

BIOLOGIE DES CEREALES

I- Généralités sur Les céréales:

Les céréales occupent à l'échelle mondiale, une place primordiale dans les programmes de recherche agricoles. Elles sont les principales sources de la nutrition humaine et animale dans le monde.

La plupart des céréales appartiennent à la famille des **Graminées (ou Poacées)**. Ce sont : Blé tendre, Blé dur, Orge, Avoine, Seigle, Maïs, Riz, Sorgho, Millet. Les unes appartiennent à la sous famille des **Festucoïdées**: Blé, Orge, Avoine, Seigle; les autres à la sous-famille des **Panicoïdées**: Maïs, Riz, Sorgho, Millet. Une céréale, le Sarrasin (ou blé noir), appartient à une autre famille, celle des **Polygonacées**. Près d'un milliard de tonnes des céréales sont produits, annuellement dans le monde dont le blé et le riz en sont les plus importants. L'Algérie se classe huitième comme pays importateur au monde.

Si le débouché principal reste l'alimentation humaine et animale, on note un développement de l'utilisation industrielle de certaines espèces (blé, maïs) : l'amidon issu de leurs grains sert de matière première (renouvelable) pour la fabrication de différents composés non-alimentaires (bio-carburants, plastiques biodégradables, papeterie, industrie pharmaceutique...).

1. Généralités sur le blé

Le blé fait partie des trois grandes céréales avec le maïs et le riz. C'est la troisième espèce par importance de la récolte mondiale, et la plus consommée par l'homme. En Algérie, le blé est cultivé pour son grain, c'est une culture qui occupe grandes surfaces. On distingue deux espèces de blé: **le blé tendre** et **le blé dur**. Ces deux espèces, se différencient par la friabilité de l'amande. L'amande du blé tendre est blanche et friable, tandis que celle du blé dur est jaune et plus dure. Au moulin, les graines de blé tendre sont broyées en farine, celles-ci servent à la fabrication de pains, de biscuits, de pâtisseries, de pizzas, de viennoiseries. A la semoulerie, les grains de blé dur sont broyés en semoules, ceux-ci servent à la fabrication de pâtes et de couscous.

2. Historique de blé

La culture des céréales a permis l'essor des grandes civilisations, car elle a constitué l'une des premières activités agricoles. En effet, Il y a plus de trois millions d'années, l'homme préhistorique était nomade, pratiquait la chasse et la cueillette des fruits pour assurer sa nourriture. Le nomadisme a progressivement laissé la place à la sédentarité qui permit la culture des céréales. Le blé est l'une de ces céréales connue depuis l'antiquité. Sa culture remontée au mésolithique vers 7000 avant Jésus-Christ. Le blé dur provient des territoires de la Turquie, de la Syrie, de l'Iraq et de l'Iran.

Le terme blé vient probablement du gaulois blato (à l'origine du vieux français blaie, blee, blaiier, blaver, d'où le verbe emblaver, qui signifie ensemercer en blé) et désigne les grains qui broyés, fournissant de la farine, pour des bouillies (polenta), des crêpes ou du pain. On trouve sous le nom de blé des espèces variées: le genre *Triticum* (du latin Tritus, us= broiement, frottement): le blé moderne (*froment*), l'orge (*Hordeum*) et le seigle (*Secale cereale*), le blé noir (*sarrasin*).

C'est en l'an 300 ans avant JC, que les premiers procédés de panification ont été élaborés par les Egyptiens qui préparaient déjà les premières galettes à base de blé. L'homme sait alors produire sa propre nourriture, en même temps celui-ci acquiert son autosuffisance alimentaire et en ces temps-là, apparaissent les premiers échanges commerciaux. Par la suite, les techniques de panifications se sont améliorées grâce au Hébreux, Grecs et enfin Romains qui en répandent l'usage à travers l'Europe et devenue, un des constituant essentiel de l'alimentation humaine

3. Importance de blé

3.1. Importance alimentaire

De mémoire d'homme, les céréales ont toujours constitué le principal aliment de toutes les civilisations. Les céréales complètes sont fondamentales pour l'organisme, contiennent des éléments nutritifs essentiels en quantité importante ; des glucides ou hydrates de carbone présents dans l'amidon, des protéines avec une composition variable en acides aminés, de nombreuses vitamines (surtout celles du groupe B), des minéraux et des oligo-éléments.

Parmi les céréales, le blé dur (*Triticum durum* Desf.) compte parmi les espèces les plus anciennes et constitue une grande partie de l'alimentation de l'humanité, d'où son importance économique et culturelle. Les blés fournissent également une ressource privilégiée pour l'alimentation animale et de multiples applications industrielles. La paille de blé dur sert aussi bien à l'alimentation du bétail qu'à sa litière ; on l'emploie également pour couvrir des toits.

Le blé dur, très riche en gluten : dans le monde entier il sert à produire de la semoule dont on fait toutes sortes de pâtes (macaronis, spaghettis), des pains et des plats traditionnels. Il est considéré comme une principale source en protéines. Dans les pays du Maghreb, c'est le blé dur qui a la préférence pour la fabrication du couscous.

En Algérie, il joue un rôle très important dans le régime alimentaire de la population. La galette et le couscous sont les principaux plats quotidiens confectionnés à partir de sa semoule. D'autres plats sont préparés à partir du grain de blé dur : frik, pâtes, certains produits de pâtisserie traditionnelle comme, :Rfis , zlabia, tamina, braje et makroud....

Le blé dur et tendre fournit, approximativement 75% des calories consommées par jour en Algérie. L'Algérie est l'un des plus grands consommateurs du blé dans le monde avec 220Kg/habitant/an.

3. 2. Importance économique

Le blé dur représente environ 8% des superficies cultivées en blés dans le monde dont 70% sont localisées dans les pays du bassin méditerranéen. La Turquie, la Syrie, la Grèce, l'Italie, l'Espagne, et les pays d'Afrique nord, sont en effet, parmi les principaux producteurs. Par ailleurs, le blé dur occupe une place centrale dans l'économie Algérienne. En 2012, a atteint une production de blé de 51,2 MQ contre une production mondiale de 690 MT. Sur une superficie de 3 Mha réservée à la céréaliculture, 1 785 000 ha sont destinés à la culture du blé.

4. Origine et diversité du blé dur en Algérie

Les blés constituent le genre *Triticum*, qui comporte un certain nombre d'espèces cultivées. Du point de vue génétique on peut les classer en diploïdes (*Triticum monococcum*:14 chromosomes), tétraploïdes (*Triticum turgidum*:28 chromosomes), et hexaploïdes (*Triticum aestivum*:42 chromosomes). Ainsi l'origine du blé dur est un hybride, résultant du croisement aléatoire et naturel de l'espèce *Triticum monococcum* (sauvage) et une herbe spontanée apparentée au blé nommée *Aegilops speltoides*, toutes deux vraisemblables, puisqu'on les rencontre dans la même aire géographique.

Les blés cultivés en Algérie appartiennent pour la presque totalité aux espèces *T. aestivum* L. (blé tendre) et *T. durum* Desf. (Blé dur) A l'intérieur de chaque espèce on trouve de nombreuses variétés botaniques. En effet, la diversité des blés Algériens a été à l'origine, étudiée à partir des caractères morphologiques. D'autres paramètres tels que la taille, la forme de l'épi, la position des barbes ont été pris en considération afin de distinguer ainsi un grand nombre de populations.

5. Position systématique

Comme les autres céréales, le blé est une monocotylédone appartenant à l'ordre des Poales et à la famille des Poaceae ou Graminées.

Le blé est caractérisé par des critères morphologiques particuliers (chaume – épillet – présence de scutellum, etc).

En Algérie, deux espèces sont essentiellement cultivées. Le blé dur *Triticum turgidum* var. *durum* possédant ($4n=28$ chromosomes, AABB) dont l'aire d'extension est surtout constitué de zones arides et semi-arides, Le blé tendre '*Triticum aestivum* var *aestivum* possédant ($2n = 42$ chromosomes, BBAADD) dont l'adaptation agrotechnique est très large.

II. Le blé dur

Le blé est plante herbacée annuelle, appartient à la classe des monocotylédones de la famille des poacées, appartient au groupe des grandes espèces du genre *Triticum*. Et est une plante que s'adapte à des sols et à des climats variés. En termes de production commerciale et d'alimentation humaine, cette espèce est la deuxième plus importante du genre *triticum* après le blé tendre. Leur famille comprend 600 genres et le plus de 500

espèces. Les principaux caractères des espèces de blé que l'homme a cherché à sélectionner sont : la robustesse de l'axe de l'épi que ne doit pas casser lors facile des enveloppes du grain la grande taille des grains . La plante du blé est une graminée de hauteur moyenne pouvant atteindre jusqu'à 1.5 m selon les variétés. L'appareil végétatif comprend l'appareil aérien et l'appareil racinaire.

1. Classification du blé dur

Le blé dur est une céréale autogame appartenant à l'ordre des Graminales et/ou Poales, famille des Graminae et/ou Poaceae. Une classification détaillée est donnée par le tableau ci-dessous :

Nom scientifique: *Triticum turgidum* (synonyme : *Triticum durum*)

Règne.....végétale

Embranchement.....Stomatifères

Sous-embranchement.....Angiospermes

Classe.....Monocotylédones,

Ordre.....Glumales

Sous ordre Poales

Famille.....Graminées :(graminacées), (Poacées)

Genre.....*Triticum*

Formule florale : OS, OP, 3E, 1 C,

2. Répartition géographique et importance du blé dur

- **Dans le monde**

La production du blé dur des différents pays n'est pas stable, ceci relève du fait que cette céréale est produite dans des zones et climats très variables comme le bassin méditerranéen (la sécheresse en Andalousie et l'Afrique du nord). Le blé dur est aussi produit dans les plaines du nord des Etats-Unis, dans le désert d'Arizona, en Californie et au Canada, En plus, il existe une production de blé dur au Mexique, au Kazakhstan et en Australie.

En terme de production mondiale, la moyenne annuelle durant la période allant de 2001 à 2011 est de l'ordre de 36.33 Mt avec des pics qui atteignent les 40 Mt en 2005, 2009 et en 2010. Les pays de la méditerranée produisent près de 50 % de la production mondiale, l'Italie et la France viennent en premier rang. Le Canada est le premier pays américain producteur du blé dur. Une partie non négligeable de la production mondiale est concentrée dans les pays du Maghreb, la Turquie et la Syrie.

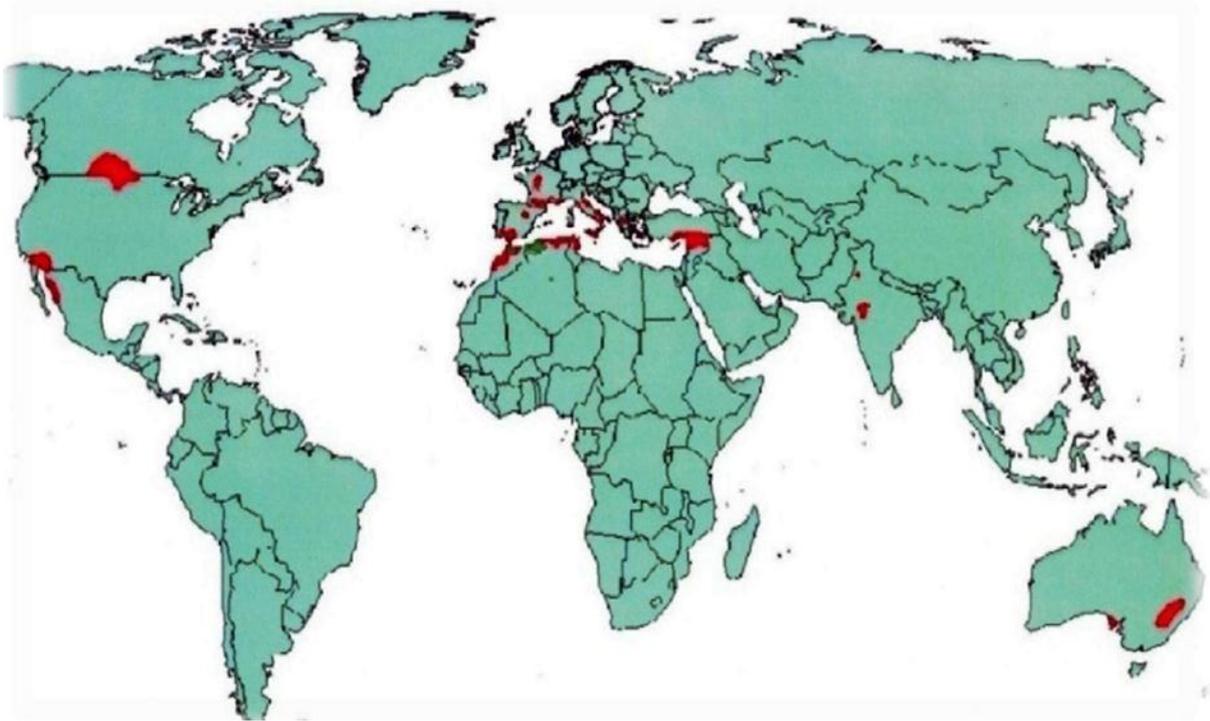


Figure 1 : Régions de production mondiale du blé dur

Les échanges mondiaux se tiennent sur 21% de la production mondiale, soit entre 7,1 et 7,6 Mt de 2008 à 2012. Les premiers pays exportateurs sont : le Canada, les Etats-Unis et la France. Tandis que les premiers importateurs sont : l'Algérie, l'Italie et le Maroc, pays méditerranéens où la consommation du blé dur est concentrée.

- **En Algérie**

Les céréales jouent un grand rôle dans l'agriculture nationale puisqu'elle occupe 40% de la surface agricole utile (8 445 490 ha), soit près de 3,3 millions hectares en 2011. Au plan spatial, le blé dur avec l'orge représentent 80% de la sole céréalière.

La céréaliculture est localisée essentiellement dans les régions semi-arides, les principales régions de production en Algérie sont :

- La zone des plaines telliennes dont la pluviométrie est comprise entre 350 et 500 mm, mais avec une distribution irrégulière (Constantine, Bouira, Médéa, Tlemen, Mila, Souk Ahras, Aïn Defla, Chlef, Aïn Tmouchent, Relizane et Sidi Bel-Abbès).
- La zone des hauts plateaux caractérisée par une faible pluviométrie (200-350mm): Sétif, Saïda, Oum El-Bouaghi, Bordj bou Arréridj, Tiaret, Tissemsilt.
- La zone de la région littorale et sub-littorale : Centre-Est du pays à pluviométrie supérieure à 600 mm (Tipaza, Skikda, Guelma, El Taref, Béjaïa, Tizi ousou et Annaba).

- La région du sud avec les périmètres irrigués et les cultures oasiennes. L'analyse de la production nationale du blé dur se caractérise par des fluctuations en dents de scie (Tableau 1). Durant la période allant de 2001 à 2011, elle a oscillé entre 0.5Mt (2001) et 2.2 Mt (2011). Des variations brusques sont notées d'une année à une autre avec des rendements moyens faibles. Actuellement le déficit du besoin national est couvert par les importations qui constituent une hémorragie de l'économie nationale. L'enjeu est devenu plus préoccupant avec la crise alimentaire mondiale de 2007-2008 durant laquelle le prix du blé dur s'est doublé.

Tableau 1 : Répartition de la production des céréales en Algérie (en milliers de quintaux) entre 2006 et 2011 (MADR, 2011)

En milliers de qx	2005/0006	2006/2007	2007/2008	2008/20009	2009/2010	2010/2011
Céréales d'hiver	40 128	35 979	15 336	52 522	45 581	42 457
Blé dur	17 728	15 290	8 138	20 010	20 385	21957,9
Blé tendre	9 151	7 900	2 972	9 521	9142	7151
Orge	12 359	11 867	3 959	22 034	15 039	12580,8
Avoine	890	922	267	957	1015	767,3
Céréales d'été	49	40	21	10	10,34	8,8
Total céréales	40 177	36 019	15 357	52 532	45 600	51 300

3. Morphologie du blé :

3.1. Composition histologique et biochimique du grain

Le grain de blé (caryopse) montre une face dorsale (arrière) et une face ventrale(avant), un sommet et une base (figure 02). La face dorsale est creusée d'un profond sillon qui s'allonge du sommet à la base. Le caryopse est surmonté d'une brosse, l'embryon est situé à la base de surface dorsale

Le grain de blé se compose de trois parties principales:

3.1.1. Les enveloppes

Les enveloppes sont de nature cellulosique qui protège le grain et représentent 14-16% de la masse du grain. Elles renferment une teneur importante en protéines, en matières minérales et en vitamine du complexe B; elles contiennent en outre les pigments qui donnent la couleur des grains (figure 1). Les enveloppes ont une épaisseur variable et sont formées de trois groupes de téguments soudés:

- le péricarpe ou tégument du fruit constitué de trois assises cellulaires :
- épicarpe, protégé par la cuticule et les poils.
- mésocarpe, formé de cellules transversales

-endocarpe, constitué par des cellules tubulaires.

Il est riche en celluloses, hémicelluloses et pentosanes ainsi qu'en éléments minéraux.

3.1.2. L'endosperme (amande ou albumen)

Constitue presque tout l'intérieur du grain et se compose principalement de minuscules grains d'amidon. On y trouve l'essentiel des réserves énergétiques qui nourrissent la plantule au moment de la germination. Il forme environ 80% du poids d'un grain et est constitué de granules d'amidon enchâssés dans le réseau protéique (gluten).

3.1.3. Le 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.

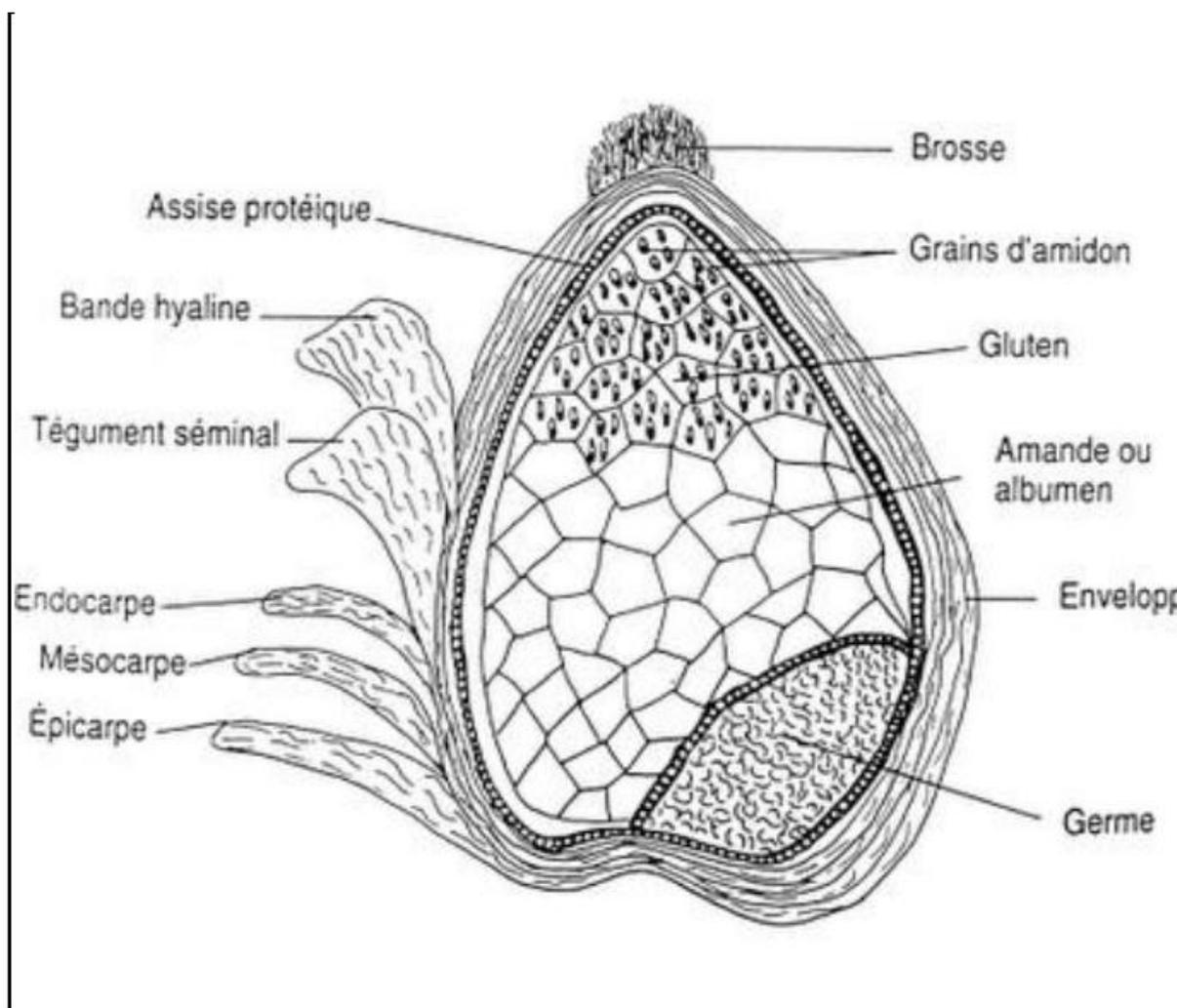


Figure.2: Coupe longitudinale d'un grain de blé

Le grain de blé est principalement constitué d'amidon (environ 70%), de protéines (10 à 15% selon les variétés et les conditions de culture) et de pentosanes (8 à 10%). Les autres constituants, pondéralement sont mineurs (quelques % seulement), sont les lipides, la cellulose, les sucres libres, les minéraux et les vitamines.

Ces constituants se répartissent de manière inégale au sein des différentes fractions histologiques du grain. L'amidon se retrouve en totalité dans l'albumen amylicé, les teneurs en protéines du germe et de la couche à aleurone sont particulièrement élevées; les matières minérales abondent dans la couche à aleurone. Les pentosanes sont les constituants dominants de cette dernière et du péricarpe. La cellulose représente près de la moitié de celui-ci, les lipides voisinent ou dépassent les 10% dans le germe et dans la couche à aleurone.

3.2. L'appareil végétatif :

❖ L'appareil racinaire :

Il est de type fasciculée, deux systèmes se forment au cours du développement, un système primaire et un système secondaire.

Les primaires sont des racines adventices (naissent sur la tige) qui assureront la nutrition et le développement de la plante . Le système secondaire (racines coronaire) apparait au moment où la plante se ramifie (tallage) les racines portent des nœuds les plus bas et presque toutes aux mêmes niveaux (plateau de tallage);elles forment une touffe dense. En principe chaque talle donne naissance à un chaume et à une inflorescence.

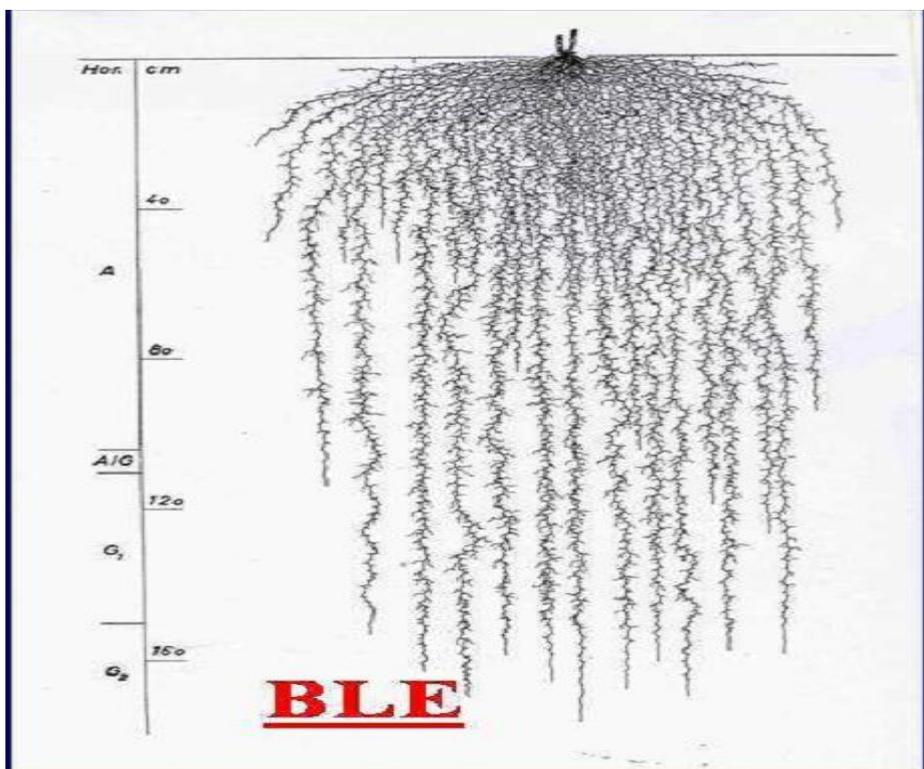


Figure 03 : le système racinaire de Blé

❖ Le système aérien :

La tige est cylindrique, séparée par des nœuds, composée d'une tige principale appelée le maître brin et de tiges secondaires appelées talles qui naissent à la base de la plante. Les feuilles sont à nervures parallèles et formées en deux parties : La partie inférieure et la partie supérieure.

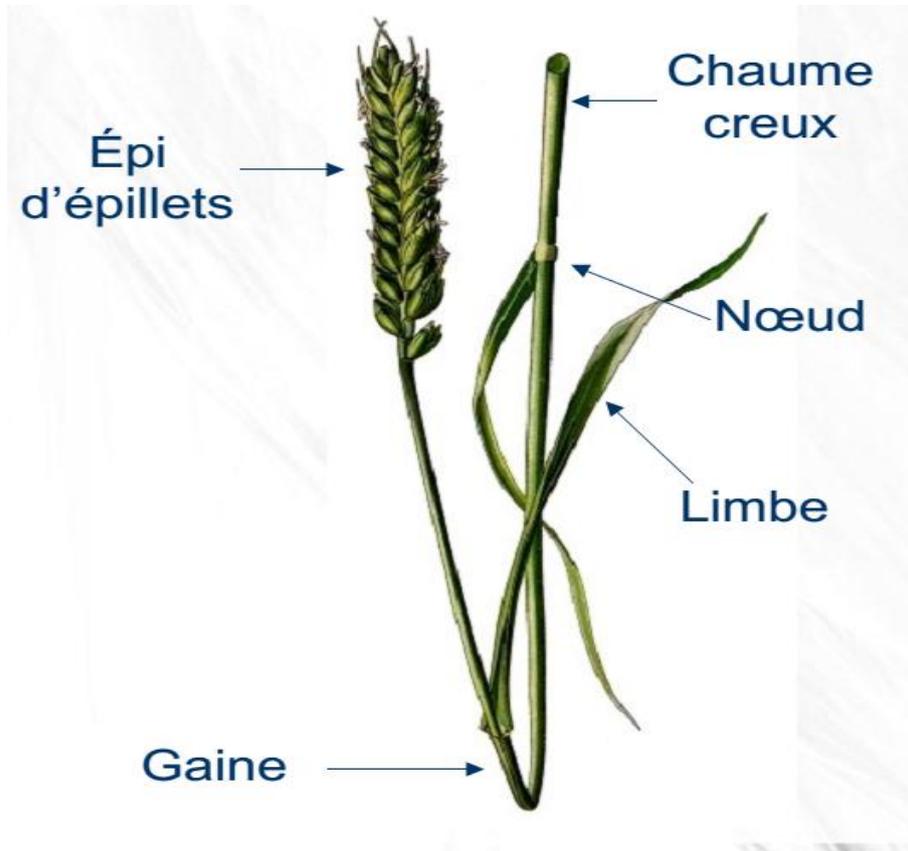


Figure 04 : Le système aérien de Blé

3.3. L' appareil reproducteur :

L'épi est issu du bourgeon du plateau de tallage dès la fin de tallage, il commence à s'élever dans la tige à mesure que celle-ci s'allonge, ce qui constitue la montaison. Lorsque le développement de la tige est terminé. L'épi apparaît enveloppé dans la dernière feuille et après quelques jours on peut étudier sa structure en détail, c'est l'épiaison.

L'épi comporte une tige pleine ou rachis coudée et étranglée à intervalles régulière et portant alternativement à droite et à gauche un épillet. L'épillet ne comporte pas de pédoncule, il est attaché directement sur le rachis. Les épillets se recouvrent étroitement les uns des autres-chaque épillet contient plusieurs fleurs plus au moins complètement développées, de la même façon, on trouve encore deux ou trois fleurs complètement développées.

La fleur est très petite et sans éclat visible, la fécondation a lieu avant l'épanouissement de la fleur, c'est -à-dire avant l'apparition des anthères à l'extérieur. Le blé est une

plante autogame. Ce qui a des conséquences très importantes dans la pratique de la sélection, du croisement et de reproduction de cette dernière. En effet, un blé, en s'autofécondant, gardera ses caractères génétiques d'une manière remarquablement constante. Après la fécondation, la fleur donne naissance à un fruit unique, le caryopse ou grain, qui comporte un embryon sur les réserves.

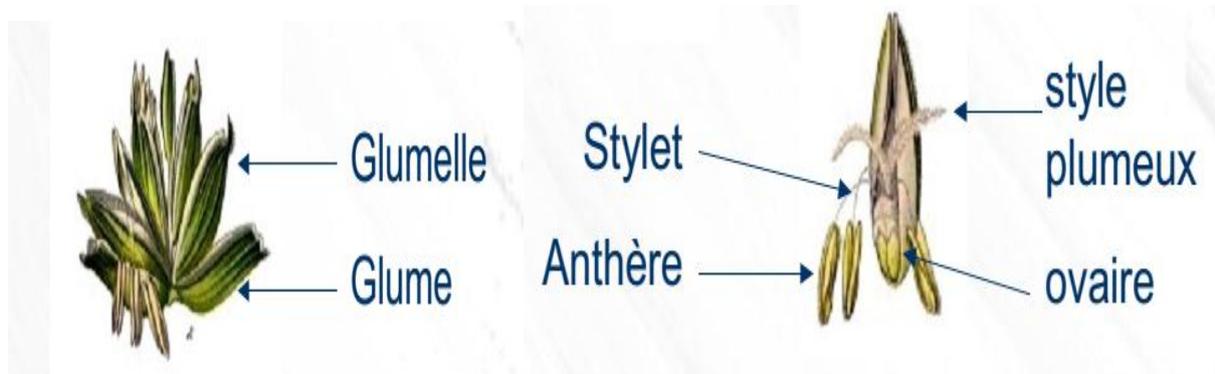


Figure 05 : épillet et fleur de Blé

4. Physiologie et cycle de développement du blé :

Qu'elles soient vivaces ou annuelles toutes les Poacées ont un rythme de végétation et de fructification annuel. Dans ce cycle annuel une série d'étapes séparées par des stades repères, permettent de diviser en deux périodes la vie des céréales: la période végétatif et la période reproductrice . Les différentes étapes du cycle de développement du blé sont regroupés dans la (figure 07).

4.1. Période végétatif :

Elle se caractérise par un développement strictement herbacé et s'étend du semis jusqu'à fin tallage, et se divise en deux phases:

- **La phase germination – levée :**

Les conditions requises étant réalisées (température, humidité, etc.), le grain de blé va germer. Quelques jours plus tard apparaît la première manifestation importante de la jeune plante en développement, une sorte d'acte de naissance : l'épointement de la racicule (la jeune racine déjà présente dans l'embryon).

La germination de la graine se caractérise par l'émergence du coléorhize donnant naissance à des racines séminales et de la coléoptile qui protège la sortie de la première feuille fonctionnelle. La levée se fait réellement dès la sortie des feuilles à la surface du sol.

- **La phase levée – tallage :**

La production de talles commence à l'issue du développement de la troisième feuille. Du stade 3 feuilles « épi » 1 cm, ce sont des tiges latérale appelée talle qui sont des « épis potentielles ». A un même niveau de la base de la tige il se formera une touffe herbacée et commencera alors la période dite de « montaison ».

La fin du tallage représente la fin de la période végétative, elle marque le début de la phase reproductive, conditionnée par la photopériode et la vernalisation qui autorisent l'élongation des entre-nœuds.

Au cours de cette étape, il y a ramification de la tige, apparition de nouvelles racines (adventives), de nouvelles feuilles sur chaque tige puis s'effectuent la montée des tiges. C'est un mode de développement propre aux graminées, il est caractérisé par deux stades principaux :

a) Stade de formation du plateau de tallage :

C'est le phénomène de "pré tallage" dans lequel le deuxième entre nœud qui porte le bourgeon terminal s'allonge à l'intérieur de la coléoptile, il stoppe sa montée à 2 centimètres sous la surface quelle que soit la profondeur du semis, à ce niveau il y aura l'apparition d'un renflement : c'est le futur plateau de tallage.

b) Stade d'émission des talles:

À l'aisselle des premières feuilles du blé des bourgeons axillaires entre alors en activité pour donner de nouvelles pousses : les talles. Dans cette phase, la plante se base dans leur alimentation sur les ressources de la graine et l'azote du sol parce que ses besoins sont faibles en éléments minéraux notamment l'azote jusqu'au stade 2-3 feuilles. Une alimentation azotée limitant pour la plante se manifeste simultanément par l'interruption du processus de tallage herbacé et par une réduction de la croissance des talles existantes.

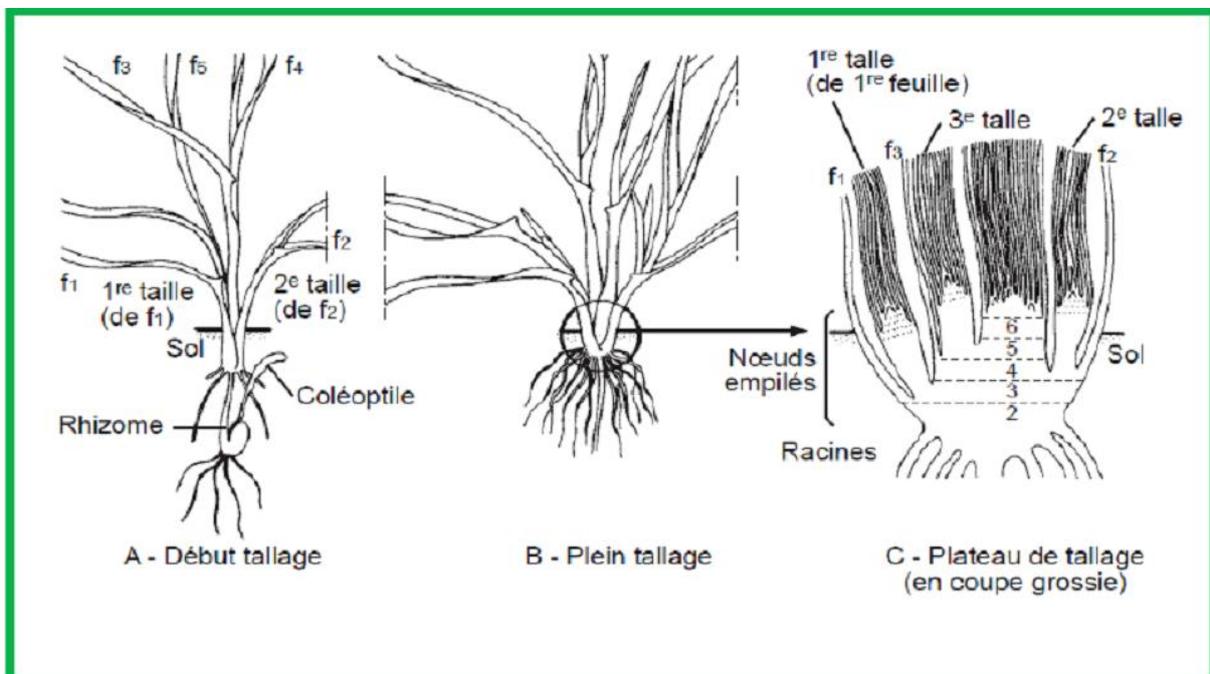


Figure 06 : Culture de céréale au Stade de tallage

4.2. La période reproductrice :

- La phase montaison – gonflement :

La montaison débute à la fin du tallage, elle est caractérisée par l'allongement des entrenœuds et la différenciation des pièces florales. A cette phase, un certain nombre de talles herbacées commence à régresser alors que, d'autres se trouvent couronnées par des épis. Pendant cette phase de croissance active, les besoins en éléments nutritifs notamment en azote sont accrus. La montaison s'achève à la fin de l'émission de la dernière feuille et des manifestations du gonflement que provoquent les épis dans la gaine.

- **La phase épiaison – floraison :**

Elle est marquée par la méiose pollinique et l'éclatement de la gaine avec l'émergence de l'épi. C'est au cours de cette phase que s'achève la formation des organes floraux (l'anthèse) et s'effectue la fécondation. Cette phase est atteinte quand 50 % des épis sont à moitié sortis de la gaine de la dernière feuille. Elle correspond au maximum de la croissance de la plante qui aura élaboré les trois quarts de la matière sèche totale et dépend étroitement de la nutrition minérale et de la transpiration qui influencent le nombre final de grains par épi.

- **La maturation du grain :**

La phase de maturation succède au stade pâteux (45% d'humidité). Elle correspond à la phase au cours de laquelle le grain va perdre progressivement son humidité en passant par divers stades. Elle débute à la fin du palier hydrique marqué par la stabilité de la teneur en eau du grain pendant 10 à 15 jours. Au-delà de cette période, le grain ne perdra que l'excès d'eau qu'il contient et passera progressivement aux stades « rayable à l'angle» (20% d'humidité) puis, « cassant sous la dent» (15-16% d'humidité).

Cette phase de maturation dure en moyenne 45 jours. Les graines vont progressivement se remplir et passer par différentes stades:

- a- Phase de la maturité laiteuse**

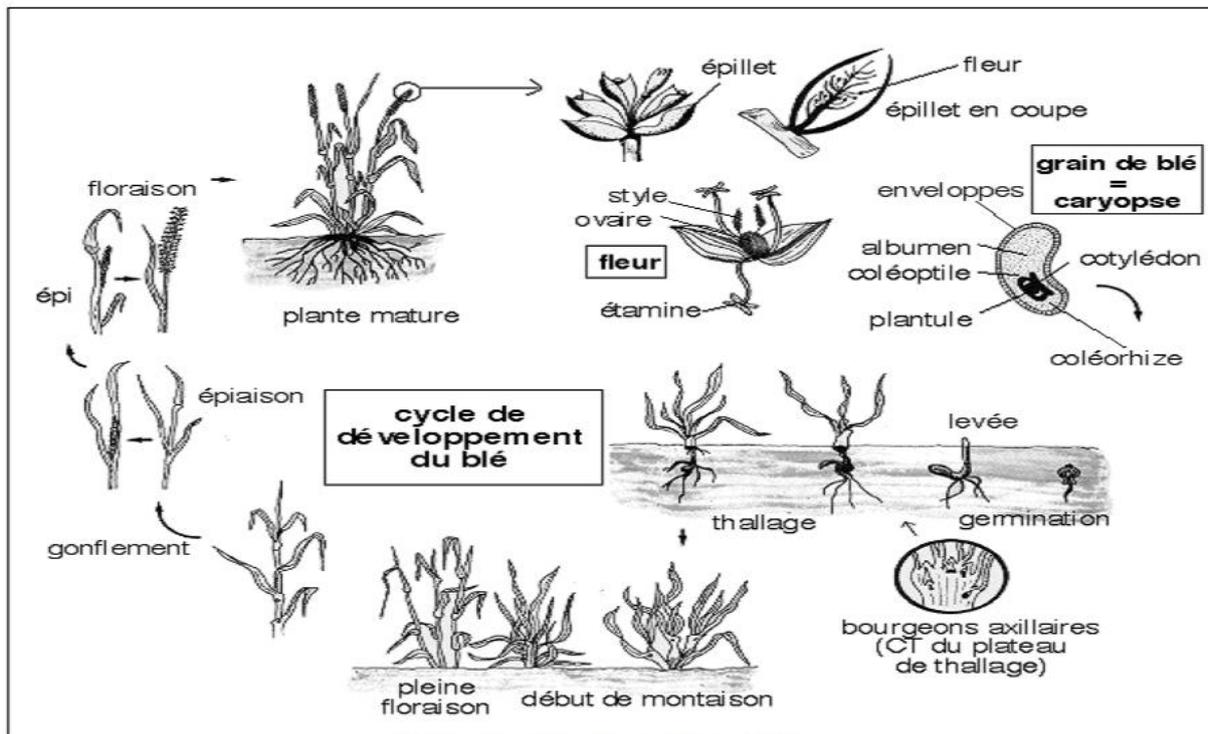
Ce stade est caractérisé par la migration des substances de réserves vers le grain et la formation des enveloppes. Le grain est de couleur vert clair, d'un contenu laiteux et atteint sa dimension définitive.

- b- Phase maturité pâteuse**

Durant cette phase, les réserves migrent depuis les parties vertes jusqu'aux grains. La teneur en amidon augmente et le taux d'humidité diminue. Quand le blé est mûr le végétal est sec et les graines des épis sont chargées de réserves.

- c- Phase maturité complète**

Après le stade pâteux, le grain mûrit, se déshydrate. Il prend une couleur jaune, durcit et devient brillant. Ce stade est sensible aux conditions climatiques.



Le cycle de développement du blé.

Figure. 07: Stades phénologiques du blé

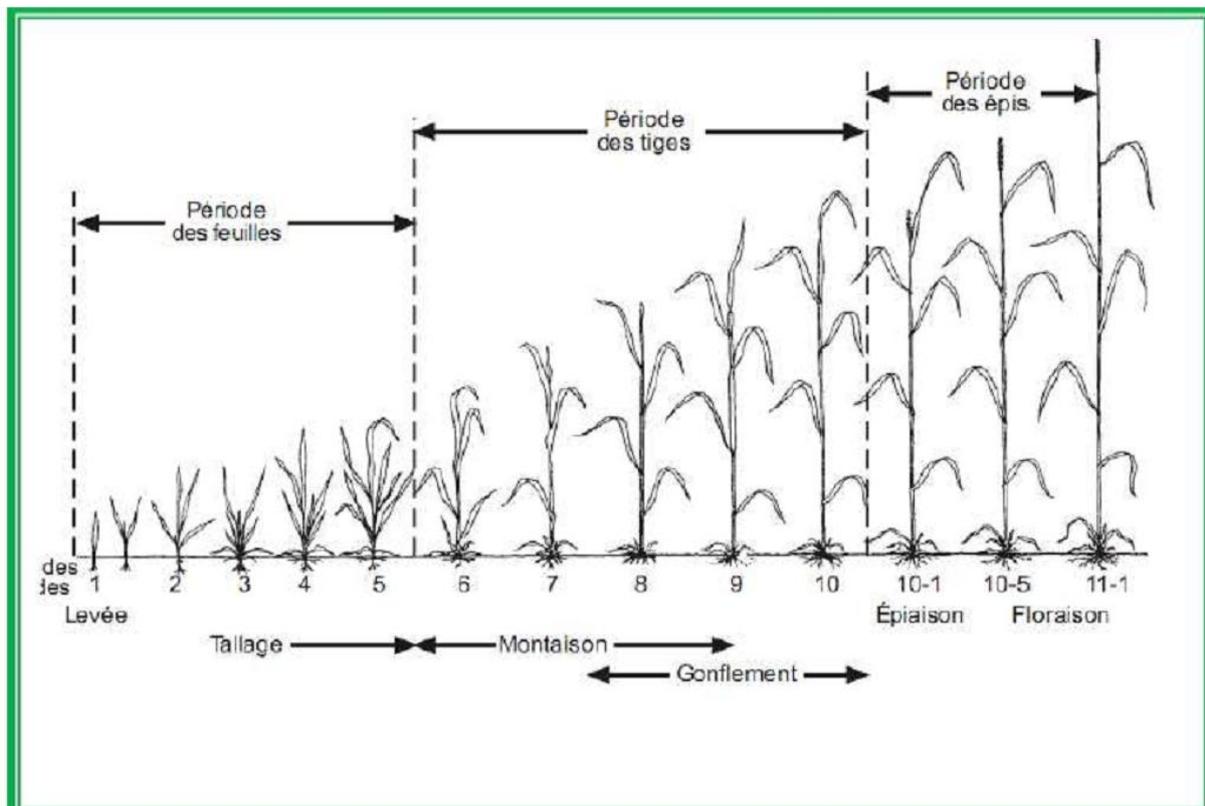


Figure 08 : Le cycle de développement du blé

5. Exigences du blé

5.1. Exigences édaphique

Le blé exige un sol bien préparé, meulé et stable, résistant à la dégradation par les pluies d'hiver pour éviter l'asphyxie de la culture et permettre une bonne nitrification au printemps. Sur une profondeur de 12 à 15cm pour les terres battantes (limoneuses en générale) ou 20 à 25 cm pour les autres terres et une richesse suffisante en colloïdes, afin d'assurer la bonne nutrition nécessaire aux bons rendements. Particulièrement un sol de texture argilo-calcaire, argilolimoneux, argilo-sableux ne présentant pas de risques d'excès d'eau pendant l'hiver. Les séquences de travail du sol à adopter doivent être fonction du précédent cultural, de la texture du sol, et de la pente.

Le pH optimal se situe dans une gamme comprise entre 6 à 8. La culture de blé est modérément tolérante à l'alcalinité du sol dont la C.E.

5.2. Exigences climatiques

5.2.1. Température

La majorité des variétés peuvent supporter un gel modéré pendant l'hiver si la plante est suffisamment développée. Par contre le blé ne supporte pas les fortes températures et les déficits hydriques en fin de cycle pendant le remplissage du grain. En effet, la température conditionne à tout moment la physiologie du blé. Une température supérieure à 0°C (le zéro de végétation) est exigée pour la germination, cependant l'optimum de croissance se situe entre 20 et 26°C. Un abaissement de la température pendant l'hiver est nécessaire à certaines variétés dite d'hiver, cette exigence conditionne la montaison et la mise à fleur.

5.2.2. L'eau

L'eau joue un rôle important dans la croissance de la plante, la germination ne se réalise qu'à partir d'un degré d'imbibition d'eau de 30%. En effet, C'est durant la phase épi 1Cm à la floraison que les besoins en eau sont les plus importants. La période critique en eau se situe entre 20 jours avant l'épiaison jusqu'à 30 à 35 jours après la floraison. C'est pour ça que le semis est toujours recommande en culture pluviale. Pour assurer un rendement intéressant, le blé a besoin de 550 à 600 mm de pluie, selon le climat et la longueur du cycle végétatif. Les besoins en eau de la culture du blé varient comme suit :

- ✓ durant la phase (épis 1 cm- 2 nœuds), d'une durée de 20 à 25 jours, elle est de 60 mm
- ✓ Durant la phase (2 nœuds- floraison), d'une durée de 30 à 40 jours, elle est de 160 mm
- ✓ durant la phase (floraison - grain laiteux), d'une durée de 20 à 25 jours, elle est de 140 mm
- ✓ durant la phase (grain laiteux – maturité), d'une durée de 15 à 20 jours, elle est de 90 mm

5.2.3. La lumière

La lumière est le facteur qui agit directement sur le bon fonctionnement de la photosynthèse et le comportement du blé. En effet, un bon tallage est garanti, si le blé est placé dans les conditions optimales d'éclairement. Une certaine durée du jour (photopériodisme) est nécessaire pour la floraison et le développement des plantes.

6- Adventices, maladies et ravageurs du blé : dégâts et lutte.

6.1. Les plantes adventices

20 % des pertes de rendements en céréaliculture sont dues aux mauvaises herbes. Parmi les monocotylédones les plus importantes en Algérie, la folle avoine (*Avena sterilis*), le brome (*Bromus rigidum*), le Phalaris (*Phalaris brachystachys* et *Phalaris paradoxa*) et le ray grass (*Lolium multiflorum*).

La folle avoine s'enracine, talle et forme des tiges mieux que le blé. Elle peut recouvrir ce dernier et l'étouffer, ce qui provoque une concurrence à tous les stades de développement de la culture. Cet adventice est limité par la courbe d'altitude 700 m.

Le brome présente un cycle court Il est limité par la zone d'altitude supérieure à 700 avec une pluviosité inférieure à 400 mm.

Parmi les dicotylédones les plus fréquentes en Algérie, la moutarde des champs (*Sinapis arvensis*), le coquelicot (*Papaver rhoeas*), le souci des champs (*Calendula arvensis*) et le medicago (*Medicago hispida*).

Pour ce qui est de la lutte contre ces adventices, parmi les méthodes culturale, citent le travail du sol et l'assolement.

Parmi les traitements chimiques : Suffix double action et Iloxan B montrent une grande efficacité contre les adventices graminée et dicotylédones.

6.2. Les maladies

6.2.1. Les fusarioses

Elles sont dues à *Fusarium nivale* et *Fusarium roseum*. *Fusarium nivale* peut contaminer les épis à partir des débris végétaux contaminés. On observe un dessèchement précoce suivi d'un échaudage d'une partie de l'épi. *Fusarium roseum* fait apparaître un noircissement à la base des tiges et un dessèchement précoce de l'épi. Cette maladie présente une incidence directe sur les rendements provoquant une diminution du nombre de grains par épi, accompagnée du risque de présence de mycotoxine dans le grain, Concernant la lutte, puisque la contamination des semences par ce champignon est superficielle, il suffit de désinfecter celles-ci. Les traitements fongicides sur les champs ne sont pas encore satisfaisants et la recherche de variétés résistantes semble encore très complexe.

6.2.2. Le charbon du blé

Il est provoqué par *Ustilago tritici* ou *Ustilago hordei*. Notent que ce sont des parasites foliaires ou d'inflorescence, ils ne se manifestent que peu avant le moment où l'épi sort de la graine. La dernière feuille avant l'épi jaunit et les épillets apparaissent entièrement détruits.

En ce qui concerne la lutte, la désinfection des semences constitue le moyen le plus efficace ainsi que l'élimination des épis charbonnés des champs. D'après les mêmes auteurs, le produit le plus utilisé est le Carboxine.

6.2.3. La carie du blé

Elle est due à *Tilletia carie*. Elle entraîne des diminutions sensibles de rendement et de qualité et compte parmi les maladies les plus importantes du blé dans le bassin méditerranéen. Elle apparaît à l'épiaison. Le blé couvert de spores donne de mauvaise qualité et inconsommable. Concernant les procédés culturaux pour l'élimination du champignon, il faut éviter le battage sur champs des blés cariés et séparer les pailles des blés sains de ceux qui sont cariés. Comme la spore est extérieure au grain, la désinfection des grains est un moyen idéal. Parmi les produits qui donnent satisfaction, le Quinolate (Oxyquinolate de cuivre).

6.2.4. Les rouilles

La rouille brune due à *Puccinia triticina*, se déclare entre l'épiaison et la fin de la floraison. Elle se présente sous forme de macules brunes arrondies sur les feuilles. La rouille noire due à *P. graminis*, est observée après la moisson sur les pailles, sous forme de pustules très allongées contenant des spores.

Parmi les moyens de lutte contre cette maladie, la lutte culturale (fumures équilibrées, semis en ligne, et variétés résistantes), permet au blé d'être moins réceptif. Pour la lutte chimique, parmi les produits conseillés citons le Quinolate (Oxyquinolate de cuivre).

6.2.5. Mosaïque du blé

Les deux agents de la mosaïque sont nommés l'un VMB (virus de la mosaïque du blé) et l'autre VMJB (virus de la mosaïque jaune du blé), tous deux sont transmis par le champignon du sol *Polymyxa graminis*. Parfois ces deux virus sont présents simultanément dans la même parcelle. La parade à ces deux maladies est l'utilisation de variétés résistantes.

Un autre virus est cité par (DECOIN et al., 1999). Il s'agit du JNO (virus de la jaunisse nanisante de l'orge ainsi que celle du blé). Ce virus est transmis par le puceron *Rhopalosiphum padi* puce.

6.3. Les ravageurs

6.3.1. Les oiseaux

Les plus redoutables en Algérie sont Les moineaux (Passer) sont des oiseaux de petite taille note que ces derniers touchent sévèrement les céréales précoces. De manie attire l'attention sur le fait qu'un moineau cause une perte réelle sur la récolte de céréales estimée à

300 g de graines ce qui correspond à 150. 000 quintaux sur une population de 50 millions de moineaux. Les pertes sur le blé dur dans la plaine de la Mitidja à 3,4 quintaux / ha. Parmi les oiseaux nuisibles, il existe également les Corneilles, tel que le Corbeau Freux (*Covrus frugilegus*) qui fait des dégâts sur les jeunes plantes.

Un destructeur occasionnel de blé, non négligeable peut être l'Alouette qui s'attaque au blé à la levée. On lutte contre les dégâts des oiseaux en enrobant les grains d'un produit répulsif (anthraquinone). Parmi les prédateurs des moineaux, (CHINERY, 1983) cite le Hibou et l'Epervier d'Europe, la Chouette hulotte et (BORTELI, 1969) mentionne la Genette, le Chat sauvage et la Mangouste.

6.3.2. Les rongeurs

Ils appartiennent à deux groupes bien distincts :

- ✚ Les Muridés : à ce groupe appartiennent le Rat noir (*Rattus rattus*), le Surmulot (*Rattus novegicus*), le Mulot (*Apodemus sylvaticus*) et la Mérione de Shaw (*Meriones shawi*).
- ✚ Les Microtidés : Ce sont les campagnols

Les Mulots n'occasionnent des dégâts sur les céréales que si leur densité est importante

La lutte contre les Surmulots, les Rats et les Souris est réalisé: par des appâts empoisonnés au Racumin (Coumatetralyl) déposé pendant la période hivernale.

Les Campagnols ont de nombreux ennemis tels que les serpents, les oiseaux (le Hibou moyen duc, la Chouette hulotte, le Faucon, ...), le Renard, la Belette.

6.3.4. Les Nématodes

Les céréales sont confrontées à de nombreux ravageurs entre autres les nématodes à Kystes. Dans le monde, un complexe d'au moins 10 espèces de nématodes est inféodé aux céréales. Parmi les plus dangereux, (*Heterodera avenae*) est considéré actuellement comme étant l'espèce la plus dommageable en raison de sa large distribution géographique et ses spécificités aux granuleuses .

Les prospections menées dans quelques régions d'Algérie ont montré qu'il peut exister un mélange d'espèces de nématodes à Kystes des céréales à savoir (*H. avenae*, *H. latipons* et *H. mani*) *h.avenae* a été découverte pour la première fois à Birtouta, Sidi bel abbes et Ain Defla.

Parmi les moyens de lutte

- Les pratiques culturales, notons le désherbage, le labour, la fertilisation et les amendements, tendent à détruire les populations de nématodes en éliminant les sources de nourriture et en contrariant leur reproduction.
- Concernant les traitements chimiques, la Chloropicrine, le Lannate, le Méthyl et le

Bromide restent les produits les plus utilisés et les plus demandés par les agriculteurs

- Dans le cadre de la lutte biologique, la toxine de *Bacillus thuringiensis* offre de grands espoirs pour l'avenir.

6.3.4. Les Insectes

Les insectes susceptibles de s'attaquer au blé sont fort nombreux, parmi les plus redoutables :

a- Les pucerons

Deux espèces sont importantes *Sitobion avenae* et *Rhopalosiphum padi*. *S. avenae* est l'espèce la plus dangereuse à l'épiaison (CAPISANO, 1997). Il est de forme allongée atteignant 2,5 mm de long pour l'adulte et a une couleur variable du jaune, vert, rouge à noirâtre.

R.padi petit pulluler a la montaison mais il est surtout à craindre en automne, car il peut transmettre le virus de la jaunisse naissante de l'orge (J N.O.). Il est globuleux, a une couleur vert - sombre et possède le plus souvent une tache rouge à l'arrière du corps.

a- Les Punaises

Les hétéroptères sont responsables de graves dégâts notamment à travers l'espèce la plus courante et la plus déprédatrice qui est *Aelia germari*. Les punaises hivernent dans les zones d'altitude entre 500 m et 600 m dans les touffes d'alfa, de diss ainsi qu'au niveau des chaumes. C'est vers la mi-mars jusqu'au début d'avril que les vols sont nombreux et les punaises commencent à infester les mauvaises herbes et les champs des céréales.

Les dégâts sont souvent constatés au tallage, à l'épiaison et sur les grains. La salive injectée par les punaises modifie le gluten des grains .De ce fait, la panification se fait mal et la farine donne une pâte de mauvaise qualité.

Pour la lutte, les produits conseillés par les auteurs ci-dessus cites sont la Deltaméthrine, le Dicrotophos et le Chlorpyrifos. Les traitements sont préconisés quand les insectes s'installent sur les épis. Parmi les méthodes culturales, citent la destruction des gîtes d'hiver.

b- Les vers blancs

L'espèce la plus couramment observer sur le blé est *Geotrogus deserticola*. La nuisibilité de ces ravageurs est due aux larves et débute en automne après la levée de la culture. Leur activité se poursuit et s'intensifie durant l'hiver et le printemps.

En ce qui concerne la lutte, il ne faut pas traiter avant que le nombre de larves soit supérieur au seuil de tolérance de la culture il est de 15 à 20 larves / m² sur céréales.

Les traitements se font en automne. Parmi les insecticides les plus utilisés citent le Lindone, le Parathium et le Chlordane ; parmi les moyens culturaux, le déchaumage et les oiseaux peuvent rendre d'appréciables services.

c- Les criocères des céréales

L'espèce la plus dangereuse est *Lema melanopa*. Elle englobe tout le bassin méditerranéen et l'Afrique du Nord. Elles ont une seule génération par an. L'hibernation se fait au stade adulte. Leur accouplement a lieu dès le mois de mai. La ponte se produit peu après, elle s'échelonne jusqu'au début juin. Les œufs éclosent au bout de 7 à 8 jours. Les larves évoluent rapidement et au bout d'une quinzaine de jours leur croissance est achevée. Les larves de ces petits coléoptères consomment les feuilles de céréales et de graminées. Leurs dégâts ont la forme de petites stries parallèles aux nervures, ne traversant pas complètement le limbe.

Pour la lutte contre ces ravageurs, deux produits chimiques, la Deltaméthrine et le Parathion.

d- La Mouche de Hesse

Elle est appelée également la Cécidomyie destructrice (*Mayetiola destructor*). Elle est signalée en Afrique du Nord. Les larves attaquent les graines basales du blé, de l'orge et du seigle, ou elles forment un renflement bulbeux, provoquant le jaunissement et la mort des feuilles.

La Mouche de Hesse peut avoir six générations par an. Les adultes de la première génération font leur apparition dans le courant du mois d'avril. Ils pondent sur les jeunes blés et leurs larves se développent assez rapidement.

Parmi les moyens de lutte donnés par les auteurs, on cite l'utilisation de variétés de blé résistantes, la destruction des larves et des pupes en utilisant des insecticides ainsi que la rupture du cycle évolutif de l'insecte en pratiquant un assolement judicieux.

e- Autres insectes ravageurs du blé

Les insectes pouvant aussi commettre des dégâts sur le blé sont indiqués dans le tableau 03.

Tableau 02 : Les insectes ravageurs de blé dur.

Ordre	Nom commun	Nom scientifique	Partie attaquée
Orthoptères	Criquet pèlerin	<i>Schistocerea gregaria</i>	Toute la plante
	Criquet migrateur	<i>Locusta migratoria</i>	Feuilles et tiges
Coléoptères	Ver blanc	<i>Zabrus tenebriodes</i>	Feuilles et tiges
Hémiptères	Punaise	<i>Eurygaster sp.</i>	Epis
Lépidoptères	Noctuelle des céréales	<i>Spodoptera sp.</i>	Epis
	Noctuelle terricole	<i>Agrotis segetum</i>	Tige et feuilles
	Noctuelle	<i>Sesamia nanagroides</i>	Epis
Thysanoptères	Thrips	<i>Angullulina tritici</i>	Epis