



# Approche mécanique de la transformation des grains

## Synthèse terminologique

	<b>Intervention</b> : Contrat céréales mineures	COPIL : 05/12/2018	
	<b>Document</b> : Approche mécanique de la transformation des grains	<b>Créé le</b>	05/12/2018
	<b>Rédacteur</b> : Philippe Roussel pour Triptolème	<b>Modifié le</b>	

# Pourquoi transformer les grains de céréales ?

A la différence des baies et des fruits qui sont consommés rapidement et sans préparation, les céréales ont la propriété de se conserver mais doivent être préparées pour être faciles et agréables à consommer :

- décortiquées ou abrasées, c'est le début de la diversification des préparations ;
- mais opération difficile pour de nombreuses graines céréalières, il est nécessaire de pratiquer une technique de mouture et donc de réduire une partie de la graine en farine, les enveloppes périphériques étant éliminées par tamisage ;
- L'obtention de farines oblige à l'élaboration de pâtes diverses, crues. Elles offrent peu d'attraits (défaut de goût, lourde à digérer, assez dure à mastiquer) ; les fermentations traditionnelles et la cuisson venant en général, diminuer cette fadeur.

# Comment transformer à la ferme ?

- Fabrication de farines : le matériel existe à l'aide de moulins à meules
- Décorticage : pas de matériels adaptés (trop gros, trop cher). Les meules ne peuvent pas remplir cette fonction sauf pour le sarrasin éventuellement
  - ⇒ conception d'appareils à partir de matériels existants ou anciens nécessitant une analyse fonctionnelle des produits et mécanique
  - ⇒ fabrication en autonomie ou sous-traitée (exemple : atelier paysan...)
  - ⇒ rechercher les matériels existants hors France, en agriculture paysanne cultivant de graines de même espèce ou voisines

# Approche mécanique de la transformation

- Dans le domaine des grains, compte tenu de leurs caractéristiques de structure ou histologique,
- la **fragmentation** s'obtient majoritairement par des sollicitations mécaniques de type compression, par percussion et éventuellement cisaillement.
- Le **fractionnement** nécessite généralement des effets de cisaillement (abrasion, attrition...) auxquels s'ajoutent éventuellement, suivant les procédés, des effets de compression (broyage sur cylindres cannelés, sur meules).

# La fragmentation

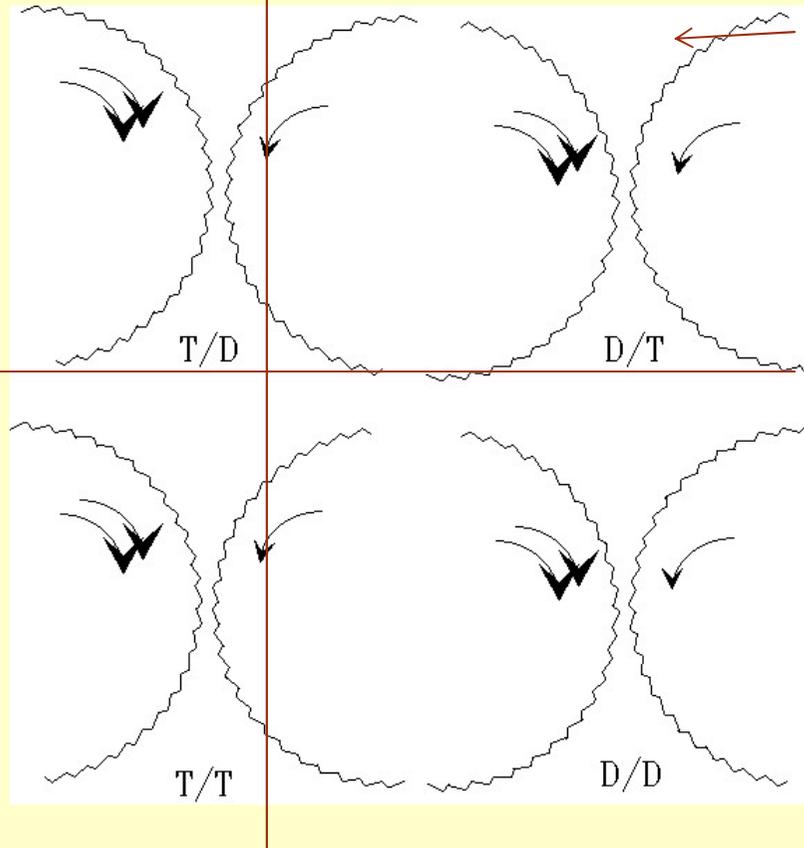
- Réduction granulométrique d'un produit qui ne prend pas en compte la séparation des éléments constitutifs de la matière d'œuvre, les fragments sont sensiblement de même composition que le produit d'origine.

# Le broyage

- Opération de fragmentation conduisant à une réduction granulométrique fine (broyeurs à cylindres lisses, à billes ou à boulets, broyeurs à marteaux ou à palettes) ou de fragmentation et fractionnement (broyeurs à cylindres cannelés, broyeurs à aiguille ou à broche).
- La sollicitation principale est en général la compression pour les corps non élastiques, les effets de cisaillements deviennent nécessaires pour les corps ayant une élasticité.
- L'élasticité est spécifique des corps formés de structures continues (macromolécules rigides ou liaisons fortes entre des constituants comme les enveloppes de la graine et éventuellement du fruit)

# Broyage par cisaillement

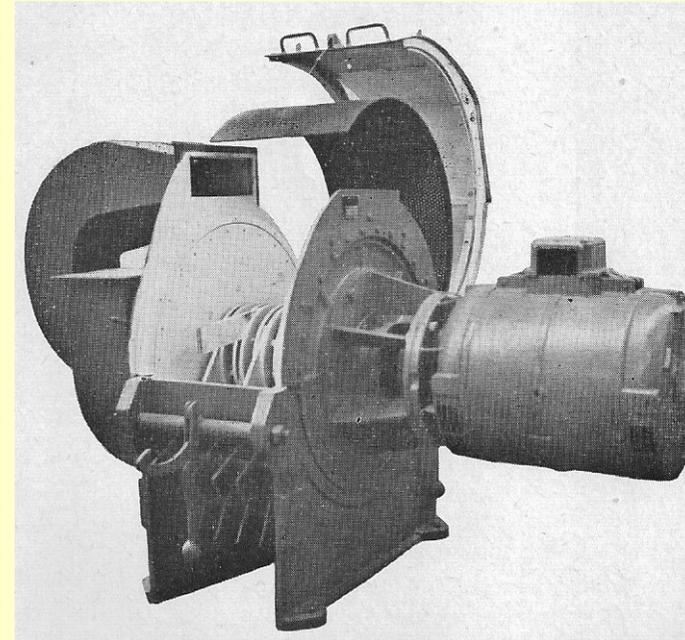
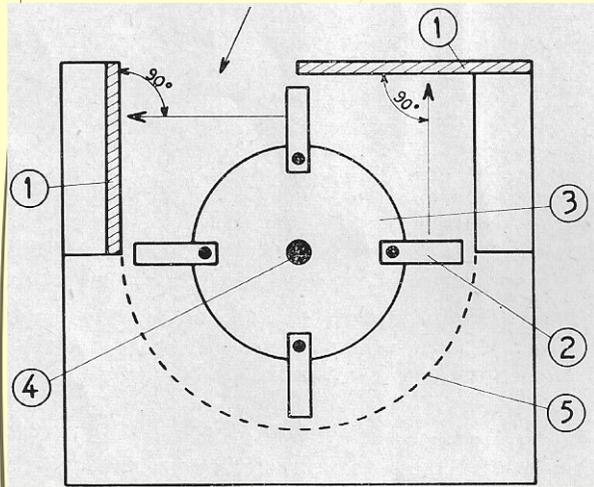
Cylindre rapide



Cylindre lent

Représentation schématique de cylindres de broyage de meunerie en demi-vue

# Broyage par percussion



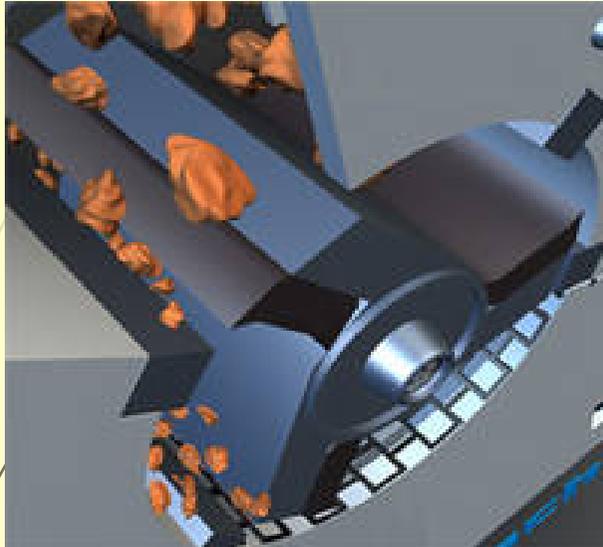
L David (1961); Les broyeurs à marteaux mobiles (éclatement par percussion) Bull EFM, 182.



Marteaux



# Broyage par découpe

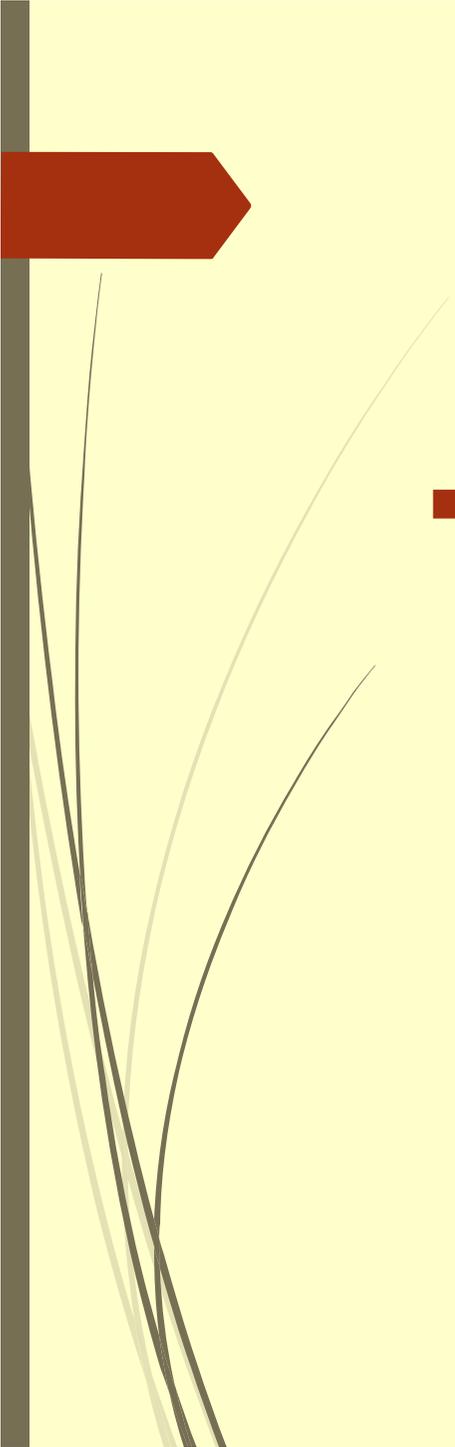


Broyeur à couteaux  
Retsch



Marteaux cuillère de broyeurs  
à marteaux pour végétaux et  
arbustes

Des systèmes de découpe peuvent être utilisés pour  
cisailler l'avoine et former des gruaux



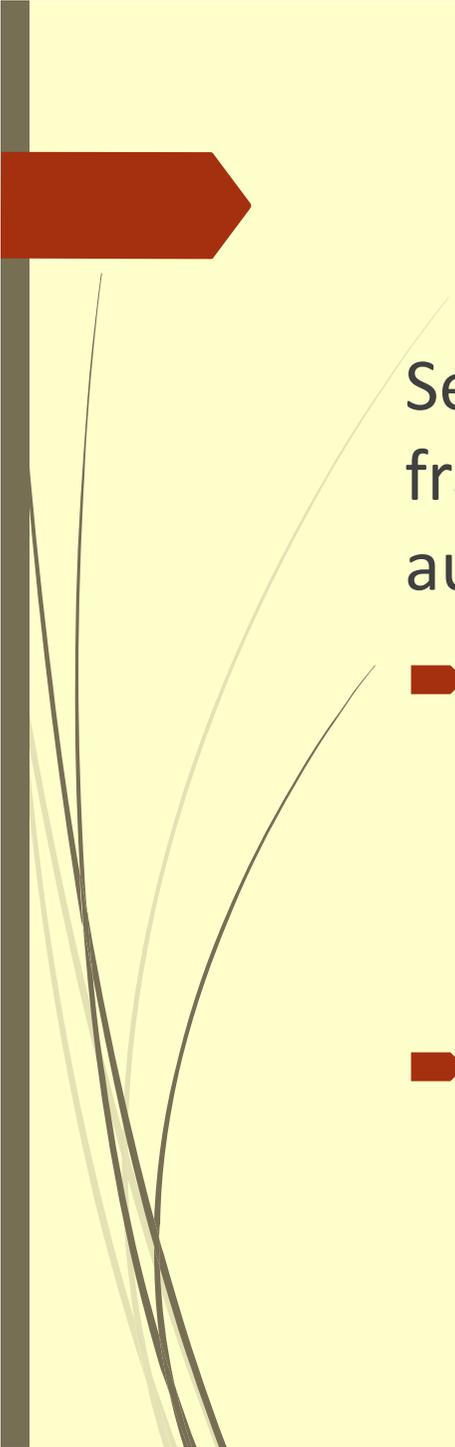
# Le concassage

- Opération de fragmentation grossière principalement en compression et cisaillement conduisant à une réduction granulométrique grossière.

# Classification du type de broyat

Concassage	> 5 mm	Granulat
Broyage très grossier	1-5 mm	Grosses semoules-gruaux, gritz
broyage très grossier	500 µm-1 mm	Finots, fines semoules
broyage fin	100 µm-500 µm	Farines
broyage ultra-fin	< 100 µm	poudre

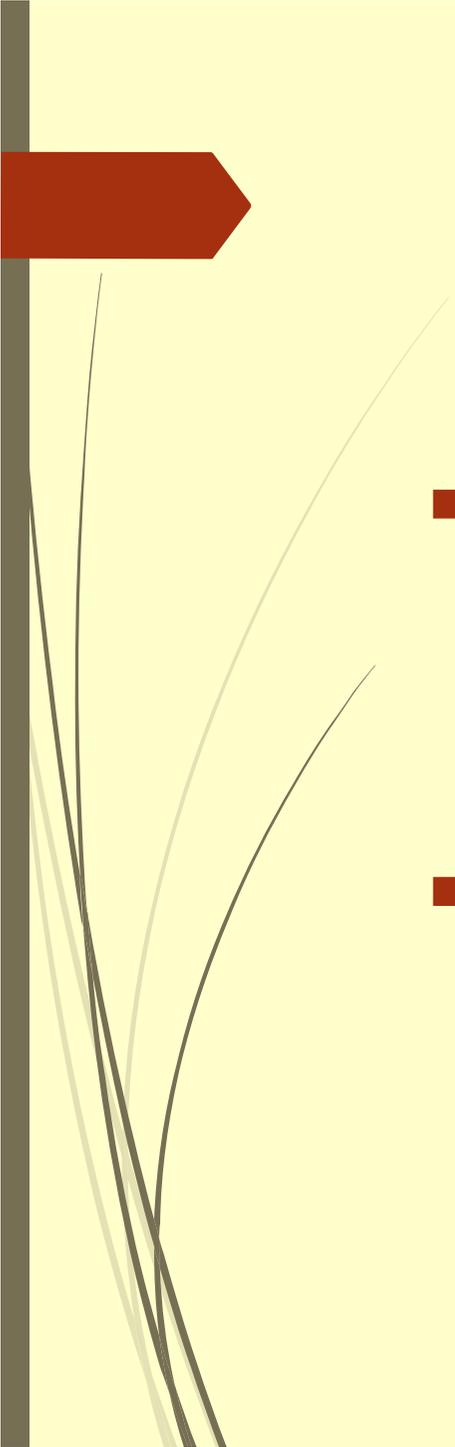
Cette classification ne donne pas réellement une information qualitative sur l'homogénéité histologique et de grosseur



# Le fractionnement

Séparation des éléments constitutifs en fragments distincts d'un produit, il conduit aussi à sa réduction dimensionnelle.

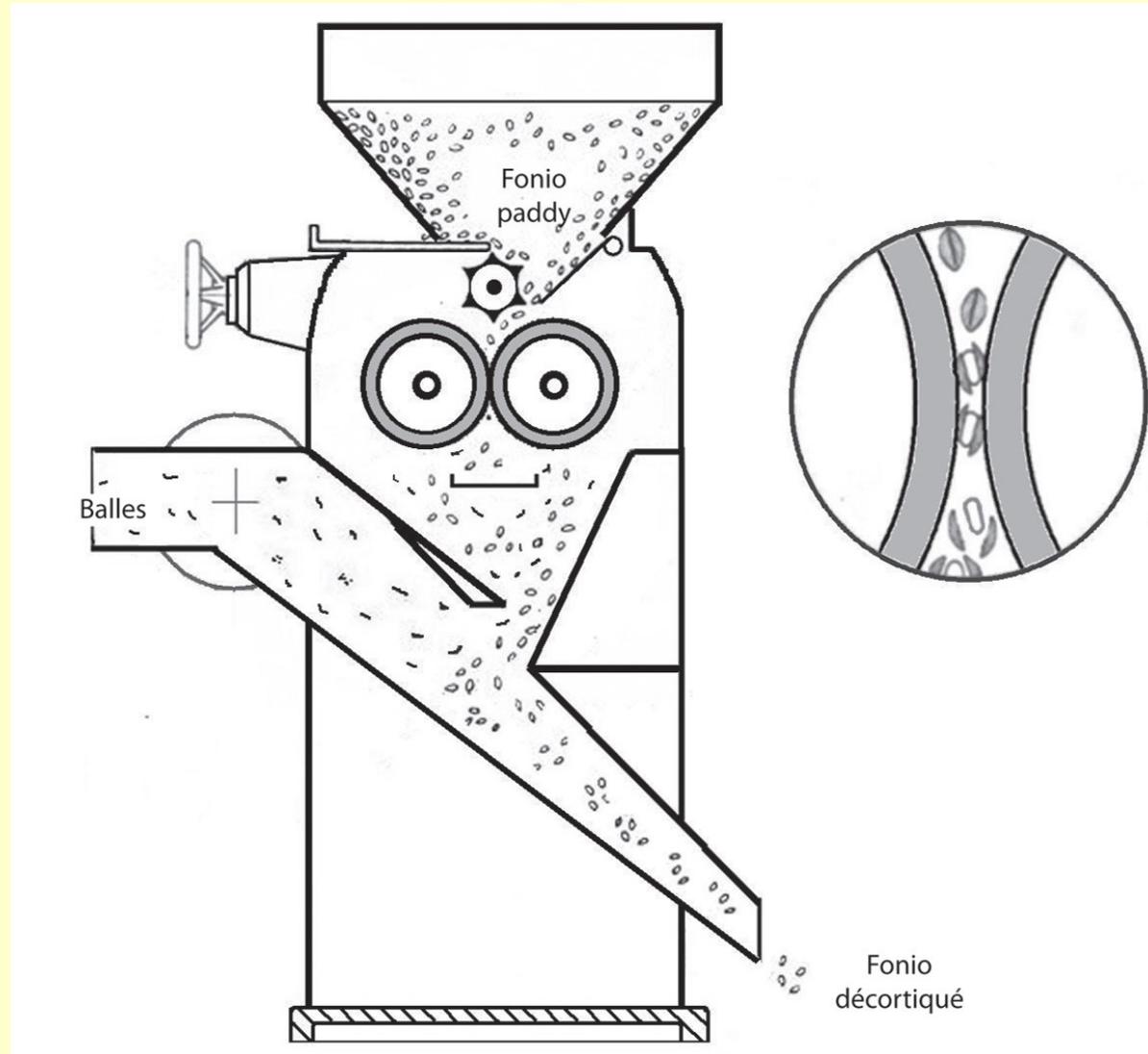
- **Par voie sèche**, le fractionnement s'attache principalement à une séparation histologique des fractions ou couches du grain (enveloppes, germes...),
- **Par voie humide**, le fractionnement permet une séparation des constituants biochimiques (amidon, protéines, fibres).



# Le décorticage (peeling) des glumes et glumelles

- Opération de fractionnement par cisaillement entre le produit mis en mouvement et des milieux rigides (2 à 9 kWh/t).
- La séparation se fait par couches histologiques du grain entre des rouleaux (décortiqueur à paddy...) ou meules

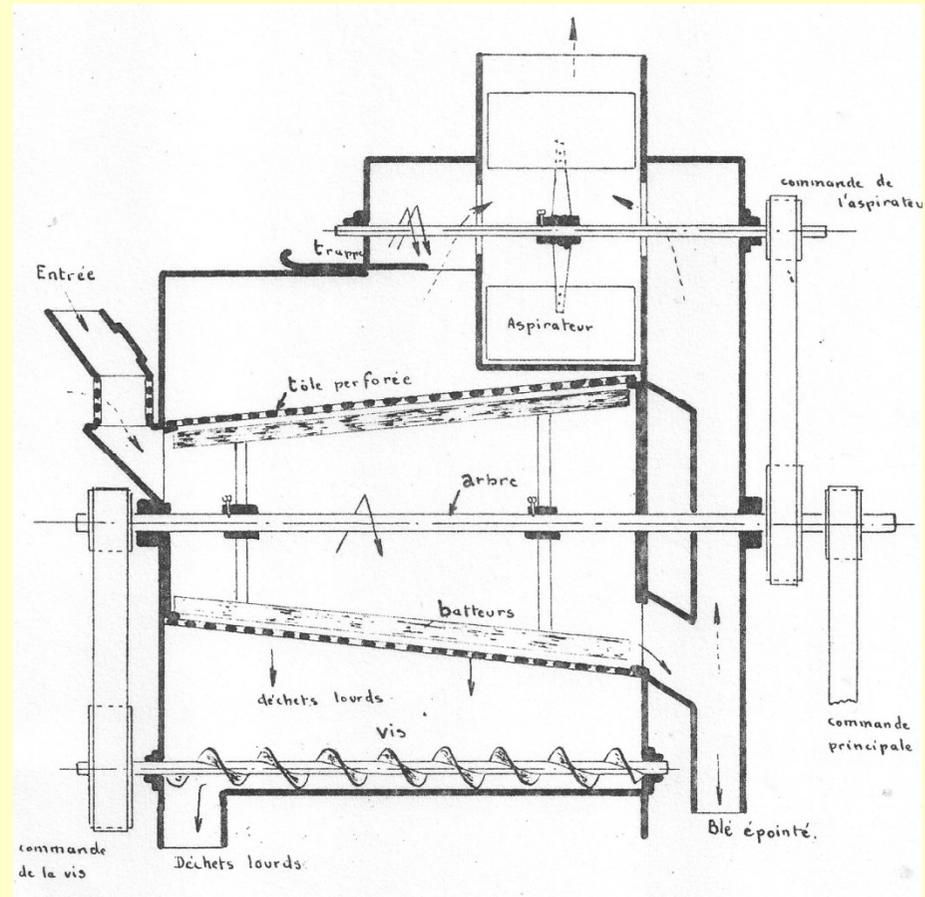
# Schéma d'un décortiqueur à rouleau



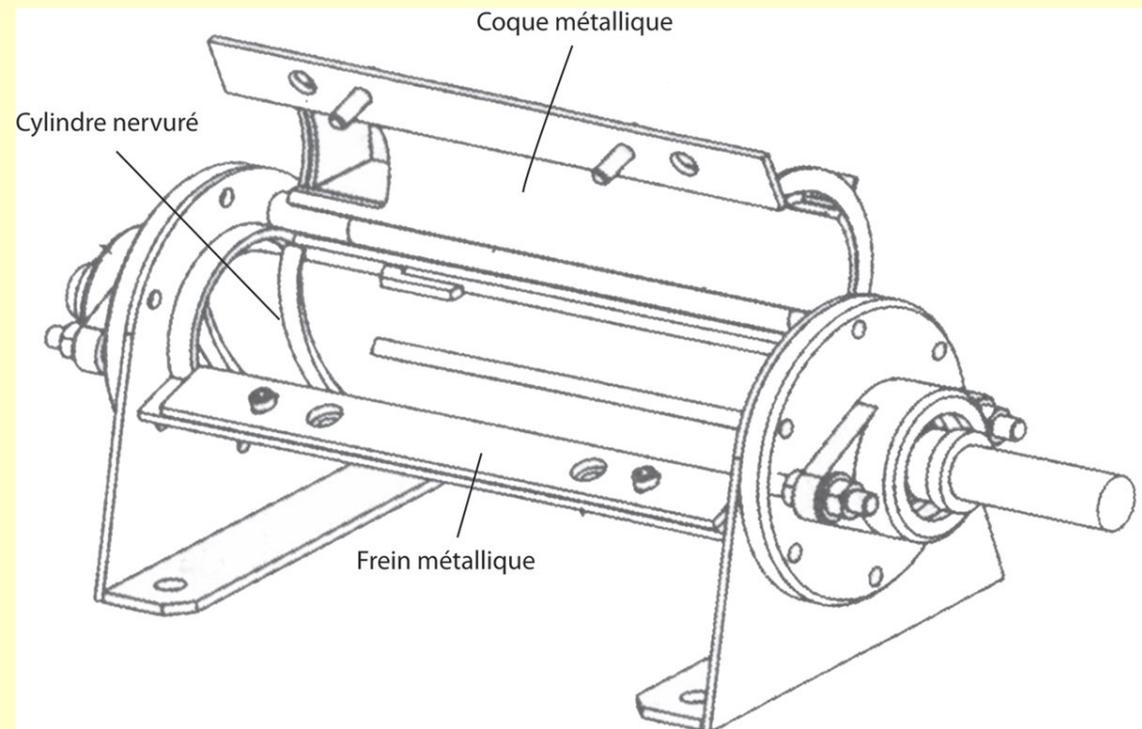
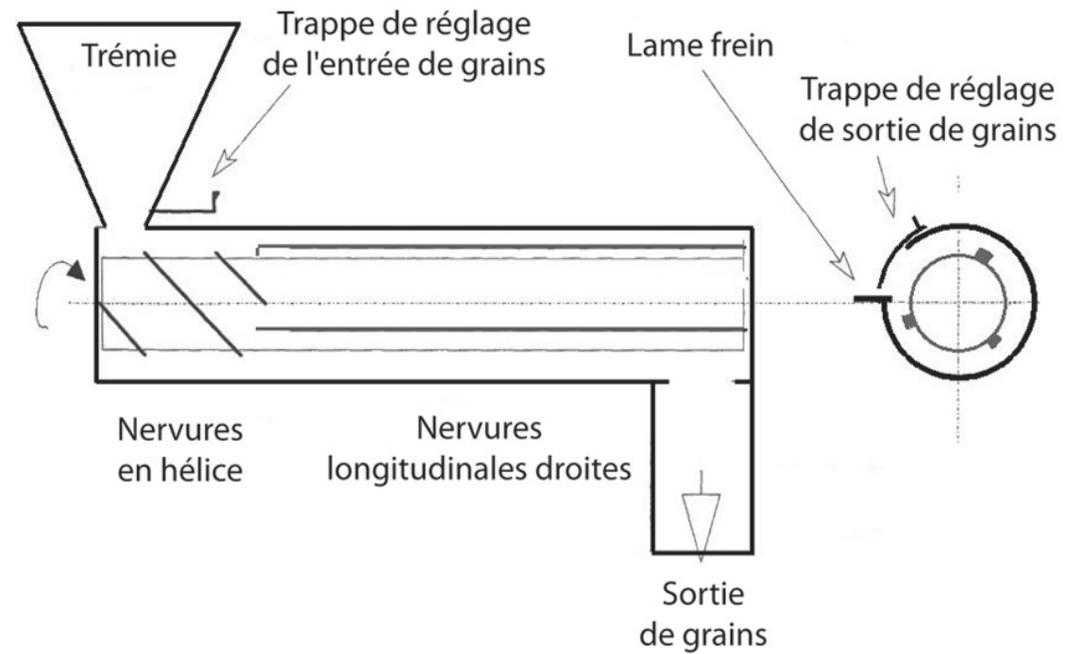
# Le pelage et le mondage des enveloppes du grain

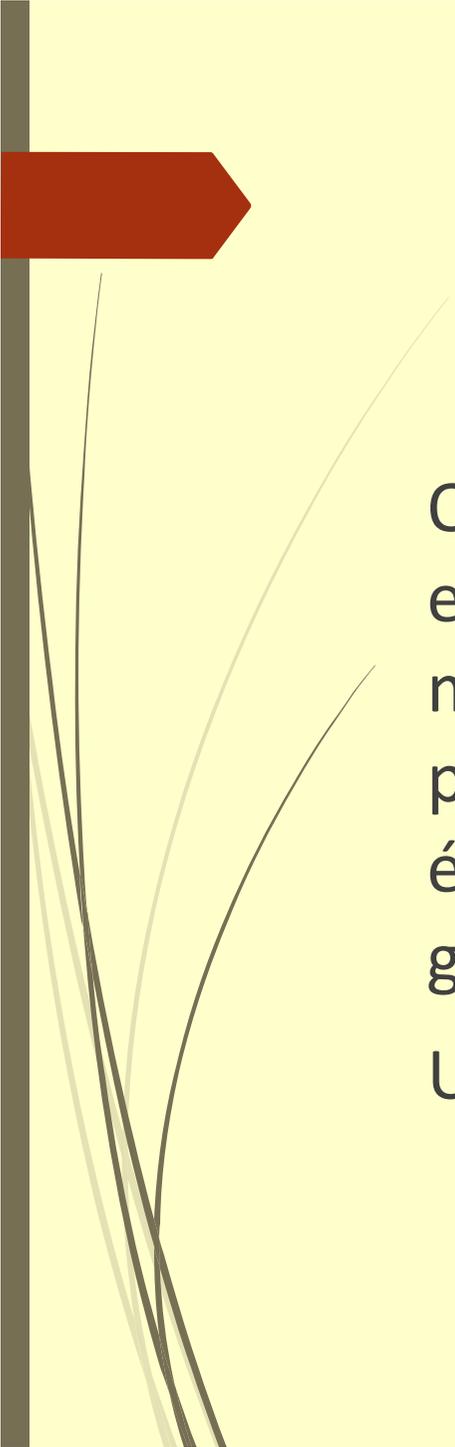
- Opérations de décorticage des parties périphériques du grain (fruit) par cisaillement entre le produit mis en mouvement et une partie métallique
- (épointeuse), meules

Epointeuse



# Décortiqueurs de type Engelberg



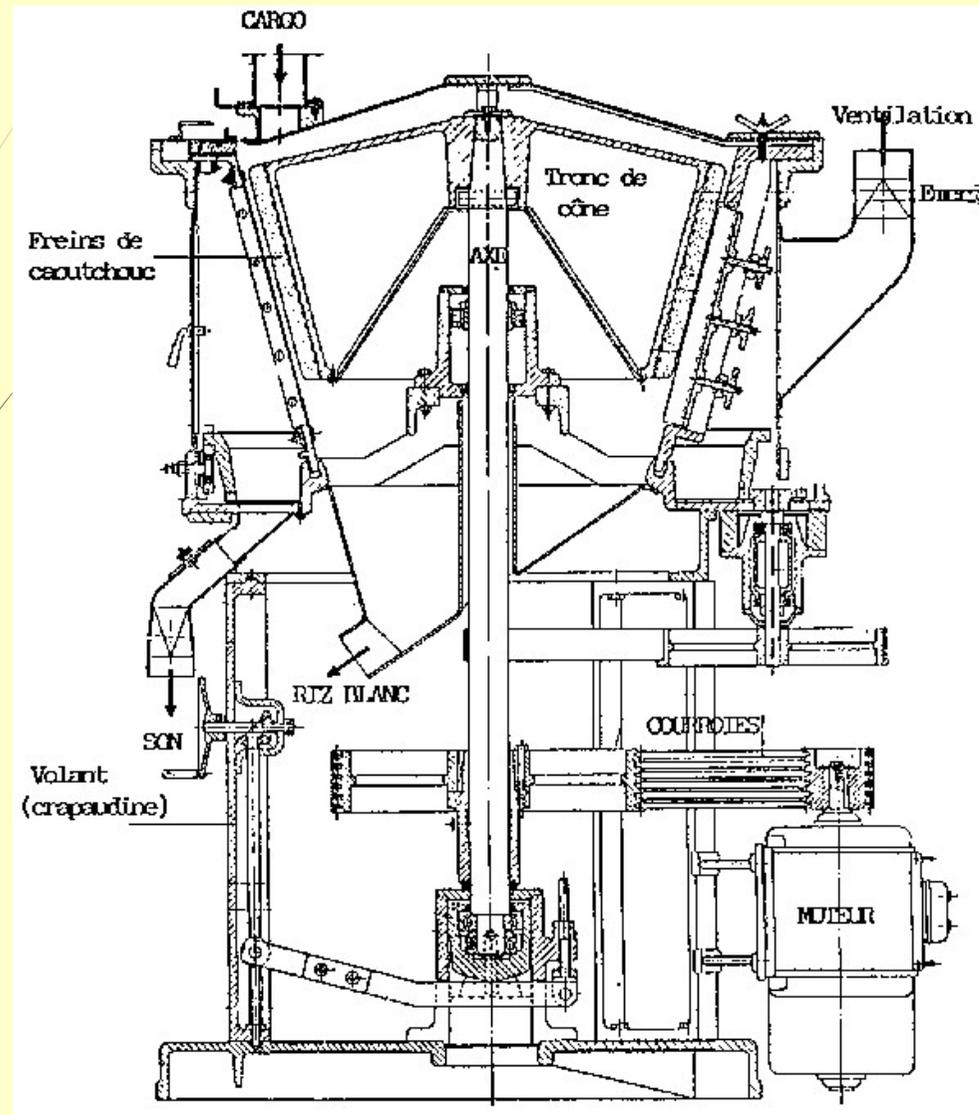


# L'abrasion (pearling)

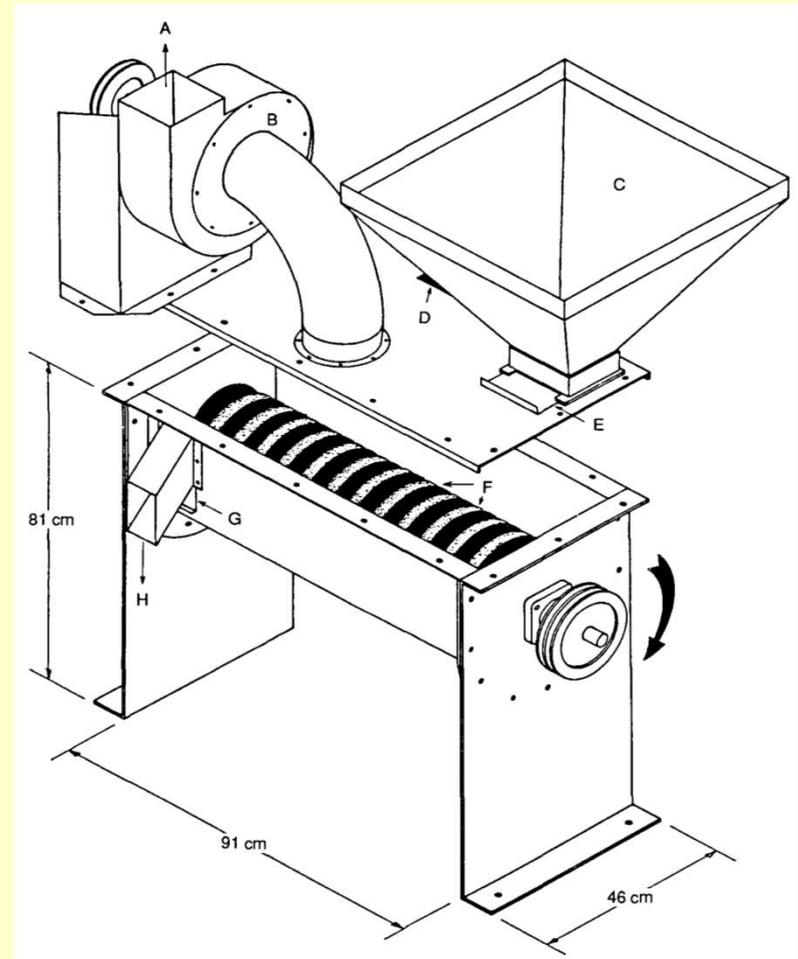
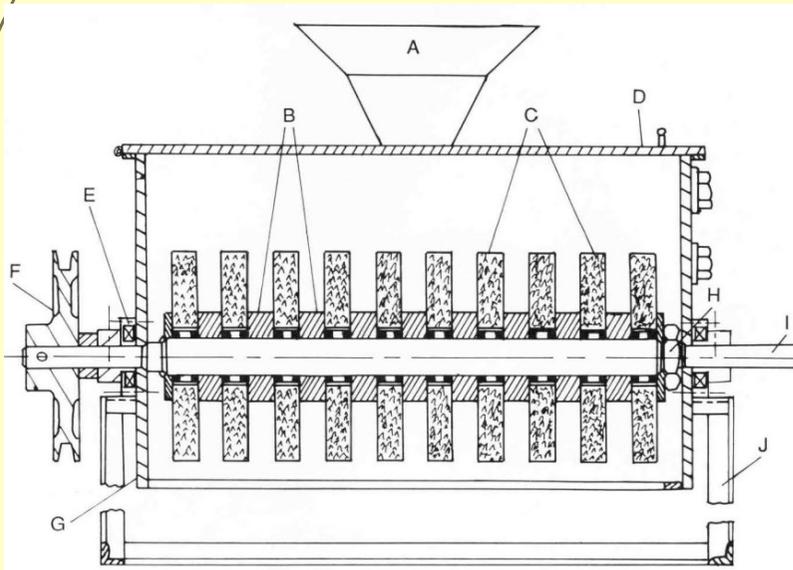
Opération de décorticage par cisaillement entre le produit mis en mouvement et un matériau dur dit abrasif. La séparation se fait par usure progressive ou grattage en petits éléments issus de couches histologiques du grain (fruit et graine).

Usinage, polissage, perlage

# Usinage (cône à blanchir pour le riz)



# Décortiqueur à disques abrasifs



# L'attrition

- Opération de fractionnement par cisaillement entre les grains mis en mouvement.
- Cet effet de friction ou de frottement conduit à une usure progressive des éléments du grain sous forme de fines fractions (fractionnement) mais peut être conçu pour réaliser de la fragmentation fine ou ultra fine.



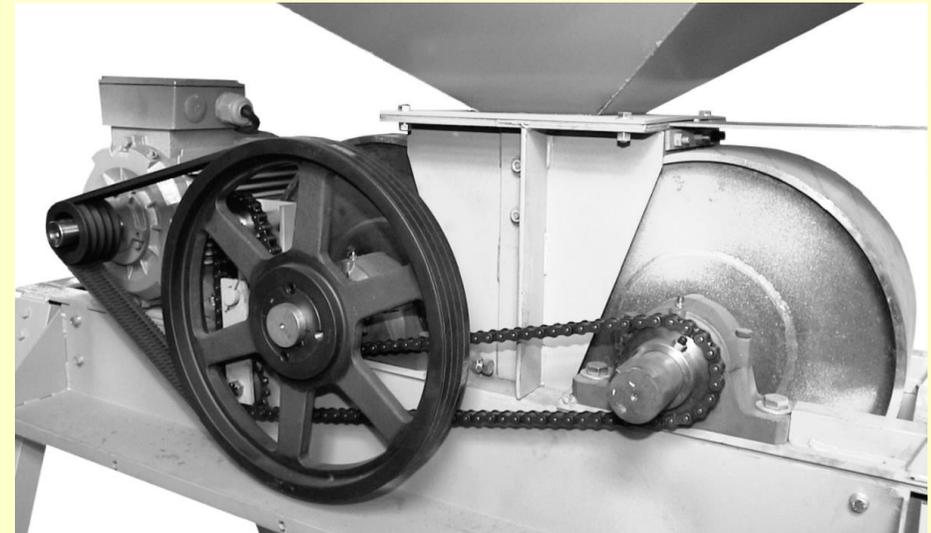
Broyeur  
Electra



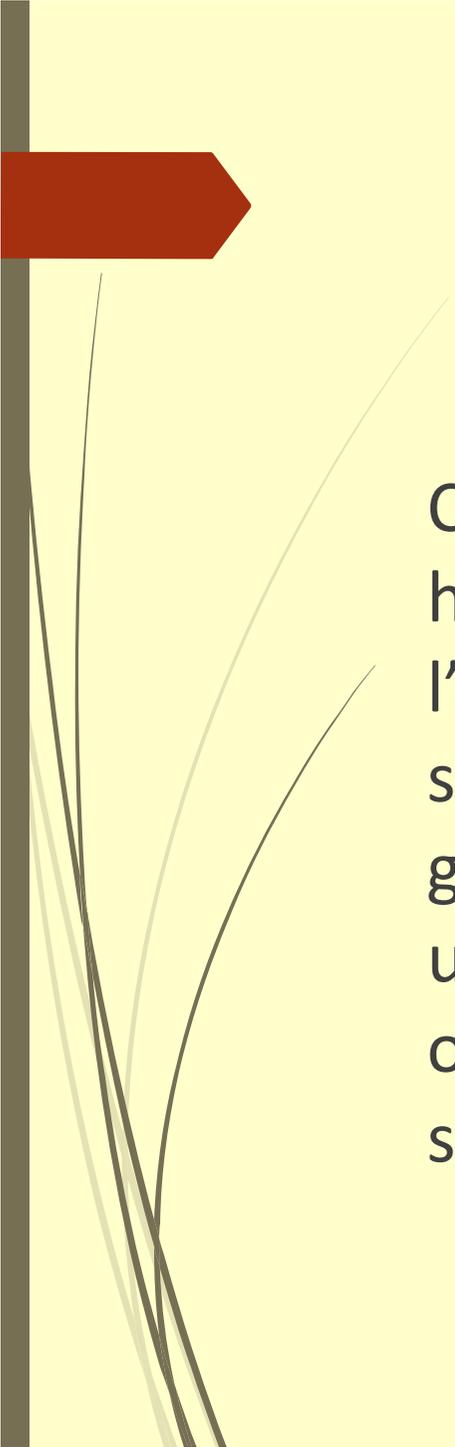
# Le floconnage

Pour l'avoine :

- Décorticage du grain
- Triage, brossage
- Traitement à la vapeur saturée 65-70 °C
- Repos pour diffusion de l'eau et ramollissement du grain
- aplatissement



Floconneur Electra



# La mouture des grains

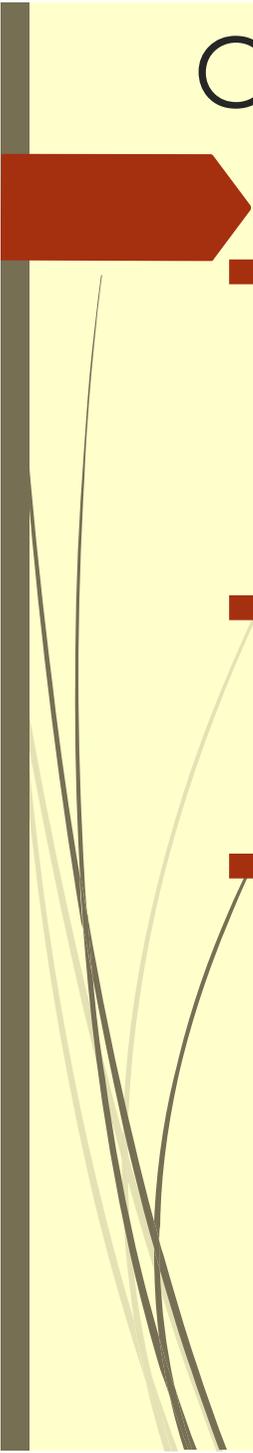
Compte tenu de leurs caractéristiques histologiques, a comme objectif final, l'obtention de fractions distinctes (farine, sons, remoulages, germe), elle fait appel en général à une succession d'opérations unitaires de réduction et de séparation pour obtenir une qualité optimale dans la séparation de ces fractions.

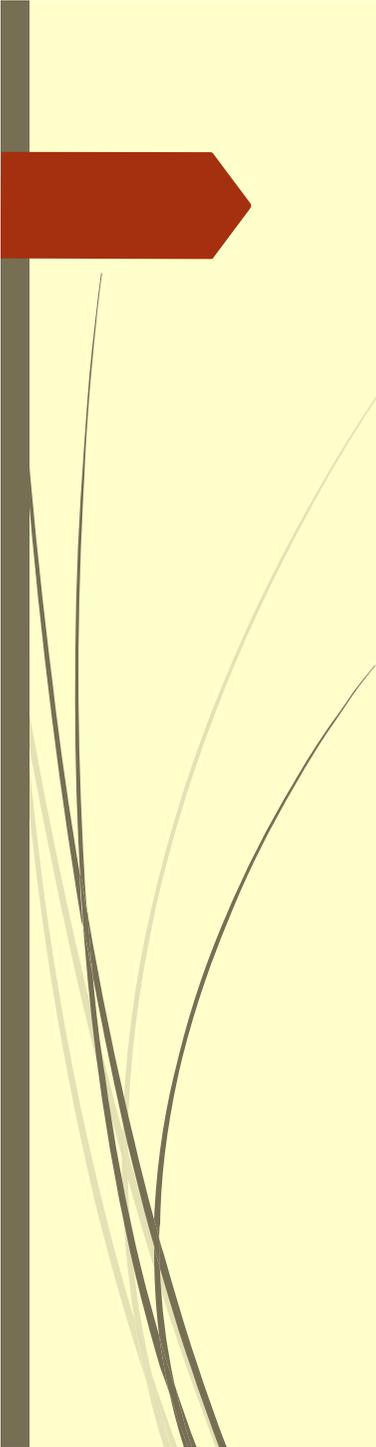
# Choix et détermination du procédé

Les questions à se poser peuvent être les suivantes :

- qu'est-ce que je cherche à faire ? Farine, semoules, grain réduit
- est-ce le grain me permet d'arriver facilement aux résultats ? par exemple, est-ce qu'un grain dur me permet de faire facilement de la farine, ou à l'inverse est-ce qu'un grain mou aura assez de résistance pour garder sa forme après un traitement de décorticage ou d'abrasion ? Est-ce que le grain possède une élasticité et une aptitude à la déformation ?
- quel niveau de réduction ou d'homogénéité je souhaite atteindre ? L'élimination partielle ou totale des enveloppes se pose

# Choix et détermination du procédé

- 
- quel type de sollicitation mécanique me permettra d'atteindre le résultat ou quels types d'associations de sollicitations dois-je privilégier dans le cas d'un travail progressif
  - est-ce que je recherche un fractionnement histologique ou une fragmentation ? Est-ce que la séparation histologique est possible ou facile (aptitude des éléments à se séparer)
  - quel niveau de force de déformation en cisaillement ou en compression dois-je atteindre ? Pour cela la réaction du produit lors de la réduction suppose d'imposer des espaces de travail suffisant (écartement) qui vont dépendre de réglage de la machine mais aussi de la section ou de la forme des grains et de leur résistance



# Références bibliographiques principales

Expériences de décortiquage mécanique des céréales (mil, sorgho, maïs) au Sénégal. LSECK. SISMAR. BP 3214, Dakar, Sénégal

FAO

CIRAD

Bassey, M.W.  
Schmidt, O.G.

IDRC-270f

Les décortiqueurs à disques abrasifs en Afrique: de la recherche à la diffusion.  
Ottawa, Ont., CRDI, 1990. x + 106 p.: ill.

*/Traitement de céréales/, /sorgho/, /millet/, /minoterie/, /Afrique/ — /qualité des aliments/, /conception technique/, /petite industrie/, /critères d'emplacement/, /choix de technologie/.*

CDU 664.78

ISBN: 0-88936-548-2