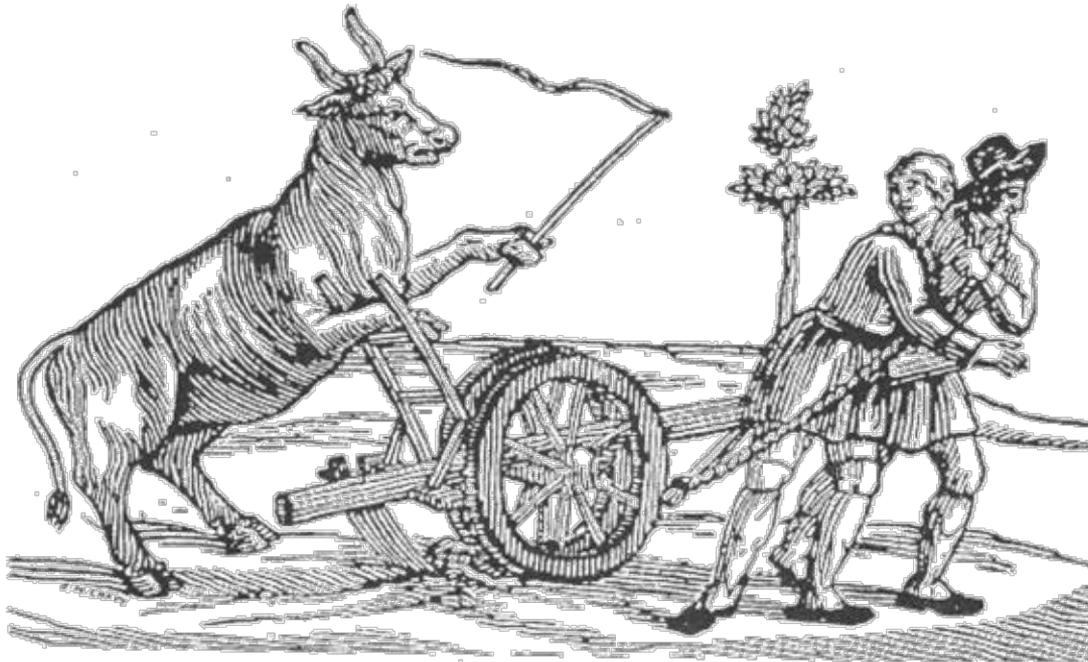


Cultures

Agricultures, domestications et
génétique

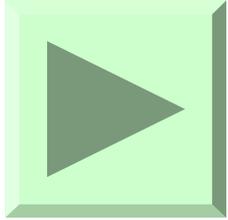
Réflexions sur les plantes cultivées



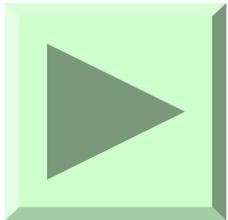
Ruralia - 2004



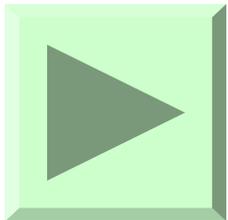
Domestication



Le parcours de la domestication



Le paradigme génétique

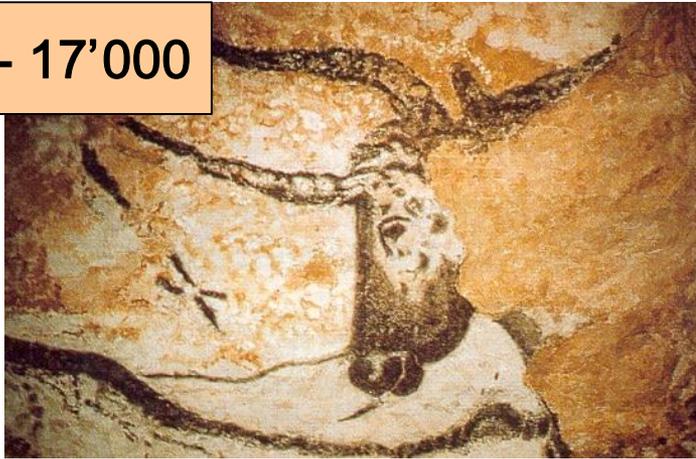


La domestication aujourd'hui



De -17'000 ap à 0 ap (2004) ...

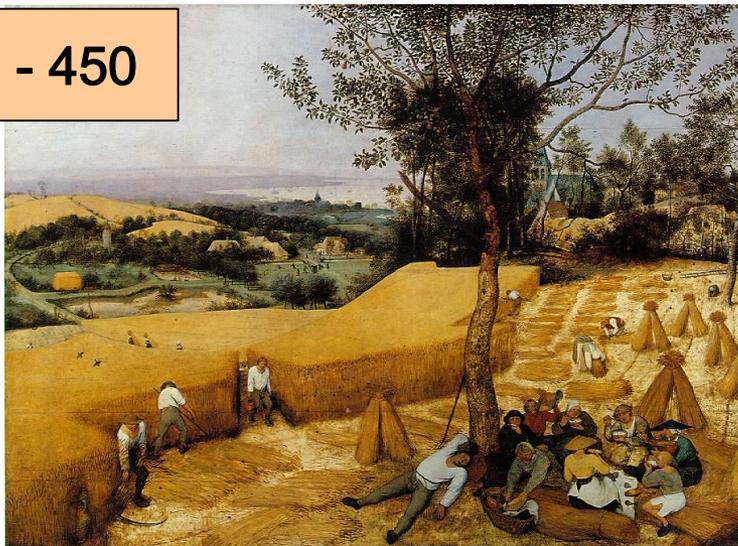
- 17'000



- 5000



- 450



- 40



- Nous dépendons pour notre nourriture de moins de 1% des espèces végétales connues (250'000 !!!)
 - Si nous estimons à 25'000 le nombre d'espèces végétales comestibles nous en utilisons seulement 2500.
 - 90% de la nourriture végétale consommée est due à 15 espèces seulement (le blé, le riz et le maïs en constituent les 2/3).
 - Aucune nouvelle espèce de céréale sauvage n'a été domestiquée depuis plus de 5000 ans.
 - La domestication ne concerne que quelques espèces chez lesquelles on constate un accroissement de la variabilité intra spécifique.
 - La domestication est parfois associée à une vraie spéciation (création d'une nouvelle espèce – maïs : *Zea mays* - et blé tendre : *Triticum aestivum*)



La population de -10000 ans à aujourd'hui

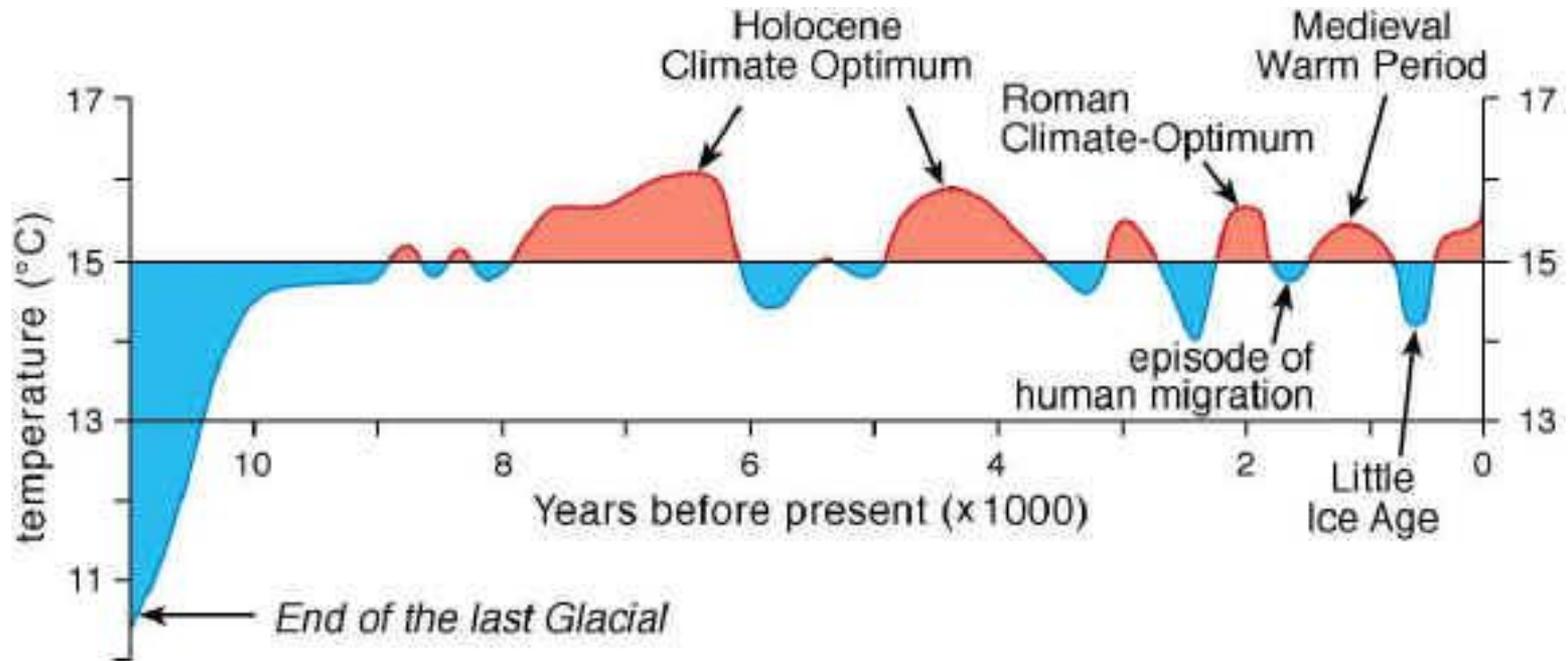
<u>-10000</u>	<u>5'000'000</u>
<u>-2500</u>	<u>100'000'000</u>
<u>-600</u>	<u>400'000'000</u>
<u>-150</u>	<u>1'200'000'000</u>
<u>-50</u>	<u>2'500'000'000</u>
<u>0</u>	<u>6'000'000'000</u>



- Que se passe t'il durant cette période de 12'000 ans ?



Les changements climatiques

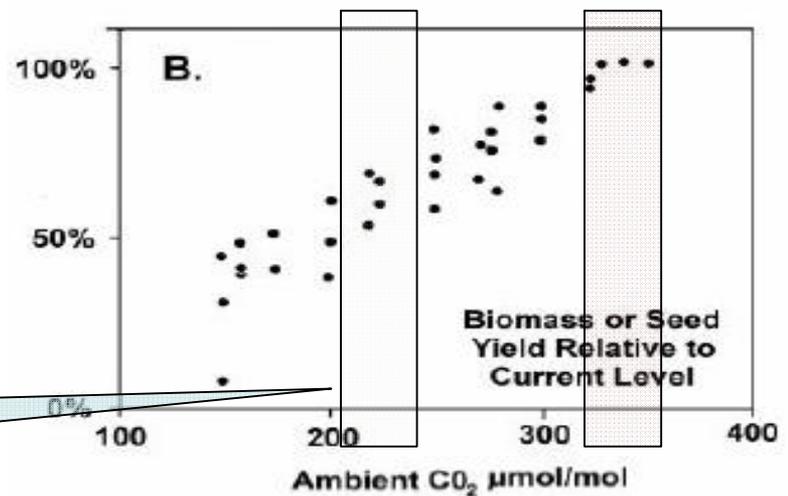
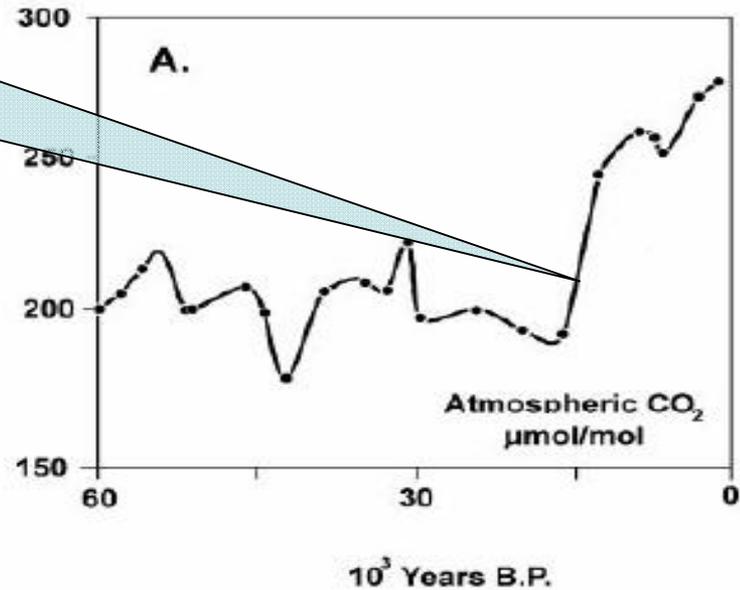


Température moyenne de surface de l'hémisphère nord (depuis 11'000 ap)

Débuts de l'agriculture

- Le taux en CO_2 augmente à la fin de la dernière glaciation (env -15'000)
- La productivité des céréales (blé) est limitée par le taux en CO_2

Valeur seuil de la productivité agricole du blé



Les travaux sur la domestication

C. Darwin : *The variation of animals and plants under domestication*.
2 vols. London, John Murray, 1868



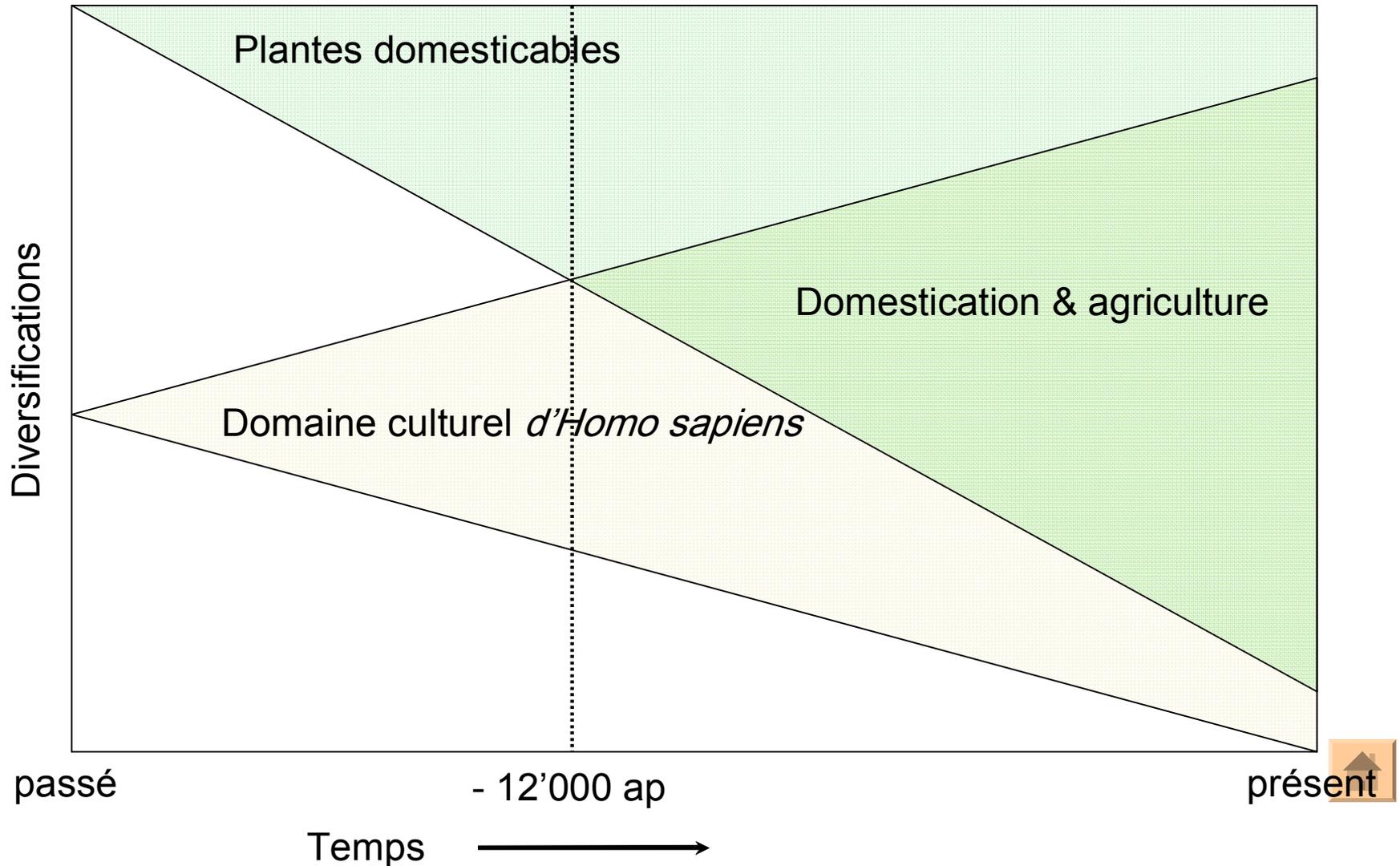
Alphonse de Candolle (1806-1893) :
L'origine des plantes cultivées, Paris, Baillièrre, 1883 –
mais C. Darwin utilise : *Géographie botanique raisonnée*, 1855.



Н.И.Вавилов (1887–1943) :
Etudes sur l'origine des plantes cultivées - Institut de Botanique Appliquée et d'Amélioration des Plantes, Leningrad, URSS, 1926



Evolution de l'agriculture



- D'où viennent les plantes cultivées ?
 - Les plantes cultivées ont leur origine dans des populations de plantes sauvages qui leur sont apparentées taxonomiquement.
 - La domestication se produit donc quelque part au voisinage des lieux d'origine des espèces parentes sauvages.
 - Comment savoir où ?
 - centres de diversité génétique (centres de Vavilov)
 - évidences de l'archéologie botanique (restes)
 - espèce sauvages apparentées sont présentes aujourd'hui dans certains endroits
 - Comment reconnaître les espèces sauvages parentes
 - comparaisons morphologique (mimétisme, mauvaises herbes)
 - Analyses génétiques (XX^{ème} siècle)



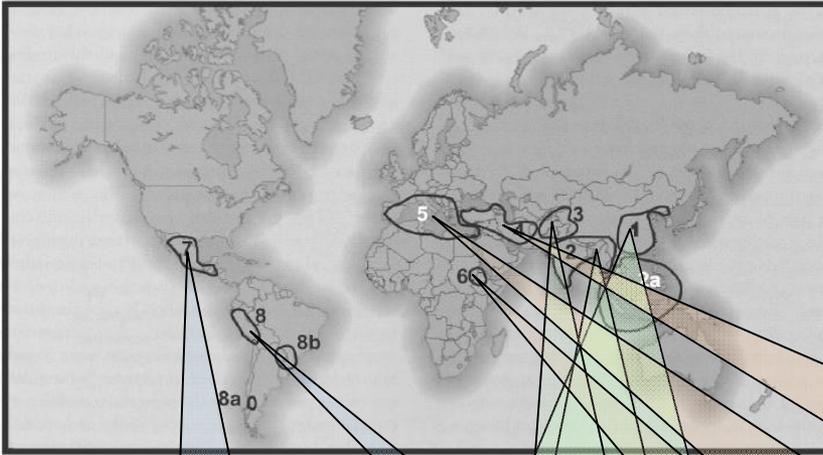


Figure 2. Les huit centres de l'origine de l'agriculture selon N.I. Vavilov (modifié de Harlan, J.R. 1975)

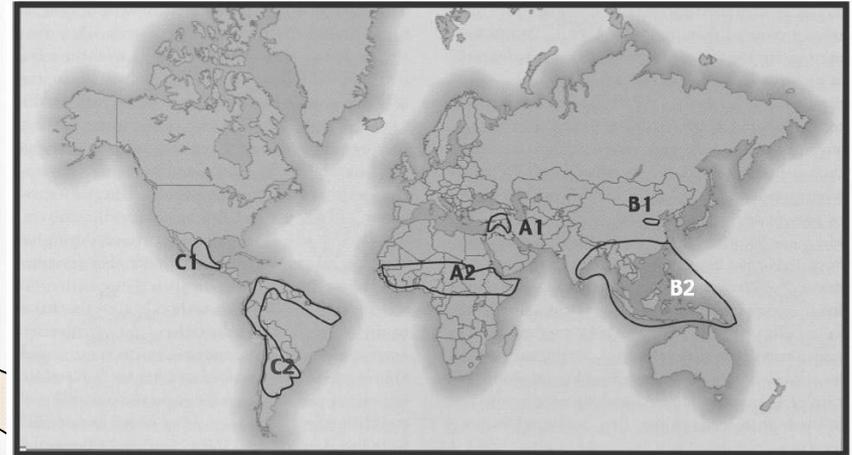
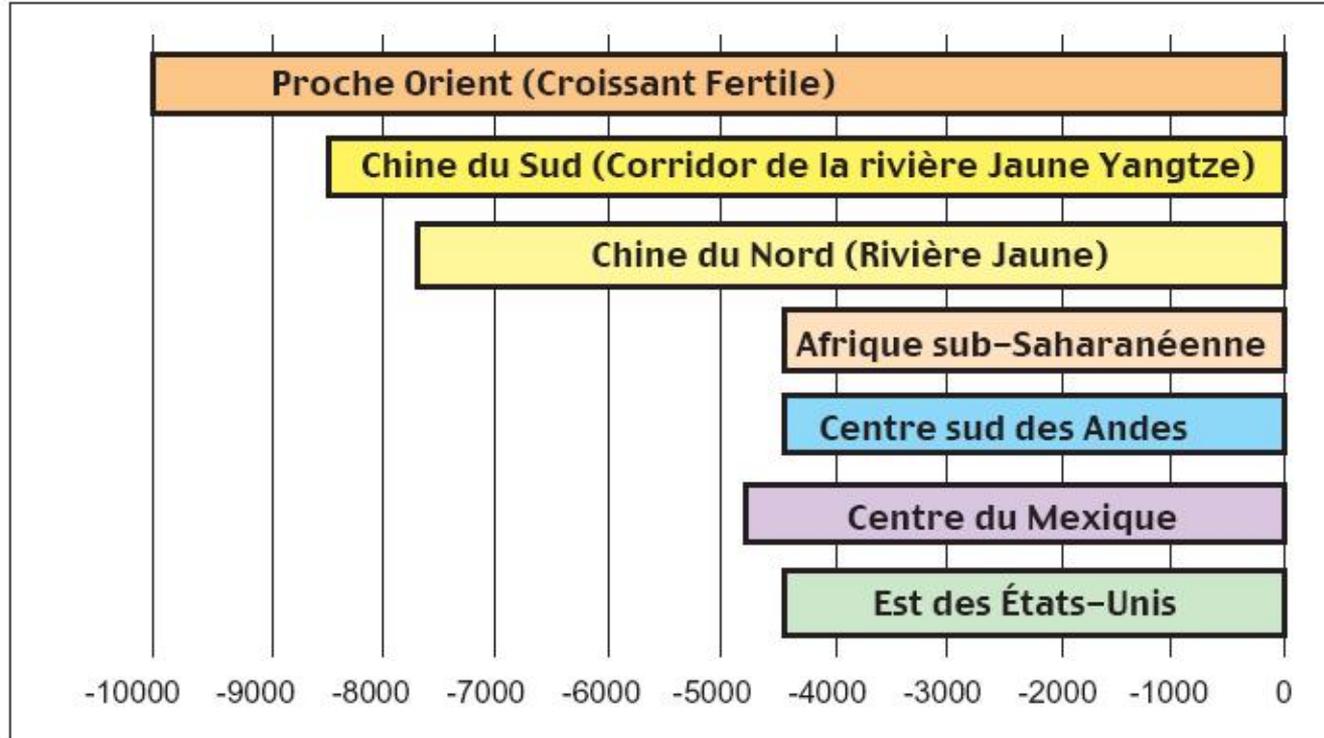


Figure 3. Centres et non-centres des origines de l'agriculture: A1=Centre du Proche-Orient; A2= Non-centre de l'Afrique; B1= Centre du Nord de la Chine; B2= Non-centre de l'Asie du sud-est et du Pacifique sud; C1= Centre Méso-amérique; C2= Non-centre d'Amérique du Sud (modifié de Harlan, J.R. 1975).

<p>Centre 1: Soja, chanvre, orange ..</p>	<p>Centre 4: Blés, seigle, lentille ...</p>
<p>Centres 2: Riz, canne à sucre, taro ...</p>	<p>Centre 5: Choux, betterave, olivier...</p>
<p>Centre 3: Pommier, raisin, onion ...</p>	<p>Centre 6: Orge, millets, café ...</p>
<p>Centre 7: Mais, haricot, courge ...</p>	<p>Centres 8: Pomme de terre, manioc ...</p>



Les dates de la domestication !!!



- Le syndrome de domestication
 - La domestication des végétaux ne doit pas être confondue avec la simple culture des plantes, elle implique une dépendance réciproque et pratiquement irréversible des deux partenaires



Maïs et blés

Zea mays
Plante allogame



Triticum sp.
Plante autogame



- Quels sont les changements morphologiques et phénologiques qui accompagnent la domestication ?
 - Floraison
 - Photopériode altérée (plantes de jours courts – plantes de jours longs)
 - Germination
 - semences plus volumineuses (plus de réserves)
 - absence de dormance (les semences germent facilement)
 - Augmentation de la productivité
 - Peu de dispersion naturelle (pas de pertes), les grains ne tombent pas de l'épis, les fruits ne s'ouvrent pas
 - Maturation synchronisée
 - Réduction de la ramification, une seule tige plus productive et moins de feuilles (optimisation de la photosynthèse et allocation des ressources à la partie reproductive)
 - Plantes faciles à multiplier dans différents contextes
 - Allogamie (maïs, orge) - autogamie (blé) – propagation non sexuée (citronnier)
 - Propagation végétative (pomme de terre, banane)
 - Améliorations culinaires et organoleptiques
 - Augmentation de la teneur en sucres (fruits divers)
 - Diminution de l'amertume (cucurbitacées) et des toxiques (manioc)



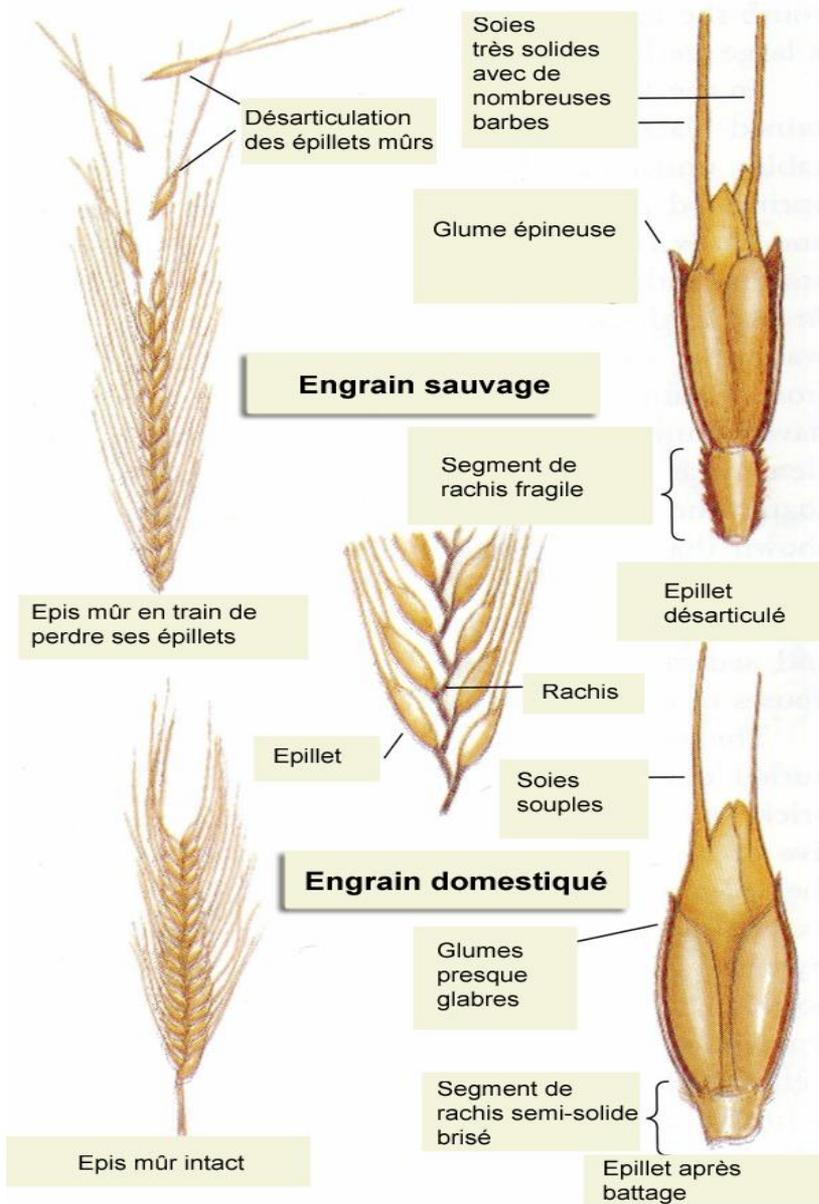
Les blés cultivés

Triticum aestivum
AABBDD



Triticum durum
AABB





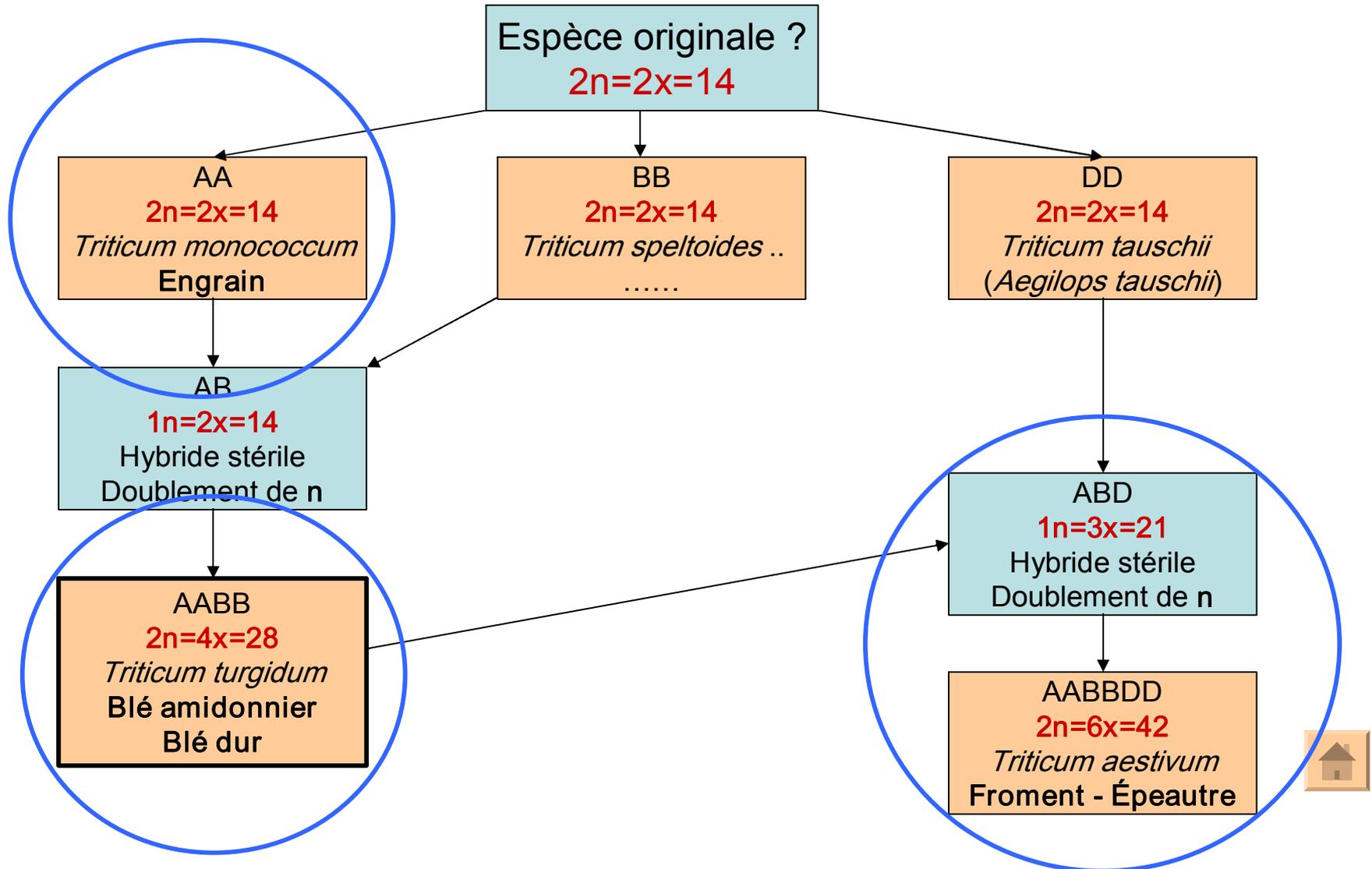
- Un syndrome de domestication chez l'engrain (*Triticum monococcum*):
 - Le rachis devient solide et ne peut être désarticulé (d'où un battage nécessaire)
 - Les glumes sont glabres (sans poils) et plus facile à séparer du grain
 - Grain nu (non vêtu) chez les *Triticum* hexaploïdes



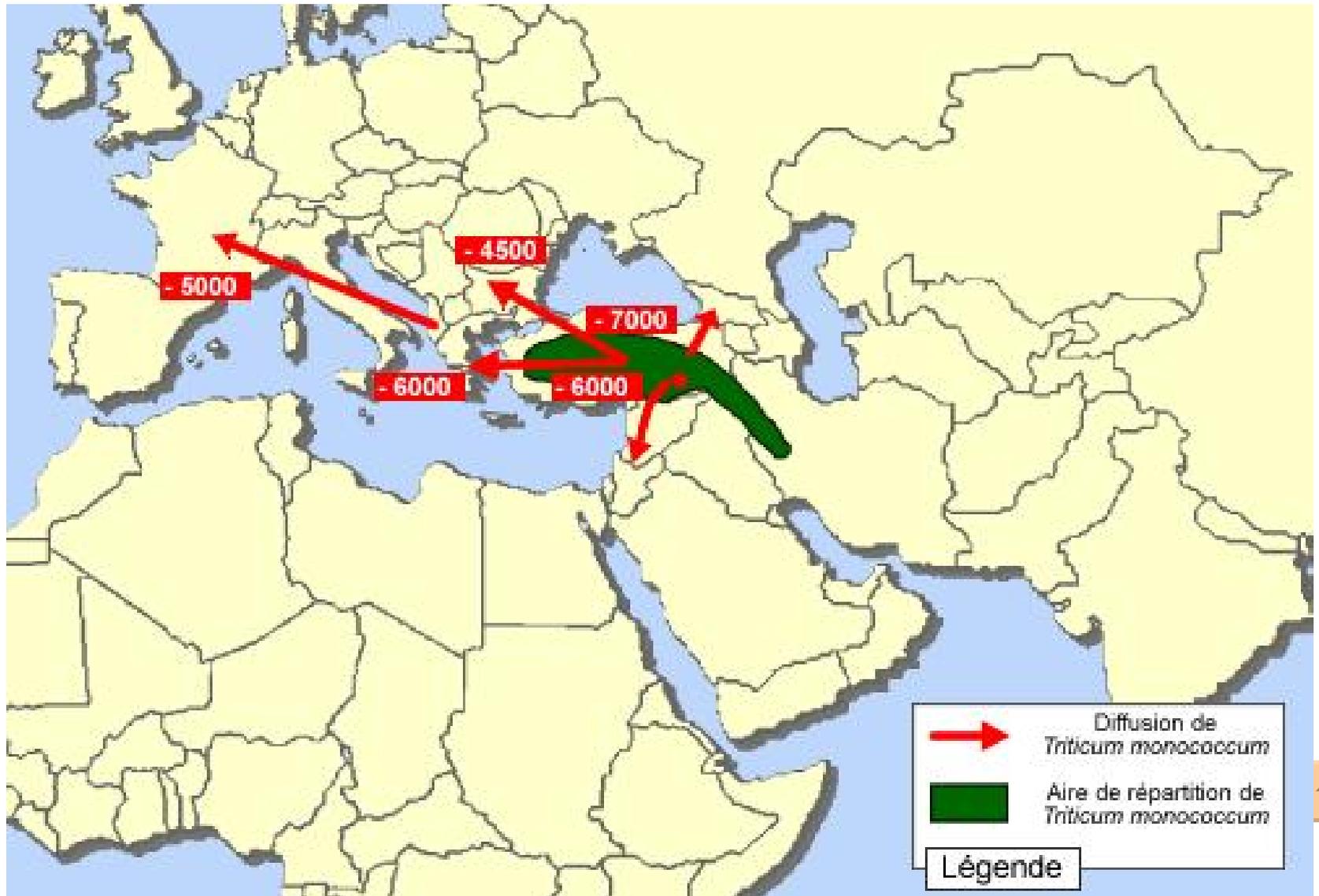
Récolte au panier



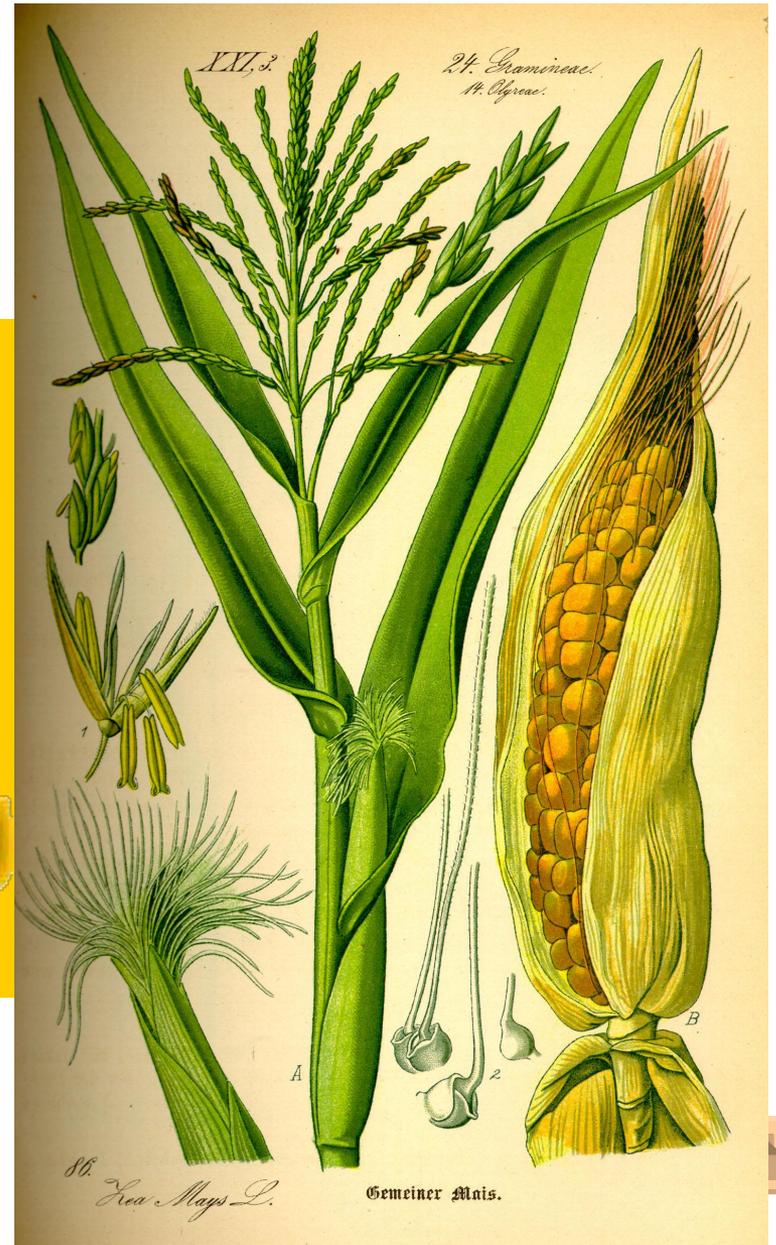
La filiation des blés



Migration des blés cultivés



Le maïs cultivé (*Zea mays*) va apparaître environ -5000 ap



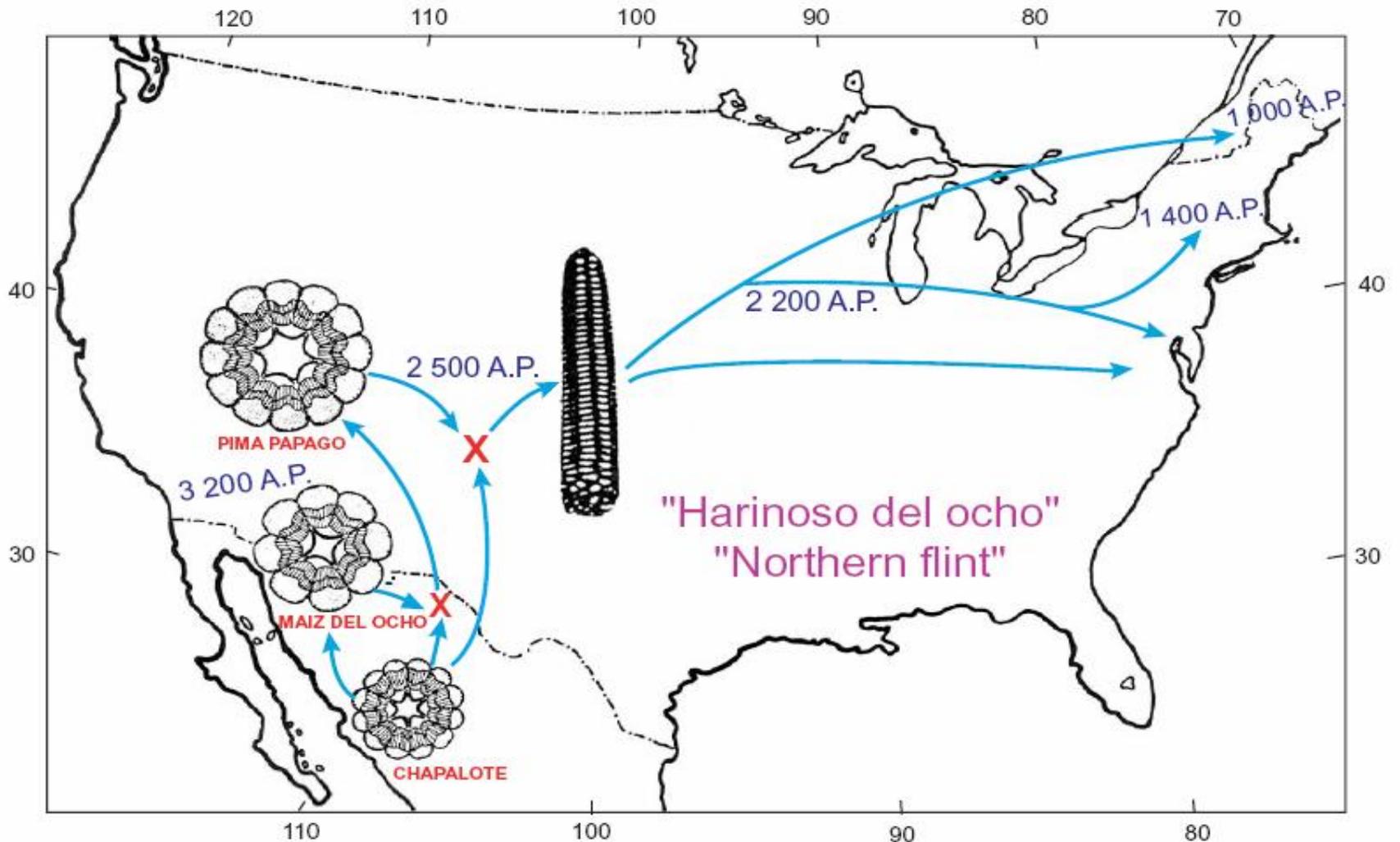
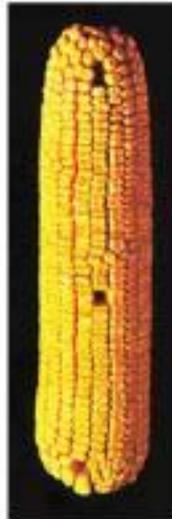


Figure 4.- Dispersion géographique du maïs et de ses races en Amérique du Nord. Les dates, exprimées en années avant le présent (A.P.), indiquent la période approximative de l'introduction du maïs dans les différentes régions.



Domestication du maïs



Maïs



Téosinte annuel

- Le syndrome de domestication chez le maïs (*Zea mays*) à partir de la téosinte (*Zea parviglumis*)



- Tige unique (*tb1*), grain non encapsulé (*TGA*), augmentation du nombre de caryopse (QTL), accumulation d'amidon (*su1*, *bt2*, et *ae1*)...



- Les plantes cultivées sont obtenues par sélection d'une série de variations génétique pré-existantes.
- L'homme exerce une pression de sélection consciente qui va accroître la variabilité de l'espèce domestiquée.
- Comment identifier ces variations, en utiliser le potentiel, en créer de nouvelles adaptées aux besoins actuels ?

