



PRODUIRE ET SÉLECTIONNER SES SEMENCES DE MAÏS

RETOURS D'EXPÉRIENCES ET ÉTUDE DE QUELQUES MODALITÉS POUR LE PAYSAN-SÉLECTIONNEUR

Depuis plus de 20 ans, la Maison de la Semence Paysanne d'Agrobio Périgord oeuvre pour le maintien et le développement de la biodiversité cultivée en conservant, multipliant et sélectionnant des variétés de céréales, d'oléagineux et de potagères appelées paysannes ou population.

C'est d'abord avec le maïs (*Zea mays*) que débutèrent les travaux de collecte et de multiplication des variétés. Cet article retrace une brève rétrospective des expériences menées au sein des fermes et un état des lieux des savoir et savoir-faire utiles au paysan-sélectionneur.

Qu'est-ce que le maïs population ou maïs pop' ?

Le maïs population, également connu sous le nom de maïs paysan ou de ferme, est une variété de maïs caractérisée par sa diversité génétique naturelle. De part des décennies de culture et de sélection, il est connu pour sa capacité à s'adapter aux conditions locales. Contrairement aux variétés de maïs hybrides F1 issues du croisement de 2 lignées « pures », sélectionnées pour leurs résultats stables dans des conditions de productions optimales, le maïs population est issu de semences reproductibles permettant à l'agriculteur de gagner en autonomie semencière. Cette variabilité génétique, comme peut l'être une population d'individus où chaque individu est unique, lui permet de s'adapter aux variations climatiques et de répondre à des besoins alimentaires variés. Ces maïs constituent autant de solutions et de promesses vis-à-vis des enjeux de l'agriculture de demain qu'il y a de diversité dans leurs populations, à condition de bien les connaître.



De l'importance de la sélection paysanne...

Dans ce vaste travail mené en France sur les semences population, la sélection paysanne du maïs pop' tient une place importante. Les enjeux de la sélection paysanne traduisent une volonté de se réappropriier des connaissances et des savoir-faire sur la génétique végétale et d'avoir la liberté

de choisir les caractéristiques variétales qui conviennent au système de production et de valorisation de chacun. Cela permet aussi aux paysans de gagner en autonomie en maîtrisant l'origine et la production de leurs semences, notamment pour les cultures certifiées en agriculture biologique. Cette sélection paysanne peut prendre des formes variées et elle se définit surtout par la diversité des pratiques qui gravitent autour de cette notion.

La plupart du temps on considère qu'il y a sélection paysanne lorsque l'agriculteur exerce un choix, chaque année, sur les individus de sa population. Les grains choisis constitueront la semence de l'année suivante. C'est la sélection massale récurrente. Il existe d'autres formes de sélections paysannes qui sont moins répandues (par exemple, la sélection dirigée). Un des objectifs principal de la sélection massale est d'améliorer génétiquement les propriétés agronomiques de la variété (rendement, précocité, taux de protéines, tenue de tige, résistance aux maladies, à la sécheresse, etc.).

La sélection paysanne, qui a pour but le choix de certains individus au champ, est différente pour chaque agriculteur ; avec des objectifs de sélection plus ou moins formalisés, des critères de sélection plus ou moins définis et justifiés.

...A la génétique quantitative

Pendant plusieurs années des travaux ont été menés pour observer ou non un effet de la sélection sur des caractéristiques quantifiables du maïs (hauteur d'insertion de l'épi, poids épis, nombre de rangs, taux de protéine, etc.). C'est alors qu'en 2020, une réflexion est initiée sur la problématique suivante : quelle(s) modalité(s) de sélection puis-je utiliser pour avoir une différence significative entre une parcelle non-sélectionnée et une parcelle sélectionnée ?

La génétique quantitative, une discipline scientifique qui fait son essor dans les années 1920 et qui se situe à la croisée entre la génétique, les probabilités et les statistiques, a été plutôt utilisée par les sélectionneurs industriels ou indépendants mais très marginalement par les collectifs français travaillant sur la sélection du maïs population.



Bien que peu mobilisé par les collectifs eux-mêmes, les chercheurs qui ont travaillé avec les collectifs au fil des différents programmes de recherche participative, utilisent la génétique quantitative comme cadre théorique dans leurs publications scientifiques.

La théorie de la génétique quantitative s'applique uniquement aux caractères quantitatifs du vivant, c'est-à-dire tout ce qui peut se mesurer et se dénombrer (poids, taille, nombre de grains, surfaces foliaires, taux de protéines, etc.) et s'articule autour d'une équation simple appelée « l'équation du sélectionneur » qui mobilise trois concepts clefs ci-dessous :

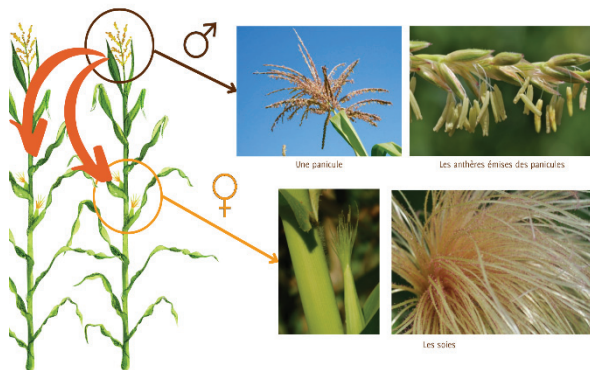
- Différentiel de sélection
- Réponse à la sélection
- Equation du sélectionneur

Retrouvez les définitions de ces trois concepts sur le site internet d'AgroBio Périgord aux pages 51 et 52 du document en ligne : « [cultivons Une Biodiversité Innovante et Collective en NOUVELLE-AQUITAINE](#) »

LES FLORAISONS DU MAÏS

Le maïs est une plante allogame et monoïque qui présente une fleur mâle en haut de la plante, la panicule, et une fleur femelle au milieu de la plante, les soies. La fécondation des soies par le pollen a lieu entre les différents pieds, c'est l'allogamie. La fleur mâle du maïs émet le pollen avant que les soies soient émises, c'est la protandrie.

D'une variété population à une autre, l'intervalle entre les floraisons mâle et femelle varie. On calcule cet intervalle, l'ASI (Anthesis Silking Intervall), en faisant la différence entre la date où 50 % des soies sont sorties et la date où 50% des panicules ont émis leur pollen.



Maïs pop' et changement climatique

Les agriculteurs de Dordogne ont remarqué que les conditions stressantes estivales provoquaient des pieds sans épis et donc une baisse du rendement. Comme la plante maïs est monoïque et allogame (voir encadré), le problème vient de la fécondation des fleurs femelles par les fleurs mâles. Avec le changement climatique, le stress exercé sur les maïs (notamment conduits en sec) va augmenter (températures élevées et déficit hydrique). Des travaux ont donc été menés sur la protandrie¹ (émission des pollens par les fleurs mâles avant que la fleur femelle – soies- soit mûre), pour comprendre les dynamiques de floraison des maïs pop'. Des chercheurs mexicains en 1996² ont étudié pour plus d'une cinquantaine de variétés population la relation entre protandrie, rendement grain et nombre d'épis. Il ressort de leur étude que (i) plus la protandrie augmente (écart entre les floraisons mâles et femelles) plus le nombre d'épis et de grains diminue par pied et (ii) plus une culture était en condition stressante (stress hydrique ou thermique, densité et enherbement) plus la protandrie augmente.

En Dordogne, des tests au champ ont été réalisés en 2021 et 2022 sur une quarantaine de variétés de maïs pop', pour tester l'impact du stress hydrique sur les rendements des plateformes d'expérimentation. Pour chaque variété, le relevé des dates de floraison mâle et femelle a permis de tracer leur dynamique de floraison. Ces travaux ont confirmé que le stress hydrique augmente la protandrie et de décrire cet effet en fonction des variétés.

Ainsi la protandrie semble un indice clé pour lutter contre des situations de stress hydrique. Maintenant, il convient de réfléchir aux méthodes de sélection que l'agriculteur peut employer pour réduire la protandrie.

Protocoles de sélection sur les floraisons

Dans les variétés population de maïs étudiées en Dordogne, nous avons remarqué que les fleurs femelles tardives sont souvent stériles et que le stress hydrique augmente le décalage entre l'émission des pollens et l'émission des soies. Comme les caractères floraux sont plutôt héréditaires, il est intéressant de travailler une sélection sur les floraisons.

En 2022, un protocole de sélection sur les floraisons a été imaginé pour répondre aux objectifs suivants :

- Diminuer l'intervalle de floraison mâle-femelle à l'échelle de la population de maïs
- Tester la faisabilité d'un protocole de sélection négative chez des agriculteurs
- Avoir des informations sur le rapport temps passé/efficacité de la sélection afin que chaque paysan puisse trouver le meilleur compromis sur sa ferme dans le cas de la mise en place d'une sélection négative.

(1) Phénomène de maturité sexuelle dans les plantes. Pour une plante maïs, la fleur mâle émet des pollens avant que la fleur femelle (soies) soit mûre.

(2) J. Bolaños, G. O Edmeades, The importance of the anthesis-silking interval in breeding for drought tolerance in tropical maize, Field Crops Research (1996) 65-80, p.71



Les 4 pratiques de sélection qui ont été testées sont :

- Épuration : réalisée avant le début des floraisons, l'objectif est de supprimer tous les pieds « peu prometteurs », c'est-à-dire chétifs, trop proches des autres pieds, les thalles...
- Castration des pieds mâles précoces : lorsque 33 % des pieds sont fleuris mâles (panicules mâles sorties avec au moins une anthère³ libérée), les pieds fleuris mâles sont castrés.
- Destruction des pieds femelles tardifs : lorsque 66 % des pieds sont fleuris femelles (soies sorties), on détruit tous les pieds non fleuris.
- Sélection positive : à la récolte, une sélection positive sera réalisée sur les deux zones A et B des protocoles. 100 épis seront prélevés aléatoirement et les plus gros constitueront les jauges. Dans le champ, chaque personne participant à la sélection prélèvera les épis similaires à la jauge qui constitueront la semence de l'année suivante.

Les différentes combinaisons de modalités à étudier sont recensées dans le tableau suivant :

Situation de sélection	Épuration	Castration des pieds mâles précoces	Destruction des pieds femelles tardifs	Sélection positive
B	OUI	NON	OUI	NON
A	OUI	OUI	OUI	NON
Te	NON	NON	NON	NON
B +	OUI	NON	OUI	OUI
A +	OUI	OUI	OUI	OUI

Le bilan de temps passé aux différentes interventions souligne le temps nécessaire important à la réalisation des différentes étapes de sélection négative (bilan pour les sélections A et B). On constate alors que la castration réalisée dans la sélection A, double le temps alloué à la sélection par rapport à la sélection B. Les récoltes par sélections positives (A+ et B+), qui sont réalisées à la main et non pas à la moissonneuse-batteuse sur les mêmes zones que A et B, augmentent grandement le temps alloué à la sélection.

Suite à la première année de sélection menée en 2022, seuls les différentiels de sélection créés en ce qui concerne le poids moyen par épi sont calculables.

Situation de sélection	Poids moyen par épi (g)	Différentiel de sélection relatif créé (%)
Témoin	118	+0 %
A	126	+7 %
A +	187	+58 %
B	130	+10 %
B +	198	+67 %

Le différentiel de sélection créé sur le poids moyen d'un épi est relativement faible pour les sélections A et B en comparaison au lot témoin. Cependant, celui-ci est beaucoup plus important lorsque la sélection positive est réalisée après les sélections A et B.

Discussion et résultats à consolider

Bien que les résultats ne soient pas toujours significatifs, la castration des pieds mâles précoces semble avoir un effet contre-productif sur certains critères d'intérêt comme le nombre d'épis par pied et la proportion de pieds sans épi. Ces premières pistes de résultats seront à questionner au regard des résultats concernant les dynamiques de floraisons des populations. En effet, l'objectif premier des protocoles est de diminuer l'intervalle de floraisons mâle-femelle et il n'est pour le moment pas possible de connaître l'effet des sélections sur cet intervalle (analyse des données en cours et nécessité de répéter sur plusieurs années)

Cette année, nous avons répété les modalités de sélection réalisées en 2022 en semant les graines récupérées sur les lignes de suivi (A, B, T, A+ et B+). Les mesures post-récoltes nous permettront de calculer la réponse à la sélection R sur les critères épis mais aussi sur la protandrie. Ce protocole qui sera reconduit encore une année nous permettra d'affiner les outils de sélection en mesurant la réponse à la sélection selon les modalités de sélection tout en travaillant sur la production et l'amélioration d'une variété.

Rédigé par

Geoffroy ESTINGOY,
AgroBio Périgord

biodiversite@agrobioperigord.fr

Avec la collaboration

d'Alexandre TRICHEUR (Bio Nouvelle-Aquitaine) et Laura DUPUY (Chambre d'agriculture de la Dordogne)

(3) La panicule est constituée d'une multitude d'épillets regroupant deux glumes (sorte de petite feuille) et deux fleurs mâles. Chaque fleur mâle possède 3 "sacs de pollens" que l'on nomme les anthères. Au moment de la floraison, les épillets s'ouvrent et laissent pendre les anthères qui libèrent alors le pollen dans l'atmosphère.