

# BLÉ DUR

## Synthèse des connaissances pour une filière durable

J. Abécassis, J. Massé et A. Allaoua, coord.





# Blé dur

## Synthèse des connaissances pour une filière durable

Joël Abécassis, Jack Massé et Abdelkamel Allaoua,  
coordinateurs

Éditions Quæ  
RD 10,  
78026 Versailles Cedex

ARVALIS-Institut du végétal  
3 rue Joseph et Marie Hackin,  
75116 Paris

## Collection Synthèses

*One health, une seule santé*  
*Théorie et pratique des approches*  
*intégrées de la santé*  
J. Zinsstag, E. Schelling,  
D. Waltner-Toews, M. A. Whittaker,  
M. Tanner, coord.  
2020, 584 p.

*Alerter la population*  
*face aux crues rapides*  
*Compréhension et évaluation*  
*d'un processus en mutation*  
J. Douvinet  
2020, 256 p.

*L'eau en milieu agricole*  
*Outils et méthodes pour une gestion*  
*intégrée et territoriale*  
D. Leenhardt, M. Voltz, O. Barreteau  
2020, 288 p.

*Biomasse*  
*Une histoire de richesse et de puissance*  
B. Daviron  
2020, 392 p.

### **Pour citer cet ouvrage :**

Abécassis J., Massé J., Allaoua A., coord., 2021.  
*Blé dur. Synthèse des connaissances pour une filière durable*,  
Éditions Quæ, Versailles, 320 p.

Éditions Quæ  
RD 10, 78026 Versailles Cedex  
[www.quae.com](http://www.quae.com)

ARVALIS-Institut du végétal  
3 rue Joseph et Marie Hackin, 75116 Paris  
[www.arvalisinstitutduvegetal.fr](http://www.arvalisinstitutduvegetal.fr)

© Éditions Quæ, ARVALIS-Institut du végétal, 2021

Quæ

ISBN papier : 978-2-7592-3313-7  
ISBN ePub : 978-2-7592-3315-1

ISBN PDF : 978-2-7592-3314-4  
ISSN : 1777-4624

ARVALIS-Institut du végétal  
ISBN papier: 978-2-8179-0414-6

Le code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction même partielle du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6<sup>e</sup>.

# Table des matières

---

<b>Introduction</b> .....	5
<i>Norbert Benamou, Abdelkamel Allaoua, Christian Huyghe</i>	
<b>Chapitre 1. Une histoire des blés durs en France : des origines néolithiques à nos jours</b> .....	15
<i>Laurent Bouby, Michel Chauvet, Pierre Roumet, Marie-Pierre Ruas</i>	
<b>Chapitre 2. Durabilité du blé dur : agronomie et systèmes de production</b> .....	41
<i>Matthieu Killmayer, Jack Massé, Jean-Louis Moynier, Michel Bonnefoy, Stéphane Jézéquel, Philippe Braun</i>	
<b>Chapitre 3. La production en France : l’alliance des territoires et des techniques culturales</b> .....	55
<i>Matthieu Killmayer, Jack Massé, Jean-Louis Moynier, Michel Bonnefoy, Stéphane Jézéquel, Philippe Braun</i>	
<b>Chapitre 4. Économie : un marché atypique questionnant la durabilité de la filière française</b> .....	79
<i>Yannick Carel, Pierre Triboulet, Jean Cordier, Gaël Plumecocq</i>	
<b>Chapitre 5. Les variétés : pivots de la filière blé dur</b> .....	105
<i>Dominique Desclaux, Josiane Lorgeou, Delphine Audigeos, François Balfourier, Patrick Bastergue, Valérie Cadot, Anne-Lise Corbel, Antoine de la Soujeole, Jean-Claude Dusautoir, Christelle Godin, Jean-Pierre Hardouin, Marc Lecrivain, Thierry Lefevre, Jean-Paul Legoff, Jacques Le Gouis, Jean-Philippe Maigniel, Aurélie Mailliard</i>	
<b>Chapitre 6. Écophysiologie : connaître les particularités physiologiques pour anticiper les aléas</b> .....	137
<i>Jean-Charles Deswarte, Jack Massé</i>	
<b>Chapitre 7. Maladies et bioagresseurs : bien les connaître pour une protection intégrée efficace</b> .....	167
<i>Henriette Goyeau, Romain Valade, Claude de Vallavieille-Pope, Marc Leconte, Jack Massé, Michel Bonnefoy, Béatrice Orlando, Claude Maumené, Nathalie Robin, Jean-Baptiste Thibord</i>	
<b>Chapitre 8. La transformation : le grain, du silo à l’assiette du consommateur</b> .....	199
<i>Jean-Philippe Leygue, Marie-Françoise Samson, Cécile Barron, Valérie Lullien-Pellerin, Joël Abécassis, Bernard Cuq, Katell Crepon, Philippe Braun</i>	
<b>Chapitre 9. Les qualités du grain et des produits pour satisfaire les attentes du consommateur</b> .....	239
<i>Marie-Françoise Samson, Jean-Philippe Leygue, Valérie Lullien-Pellerin, Joël Abécassis, Philippe Braun</i>	

<b>Chapitre 10. Nutrition et consommation :</b> <b>le blé dur au cœur de la diète méditerranéenne .....</b>	<b>277</b>
<i>Joël Abécassis, Christine Petit</i>	
<b>Chapitre 11. Le blé dur à l'ère du numérique : apports de l'ingénierie des connaissances...</b>	<b>299</b>
<i>Rallou Thomopoulos, Patrice Buche</i>	
<b>Conclusion : principaux enjeux et leviers pour améliorer la durabilité de la filière .....</b>	<b>309</b>
<i>Joël Abécassis, Jack Massé</i>	
<b>Liste des auteurs.....</b>	<b>317</b>

# Introduction

---

NORBERT BENAMOU, ABDELKAMEL ALLAOUA, CHRISTIAN HUYGHE

Le blé dur est une céréale utilisée dans une filière originale à plusieurs titres. Il approvisionne exclusivement le débouché de l'alimentation humaine pour la production de pâtes alimentaires (qui représentent le premier aliment consommé par les Français) et de couscous. Les procédés de transformation concernent seulement l'amande du grain ; il y a donc un lien direct entre la qualité du grain et celle du produit consommé. Une attention toute particulière doit donc être portée pour obtenir la qualité désirée dès le stade de la production.

## ►► Contexte général

Le blé dur est cultivé en France depuis les années 1950. Il s'est concentré dans quatre zones de production où il s'est installé entre 1955 et 1975. C'est principalement grâce au progrès génétique que les zones de production se sont élargies, et la recherche variétale a permis d'améliorer significativement les rendements. Avec des rendements moyens de l'ordre de 55 q/ha, la France se classe au 2<sup>e</sup> rang mondial juste derrière le Mexique, où l'intégralité des surfaces en blé dur est irriguée. Le Canada et les États-Unis affichent des rendements autour de 30 q/ha.

Les superficies cultivées se sont accrues pour atteindre plus de 450 000 ha en 1991 et dépasser même la barre des 500 000 ha en 2010. Mais depuis quelques années, on assiste à une érosion des surfaces dans les quatre bassins de production. Les surfaces dédiées au blé dur oscillent autour de 300 000 ha, mais peuvent aussi atteindre des niveaux plus bas (moins de 250 000 ha en 2020 par exemple).

Le marché mondial du blé dur est dominé par le Canada et l'Italie. Avec environ 1 800 000 tonnes produites chaque année, la France est le 2<sup>e</sup> producteur européen de blé dur derrière l'Italie. Sa production est pour une part transformée en France, la plus grande partie étant exportée (environ 1 200 000 tonnes) vers les différents pays de l'Union européenne et vers les pays du Maghreb.

## ►► La filière blé dur en France

Dès le développement de la culture en France dans les années 1970, l'amélioration génétique a été considérée comme un levier essentiel pour répondre aux attentes

et aux besoins des agriculteurs et des industriels de la filière. La filière blé dur française s'est progressivement organisée pour soutenir cette production et garantir la pérennité d'une production durable et de qualité.

## **Quelques éléments théoriques sur l'analyse des filières**

Comme toutes les filières agroalimentaires, la filière blé dur mobilise un large partenariat (entreprises de production, de collecte, de transformation, autorités publiques et autres institutions – marché, innovation, protection de l'environnement...), chacun agissant selon une rationalité donnée. Ces partenaires échangent des informations pour s'adapter aux changements et pour coordonner leurs actions.

Deux types de rationalité décrivent cette situation. Ces deux visions contribuent à renforcer la compétitivité de la filière et à l'inscrire dans la durabilité.

Dans une vision hiérarchique, les règles de durabilité de la filière sont ordinairement fondées sur un cadre «mercantile» assez déconnecté de l'espace, selon une rationalité substantive se basant elle-même sur des procédures d'optimisation. Plus concrètement, ici, le partenaire met en avant un souci unique : comment diminuer son coût pour préserver son entrée dans le marché, maintenir sa place et gagner plus ? Dans ce modèle dit «substantif», les normes de qualité sont définies *a priori* (Je produis selon le modèle en place, je commercialise, le consommateur consomme) : la norme tient compte de l'énoncé *a priori* (par exemple, pas de traces de métaux) tout en améliorant le contenu. Le principe substantif oriente les décisions de l'entreprise, en indiquant les caractéristiques du produit souhaité et en intégrant des possibilités d'adaptation pour répondre aux attentes d'autres acteurs.

Dans une vision constructiviste (Simon, 1994 ; Bernard, 2004), les acteurs, sans se soustraire aux normes légales applicables pour tous, cherchent à capter de la valeur ajoutée en s'appuyant davantage sur des spécificités territoriales, par exemple, les producteurs d'une région donnée proposent des produits en phase avec les potentialités naturelles de leur bassin géographique. La vision constructiviste est une démarche fondée davantage sur des procédures d'organisation de la production et de la transformation qui intègrent les spécificités et les contraintes écologiques du territoire qui les porte. Dans cette démarche, les actions prennent en compte une dimension procédurale et intersubjective de l'individu en tant qu'acteur et d'un collectif de partenaires considérés à travers leurs initiatives. Chaque acteur s'inspire de son propre vécu, de son expérience pour faire au mieux et en tirer profit tout en tenant compte du contexte.

Par rapport à cette perception du contexte, la démarche transversale va aider à concilier deux partis pris sur la filière : vision hiérarchique verticale et vision constructiviste systémique.

Cette démarche transversale propose de mettre en perspective la multitude de dimensions qui interagissent dans le fonctionnement de la filière. Elle permet d'identifier et de caractériser des proximités territoriales, des différenciations de qualité de produits ainsi que la pluralité des partenaires, dont aucun ne dispose ni ne maîtrise à lui seul l'ensemble des facteurs en jeu (marché, prix, changement climatique...). La prise de conscience de cette situation conduit à mettre en place des instances de concertation et de partage sur les orientations futures et sur les priorités.

Dans cette approche, les demandes d'innovation sont concertées entre les différentes parties prenantes. Elles deviennent le fruit d'un processus interactif, collectif, qui s'élabore aux intersections de compétences et d'intérêts différents et qui tiennent compte également des spécificités territoriales.

## Les acteurs de la filière

### Sélection

Dès le développement de la culture en France dans les années 1970, l'amélioration génétique a été considérée comme un levier essentiel pour répondre aux attentes et aux besoins des agriculteurs et des industriels de la filière.

Le groupement d'intérêt économique (GIE) Blé dur a été créé en 1983 par les obtenteurs français de blé dur. À l'origine au nombre de cinq, aujourd'hui seuls subsistent deux programmes de sélection spécifiques sur le blé dur. Ils sont conduits en France par Florimond Desprez et RAGT. Le groupement a pour vocation de fédérer les différents acteurs de la filière blé dur autour de la recherche variétale. L'objectif est d'échanger et de mener des projets d'ampleur par la mutualisation de moyens, tout en faisant également appel aux compétences extérieures utiles.

Depuis l'origine, INRAE est associé au groupement avec la participation d'Arvalis-Institut du végétal et des représentants des industriels CFSI (Comité français de la semoulerie industrielle) et SIFPAF (Syndicat des industriels fabricants de pâtes alimentaires de France) pour la gestion des ressources génétiques et l'amélioration variétale.

Le GIE Blé dur, en réponse à des appels d'offres, bénéficie du Fonds de soutien à l'obtention végétale (FSOV), mais aussi des fonds de soutien du ministère de l'Agriculture au travers du programme Casdar Recherche technologique et Semences et sélection variétale, ce dernier étant piloté par le comité scientifique du Comité technique permanent de la sélection (CTPS). Concrètement, le GIE Blé dur a pour ambition de stimuler la recherche privée dans le domaine du blé dur par la mise en œuvre et la valorisation des résultats des recherches menées par ses membres, par les instituts publics et par l'ensemble des intervenants dans la filière. Il s'agit en particulier d'encourager l'introduction de matériels génétiques nouveaux dans les programmes de sélection en vue de mettre à la disposition des utilisateurs des variétés améliorées sur un ou plusieurs critères (qualité, résistances aux maladies et parasites, durabilité...).

Le GIE Blé dur possède un conseil d'administration qui veille au bon déroulement des programmes de recherche et présente chaque année, lors de l'assemblée générale, les résultats obtenus et les orientations à prendre. Ainsi, depuis sa création, le GIE Blé dur a toujours travaillé en étroite collaboration avec divers laboratoires, et notamment ceux d'INRAE, d'Arvalis, du Creceperpal (Centre de recherche-développement du groupe Panzani).

Le Groupe d'étude et de contrôle des variétés et des semences (Geves) conduit des essais et des études pour l'inscription des variétés au catalogue national, la description par la DHS (distinction, homogénéité, stabilité) et l'évaluation de la valeur agronomique, technologique et environnementale (VATE) des variétés pour

l'analyse et le contrôle des semences en vue de leur certification. Il a un rôle d'expert et de référence au niveau national et international sur l'ensemble des espèces cultivées. En effet, pour qu'une nouvelle variété puisse être commercialisée en France, elle doit être inscrite au Catalogue officiel des espèces et variétés. L'inscription au catalogue français est décidée par le ministère en charge de l'Agriculture sur la base des propositions faites par la section céréales du CTPS, propositions qui s'appuient sur des études conduites par le Geves.

En plus des essais de préinscription destinés à inscrire une nouvelle variété, des essais de post-inscription permettant d'affiner la connaissance et l'adaptation régionale des variétés sont conduits par Arvalis et des acteurs de terrain (chambres d'agriculture, organismes économiques...).

## Production et collecte

Au niveau de la production, de la collecte et de la première transformation, les filières céréalières se sont structurées avec la création en 2003 d'une interprofession « Intercéréales », association privée à but non lucratif reconnue officiellement par les pouvoirs publics. Son champ d'activité concerne toutes les céréales : blé tendre, blé dur, orge, maïs, avoine, triticale, seigle, sorgho et riz.

L'interprofession est un lieu d'échanges entre les organisations professionnelles qui la composent. Elle a pour objet le développement des filières céréalières en France. Elle associe les acteurs représentant les secteurs de la production (associations de producteurs), de la commercialisation (coopération et négoce agricole, syndicats d'exportateurs) et de la première transformation (malterie, meunerie, amidonnerie, nutrition animale, semoulerie), la semoulerie étant représentée par le CFSL. L'interprofession finance des actions conduites par Arvalis, France Export Céréales et Passion Céréales autour de deux missions principales :

- la recherche-développement pour améliorer la compétitivité des céréales et leur adéquation aux différentes utilisations, tout en préservant l'environnement. Les actions sont principalement menées par Arvalis dans un large partenariat ;
- la promotion des céréales et des produits céréaliers en France (Passion Céréales) et à l'étranger (France Export Céréales).

FranceAgriMer est un office agricole français ayant pour mission d'appliquer certaines mesures prévues par la politique agricole commune (PAC), et de réaliser des actions nationales en faveur des différentes filières agricoles. Il assure une mission de concertation et de financement au sein des filières agricole et maritime. FranceAgriMer s'appuie sur onze conseils spécialisés, dont un conseil « Grandes cultures » dans lequel on retrouve les céréales. Ces conseils réunissent à intervalles réguliers l'ensemble des professionnels de chacune des filières et les pouvoirs publics. La direction des interventions de FranceAgriMer est chargée de mettre en œuvre l'ensemble des dispositifs de soutien financiers nécessaires aux filières.

La Direction des marchés, études et prospective produit ou recueille et traite les données de production, de qualité et les données économiques relatives aux différentes filières, dont la filière blé dur. Ses compétences et son expertise dans ce domaine placent FranceAgriMer comme un opérateur tiers de confiance, garant de la transparence et de la neutralité des informations économiques et techniques.

À noter également l'implication des coopératives et négociants en matière de suivi technique en production, de collecte, de stockage-conservation et, pour certains, de commercialisation à l'export.

## Surveillance sanitaire et traçabilité

En matière de surveillance sanitaire, l'association Hypérion a fédéré les différents acteurs de la filière autour de deux axes majeurs :

- en favorisant la production raisonnée et durable des céréales, avec la création par Arvalis, dès 2004, d'un référentiel de charte de production qui décrit les bonnes pratiques agricoles à mettre en œuvre pour le blé tendre, le blé dur et l'orge brassicole. Ce référentiel, utilisé par les organismes stockeurs dans une démarche de groupe avec leurs fournisseurs agriculteurs, est depuis 2018 normalisé Afnor. Il permet de répondre aux exigences des opérateurs en matière de qualité sanitaire et technologique du produit, de préservation de l'environnement, de compétitivité de la production ;
- en mettant sur pied et en gérant un plan de surveillance sanitaire. Cet observatoire permet d'exercer une surveillance constante sur la qualité sanitaire des céréales récoltées en France et de certains produits de la filière céréalière (farine, semoule, sons...). Les mycotoxines, métaux lourds, résidus chimiques sont ainsi sous surveillance. Hypérion recueille, compile et organise l'ensemble des résultats d'analyses réalisées par les acteurs de la filière céréalière.

## Transformation

Sept entreprises principales, employant 1500 personnes, sont concernées par la transformation du blé dur *via* cinq semouleries industrielles, sept usines de pâtes alimentaires et quatre usines de couscous. Ces entreprises sont regroupées au sein du CFSI pour les industries de première transformation et/ou du SIFPAF pour les industries de seconde transformation. Le pilotage opérationnel est commun entre les deux structures.

Dans le cadre de ses missions, le CFSI/SIFPAF assure une veille réglementaire, normative et scientifique de tous les sujets concernant cette industrie (marchés, droit du travail, droit alimentaire, sécurité sanitaire, gestion de crise...). Ce syndicat professionnel participe aux instances de la recherche publique et privée pour l'amélioration variétale des blés durs et l'enrichissement des connaissances sur la technologie de la transformation du blé dur en semoule, notamment dans le cadre de la Plateforme Blé dur et du Plan national Blé dur. Il établit également des statistiques de l'activité et des marchés. Le CFSI a élaboré un guide de bonnes pratiques d'hygiène dans l'industrie de la semoulerie de blé dur, validé en janvier 2000 par les pouvoirs publics.

Fort des partenariats entre ces opérateurs industriels et des collaborations avec la recherche, un projet collaboratif regroupant cinq fabricants de semoules, pâtes et couscous a été lancé en 2016 pour une durée de six ans. Ce projet, nommé «DEFI blé dur» (durabilité, efficacité et innovation), a pour objet d'identifier les leviers d'innovation et de compétitivité pour les industries de transformation. Il vise à améliorer, concevoir et développer de nouveaux procédés pour réduire les consommations (énergie, eau, matière) et améliorer la qualité des productions futures (semoule, pâtes alimentaires et couscous).

## Recherche

Un des grands acteurs de la recherche sur le blé dur est bien sûr la recherche publique *via* INRAE, dont la plus grande partie des activités blé dur est localisée à Montpellier pour la génétique, la qualité et les procédés de transformation. Les recherches en matière d'agronomie ou d'économie sont réparties entre différentes stations de recherche, dont Toulouse, Montpellier et Saclay. INRAE participe à de nombreux programmes en partenariat en particulier avec Arvalis et les syndicats professionnels. Les programmes de recherche plus fondamentaux sont financés par l'Agence nationale de la recherche (ANR) ou l'Union européenne.

Arvalis conduit des actions de recherche-développement, en particulier des programmes concertés et décidés dans le cadre de l'interprofession Intercéréales, en phase avec le plan de relance blé dur. En matière de blé dur, les travaux sont menés à la fois sur la recherche et l'adaptation variétale, la production et l'adaptation au milieu, le stockage et la qualité, ainsi que sur la conduite des systèmes et l'économie. Des expérimentations sont menées dans chacune des grandes régions de production. La diffusion des résultats revêt une grande importance dans l'activité et elle est l'objet principal des *Journées Blé dur* organisées annuellement et auxquelles un grand nombre d'agriculteurs participent.

## Les actions collectives de la filière

### Plateforme Blé dur

Un Comité d'orientation scientifique blé dur, coprésidé par INRAE et Arvalis, a été créé en 2012 pour partager et mettre en œuvre les thèmes de recherche répondant aux nouveaux enjeux auxquels la filière blé dur doit répondre. Ce comité permet, par le partage des acquis et la complémentarité des compétences, de décider des thèmes prioritaires à développer : il identifie les manques de connaissances, suscite le montage des projets de recherche collaboratifs et innovants, impulse des actions de transfert et de formation pour une production française compétitive, de qualité et durable de blé dur (semoule, pâtes et couscous).

Une plateforme Blé dur a été initiée en 2013 suite aux travaux du Comité d'orientation scientifique. Elle rassemble les parties prenantes de la filière blé dur française : les sélectionneurs et semenciers, les producteurs, la recherche et l'enseignement supérieur, la recherche appliquée, les industriels de la semoule, des pâtes et du couscous, les organismes stockeurs, ainsi que les pouvoirs publics et les pôles de compétitivité. Cette organisation permet de mettre en place des actions adaptées aux besoins de chacun des acteurs de la filière sur les différents aspects majeurs de cette culture : génétique, agronomie, qualité des produits, procédés et marchés.

Les sélectionneurs sont également impliqués, avec leurs partenaires de la recherche (INRAE, Arvalis) et les industriels de la transformation, dans des études pour identifier et comprendre les mécanismes génétiques liés aux différents caractères de qualité.

Les agronomes mettent au point les futurs systèmes de culture pour une production plus stable, de qualité et assurant la compétitivité économique des producteurs et de la filière, dans une approche agroécologique.

Des actions de transfert et de communication ont également été initiées et diffusent à destination des coopératives, des négociants et des producteurs les points clés permettant de produire du blé dur de qualité avec des techniques respectueuses de l'environnement.

## Plan de relance blé dur

Compte tenu de la baisse des surfaces en blé dur constatée depuis 2010, le Conseil spécialisé céréales (devenu Conseil spécialisé grandes cultures) de FranceAgriMer avait élaboré et soutenu fin 2013 un plan de relance spécifique de la filière blé dur à mettre en œuvre sur la période 2015-2025. Ce plan vise deux objectifs complémentaires :

- rétablir la production à la suite de la baisse importante des emblavements constatés ces dernières années;
- consolider une production durable et de qualité, permettant de répondre à une demande mondiale en croissance, notamment au sud de la Méditerranée, ainsi que le démontrent les travaux d'Abis (2015) sur la géopolitique des céréales.

Ce plan a pour objectif de doubler la production française de blé dur à l'horizon 2025 pour atteindre 3 à 3,5 millions de tonnes. Les principales actions suivantes sont à souligner :

- développer la culture dans toutes les zones possibles de production pour atteindre 600 000 ha : une telle progression nécessite une forte augmentation des surfaces dans l'ensemble des régions de production ainsi que des actions complémentaires concernant la compétitivité de la culture, la résistance aux facteurs biotiques (mosaïque en particulier) et abiotiques (sensibilité au froid) ainsi que la maîtrise de la qualité (nutrition azotée);
- reconnaître le blé dur comme une production à part entière et non cumulée avec le blé tendre dans le cadre du verdissement de la PAC, le faisant entrer dans la logique de diversité des cultures;
- développer la recherche et l'innovation pour faire du blé dur une culture profitable économiquement au même titre que le blé tendre. Les objectifs d'augmentation de rendement et d'amélioration de la qualité par le progrès génétique et des pratiques culturales revisitées (lutte contre les bioagresseurs et les stress climatiques, efficacité en azote...) sont les orientations majeures données à ce programme;
- développer l'innovation génétique avec la mise au point et la diffusion de nouvelles variétés plus résilientes associées à des démarches qualité;
- optimiser les itinéraires techniques pour accroître les rendements, maîtriser leur variabilité et obtenir une bonne qualité, en particulier par une protection plus efficace contre les bioagresseurs (mobilisant notamment la prophylaxie et évitant ainsi un recours accru aux pesticides de synthèse) et une adaptation de la nutrition azotée;
- consolider l'aide spécifique blé dur octroyée dans la PAC pour les zones traditionnelles sous réserve du respect du cahier des charges qualité (notamment avec des variétés choisies dans une liste définie conjointement par l'ensemble des membres de la filière);
- améliorer l'organisation logistique pour la réception, les mesures de la qualité (méthodes rapides à réception, gestion des insectes...), le classement et le stockage spécifique du blé dur dans les organismes stockeurs, voire dans les exploitations

agricoles. Ce volet revêt une grande importance pour segmenter les qualités (tri variétal et qualitatif) ;

– consolider la transformation du blé dur en France non seulement par une meilleure adaptation de la matière première aux cahiers des charges des industriels, mais aussi en améliorant l'ensemble des processus de transformation ;

– développer une exportation soutenue et régulière pour les marchés de proximité (intracommunautaire et surtout méditerranéen) dont la demande est croissante. Une offre visible, cohérente, continue et répondant aux besoins spécifiques des acheteurs doit être affirmée, et les différents éléments de marché plus largement connus et partagés ;

– accroître la communication auprès des décideurs et des pouvoirs publics ainsi que vers les citoyens.

## Comité de pilotage national

Il a été créé un comité de pilotage national de la filière qui regroupe tous les acteurs concernés : agriculteurs, responsables professionnels, Association générale des producteurs de blé (AGPB), France Export Céréales, Passion Céréales, Fédération nationale des agriculteurs multiplicateurs de semences (FNAMS), GIE Blé dur, INRAE, chambres d'agriculture, Groupement national interprofessionnel des semences et plants (GNIS), organismes stockeurs, courtiers, exportateurs, FranceAgriMer, SIFPAF et CFSI. Animé par Arvalis, ce comité travaille en relation avec les comités techniques régionaux des quatre grandes régions de production. C'est un lieu d'échanges et de concertation. La *Journée filière blé dur*, rencontre annuelle, permet à plus de 300 personnes de partager les avancées, les innovations, les freins rencontrés par la filière blé dur.

### ► Pourquoi un livre sur le blé dur ?

On observe que l'ensemble des acteurs de la filière blé dur se sont fixé des objectifs ambitieux pour reconquérir et stabiliser une filière assez fragile, soumise à de nombreux aléas (économiques, réglementaires, climatiques dont les effets sont de plus en plus visibles...). La pérennité de cette filière ne peut être assurée qu'en renforçant la recherche-développement et si toutes les innovations, qu'elles soient biotechniques ou organisationnelles, sont mobilisées tout au long de la filière. Les besoins en matière de recherche-développement et d'innovation ont été mis en lumière pour tous les maillons de la filière. De multiples travaux ont déjà été menés ces dernières années en étroite concertation par les différentes structures concernées. Le Comité d'orientation stratégique blé dur a considéré qu'il était important de réaliser un état des connaissances actuelles sur cette culture et en a confié la coordination à INRAE et Arvalis.

Le présent ouvrage se veut un outil de référence destiné aux agents des professions constitutives de la filière (sélectionneurs, multiplicateurs, agriculteurs, organismes stockeurs, transformateurs), mais aussi à d'autres acteurs qui interfèrent dans le développement de la filière blé dur – à l'instar des secteurs de la recherche, du développement (instituts techniques, chambres d'agriculture...) et de la formation (chercheurs, enseignants, étudiants), tout autant qu'aux décideurs publics.

Cet ouvrage fait suite à de nombreux travaux conduits sur le blé dur en France ces dernières années, notamment dans le cadre d'un programme de recherche mené en collaboration entre INRAE et Arvalis dans le cadre de l'UMT NovaDur, impliquant également de nombreux partenaires de la filière.

Les différents chapitres du livre reprennent les principaux résultats de ces travaux et des recherches conduites à l'international, mais aussi des considérations économiques ou stratégiques liées à cette culture qui voit ses surfaces fluctuer énormément au fil des années.

C'est donc un travail exhaustif qui permettra au lecteur de faire un point complet sur cette culture.

La rédaction des chapitres du livre a mobilisé différents groupes pluridisciplinaires constitués de spécialistes reconnus pour leurs compétences dans l'analyse de la filière blé dur en France et/ou pour leurs travaux de recherche-développement sur le blé dur.

Ainsi, autour des coordinateurs, des groupes de rédacteurs spécialisés émanant des deux organismes INRAE et Arvalis se sont mobilisés pour rédiger les différents chapitres. Il a aussi été fait appel à des personnes ressources extérieures aux deux instituts en fonction de leurs compétences.

Vous trouverez dans les pages qui suivent une synthèse unique sur le blé dur, abordant différents chapitres : l'historique du blé dur, les systèmes de culture et les systèmes de production, l'économie de la filière, la recherche génétique et la création variétale, l'écophysiologie et ses retombées agronomiques, les bioagresseurs et leur maîtrise, les procédés de transformation, la qualité technologique et sanitaire et leur maîtrise, ainsi que des données sur la consommation et les apports de l'ingénierie des connaissances.

Dans chaque chapitre, les auteurs se sont efforcés de bien identifier les enjeux du sujet traité (qualité, économie, environnement, risques), l'état des connaissances actuelles et leurs conséquences ou retombées pratiques, puis d'évoquer les perspectives d'évolution et les voies de progrès en cours ou souhaités.

Nous vous en souhaitons bonne lecture.

## ► Références bibliographiques

Abis S., 2015. *Géopolitique du blé. Un produit vital pour la sécurité mondiale*, Armand Colin, 192 p.

Bernard F., 2004. Constructivisme et sciences de l'organisation. De l'alternative au pluralisme épistémologique « limité ». *Communication et langages*, 139 (1), 27-40.

Simon H.A., 1994. Préface à l'introduction française de *Sciences des systèmes, sciences de l'artificiel*, Dunod, 1991, cité par Le Moigne (1994, 87), in Le Moigne, *Le Constructivisme*, ESF, Paris, tome I, 1994.

Autres sources utilisées :

- présentation des *Journées techniques blé dur* d'ARVALIS-Institut du végétal;
- sites internet : FranceAgriMer, CFSI/SIFPAF;
- Travaux du colloque blé dur-Bizerte (INRAE/ARVALIS-Institut du végétal/SIFPAF/Pôle de compétitivité de Bizerte/Ipemed/invités maghrébins, italiens).



## Chapitre 1

# Une histoire des blés durs en France : des origines néolithiques à nos jours

LAURENT BOUBY, MICHEL CHAUVET, PIERRE ROUMET,  
MARIE-PIERRE RUAS

La diversité des blés durs connue aujourd'hui de par le monde résulte de l'intrication de choix humains et d'adaptations aux contraintes environnementales. Ces actions répétées au cours des millénaires, depuis la primodestication des blés dur au Proche-Orient il y a plus de 10 000 ans, ont permis l'extension de leur culture au niveau mondial à travers un long processus de sélection et de diffusion.

### ► Les blés durs, diversité et perception à travers les sources

Dans la galaxie des blés, le groupe des blés durs ne se limite pas au blé dur à semoules et à pâtes (*Triticum durum stricto sensu*), aujourd'hui largement cultivé à travers le monde principalement pour la production de pâtes (figure 1.1 et encadré 1.1). Les blés durs correspondent à l'espèce tétraploïde *Triticum turgidum* dans son ensemble, dont toutes les formes domestiquées procèdent de l'amidonniér sauvage (*T. turgidum* subsp. *dicoccoides*). *T. turgidum* (génome AABB,  $2x = 4n = 28$  chromosomes) est issu d'un événement de polyploïdisation à partir d'un croisement interspécifique entre *T. boeoticum* (génome A, 7 paires de chromosomes) et une espèce inconnue, proche d'*Aegilops searsii* (génome B, également 7 chromosomes). Le compartiment cultivé comprend tout d'abord l'amidonniér (*T. turgidum* subsp. *dicoccon*), sous-espèce à grains vêtus la plus proche de l'ancêtre sauvage avec lequel elle partage ce caractère. Ce dernier tient à la structure coriace des glumelles qui restent adhérentes aux grains à l'issue du battage. D'autres formes de blés vêtus se distinguent morphologiquement, notamment *T. t.* subsp. *paleocolchicum* (blé de Colchide, Géorgie) et *T. t.* subsp. *ispahanicum* (blé d'Ispahan, Iran). La culture du blé amidonniér s'est perpétuée dans quelques zones du Moyen-Orient, d'Afrique, de Méditerranée et d'Europe. Depuis quelques années, elle connaît cependant un certain regain en Europe, dans le cadre de circuits de production alternatifs, en bio et en circuits courts notamment.

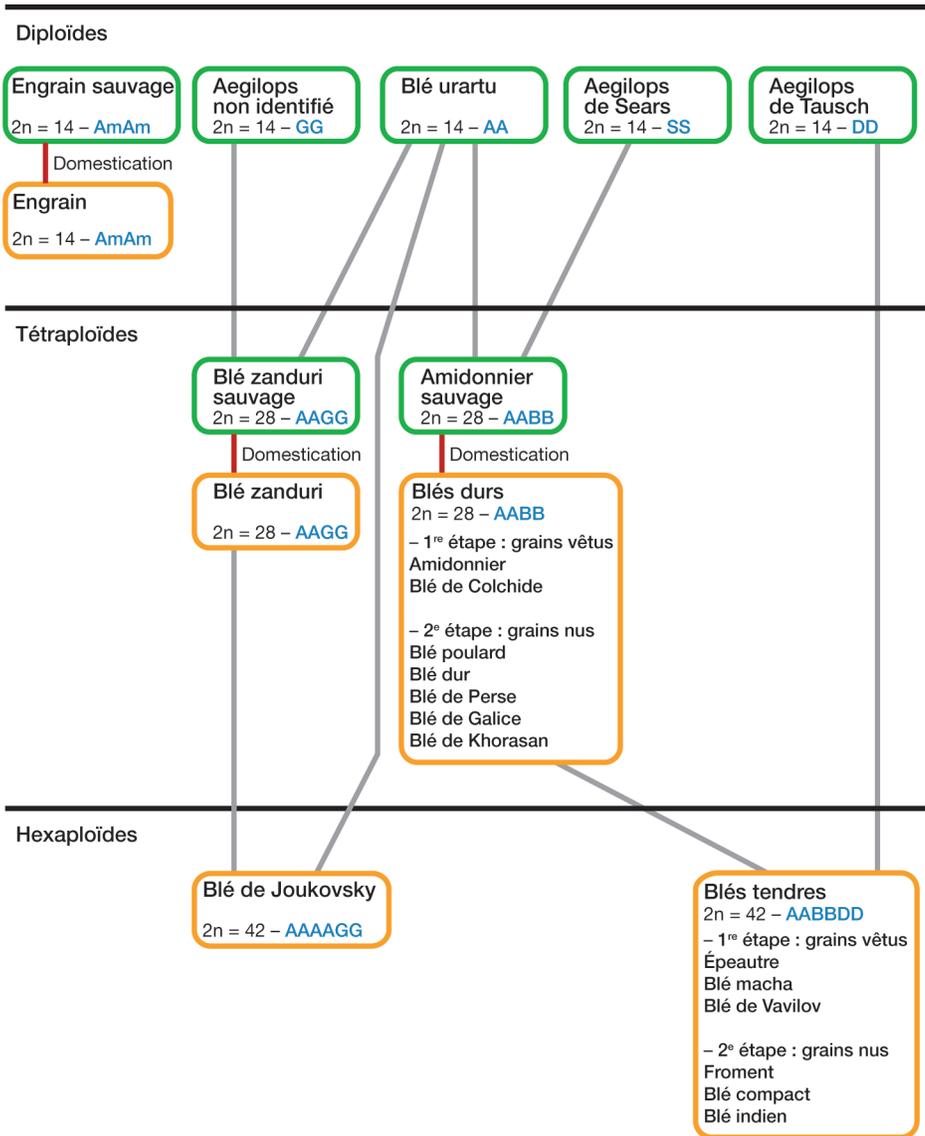
Une mutation permettant d'obtenir des tissus des enveloppes plus fins ainsi que des rachis plus solides a entraîné l'émergence de nouvelles formes à grains nus à partir de l'amidonniér. Le blé dur au sens strict (*T. turgidum* subsp. *durum*) en est la forme

la plus importante dans l'économie mondiale actuelle. Il était traditionnellement présent surtout sur les rives sud de la Méditerranée, dans la péninsule Ibérique, en Italie et en Grèce. Le blé de Galice (*T. turgidum* subsp. *polonicum*), aujourd'hui en voie de disparition, était également plutôt cultivé sur les rives sud de la Méditerranée. Le blé poulard (*T. turgidum* subsp. *turgidum*) est actuellement cultivé en Asie, en Afrique et dans le sud et l'est de l'Europe. Jusqu'à la moitié du xx<sup>e</sup> siècle, il était très présent dans le nord du Bassin méditerranéen. La longueur de son cycle végétatif, sa grande résistance au froid, associée à une moindre résistance à la sécheresse, et un grain peu vitreux sont les principales caractéristiques de ce blé considéré comme rustique. En France, on le trouvait avant tout sur les terres argileuses et froides du Centre (Auvergne, Berry, Poitou) et du Sud-Est. Sa sensibilité au mitadinage limitait son utilisation par les industries semoulière et pastière, qui préféraient les blés italiens ou d'Afrique du Nord, aux grains très vitreux, donnant l'assurance d'un bon rendement semoulier. Le blé poulard ne faisant pas l'objet de programmes d'amélioration, les variétés cultivées sont restées des populations de pays. Aujourd'hui, il connaît un regain d'intérêt, notamment en agriculture biologique. Les autres blés durs à grains nus se rencontrent dans des zones géographiques limitées : le blé du Khorasan (*T. turgidum* subsp. *turanicum*), du Proche-Orient à l'Asie centrale, le blé de Perse (*T. turgidum* subsp. *carthlicum*), dans la région du Caucase, et le blé de Colchide (*T. turgidum* subsp. *paleocolchicum*), plus spécifiquement en Géorgie.

Traditionnellement, au sud de la Méditerranée, le blé dur (*T. t.* subsp. *durum*) était souvent cultivé en mélange avec d'autres formes à grains nus (*T. t.* subsp. *polonicum*) ou avec l'amidonnier. La forte diversité morphologique inter et intraparcellaire dont faisait preuve la forme *durum* en Afrique du Nord, couplée à l'intérêt de l'industrie pour les gros grains vitreux, a conduit la France à mettre en place des programmes de sélection spécifiques pendant la période coloniale et le protectorat (Algérie, Maroc, Tunisie). Cette forte diversité au sein des parcelles perdue dans les zones d'agriculture traditionnelle, ainsi que l'atteste l'analyse de la diversité génétique de populations encore cultivées dans le pré-Rif et le Haut Atlas oriental marocain. Ces populations se rattachent génétiquement aux formes à grains nus (*T. t.* subsp. *polonicum*, *turgidum* et *durum*). Tout en étant très différentes d'une région à l'autre, elles présentent une importante diversité génétique locale, dont les dénominations variétales ne donnent qu'une idée imparfaite et dont l'origine est plutôt à rechercher dans les gradients géographiques locaux et la multiplicité des réseaux de flux de semences (Sahri *et al.*, 2014).

Retracer la longue histoire des blés durs relève en grande partie de la gageure. Les échanges et flux migratoires successifs au long des millénaires ont étendu leur culture à l'échelle mondiale. La diversité génétique locale résulte directement de ces échanges et des processus de sélection liés aux contraintes environnementales ou aux pressions humaines. L'analyse de la diversité génétique locale est en outre rendue complexe aujourd'hui en raison des croisements à but de sélection, réalisés systématiquement entre accessions issues des différentes régions du monde et rassemblées dans des collections « nationales » et privées depuis la fin du xix<sup>e</sup> siècle.

Lorsque l'on remonte dans le temps, les textes historiques représentent les sources les plus précises. Mais l'identification des variétés cultivées, voire des sous-espèces, n'est véritablement possible que dans les documents les plus récents, à l'échelle des



**Figure 1.1.** Généalogie des principales espèces et sous-espèces de blés.

Les lettres en bleu désignent les génomes, par exemple n = A, 2 n = AA. La couleur des cadres indique le statut, vert = sauvage, orange = domestique.

deux derniers siècles. En amont, les textes se font rapidement plus rares et surtout plus difficiles à interpréter. Dès que l'on s'approche de l'époque médiévale, *a fortiori* de l'Antiquité, il devient souvent difficile de mettre en relation les termes employés avec les sous-espèces modernes et de déterminer le niveau de diversité biologique qu'il est possible de caractériser.

À l'échelle plurimillénaire, seule l'archéologie offre le moyen de suivre l'histoire des blés, depuis leur domestication jusqu'à aujourd'hui. La documentation est

potentiellement pléthorique et peut concerner la plupart des zones géographiques et des périodes. Elle dépend avant tout de l'avancée des opérations archéologiques de terrain et de la lente accumulation des données en laboratoire. Les sédiments archéologiques conservent très régulièrement des restes végétaux qui témoignent des plantes utilisées par les occupants des sites. Dans la plupart des cas, ces végétaux

### Encadré 1.1. Classification des blés sauvages et cultivés.

#### ■ Blés diploïdes

*Triticum monococcum* L., 2n = 14, génome AmAm : engrain, petit épeautre, vêtu

– subsp. *monococcum* : engrain cultivé

– subsp. *aegilopoides* (Link) Thell. (syn. : *Triticum boeoticum* Boiss., *T. aegilopoides* (Link) Bal., *T. thaouadar* Reuter) : engrain sauvage

*Triticum urartu* Tumanian ex Gandilyan, 2n = 14, génome AA : blé urartu sauvage, vêtu

#### ■ Blés tétraploïdes

*Triticum turgidum* L., 2n = 28, génome AABB

*T. turgidum* vêtus

– subsp. *dicocoides* (Körn. ex Asch. & Graebn.) Thell. [syn. : *T. dicocoides* (Körn. ex Asch. & Graebn.) Schweinf.] : amidonnier sauvage

– subsp. *dicoccon* (Schrank) Thell. : amidonnier, emmer

– subsp. *paleocolchicum* (Menabde) A. & D. Löve : blé de Colchide

*T. turgidum* nus

– subsp. *turgidum* : blé poulard, touselle, pétanielle ; blé miracle, blé des pharaons

– subsp. *durum* (Desf.) Husn. : blé dur

– subsp. *carthlicum* (Nevski) A. & D. Löve : blé de Perse

– subsp. *polonicum* (L.) A. & D. Löve : blé de Galice, blé de Pologne

– subsp. *turanicum* (Jakubcz.) A. & D. Löve : blé de Khorasan (dont kamut)

*Triticum timopheevii* (Zhuk.) Zhuk., 2n = 28, génome AAGG : blé zanduri, blé de Timopheev, vêtu

– subsp. *armeniicum* (Jakubcz.) Slageren : sauvage

– subsp. *timopheevii* : cultivé, endémique de Géorgie

#### ■ Blés hexaploïdes

*Triticum aestivum* L., 2n = 42, génome AABBDD, uniquement cultivé

*T. aestivum* vêtus

– subsp. *spelta* (L.) Thell. (1918) : épeautre

– subsp. *macha* (Dekapr. & Menabde) MacKey : blé macha, endémique de Géorgie

– subsp. *vavilovii* (Tuman.) Sears : blé de Vavilov, blé arménien, endémique du Caucase

*T. aestivum* nus

– subsp. *Aestivum* : blé tendre, froment

– subsp. *compactum* (Host) MacKey : blé compact, blé hérisson

– subsp. *sphaerococcum* (Perc.) MacKey : blé indien

*Triticum zhukovskyi* Menabde et Ericzjan, 2n = 42, génome AAAAGG : blé de Joukovsky, cultivé, endémique de Géorgie, vêtu

Source : Chauvet, 2018.