

Intitulé de la matière: Technologie alimentaire d'origine végétale

Assuré par Dr *CHERIF ANTAR Asma*

Code UE : UEF22

Coefficient **4**

Code matière : UEF222

Volume horaire globale **56H**

29H TD
(14 séances)

21H Cours
(14 séances)

6HTP
(2 séances)

Programme de la matière :

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture :

1-Les plantes céréalières :

1-1-Définition des plantes céréalières

1-2-Données économiques et production

1-3-Transformation industrielle et conservation des produits céréaliers :

1-3-1-Meunerie

1-3-2-Pâtes

1-3-3-Couscous

1-3-4-Amidonnerie

1-3-5-Panification

2-Les plantes oléagineuses :

2-1-Définition des plantes oléagineuses

2-2-Données économiques et production

2-3-Transformation industrielle et conservation des huiles

3-Les plantes sucrières :

3-1-Définition des plantes sucrières

3-2-Données économiques et production

3-3-Transformation industrielle et conservation des plantes sucrières

Programme de la matière :

4-Le soja :

4-1-Définition du soja

4-2-Données économiques et production

4-3-Transformation industrielle et conservation du soja

Chapitre 2 : La filière des fruits et légumes

2-1-Définition des fruits et légumes

2-2-Données économiques et production

2-3-Transformation industrielle et conservation des fruits et légumes



- **Contrôle continu et Examen final**
- **Compte-rendu**
- **Note de l' exposé**

TP

TD

COURS

Introduction:



L'**agro-industrie** est l'ensemble des **industries** ayant un lien direct avec l'**agriculture**. Cela comprend donc l'ensemble des systèmes de productions agricoles et s'étend à toutes les entreprises qui fournissent des biens à l'agriculture, ainsi qu'à celles qui transforment les produits agricoles et les conditionnent en produits commercialisables.

Introduction:

- ❖ **Les industries alimentaires** sont beaucoup plus homogènes et faciles à classer car leurs produits ont la même utilisation finale.
- ❖ La plupart des techniques de conservation sont utilisées de façon identique pour une grande diversité de denrées périssables: fruits, légumes, lait, viande ou poisson. Pour ces denrées. la transformation vise surtout à assurer la conservation.

En Algérie



L'industrie agro-alimentaire est la deuxième après celle De l'énergie, réalise un chiffre d'affaire de plus de **40%** du total des industries hors hydrocarbures.

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-1-Définition :



Le terme **céréale** désigne selon le concept de la **FAO** : un ensemble de plantes qui sont principalement cultivées pour leurs grains secs riches en amidon.

- Elles procurent secondairement le fourrage dans le cas où elles sont cultivées en vert c'est-à-dire avant la maturation des grains.
- Les céréales regroupent le **blé**, le **riz**, le **maïs**, l'**orge**, l'**avoine**, le **seigle** et les **mils** (millets et sorghos). Elles appartiennent à la famille des **Poacées** (*Poaceae*, anciennement *Graminées*).

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-1-Définition :

Tableau: Famille des Graminées

Famille	Sous-famille	Tribu	Sous-tribut	Genre	Nom commun espèce
Gramineae	Festucoideae	Triticeae Aveneae	Triticineae	<i>Triticum aestivum</i> <i>Triticum durum</i>	Blé tendre Blé dur
				<i>Secale</i>	Seigle
				<i>Ordeum</i>	Orge
				<i>Avena</i>	Avoine
		Oryzeae		<i>Oryza</i>	Riz
	Panicoideae	Tripsaceae		<i>Zea</i>	Maïs
		Andropogoneae		<i>Sorghum</i>	Sorgho

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :



1-2-Données économiques et production :

Marché Mondial

Toutes céréales (millions de tonnes)

	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018
Production	2056	2016	2140	2100
Échanges	322	346	353	360
Consommation	2010	1986	2107	2104
Stocks	535	565	496	617

Principaux exportateurs :

Argentine, Australie, Canada, États-Unis, Kazakhstan, Russie, Ukraine et UE

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :



1-2-Données économiques et production :

Marché Mondial

Blé (millions de tonnes)

	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018
Production	730	737	755	757
Échanges	153	166	176	174
Consommation	714	721	738	744
Stocks	207	244	241	254

Principaux exportateurs :

Argentine, Australie, Canada, États-Unis, Kazakhstan, Russie, Ukraine et UE

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :



1-2-Données économiques et production :

Marché Mondial

Riz (millions de tonnes)

	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018
Production	480	474	487	484
Échanges	41	39	44	44
Consommation	476	473	486	485
Stocks	122	123	124	123

Principaux exportateurs :

États-Unis, Inde, Pakistan, Thaïlande et Viet Nam

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :



1-2-Données économiques et production :

Marché Mondial

Maïs (millions de tonnes)

	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018
Production	1027	984	1088	1054
Échanges	125	136	138	147
Consommation	998	974	1047	1068
Stocks	284	295	335	322

Principaux exportateurs :

Argentine, Brésil, États-Unis et Ukraine

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :



1-2-Données économiques et production :

Marché National

❖ Durant la campagne 2016-2017:

La superficie moissonnée a été de plus de **2,35** millions (ha), soit **91%** de la superficie déclarée à moissonner qui est de près de **2,58** millions ha, contre plus de **2,2** millions ha durant **2015-2016** .



La production céréalière

34,3 millions qx **2015-2016**

34,8 millions qx **2016-2017**

57% des productions céréalières obtenues sont constituées de **blé dur** plus de **20,03** millions qx, et **28%** sont formées d'**orge** pour plus de **9,68** millions de qx.

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :



1-2-Données économiques et production :

Marché National

L'Algérie est un grand importateur de blé car la céréaliculture nationale n'arrive pas à satisfaire la demande



- Faute de rendements insuffisants
- Besoins de consommation sans cesse croissants
- Forte évolution démographique

- Les quantités de céréales importées (blés, orge et maïs) ont enregistré une baisse de **3,3%** pour l'année **2016** (soit **13,22** million de tonnes) par rapport à l'année **2015** (soit **13,67** millions de tonnes).
- La valeur des importations a baissé à **2,7** milliards de dollars en 2016 contre **3,43** milliards de dollars en 2015.

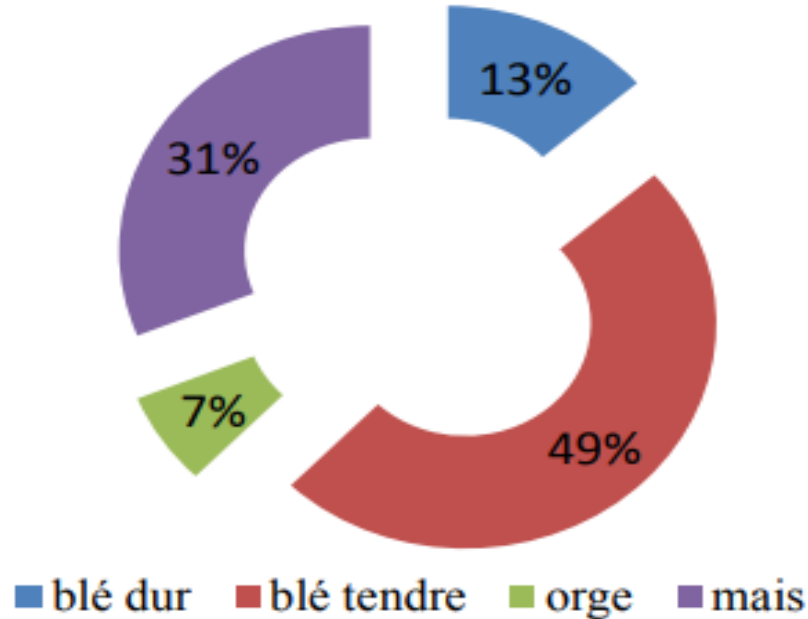
Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :



1-2-Données économiques et production :

Marché National



Cercle représentatif des différentes parts de céréales en quantités pour l'année 2016

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

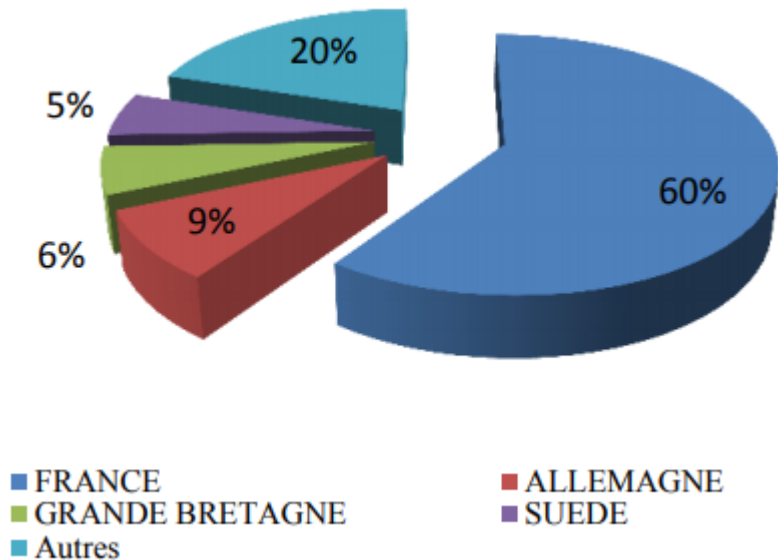
1-Les plantes céréalières :



1-2-Données économiques et production :

Marché National

❖ Les pays fournisseurs de l'Algérie en céréales Blé tendre 2016 :



La France est le premier ainsi que le principal fournisseur de l'Algérie en blé tendre avec **3,8** millions de tonnes en **2016** et **3,9** en **2015**, suivi de l'Allemagne avec **558 261** tonnes en **2016** et **975 787** tonnes en **2015**

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

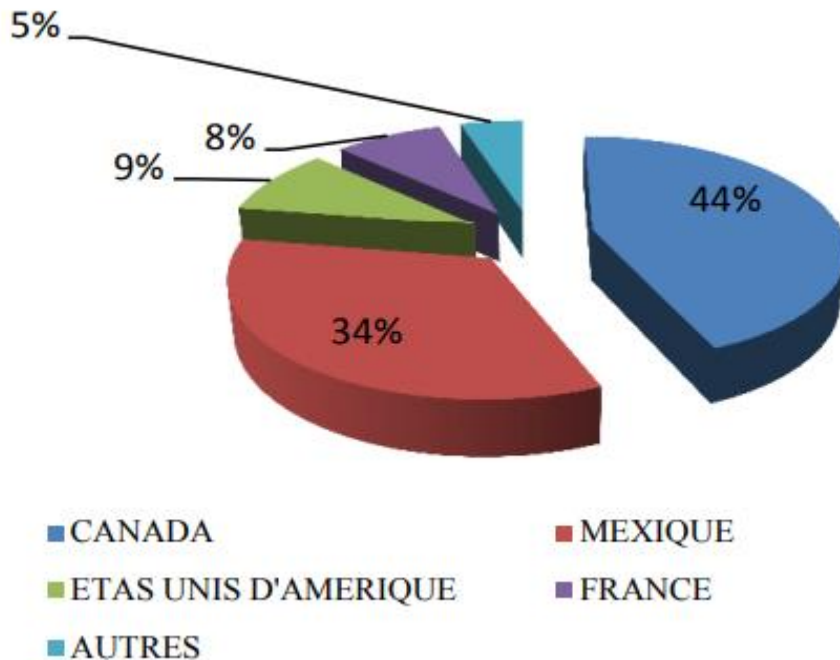
1-Les plantes céréalières :



1-2-Données économiques et production :

Marché National

❖ Les pays fournisseurs de l'Algérie en céréales Blé dur 2016 :



Le principal fournisseur de l'Algérie ces deux dernières années est le Canada avec **1 082 687** tonnes en **2016** contre **770 230** tonnes en **2015**. Suivi par le Mexique soit **556 538** tonnes en **2016** contre **598 443** tonnes en **2015**.

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

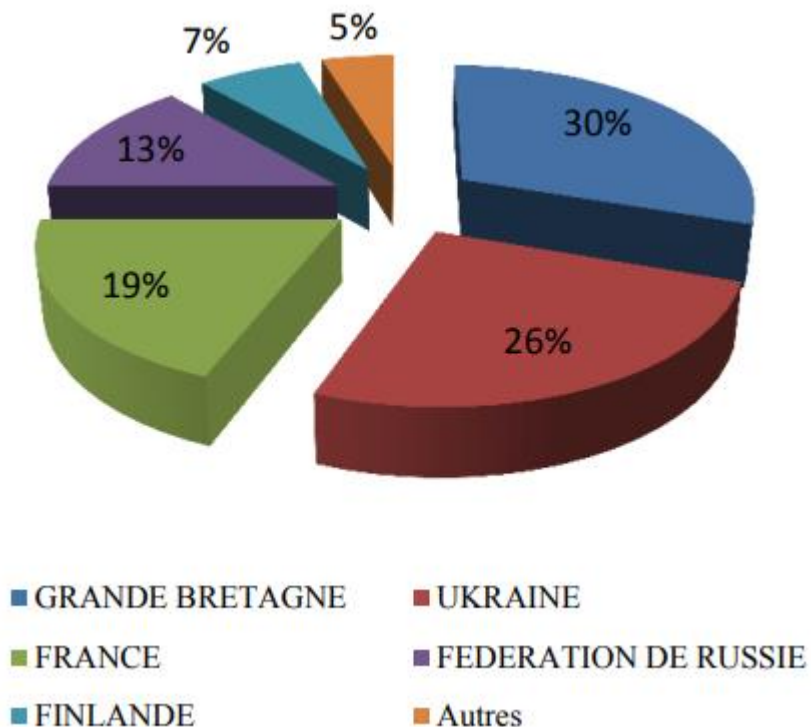
1-Les plantes céréalières :



1-2-Données économiques et production :

Marché National

❖ Les pays fournisseurs de l'Algérie en céréales **l'Orge 2016** :



Pour l'orge, le principal fournisseur de l'Algérie est la Grande Bretagne **265 838** tonnes en **2016** et la Fédération de Russie **233 265** tonnes en **2015**

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

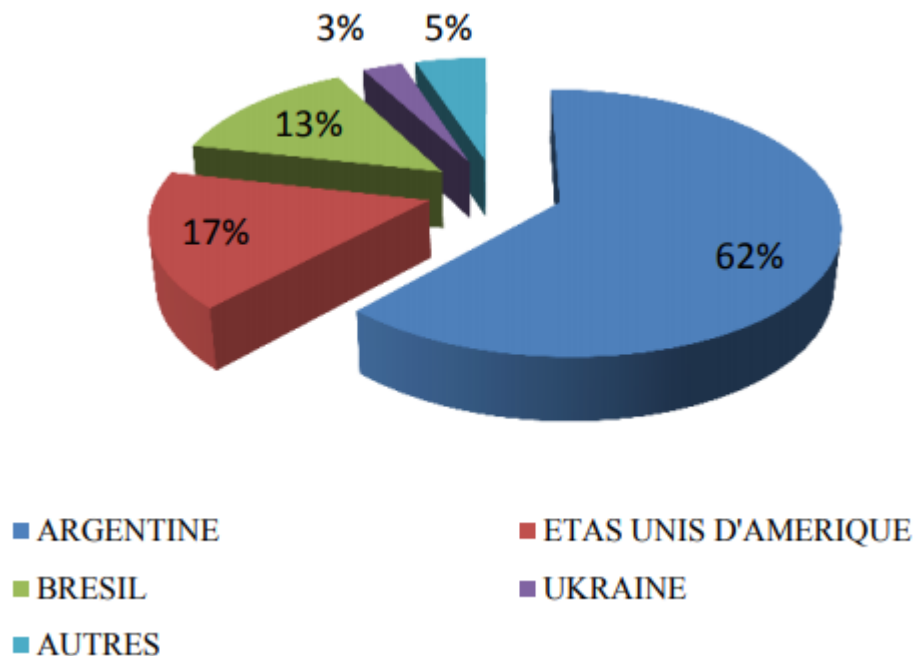
1-Les plantes céréalières :



1-2-Données économiques et production :

Marché National

❖ Les pays fournisseurs de l'Algérie en céréales **Maïs 2016** :



L'Argentine est le principal fournisseur de l'Algérie en maïs ces deux dernières années avec respectivement **2,7** millions de tonnes en **2015** et **2,5** millions de tonne en **2016**

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :



1-3-1-La meunerie :



C'est l'opération d'isoler l'albumen amylicé du grain exempt des parties périphériques et du germe avec le meilleur rendement possible et à moindre cout.

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

Description du blé et du grain de blé

- ◆ Le blé a une forme ovoïde et présente sur la face ventrale un sillon qui s'étend sur toute la longueur .
- ◆ A la base dorsale du grain, se trouve le germe qui est surmonté par une brosse.
- ◆ Le grain mesure:

{	5-7 mm de long,
	2,5-3,5 mm d'épaisseur,
	poids 20 et 50 mg.
- ◆ La couleur de blé varie du roux au blanc



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

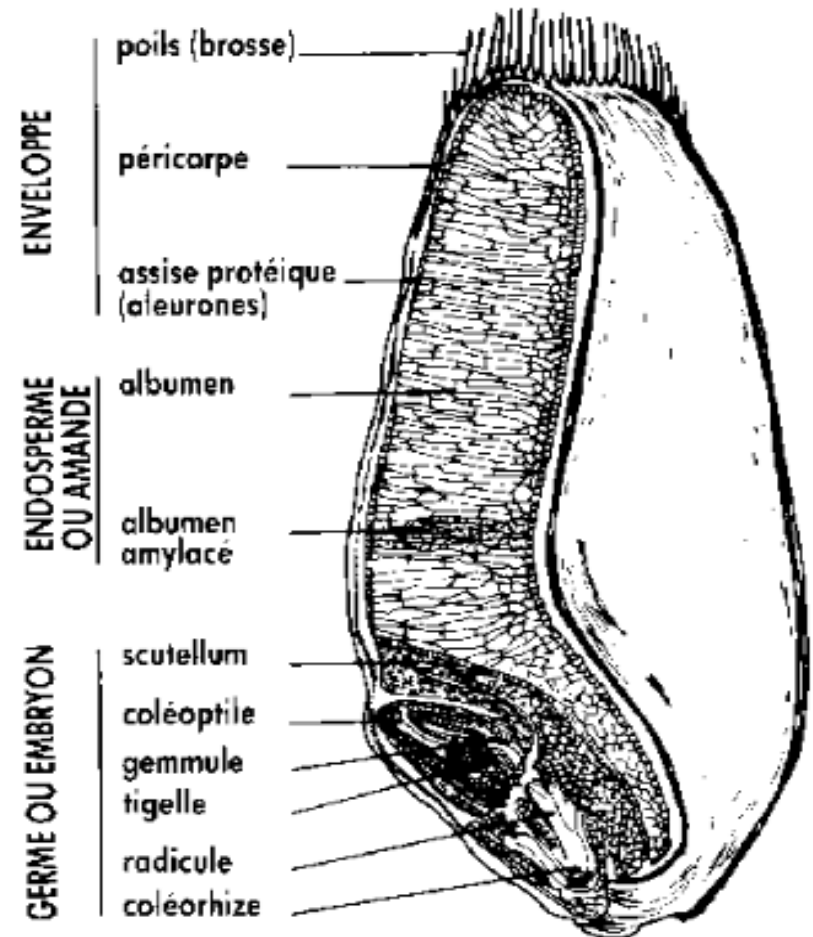
	Blé tendre	Blé dur
Différences entre les deux espèces de blé:		
Nom scientifique	<i>Triticum aestivum</i>	<i>Triticum durum</i>
Forme du grain	Gros et rond	Ovale et long
L'endosperme	Blanc et doux	Jaune et dure
Gluten (protéine)	Long et élastique	Court et fort
Propagation	Très propagé autour du monde	Limité aux pays ensoleillés
Utilisations	panification, la pâtisserie, la biscuiterie	Pâtes alimentaires, couscous et pains traditionnel

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

Description du blé et du grain de blé

- **Enveloppe** : L'écorce représente **20%** du poids du grain. Elle est formée de plusieurs couche :
Le péricarpe qui est formé de plusieurs cellules à membrane épaisse ;
L'assise protéique qui est composée de cellule de taille moyenne, de forme cubique a paroi moins épaisse que celle du péricarpe.
- **Amande farineuse** : appelée albumen, représente la majeure partie de blé, **77 à 80%** du poids du grain. Elle est limitée à sa partie inférieure par le germe. Elle est constituée d'un ensemble de cellules renferment les grains d'amidon, réunis entre eux par un réseau de gluten.
- **Germe** : Il représente environ **3%** du poids de la graine, il constitue la future plante c'est un groupe riche en matière grasses, en sucres et vitamines (B et E).

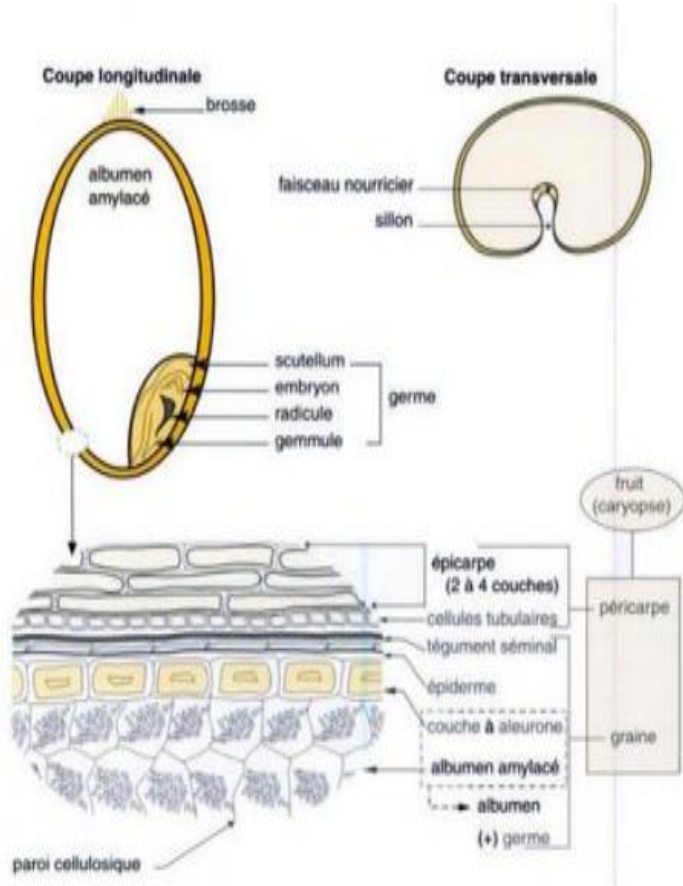


Anatomie schématique du grain du blé tendre

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

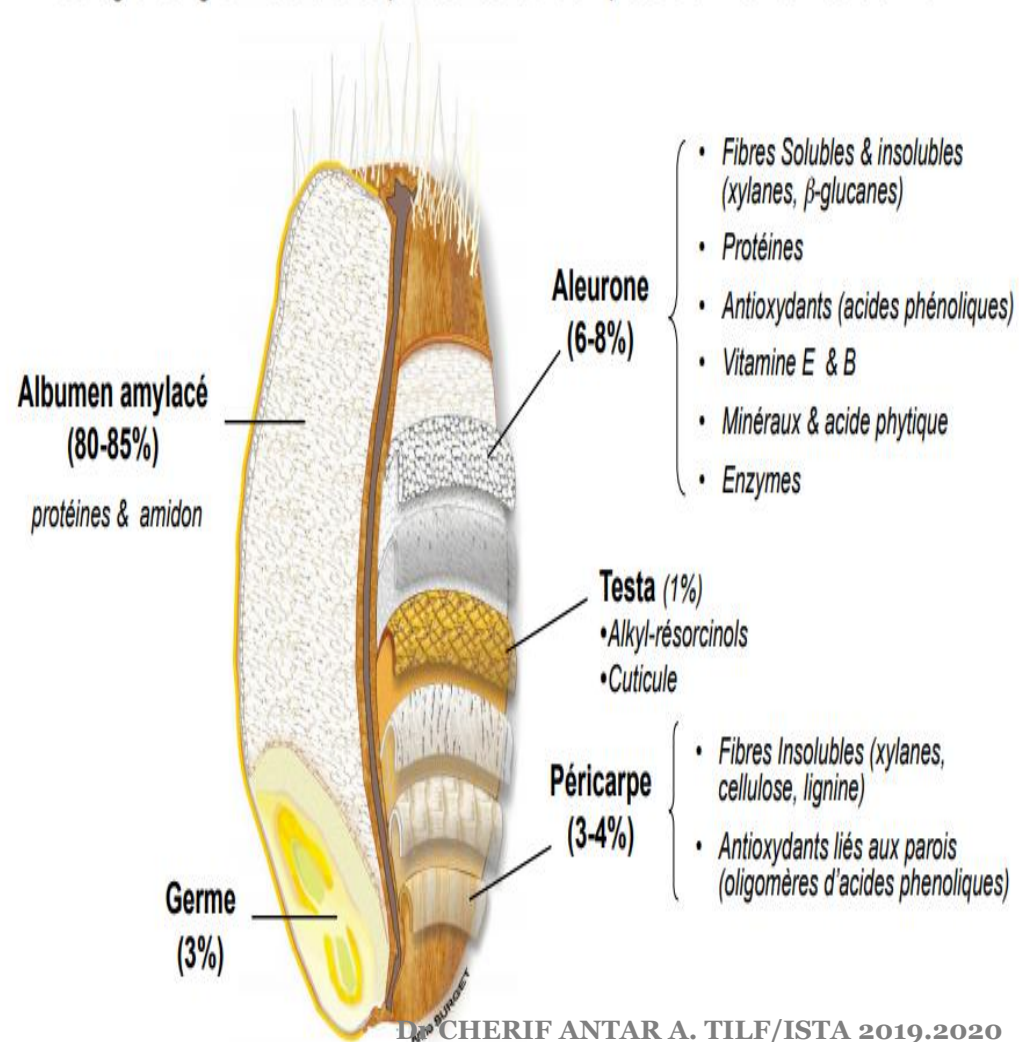
1-Les plantes céréalières :

Description du blé et du grain de blé



Coupe longitudinale d'un grain de blé

Histologie du grain de blé et présence de composés d'intérêt nutritionnel



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-1-La meunerie :

La mouture du blé **tendre** génère la **farine**



Meunerie

La mouture du blé **dur** génère la **semoule**



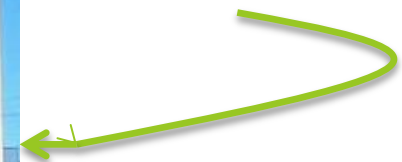
Semoulerie

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

- ❖ Le blé est stocké dans des silos à l'abri des variations climatiques, des insectes et animaux.
- Pour éviter que le blé moisisse, les silos sont équipés de séchoirs.
- L'humidité du grain de blé ne doit pas dépasser 16% !



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

Un moulin, peut, selon les cas, tourner **24** heures sur **24**, 365 jours par an.

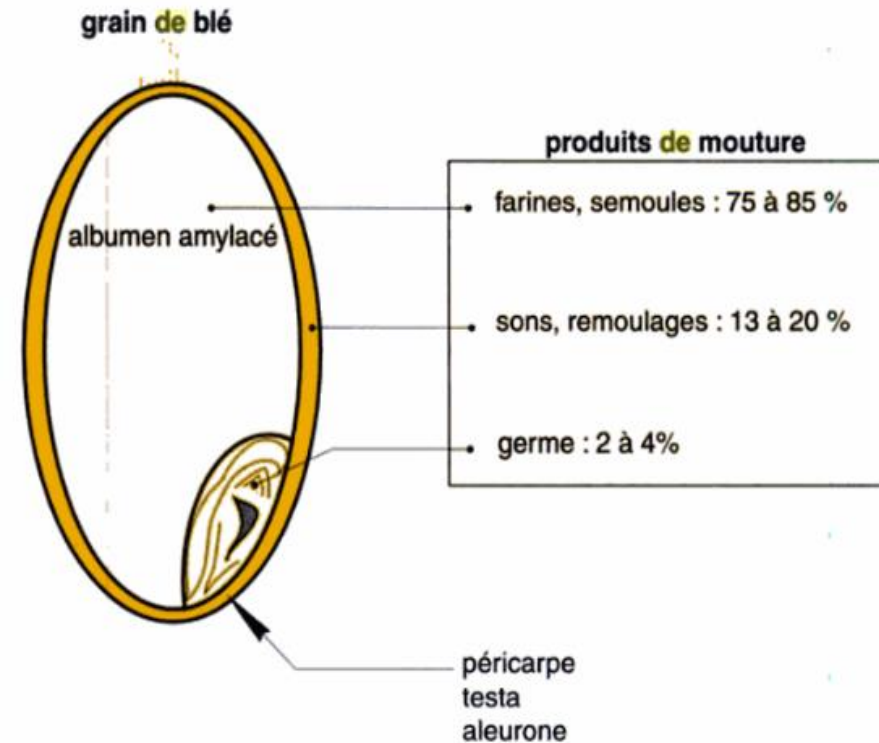
À l'issus de la mouture, quatre produits principaux sont obtenus :

A- La farine : dont la taille des particules est comprises entre **30** et **200** μm (on parle de semoule quand les particules sont plus grosses), constituée de l'albumen légèrement contaminé par les parties périphériques du grain ;

B- Les remoulages : fines particules constituées de l'enveloppe du grain et comprenant une importante proportion d'amidon originaire de l'albumen ;

C- Les fins sons ;

D- Les gros sons.



Origine histologique des produits de mouture du blé

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

Le processus de transformation de blé comprend les étapes suivantes :

1-Le nettoyage des blés

- 1-** Les grains de blé doivent être débarrassés de toutes leurs impuretés avant d'être envoyés sur le broyeur : dès son arrivée au moulin, le blé est stocké dans de grands silos puis transporté par des élévateurs ou des bandes transporteuses jusqu'à des réservoirs.
- 2-** Il est déversé dans les nettoyeurs afin d'éliminer les graines étrangères, graines d'autres céréales, pailles, pierres, pièces métalliques, déchets d'animaux (rongeurs, insectes).
- 3-** Éliminer les blés mal venus (grains ergotés et fusariés) dont la présence pourrait nuire à la qualité des farines et la semoule.
- 4-** La décontamination microbiologique de la surface de grains est un autre objectif parfois recherché: un nettoyage standard permet de réduire de **40 à 60%** la flore bactérienne du grain.

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-Le nettoyage des blés

ATTENTION

L'ensemble de ces opérations doit éviter de blesser ou de casser les grains. Le nettoyage des blés durs doit être effectué avec un soin particulier sous peine de voir apparaître des piqures colorées dans les semoules.

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-Le nettoyage des blés



Les principales machines de nettoyage sont diverses mais leurs fonctionnement repose sur l'un ou l'autre des principes suivants :

- Séparation dimensionnelle ou densimétrique,
- Nettoyage des surfaces,
- Triage colorimétrique,
- Magnétisme.



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-Le nettoyage des blés

Les systèmes de nettoyage diffèrent d'un moulin à un autre:

- ✓ La nature des machines mises en œuvre
- ✓ L'ordre des opérations

Ils ont en commun de posséder :

- ✓ Un régulateur de flux destiné à assurer un débit constant des produits arrivant sur la première machine,
- ✓ Un système d'aspiration pour éliminer les impuretés les plus légères (paille),
- ✓ Des machines de calibrage et de triage afin de séparer les blés des grosses et petites graines étrangères,
- ✓ Épointeuse ou brosse pour nettoyer la surface des blés
- ✓ Épierreuse et d'un séparateur magnétique.

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-Le nettoyage des blés

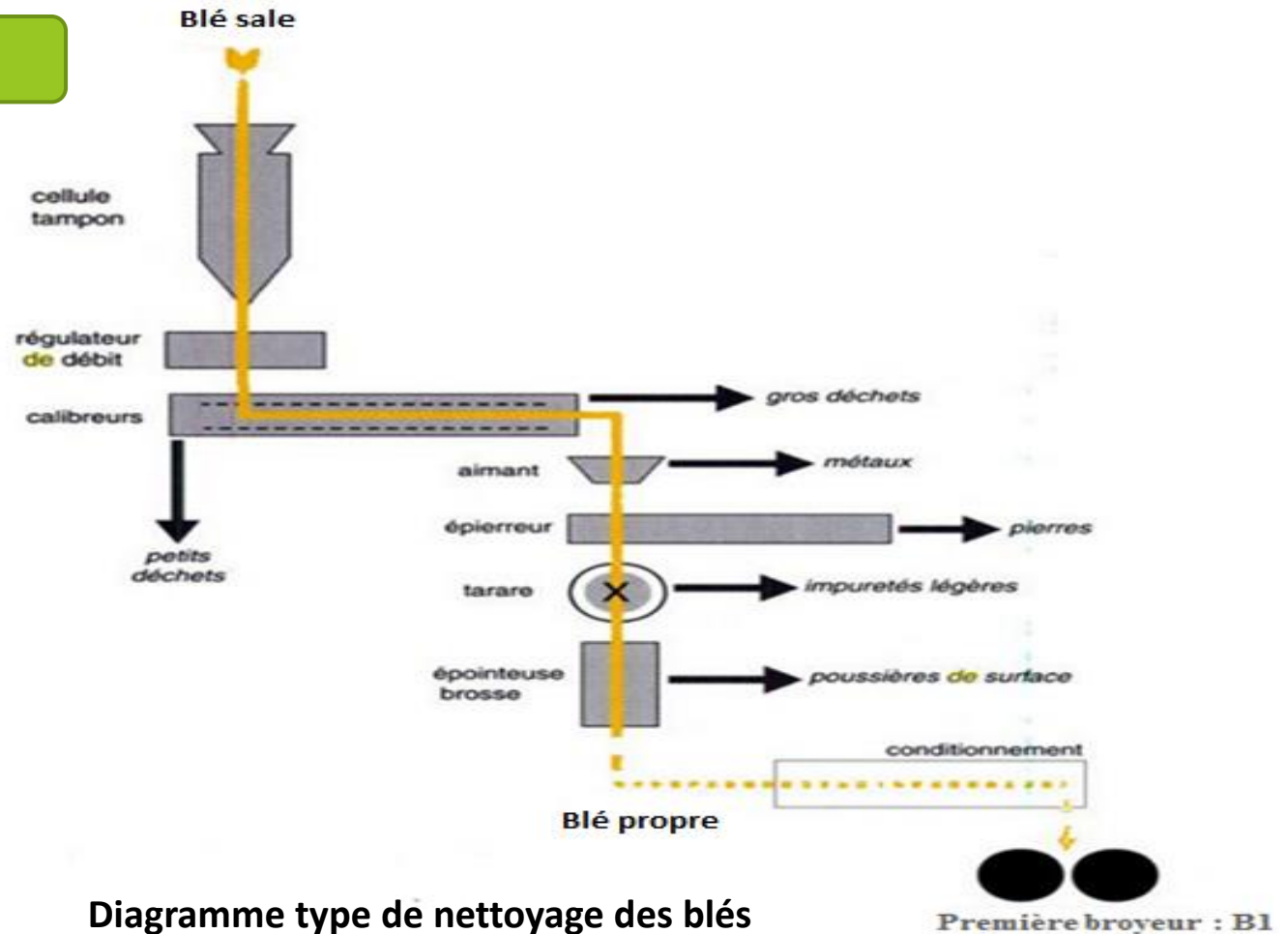


Diagramme type de nettoyage des blés

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

Transformation du blé tendre en farine

2-Le conditionnement du blé tendre

- Après l'avoir nettoyé, des trieurs permettent de ne conserver que les grains de blé purs.
- Les grains de blé sains sont humidifiés pour faciliter la séparation de l'amande de ses enveloppes et reposent de **24 à 48** heures dans des boisseaux à blé propre avant d'être moulus:
- **Le conditionnement à froid:** tremper le blé dans l'eau froide pendant **1-3 jours**.
- **Le conditionnement à chaud :** tremper le blé dans l'eau à une température de **46 °C/ 60-90 min** et à le laisser reposer pendant 24-48h.

Si le conditionnement résulte en un niveau élevé d'humidité ou si le blé est trop humide après purification, il est possible d'éliminer l'eau à l'aide de sécheurs sous vide.

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

Transformation du blé tendre en farine

3-La mouture

Le broyage
Le tamisage
Le claquage
Le convertissage

aboutit à la séparation du grain de blé : les enveloppes d'un côté et l'amande (amidon) de l'autre

- Chacune de ces étapes représente plusieurs passages de blé dans les machines.
- Le produit de chaque passage successif est tamisé selon sa taille.
- ✓ À la fin des opérations, la farine contient encore un faible pourcentage de matières minérales issues de l'enveloppe et de débris du germe qui déterminent le taux de cendres réglementaire.

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

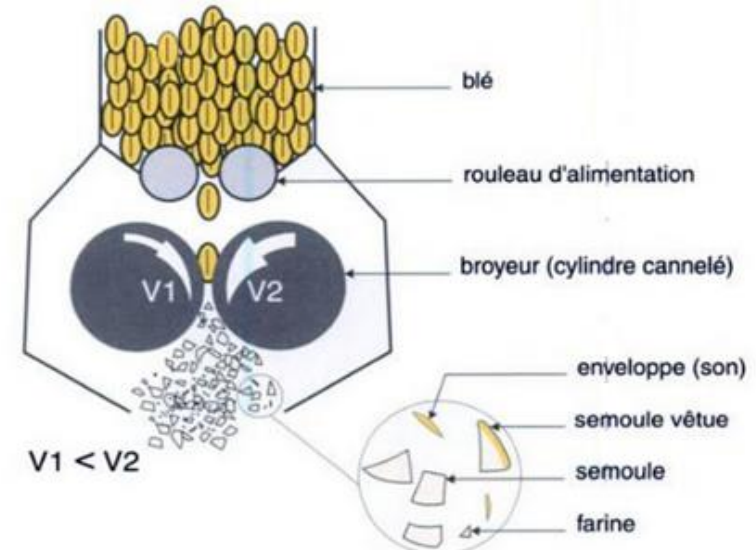
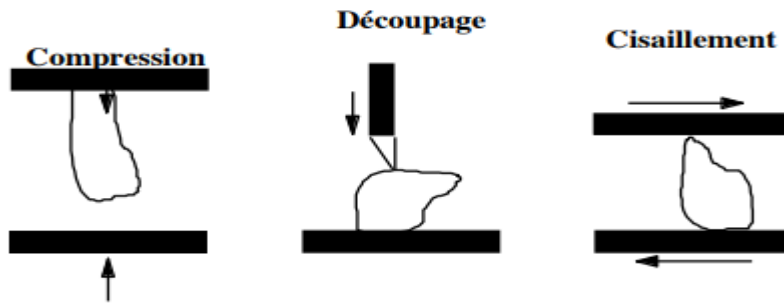
Transformation du blé tendre en farine

3-La mouture

1-Le broyage :

C'est une opération qui permet d'**ouvrir mécaniquement** le grain: cisaillement ou compression, et de **détacher** plus ou moins complètement l'amande qui se brise alors que les enveloppes, plus élastiques, résistent.

Le grain passe entre de gros cylindres métalliques. De multiples passages dans ces cylindres aux cannelures de plus en plus fines permettent de séparer l'enveloppe et l'amande.



Principe de fonctionnement d'un broyeur à cylindre

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

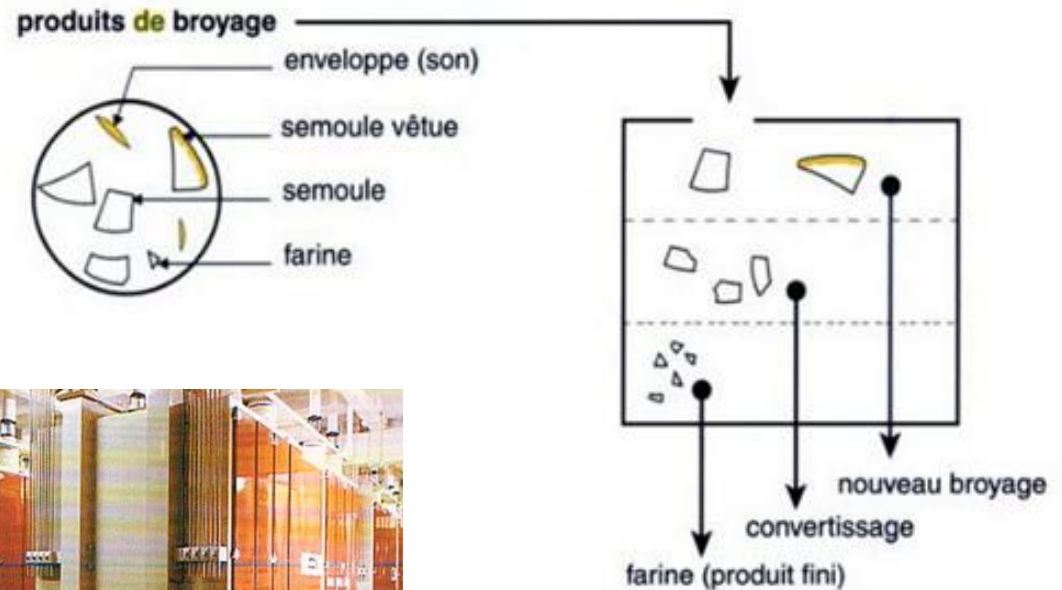
Transformation du blé tendre en farine

3-La mouture

2-Le tamisage ou blutage :

Il permet de séparer les produits en provenance de cylindres cannelés après chaque broyage en fonction de leur granulométrie.

L'opération est réalisée dans des **plansichters**: appareil formés d'un assemblage de tamis superposés et soumis à un mouvement rotatif.



Principe de tamisage

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

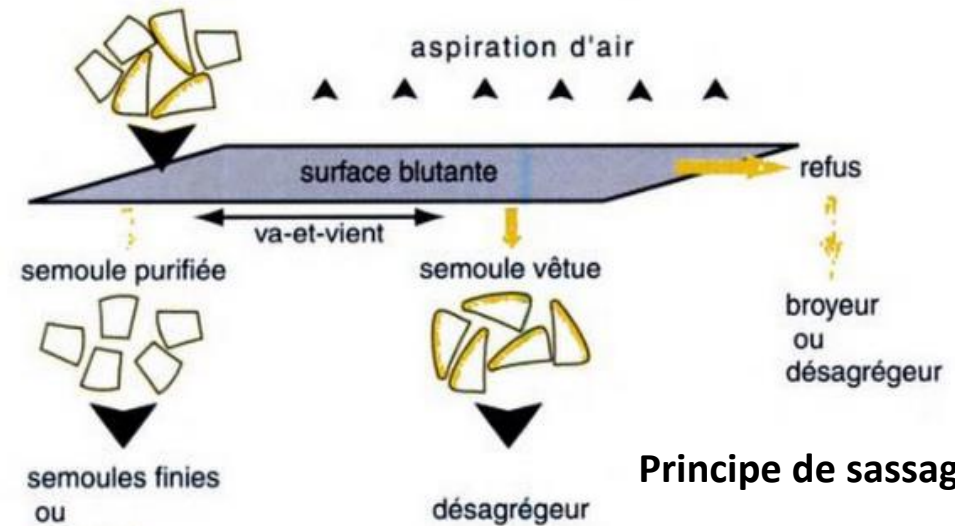
Transformation du blé tendre en farine

3-La mouture

2-Le tamisage ou blutage :

Le sassage assure la séparation des produits de la mouture qui seront maintenus en suspension par un courant d'air ascendant au-dessus de tamis et la largeur de maille diminue au fur et à mesure de la progression des produits.

Les particules d'albumen amyloacés sont plus denses ($d=1,4$) que celles d'enveloppe ($d=1,2$) retombent plus rapidement sur les tamis et sont extraites en premier.



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

Transformation du blé tendre en farine

3-La mouture

3-Claquage :

Cette fois-ci, les semoules et les refus (morceaux d'amande trop dur) passent entre des cylindres lisses et sont broyés en particules encore plus fines et donc réduit en farine entière.



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

Transformation du blé tendre en farine

3-La mouture

4-Convertissage : Ultime opération de plusieurs passages dans une série de cylindres lisses pour obtenir des produits fins jusqu'à la farine. C'est aussi le mélange des différentes farines obtenues à chaque étape de la mouture (farine de broyage, de claquage et de convertissage) qui donne la farine panifiable utilisée par le boulanger et que l'on appelle « farine entière ».



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

Transformation du blé tendre en farine

4-Conditionnement et commercialisation

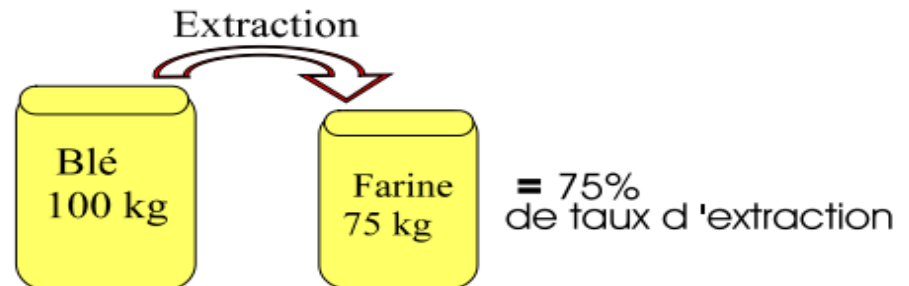
La farine est stockée en cellule de stockage.

❖ La farine est alors prête à être vendue soit:

➡ En vrac

➡ En sac de 50 ou 25 kg

➡ En sac de 1kg pour l'utilisation domestique



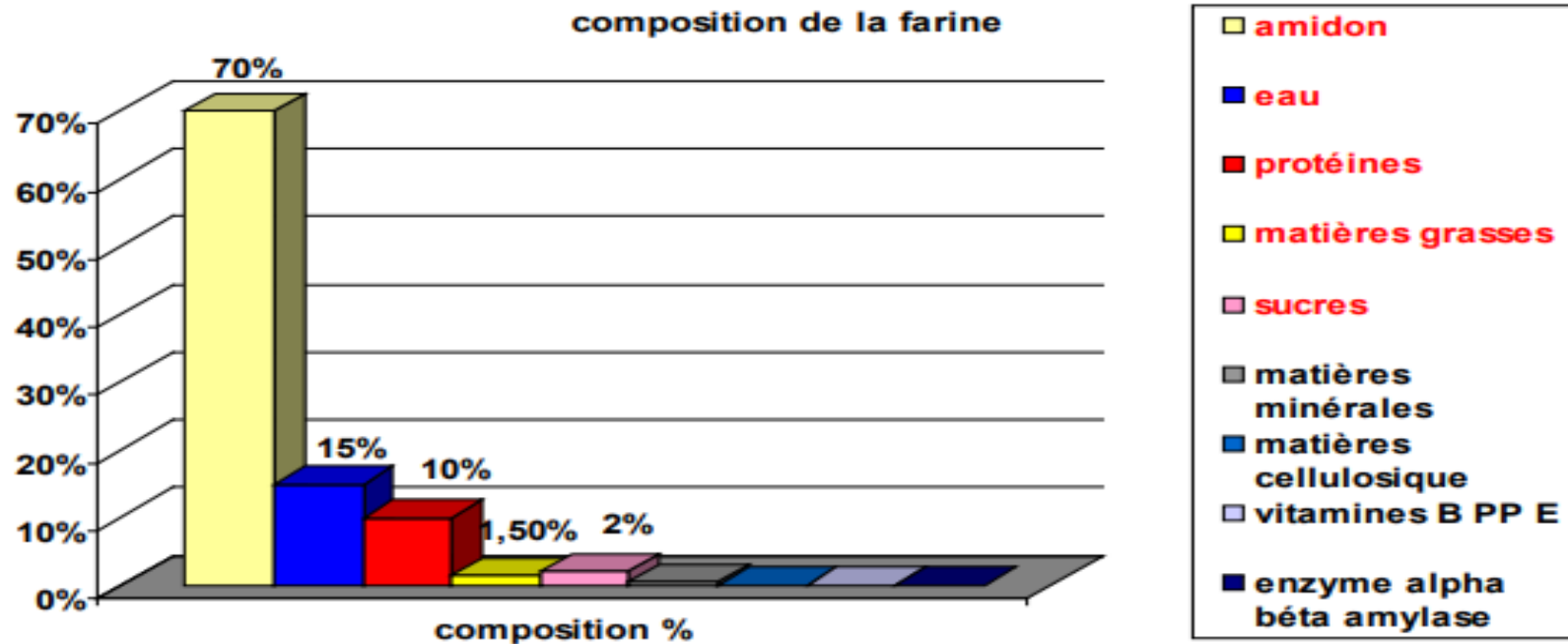
Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

Transformation du blé tendre en farine

❖ Composition chimique de la farine :



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

Transformation du blé tendre en farine

❖ Les différents types de farines

Type	Taux de cendre	Dénomination usuelle	Utilisation
T45	moins de 0,5 %	farine blanche	pâtisserie
T55	de 0,5 à 0,6 %	farine blanche	pain blanc
T65	de 0,62 à 0,75 %	farine blanche	pain de campagne, autres pains dits « tradition »
T80	de 0,75 à 0,9 %	farine semi-complète	pain semi-complet
T110	de 1 à 1,2 %	farine complète	pain complet
T150	plus de 1,4 %	farine intégrale	pain complet « intégral »

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

Transformation du blé tendre en farine

4-Conditionnement et commercialisation

Les entreprises productrices dans la filière céréales en Algérie:

Groupe public ERIAD



SIM



La Belle



AMOR BENAMOR

METIDJI



MOULA



AMOR



SOPI



SOSEMIE



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-5- panification :

1-Définition :

La panification est l'ensemble des opérations consistant à transformer la farine en pain.



➤ Le pain passe par deux phases :

PHASE ACTIVE : Période pendant laquelle la pâte est travaillée

PHASE PASSIVE : Période pendant laquelle la pâte est en repos.

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-5- panification :

2-Matières premières en panification :



1-La farine: c'est l'élément de base dans la fabrication du pain



65-72% Amidon

Glucide complexe qui va subir une transformation et être **métabolisé** par les agents de fermentation

8-12% Gluten

Protéines qui vont former un **réseau élastique** et **extensible** qui permet la levée de la pâte et l'aération de la mie

1-2% Sucres simples

Saccharose et glucose vont être assimilés rapidement par les levures et permettre d'amorcer la fermentation

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-5- panification :

2-Matières premières en panification :

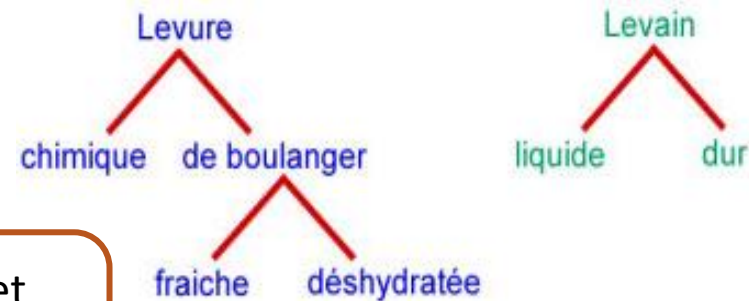
2-La levure: elle produit des gaz qui font gonfler la pâte et conditionne la présence de trous dans la mie. Plus il y a de levure et de sucre plus la pâte est gonflée .

Le levain

C'est un mélange de farine et d'eau qu'on laisse fermenté dans un endroit tiède (environ 20°C). Fabriquer son premier-levain (ou levain-chef) prend 5 jours., c'est ce que l'on appelle le levain "dur". Dans un levain "liquide", on ajoute du miel.

La levure

C'est un champignon microscopique utilisé dans la fabrication du pain. Actuellement, on le trouve sous deux formes : levure chimique et de levure de boulanger. En boulangerie, nous utilisons principalement la levure de boulanger !



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-5- panification :

2-Matières premières en panification :



3-Le sel: le chlorure de sodium **NaCl**. En panification, l'incorporation du sel se fait en début de pétrissage.



- ✓ Il contribue énormément à la saveur,
- ✓ Il favorise la coloration de la croûte,
- ✓ Il améliore les qualités plastiques de la pâte (à laquelle il apporte un supplément de fermeté et de ténacité),
- ✓ Il contribue à la fixation de l'eau (il retient l'eau),
- ✓ Il freine légèrement la fermentation (il régularise la production de gaz carbonique),
- ✓ Il participe à la conservation du pain (en fixant l'humidité de la mie).

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-5- panification :

2-Matières premières en panification :



4-L'eau: hydrate la farine et fait gonfler toutes les particules d'amidon qui la composent

- ✓ Dissoudre les ingrédients (farine, levure, sel),
- ✓ Hydrater la farine (ce qui permet de former une pâte),
- ✓ Elle est indispensable au développement des levures,

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-5- panification :

2-Technologie de panification :

1-Le pétrissage :

- **Le frassage** : c'est l'opération qui consiste à mélanger les ingrédients à vitesse lente pendant 3 à 5 minutes afin d'obtenir une pâte homogène.
- **Le pétrissage** : cette deuxième phase se déroule à vitesse rapide et permet de :
 - ✓ Mélanger de façon intime les ingrédients
 - ✓ Incorporer de l'air dans la pâte pour permettre la multiplication des levures et le blanchiment de la pâte.
 - ✓ Hydrater le gluten et former des fibres pour emprisonner l'oxygène et les grains d'amidon.
 - ✓ Hydrater l'amidon pour le transformer en sucre grâce à l'enzyme amylase

Pour ce faire deux opérations sont effectuées :

- 1-Le coupage** qui permet aux particules de gluten de se souder afin que la pâte devienne lisse et s'allonge pour retenir les gaz de la fermentation sans se rompre
- 2-Le soufflage et l'étirage** qui permet d'incorporer l'oxygène dans la pâte pour que les ferments se multiplient.





Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-5- panification :

2-Technologie de panification :

2-La fermentation (pousse ou pointage) :

La fermentation de type alcoolique, est provoquée par l'action de la levure qui transforme les sucres présents dans la pâte en alcool (**éthanol**) et en gaz carbonique (**CO₂**) et est accompagnée d'un dégagement d'énergie. Sur cette action, la pâte va augmenter de volume. La fermentation s'effectue dans une enceinte contrôlée entre **28** et **30 °C** pendant **1H30** avec une humidité relative entre **80** et **90%**.

3-La pesée et le façonnage :

Après cette première fermentation, on donnera au pain l'aspect souhaité. On divise et pèse la pâte si nécessaire pour faire les « pâtons »



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-5- panification :

2-Technologie de panification :

4-La deuxième pousse ou « apprêt » :

C'est la fermentation finale. Lors de cette opération qui doit durer de **1** heure à **1** heure **30** minutes, la pate repose à nouveau à **27°C** et le pâton doit environ doubler de volume. La fermentation reprend (production d'alcool et de CO₂) et le maltose est hydrolysé en glucose par les enzyme de la levure.

5-Farinage et coupe des « pâtons » :

Opération qui consiste à donner des coups de coupes au pain pour éviter qu'il n'éclate lors de la cuisson.



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-5- panification :

6-Cuisson :



- C'est une phase complexe qui dure de **20 à 40** minutes à 230°C; elle a pour but de :
- gélatiniser l'amidon et de coaguler les protéines afin d'accroître leur digestibilité.
 - la partie périphérique du pain subit une caramélisation, sous l'effet de la chaleur et de l'humidité, grâce au maltose localisés à la surface du pain.

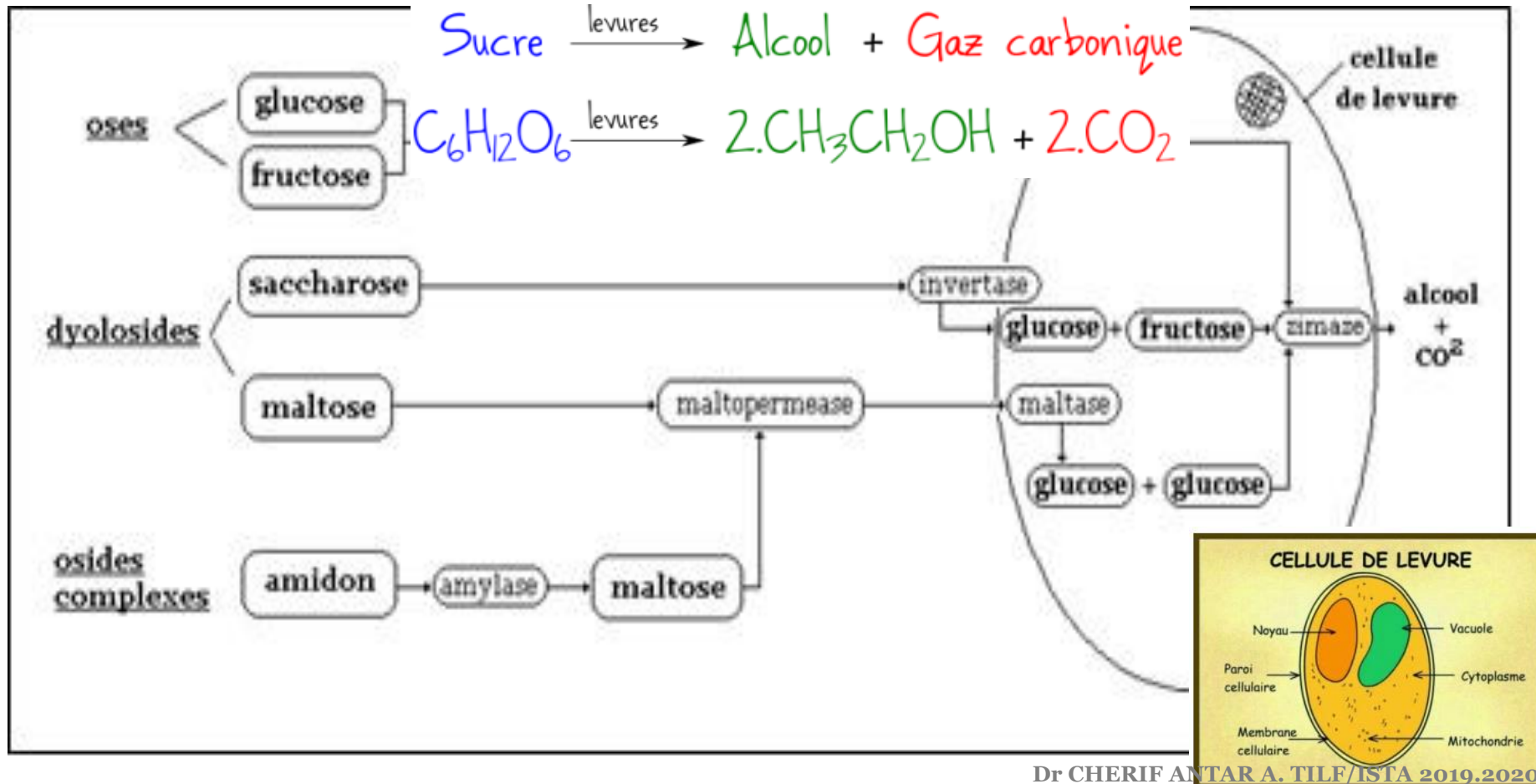
Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-5- panification :

3-Mécanisme de fermentation :



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

Transformation du blé dur en semoule

La **semoule** est le produit obtenu à partir des grains de blé dur (*Triticum durum*) par un procédé de mouture au cours duquel le son et le germe sont essentiellement éliminés et le reste est broyé à un degré de finesse adéquat. La semoule complète de blé dur est préparée par procédé de broyage similaire, mais le son et une partie du germe sont préservés (Codex Alimentarius, 1995)

2-Le conditionnement du blé dur

La durée du trempage est plus courte que dans le cas des blés tendres, de manière à ce que l'eau assouplisse les enveloppes sans humidifier exagérément l'amande ce qui permet de conserver la belle apparence des semoules.

La durée est de 9 à 10 heures mais ne doit pas dépasser 48 heures.



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

Transformation du blé dur en semoule

3-La mouture

1-Broyage : La première opération de la mouture est le broyage, durant lequel les enveloppes sont détachées de l'amande. Cette étape est destinée à réduire les dimensions des grains par la mise en jeu des appareils à cylindre cannelés.

2-Tamisage ou blutage : C'est une opération basée sur la séparation des produits selon leurs dimensions. Cette opération s'effectue après chaque passage dans un appareil à cylindre. Elle permet le classement des produits en différentes tailles. Le passage des éléments à travers le tamis constitue l'extraction (les semoules), par contre ce qui reste sur le tamis c'est le refus (les sons).



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

Transformation du blé dur en semoule

3-La mouture

3-Sassage : C'est une opération intermédiaire entre les broyages, son but est de séparation des produits de mouture sur la base de leur taille et de leur densité (double tri).

4-Désagrégeage : Les désagrégeurs sont des appareils à cylindres munis de très fines cannelures qui ont pour but, de rebroyer les semoules vêtues, d'éliminer les fragments de son qui adhèrent à l'amande.

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

Transformation du blé dur en semoule

4-Conditionnement et commercialisation



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

Transformation du blé dur en semoule

Les produits finis:

l'issue de la mouture, trois principaux produits sont obtenus :

- La semoule : représente le produit noble d'une semoulerie, correspond aux fragments d'amande dont la granulométrie est supérieure à 150µm
- La semoule super sassée fine : La farine de blé dur est considérée d'un point de vue réglementaire un sous produit de mouture dont la granulométrie est inférieure à 150µm
- Les sons : La finesse des enveloppes de blé dur conduit à la formation de sons beaucoup moins larges que ceux de blé tendre. Les sons sont récupérés à la fin de broyage (gros sons ou à partir des désagrégeurs et parfois des sasseurs (fin sons))

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

Transformation du blé dur en semoule

❖ Les différents types de semoule

Les semoules sont classées selon deux critères : la pureté et la granulation

Pureté

✓ Semoule supérieure :

Provient de la partie centrale de l'amande du grain de blé dur et contient un faible taux de matières minérales.

Elle sert à fabriquer les pâtes alimentaires dites supérieures.

✓ Semoule courante :

Contient plus de parties périphériques et ayant un plus fort taux de matières minérales. Elle sert à faire les pâtes dites courantes.

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

Transformation du blé dur en semoule

❖ Les différents types de semoule

Les semoules sont classées selon deux critères : la pureté et la granulation

Granulation

Semoules grosses : la dimension de ses particules : **900-1100 μm** , destinées aux usages domestiques. Considérées comme semoule très pure et vendues au commerce pour être consommées en l'état ou encore à la fabrication du couscous.

Semoules grosses moyennes : la dimension de ses particules : **550-900 μm** , elles sont vendues en l'état. Elles sont destinées à la fabrication des galettes et couscous.

Semoule sâssée super extra: proviennent de la partie centrale de l'amande et ont un faible taux de matières minérales. La dimension des particules: **180- 500 μm** , elles sont destinées à la fabrication des pâtes alimentaires supérieures.

Semoules sâssées super fines: la dimension des particules : **140-250 μm** , elles servent à la fabrication des pâtes dites courantes.

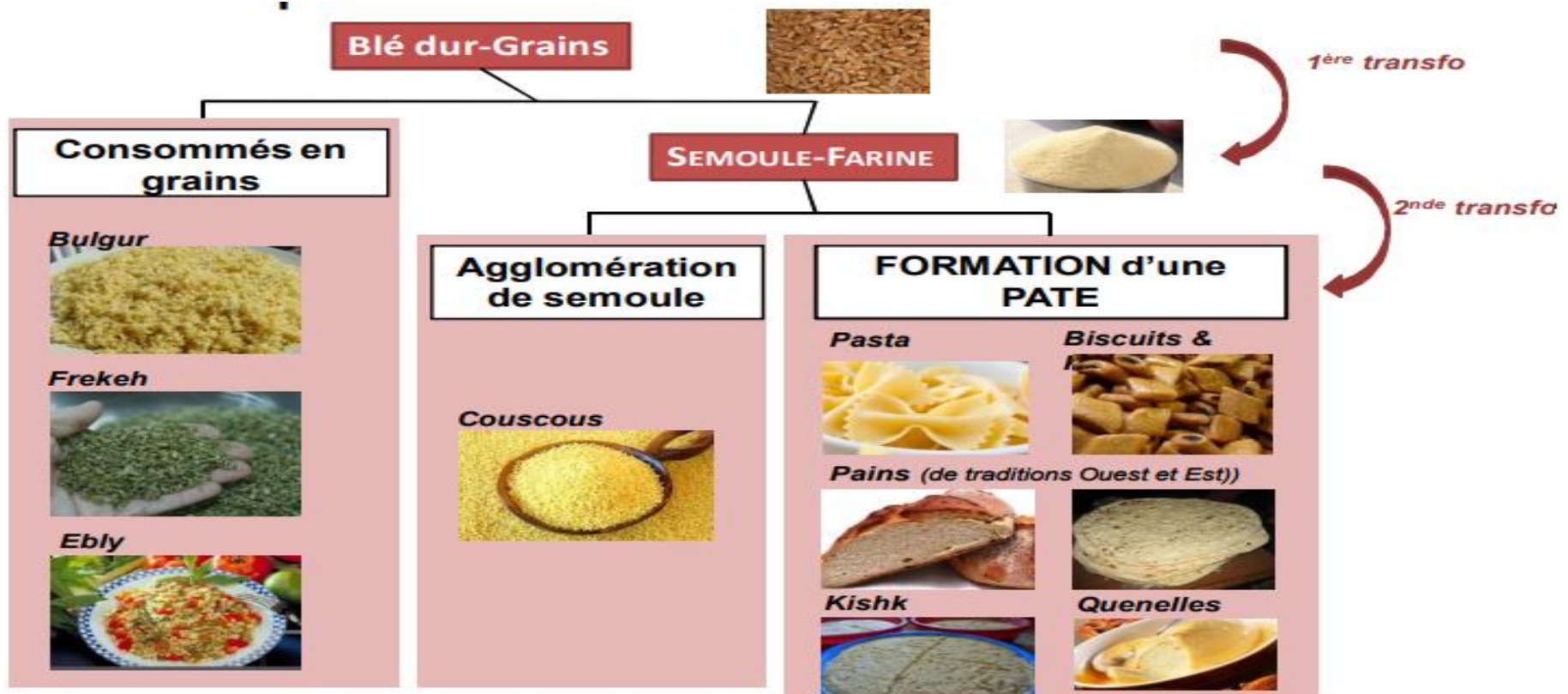
Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

Transformation du blé dur en semoule

❖ Les produits traditionnels du blé dur :



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-3- pâtes alimentaires :

1-Définition

- ❖ **Pâtes alimentaire** aussi appelées **pâtes**, **macaronis**, **spaghetti**, **vermicelle** ou **nouilles**: farinage non fermenté à base de semoule de blé et d'eau, comportant souvent des œufs.
- ❖ Les pâtes sont diversement façonnées soumises au préalable à des transformations mécanique (mélange, pétrissage, extrusion et séchage), parfois aromatisées puis séchées pour assurer leur conservation.
- ❖ Elles sont vendues prêt à cuire.





Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-3- pâtes alimentaires :

1-Définition :

Saviez-vous que?

1700
Avant J.C

Invention des pâtes en Mésopotamie (Irak actuelle)

800

Conquête de la Sicile par les Arabes et introduction
des pâtes en Italie

1740

Ouverture de la première usine de fabrication
de pâtes alimentaires à Venise

1800

Vague d'immigration italienne au Canada et introduction
des pâtes alimentaires

1867

Ouverture de la première usine de fabrication
de pâtes alimentaires au Canada, dirigée par Charles-Honoré Catelli

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-3- pâtes alimentaires :

1-Définition :

Saviez-vous que?

Les pâtes alimentaires sont universellement consommées et appréciées : la **simplicité** de leur **fabrication**, leur **facilité de transport**, leur **excellente aptitude à la conservation** et au stockage, leur **bonne qualité nutritionnelle et hygiénique**, la diversité des modes de préparations sont autant d'atouts qui favorisent leur utilisation et leur consommation.



Quel pays est le plus grand consommateur de pâtes? L'Italie bien sur! Chaque année, c'est 28 kg de nouilles qui sont consommés par un seul Italien. En France, c'est 8,1 kg et au Canada, chaque habitant mange 7 kg de pâtes par année.

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-3- pâtes alimentaires :

1-Définition:

- ❑ Traditionnellement, les pâtes alimentaires sont préparées et vendues à l'état sec et non cuit ———> Les ranger en toute sécurité à la température de la pièce pendant de longues périodes, tout en conservant leur saveur et leur texture caractéristiques.
- ❑ Grâce à de nouvelles technologies et techniques d'emballage ———> Les pâtes alimentaires sont vendues sous forme de pâtes **bien cuites**, **partiellement cuites** ou **fraîches et non cuites**, dont la durée de conservation sous réfrigération est de 60 jours .





Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-3- pâtes alimentaires :

2-Classification : Les pâtes alimentaires sont classées en deux groupes selon les machines utilisées pour la fabrication :

Pâtes pressées ou tréfilées : C'est une pâte comprimée par une presse à travers une filière qui sert de moule dont on obtient les formes classiques telles que le spaghetti, macaroni, coquillettes ou coupées à volonté de manière à obtenir des pâtes longues ou courtes.

Pâtes laminées : Ce type de produit est abaissé par laminage entre deux cylindres et est réduit en feuilles larges et minces. Celles-ci sont soit divisées en rubans, soit amenées sur des machines munies d'emporte-pièces ce qui donne la forme désirée.

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

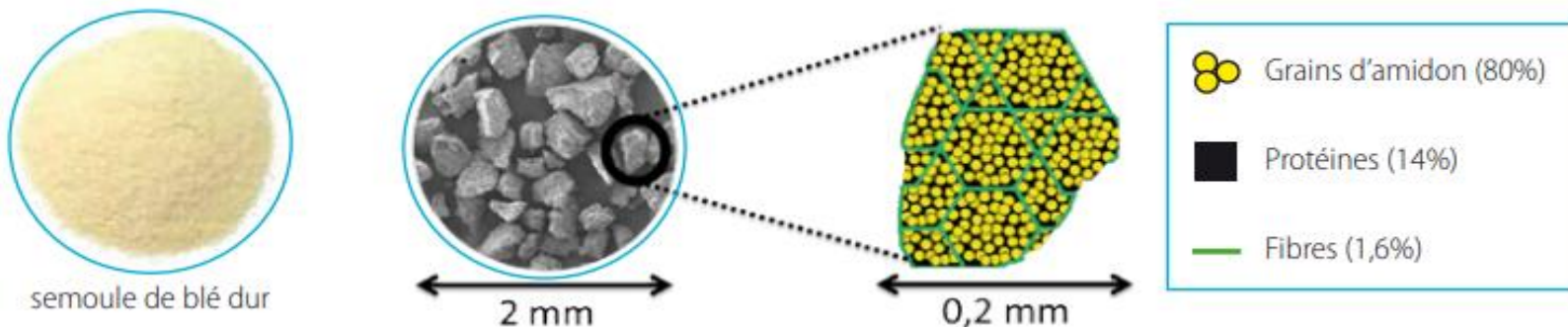
1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-3- pâtes alimentaires :

3-Les ingrédients :

La semoule de blé dur ou la farine du blé tendre ou le mélange des deux ;
De l'eau ;
Éventuellement **d'autres ingrédients** peuvent être ajoutés:

1-Semoule : La semoule est reconnue comme substrat principal pour la fabrication des pâtes alimentaires en raison de: sa teneur en **gluten** (confère aux pâtes des propriétés technologiques et rhéologiques spécifiques), de sa **dureté**, sa **couleur** unique, sa **flaveur** et sa **qualité de cuisson**. Après conversion en pâte, elle donne des produits avec de bonnes qualités culinaires et une stabilité à la cuisson.





Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-3- pâtes alimentaires :

3-Les ingrédients :

La semoule de blé dur ou la farine du blé tendre ou le mélange des deux ;
De l'eau ;
Éventuellement d'autres ingrédients peuvent être ajoutés:

2-L'eau : Selon de nombreuses observations faites par les industriels, il ressort que la qualité de l'eau utilisée au cours de l'embâtage peut exercer une influence non négligeable sur l'aspect et le comportement des produits finis au cours de la cuisson.

➤ **Des œufs:** la quantité est déterminée par la loi (**140 à 350 g** d'œufs frais par Kg de semoule). Les résultats de l'ajout des œufs sont un goût différents, une plus belle couleur, une valeur nutritionnelle plus élevée et une meilleure tenue à la cuisson.

➤ **Des légumes et des épices:** les plus importants sont des épinard et des tomates, mais également de l'ail, le basilic, le safran. Le résultat est une variation en couleur et en goût.

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-3- pâtes alimentaires :

4-Description du procédés de production :

1-Hydratation/malaxage

Le mélange : la quantité d'eau ajoutée pour l'hydratation est environ **25-34 kg/100 kg** de semoule, de manière à ce que la teneur en eau final soit voisine de **44 à 49 %** de la matière sèche. Cette quantité d'eau compte tenu de l'humidité initiale de la semoule qui se situe généralement aux environs de **14 %** (ms) et la forme finale de la pâte.



Le pétrissage : afin d'obtenir une pate homogène, i.e la quantité d'eau est reprise par toutes les particules de la semoule, il faut pétrir. Cela se réalise dans un pétrin (malaxeur) continu qui tourne **120 tours/min** et il prend **15-20 min**. La pate ne contient que **30-32%** d'humidité.

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

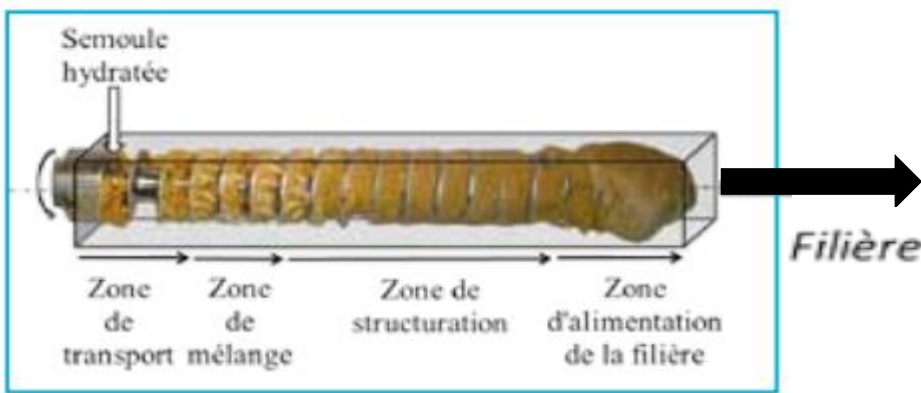
1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-3- pâtes alimentaires :

4-Description du procédés de production :

2-Formage ou façonnage (extrusion)

Après le pétrissage, la pate passe à travers les cylindres de l'extrusion qui finissent par des filières (moules). Cette étape assure le développement de la structure de la pâte. Les filières déterminent uniquement la forme et l'aspect et non par la longueur. Les trous dans ces filières sont faits avec du téflon de façon à obtenir une surface bien lisse des pates. La forme des filières, la vitesse d'extrusion et les conditions de découpe détermine le format des produits finis (spaghetti, macaroni, pâtes courtes, papillons).



 **Pâtes fraîches**

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-3- pâtes alimentaires :

4-Description du procédés de production :

3-Séchage

Les pâtes pressées ont un taux d'humidité de **29-31%**. Elles doivent être séchées à un taux de **12,5%** max car à partir de ce taux que les pâtes sont parfaitement conservées. L'étape du **séchage** assure le **renforcement de la structure** et la **stabilisation de la pâte**. Un **diagramme de séchage** est appliqué (succession de différentes **conditions de température et d'humidité relative**) pour prévenir la formation de gerçures.



Séchoir



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-3- pâtes alimentaires :

4-Description du procédés de production :

3-Séchage



Séchage des pates coupées:



Immédiatement après l'extrusion, les pates sont coupées à leur longueur définitive par un couteau rotatif contre le moule. Au plus vite que le couteau tourne au plus court sera la pate alimentaire.

Les pates coupées sont séchées dans un séchoir pour une courte durée. Le but est de sécher un tout petit peu la surface pour éviter que les pates se collent donc on prend à peu près 1-2% d'humidité.

Après cela les pates sont séchées à leur taux d'humidité final dans des séchoirs à bandes.

A la fin des séchoirs, les pates sont refroidies fortement jusqu'à environ 30°C et ont alors un humidité maximale de 12,5%.

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-3- pâtes alimentaires :

4-Description du procédés de production :

3-Séchage



Séchage des pates longues:



En-dessous de la presse, le spaghetti est pendu sur des cannes d'environ 2m de largeur.

Le spaghetti a alors encore une longueur d'au-delà d'un mètre. Ces cannes sont pendues à une longue chaîne qui va à travers le séchoir. Ainsi le spaghetti suit les zones climatiques successives (11 en total).

A la fin de la chaîne on prévoit également une zone de refroidissement. Après cette zone de refroidissement, le spaghetti est enlevé de ces cannes et est coupé à sa longueur.

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-3- pâtes alimentaires :

4-Description du procédés de production :

4-Empaquetage

Après la production des pâtes alimentaires et après contrôle de qualité, elles sont emballées.

Les emballages consommateur les plus communs sont 250g, 500g et 1 kg conditionnées en boîtes ou films polypropylène.

Le principes des différentes lignes d'emballages est le meme:

- Pesage du poids;
- Emballage individuel;
- Emballage dans des colis distributeurs.



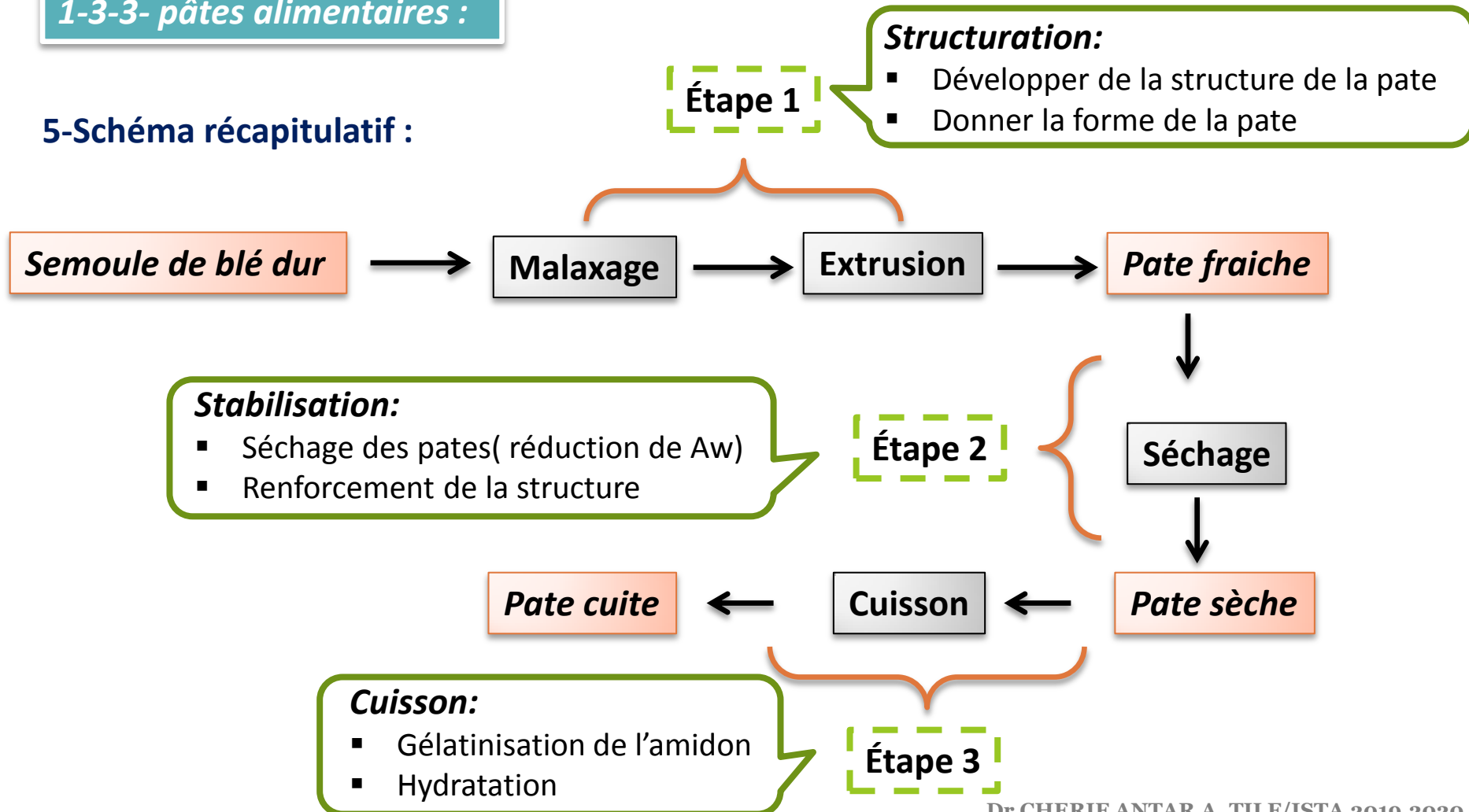
Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-3- pâtes alimentaires :

5-Schéma récapitulatif :



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

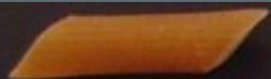
1-3-3- pâtes alimentaires :

6-Quelques formes de pates alimentaires :





***Pennette Rigate
(Farro e Lenticchie)***



Penne (Integrale)



Fusilli (5 Cereali)



Penne Rigate (Reis)



Fusilli (Reis)



***Tortiglioni
(Orzo e Grano Saraceno)***



Penne Mezzi Ziti Corte



Fusilli Bucati Corti



Farfalle Tonde



Mini Tortiglioni



Mini Penne Rigate



Tortiglioni Doppia Rigatura



Fusilli Spirale



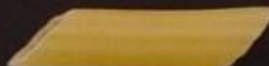
FIOCCHI RIGATI



Maccheroni



Mezze Penne Rigate



Penne Doppia Rigatura



FARFALLE



Sedanini Rigati



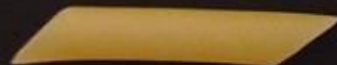
Pennette Lisce



Fusilli Doppia Rigatura



Sedani Rigati



Penne Lisce



Canneroni



Girandole



Tortiglioni



Pennette Rigate



Mezze Maniche Rigate



Mini Fusilli



FARFALLE



Rigatoni



Penne Rigate



Pennoni Lisce



Fusilli



Mini Farfalle



Riccioli di Sfoglia



Garganelli



Torchietti



Campanelle



Cellentani



Gemelli



Casarecce



Gnocchi



Castellane



Radiatori



Fisarmoniche



Riccioli



Pipe Rigate



Pipette Rigate



Conchiglie Rigate



Mini Conchiglie Rigate



Gnocchetti Sardi



Pipe Doppia Rigatura



Orecchiette



Orecchiette



Ruote



Spighe



Insalatonde



Pasta Mista



Ricciutelle



Maltagliati



Fusilli Lunghi Bucati

Spaghetti



Fusilli Napoletani

Bigoli

Spaghetti Rigati

Spaghetti alla Chitarra

Canalini

Bavette

Bavettine

Ziti

Maccheroncini

Bucatini

Vermicelli

Vermicellini / Spaghettoni

Spaghetti

Spaghettoni

Capellini

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-4- Couscous :

1-Définition :



- ❖ Le couscous est un produit composé de la **semoule de blé dur** (*Triticum durum*) dont les éléments sont agglomérés en ajoutant de l'**eau** potable et qui a été soumis à des traitements physiques tels que la cuisson et le séchage.

- ❖ **Le couscous** est l'une des pâtes alimentaires les plus antiques développées par les habitants indigènes (Berbères) de l'Afrique du Nord.
- ❖ C'était seulement à partir des années **70** qu'on avait pu entièrement automatiser des chaînes de production du couscous qui ont commencées en Afrique du Nord, et plus tard dans d'autres régions du monde, comme la France, l'Italie, la Grèce et plus récemment aux États-Unis.



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

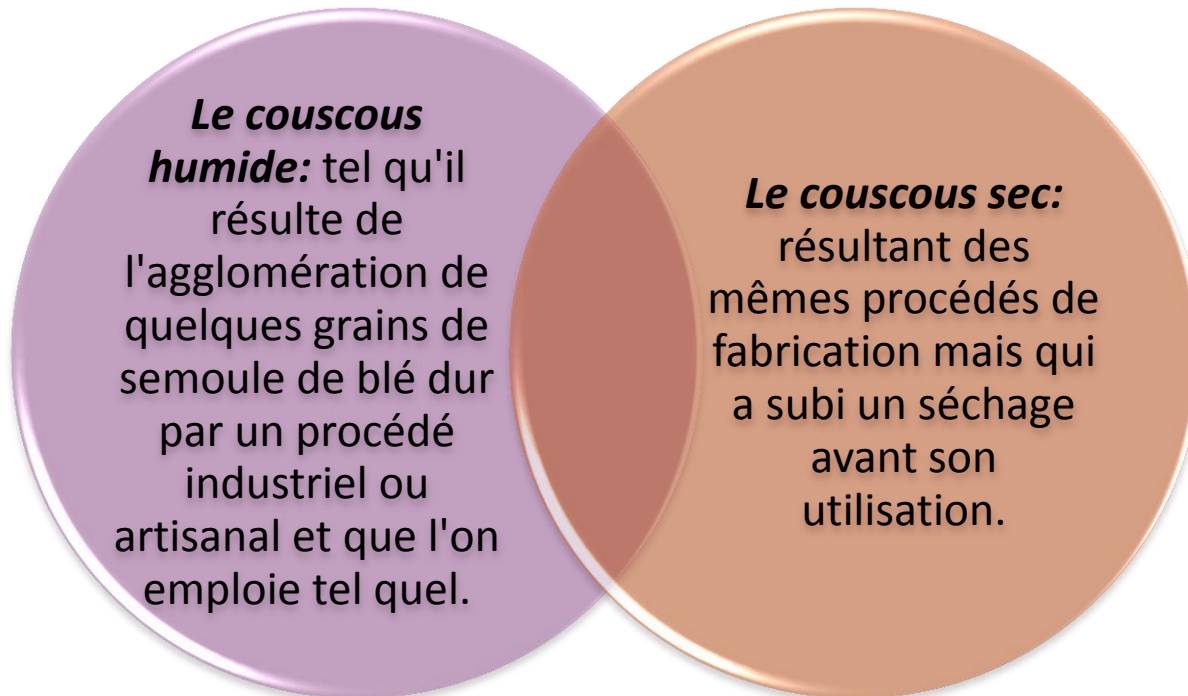
1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-4- Couscous :

2-Dérivés du couscous :

Le terme générique de couscous englobe deux produits dérivés:



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-4- Couscous :

3-Fabrication industrielle du couscous :

La fabrication industrielle du couscous met en œuvre les étapes suivantes :

- Mélange de semoule de blé dur (**100 kg**), d'eau (**30 l**) et parfois de sel (**0,3-0,5 kg**).
- Cette opération dure environ **15 à 25 min**.

- 1. Réception** des semoules de blé dur dans les silos, 250 tonnes par jour soit 7 à 8 citernes.
- Les différentes qualités de semoule permettent d'obtenir différentes qualités de couscous.



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-4- Couscous :

3-Fabrication industrielle du couscous :

2. La semoule est ensuite **mouillée** avec de l'eau. Le savoir-faire est essentiel à cette étape du process et conditionne largement la qualité du couscous.



3. La pâte grossièrement fragmentée passe dans des **rouleurs** pour obtenir des grains de couscous formés de plusieurs grains de semoule agglomérés.



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-4- Couscous :

3-Fabrication industrielle du couscous :

4. Le couscous est alors **cuit** à la vapeur sur un tapis en inox. Dès lors, les grains de couscous garderont leur forme définitive sans se désagréger.



5. Le **séchage** ramène l'humidité du couscous à **12,5%**, permettant ainsi une parfaite conservation.



6. Les **refroidisseurs** ramènent les grains à température ambiante.



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-4- Couscous :

3-Fabrication industrielle du couscous :

7. Le couscous passe alors à travers des tamis qui permettent de séparer les grains fins et moyens.

8. **Stocké** dans des silos il sera ensuite conditionné.



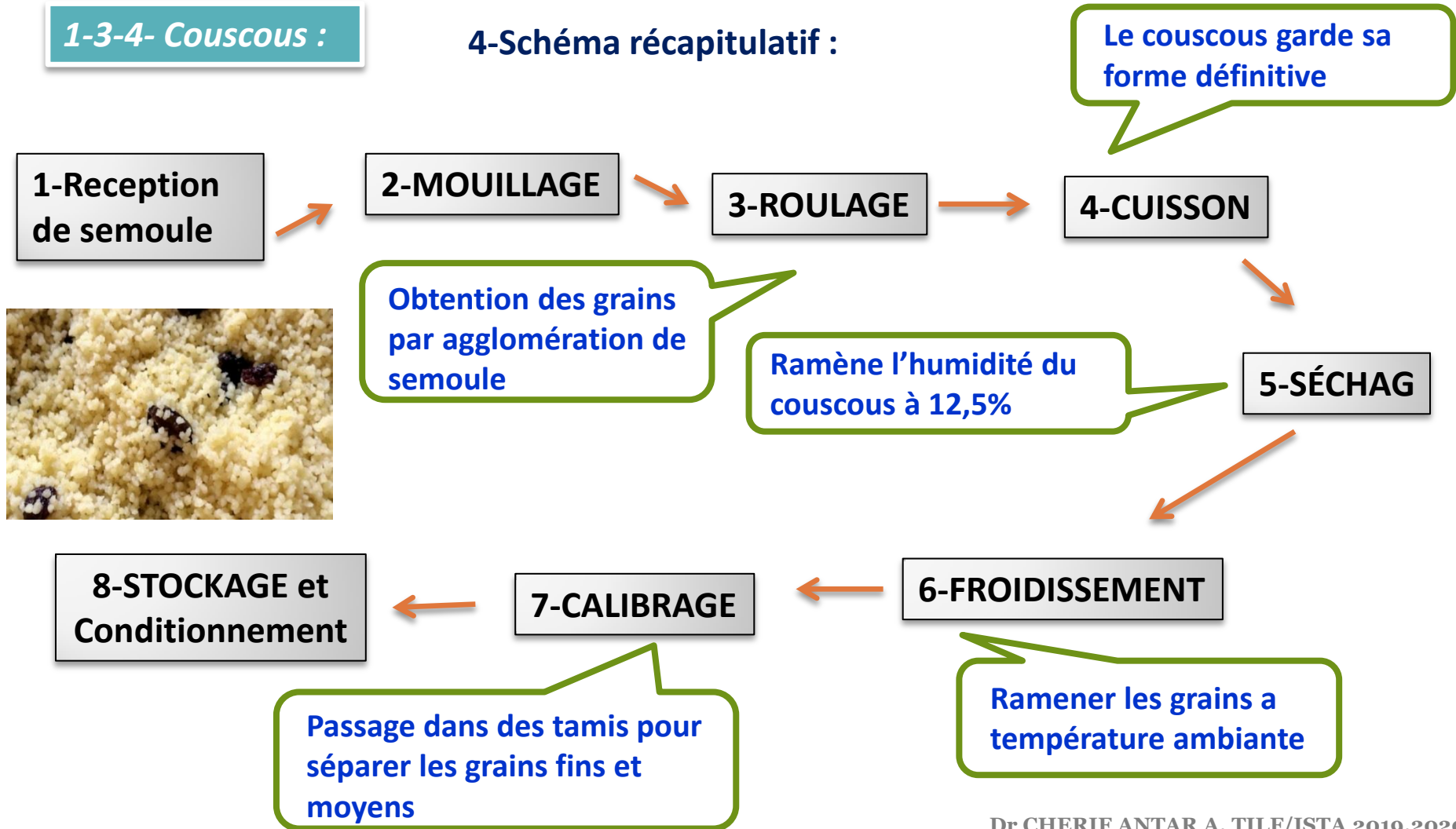
Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-4- Couscous :

4-Schéma récapitulatif :



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-6- Amidonnerie :

1-Définition :

1-L'amidonnerie : est un processus industriel qui consiste à extraire l'amidon de divers produits végétaux afin d'en assurer la transformation, pour les valoriser en tant qu'ingrédients destinés aux marchés de l'alimentation humaine et de la nutrition animale ainsi qu'à de nombreuses industries non alimentaires.

2-L'amidon est un glucide complexe qui se trouve dans les organes de réserves de nombreuses plantes, il est principalement extrait de :



QUELLE EST LA DIFFÉRENCE ENTRE L'AMIDON ET LA FÉCULE ???

Ces 2 noms désignent la même substance ! Le nom provient juste de la partie de la plante dont il est extrait. **L'amidon** est issu des **graines de céréales** et **la fécule** de **tubercules, racines ou tiges de plante** (pomme de terre...).

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

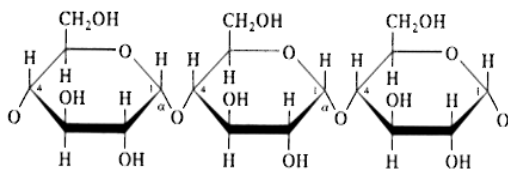
1-3-6- Amidonnerie :

2-Présentation générale :

L'amidon est un polymère formé de plusieurs milliers d'unités de **glucose**, reliées par des liaisons **α -glycosidiques** entre un atome de carbone de l'un des glucoses et le groupement hydroxyle lié au C4 du glucose suivant.

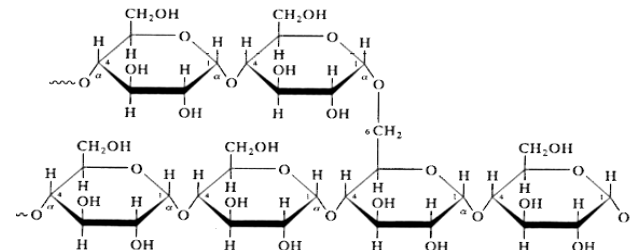
20% d'amylose

Se compose de 200 unités de D-glucoses. Elle est soluble dans l'eau et se colore en bleu foncé en présence d'iode.



80% d'amylopectine

Très ramifiée et insoluble dans l'eau. Elle se colore en rouge en présence d'iode.



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

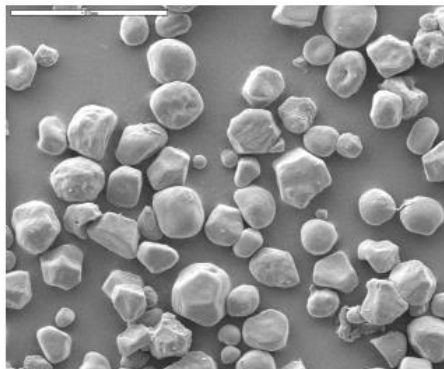
1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

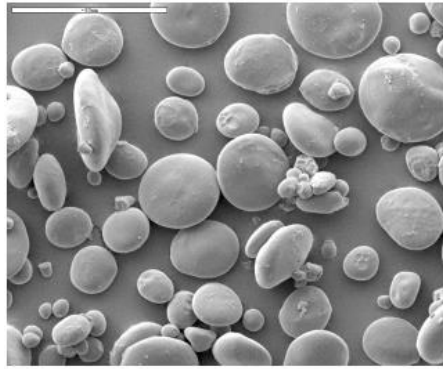
1-3-6- Amidonnerie :

2-Présentation générale :

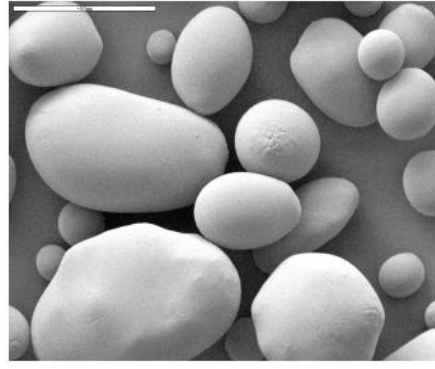
Le grain d'amidon possède une forme et une taille qui dépend de la variété botanique dont est issu l'amidon



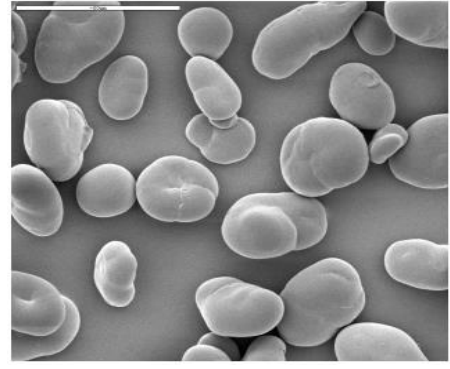
Grain d'amidon de maïs



Grain d'amidon de blé



Grain d'amidon de
pomme de terre



Grain d'amidon de pois

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-6- Amidonnerie :

3-Processus de fabrication :



Pour fabriquer 1 tonne d'amidon, il faut ...

1,9 tonne de blé

1,6 tonne de maïs

5 tonnes de pomme de terre

2,5 tonnes de pois protéagineux

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

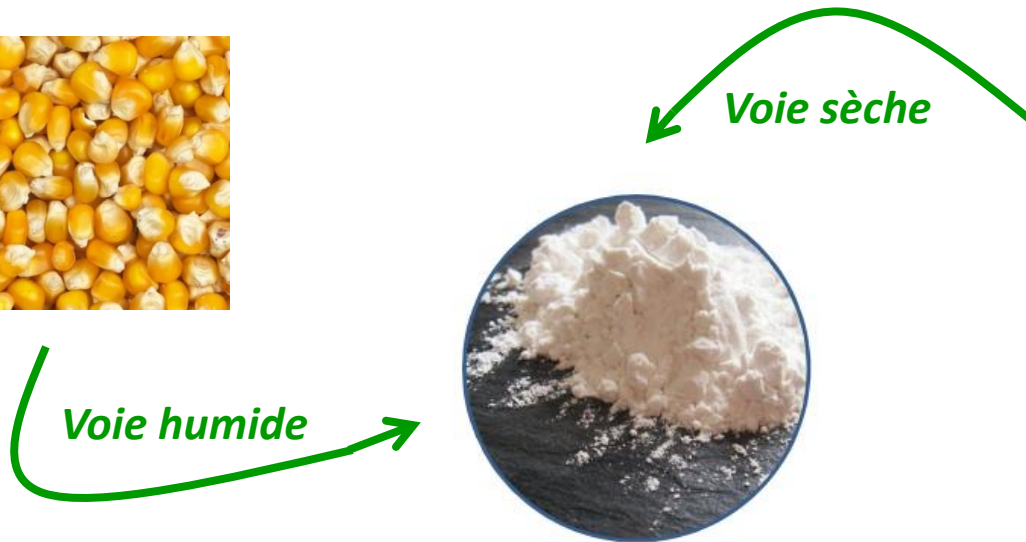
1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-6- Amidonnerie :

3-Processus de fabrication :

La préparation industrielle de l'amidon s'effectue essentiellement à partir des grains de maïs et de blé



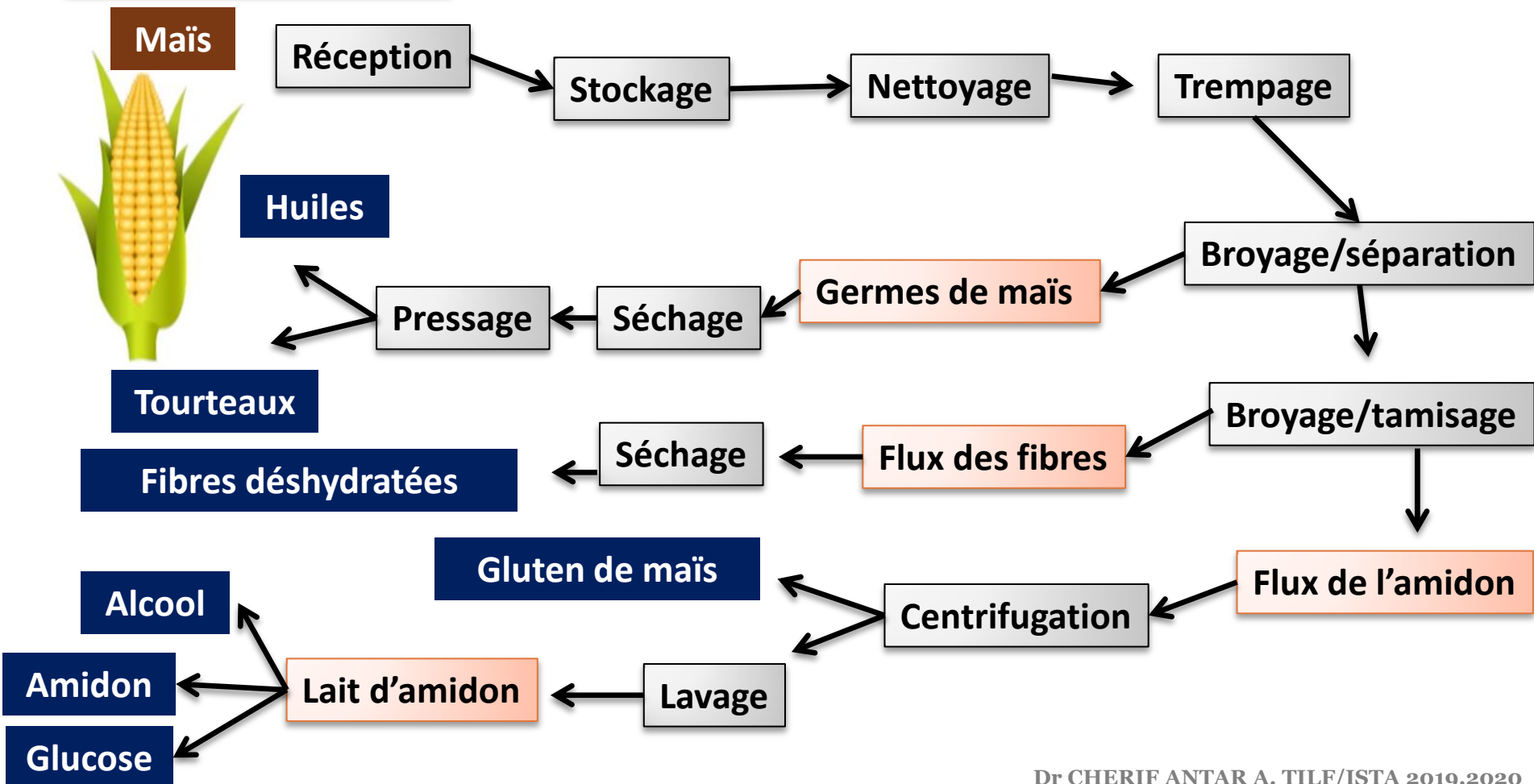
Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-6- Amidonnerie :

3-Processus de fabrication par voie **humide**:



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

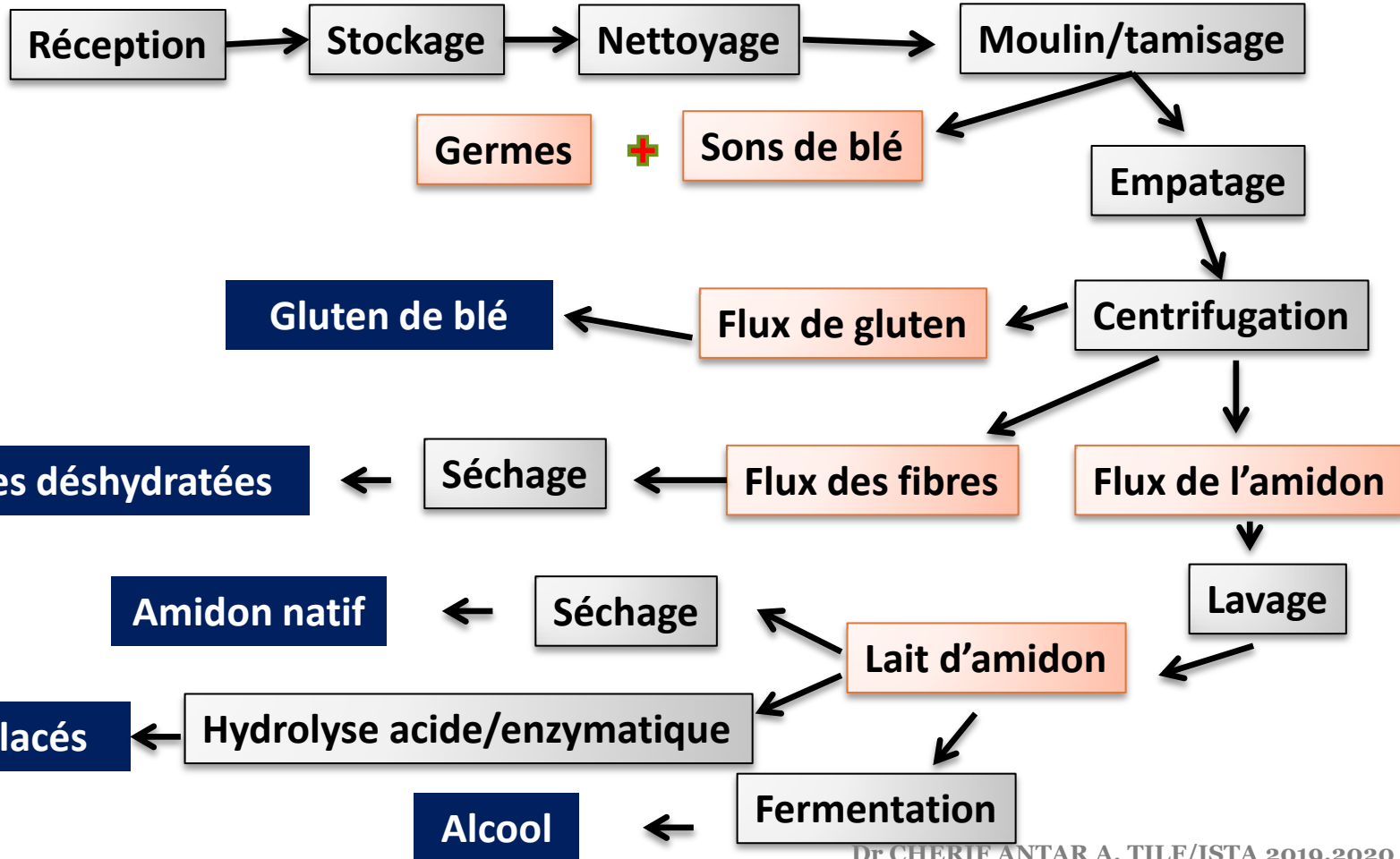
1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-6- Amidonnerie :

3-Processus de fabrication par voie sèche:

Blé



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

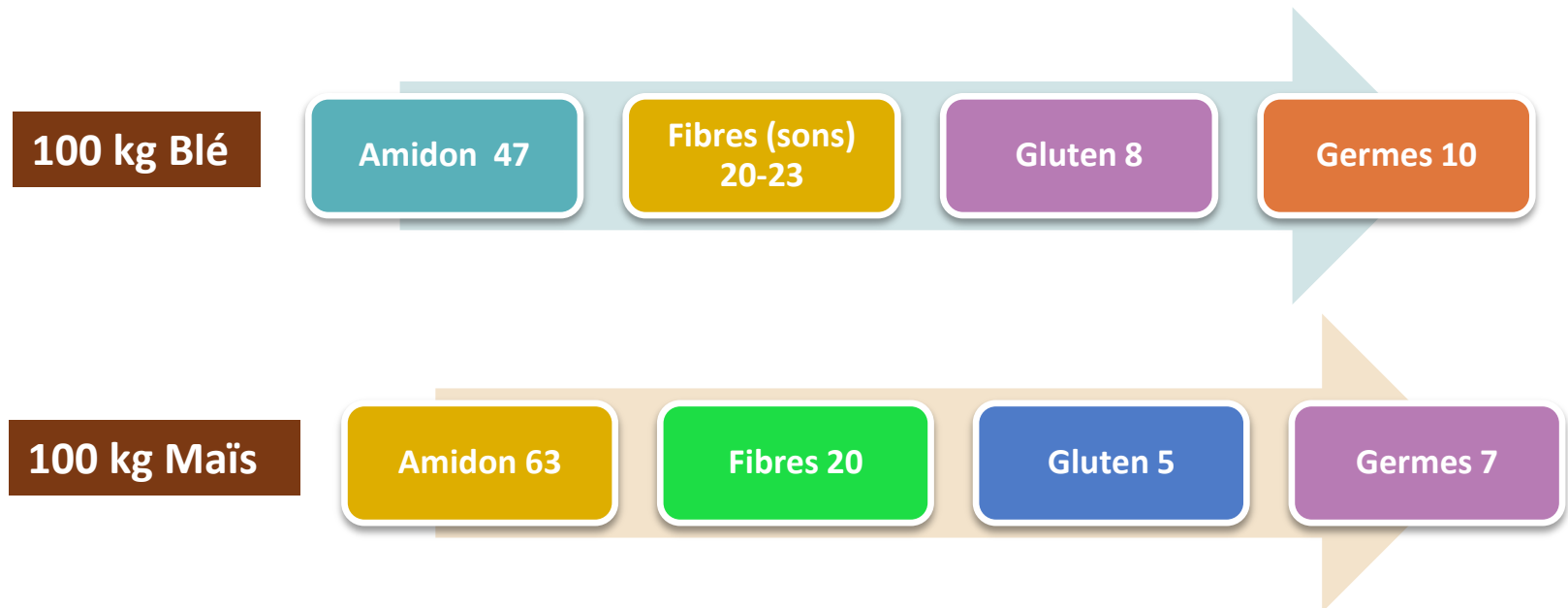
1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-6- Amidonnerie :

3-Processus de fabrication d'amidon:

Rendements comparés des amidonneries de blé et de maïs (kg)



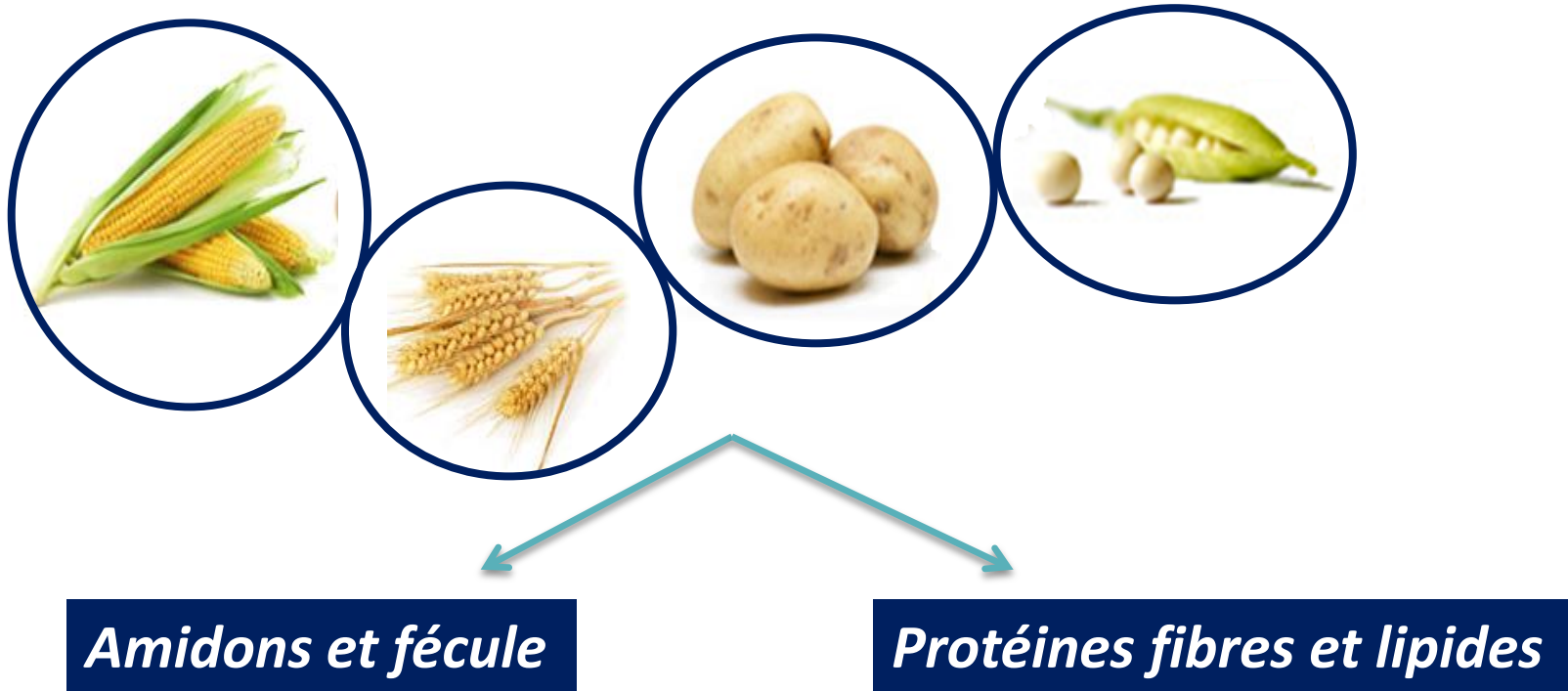
Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-6- Amidonnerie :

4-Produits et coproduits de l'amidonnerie :



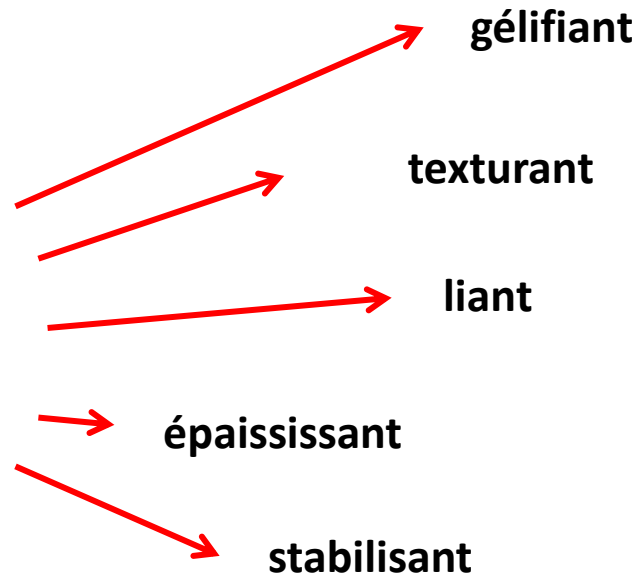
Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-6- Amidonnerie :

4-Propriétés de l'amidon :



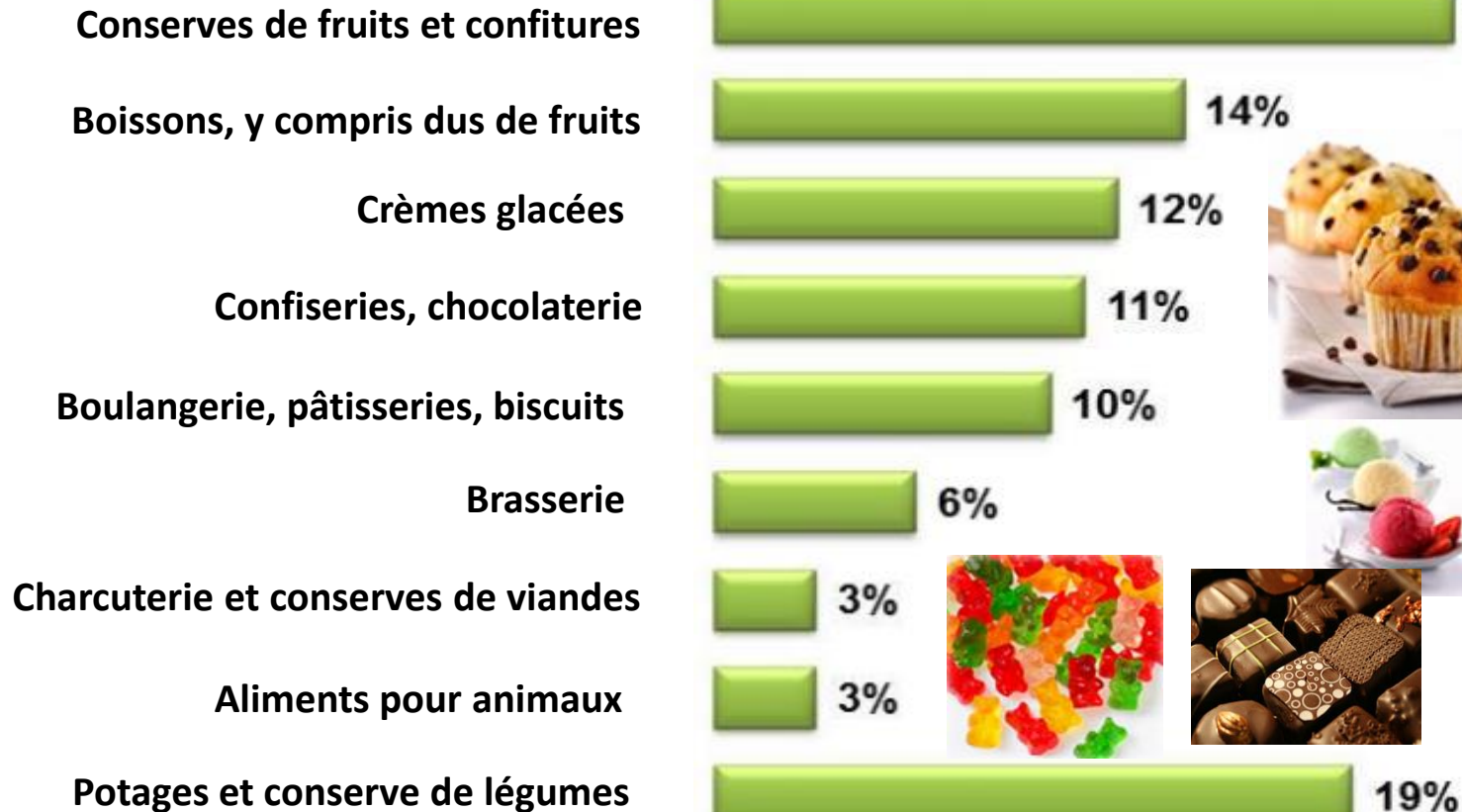
Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-6- Amidonnerie :

5-Exemples d'usages alimentaires :



22%



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières :

1-3-Transformation industrielle des plantes céréalières :

1-3-6- Amidonnerie :

5-Exemples d'usages non alimentaires :



Papier

couchage et glaçage du papier, couche culotte jetable ...

Colles

adhésif, timbre, enveloppe, étiquette

Explosifs

liants pour têtes d'allumettes

Construction

liant pour blocs de béton, adhésif de contre-plaqué, forage

Textiles

apprêt de tissu, impression

Cosmétiques

produit de maquillage, crème de beauté ...

P.Pharmaceutiques

enrobage de comprimés, agent dispersant, capsulage, gélules...

Autres usages

film plastique biodégradable, batterie de piles sèches, liant pour noyau de fonderie





Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

1-Les plantes céréalières

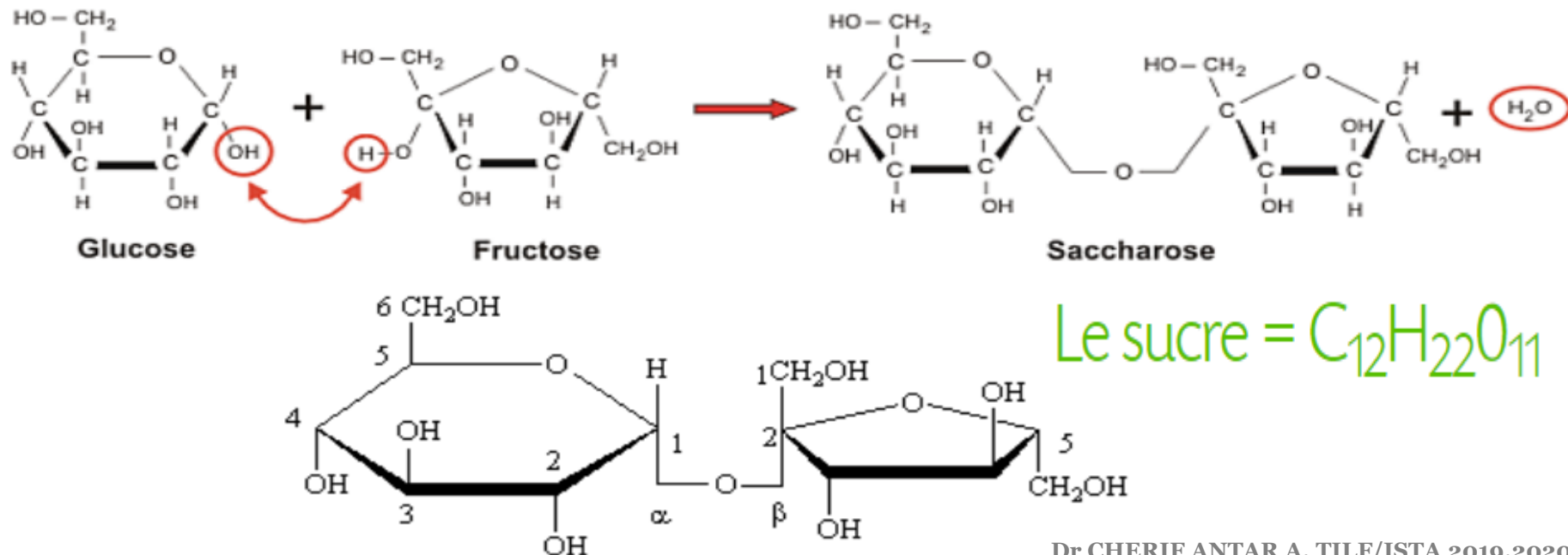
2-Les plantes sucrières

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

2-Les plantes sucrières :

2-1-Rappel :

Le **sucre** est produit par **photosynthèse** par un certain nombre de plantes **saccharifères** : canne à sucre et betteraves; mais aussi érable à sucre, palmier-dattier, ananas et bien d'autres végétaux.



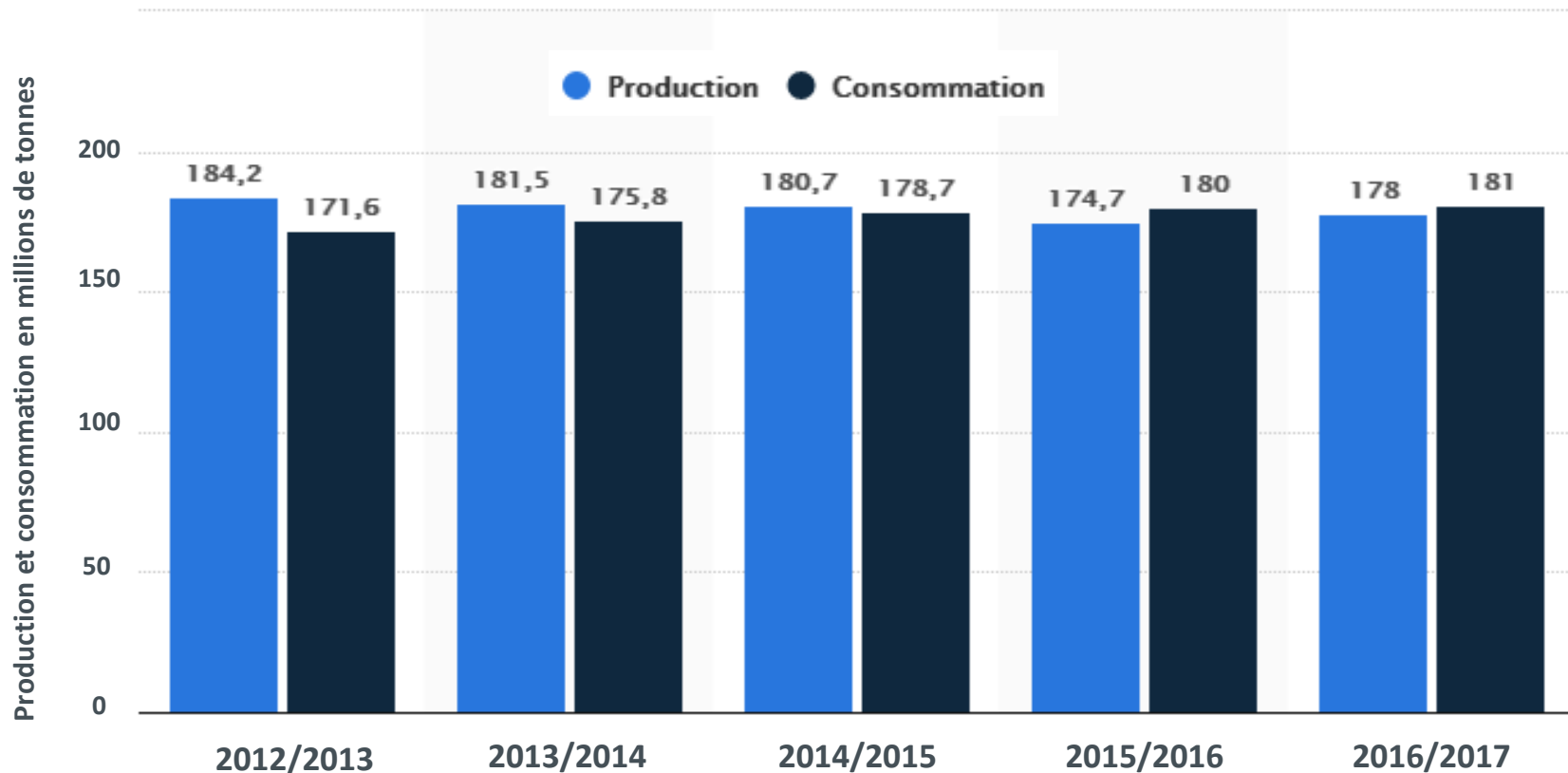
Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

2-Les plantes sucrières :



2-2-Données économiques :

❖ Production et consommation de sucre au niveau mondial



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

2-Les plantes sucrières :



2-2-Données économiques :

Brésil: le premier producteur
et le premier exportateur

Inde et l'UE: les deuxième et
troisième producteurs et les
deux premiers consommateurs



Les cinq premiers
consommateurs: **Inde, UE,**
Chine, Brésil et **États-Unis**

Les cinq premiers producteurs : **Brésil,**
Inde, UE, Chine et **Thaïlande**

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

2-Les plantes sucrières :



2-2-Données économiques :

Les échanges internationaux de sucre portent sur environ **55 MT** → les **2/3** étant du sucre brut et le reste du sucre blanc.



Le marché des importations de sucre est beaucoup moins concentré. On trouve en tête de liste de grands pays consommateurs (UE, Indonésie, Chine, États-Unis, ...) mais également des pays pratiquant le raffinage "à destination" (Emirats Arabes Unis, Malaisie, Algérie, Corée du sud,...)

Depuis le début des années 90, certains pays du Moyen-Orient et d'Asie non producteurs ont construit des raffineries de sucre brut, pour importer du sucre brut plutôt que du sucre blanc, le raffiner en blanc pour leur consommation intérieure ou pour l'exportation.

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

2-Les plantes sucrières :



2-2-Données économiques :

L'Algérie est le **7ème** plus gros importateur mondial de sucre avec **1,53** million de tonnes annuelles (selon ISO)



La consommation moyenne de sucre en Algérie est de **24 kg** par habitant et par an.

- Les achats de sucre en **2016** ont augmenté à **871,7 millions de dollars** contre **714,76 millions de dollars** en **2015**.
- Les importations en sucre ont marqué une hausse à **2,03 millions de tonnes** contre **1,93 million de tonnes**.

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

2-Les plantes sucrières :

2-3-Définition :

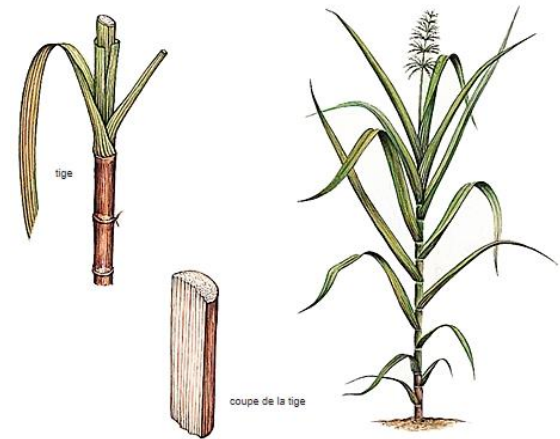
La canne à sucre

Saccharum officinarum L.

C'est une plante qui appartient à la famille des *poacées*. Elle est essentiellement exploitée dans les zones ensoleillées avec un climat chaud modérément humide: tropicales et subtropicales. D'une hauteur allant de **2,5** à **6** mètres. Les tiges ont un diamètre de **1,5** à **6 cm**, De couleur différente selon les variétés, les tiges cylindriques de la plante sont gorgées d'un liquide contenant de **13** à **18 %** de saccharose.

❖ Elle contient environs :

- **71 %** d'eau;
- **14 %** de saccharose;
- **13 à 14 %** de fibres ligneuses;
- **2 à 3 %** d'impuretés.



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

2-Les plantes sucrières :

2-3-Définition :

La betterave sucrière

Beta vulgaris altissima

C'est un légume-racine bisannuel de la famille des *chénopodiacées* principalement cultivé dans les climats tempérés de l'Amérique du Nord, de l'Asie et de l'Europe. En effet, elle contient jusqu'à **16 %** de saccharose dans ses racines blanches, dont **80 %** peut être extrait par un processus industriel.



❖ Elle contient environs :

- **76 %** d'eau;
- **15 à 18 %** de saccharose;
- **4 à 5 %** de pulpe;
- **2 à 3 %** d'éléments non sucrés.



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

2-Les plantes sucrières :

2-4-Processus de fabrication :

☐ Les étapes de transformation spécifiques au sucre de canne :



1-Découpage :



Les cannes sont coupées en tronçons à l'aide de coupe-cannes. Afin de rendre le traitement ultérieur plus aisé.

2-Broyage :

L'extraction du jus de canne à sucre se fait par broyage dans une série de moulins successifs formée de trois cylindres horizontaux montés en triangle qui tournent avec une vitesse de **4 à 6** tours /min. Un résidu fibreux est extrait en même temps que le jus. Tout au long de cette étape, un flux d'eau chaude est injecté afin de faciliter l'extraction du sucre de canne.



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

2-Les plantes sucrières :

2-4-Processus de fabrication :

❑ Les étapes de transformation spécifiques au sucre de canne :



Résultat de la première opération :

- **Jus** : liquide translucide de couleur brune assez sombre contenant un peu moins de 20% de saccharose.
- **Bagasse** : résidu fibreux qui peut être utilisée comme combustible au niveau de l'entreprise elle-même ou dans des centrales qu'elle alimente en biomasse.

Une tonne de canne= 700 à 800 kg de jus
250 à 300kg de bagasse

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

2-Les plantes sucrières :

2-4-Processus de fabrication :

☐ Les étapes de transformation spécifiques à la betterave sucrière:



1-Lavage des betteraves :



La première opération de transformation consiste à laver les betteraves pour les débarrasser de la terre, de l'herbe, des graviers ainsi que des autres corps étrangers. Le matériel utilisé à cet effet est en principe constitué d'un trommel, d'un épierreur et d'un tapis balistique.

2-Découpage en cossettes :

Les racines sont ensuite découpées en "cossettes" de un à deux millimètres d'épaisseur, ce qui va permettre, au cours de la phase de diffusion, d'augmenter la surface de la racine en contact avec l'eau chaude et donc d'accroître la proportion de sucre récupéré.



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

2-Les plantes sucrières :

2-4-Processus de fabrication :

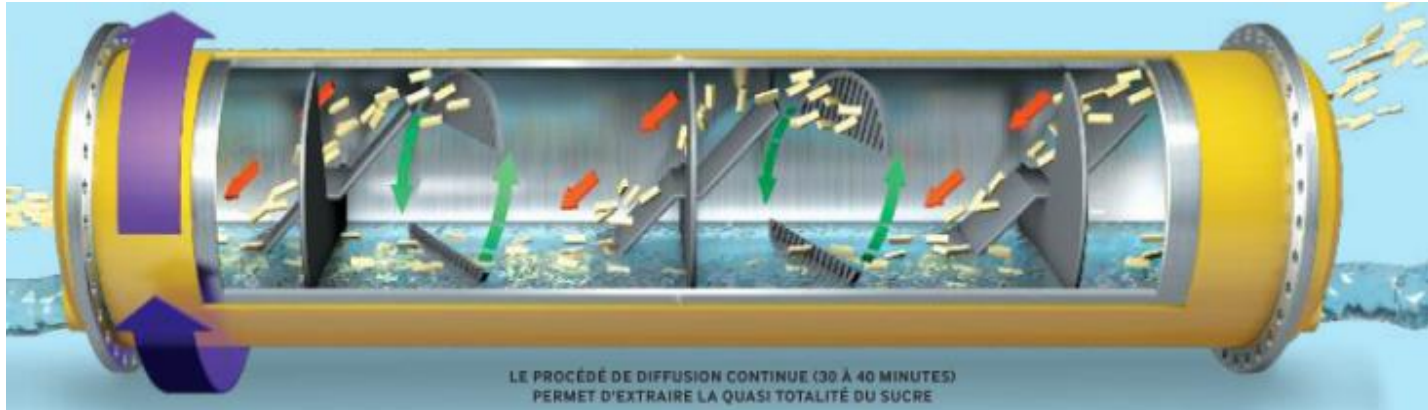
❑ Les étapes de transformation spécifiques à la betterave sucrière:



3-Diffusion de sucre :

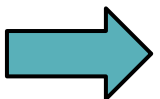
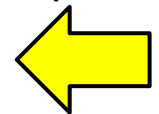
Au cours de cette opération, les cossettes sont expédiées dans un diffuseur où circule de l'eau chauffée à **70°C** environ qui se charge en sucre en traversant les tranches. L'opération dure environ 1 à 3 heures.

Sortie de la
pulpe



Entrée de
l'eau

Entrée des
cossettes
(18%sucre)



Sortie de jus de
diffusion
(15%sucre)

Procédé de diffusion basé sur le principe d'osmose

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

2-Les plantes sucrières :

2-4-Processus de fabrication :

- ❑ Les étapes de transformation spécifiques à la betterave sucrière:



Résultat de la première opération :

- **Jus de diffusion** : Liquide à la sortie du diffuseur contenant entre 15% et 20% de saccharose et quelques impuretés (1% à 3%).
- **Drèche ou pulpes** : Résidus fibreux humides qui contiennent à ce stade moins de 10% de matière sèche. Leur séchage va les rendre apte à servir d'aliments pour le bétail.

100 Kg de betterave sucrière = 110 à 120 litres de jus
60 Kg de pulpes

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

2-Les plantes sucrières :

2-4-Processus de fabrication :

❑ Les étapes de transformation communes aux deux produits :

1-Épuration des jus :

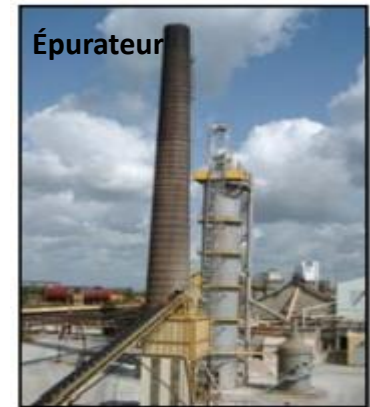
L'épuration ou de purification se fait par **chaulage** et **carbonatation**: l'ajout de lait de chaux (pierres de calcaire chauffées à haute température) au jus de diffusion et du CO₂ permet de former des sels insolubles et des précipités qui fixent les impuretés.



Atelier de chaulage



Pierres à chaux



Épurateur

2-Filtration :

Le mélange est envoyé dans des filtres qui retiennent les impuretés et libèrent le jus sucré clair.



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

2-Les plantes sucrières :

2-4-Processus de fabrication :

☐ Les étapes de transformation communes aux deux produits :

Le jus filtré contient 15% de sucre et 85% d'eau



3-Evaporation :

Porté à ébullition dans des tuyaux en contact avec de la vapeur, le jus traverse une série de chaudières où la température et la pression diminuent progressivement de l'une à l'autre. Au terme du circuit, le jus s'est transformé en sirop contenant **65 à 70 %** de saccharose.



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

2-Les plantes sucrières :

2-4-Processus de fabrication :

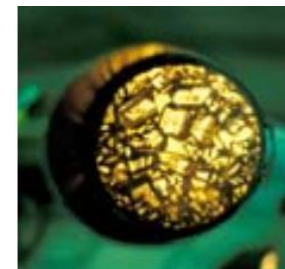
❑ Les étapes de transformation communes aux deux produits :



4-Cristallisation :



Le sirop achève sa concentration dans des chaudières à cuire travaillant sous vide pour éviter la caramélisation. De très fins cristaux de sucre y sont introduits pour déclencher la cristallisation qui se généralise et l'on obtient la « masse cuite », formée de multiples petits cristaux en suspension dans un sirop coloré par les impuretés résiduelles.



5-Essorage :

La masse cuite est envoyée dans des turbines, ouessoreuses, rapides et dotées d'un panier en tôle perforée. Sous l'action de la force centrifuge (**1500 trs/min**), le sirop est évacué tandis que le sucre blanc cristallisé se dépose sur les parois du panier: turbinage

Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

2-Les plantes sucrières :

2-4-Processus de fabrication :

☐ Les étapes de transformation communes aux deux produits :

6-Séchage et stockage :

Encore chaud et humide, le sucre cristallisé blanc est envoyé dans des appareils de séchage à air chaud. Puis il est refroidi et stocké en silo où il achève de se stabiliser.



Atelier de séchage



Atelier de séchage

7-Conditionnement :

Une fois séché, le sucre est soit conditionné dans différents emballages, soit en poudre, soit en morceaux après humidification et moulage, soit expédié en vrac.



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

2-Les plantes sucrières :

2-4-Processus de fabrication :

☐ Les étapes de transformation communes aux deux produits :

7-Conditionnement :

Tamissage du sucre afin d'éliminer les grugeons

Humidification du sucre à 2% avec de l'eau chaude ou de la vapeur d'eau

Moulage des morceaux

Séchage des morceaux jusqu'à 0,3% d'humidité sur un tapis (20 min à 70°C)

Conditionnement en boîtes



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

2-Les plantes sucrières :

2-4-Processus de fabrication :

☐ Les étapes de transformation communes aux deux produits :

- Le sirop recueilli après cristallisation et essorage, également appelé « **eau mère** », est encore chargé de sucre → Il subit une nouvelle cuisson et un nouvel essorage qui donnent le sucre dit de « **deuxième jet** », plus coloré et moins pur que le sucre de premier jet.
- Puis ce sirop de deuxième jet, toujours riche en sucre, est à son tour réintroduit dans le cycle pour donner un sucre de troisième jet, brun et chargé d'impuretés (**le sucre roux**), ainsi qu'un dernier sirop visqueux et très coloré, appelé « **mélasse** ».



Chapitre 1 : La filière des plantes de grande culture

2-Les plantes sucrières :

2-4-Processus de fabrication :

☐ Les étapes de transformation communes aux deux produits :

Le sucre de betterave est naturellement blanc et contient **99,9%** de saccharose. A l'inverse les cristaux de sucre issus de la canne sont naturellement colorés. Leur couleur rousse est due à la présence de matières organiques et de pigments. Ce sucre roux devra être raffiné pour devenir blanc.