

1- Céréale :

Plante cultivée dont les grains, surtout réduits en farine, servent à l'alimentation des animaux domestiques et de l'homme, et qui peut aussi être récoltée avant la maturité des grains pour servir de paille et de fourrage.

La plupart des céréales (blé, orge, avoine, seigle, maïs, riz, millet, sorgho) appartiennent à la famille des graminées, ou poacées. Le sarrasin (ou blé noir) appartient à une autre famille, celle des polygonacées, mais il n'est plus guère cultivé.

2- Importance de la céréaliculture

2-1- Dans le monde

2-1-1-Surfaces cultivées et production.

La superficie mondiale consacrée aux céréales se situe autour de 700 millions d'ha, soit la moitié environ des superficies des terres consacrées aux cultures (classification Arable Lands - « terres arables » - de la FAO) dans le monde. Le blé est, avec 220 millions d'ha, la céréale la plus cultivée dans le monde. Le maïs, et surtout le riz, sont plus concentrés géographiquement en raison de leurs exigences climatiques.

La production mondiale de céréales est de l'ordre de 2 milliards de t (moyenne 1996-1998 d'après la FAO), en augmentation d'environ 800 millions de t par rapport à 1970. Le maïs, le blé et le riz viennent très largement en tête, avec 85 % de ce total. Le niveau de production du blé et du riz se situe dans une fourchette de 560 à 585 millions de t. Le maïs occupe désormais la première place, avec 605 millions de t en 1999. La production de l'orge est de l'ordre de 150 millions de t, celle du sorgho de 60 millions et celle de l'ensemble des autres céréales d'environ 100 millions. La part de certaines d'entre elles, telles que l'avoine ou le seigle, devient progressivement marginale. La culture du mil se maintient cependant en Afrique.

Le rendement moyen, toutes céréales confondues, s'établit autour de 3 t/ha, avec une assez large dispersion autour de cette moyenne : environ 2 t/ha pour l'orge ; 2,5 t/ha pour le blé; entre 3,5 et 4 t/ha pour le maïs et le riz. La progression de la production au cours des trente dernières années résulte de l'augmentation des superficies cultivées, mais surtout de celle des rendements à la suite des progrès

techniques réalisés au cours des dernières décennies : amélioration variétale, utilisation croissante des engrais, méthodes de lutte contre les ennemis des cultures, mécanisation, irrigation, etc. La comparaison entre le rendement moyen mondial et ceux des pays les plus avancés (6 à 7 t/ha) montre qu'il reste encore une large marge de progrès.

La Chine et l'ALENA (Canada, Mexique, USA), avec chacune une production de l'ordre de 450 millions de tonnes, assurent plus de 40 % de la production mondiale. Viennent ensuite, avec 220-230 millions de tonnes chacune, l'Inde et l'Union européenne. L'ANASE (pays de l'Asie du Sud-Est), l'Amérique du Sud, l'Afrique et la CEI ont un niveau de production compris entre 100 et 130 millions de t.

2-1-2-Commerce.

Les échanges internationaux représentent environ 10 % de la production mondiale de céréales (206,6 millions de t en 1996-98), avec une nette prédominance du blé qui assure près de la moitié des transactions internationales, avec environ 100 millions de t. Le maïs vient ensuite, avec environ 65 millions de tonnes. La part du riz dans le commerce international est en revanche limitée, les pays producteurs étant également les pays consommateurs ; elle ne concerne que 4 % de la production mondiale, avec environ 20 millions de t échangées annuellement.

L'offre sur le marché mondial du blé est très concentrée. Cinq grands exportateurs assurent 90 % des ventes. Il s'agit des États-Unis (29 %), du Canada (19 %), de l'Australie (17 %), de l'Union européenne (16 % dont 9 % pour la France) et de l'Argentine (7%). Les principaux acheteurs sont la Chine, l'Indonésie, la Corée du Sud, le Japon, l'Égypte, le Brésil et l'Afrique du Nord.

Au cours des vingt années qui ont suivi le dernier conflit mondial, les échanges mondiaux ont progressé modérément, au rythme de 4 millions de t/an. Le marché a ensuite connu une forte période d'expansion pendant les dix années suivantes, et les échanges sont passés de 90 millions de t environ à 200 millions, niveau auquel ils se sont stabilisés depuis 1980. La stabilité actuelle s'explique par l'augmentation de la production dans certains pays tels que la Chine et l'Inde, la stabilité de la demande des pays pétroliers, la réalisation de l'autosuffisance dans l'Union européenne et la demande moindre de l'ex-URSS.

2-2- En Algérie

Selon les données de FAOSTAT (2017), la production céréalière de 2017 a été estimée par le gouvernement à environ 3,5 millions de tonnes, soit 5 pour cent de plus que la récolte de 2016 et 17 pour cent de moins que la moyenne quinquennale précédente (2012-2016). Quelque 2,35 millions d'hectares ont été plantés avec des céréales d'hiver qui ont été récoltées en 2017, contre 2,2 millions d'hectares plantés la saison précédente (Tableau 01).

Tableau 01: Production des céréales en Algérie (FAOSTAT, 2017)

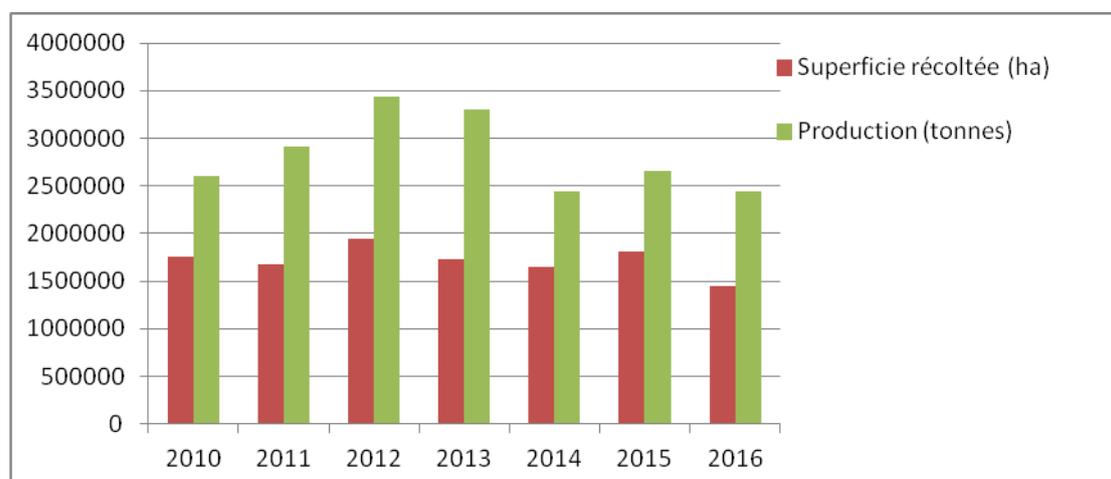
	Moyenne 2012-2016	2016	2017	Variation 2017 /2016
	(000 tonnes)			(%)
Blé	2 833	2 200	2 400	+ 9
Orge	1 246	1 000	968	-3
Avoine	104	118	104	-10
Autres	3	2	2	0
Total	4 186	3 320	3 474	+ 5

La production est marquée par une forte irrégularité, elle-même conditionnée par les aléas climatiques (Figure 01). Le blé dur est semé sur 1,2 millions d'hectares avec une production moyenne qui oscille entre 1,5 à 2,0 millions de tonnes (Tableau 02). La production nationale couvre 40% des besoins du pays, et représente 45% de la production totale des céréales alors que la production de l'orge représente plus de 28% suivi par 24% pour le blé tendre (Benbelkacem, 2013). Bien que la sole, emblavée en blé dur, soit relativement importante, au regard des superficies réservées à la céréaliculture et malgré d'indéniables progrès, les rendements demeurent faibles et très irréguliers comparativement à ceux réalisés par les pays méditerranéens de l'Europe. Afin de combler le déficit en produits céréaliers, l'Algérie recourt à des fournisseurs (Rastoin et Benabderrazik, 2014).

Tableau 02 : Evolution de la superficie récoltée, du rendement et de la production de la culture du blé en Algérie de 2010 à 2016 (FAOSTAT, 2017)

Année	Superficie récoltée (ha)	Rendement (q ^x /ha)	Production (tonnes)
2010	1 755 728	14,838	2 605 178
2011	1 672 431	17,405	2 910 890
2012	1 945 776	17,639	3 432 231
2013	1 727 242	19,100	3 299 049
2014	1 651 311	14,753	2 436 197
2015	1 814 722	14,640	2 656 731
2016	1 442 846	16,912	2 440 097
Moyenne	1 698 915,25	16,47	2 728 425,75

Au cours des cinq dernières années, l'Algérie a importé en moyenne environ 6 millions de tonnes de blé par an, soit 70% de son utilisation intérieure. Les besoins d'importations de blé pour 2017/18 (juillet / juin) devraient être de 8,2 millions de tonnes (figure 02), ce qui est légèrement inférieur aux importations de l'année dernière (Faostat, 2017).

**Figure 01** : Evolution de la superficie récoltée (ha) et de la production du blé en Algérie (FAOSTAT 2017).

Selon les données du Centre National de l'Information et des statistiques des Douanes, les quantités importées des céréales (blé, orge et maïs) par l'Algérie 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 million de tonnes). Quant à la valeur des importations, cette dernière a baissé à 2,7 milliards de dollars en 2016 contre 3,43 milliards de dollars en 2015 (soit -20,9 %). Il est à souligné que la production nationale en 2015-16 est de 34 millions de quintaux (Tableau 3). L'Algérie est déficitaire plus spécialement en blé tendre, ce dernier représente 49% des importations en quantité et 46% en valeur. En effet, le total des importations du blé tendre a atteint 6,4 millions de tonnes en 2016 (soit 1240 millions USD) (Tableau 03).

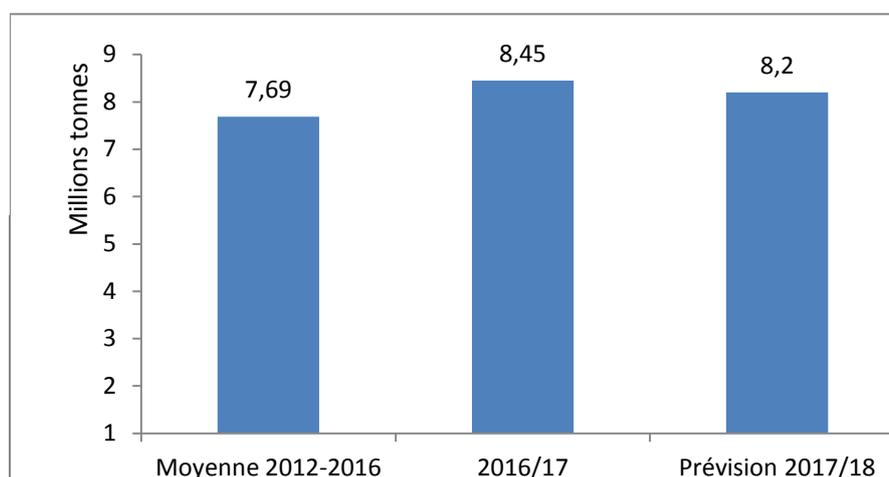


Figure 02 : Importations Algériennes du blé (FAOSTAT 2017)

Tableau 3 : Importations Algériennes des céréales (blé dur, blé tendre, orge et maïs) en quantité (tonne) et en valeur (millions USD) de l'année 2015 et 2016 (ONFAA, 2016)

Année	Blé dur		Blé tendre		Orge		Maïs		Total céréales	
	Quantité (T)	Valeur millions (USD)	Quantité (T)	Valeur millions (USD)						
2015	1763454	782,9	6741393	1612	750025	164,5	4167109	871,6	13672346	3431
2016	1795596	549,2	6430008	1240	879213	153,3	1445338	768	13220157	2711
Variation	+ 1,8%	-29,8%	- 4,6 %	- 23 %	+ 17,2	- 6,8 %	- 6,8 %	- 11,8%	- 3,3 %	- 20,9%

2-2-1- PLACE DU BLE DANS LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE DES MENAGES

Les céréales et leurs dérivés constituent l'épine dorsale du système alimentaire algérien. Effectivement, les céréales constituent la base du modèle de consommation alimentaire dans ce pays, comme dans la plupart des pays méditerranéens. 54% des apports énergétiques et 62% des apports protéiques journaliers provenaient de ces produits en 2003 et le blé représentait 88% des céréales consommées (Padilla et Oberti, 2000). L'Algérie se situe ainsi au premier rang mondial pour la consommation de blé avec plus de 200 kg en 2003, l'Egypte se situant à 131 kg et la France à 98 (Tableau 4).

Tableau 04: Consommation par tête de blé (Kg) dans quelques pays, 1961-2003.
(FAOSTAT, 2005 in Kellou, 2008).

	1961	1970	1980	1990	2000	2003	Var. 1961-2003
Algérie	110	120	182	193	190	201	82%
Tunisie	146	153	195	205	202	194	33%
Maroc	130	129	153	180	172	179	38%
Italie	162	176	173	149	150	152	-6%
Égypte	79	87	125	148	136	131	65%
France	126	97	96	92	97	98	-22%
Monde	55	57	65	70	68	67	22%

2-2-2- EVOLUTION DE LA CULTURE CEREALIERE AU NIVEAU NATIONAL

A. La superficie

La céréaliculture, d'une manière générale, est pratiquée dans la moitié des exploitations agricoles, qui sont au nombre de 588 621 en 2001 (Dernier recensement agricole en Algérie). Il est aussi possible de préciser les limites des zones géographiques où la céréaliculture domine.

A cet effet, on distingue trois zones céréalières en fonction des quantités de pluie reçues au cours de l'année et des quantités de céréales produites (Carte 2) (Chehat, 2005) :

a] Une zone à hautes potentialités (Z1) : on y trouve une pluviométrie moyenne supérieure à 500 mm/an, avec des rendements moyens de 20qx/ha (plaines de l'Algérois et Mitidja, bassin des Issers, vallées de la Soummam et de l'Oued El Kébir, vallée de la Seybouse...). Cette zone couvre une SAU de 400 000 ha dont moins de 20% sont consacrés aux céréales.

b] Une zone à moyennes potentialités (Z2) : caractérisée par une pluviométrie supérieure comprise entre 400 et 500 mm/an, mais sujette à des crises climatiques élevés, les rendements peuvent varier de 5 à 15qx/ha (coteaux de Tlemcen, vallées du Chéelif, massif de Médéa...). La zone englobe une SAU de 1 600 000 ha dont moins de la moitié est réservée aux céréales.

c] Une zone à basses potentialités (Z3) : caractérisée par un climat semi-aride et située dans les hauts plateaux de l'Est et de l'Ouest et dans le Sud du Massif des Aurès. La moyenne des précipitations est inférieure à 350 mm par an. Ici, les rendements en grains sont le plus souvent inférieurs à 8qx/ha. La SAU de la zone atteint 4,5 millions d'ha dont près de la moitié est emblavée chaque année en céréales.

Si on s'intéresse d'une manière plus précise au blé, on constate qu'il occupe une place très importante dans la structure spatiale de l'activité agricole. Il occupe environ 60% des superficies céréalières emblavées qui représentent environ 45% de la SAU. Actuellement, la superficie moyenne du blé se situe à environ 1 698 915Ha (Tableau 2).

Ces espaces cultivés sont marqués par une forte diversification agro-pédo-climatique, car les variations de la pluviométrie contribuent jusqu'à 50% à la différence des rendements d'une année à l'autre, et où la céréaliculture est difficilement substituable. On remarque que pour certaines années, les superficies récoltées ne représentent que 1/3 des superficies emblavées. On peut expliquer cette situation par les années de sécheresse qui touchent le pays, donc nous pouvons confirmer que la culture du blé en Algérie est fortement tributaire des eaux de pluie (Chehat, 2005).

B. Les Rendements

Bien que le calcul des rendements ne prenne en compte que les superficies récoltées, on le trouve faible et surtout très aléatoire. Comparativement à la moyenne mondiale, qui est de 30,09 Qx/Ha pour 2017, le rendement du blé algérien n'est que pour les meilleures années 50% de la moyenne mondiale. Ils sont en moyenne de 16,3 Qx/Ha, (Tableau 2, Figure 3) (ils sont parmi les plus faibles dans le monde) (FAOSTAT, 2017).

L'ensemble des enquêtes menées sur la baisse des rendements, a montré que la tendance générale des exploitations céréalières est à la minimisation du risque par la simplification des itinéraires techniques appliqués à la culture des blés. De ce point de vue, il faut relever que les opérations culturales considérées comme moins indispensables (réduction des façons culturales, suppression du roulage après semis, de la fertilisation chimique et du désherbage) sont supprimées dans la majorité des exploitations céréalières. La simplification volontaire des itinéraires techniques se répercute inévitablement et de manière négative sur le rendement même lorsque les conditions climatiques ont été favorables (Chehat, 2005).

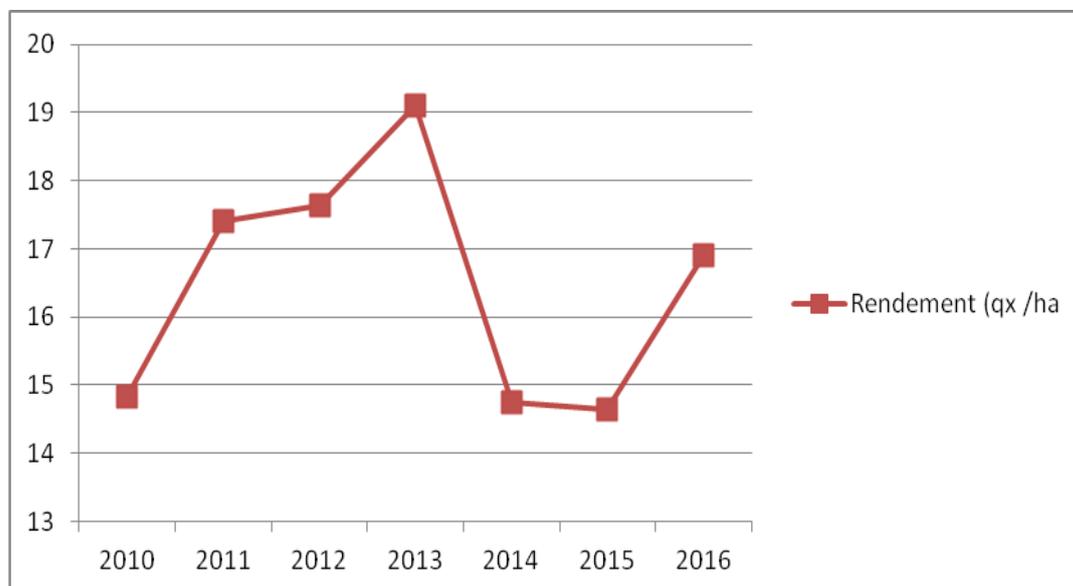
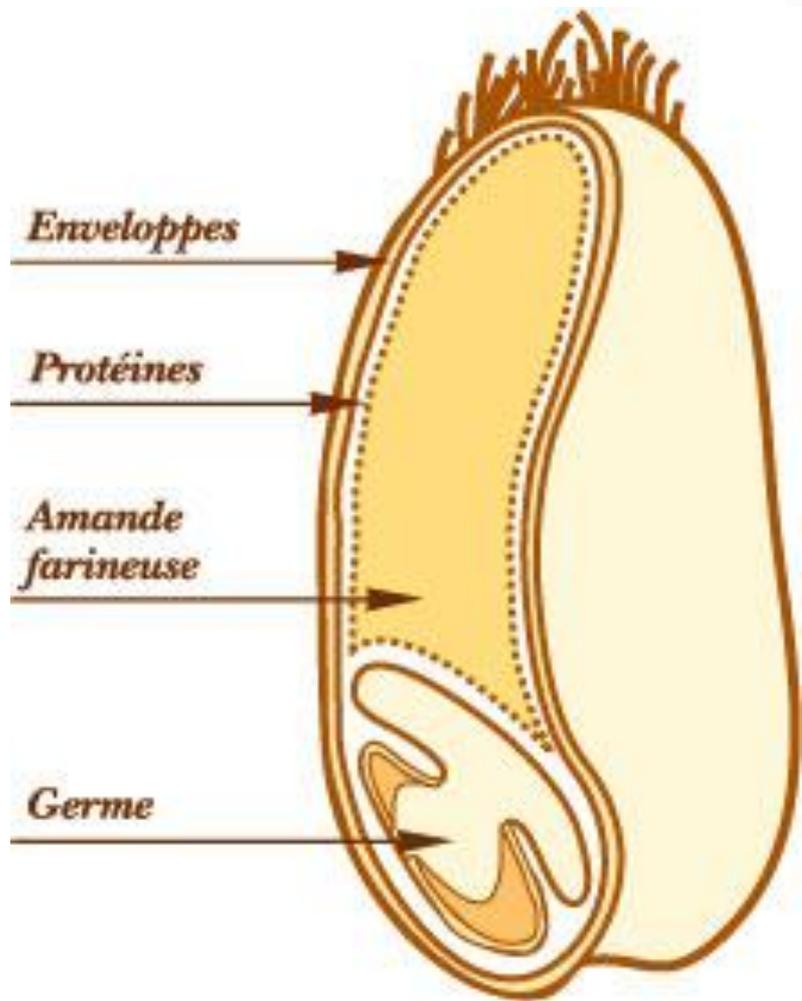


Figure 03 : Evolution du rendement du blé (qx/ha) en Algérie (FAOSTAT, 2017)

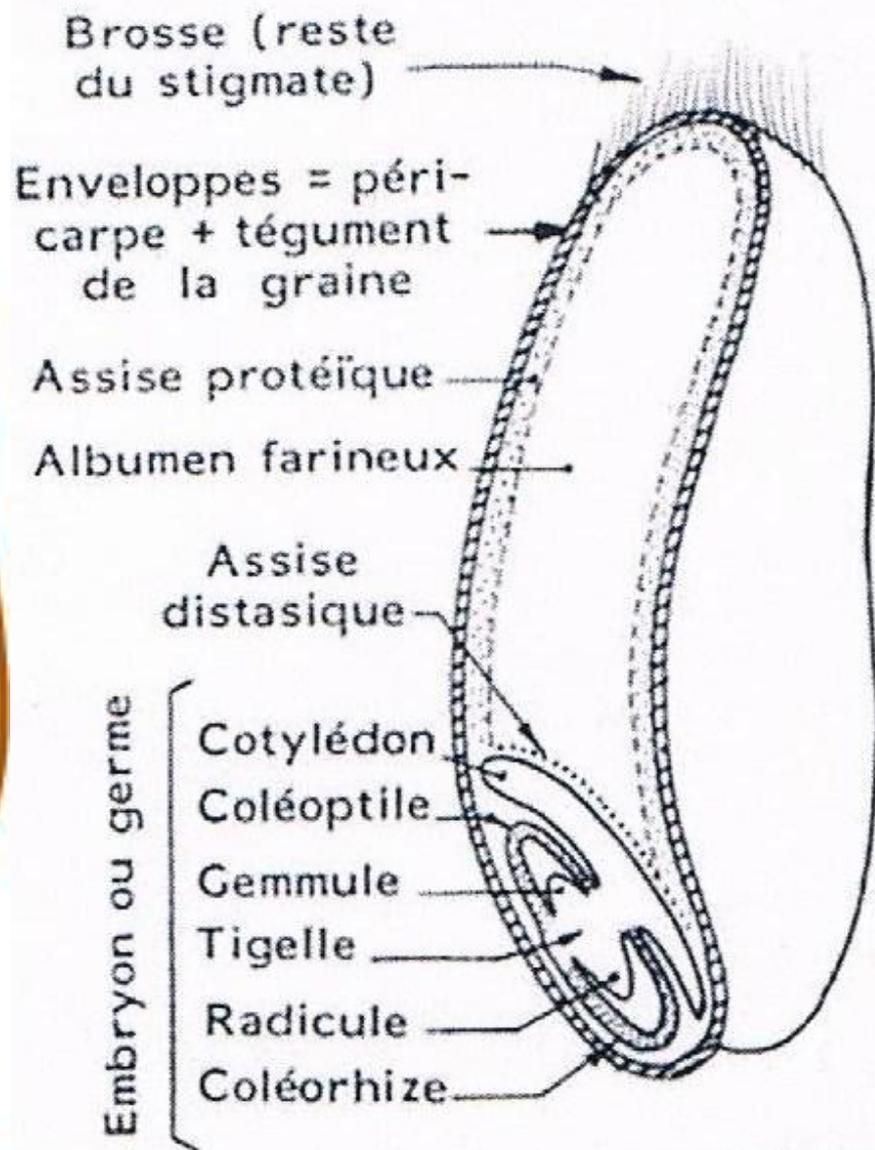
3- Description et caractéristiques des céréales.

Le grain est un caryopse. Il est soit nu, lorsqu'il a perdu ses enveloppes (glumes et glumelles) au battage (blé, maïs, seigle), soit vêtu, lorsque ses enveloppes restent attachées ou soudées au grain après battage (orge, avoine, sorgho, riz, millet).

La composition moyenne d'un grain de céréale est de : 85 à 87 % de matière sèche, 60 à 85 % de glucides, 7 à 12 % de protéines, 2 à 5 % de matière grasse et 0,8 à 3 % d'éléments minéraux.

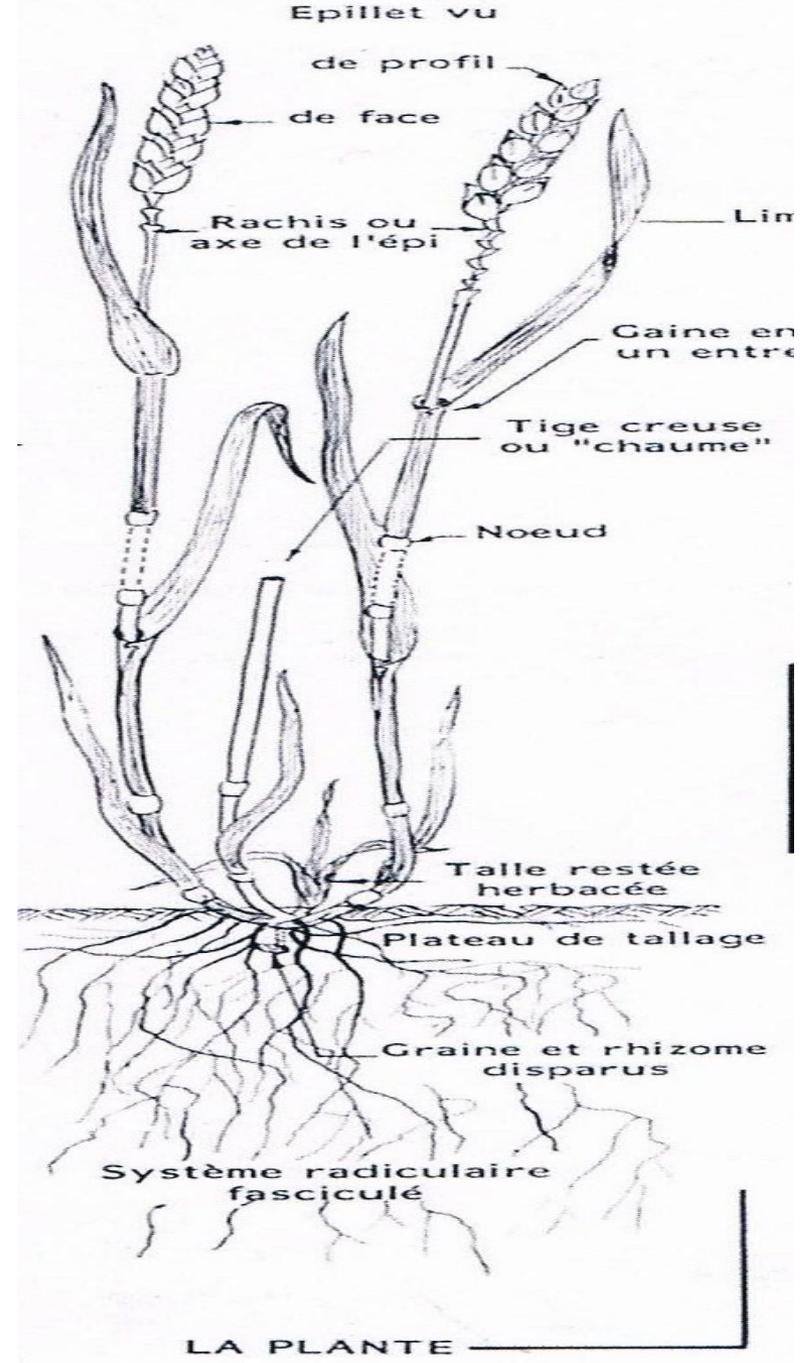


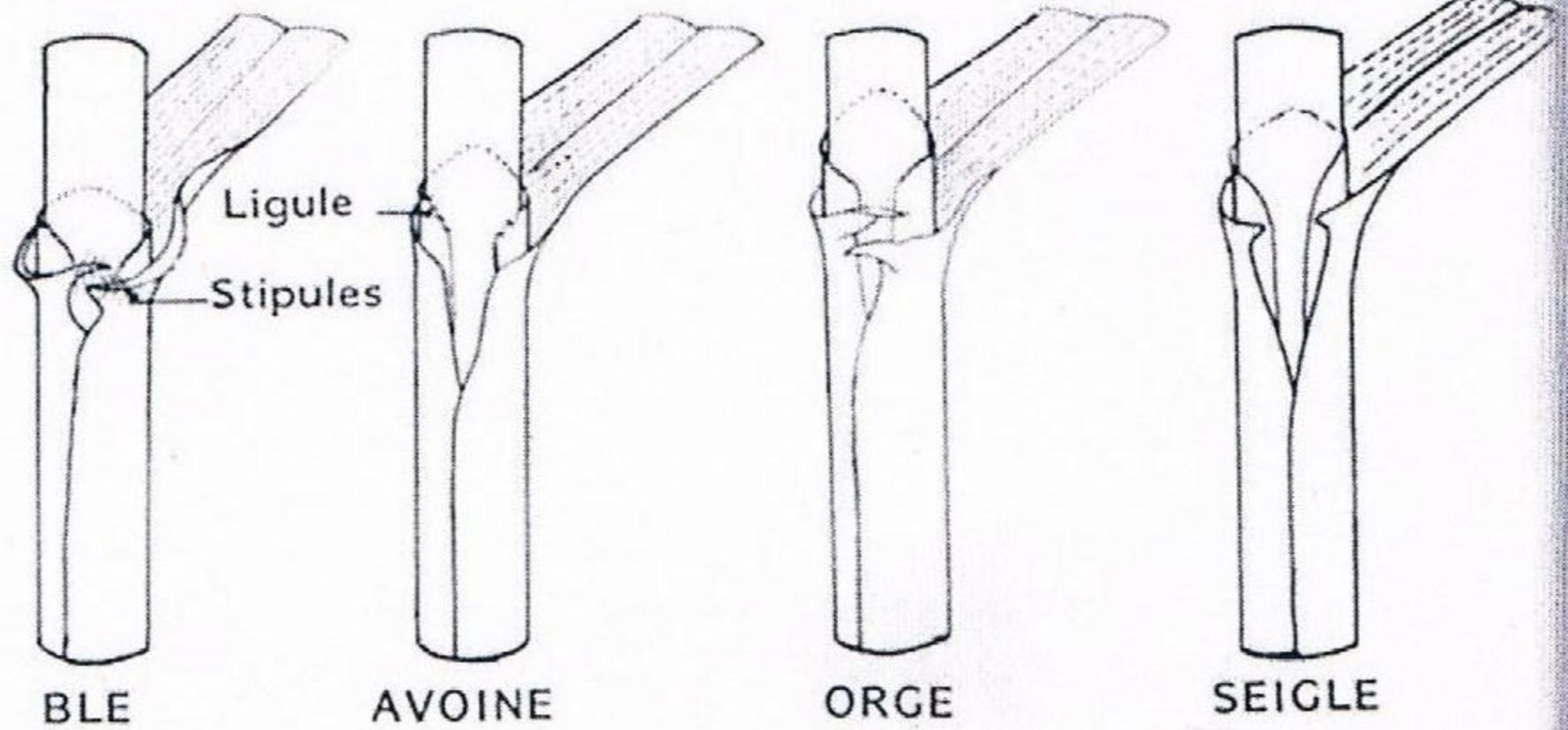
Coupe longitudinale schématique d'un grain de blé



L'appareil végétatif aérien des céréales est formé d'un certain nombre de ramifications appelées talles, qui partent d'une zone située à la base de la plante, le plateau de tallage. Cette caractéristique est cependant moins apparente chez les variétés de maïs cultivées actuellement, qui tallent très peu.

Parmi les céréales à paille (blé, seigle, orge, avoine, riz), la présence d'une ligule plus ou moins développée à la jonction du limbe foliaire et de la gaine ainsi que la présence ou l'absence de stipules ou oreillettes, glabres ou velues, permettent de distinguer les espèces.





BLE

AVOINE

ORGE

SEIGLE

Stipules larges
et poilues
Ligule courte

Pas de stipules
Ligule dentelée
ovale et courte

Stipules longues
Ligule allongée

Stipules
et ligule
courtes

DETERMINATION DES CEREALES
au stade herbacé

Par ailleurs, au cours de son développement, toute céréale dispose de 2 systèmes racinaires successifs :

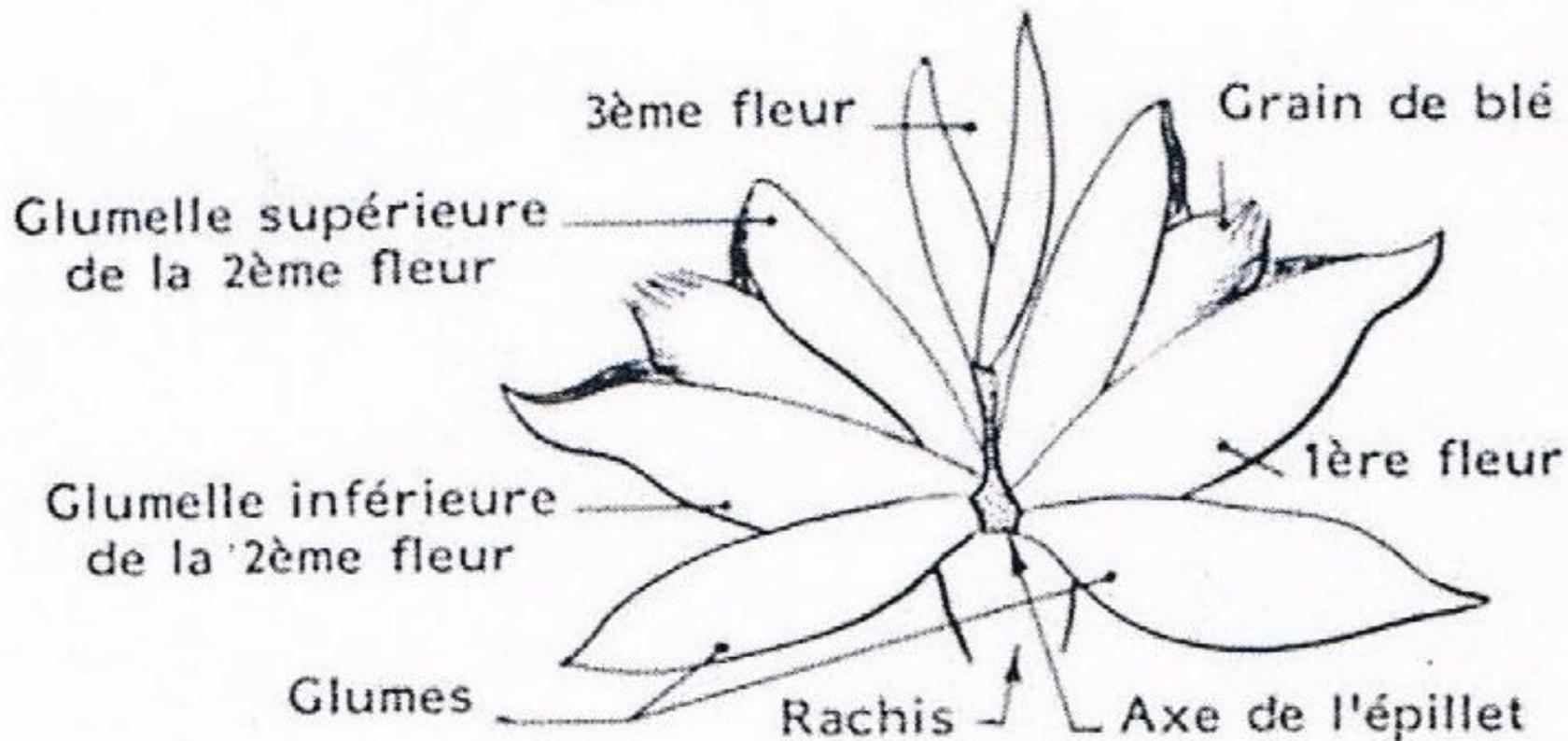
- le système de racines primaires ou séminales, fonctionnel dès la germination
- et le système des racines secondaires ou de tallage ou coronales, de type fasciculé, qui apparaît au tallage et se substitue progressivement au précédent (son importance et sa profondeur varient avec l'espèce et le type de sol).

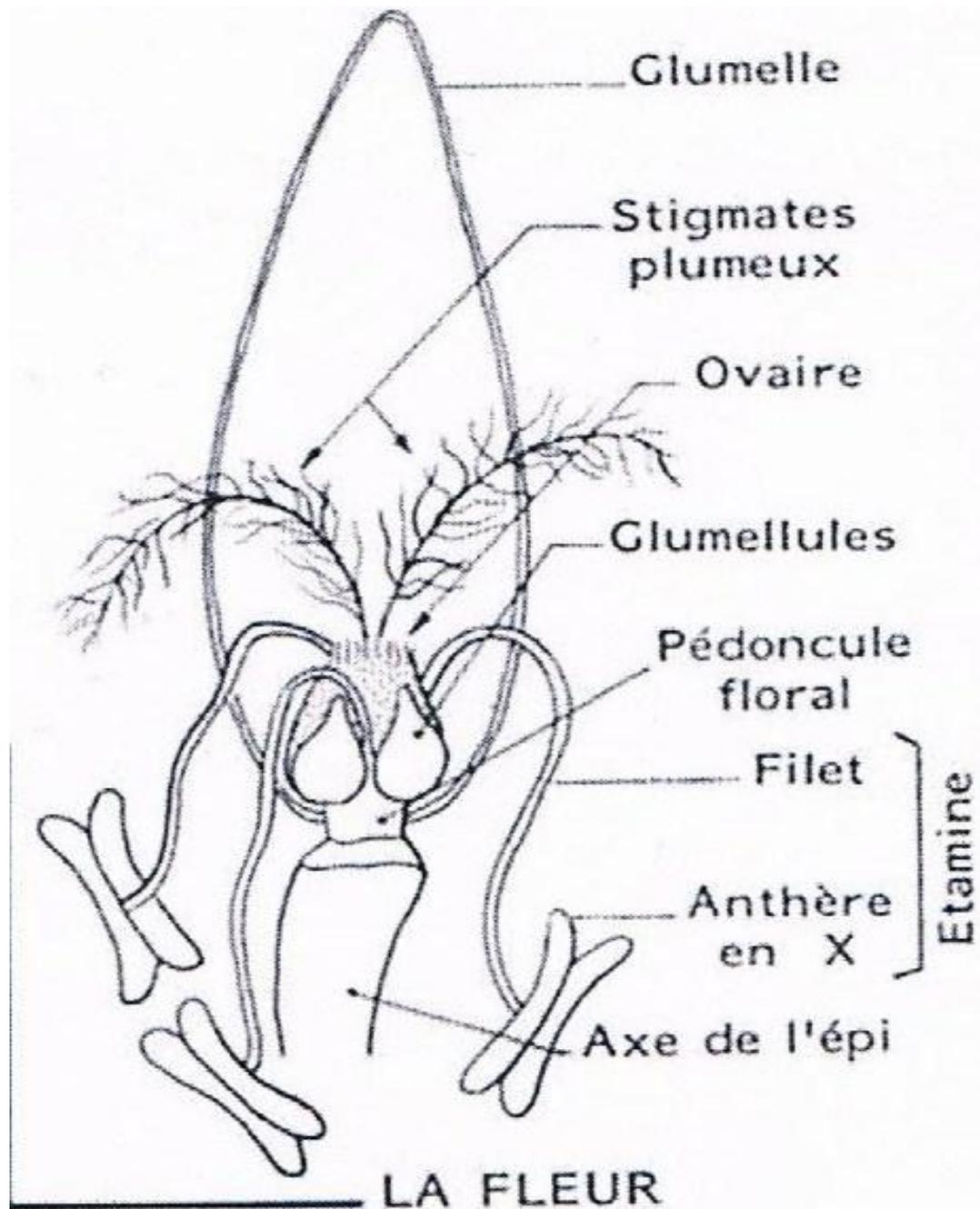
On rencontre 2 types d'inflorescences : soit un **épi** (blé, orge, seigle), soit une **panicule** (avoine, riz, sorgho).

Le maïs présente les deux types d'inflorescence (fleurs mâles en panicule, fleurs femelles en épi). Dans les deux cas, l'unité de base est **l'épillet**. Ce dernier est une petite grappe de 1 à 5 fleurs enveloppées chacune par 2 glumelles (inférieure et supérieure); la grappe est incluse entre 2 bractées, ou glumes. Les fleurs sont attachées sur le rachillet (rameau partant de l'axe principal de l'inflorescence) et comportent en général chacune typiquement 3 étamines et 1 ovaire à un seul carpelle. Cependant, chez le maïs, elles sont les unes mâles, les autres femelles. Le nombre de fleurs fertiles par épillet varie de 1 (orge, maïs) à 3 ou 4 selon l'espèce.

UN EPILLET

(glumes et glumelles écartées)

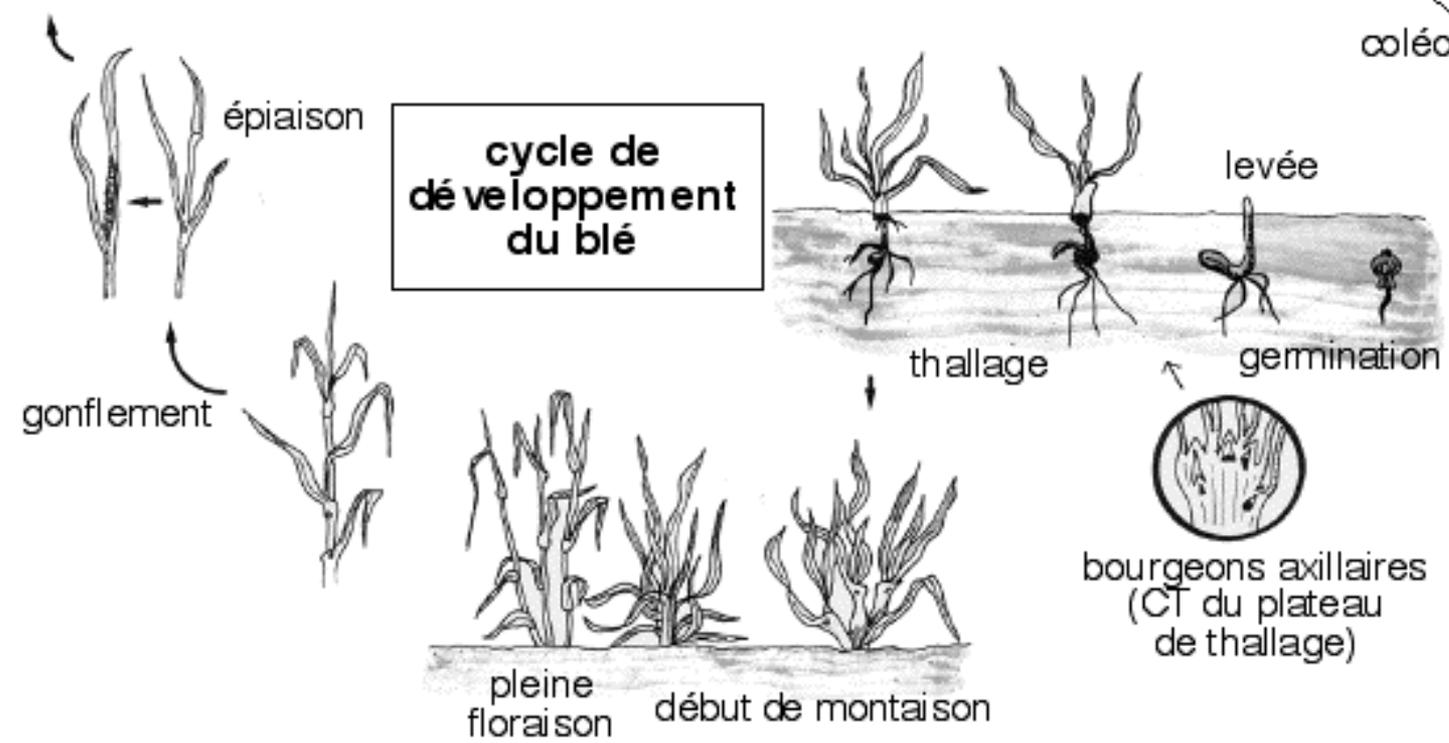
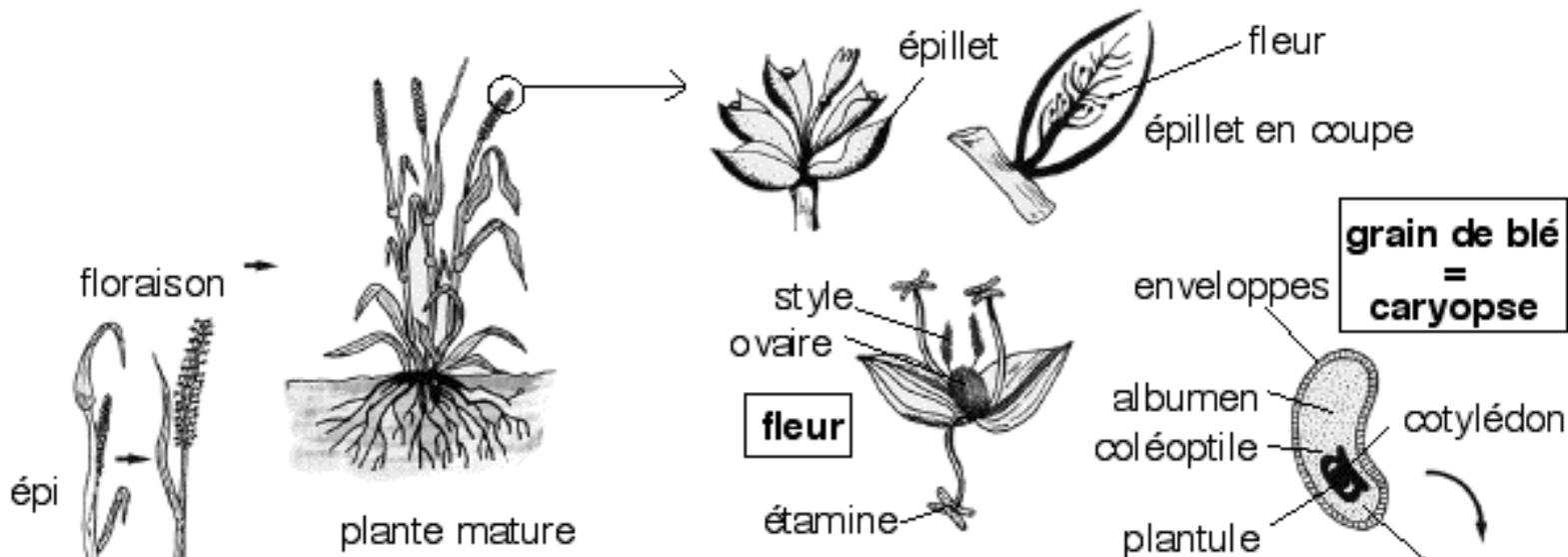




4- Cycle de développement des céréales.

Le cycle de développement d'une céréale comprend trois périodes :

- la période végétative, qui s'étend de la germination au tallage et pendant laquelle le bourgeon végétatif se transforme en futur épi (ou panicule), et qui comprend elle-même deux phases : la phase germination-levée et la phase levée début de tallage ;
- la période reproductrice, qui s'étend du tallage à la fécondation ;
- la période de maturation, qui s'étend de la fécondation à la maturité complète du grain.

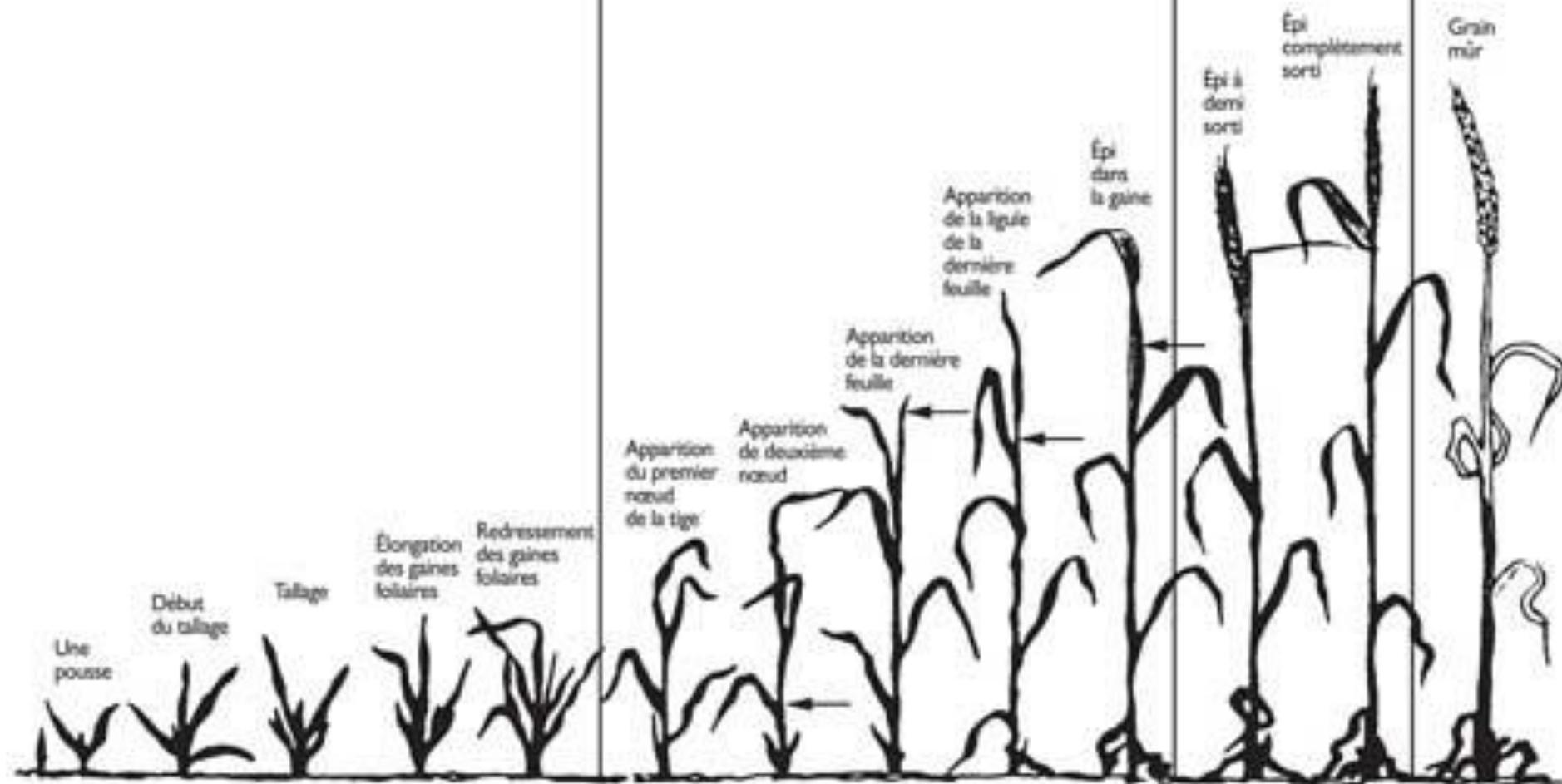


Tallage

Élongation de la tige

Épiaison

Maturité



Échelle de Zadok

10 21 26 29 30 31 32 37 39 47 55 59 92

4-1- Période végétative.

La germination d'une céréale se caractérise par la sortie du coléoptile et des racines séminales.

La réalisation de cette phase est sous la dépendance de facteurs propres à la semence (faculté et vigueur germinative) et de facteurs extérieurs (température, oxygène et teneur en eau du sol).

Le zéro de germination du blé, de l'avoine et de l'orge est de 0 °C, celui du maïs et du sorgho de 8 à 10 °C, et celui du riz au minimum de 13 °C.

Par ailleurs, la phase germination-levée ne se réalise que si une certaine somme de températures caractéristique de la céréale est atteinte (120 degrés jours environ pour le blé).

D'autre part, pour que cette phase se déroule correctement, il est nécessaire que le sol ne soit ni trop sec (la graine a besoin d'absorber près du quart de son poids d'eau pour germer) ni trop humide.

Enfin, la levée ne se déroule correctement que si la plantule et la jeune racine ne rencontrent pas d'obstacle mécanique (mottes ou croûte de battance).

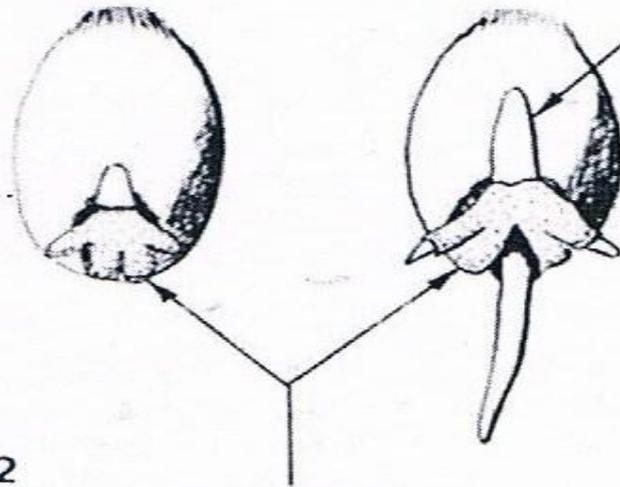
La réussite du semis dépend donc du choix de la semence et des conditions de milieu (climat, état du lit de semences).

GERMINATION



1

Le coléoptile est un étui protégeant la 1^{ère} feuille jusqu'à la surface du sol. Il disparaît par la suite.



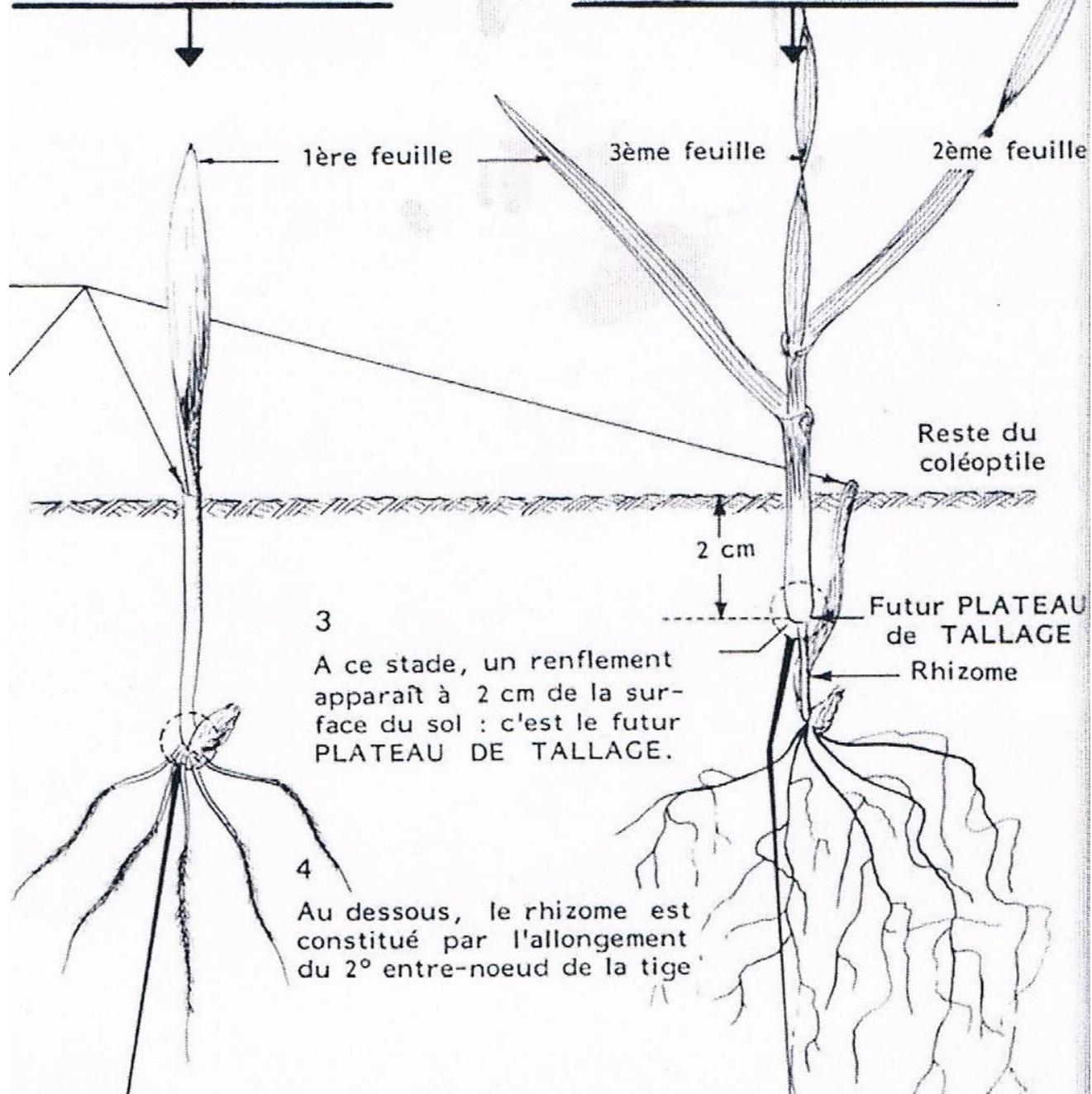
2

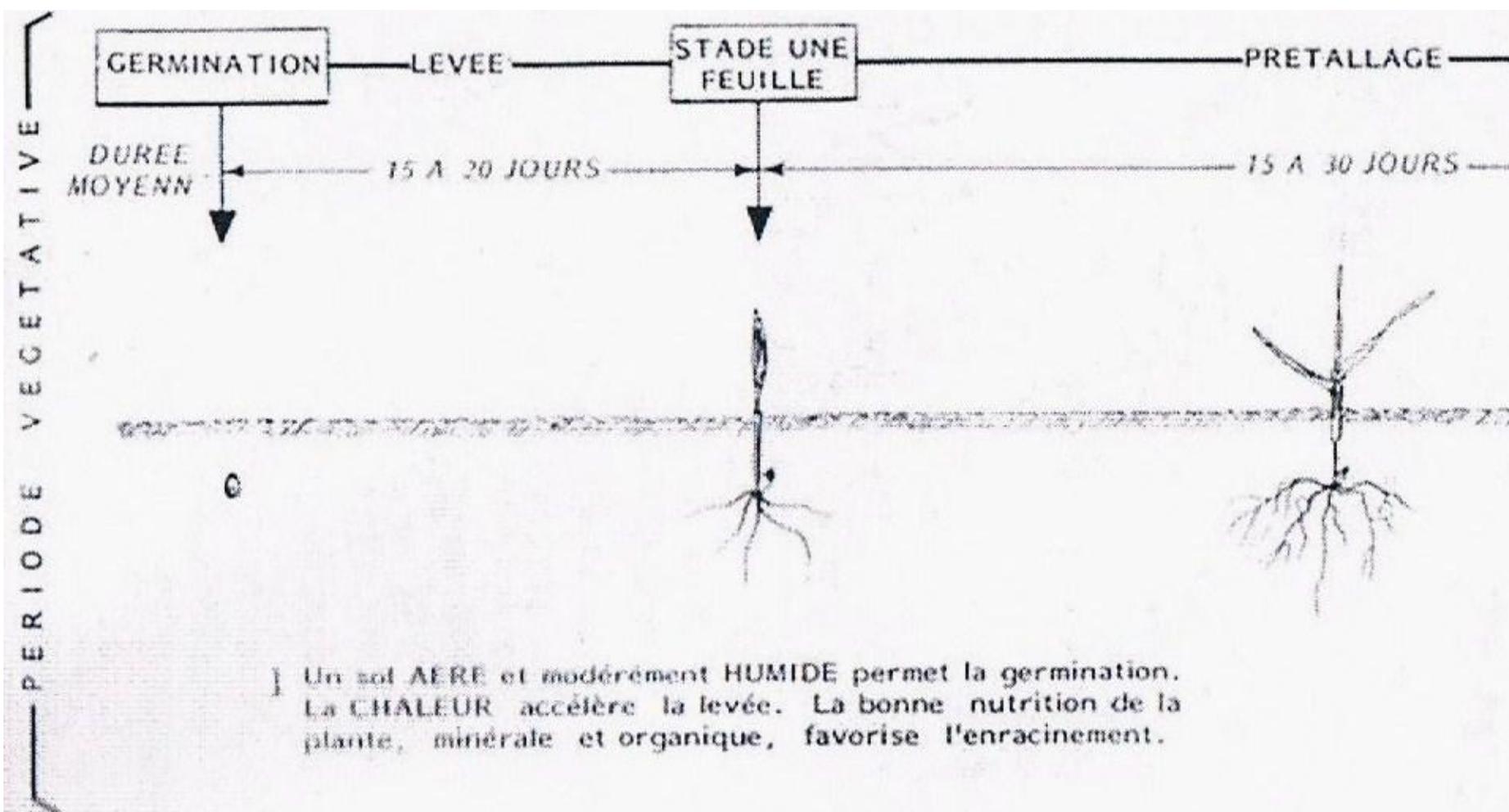
La coléorhize, étui protecteur de la racicule, est rapidement traversée par les 5 racines primaires, qui nourrissent la plante par leurs poils absorbants jusqu'au...

La phase levée-début tallage se caractérise par l'apparition successive, à l'extrémité du coléoptile, des quatre premières feuilles. Celles-ci, imbriquées les unes dans les autres, partent toutes du plateau de tallage. La vitesse de croissance des feuilles dépend essentiellement de la température.

Stade une feuille : LEVER

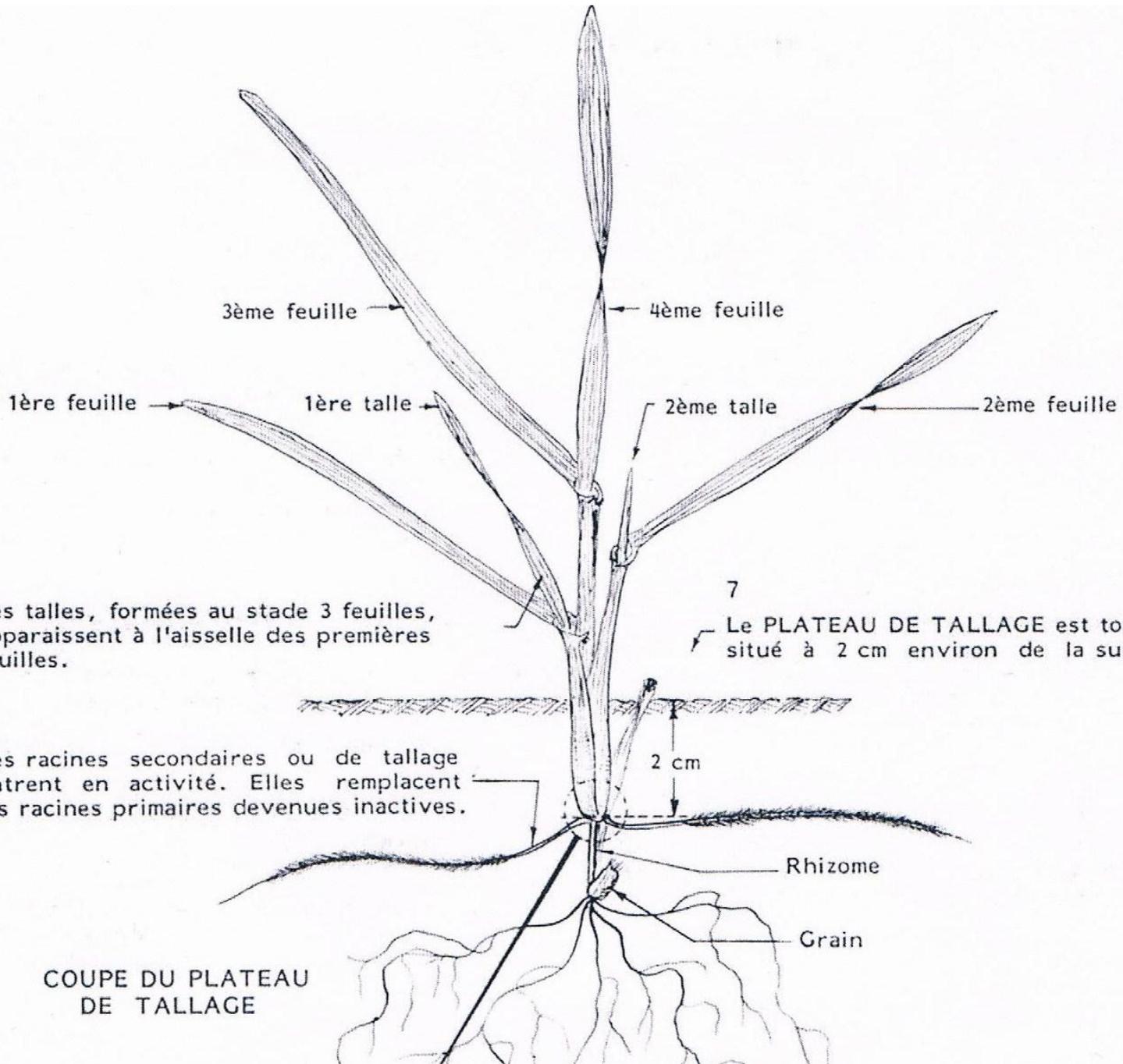
Stade 3 feuilles : PRETALLAGE

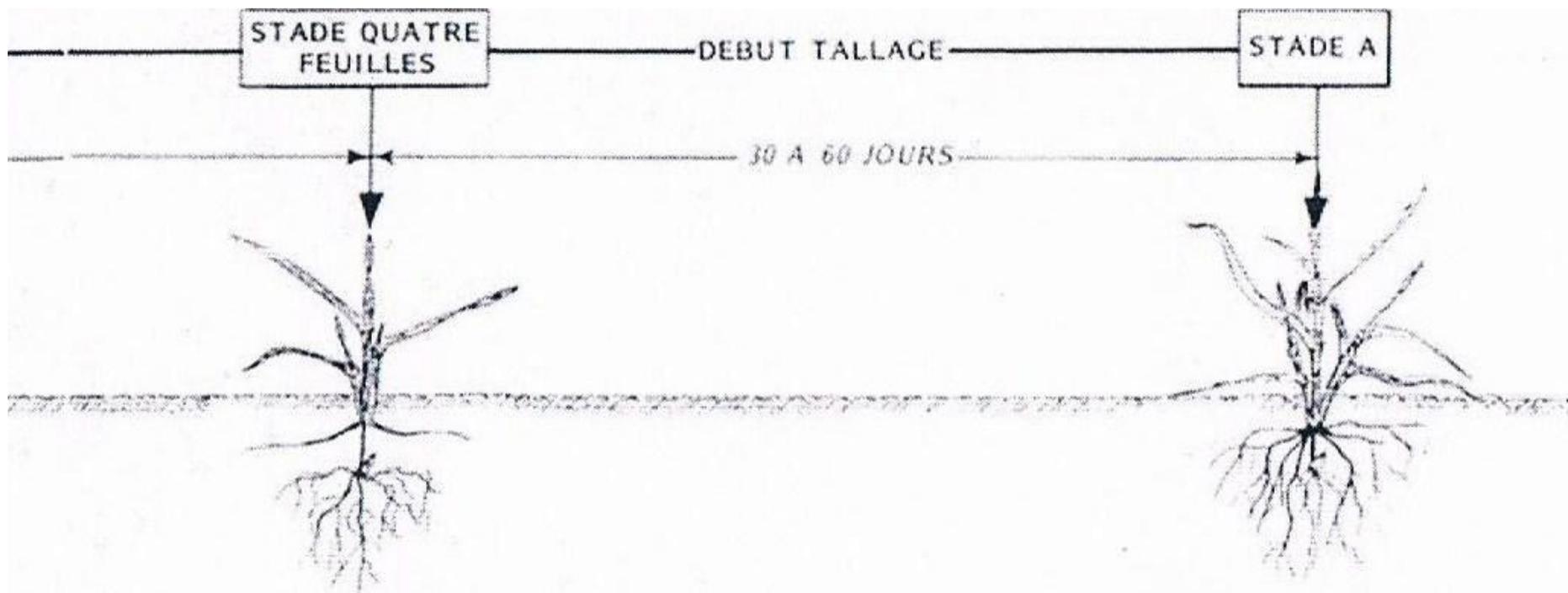




Le tallage, qui commence pendant cette phase, est un simple processus de ramification de la plante à partir des bourgeons axillaires des feuilles.

Le nombre de talles émis par la plante (tallage herbacé) est principalement fonction de l'espèce (le riz talle abondamment, le maïs très peu), de la variété, de la température, de l'alimentation azotée de la plante et de la profondeur de semis (un semis profond réduit le tallage).





2 La RESISTANCE AU GEL est maximale au stade 4 feuilles : les racines secondaires sont alors bien implantées

3 La réalisation du STADE A dépend de la TEMPERATURE et de la PRECOCITE variétale. (janvier à mars)

4-2- Période reproductrice.

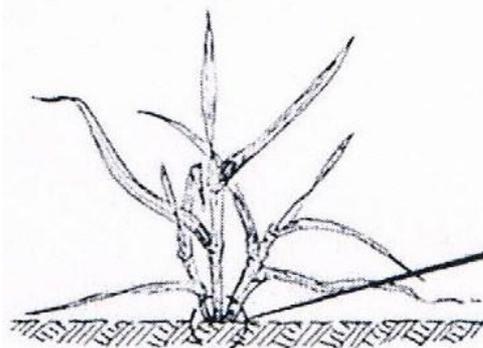
Débutant au cours du tallage, elle comporte 3 phases principales :

- la phase de formation des ébauches d'épillets,
- la phase de spécialisation florale
- la phase méiose-fécondation.

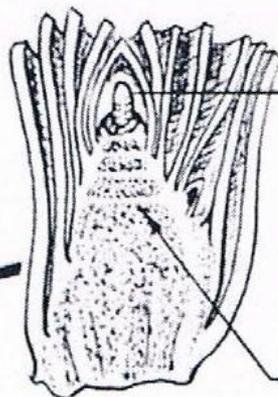
La phase de formation des ébauches d'épillet (phase A-B) débute au stade du plein tallage, se poursuit par le stade d'initiation florale (stade A) et se termine à l'apparition de la première ébauche de glume (stade B).

La phase de spécialisation florale (phase B-D) est caractérisée par la différenciation des pièces florales (glumelle inférieure puis supérieure, étamines, stigmates) puis par la réalisation de la méiose pollinique (stade D).

STADE A



Coupe de la tige
au dessus du
plateau de tallage

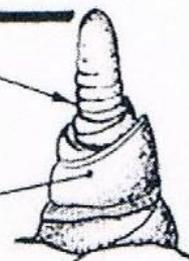


L'apex cesse de former des ébauches de
feuilles : il s'allonge et se segmente.
C'est l'ébauche de futurs épillets.

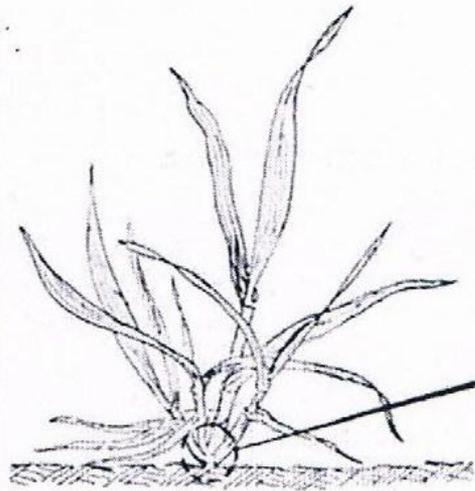
Rides parallèles
ébauches d'épillets

Ebauches foliaires

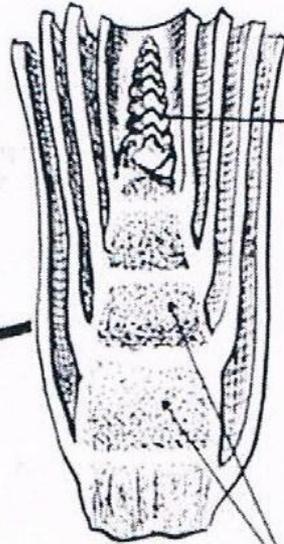
Les noeuds et entre-noeuds apparaissent
sous forme de stries claires et sombres



STADE B



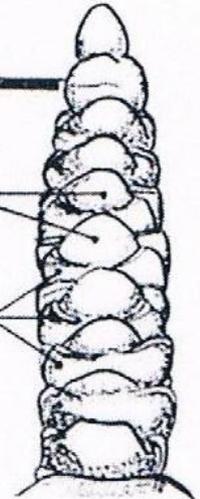
GONFLEMENT



Apparition des ébauches des glumes
à la base de chaque épillet

Futurs épislets

Ebauche des glumes



Les entre-noeuds commencent à s'allonger
très rapidement : la montaison commence.

```
graph TD; A[Le STADE A marque la transformation du bourgeon végétatif en bourgeon floral.] --> B[C'est l'INITIATION FLORALE]; B --> C[Le STADE B marque la fin de la croissance des talles et le début de la montaison.]; C --> D[Le GONFLEMENT ou STADE C marque la fin de la montaison et annonce la sortie de l'épi];
```

Le STADE A marque la transformation du bourgeon végétatif en bourgeon floral.

C'est l'INITIATION FLORALE

Le STADE B marque la fin de la croissance des talles et le début de la montaison.

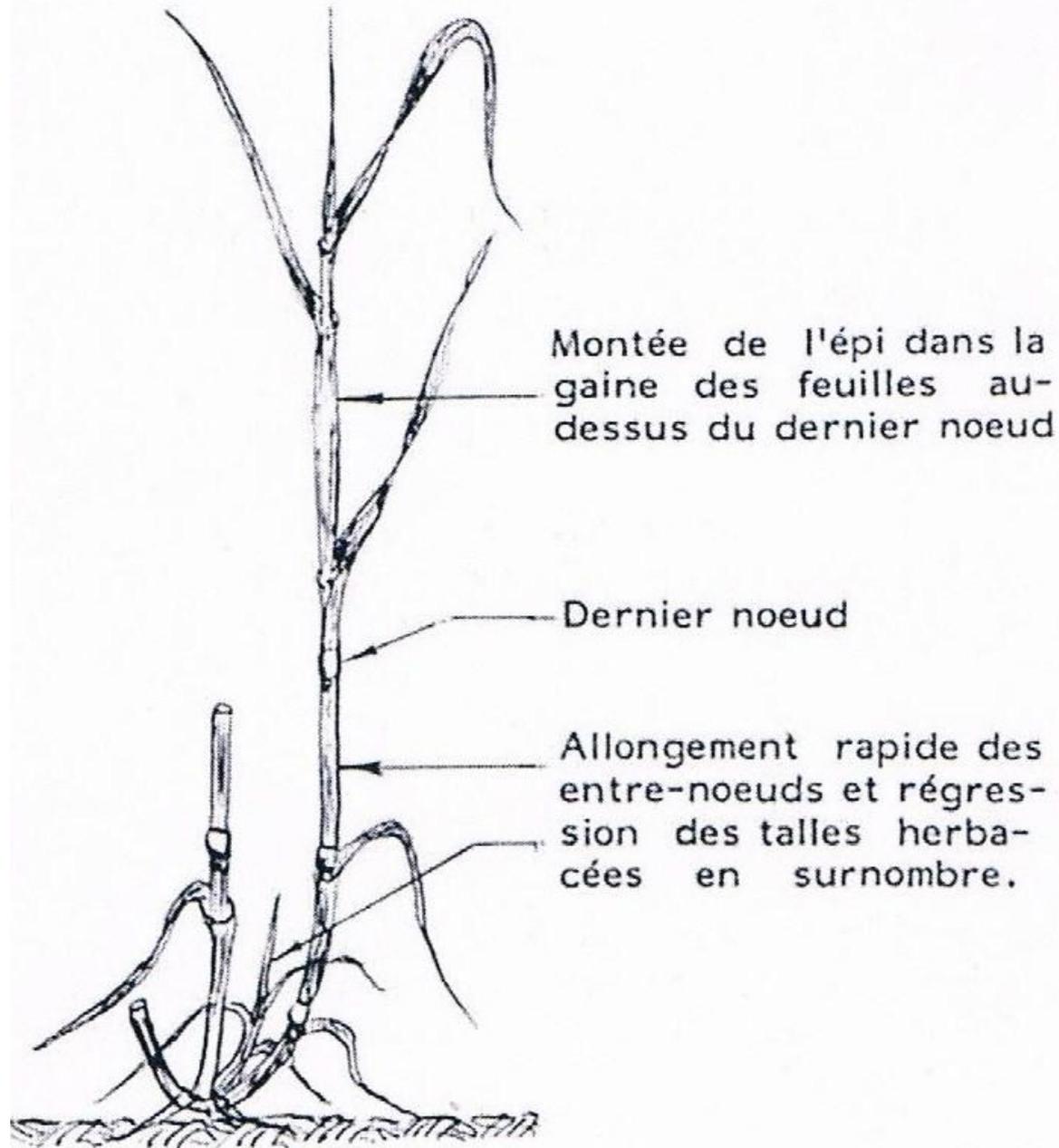
Le GONFLEMENT ou STADE C marque la fin de la montaison et annonce la sortie de l'épi

Dans le même temps, la tige principale et l'inflorescence s'allongent rapidement, mais à des vitesses différentes ; les talles différencient aussi les mêmes pièces florales, et leurs tiges s'allongent.

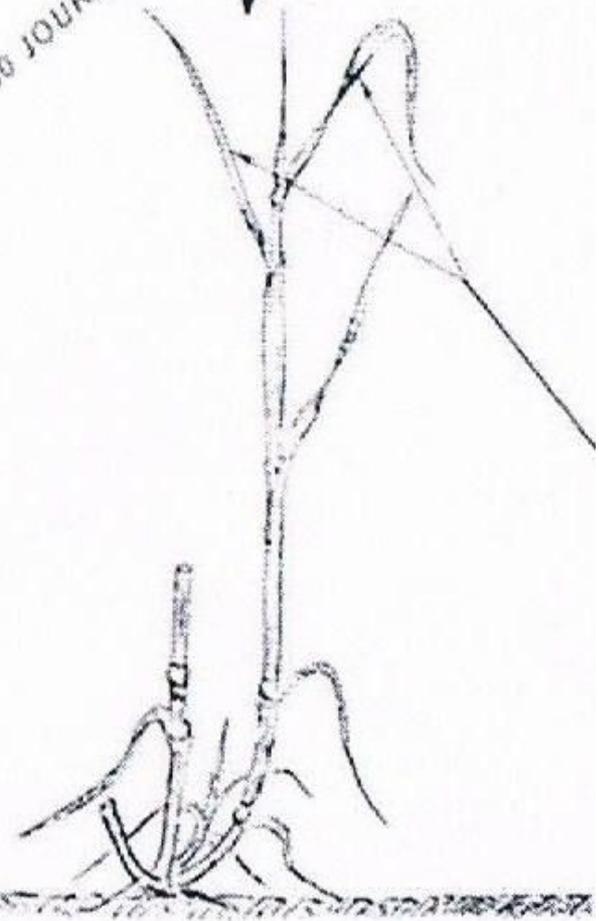
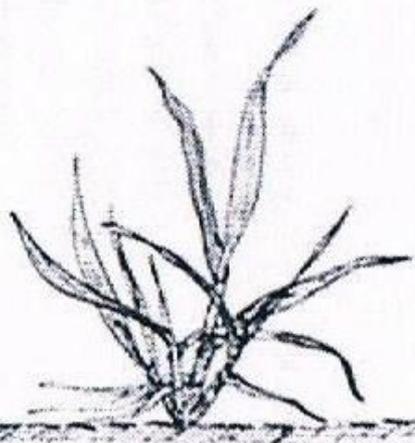
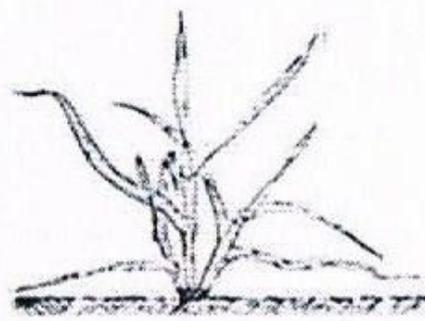
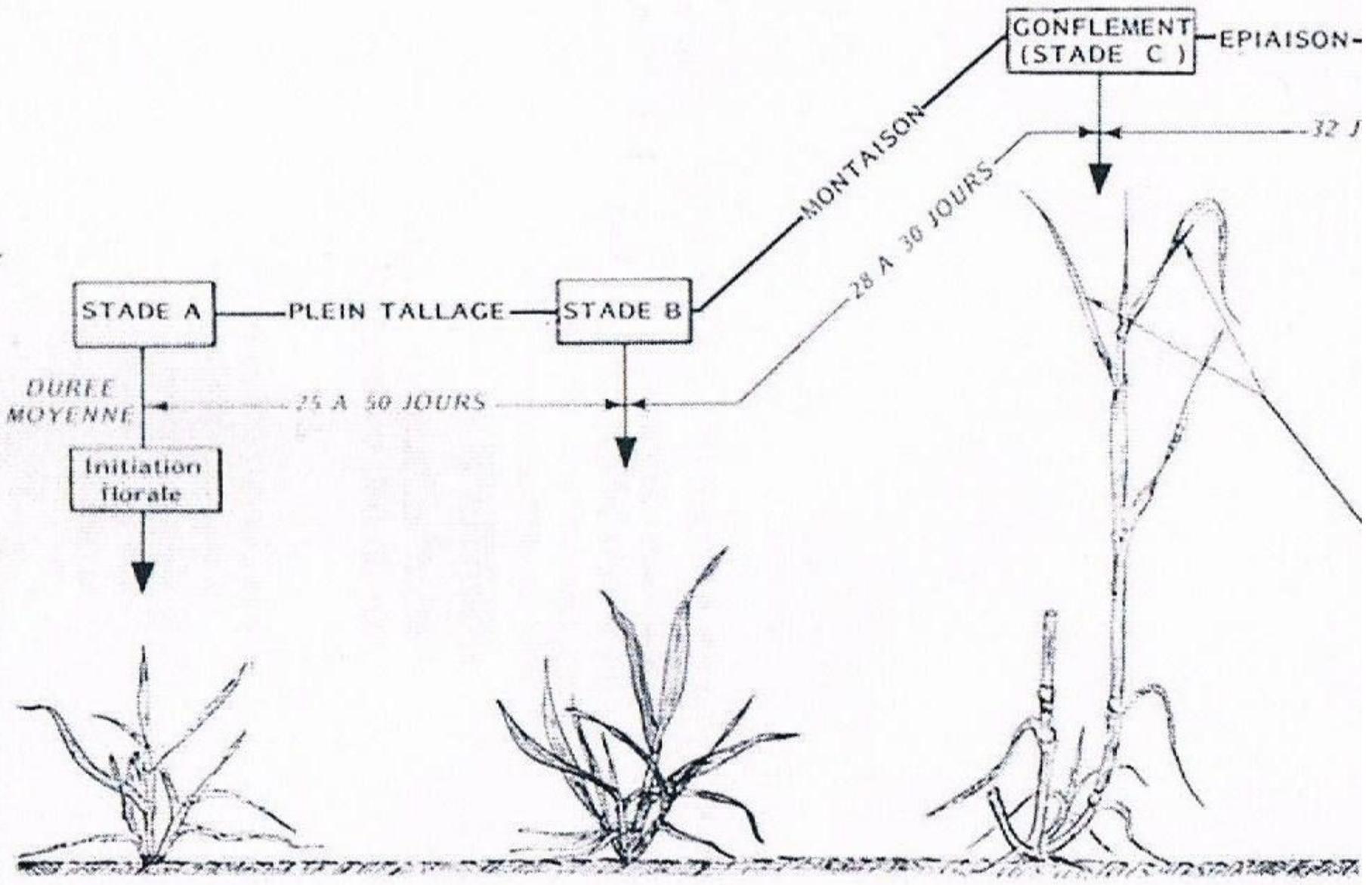
Seules cependant les trois ou quatre premières talles donneront des épis (ou des panicules).

Peu avant l'épiaison, on observe une distension des parois de la gaine de la dernière feuille : c'est le gonflement qui marque le début de la méiose pollinique.

GONFLEMENT _____



RIODE REPRODUCTRICE



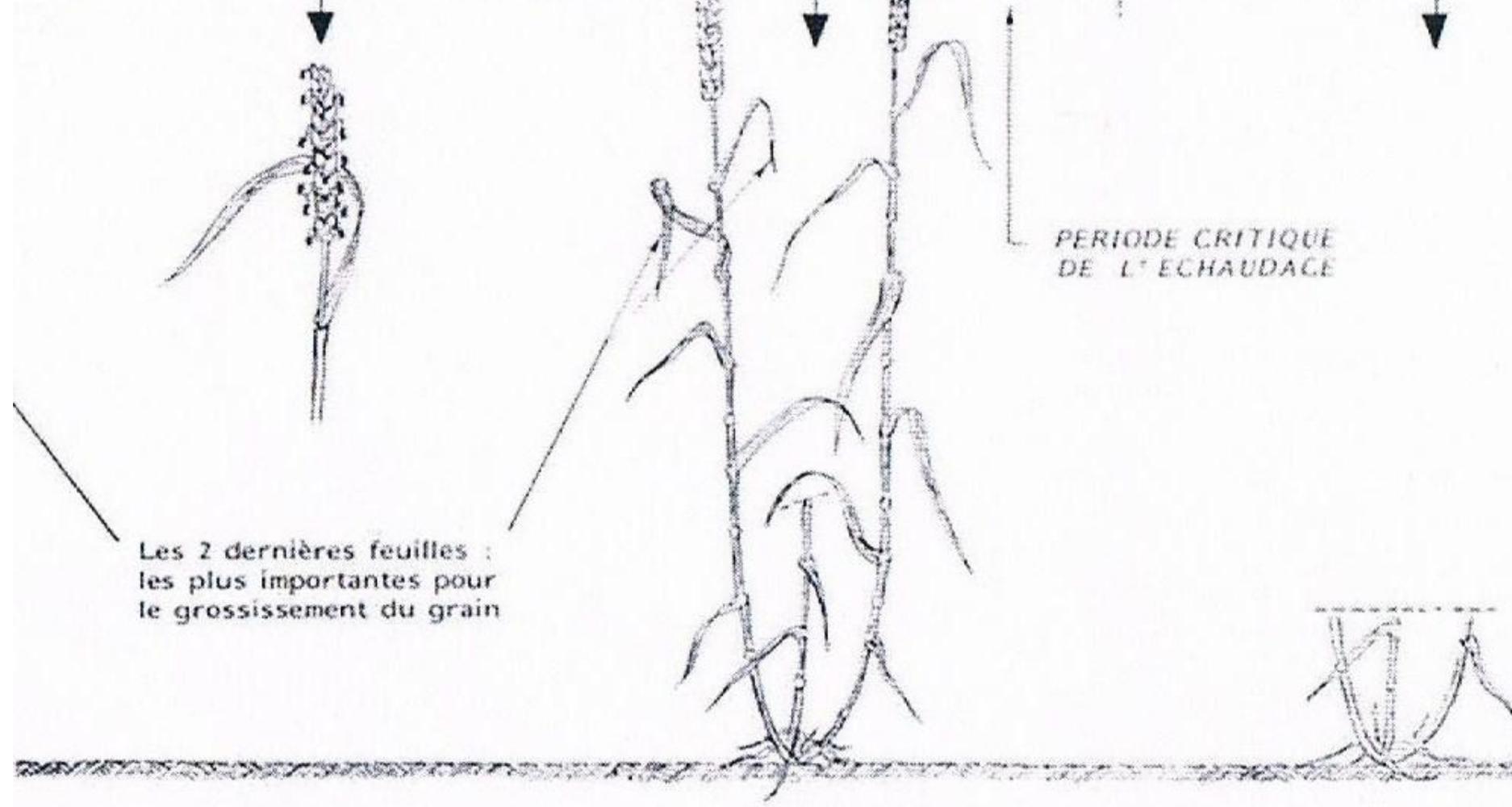
La phase méiose-fécondation est caractérisée par l'épiaison, puis par la floraison et la fécondation.

Il peut y avoir autofécondation quasi absolue chez le blé, l'orge, l'avoine, le riz et le sorgho, ou fécondation croisée, chez le seigle ou le maïs.

Le déterminisme de la montaison chez les céréales est essentiellement d'ordre climatique. Les températures basses et la photopériode sont les facteurs prépondérants de l'acquisition par la plante de l'aptitude à la montaison et au déclenchement effectif de celle-ci.

FECONDATION — FLORAISON — GROSSISSEMENT DU GRAIN — FIN DU GROSSISSEMENT — MATURATION — MATURETE RECOLTE

DURS — 15 A 25 JOURS — 8 A 10 JOURS — 15 A 20 JOURS —



Les céréales à paille dites d'hiver exigent en effet pour arriver à épiaison une exposition à des températures basses. La transformation physiologique qui résulte de l'exposition au froid est appelée **vernalisation**. Le froid a essentiellement une action stimulante sur l'aptitude à la floraison.

Pour permettre la vernalisation, la température basse doit toujours demeurer supérieure au zéro de croissance. Son optimum, variable avec l'espèce et la variété, oscille entre 0 et 10°C.

Les besoins en vernalisation sont différents selon les variétés de céréales :

- les variétés d'hiver ont les besoins les plus importants, mais non absolus (non vernalisées, les fleurs peuvent néanmoins se former, quoique avec beaucoup de retard).
- Les variétés alternatives ont des besoins modérés,
- les variétés de printemps ont des besoins nuls.

Les céréales d'hiver vernalisées et les céréales de type printemps émettent des épis lorsque la **photopériode** dépasse une certaine durée ou période critique variable avec l'espèce et la variété (de 12 à 14 heures).

Au-dessous de cette valeur critique il n'y a pas de réaction des méristèmes qui continuent à différencier des organes végétatifs.

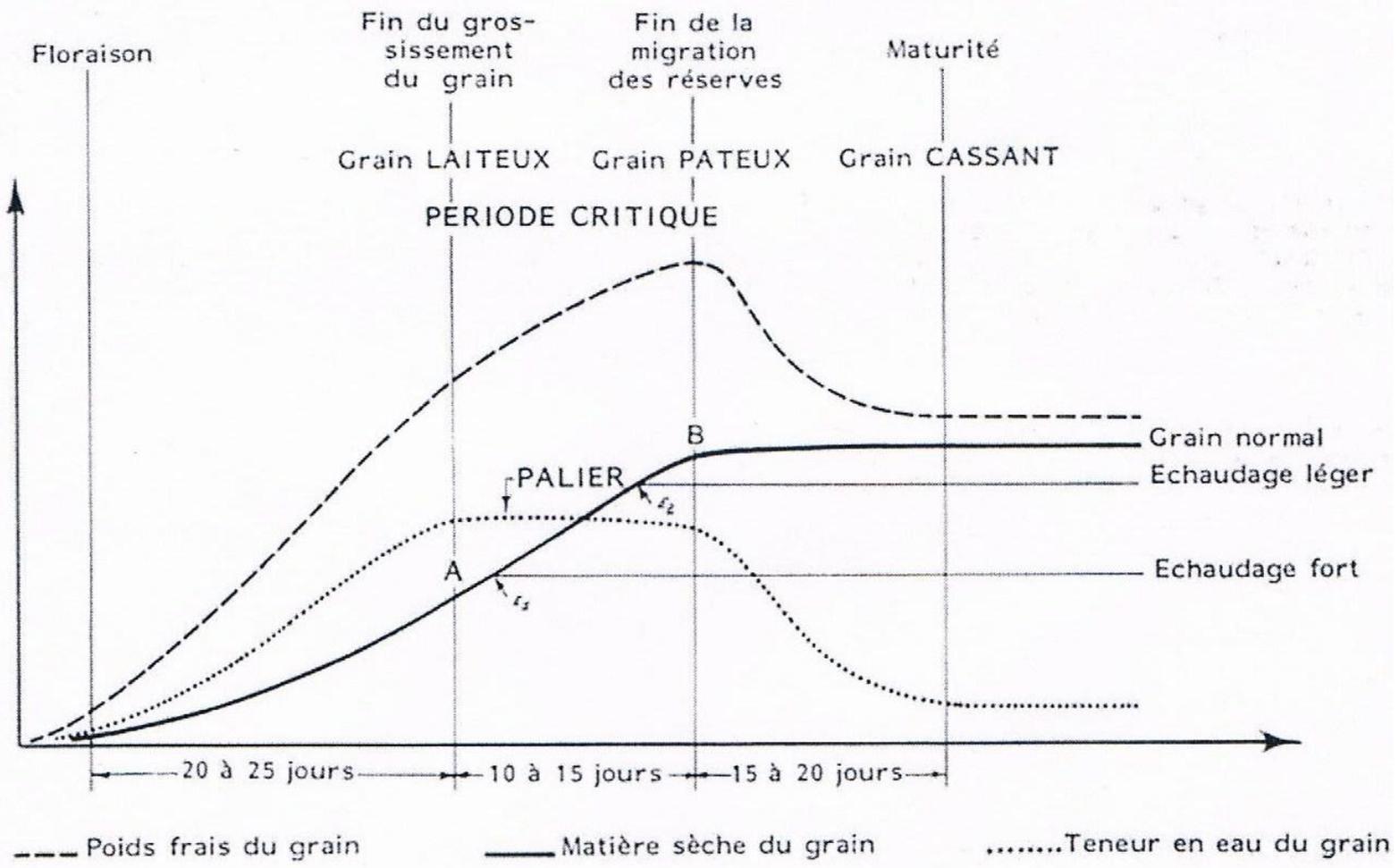
4-3-Période de maturation.

Elle est caractérisée par l'élaboration des substances de réserve (amidon, protéines) et par la migration de celles-ci dans l'albumen du grain. Parallèlement, l'embryon se forme. Au cours de cette période, le grain passe successivement par les stades:

-« **laiteux** » (chez le blé, l'amande encore verte a pris sa forme définitive et l'albumen est laiteux)

- « **pâteux** » (l'amande s'est colorée en roux pâle, les réserves ont fini de migrer et le poids d'eau dans le grain sensiblement constant pendant une dizaine de jours [*palier hydrique*] va commencer à décroître).

Figure 1-21 - LES COURBES DE DÉVELOPPEMENT DU GRAIN A PARTIR DE LA FLORAISON EXPLIQUENT LE PHÉNOMÈNE DE L'ÉCHAUDAGE



L'augmentation de poids du grain durant la "PERIODE CRITIQUE" provient uniquement de l'augmentation de la matière sèche (AB) puisque la teneur en eau reste stable (PALIER). Cette matière sèche vient surtout de la migration des réserves des feuilles et tiges.

Un "COUP DE CHALEUR" durant cette période (30°+ vent sec) dessèche la plante, rendant impossible cette MIGRATION vers le grain. Celui-ci sera "ECHAUDE". L'échaudage sera plus grave si le coup de chaleur survient tôt (E₁) que s'il survient tardivement (E₂).

Un stress hydrique intervenant pendant cette période entraîne l'échaudage.

La maturité est marquée par la fin de la dessiccation du grain, qui atteint alors une teneur en eau de l'ordre de 15 %, sauf pour le maïs dont la teneur en eau du grain est, à maturité, de l'ordre de 30 %. Une fois récoltés, les grains de maïs doivent d'ailleurs être séchés.

5-Utilisations des céréales.

Les grains de céréales ont constitué la base principale de l'alimentation des premières civilisations : riz pour les civilisations asiatiques, maïs pour les civilisations précolombiennes, blé pour celles du bassin Méditerranéen et du Proche-Orient. Le rôle important que les céréales ont joué dans le développement de ces civilisations tient à leur valeur énergétique (autour de 3 400 kcal/kg de matière sèche), une teneur en protéine proche des besoins des organismes humains, et leur facilité de transport et de stockage.

Réservées à l'origine à l'alimentation humaine, les céréales ont vu leur usage progressivement s'étendre à l'alimentation animale et à des usages industriels. La FAO estime qu'actuellement un peu moins de 40 % de la production mondiale est destinée à l'alimentation humaine, environ 50 % à l'alimentation animale et le reste à des usages industriels.

L'usage en alimentation humaine concerne principalement le blé (dur et tendre), le riz et le maïs ; l'orge est surtout utilisée en brasserie. La culture d'un certain nombre d'espèces anciennes (sarrasin, épeautre) connaît à l'heure actuelle un regain d'intérêt, en raison de la demande de plus en plus diversifiée des consommateurs pour des produits à base de céréales.

Toutes les céréales, blé compris, sont utilisées en alimentation animale, soit sous forme de grains entiers ou broyés, soit sous forme de plante entière, pâturée ou ensilée. Cette dernière utilisation concerne surtout le maïs. Les grains de céréale constituent la principale source d'énergie des animaux. Leur valeur énergétique est de l'ordre de 1 UF (unité fourragère) par kg de matière sèche. Leur teneur en matière azotée est faible (entre 9 et 14 %) et du point de vue qualitatif, les grains de céréales sont carencés en acides aminés indispensables, notamment en lysine. Ils sont également carencés en calcium, mais assez bien pourvus en phosphore plus ou moins assimilable.

Pour améliorer leur valeur alimentaire, ou pour faciliter une distribution mécanique, on peut leur faire subir différents traitements tels que le broyage, l'agglomération ou l'enrobage. Le maïs ensilé sous forme de plante entière au moment où le grain est à une teneur en eau d'environ 40 % et les spathes encore vertes est

utilisé pour l'alimentation des bovins. Les animaux préfèrent toujours les granulés aux moutures fines. L'ingestion des grains entiers provoque chez les ruminants une diminution de la digestibilité, tandis que les moutures fines risquent d'entraîner des troubles respiratoires, notamment chez les volailles. Signalons enfin que les pailles sont parfois utilisées pour l'alimentation des ruminants, particulièrement dans les pays où la ressource fourragère est rare. La valeur alimentaire, pauvre, peut être améliorée par l'adjonction d'urée ou de mélasse.

6-Culture des céréales.

Considéré comme une culture favorisant le développement des mauvaises herbes, le blé prend généralement place après une culture nettoyante (plante sarclée, légumineuse fourragère, tournesol, maïs). Toutefois, le développement de l'usage des désherbants conduit à s'affranchir de cette règle, et le blé se succède quelquefois à lui-même malgré un risque d'infestation par les maladies.

Les techniques actuelles de préparation du sol vont, en fonction des circonstances, des précédents culturaux, etc., d'un travail profond du sol (labour, décompactage) suivi de façons superficielles, jusqu'au semis direct sur un sol préalablement désherbé.

Le blé est habituellement semé dans le courant du mois d'octobre, mais il peut être implanté en novembre et jusqu'en décembre lorsque la récolte de la culture précédente est tardive (betterave sucrière) ou lorsque la pluviométrie d'automne retarde les semis. La densité est en moyenne de 250 grains/m². Elle est augmentée à 300 grains/m² pour des semis plus tardifs. Les semis de blés durs de printemps, très peu importants, ont lieu en mars.

7- Fertilisation des céréales.

Il faut 3 kg d'azote pour produire un quintal de grains. Les besoins de la plante évoluent en fonction du stade de la céréale : ils sont d'autant plus importants que la vitesse de croissance est élevée. Pendant la phase de levée et de début du tallage, la plante se développe à partir des réserves en azote de la graine et du sol. Les besoins commencent à se manifester à partir du tallage. Ils sont encore faibles (de l'ordre de

50 kg/ha), mais une carence peut avoir un effet sur l'émission de talles et sur le développement du tallage. Le premier apport en azote doit correspondre aux seuls besoins du tallage afin d'éviter, d'une part des pollutions, d'autre part l'émission de jeunes talles secondaires sans intérêt pour la plante. Dans la pratique, on le limite entre 20 et 30 kg/ha sous une forme rapidement utilisable.

Du stade épi 1 cm jusqu'à la floraison, les besoins de la plante sont maximaux, la vitesse de croissance étant en ordre de grandeur dix fois supérieure à celle de la période précédente. Or ce stade se situe en sortie d'hiver, époque où la minéralisation est insuffisante pour répondre aux besoins. Le deuxième apport d'azote est alors indispensable, car toute carence a un effet dépressif sur le rendement. La quantité à apporter est calculée à partir d'un objectif de rendement par la méthode du bilan prévisionnel de l'azote. Toutefois, si l'observation au champ ou l'analyse des plantes fait apparaître un déficit en azote, un troisième apport de correction est effectué avant la sortie de la dernière feuille, car c'est avant ce stade que la nutrition azotée a un effet sur la croissance et sur le nombre de grains.

La quantité totale d'azote apportée sur une culture de blé avec un objectif de rendement élevé (de 80 à 100 q/ha) est de l'ordre de 150 à 200 kg/ha. L'importance du volume de cet apport justifie les efforts actuels en vue d'une fertilisation de plus en plus précise afin d'éviter une pollution des nappes phréatiques par lessivage de l'azote minéral non utilisé.

La fumure phosphatée a souvent lieu au moment du premier apport d'azote ; elle se fait en général sous forme de phosphate d'ammoniaque. Elle porte sur 50 à 80 kg/ha de P_2O_5 . Les besoins en potasse sont de l'ordre de 300 kg pour un objectif de rendement de 100 q/ha.

8- Lutte contre les adventices des céréales.

Le désherbage mécanique est rendu difficile en raison de la densité des plantes, et le désherbage par voie chimique est actuellement la règle générale, sauf bien entendu en agriculture biologique. Certaines graminées constituent des mauvaises herbes majeures du blé : il s'agit du ray-grass, de la folle avoine, du vulpin, du paturin et, plus récemment, du brome. Étant donné qu'elles appartiennent à la même famille botanique que le blé, il a été longtemps difficile de lutter contre leur prolifération.

Mais il existe à présent toute une gamme de désherbants spécifiques contre les trois premières. Les moyens de lutte contre les deux autres sont en revanche encore très limités. On note cependant un développement de la résistance de certaines graminées adventices aux herbicides.

Contre les dicotylédones les plus communes (gaillet, matricaires, renouées, ravenelles) la diversité des désherbants spécifiques permet une action efficace. Certaines vivaces (chiendents, prêles, liserons, datura) sont en revanche plus difficiles à éliminer, et les moyens de lutte résident dans des modifications de la succession, ou par le travail du sol. Les désherbages ont lieu en automne, à partir du stade trois feuilles du blé, et surtout au printemps, époque la plus favorable pour le développement de toutes les adventices.

9-Maladies et ravageurs des céréales.

Les maladies les plus fréquentes sont les rouilles, les septorioses, les fusarioses, l'oïdium, et les piétins (verse et échaudage). Sauf contre les piétins, notamment le piétin échaudage, pour lesquels l'action des fongicides est encore imparfaite, il existe des fongicides ayant un large spectre d'efficacité. La stratégie actuelle consiste à associer des triazoles à des strobilurines.

Les ravageurs animaux les plus nocifs sont les pucerons, les cicadelles et les limaces. Les premiers sont susceptibles de transmettre des maladies à virus, tel le nanisme du blé, aussitôt après la levée. On traite par pulvérisation dès l'apparition des vols. Contre les limaces, la lutte, préventive, a lieu au moment du semis, par épandage de granulés en plein ou localisé sur la ligne de semis. Contre les insectes, les méthodes de lutte biologique commencent à se développer.

L'enrobage des semences constitue un traitement préventif efficace à la fois contre des prédateurs animaux et contre certaines maladies (fusariose). En agriculture biologique, les agriculteurs se prémunissent de ce seul moyen de lutte.