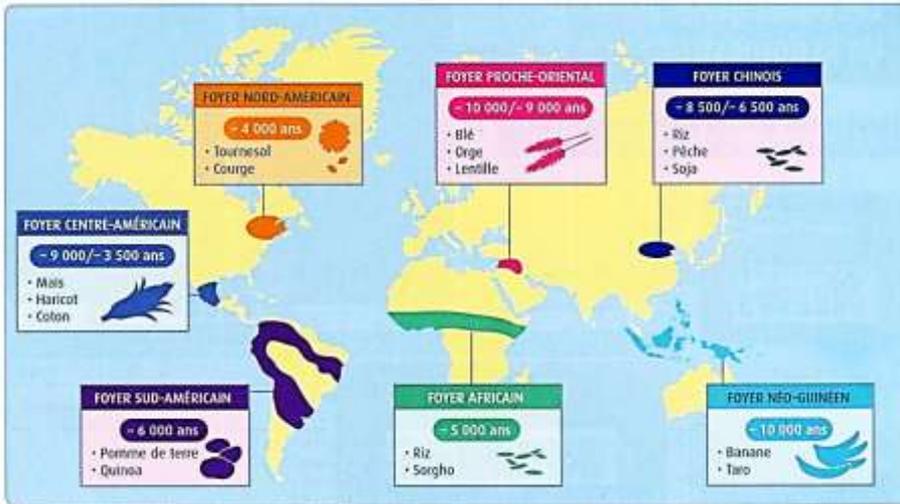


Biodiversité et amélioration des plantes cultivées

1. L'ORIGINE DES ESPÈCES CULTIVÉES.

Les espèces cultivées courantes (Maïs, Riz, Blé, Choux, Choux-fleurs, Brocolis, Carottes...) ne poussent pas spontanément dans la nature. En revanche, parmi les plantes sauvages, on peut trouver parfois des formes ressemblant à ces espèces cultivées. En réalité, chaque espèce cultivée est issue de la modification par l'Homme d'espèces sauvages au cours d'un processus appelé domestication. Au début du XXe siècle, un botaniste, le Russe Nicolaï Ivanovich Vavilov, parcourt le monde à la recherche de plantes cultivables utiles. Au cours de ses voyages, il comprend que la zone d'origine d'une plante est probablement celle où poussent le plus grand nombre de variétés de celle-ci. En suivant ce raisonnement, il situe en particulier l'origine du maïs en Mésoamérique (du Mexique au Costa-Rica). Selon ses recherches, la plus grande diversité des espèces végétales se concentrerait dans neuf grandes régions du monde. Depuis, ses travaux ont été poursuivis et affinés, et l'on compte douze "centres de diversité". Dans ces régions poussent encore les plantes sauvages à l'origine des principales espèces cultivées dans le monde. Elles présentent un intérêt important pour l'amélioration génétique des espèces et la création de nouvelles variétés. On peut y trouver des gènes perdus au fil de la domestication ou des échanges de plantes.

Document 1 : quelques foyers simplifiés de domestication (d'après Belin SVT TS – programme 2012)

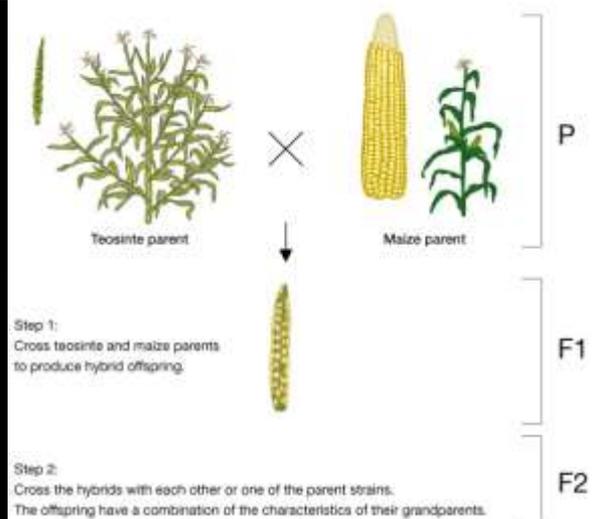
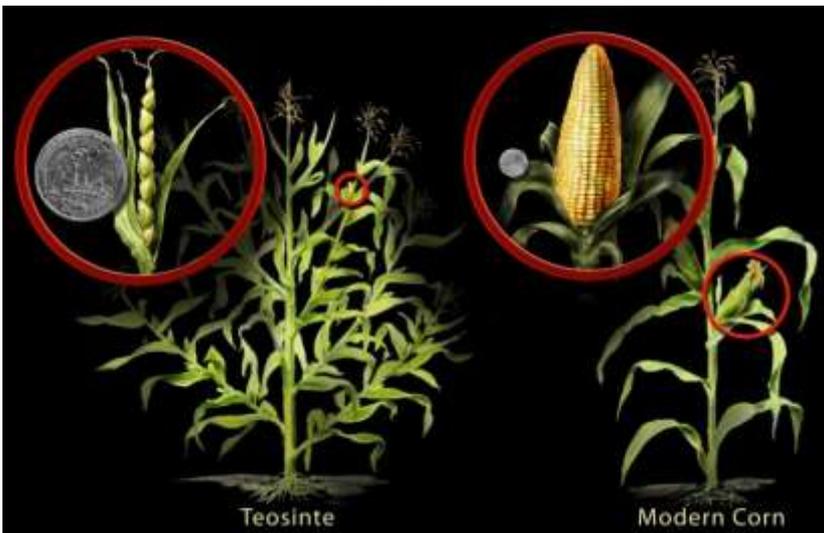


Pour chaque espèce cultivée, le foyer de domestication est une région où l'on a découvert les plus anciennes formes cultivées de cette espèce et où l'on trouve actuellement des espèces sauvages proches de cette dernière.

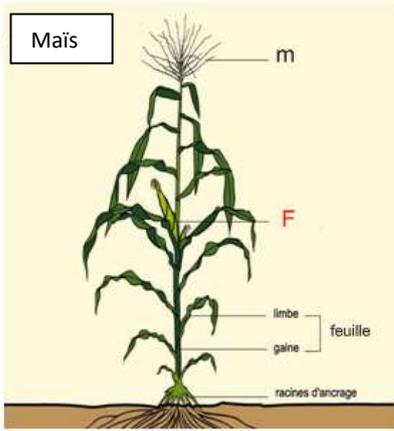
2. LA DOMESTICATION DU MAÏS.

Document 2 : l'origine supposée du Maïs (d'après <http://www.larecherche.fr/content/recherche/article?id=12260>)

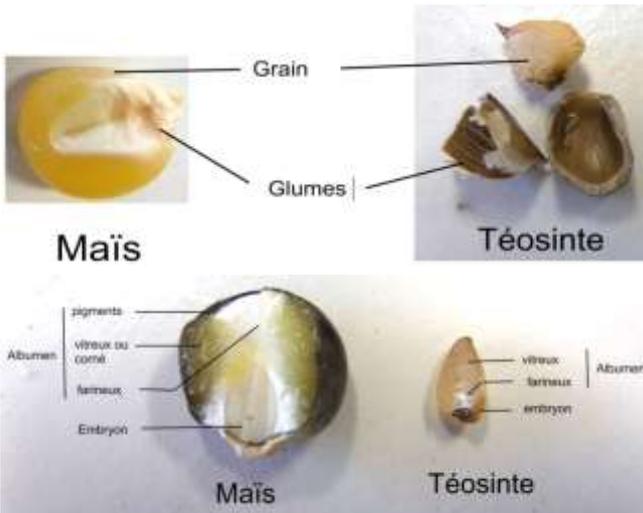
Après Vavilov, plusieurs botanistes américains s'intéressent à l'origine du maïs, et certains émettent l'hypothèse que son ancêtre sauvage est la Téosinte, une plante fourragère qui pousse notamment au Mexique et au Guatemala. Dolores Piperno, de la Smithsonian Institution, et Kent Flannery, de l'université du Michigan, ont daté de 4250 avant notre ère environ trois spécimens de maïs très primitifs trouvés à Guila Naquitz, un abri sous roche de la vallée d'Oaxaca au Mexique. Le rachis rigide de ces trois spécimens prouve, sans contestation possible, qu'ils appartiennent à une espèce qui dépend de l'homme pour sa survie. La domestication de la Téosinte était donc déjà bien avancée il y a plus de 6 000 ans. Dans les années 1930, le généticien George Beadle en apporte les premiers indices : en croisant les deux plantes, il obtient des hybrides fertiles. Dans les années 1970, il collecte plus de 70 kilogrammes de graines de Téosinte. Il utilise ces graines dans des cultures expérimentales, où il réalise des milliers de croisements, grâce auxquels il conclut le nombre de gènes impliqués dans les différences morphologiques entre la Téosinte et le Maïs. À partir des années 1980, John Doebley, entreprend des études génétiques qui confirment et précisent les conclusions de Beadle : sur 50 000 individus F2, environ 1/500 présentent le phénotype des parents, les autres présentent des phénotypes intermédiaires.



Document 3 : comparaison du Maïs (*Zea mays ssp mays*) et de la Téosinte (*Zea mays ssp Parviglumis*)



Le Maïs et la Téosinte sont des plantes monoïques mais non hermaphrodites : les fleurs mâles et femelles sont séparées mais sur la même plante. La comparaison de l'architecture des plants de Maïs et de Téosinte montre que le Maïs possède quelques branches latérales très courtes au bout desquelles se situent les inflorescences femelles **F** (les futurs épis) et une tige principale au bout de laquelle se situe une inflorescence mâle **m** (sous forme d'une panicule). Chez la Téosinte, on retrouve plusieurs tiges latérales portant des inflorescences femelles **F** et une inflorescence mâle **m** au bout de chaque tige latérale.



Les grains de Téosinte sont entourés d'une cupule (glumes soudées). Les grains de Maïs possèdent des glumes réduites (qui se coincent entre les dents lorsque l'on mange les grains)

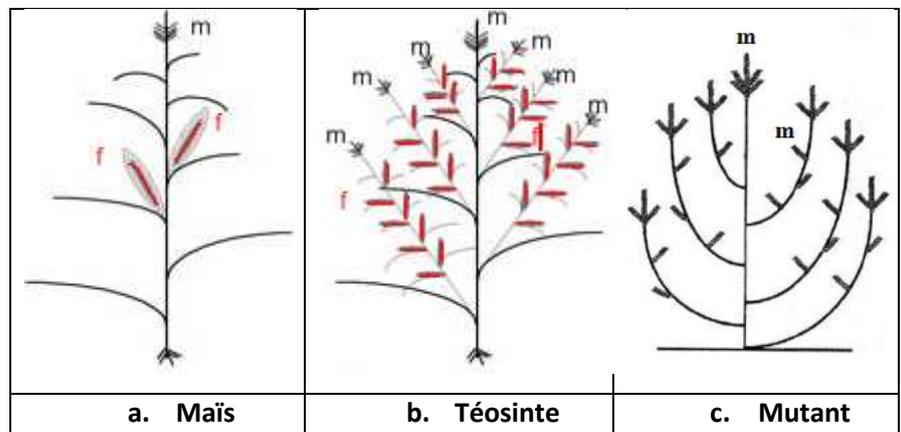
Les grains de Maïs ne se détachent pas spontanément de la rafle (partie centrale de l'épi, appelée aussi rachis). Cette opération est réalisée au moment de la récolte par les agriculteurs ; le maïs ne peut donc pas se ressemer spontanément. Chez la Téosinte, il n'y a pratiquement pas de rachis : les grains sont soudés les uns aux autres ; à maturité l'épi se désarticule et les grains tombent sur le sol.

Ci-dessous : comparaison des grains (caryopses) de Maïs et de Téosinte

	Maïs	Téosinte
Longueur	0,8 cm	0,4 cm
Masse	0,27 g	0,06 g
Nombre de grains par épi	500	8 à 10
Réserves de l'albumen (ou endosperme)	amidon	amidon

Document 4 : les caractéristiques génétiques à l'origine de la domestication du Maïs

Un gène, appelé *teosinte branched 1 (tb1)* a été étudié. Ce gène appartient à une famille de facteur de transcription. On détecte un allèle chez la téosinte, *tb1^{TEO}* et un chez le maïs, *tb1^{MAIS}*. Grâce à une méthode de mutation par transposition, le gène *tb1* a été rendu non fonctionnel chez le maïs (allèle *tb1^{MUT}*) : un transposon a été inséré au milieu de ce gène. Le mutant obtenu présente le phénotype de la figure c : comme la téosinte, il est ramifié, mais il ne présente que des épis mâles. Ce mutant a été croisé avec un maïs "normal". On a obtenu 112 phénotypes normaux en F1, 72 phénotypes normaux et 27 phénotypes mutants en F2. Ce mutant a également été croisé avec une téosinte. On a alors obtenu 88 phénotypes téosintes en F1, 75 phénotypes téosintes et 23 phénotypes mutants en F2.

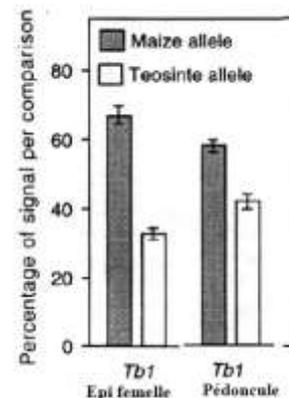


Document 5 : comparaison de séquences protéiques *tb1*

Étude des séquences des protéines issues de la transcription puis de la traduction du gène *tb1* de quelques espèces de Maïs et de Téosinte à l'aide des séquences disponibles [ici](#) (ou en téléchargement par clic droit « enregistrer la cible sous... » depuis le [site](#)) et utilisables avec le logiciel ANAGENE pour les comparer.



Document 6 : Le dosage de la quantité d'ARNm du Maïs et de la Téosinte



3. LA DOMESTICATION DU BLÉ (TEXTE TIRÉ DE WIKIPÉDIA).

D'un point de vue économique, les deux variétés importantes actuelles sont des blés à grains nus :

- le **blé dur** (*Triticum turgidum ssp durum*), surtout cultivé dans les régions chaudes et sèches (sud de l'Europe comme le sud de la France et de l'Italie). Le blé dur, très riche en **gluten**, est utilisé pour produire les semoules et les pâtes alimentaires ;
- le **blé tendre** ou **froment** (*Triticum aestivum*), de beaucoup le plus important, est davantage cultivé sous moyennes latitudes (par exemple en France, au Canada, en Ukraine). Il est cultivé pour faire la farine panifiable utilisée pour le pain. Ses grains se séparent de leurs enveloppes au battage. Communément dénommée blé tendre ou tout simplement blé, cette espèce a connu une très grande dispersion géographique et est devenue la céréale la plus cultivée, suivie par le riz et le maïs. Il en existe d'innombrables variétés de par le monde. Pour les besoins du développement de l'industrie agro-alimentaire, la sélection moderne, initiée à la fin du XIX^e siècle, s'est attachée à l'obtention de variétés de plus en plus riches en gluten d'intérêt technologique, tandis que les **blés barbus** étaient écartés notamment en raison des difficultés liées à la mécanisation de la récolte.

Parmi les variétés anciennes sont cultivées avec un regain d'intérêt les blés rustiques, ainsi que les formes suivantes de blés à grains vêtus (les grains étant fortement enserrés dans leurs enveloppes, après le battage il faut les décortiquer pour pouvoir les utiliser) :

- l'**épeautre** (*Triticum aestivum ssp. spelta*) ou grand-épeautre, sous-espèce du blé tendre, très apprécié en **agriculture biologique** en raison de sa rusticité et de la qualité panifiable. De moindre rendement que le blé tendre, il a été écarté de l'agriculture conventionnelle ;
- l'**engrain** ou petit-épeautre, (*Triticum monococcum*), espèce à grain vêtu également, à faible rendement, très anciennement cultivée, est en partie à l'origine des blés cultivés actuels ;
- les **amidonniers** ou **épeautre de Tartarie** (*Triticum turgidum ssp. dicoccon*) : blé vêtu à faible rendement, adapté aux sols pauvres et arides.

Le genre **Aegilops** est important dans l'évolution du **blé** pour son rôle dans deux événements d'hybridation importants. L'**engrain** sauvage (*Triticum dicoccoides* et *Triticum araraticum*) est le résultat de l'hybridation d'un blé sauvage, *Triticum urartu*, et d'une égilope encore non identifiée, probablement similaire à *Aegilops speltoides*. *Aegilops* est formé des mots **grecs** *aïgos*, la chèvre, et *ops*, l'œil, car la plante, selon **Dioscoride**, était censée guérir des maladies oculaires des chèvres. C'est le plus long mot français dont les lettres sont dans l'**ordre alphabétique**.

Document 7 : caractéristiques des blés sauvages et cultivés

	Égilope de Sears (<i>Aegilops searsii</i>)	Égilope de Tausch (<i>Aegilops tauschii</i>)	Engrain (<i>Triticum monococcum</i>)	Amidonier (<i>Triticum turgidum ssp. dicoccon</i>)	Blé dur (<i>Triticum turgidum ssp durum</i>)	Blé tendre (<i>Triticum aestivum</i>)
Caryotype	2n = 14	2n = 14	2n = 14	4n = 28 (14+14)	4n = 28 (14+14)	6n = 14+14+14
Mode de vie	sauvage	sauvage	Sauvage et domestique	Sauvage et domestique	domestique	domestique
Dispersion spontanée des grains	oui	oui	oui	faible	non	non
Enveloppes protectrices adhérentes	oui	oui	oui	oui	non	non
Résistance au froid et à l'humidité	non	non	non	non	non	oui
Rendements	Très faibles	Très faibles	Faibles	Faibles	Élevés	Élevés
Utilisations alimentaires	non	non	Pâtes non levées	Semoules, pâtes non levées	Semoules, pâtes non levées	Pâtes levées

Document 8 : la domestication du blé (d'après le [site du jardin des plantes](#))



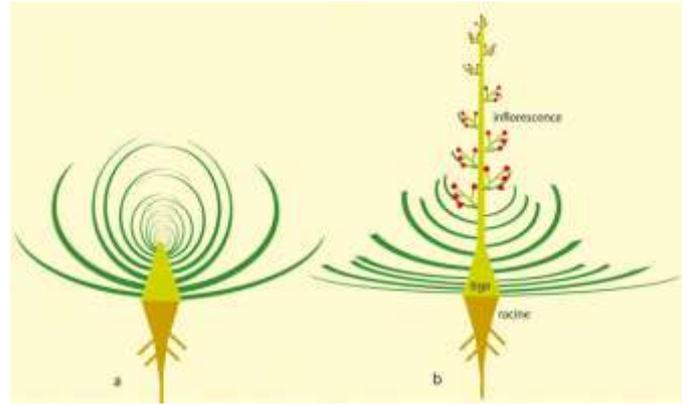
Il y a 15 000 ans au Moyen-Orient, les hommes ont commencé à collecter des graminées sauvages pour consommer leurs graines. Ils ont peu à peu isolé et reproduit les plantes les plus propices à la culture, le premier critère étant de pouvoir moissonner sans que le grain ne se détache de l'épi. Cette sélection a donné naissance aux premiers blés domestiqués (engrain, amidonnier), eux-mêmes à l'origine d'autres espèces de blé, plus productives, plus pratiques à stocker ou préparer, et désormais majoritaires dans nos contrées (blé dur, blé tendre aussi appelé froment). C'est en Irak, Syrie et Turquie que se trouvent les ancêtres du blé. Là-bas, il y a environ 15 000 ans, les hommes ont commencé à consommer les graines de graminées sauvages, parmi lesquelles l'engrain sauvage. Une herbe fine qui donne un petit épi, portant des petits épillets se détachant facilement, mais fournissant une base alimentaire idéale. L'Homme a commencé par ressemer les graines des épis qui restent entiers à maturité : il est en effet plus facile de récolter des épis en hauteur que des épillets à terre ! Il a également sélectionné les plantes les plus productives et les plus vigoureuses, qui germent bien et qui poussent assez haut pour dépasser les autres herbes. Cette plante qui aura désormais besoin de la main de l'Homme pour être semée, c'est l'engrain, également appelé petit épeautre. L'amidonier est né du croisement naturel de deux graminées sauvages : un cousin de l'engrain et une espèce d'égilope aujourd'hui disparue.

Au lieu d'apporter une moitié de leur stock de chromosomes chacun, les parents ont mis la totalité. Résultat : l'amidonier a 28 chromosomes, deux fois plus que ses parents. Là encore, les hommes ont sélectionné les plantes dont les épis ne perdent pas leurs grains avant la récolte : cela a donné l'amidonier. Engrain et amidonnier sont dits « vêtus » : les glumes et glumelles qui enveloppent le grain ne s'en détachent pas facilement. La préparation du grain passe par une opération délicate de décortication. Une nouvelle étape de la domestication a consisté à sélectionner des plantes dont le grain perdait son enveloppe externe (la balle) par simple battage. Aussi, dans un champ d'amidoniers, nos ancêtres ont-ils trouvé et isolé des mutants « à grains nus ». Quelque part au Moyen-Orient, l'amidonier s'est croisé avec une graminée sauvage (*Aegilops tauschii*), pour donner naissance au groupe des blés à 42 chromosomes. Ainsi est né le blé tendre, ou froment, le blé utilisé pour faire le pain : son grain contient des « glutens » qui permettent à la pâte de tenir en boule. Dans ce groupe, on trouve aussi l'épeautre, au grain vêtu. Sa culture a régressé au XIX^e siècle à cause du décortication. Il connaît un regain d'intérêt... comme le « petit épeautre » avec lequel il est souvent confondu.

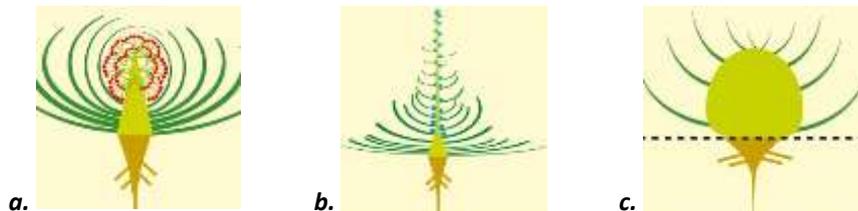
4. AUTRES EXEMPLES

Document 9 : structure et développement du chou (source : [Université Pierre et Marie Curie – Biologie et multimédia](#))

Les choux comestibles sont tous d'une même espèce (*Brassica oleracea* de la famille des Brassicacées, anciennement appelée Cruciféracées). Développées à partir de l'Europe de l'ouest depuis la plus grande antiquité, les différentes variétés sont cultivées aujourd'hui dans la plupart des continents (Europe, Asie, Amérique). À partir de la graine, le chou développe une rosette de feuilles. Arrivé à un certain stade de développement, le chou « monte à fleur » en développant une grande inflorescence. C'est ce qui se passe pour les choux sauvages. Pour les choux cultivés, la rosette de feuille se développe sans que la tige ne s'allonge et donne une sorte d'énorme bourgeon à feuilles très serrées (chou pommés) ou plus lâches (chou frisés par exemple). C'est à ce stade qu'il est consommé. Il monte ensuite à fleur et n'est plus consommable. Ce type de développement est celui des choux rouges, choux cabus, choux pommé à feuilles serrées et des choux frisés, choux verts pointus et chou chinois etc. Ce sont les choux les plus consommés après cuisson ou après conserve (choucroute).

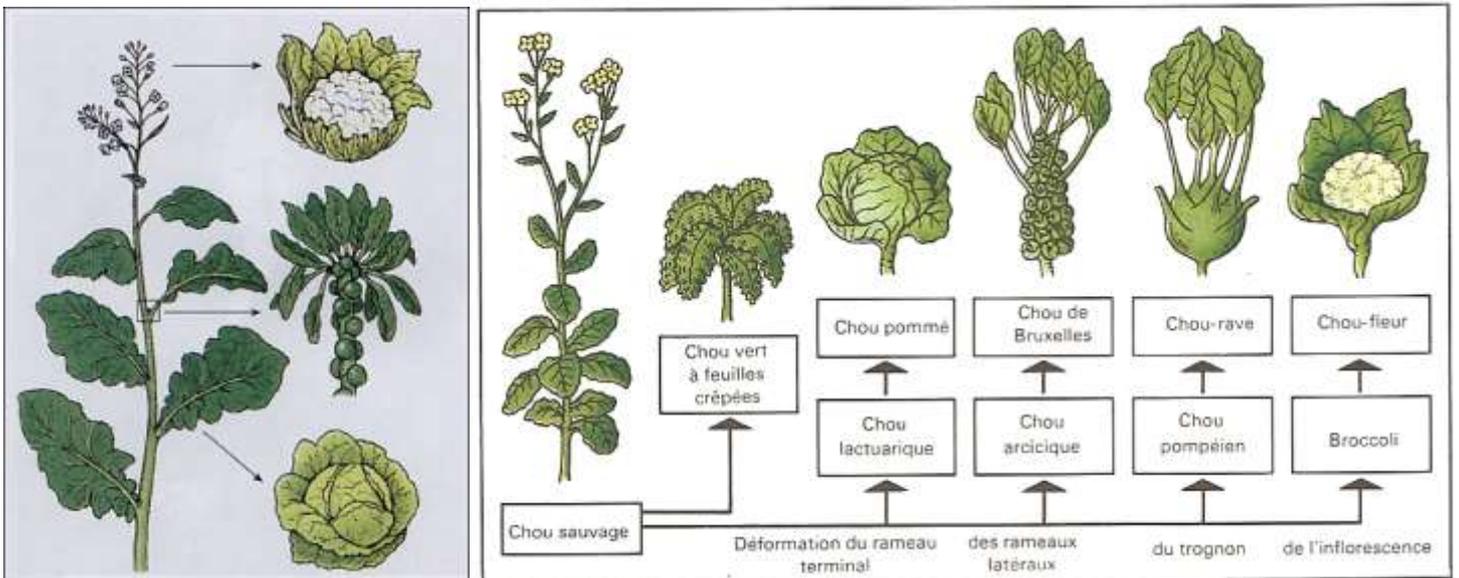


En plus des choux communs dont on consomme les feuilles, la sélection a permis de développer des choux chez lesquels l'inflorescence très condensée est consommée (chou-fleur (var botrytis), chou brocoli (var cauliflor) et chou Romanesco (var italica). C'est la base de la tige ou la racine qui s'est tubérisée et devenue comestible dans le cas du chou rave (var gongylodes) et du chou navet. Enfin, dans un cas très spectaculaire, les bourgeons secondaires se sont développés et la tige produit de nombreux petits choux miniatures (chou de Bruxelles, var gemnifera). Plus récemment, les capacités de polymorphisme du chou ont permis de sélectionner des variétés chez lesquelles couleurs et formes des feuilles et des fleurs se marient pour créer des choux ornementaux chez les fleuristes.



Structure de choux-fleurs, Brocoli et Choux romanesco (a), des choux de Bruxelles (b) et des choux raves (c)

Document 10 : origine des différentes formes de chou



Document 11 : exemple de la carotte



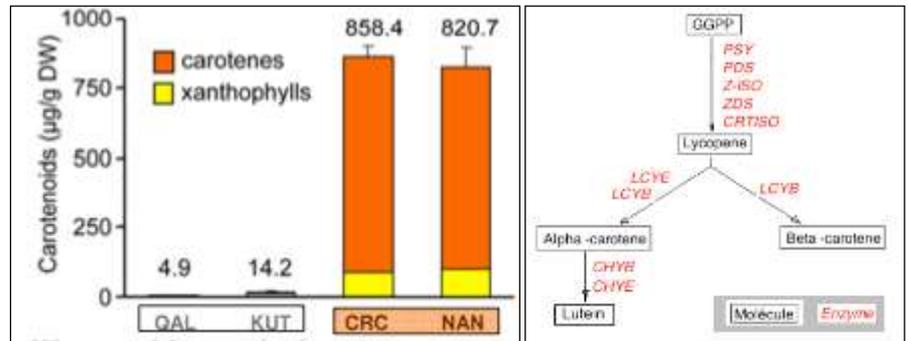
Les carottes (*Daucus carota*) font partie de la vaste famille des « Apiacées », bien dénommée autrefois famille des « Ombellifères ». Les plantes de cette famille se distinguent par des fleurs en ombelle (ombelle provient du latin umbella et signifie parasol, il s'agit de fleurs composées dont chaque pédicelle part du même point sur la tige ; les ombelles sont soit simples, soit encore divisées en ombellules comme chez la carotte) et une racine pivotante. Les Apiacées sont d'une grande importance culinaire, car elles ont procuré beaucoup de légumes ou de condiments : carottes, céleri, panais, coriandre, fenouils, persil ... À l'origine, la carotte est une plante des steppes et milieux ouverts à tendances pionnières. Est dite "pionnière" une plante ayant la capacité à s'installer sur des milieux dits "ouverts", non encore ou peu végétalisés. Elle est répandue de l'Europe à la région himalayenne. Elle s'y est différenciée, par adaptation à des biotopes spécifiques, en sous-espèces correspondant à des écotypes caractéristiques de ces biotopes. Très tôt, l'homme s'est intéressé à cette plante comestible d'odeur agréable et à la racine de tendance charnue. Il s'est mis à la cultiver et à sélectionner les plants aux racines les plus grosses. Ainsi est née la carotte domestique, *Daucus carota sativa*, légume racine. On attribue souvent la première domestication à la région de l'Afghanistan.

La couleur orangée de la carotte est due à un pigment d'une classe particulière très importante dans le règne végétal. C'est d'ailleurs la carotte qui a donné son nom à cette catégorie de colorants d'origine végétale : les caroténoïdes. Solubles dans les corps gras, ils sont par exemple extraits par l'huile à partir des carottes râpées : l'huile devient orangée. Les caroténoïdes sont importants chez les végétaux mais aussi chez les animaux chez qui ils se retrouvent au gré des chaînes alimentaires. Les crustacés en particulier leur doivent leur couleur rose-orangé qui apparaît à la cuisson : la cuisson les libère. La belle couleur saumon de la chair des poissons du même nom révèle leur prédilection pour une nourriture de crustacés. Le carotène de la carotte et d'autres végétaux est le précurseur de la vitamine A, indispensable à l'homme, comme à la majorité du règne animal.

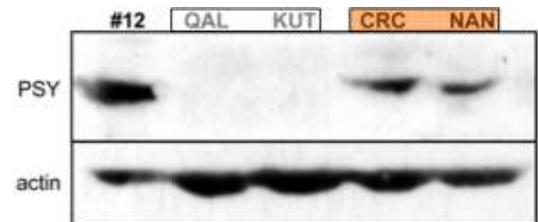
Document 12 : biosynthèse des caroténoïdes



On peut mesurer la quantité de pigment jaunes (xanthophylls) et oranges (carotènes) chez la carotte sauvage (ici QAL), la carotte blanche cultivée (KUT) et deux variétés de carottes orange cultivées (CRC et NAN). Les schémas ci-dessous montrent les résultats de dosage des pigments (à gauche) et la voie de biosynthèse simplifiée des principaux caroténoïdes.

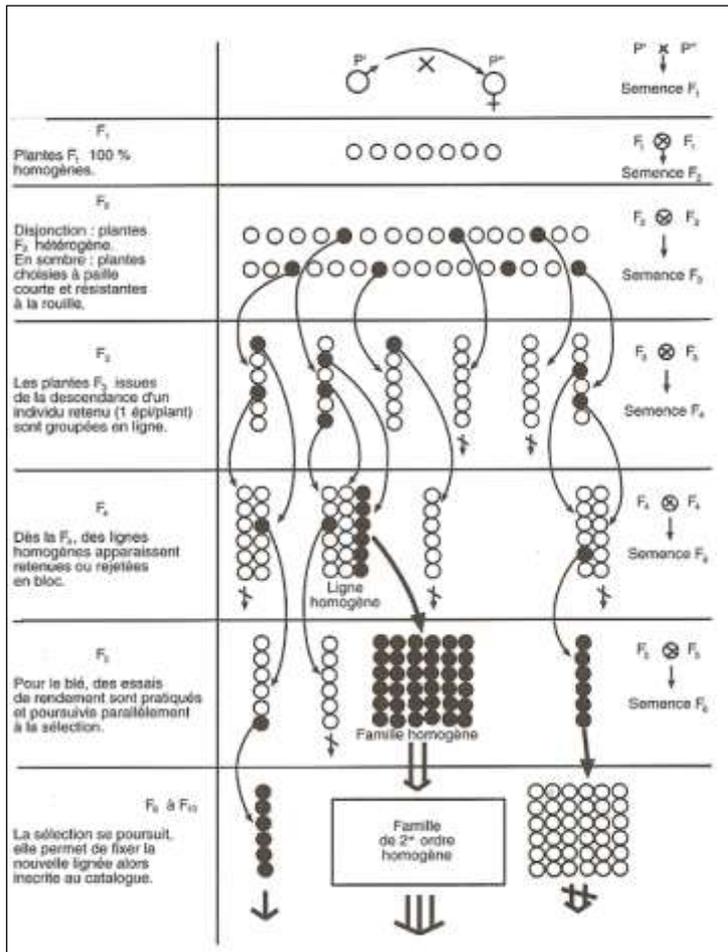


L'image ci-contre présente les résultats d'une électrophorèse de protéines (Western blot) montrant la présence de l'enzyme PSY chez différentes carottes (QAL : carotte blanche sauvage, KUT : carotte blanche cultivée, CRC et NAN : carottes orange cultivées).



5. CROISEMENTS CHEZ LES VÉGÉTAUX ET SÉLECTION SCIENTIFIQUE

Document 13 : sélection généalogique



La découverte de la sexualité des plantes (vers 1700) puis de la génétique au début du 20^{ème} siècle a jeté les bases scientifiques de l'amélioration des plantes. L'apparition d'une nouvelle variété n'est plus le fruit du hasard de l'hybridation naturelle ou de mutation. L'améliorateur ne se limite pas à exercer une seule pression de sélection, il dirige l'évolution en orientant l'hybridation. L'hybridation classique consiste au croisement d'individu identifié comme étant de lignée pure présentant des caractères intéressants. On réalise alors des pollinisations manuelles :

La lignée parentale choisie femelle, le « porte-graine », doit être castrée par ablation des anthères de la fleur (de l'épi dans le cas du blé) ; le pollen de la variété choisie mâle est apporté à l'aide d'un pinceau sur le stigmate de la variété femelle. Bien sur les floraisons doivent être synchronisées. Les graines issues du croisement sont récoltées elles donneront naissance à des plantes F₁.

Les plantes F₁ toutes semblables, réunissent les deux génomes des parents et ne peuvent faire l'objet d'une sélection. Les graines de génération F₂ qui seront produites par autofécondation des plants de F₁ recombineront de façon diverse les caractères parentaux.

C'est dans la génération F₂ que la diversité éclatera et c'est dans cette diversité que des phénotypes seront choisis car ils regrouperont les caractères intéressants des parents initiaux ; par autofécondation on obtiendra des générations successives dans lesquelles seront sélectionnées à chaque fois les plants de phénotype recherché.

Cette méthode de sélection généalogique (voir schéma ci-contre) permet d'aboutir à une variété de lignée pure possédant les caractères recherchés à peu près au bout de 10 ans ; Cette méthode a permis de créer les principales variétés de blé commercialisées et reste encore largement employée.

Document 14 : exemple de sélection après hybridation sur des plants de tomates

Dans une région au climat propice, on cultive deux variétés de tomates :

- l'une "A", à gros fruits
- l'autre "B", à petits fruits.

Les plants de la catégorie "A" se sont révélés sensibles à un champignon parasite : le *Fusarium*, qui entraîne une baisse importante de production. En revanche, les plants de la variété "B" sont résistants à ce champignon. On demande à des agronomes de créer une nouvelle variété de plants de tomate donnant de gros fruits et résistants au *Fusarium*. Ils réalisent une série de croisements entre les deux variétés de plants de tomates "A" et "B". À la première génération (F₁), ils n'obtiennent que des plants de tomates résistants au *Fusarium* et qui produisent des petits fruits. Les chercheurs réalisent alors un autre croisement de la génération F₁ avec des plants de la variété "A". Ils obtiennent dans ces conditions à la deuxième génération (F₂) les résultats suivants pour 1000 plants :

- 251 plants à petits fruits et résistants au *Fusarium*.
- 234 plants à petits fruits et sensibles au *Fusarium*.
- 270 plants à gros fruits et résistants au *Fusarium*.
- 245 plants à gros fruits et sensibles au *Fusarium*.

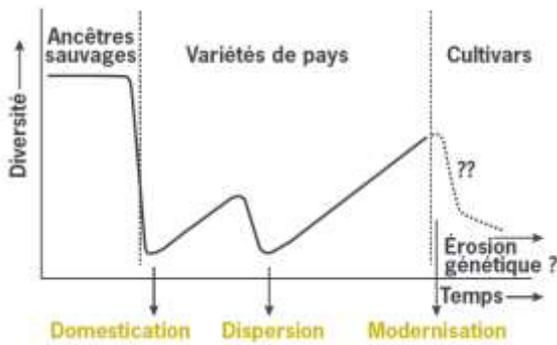
Bac S - Sujet de SVT - Session 2004 - Liban

6. LA DIMINUTION DE LA BIODIVERSITÉ

D'après la littérature, la perte majeure de diversité génétique dans l'histoire du blé est survenue lors de sa domestication avec une réduction de 69 % de la diversité entre les formes sauvages tétraploïdes (*Triticum dicoccoides*) et l'espèce blé tendre hexaploïde (*Triticum aestivum*) qui en est issue. Van de Wouw et al. ont réalisé une méta-analyse sur les variations de la diversité génétique chez 8 espèces de plantes cultivées à l'échelle mondiale dont le blé tendre, en utilisant des techniques moléculaires pour caractériser cette diversité. Ils citent deux périodes récentes pouvant présenter de nettes pertes de diversité génétique chez ces plantes cultivées :

- le remplacement des variétés de pays par les cultivars modernes qui intervient à des époques différentes selon les régions du monde,
- la « révolution verte » : période d'intensification de l'agriculture dans les années 60 (engrais et pesticides de synthèse, mécanisation, irrigation) en association avec l'utilisation de variétés sélectionnées pour de hauts rendements dans ces conditions intensives. Appliquée d'abord aux pays du Sud, ce terme désigne par extension les mutations agricoles des pays du Nord au milieu du XX^{ème} siècle. Ces mutations se sont accompagnées d'une simplification du paysage variétal dans l'offre et l'utilisation, et un recul de la diversité génétique cultivée.

Document 15 : diminution de la diversité génétique par domestication



Nombreux sont les cas de destruction de récolte à cause de la monoculture : une modification climatique, un parasite, un ravageur sont des phénomènes qui peuvent être dévastateurs à grande échelle. Ce fut le cas notamment en Irlande où 70 % des récoltes de pommes de terre ont été détruites par le Mildiou ou en France avec l'apparition du Phylloxera sur les vignes (heureusement, le greffage sur des pieds américains a permis de sauver les cépages français) mais aussi en 1970 aux USA avec la destruction de 25% des cultures de Maïs du Corn-belt en 3 ans par l'Helminthosporiose (heureusement, l'existence d'une variété de maïs, le [maïs creux](#), a permis d'éviter la destruction de plus de 80 % du maïs nord-américain)

La diversité génétique des plantes cultivées permet de conserver une grande variété d'allèles et d'éviter ce genre de catastrophe.

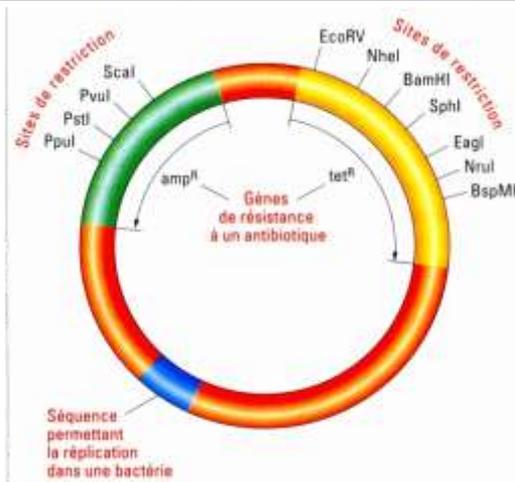
Liens vers quelques ressources (Wikipédia) concernant les dangers de la diminution de la diversité génétique liée à la monoculture :

- [Mildiou et famine irlandaise de 1845 à 1849](#)
- [Le phylloxera et la destruction des vignobles français](#)

7. BIOTECHNOLOGIES – OBTENTION DE PLANTES TRANSGÉNIQUES

Les enzymes de restriction permettent aux bactéries de se défendre contre les bactériophages. Ces enzymes sont des [endonucléases](#) ; elles découpent l'ADN des [bactériophages](#) (virus s'attaquant aux bactéries) en reconnaissant des séquences spécifiques de nucléotides appelés sites de coupure. De très nombreuses enzymes de restriction ont été isolées depuis 1962. Les enzymes de restriction ont été les premiers outils de manipulation du génome. Les fragments d'ADN obtenus après action enzymatique peuvent être séparés par électrophorèse. Les enzymes de restriction ont également permis de développer le clonage de gènes. Les gènes isolés sont transférés dans des bactéries par le biais de [plasmides](#) recombinés appelés vecteurs. Le gène est alors multiplié par les bactéries.

Document 16 : Agrobacterium tumefaciens, transgénèse, plasmide et sites de restriction



Le plasmide contient des gènes de résistance à des antibiotiques qui peuvent être inactivés lors de l'insertion du gène à insérer puisque les enzymes de restriction présentent des sites de coupure au milieu de ces gènes. L'inactivation ne se fait que si le gène d'intérêt s'insère ce qui permettra de sélectionner les bactéries ayant incorporé le gène (ce seront celles qui seront sensibles à l'antibiotique pour lequel le gène de résistance aura été inactivé).

La bactérie [Agrobacterium tumefaciens](#) est capable d'infecter une cellule végétale et de lui transférer son matériel génétique. C'est une [transgénèse](#) naturelle (ou [transfert horizontal de gènes](#)) que l'on utilise fréquemment pour réaliser des transgénèses ciblées avec des gènes d'intérêt insérés dans des plasmides.

[Animation flash sur l'obtention de plantes transgéniques.](#)

Document 17 : les OGM, mauvais pour la santé ?



L'organisme peut transformer en vitamine A certains caroténoïdes provenant des végétaux. Parmi eux, le bêta-carotène est de loin la provitamine A la plus importante. La vitamine A est un nutriment essentiel au maintien de la santé oculaire. Une carence en vitamine A entraîne une maladie oculaire et peut conduire à la cécité. En fait, le déficit en vitamine A est la plus grande cause évitable de cécité infantile. Les personnes les plus touchées sont les enfants âgés de 6 mois à 6 ans, les femmes enceintes et allaitantes. Une carence en vitamines A est la raison pour laquelle 350 000 enfants perdent la vue chaque année. Environ 140 millions d'enfants originaires de 118 pays différents font des carences en vitamines A. 1/4 des décès infantiles et 30% des cas de cécité dans le monde sont causés par une carence en vitamines A. Au début du XXI^e siècle a été mise au point une variété transgénique de riz produisant du carotène : il s'agit du Golden Rice ou [Riz Doré](#).

Liens vers quelques ressources (Wikipédia) concernant les OGM et les débats associés à la transgénèse :

- [Les OGM](#)
- [Débats sur les OGM](#)