climatiques, pédologiques, main-d'oeuvre... pour cela, seule la motorisation peut apporter une solution satisfaisante et, dans ce cas, le tracteur, le plus polyvalent de tous les matériels agricoles, en est l'élément de base. En effet, le tracteur peut convenir à des travaux multiples :

- Préparation des terres : défoncement, labours, hersages...
- Semis, épandage d'engrais ou de produits phytosanitaires...
- Travaux à poste fixe : battage, tararage...

Ceci étant rendu possible par l'utilisation en provenance du tracteur :

- soit du seul mouvement de rotation : c'est le cas des travaux à poste fixe, ou à l'arrêt
- soit du seul mouvement de translation qui assure le déplacement des machines agricoles
- soit du double mouvement : de rotation pour l'entraînement des pièces travaillantes des outils agricoles ou des roues motrices, et de translation pour le déplacement sur le terrain.

Un tracteur agricole comprend essentiellement : (schémas)

- \* Une source d'énergie : c'est le moteur qui fonctionne soit à l'essence soit le plus souvent actuellement au gas-oil (diesel)
- \* des organes de transmission qui transmettent le "mouvement" depuis le moteur jusqu'aux organes utilisateurs : roues, machines agricoles...
- \* des organes de liaison avec les outils

- \* parfois, un châssis supporte l'ensemble des organes ; mais, souvent, les carters successifs faisant bloc on peut supprimer tout châssis, d'autant qu'il n'existe pas de suspension pour les tracteurs agricoles techniques.

On peut considérer 3 grands types de tracteurs, dits "classiques" :

- \* les tracteurs à 4 roues, avec les 2 roues arrière motrices et les 2 roues avant directrices
- \* les tracteurs à 4 roues motrices
- \* les tracteurs à chenilles.

## 2. Utilisation de l'énergie du tracteur

C'est le moteur qui fournit l'énergie mécanique au tracteur ; nous ne reviendrons pas sur l'étude du moteur faite au chapitre précédent, mais nous apporterons simplement les précisions suivantes :

- C'est un moteur à combustion interne utilisant comme carburant l'essence, ou le plus souvent maintenant le gas-oil.
- Ce moteur ne démarre "qu'à vide" ; il faut donc le lancer avant de l'accoupler aux organes ou aux mécaniques à entraîner.
- Lorsque ce moteur fonctionne à "pleine charge", si celle-ci s'accroît il "cale" : pour remédier à ce défaut, il faut un moteur plus puissant que le travail pour lequel il est prévu et le munir d'un "régulateur" qui a pour rôle d'augmenter la quantité de carburant introduite à chaque cycle lorsque le moteur ralentit par suite d'une augmentation de la charge ; réciproquement, il diminue l'alimentation lorsque la charge baisse et que le moteur tend à "s'accélérer". Le moteur "régulé" tourne à une vitesse presque constante, en fonction de la position du régulateur.

- La puissance du moteur est proportionnelle à la vitesse de rotation ; la puissance maximale sera obtenue lorsque le moteur tourne à pleine vitesse, ce qui correspond généralement au régime nominal d'utilisation indiqué par le constructeur. Il faudra donc disposer d'un système permettant de maintenir le moteur toujours proche de son régime nominal.

Tous ces dispositifs permettent d'utiliser au mieux l'énergie mécanique du moteur ; il s'agit maintenant de transmettre cette énergie...

## 21. La transmission

C'est l'ensemble des mécanismes destinés à transmettre le mouvement du moteur jusqu'aux roues motrices et jusqu'à la prise de force.

Tout dispositif de transmission est animé par un arbre menant venant du moteur ; il communique le mouvement à un arbre mené, relié à l'organe d'application de la puissance développée par le moteur.

Les caractéristiques du mouvement en provenance du moteur peuvent alors subir :

- des modifications dans la vitesse de rotation
- des modifications dans la direction du mouvement
- des modifications dans la continuité du mouvement
- des modifications dans l'emplacement où le mouvement se manifeste.

La chaîne des transmissions se divise en :

- des transmissions d'effort de traction : embrayage, boîte de vitesse...
- des transmissions d'effort d'entraînement d'une machine : prise de force.

## 211. L'embrayage (Schéma)

Nous avons vu qu'un moteur à combustion interne ne peut pas démarrer seul et ne peut démarrer qu'à vide ; dans le 1er cas, il faut un démarreur pour le lancer, dans le 2e cas, ce n'est que lorsque le démarrage est obtenu et un régime suffisant instauré que le moteur peut être accouplé progressivement avec les organes de transmission de puissance, ceci par un dispositif appelé embrayage. On distingue à ce niveau les embrayages mécaniques à friction et les embrayages hydrauliques.

Sur les tracteurs, on trouve surtout des embrayages à friction qui peuvent être :

- à simple effet lorsqu'il ne commande que l'arbre commandant l'avancement
- à double effet lorsqu'il commande à la fois l'arbre d'avancement et la prise de force ; à présent il existe des embrayages doubles pour assurer une indépendance totale de la prise de force.

## 212. La boîte de vitesses (Schéma)

C'est un élément de transmission permettant d'obtenir un certain nombre de rapports de démultiplication entre l'arbre d'entrée et l'arbre de sortie de cette boîte.

Grâce à l'action d'un mécanisme de commande, le sélecteur, il est possible de choisir le rapport de démultiplication souhaité ; en outre, le sélecteur permet d'obtenir le désaccouplement permanent de l'arbre d'entrée et de l'arbre de sortie (position dite du "point mort").

L'effort de traction que peut développer un tracteur dépend du rapport de démultiplication : pour obtenir un gros effort, il faut une grande démultiplication, et réciproquement ; mais si l'on change la démultiplication, on change également, pour une vitesse donnée du moteur, la vitesse d'avancement du tracteur : pour disposer de toute la puissance du moteur aux différentes vitesses d'avancement qui sont spécifiques des divers travaux agricoles, il faut disposer d'un nombre suffisant de combinaisons de vitesses afin de pouvoir utiliser, dans tous les cas, le moteur à un régime proche du régime nominal : on admet un minimum de six rapports de vitesse ; mais sur les tracteurs modernes on peut avoir jusqu'à huit et dix vitesses, voire seize vitesses ; une telle diversité de rapports ne peut être obtenue avec une boîte de vitesses commandée par un seul levier de vitesse ce qui impliquerait des mécanismes complexes ; c'est pourquoi, la plupart des tracteurs sont équipés généralement d'une boîte à 4 vitesses avant et une vitesse arrière, complétée d'une boîte dite de "présélection de gammes" avec une combinaison "route" et une combinaison "champ" ce qui permet dix rapports de démultiplication possibles : le nombre de vitesses existant dans la boîte de vitesses peut ainsi être multiplié par le nombre de gammes que l'on peut présélectionner, chaque boîte étant commandée par un levier différent ; le changement de gamme s'effectue généralement le tracteur à l'arrêt.

### 213. Le pont arrière

Il réunit toute la partie de la transmission située après la boîte de vitesses, soit : le couple cône, le différentiel et les trains réducteurs finaux ; il assure la liaison entre la sortie de la boîte et les roues motrices.

Le différentiel permet aux roues motrices de tourner à la même vitesse en ligne droite ; dans un virage, il crée une vitesse relative entre les 2 roues, en évitant ainsi le patinage, une perte de vitesse et une gêne dans la direction.

Le réducteur final réduit encore la vitesse de rotation des arbres transmettant la puissance.

#### 214. La prise de force

Par "prise de force" on désigne une prise de puissance formée d'un bout d'arbre cannelé mâle sur lequel peuvent s'adapter les manchons cannelés des arbres à cardans qui entraînent diverses machines réceptrices.

En raison de son importance, les constructeurs se sont mis d'accord sur la normalisation de la position, du sens de rotation, des dimensions et du régime de l'arbre cannelé de la prise de force ; on peut, de ce fait, retenir 3 types de prise de force :

- la prise de force de type 1 : à 6 cannelures et tournant à 540 tours/minute ; peut être utilisée jusqu'à une puissance de 48 kw (65 ch)
- la prise de force de type 2 : à 21 cannelures et tournant à 100 tours/minute ; peut être utilisée jusqu'à une puissance de 92 kw (125 ch)
- la prise de force du type 3 : à 20 cannelures et peut être utilisée jusqu'à une puissance de 185 kw (250 ch).

Les tracteurs peuvent être équipés de la manière suivante :

- soit uniquement d'une prise de force tournant à 540 T/mn
- soit d'une prise tournant à 540 T/mn ; mais aussi à 1 000 T/mn grâce à une commande adaptée
- soit de 2 prises de force, l'une tournant à 540 T/mn, l'autre à 1 000 T/mn.

Si le tracteur possède un embrayage à double effet et d'une prise de force semi-indépendante, il est possible d'immobiliser le tracteur sans arrêter la prise de force ; il n'est, par contre, pas possible d'arrêter la prise de force sans immobiliser le tracteur.

Actuellement, les tracteurs sont de plus en plus équipés de prises de force totalement indépendantes ; la prise de force peut alors être commandée :

- soit par un double embrayage à commandes séparées
- soit par deux embrayages distincts.

Avec une prise de force totalement indépendante, on peut immobiliser le tracteur sans arrêter la prise de force ou bien arrêter la prise de force sans immobiliser le tracteur.

## **22. Liaison : tracteur-outils**

La polyvalence du tracteur réside dans ses possibilités d'utilisation d'outils très divers et de toutes tailles, semi-portés ou portés : ceci, grâce à la généralisation des systèmes perfectionnés d'attelage et des dispositifs de relevage.

### **221. L'attelage des outils trainés (schémas)**

2 modes sont possibles :

- Le crochet, ou chape d'attelage : utilisé surtout pour les remorques.
- La barre d'attelage oscillante, placée dans l'axe du tracteur et fixée sous le carter de transmission ; permet la traction des outils lourds.

### **222. L'attelage 3 points (schéma)**

Cet attelage possède le minimum de points de liaison nécessaire et suffisant pour obtenir le support complet de l'instrument par le tracteur. La liaison s'établit de la manière suivante :

- l'effort de traction est transmis par les 2 bras inférieurs, ou barres de traction, articulés sur le tracteur et placés symétriquement par rapport à son plan médian ; à l'extrémité de ces barres, des rotules se fixent sur l'outil.

- ces barres sont reliées au système de relevage par deux biellettes, ou chandelles de relevage
- le 3e point de fixation est situé à l'extrémité de la barre de 3e point, ou barre de poussée.

Les barres de traction sont montées avec des chaînes réglables, ou stabilisateurs, qui les empêchent de venir au contact des roues arrière du tracteur.

L'attelage "3 points" qui est maintenant généralisé fait l'objet d'une normalisation au plan des dimensions et de la position des barres de traction, mais aussi en ce qui concerne le diamètre des alésages des rotules d'attelage.

### **223. Le relevage hydraulique (schéma)**

Il est constitué par l'ensemble du mécanisme de mise en action des bras de relevage, lesquels, dans le système d'attelage 3 points, permettent de donner aux outils qui sont liés au tracteur une position convenable, aussi bien au travail que lors du transport.

Le principe de fonctionnement du relevage hydraulique est de faire agir sur un vérin, directement lié aux bras de relevage, un fluide transmettant une pression.

Ainsi, lorsqu'un outil porté, par ex. une charrue, est attelé au tracteur, le dispositif de relevage permet la levée et le terrage de l'outil ainsi que le maintien à la profondeur de travail voulue, grâce à un système de contrôle de position.

### **3. Comment choisir un tracteur**

Le choix d'un tracteur doit s'effectuer en fonction de l'utilisation désirée : il est donc nécessaire de connaître ses principales caractéristiques qui permettront le choix le plus judicieux.

## 31. Les caractéristiques mécaniques

Elles évoluent au fil des années, dans le sens de leur amélioration. On prendra en compte :

### 311. La puissance

Elle peut s'exprimer de différentes manières ; le plus souvent on parlera de :

\* la puissance au moteur :

C'est la valeur la plus élevée, donc la plus citée. Elle s'exprime en :

- hp (horse-power) en pays anglosaxons
- ch (cheval-vapeur) en Europe, Afrique et Asie.

1 ch = 75 kgm/s ; si bien que : 1 hp = 75,9 kgm/s =  
1,014 ch.

\* la puissance à la poulie :

C'était une donnée essentielle lorsque les travaux s'effectuaient, tracteur immobilisé : batteuse, broyeuse, tarare... La poulie était alors un équipement essentiel, disposée à côté du moteur et entraînée par la boîte de vitesses ; actuellement les instruments sont entraînés par des moteurs électriques, aussi la poulie ne se trouve plus qu'en option et la puissance à la poulie a perdu de son importance.

\* la puissance à la prise de force

C'est devenu le critère essentiel de l'évaluation d'un tracteur à faire face à un travail dur.

La puissance disponible à la prise de force est égale à la puissance fournie par le moteur, diminuée des pertes par transmission, estimées généralement à 10-15 %.

Elle est fonction du régime du moteur : elle est maximale lorsque le moteur tourne à son régime maximal, qui est souvent supérieur aux régimes normalisés, 540 ou 1 000 tours/min., des prises de force ; si bien que la puissance disponible à ces régimes normalisés est souvent inférieure à la puissance maximale.

### 312. Le rapport Poids/Puissance

La tendance actuelle est à l'augmentation de puissance, mais sans augmentation parallèle du poids ; le poids moyen, en kg/ch, se situe entre 35 et 45, alors qu'il était de 50-60 il y a une dizaine d'années ; ceci se traduit par :

- la tendance des tracteurs à patiner lorsque les efforts demandés sont trop importants
- les travaux lourds exigeant le plus d'effort de traction doivent s'effectuer à faible vitesse.

### 32. l'influence du rapport : course/alésage

Ce rapport peut prendre diverses valeurs et il a une influence sur les dimensions du moteur :

Une course longue tend à augmenter le rapport poids/puissance du moteur ; un grand alésage favorise la nervosité du moteur en favorisant le taux de remplissage et l'évacuation des gaz brûlés.

Le moteur à course courte tourne plus vite.

Plus la course d'un moteur est longue, plus ce moteur est souple et moins on est appelé à changer souvent de combinaison de vitesses.

Un moteur à course longue a un rapport course/alésage compris entre 1 et 1,4 ; c'est le cas, actuellement, pour 90 % des tracteurs ; les autres sont à moteur "carré" ou "super-carré", avec un rapport égal ou inférieur à 1 ; ces derniers ont une plus grande rigidité du vilebrequin, des frottements moindres et une plus grande légèreté et une meilleure admission grâce à des soupapes plus grandes.

### 33. La tropicalisation

C'est le fait de rendre ce matériel moins sensible à l'action du climat tropical, c'est-à-dire en prenant en compte les contraintes suivantes :

- l'eau (pluie brutale, inondation, humidité ambiante, boue...)
- le soleil
- le sol
- le déplacement.

Les organes les plus directement affectés sont les assemblages (moteur, boîte de vitesses, pont...) le système de refroidissement, l'appareillage électrique, les filtres et, les dispositifs de graissage.

Il faut donc vérifier que les constructeurs ont bien pris en considération ces contraintes, par des dispositions telles que :

- doublement de certains filtres par des préfiltres
- démontage facile des filtres
- courroies trapézoïdales renforcées et moins longues
- des isolants électriques en résine (de préférence au caoutchouc) et des fils électriques mieux gainés
- des joints plus résistants à la sécheresse et plus étanches.

### 34. Avantages et Inconvénients comparés des différents types de tracteurs "classiques".

#### 341. Les tracteurs à roues :

- Les tracteurs à 4 roues motrices ont un coefficient d'adhérence supérieur,
- Dans les mêmes conditions de travail, le tracteur à 4 roues motrices utilise mieux la puissance de son moteur,
- La direction des tracteurs à 4 roues motrices est plus efficace, mais leur rayon de braquage est plus important,

- Les tracteurs à 4 roues motrices ont un meilleur frein moteur, ce qui n'est pas négligeable sur terrain en pente.
- Par contre, à puissance égale, les tracteurs à 4 roues motrices sont d'un coût nettement plus élevé.

### 342. Le tracteur à chenilles

C'est beaucoup plus un matériel pour travaux de défrichage, de terrassement, d'aménagement en général.

Il a une surface portante nettement supérieure à celle des tracteurs à roues ; à puissance égale, son poids est aussi nettement plus élevé.

Il travaille à des vitesses relativement lentes : 4 - 5 km/h.

Il est très stable sur les terrains en pente du fait de la position très basse de son centre de gravité.

Il provoque un tassement moindre du sol.

Il est très maniable et ne craint pas les obstacles compacts ou pointus, néfastes pour les pneumatiques.

Les tracteurs à roues s'adaptent cependant mieux aux matériels purement agricoles et sont d'un investissement plus élevé.

## 2e PARTIE

### LE MATERIEL AGRICOLE

Conçu pour soulager l'agriculteur dans ses travaux, le matériel agricole possède ses spécificités et doit être adapté au mode d'exploitation des terres, aux types de culture et à la nature des travaux à réaliser.

Pour utiliser avec efficacité un matériel, le paysan doit donc maîtriser son fonctionnement et les différents réglages à effectuer pour un meilleur résultat ; par ailleurs, pour que ce matériel lui soit d'un usage aussi long que possible, il doit l'entretenir afin de toujours le maintenir dans les meilleures conditions de travail.

C'est pour atteindre ces buts que nous avons pensé que les élèves-moniteurs, futurs encadreurs du monde rural, doivent maîtriser ces objectifs afin de pouvoir ensuite les vulgariser avec succès auprès des agriculteurs.

Etant donné l'état actuel de la mécanisation de l'Agriculture au Mali, nous porterons un intérêt plus particulier au matériel motorisé dans la mesure où le moteur prendra de plus en plus d'importance dans les années à venir, en tant que complément indispensable à la traction animale. Le matériel de culture attelée, très utilisé au Mali actuellement est traité de manière détaillée dans un autre fascicule.

Nous adopterons pour chaque matériel étudié les mêmes objectifs à atteindre, c'est-à-dire qu'à la fin de chaque unité l'élève-moniteur doit être capable de :

- Définir la nature du travail réalisé par le matériel étudié
- Citer les différentes parties du matériel étudié et Décrire le rôle joué par chacune d'elles.
- Décrire le fonctionnement de ce matériel
- Réaliser les différents réglages de ce matériel en fonction des conditions de travail.
- Etablir le calendrier d'entretien de ce type de matériel.

## UNITE : 4

### LE MATERIEL DE DEFRICHEMENT

#### - OBJECTIF

Opération généralement réalisée par du matériel très spécialisé, le moniteur d'agriculture n'aura pas, de fait, à le manipuler ou à l'entretenir ; cependant, il est nécessaire qu'il connaisse son existence et ses possibilités de travail afin de pouvoir envisager son utilisation dans des circonstances appropriées.

Cette unité aura donc surtout pour objectif de :

- Décrire les différentes méthodes de défrichement.
- Citer le matériel utilisé et leur mode d'action.

#### - QUESTIONS D'ETUDE

1. La mise en valeur d'une terre exige un défrichement préalable : en quoi consiste cette opération ?
2. Pour défricher, il est nécessaire d'employer un matériel spécifique :
  21. Comment se présente ce matériel ?
  22. Comment agit-il ?

## - DISCUSSION

### 1. Définition du défrichement

#### 11. Buts du défrichement

Le défrichement, opération préalable à toute mise en valeur de terrain, consiste à éliminer totalement, ou partiellement, toute formation végétale naturelle ; il sert à débarrasser le futur emplacement de mise en culture de ce qui peut le gêner quant aux travaux du sol et au développement des plantes cultivées.

Dans nos régions, cette opération consistera surtout :

- en l'abattage des arbres, généralement de faibles dimensions, et en la destruction des herbes
- en l'andainage des produits abattus pour leur destruction sur place par le feu ou... le temps.

#### 12. Les méthodes de défrichement

Il existe différentes méthodes de défrichement, chacune adaptée à la nature de la végétation et du terrain et utilisant un matériel approprié.

Toutefois, avant d'entreprendre un défrichement, il est nécessaire d'effectuer des études relatives à la zone à défricher et concernant :

- la végétation : nature, taille... ; elle peut-être plus ou moins dense et plus ou moins ligneuse (de la savane de graminée jusqu'à la forêt dense..)
- l'état du sol : nature, humidité, présence de roches, pierres...
- la topographie : pente, fossé, marécage...
- la destination : selon les cultures envisagées, la surface défrichée peut-être :

- \* une surface complètement dégagée et aplanie (canne à sucre, riz...)
- \* une surface pouvant conserver quelques arbres (cultures vivrières)
- \* une surface où seules quelques bandes étroites sont défrichées : création de plantations arbustives, par exemple.

## 2. Le matériel de défrichement

Selon la méthode de défrichement retenue, le matériel à utiliser sera différent : toutefois, il est à remarquer que ces travaux ne peuvent généralement être effectués qu'à la main, pour des petites surfaces ne comportant pas d'arbres importants, ou par du gros matériel mécanique, aucun matériel à traction animale ne pouvant être préconisé pour cette opération.

### 21. Le défrichement manuel

Lorsqu'il s'agit de petites surfaces constituées de savane herbeuse sans tiges de diamètre supérieur à 5 ou 10 cm, le travail de défrichement peut être réalisé à la main ; le matériel utilisé est alors des plus simples : faux ou faucilles pour couper les herbes et la machette ou la hachette pour abattre les arbres (ou encore des treuils à cliquets ou à pinces).

Les végétaux abattus sont ensuite mis en andains à l'aide de fourches ou directement à la main pour être généralement brûlés.

### 22. Le défrichement mécanique

Le matériel utilisable pour ce travail sera examiné en fonction des associations végétales à défricher.

#### 221. en savane herbacée

C'est une association végétale où les arbustes ont généralement un diamètre inférieur à 5 cm ; on peut alors utiliser des instruments tels que :  
(voir schémas)

- des charrues à disques, généralement trainées avec des poids variant de 1.500 à 3 600 kg ; les disques sont de grand diamètre, généralement 71 cm, mais pouvant atteindre 110 cm et plus
- des pulvérisateurs à disques : les disques ont de 71 à 81 cm de diamètre et sont crantés, avec un poids de 200 à 250 kg environ.

Pour des défrichements importants, les disques peuvent mesurer jusqu'à 91 cm de diamètre.

Pour traîner de tels outils, la puissance de traction peut varier entre 75 et 200 ch.

- des rouleaux débroussailleurs: les pièces travaillantes sont des lames d'acier, droites ou hélicoïdales, montées radialement de façon rigide sur un cylindre creux, tournant autour d'un axe ; les dimensions varient de la manière suivante, selon la nature du travail à effectuer :
  - diamètre du cylindre : 65 à 160 cm
  - hauteur des lames : 12 à 25 cm
  - poids : 800 à 1600 kg, mais peuvent aller jusqu'à 2 000 kg et plus

- des débroussailleuses rotatives :

- \* à axe vertical : les pièces travaillantes sont des lames, plus rarement des chaînes ; elles sont généralement enveloppées par un carter, la largeur de coupe varie de 1,50 à 2,10 m et le poids de 500 à 1 000 kg ; la hauteur de coupe peut être réglée entre quelques cm et 20 à 30 cm.

Un appareil solide peut couper des tiges de 3 à 5 cm de diamètre.

- \* à axe horizontal : les pièces travaillantes sont des couteaux, des fléaux ou des marteaux ; la largeur de coupe varie entre 1,25 et 2 m, et ces appareils peuvent s'attaquer à des tiges ligneuses pouvant atteindre 15 cm de diamètre

## 22. en savane boisée

La savane boisée peut se présenter soit sous l'aspect d'un peuplement clairsemé mais de densité régulière, soit comprendre de gros arbres, isolés parmi d'autres arbustes épineux assez dispersés ; dans ce cas, le matériel de défrichement peut-être :

- La chaîne : (Voir schémas) pouvant peser de 90 à 270 kg par mètre, avoir une longueur de 30 à 120 m suivant la végétation à défricher ; elle est utilisée avec des tracteurs de 180 à 450 ch et peut convenir pour des peuplements homogènes d'arbres pouvant atteindre 30 cm de diamètre et à enracinement faible.

Pour une végétation ligneuse de faible diamètre, on peut utiliser une bille de bois, aux dimensions appropriées, attachée à la chaîne d'abattage en 2 points, proches des extrémités, par 2 courtes chaînes.

- Les lames : (Voir schémas)

- \* la lame de bulldozer classique présentant un soc inférieur coupant, portée généralement à l'avant d'un tracteur à chenilles ; elle peut peser jusqu'à 5 tonnes, exigeant alors une poussée de 350 ch.

Elle permet, en position haute, de déraciner les arbres par poussée, et, en position basse, de couper les tiges un peu au dessus du niveau du sol.

- \* la lame de défrichement : à la place du soc inférieur, elle présente une série de dents.

- les rateaux défricheurs

Peuvent être à usages multiples :

- \* les rateaux à souches pour couper et dessoucher
- \* les rateaux épierreurs : pour extraction des pierres

\* les rateaux défricheurs polyvalents permettant de déraciner, d'andainer, d'extraire de petites souches ou d'assez grosses pierres en laissant le sol en place.

Il existe d'autres matériels de défrichage, beaucoup plus importants, utilisés surtout lorsqu'il s'agit de travailler en forêts denses : dessoucheuse, tree-pusher, tree-dozer, tree-stumper, rooter, lames coupe-racines, secateurs hydrauliques...

## LE MATERIEL DE TRAVAIL DU SOL

Pour se développer convenablement afin de fournir la meilleure production possible, le végétal demande à être placé dans un milieu répondant à ses exigences, aussi bien climatiques qu'édaphiques.

Fixée au sol par son système racinaire, c'est aussi par ce moyen que la plante prélève dans le sol tout ce dont elle a besoin pour son développement, c'est dire l'importance que revêt le sol dans la croissance d'une culture : le sol est un milieu vivant, variant dans l'espace et le temps ; toute intervention à son niveau doit être adaptée aux conditions du milieu afin d'améliorer son état et non de le dégrader.

Nous venons de voir comment nettoyer le sol de tout ce qui pouvait entraver le développement d'une culture, par l'intermédiaire du défrichement ; il faut, à présent, mettre le "sol défriché" dans les meilleures conditions pour recevoir la culture et pour lui permettre une bonne croissance.

On englobe, dans une même expression "**travail du sol**", d'une part tous les travaux de "**préparation du sol**" effectués pour rendre un sol apte à recevoir une culture, d'autre part les "**travaux d'entretien**" destinés à maintenir la plante en bon état sanitaire.

Le travail de préparation du sol comprend 2 étapes :

- Reconstituer un bon état physique du sol, par des façons profondes, réalisées avec du matériel de labour.
- Achever un lit de semences correct, par des façons superficielles, exécutées avec du matériel parachevant le travail du labour.

## UNITE : 5

### LE MATERIEL DE LABOUR

Après le défrichement, lorsqu'il s'agit de la mise en valeur d'une terre, ou après une récolte, lorsqu'il s'agit d'une terre déjà en culture, le sol se trouve dans un état qui ne permet pas de porter une nouvelle culture sans interventions préalables : parmi celles-ci, il y a le labour.

Il est important pour le futur moniteur de maîtriser parfaitement cette technique culturale qui, en relation avec quelques autres interventions, est à la base de la réussite ou de l'échec d'une campagne agricole ; aussi, cette unité permet à l'élève-moniteur de :

- \* Définir l'intérêt du labour et les différentes techniques qui permettent sa mise en oeuvre.
- \* Citer et Décrire les matériels utilisés
- \* Utiliser et Entretenir ce matériel.

#### - QUESTIONS D'ETUDE

1. Dans la mise en place d'une culture, le labour est la première opération de la préparation du sol : en quoi consiste ce travail ?
2. Pour réaliser un labour, on utilise un matériel dénommé charrue : Comment se présente ce matériel ?
3. Le labour présente des caractéristiques différentes selon la nature du sol, le type de culture : le fonctionnement et le réglage du matériel subiront des modifications, comment ?
4. Pour maintenir le matériel de labour en bon état de marche, il faut l'entretenir : Comment s'effectue cet entretien ?

## - DISCUSSION

Le labour mécanique, travail essentiel dans la préparation du sol, est réalisé avec du matériel dénommé charrue.

Il existe 2 types de charrues : - des charrues à socs  
- des charrues à disques.

### 1. Les charrues à socs

#### 11. Le labour et ses différentes caractéristiques

##### 111. Définition et Objectifs du labour

Le labour consiste à découper (voir schémas) une bande de terre, horizontalement et verticalement, et à la retourner.

L'objectif principal du labour est de préparer un milieu favorable au développement de la culture ; différents effets du labour concourent à cet objectif :

- l'ameublissement : résultat du retournement du sol et de sa fragmentation
- l'action des agents atmosphériques (eau - soleil - chaleur...) sur les parties exposées : réorganisation du milieu physique
- la destruction des mauvaises herbes soit par leur enfouissement, soit par la remontée en surface et le dessèchement des racines, rhizomes, tubercules...
- l'enfouissement de matériaux divers (engrais verts, fumier, pailles...) destinés à améliorer les propriétés physiques-chimiques du sol.

## 112. Caractéristiques et Classification des labours (voir schémas)

Un labour est caractérisé par : sa profondeur (P), sa largeur (L) et le degré de retournement des bandes (on désigne souvent par  $\sin \alpha = P/2$ , l'inclinaison du labour).

Les labours sont classés d'après leurs caractéristiques ou le mode opératoire :

### \* Selon la profondeur :

C'est d'elle que dépend l'épaisseur de terre ameublée utilisable par la plante pour son meilleur développement.

On distingue :

- le labour de déchaumage : 5 cm de profondeur environ
- le labour léger ou superficiel : entre 8 et 15 cm de profondeur
- le labour moyen : entre 15 et 30 cm de profondeur
- le labour profond : entre 30 et 45 cm de profondeur.

La profondeur du labour dépendra donc de la culture à planter, en fonction de ses exigences : par exemple, pour l'arachide il faut prévoir 20 à 35 cm, pour le cotonnier 20 à 30 cm, pour le mil-sorgho 25 à 35 cm.

### \* Selon le degré de retournement :

On distingue dans ce cas

- . les labours couchés : l'inclinaison se situe entre 0 et 45 °
- . les labours dressés : l'inclinaison se situe entre 45° et 90°.

\* Selon le mode opératoire : (Voir schémas)

On peut distinguer :

- le labour en planches : celui-ci facilite l'écoulement des eaux ; il est difficile à exécuter.

Le labour en tournant est considéré comme un labour en planches particulier ; c'est un labour pas toujours régulier.

- le labour à plat : permet d'obtenir une surface régulière et homogène, sans discontinuité.

Sur les terrains en pente, un tel labour suivant les courbes de niveau permet de "remonter" la terre.

## **12. Description des charrues à socs**

### **121. Constitution**

La charrue à soc est constituée de 3 organes essentiels : les pièces travaillantes, les organes de liaison et de stabilité, les organes de réglage.

#### **1211. Les pièces travaillantes (voir schémas)**

Elles comprennent essentiellement :

- **Le coutre :**

Son rôle est de découper verticalement la bande de terre ; il est donc généralement placé en avant des autres pièces travaillantes. On distingue :

- \* le coutre droit

C'est une lame d'acier triangulaire, tranchante ; il peut être rectiligne ou coudé ; il est incliné de haut en bas et d'avant en arrière, faisant avec la verticale un angle d'entrure d'environ 30°.

Il est fixé sur l'âge de la charrue par une coutrière.

Il convient aux terres peu abrasives et dont la surface n'est pas encombrée d'herbes ou de résidus de récolte.

\* le coudre circulaire :

C'est un disque plat, en acier, de 25 à 45 cm de diamètre, tournant librement autour d'un axe qui doit être situé à l'aplomb de la pointe du soc.

Il peut être utilisé dans les terres encombrées en surface ; son usure est faible et mieux répartie ; il diminue l'effort de traction, mais ne permet pas des labours aussi profonds qu'avec le contre droit.

- Le soc :

Son rôle est de découper horizontalement la bande de terre et d'amorcer son retournement en la soulevant.

C'est une lame d'acier généralement trapézoïdale ; son bord inférieur, appelé tranchant ou taillant, a une largeur de 4 à 5 cm et assure la coupe du sol ; le bord arrière constitue le talon du soc.

La position du soc est caractérisée par 4 angles caractéristiques :

\* l'angle d'attaque, ou de coupe : c'est l'angle formé par le tranchant et la muraille ; il est généralement de l'ordre de 45°.

\* l'angle d'entrure, ou de pénétration : compris entre 15 et 25° ; il donne de l'obliquité au tranchant du soc, facilitant ainsi le découpage de la terre.

\* l'angle d'embèchage : il augmente la stabilité tout en réduisant l'usure.

\* l'angle de rivotage : angle formé avec la muraille.

Il existe différentes formes de socs :

\* le soc à taillant droit : pour terre légère et peu abra-

ve

- \* le soc à "bec de canard" : convient aux terres abrasives
- \* le soc à carrelet mobile : adapté aux terrains caillouteux ou abrasifs, mais augmente l'effort de traction.

**- Le versoir**

C'est une pièce de forme variable faisant suite au soc, dont le rôle consiste à retourner la bande de terre préalablement découpée par le coutre et le soc.

Il existe 3 types de versoir :

- \* le versoir hélicoïdal : formé de 2 portions en forme d'hélice ; son action progressive accompagne la terre jusqu'à la fin de son retournement ; convient pour des labours légers ou moyens, en terre non collante.
- \* le versoir cylindrique : formé par une portion de cylindre ; il convient pour les labours profonds et provoque un émiettement important.
- \* le versoir semi-hélicoïdal, ou universel : la partie antérieure est cylindrique et la partie postérieure hélicoïdale.

Indépendamment des formes ci-dessus, un versoir peut-être :

- long : pour terre lourde et humide
- court : recommandé pour terre légère et sèche

**- La rasette :**

Véritable corps de charrue miniature, placée devant les autres pièces et fixée à l'âge, la rasette décape la partie superficielle du sol pour l'envoyer au fond de la raie, empêchant ainsi la repousse des mauvaises herbes dans le sillon.

**- Le déflecteur :**

Destiné au versoir universel, il favorise l'enfouissement des tiges de maïs, sorgho, engrais vert... et évite les bourrages.

## 1212. Les organes de liaison et de stabilité (voir schémas)

On distingue parmi ceux-ci :

- L'âge : c'est la principale pièce de soutien sur laquelle sont fixées toutes les autres pièces ; c'est par son intermédiaire que s'exerce la traction. Il est de forme généralement rectiligne, sa partie arrière est quelquefois recourbée en "col de cygne".
- Le sep : c'est la pièce inférieure du bâti qui glisse sur le fond de raie ; sa partie antérieure se termine par la palette qui comporte les trous de fixation du soc et du bas du versoir.
- L'étauçon : pièce intermédiaire entre l'âge et le corps de charrue ; c'est généralement un simple prolongement de l'âge et peut parfois être double.

On distingue aussi des organes de protection :

- Le talon : pièce d'usure située à l'extrémité postérieure du sep, elle évite son usure prématurée ; il est facilement remplaçable.
- Le contre-sep : pièce d'usure aussi située sur le côté des étauçons et du sep pour éviter le frottement contre la muraille ; il est aussi interchangeable.

## 133. Les réglages de la charrue à soc

Les terres à labourer sont généralement de nature et d'humidité variables ; pour réaliser un travail régulier, il est nécessaire d'effectuer des réglages afin d'éviter une usure rapide des pièces ou de les déformer.

Les réglages de la charrue sont classés en :

- réglages primaires, ou de dimension, agissant sur la profondeur et la largeur du labour
- réglages secondaires, ou de traction, pour agir sur la stabilité de la charrue au travail.

## 1221. Les réglages primaires

### - de la profondeur :

Ce réglage s'effectue en faisant varier la distance au sol de la partie avant de l'âge : on augmente la profondeur en abaissement l'âge et inversement.

\* sur une charrue trainée, un levier permet de faire varier la position de la roue de guéret, c'est-à-dire la hauteur de l'âge

\* sur une charrue portée, le réglage s'effectue en agissant sur les bras de relevage.

- de la largeur : c'est un réglage exceptionnel, la largeur de travail étant définie par construction ; on peut tout de même agir sur la voie de la charrue.

## 1222. Les réglages secondaires

- le réglage de l'aplomb : l'aplomb est déterminé par l'angle formé par les étançons et le sol ; l'aplomb est correct lorsque les étançons sont perpendiculaires au terrain travaillé. Il peut être obtenu :

\* par un levier réglant la hauteur de la roue de raie sur les charrues trainées

\* par des cliquets de verrouillage à position réglable sur les charrues réversibles portées.

- le réglage du bordoyage : (ou de devers de points) le bordoyage est correct lorsque la roue de raie de la charrue passe régulièrement dans l'angle formé par la muraille et le fond de raie.

Le réglage est obtenu par déplacement latéral du point d'attelage.

- le réglage du talonnage : la trace laissée par le talon dans le fond de la raie doit être marquée sans exagération.

Le réglage s'effectue par déplacement vertical du point d'attelage.

## 123. Classification des charrues à soc

Elle peut s'appuyer sur plusieurs critères, en particulier :

- le type de labour
- la liaison avec le tracteur.

### 1231. Classification d'après le type de labour

- pour le labour en planches : ce type de charrue ne peut verser la terre que d'un seul côté, toujours le côté droit. Ce sont les charrues simples
- pour le labour à plat : ces charrues versent la terre des 2 côtés, au choix du conducteur ; elles possèdent donc 2 séries de corps, l'une versant à droite, l'autre à gauche.

Selon la disposition et la présentation au travail des 2 corps, on a :

#### \* les charrues réversibles :

- . à retournement autour d'un axe longitudinal, parallèle à l'axe d'avancement, ce sont les charrues réversibles  $\frac{1}{2}$  tour où les 2 corps sont disposés l'un au dessus de l'autre, à  $180^\circ$ , et les charrues réversibles  $\frac{1}{4}$  tour où les 2 corps sont calés par leurs étançons sur l'âge à  $90^\circ$ .
- . à retournement autour d'un axe transval, perpendiculaire à l'axe d'avancement, ce sont les charrues alternatives où les corps sont placés symétriquement à l'axe du tracteur.

### 1232. Classification selon leur liaison avec le tracteur

Pour travailler correctement, une charrue doit avoir une stabilité longitudinale et une stabilité latérale ; pour cela, elle doit s'appuyer au moins sur 3 points ; selon la disposition de ces 3 points, on distingue :

- Les charrues traînées :

Elles reposent intégralement sur le sol : l'age est fixé, à l'avant, à un bâti reposant sur 2 roues et une 3e roue à l'arrière qui roule dans le fond de raie ; le relevage est mécanique sur les plus légères, hydraulique sur les autres.

Elles permettent généralement un travail régulier, évitant de nombreux bourrages, et s'adaptent à n'importe quel tracteur ; mais, elles sont chères, de maniabilité au travail médiocre, de déplacement sur route lent et n'améliorent pas l'adhérence du tracteur au sol.

- Les charrues portées :

Elles reposent intégralement sur le tracteur par l'intermédiaire de l'attelage 3 points ; elles n'ont pas de zone de jauge.

Elles sont généralement très maniables au travail et peuvent améliorer l'adhérence du tracteur au sol leur point d'accrochage ou par leur poids ; mais elles ont un nombre de corps limité. 3 à 5, elles sont sujettes au bourrage.

- Les charrues semi-portées :

Elles sont généralement fixées, à l'avant, sur la barre d'attelage du tracteur et reposent au sol à l'arrière par 1 ou 2 roues, à orientation libre.

Elles sont intermédiaires entre les 2 modèles précédents.

#### 124. Entretien des charrues à soc

Pour prolonger la longévité d'une charrue à soc, il faut veiller sur les points suivants :

- Graissage de toutes les parties mobiles, particulièrement l'essieu des charrues traînées.
- Remplacement à temps des pièces d'usure : talon, contre-sep.

- Maintien des pièces travaillantes en bon état
- Protection de l'appareil contre la rouille et la corrosion pendant les périodes de repos.

## 2. Les charrues à disques

### 21. Constitution

D'apparition plus récente, la charrue à disque, a pris un essor considérable dans les pays tropicaux grâce à des caractéristiques mécaniques et de fonctionnement mieux adaptées aux conditions et aux exigences de ces pays. On distingue dans une charrue à disques :

#### 211. Les pièces travaillantes (voir schémas)

Elles sont constituées par :

##### - Le disque :

C'est une calotte sphérique, généralement en aciers mangano-siliceux, présentant une grande dureté pour résister à l'usure et assez de souplesses pour éviter de casser.

Il est caractérisé par :

\* son diamètre D, exprimé en "pouces" ; les valeurs normalisées sont les suivantes :

16"    18"    20"    22"    24"    26"    .... 32"

soit

406 mm 457 mm 508 mm 559 mm 610 mm 660 mm .. 810 mm

généralement pour les charrues :  $26" < D < 32"$

\* son rayon de courbure R

Il varie en fonction du diamètre et permet de définir la concavité du disque, ou flèche.

\* son épaisseur :

Elle varie entre 4,5 et 8 mm ; plus un disque est mince, plus il est coupant et meilleure est sa pénétration, mais plus faible est sa résistance.

A l'état neuf, le disque a un tranchant biseauté soit extérieurement, soit intérieurement.

Il existe des disques crénelés, adaptés aux terres encombrées de débris végétaux ; la crénelage favorise la pénétration mais accélère aussi l'usure du disque.

La position du disque est déterminée par 2 angles :

- l'angle d'attaque ( $\alpha$ ), ou angle de coupe : c'est celui formé par la direction d'avancement et le plan du disque ; il varie entre  $40^\circ$  et  $45^\circ$
- l'angle d'entrure ( $\beta$ ) : c'est celui formé par le cercle de base et le plan vertical ; il est réglable et compris entre  $15^\circ$  et  $25^\circ$ .

La fixation : le disque est solidaire de son moyeu par l'intermédiaire d'un boulon central ; sa rotation libre est assurée par un moyeu lisse ou à 2 roulements coniques opposés.

Le moyeu est fixé sur l'étauçon de manière à permettre le réglage de leur position respective ce qui modifie les angles d'attaque et d'entrure.

- **Le racloir** : ou rasette, est une pièce incurvée qui complète l'action d'émiettement et de retournement du disque ; il maintient aussi toujours propre la face intérieure du disque et évite le bourrage.
- **La rasette** : comparable en tous points à celle d'une charrue à soc.

## 212. Le bâti

- **L'age** : il peut être commun pour recevoir les étauçons des différents disques ou multiple, chaque disque ayant son age propre.
- **L'étauçon** : il fait la jonction entre l'age et le disque. Sa position sur l'age peut être fixe ou réglable, en écartement et quelquefois en orientation.

- La roue stabilisatrice: placée à l'arrière de la charrue, elle est généralement tranchante et lestée ; roule dans la dernière raie et comporte une importante obliquité, inverse de celle des disques, pour mieux résister au glissement latéral.

## **22. Mode d'action du disque**

Le disque, à lui seul, joue le rôle du soc-versoir et du coutre de la charrue à soc :

Le disque découpe une bande de terre dont la couche inférieure se détache pour glisser sur la face "horizontale" du disque pour se déplacer horizontalement vers la raie précédente ; la partie supérieure est entraînée vers la partie supérieure du disque dans sa rotation: l'action combinée du poids et de la force centrifuge rejette latéralement cette terre ; cette action d'émiettement et de retournement étant complétée par le racloir.

## **23. Les réglages d'une charrue à disque**

### **231. Les réglages primaires**

- \* Profondeur : pour un disque de diamètre donné, le réglage en profondeur est assez limité ; il peut être obtenu :

- par réglage de l'angle d'entrure : sa diminution entraîne une augmentation de la profondeur
- par déplacement vertical du bâti

- \* largeur : ce réglage peut être obtenu par variation de l'angle d'attaque ou, quelquefois, par déplacement des étançons sur l'axe.

### **232. Les réglages secondaires**

Ils sont comparables à ceux des charrues à socs.

## 232. Le réglage des racloirs

Le réglage des racloirs permet de modifier le type de labour obtenu :

- racloirs rabattus vers l'avant et relativement horizontaux : le labour est plus émietté
- si les racloirs laissent fuir la terre, le labour est plus motteux.

La suppression du racloir, en sol sec, limite la formation de la terre fine, mais provoque un mauvais enfouissement.

## 24. L'entretien des charrues à disques

Il est réduit à sa plus simple expression et consiste essentiellement à lubrifier les organes en mouvement et en particulier les moyeux des disques pour éviter l'introduction de particules abrasives dans les paliers ou les roulements.

Les disques sont parfois soumis à un affutage périphérique.

## 25. Classification des charrues à disques

La majorité des charrues à disques sont des modèles pour labour en planches.

### 251. Les charrues traînées

Ce sont les plus anciennes. Elles comportent une série de disques (2 à 9) ; leur bâti est supporté par 3 roues : une roue de sillon, une roue de raie arrière et une roue de guéret.

### 252. Les charrues semi-portées

L'avant de la charrue étant relié au tracteur, il n'y a ni roue de sillon, ni roue de guéret ; seule une roue de raie repose sur le sol, au travail et au transport.

## 253. Les charrues portées

Elles sont actuellement les plus nombreuses : plus faciles à manier et à transporter.

Elles existent pour labour à plat :

- soit avec 2 séries de disques (1 à 3) ; elles sont réversibles  $\frac{1}{2}$  tour
- soit avec 1 seule série de disques (2 à 4) ; les disques pivotent alors autour d'un axe vertical.

## 26. Avantages et Inconvénients

C'est en fait une comparaison entre les charrues à socs et les charrues à disques.

L'intérêt de la charrue à disques est de :

- pouvoir travailler là où les socs sont inutilisables : terrains collants, terre dure et sèche, terre pierreuse et terre récemment défrichée.
- s'user moins vite, mais aussi de s'user plus régulièrement
- demander moins d'entretien
- s'adapter aux labours profonds
- provoquer un meilleur ameublissement du sol
- permettre une plus grande vitesse de labour
- ne pas provoquer de semelle de labour
- permettre une incorporation meilleure des résidus végétaux de surface.

Cependant, elle a comme inconvénients :

- à travail égal, elle doit être plus lourde donc plus chère à l'achat
- le retournement du sol est incomplet.

La charrue à disques apparaît donc intéressante en pays tropicaux, mais son emploi peut se trouver limité par des considérations agronomiques dans le cas des sols à structure fragile ou exposés à l'érosion.

## UNITE : 6

### LE MATERIEL DES FACONS SUPERFICIELLES

La préparation du sol ne se résume pas seulement dans le labour, mais comprend aussi un certain nombre d'autres opérations dont le but est de mettre le sol dans des conditions favorables pour recevoir la semence.

Ces opérations peuvent être dénommées d'un terme général "façons superficielles", mais concernent en fait 2 types d'opérations, les pseudo-labours (on trouve aussi le terme de quasi-labours) et les travaux superficiels, utilisant chacun un matériel spécifique qui sera étudié dans ce qui suit du point de vue de son fonctionnement, de son réglage et de son entretien.

#### QUESTIONS D'ETUDE

1. Pourquoi des façons superficielles ? Quel est leur but ?
2. Pour effectuer ces façons superficielles, on dispose d'un matériel varié :
  21. Quels sont ces différents matériels ?
  22. Comment fonctionnent-ils ?
  23. Comment les régler et les entretenir ?

## DISCUSSION

### 1. But des façons superficielles

Si nous examinons les semences des principales cultures, qu'elles soient vivrières ou industrielles, nous remarquons qu'en général elles sont de petite taille : moins de 1 cm pour certaines (mil - sorgho - coton.....), jusqu'à 2 cm et plus pour d'autres (maïs - arachide - haricot...). Quoi qu'il en soit, pour que la germination et la levée soient bonnes, il est nécessaire que ces semences ne soient pas enfouies trop profondément et qu'elles le soient à une profondeur uniforme.

Or, le labour, façon essentielle et première opération de la préparation du sol, laisse généralement un sol "tourmenté", c'est-à-dire irrégulier avec de grosses mottes de terre et des creux abondants et parfois assez profonds... Pour rendre ce sol plus régulier et apte à recevoir les semences, l'agriculteur est amené à effectuer des façons superficielles dont le but est de rendre le sol meuble, de le débarrasser des mauvaises herbes, de faciliter la conservation de l'humidité (facteur essentiel d'une bonne germination), de rendre la surface du sol uniforme et plate.

Parmi les façons superficielles, on peut distinguer :

- **Les pseudo-labours** : leur but est de

- \* compléter le labour en brisant les grosses mottes de terre et en enfouissant les engrais
- \* remplacer parfois le labour, lorsque l'agriculteur est pris par le temps, par un travail rapide du sol nu à une faible profondeur, 10 cm environ, avec comme résultat d'ameublir la surface du sol, d'arracher les chaumes, de détruire les mauvaises herbes.

- **Les travaux superficiels**, caractérisés par le hersage et le roulage en particulier, dont le but est d'obtenir une terre fine et de nettoyer la surface du sol.

## **2. Le matériel des façons superficielles**

Chaque façon superficielle dispose de son matériel propre qui sera étudié en examinant successivement sa constitution, son fonctionnement et son entretien.

### **21. Le matériel de pseudo-labour (voir schémas)**

Dans ce groupe de matériel, il est possible de distinguer :

- les appareils à disques
- les appareils à dents
- les appareils rotatifs.

#### **211. Les appareils à disques**

Les pièces travaillantes sont constituées par des disques concaves, en acier, de diamètre compris entre 45 et 61 cm, avec un angle d'entrure nul et un angle d'attaque réglable.

Les disques sont montés sur un ou plusieurs arbres communs horizontaux ; ces derniers sont soit alignés, soit disposés en V ou en X.

Le pas, c'est-à-dire la distance entre 2 disques (encore appelée écartement), est fonction du diamètre du disque : 23 cm pour les disques de diamètre supérieur à 56 cm et 17,5 cm ou 18,5 cm pour les disques de diamètre inférieur à 51 cm.

Les disques provoquent un fendillement et un râpage de la terre plus qu'une découpe en bandes bien nettes ; les débris à la surface du sol sont simplement brassés et incorporés à la terre.

Selon le nombre et la position relative des trains de disques, on distingue :

## - Les déchaumeuses

Les disques, d'un diamètre compris entre 56 et 61 cm, sont montés sur un même arbre : jusqu'à 9 disques pour les appareils portés et 14 pour ceux qui sont traînés, ils versent généralement à droite et leur angle d'ouverture est réglable entre 35° et 50°.

Les réglages : en profondeur, le réglage est identique à celui de la charrue à disques ; quant à la largeur de travail, elle est subordonnée à l'angle de coupe choisi (par modification de la position relative de l'axe par rapport à la direction d'avancement).

La force de traction nécessaire pour cet appareil est estimée à environ 3 CV par disque.

Pour être complet, un déchaumage demande 2 passages croisés.

L'entretien est celui de tous les appareils à disques.

## - Les pulvérisateurs

Ces appareils comprennent 2 ou 4 trains de disques, (dont le nombre varie entre 4 et 15), montés sur le même arbre. Ce sont des appareils de plus en plus utilisés :

- soit, avant le labour, pour couper les résidus de récolte et les mélanger à la couche supérieure du sol
- soit en remplacement du labour
- soit, après le labour, pour préparer le lit de semences.

Selon la disposition des éléments, on distingue :

### \* Le pulvérisateur simple

Composé de 2 trains de disques, lisses ou crénelés, disposés symétriquement par rapport à la direction d'avancement et formant un V ouvert vers l'avant.

Le nombre de disques peut varier de 8 à 20.

\* **Le pulvériseur double ou "tandem" en X :**

Il est, en réalité, constitué par l'association de 2 pulvérisateurs simples inversés, ce qui permet à la terre d'être travaillée 2 fois : le premier train de disques verse la terre d'un côté, le 2e train la ramène dans sa position primitive.

Les disques ont un diamètre de 45 à 56 cm et leur nombre peut varier de 16 à 40, avec un poids moyen de 25 à 30 kg par disque.

\* **Le pulvériseur Offset ou Cover-Crop :**

Il est constitué de 2 trains de disques formant entre eux un V ouvert sur le côté, généralement le côté droit : les disques du train avant versent la terre à droite, ceux du train arrière, à gauche.

Le terme offset vient du fait qu'il travaille en position déportée par rapport au tracteur.

Les disques ont un diamètre variant entre 56 et 61 cm et peuvent être au nombre de 8 à 30 ; c'est un appareil relativement lourd (50 kg par disque environ) ce qui lui permet d'avoir une action plus énergique que les autres appareils.

Les disques du train arrière sont plus ouverts 19° à 25°, ils travaillent une terre déjà ameublie (voir schéma).

La profondeur de travail est fonction du diamètre des disques et le poids de l'appareil lui-même qui peut être augmenté par des charges que l'on peut disposer dans les cadres prévus pour cet usage.

La puissance de traction nécessaire est d'environ 2 CV à 2,5 CV par disque.

## 212. Les appareils à dents

Sont rassemblés sous cette appellation les instruments dont les pièces travaillantes, ou **socs**, sont à l'extrémité d'étauçons soit rigides, soit flexibles, ou **dents**.

Ces instruments complètent aussi le travail des charrues par l'ameublissement du sol, en ébranlant le sol et en éclatant les mottes, par l'aération et la circulation de l'eau.

Ces instruments ne tassent pas la terre en profondeur, mais au contraire provoquent un foisonnement de celle-ci.

Ils permettent, par ailleurs, d'extirper les plantes à rhizome en surface provoquant ainsi leur dessèchement.

Tous ces appareils sont désignés sous le terme général **de cultivateurs**.

### 2121. Les pièces travaillantes

Ce sont les dents qui peuvent être classées selon :

- Le travail à effectuer : on a

\* les dents de scarifiage : généralement longues et étroites, en lame de couteau ; servent à ameublir le sol.

\* les dents d'extirpage : pour la destruction des mauvaises herbes et l'ameublissement du sol ; elles sont plates et larges et travaillent en position horizontale.

- Le type de dents : on a

\* les dents rigides : c'est la forme la plus ancienne qui tend à disparaître.

\* les dents rigides escamotables (ou tiller) : elle est maintenue en place par un ou deux ressorts spirales, ce qui permet à la dent de s'effacer devant un obstacle imprévu ; cependant cette dent vibre moins que les autres au travail ; sont recommandées pour les terrains encombrés d'obstacles.

\* **les dents flexibles** : sont souples sur toute leur longueur grâce à leur minceur relative, 7 à 10 mm, et à la nature de l'acier. Les appareils qui en sont munis sont appelés "cultivateur canadien" ou "vibroculteur".

Ils réalisent un travail moyennement profond mais avec ameublissement poussé.

\* **les dents spiralées** : les mieux adaptées aux terrains secs, durs et au travail profond ; ces dents sont en acier de section carrée.

#### 2122. Le bâti

Il est généralement rectangulaire et constitué de barres parallèles à la direction d'avancement : ce sont les **limons** ou **longrines** ; elles sont entretoisées par des barres perpendiculaires, les **poutres** ou **traverses**, dont le nombre peut varier entre 1 et 4, et sur lesquelles sont fixées les dents.

Au travail, le bâti doit être d'aplomb transversalement et légèrement relevé de l'avant.

Les appareils portés sont réglés en profondeur par la position des bras de relevage ou grâce à des roues limitatrices de profondeur.

#### 2123. Conduite de travail et entretien

Il n'est pas indiqué de tourner avec les dents de l'appareil enterrés.

L'effort de traction varie selon la nature des terres : 20 à 30 CV par mètre de largeur pour un travail de 20 cm de profondeur.

Pour l'entretien, il faut rebattre régulièrement les pièces travaillantes, surtout pour les extirpateurs ; il convient aussi de graisser correctement les roues lorsqu'elles existent.

### 213. Les appareils rotatifs

Les plus courants sont à axe horizontal et utilisés depuis longtemps sous le nom de "fraise".

La partie travaillante est donc constituée par un axe horizontal perpendiculaire à l'avancement sur lequel sont enfilées un certain nombre de flasques portant des couteaux (2 à 6), de forme variable et séparées entre elles par des entretoises les maintenant à une distance de 25 cm environ ; on trouve :

- des lames coudées : pour travaux peu profonds
- des lames-bêches : pour travaux profonds en terre lourde ; ameublissement sans pulvérisage
- des lames-émotteuses
- des lames-piocheuses : pour travaux en terre dure, caillouteuse.

La fixation des lames est faite de telle sorte qu'elles aient une disposition hélicoïdale pour assurer une répartition continue et uniforme de la puissance sur toute la largeur du travail.

Différents réglages peuvent être effectués, selon les travaux et les terrains :

- \* la vitesse de rotation : entre 150 et 180 tours-minute ; le degré d'émiettement est directement proportionnel à cette vitesse
- \* la vitesse d'avancement : généralement comprise entre 1,5 et 5 km/h ; le degré d'émiettement lui est inversement proportionnel
- \* le nombre de lames : en le réduisant on obtient de plus grosses mottes
- \* la profondeur : réglée par les roues de jauge ; entre 0 et 25 cm.

La puissance nécessaire de traction est de l'ordre de 20 CV par mètre de largeur de travail.

L'entretien concerne le graissage des différentes articulations, la surveillance de la qualité et du niveau de l'huile du boîtier de transmission et la surveillance du serrage de toutes les pièces du rotor.

## 22. Le matériel des travaux superficiels

Il est représenté par les herses et les rouleaux.

### 221. Les herses

Les travaux de hersage intéressent la partie superficielle du sol rarement à une profondeur supérieure à 10 cm, avec pour caractéristiques :

- l'ameublissement du sol, l'aération des couches superficielles
- le nettoyage, par ratissage du sol
- le recouvrement et l'enfouissement des engrais
- le nivellement du sol.

Cette gamme d'usages possibles a donné naissance à de nombreux types de herses pouvant s'adapter aux différentes conditions de sol et méthodes de culture ; on peut les classer en :

- herses à dents
- herses roulantes

#### 2211. Les herses à dents (voir schémas)

En même temps qu'elles émiettent le sol, ces herses forment un lit de semence avec de la terre fine à quelques centimètres de profondeur, surmontée par de petites mottes localisées en surface ; on peut distinguer :

- **Les herses à cadre** : elles sont constituées par un bâti qui porte directement des dents ; pour faciliter le transport et pour avoir un travail régulier, le cadre est généralement de dimensions limitées ; par rapport aux pièces travaillantes constituées par les dents, on distingue :

\* **les herses à dents rigides** : ce sont les plus anciennes ; en acier, ces dents diffèrent par leur longueur, leur poids, leur section (généralement carrée), leur forme et leur mode de fixation ; les dents sont placées soit perpendiculairement soit obliquement par rapport au bâti ; en ce qui concerne ce dernier, on trouve :

- **des cadres rigides** : constitués par des barres longitudinales (longerons ou flèches) et des barres transversales (traverses), en nombre plus ou moins grand ; les dents sont fixées aux intersections des flèches et des traverses.

On peut distinguer :

- les herses Zigzag, ou herses en Z ; ce sont les plus courantes
- les herses à flèches diagonales, et à flèches croisées : ce sont des variantes de la précédente
- les herses en S : les flèches sont en forme de S.

Sur toutes ces herses, les dents sont compassées, c'est-à-dire montées de telle façon que chaque dent creuse son sillon propre et que le rapport  $P/e$  ( $p$  : profondeur de travail,  $e$  = écartement des dents extrêmes divisé par le nombre total de dents moins une) soit compris entre 0,9 et 1,2.

- les herses rotatives : le cadre ici est circulaire.

- **des cadres déformables** : il n'y a pas de bâti différencié ; les dents sont reliées entre elles pour former un véritable tapis couplé.

\* **les hersees à dents souples** : les dents sont fines et très flexibles (30 à 40 cm de longueur) et réparties en quinconce sur 2 ou 3 cornières perpendiculaires à la direction d'avancement. On distingue :

- les hersees canadiennes : les dents ont une action de ressort
- les "Weeders" : dents longues (30 à 50 cm) et fines se terminant par une pointe effilée ; elles vibrent par cette pointe, à peine enterrée, sur une largeur de 4 à 5 cm.

#### 2212. Les hersees roulantes

Encore appelées hersees émotteuses ; les dents sont portées par des disques tournant autour d'un axe sous l'influence de la traction ; elles hersent tout en tassant et sans déplacer le sol.

#### 2213. Réglage

Le réglage essentiel est celui de la profondeur de travail qui dépend de la vitesse de traction : plus la vitesse augmente et moins le travail est profond, mais meilleures sont l'ameublissement et le nivellement.

Par ailleurs la profondeur de travail dépend aussi de la taille des dents et du poids de l'appareil que l'on peut augmenter par des "charges supplémentaires".

La conduite des hersees n'offre aucune difficulté, si ce n'est qu'il faut tourner "très long". La puissance de traction nécessaire est de l'ordre de 6 à 10 CV par mètre de largeur de travail.

#### 222. Les rouleaux

Le roulage est une façon superficielle qui permet de tasser le sol ou de l'ameublir superficiellement par écrasement des mottes.

Il existe de nombreux types de rouleaux, parmi lesquels nous distinguerons :

- **Le rouleau plombeur à surface lisse** : essentiellement orienté vers le tassement de la surface du sol.

Leur poids moyen est de 200 kg par mètre de largeur, pour un diamètre de 40 cm, et 300 kg pour 50 cm de diamètre.

- **Le rouleau plombeur à surface ondulée** : constitué par une tôle d'acier emboutie dont les ondulations sont d'environ 10 cm et qui permet de "gaufre" le sol et d'éviter ainsi la formation d'une croûte continue à la surface du sol (glaçage) comme le matériel précédent.

- **Le rouleau pulvériseur** : constitué par une série de plateaux jointifs ; le plateau, en fonte aciérée, est une pièce montée de 30 à 45 cm de diamètre et de 10 à 12 cm d'épaisseur. Ces plateaux tournent tous sur un arbre. On distingue :

- \* le rouleau à un seul train

- \* le rouleau à 2 trains parallèles, ou **cultipacker** : les plateaux du train arrière sont décalés d'une demi-épaisseur par rapport à ceux du train avant. Permet un très bon ameublissement de surface. Poids varie entre 300 et 400 kg par mètre de largeur.

- **Le rouleau squelette** : constitué d'une série d'éléments étroits non jointifs ; ce modèle évite le croûtage continu du sol et détruit mieux les mottes. Poids : 300 - 400 kg par mètre de largeur.

- **Le rouleau Croskill** : constitué par 2 sortes de disques, alternés sur un même axe :

- des petits disques (45 à 50 cm) dont le moyeu a le même diamètre que l'arbre

- des grands disques (50 à 55 cm) dont le moyeu a un diamètre qui lui permet de rouler sur le sol en même temps que les petits disques.

C'est le brise-mottes le plus efficace et le plus lourd des rouleaux 400 à 500 kg par mètre de largeur.

Un dérivé de ce rouleau est le "croskilette", où les éléments sont beaucoup plus petits (20 à 30 cm de diamètre) ; poids 200 à 250 kg par mètre de largeur.

Trois facteurs jouent sur l'efficacité du roulage : le poids linéaire, la vitesse et la forme des pièces travaillantes.

Le choix d'un type de rouleau dépend donc de l'état du sol avant le travail et du résultat recherché.

Le roulage s'effectue généralement à une vitesse comprise entre 5 et 9 km/h avec un tassement d'autant plus important que la vitesse est plus faible. La force de traction nécessaire est d'environ 5 à 8 CV par mètre de largeur.

Actuellement les rouleaux sont très peu utilisés dans les pays tropicaux ; cependant pour les céréales, particulièrement en riziculture inondée, il est très utilisé.

## UNITE 7

### LE MATERIEL D'EPANDAGE, DE SEMIS ET DE PLANTATION

Le défrichement, le labour et les façons superficielles ont préparé le sol pour le rendre apte à recevoir les cultures ; la mise en place d'une culture implique cependant d'autres interventions :

- Pour bien se développer, la plante puise dans le sol les éléments nutritifs dont elle a besoin : or, les sols tropicaux en sont parfois, sinon souvent, dépourvus ; par ailleurs, les conditions climatiques et les façons culturales répétées altèrent les propriétés physico-chimiques du sol qu'il est alors nécessaire de corriger... tout cela s'effectue par l'apport de matières organiques ou chimiques ; leur incorporation au sol se réalise par l'intermédiaire d'appareils spécifiques : les **épan-  
deurs d'engrais**.
- La mise en place de la culture elle-même exige la localisation dans le sol des semences ou plants destinés à constituer les futures plantations ; ces opérations sont réalisées grâce aux appareils que sont les **semoirs** et les **planteuses**.

Nous allons dans la présente unité étudier tous ces appareils au travers de leur constitution, de leur fonctionnement et de leurs réglages, sans oublier leur entretien.

#### - QUESTIONS D'ETUDE

1. Il est nécessaire, pour avoir une bonne production, d'avoir un sol ayant des propriétés physico-chimiques bien définies, une richesse en éléments fertilisants suffisante : Comment y parvenir ?

2. L'apport des engrais et des amendements au sol nécessite un matériel approprié :
  21. Quel est ce matériel ?
  22. Comment fonctionne-t-il ?
  23. Comment le maintenir en bon état de marche ?
3. La mise en place des cultures est un des facteurs essentiels de réussite. En quoi consiste cette opération ?
4. Les semis et les plantations s'effectuent avec un matériel spécifique :
  41. Comment se présente ce matériel ?
  42. Comment fonctionne-t-il ?
  43. Comment l'entretenir ?

## - DISCUSSION

### I. LE MATERIEL D'EPANDAGE

#### 1. But

Le sol joue un double rôle vis-à-vis de la plante, celui de support et celui de pourvoyeur en éléments nutritifs ("garde-manger").

Pour pouvoir assumer convenablement ces rôles, le sol doit posséder de bonnes propriétés physico-chimiques, assurées par la présence de **calcaire** - dont les propriétés sont de coaguler l'argile, de lier les particules sableuses, de combattre l'acidité des sols et de fournir aussi un aliment aux plantes - et d'**humus** qui améliore les propriétés physiques du sol, augmente la capacité de rétention du sol en eau, la fertilité des sols et contient aussi des éléments fertilisants ; par ailleurs, le sol doit aussi renfermer suffisamment d'**éléments nutritifs**.

Or, en pays tropicaux, les terres sont souvent décalcifiées et les destructions de l'humus sont très rapides ; en outre, les exportations effectuées par les cultures et les pertes par lessivage appauvrissent le sol en éléments fertilisants.

Pour remédier à tous ces inconvénients, il est nécessaire d'effectuer au sol :

- des apports de calcaire et d'humus sous forme d'**amendements** calciques et humiques
- des apports d'éléments fertilisants sous forme d'**engrais**.

Les quantités de ces éléments à apporter et leur périodicité devenant de plus en plus importantes, du fait de l'augmentation des surfaces et de l'agrandissement des propriétés, il est de plus en plus difficile de le faire manuellement, aussi il faut avoir recours à des solutions mécaniques ; c'est le rôle même du matériel d'épandage, que nous étudierons en distinguant :

- le matériel d'épandage d'engrais minéraux et d'amendements pulvérulents
- le matériel d'épandage du fumier
- les distributeurs d'engrais liquides.

## 2. Les épandeurs d'engrais minéraux et d'amendements pulvérulents

### 21. Description

Ils comprennent toujours 2 parties essentielles : la trémie et le système de distribution ou d'épandage.

La trémie, de forme pyramidale, tronconique ou trapézoïdale, est un organe recevant l'engrais ou l'amendement ; sa capacité varie de 100 kg à plusieurs tonnes selon les modèles.

Les systèmes de distribution sont généralement placés à la partie basse de la trémie et alimentés par gravité ; leur réglage de débit est réalisé soit par variation de la grandeur d'un ou plusieurs orifices, soit par la vitesse d'avancement.

Parmi les organes annexes, il faut citer l'agitateur dont le rôle est très important, car il assure la bonne alimentation des organes de distribution.

### 22. Les différents types

#### 221. Les épandeurs à projection

Ils sont de 3 sortes : centrifuge, à tube oscillant ou pneumatique ; ils ont pour particularité de couvrir une largeur beaucoup plus grande que la voie de l'appareil. Ce sont des appareils très maniables permettant une grande rapidité d'épandage avec un rendement élevé.

## 2211. Epandeurs centrifuges (voirs schémas)

Appareils à trémie généralement tronconique, utilisant la force centrifuge pour la dispersion de l'engrais, d'une capacité de 200 à 300 kg. Ce sont généralement des appareils portés, mais sont sensibles au vent. On distingue parmi ces appareils :

### \* Les distributeurs à un seul disque :

La distribution est obtenue par un disque horizontal, entraîné par la prise de force ou par un galet de friction à bande caoutchoutée placée en dessous. Vitesse de rotation : 500 à 600 tours/minute.

### \* Les distributeurs à tube oscillant :

La distribution est obtenue ici grâce à un tube, bras tubulaire animé d'un mouvement de va et vient rapide : 400 Aller et Retour/minute, assurant la projection de l'engrais. Le tube est interchangeable : il en existe de différentes longueurs.

## 222. Epandeurs en nappe

Ils distribuent les engrais sur une largeur fixe égale à celle de la trémie.

Ils sont constitués par une trémie, sorte de grand coffre disposé perpendiculairement à la direction d'avancement, une vanne réglable permet la sortie de l'engrais.

### 2221. Les épandeurs à fond mobile : (voir schémas)

Le dispositif d'épandage a pour rôle d'extraire l'engrais hors de la trémie avant sa chute.

Le réglage s'effectue, en agissant :

- sur la vitesse de fonctionnement de l'organe d'extraction
- sur la dimension des ouvertures de passage de l'engrais.

On peut distinguer :

**\* Les distributeurs à fond mouvant :**

Le fond de l'appareil est constitué par un tablier mouvant, constitué de lattes en bois ou en métal, fixées sur des chaînes tendues entre 2 arbres parallèles au coffre et disposés à sa base ; un hérisson, avec des palettes métalliques ou caoutchoutées, égalise l'engrais avant de le disperser.

**\* Les distributeurs à assiettes :**

Le fond de la trémie est constitué par des assiettes métalliques creuses, d'environ 30 cm de diamètre, crantées à leur périphérie pour permettre leur entraînement par une série de pignons de renvois d'angle ou de vis sans fin. La rotation des assiettes entraîne l'engrais à l'extérieur de la trémie, après passage sous une vanne de réglage. A l'extérieur, les assiettes sont vidées par l'action combinée de doigts d'épandage, ou d'éléments de hérisson, et d'un déflecteur interdisant le retour de l'engrais dans la trémie.

Le réglage de la quantité est obtenu par modification de l'ouverture de la vanne de sortie, par la vitesse de rotation des assiettes, en changeant les pignons de commande.

**2222. Les épandeurs à orifices**

Le dispositif d'épandage assure et contrôle l'écoulement de l'engrais.

Le réglage s'effectue en agissant :

- sur la vitesse de fonctionnement des dispositifs
- sur la dimension du ou des orifices placés au fond de la trémie.

On peut distinguer :

\* **Les distributeurs à hélice (ou à vis) :**

La distribution est assurée par un arbre horizontal au fond de la trémie et portant des portions d'hélice ou une série de demi-disques inclinés. La rotation de la vis pousse le produit vers une série d'ouvertures marquées par une vanne réglable ; le réglage du débit est obtenu par la variation de la surface des ouvertures.

Ils ne s'accommodent que d'engrais bien secs et leur entretien doit être très soigné, en particulier éviter le colmatage de la trémie autour de la vis et celui de la grille de sortie.

\* **Les distributeurs à grilles :**

Le fond de la trémie est constitué par 3 grilles perforées : une supérieure et une inférieure fixes, séparées par des entretoises et disposées de telle sorte que les parties pleines de l'une soient placées en face des parties ajourées de l'autre ; entre ces deux grilles, se déplace une grille mobile aux perforations plus importantes : elle assure la filtration continue de l'engrais par son mouvement de va-et-vient.

Le réglage du débit se fait au moyen d'un levier qui commande la variation de la course de la grille mobile.

Ils sont d'un nettoyage facile qu'il faut effectuer fréquemment pour éviter le colmatage des grilles. Convient surtout bien aux engrais bien secs et de granulométrie fine.

\* **Les distributeurs à chaîne :**

La distribution est assurée par une chaîne parcourant le fond de la trémie longitudinalement : les maillons de la chaîne sont abrités du contact direct avec l'engrais par un faux fond et portent des doigts métalliques qui poussent l'engrais à l'extérieur.

Le réglage du débit s'effectue par l'action sur la vitesse de la chaîne de distribution et sur la vanne de sortie.

## 223. Les localisateurs

Ce sont des épandeurs conçus pour apporter l'engrais à des endroits précis pour une meilleure efficacité du produit et pour diminuer la quantité épandue.

La localisation ne peut se concevoir que pour des cultures en lignes à moyen ou grand écartement ; on distingue :

### \* Le localisateur en profondeur

L'engrais est apporté à une profondeur réglable ; il est constitué par une trémie à engrais, avec un système doseur avec tube de descente et un soc ouvrant un sillon où tombe l'engrais.

### \* Localisateur en surface

Le système de distribution est le même que celui des distributeurs en nappe (à hélice ou à grille), mais l'appareil est souvent plus étroit pour permettre le passage dans les interlignes et plus haut pour pouvoir orienter la chute de l'engrais.

### \* Localisateur accouplé à un semoir :

Ce sont les plus utilisés ; leur encombrement devant être réduit, le distributeur est très simplifié et se réduit soit à un plateau horizontal, soit à un rouleau cannelé placé au fond d'une trémie munie d'un agitateur.

Le réglage s'effectue en faisant varier l'orifice de sortie et l'engrais est conduit au sol par un ou 2 tubes de descente, disposés de chaque côté de la ligne de semis.

### **3. Les épandeurs de fumier**

La dissociation agriculture-élevage, règle assez générale en Afrique tropicale, fait que le problème de l'épandage du fumier ne se pose pas encore avec acuité ; le fumier que l'on rencontre actuellement dans nos régions est le plus souvent très desséché, sous forme de poudrette et donc assez facile à épandre.

Le développement de la technique du fumier artificiel et l'intérêt de plus en plus grand apporté à la matière organique comme reconstituant du sol font que, sous peu, ce type de matériel d'épandage prendra de plus en plus d'importance dans nos régions ; il est donc nécessaire d'en parler.

#### **31. Les éparpilleurs de fumier (voir schémas)**

Le fumier est préalablement disposé, manuellement ou mécaniquement, en tas sur le champ.

L'éparpilleuse intervient ensuite pour l'épandre : les tas sont divisés en éléments de petit volume et éparpillés sur une largeur variant de 4 à 10 m. Ces opérations sont effectuées simultanément par l'action des pièces travaillantes ; on distingue à ce niveau :

- \* les éparpilleurs à axes horizontal, avec dents rigides et palettes hélicoïdales ; le fumier doit être disposé en chaînes
- \* les éparpilleurs à axe vertical : dents verticales flexibles, fixées sur un ou deux éléments tournant en sens inverse.

#### **32. Les épandeurs de fumier (voir schémas)**

L'épandage de fumier s'effectue toujours avec des tonnages importants : 2-40 t/ha ; c'est pourquoi cette opération doit être mécanisée.

Les épandeurs jouent un double rôle : ils transportent et ils répartissent le fumier sur le sol.

Un épandeur comprend donc toujours :

- une remorque, de grande capacité : 1 à 7 tonnes
- des organes d'épandage, situés généralement à la partie arrière de la remorque.

L'épandage du fumier étant une opération très ponctuelle, la plupart des constructeurs ont prévu un matériel polyvalent qui peut, par de légères modifications, servir au transport général après l'opération : de nombreuses remorques épanduses sont maintenant basculantes avec relevage hydraulique.

Les organes d'alimentation sont constitués par un tablier mobile qui se déplace lentement vers l'arrière en entraînant le fumier, où des organes d'épandage le prennent en charge.

Les organes d'épandage peuvent être :

- des éléments rotatifs horizontaux en nombre variable :

- \* un élément : arbre muni de palettes ou un hérisson à pointes
- \* 2 éléments : le 2e élément rotatif de faible diamètre est placé sous l'extrémité arrière du fond mobile
- \* 3 éléments : le 3e hérisson est disposé au dessus des autres et permet de travailler avec des hauteurs de chargement plus importantes.

- des éléments rotatifs verticaux :

ont l'avantage de couvrir une surface plus importante.

#### 4. Les distributeurs d'engrais liquides

Les engrais liquides, d'apparition récente, marquent une étape supplémentaire dans la recherche de la facilité d'emploi ; ils sont commercialisés sous la forme de solutions azotées, binaires et ternaires et présentent l'avantage d'être mieux assimilés par la plante.

Les distributeurs doivent donc posséder un réservoir de stockage de l'engrais dont l'épandage peut s'effectuer par :

- pulvérisation à la surface du sol, grâce à des rampes de pulvérisation
- localisation en profondeur : du réservoir partant des tuyaux de descente de liquide que l'on adapte généralement aux pièces travaillantes d'un multicultureur.

## II. LE MATERIEL DE SEMIS ET DE PLANTATION

### 1. BUT

Le semis, ou la plantation, est un des facteurs essentiels de réussite de la culture envisagée, aussi faut-il l'effectuer avec beaucoup de soins ; la mécanisation de cette opération s'est développée rapidement grâce à la qualité du travail obtenu.

L'emploi des semoirs présente de nombreux avantages :

- une répartition régulière des graines à une profondeur à peu près constante et réglable
- un espacement régulier des lignes
- une économie notable de la quantité de semences nécessaires à l'hectare
- une grande rapidité du travail.

Il faudra donc rechercher sur un bon semoir les qualités suivantes : la possibilité d'utiliser des graines très variées, allant des différentes céréales aux légumineuses, la distribution régulière et facilement réglable, la profondeur aussi constante que possible, et facilement réglable, pouvant s'adapter aux vitesses élevées de la traction mécanique.

A l'heure actuelle, on cherche à combiner l'opération de semis avec un autre travail, labour ou fertilisation, pour économiser le temps.

### 2. LE MATERIEL

Le semoir est essentiellement composé des parties suivantes :

- un bâti essentiellement constitué par un essieu à 2 roues
- une trémie, de contenance variable, qui doit être facile à nettoyer et à vidanger.

## 21. Le semoir à la volée

C'est une caisse allongée, portée par un essieu simple ; les graines tombent en filets sur une planche d'épandage inclinée garnie de chevilles qui, divisant les filets, répartissent les grains en une nappe uniforme.

## 22. Le semoir en lignes multiples

**221. La trémie :** caisse parallélépipédique dont la partie supérieure porte un couvercle ; la partie inférieure est resserrée et la petite base est percée, à intervalles réguliers, d'orifices permettant l'écoulement des graines vers les organes de distribution. Les trémies sont souvent construites en tôle ou en plastique.

### 222. Les organes de distribution (voir schémas)

Ils permettent de régulariser le débit des semences ; ils sont nombreux et variés ; les principaux sont :

#### \* Les semoirs à cuillères :

Système le plus ancien, la distribution est assurée par une série de cuillères fixées sur le côté de disques plats enfilés sur un arbre bournant : elles se remplissent dans la chambre de distribution à la partie inférieure et se vident, en haut, dans les entonnoirs qui alimentent les tubes de descente.

Cette distribution ne force pas les graines, mais ne peut être utilisée à une vitesse supérieure à 6 km/h et sur sol cahoteux, car les secousses provoquent la vidange des cuillères en dehors des entonnoirs.

#### \* Les semoirs à cannelures :

Les éléments de distribution sont situés sous la trémie et chaque élément est constitué par un cylindre creusé de cannelures droites ou hélicoïdales tournant contre une languette métallique maintenue par un ressort : les graines sont emprisonnées dans chaque cannelure et entraînées de force jusqu'aux tubes de descente.

Le réglage du débit se fait par coulissement des cylindres cannelés permettant ainsi de présenter dans le boîtier une partie plus ou moins longue des cannelures.

Le risque d'un tel semoir est le concassage des graines ; par ailleurs les très faibles débits sont difficiles à obtenir.

\* **Les semoirs à ergots :**

Ici, les ergots remplacent les cannelures ; les ergots sont disposés sur 2 rangées, en quinconce.

Le réglage du débit est obtenu par la variation de vitesse de l'arbre de distribution, grâce à l'emploi d'une boîte de vitesse à très nombreuses combinaisons (40 à 80).

Il existe aussi des cylindres à ergots de taille différente : le changement s'opère rapidement sans difficulté.

\* **Les semoirs centrifuges :**

Il y a un distributeur unique pour l'ensemble des lignes à semer, alors que dans les systèmes précédents il y a un organe de distribution indépendant par rang.

L'organe essentiel de distribution est un bol conique à ailettes tournant à vitesse constante : les graines provenant de la trémie sont poussées par un doigt vers une ouverture réglable. Les ailettes entraînent ces graines et les projettent, par la force centrifuge, dans des conduits raccordés aux tubes de descente ; son réglage est rapide et facile.

### 223. Les tubes de descente

Ce sont les conduits qui relient les distributeurs aux organes d'enterrage. On peut trouver :

- les tubes en feuillard d'acier enroulé : ce sont les plus anciens, mais se déforment
- les tubes téléscopiques : un joint de caoutchouc souple assure la liaison avec l'organe d'enterrage.

## 224. Les organes d'enterrage (voir schémas)

Ce sont eux qui vont réaliser la mise en terre proprement dite des semences. On distingue :

- Le soc ou sabot : c'est une pièce profilée en acier ou en fonte, qui creuse le sillon au fond duquel la graine est déposée.
- Le disque : simple ou double.

Le terrage de ces organes qui règle la profondeur du semis est assuré par des poids mobiles, par des ressorts compensateurs à tension réglable ; on peut aussi utiliser des patins.

## 225. Les organes annexes. On trouve :

- Le dispositif de recouvrement : pour fermer les sillons ouverts par les organes d'enterrage ; ce sont soit des chaînes, soit des griffes ou des herses légères ou des rouleaux individuels.
- Le traceur : indispensable dès que le semoir est plus large que le tracteur ; sert à marquer la trace où doit passer la roue avant du tracteur ; il faut appliquer la formule :  
$$D = VS - \frac{VT}{2}$$

D = Distance de l'axe du tracteur à l'extrémité du traceur  
VS = Voie du semoir  
VT = Voie du Tracteur.
- L'effaceur de traces : généralement constitué par des dents, permet de supprimer les sillons creusés par les roues du tracteur et qui peuvent gêner la levée.
- Le système de relevage des organes d'enterrage.
- L'indicateur de niveau de la trémie.

### 23. Le semoir de précision : ou semoir monograines.

Certaines cultures demandent non pas un semis continu, mais discontinu pour éviter une dépense exagérée de semences et un trop grand nombre de plants à la levée ; pour cela, il faut s'adresser à un semoir de précision permettant d'obtenir une répartition sur la ligne de graines séparées les uns des autres par une distance constante. Ce type de semoir est monorang et la hauteur de chute des grains est réduite à quelques centimètres.

Il est constitué par : - une trémie, de capacité réduite  
- des organes distributeurs  
- des organes d'enterrage  
- des organes annexes.

L'organe de distribution constitue l'élément essentiel qui permet de distinguer :

#### 231. Les distributeurs à rotor (voir schémas)

C'est le rotor qui entraîne la graine et il est constitué par une roue, un plateau à dents ou à encoches, un tambour à alvéoles en rotation autour d'un axe. La position du rotor définit 3 types :

##### \* Type à axe horizontal :

Le rotor est creusé d'une série de cavités hémisphériques, reliées entre elles par une rainure circulaire continue ; les cavités se remplissent par gravité au passage dans la trémie.

##### \* Type à axe incliné :

Le rotor est ici un disque à ergots ou à alvéoles, séparé de la trémie par une cloison ; chaque ergot, à son point bas, prend une graine ; au point haut la graine est libérée et tombe dans une goulotte, puis un tube de descente.

Le réglage se fait par changement de disque.

**\* Type à axe vertical :**

Le plateau est perforé ou cranté à sa périphérie et disposé sur le fond d'une trémie cylindrique : par gravité les graines tombent dans les évidements et sont entraînées par la rotation du plateau jusqu'à l'orifice de chute. Un frotteur élimine les graines en surnombre.

Le réglage s'effectue par la variation de la vitesse du rotor et aussi par changement du disque.

**232. Les distributeurs à courroie (voir schémas)**

La graine est entraînée par une courroie le long d'une ligne sensiblement horizontale. On distingue :

**\* Le distributeur à une seule courroie :** elle est perforée en son milieu, ce qui constitue une alvéole dans laquelle vient se loger la graine ; un rouleau tournant en sens inverse élimine les graines en surnombre.

Le réglage s'effectue par variation de la vitesse de la courroie.

**\* Distributeur à 2 courroies**

Elles sont parallèles, en forme de L, constituant ainsi un canal dans lequel les graines se glissent ; le réglage de l'écartement des courroies permet d'utiliser différents types de graines.

**233. Les distributeurs pneumatiques (voir schémas)**

Ils comprennent un disque perforé et disposé de façon à être en contact sur une de ses faces avec une chambre où règne une dépression, l'autre face passe pendant ce temps dans une boîte à graines alimentée par la trémie. Les perforations étant plus petites que les graines, celles-ci se collent au disque jusqu'à leur acheminement, vers la partie basse du semoir en général, où elles sont libérées par suppression de l'effet pneumatique.

Ce système permet une très grande précision de distribution.

#### 234. Les organes d'enterrage

Ce sont des socs, le plus souvent, quelquefois des disques, munis de roues plombeuses pour réaliser un contact plus intime entre la graine et le sol.

#### 235. Les réglages

- en profondeur : s'effectue généralement par l'intermédiaire des organes d'enterrage.
- écartement sur la ligne : est réalisé en agissant sur les organes de distribution
- écartement entre les lignes : c'est le plus important ; se fait par déplacement des éléments de semoir sur la barre d'accouplement.

L'entretien consistera essentiellement à assurer une grande douceur de fonctionnement par la lubrification de toutes les articulations, de manière à ce que la roue motrice assure l'entraînement régulier des organes distributeurs.

### III. LE MATERIEL DE PLANTATION

Les machines à planter sont peu nombreuses en région tropicale ; les planteuses à tubercules sont encore à l'étude, pour l'igname par exemple, aussi nous nous intéressons plus spécialement aux appareils s'adressant à des plants déjà germés, c'est le cas des repiqueuses en riziculture.

Les repiqueuses :

Elles ont pour rôle de disposer les plants en lignes, en maintenant le collet au niveau du sol et en serrant les racines dans la terre meuble si possible humide.

Il existe 2 solutions mécaniques pour ces appareils :

- système "à pinces" : un axe horizontal supporte des bras disposés en étoile ; chaque bras porte une pince ouverte au chargement et au déchargement, fermée le reste du parcours par un ressort
- système "aux disques souples" : les plants sont pincés entre 2 disques souples.

Les plants sont disposés verticalement et à intervalles réguliers dans un sillon tracé par un buttoir ; derrière, 2 petites roues inclinées tassent la terre contre les plants.

## UNITE : 8

### LE MATERIEL D'ENTRETIEN DES CULTURES

Les travaux de préparation du sol, d'épandage puis de semis, ont permis de mettre la culture en place dans des conditions devant lui assurer une bonne levée...

Dès sa germination, la plante entre dans sa phase de croissance active : c'est une période très importante, préparatoire à la récolte ; les rendements seront fonction du bon, ou du mauvais, déroulement de cette phase du cycle cultural ; pour que les résultats soient les meilleurs possibles, il est nécessaire que la plante se développe dans un environnement favorable et, pour cela, l'agriculteur est obligé d'intervenir en procédant aux travaux d'entretien.

Les travaux d'entretien peuvent être envisagés à 2 niveaux :

**- dans le sol :**

- \* par un travail destiné à maintenir le sol dans le meilleur état physique possible, afin de permettre un bon développement racinaire et d'éviter une trop forte évaporation de l'eau du sol
- \* par la suppression des mauvaises herbes, en tant que concurrents directs en eau et en éléments nutritifs vis-à-vis de la culture.

**- au dessus du sol :**

- \* par une action sur le végétal pour le débarrasser de ses parasites
- \* par un apport de quantité d'eau suffisante pour le bon développement de la culture.

Ces interventions sont effectuées à l'aide de matériels spécifiques qui seront étudiés sous 3 aspects :

- Le matériel d'entretien du sol
- Le matériel de ~~défense~~ des cultures
- Le matériel d'irrigation.

- QUESTIONS D'ETUDE

(Elles se présenteront ainsi pour chaque catégorie de matériel).

1. Pour chacune des interventions, quelle est sa nature et son but ?
2. Chaque opération nécessite un matériel approprié :
  21. Comment se présente-t-il ?
  22. Comment fonctionne-t-il ?
  23. Comment doit-on l'entretenir ?

## - DISCUSSION

### I. LE MATERIEL D'ENTRETIEN DU SOL

#### 1. But

Le matériel destiné à l'entretien du sol est généralement chargé de travailler dans les interlignes et vise 2 buts essentiels :

- maintenir la couche superficielle du sol suffisamment ameublie pour éviter l'évaporation de l'eau après sa remontée capillaire
- détruire les mauvaises herbes pour éviter la concurrence ; cette destruction sera d'autant plus facile et efficace qu'elle aura lieu à un moment où le stade de végétation sera peu développé.

Ces interventions correspondent à un travail de **binage**, dans le 1er cas, et de **sarclage**, dans le 2e cas ; on peut aussi rattacher à l'entretien du sol le travail de **buttage** qui consiste à ramener la terre aux pieds des plantes.

#### 2. Matériel

Le matériel utilisé pour ces différentes opérations se nomment respectivement **bineuses**, ou **houes**, **sarcleuses** et **butteuses**. On peut distinguer :

##### 21. Le matériel à socs : (voir schémas)

Ils sont composés des pièces suivantes :

211. Les pièces travaillantes : en fonction du travail recherché, on trouve :

- \* les **socs bineurs** : assez trapus pour travailler à une certaine profondeur et assez étroits.

- \* **les socs sarcleurs** : travaillent à une profondeur plus faible ; sont larges : leur disposition doit obligatoirement assurée le recroisement de l'action de 2 socs voisins pour être certain de détruire toutes les mauvaises herbes.

## 212. Les pièces de protection

Elles sont destinées à éviter la projection de terre sur les jeunes plants et le soulèvement du sol au niveau des lignes pour ne pas déchausser les plants.

On peut trouver :

- \* des disques-plans, de forme légèrement concave, montés parallèlement à la direction d'avancement
- \* des flasques verticaux, protège-feuilles.

## 213. Le montage des pièces travaillantes (voir schémas)

Il doit être effectué de telle sorte que chaque ensemble prévu par interligne soit parfaitement indépendant dans le sens vertical pour pouvoir suivre les inégalités du terrain. On peut rencontrer :

- \* **le montage sur parallélogramme** : c'est le système le plus répandu, la position en hauteur des pièces travaillantes fixées sur un parallélogramme déformable dépend du mouvement de ce dernier, sous l'action d'un patin, d'une roulette ou d'un rouleau qui en sont solidaires.
- \* **le montage télescopique** : ici, les articulations sont remplacées par un coulissement longitudinal, moins sensible à l'usure.
- \* **le montage sur balancier** : à ressort ; c'est le système le plus simple, mais il fait varier l'angle d'entrée des pièces : ces variations sont d'autant plus faibles que le balancier est plus long.

## 214. Les différents types de matériel : on peut trouver

- Les bineuses traînées
- Les bineuses semi-portées

Les bineuses portées : c'est le matériel le plus courant ; on distingue :

- \* bineuse portée arrière : équipée d'un siège pour l'ouvrier chargé de la correction des outils
- \* bineuse portée entre les essieux
- \* bineuse automotrice.

## 215. Les réglages

- **Profondeur** : ce réglage s'effectue par l'intermédiaire d'un patin ou d'une roulette dont la position en hauteur détermine la profondeur de pénétration des socs.
- **Angle d'entrure** : en agissant sur les rasettes, on règle la faculté de pénétration des socs, en fonction de la nature du terrain, ou de son état au moment du travail.

## 22. La houe rotative (voir schéma)

C'est un appareil conçu pour travailler aussi bien sur la ligne qu'entre les lignes.

Les pièces travaillantes sont des disques munis de dents métalliques incurvées à leur périphérie ; ces disques tournent librement autour de 2 arbres horizontaux disposés l'un derrière l'autre perpendiculairement à la direction d'avancement. L'appareil est généralement conçu en éléments de 1 m de largeur, accouplés les uns aux autres.

Chaque dent pénètre légèrement dans le sol, 1 à 3 cm, entraînant dans son mouvement un certain volume de terre qui retombe ensuite d'elle-même.

Pour un travail satisfaisant, il faut que :

- \* la vitesse d'avancement soit comprise entre 8 et 19 km/h  
(moyenne : 13 km/h)
- \* l'enracinement des plants cultivés soit assez profond (8 à 10 cm)
- \* les adventices à détruire soient jeunes.

La pénétration des dents est fonction du poids de l'appareil que l'on peut lester, le cas échéant.

## II. LE MATERIEL DE PROTECTION DES CULTURES

La protection des cultures consiste à détruire les ennemis les plus dangereux des plantes cultivées dont les dégâts se traduisent généralement par une baisse de la production et de la qualité des produits récoltés ; ces ennemis sont le plus souvent des champignons ou des insectes, mais on peut aussi trouver des mammifères (rongeurs en particulier) ou des oiseaux, ainsi que des végétaux supérieurs.

Cette protection est réalisée par des "traitements" qui doivent être parfaitement adaptés au travail à réaliser et obéir aux trois impératifs : **efficacité, rapidité, précision**, d'où l'importance à donner aux différents matériels permettant leurs applications.

Avant d'aborder l'étude du matériel de protection proprement dit, il est bon de rappeler quelques notions de base concernant la protection des cultures.

### \* Les produits de traitement :

La nature et les propriétés des produits utilisés ont une incidence sur le matériel, dans sa conception et dans sa fabrication.

Les produits de traitement du commerce, généralement appelés pesticides, sont composés de 2 parties :

- la matière active (exprimée en %)
- le support (poudre ou liquide).

Sous forme solide, le traitement constituera un poudrage, et sous forme liquide, nous aurons à faire à une **pulvérisation**.

## \* Les techniques de traitement :

Il y en a principalement 2 :

### - Le poudrage

Il consiste à répandre sur le végétal de la "poudre" dont l'action vis-à-vis du parasite se manifeste soit par contact, soit par ingestion, ou encore par inhalation.

Le gros avantage de ce type de traitement est de ne pas nécessiter d'eau, d'être d'exécution rapide et de ne pas mettre en oeuvre un matériel trop compliqué ; par contre, il a pour inconvénients le manque d'adhérence au végétal, de ne pouvoir être réalisé que par temps calme (pas de vent surtout) et qu'il est difficile d'obtenir une répartition régulière de la poudre.

### - La pulvérisation

Cette technique consiste à épandre sur le végétal un liquide sous forme de gouttelettes plus ou moins fines selon le résultat recherché. C'est certainement la technique la plus employée actuellement.

Une bonne pulvérisation dépend de 3 facteurs essentiels :

- la grosseur des gouttelettes émises
- l'homogénéité des jets
- la portée et la pénétration des jets.

On peut dire que le pouvoir couvrant, à volume égal de liquide pulvérisé, est d'autant plus grand que le diamètre moyen des gouttelettes est plus petit.

### 1. Les poudreuses

Elles sont conçues pour produire un jet de poudre, constitué de fines particules, porté par un flux d'air qui assure son transport dans la masse de la végétation.

Les poudreuses employées en culture motorisée sont :

- à dos : il s'agit le plus souvent d'appareils mixtes à moteur, utilisés pour le poudrage et la pulvérisation

- portées sur civière par 2 homes
- portées sur tracteurs ou motoculteurs
- traînées derrière tracteurs
- automotrices.

## 11. Description (voir schémas)

Il s'agit généralement d'un matériel simple ; une poudreuse comprend :

- **Une trémie** : de forme tronconique ou de tronc de pyramide, en métal ou en polyester, dont la capacité varie entre 50 l et 100 l pour les appareils portés jusqu'à 200 l pour les appareils traînés.

Elle dispose d'un **dispositif d'agitation** qui peut être mécanique ou pneumatique.

- **Un système de distribution de la poudre** qui peut être :

- \* mécanique : la mise en mouvement de la poudre est assurée par :

- une vis d'archimède de gros diamètre
- ou - une brosse à mouvements alternatifs
- ou - une grille vibrante

- \* pneumatique : grâce à l'ouverture d'un volet ou d'un diaphragme qui introduit l'air permettant de transporter la poudre.

- **Un générateur d'air** :

Divers dispositifs sont possibles :

- \* **une soufflerie à simple, ou double, effet** : un diaphragme en cuir ou en caoutchouc déformable engendre une succession d'aspirations et de refoulement grâce à des clapets.

- \* **un ventilateur** : c'est le montage le plus fréquent actuellement ; il est le plus souvent centrifuge et doit tourner à une vitesse élevée ; son entraînement est souvent réalisé par la prise de force du tracteur, ou par un moteur sur les appareils à dos ou à civière.

- Une tuyauterie de transport de la poudre et des organes de dispersion, les tuyères.
- Un châssis, comportant souvent un berceau qui permet de déposer la poudreuse sur le sol dans de bonnes conditions.

## 12. Réglages et Entretien

\* Le réglage est généralement très simple :

- débit de poudre : par action sur le débit d'air ; éventuellement sur l'ouverture de l'orifice de distribution ou sur le mécanisme d'alimentation
- position et orientation des tuyères

\* L'entretien nécessite :

- le nettoyage de la trémie et des organes en contact avec la poudre
- le graissage des roulements et parties coulissantes, lorsqu'ils existent
- le contrôle de la tension des courroies trapézoïdales.

## 2. Les pulvérisateurs

### 21. Principes de fonctionnement

Conçu pour répartir de façon homogène une certaine quantité de "bouillie" sur la surface à traiter, le pulvérisateur à 2 rôles mécaniques à remplir :

- Diviser le liquide en gouttelettes plus ou moins fines
- Transporter ces gouttelettes sur l'objet à traiter.

Ce qui permet de distinguer :

- en ce qui concerne la pulvérisation du liquide :
  - \* la pulvérisation mécanique qui utilise 2 moyens
    - . la mise du liquide sous pression qui actionne les pulvérisateurs mécaniques à pression
    - . la force centrifuge qui actionne les pulvérisateurs mécaniques centrifuges
  - \* la pulvérisation pneumatique qui utilise l'action d'un courant d'air à grande vitesse pour provoquer la division du liquide.
- en ce qui concerne le transport des gouttelettes : 2 techniques sont utilisées
  - \* le jet projeté : le transport est assuré par l'énergie cinétique acquise par les gouttelettes à la sortie de la buse ; la distance parcourue est généralement faible.
  - \* le jet porté : les gouttelettes sont véhiculées par un courant d'air, dès leur sortie de la buse. On cherche à avoir un débit élevé ( $40\ 000\ \text{m}^3/\text{h}$ ) pour une vitesse relativement faible (30 à 50 m/s).

## 22. Description

### 221. Les pulvérisateurs à pression à jet projeté

2211. Constitution : Ils comportent généralement :

- Un châssis : il doit être solide, rigide, indéformable.
- Une cuve-réservoir : de forme très variable, elle doit cependant présenter des caractéristiques précises destinées à la rendre pratique, efficace et sûre.

- \* le matériau utilisé : le métal (laiton, cuivre) est de plus en plus remplacé par les matières plastiques qui permettent d'avoir des cuves plus légères, aux formes plus rationnelles et plus résistantes aux produits de traitement utilisés.
- \* la capacité : est variable, de quelques litres pour les appareils portés par un homme, jusqu'à plusieurs centaines de litres (200 à 600 l) pour les appareils utilisés avec un tracteur.
- \* la vidange et le nettoyage doivent être faciles, ce qui exige la présence de larges ouvertures.
- \* le niveau : il doit pouvoir être connu à tout moment, soit par niveau visible, soit par tube de contrôle.
- \* le remplissage : doit pouvoir s'effectuer facilement et rapidement ; on utilise la gravité pour les petites capacités ou un groupe moto-pompe, ou une pompe auxiliaire, pour les grandes capacités.
- \* l'agitation est indispensable pour avoir une "bouillie" de concentration constante ; il faut donc un système de brassage énergique qui peut être :
  - mécanique : arbre à palettes animé d'un mouvement rotatif ou alternatif
  - hydraulique : par l'intermédiaire d'une pompe auxiliaire qui renvoie une partie de la bouillie dans la cuve, créant ainsi un important remous qui maintient le produit en suspension.
- Une pompe :
 

C'est elle qui réalise la mise en pression de la bouillie ; les principaux points à prendre en considération sont : le débit, la pression et la rusticité ; les pompes reçoivent une énergie mécanique (prise de force) qu'elles transforment en une énergie potentielle, sous forme de pression donnée au liquide quand il traverse la pompe.

On classe les pompes d'après leur principe de fonctionnement, ce qui permet de distinguer :

\* **les pompes volumétriques** : fonctionnent par variation de volume d'une enceinte dans laquelle est emprisonné le liquide ;

On trouve parmi celles-ci

. **Les pompes à mouvement alternatif rectiligne** : qui comprennent, entre autres :

- **les pompes à piston** : la mise en pression est assurée par un piston se déplaçant dans un cylindre muni d'un clapet d'aspiration et d'un clapet de refoulement.

La pression obtenue peut atteindre :  $80 \text{ kg/cm}^2$ .

- **les pompes à membranes** : l'aspiration et le refoulement sont obtenus par la déformation d'une membrane, obtenue par l'action d'un vilebrequin.

La pression obtenue est basse :  $7 \text{ à } 8 \text{ kg/cm}^2$  et le débit est faible.

- **les pompes à piston-membrane** : il concilient les avantages des 2 pompes précédentes : rusticité, peu coûteuses. Permettent d'obtenir des pressions allant jusqu'à 30 bars, avec un débit de 40 à 80 l/mn. Conviennent bien quand le liquide à pulvériser est une bouillie en suspension.

. **Les pompes à mouvement rotatif** :

Ce sont les **pompes à rouleaux** qui comportent :

**un stator** : cavité cylindrique à 2 ouvertures opposées, l'une pour l'aspiration, l'autre pour le refoulement.

**un rotor** : cylindre creusé à sa périphérie de rainures dans lesquelles circulent des rouleaux en caoutchouc ou nylon, constamment poussés contre le stator par des ressorts. déterminant ainsi des espaces qui vont en augmentant du côté de l'aspiration et en diminuant du côté du refoulement.

Ce sont des pompes simples, légères, permettant des débits élevés (125 l/mn) avec une pression de l'ordre de 15 à 20 kg/cm<sup>2</sup> ; mais elles sont très sensibles à l'abrasion.

#### \* Les pompes centrifuges

Elles possèdent une vitesse de rotation élevée (1 500 à 3 000 T/mn), tout en étant des pompes très simples avec un corps (volute) à l'intérieur duquel tourne une roue munie d'aubes (palettes) ; l'aspiration s'effectue par un orifice ménagé dans l'axe du corps et le refoulement par une sortie tangentielle : la forme du corps permet de transformer une partie de l'énergie cinétique (vitesse) en énergie potentielle (pression).

On ne les trouve que sur des appareils spécialisés.

Les pompes sont accompagnées d'accessoires, tels que :

- le régulateur de pression : destiné à maintenir la pression aux buses à la valeur choisie
- le manomètre : destiné à indiquer la valeur de la pression aux buses
- l'amortisseur : dispositif destiné à régulariser le débit, c'est la cloche à air.

Organe très important, la pompe doit faire l'objet de contrôles réguliers et de soins constants : niveau d'huile, graissage, rinçage après traitement et un bon nettoyage en fin de campagne.

- Un circuit du liquide : comprend : les filtres, la tuyauterie et la robinetterie ; tous ces éléments doivent être contrôlés régulièrement pour leur bon fonctionnement : démontage et nettoyage fréquents.

- Une rampe :

Destinée à recevoir les buses, organes essentiels des pulvérisateurs. La forme de la rampe est très variable : la plus courante est la rampe horizontale qui comprend : un cadre-support, une canalisation porte-buses souple ou rigide.

- Des buses :

Ce sont les organes qui assurent la pulvérisation proprement dite : leur rôle est de diviser le liquide en gouttelettes plus ou moins fines, sous forme d'un jet ; ce qui permet de distinguer les buses à jet conique, dites à turbulence, et les buses à jet plat.

2212. Réglages et Entretien

- Réglage de la pression : par un régulateur disposé sur le circuit de refoulement de la pompe.
- Réglage du débit : le volume pulvérisé dépend des 3 facteurs suivants :
  - \* le diamètre des buses : réglage grâce à une pastille interchangeable
  - \* la vitesse d'avancement
  - \* la pression.
- L'entretien doit porter particulièrement sur :
  - \* le nettoyage fréquent des filtres
  - \* le rinçage soigné de l'appareil après chaque traitement
  - \* le remplacement périodique des pastilles des buses
  - \* la vérification régulière de la pompe.

2213. Différents types : On peut trouver

- des pulvérisateurs portés à dos d'homme : d'une contenance moyenne de 15 à 20 litres, ils sont à pression entretenue ou à pression préalable
- des pulvérisateurs sur brouette
- des pulvérisateurs à traction animale
- des pulvérisateurs à traction mécanique : ils peuvent être
  - \* traînés : d'un encombrement important, leur capacité peut atteindre 1 000 litres
  - \* portés : ce sont les plus utilisés, ils sont d'une contenance moyenne de 400 litres

\* automoteurs : solution onéreuse, mais formule intéressante par sa grande maniabilité et son autonomie.

## 222. Les pulvérisateurs à pression à jet porté

De même conception que les précédents, ils n'en diffèrent que par :

- la présence d'un ventilateur
- la forme de la rampe.

### - Le ventilateur :

Il est destiné à produire le flot d'air nécessaire pour assurer le transport des gouttelettes obtenues par pression de liquide : c'est généralement un ventilateur hélicoïde dont le débit d'air peut être compris entre 4 et 11 m<sup>3</sup>/s ; le mouvement est le plus souvent emprunté à la prise de force du tracteur, avec possibilité de débrayage.

- La rampe : est généralement circulaire avec des buses à turbulence.

Ce sont des appareils qui sont le plus souvent traînés ou semi-portés avec des contenances relativement importantes.

## 223. Les pulvérisateurs pneumatiques

Ces appareils présentent un double circuit : un circuit de liquide assurant l'alimentation des buses et un circuit d'air ; la division en gouttelettes étant assurée par la rencontre des veines liquides avec le flux d'air circulant à grande vitesse (jusqu'à 150 m/s).

### 2231. Le circuit d'air

C'est la partie essentielle de l'appareil ; il comprend :

- un ventilateur : encore appelé turbine ; de type centrifuge, il fournit un débit d'air compris entre 0,3 et 2 m<sup>3</sup>/s pour des vitesses, à la sortie, de 50 à 125 m/s.

- **les canalisations** : destinées au transport de l'air
- **les buses** : qui comportent toujours une arrivée de liquide aboutissant dans le flux d'air.

### 2232. Le circuit liquide

Comporte un **réservoir**, possédant généralement un système d'agitation pneumatique, qui **alimente les buses** soit par **gravité**, soit par une **légère pression** obtenue par une dérivation d'air du ventilateur, soit par une **pompe**.

Le seul réglage à effectuer est celui du débit qui peut être obtenu par un robinet à débit variable ou par des gicleurs calibrés interchangeableables : au départ du circuit liquide ou au niveau des buses.

### 2233. Différents types (voir schémas)

On peut trouver :

- **des appareils à dos d'homme** : très courants, ils sont entraînés par un moteur à 2 temps à régime élevé, jusqu'à 7 000 T/mn, de 1 à 5 ch ; beaucoup de modèles peuvent se transformer très aisément en poudreuse.
- **des appareils portés sur motoculteur** : l'entraînement est réalisé par le moteur du motoculteur
- **des appareils tractés** : ils peuvent alors être portés pour des contenances allant jusqu'à 400 litres ou traînés pour des contenances plus élevés. Le mouvement est le plus souvent emprunté à la prise de force.

## 23. Conditions générales de réalisation d'une bonne pulvérisation

Bien que très au point, l'utilisation des matériels décrits peut entraîner des déboires parce que certains principes ne sont pas respectés ; pour une bonne réussite, il faut respecter certains critères.

### **231. Considérations générales**

Un bon traitement doit être effectué :

- en temps opportun
- en employant un produit efficace à la dose correcte
- en mettant en oeuvre un matériel adapté.

### **232. Choix d'un pulvérisateur**

Il doit tenir compte

- des facteurs propres à l'exploitation : nature des parcelles, surfaces, proximité des points d'eau, technicité des utilisateurs...
- des facteurs concernant la nature des traitements.

C'est en fonction de ces données que sera effectué le choix du pulvérisateur le mieux adapté aux besoins de l'agriculteur.

### **233. Réglage et Contrôles**

L'utilisateur peut procéder lui-même, le plus souvent possible, à l'étalonnage pratique de son appareil, par :

- détermination de la dose (volume de produit/kg unité de surface)
- détermination du débit de la rampe (l/mn).

### **234. Entretien**

Il faut distinguer :

- l'entretien courant : effectué à la fin de chaque traitement qui comprend le rinçage soigneux de l'appareil, le graissage des parties mécaniques, nettoyages des filtres...
- l'entretien de fin de campagne, avec remplacement des pièces usées ou en mauvais état...

### III. LE MATERIEL D'IRRIGATION

L'eau est un facteur indispensable à la croissance des plantes, aussi l'homme doit-il pouvoir lui en apporter au cours des périodes critiques, lorsque la pluviométrie est insuffisante ou que les réserves sont épuisées ; cet apport constitue l'irrigation.

Pour qu'une irrigation soit efficace il faut qu'elle puisse apporter en temps voulu la quantité d'eau nécessaire à la culture ; ceci implique que pour qu'une irrigation soit possible il faut :

- une réserve d'eau importante
- des moyens d'exhaure et de transport de l'eau.

Nous étudierons plus particulièrement le 2e point, c'est-à-dire :

- les systèmes d'élévation de l'eau
- le transport de l'eau
- la distribution de l'eau.

#### 1. Les systèmes d'élévation de l'eau

Généralement, pour amener l'eau au niveau des cultures il faut aller la chercher soit dans un cours d'eau, soit dans un puits, soit à partir d'une réserve artificielle ; dans tous les cas il faut la déplacer d'un point à un autre et le plus souvent, d'un point bas vers un point haut : les appareils permettant un tel résultat sont appelés **matériel d'exhaure**, qui comprennent :

##### 11. Les pompes

Ce sont des appareils qui fournissent de l'énergie à un fluide en vue de son déplacement d'un point à un autre.

Le choix d'une pompe est très important, car elle doit être adaptée aux conditions particulières de fonctionnement afin d'avoir un rendement élevé.

Une pompe est caractérisée par :

- son débit
- sa hauteur manométrique totale d'élévation.

Ces caractéristiques permettent de définir la puissance nécessaire pour actionner ces appareils selon la formule empirique suivante :

$$P = \frac{Q(m^3/h) \times Hm}{270 \times r \%}$$

1/270 = constante  
où Q = débit recherché  
H = hauteur manométrique totale  
r = rendement de la pompe

Parmi les pompes, on distingue : - les pompes centrifuges  
- les pompes à hélice  
- les pompes à piston.

#### 111. Les pompes centrifuges (voir schémas)

Ce sont les plus couramment rencontrées ; elles sont constituées d'une roue à aubes tournant dans une cage : l'eau aspirée par un orifice central est mise en vitesse dans une volute et expulsée par un orifice tangentiel.

On peut avoir une pompe monocellulaire, à une seule roue, ou multicellulaire, à plusieurs roues montées en série.

Il existe des pompes centrifuges :

- à axe horizontal : faible capacité d'aspiration et prédisposition à se désamorcer
- à axe vertical : généralement immergées
- à corps et à moteur immergés : pour les puits profonds.

#### 112. Les pompes à hélice

Ce sont des pompes immergées, constituées d'une hélice qui pousse l'eau à l'intérieur du tube d'enveloppe.

Elles sont simples et ne nécessitent aucun amorçage.

### **113. Les pompes à pistons**

Ce sont des pompes volumétriques, à très bon rendement mécanique, mais sont encombrantes et délicates, donc peu utilisées en irrigation, seulement pour le pompage de petits débits à des hauteurs manométriques importantes.

Ces différentes pompes peuvent être actionnées soit par des **moteurs électriques**, rustiques et présentant une bonne sécurité de marche et sont d'un coût d'entretien faible, mais exigent la présence de courant, soit par des **moteurs à combustion interne**, très utilisés.

### **12. Les éoliennes**

Pour les régions tropicales isolées avec un régime de vents réguliers et puissants, ce sont des appareils très utiles et économiques.

Elles comprennent généralement :

- un organe moteur : c'est une roue à aubes ou une hélice à plusieurs pales constituant la "voilure"
- des organes de transmission : accouplés à une pompe à pistons immergée
- des organes de régulation...

### **13. Les pompes solaires (voir schémas)**

L'énergie nécessaire pour actionner la pompe est ici l'énergie solaire qui alimente un groupe turbo-alternateur produisant l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement de la pompe.

## **2. Le transport de l'eau (voir schémas)**

L'eau, une fois pompée, doit être amenée au lieu de destination, c'est-à-dire au niveau de la culture elle-même.

Selon la méthode d'irrigation adoptée, l'eau circulera à l'**air libre**, dans des canaux à ciel ouvert creusés avec un matériel approprié : pelles excavatrices, scrapers, fossoyeuses, lames niveleuses..., c'est le cas pour les irrigations par ruissellement, par submersion ou par infiltration, ou bien en conduite forcée, c'est le cas de l'irrigation par aspersion ; dans ce dernier cas, l'eau est conduite sous pression par l'intermédiaire d'un réseau de canalisations, celles-ci pouvant être fixes ou mobiles.

- **Les canalisations fixes** : sont en fonte, en acier, en amiante-ciment ou en matière plastique ; elles sont le plus souvent enterrées pour les canalisations en matière plastique et de surface pour les autres.
- **Les canalisations mobiles** : ce sont les plus courantes ; pour cela, on doit avoir du matériel léger (alliage d'aluminium ou matière plastique) facilement déplaçable, étanche, résistant et à assemblage rapide : grâce à 2 types d'accouplement, les **raccords mécaniques** et les **raccords hydrauliques** ; dans le dernier cas, c'est la pression de l'eau qui assure le verrouillage et l'étanchéité.

### 3. La distribution de l'eau (voir schémas)

La répartition de l'eau sur la culture s'effectue par des systèmes d'aspersion. On peut rencontrer :

- **Les rampes perforées** : ce sont généralement des tuyauteries métalliques ou plastiques comportant des **perforations** ou des gicleurs, répartis à intervalles réguliers, ou non.

Les rampes à une seule rangée de perforations sont le plus souvent oscillantes, alors que celles à 2 rangées sont fixes.

Elles fonctionnent à basse pression : 0,5 à 2 kg/cm<sup>2</sup>, les jets sont courts, 5 à 10 m au maximum, fournissant une pluviométrie de l'ordre de 10 à 50 m/m à l'heure.

- **Les arroseurs rotatifs** : ce sont les plus courants et sont constitués par une tuyère, simple ou double, munie de buses calibrées.

La rotation de l'appareil est assurée par un bras situé normalement dans le jet principal qui l'écarte ; il est ramené à sa position initiale par un ressort de rappel : le mouvement de ce bras déplace les tuyères autour de leur axe.

On distingue :

- \* les arroseurs à basse ou moyenne pression (1,5 à 4 kg/cm<sup>2</sup>) ce sont les "sprinklers" ; portée des jets : 10 à 25 m, pluviométrie obtenue : 2 à 15 mm/h
- \* les arroseurs à haute pression, 4,5 à 7 kg/cm<sup>2</sup>, ou canons d'arrosage ; portée pouvant aller au delà de 60 m, pluviométrie obtenue : 15 à 30 mm/h mais les jets sont très sensibles au vent ; prix d'achat élevé.

## UNITE : 9

### LE MATERIEL DE RECOLTE

Une terre bien préparée, un semis réalisé dans les meilleures conditions... une culture bien suivie et bien entretenue... ne serviraient à rien si la production, résultat de la récolte, n'était recueillie avec soins et mise à l'abri.

La récolte est donc une opération capitale, l'aboutissement de toute une campagne d'efforts : elle doit s'effectuer dans les meilleurs délais afin d'éviter les dégâts dus aux conditions climatiques ou aux prédateurs (parasites, oiseaux, rongeurs...) ; c'est pourquoi, très tôt, l'agriculteur a cherché à mécaniser cette opération dans un double but :

- but qualitatif : par une récupération maximale de la partie utile de la plante
- but quantitatif : par une plus grande rapidité d'exécution des travaux, ce qui doit permettre un meilleur rendement en évitant au maximum les pertes.

Selon la nature de la partie utile de la plante, les procédés de récolte varieront et, par là-même, le matériel utilisé.

#### - QUESTIONS D'ETUDES

1. Que représente l'opération de récolte ?
2. Comment se présentent les différents matériels de récolte ?
  21. Quelles sont leurs parties constitutives ?
  22. Comment fonctionnent les différents appareils ?
  23. Comment doit-on entretenir ce matériel pour le maintenir en bon état de marche ?

## - DISCUSSION

### 1. But de la récolte

La récolte, opération très importante, est le terme ultime de la campagne agricole : elle consiste à prélever sur la culture en place les parties qui seront destinées soit à la consommation humaine ou animale, soit à l'industrie ; ces produits peuvent être :

- **hors du sol** : ce sont soit des **plantes entières** (fourrage ou plantes textiles comme le dah), soit simplement des **tiges** (canne à sucre) ou des **feuilles** (théier) ou des **fruits** (cotonnier, palmier à huile...), soit enfin des **graines** (céréales : riz, sorgho, mil...).
- **dans le sol** : ce sont alors soit des **tubercules** (Igname), soit des **racines** (manioc), soit des **fruits** (gousses d'arachide).

Ces organes végétaux à récolter doivent l'être à des périodes bien déterminées de leur développement, marquées par un stade précis de maturité de l'organe, qui est fonction de son utilisation ultérieure.

Pour que la récolte se réalise dans de bonnes conditions afin que le rendement soit le meilleur possible, il faut qu'elle réponde à 2 impératifs :

- détermination précise de la date
- rapidité de l'exécution.

Ces impératifs ont nécessité une mécanisation très rapide de cette opération culturale.

## 2. Le matériel de récolte

Il sera abordé en fonction de la nature du produit à récolter : ceci nous amènera à étudier successivement le matériel de récolte des fourrages, des céréales, des organes souterrains et des fruits.

### 21. La récolte des fourrages

Bien qu'encore peu répandues, les pâtures naturelles ou cultivées vont se développer avec l'accroissement du cheptel et le problème du fourrage, c'est-à-dire du stockage d'aliments végétaux pour l'alimentation du bétail, se posera avec de plus en plus d'acuité.

Cette récolte est réalisée avec du matériel différent selon que l'on désire avoir du foin ou que l'on veut faire de l'ensilage.

#### 211. Les faucheuses (voir schémas)

Elles comportent généralement :

- un bâti
- un organe de coupe
- une transmission, assurant le fonctionnement de l'organe de coupe
- un système de réglage.

#### - Le bâti :

Variable selon le type de faucheuse, on retrouve toujours :

- \* un **étançon**, supportant la barre de coupe
- \* une **jambe de force**, au niveau du sabot intérieur, pour compenser les poussées dues au porte-à-faux de la barre de coupe.

Certaines faucheuses peuvent être pourvues de roues porteuses ; pour la traction animale, le bâti comporte des pièces d'attelage.

## - L'organe de coupe

Deux mécanismes possibles :

### \* le mécanisme alternatif, qui comprend :

- . une partie mobile, la lame, animée d'un mouvement rectiligne alternatif

- . une partie fixe, le porte-lame

l'ensemble constitue la barre de coupe

- . la lame se compose : - d'une tringle, en acier  
- de "sections", aux bords taillés en biseau

- . le porte-lame : c'est une pièce d'acier laminée sur laquelle sont fixés 2 sabots, des doigts servant à diviser le fourrage, le dispositif de relevage. Il peut pivoter dans un plan vertical.

\* le mécanisme rotatif, il est constitué par des couteaux horizontaux articulés tournant autour d'un axe vertical ; ce qui permet une coupe beaucoup plus rapide, sans vibrations.

Il en existe 3 types : . à tambours

. à disques

. à troncs de cônes.

## - Les transmissions

Sur les faucheuses traînées, semi-portées ou portées à l'arrière du tracteur, le mouvement est emprunté à la prise de force du tracteur et multiplié, le plus souvent, par un jeu de poulies.

Lorsque la barre de coupe est latérale et située entre les 2 essieux du tracteur, le mouvement est emprunté soit à la prise de force arrière par l'intermédiaire d'un arbre ramenant le mouvement au plateau-manivelle situé à l'avant, soit à la prise de force ventrale du tracteur, si elle existe.

Sur la plupart des faucheuses, il existe un débrayage de sécurité avec escamotage de la barre dans le cas d'une rencontre avec un obstacle.

- **Le système de réglage**

- \* **Hauteur de coupe** : les sabots comportent des patins amovibles et réglables, en contact avec le sol ; ce réglage s'effectue par déplacement du boulon de fixation dans une série de trous du patin.
- \* **Le pointage** : pour faire varier l'inclinaison de la barre de coupe ; par l'intermédiaire :
  - d'un simple levier
  - ou, d'une manivelle agissant sur des tubes télescopiques
  - ou, du 3e point de fixation.
- \* **Le relevage**, de la barre de coupe : un **relevage horizontal** assez prononcé, sans interruption du mouvement, peut être commandé manuellement, ou par le relevage du tracteur, ou par un vérin indépendant ; un **relevage total**, très souvent obtenu manuellement.

**212. Les ramasseuses-presses (voir schémas)**

C'est un matériel utilisable pour les fourrages et pour les pailles. Elles ramassent les produits, préalablement mis en andains, puis les compriment pour confectionner des balles (ou bottes).

On les classe en 3 catégories, en fonction de la densité du produit obtenu :

- à basse densité (balle de 80 à 100 kg)
- à moyenne densité (balle de 100 à 175 kg)
- à haute densité (balle de 175 à 250 kg).

Elles sont constituées par :

- **Le ramasseur** : ou "pick-up" ; c'est l'organe chargé d'alimenter la machine ; il peut être :
  - à tambour
  - à chaînes.

Il demande des réglages précis, particulièrement en ce qui concerne la **hauteur par rapport au sol** : pour éviter l'usure rapide des dents et l'introduction de pierres et de terre dans la machine, la garde au sol doit être, au moins, de 5 cm.

- **Les organes d'alimentation**

Ce sont eux qui amènent le fourrage du ramasseur au canal de compression. Ils sont soit à fourches, soit rotatifs.

- **Les organes de compression**

Ils réalisent l'opération principale qui est la **compression** du produit ; ils sont constitués par :

- un canal de compression
- un ameneur
- un piston.

Selon le mode de déplacement du piston, il s'agit :

- \* d'une compression à mouvement rectiligne, avec un piston de forme cubique dont le mouvement rectiligne est alternatif (cadence : 55 à 75 coups/mn), ou
- \* d'une compression à mouvement oscillant, avec un piston cintré composé de plusieurs éléments identiques fixés sur une barre transversale.

Le canal de compression permet la formation de la balle : c'est un canal tôlé de section rectangulaire (25 à 40 cm de hauteur x 55 à 110 cm de largeur).

- **Les organes de liage**

Ils comprennent un moteur à poste fixe et une aiguille, mobile autour d'un axe ; le déclenchement du nouage est assuré par une roue dentée, ou pignon mètreur, qui conditionne la longueur des balles.

### - Les transmissions

Elles sont assurées soit par la prise de force du tracteur, soit par un moteur auxiliaire.

### - Les réglages

- \* la hauteur de ramassage est réglée par un levier à crans accessible ou non du tracteur
- \* la compression des balles : par un rétrécissement plus ou moins prononcé de la sortie du canal de compression
- \* les organes de liage : la longueur des balles est réglée par le pignon métreur.

### - L'entretien

- \* en période de travail :
  - lubrification de tous les roulements et articulations
  - nettoyage des noueurs des organes de liage
  - propreté du moteur auxiliaire, lorsqu'il existe
- \* en période d'inactivité : en fin de campagne
  - vider et nettoyer toute la machine
  - graisser toutes les parties en frottement
  - détendre toutes les courroies
  - démonter les chaînes.

## 22. La récolte des céréales

C'est certainement le type de matériel qui a évolué le plus rapidement au cours des dernières décennies : la mécanisation de la moisson, d'abord limitée à la coupe, s'est étendue successivement à la mise en tas, ou javelles (moissonneuse-javeleuse), à la confection de gerbes liées (moissonneuse-lieuse) pour enfin aboutir à l'égrenage (moissonneuse-batteuse) ce dernier procédé évite une trop grande perte en grains et ne consomme plus de ficelle.

### 221. La moissonneuse-batteuse (voir schémas)

A cette machine, il est demandé :

- de faucher les tiges
- de séparer le grain de la paille
- d'ensacher le grain ou de le déverser dans un véhicule
- de compresser la paille ou de la hacher et de la disperser sur le sol.

C'est donc un assemblage assez complexe de nombreux organes comprenant : les organes de coupe, d'alimentation, de battage, de séparation et de nettoyage, d'équipements annexes, de transmissions et de réglages.

#### 2211. Les organes de coupe

Ils comportent 2 parties essentielles :

##### - La barre de coupe :

Sa conception est semblable à celle d'une faucheuse : les sections sont faucillées sur le dessus et ne s'affûtent pas ; en plus des doigts normaux, on monte de place en place des doigts releveurs pour récolte versée ; les extrémités de la barre sont équipées de diviseurs qui assurent la séparation entre ce qui est coupé et ce qui reste à couper.

La largeur de coupe varie entre 1,50 m et 6 m.

**- Les rabatteurs :**

Leur rôle est de ramener les tiges d'avant en arrière au moment de la coupe et de rabattre la récolte sur la table.

Généralement constitués par des lattes métalliques munies de griffes en fil d'acier, dirigées vers le bas et maintenues dans cette position pendant toute la rotation du rabatteur.

**2212. Les organes d'alimentation**

Servent à transporter la récolte des organes de coupe au dispositif de battage et se composent de :

- une vis sans fin
- un tambour d'alimentation, à doigts escamotables
- un élévateur-convoyeur, disposé dans un couloir étanche en tôle.

**2213. Les organes de battage**

Son rôle consiste à séparer les grains des épis (et à éliminer les enveloppes des graines) ; le travail est obtenu par deux actions simultanées de choc et de frottement produites, respectivement, par la vitesse de rotation du batteur et le laminage des tiges, sous faible épaisseur, entre les parties mobiles du batteur et les parties fixes du contre-batteur.

Ces différents organes peuvent être précédés par un tambour-égréneur pour répartir et uniformiser la récolte et d'un auget à pierres devant recueillir ces dernières avant introduction dans le batteur.

On peut trouver des batteurs à battes ou à dents.

Le contre-batteur est le complément indispensable du batteur : c'est une grille disposée parallèlement au batteur.

Les réglages portent sur la vitesse de rotation du batteur et sur l'écartement entre batteur et contre-batteur.

## 2214. Les organes de nettoyage

On distingue :

- **Les secoueurs** : succession de plans inclinés, montant du contre-batteur vers l'arrière, ajourés et animés de mouvements oscillants rapides, d'avant en arrière et de bas en haut (cadence : 200 à 250/mn).
- **La "hotte" de nettoyage** : son rôle est de séparer les grains des débris divers ; comprend généralement :
  - \* un ventilateur : courant d'air pour triage dynamique
  - \* un nettoyeur : 2 grilles horizontales, ou légèrement inclinées, placées l'une au dessus de l'autre et animées de rapides mouvements de va-et-vient.

Les réglages portent : - sur le ventilateur  
- sur les grilles.

## 2215. Les organes annexes

On peut trouver :

- **Le trieur-ensacheur** : qui permet d'assurer un second nettoyage et de mettre les grains en sacs. C'est un cylindre horizontal, muni intérieurement d'une bande de tôle hélicoïdale assurant le déplacement du grain ; la paroi est formée de grilles à perforations de grandeur croissante.
- **La trémie** : réservoir en tôle d'une contenance de 15 à 30 hectolitres, disposé souvent à la partie supérieure de la machine, avec à sa base un tube de déchargement.
- **La presse à paille** : est quelquefois fixée à l'arrière des moissonneuses-batteuses ; est à basse densité.

## 222. La batteuse (voir schéma)

La batteuse à poste fixe a vu son rôle s'amenuiser avec l'extension du moissonnage-battage, mais elle rend encore d'énormes services dans les pays tropicaux, du fait de sa polyvalence. En dehors des organes de coupe, la batteuse comporte les mêmes organes que la moissonneuse-batteuse. Selon le sens dans lequel la récolte est engagée dans le batteur, on distingue :

### - Les batteuses à axe horizontal

Dans ce type d'appareil, on trouve :

- \* des batteuses en travers : les tiges sont engagées parallèlement à l'axe du batteur
- \* des batteuses en long : les tiges sont engagées perpendiculairement à l'axe du batteur.

### - Les batteuses à axe vertical

Le batteur est constitué par un disque horizontal tournant autour d'un axe vertical ; disque muni de dents métalliques, incurvées dans le sens de la rotation.

### 23. La récolte des organes souterrains (voir schémas)

Les organes souterrains récoltés représentent dans les pays tropicaux, particulièrement en zone forestière, une très grande importance car ils constituent souvent la base de l'alimentation : igname, manioc, patate douce ou taro, ou de l'industrie agro-alimentaire : arachide.

Le matériel de récolte pour ces produits est encore peu important, mais son utilité est incontestable.

Les principes de telles machines doivent prendre en compte la nature du sol, le type de culture; c'est pourquoi une bonne arracheuse doit :

- soulever le volume de terre dans lequel se trouvent les organes souterrains sans les couper
- dégager ces organes de la masse de terre
- les nettoyer sans les blesser.

La récolte de ces organes nécessite donc la succession d'opérations suivantes :

- la destruction des fanes
- le soulèvement des organes souterrains
- le nettoyage et le secouage.

Parmi les arracheuses, on distingue :

- **Les arracheuses simples** : qui ne font que soulever les organes
- **Les arracheuses combinées** : qui peuvent, en plus, combiner l'arrachage, le nettoyage et le regroupage (voir schémas).

## 24. La récolte des fruits (voir schémas)

Dans les régions tropicales, où la main-d'oeuvre est généralement abondante, il y a peu de matériel de récolte des fruits, cependant des essais ont été réalisés et des prototypes d'appareils existent : ainsi des récolteuses d'ananas, de café, de cacao, de palmier à huile...

Parmi ces matériels, on peut citer :

- les plates-formes et les nacelles de cueillette
- les secoueurs et vibreurs d'arbres.

## UNITE : 10

### L'ECONOMIE DE LA MOTORISATION

D'un point de vue économique, on peut dire que le machinisme agricole :

- augmente la productivité du travail
- contribue à augmenter la productivité de la terre
- améliore les conditions de travail des agriculteurs.

La justification économique de l'utilisation de matériels agricoles motorisés consiste dans la démonstration de sa rentabilité : pour cela, il est nécessaire de comparer le prix de revient de l'opération motorisée et la valeur de commercialisation de son produit.

C'est ce que nous allons essayer de montrer dans cette unité dont l'objectif est : **"Calculer le prix de revient d'une culture motorisée"**.

#### - QUESTIONS D'ETUDE

1. Qu'est-ce que le prix de revient d'utilisation des matériels agricoles ?
2. Comment calculer le prix de revient d'une culture avec intervention de moyens motorisés ?

## - DISCUSSION

Le degré de motorisation des cultures est encore faible dans les pays tropicaux ; la motorisation peut se borner, dans certains cas, au seul défrichement ou à la première préparation du sol, tandis que les autres travaux restent confiés à la main-d'oeuvre, aidée ou non par la traction animale.

Les cultures annuelles, plus que les cultures pérennes, sont susceptibles d'une motorisation de degré élevé, mais s'il s'agit d'exploitation de monoculture pour lesquelles la période de travaux est réduite, il se pose alors des problèmes de plein emploi du matériel.

Nous avons vu qu'une opération motorisée s'apprécie en comparant le prix de revient de cette opération et la valeur de commercialisation de son produit :

Le **prix de revient** est facile à déterminer lorsqu'il s'agit de travaux déjà réalisés, encore faut-il que des comptes précis des différentes interventions soient tenus. Il est plus difficile de calculer des prix de revient prévisionnels... nous tâcherons de décrire une méthode simplifiée de ce calcul.

**La valeur des produits** : le produit brut est la valeur des ventes, augmentée éventuellement des quantités consommées des productions obtenues. Cette valeur est fonction des rendements, c'est-à-dire d'un ensemble de conditions techniques et agronomiques, et des prix de commercialisation.

La motorisation augmentant nécessairement le prix de revient, elle doit nécessairement s'accompagner d'une augmentation du produit brut (augmentation des surfaces et/ou augmentation des rendements).

## 1. Prix de revient d'utilisation des matériels agricoles

Ce prix sera calculé selon l'époque où le calcul s'effectue ; il est alors possible de distinguer :

- les coûts horaires prévisionnels d'utilisation du matériel agricole
- le coût d'une opération culturale donnée
- le prix de revient réel d'une opération motorisée, calculé à posteriori.

### 11. Coûts prévisionnels d'exploitation

Seront abordés : le coût horaire du matériel et les frais généraux.

#### 111. Coût horaire

Ce coût englobe celui du tracteur et celui des engins mécaniques :

##### 1111. Prix de revient du tracteur

Sont pris en compte : les frais fixes, les frais variables.

**Pour ce qui est des frais fixes** : ce sont les intérêts du capital investi, les primes d'assurance, et éventuellement les impôts et les taxes.

Les intérêts du capital investi se calculent sur la base de la moitié de la somme à amortir au taux moyen de l'intérêt des prêts à moyen terme.

Les primes d'assurance peuvent être estimées à environ 0,5 - 1 % du prix d'achat.

**Pour ce qui est des frais variables** : ce sont :

- les charges d'amortissement
- les dépenses de réparation
- les dépenses de carburants, de lubrifiants
- les dépenses de conduite et d'entretien :

##### 1111. Prix de revient du tracteur

Les estimations suivantes peuvent être adoptées

. carburants :	essence	0,19 l/ch/heure
	pétrole	0,22 l/ch/heure
	gas-oil	0,12 l/ch/heure

. **lubrifiants**

- . moteurs 4 temps à essence : 2,50 l/100 l de carburant
- . moteurs diesel, en moyenne 4,50 l/100 l de combustible
- . la conduite et l'entretien : ce sont les salaires payés.

Du fait que dans beaucoup de cas les charges d'amortissement ne sont pas pris en compte, il y a impossibilité d'acheter du matériel nouveau, ce qui augmente les frais de réparation de l'ancien matériel, donc du prix de revient.

La durée d'utilisation annuelle du tracteur est aussi très importante à connaître, car elle influe sur le coût horaire d'utilisation : 1 000 heures semble être le chiffre optimal ; cependant, pour une exploitation donnée, la durée prévisible d'utilisation annuelle se calcule à partir de 2 éléments de base :

- le temps nécessaire à la réalisation des différentes opérations culturales pour toutes les spéculations
- les superficies concernées par ces spéculations.

#### 1112. Prix de revient des engins mécaniques

Pour ce calcul, il est tenu compte des mêmes paramètres que pour le tracteur, à savoir : les frais fixes et les frais variables, avec les mêmes éléments : intérêt du capital investi et primes d'assurance pour les premiers, charges d'amortissements, ingrédients, réparations et main-d'oeuvre pour les seconds.

## 112. Les frais généraux

Pour le particulier qui ne possède que peu d'engins et dont la main-d'oeuvre est presque essentiellement familiale, il n'est pas tenu compte de frais généraux, encore appelés frais d'investissement et de fonctionnement.

Par contre, ces frais seront à prendre en considération dans le cas d'une entreprise, d'un organisme coopératif... lorsque des infrastructures plus ou moins importantes auront été mises en place. Ces frais généraux seront à répartir entre les différents matériels ; cela peut se faire de 3 façons :

- au prorata du nombre d'heures d'utilisation annuelle de chaque matériel
- répartition proportionnelle à la valeur d'achat de chaque matériel
- majoration systématique du prix de revient de chaque matériel d'un certain pourcentage (10 à 15 %).  
C'est une méthode rapide, mais cela ne peut aboutir qu'à un calcul très estimatif.

## 12. Coût d'une opération culturale

Connaissant le prix de revient horaire d'utilisation du matériel agricole, il est alors facile de déterminer le coût d'une opération culturale.

La connaissance d'un tel coût présente un intérêt :

- pour l'agriculteur, car il peut ainsi déterminer le prix de revient d'une culture
- pour un organisme ou une coopérative, car ils pourront ainsi établir leurs prix d'intervention.

Deux facteurs sont susceptibles de faire varier le coût d'une opération culturale : la rapidité d'exécution et l'éloignement du chantier.

## 121. La rapidité d'exécution

Elle dépend de :

- la nature du matériel utilisé
- conditions de travail : caractéristiques du travail, du sol, des conditions météorologiques
- la qualification du personnel.

Pour déterminer le rendement du matériel, il faut connaître le nombre d'heures d'utilisation nécessaires pour réaliser le travail.

On distingue :

- un rendement "théorique" : déterminé à partir des caractéristiques techniques du matériel
- un rendement "effectif" : déterminé par un chronométrage de l'appareil sur une distance de travail donnée
- un rendement "pratique" : plus proche de la réalité, tenant compte des conditions réelles de travail : temps pour tournières, réglages, arrêts...

Ex : soit un tracteur labourant avec une charrue trisoc à la vitesse de 5 km/h, sur une largeur de 1 m.

- rendement théorique : déplacement 5 000 m/h, surface travaillée est  $5\ 000 \times 1 = 5\ 000\ m^2$  0,5 ha/h
- rendement effectif : par suite des conditions du sol, la vitesse n'est que de 4,5 km/h et la largeur travaillée = 0,4 ha/h
- rendement pratique : en réalité, pendant 5 heures de travail, la surface labourée est de 1,25 ha et non pas 2 ha.

Surface travaillée : 0,25 ha/h.

On peut même dire que le taux d'utilisation reste, selon les conditions, plus ou moins inférieur au rendement pratique.

## 122. L'éloignement du chantier

Lorsque le chantier de travail se trouve à des distances assez grandes de la base du matériel, il faut tenir compte des frais occasionnés par le déplacement du matériel, ainsi que des ingrédients nécessaires (carburant, huile, graisse...).

## 123. Le coût de l'hectare

Le coût de l'hectare d'une opération culturale est donc :

**Coût horaire du matériel :** + Frais de transport, éventuellement rendement pratique.

Ex : on estime que 120 ha de labour peuvent être réalisés en 300 heures, le rendement pratique est donc de

$$\frac{120}{300} = 0,4 \text{ ha/h.}$$

Le coût prévisionnel de marche du matériel est = 5 000 FCFA

Le coût à l'hectare de labour est donc de :  $\frac{5\ 000}{0,4} =$

12 500 FCFA

Si en plus l'incidence à l'hectare des frais de transport est estimé à 500 FCFA.

Le coût total à l'hectare de labour est = 12 500 + 500  
= 13 000 FCFA.

## 13. Le prix de revient réel

Le prix de revient réel pour un matériel peut s'effectuer soit à la fin d'une opération culturale donnée, soit après une campagne, soit en fin d'amortissement du matériel.

Ce calcul prend en compte tous les paramètres vus antérieurement :

- les éléments propres au matériel
- les frais généraux.

Mais ces données sont effectives et sont consignées sur des documents qui doivent être scrupuleusement tenus à jour : ce sont :

- Le carnet de bord qui suit le matériel dans tous ses déplacements.
- Le registre général des engins.

**Exemples :**

Calcul de prix de revient d'une opération culturale motorisée.

## 2. Prix de revient d'une culture

L'exploitant agricole est plus particulièrement intéressé par le coût d'une culture, alors que les coûts horaires ou d'une opération intéressent beaucoup plus les coopératives ou les organismes qui peuvent effectuer des prestations de service.

Pour établir ce prix de revient, l'exploitant doit faire intervenir, en plus des charges de matériels, de nombreux autres paramètres en fonction des différents types de culture, tels que : frais de main-d'oeuvre, de semences, d'engrais, de stockage...

Nous allons essayer d'illustrer ce problème par deux exemples.

### 21. Motorisation partielle

**- Données de base :**

L'exemple théorique concerne la culture du cotonnier qui est réalisée par une entreprise (Etat) et par des cultivateurs associés sur une superficie de 1 000 ha.

Le partage des travaux se fait de la manière suivante :

\* à la charge de l'entreprise :

- la préparation des terres : labour, pulvérisage, billonnage
- la fourniture des semences traitées
- les traitements insecticides
- la commercialisation
- l'encadrement.

\* à la charge du cultivateur associé

- le semis et le remplacement des manquants
- les sarclages
- le démariage
- la cueillette
- l'arrachage des plants.

\* normes de travaux (l'hectare)

Tous les travaux de préparation du sol sont réalisés à l'aide d'un tracteur à chenilles de 165 ch.

- Scarifiage (tous les 3 ans)	0,35 h/ha
- Labour (disques)	2 h/ha
- Pulvérisage	0,30 h/ha
- Billonnage	1,15 h/ha

---

TOTAL 4,20 h/ha

- Semis et remplacement	10 j.mo/ha
- 1er Sarclage	25 j
- Démariage	5 j
- 2e Sarclage	20 j
- 3e Sarclage	10 j
- Récolte et mis en sac	100 j
- Arrachage et brûlés	10 j

---

180 j.mo/ha

**\* Coût des facteurs**

Le coût horaire moyen d'utilisation du tracteur et de ses équipements est de : 5 000 FCFA.

Chaque traitement antiparasiteuse coûte : 3 000 FCFA.

Coût de la journée de M.O = 500 FCFA.

Estimation des frais généraux pour l'entreprise =  
20 000 000 FCFA pour une unité de 1 000 ha.

**- Prix de revient de la culture à l'hectare :**

- Travail du sol : 4h20 x 5 000 FCFA	26 000 FCFA
- Traitements antiparasitaires : 6 à 3 500 FCFA =	21 000 FCFA
- Travaux manuels : 180 j. x 400 =	72 000 FCFA
- Frais généraux	= 20 000 FCFA
	<hr/>
TOTAL	= 139 000 FCFA

Le rendement moyen de la culture du cotonnier est de 2 000 kg/ha et son prix de commercialisation est d'environ 100 FCFA/kg. Nous voyons donc que le produit est de 200 000 FCFA/ha.

Si le partage de la valeur de la récolte est faite en 2 parts égales, cela laisse à l'entreprise une marge de 33 000 FCFA/ha. et assure au cultivateur associé un taux de valorisation de la journée de travail de 560 FCFA.

- BIBLIOGRAPHIE

- |  |  |
|--|--|
| C.E.E.M.A.T  | - Manuel de motorisation des cultures tropicales<br>Tomes I et II.   |
| Gondé - Jussiaux                                       | - Cours d'agriculture moderne<br>(La Maison Rustique - Paris)  |
| T. Genech de la Louvière                               | - Manuel d'agriculture<br>(Le Syndicat Agricole)<br>- Lille - 1979)  |
| Philippe Candelon                                      | - Les machines agricoles<br>(J.B. Baillièrè et Fils)   |
| Centre Rural et Artisanal de Guiberoua (Côte-d'Ivoire) | - Le moteur à 2 temps<br>(Edition St Paul -<br>Les classiques africaines)                                    |
| CNEEMA   | - Tracteurs et Machines<br>Agricoles<br>(Ministère de l'Agriculture<br>Direction de l'Aménagement<br>France) |
| Ministère du Développement Rural (Mali)                | - Matériel Agricole<br>Mémento N° 3<br>(CMDT - Bamako - Mali)  |
| Ministère de la Coopération                            | - Mémento de l'Agronome.   |





