

Le progrès génétique du végétal

La rubrique des variétés de blé tendre pour l'agriculture biologique a été ouverte en 2012 par le CTPS.

SÉLECTION VARIÉTALE

# UNE AMÉLIORATION MULTICRITÈRE sur toutes les espèces

**Le progrès génétique est la résultante des innovations des sélectionneurs, des critères pris en compte à l'inscription par le CTPS et des profils des variétés qui se développent à la demande des filières.**

**L'**étude de l'évolution des épreuves d'inscription des variétés en France, l'analyse des données historiques des essais de comparaison des nouvelles variétés réussies, réalisés pour l'inscription (CTPS) et après l'inscription des variétés (réseaux de post-inscription des instituts techniques), ainsi que la réalisation d'essais spécifiques sur le progrès génétique, mettent en évidence l'adaptation des critères de sélection en fonction de l'évolution des attentes et des avancées en génétique.

## Climat et conduites de cultures : des effets compensés

L'extériorisation du progrès génétique dépend des facteurs limitants et de l'intensité des accidents de culture. Il convient donc de bien distinguer ce qui relève du progrès génétique et des autres facteurs

influençant les rendements agricoles, la qualité de la collecte et les besoins de protection des plantes.

De nombreuses études sur le ralentissement de la progression des rendements nationaux et régionaux en France (1) et dans différents pays, ont mis en évidence le poids du réchauffement climatique et

**Il convient** de bien distinguer ce qui relève du progrès génétique et des autres facteurs influençant les rendements, la qualité et les besoins de protection. »

des conduites de culture (simplification du travail du sol, rotations plus courtes, diminution de la fertilisation, évolution de la protection, etc.), depuis les années 1990. Ces facteurs auraient fait chuter et conduit à des évolutions négatives des rendements en blé tendre s'ils n'avaient pas été compensés par le progrès génétique (tableau 1), à la fois sur le rendement, la résistance aux maladies et les stress abiotiques. En maïs, la pente de progression du rendement s'est ralentie à l'échelle nationale. Alors que la progression reste très soutenue au nord de la Loire, dans

La prise en compte des résistances aux bio-agresseurs et aux stress abiotiques a été réaffirmée au début des années 2010 avec le Grenelle de l'environnement.



les régions où la température était le facteur limitant (constat similaire en betterave), un ralentissement marqué s'observe en zone Sud, affectée par des raccourcissements de cycle liés aux températures plus élevées, des limitations d'accès à l'irrigation et une plus forte pression des ravageurs. Or le progrès génétique en rendement s'est maintenu au même rythme (tableau 1). En tournesol, la pente des rendements nationaux moyens s'est également infléchi, passant de 0,3 à 0,17 q/ha entre 1988 et 2001, alors que les résultats des réseaux d'inscription affichaient une pente régulière de 0,47 q/ha.

En matière de qualité technologique du blé tendre, l'effet cumulé des progrès génétiques en rendement et des restrictions d'apports d'azote, conduit à des baisses de taux de protéines, alors que l'efficacité des variétés à concentrer les protéines dans les grains et l'aptitude des variétés à valoriser l'azote ont progressé. Sur ce critère, le progrès génétique en efficacité de l'azote a également été absorbé.

### Adaptation permanente des critères d'inscription des variétés

Au-delà de ses missions d'inscription et de gestion du catalogue officiel des espèces et variétés, le CTPS (Comité Technique Permanent de la Sélection) oriente la sélection des variétés mises en marché. Les règlements techniques d'inscription sur les valeurs agronomiques, technologiques et environnementales évoluent ainsi en permanence.

Les critères d'intérêt, centrés sur le progrès génétique en rendement et en résistance aux maladies les plus dommageables dans les années 1950 à 1970, ont davantage pris en compte, à partir des années 1980, la résistance à la verse, au froid et à l'ensemble des maladies. Ainsi à partir de 1987, les rendements du blé tendre sont également évalués en modalité non traitée vis-à-vis des maladies.

La nouvelle définition des classes technologiques du blé tendre au milieu des années 1990 traduit une

révision de la hiérarchie des priorités. Dès les années 1980, des épreuves de valeur en fourrage ont été instaurées pour les variétés de maïs. La richesse en huile, l'absence d'acide érucique puis de glucosinolates à partir de 1986 pour le colza ont également été pris en compte. Au fil des années, les caractéristiques attendues se sont enrichies avec l'émergence de nouvelles problématiques, telles que les mosaïques des céréales, la rhizomanie de la betterave, les virus et les nématodes. Des ajustements permanents de pondération des poids des caractères ont été opérés dans les années 1990 et 2000.

Afin de s'assurer du progrès simultané des performances économiques et environnementales, les critères de résistance et d'efficacité des facteurs abiotiques, comme la valorisation de l'azote et de l'eau, sont en voie de compléter les dispositifs d'évaluation des principales espèces.

### Des progrès très significatifs sur toutes les espèces

Grâce notamment au maintien durant plusieurs années de variétés de référence et de troncs communs de variétés dans les essais CTPS et de post-inscription, il est possible d'estimer les effets des nouvelles variétés successivement expérimentées.

Même si des différences entre espèces sont constatées, le progrès génétique reste soutenu au cours des 30 dernières années. Des estimations de progrès génétique en rendement ont été calculées par l'INRA, le GEVES et les instituts techniques (tableau 1).

En matière de résistance aux maladies, les amé-

### RENDEMENTS : un progrès génétique soutenu

Blé tendre	<b>Avec protection fongicide (T) : 0,9 q/ha/an</b> (Oury, 2012, essais CTPS), <b>0,5 à 0,9 q/ha/an</b> selon les précocités et classes technologiques (J. Lorgeou, 2012, essais post-inscription) <b>Sans protection fongicide (NT) : 1,3 q/ha/an</b> (Oury, 2012 à partir des essais CTPS) <b>Écart T-NT : -0,4 q/ha/an</b> (Du Cheyron, 2012, essais post-inscription d'ARVALIS)
Blé dur	<b>0,5 q/ha/an</b> (JB. Pierre, 2011, essais de post-inscription)
Orge	<b>0,5 q/ha/an</b> (P. Du Cheyron, 2013, essais de post-inscription)
Maïs	<b>1,2 q/ha/an</b> (J. Lorgeou, 2012, essais post-inscription, confirmé par C. Grizeau, 2014, essais CTPS)
Colza	<b>0,5 à 0,57 q/ha/an</b> (A. Luciani, 2004, P. Bagot, 2014, essais CTPS)
Pois	<b>0,4 q/ha/an</b> (I. Chaillet, 2012, essais post-inscription)
Betterave	<b>1,4 à 1,6 q/ha/an</b> (A. Luciani, 2004, ..., 2014)
Tournesol	<b>0,47 q/ha/an</b> (Luciani 2004, Vear et al., 2003)

Tableau 1 : Estimation des pentes de progrès génétique en rendement au cours des 30 dernières années, à partir des résultats d'essais variétés d'inscription (essais CTPS) et de post-inscription d'ARVALIS, du CETIOM et de l'ITB.



liorations réalisées en blé tendre illustrent la tendance à la hausse depuis la fin des années 1970 (figure 1). En instaurant des seuils éliminatoires de sensibilité aux variétés les plus sensibles au phoma, et des bonifications pour les meilleures, des variétés de colza plus tolérantes ont ainsi été inscrites. De même, aucune variété de betterave n'était résistante à la rhizomanie avant 1986 et elles le sont toutes aujourd'hui.

La qualité technologique des variétés s'est nettement améliorée en moyenne en lien avec la segmentation des marchés. En blé tendre, 60 % des variétés présentaient des profils panifiables (BPS et BP) au début des années 1980 contre 90 % au début des années 2010. L'offre en orge de brasserie et en blé dur de haute qualité s'est renforcée. Les variétés d'oléagineux répondent aujourd'hui à 4 appellations (classique, érucique, oléique, basses teneurs en linoléique). La forte progression en 20 ans (de 39 % à 42 %) des teneurs en protéines des graines de soja permet aujourd'hui d'envisager la relance de l'espèce.

### Vers une prise en compte plus explicite de nouveaux critères

La non prise en compte d'un critère en sélection et dans les systèmes d'évaluation des variétés peut conduire, en cas de corrélation négative ou d'absence de corrélation entre critères, à une augmentation de la variabilité sur ce critère, même si des progrès indirects ont aussi été obtenus.

En sélectionnant la résistance aux maladies, la stabilité des rendements en situations peu protégées a été améliorée. Inversement en accordant beaucoup de poids au rendement en situation non traitée, la résistance aux maladies du blé a progressé.

Depuis le milieu des années 1990, les variétés de tournesol sont plus résistantes au mildiou, au phomopsis et au sclérotinia du capitule.



© N. Corme - ARVALIS-Institut du végétal

### VARIÉTÉS DE BLÉ TENDRE : la résistance aux maladies progresse

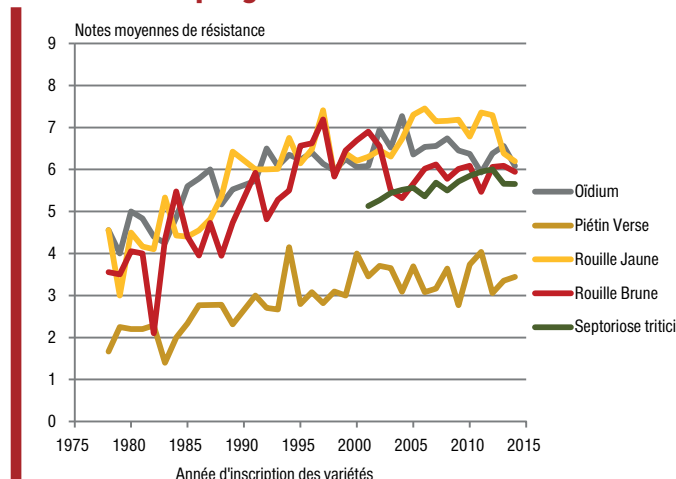


Figure 1 : Évolution des notes moyenne de résistance aux maladies des variétés de blé tendre inscrites la même année. Source : ARVALIS et bulletins d'inscription du GEVES.

Les progrès de tenue de tige en maïs ont permis d'augmenter les densités de culture. En accentuant la compétition entre les plantes, cette augmentation de densité a conduit à une amélioration de l'aptitude des variétés à produire sous plus de contraintes (lumière, eau, azote).

L'évaluation des variétés dans une grande diversité de conditions de culture a amélioré le comportement des plantes face à des déficits hydriques et en azote. Par là même, des progrès conjoints ont été apportés en blé tendre entre le couple « rendement et qualité du grain » et l'efficacité de l'azote.

Ces progrès simultanés indirects ne suffisent pas pour autant à répondre aux défis à relever (réchauffement climatique, contraintes de conduites de culture...). Ceci amène à intensifier plus directement la sélection et l'évaluation des variétés sur tous les critères d'intérêt de performances économiques et environnementales. Ainsi, des méthodes d'expérimentation, d'analyse de trajectoires des croissances des plantes, de génotypage et de traitements des données plus sophistiquées mobilisent les acteurs de la recherche publique et privée dans des projets collaboratifs. Une marge de progrès est également possible en considérant les interactions génotypes/milieus/conduites. L'effet de ces interactions apparaît deux fois plus important que celui du seul effet variété. Les outils de caractérisation des interactions sont disponibles mais leur capacité prédictive reste à développer.

(1) Brisson et al., 2010. Gate et Lorgeou, 2009. Comptes rendus de l'académie d'Agriculture, 2010, Gallais, 2012.

Josiane Lorgeou - j.lorgeou@arvalisinstitutduvegetal.fr

ARVALIS - Institut du végétal

Xavier Pinochet - pinochet@cetiom.fr

CETIOM