

Table des matières

Introduction	5
<i>Norbert Benamou, Abdelkamel Allaoua, Christian Huyghe</i>	
Chapitre 1. Une histoire des blés durs en France : des origines néolithiques à nos jours	15
<i>Laurent Bouby, Michel Chauvet, Pierre Roumet, Marie-Pierre Ruas</i>	
Chapitre 2. Durabilité du blé dur : agronomie et systèmes de production	41
<i>Matthieu Killmayer, Jack Massé, Jean-Louis Moynier, Michel Bonnefoy, Stéphane Jézéquel, Philippe Braun</i>	
Chapitre 3. La production en France : l’alliance des territoires et des techniques culturales	55
<i>Matthieu Killmayer, Jack Massé, Jean-Louis Moynier, Michel Bonnefoy, Stéphane Jézéquel, Philippe Braun</i>	
Chapitre 4. Économie : un marché atypique questionnant la durabilité de la filière française	79
<i>Yannick Carel, Pierre Triboulet, Jean Cordier, Gaël Plumecocq</i>	
Chapitre 5. Les variétés : pivots de la filière blé dur	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>	
Chapitre 6. Écophysiologie : connaître les particularités physiologiques pour anticiper les aléas	137
<i>Jean-Charles Deswarte, Jack Massé</i>	
Chapitre 7. Maladies et bioagresseurs : bien les connaître pour une protection intégrée efficace	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>	
Chapitre 8. La transformation : le grain, du silo à l’assiette du consommateur	199
<i>Jean-Philippe Leygue, Marie-Françoise Samson, Cécile Barron, Valérie Lullien-Pellerin, Joël Abécassis, Bernard Cuq, Katell Crepon, Philippe Braun</i>	
Chapitre 9. Les qualités du grain et des produits pour satisfaire les attentes du consommateur	239
<i>Marie-Françoise Samson, Jean-Philippe Leygue, Valérie Lullien-Pellerin, Joël Abécassis, Philippe Braun</i>	

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

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^e 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^e 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

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

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

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 primodomestication 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

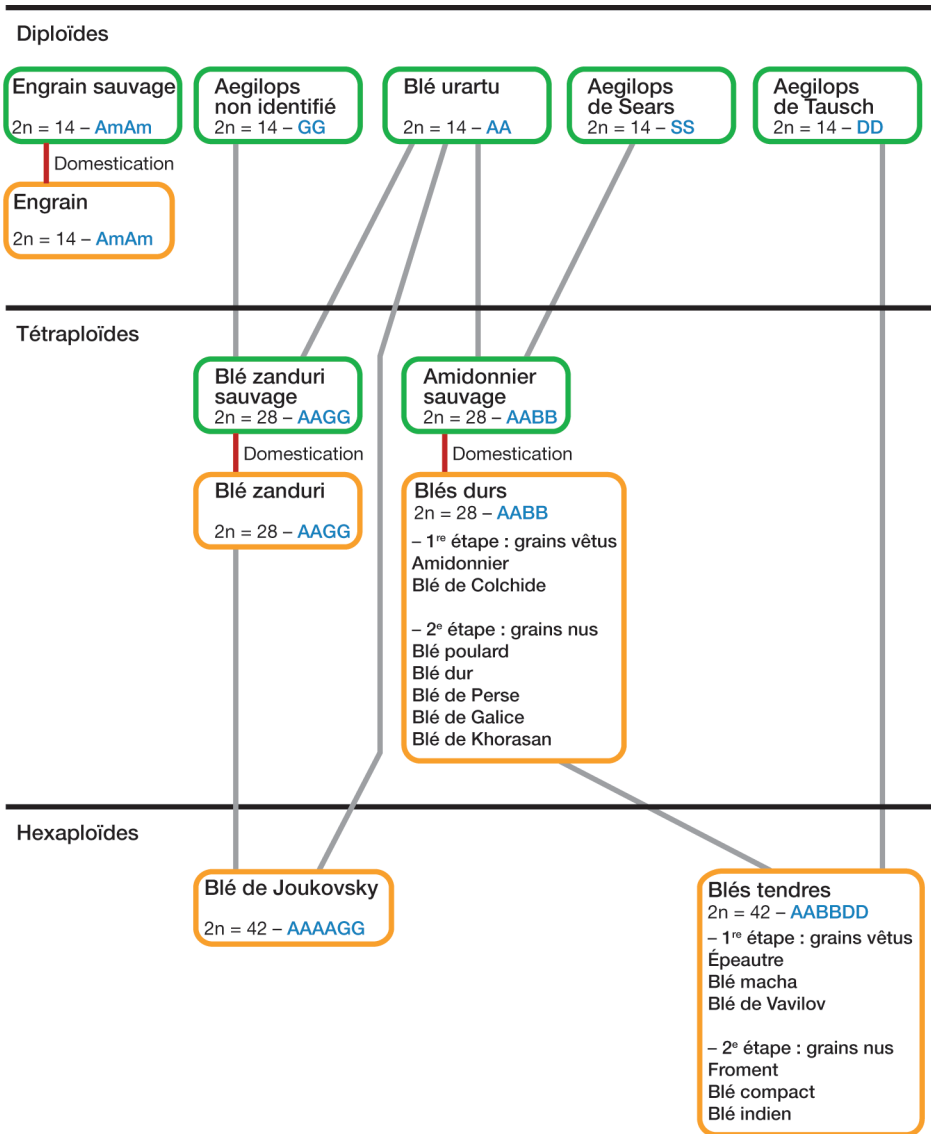


Figure 1.1. Généalogie des principales espèces et sous-espèces de blés.

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