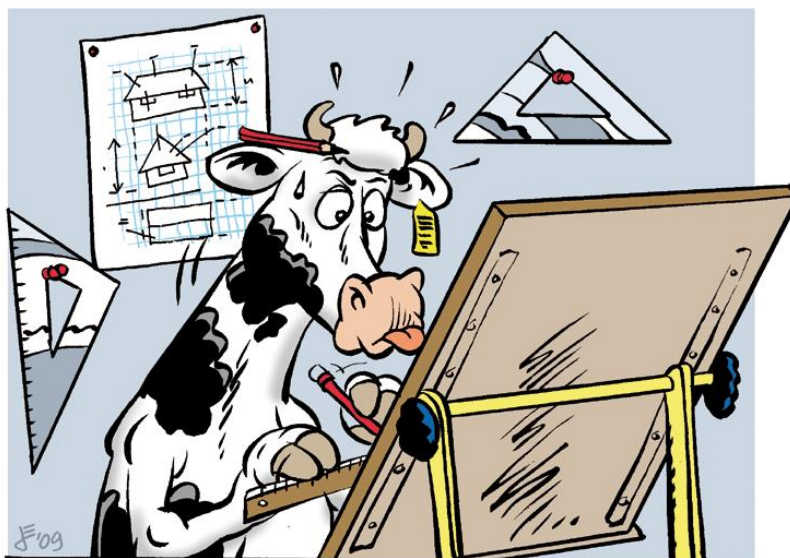


Machines utilisées en zootechnie

Cours de 1^{ère} Master Production et nutrition animale

Réalisé par : Dr. Boukhalfa H.H.



Chapitre I : Manutention des produits agricoles

Introduction :

Avec l'évolution de l'agriculture et de ses techniques, le travail sur une exploitation a été profondément modifié. Cette évolution a concerné tous les domaines, ainsi les tâches quotidiennes de l'exploitant ont été rendues moins pénibles.

Chaque fois qu'il s'agit de transporter, c'est-à-dire d'élever, soulever, déplacer, gerber, stocker, charger ou décharger un produit agricole, un problème de manutention se pose.

Pendant longtemps la manutention a nécessité de la main d'œuvre, de la force physique et de bons outils. La pénibilité de ces travaux était importante et la rentabilité du temps de travail minime. Avec les appareils récents, aujourd'hui, un exploitant peut remplacer tout un chantier en diminuant ainsi le coût et en augmentant la rentabilité des productions.

Parmi ces appareils, on cite : les transporteurs et les élévateurs, les convoyeurs, les chargeurs et les remorques.

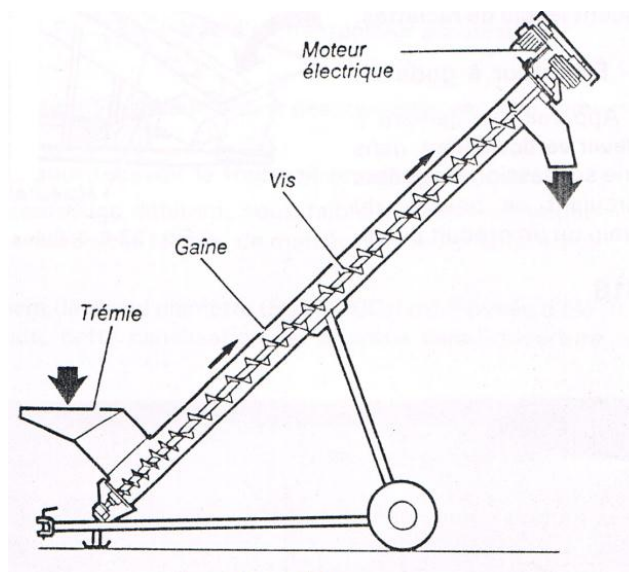
Définitions :

Transporteur, indique tout matériel affecté au transport d'un produit : convoyeur, élévateur,

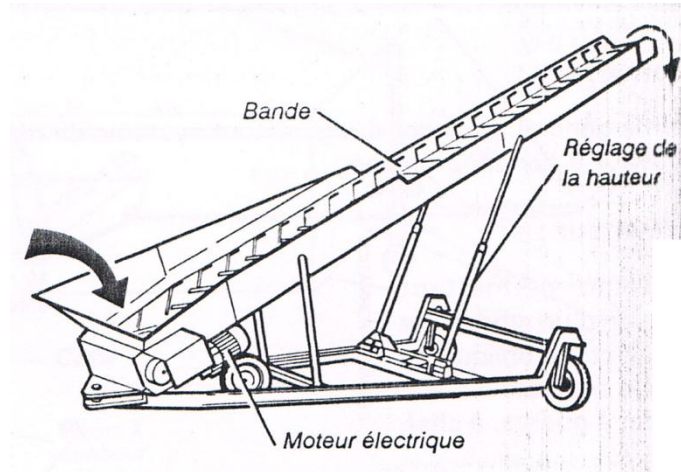
Convoyeur, désigne tout système de manutention horizontale : convoyeur à bande, à chaîne...

L'élévateur est un système permettant l'élévation d'un produit sur une trajectoire oblique ou verticale : élévateur à vis, à bande, à godets, à chaînes, ...

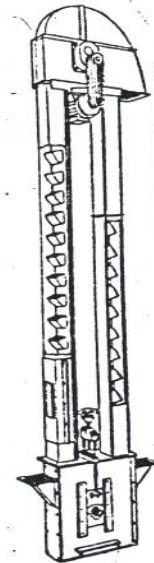
1. **Transporteur à vis** : transporteur utilisant la force axiale résultant du mouvement d'une vis d'Archimède, tournant dans une gaine rigide, pour communiquer un mouvement de translation longitudinal à un produit solide. La vis a un diamètre variant entre 100 et 300mm et une longueur comprise entre 3 et 6m. les vis les plus longues sont mobiles et montées sur un chariot à deux roues ; elles sont parfois démontables en deux éléments. Les vis comportent souvent, à leur base, une petite trémie avec une trappe pour le réglage du débit et une grille de protection qui interdit tout contact de la vis avec les maïs ou les pieds d'une personne. Au sommet ou à l'autre extrémité, la bouche de sortie est perpendiculaire à l'axe de la vis. L'entraînement s'effectue par un moteur électrique, un moteur hydraulique ou par prise de force d'un tracteur.



2. **Transporteur à bande** : appareil installé à poste fixe ou sur un chariot, équipé d'une bande en caoutchouc ou en matière plastique, circulant en continu sur deux rouleaux disposés en « V ». à l'entrée du transporteur, une trémie mobile centre le produit sur la bande. La vidange a lieu à l'autre extrémité, par déversement. En fonction des produits transportés, la bande peut être lisse ou munie de barrettes, d'alvéoles ou de chevrons moulés ou collés en surface.



3. **Élévateur à godets** : appareil fixe servant à élever verticalement, dans une succession de godets circulant en boucle, du grain ou en produit pulvérulent jusqu'à une hauteur pouvant atteindre 50m. Ce matériel est d'utilisation courante dans les installations de séchage et de stockage des céréales. Un élévateur à godets comporte une courroie plate ou une chaîne sans fin, portant une série de godets tendue entre deux poulies ou des pignons ; la poulie ou le pignon supérieur sont toujours menant. Les godets peuvent aussi être fixés entre deux chaînes. Une gaine protectrice en tôle enveloppe le passage des godets.



Chapitre II : Installation pour l'alimentation en eau

Introduction :

Les animaux de la ferme doivent avoir facilement accès aux points d'abreuvement pour satisfaire leurs besoins. Ils doivent y trouver une eau en quantité suffisante, propre et saine, au risque de voir leurs performances diminuer et leur santé se dégrader.

On distingue deux grandes catégories d'abreuvoirs, les abreuvoirs individuels et les abreuvoirs collectifs.

Dans ce chapitre, nous allons décrire les abreuvoirs individuels.

I. Pompes de prairie :

La pompe de prairie est conçue de façon à ce que l'animal, en cherchant à s'abreuver, actionne automatiquement le dispositif qui assure mécaniquement l'alimentation en eau de l'abreuvoir.

Ce type d'abreuvoir s'adapte à la quasi-totalité des cours d'eau, y compris les petits affluents, à condition de disposer localement d'une profondeur suffisante pour immerger la crépine sans qu'elle ne s'approche du fond. Il est également adapté au pompage des sources ponctuelles tel que les puits, émergences des nappes, etc...

On doit veiller à installer la crépine à mi-hauteur dans un secteur suffisamment profond, d'une part pour garantir son immersion et d'autre part pour éviter son enfouissement sous les matériaux charriés par le lit du court d'eau, aussi près que possible de la berge pour éviter qu'il ne génère des embâcles et nécessite alors un entretien plus fréquent.



Pompe à nez

Il faut prévoir une pompe pour environ 10 à 15 bovins.

L'entretien consiste essentiellement à s'assurer que la crépine n'est pas colmatée par les dépôts de matières en suspension ou par les déchets divers, notamment après les crues.

Avantages :

Cout modéré

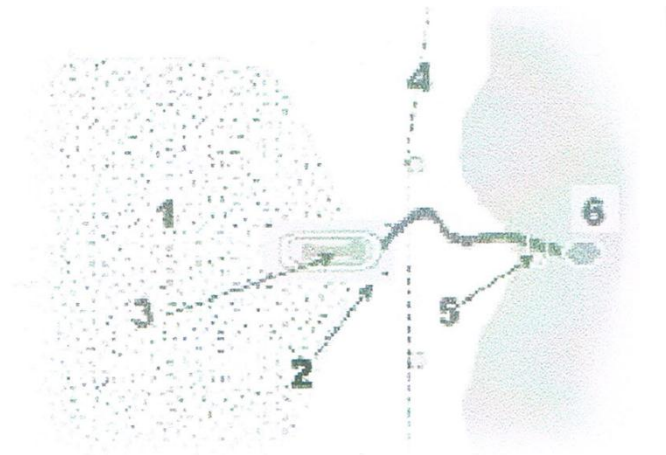
Aucun contact entre le bétail et le milieu

S'adapte à toute source d'eau

Inconvénients :

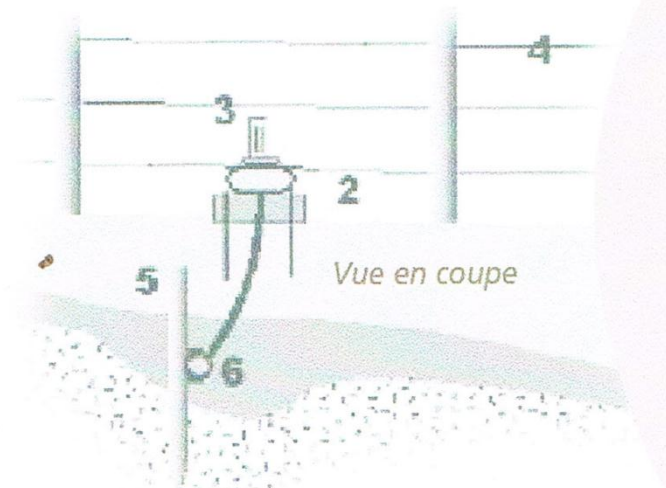
Entretien régulier de la crépine nécessaire

Hors d'usage pendant la période de gel



Vue de dessus

- ① Zone d'accès empierré
- ② Socle bétonné ancré dans le sol par 4 tiges filetées
- ③ Pompe automatique boulonnée sur le socle
- ④ Clôture de protection
- ⑤ Piquet de maintien
- ⑥ Crépine



Vue en coupe



II. Abreuvoir à niveau constant :



Abreuvoir chauffant à niveau constant est un bol en fonte, émaillé blanc à l'intérieur. Il faut prévoir un abreuvoir pour 15 à 20 animaux. La pression de l'eau ne doit pas dépasser 5 bars et le réglage du niveau d'eau est simple. Le débit d'eau peut atteindre jusqu'à 5 l/min, selon la pression donnée. Cet abreuvoir est spécialement adapté pour les animaux à museau sensible: veaux, chevaux, ovins, caprins, cervidés et d'autres petits animaux !

Ces abreuvoirs sont montés sur des buses Isolantes en Polyéthylène Haute Densité, avec double paroi isolée dont la hauteur varie avec la taille des animaux.

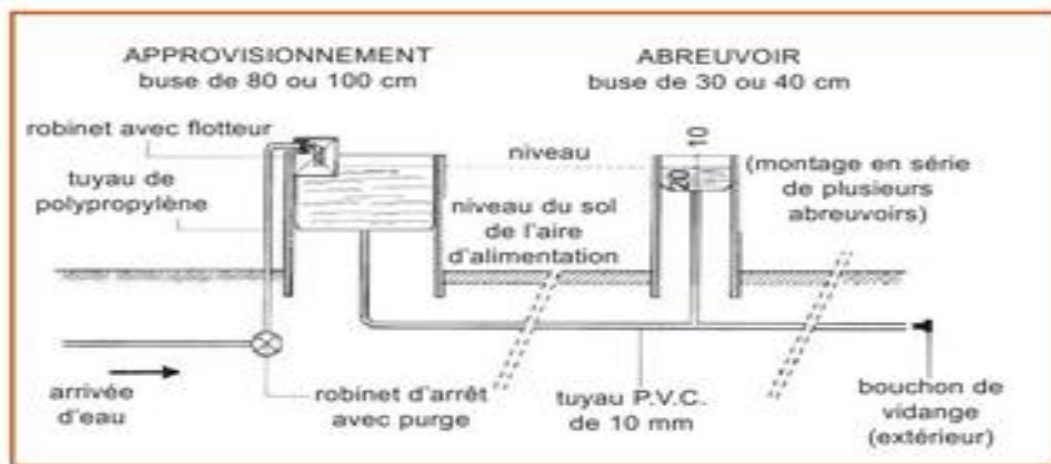


Schéma 2 : Principe de fonctionnement des abreuvoirs-buse à niveau constant

III. Abreuvoir à pression :

Bol spacieux en aluminium pour montage direct sur citernes à eau. Soupape basse pression en laiton permettant un grand débit d'eau pour une bonne buvée des animaux. Palette d'actionnement en fonte émaillée Joint d'étanchéité de cuve inclus.



Cuve spacieuse en matière synthétique très robuste équipée d'un flotteur basse-pression adapté pour une pression maxi 1 bar et un capot amovible en Inox. Pas de parties saillantes, pas de risques de blessures. Il est équipé d'un bouchon de vidange pour un nettoyage intégral et rapide. Niveau d'eau constant à réglage aisé.



Chapitre III. Machines de préparation des aliments du bétail :

La fabrication d'aliments composés entraîne plusieurs opérations successives :

Le broyage, pour réduire des produits grossiers en petites particules afin d'en faciliter le mélange ultérieur et l'assimilation par les animaux ;

Le mélange, qui consiste à associer les composants préalablement dosés et broyés, et à les répartir de façon homogène ;

Eventuellement, l'agglomération obtenue par une compression qui provoque l'imbrication des particules les unes dans les autres.

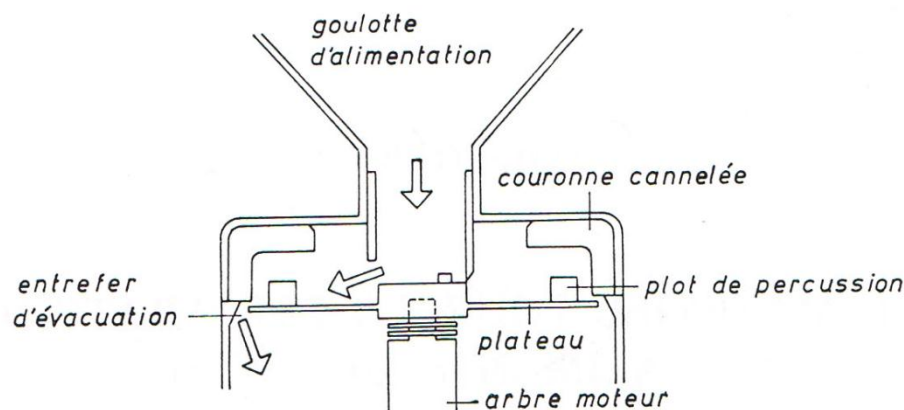
III.1. Machines traitant les graines :

III.1.1. Les broyeurs :

Le broyage fait actuellement de plus en plus appel à des broyeurs à plateau ou à marteaux qui permettent un meilleur contrôle de la granulométrie.

- **Les broyeurs à plateau :** sont équipés d'un plateau horizontal pourvu de plots de percussion à la périphérie, et tournant à une vitesse circonférentielle d'environ 80 m/s à l'intérieur d'un carter muni d'aspérités saillantes. Ils sont alimentés par gravité ou grâce à l'aspiration d'un ventilateur à partir d'une goulotte en charge. Le produit tombe au centre du plateau d'où il est percuté par les lots et projeté contre le carter. L'évacuation se fait à travers l'espace libre entre le plateau et le carter dont le réglage d'écartement détermine la finesse du broyage. L'expulsion du produit broyé est le plus souvent assurée par un ventilateur monté sur le même axe que le plateau.

Ce type de broyeur est très simple et donne une homogénéité suffisante de granulométrie avec les céréales. Pour un débit égal, il demande moins de puissance que le broyeur à marteaux.

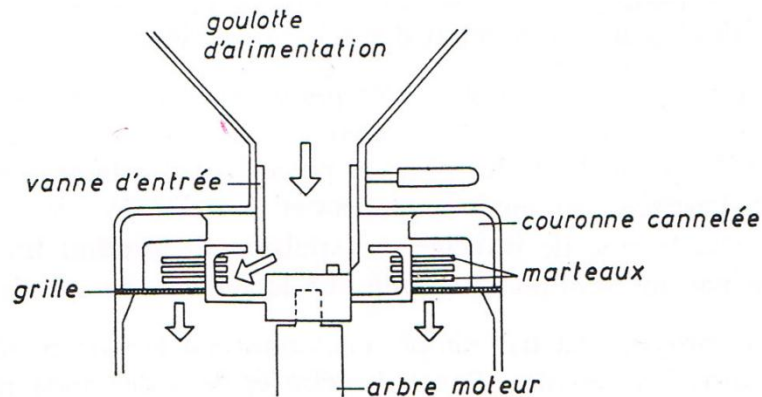


Broyeur à plateau

- **Les broyeurs à marteaux :** l'organe essentiel de ces appareils est un rotor muni de pièces mobiles appelées marteaux dont la vitesse périphérique est supérieure à 100 m/s. autour de ce rotor, se trouve un carter muni d'aspérités ou de contre-marteaux fixes. Une partie du carter est constituée par une grille interchangeable dont le diamètre des perforations règle la finesse de broyage. Dans ces appareils, le produit subit successivement le choc direct des marteaux, la projection sur les aspérités du carter ou les contre-marteaux et le frottement sur la grille. A la sortie de la grille, le produit est évacué par gravité ou par aspiration d'un ventilateur.

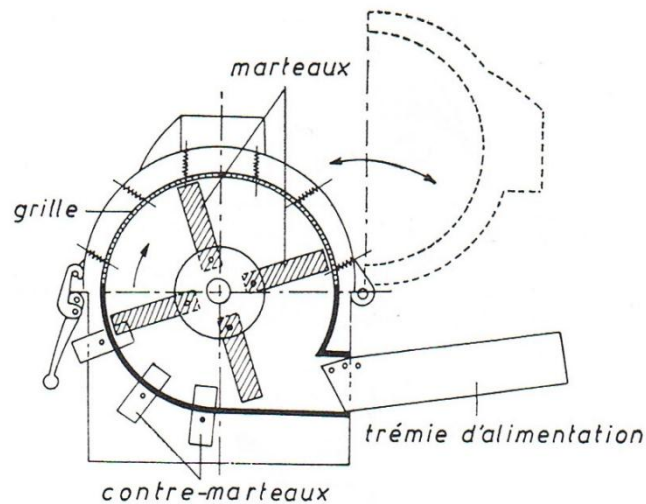
Suivant la position du rotor, on distingue :

Les broyeurs à axe horizontal, généralement alimentés pour les produits granuleux par l'aspiration résultant du mouvement des marteaux, et pour les produits grossiers par une trappe.



Broyeur à marteaux à axe horizontal

Les broyeurs à axe vertical, alimentés par gravité ou par aspiration grâce à l'adjonction d'un ventilateur.



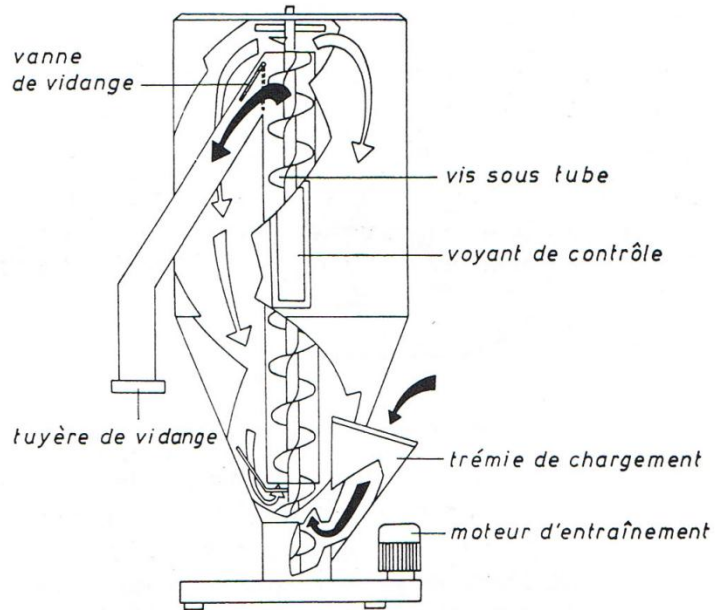
Broyeur à marteaux à axe vertical

Pour le broyage du maïs, le problème du bourrage a été résolu par le montage de palettes sur le rotor du broyeur et des grilles à barreaux longitudinaux.

Les broyeurs à marteaux sont très polyvalents et donnent des débits élevés ; par contre, ils demandent une puissance importante.

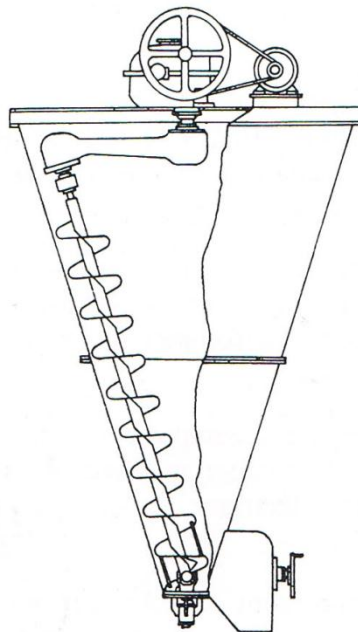
III.1.2. Les mélangeurs :

- **Les mélangeurs verticaux :** la plupart de ces appareils sont constitués d'une trémie formée par un cône surmonté d'un cylindre à l'intérieur de laquelle tourne une vis axiale sous tube à environ 300 tr/min. L'alimentation se fait par le haut ou par le bas grâce à une petite trémie avec trappe. Le brassage et le mélange sont assurés par la vis qui prend le produit en bas du cône et le remonte au sommet du cylindre, d'où il est dispersé en retombant par gravité.



Mélangeur à vis verticale

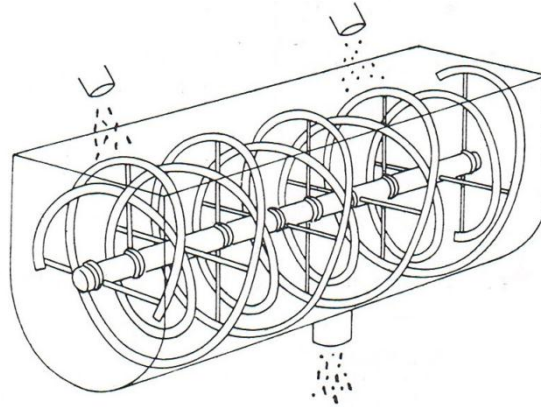
Une variante de ces appareils comporte une trémie conique, pourvue d'une vis travaillant à nu. Le palier supérieur de cette vis est fixé sur un bras rotatif commandé par moteur électrique, ce qui entraîne un déplacement le long de la génératrice du cône.



Mélangeur à vis mobile

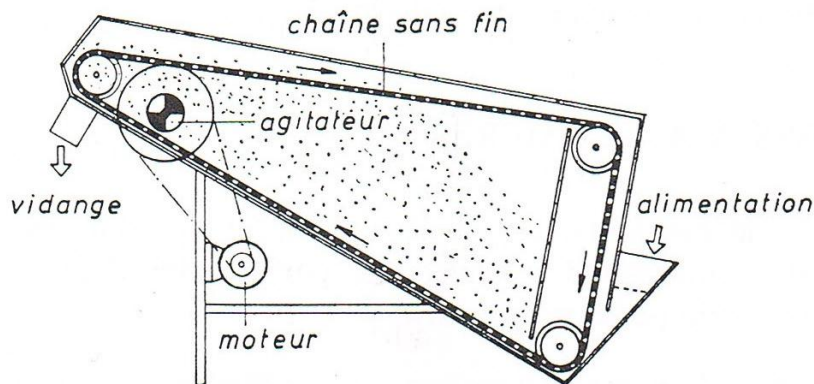
Les mélangeurs verticaux sont les plus répons pour la fabrication des aliments à la ferme ; ils peuvent servir de lieu de stockage avant la distribution et exigent peu de puissance (0.2 kW par 100 l de capacité).

- **Les mélangeurs Horizontaux :** ces mélangeurs sont constitués par un bac semi-cylindrique où tournent, à environ 50 tr/min, deux vis à rubans hélicoïdaux de même axe et de sens opposés. Ils sont utilisés dans les installations à caractère industriel. Le temps de mélange est beaucoup plus court mais la puissance exigée est nettement supérieure à celle des mélangeurs verticaux (0.35 à 0.75 kW par 100 l de capacité).



Mélangeur horizontal

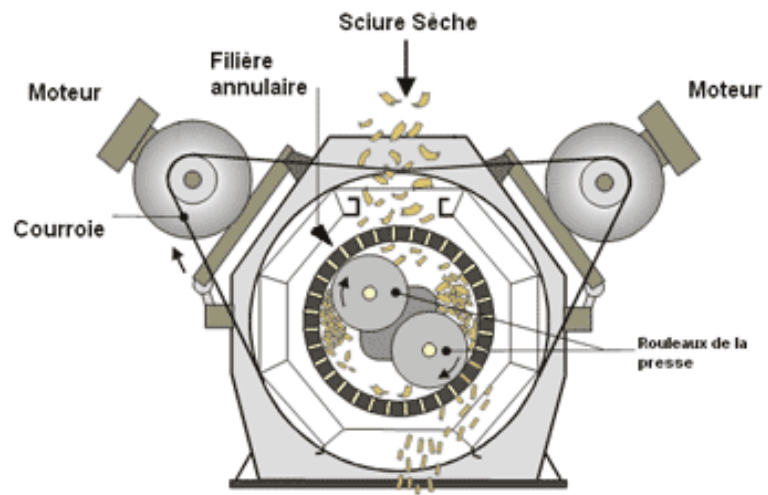
- **Les mélangeurs à tablier :** dans ce type d'appareil, le mélange est assuré par une chaîne sans fin à barrettes entraînée par un moteur électrique. Ce mélangeur peut être transformé en broyeur-mélangeur par simple fixation d'une unité de broyage sur la trémie d'alimentation.



Mélangeur à tablier

III.1.3. Presse à granulés :

Le produit mélangé est forcé par des galets de compression à travers les perforations d'une filière annulaire et il sort sous forme de petits cylindres. A un débit important, le produit est compacté en fils qui sont ensuite précisément coupés par des couteaux. Ces presses se justifient difficilement dans les exploitations agricoles car l'agglomération reste une opération difficile et de type industriel.

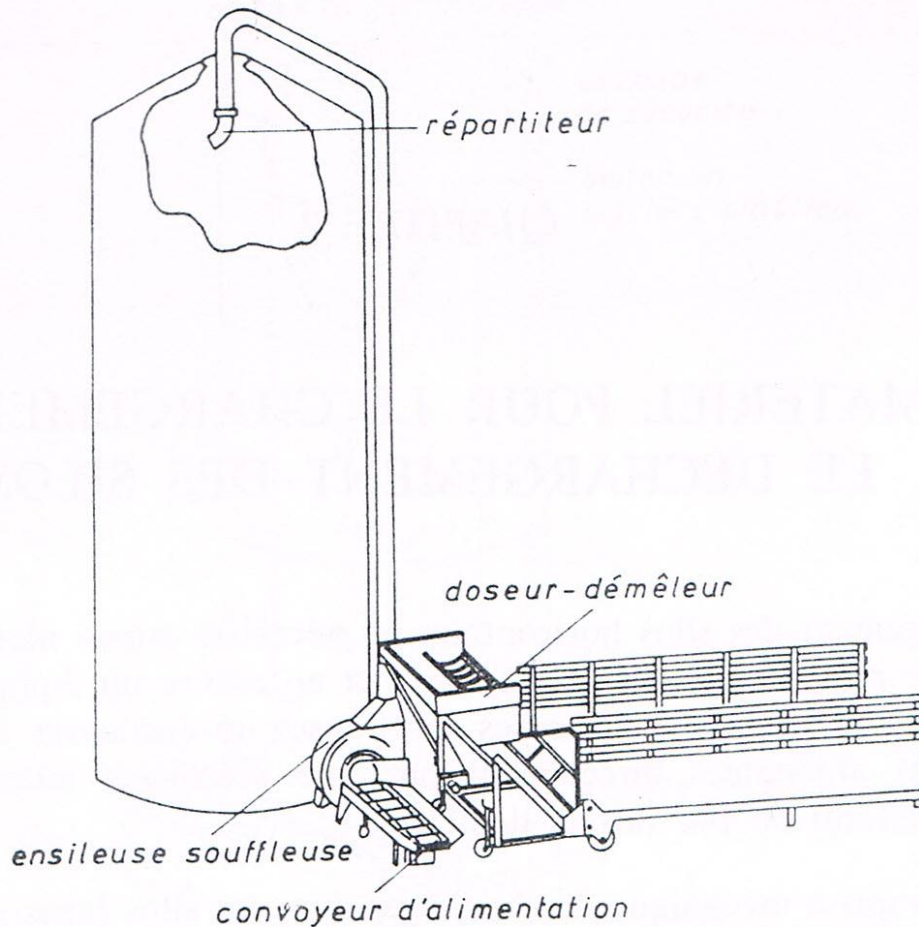


III.2. Machines traitant les fourrages grossiers :

III.2.1. L'équipement pour l'ensilage :

Un équipement complet pour le chargement des fourrages en silos-tours comporte :

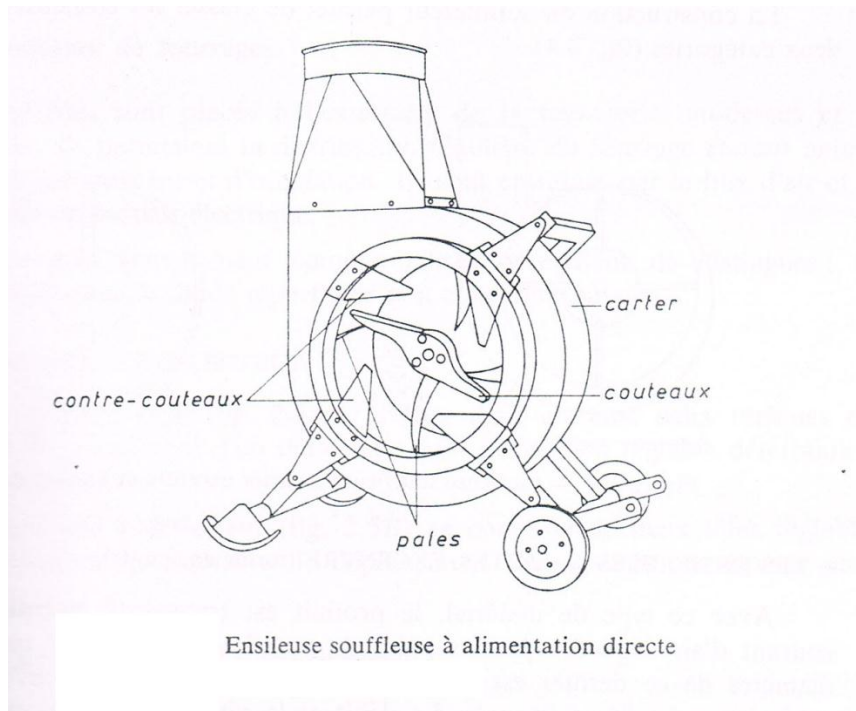
- Une ensileuse souffleuse assurant le transport du fourrage vers le haut du silo au moyen d'un ventilateur et d'une tuyauterie verticale.
- Un répartiteur de fourrage fixé sur la tuyauterie et qui déverse régulièrement le produit à l'intérieur du silo sans qu'il ne forme des tas au centre ou contre la paroi.
- Un doseur-démêleur permettant l'alimentation de l'ensileuse de manière régulière afin d'augmenter le débit et d'éviter les bourrages.



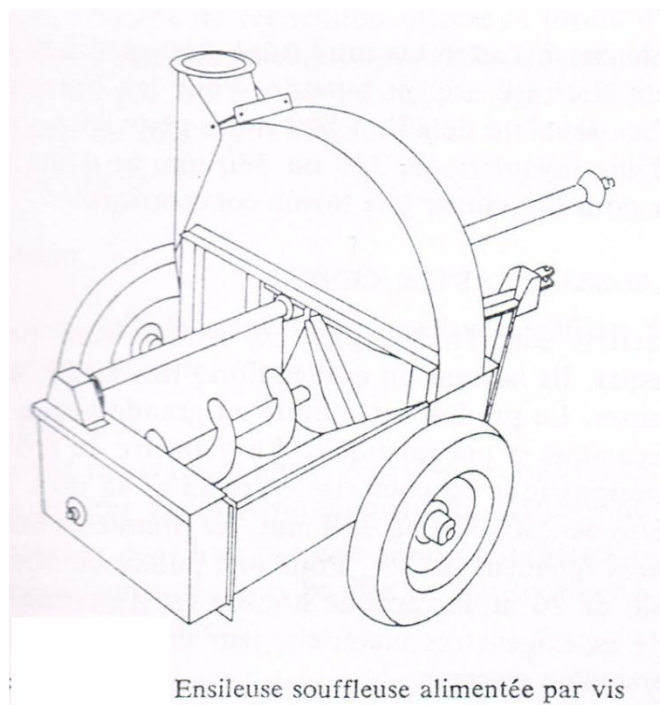
Équipement complet pour le chargement des fourrages en silos-tours.

1. L'ensileuse souffleuse :

Ces machines comportent un rotor muni de palettes tournant à l'intérieur d'un carter souvent orientable à 180° et déplaçable sur deux roues. L'alimentation en continu peut se faire par une simple trémie ou par un convoyeur à chaînes dont la vitesse d'avancement doit être de l'ordre de 0.6 m/s. Avec la plupart des ensileuses, ce convoyeur alimente directement l'orifice d'aspiration pourvu d'un tuyau ou de simple calotte.



Sur les modèles lourds, l'alimentation par convoyeur se fait par l'intermédiaire d'une auge avec vis sans fin.



L'entraînement est assuré soit par un moteur électrique, soit par la prise de force du tracteur et un réducteur de vitesse.

Pratiquement, toutes les ensileuses à poste fixe peuvent être équipées d'un dispositif de hachage comportant une série de couteaux montés sur le rotor à palettes ou sur bras indépendants et de contre-couteaux fixés sur le carter.

La capacité horaire de ces matériels dépend de la force motrice disponible, de la régularité d'alimentation, de la hauteur de transport, du diamètre de la tuyauterie et du type de matière (humidité et degré de hachage).

2. Les répartiteurs de fourrage :

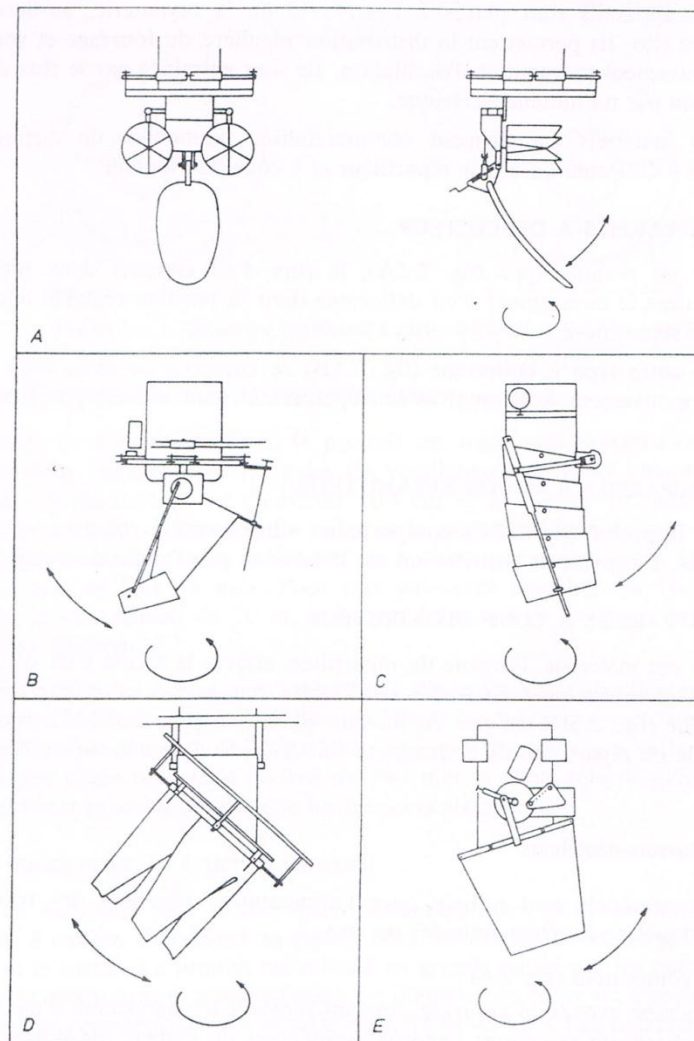
Ces appareils sont placés à l'extrémité de la tuyauterie, au-dessus et au milieu du silo. Ils permettent la distribution régulière du fourrage et sont animés d'un mouvement tournant et d'oscillation. Ils sont entraînés par le flux d'air et de matière ou par un moteur électrique.

On distingue : les appareils à déflecteur, à coude répartiteur et à cône distributeur.

- **Les appareils à déflecteur** : sur un premier type (A), le flux d'air entraîne deux turbines qui commandent le mouvement d'un déflecteur dont la position réglable détermine le rayon de répartition. Un autre type à déflecteur (B) se compose de deux tôles réglables dont le mouvement horizontal et le déplacement sont assurés par moteur électrique.

- **Les appareils à coude répartiteur** : ce dispositif (C) comporte un simple coude rotatif à entraînement électrique. Le rayon de distribution est déterminé par l'angle du coude.

- **Les appareils à cône distributeur** : sur ces matériels, l'organe de répartition affecte la forme d'un cône tronqué animé d'un mouvement circulaire oscillatoire par le flux d'air engendré par le ventilateur (D) ou par un moteur électrique (E). la modification de l'angle de répartition du fourrage se fait à l'aide d'un anneau ou d'une vis de réglage.



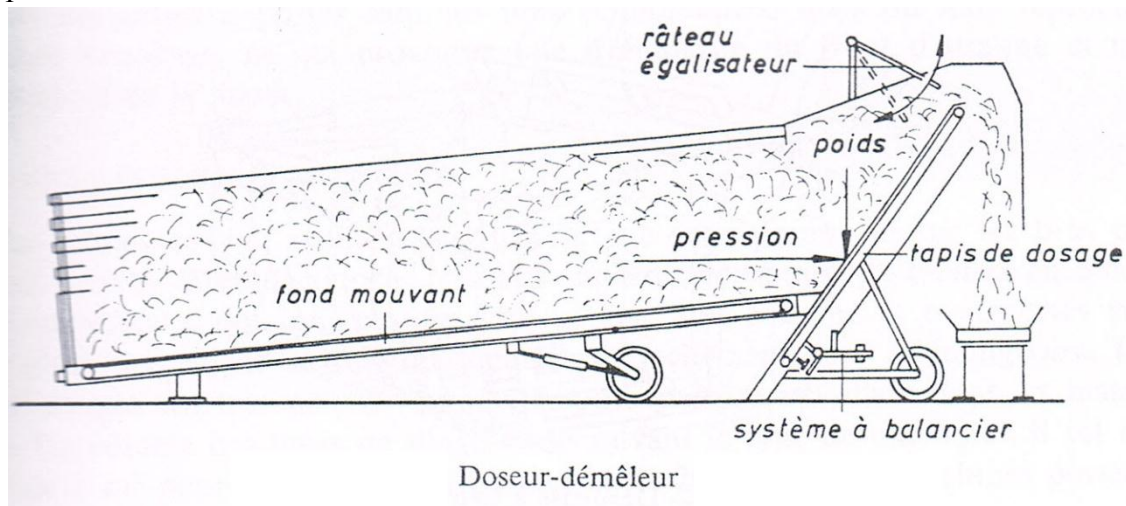
Différents types de répartiteurs de fourrages

3. Les doseurs-démêleurs :

Ces appareils sont utilisés pour l'alimentation régulière des transporteurs pneumatiques de fourrage humide ou sec. Ils comportent :

- Un caisson avec fond mouvant pouvant recevoir le chargement d'une remorque autochargeuse et assurer l'approvisionnement du système de dosage ;
- Un dispositif de dosage constitué par une série de rouleaux hérissés, par deux convoyeurs à chaîne munis de dents ou par un transporteur à chaîne surmonté d'un râteau égalisateur de couche.

Le fond mouvant et le dispositif doseur sont réglables pour permettre l'adaptation à la capacité de l'ensileuse souffleuse.



Sur certains matériels, le tapis de dosage est monté sur un système à balancier qui commande, en fonction de la charge qui lui est appliquée (poids et pression), l'arrêt de la mise en marche du fond mouvant.

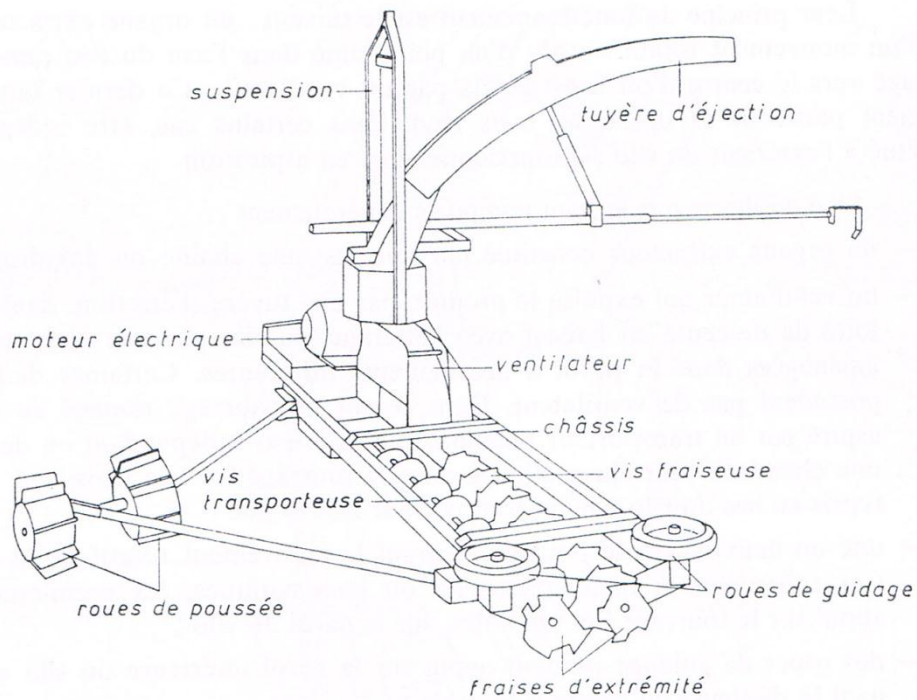
Ces unités d'alimentation sont entraînées par un moteur électrique d'une puissance de 2 à 4 kW.

III.2.2. Les équipements de désilage pour silos-tours :

III.2.2.1. Les désileuses par le haut : un organe extracteur, animé d'un mouvement rotatif autour d'un point situé dans l'axe du silo ramène l'ensilage vers le centre d'où il est repris par un ventilateur fonctionnant en aspiration.

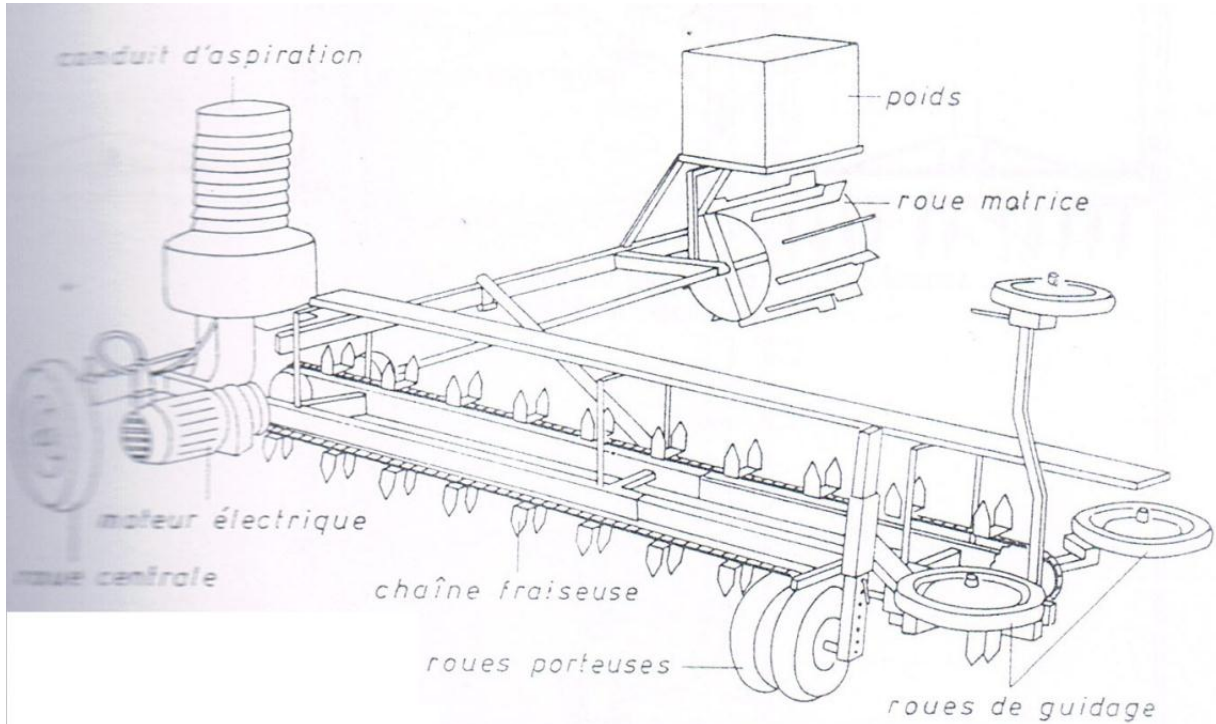
Selon l'organe extracteur, elles peuvent être classées comme suit :

- *Désileuse à vis sans fin unique* : l'organe extracteur est constitué d'une vis d'Archimède munie de fraise extérieure et de couteaux périphériques. Cette vis arrache le fourrage et le transporte au centre, elle tourne au sens inverse de l'acheminement du produit.
- *Désileuse à deux vis* : comprend une vis fraiseuse à dents qui détache le fourrage et une vis sans fin transporteuse qui l'achemine constamment vers le centre. Les deux vis sont pourvues d'une fraise d'extrémité dégageant le fourrage de la paroi du silo ; elles tournent toujours en sens inverse l'une de l'autre.



Désileuse par le haut à deux vis

- Désileuse à chaîne fraiseuse : comporte une chaîne à dents qui effrite le fourrage et le conduit au centre. Ils sont posés directement sur l'ensilage par l'intermédiaire de roues porteuses, leur abaissement se fait donc automatiquement.

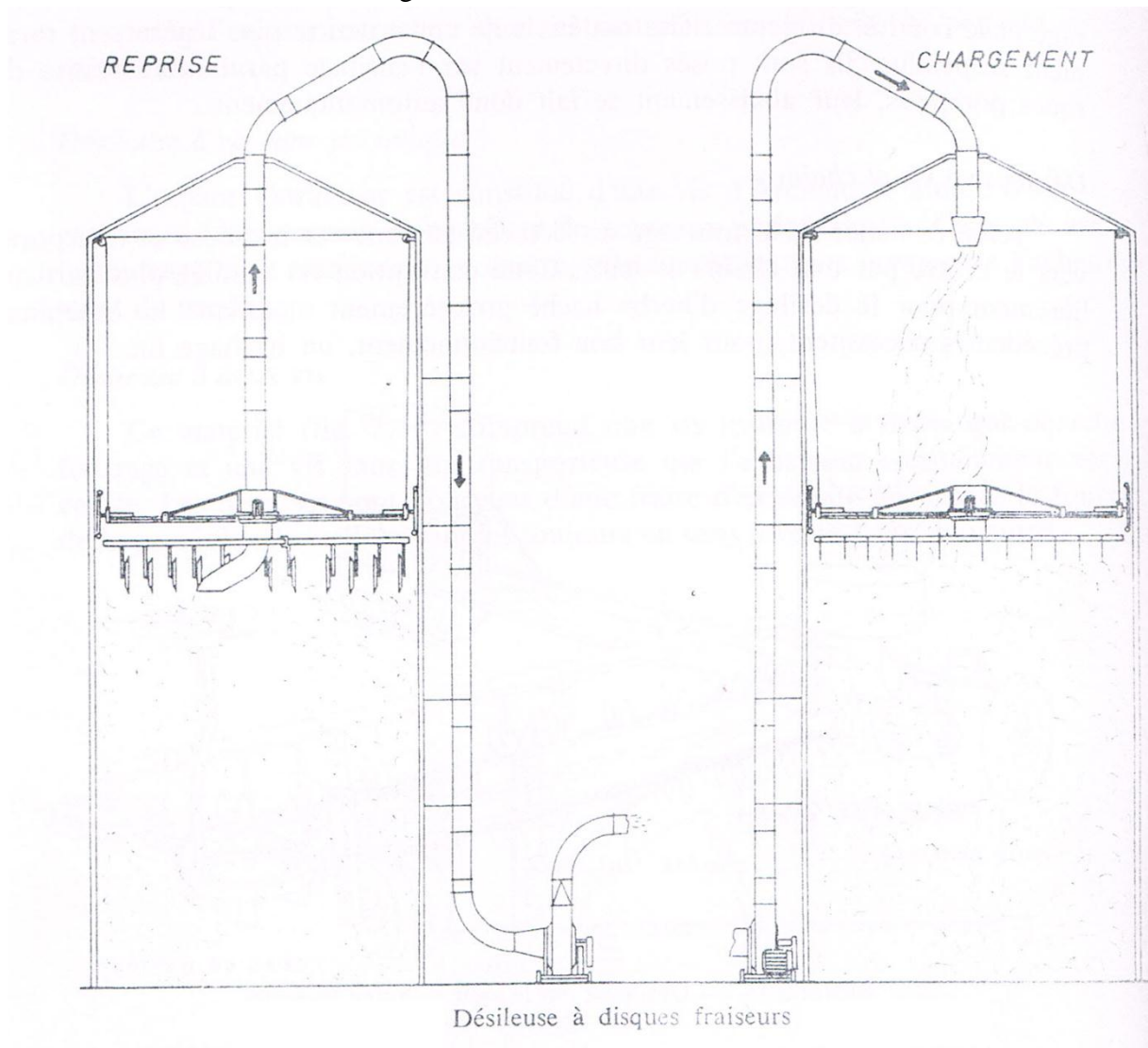


Désileuse par le haut à chaîne fraiseuse

- *Désileuse à vis et chaîne* : le fourrage est détaché par une vis fraiseuse et transporté vers le centre par une chaîne à dents. Elle est utilisée spécialement pour le désilage d'herbe haché grossièrement alors que les machines précédentes nécessitent un hachage fin.

- *Désileuse à disque fraiseur* : conçu particulièrement pour le désilage du fourrage à brin long. L'extraction est assurée par de grands disques concaves munis sur leur périphérie de dents et montés sur trois bras décalés de 120° autour d'un mat vertical. Ces disques ratissent le fourrage, soit vers le centre où il est repris par un conduit d'aspiration, soit vers les parois extérieures du silo où il tombe vers le bas par les lucarnes de déversement.

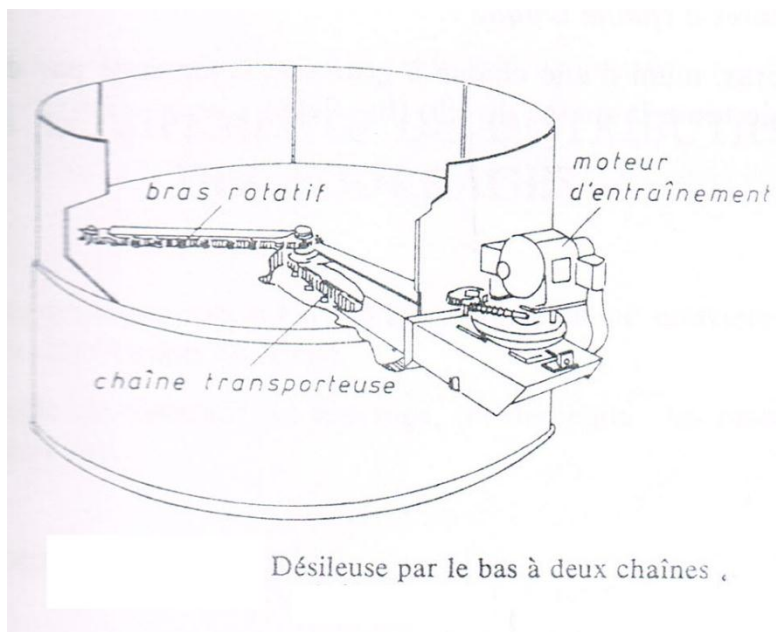
Lors du remplissage, ce type de désileuse reste dans le silo, les disques assurent la répartition et un certain tassement du fourrage.



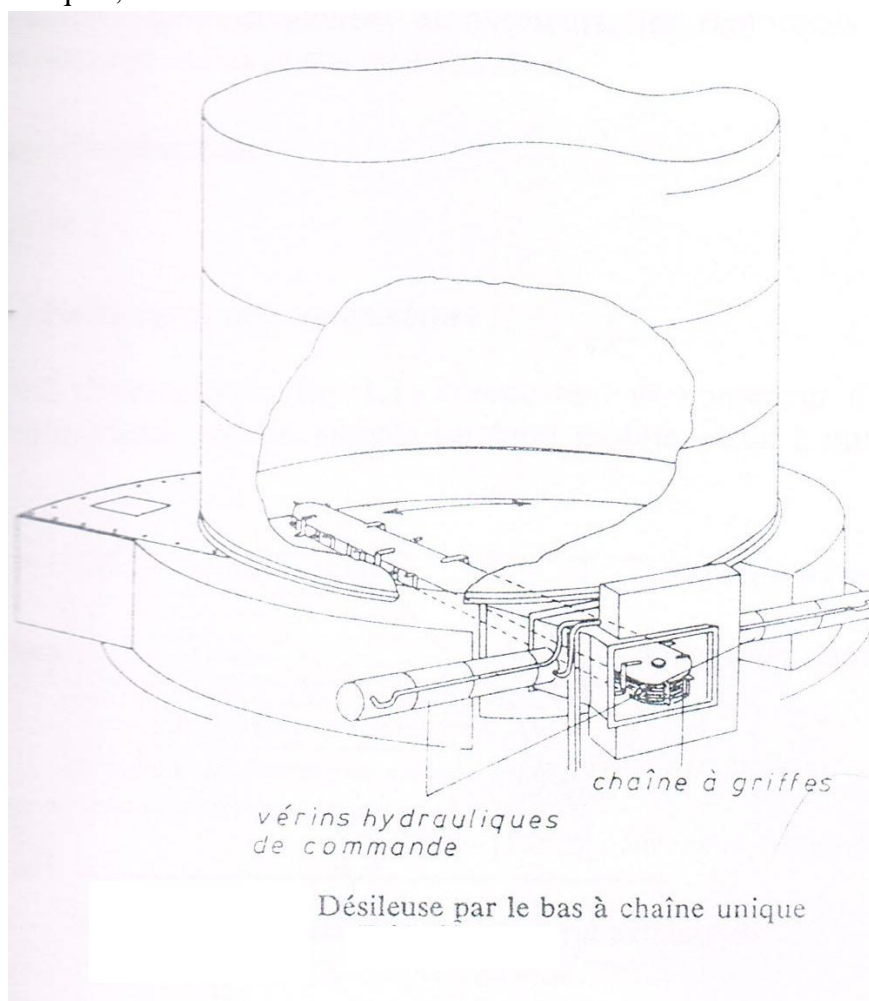
III.2.2.2. Les désileuses par le bas : ces désileuses extraient l'ensilage à la base des silos-tours hermétiques. Deux principes sont utilisés dans ces matériels et permettent de distinguer les désileuses à deux chaînes et les désileuses à chaîne unique.

- *Désileuses à deux chaînes* : comportent, un bras mobile muni de d'une chaîne à griffes tournant autour d'un axe confondu avec celui du silo. La chaîne sans fin en tournant à une vitesse de 0.4 à 0.7 m/s, arrache une couche de fourrage d'environ 20 cm d'épaisseur et la ramène au centre. Un bras fixe muni d'une chaîne transporteuse, placée radialement dans le

silos, qui évacue le fourrage du centre vers l'extérieur. Le moteur d'entraînement, situé à l'extérieur du silo en bout du bras fixe.



- Désileuse à chaîne unique : un bras, muni d'une chaîne à griffes et commandé par deux vérins hydrauliques, balaie toute la masse du silo.

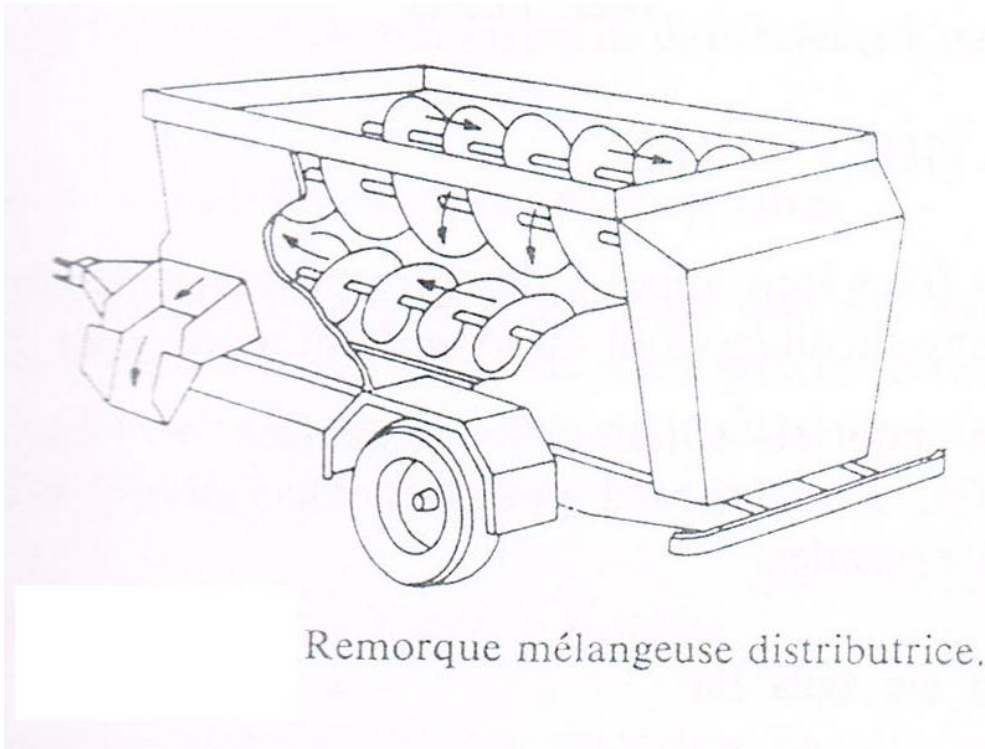


Chapitre IV. Machines de distribution des aliments :

Les diverses solutions mécanisées d'affouragement ne conviennent généralement que pour la distribution du silage. Selon le mode de transport du fourrage, on distingue : les matériels mobiles et les installations fixes.

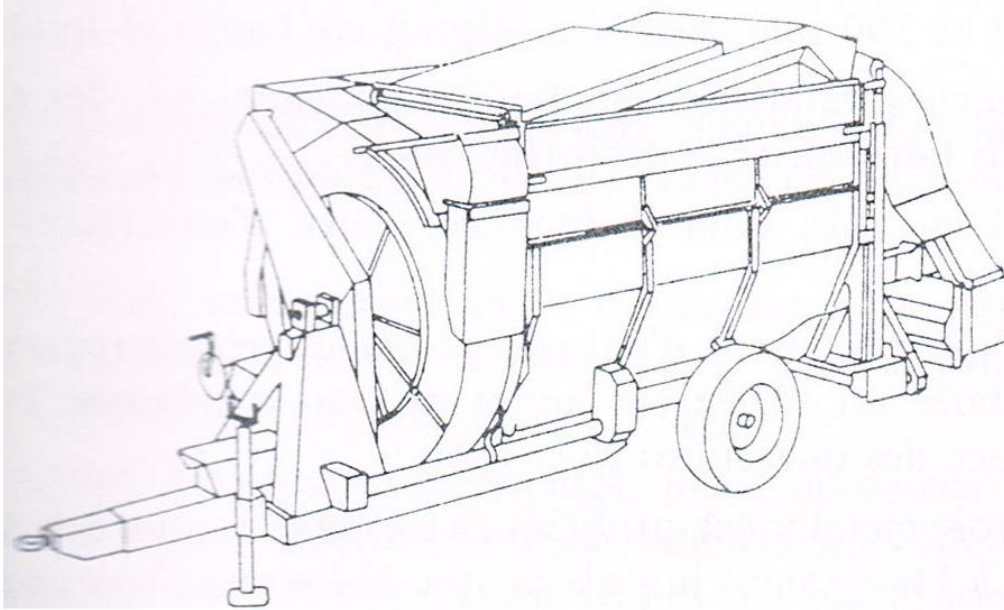
IV.1. Remorques distributrices : ces remorques permettent de mélanger, avant la distribution, l'ensilage avec d'autres produits (maïs-grain, tourteaux, pulpes, etc.). Elles comportent un conteneur d'une capacité de 4 à 12 m³ et un dispositif mélangeur distributeur commandé par la prise de force du tracteur et constitué :

- Soit, par trois vis mélangeuses et un convoyeur de déchargement latéral ;

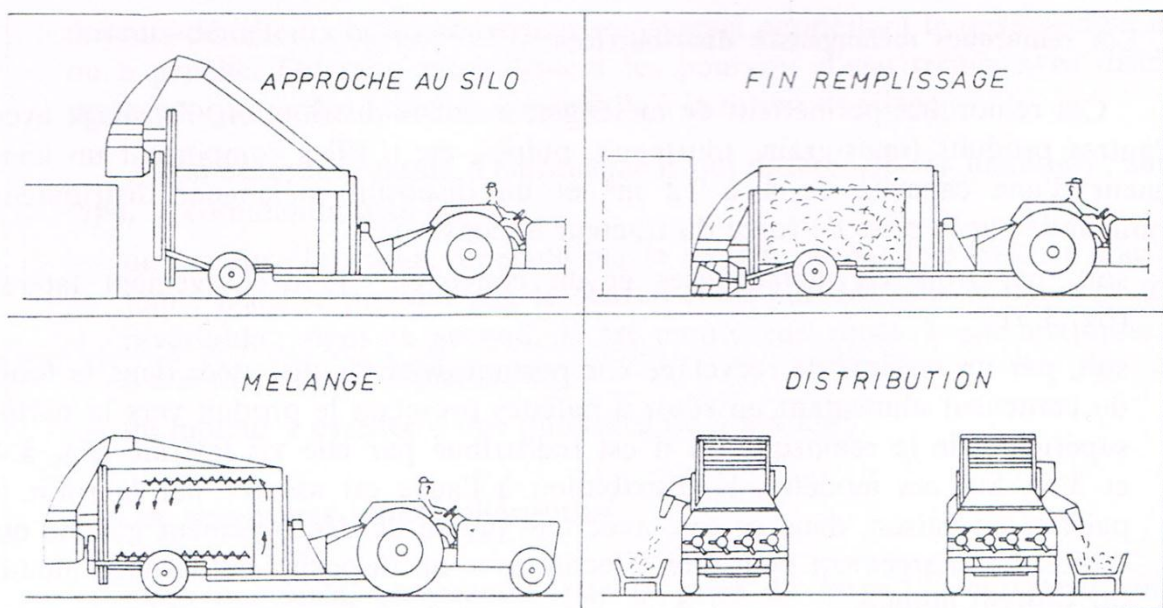


Remorque mélangeuse distributrice.

- Soit, par un système de recyclage comportant deux vis disposées dans le fond du conteneur alimentant un rotor à palettes projetant le produit vers la partie supérieure de la remorque où il est redistribué par une vis latérale. Sur ces modèles, la distribution à l'auge est assurée par le rotor à palettes en liaison avec une tuyère de déchargement gauche ou droite. Le chargement peut être effectué par un dispositif de désilage monté sur support mobile.



Remorque désileuse mélangeuse distributrice

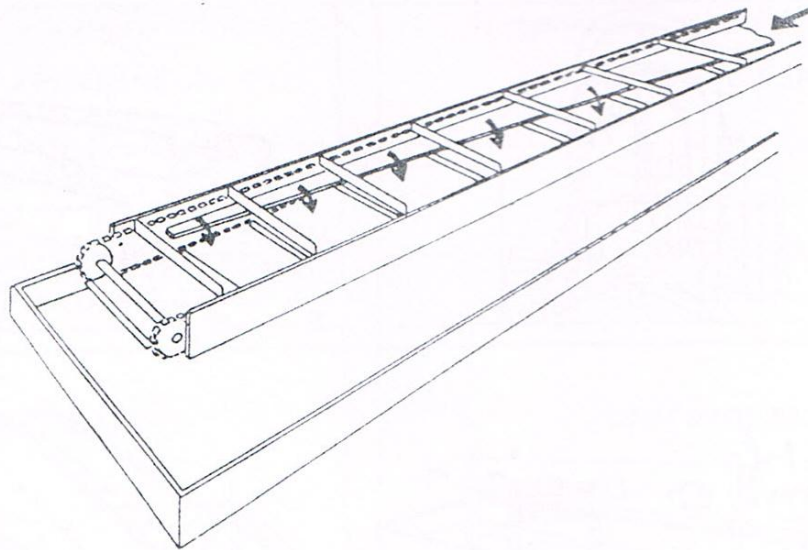


Principe de fonctionnement d'une remorque désileuse mélangeuse distributrice

IV.2. Ensemble de distribution à chaîne : Un principe de fonctionnement continu est à la base d'un système distributeur suspendu au-dessus de l'auge. Cette installation est constituée :

- D'une table fixe, comportant deux parois latérales parallèles et un fond ouvert obliquement, laissant au dessus de l'auge un vide de plus en plus grand, de l'origine à l'extrémité ;

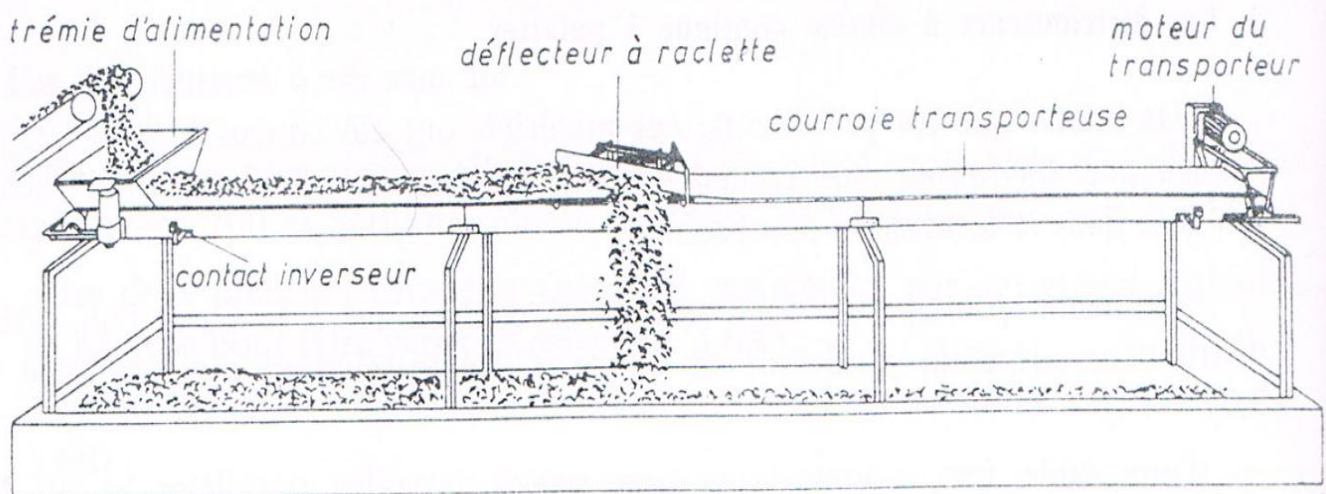
- D'un convoyeur à chaîne avec palettes, placé au-dessus de la table fixe ; il est alimenté par une trémie de régularisation à la sortie de laquelle le fourrage est entraîné par les palettes au-dessus du vide et tombe dans l'auge.



Distributeur à chaîne continue (Système Brillion).

IV.3. Ensemble de distribution à tapis : Dans ce système, l'élément de transport est une courroie continue en caoutchouc ou en nylon renforcé qui peut être disposée :

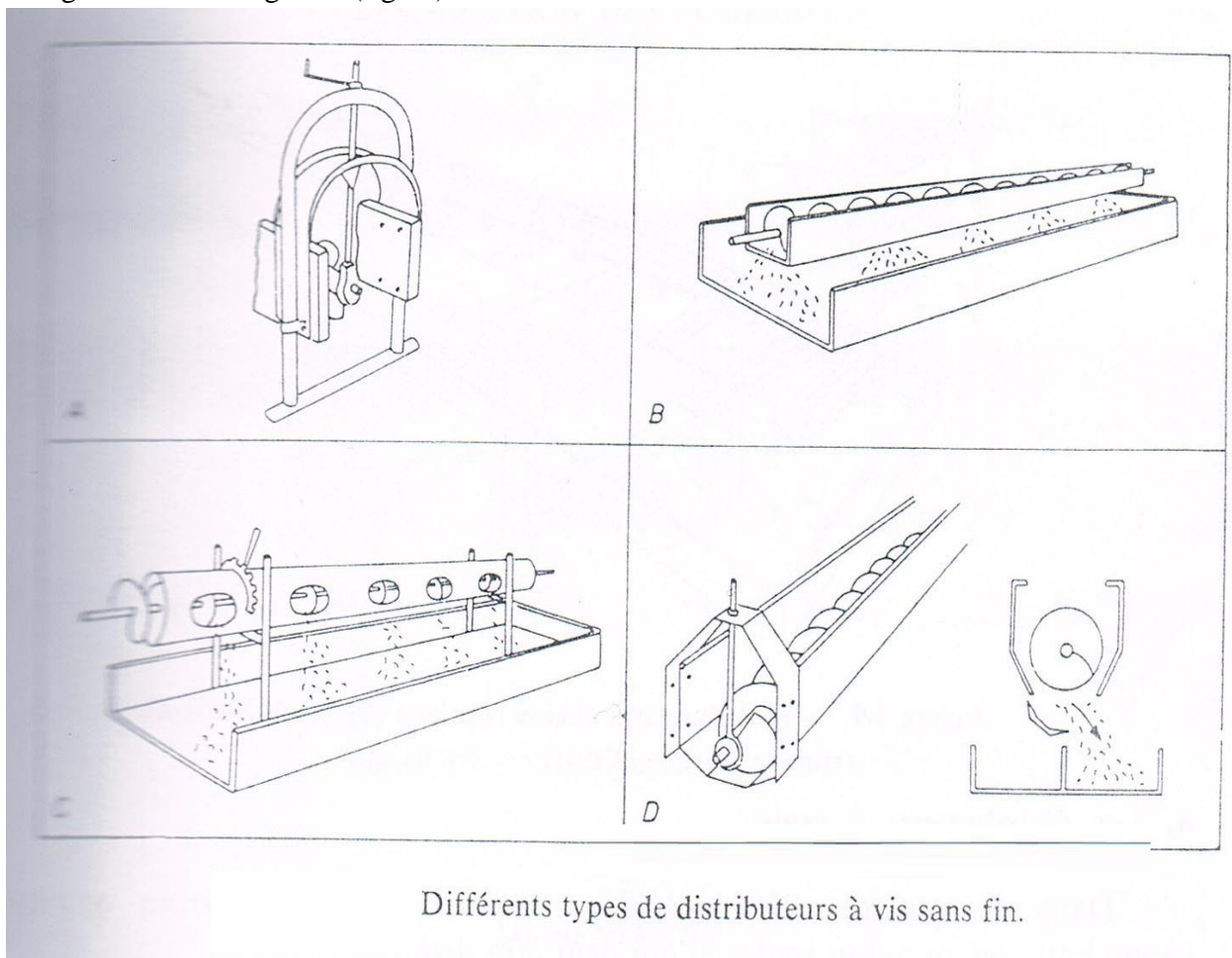
- Sur des petits rouleaux au fond de l'auge ; dans ce cas, l'alimentation doit se faire en l'absence des animaux ;
- Au-dessus de la mangeoire ; un déflecteur à brosses rotatives ou à raclette, tiré par câble, parcourt sans arrêt toute la longueur du transporteur par déplacement en va-et-vient. Le silage transporté par le tapis est dévié latéralement (à droite ou à gauche) et tombe dans la mangeoire.



Distributeur à tapis

IV.4. Ensemble de distribution à vis : Ce sont les plus anciens. Ils comportent une vis d'Archimède d'un diamètre compris entre 200 et 300 mm, placée au-dessus de l'auge et tournant :

- Entre deux planches parallèles sans fond, maintenues par des étriers réglables en hauteur pour faire varier le débit (fig. A) ;
- Dans un canal en bois, dont le fond est percé d'ouvertures réglables (fig. B) ;
- A l'intérieur d'un tube muni d'ouvertures ovales, régulièrement espacées. La quantité distribuée est réglée en faisant pivoter le tube sur lui-même ou en réglant la surface des ouvertures (fig. C) ;
- Entre deux parois métalliques profilées et un fond à gouttière mobile. Celle-ci est maintenue à l'horizontal jusqu'à ce que le fourrage soit entraîné à l'extrémité de la vis. Elle peut ensuite basculer à gauche ou à droite pour permettre le déversement sur toute la longueur de la mangeoire (fig. D).

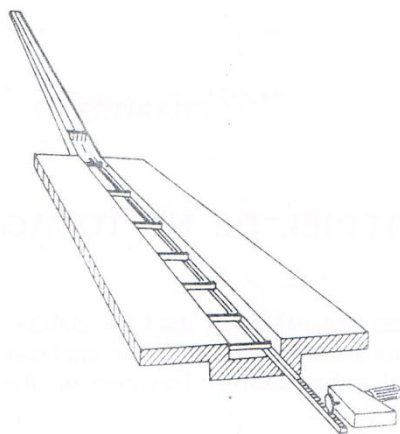
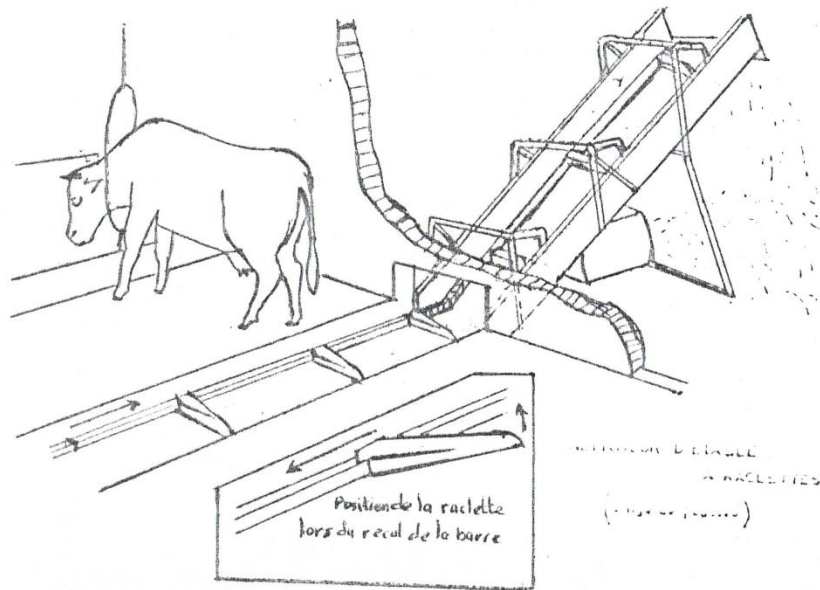


Chapitre V. Machine de nettoyage des étables :

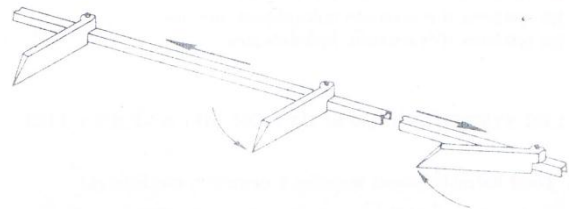
L'enlèvement des déjections dans les étables peut être assuré par des procédés mécaniques ou hydrauliques. Leur application dépend essentiellement du type de stabulation des animaux (entravée ou libre) et de la nature du fumier (solide ou semi-liquide).

V.1. Evacuation des fumiers à barre de poussée :

Ces systèmes de nettoyage sont toujours installés dans des caniveaux dont la largeur varie de 45 à 60 cm et la profondeur de 15 à 30 cm. Ils comportent une barre de poussée animée d'un mouvement de va-et-vient et munie de raclettes articulées. Ces dernières sont perpendiculaires à la barre lors de l'avancement (travail) et s'effacent le long de la barre lors de leur retour.



Evacuateur à barre de poussée



Barre de poussée avec raclettes

La barre de poussée, constituée par un profil en métal rigide, glisse, soit directement sur le béton, soit sur des guides métalliques. Les raclettes sont en fonte ou en acier et sont fixées

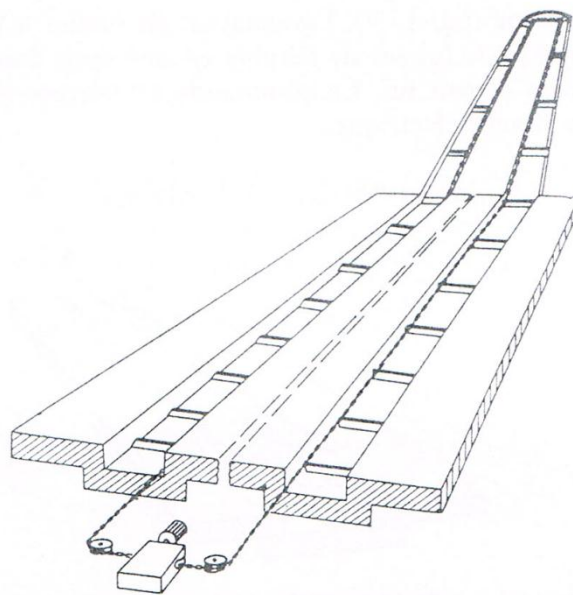
sur la barre support par des coussinets. Leur largeur est calculée en fonction des caniveaux et leur hauteur est souvent de 8 à 10 cm. L'écartement entre raclettes varie selon les modèles de 80 à 150 cm et la vitesse d'avancement est de l'ordre de 3 m/min.

La mise en mouvement de la barre de poussée à raclettes peut être obtenue par un système mécanique par chaîne à rouleaux et bielle. La chaîne est mise en mouvement par un moteur électrique et un réducteur. Ce système est actuellement le plus couramment utilisé.

V.2. Evacuation de fumier à chaîne circulaire :

Ces nettoyeurs comportent une chaîne sans fin, munie de raclettes de déplaçant dans des caniveaux d'environ 40 à 60 cm de largeur aménagés derrière les animaux.

Des chaînes sont généralement guidées en côté de canal et parfois, eu centre, à une vitesse linéaire qui peut varier entre 4 et 9 m/min.



Evacuateur à chaîne continue

Ce système s'adapte le plus facilement à des parcours irréguliers. Les changements de direction sont obtenus par l'intermédiaire de poulies ou glissières. Les changements de niveaux sont solutionnés avec des guides de dénivellation.

La tension de la chaîne est assurée par le montage du moteur d'entraînement sur glissières et par de tendeurs à ressort montés sur la rampe.

Les raclettes sont en acier, en fonte ou en bois. Leur fixation rigide est obtenue par soudage, rivetage ou par boulon.

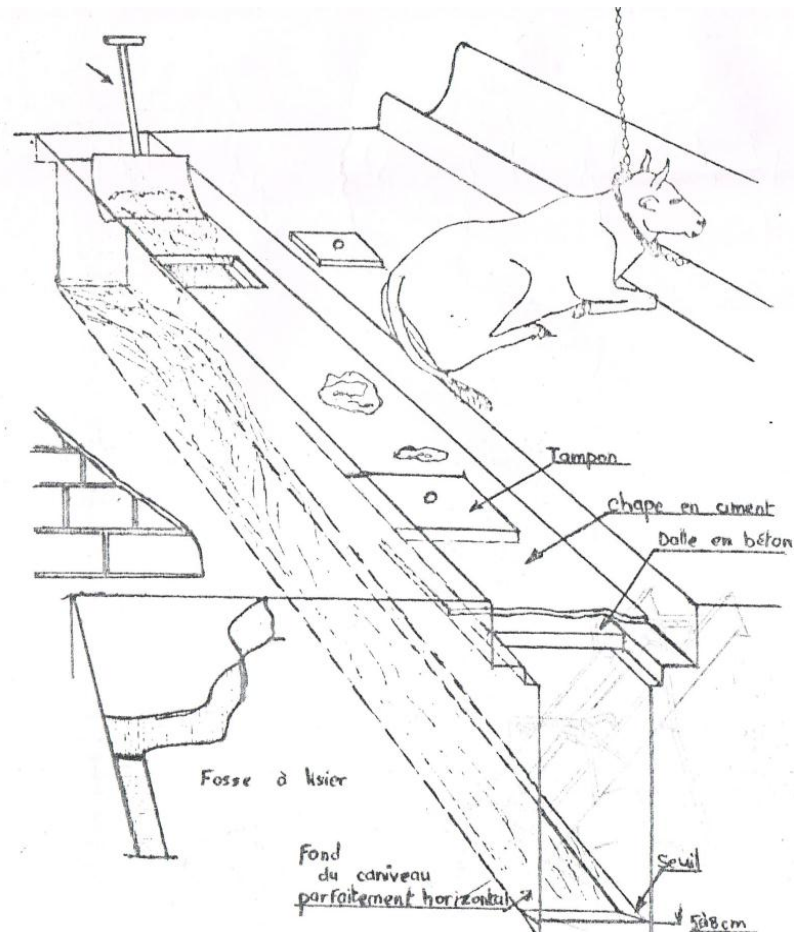
L'entraînement est assuré par un motoréducteur dont la puissance est en rapport avec la longueur de la chaîne à faire progresser. L'emplacement du groupe d'entraînement est fonction du mode d'évacuation final qui peut être réalisé par une rampe incluse dans le parcours de la chaîne unique ou par rampe indépendante.

V.3. Evacuation par un système hydraulique :

Ces systèmes sont utilisés pour l'enlèvement des déjections sous forme semi-liquide (lisier) et se distinguent principalement par le mode d'écoulement de l'étable vers la fosse.

V.3.1. Le système à écoulement rapide discontinu : un caniveau, situé derrière les animaux, est recouvert d'une grille et son extrémité, coté fosse, est fermée par une vanne laissant stagner continuellement une certaine quantité d'eau dans le caniveau. Périodiquement, on ouvre la vanne et le mélange eau-déjections s'écoule rapidement dans la fosse à lisier. Le nettoyage est réalisé au jet d'eau, ce qui permet de reconstituer une réserve d'eau dans le caniveau.

V.3.2. Le système à écoulement lent et continu :



Le caniveau est recouvert d'une dalle en béton, avec ouvertures fermées par des tampons et par lesquelles, on fait tomber les déjections dans un caniveau. Celui-ci doit être pratiquement horizontal pour retenir une couche de liquide d'environ 15 cm favorisant le glissement régulier des matières solides vers la fosse à lisier. Pour éviter le dégagement des mauvaises odeurs, l'extrémité du caniveau doit être pourvue d'un siphon.

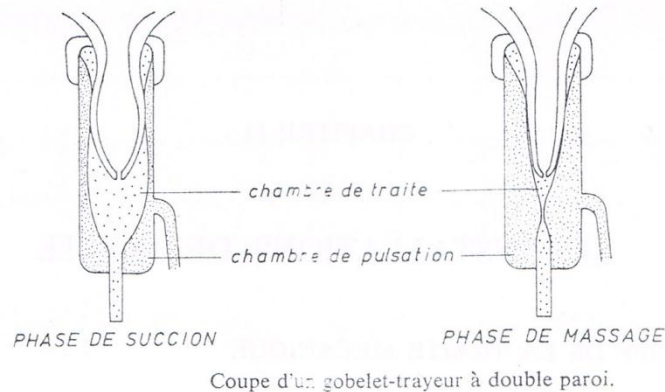
V.3.3. Le système à écoulement discontinu par pompage : une pompe aspirant du lisier dans la fosse assure périodiquement le rinçage du caniveau en refoulant les déjections qui s'y sont accumulées vers la fosse.

Chapitre VI. Machines de traite mécanique :

VI. Le gobelet trayeur :

Vers la fin du 19^{ème} siècle que naissait l'idée d'extraire le lait par succion en imitant l'action du veau. C'est en 1903 qu'on breveta le système de gobelet à double paroi et de la variation du vide permettant de faire succéder un temps de massage au temps de succion.

Cette solution reste encore actuellement le principe de fonctionnement fondamental de toutes les machines à traire.



Le gobelet-trayeur à double paroi se compose de deux tubes cylindriques concentriques ;

- Un tube extérieur rigide ;
- Un tube intérieur souple en caoutchouc appelé manchon-trayeur et qui délimite un espace annulaire avec le premier tube.

L'espace annulaire (chambre de pulsation) et l'intérieur du manchon-trayeur sont soumis à une pression périodique correspondant à un vide partiel discontinu, ce qui assure la traite par une succession de deux phases :

- *La phase de succion* : c'est le premier temps de fonctionnement pendant lequel le vide est appliqué de part et d'autre du manchon-trayeur qui garde ainsi sa forme cylindrique, il y a extraction du lait ;
- *La phase de massage* : pendant ce deuxième temps, l'espace annulaire est mis à la pression atmosphérique alors que le vide reste appliqué sous le trayon. Le tube en caoutchouc s'applique sur le trayon et s'obture, le lait ne s'écoule pas.

La dépression est obtenue par une pompe à vide et les alternances de pression grâce à un organe appelé « pulsateur ». Le niveau de vide auquel on obtient un fonctionnement optimal se situe aux environs de 50 kPa.

La fréquence de succession des deux phases, succion et massage, correspondant à une pulsation est généralement comprise entre 45 et 60 par minute ; le rapport de temps est de 1 : 1, c'est-à-dire 50% de succion, 50% de massage. Sur du matériel récent, on utilise un rapport différent au profit du temps de succion pouvant atteindre 3 : 1.

VI.2. Description générale d'une installation de traite :

Les installations de traite comportent toujours les mêmes éléments de base et diffèrent principalement d'après :

- L'endroit où est réalisée la traite ; on distingue les installations conçues pour la traite dans les étables à stabulation entravée, pour la traite en salle, généralement associée à la stabulation libre et pour la traite en prairie ;
- Le mode de réception du lait, qui est généralement retenu pour établir la classification des machines à traire ;
- Le degré de mécanisation et d'automatisation.

Schématiquement, une installation de traite comprend :

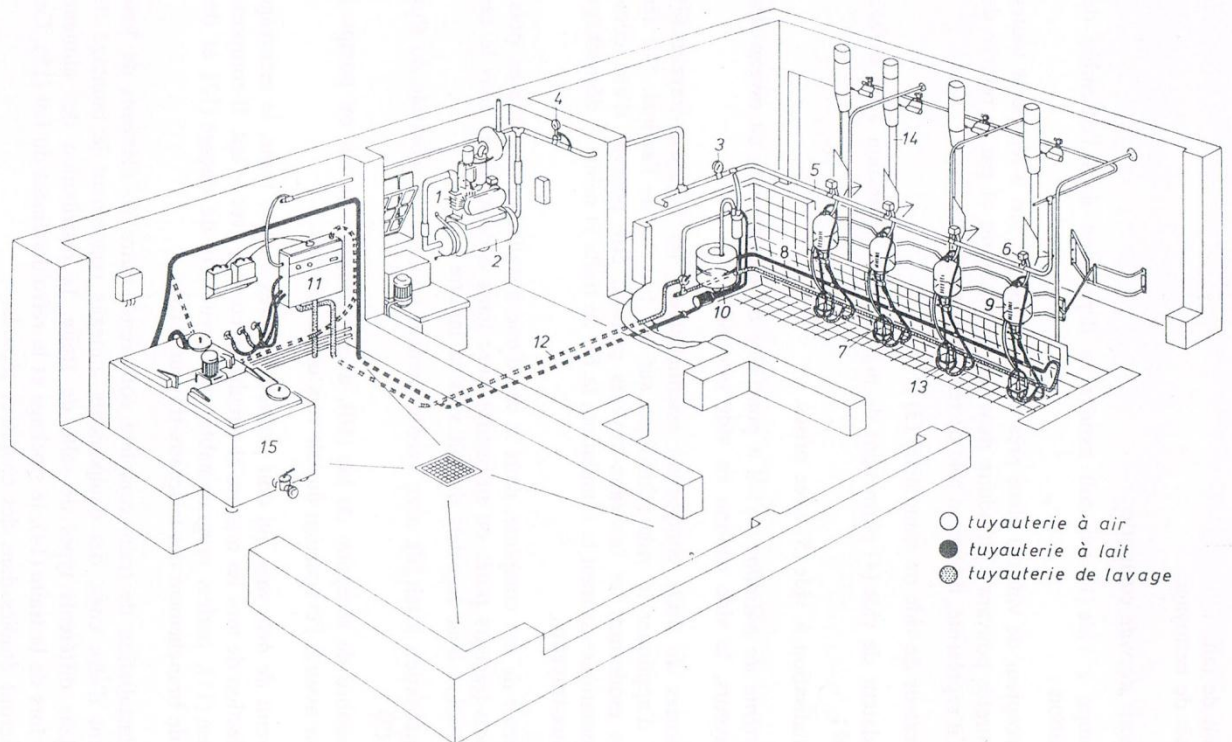


Schéma d'une installation de traite en salle

VI.2.1. Un circuit de vide : qui comporte :

- Une pompe à vide (1) qui doit assurer la dépression dans l'ensemble de l'installation.
- Un intercepteur de vide (2) placé près de la pompe ; il sert à récupérer toutes les impuretés pouvant s'introduire dans les canalisations et par la réserve de vide qu'il représente, il joue le rôle de réservoir-tampon ;
- Un indicateur de vide ou manomètre (3) ;
- Un régulateur de vide (4) permettant de maintenir la dépression à un niveau constant ;
- Une canalisation à vide (5) avec prises.

VI.2.2. Un système de pulsation (6) : il a pour rôle de transformer, au niveau des gobelets trayeurs, le vide continu en vide intermittent.

VI.2.3. Les postes de traite : comportent essentiellement les faisceaux-trayeurs (7) permettant d'appliquer le vide périodique sur les trayons de l'animal. Sur les installations modernes, les faisceaux-trayeurs peuvent être pourvus d'une commande automatique assurant la stimulation, la fin de traite et même le décrochage des faisceaux-trayeurs.

VI.2.4. Un circuit de lait : dans le cas d'une installation de traite en pots, plusieurs pots-trayeurs posés ou suspendus avec leurs accessoires et dans le cas d'une installation avec transfert du lait vers la laiterie :

- Une canalisation à lait (8), avec éventuellement un bocal de contrôle du flux du lait (9) ;
- Une chambre de réception du lait (10), avec extracteur de lait ou pompe à lait pour assurer l'évacuation du lait vers un tank à lait.

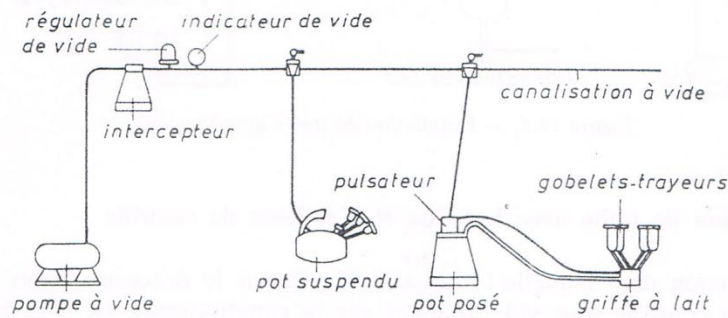
VI.2.5. Un circuit de nettoyage : qui doit permettre, après chaque traite, le nettoyage et la désinfection de tous les organes et circuits en contact avec le lait. Il comporte une rinceuse (11), une tuyauterie de rinçage (12) et un dispositif de branchement des faisceaux-trayeur (13).

Une installation de traite complète comprend, outre les éléments de base précités, des équipements annexes concernant le montage du matériel dans différents types des salles de traite, la distribution des aliments concentrés lors de la traite (14), le stockage et le refroidissement du lait (15).

VI.3. Classification des installations de traite :

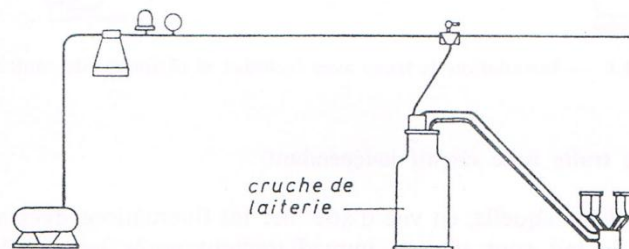
D'une manière générale, on peut classer les machines à traire, d'après le mode de réception du lait, en cinq catégories.

VI.3.1. Installation de traite avec pots-trayeurs : Installation dans laquelle le lait s'écoule du faisceau-trayeur dans un récipient mobile (pot à poser ou pot suspendu par une sangle sous le flanc de la vache) branché sur le système de vide.



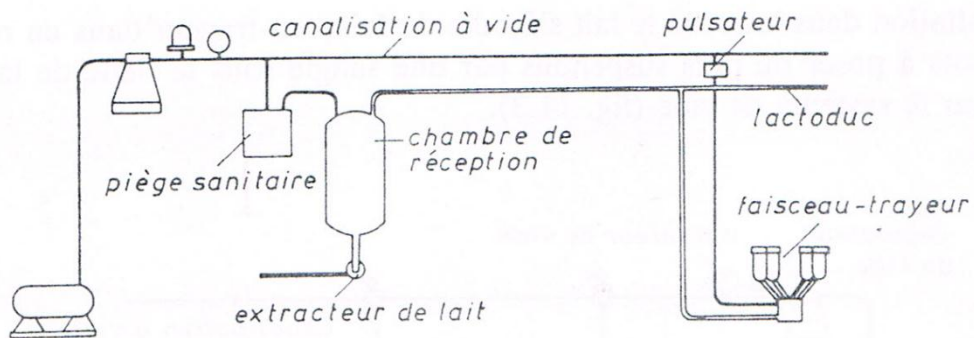
Installation de traite avec pots-trayeurs.

VI.3.2. Installation de traite utilisant les cruches à lait : Installation dans laquelle le lait s'écoule du faisceau-trayeur dans un bidon de laiterie branché sur la canalisation de vide. Les bidons ou cruches sont également utilisés pour le transport du lait et sont équipés de couvercles spéciaux pour la réception.



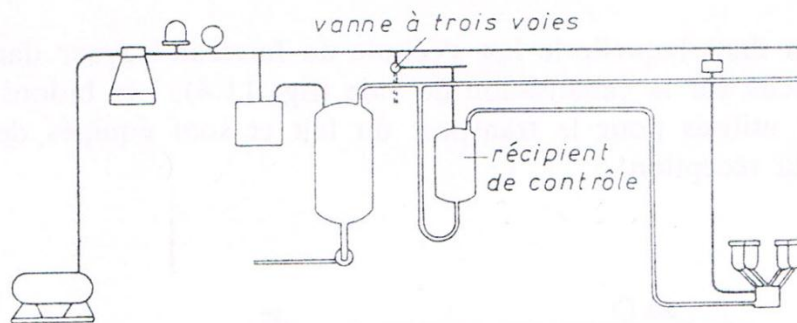
Installation de traite utilisant les cruches à lait.

VI.3.3. Installation de traite avec lactoduc : Installation dans laquelle le lait s'écoule depuis le faisceau-trayeur dans un lactoduc de traite qui a pour fonction de transporter le lait jusqu'à un récipient placé généralement en laiterie.



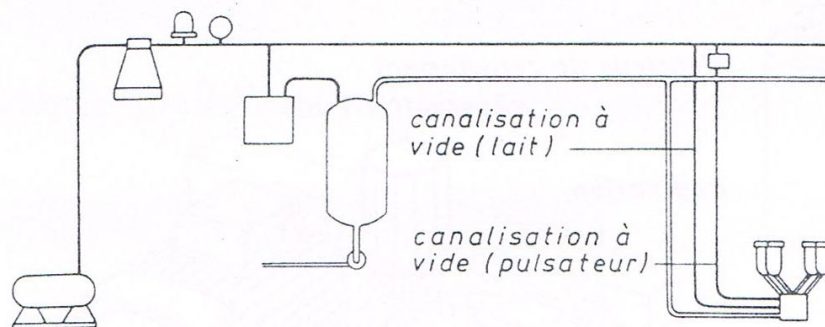
Installation de traite avec lactoduc.

VI.3.4. Installation de traite avec lactoduc et récipient de contrôle : Installation dans laquelle le lait s'écoule depuis le faisceau-trayeur dans un récipient de contrôle sous vide, branché sur la canalisation à air. Le lait est ensuite évacué dans un lactoduc de transfert, vers la chambre de réception ou dans des récipients sous vide.



Installation de traite avec lactoduc et récipients de contrôle.

VI.3.5. Installation de traite avec circuit indépendant : Installation dans laquelle, en vue d'atténuer les fluctuations dues au transport du lait, l'air et le lait sont séparés immédiatement après les gobelets-trayeurs et évacués dans des canalisations séparées.



Installation de traite avec circuit indépendant.