

Mais

3 Le travail de sélection porte ses fruits jusqu'au champ

En maïs, les progrès génétiques ont porté sur la précocité, le rendement et sa régularité, la tenue de tige ainsi que sur la valeur énergétique en maïs fourrage, critères cibles des sélectionneurs. Le renouvellement rapide des variétés participe au transfert des efforts de sélection au champ.

En maïs, le progrès génétique en rendement apporté par les variétés successivement inscrites et cultivées est élevé et continu. Les estimations réalisées à partir des essais effectués en post-inscription situent ce progrès génétique à une moyenne d'1,2 q/ha/an entre 1986 et 2011, cela à précocités comparables (*tableau 1*). Cette pente correspond à peu près à celle du rendement moyen historique. De petites différences existent toutefois entre groupes de précocité (1). Les variétés très précoces, précoces et demi précoces C1 progressent ainsi plus vite que les plus tardives. Ces estimations sont comparables à celles établies dans des essais spécifiques réalisés avec l'INRA dans les années 1980. Ils ont consisté à expérimenter durant trois ans des variétés ayant marqué l'histoire du maïs en France dans la période 1950 à 1985. Différentes précocités ont été testées sur un ensemble de sites différenciés en matière de potentiel de rendement. La pente moyenne obtenue est de 0,8 q/ha/an pour des moyennes de rendement de 80 q/ha. En valeur relative, elle est donc similaire aux estimations effectuées sur des variétés plus récentes. Ce qui confirme que les progrès se sont maintenus au même rythme.

Des améliorations sur beaucoup caractères

Ces progrès sur le rendement ont été concomitants de ceux réalisés sur la tenue de tige. La première a été améliorée avec un gain annuel

de 0,2 % (pente des moyennes ajustées de la base de données d'essais). En grain, les gains les plus significatifs ont été obtenus dans les années 1950 à 1995, avec durant les deux dernières décades un maintien des niveaux des qualités de tige et d'ancrage.

Concernant la vigueur au départ, critère qui peut dépendre aussi de la production des semences, peu de différences sont constatées entre

les variétés des années 2010 et 1986, avec néanmoins une tendance positive pour les maïs proposés en fourrage. Vis-à-vis des maladies, le recul de la sensibilité au charbon commun est très net. La sélection est plus récente en ce qui concerne l'helminthosporiose, endémique au sud de l'Aquitaine, en Alsace et au sud du Finistère. Il existe toutefois une variabilité qui permet aux producteurs d'utiliser des variétés



L'inscription des nouvelles variétés de maïs sur le catalogue officiel français repose sur un nombre de critères limités mais essentiels.

assez tolérantes. Même chose pour la fusariose des épis, causée par *F. graminearum*.

Des synergies entre caractères

Déterminante, la diminution de la sensibilité à la verse a permis jusque vers le milieu des années 1990 d'accroître les densités ainsi que l'aptitude à la compétition entre plantes. Ce qui a largement participé aux progrès de rusticité, en augmentant la concurrence entre plantes vis-à-vis de la lumière, l'eau et les éléments minéraux. De fait, les expérimentations menées par l'INRA (2) à la fin des années 1980 ont montré que les écarts entre les variétés modernes et anciennes étaient plus forts dans les rendements moyens que dans ceux plus élevés. De nombreuses publications américaines le démontrent aussi. Des essais plus récents de l'INRA de Montpellier indiquent pour leur part que le progrès génétique en rendement est similaire en conduite irriguée ou en sec. En sélectionnant sur le rendement à densités de culture assez élevées et en milieux à potentiels variés, les obtenteurs ont favorisé les variétés plus tolérantes aux stress hydriques. Les traits qui participent à une plus grande tolérance à la sécheresse servent à l'expression du rendement. Des co-localisations génétiques sont d'ailleurs régulièrement trouvées.

La diminution de la sensibilité à la verse a permis jusque vers le milieu des années 1990 d'accroître les densités ainsi que l'aptitude à la compétition entre plantes.

Un renouvellement rapide des témoins

Le maïs grain étant peu concerné par les maladies et la qualité technologique du grain, le nombre de critères pris en compte pour l'inscription est plus faible que pour un grand nombre d'espèces. Les comparaisons sont réalisées par groupe de précocité (7 en grains,

Rendement : un progrès moyen de 1,2 q/ha/an

Type	Groupe	Gain de rendement q/ha/an ou t/ha/an	
		données essais historiques	ajouts de variétés (1)
Grain période 1986 à 2011	Très précoce	1,35	1,3 à 1,6
	Précoce	1,36	1,0 à 1,25
	½ Précoce C1	1,25	1,0 à 1,35
	½ Précoce C2	1,05	0,7
	½ Tardif	1,05	0,7 à 1,3
	Tardif	1,22	0,6 à 1,0
Fourrage période 1993 à 2011	Très précoce	0,16	0,1 à 0,15
	Précoce	0,15	0,15 à 0,17
	½ Précoce	0,12	0,13

(1) ajout de une à trois variétés des années 1990 dans les essais de 2008 à 2011

Tableau 1 : Estimations du progrès génétique du maïs en France entre 1986 et 2011 réalisées avec des modèles statistiques tenant compte de l'effet année et à partir de la base des données historiques des essais variétés de post-inscription (1986 à 2011).

La diversité génétique du maïs, plante qui a beaucoup voyagé, est importante.

© ARVALIS-Institut du végétal

Des progrès réguliers en maïs fourrage

Comme en grain, les progrès de rendement en maïs fourrage sont soutenus avec une moyenne de 0,15 t/ha/an. En tenue de tige, le maximum semble être atteint depuis le début des années 2000. La concentration en valeur énergétique (exprimée en UFL, Unités fourragères lait), recherchée pour l'alimentation des vaches laitières est prise en compte dans les critères d'inscription et d'évaluation des variétés de maïs fourrage depuis 1996-1998. Elle a fait l'objet d'amélioration, avec un gain de 0,01 point sur 20 ans. La digestibilité a progressé, alors les teneurs en MAT (matière azotée totale) se sont érodées.





© ASPM/CFE

3 en fourrage) dans des milieux et des itinéraires techniques représentatifs, dans la mesure où ne sont pas créés de biais ou de risque d'échec dans les essais.

Chacun des critères agronomiques a la particularité de pouvoir être éliminatoire. Il n'existe pas de bonus. Une variété qui se révèle trop tardive dans son groupe de dépôt ne peut y être inscrite. La précocité est un critère important en maïs puisqu'elle définit les possibilités d'atteindre la maturité dans un milieu donné. Elle contribue donc au rendement et à sa régularité, ainsi qu'au coût de séchage en grain, à la valeur énergétique et à l'ingestibilité en fourrage. Toutefois, la corrélation négative entre le rendement et la précocité à la maturité est prise en compte pour estimer des rendements pondérés comparés aux deux meilleurs témoins. Renouvelées rapidement, ces variétés de référence sont choisies selon leur représentativité et leurs performances agronomiques. Attention, les règles évoluent : aujourd'hui, les précocités sont évaluées à des humidités plus faibles afin de tenir compte des décalages de stades liés au changement climatique. Davantage d'essais sont par ailleurs réalisés sous contrainte hydrique.

Un renouvellement variétal rapide

Si le transfert du progrès génétique est efficace, c'est en partie en raison

Hybridation et précocité : deux clés historiques

Le maïs s'est adapté à différents climats au cours de sa grande expansion géographique. Il existe donc une importante biodiversité de pools génétiques et de caractères d'adaptation. Plusieurs événements ont marqué l'histoire de la sélection en maïs en France :

- **L'arrivée des hybrides dans les années 50** : les sélectionneurs se sont rendu compte que le résultat du croisement de deux lignées entre elles était supérieur à leur moyenne. C'est l'hétérosis. Les populations de pays ont donc rapidement laissé la place aux hybrides.
- **La création de variétés précoces** : mises au point dans les années 60 et 70 par l'INRA, elles résultent du croisement avec des lignées cornées. En plus de leur cycle court, celles-ci ont apporté de la tolérance aux températures basses. La sélection de variétés très précoces et précoces a permis la culture du maïs dans des régions plus froides du nord de la France et le développement du maïs fourrage dans les zones d'élevage.
- **L'amélioration de la tenue de tige** : c'est aussi un levier dans la progression des rendements.

L'hybridation entre variétés cornées, plus résistantes, et dentées, excellentes en rendement, est à l'origine de l'expansion de la culture, au moins en Europe.

du bon renouvellement variétal dans les exploitations agricoles. Les variétés de maïs étant des hybrides, les producteurs doivent se fournir en semences.

Comme pour les autres cultures, les attentes vis-à-vis du progrès génétiques sont fortes : elles portent sur l'amélioration du comportement de la plante sous stress climatiques et sur une meilleure réponse à la diversité des environnements et des conduites de culture. Depuis le début des années 2000 en particulier, les sélectionneurs cherchent donc à

Si le transfert du progrès génétique est efficace, c'est en partie en raison du bon renouvellement variétal dans les exploitations agricoles.

améliorer la valorisation de l'eau par la plante ainsi que la tolérance au stress hydrique.

Ils travaillent aussi sur l'helminthosporiose et la fusariose des épis.

L'amélioration de l'efficacité de l'azote est également un sujet de préoccupation, un peu plus récent, de

même que la tolérance au froid avec l'avancement des dates de semis. Si les objectifs sont atteints en matière de précocité et de tenue de tige, en grande partie pour ce qui concerne l'UFL (*encadré 1*), les sélectionneurs continuent bien sûr de cibler le rendement ou la tolérance aux ravageurs, travail au long cours. Le maïs garde encore en réserve du potentiel du fait de sa grande diversité acquise en s'adaptant à de nombreux environnements et dont la valorisation se poursuit, de l'effet hétérosis, des avancées dans les biotechnologies et des investissements de sélection. ■

(1) Un groupe de précocité est défini par des bornes correspondant à des fourchettes de teneurs en eau ou matière sèche calées sur des classes de besoins en températures.
(2) Derieux et collaborateurs, 1987, essais sur le progrès génétique.

Josiane Lorgeou
j.lorgeou@arvalisinstitutduvegetal.fr
ARVALIS-Institut du végétal
Valérie Noël
v.noel@perspectives-agricoles.com