

## Chapitre III. Céréales

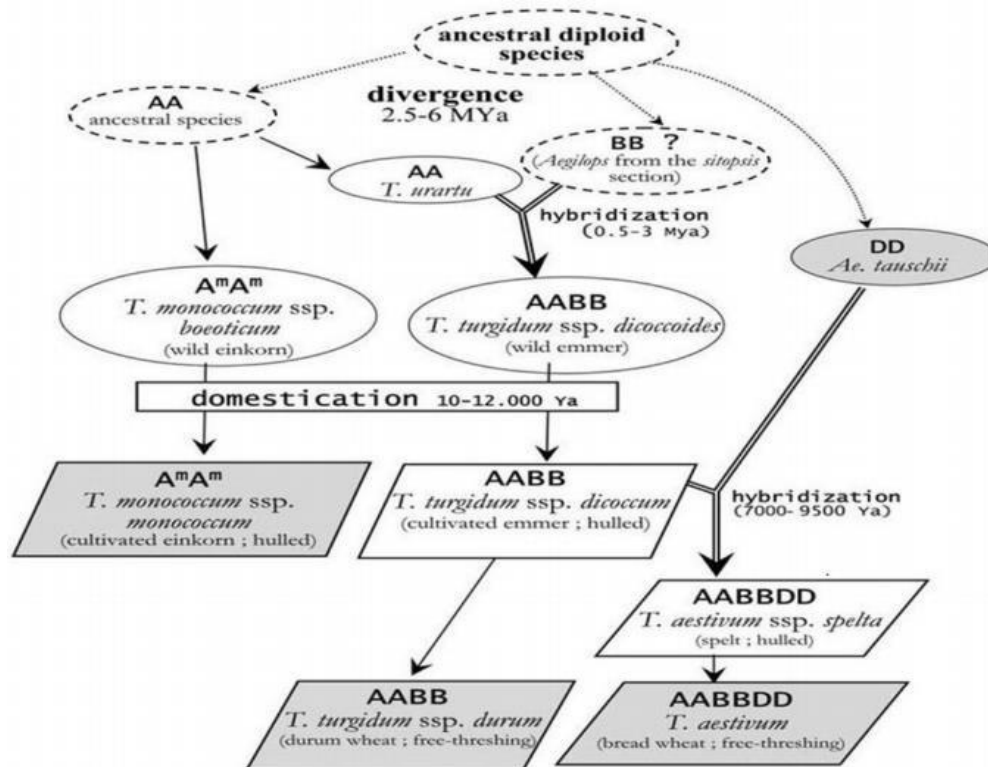
### 1.1 Origine et historique du blé

Depuis la naissance de l'agriculture, le blé est à la base de la nourriture de l'homme. C'est une espèce connue depuis la plus haute antiquité, dont il constitue la base alimentaire des populations du globe.

Le blé est une monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille des Gramineae. C'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscent, appelé caryopse, constitué d'une graine et de téguments.

Le blé est originaire du sud-est de la Turquie, dans la région de Diyarbakir. Le blé entra en Europe tout d'abord par l'Anatolie puis la Grèce il y a 8000 ans, puis ensuite par deux voies distinctes il y a 7000 ans ; une voie au nord passant par les Balkans et le Danube, et une voie au sud traversant l'Italie, la France et l'Espagne. La culture du blé atteignit le Royaume-Uni et la Scandinavie il y a 5000 ans. Elle s'étendit également à l'Est du Croissant Fertile, par l'Iran, pour atteindre la Chine il y a 3000 ans ; et en Afrique par l'Égypte. Le blé fut introduit au Mexique par les colons espagnols au XVI<sup>e</sup> siècle, et en Australie au XVIII<sup>e</sup> siècle.

Le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) est apparu il y'a 7000 à 9500 ans, probablement par la domestication des blés. Les botanistes classe le blé tendre dans le groupe des blés hexaploïdes ( $2n = 42$ ). Le blé hexaploïde (*T. aestivum*) à génome (AABBDD) est très vraisemblablement apparu seulement après la domestication des blés diploïdes et tétraploïdes.



**Figure 1.1 :** Représentation schématique de l'évolution historique du blé tendre. [6]

## 1.2 Aspect botanique de plante de blé tendre

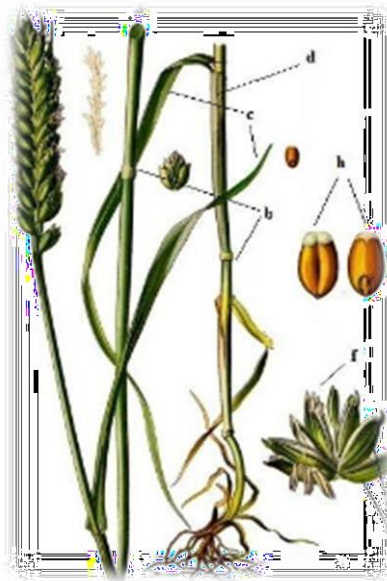
Céréale appartenant au genre *Triticum*, le blé a suivi le processus naturel de l'évolution. Cette plante annuelle de la famille des graminées existait à l'état sauvage il y a de cela des siècles.

C'est une plante herbacée annuelle, monocotylédone, à feuilles alternes, formée d'un chaume portant un épi constitué de deux rangées d'épillets sessiles et aplatis. Les fleurs de cette plante sont nombreuses, petites et peu visibles. Elles sont groupées en épis situés à l'extrémité des chaumes. La fleur est cléistogame, c'est-à-dire qu'elle reste fermée, la pollinisation s'effectuant par autogamie qui est le mode de reproduction le plus fréquent chez les blés.

C'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscence (qui ne s'ouvre pas), appelé caryopse.

Il est cultivé pour faire la farine panifiable utilisée pour le pain. Ses grains se séparent de leurs enveloppes au battage. Communément dénommée blé tendre ou tout simplement blé, cette espèce a connu une très grande dispersion géographique et est devenue la céréale la plus cultivée. La sélection moderne, initiée à la fin du XIXe siècle par Henry de Vilmorin, s'est

concentrée sur trois axes : la résistance aux aléas climatiques, la richesse en protéines, notamment le gluten pour la panification, et bien entendu le rendement.



**Figure 1.2** : Morphologie du blé.

### 1.2.1 Classification botanique

Le blé tendre est une plante herbacée annuelle, monocotylédone, sa classification botanique est représentée dans le **tableau 1.1**

**Tableau 1.1** : Classification botanique du blé tendre .

| Classification | Blé tendre                            |
|----------------|---------------------------------------|
| Règne          | Plantae (Renne végétale)              |
| Division       | Maanoliophyta (Angiospermes)          |
| Classe         | Liliopsida(Monocotvlédons)            |
| S/Classe       | Commelinidae                          |
| Ordre          | Poale                                 |
| Famille        | Poaceae (ex Graminées)                |
| S/Famille      | Triticeae                             |
| Tribu          | Tritceae (Triticées)                  |
| S/Tribu        | Triticinae                            |
| Genre          | Triticum                              |
| Espèce         | TriticumaestivumL. ou Triticumvulgare |

Classent aussi les blés selon le milieu de culture en trois groupes :

#### 1.2.1.1 Les blés d'hiver

Dont le cycle de développement varie de 9 à 11 mois, s'implantent en automne et caractérisent les régions Méditerranéennes et tempérées. Ces blés subissent une vernalisation pendant des semaines à des températures de 1 à 5 °C, pour passer du stade végétatif au stade reproducteur (ne peuvent épier qu'après avoir été soumis au froid).

#### 1.2.1.2 Les blés de printemps

Ont un cycle de croissance de 3 à 6 mois. Ils n'ont pas de périodes inactives et ne peuvent pas survivre à de très basses températures. Leur épiaison ne dépend que de l'allongement de la durée du jour.

#### 1.2.1.3 Les blés alternatifs

Qui sont intermédiaires, au plan tolérance au froid, entre les biés d'hiver et ceux du printemps.

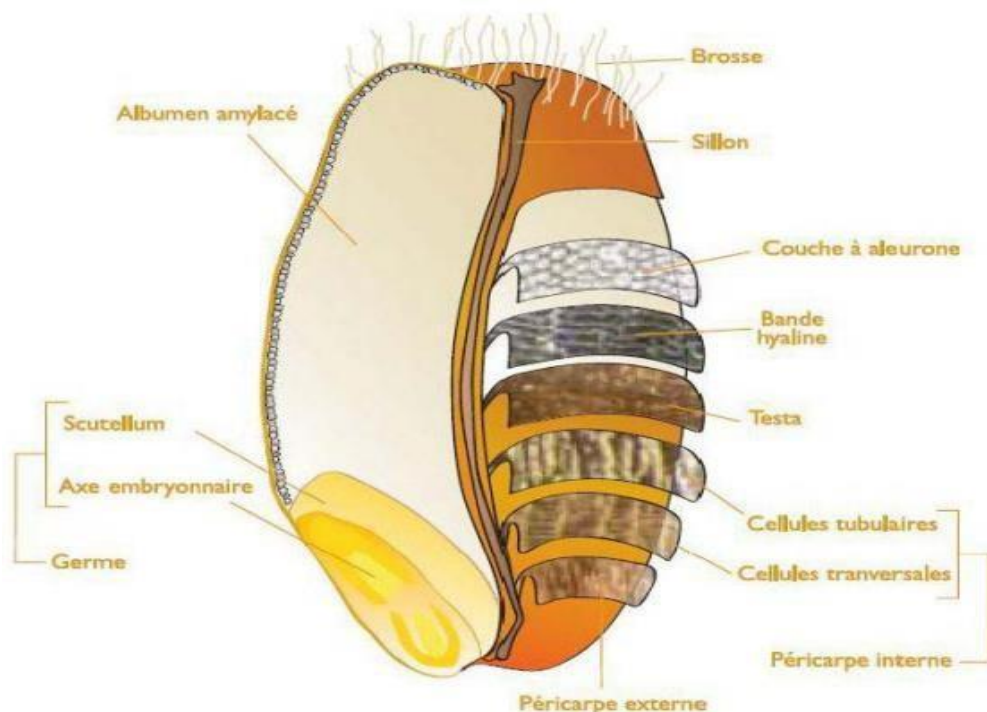
### 1.3 Structure

#### 1.3.1 Compositions histologique

Le grain de blé est de forme ovoïde plus ou moins allongée, son examen révèle :

- ✚ une face dorsale plus ou moins bombée.
- ✚ Une face ventrale, comportant un sillon profond.
- ✚ à sa partie supérieure, de courts poils forment la brosse.
- ✚ à sa partie inférieure, le germe est visible sur la face dorsale.
- ✚ La couleur des blés varie du roux au blanc, en rapport avec le pays d'origine, le sol, la culture, et le climat.

Le grain de blé est constitué de 3 grandes parties : le germe, l'albumen et les enveloppes (**figure 1.3**). Il est constitué majoritairement d'amidon qui représente environ 70% de la matière sèche du grain et qui est situé dans l'albumen. Les protéines représentent entre 10 et 15% de la matière sèche et se retrouvent dans tous les tissus du grain de blé avec une concentration plus importante dans le germe et la couche d'aleurone.



**Figure 1.3** : Schéma histologique d'une coupe longitudinale d'un grain de blé

**1.3.1.1 Enveloppes**

Les enveloppes (13-15% du grain de blé) comprennent à la fois celles des fruits en périphérie et celle de la graine. Elles sont composées de cinq tissus superposés, chacun de ces tissus possède une épaisseur et une nature différente. De la surface externe vers le centre du grain se trouvent successivement le péricarpe externe (épicarpe) et le péricarpe interne constitué par le mésocarpe et l'endocarpe. Viennent ensuite la testa et l'épiderme du nucelle (ou couche hyaline). Ces tissus sont essentiellement constitués de cellules vides dont les parois sont riches en fibres et en composés phénoliques. Les enveloppes ont un rôle important de protection contre l'humidité et contre les organismes pathogènes.

**1.3.1.2 Albumen**

Constitue le plus important compartiment du grain et représente environ 80% de son poids. Il correspond au tissu de réserve. L'albumen amylicé est essentiellement constitué des granules d'amidon enchâssés dans une matrice protéique composée en grande partie de prolamines (gliadines, gluténines de hauts et faibles poids moléculaires) mais aussi d'albumines et de globulines. Ces deux familles protéiques, gluténines et gliadines, sont hydrolysées lors de la germination et du développement de la plantule par les enzymes produites dans l'embryon et la couche à aleurone. Elles constituent la source d'acides aminés nécessaires à la germination de la graine.]

**1.3.1.3 Germe (embryon)**

Il constitue un organe de réserve, riche en protéines et en lipides pour la jeune plantule et forme environ 2,5% à 3% du grain de blé. Le germe comprend deux parties: la plantule (future plante) et le cotylédon (réserve de nourriture très facilement assimilable, destinée à la plantule) qui contient l'essentiel des matières grasses du grain. Enfin, le germe est riche en vitamine B1, B6.]

**1.3.2 Compositions chimique des différentes parties du grain de blé**

Le grain est principalement constitué d'amidon (environ 70%), de protéines (10 à 15%) selon les variétés et les conditions de culture), les autres constituants, pondéralement mineurs (quelques% seulement), sont les lipides, la cellulose, les sucres libres, les minéraux et les vitamines (**tableau 1.2**).]

**Tableau 1.2 :** composition chimique du grain de blé tendre.]

| Nature des composants | Teneur (%ms) |
|-----------------------|--------------|
| Protéines             | 10-15        |
| Amidon                | 67-71        |
| Pentosanes            | 8-10         |
| Cellulose             | 2-4          |
| Sucre libre           | 2-3          |
| Lipides               | 2-3          |
| Matières minérales    | 1,5-2,5      |

### 1.3.3 Différents constituants du grain de blé

#### 1.3.3.1 Éléments principaux

Le grain de blé est constitué principalement d'amidon (environ de 70%), de protéines (10 à 15%) et de pentosanes (8 à 10%) ; les autres constituants qui se trouvent en quantités faibles, sont les lipides, la cellulose, les sucres libres, les minéraux et les vitamines [5]

Cette composition dépend de nombreux facteurs : le climat, la variété, la nature du sol, les amendements apportés et les techniques culturales. Les conditions climatiques et le sol influent considérablement sur la composition chimique du blé et plus particulièrement sur la teneur en protéines. Les conditions climatiques surtout la lumière et l'humidité du sol augmentent la teneur glucidique. Les engrais azotés influent positivement sur la teneur en protéines totales. La composition et l'acidité du sol influent sur la teneur en sels minéraux. ]

##### 1.3.3.1.1 Glucides

Ce sont des substances particulièrement énergétiques, sont nettement majoritaires (plus de 60% de la matière humide et 80% de la matière sèche). Ils sont constitués principalement par de l'amidon contenu à 85% dans l'albumen. Un ensemble de composés glucidiques de structure est aussi présent dans le grain (2%) : la cellulose et l'hémicellulose contenus essentiellement dans les enveloppes externes. Les sucres constituent 2 à 3.5% du grain de blé et 1 à 2% de la farine, ils sont constitués de saccharose, glucose, raffinose et levosine. Du point de vue technologique, cette fraction joue un triple rôle :

- ✚ Constitue la source d'alimentation hydrocarbonée nécessaire à la levure au cours de la fermentation ;
- ✚ Intervient par ses réactions avec les protéines dans la formation de la couleur, l'odeur et la saveur des produits cuits ;
- ✚ Joue un rôle non négligeable dans les caractéristiques mécaniques et la texture des produits cuits ; dans certains cas, elle forme presque la totalité du squelette final (feuille de gaufrette)

### 1.3.3.1.2 Gluten (protides ou protéines)

Le gluten est un matériel viscoélastique obtenu par lixiviation (lavage par l'eau) d'une pâte de blé tendre. Principalement constitué de protéines (75 à 85% ms selon les conditions de fabrication), il contient également de l'amidon (8 à 10% ms), des sucres réducteurs (1 à 2% ms), des lipides (5 à 10% ms), et des matières minérales (1%ms). [5]

### 1.3.3.1.3 Amidon (glucides)

L'amidon est le principal polysaccharide de réserve des végétaux supérieurs, représente 60 à 72 % à l'état naturel, dans l'amande, il se présente sous forme d'une poudre composée de granules de tailles différentes. C'est l'un des polymères fonctionnels les plus importants des aliments en raison de son pouvoir gélifiant, viscosifiant et fixateur d'eau. [5]

### 1.3.3.1.4 Protides et Protéines

En plus du rôle nutritionnel, les protéines jouent le rôle de charpente de la pâte, elles sont les seuls composés responsables à la fois de l'extensibilité, ténacité, élasticité et cohésion de la pâte. Parmi les différents types de protéines du blé, le gluten est le plus important tant du point de vue quantitatif (80-85% des protéines totales) que technologique. Les grains de blé renferment un grand nombre de protéines : des protéines de structure, des protéines biologiques actives et des protéines de réserve. Ces protéines ne sont pas réparties dans le grain de blé uniformément, elles sont surtout localisées dans le germe et l'assise protéique.

**Tableau 1.3:** Fraction protéiques du blé.

| Fraction protéique | solvants      | Composition en % |
|--------------------|---------------|------------------|
| Albumines          | Eau           | 9                |
| Globulines         | NaCl 0,5M     | 8                |
| Gliadines          | Ethanol à 70% | 43               |
| Glutamiques        | insoluble     | 40               |

### 1.3.3.1.5 Lipides

Le grain de blé est riche en acides gras saturés, localisés dans le germe (15%) et les enveloppes (12%).

Ces substances influent sur la valeur boulangère des farines en exerçant une action dépressive qui modifie la cohésion physique du gluten, provoquant aussi des phénomènes de vieillissement de la farine. Sous l'action de la lipase, les TG se transforment en AG ce qui entraîne une diminution du pH ce qui va exercer une influence néfaste sur les propriétés plastiques des protéines de la farine.

### 1.3.3.2 Éléments secondaires

#### 1.3.3.2.1 Pigments et les vitamines

Ce sont des composés chimiques complexes, surtout concentrés dans le péricarpe et le germe à des teneurs très faibles. Les pigments sont spécifiques à chaque espèce et même à chaque variété. Ils sont parfois associés à des vitamines (pigments caroténoïdes). [7]

À propos des vitamines localisées surtout dans le germe, leur répartition varie selon le sol, le climat et la variété du blé. On retrouve surtout les vitamines : B1, B2, B5, PP, B6 et E. les variations dues aux traitements technologiques sont beaucoup plus marquées parce que certaines vitamines sont très sensibles à la chaleur.

#### 1.3.3.2.2 Enzymes

Ce sont aussi des substances complexes présentes en quantité négligeable, mais dont le rôle est très important: ils sont responsables des transformations que subissent les autres

substances (hydrolyse de l'amidon et des protéines, destruction des sucres simples et des acides aminés).

#### **1.3.3.2.2.1 Amylases**

Les deux enzymes qui contrôlent la fermentation panaière sont la  $\alpha$  amylase et  $\beta$  amylase la présence de la  $\alpha$  amylase étant généralement constante et suffisante seule l'action de l'amylase a besoin d'être contrôlé soigneusement.

#### **1.3.3.2.2.2 Lipases**

Les lipases distribuent les caroténoïdes sous une réaction d'oxydation et entraînent une décoloration du pain qui devient blanc.

#### **1.3.3.2.2.3 Protéases**

Enzymes agissant sur la structure des protéines ; leur présence dans la farine est liée à la germination du grain qui n'est pas souhaitable.

#### **1.3.3.2.2.4 Lipoxydases**

Les lipoxydases agissent sur les caroténoïdes par une réaction d'oxydation et entraînent une décoloration du pain qui devient blanc.

#### **1.3.3.2.3 Eau**

L'eau est toujours présente dans le grain, à une teneur plus ou moins grande. Du point de vue chimique et physique, son action solvant favorise les réactions enzymatiques et les attaques microbiennes lorsque sa teneur dans le grain dépasse un certain seuil. [5]

#### **1.3.3.2.4 Matières minérales**

Tous les éléments minéraux sont présents dans le grain à des proportions très différentes :

75% de Potassium (300-600 mg/100g de matière sèche),  
le Phosphore (200-500 U) dont la majeure partie se

trouve sous forme de phytate, le Souffre (100-250 U), Magnésium (100-150 U), Chlore (50-150 U) et Calcium (25-100 U). Les éléments minéraux n'existent pas à l'état libre mais à l'état combiné. Le blé peut être plus ou moins riche en minéraux selon le sol, le climat, la fumure et même l'année.