

DOCUMENTS DE TRAVAIL – MAI 2012

Sciences de la vie et de la Terre

Thème 2 B– Enjeux planétaires contemporains - La plante domestiquée

Table des matières

- 1 : Les découvertes archéologiques **Erreur ! Signet non défini.**
2 : Les caractéristiques génétiques à l'origine de la domestication du Maïs 2

La domestication du Maïs : de la téosinte au Maïs

Objectifs :

Identifiez le lieu, l'âge approximatif et les modifications génétiques à l'origine de la domestication du Maïs

1 : Des découvertes archéologiques

Extrait du site : <http://www.larecherche.fr/content/recherche/article?id=12260>

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). 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.

Des découvertes archéologiques :

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.**

Expliquez comment le lieu et l'âge de la domestication du Maïs ont été établis

2 : Les caractéristiques génétiques à l'origine de la domestication du Maïs

- 1) La position et le nombre de gènes impliqués dans les différences morphologiques entre la Téosinte et le Maïs**

Extrait du site : <http://www.larecherche.fr/content/recherche/article?id=12260> suite :

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.**

A partir des années 1980, John Doebley, aujourd'hui à l'université du Minnesota, entreprend des études génétiques qui **confirment et précisent les conclusions de Beadle.**

DOCUMENTS DE TRAVAIL – MAI 2012

Identifiez le nombre de gènes impliqués dans la domestication du Maïs en utilisant la méthode de M George Beadle (exploitation du document 1), puis précisez ces conclusions à l'aide la carte génétique établie par M John Doebley (exploitation du document 2)

Document 1 : Les croisements réalisés par George Beadle

(Source : Evolution : Conference David M. Kingsley (Stanford University School of Medicine, Stanford, CA, USA))

<http://www.hhmi.org/biointeractive/dvd/transcripts/Evolution%20Lecture%203%20Transcript.pdf>

<http://learn.genetics.utah.edu/content/variation/corn/>

A l'issu d'un croisement entre le Maïs et la Téosinte, on obtient de hybrides F1. Ils présentent un mélange des caractéristiques entre les deux variétés.

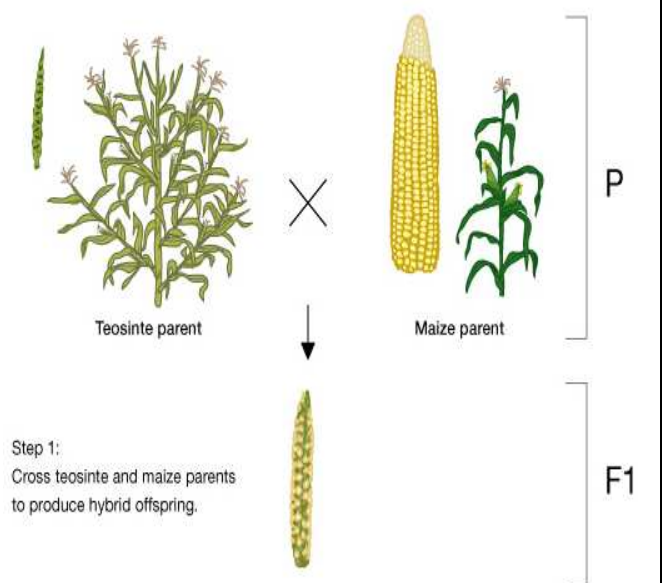
Le croisement des individus F1 entre eux donne naissance à la génération F2 où l'on retrouve des individus présentant le phénotype des parents Téosinte ou Maïs.

Les résultats de Beadle : sur 50 000 individus F2, environ 1/500 présentent le phénotype des parents, les autres présentent des phénotypes intermédiaires.

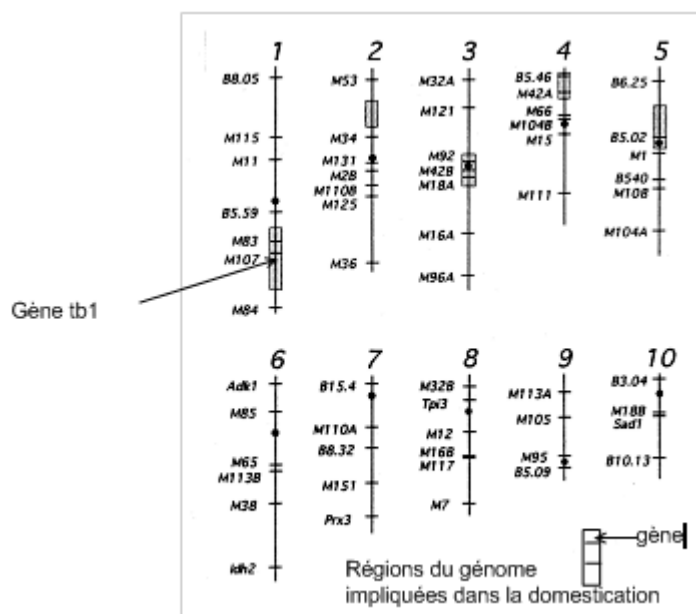
Le modèle mendélien :

Si les différences morphologiques sont dues à un seul gène, la proportion **P** des génotypes Téosinte ou Maïs en F2 s'obtient à l'aide d'un échiquier de croisement F1 x F1 .

Si les différences morphologiques sont dues à deux gènes (*non liés*) : la proportion pour obtenir des génotypes Téosinte ou Maïs est égale **P x P**.



Document 2 : La carte génétique du Maïs avec les régions du génome impliquées dans la domestication établie grâce à des marqueurs moléculaires (10 chromosomes différents).



(Source: JOHN DOEBLEY*, ADRIAN STEC*, JONATHAN WENDELt, AND MARLIN EDWARDSt (1990))

DOCUMENTS DE TRAVAIL – MAI 2012

2) L'origine de l'architecture du Maïs et de la Téosinte

John Doebley a identifié un gène situé sur le chromosome 1 appelé **tb1** = *téosinte branched1* qui intervient dans l'architecture des plants (voir document 2)

Expliquez le rôle du gène **tb1** sur l'architecture des plants de Téosinte et de Maïs et son mode d'action (exploitation du document 3)

Grâce à une mutation le gène **tb1** du Maïs est rendu non fonctionnel.

Le mutant obtenu (homozygote pour ce gène) présente le phénotype ci-dessous.

Ce mutant est croisé avec un Maïs normal (Homozygote, 2 allèles **tb1** Maïs).

En F1 on obtient 100% phénotypes normaux et en F2 : (F1 x F1) 3/4 de phénotypes normaux et 1/4 phénotypes mutants.

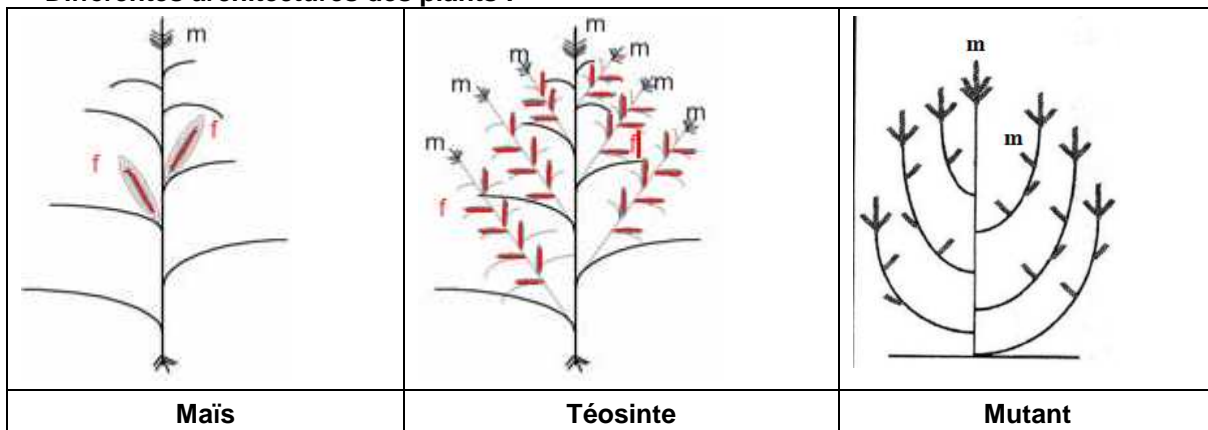
Ce mutant est croisé avec une Téosinte (Homozygote, 2 allèles **tb1** Téosinte)

En F1 on obtient 100% de phénotypes Téosinte et en F2 : (F1xF1) 3/4 de phénotypes Téosinte et 1/4 de phénotypes mutants.

(Source: **John Doebley** <http://www.agron.missouri.edu/mnl/68/138doebley.html>)

(+ mon.univ-montp2.fr/claroline/backends/download.php?url...)

Différentes architectures des plants :



NB : m= inflorescence mâle, f= inflorescence femelle

Document 4 : La variabilité des protéines **tb1**

Etude 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 ci-dessous et du fichier joint utilisable avec le logiciel ANAGENE **pour les comparer**.

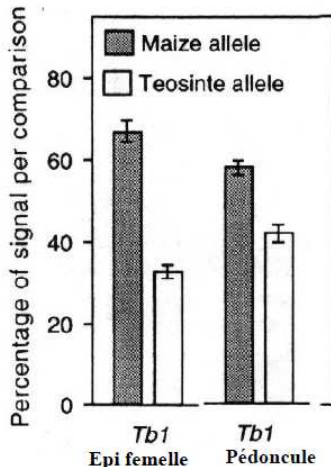
http://phylota.net/cgi-bin/sql_getcluster.cgi?ti=4575&cl=62&ntype=1&db=184 : origine des données

(Auteur : **John Doebley**)

Document 5 : Le dosage de la quantité d'ARNm du Maïs et de la Téosinte

(Source: **John Doebley, Adrian Stec et Lauren Hubbard**)

DOCUMENTS DE TRAVAIL – MAI 2012



En savoir plus : L'ADN sauteur du pop-corn

http://www.lemidi-dz.com/index.php?operation=voir_article&id_article=magazine%40art5%402012-01-15

Proposition d'un corrigé :

1 : Des découvertes archéologiques

Expliquez comment le lieu et l'âge de la domestication du Maïs ont été établis

Le lieu : en méso- Amérique, région dans laquelle on trouve le plus grand nombre de variétés de Maïs, les croisements possibles avec les différentes variétés de Téosinte peuvent expliquer cette diversité.

L'âge : 6000 ans, découverte d'épis possédant des rachis solides (donc de Maïs) datés de 4250 ans au Mexique.

2 : Les caractéristiques génétiques à l'origine de la domestication du Maïs

- 1) La position et le nombre de gènes impliqués dans les différences morphologiques entre la Téosinte et le Maïs

Identifiez le nombre de gènes impliqués dans la domestication du Maïs en utilisant la méthode de M George Beadle, puis précisez ces conclusions à l'aide la carte génétique établie par M John Doebley.

Document 1 :

Les résultats de Beadle : sur 50 000 individus de F2, environ 1/500 présentent le phénotype des parents, les autres présentent des phénotypes intermédiaires.

DOCUMENTS DE TRAVAIL – MAI 2012

Le modèle mendélien :

Si les différences morphologiques sont dues à un seul gène : **donnez la proportion P** des génotypes Téosinte ou Maïs en F2 à l'aide d'un échiquier de croisement.

Si les différences morphologiques sont dues à deux gènes (*non liés*) : la proportion pour obtenir des génotypes Téosinte ou Maïs est égale **P x P**.

Nombre de gènes différents selon le modèle Mendélien

Si un seul gène différent, la Téosinte produit un seul type de gamète (T) ainsi que le Maïs (M).

Les hybrides F1 sont hétérozygotes, ils produisent les deux types de gamètes.

Echiquier de croisement F1 x F1 : pour obtenir la génération F2.

Gamètes de F1	M	T
T	T/M	T/T
M	M/M	T/M

La proportion P du génotype Téosinte ou Maïs = $\frac{1}{4}$

Si deux gènes différents : la proportion P du génotype Téosinte ou Maïs = $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$

Si trois gènes différents : la proportion P du génotype Téosinte ou Maïs = $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{64}$

Si quatre gènes différents : la proportion P du génotype Téosinte ou Maïs = $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{256}$

Si cinq gènes différents : la proportion P du génotype Téosinte ou Maïs = $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{1024}$

Si on confronte les résultats de Beadle en F2 : 1/500 présentent le phénotype des parents phénotypes Téosinte ou Maïs cela signifie qu'ils ont le génotype des parents donc **4 à 5 gènes sont responsables de la domestication du Maïs**.

Document 2 :

Ces résultats sont confirmés par les études à l'aide de marqueurs moléculaires, **il y a bien 5 régions du génome qui sont impliquées dans la domestication**, mais ces régions peuvent posséder plusieurs gènes liés.

2) L'origine de l'architecture du Maïs et de la Téosinte

Expliquez le rôle du gène tb1 sur l'architecture des plants du Maïs et son mode d'action

Document 3 :

Lorsque le gène tb1 est in-fonctionnel la plante possède des branches latérales comme la Téosinte mais uniquement avec des inflorescences mâles, alors que la Téosinte possède des inflorescences femelles sur les branches latérales avec une inflorescence mâle au sommet. Le Maïs possède des branches latérales très courtes au sommet desquelles se trouvent des inflorescences femelles.

Donc ce gène permet la formation d'inflorescences femelles sur les branches latérales et limite le développement de rameaux latéraux.

Les croisements : mutant x Téosinte et mutant x Maïs

En F1 : phénotypes respectivement de la Téosinte ou du Maïs donc les allèles de la Téosinte (tb1 téosinte) et du Maïs (tb1 Maïs) s'expriment et sont à l'origine du phénotype ils sont dominants.

En F2 : Les % = $\frac{3}{4}$ de phénotypes Téosinte ou Maïs et $\frac{1}{4}$ de mutants

Explication des résultats : échiquier de croisement F1 x F1 :

Gamètes	tb1	m
tb1	tb1/ tb1	m/ tb1
m	m/ tb1	m/m

L'architecture du Maïs et de la Téosinte est bien gouvernée par un gène appelé tb1.

Chez le Maïs la croissance des branches latérales et la formation des épis mâles au sommet est réprimée.

DOCUMENTS DE TRAVAIL – MAI 2012

Chez la Téosinte cette répression est moindre les branches latérales longues et l'inflorescence mâle au sommet sont maintenues, mais il n'y a pas formation d'inflorescences femelles.

Document 4 :

Comparer les séquences des protéines issues de la transcription puis de la traduction de quelques espèces de Maïs et de Téosinte à l'aide des séquences ci-dessous et du logiciel ANAGENE

Les séquences des protéines codées par le gène de la téosinte et de Maïs présentent de très fortes similitudes : au maximum 3 différences sur 132 aa

On observe aussi que la protéine tb1 de téosinte 4 a la même séquence que la protéine tb1 de Maïs 1.

Les différences phénotypes ne proviennent pas de la séquence d'aa de la protéine tb1.

Document 5 :

Dans l'épi femelle et dans le pédoncule, on observe que le % d'expression du gène tb1 est différent, pour le Maïs cette expression est plus grande (x2 dans l'épi femelle et par 1.5 dans le pédoncule). **Les différences d'architecture sont dues à des différences d'intensité d'expression de gènes communs.**

```
Anagène - Fenêtre Edition
;
; Type 0
;
;
TB1
; Teosinte 1
; Type 1
; Dec 0
; gene=tb1
; codon_start=3
; product=teosinte branched protein 1
; protein_id=AAK30105.1
; db_xref=GI:13560560
; translation=
DKETRAKARERARERTKEKHRMRWVKLASAIDVEAAAASGPSDRPSSNNLSHHSSLSMNMPCAAEE
LEERERCSSALSNRSAGRMQEITGASDVVLGFGNGGYGDGGGNYYCQEQWELGGVVFQQNSRFY
;-
Teosinte 2
; Type 1
; Dec 0
; gene=tb1
; codon_start=3
; product=teosinte branched protein 1
; protein_id=AAK30112.1
; db_xref=GI:13560574
; translation=
DKETRAKARERARERTKEKHRMRWVKLASAIDVEAAAASGPSDRPSSNNLSHHSSLSMNMPCAAEE
LEERERCSSALSNRSAGRMQEITGASDVVLGFGNGGYGDGGGNYYCQEQWELGGVVFQQNSRFY
;-
```

DOCUMENTS DE TRAVAIL – MAI 2012

Teosinte 3

```
; Type 1
; Dec 0
;/gene=tb1
;/codon_start=3
;/product=teosinte branched protein 1
;/protein_id=AAK30107.1
;/db_xref=GI:13560564
;/translation=
```

```
DKETRAKARERARERTKEKHRMRWVKLASAIDVEAAAASGPSDRPSSNNLGHSSLSMNMPCAAAE
LEERERCSSALSNRSAGRMQEITGASDVVLGFGNGGGYGDGGGNYYCQEQWELGGVVFQQNSRFY
```

;-

Teosinte 4

```
; Type 1
; Dec 0
;/gene="tb1"
;/codon_start=3
;/product="teosinte branched protein 1"
;/protein_id="AAK30109.1"
;/db_xref="GI:13560568"
;/translation=
```

```
DKETRAKARERARERTKEKHRMRWVKLASAIDVEAAAASGPSDRPSSNNLSHHSSLSMNMPCAAAE
LEERERCSSALSNRSAGRMQEITGASDVVLGFGNGGGGYGDGGGNYYCQEQWELGGVVFQQNSR
FY
```

;-

Maïs 1

```
; Type 1
; Dec 0
;/gene="tb1"
;/codon_start=3
;/product="teosinte branched protein 1"
;/protein_id="AAK30124.1"
;/db_xref="GI:13560598"
;/translation=
```

```
DKETRAKARERARERTKEKHRMRWVKLASAIDVEAAAASGPSDRPSSNNLSHHSSLSMNMPCAAAE
LEERERCSSALSNRSAGRMQEITGASDVVLGFGNGGGGYGDGGGNYYCQEQWELGGVVFQQNSR
FY
```

; Maïs 2

```
; Type 1
; Dec 0
;/gene="tb1"
;/codon_start=3
;/product="teosinte branched protein 1"
;/protein_id="AAK30117.1"
;/db_xref="GI:13560584"
;/translation=
```

```
DKETRAKARERARERTKEKHRMRWVKLASAIDVEAAAASVPSDRPSSNNLSHHSSLSMNMPCAAAE
LEERERCSSALSNRSAGRMQEITGASDVVLGFGNGGGYGDGGGNYYCQEQWELGGVVFQQNSRFY
```

;-

Maïs 3

```
; Type 1
; Dec 0
;/gene="tb1"
;/codon_start=3
;/product="teosinte branched protein 1"
;/protein_id="AAK30121.1"
;/db_xref="GI:13560592"
;/translation=
```

```
DKETRAKARERARERTKEKHRMRWVKLASAIDVEAAAASGPSDRPSSNNLSHHSSLSMNMPCAAAE
LEERERCSSALSNRSAGRMQEITGASDVVLGFGNGGGGYGDGGGNYYCQEQWELGGVVFQQNSR
FY
```

DOCUMENTS DE TRAVAIL – MAI 2012

Maïs 4

```
; Type 1
; Dec 0
;/gene="tb1"
;/codon_start=3
;/product="teosinte branched protein 1"
;/protein_id="AAK30122.1"
;/db_xref="GI:13560594"
;/translation=
```

DKETRAKARERARERTKEKHRMRWVKLASAIDVEAAAASGPSDRPSSNNLSHHSSLSMNMPCAAAE
LEERERCSSALSNRSAGRMQEITGASDVVLGFGNGGGYGDGGGNYYCQEQWELGGVVFQQNSRFY

Maïs 5

```
; Type 1
; Dec 0
;/gene="tb1"
;/codon_start=3
;/product="teosinte branched protein 1"
;/protein_id="AAK30115.1"
;/db_xref="GI:13560580"
;/translation=
```

DKETRAKARERARERTKEKHRMRWVKLASAIDVEAAAASGPSDRPSSNNLSHHSSLSMNMPCAAAE
LEERERCSSALSNRSAGRMQEITGASDVVLGFGNGGGYGDGGGNYYCQEQWELGGVVFQQNSR
FY