

# Journées de L'innovation

## Innovation variétale: relever les défis d'aujourd'hui et de demain

### DOSSIER DE PRESSE

#### SOMMAIRE

<b>Un progrès génétique moyen de 0,5 q/ha/an en blé tendre .....</b>	<b>2</b>
<b>Quelles innovations variétales à venir pour l'agriculture ?.....</b>	<b>4</b>
<b>Quelles variétés face au changement climatique ?.....</b>	<b>5</b>
<b>Des variétés adaptées aux filières et aux débouchés .....</b>	<b>6</b>
<b>NGT : de nouvelles voies pour accélérer le progrès génétique .....</b>	<b>7</b>

# Un progrès génétique moyen de 0,5 q/ha/an en blé tendre

Par Philippe du Cheyron, ingénieur au sein du pôle Variétés et génétique d'ARVALIS

## Retour sur les évolutions permises par la génétique ces dernières années en blé tendre et orge d'hiver.

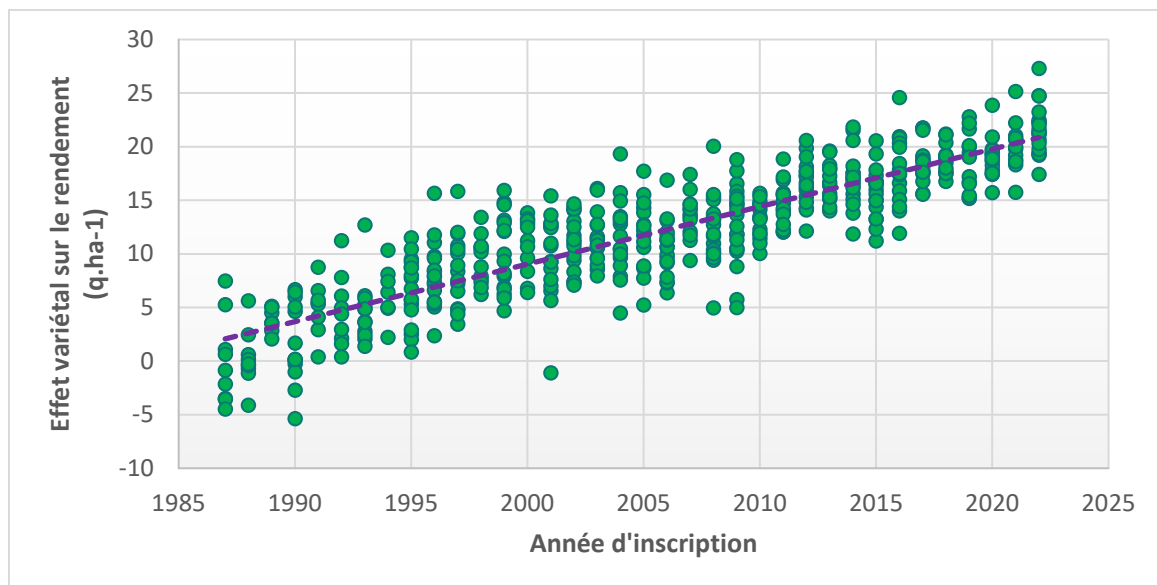
Dans les années 1980, le rendement moyen en blé tendre en France était de 50 q/ha, pour atteindre jusqu'à 70 q/ha au milieu des années 90.

Depuis la fin des années 90, les rendements enregistrés à travers les statistiques officielles stagnent, alors que les analyses réalisées à travers les réseaux d'essais d'évaluation variétale montrent que le progrès génétique est en constante évolution, en moyenne de 0,5 q/ha/an pour le blé tendre et l'orge d'hiver. L'effet du changement climatique et des contraintes réglementaires expliquent en partie cet écart.

### Céréales à paille : 40 ans de progrès génétiques calculés sur les rendements

Espèce	Période	Nombre d'essais par an	Progrès génétique
Blé tendre	1987 - 2023	60 - 80	+0,54 q/ha/an
Orge d'hiver 2 rangs	1984 - 2023	15 - 25	+0,61 q/ha/an
Orge d'hiver 6 rangs	1984 - 2023		+0,59 q/ha/an

### Évolution des gains de rendement apportés par les variétés de blé tendre depuis 1987 à partir des données des réseaux de post-inscription ARVALIS et partenaires



Pour le **blé tendre**, le progrès génétique est bien réel du côté du rendement, de la qualité et du côté des maladies foliaires. Améliorer la résistance des variétés aux principales maladies est un axe majeur de recherche pour les sélectionneurs. À l'échelle de la France, la note moyenne de la résistance des variétés de blé tendre vis-à-vis de la septoriose a progressé de 1,1 point en 17 ans (2005-2022). Ce n'est pas rien. Cette progression est particulièrement visible sur le terrain : elle permet dans la majorité des situations de ne plus recourir à la première application fongicide. Attention toutefois, aucune variété n'est aujourd'hui assez résistante pour permettre l'impasse totale de protection fongicide en situation de forte pression. Aujourd'hui, disposer d'une variété totalement résistante est compliqué, même si le comportement global des variétés vis-à-vis de toutes les maladies a aussi largement progressé comme la tolérance à la rouille jaune qui est d'un très bon niveau, avec des notes de résistance de l'ordre de 6 à 7.

Pour les **orges d'hiver**, au-delà d'améliorer les rendements, la sélection variétale a concentré ses efforts sur la tolérance vis-à-vis du virus de la jaunisse nanisante de l'orge (JNO), son principal bioagresseur.

Ces dernières années, la sélection a permis de voir arriver sur le marché des variétés productives et tolérantes à la JNO. Cette maladie est causée par un complexe de virus transmis aux cultures par les pucerons, lorsqu'ils les piquent à l'automne. En l'absence de traitement insecticide, la JNO peut fortement diminuer le potentiel de la culture : sa nuisibilité est de l'ordre de 30 q/ha. La recherche de variétés tolérantes est d'autant plus indispensable que la lutte chimique repose aujourd'hui sur une seule famille d'insecticide en végétation, les pyréthrinoides, ce qui peut induire à terme des résistances à leur action sur les pucerons.

### Et en maïs grain ?

Depuis le début des années 2000, les gains de rendement apportés par le progrès génétique du maïs sont en grande partie absorbés par l'évolution climatique, les restrictions d'irrigation, les pratiques et le contexte parasitaire. Mais les gains ne sont pas nuls. Le progrès génétique est estimé autour de 1,26 q/ha/an depuis 2000 alors que les rendements ont progressé de 0,3 q/ha/an sur cette période. Ce progrès génétique se mesure tout autant en conditions très favorables de culture qu'en conditions stressées, profitant ainsi à une diversité de systèmes et de conditions de production.

Au-delà du critère de rendement et de sa régularité, travaillés par les sélectionneurs, les efforts ont porté sur la précocité des variétés et la tenue de tige.

Les variétés d'aujourd'hui, précoces à demi-tardifs, interceptent mieux la lumière, ce qui participe à l'amélioration du rendement. Elles ont aussi un nombre de grains potentiels par épi plus élevé qu'il y a vingt ans.

Les progrès les plus significatifs ont été obtenus sur le critère « tenue de tige » avant les années 2000. Les niveaux atteints alors peuvent être considérés comme difficiles à dépasser mais le critère reste un minimum à satisfaire lors du choix des variétés.

# Quelles innovations variétales à venir pour l'agriculture ?

**Par Katia Beauchêne, ingénieure au sein du pôle PhénoHD3, activités de phénotypage d'ARVALIS.**

**Pour aider les agriculteurs à faire face aux stress hydriques ou thermiques, en excès comme en déficit, la recherche mobilise le phénotypage haut débit et l'intelligence artificielle afin de caractériser plus vite les variétés et d'accélérer le progrès génétique.**

L'innovation variétale doit accélérer pour être disponible le plus rapidement possible pour les agriculteurs. Ces derniers doivent faire face aux effets du changement climatique et des impasses techniques.

Les leviers sont multiples. Cela passe d'abord par une meilleure compréhension des impacts physiologiques du changement climatique sur les plantes. Il s'agit de trouver les réponses les plus adaptées en fonction des stress subis. Des projets récents permettent de mieux comprendre comment les « variétés idéales » de céréales à paille font face à des stress hydriques, azotés ou des excès de températures de fin de cycle.

Les techniques de phénotypage haut débit, largement déployées par ARVALIS et auxquelles les sélectionneurs sont très attentifs, permettent justement d'accélérer la caractérisation des variétés face à une multitude de stress subis.

Ces techniques permettent de mieux comprendre la réponse physiologique des variétés face à des stress. Les chercheurs peuvent ainsi identifier des variétés de céréales ou de maïs mieux armées pour maintenir le rendement en situation de stress, à des stades donnés. C'est un outil puissant pour progresser dans le conseil variétal et la sélection. L'intelligence artificielle est également une voie très forte d'accélération du progrès génétique. Les travaux engagés ont pour but de prédire le comportement des variétés dans une grande diversité d'environnements.

# Quelles variétés face au changement climatique ?

Par Jean-Pierre Cohan, directeur de la Recherche et du Développement chez ARVALIS

**Le choix variétal est un levier central pour sécuriser les performances des cultures. Tolérance aux stress, compensation des pertes, gestion de critères parfois antagonistes : la recherche variétale mobilise des outils de plus en plus fins pour accompagner les agriculteurs.**

Le choix d'une variété est important pour les agriculteurs : c'est un levier efficace dans la gestion des risques climatiques.

Face aux risques d'excès d'eau hivernaux, des travaux récents ont démontré que certaines variétés de céréales à paille, et en particulier de blé, compensaient mieux une perte d'épis que d'autres. En maïs, les enjeux se concentrent notamment sur le stress thermique à floraison.

La difficulté est que certains critères sont antagonistes : une variété peut être tolérante aux déficits hydriques et aux températures élevées, mais cela sera au détriment du bon comportement du jeune maïs en conditions de températures froides. De même, la digestibilité des parois, recherchée en maïs fourrage, ne peut s'obtenir sans préserver la tenue de tige.

Dans ce contexte, la sélection variétale ne se limite plus à quelques critères agronomiques isolés. Les outils de recherche actuels - phénotypage haut débit, analyses fines des réponses physiologiques et modélisation appuyée par l'intelligence artificielle - permettent d'évaluer les variétés dans une large gamme de situations climatiques et de stades clés. Ils offrent ainsi la possibilité d'identifier plus rapidement des profils capables de sécuriser le rendement. C'est un enjeu stratégique pour disposer, demain, de variétés mieux armées face à la variabilité climatique et aux nouvelles pressions biologiques.

## Un scanner souterrain pour explorer les racines

Les racines jouent un rôle crucial dans la résilience des cultures. Le projet européen Root2Res explore des caractéristiques racinaires et rhizosphériques encore peu exploitées dans la sélection variétale. Car ces traits ont un impact sur la résistance des plantes aux stress.

Root2Res développe des outils de phénotypage pour les caractères souterrains, ouvrant la voie à un système d'évaluation variétale plus précis et mieux adapté aux conditions agroclimatiques européennes. Objectif : identifier et diffuser des variétés capables de mieux résister aux stress hydriques ou au déficit de phosphore.

L'un des outils étudiés par le projet Root2Res, le minirhizotron, estime la densité racinaire et le diamètre moyen des racines par profondeur de sol. L'outil consiste en un scanner rotatif placé dans un tube d'observation transparent, enfoncé dans le sol à proximité des racines tout au long du développement des cultures. Des algorithmes permettent ensuite d'analyser de façon automatique les images pour en déduire les longueurs et diamètres moyens des racines.

À terme, ces travaux visent à orienter plus finement le choix variétal et à accélérer l'émergence de variétés plus résilientes, mieux adaptées aux défis climatiques actuels et à venir.

# Des variétés adaptées aux filières et aux débouchés

Par **Nathalie Bigonneau, directrice de région chez ARVALIS**

**Du champ aux marchés internationaux, les céréales à paille doivent répondre à des usages et des cahiers des charges de plus en plus diversifiés. L'innovation variétale joue un rôle clé pour adapter l'offre génétique à ces attentes et aux enjeux futurs de la filière.**

Les débouchés des céréales à paille sont nombreux, en particulier pour le blé tendre. En France, la première des céréales alimente des marchés variés en alimentation humaine. Elle entre aussi dans la composition des aliments pour animaux et de nombreux produits industriels (amidonnerie, éthanolerie).

La moitié des volumes de blé tendre produits en France est destinée aux marchés hors de France. Les blés cultivés doivent donc satisfaire une gamme de clients très large, avec des cahiers des charges à la fois variés et plus ou moins exigeants.

Garantir un certain niveau de qualité, qu'il s'agisse de qualités technologiques ou sanitaires, revêt donc un enjeu continu, auquel répond l'innovation variétale. La génétique a un poids important sur bon nombre de critères de qualité.

En France, les acteurs de la sélection sont nombreux et travaillent en filière. Ils prennent en compte les besoins des utilisateurs pour ajuster les caractéristiques des nouvelles variétés proposées au catalogue officiel. Il en résulte une amélioration perceptible sur plusieurs aspects. Le poids spécifique du blé tendre est aujourd'hui plus élevé que par le passé, l'efficacité d'assimilation de l'azote est largement améliorée (avec la prise en compte de la GPD <sup>1</sup>).

Pour le blé dur, on connaît le rôle de l'amélioration génétique sur le critère de la couleur, ou plus récemment sur sa capacité à moins accumuler certains métaux lourds, comme le cadmium.

Cette dynamique est amenée à se poursuivre pour répondre aux enjeux climatiques, environnementaux ou sociétaux. Elle impose parallèlement de reconsidérer les critères attendus et leurs seuils dans les règles d'inscription par le CTPS<sup>2</sup>. Toute la filière est donc mobilisée.

---

<sup>1</sup> *Grain Protein Deviation*

<sup>2</sup> Comité Technique Permanent de la Sélection des plantes cultivées

# NGT : de nouvelles voies pour accélérer le progrès génétique

**Par Romain Valade, chef du service Adaptation des cultures aux agro-climats, génétique et phénotypage d'ARVALIS**

**Avec les nouvelles techniques génomiques, la sélection variétale entre dans une nouvelle phase. Ces outils permettent des améliorations ciblées – résistance aux maladies, tolérance aux stress ou efficacité de l'azote – tout en accélérant les approches classiques de sélection.**

Avec l'apparition de nouvelles méthodes de sélection, la sélection évolue. C'est le cas avec les technologies NGT (pour *New Genomic Techniques*), qui permettent d'accélérer la sélection de variétés plus performantes. Contrairement à la sélection classique, qui repose sur de nombreux croisements successifs pour intégrer un nouveau trait d'intérêt, les NGT permettent d'aller plus vite en agissant de manière précise sur un gène identifié, sans introduire nécessairement de gènes étrangers.

Les nouvelles variétés issues de ces techniques, déjà accessibles hors de l'Union européenne et en cours de réglementation en Europe, pourraient permettre d'améliorer plus rapidement certaines caractéristiques : résistance aux maladies, tolérance au stress climatique, qualité nutritionnelle, rendement, etc.

En complément de l'utilisation de technologie de sélection avancée, d'autres traits sont également étudiés comme une meilleure efficacité d'utilisation de l'azote, qui ouvrirait la voie à une hausse des rendements à apport d'engrais égal, ou à un maintien des rendements en cas de baisse des apports.

D'autres pistes, prometteuses, visent l'accroissement de l'activité photosynthétique ou la diminution de la nitrification biologique.



## À propos d'ARVALIS

ARVALIS est le plus grand institut de recherche appliquée agricole en France et le premier référent technique pour les grandes cultures. Sa mission est d'assembler des connaissances et d'apporter des innovations utiles aux producteurs de céréales à paille (blé tendre, blé dur, orges, triticale, seigle, avoine, riz...), maïs (grain, semences, doux) et sorgho, pommes de terre, fourrages, lin fibre, tabac, et aux filières économiques associées.

Créé par les agriculteurs et les filières qui le financent, l'institut contribue à développer la production de grain et de matières premières alimentaires et non alimentaires de qualité pour les marchés nationaux et internationaux. En toute indépendance, ARVALIS mobilise son expertise pour l'émergence de systèmes de production agroécologiques qui combinent performance économique, sociale, environnementale et sanitaire.

## Journées de L'innovation



[www.arvalis.fr](http://www.arvalis.fr)



CONTACT  
PRESSE | Marion Wallez  
06.76.02.76.11  
[presse@arvalis.fr](mailto:presse@arvalis.fr)



Partenaire technique ACTIA