

BIODIVERSITÉ DES CÉRÉALES

Origine et évolution

par Yves CLERGET



Cérès

Déesse romaine des moissons

Marbre romain du III^e siècle du musée du Louvre

Wikipédia

*Extrait de la vidéoconférence du Service éducatif du Muséum Cuvier de la Ville de Montbéliard
« La biodiversité des céréales et leur utilisation par l'homme » publié dans le bulletin 2011 de la
Société d'Histoire Naturelle du Pays de Montbéliard*

I - Introduction

Les céréales constituent 45 % des apports énergétiques dans l'alimentation humaine. Leur utilisation organisée est à l'origine des civilisations. Il existe trois groupes de céréales majeures qui correspondent à 75 % de la consommation céréalière mondiale.

Au cours de la très longue période qui précède l'histoire, les hommes regroupés en petites tribus nomades cherchent avant tout à survivre. La recherche de nourriture est la préoccupation essentielle. Celle-ci provient de cueillettes et de chasses. La protection contre les éléments physiques et biologiques hostiles est également une préoccupation majeure.

Un premier grand groupe de céréales est formé par le blé, l'orge, le seigle et l'avoine. Il émerge dans le Triangle fertile, berceau des civilisations occidentales qui ont donc leur point de départ au Moyen Orient et au Proche Orient.

Un deuxième grand groupe est formé par le maïs. Il est originaire d'Amérique centrale. Il est à la base des civilisations amérindiennes. Le maïs a été importé en Europe par les explorateurs du Nouveau-Monde à la fin du XV^e siècle.

Un troisième grand groupe est ordonné autour du riz. C'est une plante originaire des régions chaudes et humides de l'Asie du Sud-Est. Sa domestication s'est faite de façon synchrone avec la domestication du blé plus à l'ouest. Le riz est à la base des civilisations orientales.

II - Premier groupe : le blé, l'orge, le seigle, l'avoine

Le Croissant fertile d'où sont originaires les céréales du premier groupe forme une zone à cheval sur l'Afrique et l'Asie. Il est centré sur les plaines alluviales du Nil à l'ouest, du Jourdain au centre, de l'Euphrate et du Tigre à l'est. Il est limité à l'ouest par le désert de Libye et la Méditerranée, au nord par les monts Taurus en Turquie, à l'est par les monts Zagros en Iran, au sud par la mer Rouge et le désert d'Arabie (*document d'illustration 1 en fin d'article*).

En Mésopotamie (Irak actuel) vers 3 000 av J.-C. naît la première religion de l'histoire en même temps que les premières formes d'écriture. Les dieux sont sortis du chaos au moment de la naissance du monde et les hommes ont été créés par eux pour les servir et les nourrir. Il y a **An**, dieu du ciel, **Enlil**, dieu de l'air et de la terre, **Enki**, dieu des eaux. Ces dieux sont entourés d'une multitude d'autres divinités, dont la déesse **Ishtar**. Courroucés ils peuvent déclencher les famines, les inondations (n'oublions pas que nous sommes dans les bassins hydrographiques du Nil, de l'Euphrate et du Tigre). Aussi, afin de les apaiser, les hommes leur font quotidiennement des offrandes de céréales et d'autres aliments.

Les religions de la Mésopotamie sont apparentées à celles des autres peuples du Proche-Orient : Hébreux, Cananéens, Araméens, Phéniciens. Chez les Phéniciens c'est le dieu **Baal** qui est invoqué pour obtenir des pluies bienfaites pour le développement de la végétation. En Égypte également, les dieux sont innombrables avec **Geb**, dieu de la terre, **Népri**, dieu du grain chargé aussi de nourrir les morts. Ils sont invoqués dans l'espoir d'obtenir de bonnes récoltes. **Déméter** est la déesse grecque de l'agriculture et le nom qui a été retenu d'un point de vue étymologique pour désigner le groupe botanique étudié ici est **Cérès**, déesse romaine des moissons.

Les plus anciennes concentrations connues de céréales résultant de pratiques agricoles ont été repérées lors de fouilles archéologiques en 10 000 avant J.-C. à Jéricho en Jordanie. Il s'agit de blés non brisants (*engrain* et *amidonnier*) et d'orge (*paumelle*).

2.1 - Le blé

Il peut être pris comme référent pour définir les caractères botaniques des céréales (*documents 2 à 12*).

Historiquement c'est une des premières céréales cultivées dans le monde. Au point de vue quantitatif, c'est la troisième céréale la plus cultivée avec environ 600 millions de tonnes par an.

C'est une graminée dont "la tige" rectiligne creuse est cloisonnée par des nœuds pleins et renflés : ce genre de tige a reçu le nom de chaume. Vers la base, chaque nœud au contact du sol porte un faisceau de racines adventives et souvent une tige verticale non ramifiée. C'est ainsi qu'un seul grain peut donner naissance à plusieurs tiges. Le phénomène favorisé par les roulages de printemps a reçu le nom de tallage.

Les feuilles qui prennent naissance au niveau des nœuds sont disposées en deux rangées opposées autour de la tige. Elles sont sans pétiole, engainantes à la base avec une languette membraneuse appelée ligule, puis rubanées avec des nervures parallèles.

C'est une plante annuelle, semée à l'automne (blé d'hiver) ou au printemps (blé de printemps), qui fructifie en été.

L'épi est composé de petits épis ou épillets. Chaque épillet est enveloppé de deux bractées protectrices appelées glumes. Il est composé de trois, quatre, cinq fleurs avec une fleur terminale stérile. Chaque fleur est elle-même entourée de deux petites bractées protectrices ou glumelles. Dans les blés non barbus, chaque glumelle inférieure se termine par une courte pointe. Dans les blés

barbus, chaque glumelle inférieure porte une longue arête. Dans l'utilisation du blé, l'élimination des glumes et des glumelles indigestes se faisait beaucoup par torréfaction jusqu'à une période récente, elle se faisait aussi et se fait toujours par battage et par vannage.

La fleur est verdâtre et dépourvue de corolle : il n'y a pas de pétales colorés. Le calice est formé de deux minuscules écailles ou glumellules jouant le rôle de sépales. Il y a trois étamines et le carpelle unique, qui ne renferme qu'un seul ovule, présente un ovaire renflé à la base et il est surmonté de deux stigmates plumeux. L'organe femelle reste enfermé dans les glumelles ; la plupart du temps, il y a autogamie par autofécondation de la fleur par son propre pollen.

Le grain de blé est un akène d'un type spécial. Le tégument de la graine et la paroi du fruit sont soudés en un tégument unique si bien que le grain de blé, tout en étant un vrai fruit, présente l'aspect d'une simple graine. Ce fruit sec qui est appelé caryopse est caractéristique des graminées. L'essentiel du grain est constitué par un organe de réserve appelé albumen formé d'amidon et de plus ou moins de gluten : chez les blés tendres l'albumen est pauvre en gluten, chez les blés durs l'albumen est plus riche en gluten. La plantule qui n'occupe qu'une petite partie du grain n'est formée que d'un seul cotylédon. Elle comprend la radicule et la gemmule logées dans des étuis. Radicule et gemmule s'allongent et percent les étuis pour donner les racines et la tige. La tigelle embryonnaire ne s'allonge pas et le grain qui ne lève pas reste dans le sol.

Du fait de l'autofécondation on pourrait penser que le blé présente une grande stabilité génétique dans le temps et une grande uniformité botanique dans l'espace. Il n'en est rien, car c'est sans compter sur la durée qui permet, malgré tout, une grande biodiversité. En effet, les blés sauvages ont progressivement donné les blés actuels à la suite d'hybridations spontanées successives. De quelques espèces ancestrales aux épis brisants présentant peu de petits grains, on aboutit à une bonne dizaine d'espèces cultivées de par le monde, dont les épis non brisants sont de grande taille et présentent de nombreux gros grains.

Les deux principales espèces actuellement cultivées sont le blé commun ou blé tendre, riche en amidon, cultivé un peu partout dans les régions tempérées : *Triticum aestivum* Lamk. et le blé dur, riche en amidon et en gluten, cultivé dans des zones plus chaudes et plus sèches : *Triticum durum* L.

L'épeautre, "le blé des Gaulois", *Triticum spelta* L., est une espèce rustique ancienne cultivée sur sol pauvre et sous les climats rudes de la petite montagne. Son rendement moindre (il est insensible aux engrais azotés), ses grains vêtus (ils restent couverts par les glumelles lors de la récolte et cela nécessite un décorticage préalable à la mouture) l'avaient fait abandonner et il avait presque disparu. Il est actuellement en train de redevenir à la mode principalement dans le cadre de la culture biologique.

Les espèces ancestrales contiennent une certaine information génétique sous forme d'ADN contenu dans des chromosomes. Il y a 10 000 ans, ces espèces ancestrales (*Aegilops*, *Engrain*, *Sitopsis*, ...) sont diploïdes avec $2n = 14$ chromosomes (sur le document d'illustration 11, seules 2 paires de chromosomes, sur les 7 de départ, ont été représentées pour simplification). Une hybridation ancienne et spontanée entre l'engrain et le sitopsis a été à l'origine de la formation d'une nouvelle espèce tétraploïde, riche en gluten, où $(2n = 14) + (2n = 14) \rightarrow 4n = 28$. C'est le blé dur ou amidonnier (*T. durum* considérée parfois comme sous-espèce de *T. turgidum*). Une nouvelle hybridation spontanée plus récente entre l'amidonnier et l'aegilops, autre forme ancestrale, a été à l'origine de la formation d'autres nouvelles espèces hexaploïdes riches en amidon où $(4n = 28) + (2n = 14) \rightarrow 6n = 42$. Ce sont les blés tendres ou froments (*T. aestivum*) et l'épeautre (*T. spelta* parfois considérée comme sous-espèce de *T. aestivum*).

À son rythme, la nature fabrique donc à l'infini des organismes génétiquement modifiés assurant ainsi une grande diversité au monde vivant. C'est ce qu'on appelle l'évolution. Les blés domestiqués actuels sont en effet des espèces polyploïdes dérivées des espèces ancestrales sauvages diploïdes.

L'homme n'intervient ici qu'au niveau de la sélection qui n'a plus rien de naturelle. Il privilégie les espèces les plus faciles à cultiver, les plus résistantes, les plus productives, les plus rentables en fonction de l'utilisation qu'il en fait.

Actuellement les farines de blés tendres servent à fabriquer le pain. Les farines de blés durs servent à la production des pâtes alimentaires et de la semoule. Les biscottes sont des pains grillés. Les farines, en association avec d'autres composants entrent dans la fabrication des pâtisseries : pains d'épices, gâteaux, ...

2.2 - L'orge

C'est une plante annuelle des régions tempérées du globe, cultivée sur sols calcaires aux labours profonds. L'orge sauvage qui est aussi originaire du Croissant fertile a été domestiquée en même temps et sur les mêmes sites que le blé (*documents 13 et 14*).

On distingue des orges d'hiver et des orges de printemps, des orges à 2, à 4, à 6 rangs. Les feuilles sont planes à ligule courte et tronquée. Les épillets sont regroupés par trois dans chaque creux de l'axe de l'épi et serrés avec une glumelle inférieure longuement aristée. La fleur présente trois étamines et les stigmates sont directement portés par le carpelle. Le grain (caryopse) est ovale, poilu au sommet, adhérent aux glumelles à la base.

Il y a une grande diversité d'orges cultivées. Les quatre principales espèces sont :

- la paumelle, aux grains disposés sur deux rangs dans l'épi que l'on trouve presque partout en France : ***Hordeum distichum*** L.
- l'orge pyramidale, aux grains également disposés sur deux rangées qui est cultivée de façon plus localisée : ***Hordeum zeocriton*** L.
- l'orge carrée, dont les grains sont disposés sur quatre rangées et que l'on cultive presque partout en France : ***Hordeum vulgare*** L.
- l'orge à six rangs, dont les grains sont répartis sur six rangées dans l'épi : ***Hordeum hexastichum*** L. Elle est de moins en moins cultivée. C'était pourtant l'espèce ancestrale cultivée dans l'Antiquité dans le Croissant fertile.

L'homme n'intervient également ici qu'au niveau de la sélection pour privilégier les espèces les plus faciles à cultiver, les plus résistantes, les plus productives, les plus rentables.

Avec l'orge, les Celtes fabriquaient une boisson fermentée appelée cervoise. Autrefois avec de la farine d'orge, on fabriquait aussi un pain de mauvaise qualité. Maintenant cette farine est essentiellement réservée à l'alimentation animale.

La culture de l'orge se maintient cependant à un niveau élevé (plus de 140 millions de tonnes par an dans le monde), car l'orge germée ou malt est maintenant beaucoup utilisée en brasserie pour la fabrication de la bière. On trouve aussi de l'orge dans la préparation du whisky. Dépouillés de leurs enveloppes, les grains d'orge servent aussi à préparer du gruau (semoule), des potages, des tisanes, du sucre d'orge.

2.3 - Le seigle

C'est une plante annuelle qui existe encore à l'état sauvage en Turquie. Elle est cultivée de façon marginale (23 millions de tonnes par an) dans les régions tempérées d'Europe, d'Asie et d'Afrique principalement sur sols siliceux en montagne. C'est une plante très rustique (*document 15*).

Les feuilles sont molles, planes, assez larges, à ligule courte et tronquée. Les épillets sont solitaires et alternes dans chaque creux de l'axe de l'épi et ils sont serrés contre lui. Ils forment un épi cylindrique. Ils contiennent de deux à quatre fleurs, les deux fleurs de la base étant les seules fertiles. Les glumes sont courtes et pliées. Les glumelles sont presque égales et la glumelle inférieure est toujours longuement aristée.

La fleur présente trois étamines et les stigmates sont directement portés par le carpelle. Le grain (caryopse) est oblong, poilu au sommet, libre à la base.

Il n'y a plus qu'une seule espèce de seigle qui soit encore cultivée : *Secale cereale* L. La plante qui donnait une farine panifiable (le pain noir ou pain de seigle) est toujours utilisée dans la fabrication d'alcools : vodka, gin, whisky. Mais elle est maintenant surtout réservée à l'alimentation animale sous forme de fourrage vert. Il y a donc ici une relative uniformité botanique, mais une grande diversité au niveau de l'utilisation.

L'ergot du seigle est une maladie due à un champignon ascomycète parasite, *Claviceps purpurea* Tul., qui se manifeste par la formation de grosses masses noires au niveau des épis.

Consommé à forte dose dans des pains faits avec de la farine de seigle mal purifiée, ce champignon a été à l'origine de graves épidémies au Moyen Âge. Les mycotoxines provoquaient de l'ergotisme encore appelé "mal des ardents" ou "feu de Saint-Antoine" qui se traduisait par des hallucinations avec attaque du système nerveux et par une gangrène des membres avec atteinte de l'appareil circulatoire. Les malades étaient considérés comme des victimes de sorcellerie.

Maintenant, on sait que ce sont des alcaloïdes qui sont responsables de l'ergotisme. Le LSD est un dérivé synthétique de l'acide organique contenu dans l'ergot. En médecine, on utilise maintenant ces alcaloïdes à dose maîtrisée pour accélérer la délivrance dans les accouchements et pour réduire les hémorragies post-natales par vasoconstriction de l'appareil circulatoire.

Une polémique sur une intoxication alimentaire a encore vu le jour en 1951 à Pont-Saint-Esprit (7 morts, 50 internés, 250 malades) :

- pain de seigle avec mycotoxines consommé par la population ?
- intoxication par le LSD avec mise en cause de la CIA qui aurait expérimenté à grande échelle sur une population non consentante ?

2.4 - L'avoine

C'était initialement une plante adventice des champs de blé et d'orge du Croissant fertile. C'est une plante annuelle rustique maintenant cultivée dans les régions tempérées froides et humides d'Europe, d'Asie, d'Afrique et d'Amérique sur des sols relativement pauvres. (*documents 16 et 17*). Chez les Romains, l'avoine faisait partie de la solde du légionnaire sous forme d'une ration de pain et de semoule.

Les feuilles sont planes ou enroulées, à ligule membraneuse courte et tronquée. Les épillets ne forment pas un épi dense. Ils sont pédicellés, pendants, en panicules ou grappes étalées. Ils contiennent deux fleurs fertiles. Les glumes sont égales ou subégales et dépassent les fleurs. Les glumelles sont également presque égales et la glumelle inférieure présente une arête flexueuse ou tordue caractéristique.

La fleur présente trois étamines et les stigmates sont directement portés par le carpelle. Le grain (caryopse) est oblong, velu au sommet, enveloppé dans les glumelles à la base.

Les quatre principales espèces d'avoine cultivées sont :

- *Avena sativa* L. ou avoine cultivée. Ses arêtes sont tordues et genouillées, ses panicules étalées en tous sens. C'est l'avoine la plus répandue en France.
- *Avena orientalis* Schreber ou avoine de Hongrie qui est également cultivée partout. Ses arêtes sont flexueuses et non tordues, ses panicules allongées denses et unilatérales.
- *Avena nuda* L. est l'avoine à gruau. Ses arêtes sont flexueuses et non tordues, ses panicules étalées en tous sens. Elle est peu cultivée en France.
- *Avena strigosa* Schreber est l'avoine strigieuse. Ses arêtes sont tordues et genouillées, ses panicules lâches presque unilatérales. Elle est surtout cultivée en montagne.

Malgré une faible production mondiale de l'ordre de 27 millions de tonnes par an, l'homme a privilégié des espèces faciles à cultiver, résistantes, productives, rentables en fonction des sols et des climats. C'est un autre témoignage de la grande variabilité des graminées céréalières.

L'avoine est surtout utilisée en grains pour l'alimentation animale. Elle sert encore à la fabrication de la bière en Angleterre et en Allemagne. Elle est aussi consommée sous forme de bouillies (porridge).

... ..

III - Conclusion

Les interactions entre l'homme et le milieu, les interactions entre le milieu et l'homme, montrent que l'histoire des céréales correspond à l'histoire de cultures fédératrices et civilisatrices.

... ..

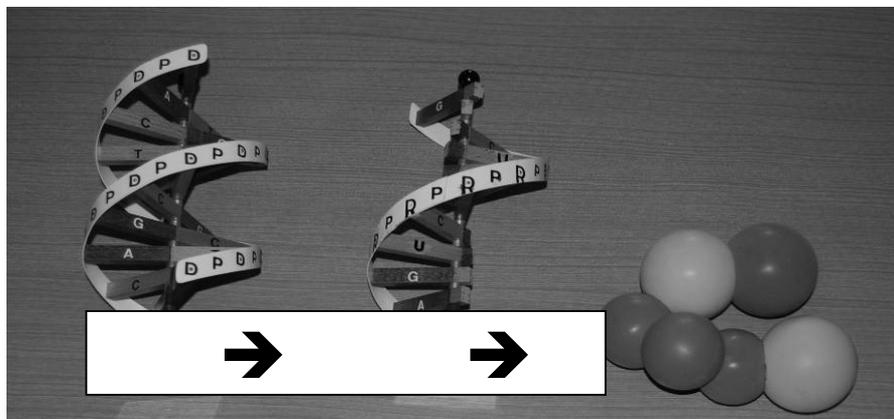
L'évolution de la nature était spontanée, quand l'homme était préhistorique, chasseur-cueilleur nomade, donc simple consommateur.

Cette évolution est devenue une évolution gérée par l'humanité, quand l'homme est devenu un éleveur-cultivateur sédentaire, donc organisateur-consommateur. Il invoquait des dieux dans l'espoir d'obtenir de bonnes récoltes.

Le scientifique a récemment ajouté aux dieux de la mythologie et des religions un nouveau dieu : le dieu **ADN** dont il maîtrise de mieux en mieux la biochimie depuis une cinquantaine d'années seulement.

Espérons que l'emprise de plus en plus grande de l'homme sur son environnement soit source de bien-être au profit de tous.

*Pages d'illustrations : photographies de l'auteur (sauf indication contraire)
Dessins céréales : Flore de l'Abbé Coste / LST - A. Blanchard
Dessins blé : d'après « Sciences naturelles » - Pierre Vuibert
Dessins OGM : d'après « Biotechnologie, des sciences pour la vie » - APBG*



C'est au niveau de l'ADN que se font les manipulations génétiques.

C'est au niveau des protéines que se fait la sélection naturelle.

La synthèse des protéines
1 – ADN porteur de l'information génétique
2 – ARN messenger de l'information génétique
3 – Protéine expression de l'information génétique

Annexe : Repères chronologiques pour l'Europe et la France

Le Paléolithique et le Mésolithique (de – 1 million d'années à – 6 000 ans : des chasseurs-cueilleurs nomades arrivent d'Afrique) :

- 700 000 : l'*Homo erectus* en provenance d'Afrique colonise l'Europe.
- 300 000 : l'*Homme de Néandertal* est une évolution en Europe de l'*Homo erectus*.
- 40 000 : l'*Homo sapiens*, venu lui aussi d'Afrique, supprime progressivement l'homme de Néandertal.

Le Néolithique : Les premiers paysans (de – 6 000 ans à – 2 200 ans : des éleveurs-cultivateurs sédentaires arrivent du Proche-Orient) :

- 6 000 : l'Europe est couverte de forêts impénétrables. Des peuplades venues de l'est défrichent avec des haches polies et pratiquent l'agriculture dans le sud de la France avec des bâtons à fouir. Ce sont aussi des éleveurs.

- 5 300 : premiers villages d'agriculteurs dans le nord de la France.

- 4 500 : période des sépultures mégalithiques avec des dolmens plus ou moins richement ornés.

C'est la manifestation des premières formes de hiérarchie et de pouvoir.

- 3 000 : début de l'utilisation du cuivre qui remplace petit à petit les outils du Néolithique.

L'Âge des métaux (de – 2 200 ans à – 50 ans) :

- 2 200 : après le cuivre, utilisation progressive du bronze, puis du fer.

L'introduction de la métallurgie permet de produire des armes et des outils agricoles diversifiés.

Les villages sont défendus par des lignes de remparts successifs avec fossés et palissades. C'est le signe de tensions sociales et l'expression des premières guerres.

La Gaule romaine (de – 50 à + 500) :

Rome conquiert la Gaule au cours des deux derniers siècles précédant notre ère : d'abord la Gaule du sud puis la Gaule du nord à la bataille d'Alésia en – 52. Rome impose alors sa civilisation : villes avec théâtres, temples, thermes, aqueducs, réseau de routes, vastes implantations agricoles en milieu rural. Les Gaulois utilisent la charrue à deux roues avec attelage de bœufs en file. La herse est confectionnée avec des rondins de bois armés de piques. Avec des meules actionnées par un mouvement de va-et-vient, les Gaulois obtiennent une mouture grossière comme leurs ancêtres du Néolithique. Ce sont les Romains qui vont inventer les meules rotatives actionnées par des animaux ou des esclaves dans des moulins à sang. Ces mêmes Romains vont ensuite inventer les moulins à eau.

La civilisation celtique, contemporaine de Rome, occupe une large place dans l'Europe du Nord, mais les langues celtiques vont être supplantées par le latin.

Les invasions barbares (Vandales, Francs, Burgondes, Wisigoths, ...) marqueront la fin de l'Empire romain d'Occident en 476. Sa chute sous les coups de butoir des envahisseurs va entraîner un relatif abandon des cultures et la fermeture de la nature vers son état forestier initial.

Le Moyen Âge (de 500 à 1 500) - Les Temps modernes (de 1 500 à nos jours) :

La civilisation médiévale éclatée en de nombreux royaumes partageant le christianisme comme religion prend le relais de l'Empire romain et constitue progressivement la trame territoriale des Temps modernes.

Vers l'an mil, des moines défricheurs vont à nouveau ouvrir les paysages agricoles (les essarts) et il y aura renaissance de l'agriculture et des villages.

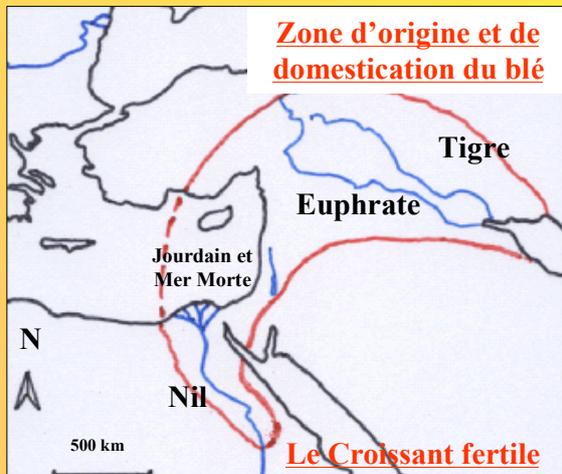
Un peu après l'an mil, ramenés du Proche-Orient où l'eau est plus rare, les Croisés vont introduire les moulins à vent en Europe occidentale. Le tamisage sera aussi une technique nouvelle pour séparer la farine et le son et réserver le pain blanc de blé aux riches tandis que le peuple se contentera longtemps encore d'un pain complet fait d'un mélange d'orge, de seigle et de blé à partir d'une mouture non tamisée.

La Révolution, l'ère industrielle, les guerres bouleverseront les États pour aboutir à la situation présente.

La révolution agricole dans les campagnes façonnera les paysages dans leur configuration actuelle.

Premier groupe de céréales : blé, orge, seigle, avoine.

Elles dérivent d'espèces ancestrales du Proche et du Moyen-Orient (entre Nil / Euphrate et Tigre).



1

Premier groupe de céréales : blé, orge, seigle, avoine.



Blé et épeautre



Orge



Seigle

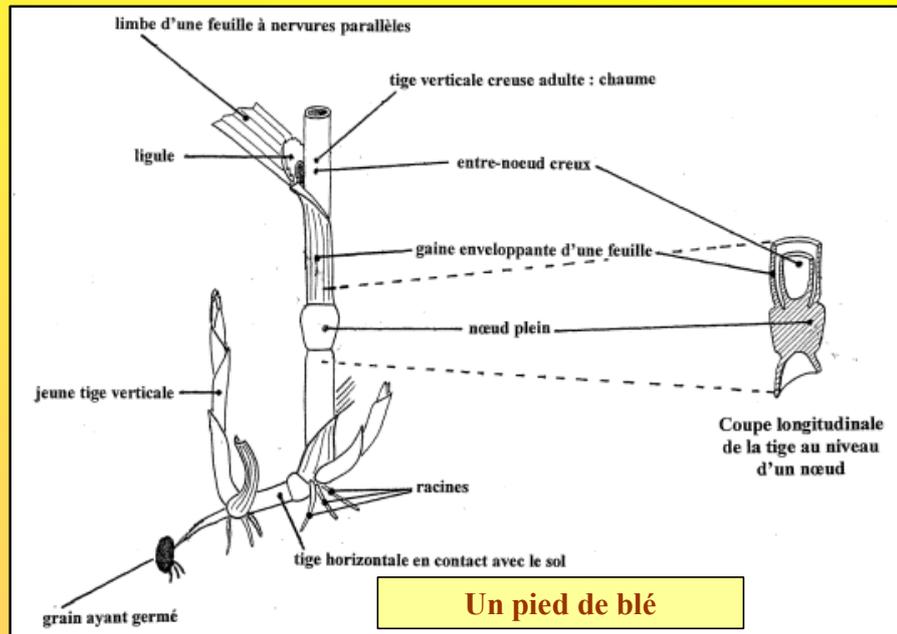


Avoine

2

Le blé :

l'appareil végétatif : la plante



Graminée.

Tige = chaume.

Feuille : gaine + limbe.

3

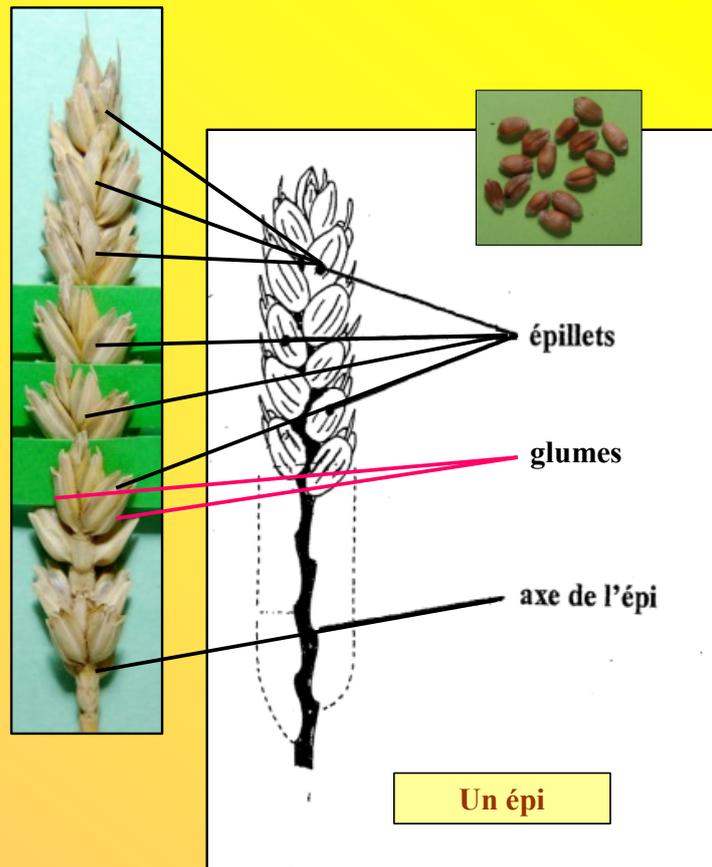
Le blé :

l'appareil reproducteur : l'épi

- Epi composé.

- Epillets.

- Glumes.



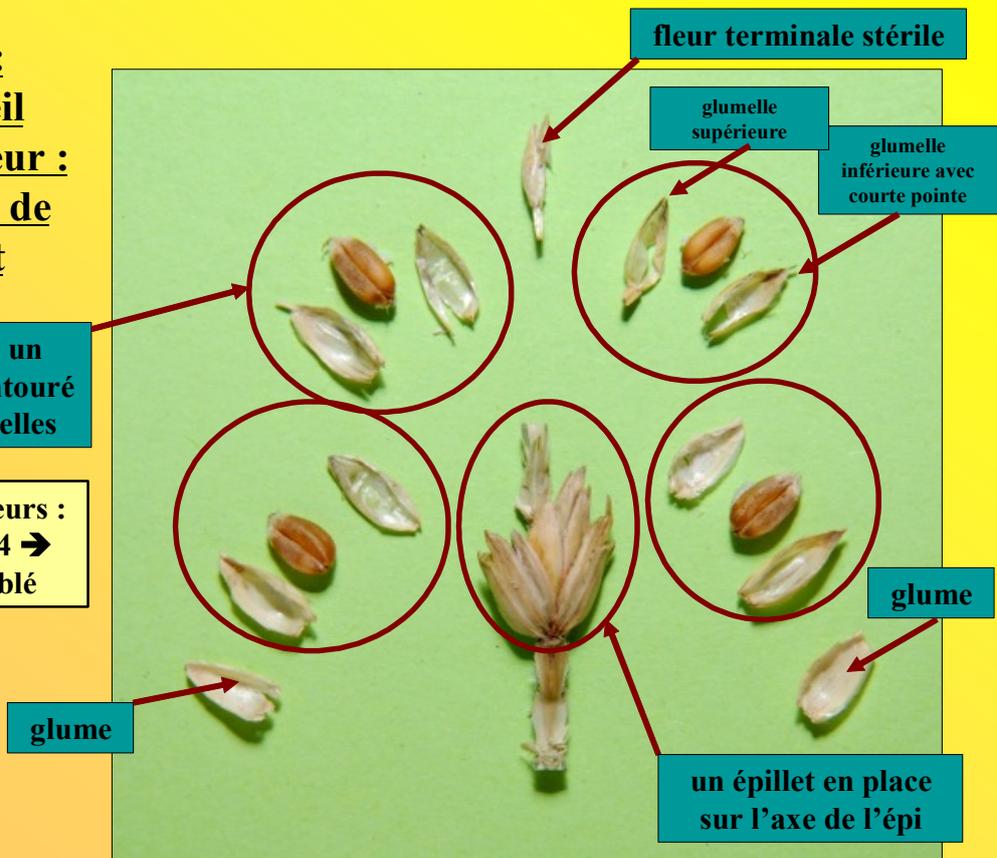
**Le blé :
l'appareil
reproducteur :
dissection de
l'épillet**

une fleur → un
grain de blé entouré
de ses 2 glumelles

ici il y a 5 fleurs :
1 stérile et 4 →
grains de blé

Blé non barbu =
courte pointe sur
les glumelles
inférieures

Blé barbu =
longue arête sur
les glumelles
inférieures



Le blé :

**l'appareil
reproducteur :
l'épi après
battage.**

Battage :

→ éclatement des
épis.

Vannage

→ séparation :

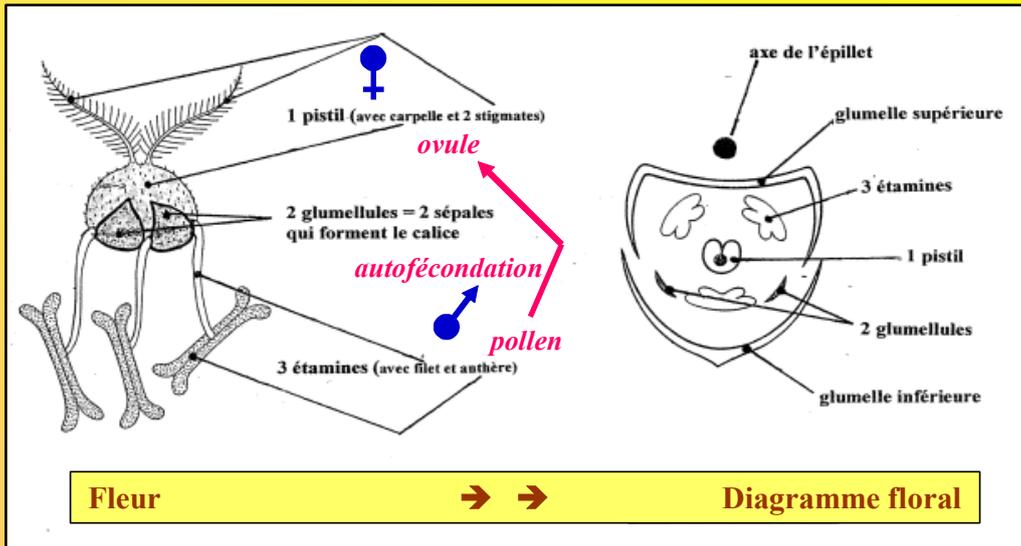
- des grains,
- des glumes et
glumelles et des
débris de paille



Le blé :

l'appareil reproducteur :

la fleur



Calice : 2 sépales = glumellules.

pas de corolle = pas de pétale.

3 étamines mâles → pollen.

Pistil femelle : carpelle unique avec ovule surmonté de 2 stigmates

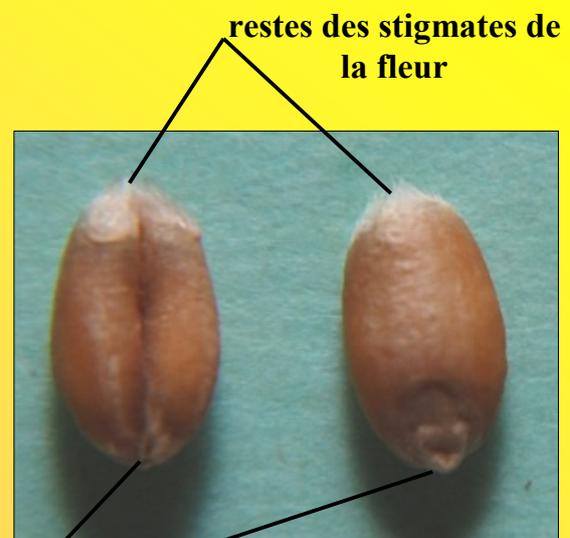
7

Le blé :

Le grain

Akène = fruit sec (comme la noisette) qui ne s'ouvre pas à maturité pour libérer la graine qu'il contient mais qui se détache en entier de la plante mère.

Caryopse = fruit sec des graminées. Il est soudé à la graine qu'il contient : les téguments du fruit (carpelle) et de la graine (ovule fécondé) soudés sont de couleur jaune.



pédoncule d'attache du grain sur l'axe de l'épillet

8

Le blé :

Le grain

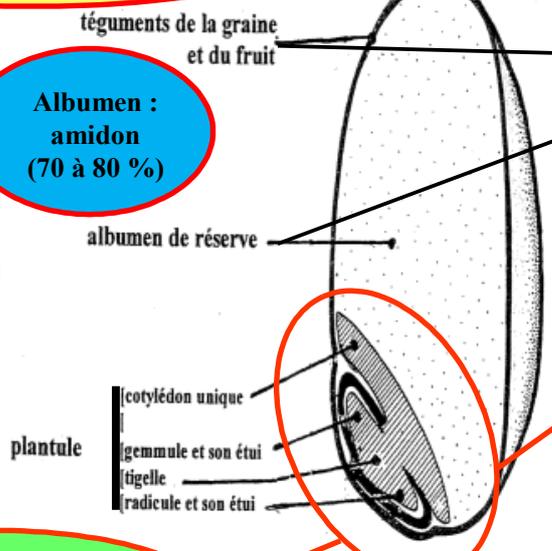
restes des stigmates de la fleur

Son =
enveloppes :
fibres + sels
minéraux

Albumen :
amidon
(70 à 80 %)

Germe :
*protéines =
(10 à 15 %)
*lipides
= - de 5%

petite plantule avec un
seul cotylédon.



coupe longitudinale

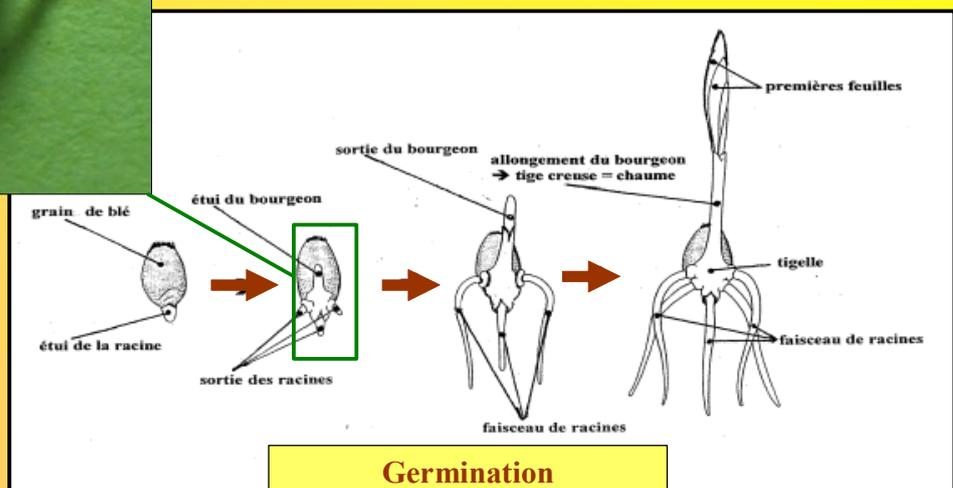
9

Le blé :

la germination

Radicule → racines.

Gemmule = bourgeon → tige et feuilles.



Germination

Par roulage après germination - c'est le tallage - →
plusieurs tiges fructifères à partir de la même graine.

10

Le blé :

Histoire génétique du blé

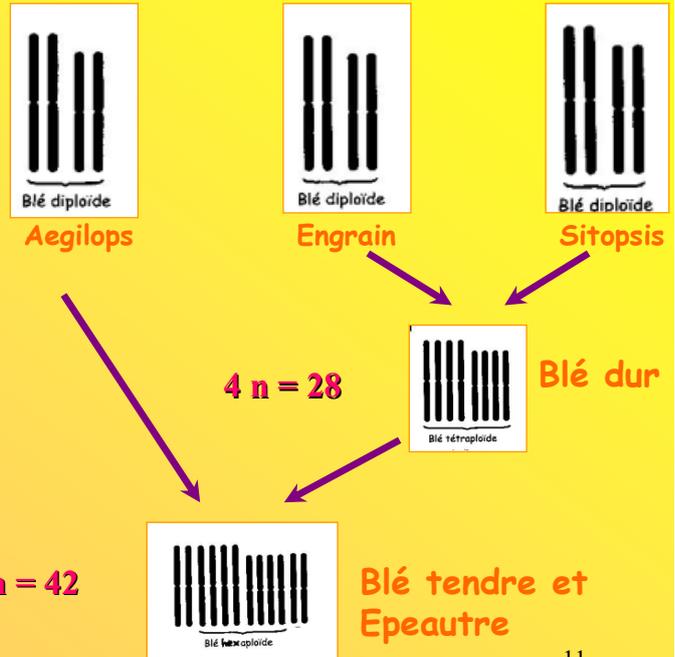
c'est un ... OGM !!!

$$2n = 14$$

Autogamie par
autofécondation.

et cependant :

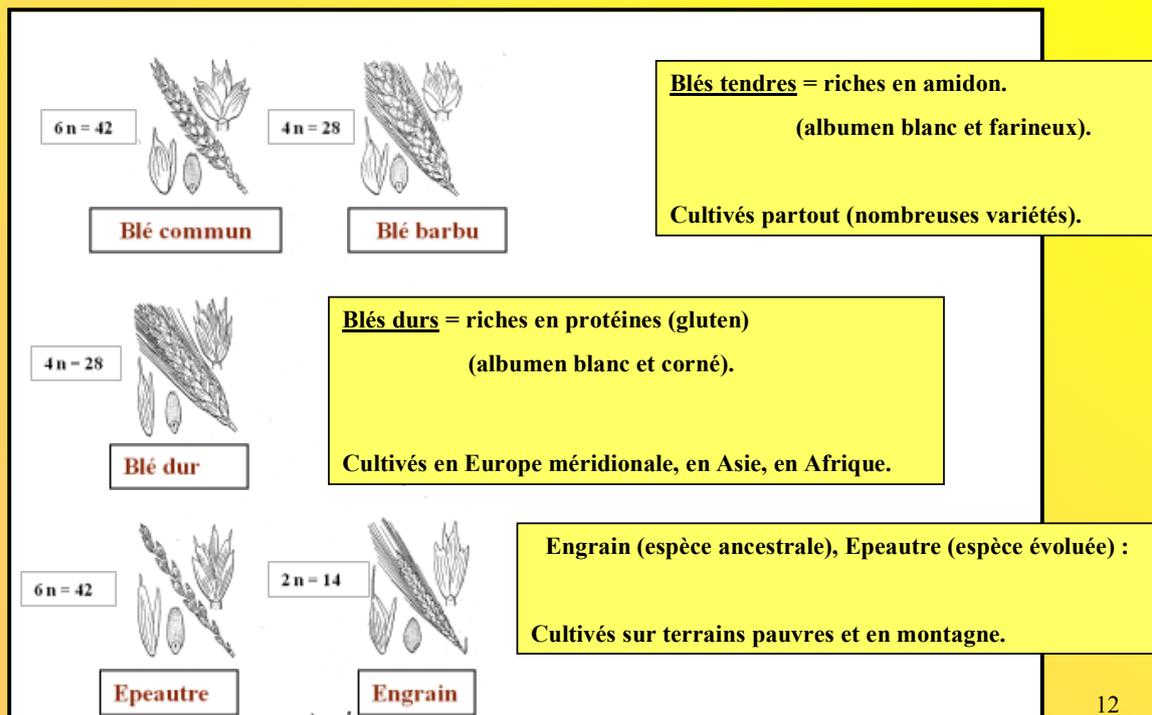
blés sauvages → blés actuels
par hybridations spontanées



11

Le blé :

les principales espèces cultivées.



12

Les autres céréales :

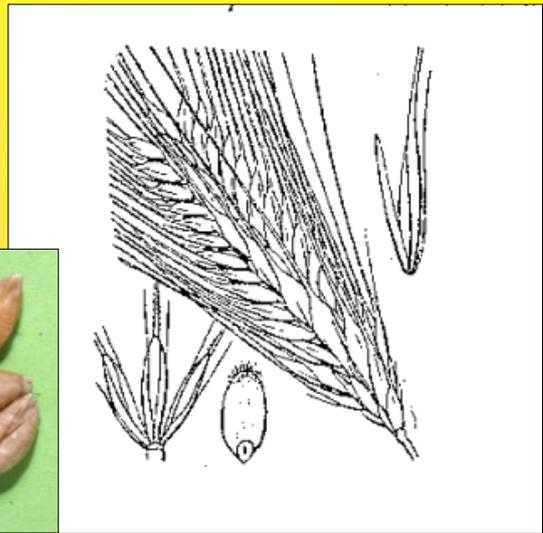
l'orge :

Plante annuelle des régions tempérées du globe cultivée sur sols calcaires et aérés. Elle est, comme le blé, originaire du Croissant fertile.

Glumes et glumelles toujours avec de longues arêtes.

- Orges d'hiver

- Orges de printemps.



Production mondiale : 141 millions de tonnes (dont 7 % pour la France).

13

Les autres céréales :

l'orge :

Paumelle : 2 rangées de grains dans les épis. Cultivée dans toute la France.

Orge pyramidale : 2 rangées de grains également. Cultivée çà et là, notamment en Normandie.

Orge carrée : grains sur 4 rangs. Cultivée dans toute la France.

Orge à six rangs : rare maintenant, mais c'était l'espèce cultivée dans l'Antiquité.

Quatre des principales espèces d'orge

Paumelle = *Hordeum distichum* L.

Orge pyramidale = *Hordeum Zeocriton* L.



Orge carrée = *Hordeum vulgare*

Orge à six rangs = *Hordeum hexastichum* L.



14

Les autres céréales :

le seigle

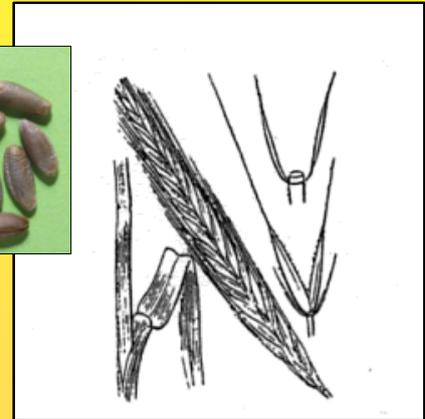
Production mondiale : 23 millions de tonnes (moins de 0,5 % en France). Cette graminée originaire du Croissant fertile pousse encore à l'état sauvage en Turquie. Sa culture actuelle sur sols siliceux en montagne dans la zone tempérée devient marginale.

Seigle = *Secale cereale* L.

Feuilles : molles, planes, larges.

Epi : cylindrique. (glumelles inférieures avec de longues arêtes).

Grain : allongé, poilu au sommet, libre à la base.



15

Les autres céréales :

l'avoine

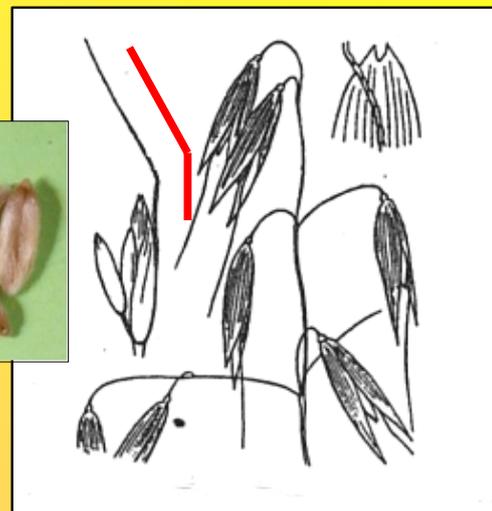
Mauvaise herbe dans les champs de blé dans la zone du Croissant fertile. Production mondiale : 27 millions de tonnes (part de la France de l'ordre de 2 %).

Cultivée sur sols pauvres dans les régions tempérées froides et humides.

Epis en panicules étalées.

Epillets pédicellés et pendants.

Glumelles inférieures à arête flexueuse.



16

Les autres céréales :

l'avoine

Quatre espèces sont principalement cultivées :

- Avoine cultivée,
la plus répandue en France.

- Avoine de Hongrie,
également cultivée partout.

- Avoine à gruau,
peu cultivée en France.

- Avoine strigieuse,
surtout cultivée en
montagne.

