BASES DE TECHNOLOGIE DE TRANSFORMATION DU BLÉ

Philippe ROUSSEL
Florian Marteau

Triptolème

Spécificités des céréales

- Les céréales sont des aliments très précieux
- Leur consommation sans transformation est très difficile
- La valorisation se fait à la fois par une élimination totale ou partielle des enveloppes externes et par une réduction de grosseur

Triptolème

Principales familles botaniques associées aux céréales

- les graminées ou poacées : blés (tendres, durs, petits et grands épeautres), seigle, triticale, riz, orge, avoine maïs, mils (gros mils ou sorgho, petit mil ou millet) ;
- les polygonacées : sarrasin ou blé noir ;
- les chenopodiacées : quinoa (quechua)
- les amarantacées : amarante

Triptolème

Grains et graines de céréales

Leurs fruits sont secs, indéhiscents (les enveloppes du fruit ne s'ouvrent pas à maturité comme les gousses), à une seule graine (akènes), on distingue :

- les caryopses, la graine proprement dite reste enfermée et ses téguments sont adhérents ou soudés aux téguments du fruit, nommé péricarpe, l'ensemble forme le grain (cas des graminées);

- les akènes, dont la graine n'adhère pas aux téguments secs du fruit, elle reste libre à l'intérieur de ces téguments (cas des polygonacées).

En technologie, grains et graines ont souvent un sens général identique ; lorsque l'utilisation est orientée pour la semence on parle préférentiellement de graines.

Apparence des grains

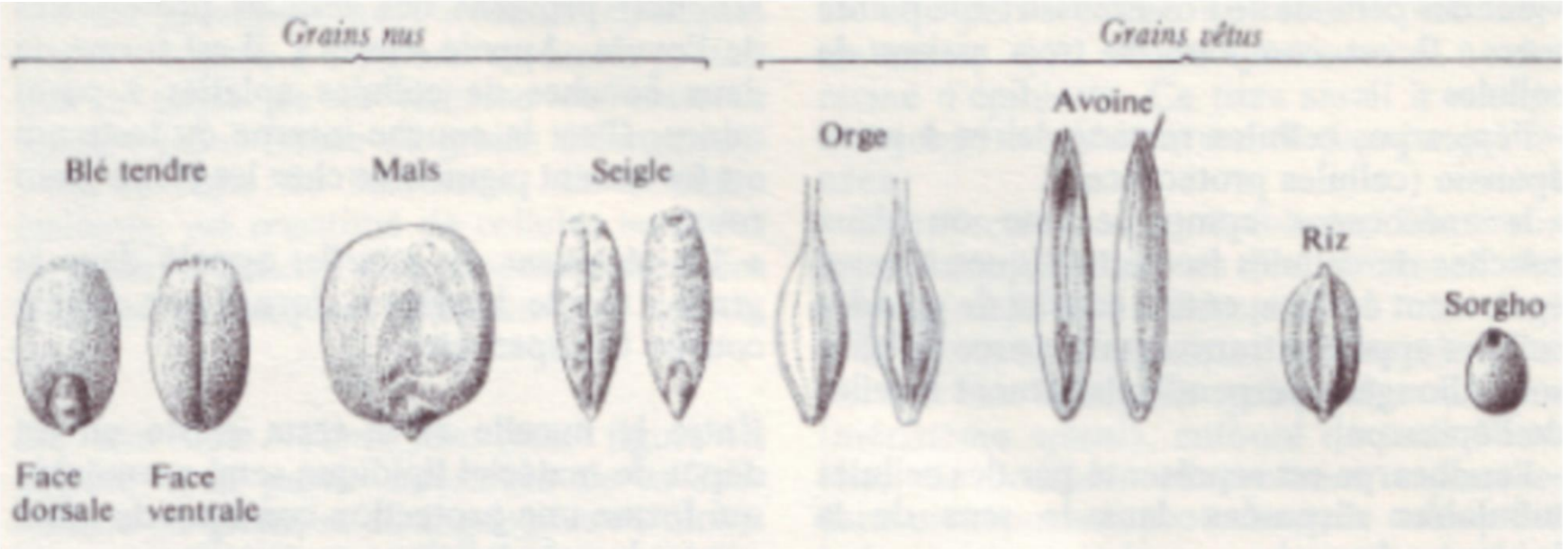
Le grain peut apparaître soit :

- vêtu ou nu ; lorsqu'il perd ses enveloppes, glumelles, par battage (blé, maïs, seigle…)
- vêtu ; lorsque ses enveloppes restent attachées ou soudées après battage (orge, avoine, riz, sorgho, épautre…).

  Les grains vêtus ont donc un poids spécifique plus faible et comme ces glumes et glumelles sont constituées de cellulose, leur valeur alimentaire rapportée au poids total du grain est moindre.

Triptolème

Caractéristiques morphologiques

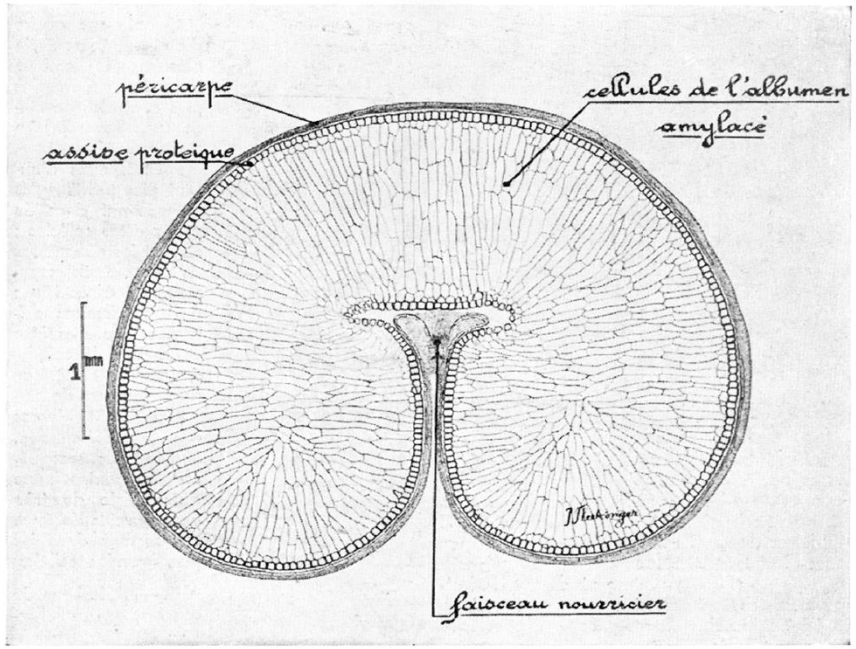


Formes	grains
Petits, ronds	Colza, sorgho
Gros, ronds	Pois
Ovoïdes	Blé, orge
Allongés	Avoine
Allongés, aplatis	Tournesol, maïs denté

↘ Dimension du grain ⇨ ↘ air intersticiel

↘ air intersticiel ↗Pression du ventilateur (à même débit d'air)
Pression colza = 5 X pression maïs

Coupe transversale : exemple le blé



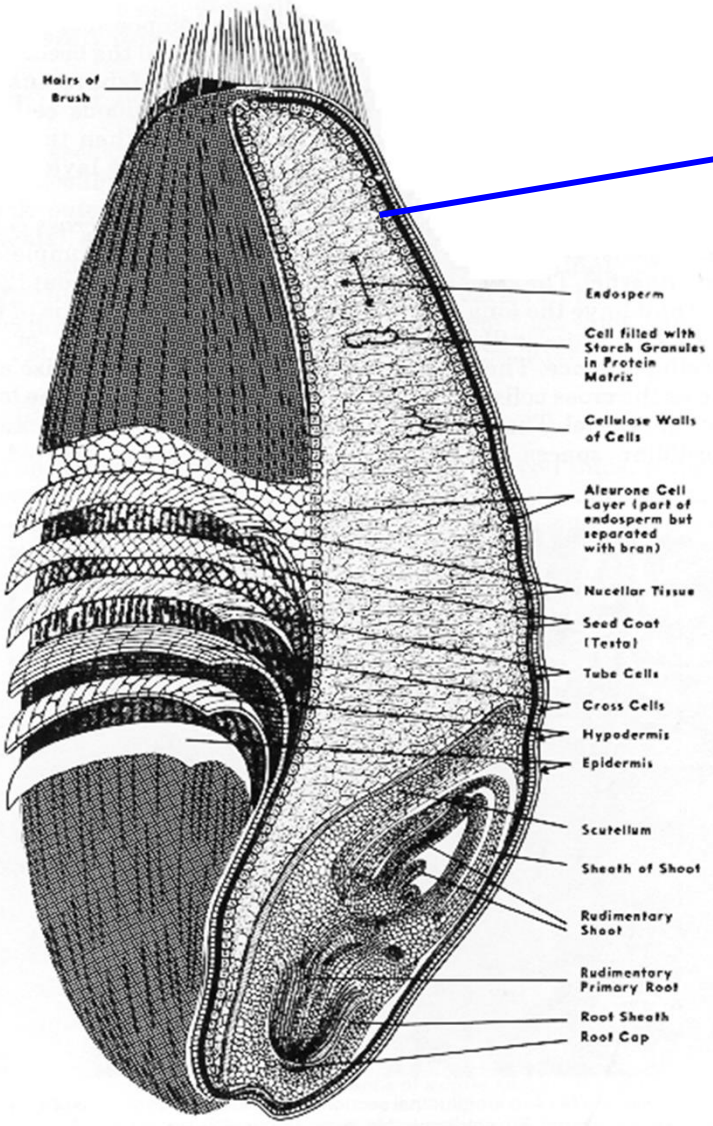
Coupe transversale du grain de blé
(Fleckinger, 1935)

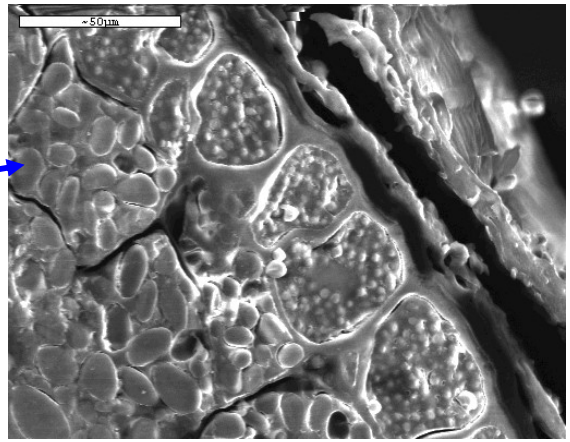
Avec un sillon rentrant, le travail de réduction par abrasion est imparfait.

Triptolème

Le blé tendre : structure histologique

Coupe longitudinale





Coupe transversale

Amande : 82 %
Enveloppes : 15 %
Germe : 3 %

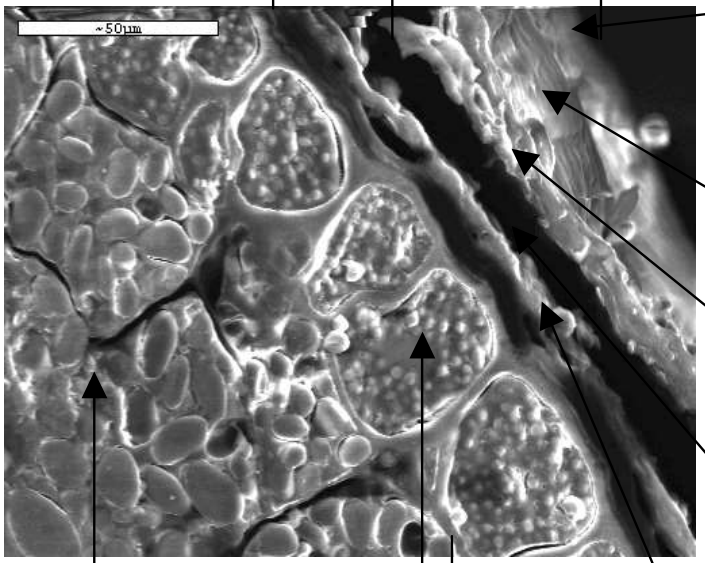
Triptolème

CARACTÉRISTIQUES HISTOLOGIQUES : LES ENVELOPPES DU BLÉ

Téguments de la graine

Albumen

Tégument du fruit (péricarpe)



Péricarpe externe

Mésocarpe
(cellules transversales)

Endocarpe
(cellules tubulaires)

Tégument séminal
(enveloppe de la graine ou testa) riche en pigments brun (couleur des enveloppes)

Albumen amylacé

Couche à aleurone ou assise protéique

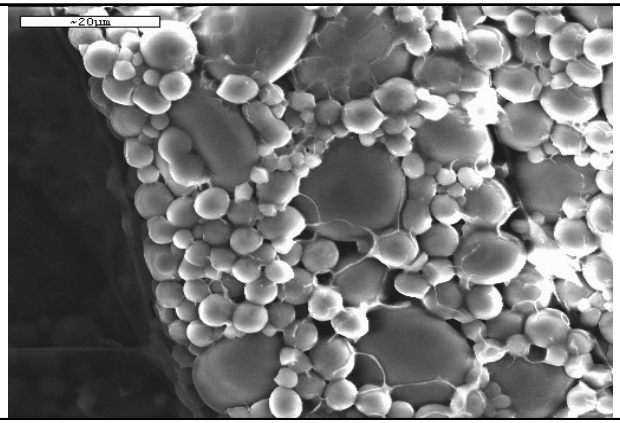
Bande hyaline ou tissus du nucelle

Amande farineuse

Enveloppes constitutives des sons de blé

Triptolème

Caractéristiques histologiques : l'albumen du blé



Amidons A et B contenus dans les cellules de l'albumen amylacé (grossissement 20 µm)

Cellules longitudinales de l'albumen amylacé (grossissement 200 µm)

Triptolème

Caractéristiques physiques : densité

poids de mille grains, poids spécifique, densité réelle

Céréale (grains normalement nourris)	Poids moyen de mille grains (g)	Poids spécifique
Quinoa	3 à 4	
Millet	4 à 6	65 à 70
Sarrasin	15	62
Avoine	25 à 30	46 à 57
Sorgho	20 à 35	60 à 68
Riz paddy	32 à 36	50 à 60
Orge 6 rangs	35 à 40	58 à 62
Orge 2 rangs	40 à 50	65 à 68
Blé	32 à 54	74 à 80
Maïs	250 à 350	70 à 76

Densité réelle :
Amidon = 1,5
Protéines = 1,3
Lipides ≤ 1
Fibres < 1

Triptolème

Facteurs influençant le Poids Spécifique

- - ↗ avec ↗ masse mille grains
- ↗ avec ↗ forme ronde du grain
- ↘ avec ↗rapport enveloppes/albumen (grains échaudés, avariés)
- ↘ avec ↗ teneur en eau du grain
- ↘ avec ↗ % impuretés

- La mesure en volume du PS est influencée par le tassement et l'écoulement du grain

Caractéristiques physiques : cohésion

vitrosité

La vitrosité est une caractéristique visuelle liée au degré de compaction du grain

Aspect vitreux ou farineux d'un grain de blé dur et tendre

Indice de dureté/friabilité

La dureté, ou état de cohésion du grain, (liaisons protéines-amidon) est mesurée par spectrométrie de réflexion dans le proche infrarouge

Un grain friable est apte à donner de la farine et supporte mal le travail intense de l'abrasion.
Un grain dur est adapté à la fabrication des semoules, les farines sont plus fluides et contiennent plus d'amidons endommagés

Triptolème

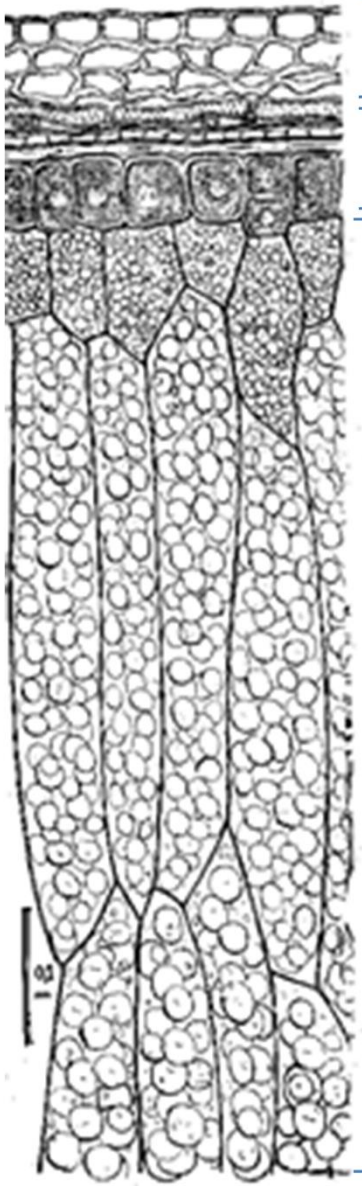
Les amidons endommagés

- Etat des granules d'amidon modifiés physiquement par les sollicitations mécaniques imposées aux produits au cours de la mouture du blé.

- L'endommagement se traduit par des phénomènes d'aplatissement léger, de coupures, de fissures qui les rend plus accessibles à la pénétration de l'eau et aux enzymes. Ces sollicitations sont principalement les effets de cisaillement engendrés par les broyeurs (cylindres cannelés) et les effets de compression des convertisseurs (cylindres lisses) d'une ligne de mouture de céréales, sur cylindres mais aussi sur meules de pierre.

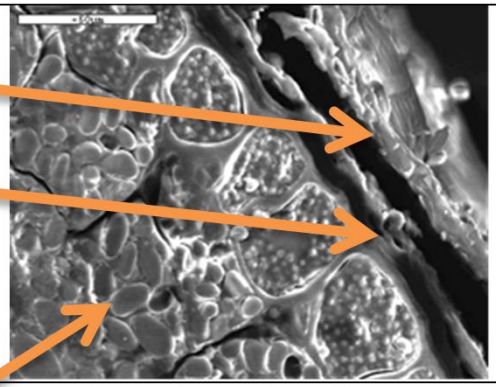
Triptolème

Structure de l'albumen du grain



- enveloppes du fruit

-enveloppes de la graine

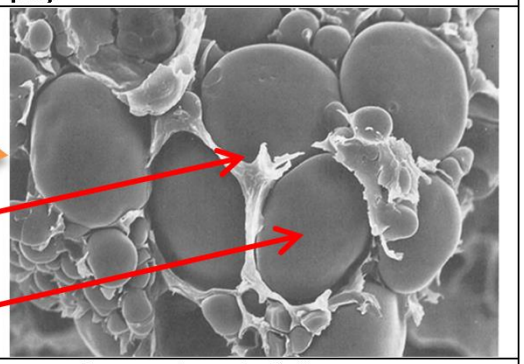


Vue microscopique de la partie périphérique du grain de blé (barre = 50 µm)

- albumen amylacé

- protéines

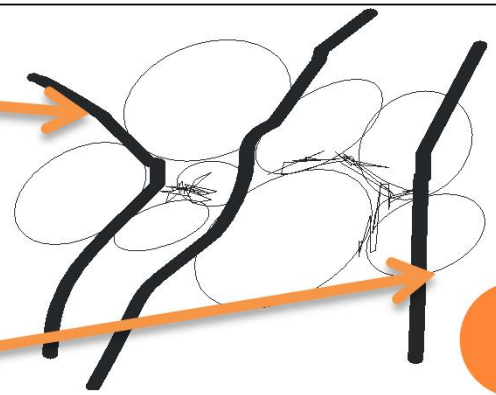
- grains d'amidon



Vue microscopique de l'albumen

- Déstructuration plus facile entre les grains d'amidon lorsque l'albumen est peu résistant :.

- Déstructuration plus difficile lorsque l'albumen est résistant et zones de fractures possibles dans le grain d'amidon (amidons endommagés),



Qualité technologique de 1ère transformation du blé tendre

La valeur meunière intrinsèque :

Rendement maximum en farine, dans le respect d'objectifs qualitatifs et des contraintes réglementaires (types de farine) et de coût de production, à partir d'un lot de blé nettoyé et humidifié, pour une préparation choisie et un réglage de moulin défini.

La valeur meunière extrinsèque intègre les impuretés du lot de blé avant nettoyage et l'humidification

Triptolème

Usages et contraintes réglementaires

Pour être commercialisé un blé doit être « sain loyal et marchand » :

-il a une couleur propre à cette céréale ;

-il est exempt de flair, de prédateurs vivants (y compris les acariens) ;

-il correspond aux critères de qualité minimale fixés chaque année pour la mise à l'intervention des lots de blé (poids spécifique, humidité, temps de chute de Hagberg, impuretés…) ;

Certains critères spécifiques dans les contrats peuvent apparaître (blés meunerie, exportation…)

Triptolème

Qualité sanitaire des farines : la flore microbienne

	Valeurs indicatives (guide de bonnes pratiques hygiéniques en meunerie)
germes aérobies mésophiles totaux	< 500 000 /g
coliformes totaux	< 5000 /g
coliformes thermolotérants	< 50 /g
levures et moisissures	< 5000 /g

Pour les blés les valeurs sont 5 à 10 fois supérieures

Triptolème

Qualité sanitaire des blés et farines : les mycotoxines

	Valeurs de référence ou indicatives
Aflatoxine B1	< 2µg/kg pour les produits transformés destinés à l'alimentation humaine (règlement CE du 19/12/2006)
Aflatoxines B1 + B2 + G1 + G2	< 4 µg/kg (règlement CE du 08/03/2001)
Ochratoxine A (OTA)	< 5 µg/kg pour les céréales et < 3µg/kg pour les produits transformés destinés à l'alimentation humaine (règlement CE 472/2002 du 12/03/02)
Désoxynivalénol (DON)	< 1250 µg/kg pour les céréales < 750 µg/kg pour les céréales transformées en consommation directe < 500 µg/kg pour les produits transformés destinés à l'alimentation humaine, dont pains, pâtisserie…..

Risques majeurs réels avec les aflatoxines et les ochratoxines produits par des champignons de type *Aspergillus* et *Penecillium* au cours du stockage en milieu très humide (rarement le cas avec le blé en France)

Triptolème

ésence du DON réelle avec les blés fusariés mais toxicité faible

Qualité sanitaire des blés : les métaux lourds

	Valeurs de référence (règlement européen 1881/2006 du 19/12/2006)
Plomb (Pb)	< 0,2 mg/kg
Cadmium (Cd)	< 0,2 mg/kg
Mercure	0,03 mg/kg (avis du CSHPF du ../12/93)

Triptolème

Qualité sanitaire des blés et farines : les pesticides

Valeurs de référence (arrêté du 10/02/1989 modifié)	
< 2 mg/kg sur farine complète < 1 mg/kg sur farine blanche	Ppyrimiphos méthyl
< 2 mg/kg sur farine	Malathion
< 2 mg/kg sur blé et non sur farine	Dichlorvos
< 0,5 mg/kg sur farine blanche	Chlorpyriphos méthyl
< 0,2 mg/kg sur farine blanche	Deltaméthrine
< 2 mg/kg sur farine blanche	Glyphosate

Triptolème

Standards qualité européens de mise à l'intervention des blés

RÈGLEMENT (CE) N° 824/2000 DE LA COMMISSION DU 19 AVRIL 2000

	Froment tendre
A. Teneur maximale en eau	14,5%
B. Pourcentage maximal d'éléments qui ne sont pas des céréales de base de qualité irréprochable dont au maximum	12%
1. Grains brisés	5%
2. Impuretés constituées par des grains (autres que celles visées au point 3)	7%
3. Grains mouchetés et/ou fusariés	
4. Grains germés	4%
5. Impuretés diverses	3%
E. Poids spécifique minimal (kg/hl)	73
F. Taux minimal de protéines (1) :	10,5%
G. Temps minimal de chutes en secondes (Hagberg)	220
H. Indice minimal de Zélény (ml)	22

(1) : En % de matière sèche

Grains brisés

Grains cassés ou brisés : Incidence direct du battage ou des transports mécaniques quand le grain est sec. On observe une diminution des rendements, car ces grains sont éliminés au cours du nettoyage précédant la mouture. Mais l'incidence la plus importante est l'exposition directe aux phénomènes d'oxydation, posant des problèmes de stockage et rendant les grains plus accessibles aux attaques des insectes et des moisissures.

Impuretés constituées par des grains

- Grains échaudés
- Autres céréales
- Grains attaqués par les prédateurs
- Grains chauffés par séchage
- Grains présentant une coloration du germe
- Grains boutés
- Grains mouchetés
- Grains fusariés

Grains colorés (mouchetés et/ou fusariés

- **Grains fusariés :** grains contaminés par un champignon de type fusarium. Provoquant des dommages comme l'échaudage et une surface blanchâtre ou rose. Les fusariums sont capables (s'ils sont dans de bonnes conditions) de synthétiser des toxines dangereuses pour la santé humaine ou animale (déoxynivalénol, zéaralénone, fumonisines, …)
- **Grains mouchetés :** taches brunes dans le sillon et sur le germe causées par des champignons. Le grains boutés sont des grains présentant des colorations brunes au niveau de la brosse du blé souvent liées à une contamination par des spores de carie

Grains germés

- Grains ayant subi des conditions de température et d'humidité favorables au démarrage de l'activité enzymatique (mesurée par le temps de chute de Hagberg) propre à la germination.

- Grains que l'on reconnaît par le gonflement du germe, l'éclatement de l'enveloppe au niveau de l'embryon, l'apparition puis le développement de la radicule et de la plumule.

Impuretés diverses

a) graines étrangères

- nuisibles ou toxiques pour l'homme ou les animaux ou qui modifient les caractères organoleptiques des produits issus du grain. Ces grains sont l'Ail, le Céphalaire de Syrie, le Fenugrec, l'Ivraie, le Mélampyre, le Mélilot, la Nielle

- autres adventices non toxiques, Vesce cultivée, Gaillet, Sainfoin, Ravenelle, Liseron, Rapistre… (site infloweb)

b) grains avariés :

- grains détérioré par un échauffement spontané et par un séchage trop brutal

- autres

c) impuretés proprement dites

d) balles

e) ergot

C'est un sclérote qui contient des alcaloïdes qui peuvent entraîner des hallucinations. L'ergot est une masse oblongue noire avec une amande blanche-grisâtre.

f) grains cariés

g) insectes morts et fragments d'insectes

Infloweb

Connaître et gérer la flore adventice

Sélectionnez une adventice

Nom commun — Choisir — OK

ou

Nom latin — *Choisir* — OK

ou

Code EPPO (code Bayer) — Choisir — OK

Infloweb s'intéresse aux principales mauvaises herbes rencontrées dans les grandes cultures françaises. Le site fournit des connaissances de base indispensables pour aider au raisonnement des stratégies de désherbage compatibles avec les objectifs de la profession agricole.

Terres Inovia l'agronomie en mouvement — ACTA — AGRO SUP DIJON — ARVALIS Institut du végétal — FNAMS — INRAE SCIENCE & IMPACT — ITAB Institut Technique de l'Agriculture Biologique — ITB Institut Technique de la Betterave

Liberté • Égalité • Fraternité RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

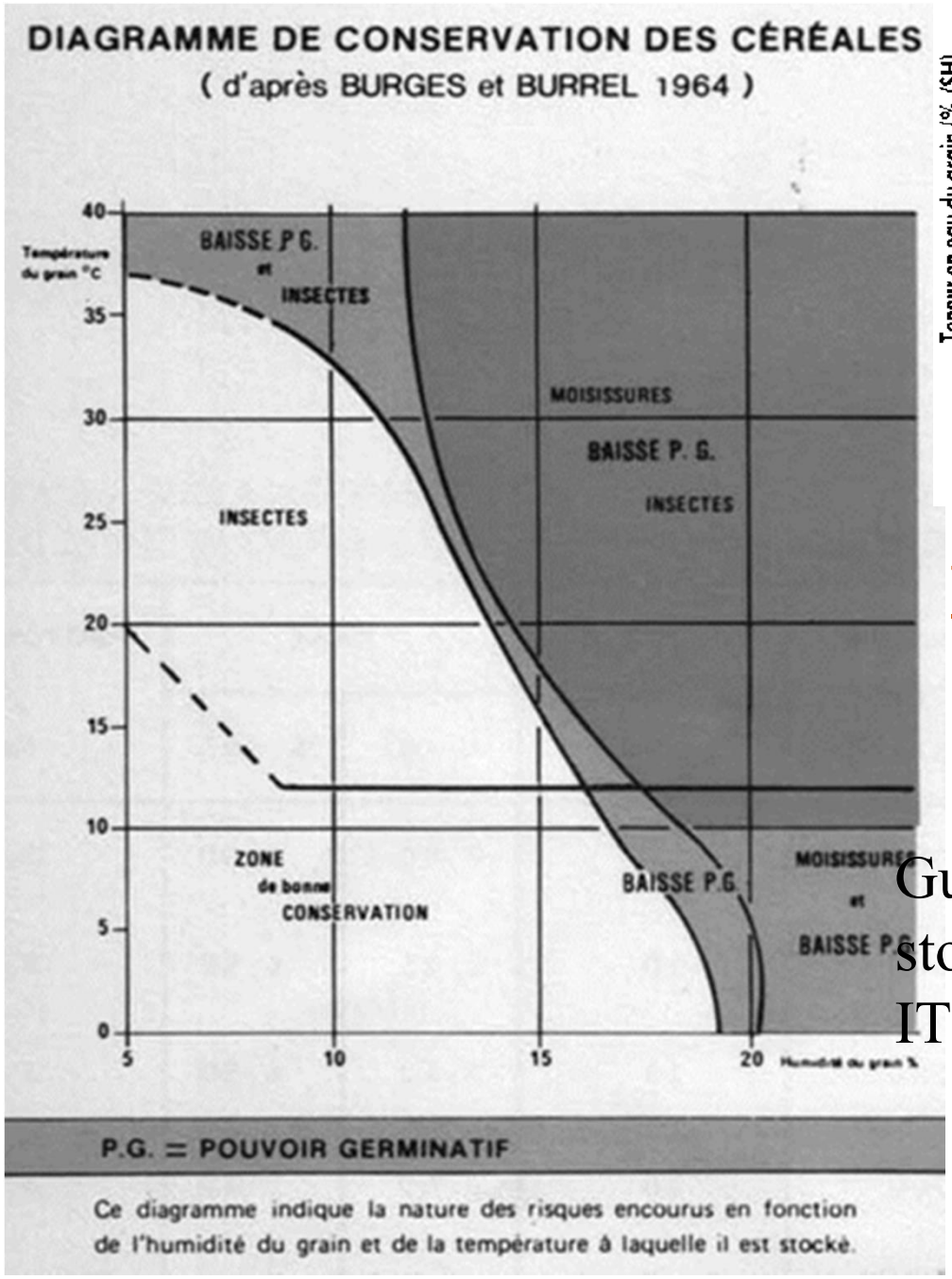
Avec l'aide financière du compte d'affectation spéciale "Développement agricole et rural" du ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt.

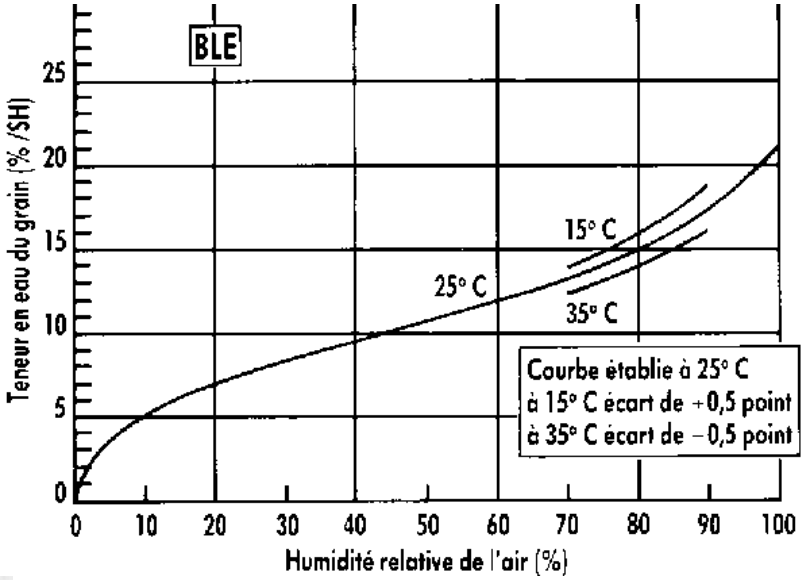
RMT Florad

En lien avec les actions du RMT Florad - Gestion de la flore adventice.

Conservation des grains : les altérations

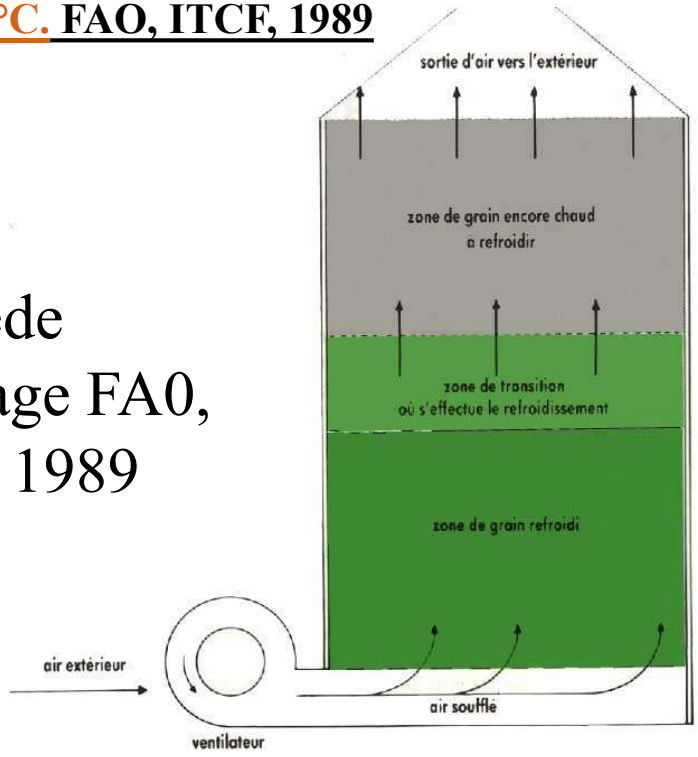
- **biologique**: rongeurs, (rats, souris…), oiseaux (moineaux, tourterelles, étourneaux…), insectes rampants (charançons, sylvains…) ou volants (teignes, alucites…).
- **chimique ou biochimique**: dégradation de la structure de l'amidon et des protéines, effets de coloration sur le grain, si températures trop élevées (échauffement naturel ou températures trop fortes lors du séchage
- **enzymatique**: dans les grains ou secrétées par la microflore, elles favorisent l'hydrolyse de certains constituants (amidon, protéines) et le rancissement des lipides.
- **mécanique** : grains cassés lors des manutention.
- **microbiologique**: les moisissures peuvent faire baisser la faculté germinative et secréter des substances toxiques (mycotoxines).





Courbe d'équilibre hygroscopique air-blé a 25 °C. **FAO, ITCF, 1989**

Guidede stockage FA0, ITCF, 1989



Conservation des grains : facteurs d'altérations

- **Temps**: facteur prépondérant puisqu'il conditionne la durée des dégradations.
- **Teneur en eau du grain**: elle conditionne l'intensité des dégradations surtout si le grain est très humide. Lorsque l'humidité du grain est portée au niveau du « seuil de stabilisation » (il n'y a plus ni eau libre ni eau faiblement adsorbée) l'activité respiratoire est très faible, et le produit se comporte presque comme une matière inerte. Par contre aux normes commerciales (1 à 3 points au-dessus du seuil de stabilisation) il y a des risques de mauvaise conservation, il faudra donc surveiller le grain.
- **Humidité relative :** Les moisissures ne peuvent se développer qu'avec une humidité relative de l'air interstitiel supérieure à 65-70 %. Pour être en dessous de ce seuil avec du grain aux normes d'humidité, il faut le refroidir en dessous de 10°C.
- **la température du grain**: une augmentation de 5°C. double l'intensité respiratoire. On a donc intérêt à abaisser la température de stockage par la ventilation. Les insectes ne se reproduisent plus au-dessous de 12°C. et ils sont tués si le grain peut être maintenu durant 2 mois 1/2 en dessous de 5°C.

- Quantité d'air environ15 m^3 air/h/m^3 grain
- (cas du blé).
- Le refroidissement est efficace pour des différences de température ≥ 7°C entre l'air extérieur et le grain
- Il faut environ 1000m3 d'air par m3 de grain pour amener la t°C du grain à la même température que l'extérieur
- La ventilation provoque une légère évaporation fonction de l'humidité relative de l'air si l'HR est > 75 %, sous refroidissement et si HR < 75 % sur refroidissement
- Léger échauffement fonction de la pression d'air

Le nettoyage

Les lots de blé reçus au moulin contiennent des graines étrangères, des grains anormaux, des déchets inertes (pierres, pailles…) dans une limite tolérable par la législation mais ils doivent être nettoyés pour produire de la farine destinée à l'alimentation humaine

Triptolème

Le nettoyage des lots de blé

Par séparation des grains et corps étrangers non adhérents au grain

Différences de forme (ronde, longue…), de densité, de poids, de volume, d'aspect ou de forme (rugueux ou lisse, uniforme ou diforme, barbu…), de couleur

Quelques caractéristiques dimensionnelles de grains dans un lot de céréales

Espèces	Longueur		Section				PMG
			Largeur		épaisseur		
	Mini	Maxi	Mini	Maxi	Mini	Maxi	
Blé	5	8	2	4,5	2	3,5	40-55
Maïs							250-350
Orge	8	12	2,7	5	1,8	4,5	35-45
Avoine	10	17	2,8	3,5	1,5	2,8	35-37
Sarrasin	4	8	3	5			15-25
Colza	1,7	2,8	1,6	2,7	1,2	2,5	3,5-7
Gaillet	2,3	4,2	2	4	1,6	3	≈3-4

Infos sur les graines indésirables site infloweb

Triptolème

La séparation des corps étrangers

	Principes de séparation	Appareils
Densité	Vibration, par air, centrifugation	Cyclone, Toboggan, épierreur
Volume	Grille (ouverture ronde)	Nettoyeur-séparateur
Section (Largeur , épaisseur)	Grille (ouverture rectangulaire)	Nettoyeur-séparateur
Longueur	Stabilité dans des alvéoles	Trieur alvéolaire
couleur	colorimétrie	Trieur optique
Forme-aspect	Analyse d'image	Photographique
Magnétisme	Magnétique	Aimants

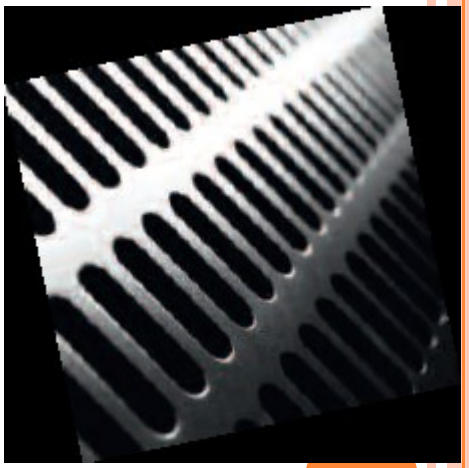
Triptolème

La mise en mouvement des systèmes de séparation

- Circulaire
- Va et vient (oscillation)
- Rotatif
- Vibration
- Flux d'air

Les grilles

- Oblongs (positionnement en parallèle, position en damier, alternance de zones carrées avec un positionnement horizontal et perpendiculaire
- Rondes
- Rondes fraisées



Doc RMIG

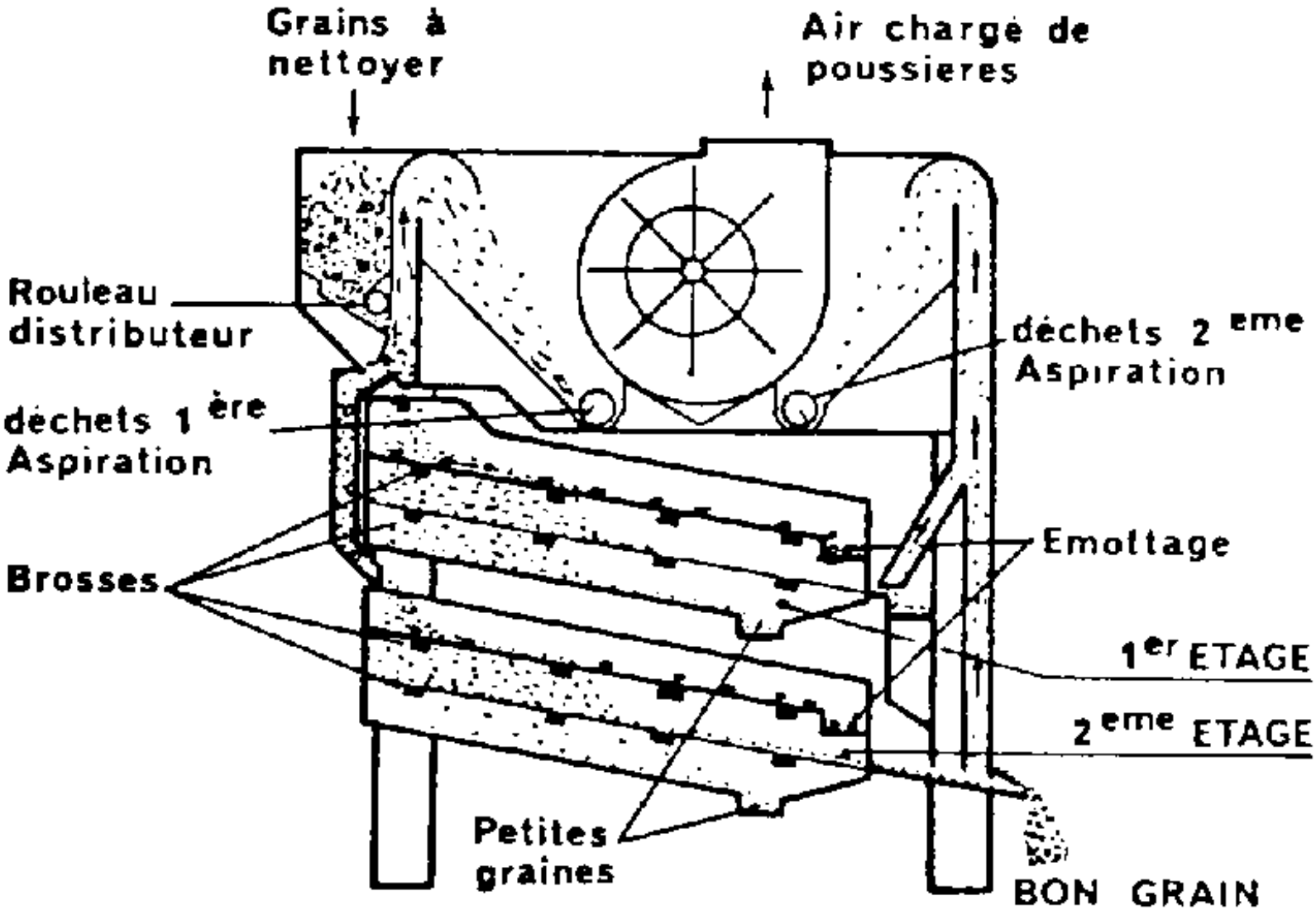
Efficacité du nettoyage

- Rapport quantité de grain/ surface de travail
- Vitesse du flux
- Epaisseur du flux
- Création de turbulence dans le flux (barettes sur la grille pour limiter l'accélération du flux…)

NETTOYEUR CYLINDRIQUE

Doc bio en Grand Est 2017

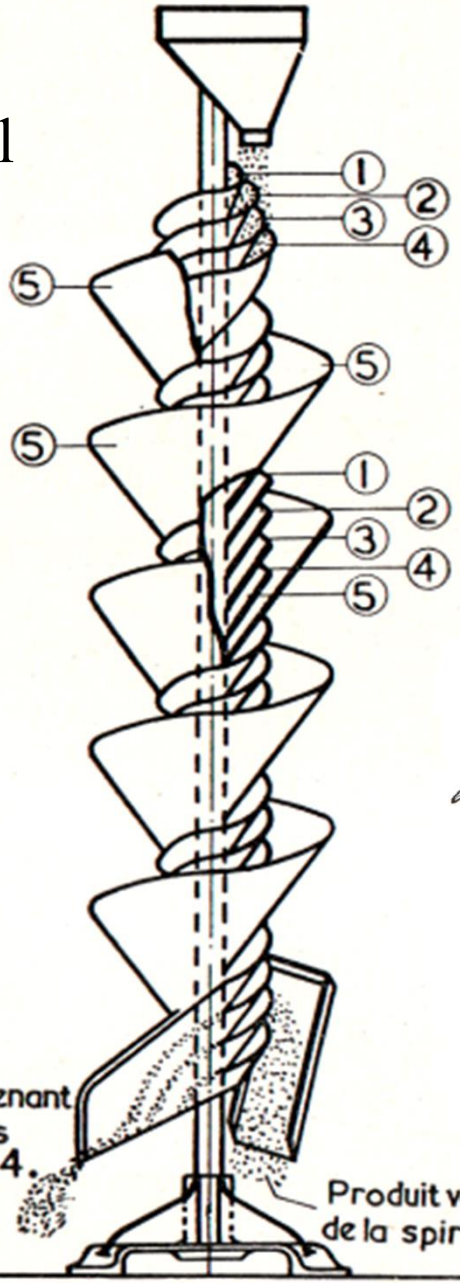
Le nettoyeur-séparateur plan incliné



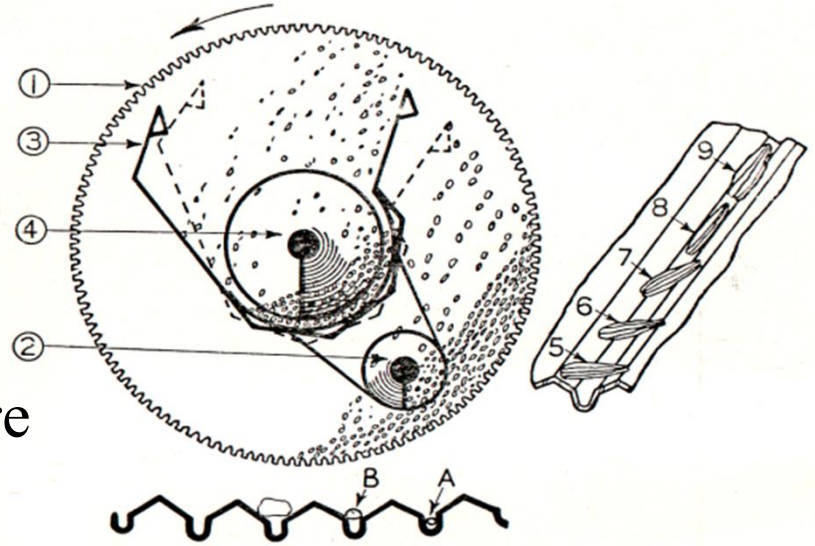
Doc Denis

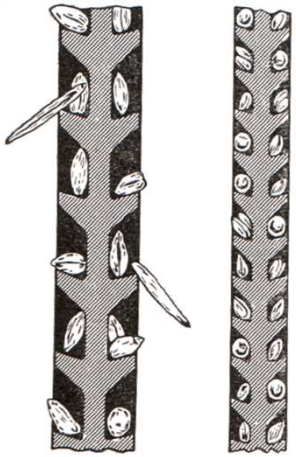
Les trieurs

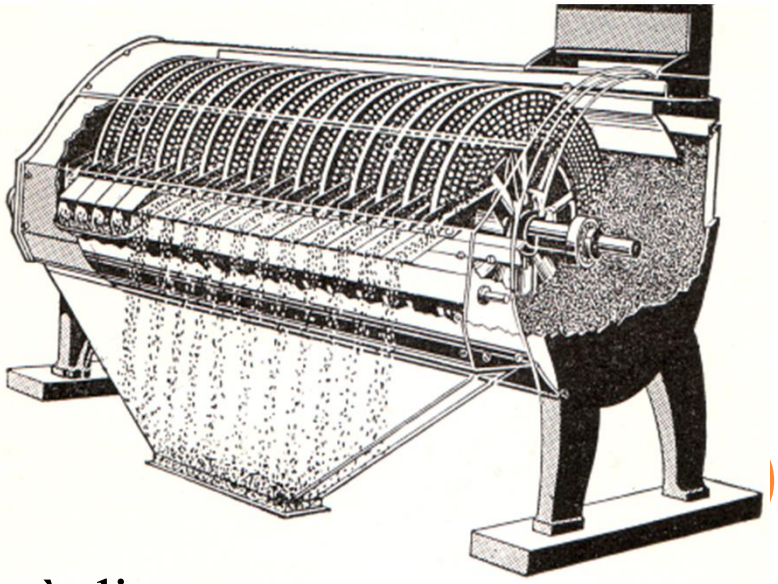
Trieur hélicoïdal



Trieur alvéolaire







Trieur à disques

Le nettoyage des grains

Par élimination des éléments adhérents au grain

- Par solubilisation ou dispersion en voie humide (laveuse, histoire)
- Par friction en voie sèche (brosse, épointeuse)

Le conditionnement

Etape de préparation du blé à la mouture :

Des opérations de mouillage et de repos sont nécessaire pour faciliter la séparation des enveloppes et de l'amande.

En étant plus élastiques les enveloppes se friabilisent moins ce qui limitent les brisures d'enveloppes dans les farines.

. Le blé humidifié contient 16 à 17 % d'eau

pour la mouture sur cylindres, 14 à 15 %

pour la mouture sur meules

Triptolème

La mouture

Elle se résume à une ou plusieurs opérations de réductions et séparations du blé et de ses fractions

Triptolème

Critères qualitatifs du blé et des fractions de mouture

Caractérisation du blé

- ***Facilité de séparation enveloppes/amande***
- ***Indice de dureté, résistance à l'écrasement***
- ***Friabilité, cohésion des constituants,***

Caractérisations des fractions de mouture (farines de passage)

- ***Taux de cendres***
- ***Amidons endommagés***
- ***Granulométrie***
- ***Caractéristiques technologiques…***

Triptolème

La mouture à la grosse

- Le grain est moulu en un seul passage avec un réglage serré de la meule.
- Le blutage se faisant à l'extérieur du moulin ou au moulin avec un seul tamis

La mouture économique

- Méthode de mouture après la révolution française avec une meule moins serrée qui conduit à séparer la farine les sons et des gruaux ou semoules.
- Les gruaux sont repassés 1 ou plusieurs fois sur d'autres meules pour être réduits.
- Cette reprise conduit à mécaniser le transport des gruaux.
- On est au début d'une mouture progressive qui passe d'une approche fragmentation à fractionnement

Bluterie

Triptolème

La mouture américaine

Elle se caractérise (à partir des années 1830) par :

-une introduction du nettoyage des grains au moulin

- une rationalisation et une automatisation (transmission par poulies et courroies) du transport des produits dans le moulin (introduction de la vis d'Archimède et de l'élévateur)

- Une utilisation de meules plus dures, plus abrasives mais la mouture reste classiques

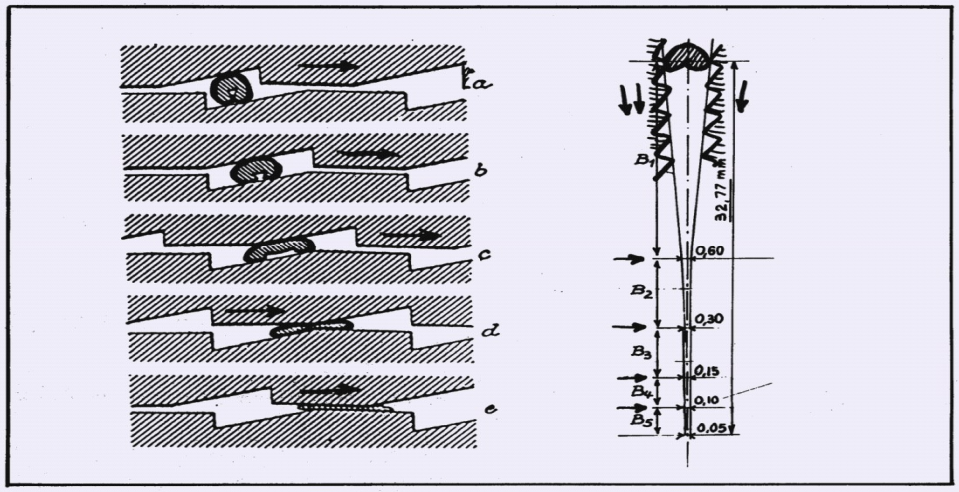
La mouture progressive

De la mouture économique à l'arrivée des cylindres, la mouture devient progressive et séquentielle.

Les opérations de broyage et de convertissage se précisent.

Le tamisage avec l'arrivée du plansichter permet une meilleure classification des produits

meule cylindres

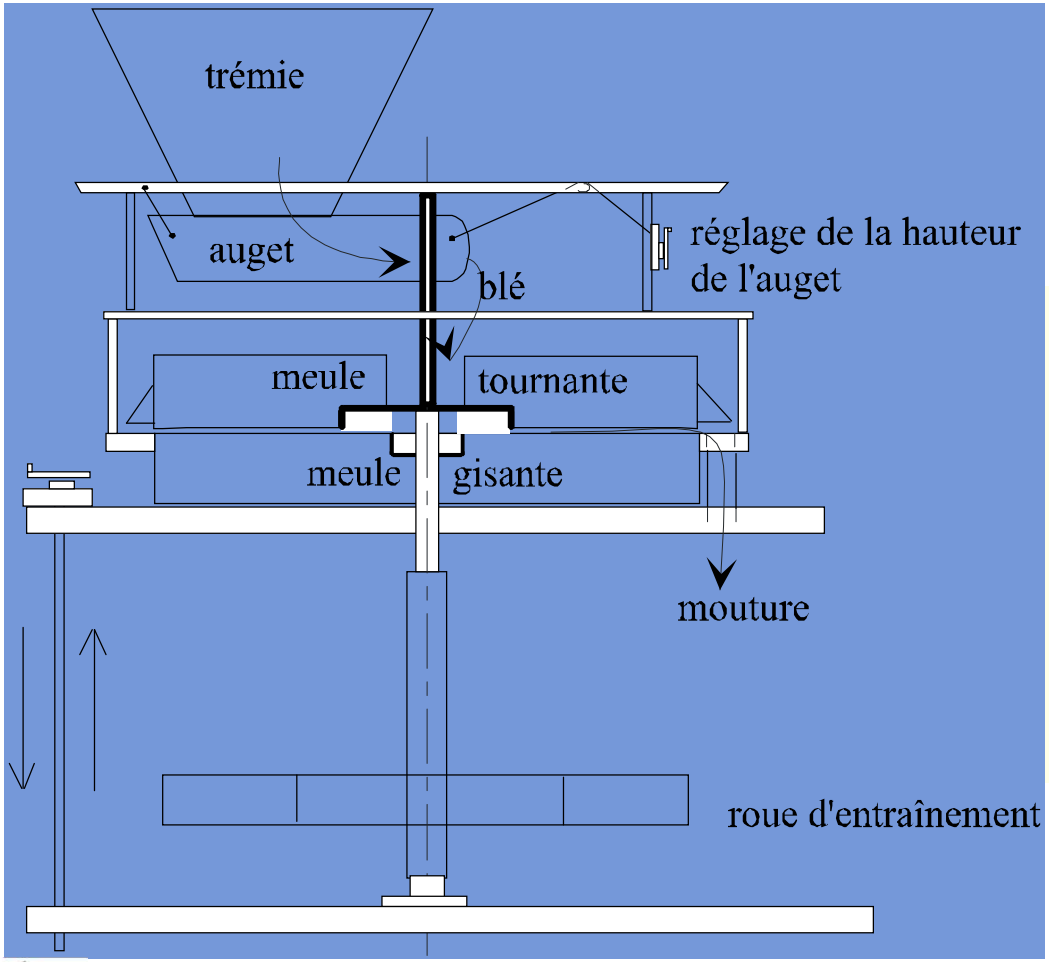


Progressivité en 1 seul passage

Progressivité en plusieurs passages

Triptolème

LA MOUTURE PAR FRAGMENTATION SUR MEULE



Le grain arrive au centre de la meule tournante pour être écrasé progressivement jusqu'à la périphérie en continu (travail d'écrasement).

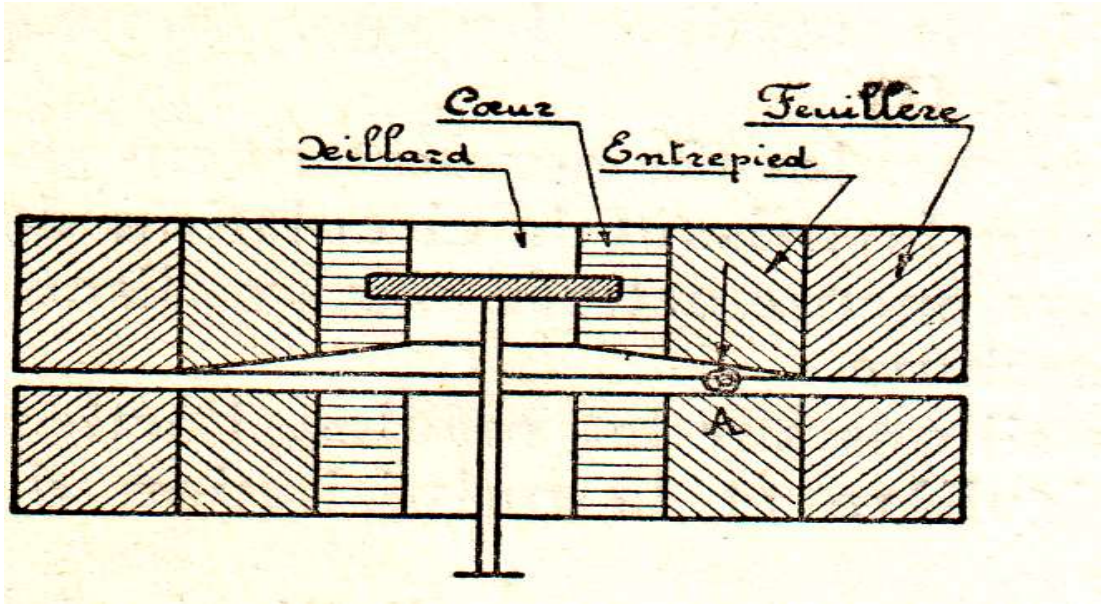
Triptolème

Les meules

Monolithique ou
à carreaux

Rayonnées
ou piquées

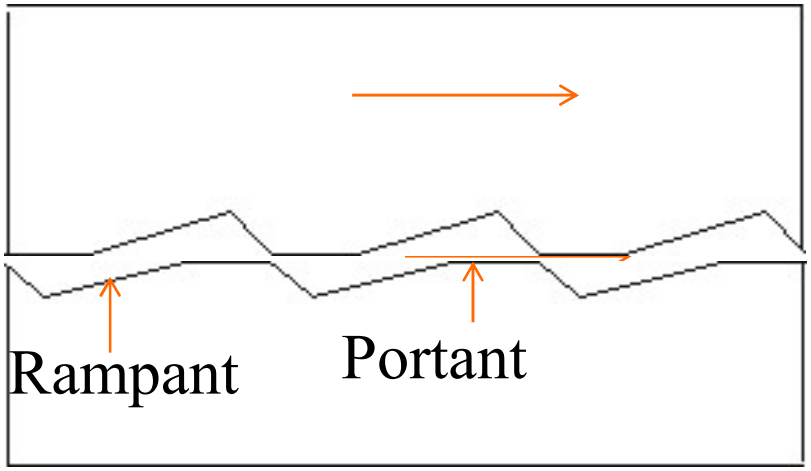
Flottantes ou
contraintes



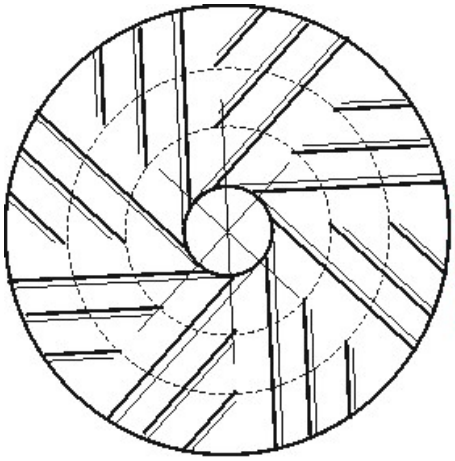
La meule Astrié
(sous contrainte)

Triptolème

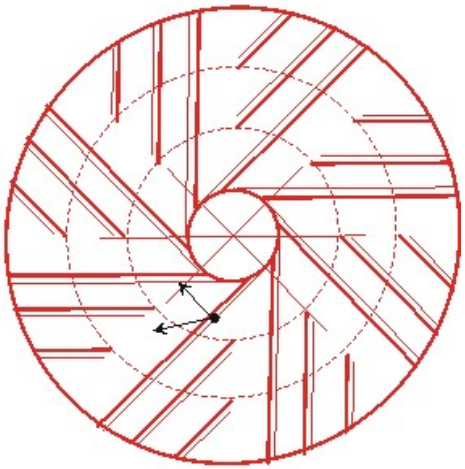
Les meules rayonnées



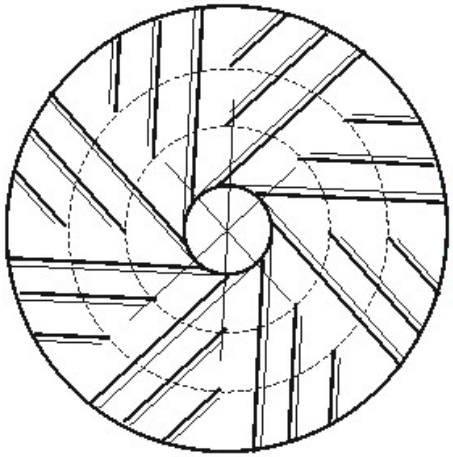
Ravonnage de la meule Astrié



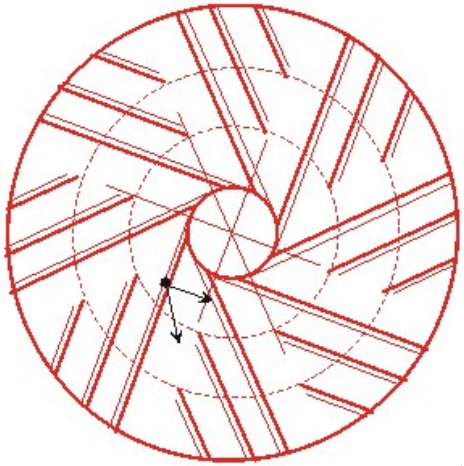
Meule gisante en position de travail (rayonnage à gauche)



Meule tournante en position ouverte



Meule gisante en position de travail



Meule tournante en position de travail rotation de gauche à droite

La mouture du blé tendre sur cylindres

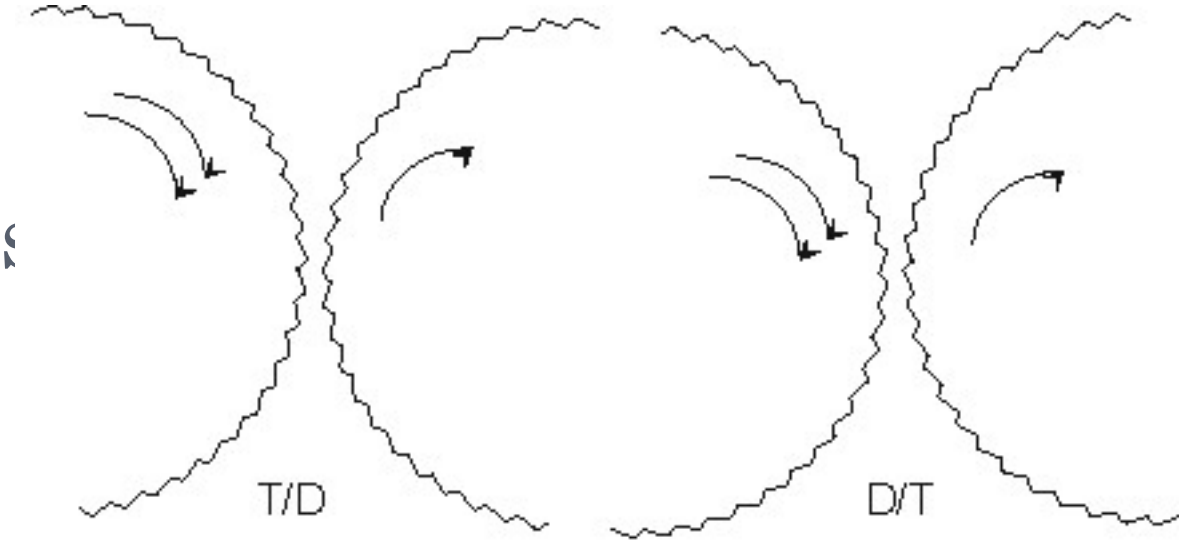
Objectif : Séparer au mieux l'amande farineuse du son et du germe

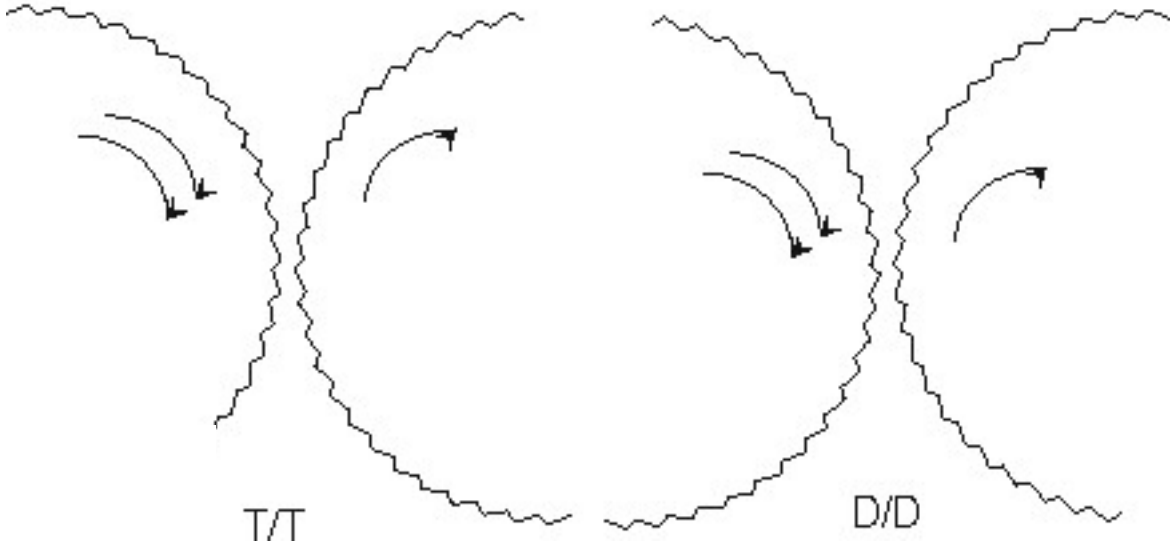
Elle se résume à des opérations de réductions et séparations du blé et de ses fractions

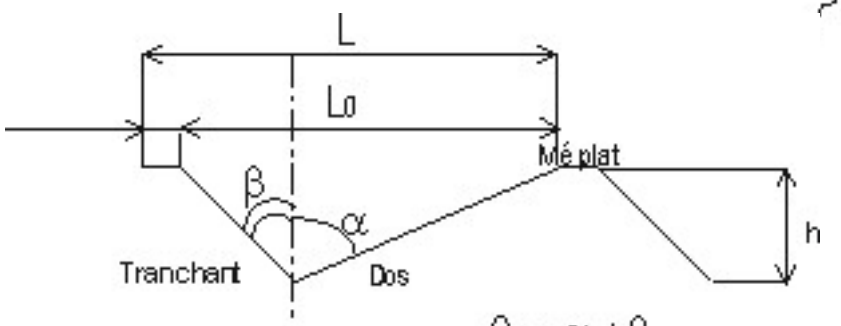
- Réduction progressive de l'albumen en fines particules
- A chaque étape, on obtient une farine de passage, par exemple B1, B2, C1, Cl2…
- Les farines de passage diffèrent par leur composition chimique *(taux de protéines, teneur en fibres, 'taux' de cendres….)*
- La farine entière est un mélange de toutes les farines de passage

Triptolème

Les cylindres cannelés

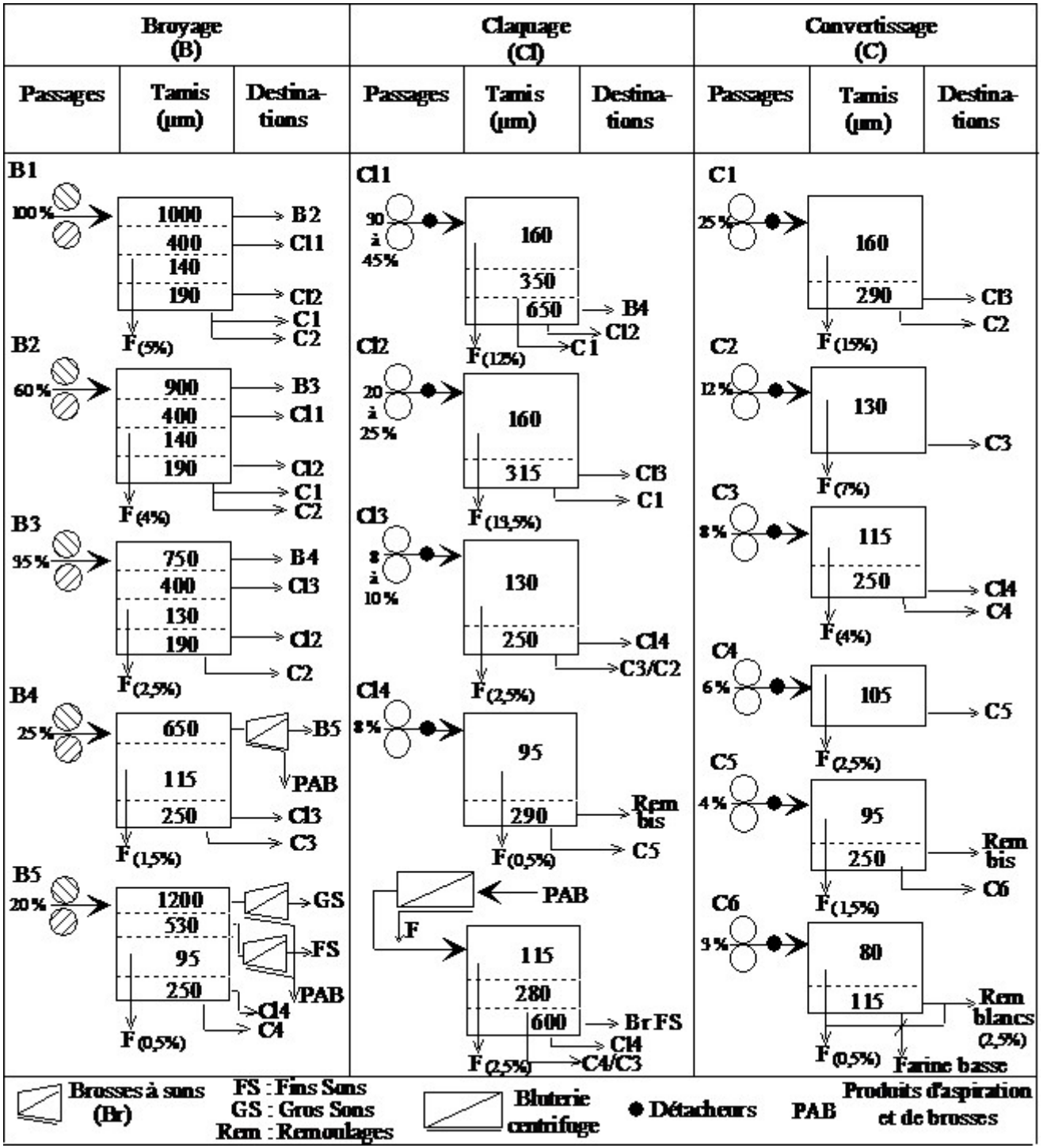






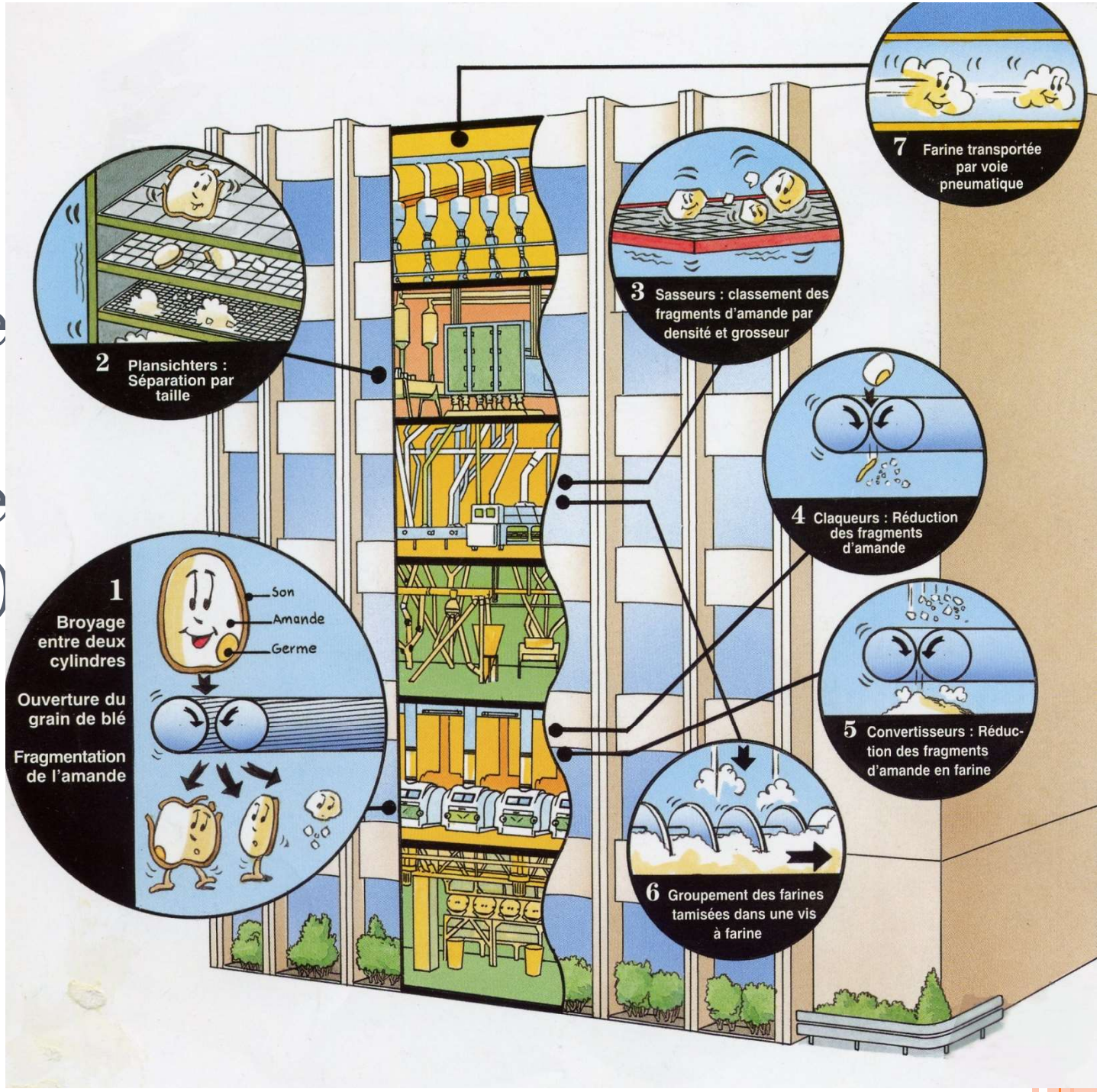
$\theta = \alpha + \beta$

Diagramme de mouture



Triptolème

Structure d'une minoterie (mouture)



Triptolème

La mouture par fractionnement sur appareils à cylindres

Elle représente environ 99 % des procédés de meunerie

L'objectif est de séparer progressivement des enveloppes (sons après mouture complète), les fractions internes du blé, et de les traiter séparément par des opérations de purification et de réduction pour obtenir de la farine et des fractions réduites de fibres et d'enveloppes (remoulages blancs et bis)

Triptolème

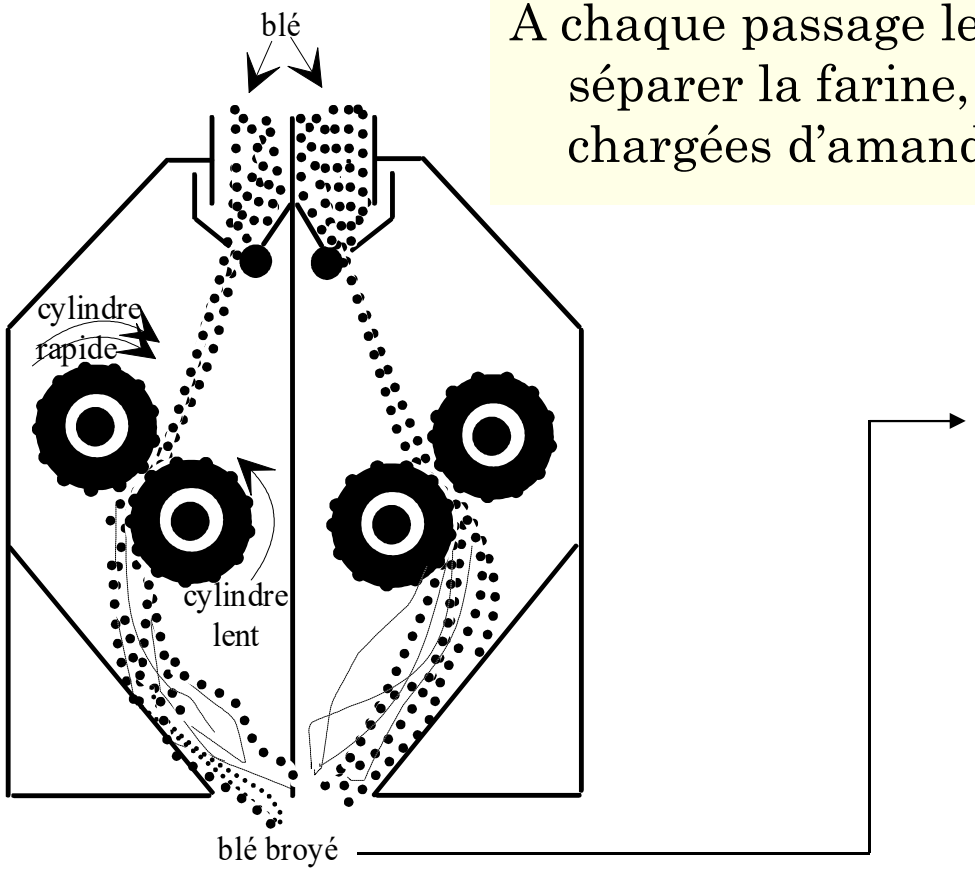
Opérations de mouture : le broyage

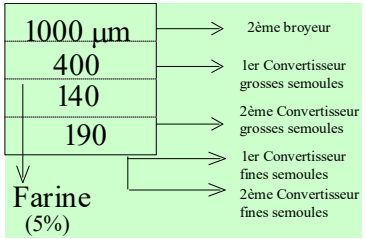
Les broyeurs assurent la séparation progressive de l'amande et de l'enveloppe par un travail de cisaillement (rapport de vitesses 1/2,5) entre des cylindres cannelés

Leur travail s'effectue en 4 ou 5 passages successifs

A chaque passage les tamisages permettent de séparer la farine, les semoules et les enveloppes chargées d'amande

1er broyeur





Tamisage

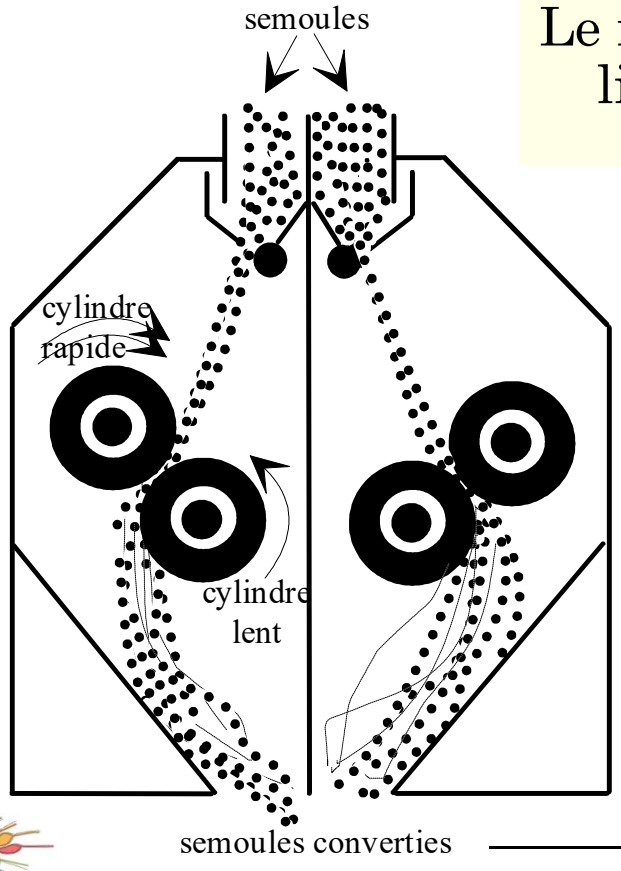
Opérations de mouture : convertissage

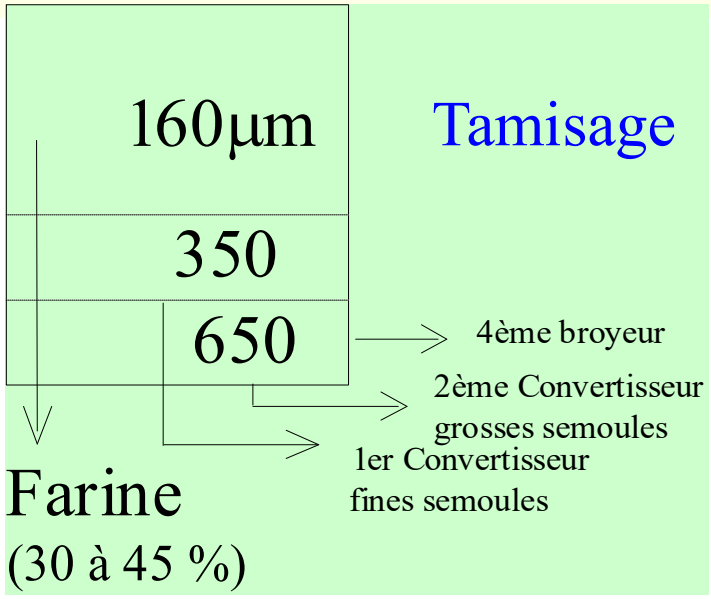
Le convertisseur reçoit des grosses et fines semoules pour les réduire en farine

Cette opération se fait par écrasement entre des cylindres lisses tournant à une vitesse différentielle faible 1/1,25

Le nombre de passages entre des cylindres lisses est environ de 10

1er convertisseur grosses semoules





Le tamisage

Opération de séparation, d'un ensemble d'éléments selon leur grosseur, en employant plusieurs tamis (plansichter) ou une bluterie

Le plansichter (machine à tamiser avec des tamis pla

Bluterie à 6 pans

Triptolème

Taux d'extraction

Définition : quantité de farine produite à partir d'un blé pour un type de farine déterminé

Types de farine	Taux d'extraction moyens (%) (mouture sur cylindres)	Taux d'extraction moyens (%) (mouture sur meules)
45	70-75	/
55	75-80	/
65	78-83	/
80	82-86	60-70
110	87-90	70-80
150	90-98	> 80

Triptolème

Classification des farines

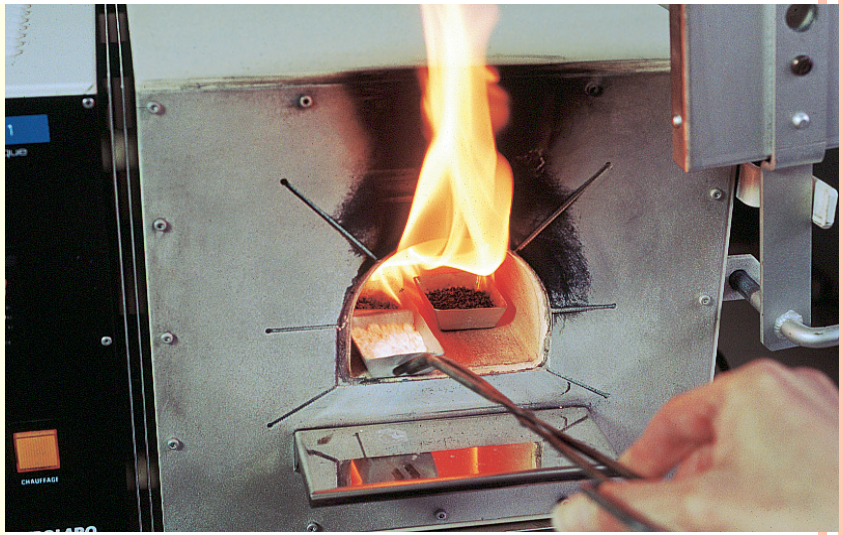
La classification des farines(types de farine) est basée sur leur teneur en cendres

Elles est associée à la notion de pureté ou de blancheur.

Du type 45 à 150, on passe de la farine la plus blanche (taux d'extraction en farine faible) à la plus « piquée » donc plus riche en enveloppes du grain (taux d'extraction en farine élevé).

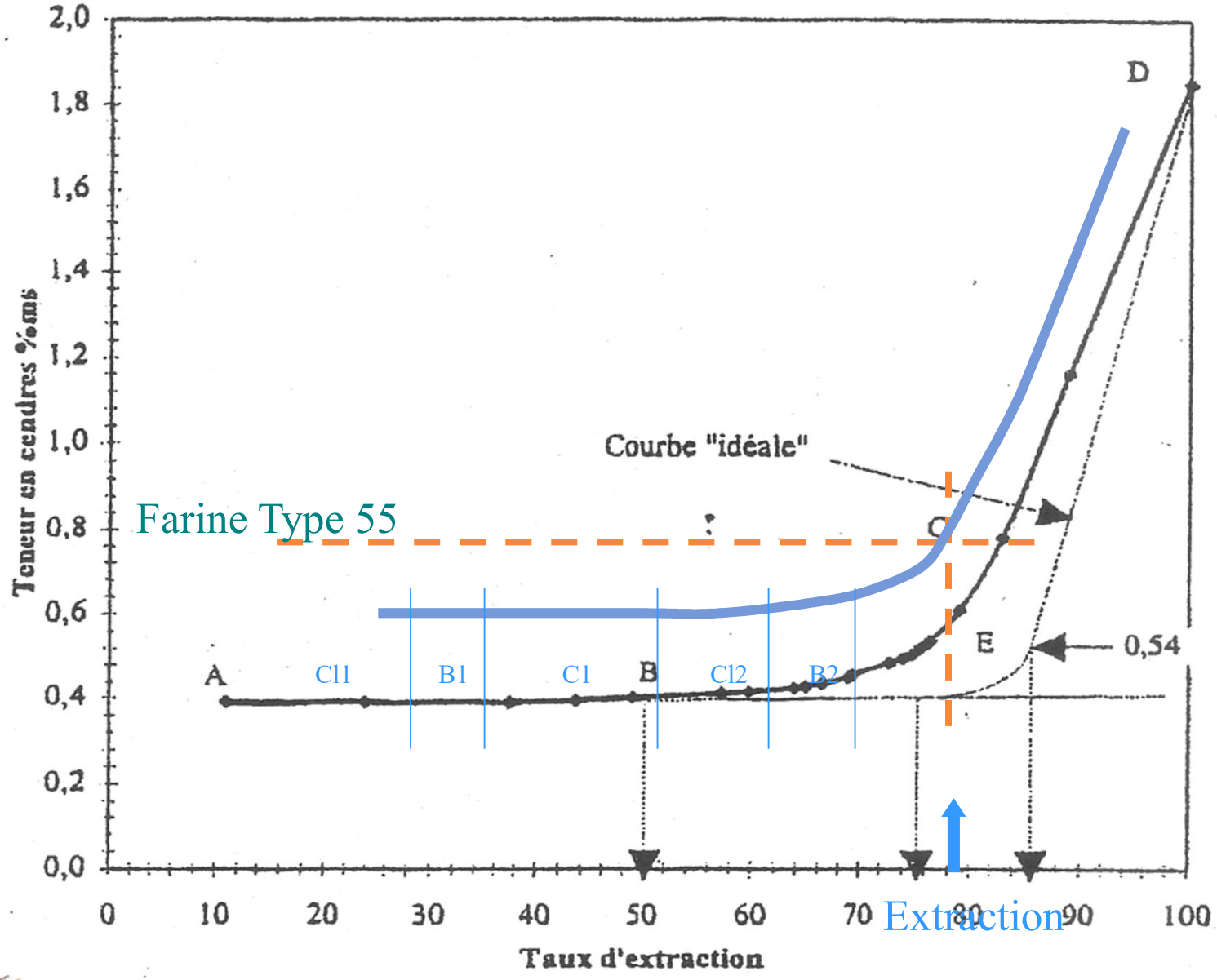
La concentration en minéraux étant forte dans les enveloppes, leur dosage permet donc de déterminer le niveau de pureté

Les minéraux ne brûlant pas, l'incinération de la farine permet d'en déterminer leur concentration par le dosage des cendres



Types de farine	teneur en cendres ou matières minérales (% ramené à la matière sèche)	Aspect des farines
45	< 0,50 %	
55	0,50 % à 0,60 %	blanches
65	0,62 % à 0,75 %	
80	0,75 % à 0,90 %	bises
110	1,00 % à 1,20 %	
150	> 1,40 %	complètes

Courbe de cendres

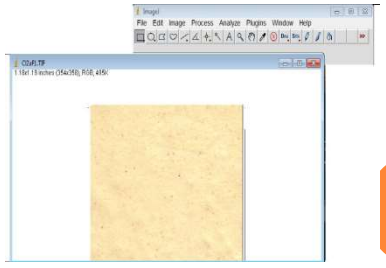


Observations qualitatives des farines

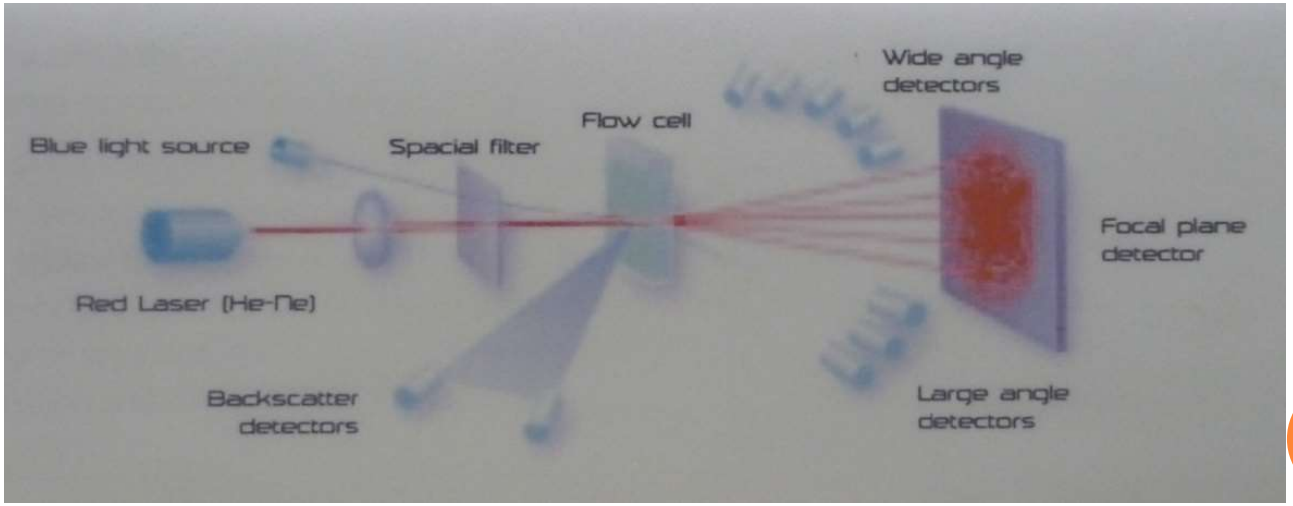
Péckar

Scanner

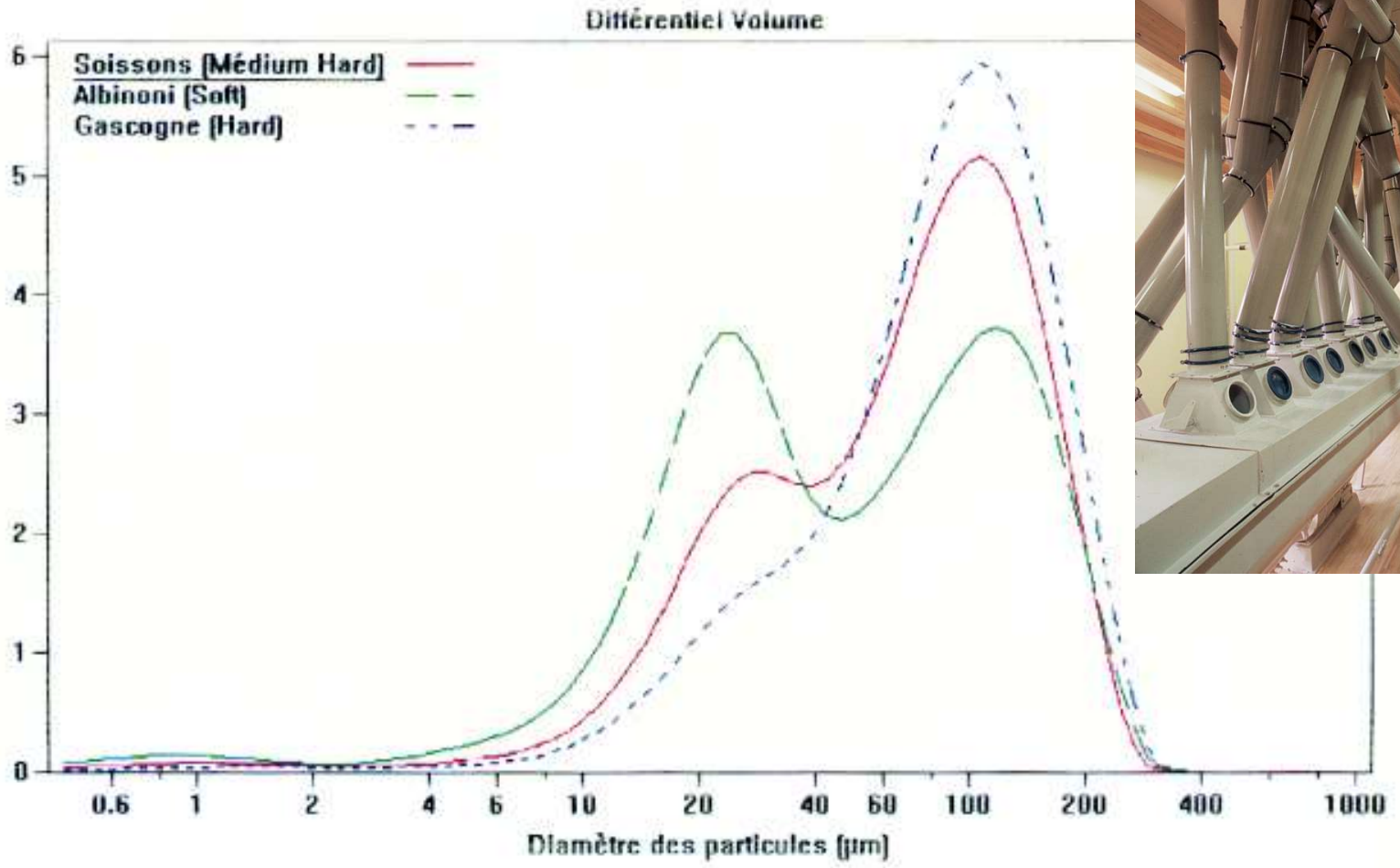
Farine C1 C3 C6



La granulométrie des farines : le laser

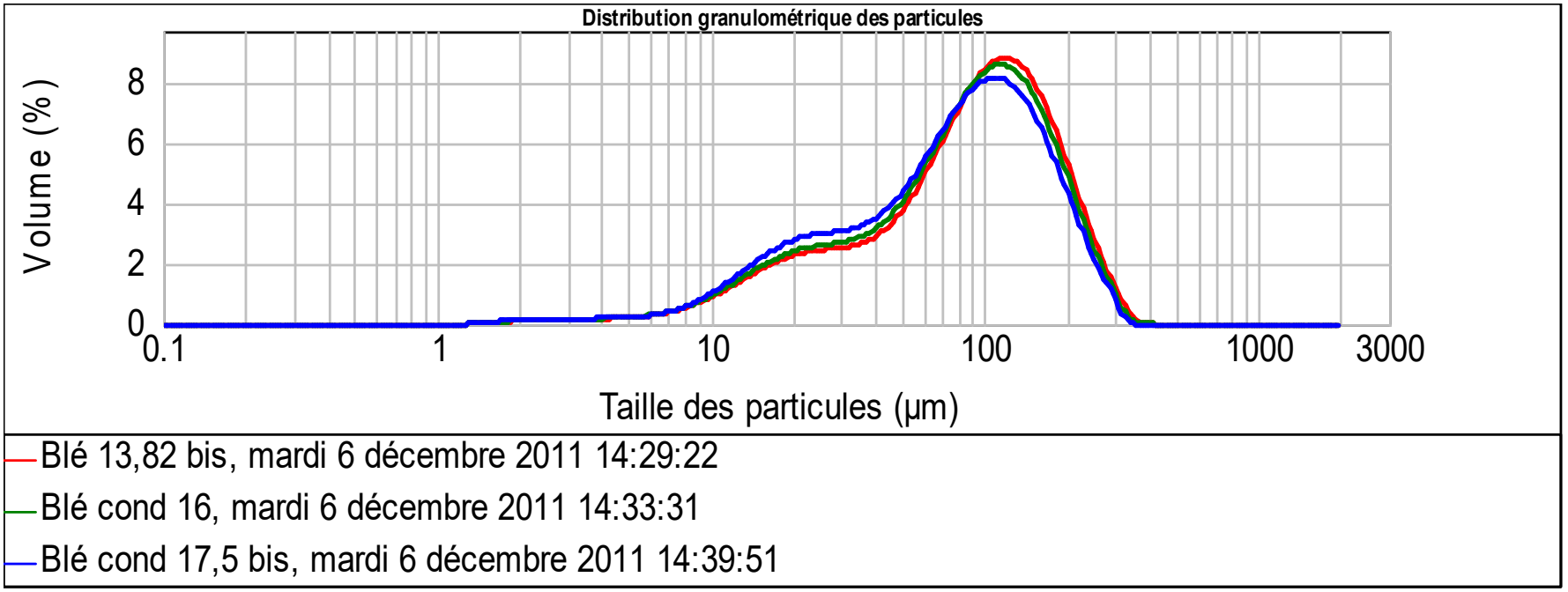


La granulométrie des farines



Triptolème

Influence de la préparation des blés sur la granulométrie des farines et les teneurs en cendres



Préparation	13,80%	16%	17,50%
Cendres	0,66%	0,61%	0,58%

Triptolème

CARACTÉRISTIQUES DE FARINES DE PASSAGE

Farines de passages		% / farine totale	% / ms cendres	% / amidons endommagés (méthodeAudidier)	% / ms protéines	Temps de chute Hagberg (s)
Broyage	B1	7	0,40	10,2	9,5	260
	B2	7	0,60	10,2	10,2	330
	B3	3	1,20	10,5	13,4	335
	B4	1,5	1,60	10,8	14,8	330
	B5	0,5	1,80	12,2	15,8	275
Claquage	Cl1	17	0,35	12,6	9,0	340
	Cl2	13	0,45	12,2	9,5	340
	Cl3	3	0,70	15,3	11,0	270
	Cl4	1	1,10	17,0	12,7	245
Convertissage	C1	19	0,45	10,5	10,0	360
	C2	15	0,60	12,1	10,5	345
	C3	5	0,80	14,0	11,5	335
	C4	3	1,20	14,0	12,9	300
	C5	1,5	1,40	17,6	13,8	255
	C6	0,5	1,60	16,8	14,7	230
Brosses-aspiration		3,0				
Farine entière		100	0,57	12,5	10,7	290

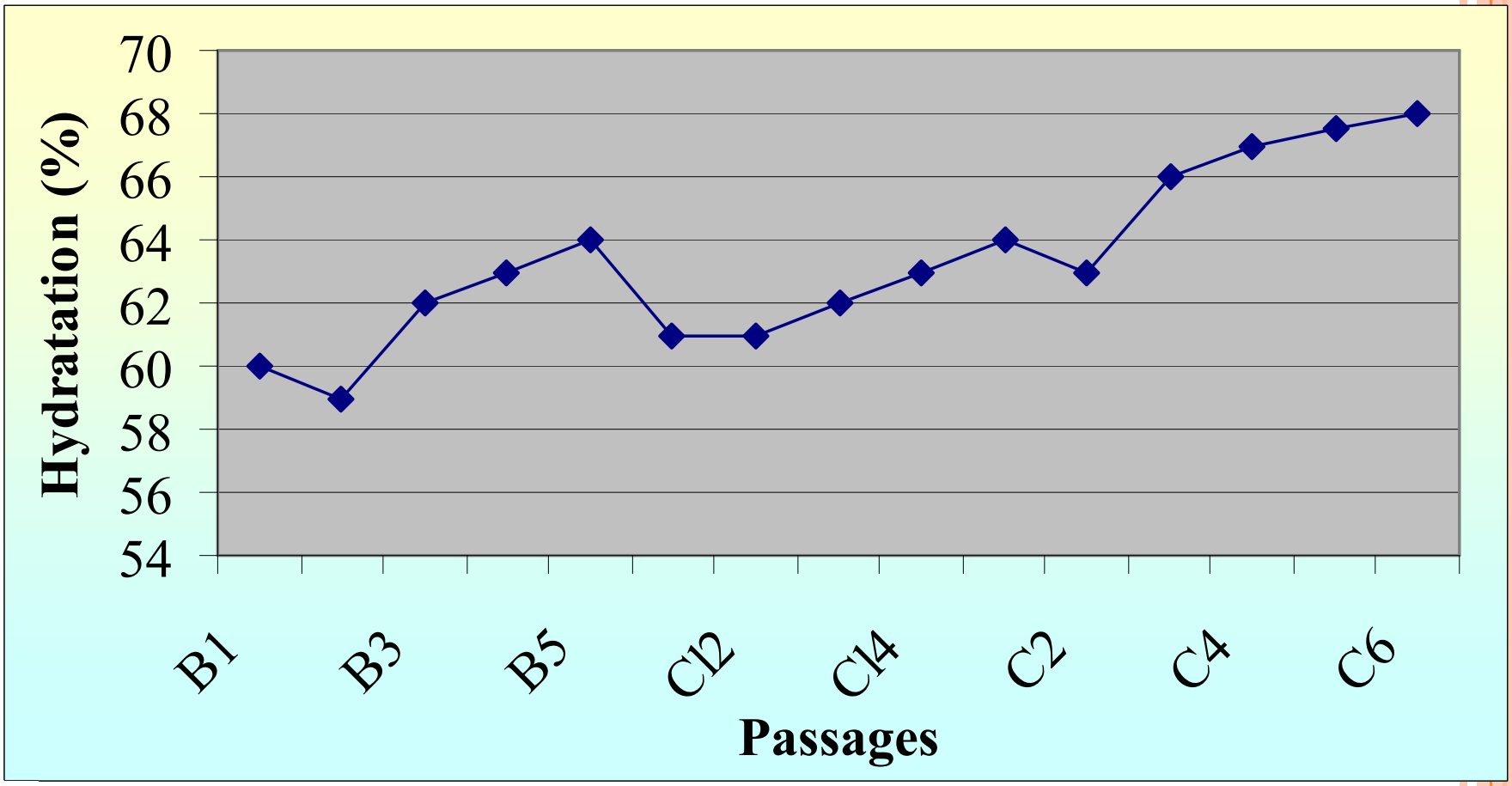
Triptolème

CARACTÉRISTIQUES ALVÉOGRAPHIQUES DE FARINES DE PASSAGE

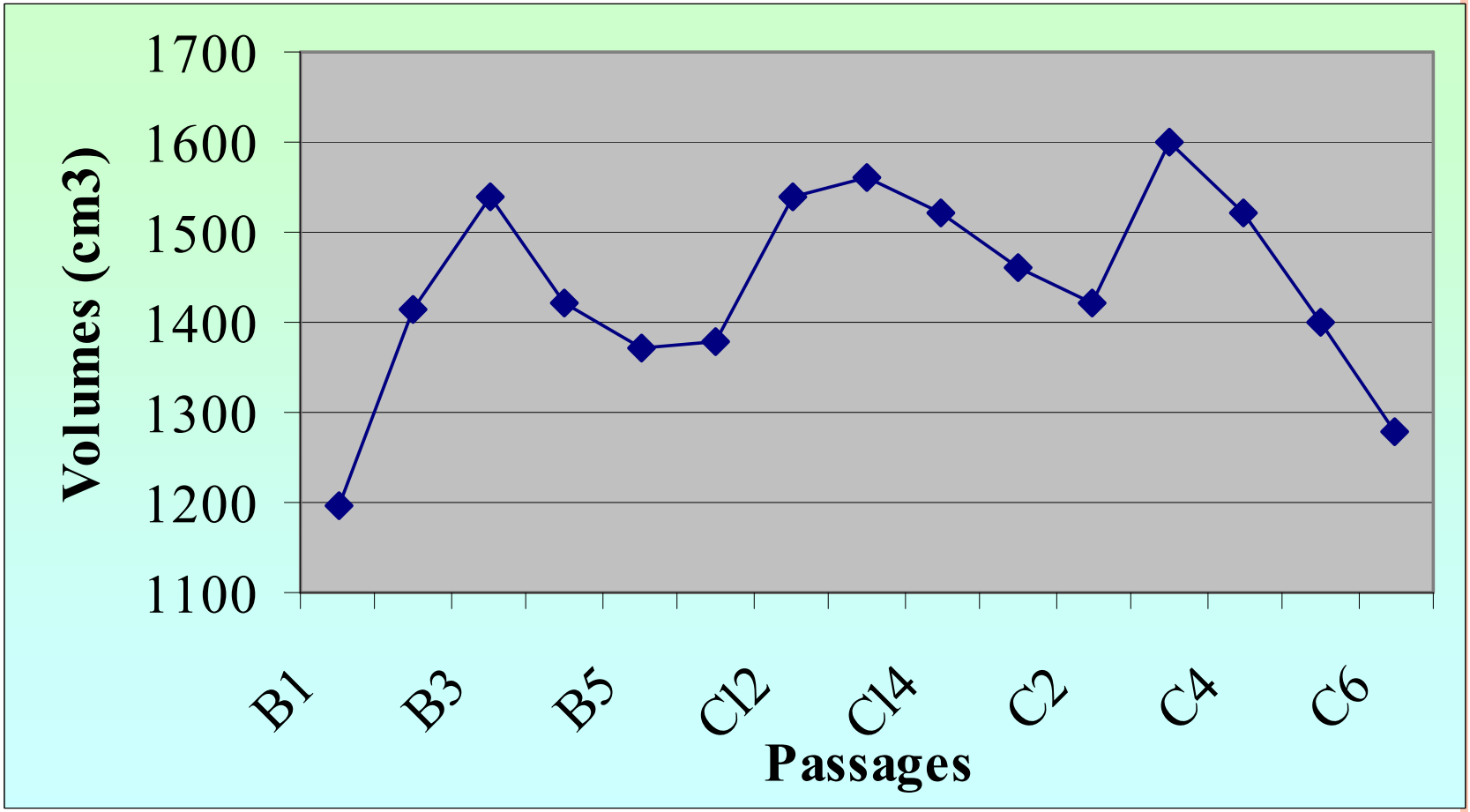
Farines de passages		% / farine totale	W	P	G
Broyage	**B1**	7	+	+	+++
	B2	7	++	+	++++
	B3	3	+++	+	+++
	B4	1,5	++++	++	++
	B5	0,5	++++	+++	+
Claquage	**Cl1**	17	++	+	++
	Cl2	13	++++	+	+++
	Cl3	3	++	++	++
	Cl4	1	+	++++	+
Convertissage	**C1**	19	++++	++++	++
	C2	15	+++++	++++	+++
	C3	5	+++++	+++++	++
	C4	3	+++++	+++++	+
	C5	1,5	++++	++++++	+
	C6	0,5	+++	++++++	+
Farine entière		100			

Triptolème

CARACTÉRISTIQUES BOULANGÈRES DE FARINES DE PASSAGE (% HYDRATATION)



CARACTERISTIQUES BOULANGERES DE FARINES DE PASSAGE (VOLUMES DES PAINS)



QUALITÉ NUTRITIONNELLE

La concentration en éléments nutritionnels croît lorsque le type de farine ou le taux d'extraction augmente.

Richesse en éléments nutritionnels ne veut pas dire meilleure assimilation nutritionnelle.

Les couches fibreuses des enveloppes du grain renfermant ces éléments ne facilitent pas leur dispersion dans le bol digestif, elles accélèrent parallèlement le transit intestinal.

Le meilleur bilan nutritionnel obtenu sur des animaux se situe à des taux d'extraction de farine de 85-90 %, c'est à dire pour des types 80 ou 110.

Triptolème

La mouture Astrié

Matériels utilisés

- 1 meule neuve ∅ 50 cm
- 1 meule rôdée ∅ 50 cm

Triptolème

BASE DE LA CONDUITE DE LA MOUTURE

- Au départ, l'écartement des meules est défini au contact
- Le débit est réglé en fonction de la résistance, celle-ci se situe à un ampérage inférieur à 2,7 A

NATURE DES BLÉS

- Un blé issu d'une Population Dynamique mise en culture chez un adhérent Triptolème (49)

  (teneur en protéines sur farines 10,2)

- Un blé Renan issu du plateau de Saclay (91) en reconversion progressive en Bio

  (teneur en protéines sur farine 10,8)

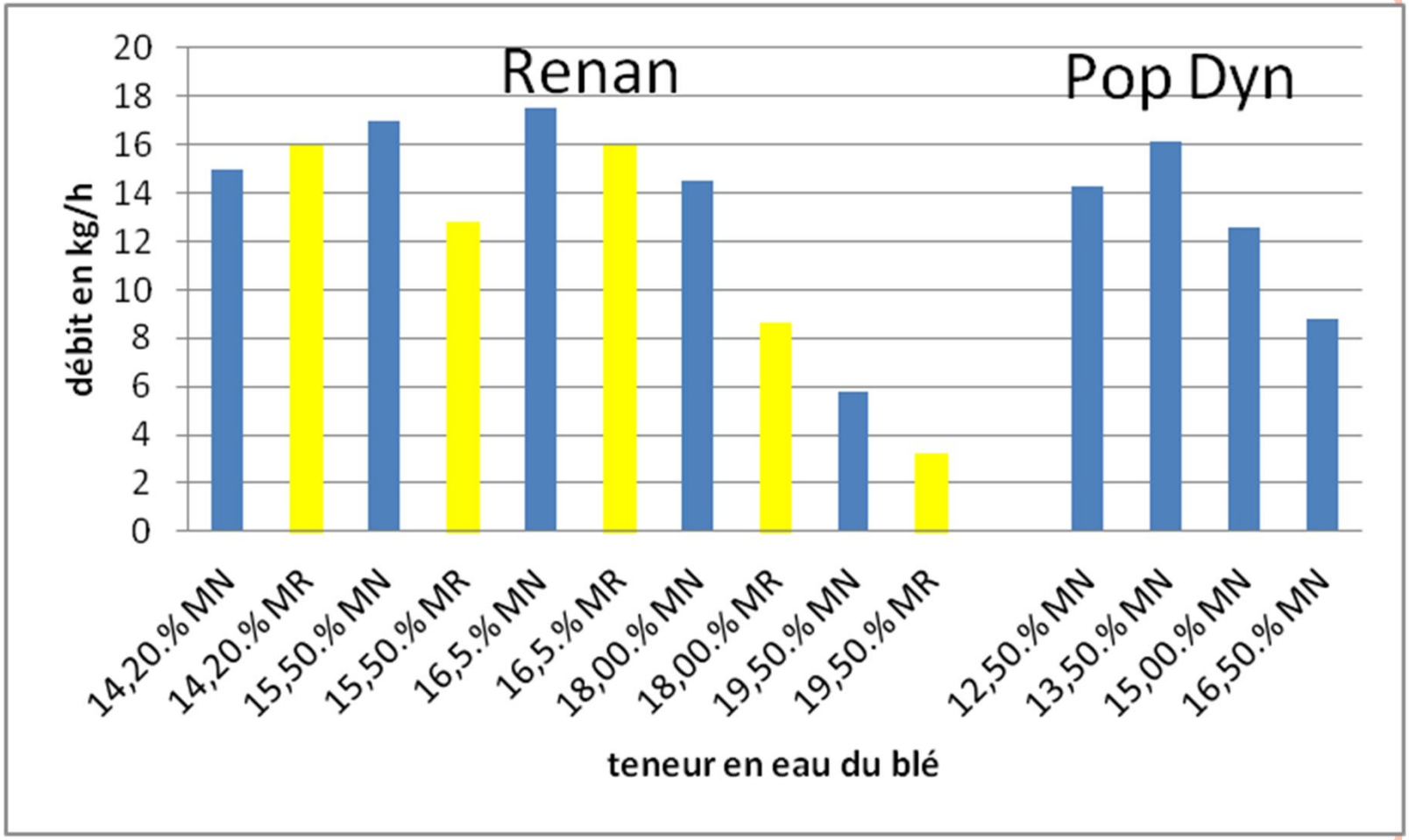


Figure : Influence de la préparation des blés sur le débit de la mouture (mouture sur meule neuve MN et meule rodée MR)

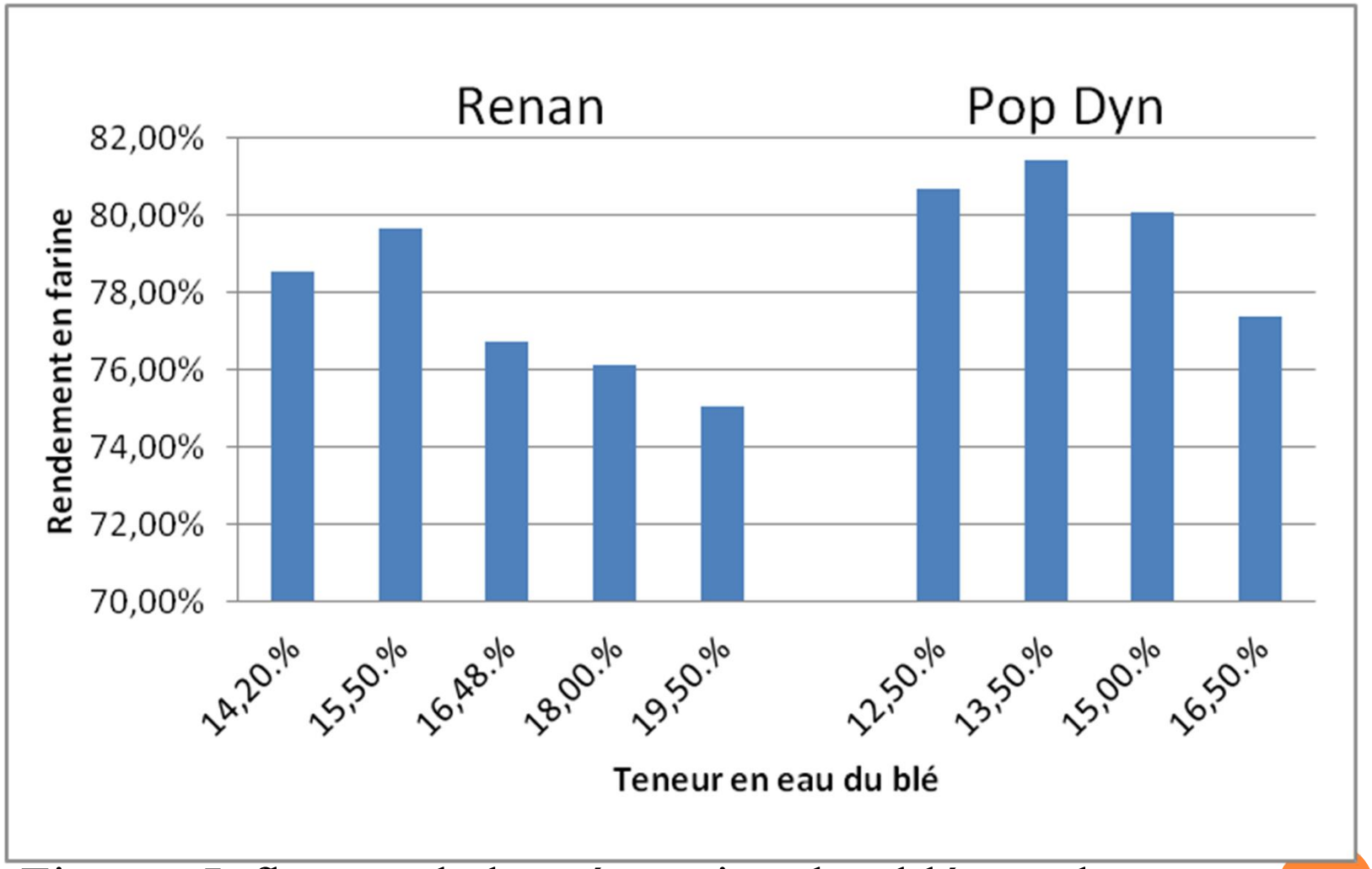
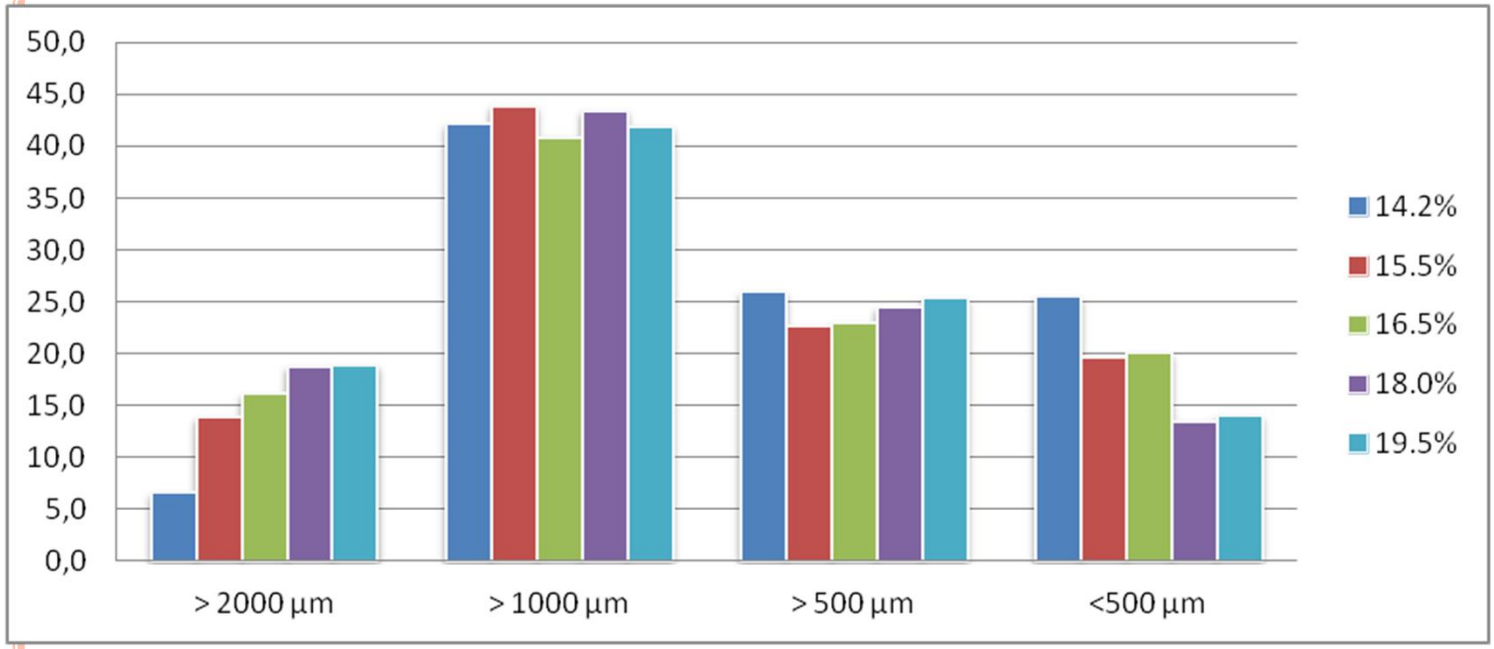
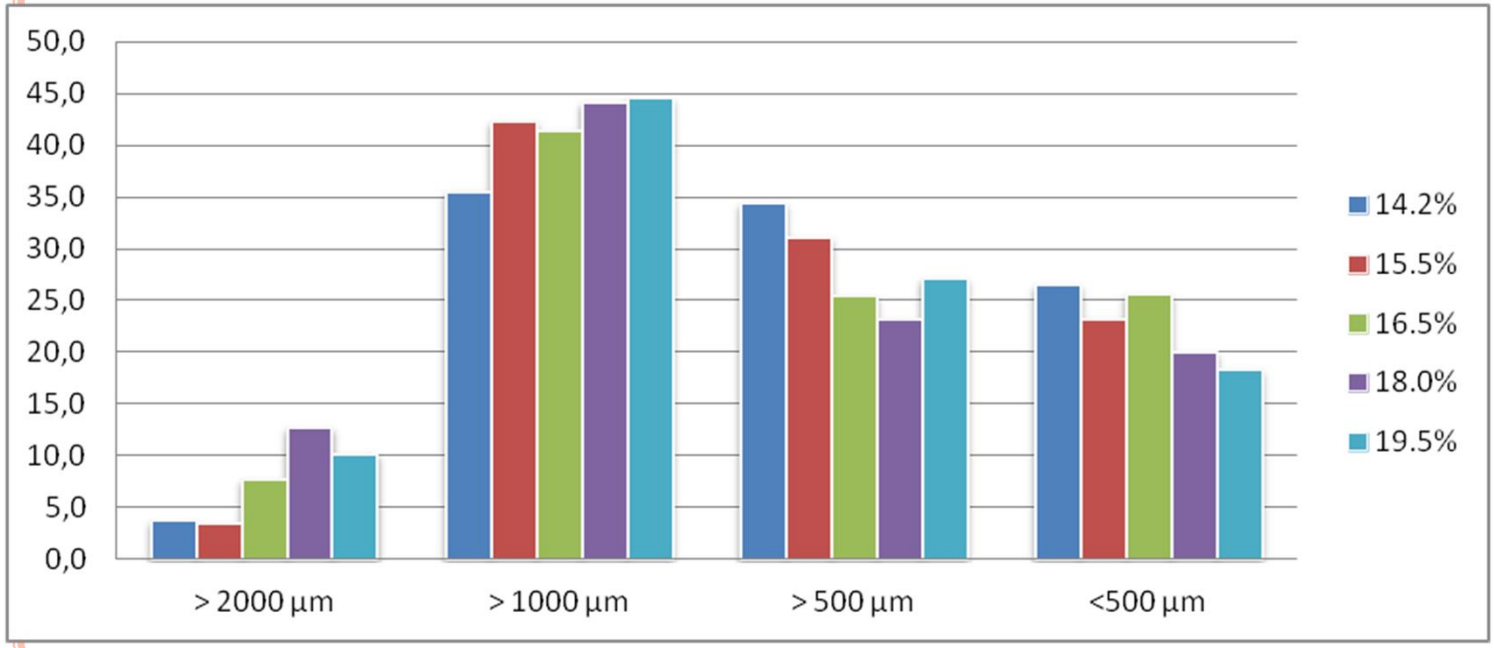


Figure : Influence de la préparation des blés sur le rendement en farine (mouture sur meule neuve)

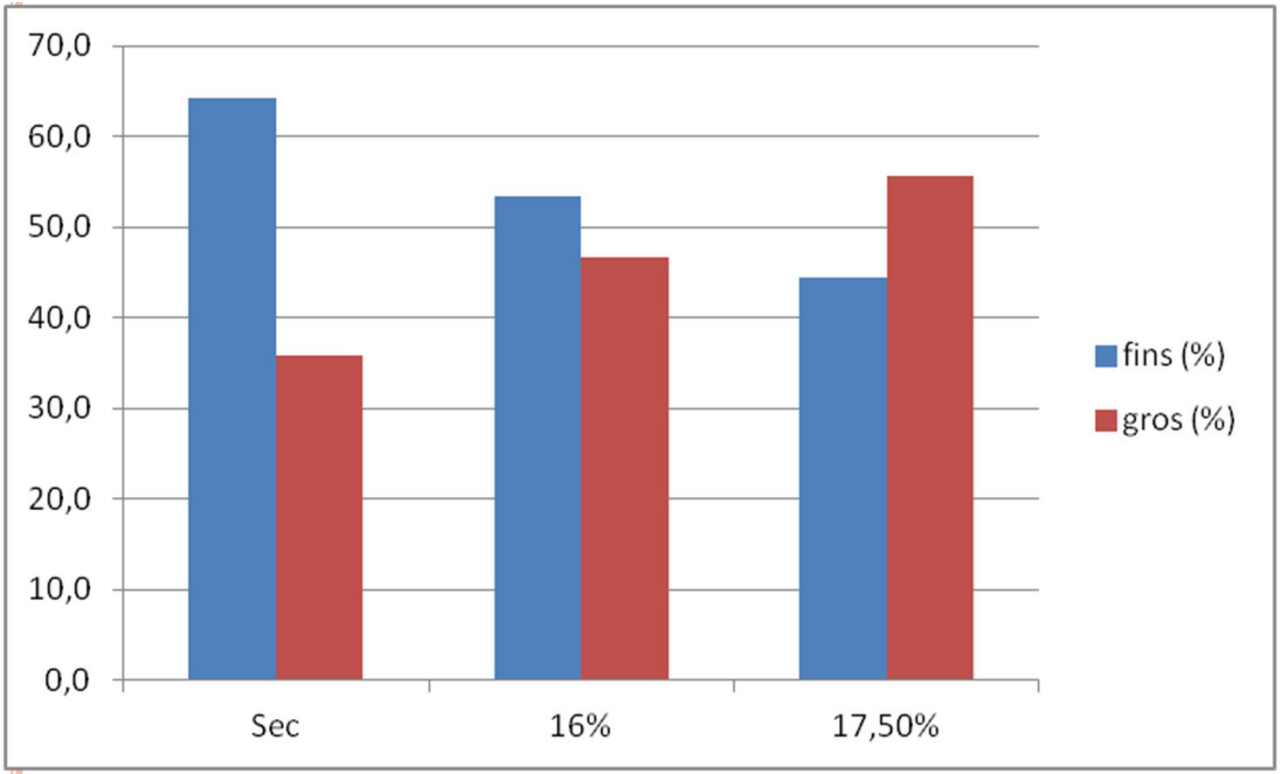
Triptolème



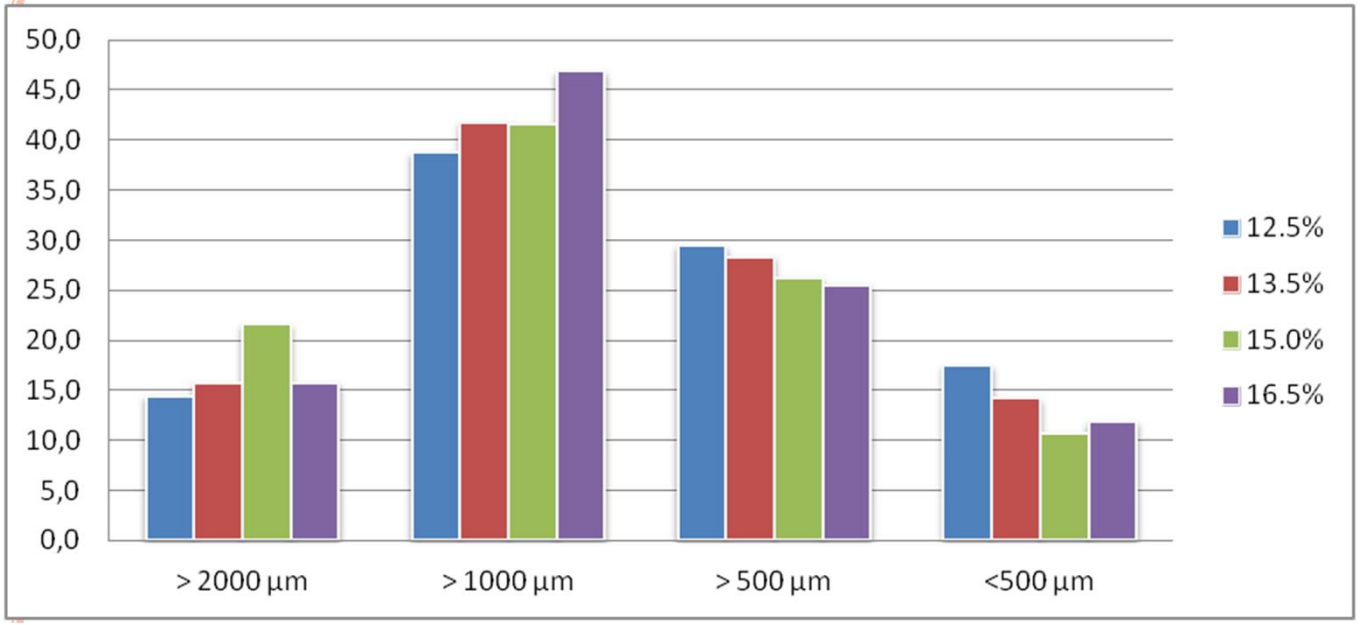
Influence de l'humidification du blé Renan sur la granulométrie des sons en mouture Astrié « moulin rôdé»



Influence de l'humidification du blé Renan sur la granulométrie des sons en mouture Astrié « moulin neuf»

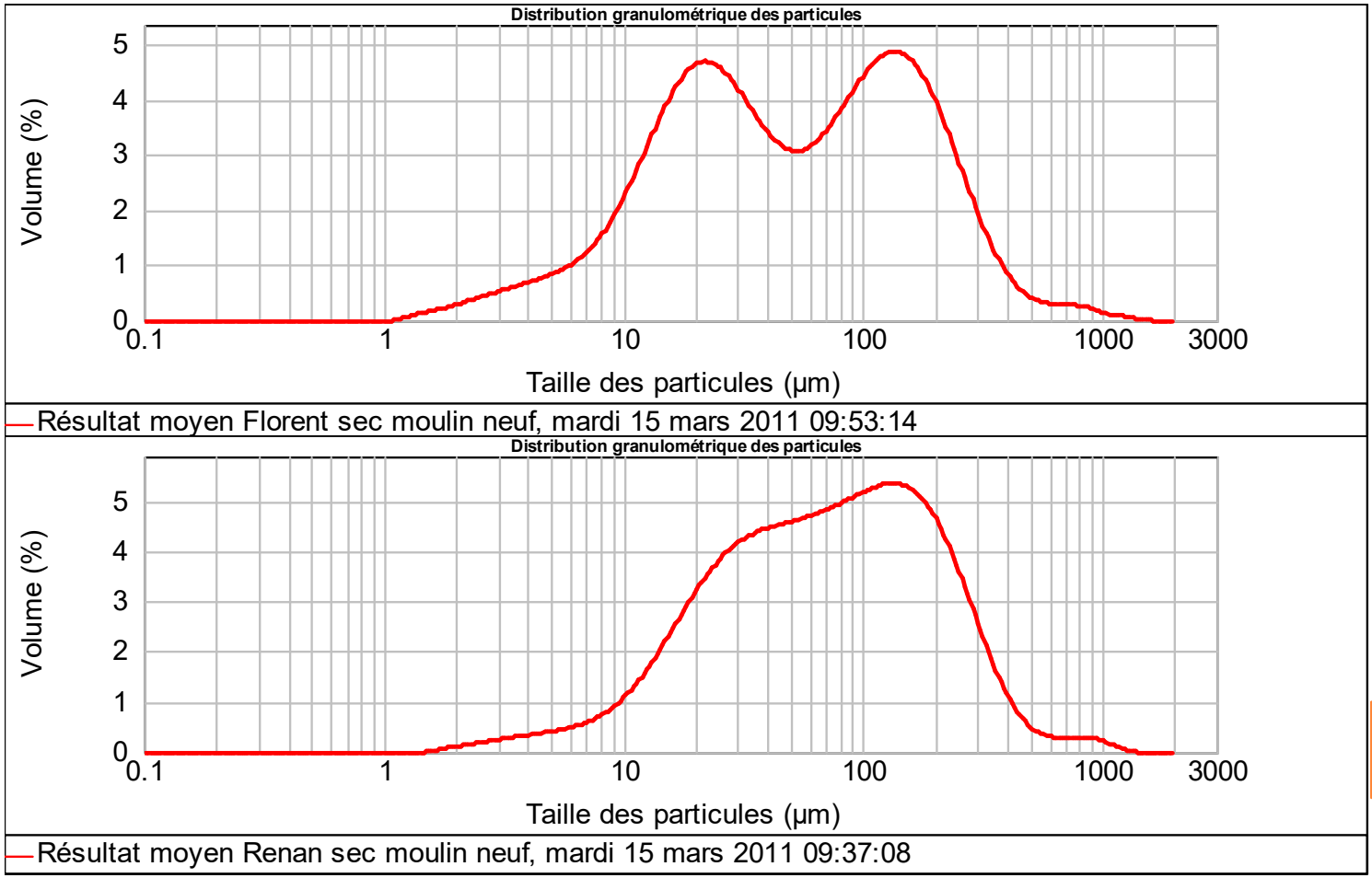


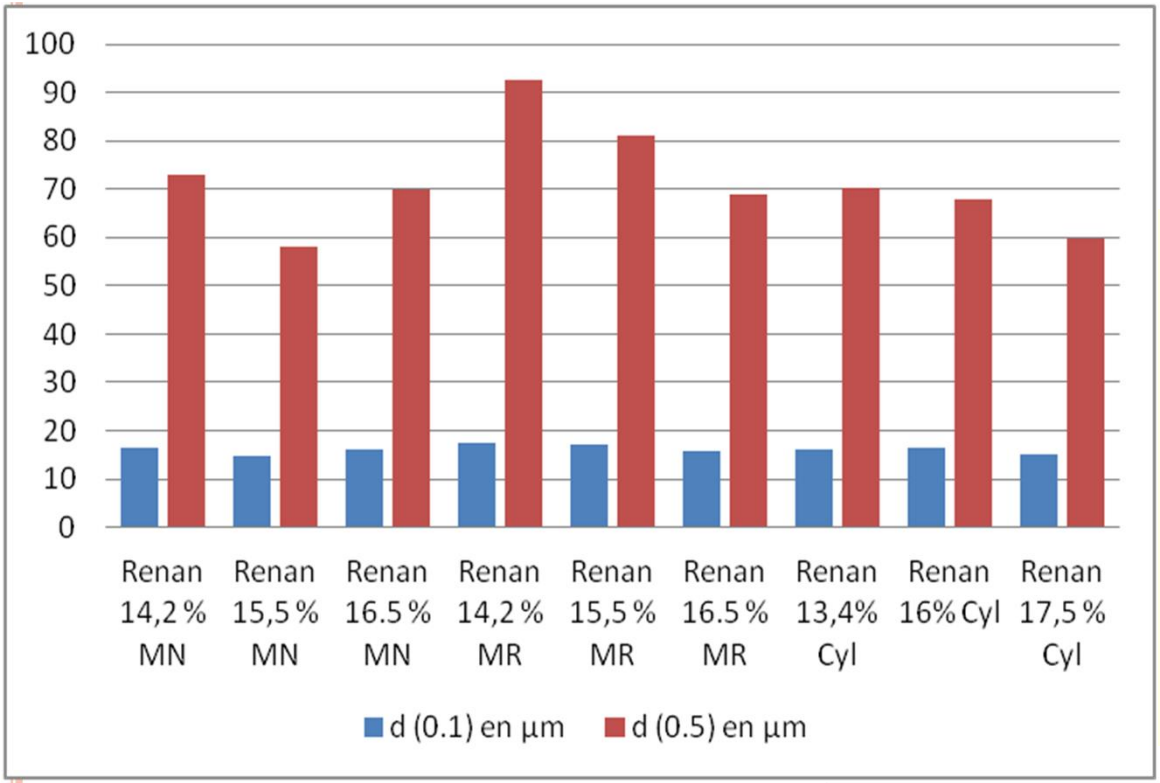
Influence de l'humidification sur la grosseur des sons de la variété Renan en mouture sur cylindres



Influence de l'humidification du blé Pop Dyn sur la granulométrie des sons en mouture Astrié « moulin neuf »

Profils granulométriques des farines de blé Pop Dyn et Renan

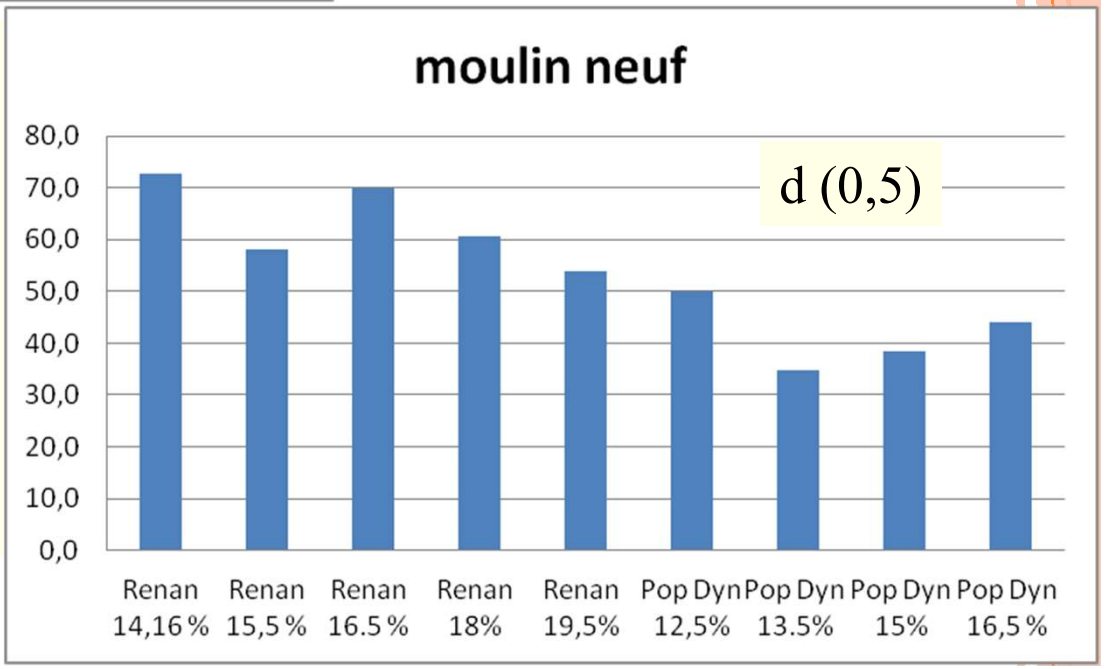




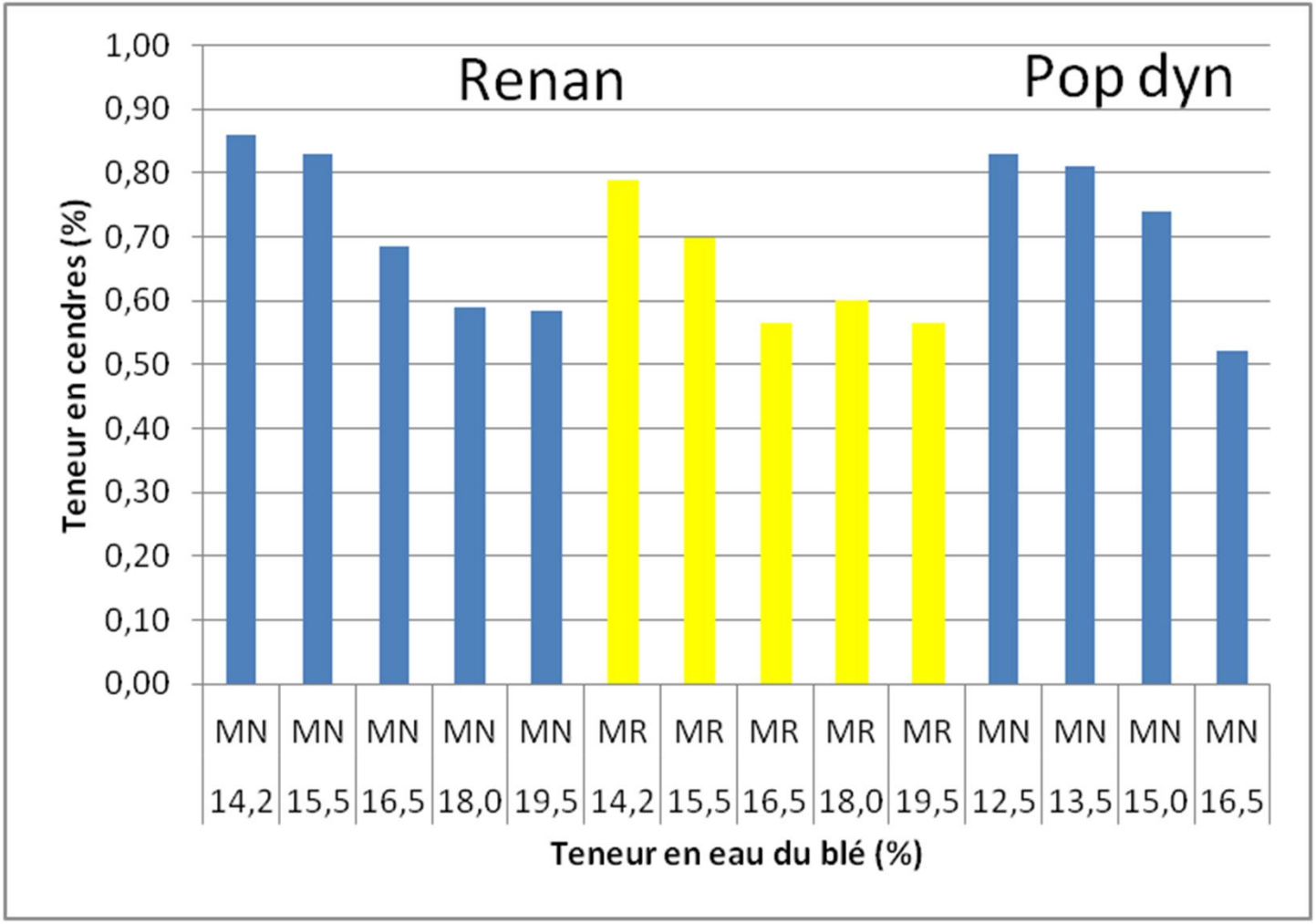
Diamètre moyen représentant les fractions les plus fines (10 %) et les fractions moyennes des farines en fonction de la teneur en eau du blé, du type de moulin M meules ou Cyl cylindres) et de l'usure de la meule (Meule Neuve ou Meule Rôdée)

-d (0,1) en µm, c'est le diamètre en dessous duquel se situe 10% du volume des particules.

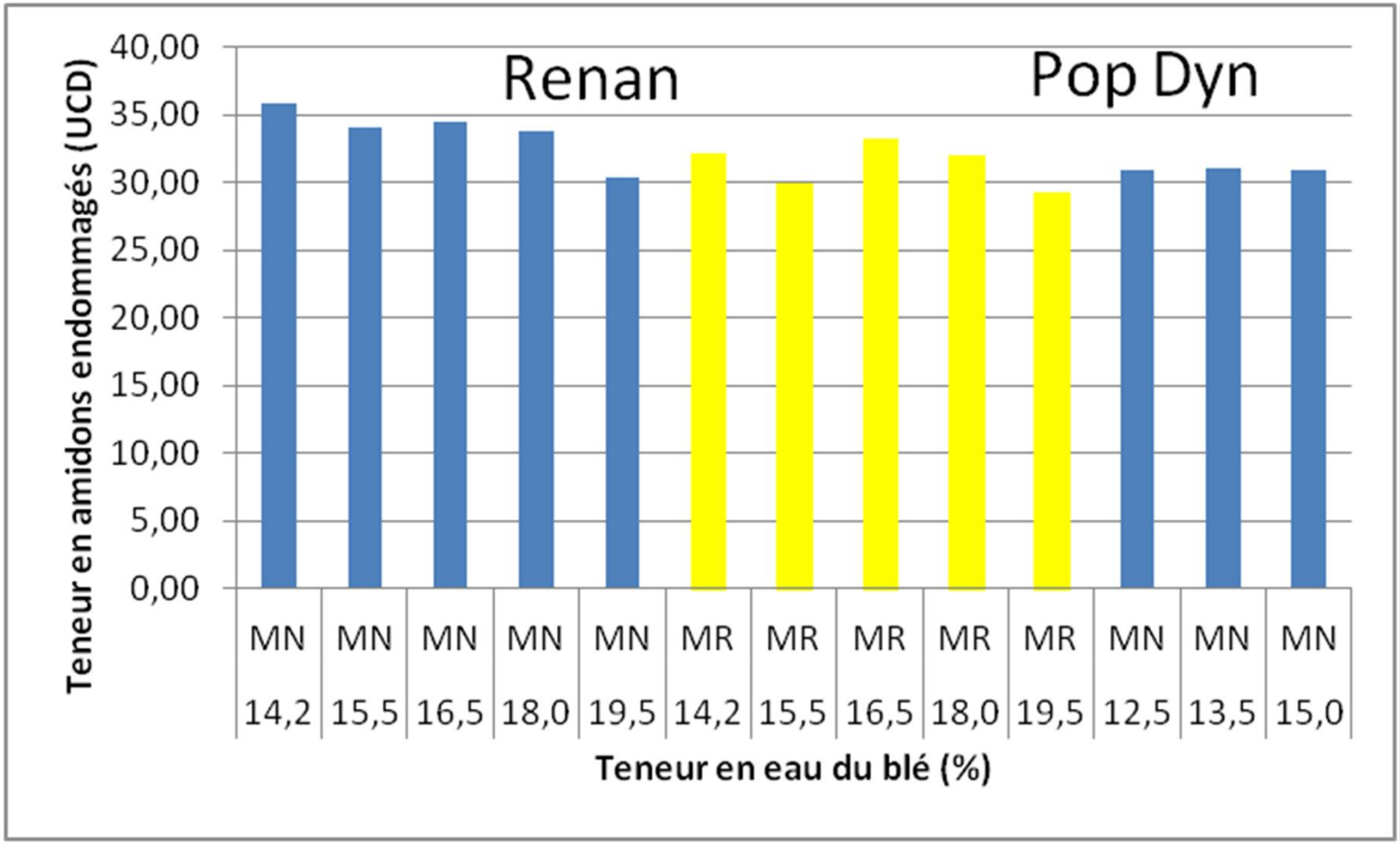
-d (0,5) en µm, c'est le diamètre en dessous et au dessus duquel se situe 50% du volume des particules.



Triptolème



Teneur en cendres des farines en fonction de la teneur en eau du blé, de la variété de blé et de l'usure de la meule (Meule Neuve ou Meule Rodée)



Teneur en amidons endommagés en fonction de la teneur en eau du blé, de la variété de blé et de l'usure de la meule (Meule Neuve ou Meule Rôdée)

Triptolème