



# Le poids de l'évolution du matériel vivant : l'exemple des céréales

Gilles Charmet

## ► To cite this version:

Gilles Charmet. Le poids de l'évolution du matériel vivant : l'exemple des céréales. Carrère P, Doreau M, Lesage V, Piquet A. L'agriculture entre plaine et montagne; d'hier à aujourd'hui, 627-628, Alliance universitaire d'auvergne, revue d'Auvergne, 2018. hal-03157422

**HAL Id: hal-03157422**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03157422>**

Submitted on 13 Apr 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Revue d'Auvergne

## 2 – Evolutions

### - Evolution des systèmes de culture et leur spécialisation

Le poids de l'évolution du matériel vivant

Gilles Charmet

#### Résumé

Le paysage variétal du blé et du maïs a évolué en même temps que les itinéraires techniques et la structure des exploitations. Des fermes de subsistance de l'avant guerre (1940) qui cultivaient des variétés de pays, les exploitants ont adopté les variétés modernes issues de la génétique en même temps que la mécanisation, mais la polyculture-élevage a perduré en Limagne jusqu'aux années 1960. Les années suivantes ont alors connu une spécialisation en grandes cultures, avec un agrandissement des exploitations et l'adoption des hybrides de maïs, et pour le blé de variétés à haut rendement ou de haute qualité pour une valorisation du terroir. Cette spécialisation s'est encore accrue au 21<sup>e</sup> siècle avec le développement d'industries de transformation et l'intégration par un groupe coopératif de la filière depuis la production de semences jusqu'au produit fini, pain, biscuits ou semoules de maïs.

#### Summary

The landscape of wheat and maize varieties has evolved in parallel with the technical farming practices and farm structures. From subsistence farms before Second World War who grew wheat landraces, post-war farmers adopted modern varieties from breeding companies at the same time of tractor and other machines, but still associated crops and animal husbandry. A specialization towards crop system appeared in the 1970s, with an increase of farm's size, who adopted hybrid maize varieties and high yield/high quality wheat to valorize the specific Limagne territory. This specialization became even more evident in the 21<sup>st</sup> century, with the development of bread-making and corn semolina industry by a cooperative, which thus integrated all the food chain from seed production to end-use products.

Dans cet article, nous limiterons le cadre de l'étude à la Limagne, qui concentre la plupart des surfaces en cultures et en tous cas la majorité des exploitations spécialisées en productions végétales de type « grandes cultures ». Afin de mettre en parallèle l'évolution du matériel vivant, c'est-à-dire l'offre variétale, avec l'évolution des systèmes de cultures, nous nous permettrons de remonter dans le temps

jusqu'au début des années 1960, car c'est dans cette décennie charnière que se sont produites les mutations les plus importantes sur les paysages et les systèmes de culture. Nous limiterons également cette analyse aux deux espèces les plus emblématiques de la Limagne : le blé et le maïs.

#### 1. Les grandes mutations de l'agriculture en Limagne :

Parmi les évolutions, parfois rapides, des systèmes agricoles et des structures (sans doute) déjà présentées dans cet ouvrage, on peut rappeler :

- L'abandon rapide, dès le début des années 1960, des systèmes de polyculture-élevage (bovins laitiers, parfois bovins viande), et sa quasi disparition effective dans les années 1980. Cette évolution, observée dans la plupart des zones de plaines en France, résultait d'une aspiration, sinon aux loisirs, du moins à un travail moins contraignant, et fut rendue possible par une offre de variétés productives, permettant aux exploitations « tout végétal », d'avoir un revenu comparable à celui des exploitations de polyculture-élevage. Sans doute longtemps sous-estimé, la double activité, associant agriculture et emploi salarié, le plus souvent dans l'agglomération Clermontoise assez proche, fut sans doute également à l'origine de la spécialisation végétale.
- La simplification des assolements durant la période 1970-2000, pour ne retenir que les espèces assurant les meilleures marges. Ainsi la rotation maïs-blé, voire la monoculture du maïs étaient largement répandus, du moins chez les non-betteraviers. Compte-tenu de la taille limitée des exploitations, la concentration des travaux sur quelques périodes de l'année ne posait alors pas problème.
- Dans les années 2000, puis 2010, l'agrandissement des exploitations et la « professionnalisation » de l'agriculture. Les petites exploitations familiales, reprises par les enfants des polyculteurs-éleveurs (parfois mis à la retraite par l'indemnité viagère de départ, loi du 8 août 1962) en double actifs, ne « passent » pas le plus souvent à la génération suivante et sont reprises par des agriculteurs dits « professionnels », dont les surfaces s'accroissent rapidement. Certaines communes ne comptent aujourd'hui parfois qu'un ou deux agriculteurs, quand ce n'est pas aucun (qu'on se rassure, les terres ne sont pas à l'abandon, mais sont reprises par des agriculteurs des communes voisines... quand elles ne changent pas d'usage, notamment comme terrain à bâtir dont la demande explose et s'étend de plus en plus loin des centres urbains).
- Enfin, dans la période la plus récente, plus difficile à cerner par manque de recul, on observe certes une poursuite de l'agrandissement des exploitations professionnelles, mais peut-être aussi l'apparition d'une nouvelle catégorie de doubles actifs, qui ne sont plus des ouvriers-paysans, mais des agriculteurs ayant une activité principale dans le secteur tertiaire, souvent une profession intellectuelle, et qui n'ont pas nécessairement des racines paysannes. Cette nouvelle catégorie

d'agriculteurs, mais aussi une partie d'agriculteurs âgés, voire (pré)retraités, font appel à des ETAR (entreprises de travaux agricoles et ruraux) pour tout ou partie des travaux les plus chronophages (voire l'ensemble des travaux). Cette nouvelle demande de service permet aux ETAR de « cultiver de facto » des surfaces plus importantes, ce qui revient de fait à agrandir leur exploitation (la majorité des ETAR étant eux-mêmes agriculteurs).

- Avec le « verdissement » de la PAC, une formation de plus en plus pointue des agriculteurs et une prise en compte croissante par cette profession des enjeux environnementaux, on voit une progression de l'agriculture « raisonnée », et une certaine diversification des assolements, avec le retour ou la progression de cultures un peu délaissées comme le tournesol, l'orge, et même la luzerne à l'époque où la sucrerie de Bourdon, à Aulnat, avait un atelier de déshydratation.

## 2. Evolution de l'offre variétale :

### a. Cas du blé :

Bien que le blé soit l'espèce agricole qui fait l'objet des plus anciens travaux de sélection « scientifique » (Arbos P., 1932), des variétés dites « de pays » ou « populations » (comme « bourrus d'Auvergne, Blé des Dômes, Rouge de Bordeaux, ou encore des poulards qui sont des blés durs...) étaient encore cultivées en Limagne jusqu'en 1950, malgré une timide apparition des variétés issues de la sélection Vilmorin (Bon fermier en 1894, puis Vilmorin 27, Vilmorin 29...).

Ce n'est qu'à partir des années 1950, et surtout 1960, que les variétés issues de programmes de sélection et inscrites au catalogue français (le CTPS, instance qui instruit les demandes d'inscriptions pour le ministère de l'agriculture, ayant été créé en 1942), vont envahir le paysage et accompagner la première phase de réelle modernisation de l'agriculture, comprenant la mécanisation, l'utilisation de fertilisants minéraux (avec la disparition progressive de l'élevage, il y a de moins en moins de fumier disponible) et le désherbage chimique, les fongicides n'apparaîtront que plus tard vers 1975. Les variétés devaient donc présenter une certaine homogénéité de maturation (pour la récolte mécanisée, mais cette homogénéité est bien prise en compte dans les règles d'inscription au catalogue) et une bonne résistance à la verse pour « supporter » une fertilisation azotée plus importante. Par ailleurs, une taille de plantes plus réduite, rendant la culture moins compétitive par rapport aux adventices, n'était plus un problème car ces dernières étaient bien contrôlées par les désherbants chimiques (on n'avait encore pas observé l'apparition de mauvaises herbes résistantes). Comme l'usage des fongicides ne s'était pas encore imposé, une bonne tolérance aux maladies était également un prérequis.

Par ailleurs, le « terroir » de Limagne se révélait propice à la production de blés de haute valeur boulangère, et même de blés dits « de force » ou blés améliorants. En effet, outre le climat continental avec (souvent) des températures élevées pendant la phase de remplissage du grain, favorable à la concentration des protéines de qualité, la richesse en matière organique des sols de ces anciens marais (jusqu'à 6%) permettait une bonne minéralisation de l'humus et une fourniture d'azote à la culture au moment où celle-ci accumule ses protéines. Cet effet « terroir », conjugué à la disponibilité de variétés spécialement sélectionnées pour la qualité, a permis aux organismes collecteurs (la coopérative DOMAGRI, mais aussi des établissements privés comme Gagnevin ou Tardif), de développer des filières d'exportation, notamment vers l'Espagne et l'Italie, où les « blés de Limagne » étaient appréciés et recherchés, malgré le coût élevé du fret ferroviaire.

Parmi les variétés emblématiques qui ont marqué la période 1960-1980, on peut mentionner :

- Capelle-Desprez : inscrite au catalogue en 1946, cultivée assez largement dans les années 1960.
- Magdalena : une variété inscrite en 1949 par l'Institut Agronomique de Clermont, intégré à l'INRA depuis 1946. Ce blé de force répondait bien à l'effet terroir et aux exigences des utilisateurs du sud de l'Europe, et connut une carrière assez longue puisqu'il était encore cultivé au début des années 1970.
- Capitole : une variété de Vilmorin inscrite en 1964, très cultivée en Limagne dans les années 1960.
- Hardi : variété inscrite par la société Momont en 1969, également très apprécié par la meunerie, fut la variété dominante des années 1970
- Courtot : inscrit par l'INRA en 1974, est le premier blé demi-nain français. Ces gènes de nanisme, ou gènes de la révolution verte, sont aujourd'hui présents dans la grande majorité des variétés. Mais la particularité de Courtot était de cumuler 2 gènes de nanismes, sur 2 chromosomes différents. Cette preuve de concept était parfaitement réussie (taille de 60-70 cm le rendant pratiquement inversable), mais on sait aujourd'hui que cumuler 2 gènes de nanisme peut avoir un effet dépressif sur le rendement et les variétés modernes n'en portent plus qu'un seul. Toutefois, le succès local de Courtot ne tient pas à sa taille, mais plutôt à son excellente qualité boulangère (malgré une composition de ses protéines en théorie moyenne). Correspondant bien aux attentes de la filière « blé de Limagne », Courtot connut aussi une longévité exceptionnelle, ne disparaissant que ces toutes dernières années, et ce malgré une

note de résistance au froid donnée comme très faible (Courtot est un blé très alternatif<sup>1</sup>, presque de type « blé de printemps », mais toujours semé à l'automne).

Après cet « âge d'or » des blés de Limagne, associés à une image de terroir et bien valorisés sur des marchés de niche (Panettone de Milan par exemple), les 2 décennies suivantes verront, à mon avis, s'effriter cette spécificité et la Limagne connaîtra, comme les grandes régions productrices mais peut-être avec un peu de retard, une « course aux rendements » plus qu'à la qualité (tout en restant quand même dans les blés panifiables), course rendue possible pour l'adoption rapide des traitements fongicides, permettant de cultiver des variétés productives même sensibles (Le climat de la Limagne étant de plus en général assez peu favorable aux maladies fongiques, sauf les rouilles).

- Fidel : variété inscrite en 1978, qui marque le retour des « blés barbus », et aussi un assez net saut de productivité, peut-être parce qu'il « valorisait » bien les traitements fongicides récemment apparus.
- Camp Rémy : inscrit par Unisigma en 1980. Apprécié pour sa valeur boulangère, il a été largement cultivé et connu aussi une carrière longue car encore demandé par certaines filières (boulangeries Paul par exemple).
- Soissons : variété inscrite par Desprez en 1987, il doit son succès sans précédent (près de 40% des surfaces de blé dans les années 1990) d'une part à sa très bonne adaptation à la majorité des régions françaises, à sa bonne résistance aux maladies, notamment aux rouilles (mais, trop largement cultivé, sa résistance à la rouille brune sera contournée et il deviendra très sensible), et enfin à sa bonne qualité boulangère, qui le feront demander par les meuniers jusque aux années 2000.
- Apache, inscrite en 1998 par Nickerson (aujourd'hui dans le groupe Limagrain), fut, dans les années 2000, la variété phare en Limagne. Également appréciée par la meunerie, bien que donnant des pâtes un peu trop tenaces, mais aisément corrigées par le mélange avec la variété Thésée, sa carrière connut son apogée vers 2005, mais il joua les « prolongations », notamment en Limagne, car sa bonne résistance à la fusariose de l'épi (il reste une référence) lui permit d'être longtemps recommandé, notamment pour les semis derrière maïs (et le plus souvent sans labour, constituant un facteur de risque pour la fusariose), très pratiqués en Limagne. En effet, l'année 2007 particulièrement favorable à la fusariose (pluies pendant la floraison du blé), et la montée des réglementations concernant les mycotoxines alerta la filière sur les risques de déclassement des blés qui dépasseraient les seuils de mycotoxines

---

<sup>1</sup> Se dit de certaines variétés de plantes annuelles cultivées, tel le blé, n'ayant pas absolument besoin d'une période de froid pour produire des fleurs.

admissibles pour l'alimentation humaine (Doses Journalières Tolérables (DJT) pour le déoxynivalénol (DON): 1 µg/kg de poids corporel /j)<sup>2</sup>. Ainsi la coopérative Limagrain poussait les agriculteurs de Limagne à semer Apache après maïs.

Les années 2000 sont caractérisées par un « retour au terroir », mais cette fois-ci plus pour l'exportation. Pour apporter une valeur ajoutée à ses adhérents, le groupe Limagrain (devenu entre-temps l'opérateur quasi exclusif en Limagne après la disparition de Gagnevin et l'intégration de la coopérative Domagri) a choisi d'investir dans l'intégration « verticale », avec le rachat du groupe Jacquet (puis Brossard) et le rapatriement d'usine de production en Limagne (St Beauzire, avec une première usine en 2000, et une extension en 2009). Ce site traite chaque année près de 100 000t de blé, soit 15 à 20% de la production régionale. En ajoutant les autres filières certifiées (CRC, « graine au pain »...), c'est ainsi plus de la moitié des cultures de blé qui est contractualisée, avec des cahiers de charges précis quant à la qualité des grains, mais aussi sur la mise en œuvre de « bonnes pratiques », l'interdiction de certains produits...

Pour assurer l'approvisionnement de ces filières en grains ayant les qualités attendues, Limagrain se mis alors à développer des programmes de sélection spécifiques « blé de qualité ». La plupart de ces nouveautés n'ont pas été inscrites au catalogue officiel des variétés, mais diffusées seulement aux signataires des contrats, sous numéro (NSAxx ou ULlyy). Récemment, une variété, Cible, a néanmoins été inscrite sur la liste VUIR (variété à usage industriel réservé), ce qui limite également sa diffusion et interdit aux concurrents son utilisation comme géniteur.

A côté de ces blés spécifiques (dont le cahier des charges est tenu secret, mais qui sont en majorité des blés de force), le créneau des blés panifiables supérieurs (BPS) est occupé par les nouveautés qui montrent les meilleurs résultats régionaux, qu'elles soient issues de la recherche Limagrain (Altigo, Aigle), mais aussi d'autres obtenteurs, notamment RAGT (Arezzo, Pakito, Rubisko...).

On peut donc voir que l'offre variétale a évolué au cours du temps. Il serait exagéré de dire que cette évolution a pesé sur l'évolution des structures agricoles ou du paysage agro-industriel. Je dirais plutôt que l'offre variétale s'est adaptée à la demande. Toutefois, on pourrait dans certains cas parler d'une co-évolution, par exemple :

- La diffusion dans les années 1970 de variétés à paille courte et résistantes à la verse, permettant l'intensification par le recours aux engrais minéraux, puis aux fongicides.

---

<sup>2</sup> <https://www.anses.fr/fr/system/files/RCCP-Ra-Mycotoxines2009.pdf>

- Le développement de variétés de haute qualité adaptées localement pour alimenter les filières contractuelles, notamment les usines Jacquet-Brossard.

b. Cas du maïs :

Il ne s'agit pas ici de retracer l'histoire du maïs en France, ni même en Limagne, car plusieurs ouvrages font déjà autorité. Je me contenterai de retracer les grandes étapes ayant pu influencer ou plus simplement accompagner l'évolution de l'agriculture en Limagne.

Tout d'abord, il ne semble pas que la Limagne de Clermont ait été une zone traditionnelle pour la culture de maïs, avec des variétés locales de type population comme on peut en trouver dans d'autres régions (Alsace, Bresse, Chalosse...). La culture du maïs en Limagne a donc réellement démarré avec l'arrivée des variétés hybrides. Il est difficile de trouver des chiffres ou des témoignages concernant la culture d'hybrides américains du plan Marshall, mais il est notoire que les premiers hybrides précoces français, INRA 250 (1956) et surtout INRA 258 (1958) ont permis le développement de la maïsiculture, conjointement à la mécanisation et au désherbage chimique (atrazine, alors autorisée et d'une efficacité quasi absolue).

Il est également bien connu que c'est la génétique INRA, issue d'extraction de lignées à partir de populations de pays (dont la fameuse population « Lacaune » qui donnera 2 lignées stars, F2 et F7), qui est à l'origine de la plupart des hybrides précoces dans les années 1970. Régionalement, c'est cette même génétique INRA qui a permis à la coopérative Limagrain, créée en 1942, de déposer en 1970 la variété LG11 dont le succès mènera le groupe au développement que l'on connaît aujourd'hui. Puis la coopérative développera sa propre génétique (dès 1965) pour devenir le quatrième semencier mondial.

Le développement rapide de la culture du maïs en France (avec une spectaculaire remontée vers le nord dans les décennies 1970-80) et le rôle majeur de la coopérative Limagrain feront de la Limagne une des principales zones de production de semences, et contribuera sans doute au maintien de structures de taille plus réduite que dans d'autres régions de grande culture.

La culture du maïs en Limagne est donc duale : environ 6000 hectares en « production de semences », qui bénéficie d'une priorité légale (arrêté préfectoral interdisant la culture du maïs dans les îlots de semences et leur périmètre d'isolement de 200m), et une production de maïs « consommation » en dehors de ces îlots (avec parfois des conflits entre semenciers et non semenciers, surtout à cause des zones d'isolement où aucun maïs n'est possible, d'où des îlots généralement mobiles).



Pour cette partie « maïs consommation », les grandes étapes dans l'évolution du paysage variétal peuvent être illustrées, comme pour le blé, par quelques variétés emblématiques :

- LG11 et ses sœurs (LG5, LG9...) dans les années 1970. Cette variété, difficile à produire (semis décalés des parents mâles et femelles, plasticulture<sup>3</sup>) se caractérisait par une très bonne tenue de tige, permettant une augmentation des densités de semis, et donc du rendement sans verse de la culture.
- DEA (obtention Pioneer), variété phare des années 1980, un peu le « Soissons » du maïs par son adaptation très large. Elle apportait un « saut » de productivité de 5 à 10% et surtout une meilleure tolérance à la sécheresse, avec une atténuation de la phase de très grande sensibilité entourant la floraison.
- Dans les années 1990-2000, l'exigence des producteurs pour de hauts rendements amènera une certaine diversification de l'offre variétale avec des variétés DK, RAGT... en plus des numéros LG.
- Avec le développement de sa filiale LCI (Limagrain Cereal Ingredients, [www.lci.limagrain.com](http://www.lci.limagrain.com)) en 2002, la coopérative cherche à faire produire des maïs adaptés à la transformation dans son usine de St Ignat (63). Il s'agit principalement de variétés « cornées » (albumen vitreux), à fort rendement en hominies (produit noble, destiné à la fabrication de produits extrudés, snacks, corn flakes...). Ces variétés, pour l'essentiel issues des recherches du groupe, seront soit des variétés ouvertes, inscrites au catalogue officiel (la plus emblématique étant Safrane), ou des variétés « fermées », c'est-à-dire non inscrites et distribuées aux adhérents-producteurs. Toutes ces variétés sont produites sous contrats, avec des primes Qualité atteignant 15 à 20 € par tonne (soit environ 110% du prix de marché pour des maïs courant). La contractualisation peut être annuelle ou pluriannuelle, avec alors un prix plancher garanti pour 3 ans, mesure appréciable en ces temps de grande volatilité des cours internationaux.

Ainsi, pour le maïs comme pour le blé, l'évolution de l'offre variétale a accompagné la mise en place d'une filière intégrée (de la semence au produit transformé), sans doute plus que l'évolution des structures, les mêmes variétés étant cultivées dans les grandes exploitations professionnelles comme dans les petites fermes ou par les double-actifs. Là encore, on ne peut pas dire que c'est l'offre variétale qui a provoqué cette intégration, mais plutôt parler d'accompagnement ou de co-évolution.

### 3. Et l'avenir

---

<sup>3</sup> La plasticulture est l'ensemble des techniques agricoles qui font appel à des matières plastiques.

Le classement de nombreuses communes de Limagne en zone vulnérable à la pollution par des nitrates d'origine agricole (arrêté du 2 février 2017) devrait accélérer la prise de conscience « agroécologique ». Certes, les recommandations des prescripteurs (chambre d'agriculture et service agronomie de Limagrain, via ses Agronews par internet étaient déjà porteuses, depuis plusieurs années, de messages prônant une agriculture raisonnée, avec le pilotage de la fertilisation, l'utilisation du bulletin de santé du végétal. Mais le classement en zone vulnérable obligera les producteurs à rendre compte de la mise en œuvre de ces bonnes pratiques, par la tenue de cahiers d'épandage.

Vécues par certains comme des contraintes, les directives zones vulnérables ne prévoient toutefois pas de « quotas » pour les engrais minéraux (curieusement seulement pour les amendements organiques), ni de limitations strictes de l'usage des pesticides (ça, c'est le plan écophyto 2, qui prend la relève du plan écophyto 1 dont le succès fut plus que mitigé). La conduite de blés de force, nécessitant des apports d'azote importants, ne devrait donc pas être remise en cause. Une bonne partie des pollutions d'origine agricole venant en fait davantage d'accidents (fuites de pulvérisateurs, rinçages intempestifs à la ferme) que d'un bon usage, le volet pédagogique associé à la directive zones vulnérables sera peut-être suffisant à la reconquête de la qualité des eaux.

Et ce n'est qu'une première étape. Le « Laboratoire d'innovation territoriale » (LIT) « Grandes cultures en Auvergne » proposé par Limagrain et ses partenaires, dont l'INRA, affiche une volonté d'expérimenter en vraie grandeur une (des) démarche(s) d'agroécologie. Avec une relance des approches agronomiques (cartographie des sols), les nouveaux outils de l'agriculture de précision (outils d'aide à la décision basée sur des modèles de culture ou des modèles épidémiologique, modulation des apports par des épandeurs contrôlés par GPS...), l'idée est bien d'aller vers une agriculture intégrée, donc la fin du « tout chimique ». Pour permettre cette nouvelle évolution, une offre variétale renouvelée est attendue pour accompagner la réduction des intrants. Sans être une révolution, la création variétale devra prendre en compte de façon accrue des critères de rusticité comme :

- La résistance aux maladies, avec des résistances durables dans le temps pour éviter les contournements (rouille jaune en 2014) et aux insectes (ravageurs directs ou vecteurs de viroses).
- La qualité sanitaire, comprenant à la fois absence de résidus phytosanitaires (déjà intégrée dans les cahiers des charges contractuels) et de mycotoxines. Pour le maïs, on sait que les infections fusariennes sont principalement liées aux attaques de pyrale, pour lesquelles la culture de maïs Bt pourrait être une solution non polluante. Mais, si la filiale Génétique de Limagrain travaille bien des maïs OGM (pour les marchés étrangers), sa filiale Transformation

veut maintenir en Limagne une production garantie non OGM pour répondre aux attentes des consommateurs européens.

- La compétitivité vis-à-vis des mauvaises herbes, pour limiter le recours aux herbicides, à raisonner dans les rotations, indispensables également dans le cas de mauvaises herbes résistantes (ray-grass). Cette compétitivité peut être basée sur des critères physiques (rapidité de croissance, tallage, hauteur), voire chimique (exsudats racinaires, pas encore démontrés chez le blé).
- L'efficacité de l'azote et des intrants en général, pour optimiser le rendement et la teneur (et qualité) en protéines dans le cadre d'apports fertilisants pilotés et modulés (analyses de sol, images drones...), compatibles avec une production de blé de qualité en zones sensibles.
- Les interactions avec la microflore du sol, notamment la rhizosphère (bactéries, mycorhizes), qui font l'objet de plusieurs projets de recherche.

A côté des méthodes de sélection « traditionnelles », basées sur la génétique quantitative et plus globalement sur l'évaluation d'un très grand nombre de variétés candidates, deux technologies récentes se révèlent prometteuses et permettront sans doute de relever le défi de maintenir le progrès génétique pour des critères d'adaptation aux conduites agro-écologiques :

- La sélection génomique : cette méthode repose sur la prédiction de la valeur génétique des candidats à l'aide de marqueurs moléculaires couvrant l'ensemble du génome (typiquement quelques dizaines de milliers). Issues des travaux de séquençage, ces approches mathématiques ont remis au goût du jour la génétique quantitative jusqu'alors peu utilisée en sélection végétale (contrairement à la sélection animale qui n'avait pas la possibilité de répliquer les animaux). Si les équations construites à partir d'une population d'entraînement sont assez précises (et de nombreuses publications montrent que c'est le cas), la sélection génomique peut alors être appliquée de façon précoce, par exemple pour un pré-tri des candidats qui seront évalués dans un réseau expérimental. Il y a un double gain, à la fois sur la durée des cycles de sélection et sur leur efficacité si la sélection génomique peut être appliquée sur de très larges populations.
- Les « new breeding technologies », nouvelles techniques de sélection, dont la principale est la mutagenèse dirigée par le système CRISPR-Cas9. Cette biotechnologie, qui ressemble aux techniques OGM, permet de « muter » l'ADN à un site spécifique (spécifié par sa séquence), et non au hasard comme la mutagenèse classique (très utilisée dans les années 1960, et encore récemment par exemple pour créer des variétés résistantes aux herbicides), en général pour l'éteindre (supprimer son expression), parfois pour remplacer un gène par une autre forme (allèles). Cette technique, beaucoup plus « propre » que la mutagenèse chimique ou par

radiation (qui provoque de très nombreuses mutations inconnues), laisse un produit sans trace d'ADN étranger, donc non « transgénique » au sens propre du terme. Cette méthode est décrite en détail dans un autre chapitre, mais elle permet d'envisager par exemple la création de nouvelles résistances (par extinction de gènes de sensibilité), de nouvelles voies métaboliques... Tout l'enjeu reste de savoir si ces variétés seront considérées ou non comme des OGM et donc librement cultivables ou non.

## **Références :**

Arbos Philippe. La culture des céréales en Limagne. In: Annales de Géographie, t. 41, n°231, 1932. pp. 297-300. [http://www.persee.fr/doc/geo\\_0003-4010\\_1932\\_num\\_41\\_231\\_10877](http://www.persee.fr/doc/geo_0003-4010_1932_num_41_231_10877)

Auriau, P. ; Doussinault, G. ; Jahier, J. ; Lecomte, C. ; Pierre, J. ; Pluchard, P. ; Rousset, M. ; Saur, L. ; Trottet, M. 1992. Le blé tendre. In : A. Gallais (Editeur), H. Bannerot (Editeur), Amélioration des espèces végétales cultivées. Paris (FRA) : INRA 1992. 22-38 7-300; doi : 10.3406/geo.1932.10877

Bonjean A., 2001. Histoire de la culture des céréales et en particulier de celle du blé tendre (*Triticum aestivum* L.). In : Le Perchec S., Guy P., Fraval A. (dir.), 2001. *Agriculture et biodiversité des plantes*. Dossiers de l'Environnement de l'INRA n°21, Paris, 29-37.

Bonjean A., 2000. L'histoire des blés des Limagnes d'Auvergne. Ed. Limagrain, 98 p.

BONJEAN A., LEBLOND R., 2000. Les Trésors du blé. Les Presses du Management, Paris, 120 p.

BONJEAN A., ANGUS W. et al., 2001. The World Wheat Book. Tec & Doc Lavoisier, Paris, 950 p.

Bourgeois F., Dosba F., Douaire G., 1978. Analyse et identification des translocations réciproques présentes chez le géniteur V.P.M. et les variétés « Marne », « Moisson » et « Roazon ». Ann. Amélior. Plantes, 28 (4), 411-429.

BONNEUIL C., THOMAS F., 2006. Du maïs hybride aux OGM : une histoire de la génétique végétale à l'INRA. INRA Éditions, Paris octobre 2002

Branlard, G. ; Chevalet, C. 1984. Sur la diversité des blés tendres cultivés en France. Agronomie, 1984, 4 (10) : 933-938.

Denis, J.-B. ; Bernard, M. ; Arnoux, J. ; Cauderon, Y. 1982. Analyse statistique des configurations méiotiques lors de la création d'une série monosomique du blé tendre "Courtot". Agronomie, 1982, 2 (8) : 701-708

H. FEYT — Évolutions et ruptures en amélioration des plantes. In : Robin P. (ed.), Aeschlimann J.P. (ed.), Feller Christian (ed.), Renoir S. (collab.) Histoire et agronomie : entre ruptures et durée.

Source Paris : IRD, 2007, p. 215-228. (Colloques et Séminaires). ISBN 978-2-7099-1626-4. Colloque International, Montpellier (FRA), 2004/10/20-22

J.P. Gay. Fabuleux maïs – AGPM – 1984.P. GAY

J. P. Maïs « mythe et réalité –1999

Joudrier P., 1974. Généalogie des variétés de blé tendre d'origine française. Bull. Ec. Fr. Meun., 264, 1-6.

SIMON M., 1999. Les variétés de blé tendre cultivées en France au cours du vingtième siècle et leurs origines génétiques. Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France, 85(8), 5-26.

Thomas F., 2002 — L'introduction et l'expansion des hybrides en France, 1930-1970. Coll. "L'amélioration des plantes, continuités et ruptures", Montpellier, octobre 2002.

Maxime Trottet, Gérard Doussinault. 2002. ANALYSE DU PROGRES GENETIQUE CHEZ LE BLE TENDRE AU COURS DU XXE SIECLE. "Le Sélectionneur Français" 2002 (53) 40 ans d'amélioration des plantes.