

02

Présentation des résultats

Comment sont évalués les maïs après l'inscription

Pour évaluer et comparer les nouvelles variétés de maïs des 7 groupes de précocité de maïs grain et des 3 groupes en maïs fourrage, près de 320 essais dits de "post-inscription" ARVALIS-Institut du végétal et SEPRONA sont réalisés chaque année en France. Après un rappel des spécificités du fonctionnement de l'expérimentation, des critères et des variétés étudiés, les résultats sur les principales caractéristiques agronomiques de choix des variétés sont présentés.

Dans le cadre de sa mission d'évaluation de l'innovation technologique et génétique relative aux grandes cultures, ARVALIS - Institut du végétal étudie et compare les nouvelles variétés de maïs susceptibles d'être cultivées en France. L'objectif est de fournir aux agriculteurs et aux structures du développement agricole toutes les informations utiles pour des choix appropriés.

Le dispositif d'acquisition de références comporte plusieurs types d'expérimenta-

tion qui permettent de qualifier les variétés sur leur productivité, régularité de rendement, précocité, tenue de tige, valeur alimentaire en fourrage et tolérance aux principales maladies. Le réseau de Post-Inscription y occupe une place importante, tant par son nombre d'essais que par sa couverture géographique et son caractère partenarial.

Organisé et géré par ARVALIS - Institut du végétal, l'expérimentation est réalisée en collaboration avec les obtenteurs et les acteurs du conseil et du marché de l'agrofour-niture. L'expérimentation s'insère, en aval des épreuves d'inscription au journal officiel français (voire au catalogue européen après des épreuves probatoires), dans un processus continu d'évaluation des



Josiane Lorgeou, Bruno Martin et Pierre Peries

j.lorgeou@arvalisinstitutduvégétal.fr

ARVALIS - Institut du végétal

aluées les variétés scription



variétés entre leur création et leur adoption par les agriculteurs.

Un renouvellement rapide des variétés

Le poids économique du maïs (3,3 millions d'hectares, dont près de 50 % récoltés en fourrage et environ 15,5 millions de tonnes de grain collecté), combiné à la technicité des agriculteurs et des opérateurs de l'agrofourniture dynamisent le marché français des semences. La grande diversité climatique des zones de culture se traduit par une offre de variétés qui couvre 7 groupes de précocité en maïs grain et 3 en maïs fourrage. Cette large gamme de précocité correspond à des disponibilités en unités chaleur en base 6 °C qui s'échelonnent de 1 450 à 2 300 degrés-jours, soient des indices FAO de 150 à 650.

Au cours de ces 40 dernières années, le progrès génétique en maïs a fait ses preuves. En permettant la culture du maïs dans des zones froides, le développement des variétés précoces a largement participé à l'évolution des performances des systèmes fourragers des productions animales. Le renouvellement des variétés a contribué à près de 2/3 des augmentations du rendement

national moyen avec un gain estimé à 1 % de rendement par hectare et par an. Chaque année, c'est environ 250 nouveaux hybrides, issus de nombreuses étapes de recherche et sélection, qui sont présentés par 15 obtenteurs privés aux épreuves d'inscription du CTPS ⁽¹⁾. Les tests de valeur agronomique et technologique (VAT) et d'études du matériel génétique (Distinction, Homogénéité et Stabilité) réalisés par le GEVES ⁽²⁾ permettent d'identifier et de commercialiser les variétés qui apportent un progrès. 70 à 100 nouveautés sont inscrites par an pour la culture de maïs grain très précoce à très tardif et de maïs fourrage très précoce à demi-précoce, ainsi que pour des utilisations spéciales, telles que les maïs waxy ou maïs blanc. L'acquisition des données de valeur agronomique du CTPS est effectuée au cours de deux années successives dans une douzaine de lieux par groupe de précocité et par destination (grain, fourrage, maïs spéciaux). La finalité des réseaux d'expérimentation, organisés en aval de ces épreuves, est de confirmer les performances des variétés les plus intéressantes pour les agriculteurs.

Ces expérimentations sont menées durant une à trois années complémentaires, dans

Comment sont menés les essais ?

Le fonctionnement et les protocoles agronomiques des essais de Post-Inscription sont rassemblés dans un document. Ce Vademecum précise les méthodes de travail relatives à la définition des listes de variétés, au choix des sites d'essais, aux procédures d'expérimentation, de validation et d'analyses de données. Les règles de diffusion des résultats sont aussi préétablies. Plusieurs réunions annuelles d'une commission, constituée de représentants des partenaires permettent de réaliser les revues de contrat et de faire évoluer le système. Les experts de cette commission font valoir les attentes des structures qu'ils représentent, tant du point de vue des critères

agronomiques que des modalités organisationnelles. La diffusion des résultats s'effectue sous différentes formes. Les synthèses sont fournies très rapidement à tous les partenaires d'expérimentation, puis déclinées dans des brochures nationales et régionales éditées par ARVALIS - Institut du végétal à la fin de mois de décembre. Les références sont publiées dans la presse spécialisée. Elles sont aussi largement valorisées au cours des réunions de techniciens et d'agriculteurs organisées à la fin de l'automne et l'hiver par ARVALIS - Institut du végétal et lors des rencontres des intervenants de l'agrofourniture. ■

un plus grand nombre de situations, représentatives des contextes climatiques des zones de culture.

Des méthodes décrites dans un protocole de travail commun

Deux années d'épreuves en post-inscription permettent de consolider l'information sur les points forts et faibles des nouveautés dans plusieurs scénarios climatiques et d'analyser la régularité des variétés. Elle se singularise par une fonction de vulgarisation de l'innovation. Différents réseaux d'essais coexistent. Le réseau fédéré par ARVALIS-Institut du végétal présente la particularité de mutualiser des moyens autour de méthodes d'expérimentation, de listes variétales, de règles de validation des données communes et d'une valorisation partagée des résultats d'un réseau commun. La participation des établissements de semences dans le cadre de SEPROMA⁽³⁾ s'est intensifiée au début des années 1980 et représente aujourd'hui près

de la moitié des essais. Les travaux de mise en place, de suivi et de récolte des essais d'ARVALIS - Institut du végétal sont réalisés à plus de 65% en partenariat avec les chambres d'agriculture, les coopératives et les négoce. Le réseau compte depuis 15 ans près de 320 essais de maïs grain et fourrage répartis dans 10 régions agro climatiques. Il porte sur 10 séries qui totalisent environ 200 hybrides expérimentés dans leurs zones de culture respectives.

Caractéristiques et variétés étudiées

Les critères d'évaluation des variétés de maïs en réseau de Post-Inscription ARVALIS - Institut du végétal et SEPROMA reposent sur des considérations agronomiques, zootechniques et économiques. Ils portent sur la précocité à la récolte (teneur en eau du grain pour les essais en maïs grain ou en matière sèche de la plante entière pour les récoltes en fourrage), le rendement et sa régularité, la tenue de tige à la récolte et la valeur énergétique des variétés destinées à

l'ensilage. Les notations de dates de floraison femelle complètent l'analyse de la précocité à la récolte. Les données de vitesse de développement des variétés sont exprimées en indice climatique de besoins en degrés-jours. Les observations de sénescence physio-pathologique prématurée des tiges et de maladies, telles que le charbon *Ustilago maydis*, l'helminthosporiose et les fusarioses sur épis sont aussi exploitées lorsque les phénomènes se produisent. Toutes les nouvelles variétés inscrites en France sont testées en réseau de Post-Inscription une, deux ou trois ans selon leurs résultats, en comparaison à des hybrides témoins et largement cultivés. L'introduction de variétés inscrites dans d'autres pays de la Communauté Européenne (Journal officiel européen) est possible à l'issue d'une expérimentation probatoire réalisée en prestation à la demande de leurs représentants ou des utilisateurs en cas de développement significatif. Cette expérimentation dite " probatoire " permet de vérifier que ces variétés européennes ont des résultats qui justifient leur introduction en Post-Inscription. Elle est réalisée dans 10 lieux adaptés aux groupes de précocité par les équipes d'ARVALIS - Institut du végétal.

Des essais de caractérisation des variétés sur des facteurs qui s'étudient en milieux sensibles ou contrôlés complètent le dispositif. La tolérance au charbon des inflorescences, *Sphacelotheca reiliana*, de toutes les nouvelles variétés expérimentées en Post-Inscription est évaluée en routine par dans 4 lieux en contamination naturelle et favorisée. Un dispositif spécifique est étudié en 2004 pour identifier les variétés dont la sensibilité aux fusarioses sur épis justifierait des recommandations d'itinéraires techniques aptes à réduire les risques d'expressions des symptômes.

L'étude des interactions " génotypes - milieux " mobilise aussi quelques moyens avec l'INRA et PROMAIS dans l'objectif de mieux comprendre les effets des facteurs de production sur les variations des écarts observés entre hybrides, d'optimiser les dispositifs expérimentaux et d'améliorer les méthodes d'extrapolation des résultats. Les échanges avec les homologues européens s'intensifient, notamment en matière de critères de comparaison de la valeur alimentaire des variétés de maïs fourrage. ■

(1) : CTPS, Comité Technique Permanent de la Sélection qui regroupe des représentants du ministère de l'Agriculture, du GEVES, des sélectionneurs, des producteurs de semences, des agriculteurs et industriels
 (2) : GEVES, Groupe d'Etudes et de Valorisation des Variétés et Semences, un organisme sous tutelle du ministère de l'Agriculture
 (3) : SEPROMA, Chambre syndicale des entreprises françaises de semences de maïs dont les activités couvrent la sélection de variétés, la production et la commercialisation des semences

Ont contribué à l'expérimentation des variétés de post-inscription, en partenariat avec les équipes d'ARVALIS-Institut du végétal :

- Structures de développement : **Chambres d'Agriculture, CETA, EDE, Lycées agricoles** : BARATON, BILLANT, BOUTRUCHE, BRACHET, CABOS, CAMPAGNAUD, CAROF, CAZALOT, CHEVALIER, COCU, CUVILLIER, DA ROS, DEGHILAGE, DENIS, DEZUTTER, DIERS, DIVERRES, DOYEN, DUPE, FAYE, GASSMANN, GOLIETH, GOURICHON, GRIMAUD, HARDY, HARIVEL, JACQ, JOUBERT, KNOCKAERT, LEBORGNE, LECOUIVOUR, MACHAIRE, MASTRO - PIETRO, MAUPAS, MONNIER, MONSALUT, MOULIN, NEVIERE, NEYRON, PAJOT, RATIER, ROBERT, ROBIN, TERRIER, TESSIER, TRIAUX, TURLIN, TUTARD, VIEREN, VILLARD, VINCENT.

- Organismes Economiques : **Coopératives et négoce** : BESSARD, BOCHEREAU, BOUCHON, BOULY, BOURROUSSE, BOUTIN, BRACONNIER, CAILLAUD, CONRY, DAMON, DAX, DEPORTE, DICHET,

Lecture des tableaux de résultats

Rendements relatifs, exprimés en pourcentage de la moyenne générale du regroupement. Sont présentés les rendements obtenus en 2004, et pour les variétés expérimentées antérieurement, sont rappelés les rendements des deux années précédentes.

Variétés DEMI-PRÉCOCES CORNÉES DENTÉES C1 12	Densité 1000/ ha	Rendement et régularité en % de la moyenne des essais				Humidité récolte en %	Verse récolte en %
		Rendements		E.T.			
	2004	2002	2003	2004	2004	2004	2004 BP-PL
Variétés de référence							
CENTENA	101,7	100,5	98,0	97,0	2,2	28,8	-
GAVOTT	102,1	107,7	97,6	101,0	3,1	30,6	-
DK 312	95,9	100,6	97,5	99,4	2,0	29,7	-
ANASTA	95,5	106,1	104,8	98,2	2,4	32,1	-
Variétés en 3^e année d'expérimentation							
DK291	103,3	102,6	100,8	102,4	2,8	28,8	-
DK315	95,1	104,3	106,2	100,9	3,3	30,1	-
Variétés en 2^e année d'expérimentation							
DKC3660	102,5	-	102,4	97,8	2,4	28,2	-
PR38R69	94,3	-	103,7	95,8	3,2	31,0	-
CRAZI	100,5	-	100,5	101,8	4,7	31,1	-
LEOTO	98,4	-	99,7	95,9	2,6	31,5	-
PR38A67	95,6	-	103,6	96,9	3,8	31,5	-
Variétés en 1^{ère} année d'expérimentation							
CANTRY	94,2	-	-	98,6	3,2	29,8	-
ES ARNAGA	95,6	-	-	99,8	3,1	29,8	-
ES ARPEGE	100,6	-	-	102,1	3,0	30,5	-
LG 3315	101,7	-	-	100,0	2,7	30,7	-
STERLING	100,0	-	-	100,8	3,4	30,8	-
AXIOME	103,0	-	-	103,9	4,2	30,9	-
DKC3880	95,0	-	-	100,4	3,6	31,2	-
PR38H20	97,5	-	-	106,6	3,5	31,2	-
SHERIFF	102,4	-	-	100,9	2,9	30,4	-
Référence		100 = 106,2 q/ha	100 = 115,5 q/ha	100 = 125,9 q/ha		30,5 %	-
Moyenne des essais							
Nbe d'essais	9	10	7	9	9	-	-
Analyse stat. P.P.E.S.		5,3 %	5,9 %	4,4 %		1,5 %	-

Précision sur la zone de regroupement du critère, lorsqu'elle diffère de celle des rendements de l'année 2004.

Teneurs en eau du grain ou teneurs en matière sèche moyennes obtenues à la récolte des essais.

Pourcentages moyens de plantes versées à la récolte sur les essais valables pour ce critère. L'absence de données signifie que le nombre d'essais était insuffisant (inférieur à 3)

Indicateur de régularité du rendement entre les essais regroupés dans la synthèse. Une valeur faible signifie une bonne régularité de rendement entre les essais.

Densités de culture moyennes auxquelles les variétés sont comparées.

DUMONT, DURAND, FARQUE, FONTENEAU, GAZAGNES, GIRAUD, HEDON, HORY, HURPEAU, JAULIN, LAFFITEAU, LARCHER, LARRIBEAU, LUX, MANTEAU, MICHEL, MOUSSION, PASQUIER, POTIER, SAUVAGE, THOMAS, TORELLI, TUJAGUE, VIAUD.

• **Etablissements de semences (SEPROMA) :** AURENSAN, BASTA, BERCE, BERTHELOZ, BEUGNON, BEULIN, BILLARD, BIZARD, BOCANDE, BOCHE, BOUE, BOURRIER, BRIZIO, BROCA, BROSSE, BUACHE, CAPDEBOSCO, CARNIR, CHAINE, CHEREL, CHEVALIER, CHEVRETE, COLAS, COLFERAI, COMIN, DELAS, DELAYAT, DUBOS, EJARQUE, ELOI, FOUCAULT, FRANCOIS, GELOT, GROISSET, GUEDOU, HERVIEU, HOQUET, HUVE, KUNTZ, LABORDE, LALOUX, LAMBERT, LAVILLONNIERE, LE CAM, LEBRETON, LECLERCQ, MARCHAL, MARTIN, MECHAIN, MERLE, MONTEIL, OLIVIER, PONS, PONS, RIVIERE, ROGER, SACAZE, SAUVAIRE, SOMPROU, SUDRE, TEIXEIRA, TIRINZONI, VILLE, VOINOT, WILSDORF.

Valeurs moyennes sur les différents critères. Le rendement en maïs grain est exprimé à l'humidité de référence en quintaux/ha. En maïs fourrage, il est exprimé en tonnes de matière sèche à l'hectare.



Les spécificités de l'expérimentation 2004

L'expérimentation en réseau de Post-Inscription présente, à l'image de la grande culture, un bon taux de réussite. En revanche, elle apporte peu d'informations sur le comportement des variétés en conditions de déficits hydriques et sur leur tolérance aux maladies.

Plusieurs faits marquants méritent d'être mentionnés pour la lecture des résultats.

Des débuts de végétation parfois difficiles

Les séquences de températures froides du mois de mai ont eu des conséquences sur les taux de levées et les vigueurs au départ des variétés présentant des lots de semences à qualité germinative très moyenne. Les rendements des variétés, qui présentent des défauts de peuplements, sont donc à relativiser par ces événements. La période d'à-coups de températures durant le printemps, l'épisode de sécheresse qui a succédé en juin et les températures inférieures aux normales du début du mois de juillet ont causé localement quelques perturbations dans la croissance et la définition des nombres de rangs de grains. Les irrégularités de végétation ont concerné plus particulièrement les semis tardifs du Sud-Ouest réalisés parfois en sols insuffisamment ressuyés et soumis à la sécheresse jusqu'au mois d'août.

Des teneurs en matière sèches assez élevées et des humidités du grain plutôt faibles

L'excédent en sommes de températures de l'année 2004 est significatif, même s'il reste modéré par rapport à 2003. Les récoltes des essais, souvent calées sur celles des producteurs, ont dans bien des cas été effectuées à maturité, voire à sur-maturité. En effet, les éleveurs se sont laissés surprendre en septembre par



la vitesse de maturation des maïs fourrages dont les appareils végétatifs restaient verts. Les producteurs de maïs grain ont différé les récoltes pour limiter les charges de séchage. Les écarts de précocité observés en 2004 sont, de ce fait, difficiles à extrapoler à des années et situations plus froides. Même si le classement sur ce critère n'est pas complètement modifié au sein des groupes les plus précoces et les plus tardifs, qui présentent moins de variabilité de type de grain, il n'en est pas de même pour les groupes précoces et demi-précoces C1 qui intègrent des variétés à grain corné et denté. Les comparaisons de valeur énergétique des variétés de maïs fourrage excluent les essais à teneurs en matières sèches trop élevées afin de respecter au mieux le domaine de validité du modèle UFL retenu et de la calibration des mesures réalisées par NIRS (spectrométrie dans le proche infra rouge).

Des conditions de croissance des grains favorables à l'expression du potentiel des variétés

Excepté les semis tardifs du Sud-Ouest qui ont été ponctuellement soumis à des déficits hydriques de fin de cycle en septembre, le retour des pluies au début du mois d'août est survenu avant la fin de la période de définition des nombres de grains et a

soutenu le remplissage des grains. Combiné à des températures de septembre et octobre très clémentes, il a permis aux variétés tardives d'exprimer leur potentiel de productivité. Les différences de rendement entre variétés apparaissent globalement moins marquées qu'en 2003, même si des écarts de 10 % au sein d'une liste variétale sont observés. La variabilité des comportements des variétés entre les années 2004 et 2003 est parfois marquée. Les irrégularités de performances des variétés entre essais confirment le besoin d'étudier les variétés sur plusieurs années et dans des situations diversifiées avant de conclure.

De la verse en végétation parfois pénalisante

Plusieurs coups de vents violents et quelques orages très localisés dans l'Ouest, le Sud-Ouest et le Centre survenus en juillet et août ont causé des dégâts de verses et de casses de plantes, qui ont parfois eu des répercussions assez marquées sur des variétés sensibles à ces phénomènes durant la phase végétative. Les informations de tenue de tige des variétés restent néanmoins assez pauvres en 2004 du fait de l'absence de coups de vent significatifs à l'automne et de symptômes assez tardifs de sénescence de tige. Les synthèses réalisées sur les taux

de verse à la récolte présentent souvent des verses très composites, intégrant de la verse d'origine mécanique (plantes non relevées suite aux coups de vent de juillet et août, le cas des essais de Bretagne et de la région Adour et Landes), de la verse qui résulte de dégâts de pyrale et sésamies (le cas des essais en Vallée de Garonne) et de tiges creuses.

Peu à pas de symptômes de maladies, des dégâts de pyrales significatifs

Les températures élevées et la faible hygrométrie du mois de septembre ont jugulé les démarrages de maladies favorisées par les pluies du mois d'août. Ceci explique notamment l'absence d'informations en situations à risques d'helminthosporiose dans les synthèses proposées en Alsace et en Aquitaine. Les performances des variétés évaluées dans ces zones sont en 2004 quasi indemnes de symptômes. Ceci limite la valeur d'extrapolation des références dans ces régions assez fréquemment touchées par cette maladie du feuillage. Les symptômes de fusarioses sur épis sont restés assez discrets cette année et sans conséquence significative sur les rendements. En revanche, l'intensité des dégâts de pyrale et de sésamies sur tiges et épis a parfois causé des dégâts significatifs dans le Sud-Ouest. ■