

TP 23 : Le maïs : une plante domestiquée et améliorée génétiquement

Mise en situation et recherche à mener

En 2000, Dolores Piperno et Kent Flannery ont analysé les plus anciens échantillons de maïs fossiles très primitifs trouvés à Guila Naquitz (vallée d'Oaxaca, Mexique). Ils ont daté ces fossiles d'épis de maïs à environ 6000 ans avant notre ère (4200 ans par dendrochronologie). Le rachis rigide de ces trois épis prouve, sans contestation possible, qu'ils appartiennent à une espèce qui dépend de l'Homme pour sa survie. Voici les premières preuves de la domestication du maïs, il y a près de 6000 ans.

The earliest archaeological maize (*Zea mays* L.) from highland Mexico: D. R. Piperno*† and K. V. Flannery‡, PNAS (décembre 2000)

Problème posé : Comment l'Homme a-t-il produit le maïs cultivé que nous connaissons actuellement ?

Matériels:

- Ordinateur équipé du logiciel *Anagène*
- Fichier *Anagène* : TGA1 Téosinte- Mais ADN.edi et TB1 Teosinte-Mais ADN.edi
- Épis de maïs et matériel de dissection – grains de maïs trempés
- Loupe binoculaire, verre de montre, lame-lamelle
- Tubes à essai, réactifs (Lugol, Rouge soudan, Biuret, Liqueur de Fehling + bec électrique) pour identifier la nature des réserves des grains

Activité 1 : Comprendre la domestication du maïs

A l'aide du fichier complément du TP 17, compléter le tableau suivant présentant la comparaison des plantes sauvages en milieu naturel et des plantes cultivées en agrosystème.

Type d'habitat et sélection	Écosystème naturel peu modifié	Agrosystème
	sélection	
Caractéristiques génétiques	Conséquences sur les phénotypes	
Architecture de la plante		

Floraison		
Nombres de graines - Forme épis femelles		
Enveloppes protectrices de la graine à maturité		
Taille des fruits et des graines-réserves		
Devenir des graines à maturité		

Activité 2 : les bases génétiques de la domestication des plantes**Mise en situation et recherche à mener**

Les différences dans la morphologie de la plante, dans celle des inflorescences femelles et des semences entre le maïs cultivé et la téosinte sont très nettes, ce qui a fait supposer que le passage d'une forme à l'autre au cours de la domestication a fait intervenir des mutations de nombreux gènes.

Au début des années 70, Beadle a testé cette idée en exploitant le fait que les hybrides entre maïs et téosinte sont fertiles ; il a examiné 50 000 plantes F2 résultant d'un croisement entre hybrides. Il a constaté que la fréquence de réapparition de maïs et de téosinte de type parental chez ces plantes de seconde génération était approximativement de 1 pour 500. Il a confronté ces résultats avec des prévisions théoriques. En admettant que les maïs et les téosintes sont de lignée pure pour les caractères envisagés et que les gènes en jeu sont situés sur des chromosomes différents, il a pu déterminer le nombre de gènes pouvant expliquer le passage de la téosinte au maïs.

Combien de gènes pourraient être impliqués ?

Durant les 20 dernières années, les spécialistes, notamment l'équipe de Doebley, ont recherché la nature des innovations génétiques en cause, confirmant l'idée que des mutations affectant un petit nombre de gènes étaient à l'origine des caractères de la domestication. Ce sont ces recherches qui peuvent servir de support pour **comprendre que les caractéristiques du maïs cultivé sont associées à un petit nombre de gènes sélectionnés par les amérindiens.**

Ressources**Doc.1 : La fonction du gène TGA1**

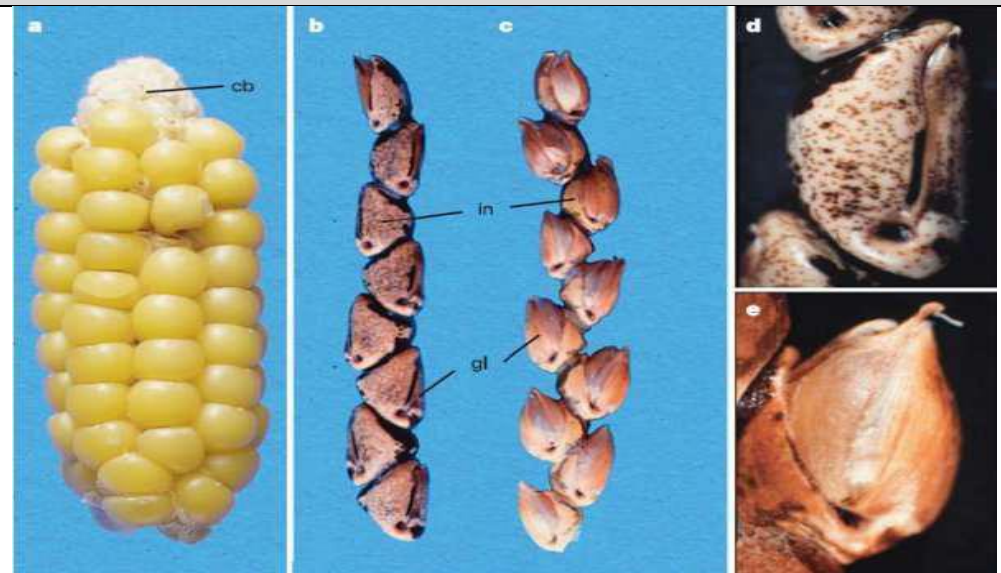
Les semences de téosinte sont entièrement enfermées dans une cupule dure alors que les grains des maïs cultivés sont nus. Le passage d'un type de semence à l'autre a été une étape critique dans le processus de domestication, en donnant un accès direct à la semence sans avoir à briser la coque.

A la suite de croisements entre téosinte et maïs (obtention d'hybrides croisés avec des téosintes, pendant trois générations), les chercheurs ont réussi à obtenir des pieds de téosinte qui présentent des fruits sans cupule. Il s'agit d'un des caractères qui a été sélectionné lors de la domestication. En effet, l'absence de cupule rend le fruit moins dur et plus facile à mouliner.

Les analyses génétiques montrent que ce caractère est déterminé par un seul gène. La cartographie génétique a permis d'identifier que ce gène est TGA1.

Les figures montrent :

- a : un épi de maïs ;
- b : un épi de téosinte ;
- c : un épi d'un pied de téosinte ayant le gène Tga1 de maïs ;
- d : un gros plan sur une semence de téosinte ;
- e : un gros plan sur une semence d'un pied de téosinte ayant le gène Tga1 de maïs.



Ces photos sont extraites de l'article :

Wang, H., T. Nussbaum-Wagler, B. Li, Q. Zhao, Y. Vigouroux, M. Faller, K. Bomblies, L. Lukens, and J. Doebley. 2005. [The origin of the naked grains of maize](#). Nature **436**: 714-719.

Matériel envisageable :

- logiciel *Anagène*
- séquence **TGA1-CDS.edi**

Etape 1 : Concevoir une stratégie pour résoudre une situation problème (durée maximale : 10 minutes)

L'absence de cupule pour le grain de maïs et sa présence pour la téosinte, permet de faire l'hypothèse que le passage du phénotype téosinte au phénotype maïs est dû à un changement dans le gène TGA1.

Proposer une démarche d'investigation permettant de **déterminer** que les amérindiens ont réalisés une sélection et des croisements au niveau de ce gène.

Appeler l'examineur pour vérifier votre proposition et obtenir la suite du sujet.

Votre proposition peut s'appuyer sur un document écrit (utiliser les feuilles de brouillon mises à votre disposition) et/ou être faite à l'oral.

Activité 2 autre possibilité

Ressources

Doc.1 : Un mutant de maïs : le mutant tb1 (teosinte branched 1)

Les chercheurs ont isolé un mutant du maïs présentant une architecture étrange. Les images en montrent les caractéristiques par rapport à un pied de maïs normal et par rapport à la téosinte.

A : plant de téosinte

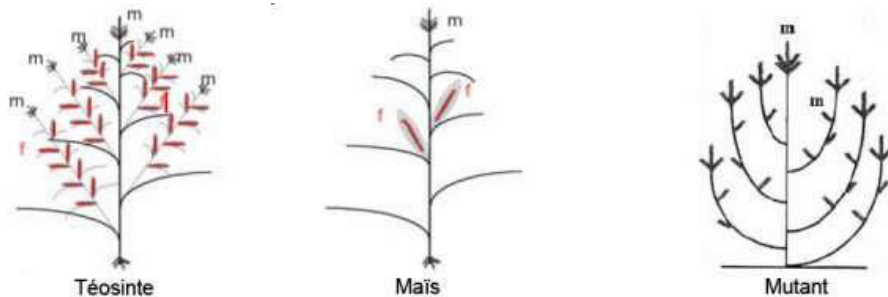
C : Pied de maïs normal

E : Pied de maïs mutant (tb1)

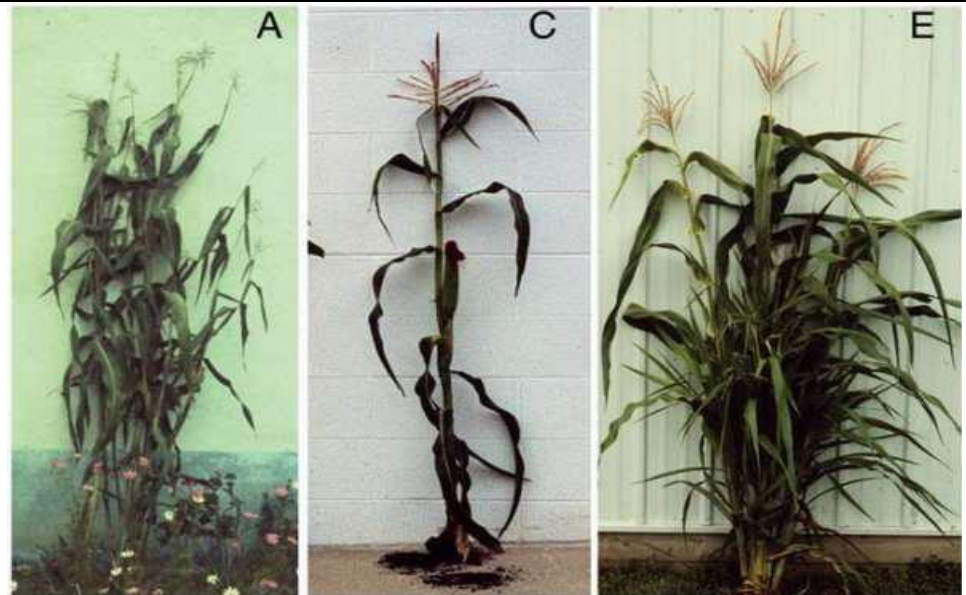
REMARQUE : Le croisement entre maïs normal et mutant (jouant le rôle de plante mâle) engendre une population d'hybrides F1 ayant tous le phénotype normal. En F2 (F1 x F1) sur 99 plantes, 72 ont le phénotype normal et 27 le phénotype mutant.

Les différences principales entre les 3 types de plantes sont schématisées ci-contre.

Source : The genetics of Maize evolution. John Doebley Annual review of genetics 2004 38.37-59



NB : m= inflorescence mâle, f= inflorescence femelle



Doc.2 : La fonction du gène TB1

Chez ce mutant, la séquence de l'allèle TB1 est altérée par l'insertion d'un segment d'ADN qui a pour effet d'introduire un **codon stop anticipé** et donc à une protéine non fonctionnelle. Ce mutant ne produit pas de protéine fonctionnelle TB1. La comparaison des phénotypes des maïs normal et mutant conduit à dire :

- que la protéine TB1 normale inhibe la croissance des ramifications à partir de leurs bourgeons axillaires ;
- que la protéine TB1 est indispensable à la formation d'inflorescences femelles.

On a montré que la protéine codée par le gène est un **facteur de transcription** qui en se fixant à des séquences régulatrices de gènes impliqués dans le cycle cellulaire et l'élongation des rameaux en contrôle l'expression, en ayant un effet inhibiteur.

Matériel envisageable :

- logiciel *Anagène*
- séquence fichier TB1-CDS.edi

Etape 1 : Concevoir une stratégie pour résoudre une situation problème

Puisque l'architecture du mutant de maïs est semblable à celle de la téosinte, on peut faire l'hypothèse que le passage du phénotype téosinte au phénotype maïs est dû à un changement dans le gène TB1 d'où résulte un effet répressif sur les bourgeons axillaires.

Proposer une démarche d'investigation permettant de **déterminer** que les amérindiens ont réalisés une sélection et des croisements au niveau de ce gène.

Appeler l'examineur pour vérifier votre proposition et obtenir la suite du sujet.

Votre proposition peut s'appuyer sur un document écrit (utiliser les feuilles de brouillon mises à votre disposition) et/ou être faite à l'oral.