

L'épi est polystique : ses quelque 300 grains sont organisés en plusieurs rangées. Les grains ne peuvent se désarticuler et sont enchâssés par deux dans des cupules très réduites qui les laissent à nu – des désavantages pour une plante sauvage, mais des avantages pour le cultivateur...

EN CHIFFRES

5 000

C'est le nombre de plantes de deuxième génération que George Beadle et Paul Mangelsdorf ont chacun produites en 1939 par croisements de maïs et de téosinte.

85 %

du génome de la lignée pure de maïs B73 est constitué de transposons, c'est-à-dire d'éléments mobiles qui s'y sont insérés. Ce génome de $2,3 \times 10^9$ bases compte environ 32 000 gènes codants.

7

C'est le nombre de taxons qui décrivent aujourd'hui ce que l'on appelait téosinte. Trois sont des sous-espèces de *Zea mays* (les sous-espèces *parviglumis*, *mexicana* et *huehuetenangensis*) ; quatre sont des espèces à part entière du genre *Zea* (*Zea luxurians*, *Zea nicaraguensis*, *Zea diploperennis* et *Zea perennis*).



Maïs moderne

Le maïs comporte une haute tige unique arborant à son sommet une panicule mâle. Une ou deux très courtes branches sont terminées par de gros épis femelles pourvus de nombreux grains.

américain Sereno Watson comme une nouvelle espèce. C'est une surprise de taille, car téosinte et maïs paraissent bien différents, tant dans leur structure que dans les caractères de leurs épis (voir la figure ci-dessus).

ACTE II. OÙ L'ON EXPLORE LES CHROMOSOMES

La découverte de cette interfertilité survient quelques années avant la « redécouverte », en 1901, des lois de Mendel sur l'hérédité. Les généticiens commencent alors à explorer le matériel héréditaire de divers organismes en utilisant des

mutants trouvés dans la nature. Parmi eux, Rollins Emerson, de l'université Cornell, aux États-Unis, s'intéresse au maïs. Il s'entoure de plusieurs étudiants, dont deux au nom désormais célèbre, George Beadle et Barbara McClintock.

Beadle, Prix Nobel 1958, est surtout connu pour ses travaux de génétique des mutants métaboliques du champignon *Neurospora crassa*. Avec Edward Tatum, il proposa, en 1941, l'hypothèse simplificatrice « un gène – une enzyme », étape qui se révéla indispensable pour approcher le fonctionnement du gène. McClintock, Prix Nobel 1983, est la cytogénéticienne de génie qui, en 1950, fut la première à détecter dans le génome l'existence d'éléments mobiles, appelés « gènes sauteurs » et aujourd'hui transposons.

En 1932, Emerson et Beadle arrivent à la conclusion que, suivant leur garniture chromosomique, il existe plusieurs formes de téosinte, dont les hybrides avec le maïs ont plus ou moins de succès reproducteur. Les hybrides maïs-téosinte mexicaine du type Chalco sont parfaitement fertiles, et la disposition des gènes sur les chromosomes est identique chez les deux espèces. Ils en déduisent que la



Retrouvez les Chroniques de l'évolution sur www.pourlascience.fr

▼ téosinte Chalco et le maïs sont une seule et même espèce et, en 1939, proposent cette solution pour l'origine du maïs. Mais ce n'est pas aussi simple, comme nous allons le voir. En 1972, d'ailleurs, ces deux plantes seront classées comme des sous-espèces (ssp.) différentes, respectivement *Zea mays* ssp. *mexicana* et *Zea mays* ssp. *mays*.

ACTE III. L'ÉNIGME DES CINQ GÈNES

Paul Mangelsdorf, un agronome très en vue aux États-Unis, travaillant à la station agronomique expérimentale du Texas, s'intéresse également aux hybrides téosinte-maïs. Comme Beadle, il mène des croisements jusqu'à obtenir des F₂, c'est-à-dire des plantes de deuxième génération. Indépendamment, en 1939, les deux généticiens arrivent au même résultat : 2 individus sur 500 présentent un retour vers l'une des deux plantes parentales, à savoir le maïs ou la téosinte. Les lois de Mendel leur font postuler l'existence de quatre ou cinq « gènes » majeurs. Mêmes résultats maïs, comme nous allons le voir, leurs interprétations sont complètement différentes !

Mangelsdorf est prisonnier d'une vision darwinienne orthodoxe, celle popularisée par le biologiste britannique Ronald Fischer : l'évolution procède par accumulation graduelle de petites modifications héréditaires (mutations), dûment sélectionnées. Il lui semble donc impossible d'imaginer que l'évolution de seulement cinq gènes puisse suffire à expliquer la domestication du maïs, avec des changements si profonds de l'aspect des plantes obtenus en si peu de temps.

Il propose alors l'« hypothèse tripartite » suivante : les cinq gènes sont, en réalité, cinq groupes de gènes qui ont évolué lentement. Cette évolution ne se serait pas réalisée à partir de la téosinte, mais d'un maïs sauvage, actuellement disparu. Or cette hypothèse amène une nouvelle question : d'où vient la téosinte ? Celle-ci serait d'origine hybride, le descendant d'un croisement entre cet hypothétique maïs sauvage et une autre plante, *Tripsacum dactyloides*, qui, elle aussi, peut s'hybrider avec le maïs. Enfin, la principale source de la diversité existante dans les variétés modernes de maïs aurait été une « infection » par ce *Tripsacum*...

Curieuse démarche, qui consiste à proposer une hypothèse indémontrable pour remplacer le problème de l'origine d'une plante cultivée (le maïs) par celui d'une plante sauvage (la téosinte) !



Une seule variété de maïs, *Zea mays* ssp. *mays* var. *everta*, est capable de produire du pop-corn. Mais la téosinte aussi...

Pourtant, ce sera longtemps l'hypothèse la plus populaire.

De son côté, Beadle n'a aucun carcan conceptuel. Il se tient au courant des résultats récents en génétique, et en particulier ceux du théoricien américain Sewall Wright, qui démontre mathématiquement qu'une évolution rapide peut se réaliser, à condition qu'il y ait, au départ, autonomie d'une très petite population – ce qu'on appelle un goulot d'étranglement.

Beadle se forge donc un tout autre scénario : les agriculteurs ont utilisé une petite population de téosinte à partir de plants judicieusement triés dans la nature, puis l'ont mise sous forte sélection – la domestication. Or les principaux caractères phénotypiques différenciant téosinte et maïs sont au nombre de cinq : une enveloppe – la cupule – qui entoure les grains ou non ; un ou deux grains par cupule ; désarticulation de l'épi ou non ; deux ou de nombreux rangs de grains par épi ; longues branches axillaires ou non.

Beadle postule alors que chacun de ces traits est sous la dépendance d'un des gènes mis en évidence par l'étude des plantes F₂ (de deuxième génération). Cette hypothèse, qu'on peut résumer par « un gène – un caractère », est vraisemblablement la première phase du raisonnement qui, plus tard, le conduira à la maxime « un gène – une enzyme », quand il comprendra que chacun des mutants

métaboliques de *Neurospora crassa* présente la déficience d'une enzyme.

ACTE IV. LA TÉNACITÉ DE JOHN DOEBLEY

L'énigme des cinq gènes reste plusieurs dizaines d'années sans réponse, mais n'est pas oubliée pour autant. Le généticien John Doebley, de l'université du Wisconsin, est dans la continuité intellectuelle de Beadle. Dans les années 1990, son laboratoire utilise les techniques et concepts les plus modernes pour trancher entre l'« hypothèse téosinte » de Beadle et l'« hypothèse tripartite » de Mangelsdorf. Tout d'abord, en analysant les propriétés physiques des protéines de différents plants de téosinte, il démontre qu'il existe une grande variété de téosintes, dont certaines sont actuellement répertoriées comme sous-espèces de *Zea mays*.

Par cette approche protéique, le maïs est pratiquement indistinguishable d'une téosinte mexicaine appelée « Balsas », *Zea mays* ssp. *parviglumis*. Les protéines sont quasi identiques, mais les plantes sont très différentes ! Cela signifie que les gènes sont structurellement les mêmes, mais que leurs expressions diffèrent.

Des études menées en 2002, fondées sur la diversité de séquences répétées d'ADN dans le génome – dites microsatellites – confirmeront cette proximité et ajouteront deux informations majeures.