

SÉMINAIRE



Quelles plantes pour des agricultures paysannes ?

Les méthodes de sélection

ACTES DE

Jeudi 6 et vendredi 7 décembre 2007
ENITA de Lempdes Clermont-Ferrand (63)

Réseau Semences paysannes
Biodiversité des semences et plants dans les fermes
Cazalens
81 600 Brens
Tel/ fax : 05 63 41 72 86
Mail: contact@semencespaysannes.org
www.semencespaysannes.org

Table des matières

Introduction	7
LA SÉLECTION	
VÉGÉTALE MODERNE	9
Points de vue des réseaux paysans	10
Présentation de la sélection végétale.....	18
LA GENÈSE	
DES MÉTHODES	
MODERNES DE SÉLECTION	20
Les hybrides issus de lignées allogames consanguines.....	21
Aux origines de la pensée DHS	26
Un autre regard sur les variétés hybrides F1	32
La genèse des méthodes modernes de sélection : réaction	43
TYPE VARIÉTAL	
ET QUALITÉS NUTRITIONNELLES	
DES BLÉS.....	46
Témoignage d'un boulanger	47
Témoignage d'un paysan éleveur et meunier.....	51
Qualité nutritionnelle des blés et du pain.....	57
Type variétal et qualités nutritionnelles des blés.....	61
LES BIOTECHNOLOGIES,	
AU-DELÀ DES PLANTES	
GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉES	64
Des « bios » au pays des biotechnologies végétales	65
La plupart des problèmes issus des biotechnologies	
peuvent-ils être réglés par l'avancement des biotechnologies ?...	71
Débat sur les techniques de sélection	
compatibles avec les principes de l'agriculture biologique.....	76
TECHNIQUES	
ET RESPECT DU VIVANT :	
TÉMOIGNAGES DE JARDINIERS	81
Introduction	82
L'histoire des jardins	83
Présentation du travail de Gilles Clément.....	86

SÉLECTIONS FOURRAGÈRES ET QUALITÉ DES PRODUITS ANIMAUX	90
Amélioration participative des prairies temporaires valorisant la diversité biologique locale.....	91
Maniement et usage durable des ressources génétiques végétales en Bulgarie	95
Sélections fourragères et qualité des produits animaux.....	97
LES SEMENCIERS TRADITIONNELS ET LES SÉLECTIONNEURS DE LA RECHERCHE D'INTÉRÊT PUBLIC.....	99
Les semenciers traditionnels et les sélectionneurs de la recherche d'intérêt public	100
Témoignage	104
APPROCHE GOETHÉENNE DE L'AGRICULTURE BIODYNAMIQUE	107
La phénoménologie goethéenne de la nature et la biodynamie	108
Une expérimentation de la plasticité du vivant	113
Témoignage	117
SÉLECTION PARTICIPATIVE ET DEVENIR JURIDIQUE DES VARIÉTÉS.....	119
L'exemple du blé dur pour l'agriculture biologique	120
Réflexion sur la sélection participative et le contexte juridique actuel.....	122
Les maisons de la semence.....	127
SÉLECTIONS PAYSANNES DE BLÉS ANCIENS	129
Gestion dynamique et sélection à la ferme.....	130
Témoignage	133
Sortir les graines de Gatersleben	136
ANNEXES.....	139
Liste des participants.....	140

Ce séminaire est la continuité des rencontres de Bourgueil (Pays de la Loire) en 2001 à l'initiative des biodynamistes toujours les premiers à alerter au sujet des semences, puis Auzeville en 2003 (31), et Poitiers en novembre 2005.

Des moments comme ces deux jours d'échanges et de réflexions vont permettre de replacer la demande en semences paysannes dans le contexte actuel de la science, de la recherche et du développement.

J'oserai dire que le bon sens paysan doit faire valoir ses droits parce que, vu de nos champs, à l'éclairage des connaissances actuelles du vivant (jusqu'à la plus infime partie détectable), vu avec la vision mondiale de l'agriculture, nous ne parlons vraisemblablement pas tous du même vivant.

Nous, agriculteurs, sommes entre autres producteurs d'alimentation et la donnée première de notre activité est la graine (végétale ou animale). Le paysan l'a toujours apprivoisée, adaptée aux conditions pédo-climatiques, alimentaires, et a su au fil du temps travailler avec les plantes, avec leur multiplicité et leur terroir.

Avec les technosciences actuelles on veut nous persuader que des techniques mises bout à bout, du laboratoire jusqu'à la récolte au champ, pourront contraindre les graines et les plantes à s'adapter à des besoins nouveaux.

Et bien, cela mérite réflexion et recul. Cela mérite de regarder de plus près les pratiques d'ici et d'ailleurs. Le savoir-faire paysan en terme de sélection, de recherche et développement n'a pas pour nous la même définition que celle communément décrite et pratiquée.

Nous interpellons les chercheurs, nous appelons à orienter différemment leurs réflexions et les pistes de recherche. Nous avons besoin de recherche, nous voulons porter à votre connaissance et à vos critiques, nos pratiques et nos besoins. L'inverse est aussi vrai.

Le poids des habitudes de penser, de considérer ce qui vient de la science forcément bénéfique ne facilite pas le débat, la prise de temps nécessaire au dialogue, les changements d'orientations financières de la recherche.

Nous constatons une dérive technoscientiste très inquiétante de l'agriculture industrielle et de ses recherches, aux conséquences sociétales, environnementales, éthiques sans précédent.

Nous trouvons, nous espérons trouver dans d'autres pays des savoir-faire paysans de sélection que nous avons oubliés. Ces pays dits en développement doivent attirer toute notre attention car l'avenir de l'agriculture mondiale et sa vocation à nourrir ses populations viendra en partie de leur capacité à acquérir leur souveraineté alimentaire.

Nous voulons simplement vous dire que nous considérons les plantes dans leur intégralité (peut-être faut-il parfois la décortiquer pour comprendre certaines choses...), dans leur milieu,

dans leur diversité. Nous voulons apporter nos critères de sélection pour développer une agriculture paysanne respectueuse des Hommes et de l'environnement.

Enfin, pour conclure, je vous livre deux réflexions sur la science qui pourraient à elles seules faire l'objet d'un colloque : « Quand on peut, on veut. » C'est une phrase de Christian Godin, maître de conférence de philosophie à l'université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand.

Pour nous, promoteurs de l'agriculture paysanne, ce serait plutôt : « Quand on veut, on peut... »

La deuxième réflexion consiste à se demander si nous voulons une agriculture au sens agromomique, cultural et culturel ou si nous voulons de l'« agriculturisme » !

Chantal Gascuel
Confédération paysanne Puy-de-Dôme
chantal63@gmail.com



*LA SÉLECTION
VÉGÉTALE MODERNE*

Points de vue
des réseaux paysans

Présentation
de la sélection végétale

Guy Kastler

Points de vue des réseaux paysans

*Plaidoyer pour un renouveau
des sélections paysannes
et participatives*

Les premiers laboratoires de recherche furent les champs des paysans

Les plantes que nous sélectionnons et cultivons sont des organismes vivants. Il n'y a pas de vie sans échanges, il n'y a pas d'échanges viables sans diversité. Chaque organisme vivant, quel qu'il soit, prélève dans son environnement les substances et les énergies dont il a besoin et élimine d'autres substances qui sont pour lui des déchets toxiques et dont l'accumulation peut lui être fatale. Ces dernières sont par contre indispensables à la vie d'organismes différents dont les éliminations seront à leur tour indispensables à de nouveaux organismes.

Une plante se développe dans un climat donné à partir d'échanges avec l'air, l'eau et le sol dans lequel elle est semée ou plantée. Sa vitalité dépend avant tout de son adaptation à ce milieu, d'autant plus qu'une fois germée et enracinée, elle ne peut se déplacer pour rechercher ailleurs un lieu lui convenant mieux.

C'est pourquoi les centaines de générations de paysans qui ont inventé puis développé l'agriculture ont toujours sélectionné des plantes capables de s'adapter aux milliers de terroirs différents dans lesquels ils les ont cultivés ainsi qu'aux variations et à l'évolution des conditions de ces milieux (climat, composition et fertilité des sols, etc.).

Pour cela, ils ont de tout temps choisi et conservé les caractères des plantes cultivées auxquelles ils accordaient un intérêt tout en développant leur diversité, leur variabilité et leur complémentarité. Ils manifestaient ainsi leur conscience de l'intégration totale de leur travail au sein des lois universelles du vivant. Cette diversité répondait aussi à la diversité des besoins nutritionnels, vestimentaires, culturels, etc., de communautés rurales produisant avant tout pour leur propre consommation.

Diversité des espèces, des variétés et au sein de chaque variété (souvent des « populations » aux phénotypes variés), cultures associées, rotation des cultures ont été les règles de base dont l'agriculture industrielle, a récemment choisi de s'affranchir pour répondre aux besoins de la mécanisation et/ou de la standardisation.

La diversité est un facteur de résistance aux aléas climatiques, aux maladies ou aux prédateurs qui ne sont, le plus souvent, fatals à tous les individus que s'ils sont tous semblables. Le

paysan sélectionne les plantes qui ont résisté par elles-mêmes à ces aléas pour les multiplier. En dehors des caractères d'intérêts (nutritionnels, médicaux, culturels...) que le paysan cherche à conserver, la variabilité des caractères d'adaptation de chaque plante à l'évolution et à la diversité des milieux, caractères issus essentiellement des « gènes » sauvages ou rustiques encore présents dans les centres d'origine et de diversification de chaque espèce, a toujours été un critère essentiel des sélections paysannes. Cette diversité et cette variabilité sont les pièces maîtresses qui lui permettent d'adapter ses futures cultures à des conditions qu'il ne peut connaître à l'avance. Et les changements climatiques actuels rappellent douloureusement cette règle à ceux qui ne l'ont pas respectée.

Pour prendre en compte l'ensemble de ces critères, les sélections paysannes ont toujours été pratiquées dans le champ, seul « laboratoire de recherche » où la totalité des phénomènes qui les influence peut s'exprimer. Les prendre en compte séparément les uns des autres revient à ignorer leurs interactions. C'est pourquoi ce « laboratoire » est, par nature, très difficilement modélisable.

Ressemer le grain récolté et échanger les semences

L'enracinement des sélections paysannes dans le champ doit régulièrement s'enrichir des échanges de semences entre voisins, ou même parfois d'une région à l'autre voire d'un continent à l'autre. Le renouvellement régulier et progressif de la biodiversité et de la variabilité des plantes cultivées, aussi minime soit-il, est en effet indispensable à sa conservation pour contrebalancer leur lente mais inévitable érosion naturelle lorsqu'elles sont reproduites toujours sous les mêmes contraintes.

Cette capacité de la graine ou du plant à voyager ne concernait sauf exception (perte totale de la récolte) jusqu'à récemment, que quelques graines ou boutures et non l'ensemble des semences utilisées par chaque communauté ou cultivateur. En effet, plusieurs générations de sélection et de multiplication sont toujours nécessaires pour adapter une variété exogène dans un nouveau milieu. Plus les milieux sont différents, plus cette étape est importante.

La condition d'existence de l'agriculture fut ainsi pendant des millénaires le caractère inaliénable du droit des paysans à ressemer le grain récolté et à échanger leurs semences. Ces droits sont aujourd'hui directement remis en cause.

De la coévolution à la reproduction à l'identique de l'individu élite et à la suppression des « hors-type »

Suite au développement des échanges marchands, le paysan ne produit plus pour ses seuls besoins et pour les marchés de proximité qui demandent un approvisionnement régulier et diversifié, mais pour des marchés souvent lointains et anonymes ou pour l'industrie qui exigent des lots de plus en plus importants de marchandises ou de matières premières homogènes et stabilisées. Avec la spécialisation des activités qui s'en suit, le travail de reproduction (sélection et multiplication) se sépare peu à peu du travail de production. Une nouvelle profession apparaît : les paysans sélectionneurs créent une multitude de petites entreprises semencières tour-

nées vers les marchés régionaux qui, ces dernières décennies, ont été progressivement absorbées par une poignée de firmes multinationales tournées vers le marché mondial.

Le travail de sélection a quitté le champ du paysan, puis celui du semencier traditionnel pour se réfugier dans le laboratoire de recherche. Il échappe ainsi aux contraintes du milieu, découpe les plantes en différents caractères d'intérêt qu'il individualise pour ne s'intéresser qu'à certains d'entre eux séparément du reste de la plante. Il doit, de ce fait, être suivi d'un criblage au champ permettant d'éliminer les variétés sélectionnées non adaptées.

Économies d'échelle oblige, le laboratoire et le semencier ne peuvent offrir les milliers de variétés indispensables à une adaptation naturelle aux milliers de terroirs différents cultivés. Pour pouvoir être commercialisée, chaque variété doit être distinctement identifiée, homogène et stable : c'est aussi la première condition à remplir pour répondre aux nouveaux besoins du marché de quantités importantes de marchandises identiques.

Ne pouvant plus adapter de telles variétés à son terroir, le paysan est obligé d'adapter le terroir à la variété : les engrais et les pesticides qui ont été les moteurs cachés de cette nouvelle « amélioration des plantes » lui sont vendus pour cela. Pour réaliser les mêmes économies d'échelle, le semencier sélectionne chaque variété séparément. Les plantes ne sont plus habituées à vivre ensemble. Contrairement à la vie qui ne se reproduit jamais sans différenciation, aux sélections paysannes coévoluant avec cette variabilité, la semence moderne est issue de la reproduction à l'identique d'individus élite autant de fois que le marché l'exige et de l'élimination des hors-type, gênants en matière de mécanisation, de processus de transformation industrielle, d'homogénéité des lots commercialisés, etc.

En sortant du champ, la logique du laboratoire se substitue aux lois du vivant

Lorsque le paysan peut ressemer le grain récolté, la diversité peut revenir dans son champ, mais le semencier et son laboratoire de recherche ne peuvent plus alors amortir leur effort de recherche en lui revendant chaque année la semence nécessaire. Leurs nouvelles techniques de sélection leur offrent une première réponse à cette liberté des paysans jugée, par eux, insupportable.

L'art des sélections paysannes consiste à conserver de générations en générations la stabilité des caractères d'intérêt essentiels de la récolte tout en accompagnant les nécessaires différenciations apparaissant à chaque nouvelle génération de reproduction des populations diversifiées. *A contrario*, les lignées pures fixées ne retrouvent jamais dans le champ du paysan les conditions idéales des parcelles d'essai des stations d'expérimentation où elles ont été sélectionnées. Le paysan ne peut souvent en ressemer la récolte qu'une ou deux fois avant d'être obligé de revenir à l'achat de nouvelles semences commerciales. Et l'hybride de lignées allogames consanguines dégénère dès le premier ressemis (plus de 15% de production en moins de maïs), là où les populations anciennes pouvaient renouveler tranquillement leur diversité pendant des dizaines, voire des centaines d'années.

Si l'objectif de production de milliards de plantes identiques à partir de la semence élite sortie du laboratoire peut plus ou moins être atteint en artificialisant toujours plus les conditions de culture, leur reproduction à l'identique sur plusieurs générations nécessite le retour

constant à leur origine unique. C'est ainsi que la confiscation de son premier maillon permet au laboratoire d'imposer ses propres conditions à toute la chaîne alimentaire.

La laboratoire en vient à éliminer son principal concurrent en matière de sélection : le paysan

L'engrais et les pesticides montrent cependant leurs limites techniques, économiques et environnementales et les paysans cherchent bien souvent à en diminuer l'usage. Tant qu'ils ressemment leurs récoltes et échangent leurs semences, ils peuvent toujours échapper aux lignées pures fixées et aux hybrides et développer ainsi des alternatives à cette agriculture industrielle.

C'est pourquoi, la protection intellectuelle interdit tout échange de semences de variétés couvertes par un certificat d'Obtention végétale (COV) et grève d'une taxe, pour l'instant limitée en France au blé tendre, le droit de ressemer le grain récolté quand elle ne vise pas à le faire disparaître par des contrats d'intégration privés, par le brevet, par des moyens détournés (aides PAC...), ou dans certains pays par une interdiction légale totale.

Le catalogue commun des variétés interdit quant à lui de fait tout échange de semences paysannes : le coût d'inscription n'est accessible qu'aux industriels qui l'amortissent sur de gros volumes. L'homogénéité, la stabilité et la valeur agronomique sont obligatoires pour toute inscription et dûment vérifiées par de longs et coûteux essais. Ils exigent les mêmes conditions artificielles de confort chimique que les parcelles de sélection et ils sont contraires à la nature même des semences paysannes.

La valeur technologique définie par l'industrie agroalimentaire est souvent contraire aux besoins des transformations artisanales auxquelles sont destinées les récoltes issues de sélections paysannes. Tout échange, même à titre gratuit, nécessite l'inscription de la variété au catalogue : les semences paysannes ainsi interdites d'inscription sont privées de tout droit à une existence légale. Ce n'est que grâce à ces artifices juridiques, mis au point pour répondre « au besoin de moralisation du marché » de leurs seules semences que la prétendue supériorité technique des variétés inscrites par les semenciers privés a pu s'imposer. La recherche agronomique publique, notamment en France, a majoritairement travaillé dans le même sens que les semenciers privés, quand elle ne les a pas précédés.

Les lois de la concurrence, nouvel arbitre des controverses scientifiques

L'élimination du concurrent est peut-être une règle des guerres commerciales, mais pas à priori des débats scientifiques. Pourtant, à partir du moment où le chercheur est intéressé par la valorisation des résultats de ses recherches et qu'il peut même les breveter, les lois de l'économie s'imposent pour la résolution des controverses scientifiques.

Les créations issues du laboratoire, variétés fixées stables et homogènes ou hybrides, qui ne survivent quelques années hors du laboratoire que grâce aux intrants chimiques, s'imposent comme seules réalités.

En perdant dans nos pays occidentaux leur droit à une existence légale d'objet marchand, les variétés-population issues d'une longue sélection paysanne ont perdu par la même occasion

tout intérêt pour la majorité des scientifiques parce qu'ils ne peuvent en tirer aucune *royalty*. Les dernières d'entre elles ont été enfermées dans des collections où l'élimination des hors-type à chaque multiplication entre deux séjours au réfrigérateur ne cesse de réduire leur diversité pour les rapprocher du nouveau statut légal de la variété homogène et stable. Le financement de la recherche publique par les contrats avec l'industrie privée accentue cet oubli des réalités du champ.

Le laboratoire s'empare du champ du paysan

Avec la transgénèse, le laboratoire de recherche peut dorénavant être délocalisé n'importe où sur la planète, échappant ainsi non seulement aux contraintes de milieu, mais aussi aux contraintes sociales ou juridiques des pays riches. La contamination génétique des champs et des semences paysannes, parce qu'elle est plus ou moins rapidement inévitable dès qu'il y a dissémination en milieu ouvert, permet au propriétaire du brevet sur le gène manipulé de revendiquer ses droits de propriété sur l'ensemble des champs cultivés portant ce gène.

Les champs deviennent ainsi, tout comme les consommateurs que nous sommes tous, une extension du laboratoire qui y impose et y expérimente à grande échelle ses dernières trouvailles avant même que les impacts sanitaires, agronomiques, économiques et sociologiques n'en aient été étudiés.

Les plantes ainsi élaborées nécessitent, surtout en cas de monoculture, des quantités toujours plus importantes de pesticides (cas des plantes génétiquement modifiées rendues résistantes aux herbicides). D'autres, produisent elles-mêmes de grandes quantités d'insecticides. Ces pesticides sont ensuite ingérés par les animaux ou les humains.

Les paysans qui veulent redémarrer leurs propres sélections ne peuvent pas se servir de ces semences commerciales génétiquement manipulées et se tournent vers des variétés paysannes anciennes ou certaines variétés rustiques des sélectionneurs traditionnels. La contamination par les OGM des centres d'origine, de diversification et des collections de ressources génétiques, ainsi que la transformation de ces collections en banques de gènes numérisées accessibles aux seuls laboratoires de recherche pourraient leur fermer cette dernière alternative.

Fait stupéfiant, le stock de graines présent dans tout champ cultivé et susceptible de générer des repousses pourrait appartenir aux propriétaires de brevets dès lors qu'il porte leurs transgènes. Ces derniers pourraient alors dicter à chaque paysan ce qu'il doit acheter et cultiver et à chaque peuple ce qu'il peut ou non manger : science fiction ? Non : c'est ce qui se passe déjà dans les pays (USA, Canada...) ayant accepté la généralisation des cultures transgéniques où les variétés non transgéniques disparaissent du catalogue des semences et des champs.

La fuite en avant de la biologie synthétique

Le refus des OGM par une part grandissante des consommateurs accélère la course aux nouvelles innovations technologiques. L'exclusion des manipulations génétiques artificielles autres que la transgénèse de la définition légale d'un OGM (directive européenne 2001/18) relance l'intérêt de techniques plus anciennes comme la mutagénèse ou encore les fusions cellulaires,

toutes rendues possibles par la maîtrise des sauvetages d'embryons et des multiplications de plants à partir d'une seule cellule (vitroplants).

Grâce aux progrès de la caractérisation moléculaire et du séquençage génétique générés par la transgénèse, ces techniques autrefois aléatoires deviennent industrialisables. L'utilisation de nanotubes permettrait désormais de localiser les caractères génétiques introduits hors du noyau de la cellule et d'interdire ainsi leur reproduction dans la graine récoltée par le paysan. Mieux que Terminator : le grain du paysan n'est pas stérile, ce qui ferait hurler les consommateurs, mais perd son intérêt agronomique s'il est ressemé par les paysans, tout comme les plantes issues de la vieille technique des hybrides construits à partir de lignées consanguines de plantes allogames.

Le grand intérêt de ces nouvelles techniques pour les semenciers est qu'elles peuvent toutes bénéficier de la protection du brevet sans être soumises, comme les OGM, à des obligations d'évaluation et d'étiquetage. Nous mangeons tous aujourd'hui des plantes mutées ou issues de fusion cellulaire sans en être informés. Rien ne permet de savoir si des nanotubes ont déjà été introduits dans les plantes que nous cultivons. Les plantes alimentaires européennes sont aujourd'hui l'objet d'intenses recherches destinées à en faire ainsi des OGM clandestins.

Renouveau ou affaiblissement du vivant ?

Depuis les premières lignées pures jusqu'aux techniques mentionnées ci-dessus, le « progrès » génétique est impressionnant, notamment en terme d'augmentation des rendements, peut-être moins en terme de qualité nutritionnelle. La productivité nette globale, internalisant tous les facteurs écologiques et sociaux a-t-elle pour autant progressé ? Rien n'est moins sûr : le coût du remplacement des énergies renouvelables naturelles – dont fait partie le travail humain auquel une part de plus en plus importante de nos sociétés n'a plus accès – par une exploitation abusive des énergies fossiles nécessaires à la culture des graines élites des révolutions vertes et biotechnologiques, n'a en effet jamais été calculé. Les premiers calculs de la FAO prenant en compte une partie de ces facteurs montrent pourtant que l'agriculture biologique pourrait, dans de nombreux pays, répondre aux besoins quantitatifs et qualitatifs de nourriture bien mieux que les agricultures industrielles pour lesquelles sont faites ces nouvelles semences. De nombreuses solutions intermédiaires entre le tout chimique et son rejet total montrent aussi leur supériorité.

Alors que la diversité et la variabilité des semences paysannes permettaient leur renouvellement permanent par des dizaines de générations de paysans, les hybrides issus de lignées allogames consanguines et les lignées pures modernes issues de *pool* génétiques de plus en plus étroits montrent une instabilité nécessitant le retour plus ou moins rapide du paysan à la semence du semencier. En 50 ans de sélection clonale, la durée de vie des vignes et des vergers est passée de plus d'un siècle à 25 ans ou 10 ans.

On ne retrouve plus dans les semences OGM vendues la même construction génétique que celle décrite dans le brevet. L'expression des transgènes est très inégale d'un plant à l'autre ou d'un organe du même plant à l'autre et de nombreux effets non intentionnels inexpliqués apparaissent au fur et à mesure des cultures : excès de lignification, dessèchement prématuré,

affaiblissement de certaines fonctions (nodulation des sojas, résistance aux champignons...), toxicité à la consommation, etc.

C'est pour cela que leur inscription au catalogue ne se base que sur une caractérisation moléculaire de la présence ou de l'absence de la protéine d'intérêt et non sur un séquençage ou une caractérisation des bordures qui révéleraient immédiatement cette instabilité génétique.

La réduction de la biodiversité à la reproduction à l'identique d'un seul individu élite, puis d'une seule cellule brutalement manipulée, semble provoquer une accentuation de l'instabilité génétique, seule voie naturelle encore à la disposition de ces clones pour retrouver un semblant de diversité. Cette instabilité génère ces effets non intentionnels dont les conséquences sanitaires et environnementales n'ont jamais été évaluées. La même absence d'évaluation accompagne l'introduction massive de nano-particules dans l'environnement malgré de nombreuses alertes sanitaires ayant déjà provoqué le retrait de divers produits du marché.

Les progrès génétiques modernes sont trop souvent orientés vers une augmentation du métabolisme primaire des plantes, de leur croissance juvénile basée sur la mobilisation optimum des nitrates, au détriment de leur métabolisme secondaire, de leurs systèmes de défense, de leur maturité et de leur fertilité. Outre l'accentuation de leur fragilité face aux maladies et ravageurs – qui a provoqué l'explosion que l'on a connu de l'utilisation des pesticides – cet affaiblissement n'est pas sans conséquence sur leur valeur nutritionnelle : augmentation des quantités de protéines et de sucres rapides au détriment des sucres lents, des fibres, des oligoéléments et des antioxydants qui disparaissent tous de notre alimentation moderne, disparition qui n'est pas sans conséquence sur l'état de santé des plantes mais aussi des populations humaines. La plupart des « progrès » les plus récents ont pour seul objet la réparation des dommages de ces sélections modernes : en induisant des résistances monospécifiques rapidement contournées, en optimisant l'utilisation de pesticides ou en demandant aux plantes de les produire elles-mêmes, en compensant la disparition de la qualité nutritionnelle globale par la sur-expression d'un seul de ses éléments (ce qui transforme la nourriture en alicaments !). Cette fuite en avant qui relance constamment le paysan à la poursuite du doigt qui lui montre la lune est alimentée par les profits générés par les *royalties* issues du brevet sur le vivant.

Le renouveau des sélections paysannes et participatives

Malgré le développement des échanges internationaux, les cultures vivrières sont encore majoritaires sur la planète. Les paysans qui les pratiquent ne sont généralement pas solvables et n'intéressent pas l'industrie semencière. L'écrasante majorité d'entre eux reproduit chaque année la semence nécessaire à partir de la récolte précédente.

Les travaux de sélections paysannes et participatives se développent à contre-courant surtout dans les pays du sud en associant le chercheur au paysan pour pratiquer l'essentiel de la sélection au champ et y déterminer les quelques travaux nécessitant parfois le recours au laboratoire. Ils produisent aujourd'hui des semences donnant, avec de faibles niveaux d'intrants, de magnifiques récoltes.

En Europe, les agricultures paysannes semblent désormais faire partie des antiquités réservées au folklore et au tourisme rural. L'agriculture biologique tend à s'industrialiser de plus en

plus. Dès le milieu du siècle dernier, les agriculteurs biodynamiques ont compris les premiers que le piège se refermait d'abord sur la semence. Ils ont conservé leurs variétés traditionnelles et les ont sélectionnées pour ne pas devenir dépendants de l'agriculture chimique. Leur regard se porte sur la globalité de la plante qu'ils considèrent comme un organisme, voire un être vivant méritant le respect de son intégrité non réductible à une addition d'organes, de gènes ou de caractères. Puis, des centaines d'associations citoyennes et de jardiniers amateurs, souvent accompagnées par les collectivités territoriales, ont conservé des milliers de variétés traditionnelles.

Avec l'arrivée des premiers OGM, de nombreux paysans découvrent aujourd'hui qu'ils doivent s'engager dans la même démarche s'ils veulent garder leur autonomie. En 2003, plusieurs centaines d'entre eux se sont réunis à Auzeville en France et ont fondé le réseau Semences paysannes. Depuis, trois rencontres européennes *Libérons la diversité* ont été organisées à Poitiers en France, à Murcia en Espagne puis à Halle en Allemagne.

Ils organisent aujourd'hui la conservation et le renouvellement dynamique des ressources génétiques dans leurs champs, hors des banques où elles dégénèrent et sont de plus en plus menacées par les contaminations génétiques. Leur sélection s'appuie sur l'organisation d'échanges juridiquement informels de semences, de savoirs et de savoir-faire, dans une économie plus souvent fondée sur le don que sur des rapports marchands. Empiriques au départ, leurs méthodes de sélection s'enrichissent très rapidement grâce à la collaboration de quelques chercheurs passionnés de sélection participative et à la rapidité des communications modernes de savoirs facilitées par Internet. Autrefois ancrées dans les communautés paysannes locales, les sélections paysannes d'aujourd'hui se développent ainsi au sein de réseaux dont le dénominateur commun n'est plus l'ancrage territorial, mais d'abord le partage d'une passion commune pour le vivant et la pratique d'agricultures paysannes de proximité le plus souvent biologiques ou biodynamiques : quelles plantes naîtront de cette nouvelle donne ?

En France, la réglementation interdit les échanges de semences nécessaires à de tels travaux. Les paysans passent outre, mais cela est plus difficile pour la recherche publique. La Commission européenne, consciente de ce problème, finance des programmes de recherche destinés à proposer des solutions réglementaires (Farm Seed Opportunities) et à impliquer la société civile dans la gouvernance et dans les travaux de recherche (STACS, Science, technologie et société civile).

Mais le chercheur ne participera pas efficacement aux alternatives à l'agriculture industrielle et transgénique tant qu'il ne quittera pas le laboratoire pour retourner dans le champ avec le paysan. Au-delà de ses propres souhaits, il ne sera pas incité à le faire tant que le résultat de ses recherches ne pourra être valorisé que par un brevet ou un COV issu de l'UPOV 1991, ni sans une recherche publique indépendante : le rapprochement des savoirs paysans et académiques est désormais à ce prix, la souveraineté alimentaire aussi.

Guy Kastler
Réseau Semences paysannes
Nature & Progrès
guy.kastler@wanadoo.fr

Présentation
de la sélection végétale

La sélection végétale a, pendant des siècles, été une activité pratiquée par des paysans, des jardiniers, qui sans connaître les lois de la génétique avaient le souci d'obtenir des plants rustiques, productifs et donnant de bons fruits. La sélection des espèces végétales s'est aussi largement opérée naturellement en fonction des aléas climatiques, abiotiques et biotiques.

Retracer l'histoire de la sélection végétale et de l'amélioration des plantes est hors du champ de cette communication. On s'intéressera par contre à plusieurs points fondamentaux sur lesquels s'appuient les méthodes et les démarches mises en œuvre dans l'amélioration des espèces de grande culture. L'objectif de toute sélection végétale est l'obtention d'une descendance qui présentera les caractéristiques recherchées par l'obteneur. De nombreux critères sont généralement pris en compte tels que le rendement et les facteurs de régularité (résistance aux maladies et aux contraintes abiotiques), ou encore des caractéristiques agro-physiologiques (taille, type de développement) et de valeur d'utilisation, des propriétés de transformation voire de valeur gustative, etc. Ces objectifs sont recherchés pour les plantes de grande culture par l'emploi d'un ensemble de démarches et de méthodes de sélection phénotypique et génétique opérées dans le choix des parents avant hybridation, dans l'analyse des descendance selon des méthodes appropriées (ex généalogique, *bulk*, récurrente) et par l'obtention des formes génétiques (lignée pure, hybride, clone, population) qui sont finalement vendues après homologation et inscription au catalogue des espèces et variétés. Les lois de la génétique montrent que la démarche de sélection végétale est une procédure hautement probabiliste qui a pour objet de rassembler au sein d'un individu, d'un clone, d'un hybride ou d'une population, un ensemble de caractéristiques dont chacune est généralement gouvernée par de nombreux gènes. La sélection est bien sûr toujours effectuée dans un contexte environnemental (conditions agroclimatiques, phytopathologiques, etc.) et de temps (socio-économique) qui contribuent à donner aux résultats une réelle spécificité.

Bien évidemment les méthodes utilisées pour retenir les individus ayant une probabilité de donner des descendants possédant les caractéristiques recherchées ont considérablement évolué au cours des cinquante dernières années. L'introduction de géniteurs étrangers, le recours à des méthodes d'élargissement de la variabilité génétique dans l'espèce (mutagenèse, croisement inter-spécifique), l'emploi de sélections récurrentes dans des populations composites ou bien l'accélération du retour à l'homozygotie, ne sont que quelques-uns des moyens, aujourd'hui classiquement mis en œuvre en sélection végétale. Cette démarche sera illustrée par l'amélioration génétique du blé tendre où l'on montrera notamment l'importance des ressources génétiques, de la bonne connaissance des caractères et de leur déterminisme, ainsi que la sélection assistée par marqueur pour accroître les chances de sélection. L'absence de

séquençage du génome de cette espèce et de connaissance dans la génétique des caractères pour la plupart complexes, obligent les sélectionneurs à se fonder sur une analyse expérimentale et phénotypique pour approcher la variabilité génétique et opérer une sélection. Au final et dans de nombreux pays, notamment en France depuis 1942, la valorisation des nouveaux cultivars n'est possible qu'après avoir réussi aux épreuves d'inscription au catalogue des espèces et variétés du ministère de l'Agriculture. L'ensemble de ces démarches de sélection et d'inscription contribue à apporter aux agriculteurs et aux utilisateurs une garantie de résultats et de progrès génétiques.

Les questions auxquelles sont confrontés aujourd'hui les améliorateurs seront aussi évoquées. Les contraintes liées à l'évolution climatique, la prise en considération d'une exigence de productions plus respectueuses de l'environnement, la demande sociétale pour des produits ayant une valeur nutritionnelle, voire une allégation santé font partie des questions auxquelles l'amélioration génétique des plantes pourra contribuer à apporter des éléments de réponse. Le succès des recherches entreprises aujourd'hui s'appuie notamment sur une connaissance plus complète du déterminisme génétique des caractères (notamment par le séquençage des génomes), sur un développement d'une physiologie-génétique prenant en compte l'environnement agroclimatique et sur l'étude des éléments de composition associés aux valeurs nutritionnelles et de santé, apportées par les produits végétaux.

Gérard Branlard
INRA
UMR 1095 ASP-UBP
234 avenue du Brezet,
63100 Clermont-Ferrand

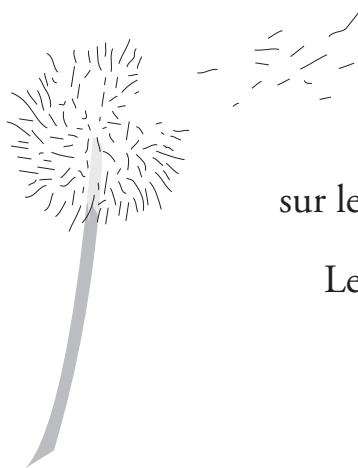
*LA GENÈSE
DES MÉTHODES
MODERNES DE SÉLECTION*

Les hybrides issus
de lignées allogames consanguines

Aux origines
de la pensée DHS

Un autre regard
sur les variétés hybrides F1

Les variétés hybrides F1



Jean-Pierre Berlan

Les hybrides issus de lignées allogames consanguines

De la sélection comme clonage

À partir d'un schéma publié dans la revue *Nature*¹, je montrerai le rôle à la fois central et subordonné du sélectionneur dans l'essor du système agro-industriel – le paysan produisait du blé, le système agro-industriel transforme les pesticides en pain Jacquet – et mettrai en évidence les contraintes inconscientes auxquelles il doit se plier, qu'il appartienne au secteur public et *a fortiori* au secteur privé. Puis, je présenterai les étapes de la sélection industrielle des origines aux soi-disant OGM. De la sélection paysanne de variétés, on est passé avec la révolution industrielle à la sélection de clones homozygotes, puis au xx^e siècle, cette technique de clonage s'est étendue d'abord au maïs (une espèce hétérozygote) pour se généraliser à ensuite toutes les espèces. Le xx^e siècle est celui du clonage hétérozygote. Le xxi^e s'annonce comme celui des clones chimériques pesticides brevetés CCPB (les soi-disant OGM).

Les clones homozygotes

Les « variétés » modernes de blé, d'orge, de colza, de maïs, de tomates, etc., sont constituées de plantes identiques aux défauts de fabrication près. Le semencier fabrique en quelque sorte des copies d'un modèle de plante, modèle qui a fait l'objet d'un certificat d'obtention par le sélectionneur auprès d'un organisme habilité. Cet organisme ne délivre le certificat d'obtention que si les plantes sont homogènes (sont identiques²) et stables (conservent leurs caractères d'une année à l'autre³). Notons que les fonctions de sélectionneur-obtenteur et de producteur de semences se recouvrent plus ou moins selon les espèces considérées.

Bref, l'agriculteur industriel cultive des clones et non des variétés.

En réalité, cela fait maintenant presque deux siècles que le sélectionneur s'efforce de remplacer des variétés – selon tout dictionnaire le caractère de ce qui est varié, une diversité, etc. – par un modèle (un génotype) unique. Pour faire cette opération, il doit produire ce génotype

1. Jean-Pierre Berlan et Richard C. Lewontin, « Plant Breeder's Rights and the Patenting of Life Forms », in *Nature*, Londres, 26 août 1986, 322 : 785-788.

2. Aux défauts de fabrication près. Il y a des débats assez croquignolesques à propos de caractères aléatoires (le nombre de poils sur tel ou tel élément de la plante, comme me l'avait raconté un semencier sélectionneur à qui on avait refusé l'inscription d'un clone de blé qu'il jugeait excellent) dépendant des accidents du développement de la plante. Ces caractères se comportent comme les empreintes digitales qui diffèrent entre l'index de droite et celui de gauche.

3. Plus précisément, le semencier doit être capable de produire année après année un clone identique au modèle ou prototype déposé.

unique en autant d'exemplaires que nécessaire. Il doit le cloner.

En 1836, John Le Couteur codifie la pratique de ses collègues gentilshommes agriculteurs qui avaient observé que les plantes de blé, d'orge, d'avoine conservaient leurs caractères individuels d'une génération à la suivante. D'où l'idée « d'isoler » les plantes les plus prometteuses au sein des variétés cultivées, de les cultiver individuellement pour les reproduire et les multiplier (les cloner) et remplacer la variété par le meilleur clone que l'on en a extrait. Depuis deux siècles, le sélectionneur cherche par conséquent à extraire des clones des variétés et remplacer la variété par le meilleur clone extrait.

Le Couteur, esprit précis, utilisait un terme distinguant ses « pures sorts » obtenus, écrit-il, « à partir d'un seul grain ou d'un seul épi » des variétés cultivées jusque là. Mais nous appelons, nous qui sommes si férus de précision scientifique, « variétés » ces clones, soit l'exact opposé ! Ce qui crée une immense confusion.

Dolly – l'extension du clonage aux mammifères – montre que l'uniformité est un idéal implicite auquel les biologistes doivent soumettre la diversité du vivant. Cette négation de la biologie a un seul intérêt : mettre en évidence la destruction de la diversité qu'entraîne la mise en œuvre d'une telle méthode de sélection, qu'il s'agisse d'animaux ou de plantes. La photographie d'un troupeau de vaches clonées fournie par l'INRA illustrant l'article consacré à « La Recherche agronomique et ses avenir » (*Le Monde*, le 12 novembre 2003) est à la fois révélatrice et consternante des conceptions qui continuent de guider la politique de cet institut au moment où la biodiversité s'effondre.

Trois raisons expliquent cette dévotion biséculaire au clonage :

– Tout d'abord, les gentilshommes agriculteurs anglais – que l'on désigne sous le nom de fermiers « ricardiens », car ils louent les terres pour investir leur capital dans la production de marchandises agricoles ; ce sont des acteurs de la révolution industrielle – appliquent au vivant les principes d'uniformité, de normalisation, de standardisation qu'impose la révolution industrielle. Ces principes guident jusqu'ici implicitement le travail du sélectionneur et constituent en quelque sorte son paradigme au sens de Kuhn même si la plupart des sélectionneurs n'y prêtent aucune attention.

– Ensuite, logiquement, la méthode de Le Couteur est irréfutable. Il y a toujours un gain à remplacer une variété de « n'importe quoi » par le nombre d'exemplaires correspondant du meilleur (selon un critère quelconque) « n'importe quoi » extrait de la variété. Mais, biologiquement, c'est une autre affaire, mais ce n'est que récemment qu'une partie des biologistes a pris à nouveau conscience du caractère mortifère de la monoculture (sans se rendre compte toutefois que cette monoculture était monoclonale), de l'uniformité industrielle et du rôle vital de la biodiversité.

– Enfin, à la différence d'une variété, un clone se prête au droit de propriété. Une variété parce qu'elle est hétérogène et en constante évolution ne peut faire l'objet d'un droit de propriété. Un clone est homogène et stable. Cette sorte de mort-vivant peut donc être décrit minutieusement pour le distinguer des autres clones. La distinction, l'homogénéité, la stabilité (DHS) fondent la protection du sélectionneur par le certificat d'obtention variétale qui le protège (dans sa version de 1961), du piratage de ses variétés par ses concurrents. Le certificat d'obtention se rapproche maintenant de plus en plus du droit de brevet sous la pression des transnationales agrottoxiques qui contrôlent maintenant la sélection et la production de semences.

Les clones hétérozygotes

Au début du ^{xx}e siècle, la redécouverte des lois de Mendel permet d'appliquer aussitôt au maïs la méthode de clonage de Le Couteur. Il s'agit d'empêcher l'agriculteur de semer le grain récolté. C'est parfaitement explicite chez l'inventeur de la technique, George Shull, au moins dans son article fondateur que tous les sélectionneurs et généticiens agricoles citent sans l'avoir lu et encore moins analysé et compris. Bref, tout l'intérêt des clones hétérozygotes est pour le sélectionneur : le maïs est une plante qui ne conserve pas ses caractères individuels d'une génération à la suivante. Un clone de maïs perd donc dans le champ du paysan les caractères qui l'avaient incité à acheter ces semences. C'est le premier *Terminator*, ce terme désignant les multiples méthodes, biologiques, réglementaires, légales, qui visent, en quelque sorte, à stériliser le grain récolté. Ce qu'il fallait mystifier.

Les généticiens ont appelé ces clones captifs (puisqu'ils sont sa propriété exclusive) « variétés hybrides ». Double tromperie :

- Il s'agit de clones et pas de variétés ;
- La méthode de sélection de Le Couteur n'a besoin ni d'hybridité ni d'hétérosis pour s'appliquer. Elle a besoin de variations. Et elle a besoin de clones. En un mot, elle a besoin de variations interclonales. Comment les généticiens et sélectionneurs ont-ils ignoré ce B.A.-ba de leur métier pour s'illusionner avec l'interminable discours sur l'hétérosis et ses variantes (hybridité, épistasie, dominance, superdominance, pseudo superdominance et *tutti quanti*) ?

Dans le cas des espèces autogames, ces variations interclonales recouvrent largement les variations individuelles. Le sélectionneur arpente son champ et choisit les rares plantes qu'il juge prometteuses. Il les reproduit et les multiplie pour faire des clones, puis il compare les clones pour sélectionner le meilleur.

Dans le cas du maïs, la procédure est totalement différente. Les clones sont extraits des variétés par une série de cinq à six autofécondations de plantes de maïs elles-mêmes prises au hasard dans la variété. Il y a là une volonté de créer au hasard des lignées pures (homozygotes ou presque) qui seront croisées deux-à-deux pour faire des plantes de maïs normales, qui, par conséquent, ne sont ni plus ni moins hybrides que n'importe quelle plante de la variété. La procédure revient à tirer au hasard de la variété un échantillon de plantes tout petit pour des raisons de coût. Au fond, la technique reviendrait dans le cas des plantes autogames à arpenter le champ les yeux bandés et prendre au hasard les plantes pour les cloner. Mais pour cacher l'absurdité d'une telle méthode, le sélectionneur/généticien crie en même temps « hétérosis, hétérosis » ! C'est très exactement ce que fait G. Shull, l'inventeur de cette méthode.

L'adjectif « hybride » et les mystères scientifiques, toujours aussi insondables, de l'hybridité, de « l'hétérosis », détournent l'attention de la réalité : il s'agit d'une technique d'expropriation et non d'amélioration. Le sélectionneur réalise son rêve : séparer la production de la reproduction. Faire de cette dernière son monopole. Se débarrasser de l'injustice des êtres vivants qui se reproduisent et se multiplient gratuitement – dans une société marchande, l'injustice absolue. Avec ici une conséquence importante : les semences de variétés libres de maïs coûteraient l'équivalent de 15 kilogrammes de maïs-grain par hectare plus quelques frais de préparation. Celles de clones captifs coûtent l'équivalent de 15 à 18 quintaux par hectare, cent fois plus, pour rien qui n'aurait pu être obtenu plus rapidement. Rapportés aux 3,5 millions d'hectares de maïs cultivés en France, ce surcoût représente le budget de l'Inra...

Ainsi, améliorer le maïs exigerait qu'il ne puisse se reproduire dans le champ du paysan. Qui peut croire en une théorie aussi panglossienne, sinon des généticiens sous influence, coupés de l'agronomie et de la vie, prisonniers de leur langage et de leur ésotérisme disciplinaire ?

Toujours est-il qu'après le début de l'expansion du maïs hybride aux États-Unis au milieu des années 1935 et son succès final (90 % du maïs cultivé dans les états du moyen-ouest est alors hybride en 1945), le but des sélectionneurs a été de sélectionner des clones hétérozygotes chez toutes les espèces – au nom de l'hétérosis, même pour des espèces pour lesquelles cet hétérosis est absent ! Les tentatives de faire du blé hybride ont commencé il y a une cinquantaine d'années quand un chercheur japonais a annoncé la découverte d'une stérilité mâle cytoplasmique. Au cours des années 1980, l'INRA s'est lancé dans le blé hybride avec Lafarge-Coppé alors qu'un raisonnement simple montrait que ces efforts étaient voués à l'échec.

Les clones chimériques pesticides brevetés, alias les OGM

Les plantes transgéniques cultivées sont, bien évidemment, des clones. Les trois adjectifs suivants exigent peu de commentaires.

Chimérique : ces clones sont des chimères génétiques, des assemblages de gènes en provenance d'ordres, de règnes, d'espèces différents. C'est le terme scientifique utilisé au début des premières manipulations. Mais ces chimères génétiques étant peu appétissantes, les scientifiques ont sacrifié la précision du vocabulaire à la promotion. Ces chimères sont devenus des OGM : un saut technique dans l'inconnu a été ainsi transformé, miracle sémantique aidant, en une continuité rassurante : l'humanité – en réalité, les fabricants d'agrotoxiques et leurs biotechniciens – poursuivrait par des méthodes plus précises et fiables ce qu'elle fait depuis les débuts de la domestication !

Pesticidaire : le président de la République a parlé très justement de plantes-pesticides. On constate que 99,6 % des superficies de plantes transgéniques cultivées sont constituées de clones qui, soit produisent un insecticide, soit absorbent un herbicide (le Roundup de Monsanto pour presque la totalité d'entre elles) sans en mourir. Dans les deux cas, le pesticide entre par conséquent dans la chaîne alimentaire, alors que jusqu'ici, on s'efforçait d'éviter autant que faire se pouvait de contaminer l'alimentation avec les pesticides.

Breveté : le brevet permet de séparer légalement la production qui reste entre les mains des agriculteurs de la reproduction qui devient le privilège d'un cartel de fabricants d'agrotoxiques. Les êtres vivants doivent cesser de faire une concurrence déloyale aux semenciers/sélectionneurs agrotoxiques. Ainsi, au nom du libéralisme, la directive européenne 98/44 de « brevetabilité des inventions biotechnologiques » nous ramène-t-elle aux XVII^e et XVIII^e siècles lorsque les rois accordaient des privilèges à des groupes de marchands. Mais jamais les rois n'auraient osé accorder un privilège sur la reproduction des êtres vivants. C'est pourtant ce que fait l'Union européenne qui singe en cela les États-Unis, mais sans franchir le pas logique suivant : à quand la directive de la « police génétique pour faire respecter le privilège sur la reproduction des êtres vivants » ?

Les clones chimériques pesticides brevetés ferment ainsi de façon irréversible le mouvement historique désastreux d'industrialisation et de privatisation du vivant.

En conclusion, l'urgence écologique exige un système agricole et alimentaire radicalement nouveau. Il faut inventer. Ce système exigera ses propres méthodes de sélection. C'est en définissant les traits de ce système agricole alimentaire nouveau pour sortir du désastre environnemental de l'agriculture industrielle que les méthodes de sélection correspondantes nouvelles apparaîtront. La réflexion sur la sélection paysanne est un premier pas en ce sens.

Jean-Pierre Berlan
INRA
jpe.berlan@gmail.com

Christophe Bonneuil

Aux origines de la pensée DHS

*La quête de pureté et de stabilité
à l'aube de la génétique moderne (1859-1914)*

En histoire des sciences, depuis les années 60 et le livre de Thomas Kuhn, *La Structure des révolutions scientifiques*, on connaît le caractère historiquement situé de tout savoir scientifique. La science n'est pas qu'une accumulation de vérités intemporelles mais c'est également un processus vivant, dans lequel les différentes formes de connaissances du monde et de manipulations sont liées les unes aux autres et co-évoluent avec leur époque et leur culture, la société et l'économie. Dans cet esprit, il s'agira ici de tenter un exposé archéologico-historico-anthropologique sur la conception DHS du vivant pour savoir comment nous en sommes arrivé là.

On constate que la biologie du milieu du XIX^e siècle (cf. Darwin) était une science de la variation plutôt que de la fixité du vivant, une science des flux et interactions plutôt que de la pureté et de l'isolement. Les biologistes de cette époque imaginaient contre une ancienne vision fixiste et figé des barrières d'espèce et d'individu, d'intenses trafics organiques dans le vivant qui connectaient le *micro* et le *macro*, l'organisme et l'environnement et les organismes entre eux (penser à la théorie de l'évolution, à la théorie cellulaire, à la théorie de la pangenèse chez Darwin, à l'intérêt de l'hybridation inter-spécifique de tous les hybrideurs du XIX^e siècle, à l'intérêt de l'hérédité acquise, à l'intérêt de la symbiose et les phénomènes de colonies animales). C'est la biologie du XIX^e siècle.

Par contraste, la génétique et biologie du XX^e siècle insiste plus sur la fixité, la stabilité des formes vivantes (penser à la génétique construite autour des lignées pures, hybrides F1...). Cette biologie insiste sur l'isolement et la séparation. Par exemple, la théorie synthétique, à la différence de la théorie de l'évolution darwinienne, sous-estime le rôle évolutif de l'hybridation et des flux de gènes. C'est seulement au XX^e, à la faveur de la controverse sur les OGM et des techniques de marquages moléculaires et d'évolution de la biologie des populations, qu'on réévalue l'importance de l'hybridation intraspécifique ainsi que les flux de gènes dans l'évolution. On a l'impression que, par contraste avec le XIX^e et également avec les innovations autour de la biologie des systèmes, des travaux sur l'épigénétique et la biologie de la conservation, la biologie du XX^e a voulu discipliner le vivant, les unités organiques, en les rangeant dans les boîtes séparées, en séparant l'identité génétique d'un côté et l'environnement de l'autre.

Nous allons tenter de comprendre comment sont arrivés ces basculements au moments où émergent la génétique moderne.

Nous insisterons sur le fait que nous passons d'un espace-temps biologique de variation

continue (darwinien) à un autre espace-temps ; celui du monde industriel. Puis, nous nous intéresserons au culte de la pureté au moment de la naissance de la génétique.

De l'espace-temps darwinien à l'espace-temps industriel

De l'hérédité comme force à l'hérédité comme structure anhistorique

On passe d'une conception de l'hérédité comme quelque chose qui est fortement liée au temps, comme une sorte de force qui s'accumule de génération en génération. C'est encore comme cela que pensait les sélectionneurs au XIX^e siècle. Même Burbank liait le temps et l'espace, c'est-à-dire que l'hérédité, signifie, pour lui, de l'environnement stocké. Croiser deux individus, c'est faire se rencontrer deux milieux différents, ce qui provoque une espèce de force explosive ; ce qui rend passionnants les hybrides. On est passé de la conception d'une hérédité située dans la profondeur et l'inertie du temps (rapport généalogique, rapport domestique de père en fils, de roi à sujet) qui vient des pensées de l'hérédité depuis le Moyen Âge à une vision intemporelle de l'hérédité où c'est simplement une structure combinatoire, c'est la partition de gènes dans un génotype. C'est une vision très horizontale de l'hérédité et non plus verticale. Il existe plusieurs citations autour de cette vision.

Un gène, c'est comme de l'eau, la molécule H₂O réagit toujours de la même façon⁴. Wilhem Johannsen est l'inventeur de la notion de gène et de génotype. Il était l'un des promoteurs des lignées pures au début du XX^e siècle. Le concept d'atavisme fait débat, au point que certains sélectionneurs, notamment Meunissier, collaborateur de Vilmorin, nie l'essence même du concept : « Cette force mystérieuse [de l'atavisme] n'existe pas. » L'atavisme serait pour lui et Vilmorin une situation de « recombinaison identique de facteurs héréditaires [récessifs] », selon ses dires en 1913. C'est l'idée qu'une race pure n'est pas le produit d'une longue histoire, mais tout simplement une race due à l'union de deux gamètes de mêmes sortes. On passe d'une pensée historique à une pensée combinatoire.

Stabilisation, dévitalisation et sanctuarisation des particules de l'hérédité

Au XIX^e, des auteurs tels que Darwin, Galton, Weissmann, De Vries ont une vision particulière de l'hérédité. Pour eux, les particules de l'hérédité (gémules, pangènes, unités héréditaires ou tout autre entité portent l'hérédité) ont une vie organique, une histoire, ils se reproduisent, changent d'état en se rencontrant, se nourrissent et croissent, vieillissent...

Petit à petit, la représentation de ces particules héréditaires va se simplifier : on va finalement les réduire à deux types d'états possibles. Elles seront présentes ou absentes, soit dominantes ou récessives. C'est le mendélisme. Une discipline de la multiplicité des états possibles des unités héréditaires. Puis, on va sanctuariser ces unités et les réduire à la lignée germinale. Elles ne circulent plus dans l'organisme comme chez Darwin (elles n'apprennent plus rien de l'environnement) et sont cantonnées dans la lignée germinale et dans le noyau (elles n'apprennent rien de la cellule).

4. Johannsen Wilhelm, *The Genotype Conception of Heredity*, in *American Naturalist*, 45 : 329–363, 1911.

Les « temps modernes » de la sélection végétale : accélérer le temps, aligner le vivant sur l'usine

Voici une vision beaucoup plus limitée et moins organique de ces particules héréditaires. Le rapport au temps change. Il faut aller plus vite à la fin du XIX^e siècle : c'est la première révolution industrielle et la révolution du contrôle. Cette prolifération de circulation (d'humains, de marchandises, de plantes) va créer du désordre. L'enjeu est donc de contrôler les flux, de développer les technologies de l'information (télégraphe, rail, gestion de l'information). Dans ce contexte là, les sélectionneurs passent d'une culture artisanale à une culture industrielle. Il faut aller plus vite aussi dans la sélection. Willet Martin Hays, premier président de la *American Breeders Association* et qui deviendra secrétaire d'État à l'agriculture peu après, disait qu'il fallait améliorer ces choses vivantes afin d'aider les machines à transformer la substance du sol, de l'air et la force du soleil dans des marchandises de valeurs. Une vision du vivant qui se rapproche de la vision industrielle où les plantes sont des machines. « Il faut perfectionner la machine végétale », disait en 1911, Émile Schribaux, le premier à enseigner la génétique à l'Institut national agronomique. Il ne faut plus s'intéresser aux évolutions lentes comme Darwin mais provoquer des révolutions rapides et artificielles grâce à la puissance de l'ingénieur et des pratiques industrielles.

Ceci est très bien résumé par le père du maïs hybride George Shull⁵ qui a dit : « Avant, Darwin nous avait montré que le monde n'était plus le monde créé de façon stable et fixe de Linné et du créationnisme (que la vie était en flux, que tout variait en permanence) mais que Darwin s'était également trompé car nous sommes en train de redécouvrir l'idée de permanence et de stabilité du vivant. » Vous voyez que dans cette citation, il utilise beaucoup les mots « permanence du type ». Tout à coup, il y a une biologie qui ne s'intéresse plus à ce qui varie lentement, naturellement et de manière continue (variation darwinienne) mais s'intéresse à ce qui est stable et qu'on va pouvoir faire varier par l'expérimentation. Les mutations doivent être expérimentalement provoquées, reproductibles industriellement et stables pour pouvoir circuler dans les grands réseaux marchands et les filières longues afin de correspondre aux attentes dues au développement de l'agro-industrie à la fin du XX^e siècle.

Lignées pures, « clones », « biotypes » : l'obsession de la pureté

De l'industrialisation de la bière au concept de lignée pure

L'idéal de pureté est ce qui relie la représentation du vivant à la transformation de l'agro-industrie. Je vais vous montrer que le concept de lignée pure qui est développée par Wilhelm Johannsen à la fin du XIX^e, provient d'une culture industrielle dans le milieu de la brasserie.

Pour reprendre le fil de l'histoire il faut partir de Pasteur et de la microbiologie, notamment ses travaux sur le vin, le vinaigre et la bière. Celui-ci a écrit un traité sur la fermentation de la levure en 1876 où il indique que « grâce à des méthodes de microbiologie, il faudrait isoler les

5. Shull George, *The Genotypes of Maize*, Cornell Symposium, *The Genotype hypothesis*, in *The American Naturalist*, 45 : 234-252, 1911.

souches de levure de façon à sélectionner la levure qui fait la meilleure bière, qui se ne dégrade pas, ect. » Cette idée va être reprise par la brasserie danoise Carlsberg qui développe un laboratoire de chimie dans lequel travaillait Emile Hansen. C'est lui qui va appliquer à l'échelle industrielle en 1883, la production de bière à partir d'une levure issue d'une même cellule. On isole une seule cellule et on la reproduit à l'identique afin de fabriquer une bière standard qui va mieux se conserver (une bière qui ne se dégrade pas en été quand la consommation de bière est importante). Cette technique permettait d'avoir une bière stable qui puisse circuler sur un grand marché européen. On passe donc d'une production de bière artisanale à des grandes entreprises de production industrielle. La bière était à l'époque une des principales denrées alimentaires échangées avec le blé.

À cette époque, où Carlsberg développe cette bière issue de lignée pure, Johannsen travaille au laboratoire de Carlsberg et s'intéresse à la physiologie de l'orge. Il va appliquer ces méthodes issues de la purification de la levure à ses travaux de génétique végétale et être le grand promoteur de la notion de lignée pure. Cette notion est étroitement associée aux impératifs de rationalisation industrielle dans la production agro-alimentaire. Louis Blaringhem, disciple de Johannsen, explique en 1913 que « l'avenir appartient aux sortes pures » parce que l'industriel demande à l'agriculteur des qualités et des variétés standard de façon à pouvoir entrer dans des processus industriels eux-mêmes standardisés.

Exemple avec la sélection généalogique à la maison Vilmorin

Vilmorin comptait 400 employés à la fin du XIX^e siècle. La sélection généalogique mise au point dans les années 1850-1860 par Louis de Vilmorin était utilisée sur la betterave puis sur le blé. L'objectif était d'obtenir la pureté, enjeu de rationalisation de la production, pour maintenir une bonne profitabilité. C'est ce qu'explique Falvien en 1889 : « Dans le domaine spécial de la production, la division du travail adoptée dans la maison Vilmorin consiste donc à produire, avec tous les soins nécessaires, des graines de race extrêmement pures, et à les multiplier en grand dans des conditions telles que, sans rien perdre de leur franchise de race, elles soient produites à aussi bas prix que possible. »

Triage de masse : isoler et multiplier en masse le meilleur individu

À la station d'expérimentation de Svalov en Suède, on sème au centimètre près : les graines doivent être semées à intervalle régulier, on doit désherber en ligne sous le contrôle d'un contromètre. Chez Vilmorin, on voit une sorte d'industrialisation du regard. On transforme l'étude du phénotype en une fiche avec minimum cinq personnes qui font au moins une tâche. Il y a une sorte de taylorisation du travail afin de produire en masse des observations sur les différentes formes vivantes. On observe aussi une prolifération de souches différentes qui vont engendrer une rationalisation des pratiques de laboratoire, une division du travail dans les laboratoires et les stations. L'univers industriel pénètre dans le laboratoire.

Au début du XIX^e siècle, dans la revue *Science* et la revue *American Naturalist*, une dizaine d'articles généraux sont publiés pour discuter des nouveaux concepts et des nouveaux termes

créer pour refléter cette quête de l'uniformité génétique du vivant. Le mot « clone » date de 1903 et est utilisé par H. J. Webber, un chercheur américain pour désigner de vieilles pratiques de bouturages, marcotages et greffes. Cela va être repris par Jennings qui travaille sur la paramécie, par Shull qui travaille sur le maïs et par Johannsen qui travaille sur les plantes autogames. Ils vont tous rivaliser de nouvelles inventions sémantiques pour désigner un ensemble d'individu génotipiquement identique quelque soit leur mode d'obtention. Que ce soit des cellules ou des plantes issues de reproduction végétative, que ce soit des groupes issus de parthénogenèse, des lignées pures issues de sélection généalogique ou des hybrides F1 qui sont hétérozygotes mais qui sont des sortes de clones. On regroupera tous cela avec un terme proposé par Shull : « variété clonale » qu'il propose en 1912. On assiste à une multiplication au moment, de la génétique moderne, de nouvelles pratiques et de nouveaux mots pour parler et fabriquer des formes vivantes qui soient stables et conformes à un idéal expérimental et industriel.

La pureté existait déjà mais il faut souligner qu'entre le XIX^e et le XX^e, on passe d'une pureté aristocratique, rare et fragile à une pureté stable, reproductible en masse.

En guise de conclusion, quelques effets de ce paradigme DHS sur le déroulement de la sélection et la réglementation semence jusqu'au milieu du XX^e :

La première, la variété DHS a servi à aligner la ferme sur le monde de l'industrie. Après avoir aligné la station de recherche sur le monde de l'industrie, on a aligné l'agriculture dans le but de rendre les performances de chaque ferme prédictible, de codifier les itinéraires, de standardiser les pratiques. Cela correspondait aux objectifs des modernisateurs de l'après guerre. Plusieurs citations rappellent ces objectifs : « L'avantage de la variété stable (lignée pure) est la possibilité d'en fixer théoriquement une fois pour toutes les réactions au milieu, aux techniques culturales et, par voie de conséquence, d'en obtenir le rendement maximum⁶. » Il existe un lien entre le paradigme DHS et une agronomie de l'artificialisation et la standardisation (cf. G. Allaire sur le modèle productiviste). F. Marty, directeur du GEVES en 2005 expliquait : « L'évolution actuelle des questions liées à l'évaluation des variétés reflète la transition d'un système un peu artificialisé, avec des critères standard permettant de définir des repères uniques, vers un système confronté aux différentes dimensions de la diversité : diversité des milieux, diversité des itinéraires techniques, diversité de plus en plus forte des critères d'évaluation et diversité dans les stratégies des agriculteurs. Jusqu'à maintenant, la vision qu'avait le CTPS de l'agriculteur était un peu standardisée [...]. »

Cette vision fixiste de la variété, c'est aussi une certaine façon de gouverner le vivant et l'agriculture. Il y a un lien entre la forme de la connaissance du vivant et un certain type de pouvoir sur le monde agricole et sur le vivant. En effet, il est plus facile de produire des connaissances sur un modèle panoptique, centralisé, délégatif que sur modèle pair à pair (système d'échange entre paysans). Le fait d'avoir privilégié le modèle DHS correspond à la volonté de chercheurs au service d'un État dirigiste en terme de politique agricole (c'est toute l'histoire de la modernisation). Finalement, c'est rendre le social plus facile à comprendre avec une instance centrale qui visait à piloter les flux génétiques du laboratoire vers la ferme. Le choix d'une vision du

6. Jonard P. , *Commentaires sur la législation du commerce des semences en France*, B.I.T., 157 : 207-213, 1961.

vivant stable et fixe correspond aussi à des formes d'organisations politiques qui sont celles du xx^e siècle. Probablement, nous aurons d'autres formes au xxi^e siècle autour du vivant-réseau, de la firme-réseau, du néomanagement complexe, adaptatif et participatif. On avait une vision du vivant qui correspondait à un état du capitalisme et à un état de nos sociétés, de nos systèmes politiques (planisme, dirigisme). Probablement que bientôt, on pourra comprendre le contraste entre le xx^e siècle et ce qui est en train d'émerger comme nouvelle forme, à la fois sur la vision du vivant, de pouvoir et d'organisation dans l'entreprise.

Christophe Bonneuil
Historien des sciences et techniques
CNRS, centre Koyré
bonneuil@damesme.cnrs.fr

François Delmond

Un autre regard sur les variétés hybrides F1

Les variétés génétiquement et artificiellement modifiées par des biotechnologies, dites OGM, nous offrent au moins une raison de nous réjouir : pour la première fois en Europe, un débat s'instaure sur les conséquences, à plus ou moins long terme, d'une innovation technique avant que son usage ne se généralise de façon presque irréversible. Cela n'a pas été le cas lorsque les sélectionneurs et semenciers ont commencé à avoir recours aux variétés hybrides F1 dans les années 1960 et jusqu'à aujourd'hui.

Date d'apparition sur le marché français de la première variété hybride F1 chez quelques espèces cultivées :

1948	Maïs : introduction en France des 1 ^{ers} hybrides américains.
1957	Maïs : 1 ^{ers} hybrides français (INRA).
Années 70	Nombreux légumes : asperge, aubergine, carotte, chicorée, endive, choux, concombre, courgette, épinard, melon, oignon, poivron, tomate, betteraves fourragère et sucrière.
Années 80	Tournesol, chou fleur, fenouil, pastèque, dactyle ?
Années 90	Betterave potagère, poireau, radis de tous les mois, colza.
Années 2000	Artichaut.
2005	Orge (1 ^{re} variété hybride en 2003, à CMS).

À ma connaissance, deux chercheurs français seulement se sont penchés sur ce problème. Très tôt, un sociologue, Henri Mendras⁷, a étudié les répercussions socio-économiques de l'arrivée des premières variétés hybrides, celles de maïs, dans les campagnes du sud-ouest. Il n'a pas été entendu.

7. Henri Mendras, *La Fin des paysans*, Chapitre 4 « Une innovation : le maïs hybride », p. 129-165, S.É.D.É.I.S, 1967, 360 p.

Beaucoup plus tard, en plein débat sur les OGM, Jean-Pierre Berlan⁸, chercheur économiste à l'INRA, a dénoncé vigoureusement les hybrides en montrant qu'ils sont aussi un premier pas vers les variétés OGM. Lui non plus ne semble pas avoir été entendu, en particulier du monde des chercheurs. Mais, bien que partie d'un autre point de vue, son analyse rejoignait et confirmait celle des entreprises artisanales de semences potagères biologiques et biodynamiques qui, depuis leur début et sans se concerter, boycottent systématiquement les variétés hybrides, et celle des paysans du réseau Semences paysannes.

Plus récemment, deux jeunes chercheurs en histoire des sciences du CNRS, Christophe Bonneuil et Frédéric Thomas, ont, au cours de leur étude sur l'histoire de l'amélioration des plantes à l'INRA, abordé à leur tour cette question⁹.

Il nous semble important de poursuivre ce débat en l'abordant sous d'autres points de vue.

La création variétale classique

Pour pouvoir comprendre ce que sont les variétés hybrides, il faut d'abord revenir sur la manière dont un sélectionneur crée une variété classique : variété fixée¹⁰ dans le cas d'une espèce à dominante autogame¹¹ ou variété population¹² dans le cas d'une espèce à dominante allogame¹³. Simplifions au maximum : le sélectionneur commence par chercher deux individus A et B (ou deux populations) qui présentent chacune des caractéristiques intéressantes que l'autre n'a pas. Il souhaite rassembler l'ensemble de ces caractéristiques dans une même variété. Pour cela, il cultive A et B côte à côte mais soigneusement isolés de toute autre population. Il féconde A par B (croisement par fécondation dirigée) après avoir supprimé les étamines de A pour qu'il ne puisse pas s'autoféconder. Il récolte sur A la semence AB de première génération, dite F1 (F1 pour « 1^{re} fécondation »).

L'année suivante, il sème cette semence, laisse les individus se féconder librement et récolte la semence F2 et ainsi de suite pendant plusieurs générations. À chaque génération, il élimine, dans la population, tous les individus qui n'ont pas l'ensemble des caractéristiques repérées dans A et dans B. C'est la phase de sélection proprement dite qui permet de stabiliser la variété AB. À chaque génération, la proportion d'individus éliminés (épuration) diminue. Il faut huit à dix générations pour stabiliser AB. Cette phase de stabilisation est, en même temps, une phase de

8. Jean-Pierre Berlan & coll., *La Guerre au vivant : OGM et autres mystifications scientifiques*, Agone, Marseille, 2001, 167p., « Le xx^e siècle : les hybrides », p. 31-44.

9. Interventions lors du colloque INRA d'octobre 2002 : *L'Amélioration des plantes : continuités et ruptures*, INRA, 2004, 198 p., (7 Mo).

– *Du maïs hybride aux OGM : un demi-siècle de génétique et d'amélioration des plantes à l'INRA*, 11 p.

– *L'Introduction et l'expansion des hybrides (de maïs) en France, 1930-1970*. 9 p.

10. Variété homogène et stable de génération en génération.

11. Dont le mode de reproduction naturelle se fait principalement par autofécondation.

12. Variété à base génétique large, ayant donc des possibilités évolutives plus grandes que celles d'une variété fixée.

13. Système de reproduction privilégiant la fécondation d'un individu par le pollen d'un autre individu (fécondation croisée).

multiplication : chaque année, le nombre d'individus cultivés augmente, ceci afin de disposer de suffisamment de semences la huit ou dixième année pour pouvoir commercialiser aussitôt la variété. La qualité de la variété et sa valeur par comparaison avec les variétés antérieurement créées (progrès génétique) dépendent du choix des géniteurs A et B ainsi que de l'intensité de la sélection.

La variété hybride

Les sélectionneurs publics ou privés, les semenciers et leur interprofession, le GNIS¹⁴, ont toujours présenté les hybrides comme un progrès des méthodes de sélection pour le plus grand bien des agriculteurs. Il n'en est absolument rien et c'est ce que nous voulons démontrer maintenant.

En effet, pour produire des semences de variété hybride – par comparaison avec la production de semences de variété fixée ou de variété population, il suffit simplement de déplacer le processus de multiplication vers l'amont, chez le sélectionneur, afin d'opérer le croisement $A \times B$ dans le champ de l'agriculteur multiplicateur sous contrat avec le semencier, l'objectif étant d'avoir assez de semences pour pouvoir la vendre au stade F1 à l'agriculteur utilisateur. Et tout ceci dans le seul et unique but de supprimer la phase de stabilisation de la nouvelle variété et de vendre une semence de variété parfaitement instable. L'agriculteur, de ce fait, ne pourra pas la ressemer et sera obligé de racheter de la semence chaque année. S'il décidait de la ressemer, il perdrait tous les avantages de l'hybride en terme de productivité et surtout d'homogénéité de la culture. Autrement dit, pour pouvoir réutiliser valablement cette semence, il lui faudrait faire ce que le sélectionneur s'est refusé de faire : la stabiliser.

On le voit, la création de variétés hybrides n'est en soi une nouvelle méthode d'amélioration des plantes que pour le semencier et le sélectionneur puisque la seule nouveauté c'est qu'elle prend en compte, avant tout, l'intérêt financier de ces deux professions. La valeur de ces variétés ne dépend plus que du choix des géniteurs A et B puisqu'il n'y a plus de sélection sur la descendance. Elle est plutôt une nouvelle méthode de production de semences qui consiste à produire des semences stables (identiques au cours des générations successives) d'une variété instable. Elle est un processus d'industrialisation du croisement qui se fait à chaque génération à l'échelle de grandes parcelles au lieu de ne concerner que quelques individus une fois pour toute.

Les variétés hybrides n'ayant pas été stabilisées, leurs semences devraient être moins chères ! C'est le contraire qui se produit. Les variétés hybrides rapportent énormément d'argent aux semenciers et, par suite, aux sélectionneurs non seulement parce que l'agriculteur est obligé d'acheter de la semence chaque année mais aussi – on l'oublie trop souvent – parce que ce

14. Groupement national interprofessionnel des semences et plants, www.gnis.fr. Selon le GNIS, le progrès génétique lié aux hybrides de maïs apporte aux agriculteurs des « gains de rendements, précocité, vigueur de la plante, résistance aux maladies et à la verse ».

dernier est sous la dépendance du semencier qui peut alors fixer des prix beaucoup plus élevés : il n'est pas exagéré de dire – et on y reviendra dans la seconde partie – qu'avec les hybrides, l'agriculteur est sous la dépendance d'une drogue et que le semencier se comporte en *dealer*.

L'inscription au catalogue officiel des variétés hybrides

Les lecteurs bien informés nous feront remarquer que pour que les semences d'une variété puissent être commercialisées, il faut, en Europe, que la variété soit décrite puis inscrite au catalogue officiel après avoir subi un test. En France, c'est le CTPS (Comité technique permanent de la sélection des plantes) qui est chargé de ce travail par le ministère de l'Agriculture. Or, seule une variété stable, c'est-à-dire qui conserve intégralement ses qualités d'une génération à l'autre, peut être inscrite. Les variétés hybrides qui sont par définition instables n'auraient donc jamais pu être inscrites ! En effet, il a donc fallu jouer sur les mots : le CTPS contrôle simplement que les semences commercialisées chaque année restent conformes à la description de la variété. Ce qui est stable en l'occurrence ce n'est pas la variété mais le processus de production de semences hybrides. Ces variétés échappent ainsi aux contraintes imposées aux variétés traditionnelles.

L'étiquetage des semences de variétés hybrides

Le SOC (service officiel de Contrôle des semences) est chargé de contrôler la pureté variétale des semences commercialisées et ceci pour – comme le dit et le redit le GNIS – protéger les intérêts de l'utilisateur de semences. Dans le cas des semences de variétés hybrides, il n'y a pas obligation pour le semencier d'indiquer si la variété est hybride ou non. Et dans le catalogue officiel édité par le GNIS, les variétés sont seulement déclarées hybrides par le sélectionneur. Ce qui veut dire que le CTPS ne contrôle pas cette caractéristique pourtant importante des variétés qu'il décide d'inscrire. Vous pouvez donc acheter des semences d'une variété déclarée hybride et qui en réalité ne l'est pas ou l'inverse. Drôle de manière de concevoir la protection des intérêts du consommateur ! On n'aurait pas déjà vu ça au sujet de l'étiquetage des OGM ?

Aussi, le rêve de tout semencier qui voit avant tout son point de vue, est de disposer de variétés hybrides pour chaque espèce dont il produit des semences. Et, dès que, pour une espèce donnée, la possibilité de faire des variétés hybrides est au point, les sélectionneurs arrêtent d'améliorer les variétés non hybrides correspondantes ce qui les disqualifie automatiquement quand on les compare aux hybrides.

On ne peut, à nouveau, que constater que la soi-disante supériorité des variétés hybrides par rapport aux variétés non hybrides ne repose pas tant sur le caractère hybride des premières mais plutôt sur l'intensité du travail d'amélioration accompli sur celles-ci plutôt que sur les

autres. L'écart est d'autant plus fort que, dans le même temps, les semenciers délaissent la sélection conservatrice de la plupart des variétés traditionnelles (ce qui conduit à leur élimination du catalogue officiel pour non conformité ou pour absence de mainteneur.)

Espèces auxquelles rêvent les semenciers car il n'existe pas encore pour elles de variétés commercialisées d'hybrides F1 (en France).

Espèces autogames	Espèces allogames
Chicorées frisée et scarole	Cardon
Fève, haricots nain et à rame	Carotte fourragère
Laitue, mâche	Céleris, cerfeuil
Lentille, pois, pois chiche	Navet, persil
Pomme de terre	Salsifis, scorsonère
Avoine	
Lupin, soja	
Lin	
Plusieurs espèces fourragères	Plusieurs espèces fourragères

Parfois les semenciers s'arrangent, en outre, pour orienter le choix des agriculteurs vers les hybrides en n'apportant qu'à ces variétés certaines innovations techniques comme le calibrage, l'enrobage, certains traitements des semences, etc.

Et quand les professionnels de la semence affirment que « les hybrides ont toujours existé » c'est un pur mensonge qui résulte d'une tromperie sur les mots : les hybrides au sens de produit du croisement entre deux individus différents effectivement cela a toujours existé. Mais les hybrides dont on parle ce sont les semences de variétés hybrides F1, fruits d'un croisement industriel entre deux lignées pures, et cela n'a jamais existé avant les années 1920 aux USA, ni avant les années 1950 en France.

Physiologie de l'hybride, l'effet *hétérosis*

Il nous faut maintenant nous poser la question suivante : est-ce que les plantes hybrides F1 ont des caractéristiques particulières – qui seraient dues au fait qu'elles sont issues de semences de variétés hybrides – que n'ont pas les plantes issues de semences de variétés non hybrides ? Les promoteurs des variétés hybrides se sont appuyés sur l'effet hétérosis pour les faire accepter par les agriculteurs. D'après eux, les hybrides F1 seraient toujours supérieurs au meilleur des deux parents pour chacune des caractéristiques : précocité, vigueur, rendement, rusticité, résistance aux maladies et ravageurs, etc., et ceci avec plus ou moins d'intensité selon les espèces. C'est cette faculté qu'ils appellent l'effet hétérosis qu'ils n'expliquent pas clairement et qui, de toute façon disparaît dans la descendance de la F1, en F2, F3, etc. Selon Jean-Pierre Berlan, l'hétérosis n'existe pas et serait une mystification. Mon point de vue est différent. Nous allons voir ce qui se passe dans le cas d'une plante préférentiellement allogame (pour les espèces autogames, c'est un peu différent).

Rappelons d'abord que pour mettre au point une variété hybride, il faut tenir compte principalement de trois conditions :

- disposer de deux individus (ou deux populations) les plus différents que possible, les plus éloignés génétiquement que possible, mais complémentaires et ayant une bonne aptitude à se combiner entre eux : si l'un est très productif, l'autre n'aura pas besoin de l'être ; par contre, il devra être moins fragile, plus rustique ou plus précoce, c'est-à-dire apte à se développer en conditions fraîches ;

- ces individus devront être autofécondés pendant plusieurs générations successives. Dans le cas des espèces allogames qui préfèrent, et de loin, la fécondation croisée à l'autofécondation, la descendance est ainsi conduite sur la voie de la consanguinité avec tout le cortège de symptômes de dégénérescence qui l'accompagne. Certaines espèces supportent plus ou moins bien huit à dix générations d'autofécondations forcées : le maïs, par exemple, n'est plus alors qu'une plante chétive, malade, de 1, 2 m de haut, qui ne produit plus que quelques grains sur des épis rabougris – et c'est cette semence qui est utilisée par l'agriculteur-multiplicateur pour produire la semence F1 ! Chez d'autres espèces plus sensibles à la dépression consanguine, comme la carotte, le sélectionneur ne peut pas dépasser quatre ou cinq générations d'autofécondations : au delà, les plantes sont tellement chétives et malades qu'elles meurent ou ne produisent plus de semences suffisamment bonnes. Ce terme de dépression est tout à fait judicieux car, de même qu'il existe des dépressions nerveuses, il existe des dépressions biologiques ;

- le sélectionneur doit disposer d'un moyen efficace de castrer toutes les plantes de la lignée A, dite femelle – sur laquelle la semence F1 sera récoltée – afin qu'elles soient toutes fécondées par le pollen de la lignée mâle B. Il doit donc trouver un moyen d'empêcher les plantes A de produire du pollen et de s'autoféconder. Chez les espèces chez lesquelles il n'existe pas encore de variétés hybrides commerciales, c'est souvent cette condition qui n'a pas été résolue (laitue, pois, etc.).

Pour les autres espèces, il existe plusieurs techniques possibles : castration manuelle de toutes les fleurs de toutes les plantes (tomate, maïs), castration chimique par pulvérisation d'une hormone de synthèse (blé), stérilité mâle génique et, de plus en plus souvent, stérilité mâle cytoplasmique (CMS).

Les autres conditions pour mettre au point une variété hybride (bon transfert du pollen de B vers A, production de semences en quantité suffisante pour que l'opération soit rentable, intensité de l'effet hétérosis, etc.) ne seront pas abordées dans cet article.

Les hybrides à stérilité mâle cytoplasmique

Les variétés hybrides sont le résultat du croisement de deux lignées pures. Pour que l'une des lignées ne s'autoféconde pas et ne reçoive que le pollen de l'autre lignée, il faut la castrer, c'est-à-dire supprimer les étamines ou rendre le pollen stérile. Chez certaines espèces (carotte,

choux) le pollen d'une plante ne peut pas polliniser les fleurs de la même plante ; on dit qu'il y a auto-incompatibilité. Cette auto-incompatibilité naturelle (qui n'est jamais totale) permet de faire des variétés hybrides sans manipulations particulières. Chez d'autres espèces (carotte, oignon, radis) on utilise un caractère qui existe naturellement chez certains individus, la stérilité mâle cytoplasmique. Chez les plantes qui ont ce caractère, les étamines ne produisent pas de pollen ; elles doivent donc être pollinisées par d'autres plantes, dites mâle fertile. Cette stérilité provient d'un défaut des mitochondries qui contiennent de l'ADN et qui sont des organes importants de la respiration des cellules mais dont on connaît peu les autres rôles.

Si les plantes sont destinées à produire des graines (tournesol, colza), il faut que la lignée mâle fertile apporte un caractère restaurateur de fertilité, sinon l'hybride ne produira des graines chez le paysan que s'il y a d'autres plantes normales (mâles fertiles) dans les environs. Les sélectionneurs ne mettent pas de restaurateur de fertilité dans les hybrides à CMS destinés à produire des feuilles ou des racines (carotte, chou, oignon, radis) : ces plantes restent mâles stériles.

Chez d'autres espèces, il n'existe pas d'individus à stérilité mâle cytoplasmique. Les sélectionneurs effectuent alors grâce aux biotechnologies un transfert de CMS entre espèces. C'est ainsi que de nombreux hybrides récents de chou et de colza sont obtenus grâce à la CMS du radis et qu'une première variété de chicorée, rubine, à CMS de tournesol, a été inscrite en 2004 par Vilmorin. Les mitochondries ainsi transférées d'une espèce à une autre contenant de l'ADN, on est en droit de considérer ces variétés comme des organismes génétiquement modifiés. Mais ces variétés « OGM » ne sont pas considérées par la loi comme telles ; elles échappent donc aux contraintes réglementaires prévues pour les OGM et restent, pour le moment, autorisées en agriculture biologique (OGM clandestins).

Que se passe-t-il au niveau des plantes et de l'espèce soumise à ces opérations lorsqu'on arrive en fin de cycle d'autofécondations et que les individus martyrisés et violentés ont tout juste la force de survivre ? Dans l'idéal, si je puis dire, on obtient des plantes homozygotes c'est-à-dire porteuses de caractères identiques sur l'ensemble des deux paires de chacun de leurs chromosomes. Autrement dit, des plantes dont la variabilité du patrimoine génétique a été ramenée de force au niveau le plus bas qu'elles puissent supporter en tant que plantes à dominante allogame. Or la vie ne s'exprime pleinement que dans la diversité maximum, y compris au niveau génétique : c'est une loi de la nature qui s'applique tout particulièrement aux espèces allogames qui veillent, grâce à la fécondation croisée entre deux individus toujours hétérozygotes (le contraire d'homozygote), à toujours maintenir en elle une diversité génétique maximale.

Au bout de quatre, six ou huit cycles d'autofécondations forcées, on a donc deux lignées pures, en fait deux populations de plantes au bout du rouleau. Elles sont mises ensemble, en rangs alternés, dans une parcelle de multiplication. Que se passe-t-il alors ? L'une, A, sur laquelle la semence F1 sera récoltée, est castrée puis fécondée par l'autre, B qui sera détruite après fécondation. Elle passe brusquement d'une extrême pauvreté génétique à une diversité génétique d'autant plus grande que les deux populations sont plus différentes et que les deux lignées sont plus pures. Résultat ? Soulagement maximum, biodiversité maximale, fin de la

dépression : la vie reprend ses droits : c'est ce qui explique ce fameux effet hétérosis... qui ne dure qu'un temps. En effet, en deuxième génération, ces plantes étant toutes identiques, même si elles se croisent librement entre elles, il se produit, au niveau du champ, l'équivalent d'une autofécondation, d'où retour des symptômes de dépression consanguine par perte sévère de diversité génétique.

Voyons maintenant comment cela se traduit dans le champ du paysan qui utilise cette semence F1. Pour mieux s'en rendre compte, il faut semer à côté et dans les mêmes conditions des semences de variétés équivalentes non hybrides. Les semences hybrides germent généralement plus vite et les plantes se développent avec plus de vigueur. Du fait de cette plus grande vigueur, ces jeunes plantes se développent mieux en conditions difficiles (temps frais, couvert) et prennent de l'avance sur les plantes non hybrides... à condition qu'elles trouvent à volonté ce dont elles ont besoin pour croître. En effet, leur vitesse de croissance est telle que, bien souvent, l'eau et les matières nutritives présentes en quantité normale dans le sol ne suffisent pas. Ceci conduit l'agriculteur à avoir davantage recours à l'irrigation et aux engrais solubles immédiatement disponibles pour la plante. Ceci explique que les variétés hybrides soient destinées à l'agriculture conventionnelle plutôt qu'à l'agriculture biologique où le sol et les cultures sont nettement moins forcés. Elles ne conviennent vraiment qu'aux cultures menées de façon intensive telles que les cultures maraîchères, en particulier celles sous abri.

Toutes ces plantes hybrides se caractérisent en outre par leur grande homogénéité puisque, on l'a vu, elles sont toutes génétiquement identiques comme dans un clone. D'où des parcelles entières où, comme à l'armée – qui a horreur de la diversité – pas une tête ne dépasse. Ceci permet à l'agriculteur d'avoir davantage recours à la mécanisation en particulier au moment de la récolte puisque les plantes ont la même précocité et la même taille. D'où l'intérêt de ces variétés dans le cas de grosses productions standardisées pour la grande distribution et les industries agroalimentaires. D'où aussi leur moindre intérêt dans le cas de cultures pour la vente directe avec récoltes échelonnées et dans le cas du jardinage amateur.

Les hybrides, de grands sportifs !

Hélas, les plus belles choses ont aussi leur revers y compris dans le cas des êtres vivants ; le grand Goethe l'avait bien compris qui disait, en substance : « Quand tu regardes une plante (ou un animal), et que tu constates qu'elle a développé une capacité particulière, demande-toi au détriment de quoi, demande-toi qu'est-ce qui a régressé. » Et il prenait comme exemple la vache et les autres ruminants chez lesquels, au cours de l'évolution, le développement des cornes s'est fait au détriment des dents de la mâchoire supérieure.

Chez les hybrides, qu'est-ce qui a bien pu régresser en contrepartie de toutes ces caractéristiques bien visibles, quantitativement mesurables : productivité, précocité, vigueur, etc. ?

Eh bien, ce qui a régressé c'est justement ce qui est invisible, difficilement mesurable, qualitatif. Il y a deux phases qui généralement se succèdent dans la vie d'une plante annuelle ou

bisannuelle : une phase de croissance et de développement dans l'espace, une phase bien visible, pesable et mesurable que l'on peut qualifier de quantitative, une phase où le terrestre (terre et eau) prédomine. C'est justement cette phase qui est renforcée chez l'hybride. L'hybride est un peu comme le sportif de nos sociétés modernes : suffisamment dopé, il est capable, pendant la première phase de sa vie, de grandes performances bien supérieures à la moyenne.

La seconde phase est plus discrète : c'est celle de la maturation du fruit et des semences mais aussi du légume, ce fruit que l'homme a appris à faire à la plante au cours du processus de domestication et qui apparaît avant la phase de reproduction (pomme de chou ou de laitue, racine de carotte ou de betterave, etc.). Pendant cette phase qui nécessite du temps, où ce sont davantage la lumière et la chaleur qui interviennent, il ne se produit plus rien de visible dans l'espace ; tout se passe lentement, mystérieusement, au sein de la plante : transferts de substances des racines, des tiges et des feuilles vers les fruits et les graines, transformation de substances simples (nitrates, monosaccharides) en substances complexes (protéines, polysaccharides, huiles, vitamines, huiles essentielles, etc.), substances qui donneront la texture, l'arôme, la saveur au grain, au fruit ou au légume récolté, substances qui leur conféreront valeur alimentaire et qualité gustative. Substances que l'Homme recherche dans sa nourriture car l'Homme, contrairement aux animaux ne se gave pas (quantitativement) pour engraisser, mais absorbe et digère avant tout des qualités subtiles qui sont nécessaires pour nourrir non seulement son corps mais aussi son âme et son esprit.

Chez l'hybride, les processus à l'œuvre lors de cette seconde phase ont nettement régressé par compensation avec l'exagération des processus de croissance. Là encore, on peut comparer l'hybride au grand sportif : la période des grandes performances ne dure qu'un temps ; il faut ensuite se reconvertir. La phase adulte de maturation se fait souvent plus difficilement que chez les individus dont la jeunesse a été moins exceptionnelle. Souvent les maladies de la vieillesse (embonpoint, arthrose) apparaissent plus tôt, et peuvent être accompagnées de difficultés psychiques (difficultés à accepter le vieillissement, mal-être).

Une dernière remarque pour comprendre les variétés hybrides F1 : ces variétés non stabilisées se comportent comme si elles étaient elles-mêmes immatures. Le processus de stabilisation d'une nouvelle variété dont nous avons parlé au début, apparaît comme un processus de maturation de la variété : elle devient alors apte à donner des produits matures. Cela se comprend bien quand on se représente que juste après le croisement, dans la plante hybride F1, les deux composantes parentales ne sont pas encore intégrées en un tout harmonieux : cela peut d'ailleurs parfois se voir sur des images de cristallisation sensible de plantes hybrides. Au cours du processus de sélection-stabilisation de la nouvelle variété, petit à petit, les deux composantes finissent par former un tout harmonieux : pour cela il faut du temps.

Conséquences pour le consommateur

On peut dire que les hybrides ont pour caractéristique principale de donner des produits immatures. Si l'on compare les produits récoltés sur des plantes hybrides à ceux récoltés sur des non hybrides, cela se traduit chez l'hybride par :

– une plus grande teneur en eau, autrement dit une moins grande teneur en matière sèche. Acheter un légume de variété hybride, c'est souvent acheter un peu plus d'eau au prix du légume ! Ces légumes ont, en outre, moins de consistance et risquent de se conserver moins longtemps ;

– une plus grande teneur en molécules simples : nitrates qui n'ont pas été suffisamment transformés en protéines, sucres simples (dits sucres rapides) facilement solubles d'où, souvent, un goût sucré immédiatement perceptible qui trompe le consommateur qui confond parfois le sucré et le savoureux : c'est souvent le cas avec les carottes, melon, maïs doux issus de variétés hybrides ;

– une plus faible teneur en molécules complexes : protéines, polysaccharides (dits sucres lents) qui ne donnent un goût sucré qu'après avoir mâché suffisamment longtemps, vitamines, huiles, huiles essentielles, d'où moins d'arôme et moins de saveur. Substances qui interviennent aussi dans la conservation des produits.

Bien entendu, en agriculture biologique, si l'hybride est moins poussé (moins de matières organiques facilement disponibles, moins d'eau), les caractéristiques de l'hybride ne s'exprimeront pas aussi pleinement et la différence entre hybride et non hybride sera moins accentuée. Par contre, chez les espèces où il n'existe pas de variétés hybrides (laitue par exemple), le fait de pousser les plantes (culture intensive sous abri) conduit à des résultats semblables : accentuation du quantitatif au détriment du qualitatif et cela tout particulièrement chez les variétés modernes sélectionnées pour être cultivées en conditions intensives.

Les faits exposés ici reposent sur un petit nombre d'expériences comparatives entre variétés hybrides et variétés non hybrides. Les sélectionneurs se sont, en effet bien gardés de faire ce type d'expérience et d'en publier les résultats. Il serait intéressant de faire d'autres essais pour vérifier ces considérations. Rien ne vous empêche de faire de tels essais.

Prenez le temps de comparer les variétés de légumes que vous consommez

Cet exercice peut se faire en famille, comme un jeu, lors d'un repas où l'on a un peu de temps. Se procurer des légumes de deux variétés différentes : une variété traditionnelle et une variété hybride et les déguster en prenant bien le temps de ressentir les couleurs, les odeurs, les arômes et les goûts, la texture, l'arrière-goût. La plupart des légumes peuvent se déguster crus. Il est bon de les déguster aussi cuits ; pour cela, les deux variétés doivent être cuites exactement de la même manière et pendant la même durée. Le plus simple est de les cuire pas trop longtemps côte à côte à la vapeur avec un tout petit peu de sel pour relever le goût. Quelques bons exemples pour se faire le palais : la carotte, le chou rouge (cru), le maïs doux et la tomate.

Quand chacun a bien pris le temps de savourer les deux variétés, les échanges entre les convives permettent de nuancer les impressions particulières et d'arriver à une certaine objectivité dans le choix de la meilleure variété ou dans le rejet de la plus mauvaise. Choix qu'il ne vous faudra pas manquer, bien entendu, de faire connaître à votre fournisseur...

Et pour les jardiniers et les maraîchers ?

Prenez le temps de comparer les variétés de légumes que vous cultivez

Les jardiniers et maraîchers devraient prendre l'habitude de tester toute nouvelle variété avant de l'intégrer dans leurs cultures. Il ne suffit pas de comparer en début de culture le taux de germination et la vigueur germinative. Il faut prendre le temps de semer et cultiver ensemble et côte à côte deux variétés, en particulier une variété traditionnelle réputée et une variété hybride. Comparer attentivement les plantes tout au long de la culture, résistance au froid, à la sécheresse, aux maladies et ravageurs, durée de conservation des légumes, rendement, coûts de production, etc. Ensuite comparer la valeur alimentaire et gustative comme indiqué dans le précédent encadré. Éventuellement, faites goûter les deux variétés à vos clients : ceux-ci préféreront peut-être payer un peu plus cher une variété qu'ils trouveront plus goûteuse et qui sera sans doute aussi meilleure pour la santé de leur famille.

Dans cet article, nous avons voulu présenter objectivement ce que sont en réalité les variétés hybrides et montrer que certaines idées reçues les concernant sont fausses. Nous avons voulu donner à chacun les outils pour se faire sa propre opinion et choisir en connaissance de cause. Ce n'est pas à nous de dicter le choix des variétés aux agriculteurs et jardiniers mais il nous semblait important de mettre en lumière les conséquences de ces choix.

François Delmond (Germinance)
Les Rétifs – 49150 St Martin d'Arcé
Tél : 02 41 82 73 23 – Fax : 02 41 82 86 48
germinance@wanadoo.fr

Bibliographie :

M.C.B.D., *Quelle éthique pour la sélection des plantes cultivées ?*, édité par le Mouvement de culture biodynamique, Colmar, 2001, 71 p.

Patrice Gaudin

La genèse des méthodes modernes de sélection : réaction

Je remercie les intervenants précédents de m'avoir donné le cafard.

C'est de l'humour, bien sûr, vous l'avez compris. Oui, ils ont développé des vérités, mais même si je partage leur analyse, je ne souhaite pas baisser les bras.

Je vais vous présenter un programme qui est le fruit de la réflexion d'agriculteurs qui souhaitent démontrer que des alternatives sont possibles.

Comme nous l'avons vu, la biodiversité a complètement disparu des horizons agricoles au profit de plantes qui sont devenues des produits de laboratoires. Les variétés cultivées depuis des millénaires ont été remplacées dans nos campagnes pour différentes raisons, je ne vous en citerai que trois.

Les agriculteurs ont cessé de les cultiver, sur les conseils avisés de la profession agricole qui souhaitait augmenter la production.

Au fil du temps, la création variétale est devenue une grande source de gain et pour accéder à cette manne, il faut maîtriser la production qui génère ce profit. Pour ce faire, il faut rendre difficile, voire interdire, la production de semences dans son lieu naturel qui est, ou plutôt, qui était la ferme.

Les méthodes de sélection reposent sur des critères de rendement et sur les besoins de l'agro-industrie. Les plantes adaptées aux processus de transformations industriels, consommables d'intrants et de produits agrottoxiques sont devenues de ce fait la cible prioritaire des recherches.

Quand il y a de l'argent à faire, on est mieux caché dans un lieu privé et ou dans un laboratoire. C'est plus facile pour déposer des certificats d'obtention végétale ou des brevets. Encore une occasion de séparer la production des semences et la sélection des fermes.

Avant l'arrivée des biotechnologies et autres artifices de sélection, les qualités puisées pour créer des variétés nouvelles étaient issues du patrimoine génétique contenu dans des plantes régulièrement cultivées. Les plus grands créateurs ont été pendant des milliers d'années les paysans, et cela jusqu'à « l'obtention » du métier d'obtenteur.

La réflexion du groupe d'agriculteurs à l'origine du programme était basé sur le fait que les variétés anciennes et populations n'ayant pas subi les dommages d'une sélection violente devaient encore contenir en leur sein tout le patrimoine génétique nécessaire à l'adaptation de

l'agriculture de demain, une agriculture économe et peu agressive envers l'environnement.

Je dois vous préciser que ce programme n'a malheureusement pas de chercheurs dans son groupe de travail, tout du moins, pas de chercheurs représentant un institut public de recherche. Certains chercheurs proches de nos préoccupations soutiennent nos actions mais cela à titre personnel.

Commencer les travaux avec des populations coulait donc de source. L'espèce choisie, en premier lieu fut le maïs, la plante emblématique de la révolution verte, espèce dont les semences utilisées sont des hybrides à plus de 99 %, c'est-à-dire des semences interdisant aux agriculteurs tous choix ou alternatives possibles.

Pour offrir aux agriculteurs la possibilité de choisir des variétés adaptées à leurs besoins, nous sommes partis du principe que la sélection devait en premier lieu, retrouver le chemin des fermes. La pratique de la sélection massale a été tout naturellement choisie puisqu'elle peut être très facilement réalisée à la ferme. Même si elle est lente, elle permet aux plantes de s'adapter, en douceur, aux changements souhaités par l'agriculteur et orientés par les conditions pédoclimatiques locales toujours en évolution.

Ce mode de sélection permet d'orienter ses choix, non seulement sur les critères habituels, mais aussi sur ceux des qualités nutritives, des qualités organoleptiques et sur ses contraintes de marché. Il peut avec le temps mettre en adéquation ses objectifs économiques, environnementaux et sociaux, ce qui n'est pas toujours possible comme nous l'avons vu plus haut avec les schémas de sélection et d'obtention proposés actuellement.

Après plusieurs années, nous pouvons dire que certaines populations sélectionnées sont arrivées à des résultats globaux supérieurs ou égaux aux variétés commerciales.

Abandonnées, sans sélection, les plantes partent à la dérive. Les variétés-populations sélectionnées connaissent un accroissement du rendement, et même si le rendement en quintaux est inférieur à ceux des variétés commerciales, les rendements qualitatifs eux, (protéines, sucre, matières grasses, etc.) sont généralement supérieurs. Les résultats suivants sont basés sur l'observation de 16 populations et un témoin hybride. Nous avons réalisé un classement par rapport à l'ensemble des critères les plus intéressants (rendement, taux de matières protéiques, sucres, matières grasses), on remarque que l'hybride arrive en cinquième position.

Si l'on compare les rendements en kilo de matières protéiques à l'hectare, en culture sèche, le résultat est le suivant : l'hybride qui fait 66 quintaux de grains à l'hectare fait moins de kilogrammes de protéines qu'une variété-population qui est plus précoce et malgré un faible rendement de 33 quintaux de grains à l'hectare. Dans le cadre d'une agriculture biologique, durable, raisonnable, il est important de cultiver des plantes qui sont plus économes à produire (moins d'intrants, d'irrigation) et qui produisent autant de valeurs nutritives que des plantes gourmandes et énergivores. Sans compter dans ce cas l'avantage d'une variété précoce.

Nous allons pendant deux jours parler de sélection participative. Je voudrais apporter mon point de vue sur ce point. On entend souvent que la sélection participative est le travail entre

chercheurs et paysans. Pour ma part, je pense que la sélection participative est un concept, un lieu où différentes personnes ou groupes de personnes recherchent et participent conjointement avec leurs propres connaissances et leurs propres savoirs afin de faire avancer la sélection et l'adaptation des plantes. J'aurais même envie de dire que c'est un concept où toute la société civile est concernée.

Je pense que ce modèle de sélection ne pourra porter ses fruits à grande échelle, que si l'idée de valoriser les résultats est absente, je parle là de valorisation financière bien sûr. Chaque personne qui souhaite s'engager dans ce modèle devrait être consciente de cela. Elle doit avoir à l'esprit que ce n'est pas un travail qui doit être valorisé comme peut l'être celui de la sélection industrielle, ou plutôt privée devrais-je dire. Il ne peut être valorisé que dans le partage et pas revendu à droite et à gauche. Seul le domaine public a les moyens d'arriver à cela. La valorisation d'un travail commun ne peut et ne doit servir aux intérêts privés.

Patrice Gaudin
Technicien sélection semences bio
AgroBio Périgord
20, rue du Vélodrome
24 000 Périgueux

*TYPE VARIÉTAL
ET QUALITÉS NUTRITIONNELLES
DES BLÉS*

Témoignage
d'un boulanger

Témoignage d'un paysan
éleveur et meunier

Qualité nutritionnelle
des blés et du pain

Type variétal
et qualités nutritionnels des blés

Le point de vue du boulanger est important dans le sens où le boulanger se trouve, contrairement au sélectionneur ou à l'agriculteur, en contact direct avec le consommateur. Bien que marginale, on observe une nouvelle demande de la part des clients, de pains « sans froment » ou sans gluten, et ce, sur diagnostic des médecins.

Un blé dit de « qualité »

La sélection a en effet accru ce choix de base de la qualité technologique (plus de gluten) découvert dès le XVIII^e siècle sous le nom de « matière glutineuse ». L'importance de ce critère est souvent remise en question et pas seulement au niveau nutritionnel. Des blés déclarés « impanifiables »¹⁵ parviennent à procurer de beaux pains malgré le verdict de l'analyse (par les tests d'étirement de l'alvéographe ou le test de sédimentation de Zélény). On s'aperçoit dès lors que ces tests répondent surtout à l'intensification du travail de la pâte principalement par la phase du pétrissage, une phase d'oxydation dans la panification qui occupera toujours plus d'importance en effaçant par la même occasion l'autre phase d'oxydation dans la panification, la fermentation. Cette demande axée sur le gluten a fait passer aux oubliettes les qualités panifiables des pentosanes redécouverts dernièrement un peu grâce aux recherches d'ajouts enzymatiques¹⁶.

15. Michel Falzon, *Étude des potentialités des blés anciens*, Essai du CREAB à Auch en 2006 : Groupe 1 (variétés anciennes d'avant 1900) moyenne W=82 / Groupe 2 (variétés intermédiaires de 1930 à 1970) moyenne W=192 / Groupe 3 (variétés récentes après 1988) moyenne W=257.

– http://www.mp.chambagri.fr/IMG/pdf/ab-gcb_potentialite_des_bles_anciens.pdf

– *Étude du programme pain bio ITAB 2005*, financements enveloppe recherche CIAB, INRA-ACTA/ACTIA, qui donnait, sur les variétés anciennes « rouge de Bordeaux » des W de 201 et 175 et « Touzelles » des W de 89, 86 et 44 (communication).

16. La capacité d'absorption et de rétention d'eau des pentosanes (dites matières muqueuses au XVIII^e siècle) nettement supérieure à celles du gluten (quatre fois plus) avaient fait l'objet de peu de recherche du fait de sa carence qui augmente lors de l'emploi de farines fortement blutées et du fait que le froment est la céréale qui en contient le moins. Hélène Petrich-Murray et Paul Ducroo, *Les Pentosanes en panification*, publié dans le trimestriel *Industries des céréales*, n° 97, avril 1996, p. 17, écrivent : « La littérature américaine est beaucoup plus fournie [que la française] sur ce sujet [des pentosanes], mais son analyse laisse perplexe... [Elle] attribue une action plutôt négative sur le volume du pain. Un examen plus approfondi permet de constater que la majorité des études a porté sur des fractions extraites voire purifiées de la farine. Et tous procédés d'extraction ou de purification est dénaturant. » Or, « pour être facilement digestible par l'homme, l'amidon doit être gélatinisé, ce qui correspond à la destruction de sa structure granulaire par la chaleur en excès d'eau. » Xavier Rouau, *La Structure des fibres alimentaires*, publié dans *Fibres alimentaires*, éditions APRIA, 1987, p. 74. Ce qui ne gâche rien au niveau nutritif, les pentosanes ont également un effet positif au niveau de la cholestérolémie et de l'index glycémique, voir H. W. Lopez, A. Adam, F. Leenhardt, A. Scalbert & C. Remesy, dans *Maîtrise de la valeur nutritionnelle du pain*, publié dans la revue *Industries des céréales*, n° 134, août-octobre 2001, p.16 et 17. Il est probablement important d'établir des teneurs en pentosanes en termes de critères de sélection, d'autant

Au vu du graphique qui représente les temps de fermentation et de pétrissage, il apparaît que plus le pétrissage est important, moins la fermentation l'est. Pour la qualité nutritionnelle, mieux vaut privilégier les fermentations.

Dans les années 50, le pain blanc est à l'honneur, il nécessite un pétrissage de plus en plus intensif, une mécanisation plus importante, la pâte doit avoir du répondant ! C'est au gluten qu'on s'attaque, cette matière tant incriminée par les coéliquas et les intolérants.

Ce gluten considéré un peu trop vite comme le critère du « blé de qualité » augmentera de façon plus que sensible suite à d'autres contraintes mécaniques demandées à la pâte, tout d'abord les mécanisations des phases de pesage et façonnage et ensuite la cuisson différée qui engage une pâte à répondre aux épreuves de la congélation et de la décongélation. La sélection a ainsi réussi son pari d'accroître le rendement, ici par dix, et d'augmenter la teneur et la valeur en protéine (de 2 à 3 % en Europe) et de choisir des variétés à protéines de hauts poids moléculaires. Le blé, par la sélection, s'est en fait conformé aux aptitudes demandées principalement par l'industrie anglo-saxonne qui produit des pains riches en mie. Pour augmenter la teneur en protéines, les aptitudes culturales des variétés choisiront une meilleure assimilation des engrais azotés (en résulteront des pertes de capacités d'assimilation au niveau racinaire). La recherche des boulangers (surtout artisanaux) de France qui fabriquent non pas un pain de mie, mais un pain riche en croûte (voire l'emblématique baguette), s'est vu orientée dans la dernière décennie par le décret de tradition française (1993) vers un soulagement des contraintes infligées à la pâte. Signe qu'un plafond d'intensification semblait être atteint, le pétrissage intensif a été abandonné au profit d'un temps de brassage plus court¹⁷, et cela dès les années 1970. Depuis les prix d'innovation de l'expo Européen en 1994 et 1996 accordé aux procédés de rationalisation du levain (fermenteurs et starters), cette longue fermentation panaière refait surface et met en avant l'intérêt de la fermentation au sein de la panification. Dernièrement les diviseuses-façonneuses de pâte reposées en bac, les pétrins-fermenteurs prennent place dans l'innovation de l'outillage spécifique à la boulangerie en ménageant la pâte.

« Le rendement d'abord, la qualité si possible », Raymond Calvel

Pour le rendement, la sélection essaye d'éviter la verse par la réduction de moitié de la hauteur des pailles obtenues¹⁸. Les méthodes de culture avec ces modélisations programmées par ordinateur, vont également de plus en plus fractionner les apports d'azote¹⁹ et malheureuse-

que l'évolution technologique optant pour une meilleure optimisation nutritive et gustative par la fermentation permet de mieux profiter de cet élément naturel du blé.

17. Nous sommes dans ces années 1960-1970, en pleine période dite « pain blanc » qui s'étend à travers la France et ceci explique l'implantation du pétrissage intensif (1300 tours), qui sera quelques années plus tard remplacé par le pétrissage intensif (1000 tours), et l'implantation des pétrins à axe oblique (70 à 90 tours par minute : tpm) puis des pétrins spirales (80 à 220 tpm) pour arriver jusqu'au 350 à 700 tpm en pétrissage industriel avec les pétrins couverts *Tweddy*, alors qu'auparavant, les pétrins à bras plongeants (type *Artoflex*) réalisaient 30 à 45 tpm et les bras coudés (type *Diosna*) 30 à 90 tpm.

18. Dominique Soltnier, donne une bonne idée de l'évolution de celles-ci par la sélection. Vilmorin mesurait 1,20 m en 1927, Capelle 1 m ; dans les années 1950-60, Capitole mesurait 0,90 m, et, dans les années 1970-80, Courtot mesurait 0,68 m. Voir aussi, Dominique Soltnier, *Les Grandes Productions végétales*, édition Sciences et techniques agricoles, 15^e édition, 1987, p.32 et 119.

19. G. Martin, signale que d'après une enquête sur les pratiques culturales de l'ITCF auprès de 300 agricul-

ment on observe deux points négatifs au niveau nutritionnel, d'abord une augmentation systématique des protéines de réserve (protéines insolubles²⁰) et une baisse de la teneur en acides aminés essentiels, la lysine et thréonine, qui sont justement les acides aminés limitants primaires et secondaires. Le déficit nutritionnel apparaît encore plus par l'analyse de cette qualité nutritionnelle des blés qui précèdent l'application de la sélection généalogique (avant 1900).

Les blés anciens (engrain, amidonnier, épeautre et variétés locales de froment) ont généralement un meilleur coefficient d'efficacité protéique. Ces blés anciens disposent aussi très souvent de meilleures valeurs vitaminiques et minérales (bien que ce dernier critère évolue plus en fonction du taux d'extraction). La teneur en matière nutritionnelle recherchée et par le consommateur et par les boulangers a comme levier dans sa demande, la santé. Voilà pourquoi ce témoignage de boulanger appelle de tous ces vœux, la possibilité du recours à ces anciennes variétés dans la recherche d'un pain de meilleure qualité nutritionnelle.

	Besoin alimentaire en g/jour	Teneur en mg dans l'engrain (l'ancien blé)	Teneur en mg dans le blé tendre actuel	Avec apport tardif d'azote comparé au témoin sans apport tardif
Isoleucine	0,70			-6 %
Leucine	1,10			-3 %
Lysine	0,80	4,4	2,8	-11 %
Méthionine sans cystéine	1,10	1,9	1,6	-22 %
Méthionine avec cystéine	0,20	1,9	1,6	-22 %
Phénylalanine sans tyrosine	1,10			+2 %
Phénylalanine avec tyrosine	0,30			+2 %
Mesure de l'alvéographe Chopin {	Thrénine	0,50		-13 %
	Trytophare	0,25		
	Valine	0,80		-14 %
Histidine	Indispensable pour l'enfant			0 %

teurs du Nord de la France, 89 % de ceux-ci avait fractionné leurs apports en 3 doses en 2000 contre 74 % en 1999. Ceux qui pratiquent 4 apports faisaient 9 % en 1999 et 24 % en 2000. Ces évolutions sont « les efforts des producteurs » du titre de l'article. Voir G. Martin, *Récolte 2000 : le climat contrarie les efforts des producteurs*, in *Industries des céréales*, n°120, décembre 2000, p 11. Voir aussi : Véronique Rabaud, *L'Utilisation des produits phytosanitaires sur blé et maïs en 2001 : davantage de traitements, mais réduction des doses*, Revue Agreste primeur, n° 137, décembre 2003. <http://www.agreste.agriculture.gouv.fr>

20. Plus l'apport d'engrais azotés est tardif, plus la teneur en gluten en profite, et corollairement plus la teneur en lysine est réduite. Et c'est justement l'acide aminé essentiel et limitant qui est atteint. Les témoignages sont nombreux à ce sujet, notamment Tom Saat dans la conclusion d'*Essai de froment en culture biologique*, compte-rendu de son exposé lors du colloque *Le Froment biologique, aspect qualitatif*, Namur, 28 mars 1990 organisé par le C.R.A.B.E., et Yves Dacosta, *Le Gluten de blé et ses applications*, éd. A.P.R.I.A., 1986, p.33. D. Soltner, p.412, donne un tableau de Y. Coic sur la variation de la teneur en acides aminés essentiels des protéines du blé sous l'effet de l'enrichissement du grain par la fumure azotée tardive. Pour la variété florence-aurore, la lysine perdait 11 % et la thréonine 13 %, ce sont principalement les acides aminés non essentiels qui en profitent. Y. Dacosta confirme un peu ce point en signalant p.33, que l'apport tardif d'engrais azotés augmente la teneur du blé en gliadine (très pauvre en lysine). Rappelons que les protéines solubles, plus riches en lysine, ont de ce fait une meilleure qualité nutritive.

Sources des chiffres du tableau :

1^{re} colonne : Dacosta Yves, *Le Gluten de blé et ses applications*, éd. A.P.R.I.A., 1986.

2^e colonne : Duplessy B., Gabert A., Valabrègue J.-P., Vermorel M.C., Dalmaso L., *Le Livre de l'épeautre*, éd. Édisud, 2005.

3^e colonne : Dacosta Yves, *Le Gluten de blé et ses applications*, éd. A.P.R.I.A., 1986.

4^e colonne : Soltner Dominique, *Les Bases de la production végétale*, in Tome 1 : *Le Sol*, 10^e éd. Science et Technique agricole, 1981, p. 412, qui donne un tableau de Yves Coïc.

Département	Ile-et-Vilaine	Gard	Eure-et-Loire	Gard	Lot-et-Garonne	Agriculture conventionnelle
Variété ancienne	Rouge de Bordeaux	Touzelle	Rouge de Bordeaux	Touzelle	Touzelle	
Poids spécifiques	74,6	77,9	78,8	79,6	73,7	76
Humidité blé	13,3	12,7	12,4	12,3	12,4	13,5
% son	32	33	31,5	38	33,8	
% remoulages	8,2	7,9	7,3	9,7	3,8	
Tps de chute Hagberg	298 s	405 s	492 s	450 s	394 s	220 s
Zélny	45	43	38	35	24	20
Protéine	10,7	11,3	11,3	11,2	12,6	11
Gluten sec	7	7,2	8,5	7,3	6,8	11
Gluten humide *	19,9	20,4	24,2	20,8	19,4	31,4
W	201	89	175	86	44	200
G	21,6	23,1	21,2	18,3	16,8	23
P/L	0,92	0,4	0,82	0,84	0,63	0,5

* On considère que le gluten sait contenir 1,85 fois son poids en eau. Pour calculer la teneur en gluten sec, on divise la teneur humide par 2,85.

Marc Dewalque
Boulangier belge
dewalque@boulangerie.net

Florent Mercier

Témoignage d'un paysan éleveur et meunier

Petite histoire de la sélection des blés

De la graminée sauvage au blé tendre

C'est sûr, chaque jour votre chemin croise des graminées annuelles. Ces herbes sauvages ou cultivées naissent d'une graine qui germe, pousse, explore terre et air, accumule d'innombrables éléments nutritifs, toute une vie qu'elle concentre au final dans de nouvelles graines, futures semences.

Mais ce n'est pas en Europe que vous trouverez les ancêtres de notre célèbre et cultivée graminée annuelle, *Triticum aestivum*, le blé tendre. C'est en Irak, Turquie, Syrie, où coulent Tigre et Euphrate... le Croissant fertile ! Là bas, il y a environ 15 000 ans, les hommes ont cultivé des graminées sauvages. Exercice difficile ! Les graines ne germent pas bien (dormance), et quand, après de nombreuses d'embûches, la récolte s'annonce... le grain tombe à terre à peine mûr. C'est le cas de l'engrain sauvage (*Triticum boeoticum*). Une petite herbe fine qui donne naissance à un petit épi... et de petits grains. Une récolte maigre mais d'une grande richesse. L'engrain sauvage contient 20 à 30 % de protéines, des vitamines et des minéraux en abondance, ce qu'il faut de lipides insaturés (oméga 3 compris) ainsi que des glucides lents... et que c'est bon ! Bref une base alimentaire idéale. Encore faut-il prendre la peine de décortiquer la graine ! Car au battage on n'obtient pas un grain nu, mais un épillet, c'est-à-dire le grain solidaire des glumes et glumelles, une enveloppe qu'on appelle la *balle*. Sous cette protection bien utile dans la nature, le grain se conserve mieux, et le son (la peau du grain) est d'une grande finesse.

Pour se faciliter la vie et son agriculture, l'homme a donc commencé par sélectionner des plantes productives et vigoureuses qui germent vite (absence de dormance) et poussent haut pour concurrencer les adventices. Mais surtout, il a sélectionné des épis qui restent entiers à maturité, c'est-à-dire avec un squelette, appelé *rachis*, solide. Il est plus facile de récolter des épis en hauteur que des épillets à terre ! Cette plante qui aura maintenant besoin de la main de l'homme pour être semée, est le premier blé domestiqué : l'engrain cultivé, *Triticum monococcum* en latin car il ne contient qu'un grain par épillet²¹.

Le premier ? Pas si sûr car au même moment, il y a environ 10 000 ans, l'homme domestique une autre céréale : l'amidonniér sauvage, *Triticum dicoccoïde*... deux grains par épillet et plus

21. Quelques variétés ont deux grains par épillets : les engrains doubles.

productif. Cet amidonnier est né du croisement naturel de deux graminées sauvages. Le papa est un frère de l'engrain et la maman un *aegilops* aujourd'hui disparu, du moins introuvable. Et au lieu d'apporter une moitié de leur ADN chacun, les parents y ont tout mis. Résultat : notre amidonnier a deux fois plus de chromosomes que ses parents, 28 pour être précis. Certains pensent qu'avec tout ça, il va pouvoir affronter les pires difficultés, s'adapter à des situations inédites. Peut-être. Ce qui est sûr c'est que comme l'engrain, il est vêtu... et que les hommes ont aussi dû le sélectionner pour que les épis restent entiers à la récolte : l'amidonnier cultivé, *Triticum dicoccum*.

Amidonniers et engrains accompagnent la migration des hommes. Par des routes différentes ils s'adaptent à de nouvelles conditions de sols, de climats, d'usages et de cultures, parfois extrêmes. Ainsi en 4000 ans, à raison d'environ un kilomètre par an, ils arrivent en Europe occidentale²², par d'innombrables routes, par le Caucase, la vallée du Danube ou la Méditerranée, donnant naissance à une immense diversité de formes et de couleurs : blanc, crème, rouge, rose, jaune ou noir, petit ou grand, précoce ou tardif, velu ou lisse...

Tout nu

Une nouvelle étape dans la domestication s'impose : abolir le décortilage. Ou comment rendre l'amidonnier nu ! Les généticiens vous expliqueront que c'est une histoire de gène q et Q (véridique !). Mais pour nous l'essentiel est de comprendre nos ancêtres : un grain nu c'est trois fois moins de volume de stockage et du prêt-à-moudre (ou prêt-à-cuire). Aussi, dans un champ d'amidonniers QQ, nos ancêtres ont trouvé et isolé des mutants : des amidonniers qq, à grains nus donc... Parmi eux le blé dur, *Triticum durum*. Celui qu'on cultive dans le bassin méditerranéen, pour faire le couscous, des galettes et les pâtes. Mais aussi le blé poulard, *Triticum turgidum*, un blé dur de zones froides autrefois très cultivé. Ou encore le blé de Perse, *Triticum carthlicum*, qui produit un tout petit grain extrêmement riche en protéines, jusqu'à 40 % !

Mais, comme souvent, les mutants sont moins rustiques, surtout au début. Après quelques millénaires ils apprennent à vivre avec leur fragilité. Les encouragements et les secrets de nos ancêtres paysans les ont sûrement bien aidé à passer ce cap difficile.

Souvent, les mutants sont aussi de moins bonne qualité. C'est pourquoi les blés vêtus ont longtemps résisté dans certaines contrées gourmandes, ou tout simplement là où ils sont les seuls à assurer une récolte, comme dans les sols pauvres de Provence ou des Asturies espagnoles.

Le dur se croise avec un sauvage pour donner un tendre

Mais l'histoire ne s'arrête pas là ! Car notre blé dur vêtu, l'amidonnier, a fait comme ses parents, quelque part au Croissant fertile, il s'est croisé lui aussi avec une graminée sauvage,

22. Mais aussi en Afrique et en Asie, jusqu'au Japon il y a seulement 2300 ans.

encore un *aegilops* à 14 chromosomes... pour donner naissance au blé tendre, *Triticum aestivum* (28 + 14 = 42 chromosomes), LE blé, celui du pain parce qu'il contient des glutens à la fois souples et tenaces qui permet à la pâte de tenir en boule. L'aboutissement de 20 000 ans de sélections naturelles et humaines.

Comme pour l'en grain et l'amidonniér, le blé tendre a suivi les hommes, pour aboutir à une diversité encore plus folle. Ainsi chaque village, chaque paysan avait sa variété, adapté à son terroir, ses usages, sa culture. En France : poulette à épi blanc, petit rouge du Morvan, rouge d'Alsace, gris de Saint Laud, touzelle anone, barbu de l'Aveyron, perle du nuisement, blanc de Flandres, saissette de Provence, Saumur de mars, blé de Crépi... On les appelle « blé de pays », *landrace* en anglais. Jusqu'en 1830 la totalité des céréales cultivées en France étaient ces variétés-populations locales et traditionnelles plus ou moins hétérogènes (par ex : mélange d'épis barbus et non barbus, de couleurs différentes, de tailles différentes...). Les paysans se transmettent les variétés de génération en génération, se les échangent, souvent autour de règles culturelles, traditionnelles ou religieuses. Ainsi se perpétue et s'enrichit la biodiversité cultivée.

Mais une première révolution commence à partir de 1830 : le marquis de Noë propage la culture d'un blé meunier d'importation en provenance d'Odessa (Ukraine). Une population sensible à la rouille et au froid, mais productive, précoce, adaptable et plus résistante à la verse²³ que nombre de populations françaises. Son grain est estimé des meuniers. Vers 1880 c'est l'apogée du blé de Noë et des sélections de ce blé au feuillage glauque (blé bleu) : rouge de Bordeaux, japhet, gros bleu...

Au même moment, les blés anglais concurrencent également les blés de pays français : *Victoria*, *prince Albert*, *shireff*, *chiddam*, *goldendrop*... sont très productifs, résistants à la verse et à la rouille mais souvent trop tardifs pour être cultivés dans les zones séchantes. Ces blés ont été obtenus à partir d'un épi, le meilleur bien sûr, et la descendance épurée pendant environ 10 ans en éliminant tous les individus différents. On obtient alors des clones homogènes et stables dans le temps : une lignée pure. Malgré cela on continue d'appeler « variétés » ces blés qui n'ont plus de diversité intrinsèque.

Au vu de la complémentarité des blés anglais et des blés de Noë, Vilmorin et d'autres agriculteurs qui se spécialisent dans la sélection ont l'idée de croiser manuellement ces blés, mettant à profit les fameuses lois de Mendel : la descendance, homogène la première année (F1), est très hétérogène la deuxième année (F2) où les qualités et défauts des parents se recombinent dans tous les sens. Dans cette nouvelle population le sélectionneur choisit des blés qui rassemblent les qualités des deux parents, les multiplie et stabilise leurs caractères pour obtenir des lignées pures. Ainsi les blés hybrides²⁴ bon fermier (1905) et hâtif inversable (1908), puis Vilmorin 23 et Vilmorin 27 ont eu un grand succès. Productifs, tolérants à la verse, résistants aux aléas, adaptables et précoces, ils sont cultivés sur tout le territoire. Une aubaine pour ces nouveaux semenciers.

23. Blé qui tombe à terre souvent en raison d'une paille trop fragile.

24. Ne pas confondre avec les vrais blés hybrides (F1), actuellement vendus aux agriculteurs, mais qui pour l'instant ont peu de succès (semence chère, récolte non utilisable comme semence...)

Les blés de pays font de la résistance mais deviennent minoritaires à partir de 1920 et disparaissent des champs vers 1980, à de trop rares exceptions près. Les sélectionneurs comprennent qu'il faut les sauvegarder. Car pour sélectionner de nouveaux blés, faire face à de nouveaux besoins ou obstacles il faut de la diversité, de la variabilité. Des équipes partent à la recherche des blés de pays à travers le monde, pour les stocker au froid dans des conservatoires publics et privés. Ainsi, en 1968 et 1969, un chercheur de l'INRA a collecté plus de 400 blés différents autour de la ville de Redon en Bretagne. Un cas malheureusement isolé car nombre de variétés anciennes ont disparu des champs sans être collectées. Or, ce que nous abandonnons aujourd'hui peut se révéler salvateur demain, la conservation, en conservatoire et surtout dans les champs et jardins, est maintenant devenue une obligation morale vis-à-vis des générations futures.

Vers un blé industriel

C'est environ à partir de 1940 que la sélection s'accélère pour adapter le blé à la transformation industrielle et à une agriculture chimique plus intensive, les blés modernes.

Une paille nettement raccourcie, par croisement avec un blé nain japonais porteur d'un gène de nanisme, pour faciliter la récolte mécanique et éviter la verse. Mais aussi pour obliger la plante à faire plus de grain (plutôt que de la paille) en condition intensive.

Des gènes de résistance aux maladies intégrés par croisements manuels (parfois forcés) avec des graminées sauvages, du seigle ou des blés étrangers. Ceci pour limiter les ravages de champignons parasites dans les cultures intensives, en complément des fongicides. Régulièrement les parasites contournent ces résistances statiques. Ce qui nécessite d'intégrer au blé de nouveaux gènes de résistance.

Une faible teneur en protéines dans le grain pour plus de rendement. Ainsi les blés modernes ont souvent 20 à 50 % de protéines en moins que les variétés de pays. Un effet de dilution valable aussi pour d'autres constituants comme les minéraux. D'où une moindre valeur nutritionnelle. Mais une plus faible teneur en protéine c'est aussi moins de gluten, l'élément clé pour l'industrie du pain. D'où une sélection sur la nature des glutens²⁵ pour faire plus avec moins. Des glutens technologiques, c'est-à-dire à la fois très élastiques et très tenaces mais aussi ultra résistants, pour mécaniser à volonté la pâte à pain, la surgeler, en faire un pain à la levure très aéré, très hydraté.

De nouvelles techniques de sélection apparaissent comme la mutagenèse chimique ou radioactive pour créer des mutants introuvables dans la diversité naturelle. Ou encore l'haplodiploïdisation, technique qui permet d'obtenir plus rapidement une lignée homozygote, c'est-à-dire homogène et stable. Sans oublier la transgénèse qui n'a donné lieu à aucune variété commercialisée en France, pour l'instant...

25. D'après Doussinault *et al.*, 2001, dans les variétés récentes il existe 15 nouveaux allèles (variantes d'un gène) codant pour des gluténines (gluten de haut poids moléculaire) alors que six allèles présents dans les anciennes variétés ont disparu des variétés modernes.

Ainsi aujourd'hui le blé français reçoit en moyenne sept traitements pesticides et 2 à 3 apports d'engrais azoté chimique de synthèse, notamment en fin de cycle pour forcer la plante à remplir son grain de protéines. C'est-à-dire de gluten. Dans ces conditions on peut légitimement se poser la question de l'intérêt nutritionnel de ces blés, sélectionnés depuis plusieurs décennies par et pour l'industrie, sans jamais se soucier de la valeur gustative ou nutritionnelle. Nous voilà bien loin de la graminée sauvage !

Le renouveau des blés paysans

Mais pour autant le retour à l'engrain n'est pas généralisable en raison de son faible rendement, de son prix élevé, de son inaptitude aux sols riches et de la difficulté pour le décortiquer, le panifier et le moudre. Aussi, comme quelques autres paysans et boulangers passionnés, je cultive, j'observe, j'expérimente et je sélectionne des variétés anciennes de blé, quelques unes parmi les milliers qui attendent dans les frigos des conservatoires nationaux un autre avenir qu'un réservoir à gènes pour futures variétés modernes. Cette diversité disparue des champs est un trésor inestimable, d'une richesse insoupçonnée.

Ces variétés de pays regorgent d'intérêts pour l'agriculture biologique d'aujourd'hui. D'abord parce que leurs rendements en grain et surtout en paille sont souvent supérieurs aux variétés modernes en conditions difficiles (sols pauvres, sécheresse, faible fertilisation, etc.). Leur grande vigueur végétative et leurs hautes pailles permettent une meilleure compétition par rapport aux adventices, principale difficulté de la culture du blé biologique. Cette grande production de biomasse, bien supérieure aux blés modernes demi-nains, alimente la vie du sol, pilier indispensable de toute agriculture. De plus, le système racinaire de ces blés anciens est plus développé, explore plus le sol grâce à des racines plus fines, plus longues et plus nombreuses.

Enfin, ces blés présentent des qualités nutritionnelles indéniables grâce à des teneurs élevées en vitamines, minéraux, oligo-éléments et antioxydants mais également en protéines, le plus souvent 20 à 50 % supérieures aux variétés modernes. Certaines variétés ont même une richesse (et un faible rendement !) proche de l'engrain. Mais en raison de leur faiblesse en glutens « technologiques », ces blés de pays ne sont pas adaptés à la boulangerie industrielle et sont plus particulièrement destinés à la fabrication artisanale de pains au levain dont ils améliorent la digestibilité et la saveur.

Pour autant, l'avenir des variétés anciennes et paysannes n'est pas tout tracé. D'abord en raison des lois qui interdisent le don, l'échange et la vente de la semence de ces variétés (sauf dans le cadre expérimental). Mais aussi parce que cultiver et panifier des variétés restées dans les frigos depuis plusieurs décennies nécessite un travail important d'observation, d'expérimentation, de sélection et d'acquisition de savoir-faire que nous faisons avec peu de moyens.

Aujourd'hui quasi introuvables, les blés paysans seront sans doute cultivés un peu partout, pour le plaisir des yeux et des papilles, et ainsi retrouver la plénitude de notre passionnant

métier de paysan, tout à la fois éleveur²⁶, agriculteur, semencier et sélectionneur, pour aller à l'essentiel : nourrir les Hommes en respectant la Terre.

Florent Mercier
Paysan dans le Maine-et-Loire (49)
fl.m@laposte.net

26. Au minimum éleveur de vers de terre et autres êtres vivants bienfaiteurs du sol.

Pour une amélioration de la qualité globale du pain

En France, il devient essentiel aujourd'hui de se pencher sur la filière blé-farine-pain, la sélection du blé s'étant faite à ce jour sans tenir compte de la valeur nutritionnelle des pains, ce qui ne va pas sans poser de graves problèmes quant à la santé publique. Beaucoup de questions se posent sur la qualité des farines, l'intérêt de donner des farines complètes pour l'alimentation...

Donner un éclairage scientifique à ces questions s'impose.

Une des préoccupations de la filière bio est de connaître la nature des variétés de blé qu'elle doit sélectionner pour faire le meilleur pain possible. Il semble bien que la question des relations entre teneur en protéines et valeur boulangère doit être relativisée. Par contre, il faut noter que les variétés les plus riches en protéines sont également les plus riches en vitamines (thèse de F. Leenhardt, 2005), d'où la possibilité de faire une sélection plus globale via ce paramètre. Cependant les variétés les plus naturellement riches en protéines ont des rendements assez faibles, ce qui n'est sans doute pas un problème dans des circuits de production courts blé-pain.

De même que la nature des cépages influence la qualité du vin, les variétés de blé sont importantes pour le goût du pain. Mais attention à trop de subjectivité et aux interactions variétés-milieu ! Pour disposer d'une mie plus crème et plus goûteuse, certains micronutriments tels que les caroténoïdes, naturellement abondants dans l'en grain, méritent d'être sélectionnés dans la filière conventionnelle comme dans la filière bio.

Théoriquement, sur le plan nutritionnel, il est intéressant de disposer de variétés de blé suffisamment riches en protéines mais aussi en fibres digestibles et en minéraux et micronutriments biodisponibles. À notre connaissance, la sélection n'a guère porté jusqu'à présent sur la question des fibres ou des vitamines.

Amélioration des variétés de blés

Le grain de blé a une composition hétérogène avec son albumen amylacé qui contient 25 % des minéraux et micronutriments, et le germe, spécifique pour sa teneur en vitamine E. Il contient une fraction énergétique : amidon-protéines (les lipides sont en faible quantité) et une fraction non énergétique : ensemble des autres composés du grain, fibres, minéraux et

micronutriments. L'industrialisation de l'alimentation s'est orientée vers un raffinage et une purification qui nous conduit à des farines riches en énergie mais faibles en micronutriments, ce qui n'est pas sans poser d'énormes problèmes de santé publique.

Actuellement, le principal outil à notre disposition pour évaluer la qualité nutritionnelle des blés est la densité nutritionnelle, qui peut se mesurer objectivement par des analyses des minéraux, des vitamines, des protéines, des micronutriments... La fonctionnalité du pain, c'est-à-dire ses effets digestifs et métaboliques, sont plus difficiles à appréhender.

Alors comment sélectionner les blés pour du bon pain ?

Il est trop complexe d'envisager de sélectionner le blé sur x paramètres, il faudrait améliorer l'ensemble des micronutriments. En ce sens, nous constatons que les variétés les plus riches en protéines sont aussi les plus riches en vitamines et minéraux. La proportion en minéraux est surtout liée à la proportion d'enveloppes et d'amandes farineuses dans le grain entier mais pas nécessairement dans la farine.

Donc sur quels paramètres mettre l'accent pour la sélection ? Le critère « quantité de caroténoïdes » semble intéressant. Ceux-ci se retrouvent en plus grande quantité chez les variétés diploïdes que les tétraploïdes ou hexaploïde (blé tendre), la recherche pour blé tendre s'étant orientée vers la recherche d'une mie blanche. Alors que pour les blés durs, l'indice jaune a toujours été très important. Si on prend l'exemple du blé de Korasan (« Kamut »), riche en caroténoïdes, les boulangers ne contesteront pas qu'on obtient un pain plus goûteux. Ce paramètre particulier semble donc intéressant à rechercher pour la sélection, il est à corrélérer avec la quantité d'enzymes présentes pour les détruire. L'engrain possède beaucoup de caroténoïdes et une moindre activité lipoxygénosique. Une sélection serait à réaliser sur les micronutriments et les enzymes associées.

Amélioration des procédés de mouture

Le processus le plus employé encore aujourd'hui est la mouture sur cylindres, or celle-ci vise à obtenir un maximum d'amande farineuse, ce qui va à l'encontre des recherches des nutritionnistes qui privilégient le minimum de pertes en minéraux et micronutriments contenus dans le grain. La farine sur meule de pierre est beaucoup plus intéressante sur ce dernier point. Une fois ces éléments récupérés, se pose le problème de leur biodisponibilité.

Concernant les minéraux, il est clair que l'augmentation éventuelle des teneurs en minéraux que l'on pourrait obtenir par la sélection est de moindre importance que celle obtenue par la maîtrise des procédés de mouture. Seuls les grains de quelques variétés anciennes semblent avoir des teneurs en minéraux (magnésium, zinc) plus élevées mais la proportion de leur amande farineuse semble plus faible.

L'essentiel de la valeur nutritionnelle des farines dépend du degré de blutage et donc du type de farine. Il existe en effet une relation linéaire entre le type de farine (défini par la teneur

de minéraux /100 gr) et la teneur en fibres et micronutriments. Le type est révélateur de la qualité nutritionnelle globale du pain. Les farines blanches produites sur cylindres sont d'un type plus faible que celles issues de meules de pierres. Cependant si on incorpore des remoulages ou des sons fins dans une farine blanche produite sur cylindres, on obtient par exemple des farines de type 80 de densité nutritionnelle similaire à des farines de meules de pierre. Il est également intéressant de produire des farines de type 80 sur cylindres en évitant de convertir les semoules en farine, ce qui permet de préserver les semoules vêtues, de disposer directement de farines de type 80 dans lesquelles les micronutriments sont particulièrement bien préservés.

Parce qu'elles sont plus riches en fibres et en acide phytique que les farines blanches de type 55-65, les farines de type 80, plus complètes, nécessitent une plus forte hydratation et une plus longue fermentation que les farines blanches. Les farines de type 80 ou 110 sont couramment reconstituées par addition de son ou de farines intégrales à de la farine blanche de base. Afin de préserver le potentiel nutritionnel des variétés anciennes, il est préférable de les utiliser sous forme de farines intégrales (à mélanger à de la farine blanche), voire sous forme de sons.

La consommation de pain de type 80 devrait être une recommandation de santé publique, représentant un bon compromis entre pain blanc et complet.

Amélioration par une panification au levain

Une des originalités de la filière bio est de panifier préférentiellement au levain naturel. L'utilisation du levain offre un avantage unique pour accroître la biodisponibilité des minéraux. La fermentation met à l'œuvre des bactéries lactiques et des levures sauvages, qui abaissent le pH et permettent l'expression d'un très grand nombre d'activité enzymatique, phytase végétale ou autres enzymes augmentant ainsi la biodisponibilité. Un pH autour de 5 est suffisant.

Cependant, le déroulement de la panification n'est pas toujours optimal pour hydrater les fibres et détruire l'acide phytique. Il faut donc souligner l'importance de l'hydratation de la pâte et du temps de fermentation mais aussi l'intérêt de pratiquer la préfermentation de fractions riches en fibres. L'intérêt du levain dépasse sans doute la question de la biodisponibilité des minéraux puisqu'il développe un très grand nombre d'activités fermentaires et en particulier une certaine hydrolyse du gluten qui pourrait s'avérer utile pour prévenir les cas d'intolérance au gluten. Ce sujet n'a pas, à notre avis, suffisamment été abordé.

En bio, comme en conventionnel, la panification gagne à être conduite avec une longue fermentation, un pétrissage très modéré et un ensemencement en ferments très faible. Dans ces conditions on préserve au maximum la structure des grains d'amidon, ce qui est indispensable pour disposer de pains avec un bon index glycémique 10. On a souvent reproché au pain bio d'avoir une masse volumique très élevée. Or nous avons montré que des pains bios tels qu'ils sont produits par les paysans boulangers présentaient la caractéristique intéressante de conserver des grains d'amidon apparemment (microscopie électronique à balayage) peu gélatinisés. Il est donc fort probable que les pains bios aient un meilleur index glycémique (IG) que les pains blancs courants mais aussi que le pain de tradition française qui présente pourtant un IG amélioré. La question de l'influence variétale sur la valeur glycémique n'a jamais été étudiée. Notons que les variétés les plus naturellement riches en protéines présentent sans doute les meilleurs index glycémiques.

Demain, des variétés modernes assez productives et plus économes en intrants devraient pouvoir enfin être sélectionnées. À côté de ces variétés, des blés plus typiques mériteraient d'être produits et utilisés sous forme de farine intégrale pour accroître à la fois la valeur nutritionnelle du pain et sa typicité, en particulier à l'échelon régional.

Pour conclure, la filière a deux stratégies :

- utiliser les potentialités des blés anciens au maximum, les utiliser en farine intégrale ou récupérer le son pour les incorporer dans une farine blanche ;
- améliorer les variétés de blés pour les qualités nutritionnelles et leurs résistances aux maladies.

Il est important de faire la synthèse entre les savoir-faire anciens et la sélection moderne afin d'améliorer globalement la situation nutritionnelle actuelle et à venir.

Christian REMESY
Directeur de recherche
Unité de nutrition humaine
INRA - CRNH de Clermont-Theix
63 122 Ceyrat
remesy@clermont.inra.fr

Agnès Piquet travaille sur la question de la présence des polluants métalliques (Ni, Cr, As...) et des micronutriments dans les végétaux cultivés et leurs déterminants génétiques et agrophysiologiques. Une recherche plus en amont est conduite sur la compréhension de la tolérance métallique des végétaux et sur leur amélioration nutritionnelle.

L'exposé va traiter de la qualité nutritionnelle des blés et de l'importance du déterminant génétique sur cette qualité en fonction des constituants qui la définissent. Les constituants sont des minéraux, des fibres ou des composés secondaires. Leur présence dans les aliments révèle des enjeux de santé à travers :

- la protection anti-oxydante ;
- la prévention aux maladies cardiovasculaires ;
- la maîtrise de l'index glycémique ;
- le fonctionnement digestif.

Tout d'abord, la qualité minérale de la plante se construit via les processus d'absorption par les racines, de translocation au sein des vaisseaux des tiges (sève montante par le xylème et sève descendante par le phloème) et d'accumulation des minéraux dans le grain.

Ainsi, les teneurs minérales du grain sont très différentes du reste de la plante. En plus de cette variabilité interne, des éléments externes peuvent moduler la quantité minérale assimilée, en particulier la présence de phytosidérophores qui, par des phénomènes de complexation pourront améliorer l'absorption.

Les mécanismes d'accumulation minérale dans le grain sont mal connus. Selon l'élément, la migration sera plus ou moins précoce dans le grain, et associée au climat de l'année, l'accumulation sera différenciée. Les facteurs déterminants de l'accumulation minérale du grain seront génétiques. Différentes stratégies d'absorption existent selon les variétés :

- stratégie d'exclusion (éléments non absorbés) ;
- d'indication (absorption en fonction des teneurs dans le sol) ;
- d'accumulation et d'hyper-accumulation (souvent rencontrées sur sites pollués ou naturellement riches où les plantes accumulent tout de même les éléments indésirables mais en les plaçant hors de leur métabolisme).

Généralement, les variétés cultivées ont des stratégies d'indication et les autres facteurs déterminant l'accumulation minérale du grain seront le pH et la teneur en matière organique des sols ainsi que la nature de la fertilisation.

L'amélioration variétale a contribué avec l'amélioration des techniques agricoles à augmenter le rendement régulièrement depuis les années 60. Ceci a contribué à modifier la répartition de la matière sèche au sein des plantes en favorisant l'accumulation dans les grains (passant d'un indice de récolte de 34 à 51 %, Austin *et al.*, 1989). La question de la dilution minérale dans le grain est posée et fait l'objet de recherche dans notre équipe. C'est dans la couche aleurone du grain qu'il y a le plus de minéraux (43,6 %). Des travaux récents sur la valeur minérale ont montré que la teneur en magnésium est déterminée génétiquement d'où une sélection possible. Pour l'élément fer le facteur déterminant est l'environnement (F. X. Oury *et al.*, 2006). La richesse d'un élément recherché dans une variété doit être complétée par une étude des éléments indésirables, cadmium et plomb (Cd, Pb).

Pour finir sur la valeur minérale des variétés cultivées, des résultats ont été apportés à travers le programme AQS pour trois variétés et deux campagnes de culture que le mode conventionnel conduisait à des teneurs légèrement inférieures en matière minérale par rapport au mode biologique.

Dans un second temps, nous allons aborder les autres micronutriments qui vont constituer la qualité nutritionnelle recherchée.

Une première catégorie qui sont les polyphénols (trois classes). Les connaissances sur la nature et les teneurs dans les céréales sont très insuffisantes et notamment sur le déterminisme génétique et peu sur l'impact nutritionnel.

Concernant les vitamines, il est nécessaire de raisonner plus en terme de biodisponibilité que de quantité sachant que les blés n'en ont qu'en faible teneur. Pour les caroténoïdes, selon les variétés, les teneurs diffèrent, d'où une possible valorisation par le choix variétal mais avec toujours le risque de dégradation enzymatique lors de la panification.

L'ensemble de ces micronutriments vont devoir s'exprimer dans le végétal cultivé en optimisant les exigences du type variétal choisi avec le milieu et les pratiques.

Conclusion :

La prise en compte de la valeur nutritionnelle en recherche se fait à différentes échelles et selon différents domaines.

Au niveau agronomie, quels sont les déterminants de la valeur nutritionnelle ? Est-elle comparable avec des variétés anciennes en mode biologique ?

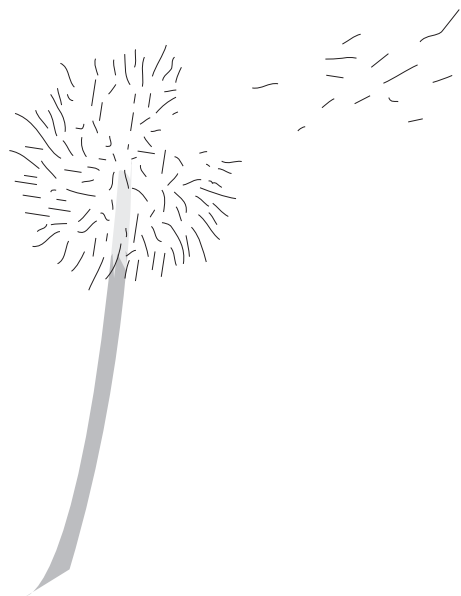
En amélioration des plantes, les critères nutritionnels sont maintenant intégrés à la sélection du blé.

L'idée de ces travaux est d'aller vers une consommation courante de pains à valeurs nutritionnelle et organoleptique plus élevées. Il est nécessaire d'améliorer l'utilisation des minéraux des téguments externes par moutures différentes (farines bisées, complètes) mais avec la question des mycotoxines à contrôler. D'autres questions se posent : la difficulté de conservation des lipides du germe qui réduit la conservation de la farine ; la biodisponibilité et l'impact

métabolique (produits riches mais non assimilés) ; l'acceptabilité des pains plus denses (forte habitude des farines blanches).

Agnès Piquet
INRA de Clermont-Ferrand
piquet@enitac.fr

LES BIOTECHNOLOGIES, AU-DELÀ DES PLANTES GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉES



Des « bios » au pays
des biotechnologies végétales

La plupart des problèmes
issus des biotechnologies
peuvent-ils être réglés par l'avancement
des biotechnologies ?

Débat sur les techniques de sélection
compatibles avec les principes
de l'agriculture biologique

Des « bios » au pays des biotechnologies végétales

Décrire les biotechnologies, c'est d'abord les replacer dans leur contexte. Les OGM ont interpellé le public. Ils ont amené à une prise de conscience. On peut se poser la question : cette technologie n'est-elle pas que la partie émergée de l'iceberg constitué de l'ensemble des technologies appliquées au végétal ? En somme, de quelle conception de la plante sont-elles issues ? Et enfin, des biotechnologies, pour quelle plante ?

Le GNIS donne la définition suivante de la variété (cf. *GNIS « pédagogie »*) : « Les variétés répondent aux besoins des agriculteurs qui souhaitent, d'une part, mettre en terre des semences ou des plants représentant un potentiel de culture connu et, d'autre part, être sûrs de le retrouver chaque année, aussi longtemps qu'ils utiliseront la même variété. »

Ainsi, une variété répond aux caractéristiques suivantes :

- population artificielle ;
- base génétique étroite, voire réduite à un génotype : de manière à assurer l'homogénéité génétique pour favoriser les pratiques culturales et permettre ainsi d'obtenir un produit récolté homogène avec les performances maximales ;
- caractéristiques agronomiques bien définies ;
- reproductible selon un schéma fixé et déposé.

Quand on essaie de prolonger la perspective (base génétique étroite, variétés-populations et recherches parallèles), on aboutit à une forme d'alimentation standardisée, une agriculture industrielle, des marchés de gros, des expérimentations en conditions maîtrisées et une recherche basée sur l'analyse des processus physico-chimiques du vivant, avec ses outils « biotechnologiques » (illustrés ici par les cultures *in vitro*, méthodes à la base de leur développement). La suite de ce séminaire parlera d'une alternative où l'aliment et les champs sont plus variés, des marchés locaux, des expérimentations dans les champs des paysans et une recherche s'intéressant aux savoirs et savoir-faire paysans.

Aujourd'hui, j'ai la mission de décrire ce qui se cache derrière ces technologies.

Reprenons les étapes de la conception « conventionnelle » de la sélection (source GNIS). Au départ, il faut des plantes. On cherche alors à réunir le « matériel génétique existant ». À partir du « matériel génétique » de départ et selon les objectifs, on sélectionne et on procède à une création de variabilité : il s'agit d'« observer-choisir-croiser ». Puis, s'applique le processus de création de variété cultivée avec un ensemble de techniques pour arriver à une variété stable, homogène et distincte des autres. Créer une variété consiste donc, selon la biologie de l'es-

pèce, à créer des lignées, des parents d'hybrides ou des clones, en fixant les caractères souhaités pour pouvoir prétendre à une inscription de la nouvelle variété au catalogue officiel, selon les exigences DHS (distinction, homogénéité, stabilité). Pour les espèces de grande culture, une évaluation de la valeur agronomique et technologique est aussi indispensable.

Les biotechnologies interviennent à deux moments : la création de variabilité et la fixation des caractères. Ce schéma de sélection est porté par deux présupposés : l'un en sélection, « la plante est un matériel génétique » donc un produit de gènes, et le second dans le laboratoire, « la plante est un matériel végétal » donc un assemblage de cellules ou de molécules organiques.

Ce présupposé est clairement exprimé dans l'ouvrage de C. Doré et de F. Varoquaux²⁷, « Le matériel héréditaire des plantes est constitué d'acide désoxyribonucléique (ADN), organisé en chromosomes inclus dans le noyau de chacune des cellules de l'individu. Tout caractère héréditaire dépend, *in fine*, de l'activité d'unités réparties sur la molécule d'ADN auxquelles on a (ré)attribué le nom de gènes. Le mot « gène » fut introduit en 1909 par W. Johanssen, sélectionneur danois, pour désigner les hypothétiques déterminants élémentaires de l'hérédité. Chaque gène est constitué de quelques centaines à plusieurs milliers de nucléotides, les éléments constitutifs de l'ADN et « code » une protéine particulière ou un acide ribonucléique (ARN) qui intervient dans le processus donné de la « vie » cellulaire et par voie de conséquence, de l'individu. »

La base du processus est claire : on travaille sur des caractères portés par des gènes.

L'ADN (l'information héréditaire) n'est pas simplement dans un noyau mais on le trouve également dans le chloroplaste (qui donne la couleur verte aux végétaux et qui assure la fonction chlorophyllienne) et la mitochondrie (centrale énergétique de la cellule).

Comment les biotechnologies sont-elles introduites dans un schéma de création de plantes ? Et à quoi servent-elles au cours des différentes phases de création de variété dans un schéma conventionnel ?

On les retrouve aux différentes phases de la création variétale. Mais elles ont aussi un rôle important dans l'exploration du génome et de son fonctionnement. Elles assistent le sélectionneur pour le choix du matériel génétique existant, pour exploiter et aussi créer de la diversité. Elles visent à diminuer les coûts et le temps de création des variétés.

Sur un schéma décomposant la plante selon ses constituants selon ses niveaux d'organisation (organe, cellule, chromosome puis ADN), on s'aperçoit que les biotechnologies touchent deux processus complémentaires :

– accéder ou modifier directement l'information héréditaire. L'objectif est de dépasser les limites naturelles des espèces et de l'organisation de l'information héréditaire en chromosome ;

27. C. Doré, F. Varoquaux coord., *Historique et amélioration de cinquante plantes cultivées*, 2006, 816 p., éd. INRA.

– utiliser la culture *in vitro* de cellules, de tissus ou organes. L'objectif est de s'extraire des contingences de la reproduction sexuée et de la durée des cycles de végétation naturels des plantes.

Globalement, ces techniques artificielles aident le sélectionneur à s'affranchir des lois naturelles et de la plante entière.

Les cibles héréditaires sont l'ADN nucléaire (substitution, addition ou délétion de bases, de fragments ou de gènes), les chromosomes (niveau de ploïdie, addition, substitution de fragments ou de chromosomes entiers) et les ADN cytoplasmiques (substitution de chloroplastes ou mitochondries, mitochondries recombinantes).

Au niveau de la culture *in vitro*, plusieurs types d'organes ou cellules répondent à la méthode : cultures des cellules ou des fragments d'organe, des méristèmes (partie du bourgeon), des embryons immatures, des organes reproducteurs ou cellules reproductrices de la fleur (haplodiploïdisation) ou des protoplastes qui sont des cellules débarrassées de la paroi pectucellulosique.

L'ADN nucléaire est modifiable de deux façons : la mutagenèse ou les techniques de transgénèse (OGM). Elles sont applicables à l'ensemble des tissus végétatifs et ceux des pièces florales (méristème, cellule, tissu, microspore, ovule, ovaire et embryon). L'ADN cytoplasmique sera touché par des techniques de fusion de protoplasmes qui est une manipulation de la cellule végétale débarrassée de sa paroi. Les haplodiplométhodes et cultures d'embryons s'appliquent aux pièces florales. Le nombre et la structure des chromosomes pourront être modifiés soit par les haplodiplométhodes soit par les croisements interspécifiques ; le sauvetage d'embryons, extraits de la plante mère, est souvent rendu nécessaire car la plupart des croisements interspécifiques ne sont pas viables. La régulation naturelle élimine les embryons issus de ces croisements interspécifiques.

Toutefois, ces techniques n'agissent pas seules, on utilise un agent ou un stress pour induire le résultat souhaité. Ce sont souvent des techniques assez violentes. La transgénèse nécessite une introduction artificielle d'ADN dans le noyau de la cellule par des agents physiques ou parasitaires (transformation par *agrobacterium*). Au niveau de la mutagenèse, on induit des modifications des bases de l'ADN avec des agents chimiques, des stress électriques ou des radio éléments. Dans la fusion de protoplasmes, on intervient par le biais d'un agent chimique ou électrique. L'haplodiploïdisation est au départ la plus douce de ces techniques, le stress inducteur est une séquence particulière de températures. Néanmoins, des hormones et de la colchicine (agent chimique assurant le doublement du nombre chromosomique) sont souvent nécessaires pour boucler le processus. Enfin, les croisements interspécifiques font souvent appel à cette colchicine dans une étape des programmes.

Connaître le génome : les techniques utilisées ?

Il s'agit de déterminer les séquences d'ADN, et cerner les gènes qui codent les caractères des plantes. Plusieurs techniques, appartenant à la génomique, sont mises en œuvre pour essayer

de relier gènes et caractères : la diversité des marqueurs moléculaires en témoignent. Ils participent à l'élaboration de cartes génétiques. Les sélectionneurs trouvent des applications dans la sélection assistée par marqueurs.

Ces techniques visent aussi un avantage économique : exploiter et créer de la diversité en diminuant les coûts et le temps de la création variétale. Les sauvetages d'embryons, outre leur application pour les croisements interspécifiques, trouvent aussi leur application pour aller plus vite dans la création variétale. On n'attend plus la maturité de la graine pour commencer le cycle suivant, on repart de l'embryon. On a gagné le temps de la maturation de la graine. L'haplodiplométhode permet l'obtention de lignées sans passer par tous les cycles d'autofécondation forcée qui demandent des années de travail. Cette technique permet de gagner environ 30 % du temps de création. La transgénèse et la fusion de protoplasmes visent la création de nouveaux caractères, avec une rentabilité économique pour le sélectionneur. Les stérilités mâles dites cytoplasmiques n'ont aucun intérêt pour l'agriculteur, seulement pour le producteur de semences.

Je souhaitais illustrer ces techniques qui sont couramment utilisées dans la sélection aujourd'hui. Je vais prendre un exemple, presque au hasard : le colza, il a été un modèle pour mettre au point toutes ces techniques. Tous les caractères de cette plante ont été travaillés avec l'ensemble des techniques biotechnologiques. Le croisement interspécifique et la culture d'embryons pour les résistances aux maladies, la mutagénèse pour la doter de caractères demi nain et cléistogame, la fusion de protoplasmes, les croisements interspécifiques et la culture d'embryons pour créer la stérilité mâle indispensable à la sélection des hybrides F1. Cette stérilité mâle a exigé un travail laborieux (avoir des plantes stériles mais aussi des plantes qui restaurent la stérilité sans avoir tous les ennuis de gènes qui tournent autour). La mutagénèse et le *tilling* sont mis en œuvre pour modifier la qualité des huiles, et enfin, les haplodiplométhodes facilitent la fixation de lignées. Le colza a été un modèle pour faire évoluer ce dernier groupe de techniques depuis les cultures d'anthères jusqu'aux cultures de microspores. Les colzas d'aujourd'hui ont donc été créés avec l'utilisation d'une ou plusieurs méthodes biotechnologiques avant d'arriver dans les champs.

Je reviens au présupposé de départ : la plante est un matériel génétique. Cependant, la théorie génétique apparaît insuffisante pour expliquer la complexité du vivant. Depuis 2000, un certain nombre d'articles scientifiques montrent les limites de la théorie génétique.

Voici un exemple : dans un article de caractérisations statistiques de l'état vivant des matières, la conclusion est : « De l'ADN à la matière vivante, c'est bien plus complexe qu'on ne le pensait ! »

La cellule végétale est comme une ville. Mais qu'est ce qui fait que Tokyo est Tokyo et pas New York ? Les villes sont conçues de la même façon (routes, immeubles...). Néanmoins, il existe autre chose qui différencie les villes que tous ces éléments communs. Comme une ville, la plante se régule et subit l'environnement de manière singulière. Cet article parlait de l'approche des différents systèmes pour comprendre les signaux cellulaires et la régulation génétique.

Nous en arrivons au concept épigénétique avec la « mémoire cellulaire » transmise par un état épigénétique qui résume tout ce qui est autour de l'ADN. Car celui-ci n'est pas libre

dans la cellule, il est dans des chromosomes. Ainsi, même si sa structure moléculaire est une séquence de quatre bases, celles-ci peuvent être méthylées ou non (notamment la cytosine), et dans le chromosome, il est plus ou moins accessible pour être transcrit par la présence de protéines histones, elles aussi subissant des modifications, sans compter aussi sur la présence de métaux. La régulation de l'ADN est ainsi très complexe et il interagit avec l'environnement par l'ensemble des constituants du chromosome (ou chromatine). Cette structure est aussi la base d'une mémoire héréditaire.

Les stress induisent des modifications sur tout le génome ! Depuis les prédictions de Barbara McClintock proposant que les stress pouvaient entraîner des modifications sur tout le génome, les recherches ont précisé ses hypothèses. Les modifications du paysage de la chromatine par des changements épigénétiques ont des conséquences génomiques à grande échelle et sont étroitement corrélées avec l'activité transcriptionnelle des gènes, et éventuellement des ADN non codants.

Une mémoire transgénérationnelle des stress chez les plantes est maintenant décrite. On arrive donc à découvrir ce qui pourrait être le support moléculaire de la sélection paysanne. Le bon sens paysan est de garder, par exemple, une plante qui tient debout, résistante à la verse, et qui a réussi à boucler son cycle en bonne condition. En sélectionnant les plantes là où elles doivent être cultivées, le paysan obtient en quelques générations des plantes adaptées. Tout se passe comme si elles gardaient « en mémoire » les acquis d'une génération à l'autre !

Toutes les nouvelles technologies de laboratoire utilisées pour modifier les plantes sont basées sur des stress (électriques, chimiques...). Pouvons-nous poser la question à tous ceux qui travaillent en génétique : étudions-nous suffisamment l'impact des stress nécessaires à la réussite des biotechnologies sur la plante ? N'y aurait-il pas en plus des caractères induits outre ceux qui sont visés par les biotechnologies ?

Pour conclure et donner une image moins technique, j'ai cherché une comparaison pour illustrer l'impact des biotechnologies. Si la plante était musique, l'ADN une partition et les chromosomes des instruments de l'orchestre, cela donnerait :

Technique	Effet
Transgénèse	Les seconds violons sont remplacés par une pièce de <i>hard rock</i> à la guitare électrique dans une symphonie de Mozart
Mutagenèse	On change les notes au hasard dans la partition
Haplométhode	On enlève la moitié des partitions de l'orchestre
Fusion de protoplastes	On met deux orchestres ensemble avec deux partitions différentes
Croisements interspécifiques	On fusionne deux partitions avec deux orchestres

Je me suis dit que cette image devait s'arrêter là et rassurer puisque la plante n'émet pas de son. Cependant, François Delmond, sélectionneur passionné, m'a confirmé que les plantes

étaient vraiment musique car elles sont construites selon des rythmes :

- rythme de croissance ;
- rythme de développement ;
- rythme d'organisation ;
- rythme dans l'agencement des bases constitutives de l'ADN...

Quelle conclusion pour la suite : pouvons-nous imaginer et développer des concepts nouveaux qui dépassent le présupposé de la plante « matériel génétique » et intègrent ses rythmes et organisations à tous ces niveaux ?

Véronique Chable
NRA – SAD paysage
65, rue de Saint Brieuc CS 84215
35042 Rennes Cedex
veronique.chable@rennes.inra.fr

Robert Ali Brac de la Perrière

La plupart des problèmes
issus des biotechnologies
peuvent-ils être réglés par l'avancement
des biotechnologies ?

On m'a demandé de remplacer Pat Mooney de l'ONG *ETC Group* qui devait parler des nouvelles technologies du vivant. Il fait partie d'une équipe qui réalise une veille citoyenne et observe l'évolution des nouvelles technologies qui affectent l'agriculture, l'environnement et la santé. Ils épluchent les brevets pour connaître les nouvelles biotechnologies susceptibles d'applications commerciales, et cherchent à analyser leurs impacts potentiels.

BEDE ne travaille pas sur ces sujets. J'ai donc essayé de reprendre des éléments dans la littérature et en particulier ceux d'*ETC Group*.

J'ai choisi ce titre pour reprendre un adage admis par la communauté scientifique comme la citation de C. S. Prakash au sujet des fuites des transgénèses qui affirme que : « La plupart des problèmes issus des sciences peuvent être réglés par l'avancement des sciences²⁸. »

Instabilité des transgènes

Un des problèmes qui est apparu de manière de plus en plus visible ces dernières années, c'est l'instabilité du transgène. On a maintenant un certain nombre d'évidences, notamment sur l'instabilité des transgènes de constructions génétiques qui ont été insérés dans les OGM commercialisés. Si on regarde la séquence des constructions génétiques d'après des données publiques²⁹ sur un OGM résistant aux insectes et la séquence observée au bout de quelques années, on s'aperçoit qu'une partie du transgène est tronquée donc forcément, cette plante n'aura pas la même efficacité que celle qu'elle aurait dû avoir. Il y a des résultats publiés par Cécile Collonnier et Yves Bertheau de l'INRA de Versailles, sur un certain nombre d'OGM de programme européen où on voit avec évidence des délétions, des recombinaisons, des répétitions de l'insert. Ce qui montre qu'entre ce qui est sensé être dans le champ et ce qui existe, il y a une grande différence.

28. C. S. Prakash, *Plant Physiology*, 2001 (au sujet de la fuite des transgènes).

29. Hernandez *et al.*, *Transgenic Res*, 12 : 179-189, 2002 ; et Holck *et al.*, *Eur. Food Res. Technol*, 214 : 449-513, 2003.

Une des réponses de la recherche qu'on peut voir à travers la lecture des brevets, c'est la mise au point de minichromosomes artificiels par la société Chromatin. Il s'agit d'empilement de constructions génétiques mis bout à bout dans un chromosome artificiel pour faire en sorte de transmettre l'ensemble des caractères en bloc à la descendance et sans subir les aléas de la méiose. Ce brevet de Chromatin est codétenu par Monsanto sur le coton, le soja, le colza et le maïs. Vous remarquerez que c'est toujours ces quatre plantes-espèces qui sont concernées par les OGM commercialisés et les demandes de licences.

Limiter la contamination

Un autre problème plus connu, est celui de la contamination. Il est difficile d'imaginer une coexistence possible entre culture OGM et culture non OGM à cause des contaminations par pollinisation, dissémination des graines ou des repousses. Une solution est en train d'être travaillée dans les laboratoires dans le cadre d'un projet de recherche européen appelé *Transcontainer*³⁰. Ce dernier a pour objectif de développer des systèmes de confinement biologique stables pour les plantes génétiquement modifiées. Le principe est de mettre au point un système de confinement réversible des transgènes : RBF (bloc de fonction récupérable) avec d'une part un gène de létalité pour stériliser la graine et d'autre part, l'insertion d'un autre gène de récupération (GR) activé par un agent chimique (éthanol) pour ressusciter la graine. Cela rejoint le principe classique des technologies de stérilisation des semences dites *Terminator*. Il existe plusieurs brevets détenus par un laboratoire finlandais ; *uniCrop Ltd* mais, je ne sais pas si d'autres licences ont été accordées aux grands groupes semenciers.

On résout des problèmes mais on en crée de nouveaux. Est-ce que le gène bloqueur de létalité, qui produit une toxine issue de bactéries, de champignons ou d'autres sources, ou le gène de récupération ont des effets toxiques sur la santé ou sur l'environnement ? Est-ce que le problème d'instabilité est réglé ? Il peut y avoir aussi une faille de l'inducteur, c'est-à-dire que le produit chimique ajouté n'aura pas l'effet escompté. D'autres problèmes peuvent aussi se manifester au cours de la multiplication : le silençage génique connu par les chercheurs (tout d'un coup, la fonction du gène n'est pas fonctionnelle) et la ségrégation génétique.

Il existe aussi des problèmes de types réglementaires pour *Transcontainer*. Ce dernier fait partie des GURT (technologie de restriction de l'utilisation génétique), nom officiel des technologies *Terminator*, qui permet la production de plantes stériles (le nom *Terminator* a été donné par RAFI/ETC Group au premier brevet du genre, il y a dix ans). Le système RBF de *Transcontainer* fait donc partie des GURT où le contrôle de la viabilité de la partie reproductrice de toute la plante est détenue par l'entreprise. Or, si vous empêchez les gens d'avoir accès à la ressource génétique en stérilisant la plante, vous allez être confrontés aux obligations de la convention de biodiversité biologique car la technologie insérée dans la plante crée une restriction de l'accès à la ressource génétique. C'est pour cela que la convention a renforcé en mars 2006 le moratoire sur les GURT et les technologies *Terminator*. On sait que *Transcontainer*

30. <http://www.transcontainer.wur.nl/UK/>

risque d'être dans ce cas de figure là. Aussi, les pays européens sont montés au créneau pour défendre leurs chercheurs et font pression sur la prochaine réunion de la convention pour libéraliser les *Terminator* en expliquant que finalement, ils vont permettre d'empêcher les contaminations.

Si le problème de contamination est que l'expression des transgènes dans certaines cellules ou dans le pollen peut provoquer des contaminations indésirables, les chercheurs vont avoir une autre solution : créer des moyens d'exciser le transgène. La construction transgénique contient une cassette d'expression qui peut être excisée par un *stimulus* chimique ou développemental (à un moment du métabolisme, vous allez avoir l'expression d'un métabolique qui aura un effet sur un gène). Sur ces aspects, il existe deux types de brevets : le premier assez ancien d'autoexcision par l'université de Connecticut (2002) mais qui suppose l'activité synchronisée de douzaine d'éléments du métabolisme (ce qui n'est pas si facile), et le second est détenu par Dupont qui unit deux lignées différentes de plantes transgéniques avec un déclencheur de l'excision provenant du croisement de ces lignées.

Enfin, une des dernières solutions envisagées contre les contaminations sont les plantes à létalité conditionnelle. Si le gène létal est activé, la plante meurt en éliminant avec elle le trait génétiquement modifié. Cette technique permet de retirer une plante indésirable du milieu de culture par application d'un déclencheur chimique (brevet *Dow Agrosience*, 2004). Il y a des interrogations sur son utilisation notamment comme arme biologique.

Évolution des biotechnologies dans deux voies

Finalement, il semble que les biotechnologies sont à la croisée des chemins. Les multiples évidences des limites de l'approche réductionniste conduisent à des évolutions selon deux tendances dans la recherche : d'une part, une évolution vers la biologie synthétique et d'autre part, vers la biologie des systèmes ou biologie systémique.

La biologie synthétique progresse très vite grâce aux avancées des nanotechnologies qui permettent la manipulation de la matière au niveau moléculaire et atomique. On va produire des éléments, des « biobriques » pour construire de manière complètement nouvelle des systèmes biologiques artificiels. Nous ne sommes plus dans la science-fiction : nous en sommes à des choses qui deviennent maintenant très généralisées parce que c'est devenu plus simple avec les méthodes et technologies actuelles. Des étudiants de première année de faculté peuvent faire un ADN artificiel avec les outils dont on dispose. Ils peuvent l'incorporer dans de nouveaux organismes. Il y a à peu près 10 000 laboratoires dans le monde qui produisent de l'ADN synthétique et 66 compagnies qui les commercialisent. Bien entendu, il y a un gros phénomène de monopole sur ces technologies car les brevets sont encore maintenant sur des revendications très larges (sur une voie métabolique nouvelle, nucléotides, ribosomes modifiés...).

Toutes ces techniques ne sont pas du tout réglementées par rapport à leurs impacts sur la santé et l'environnement, elles sont hors cadre réglementaire de biosécurité et hors du proto-

cole de Carthagène. ETC est en train de mener une campagne pour essayer d'alerter l'opinion publique sur les impacts de la biologie synthétique.

La seconde voie est celle de la biologie systémique. Elle est issue d'une dynamique interne à la biologie moléculaire pour dépasser le paradigme réductionniste (réduire tout en petits morceaux et petites particules). Maintenant, avec les petits morceaux, on essaye de réfléchir en terme de système en faisant appel à plus d'interdisciplinarité (ce qui est une bonne chose), de modélisation et de statistiques. On cherche à aborder l'intégration des données qui sont générées à différents niveaux d'informations biologiques : au niveau de la cellule, de l'organe pour comprendre les phénomènes émergents. C'est une approche qui est en train de bourgeonner dans les laboratoires et qui est en voie d'institutionnalisation. On sent que cette voie balance entre une approche réductionniste et une approche holiste. En cours de gestation, elle pourrait s'ouvrir à la vision globale de l'agroécologie, mais tout aussi bien servir aux applications de la biologie synthétique.

La question des plantes mutées

La définition officielle des OGM permet de savoir quels organismes sont hors cadre réglementaire. La directive européenne 2001/18 sur les OGM définit ainsi un organisme génétiquement modifié : « un organisme, à l'exception des êtres humains, dont le matériel génétique a été modifié d'une manière qui ne s'effectue pas naturellement par multiplication et/ou par recombinaison naturelle. » Plus loin dans le texte sont données les techniques qui ne sont pas considérées comme entraînant une modification génétique « à condition qu'elle n'implique pas l'emploi de molécules d'acide nucléique recombinant ou OGM obtenus par des techniques/méthodes autres que celles qui sont exclues par l'annexe 1b (fécondation *in vitro* ou processus naturel tel que la conjugaison, la transduction, la transformation ou l'induction de polyploïde). »

Les techniques et méthodes de modifications produisant des organismes à exclure du champ d'application de la présente directive sont la mutagenèse et la fusion cellulaire (y compris la fusion de protoplastes) de cellules végétales d'organismes qui peuvent échanger du matériel génétique par des méthodes de sélection traditionnelle. Il n'est pas exclu la fusion cellulaire d'espèces ayant des barrières reproductives fortes.

Les blés mutés sont-ils des OGM clandestins ?

D'une certaine manière, oui les blés mutés sont des OGM clandestins car ils sont en dehors de la réglementation sur les OGM. Lorsqu'on regarde un petit peu le blé muté *Clearfield* qui a reçu un agrément au Canada, c'est un blé qui possède une tolérance à l'herbicide Imazapyr de BASF. La mutation *Clearfield* est maintenant appliquée sur les maïs *Strigaway* cultivés au Kenya (car ce produit est fait pour lutter contre une plante coriace, la striga). Les plantes

mutées sont donc largement répandues. Pour les plantes transgéniques tolérantes à l'herbicide Round Up Ready de Monsanto, les mêmes types de brevets ou contrats existent. Ce n'est pas la même réglementation au niveau du principe de précaution mais le schéma est le même au niveau de la propriété intellectuelle et du contrôle monopolistique des semences.

Robert Ali Brac de la Perrière
Consultant en gestion des ressources génétiques
et professeur consultant à Supagro, Montpellier
Coordinateur des programmes de l'association BEDE
Membre du réseau Semences paysannes
brac@bede-asso.org

Frédéric Rey

Débat sur les techniques de sélection compatibles avec les principes de l'agriculture biologique

Dans un contexte d'utilisation des biotechnologies dans la sélection végétale, qu'en est-il de leur compatibilité avec les principes de l'agriculture biologique (AB) ?

Historique du débat

Devant la nécessité et le besoin d'avoir des variétés adaptées à l'agriculture biologique, il existe depuis quelques années un questionnement sur les techniques de sélection compatibles avec les principes de l'agriculture biologique. Comment sélectionner des variétés adaptées à l'agriculture biologique ?

Ce questionnement a commencé en 2001 dans le cadre de l'association européenne des sélectionneurs pour l'agriculture biologique (ECOP-PB) et a donné lieu à un document édité par le FIBL (un institut de recherche). Ce document fait le point et explique précisément les différentes techniques de sélection. Il discute également les intérêts de chacune des techniques mais aussi de leur compatibilité avec les principes de l'agriculture biologique et les conséquences qu'aurait leur interdiction en agriculture biologique.

Une seconde source de questionnement provient des producteurs et notamment des organisations bretonnes : l'association des Producteurs de fruits et légumes biologiques bretons (APFLBB) et le groupement d'agriculture biologique du Finistère (GAB 29) se sont posés des questions sur l'utilisation de variétés de choux hybrides à stérilité mâle cytoplasmique (CMS).

La CMS est la capacité qu'ont certaines plantes à avoir du pollen stérile et, par conséquent, à ne pas pouvoir s'autoféconder. Il y a donc une fécondation croisée obligatoire. Cette technique est utilisée pour produire des semences hybrides F1 : elle permet de croiser deux lignées et d'éviter les autofécondations. Cette caractéristique existe naturellement chez certaines espèces comme le radis, la carotte ou le tournesol sauvage mais pas chez toutes. Lorsqu'elle n'existe pas naturellement dans une espèce, la CMS peut être transférée via des techniques de laboratoire telles que la fusion de protoplastes (figure 1). On fusionne grâce à des *stimuli* chimiques ou électriques deux cellules : une sans noyau mais qui contient des informations génétiques dont la CMS (exemple : cellule de tournesol sauvage) avec une cellule avec un noyau (ex : cellule de

chicorée endive) pour introduire la stérilité mâle du tournesol à l'endive. C'est une des méthodes qui permet de produire des semences hybrides F1 de chicorées endives.

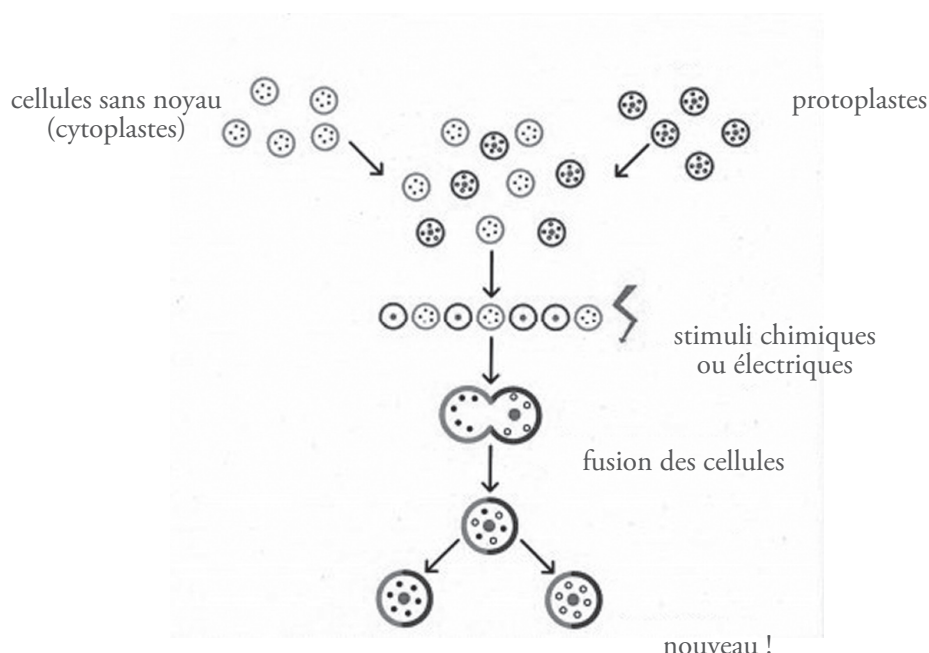


Figure 1 : Fusion de protoplastes

L'utilisation de ces méthodes de sélection pour des semences certifiées biologiques pose certaines questions notamment :

- lors de la mise en œuvre de cette technique, la barrière des espèces est transgressée, de même que la barrière cellulaire ;
- cette technique est très proche du génie génétique ;
- la fertilité des semences n'est pas assurée puisqu'on transfère une capacité de stérilité mâle.

Les principales espèces concernées sont les choux, la chicorée, l'endive, le colza et le tournesol. Le choix d'utiliser la technique CMS à fusion de protoplastes est stratégique pour les entreprises semencières mais n'est pas forcément un choix obligatoire. Il existe d'autres méthodes pour arriver au même résultat comme par exemple l'utilisation de l'auto-incompatibilité sur les choux. Il est aussi possible de faire le choix de sélectionner des variétés-populations comme par exemple le programme de sélection participative sur choux au sein de la PAIS en Bretagne (figure 2).

Au sujet des CMS, plusieurs débats ont eu lieu à l'ITAB : lors des journées techniques « Fruits et légumes » GRAB/ITAB en 2004 ou à Loudéac avec différents acteurs (producteurs, institutions, obtenteurs...). Plusieurs articles sur le sujet sont disponibles sur le site internet de l'ITAB : www.itab.asso.fr (page « Commission semence et plants »).

Règles de l'IFOAM et réglementation biologique

La comptabilité des techniques de sélection peut être examinée de différents points de vue : des principes de l'agriculture biologique, des recommandations de l'IFOAM en matière de techniques de sélection et de la réglementation européenne de l'agriculture biologique.

L'IFOAM est la fédération internationale de l'Agriculture biologique. Elle comprend 700 membres et représente 100 pays différents à l'échelle mondiale. Elle coordonne le Réseau international de l'agriculture biologique, représente le mouvement biologique au niveau international et enfin, harmonise au niveau international les systèmes de garanties biologiques des produits. Un des rôles de l'IFOAM est de définir des règles de bases comme par exemple sur les techniques de sélection. Ces principes sont basés sur le choix fondamental de produire ou de consommer des produits agricoles respectant les lois de la nature.

L'IFOAM définit les OGM comme une plante, un animal ou un microbe qui est transformé par le génie génétique ou une manipulation génétique. Les techniques de manipulations génétiques ne se limitent pas à la recombinaison de l'ADN et incluent aussi la fusion cellulaire, la micro et macro-injection, l'encapsulation, la suppression et le dédoublement de gènes par la colchicine.

D'après le cahier des charges de l'agriculture biologique (2092/91), l'utilisation des OGM en agriculture biologique est interdite. Si on tient compte de la définition des OGM par l'IFOAM, les plantes issues d'une sélection utilisant la stérilité mâle cytoplasmique issue de fusion de protoplastes ou les mutations forcées devraient être exclues de l'agriculture biologique. Cependant, les règles de l'IFOAM n'ont, à ce jour, qu'un statut provisoire. Elles ne devraient pas être abordées avant 2009 et n'ont donc pas encore de valeur législative contrairement à la législation européenne (2001-18-CE). Cette législation européenne, bien que floue, considère la fusion cellulaire et la mutagenèse comme des techniques de sélection conventionnelles et donc non OGM. D'un point de vue strictement réglementaire, ces techniques sont donc actuellement acceptées par le cahier des charges de l'agriculture biologique.

En résumé, pour les opérateurs français de l'agriculture biologique, il existe deux définitions des OGM : l'une « réglementaire » émanant de Bruxelles qui prévaut et l'autre « consultative » émanant de l'IFOAM.

Prise de position en Europe en France

Certains pays européens ont cependant décidé d'appliquer la position de l'IFOAM.

La *Soil Association* en Angleterre ne recommande pas leur utilisation en bio.

Depuis 2007, le cahier des charges de *Demeter International* interdit les hybrides de blé et les variétés obtenues par fusion de protoplastes.

Certains sélectionneurs ont fait le choix de respecter les préconisations de l'IFOAM pour leur gamme proposée en bio mais attendent des règles claires (ex : bejo ou vitalis).

	Techniques de variations induites	Techniques de sélection	Maintien et multiplication
Compatible et autorisé pour la création variétale en agriculture biologique	• Combinaisons génétiques • Croisement intervariétal • Croisement en pont • Rétro croisement d'hybrides avec des F1 fertiles • Traitement thermique • Greffage du style • bouturage du style • Pollen mentor non-traité	• Sélection massale • Sélection généalogique • Sélection à partir du choix du site • Modifications du milieu local • Modification de la période de semis • Sélection épi-ligne • Croisements de contrôle • Sélection indirecte • Méthodes de diagnostic par marquage ADN	• Multiplication par graines • Multiplication végétative : - division des écailles, bulbes enveloppes et bulbilles couvée de bulbes - bulbes périphériques (offset bulbs), etc. - marcottage, bouturage et greffage des tiges - rhizomes • Cultures de méristèmes
Non-compatible et non-autorisé pour la création variétale en agriculture biologique	• Hybride à CMS sans gènes restaurateurs • Fusion des protoplastes • Pollen mentor irradié • Mutations forcées • Modifications génétiques		

En France, le débat ne fait pas l'unanimité. Certains considèrent que, dans la mesure où les variétés à CMS sont autorisées par le règlement européen et répondent aux demandes du marché, elles doivent pouvoir être utilisées sans problème selon le choix des producteurs. D'autres groupes comme APFLBB, ont défini une marque privée avec un cahier des charges qui exclut l'utilisation de ce type de variétés dans l'objectif d'encourager d'autres pistes de sélection.

La position de l'ITAB

L'ITAB s'appuie sur le travail entamé en 2001 avec les partenaires européens dans le cadre d'ECOP-PB, à la suite duquel est sorti le document du FIBL. En tant que membre de l'IFOAM, l'ITAB soutient la liste des méthodes et du matériel pour la création variétale biologique et recommande de ne pas utiliser la CMS à fusion de protoplastes pour la création variétale en agriculture biologique.

Le rôle de l'ITAB est d'apporter un éclairage technique sur ces questions de sélection : il a été publié plusieurs articles d'informations sur le sujet dans la revue *Alter-Agri* et organisé

une formation sur les techniques de sélection en 2007. Il reste à mettre en place une meilleure information et identification des espèces et variétés concernées par la publication d'une liste et enfin, organiser une veille et une réflexion sur les techniques de sélection.

Ce débat sur les CMS aura permis de poser des questions et d'éveiller les consciences. Le conseil d'administration de l'ITAB insiste cependant sur le fait qu'il faut travailler avec l'ensemble des partenaires sur les semences. L'ITAB doit être le lieu de rassemblement où s'expriment des visions différentes, voire opposées.

Les moyens étant limités, l'approche doit éviter de tomber dans le « cas par cas ». Au-delà des CMS, il ne sera pas possible de mener un débat pour chaque technique de sélection végétale. Il est nécessaire de définir un ou des critères permettant de déterminer assez facilement les techniques compatibles ou non avec l'agriculture biologique. Le choix, par exemple, de la cellule comme limite de l'intégrité du vivant pourrait être un de ces critères. Ces questionnements et positionnements doivent permettre de développer de nouvelles perspectives de recherches avant-gardistes et compatibles avec les fondements de l'agriculture biologique.

Frédéric Rey
Institut technique de l'agriculture biologique
Maison des agriculteurs
B-Mas de Saporta – F-34970 Lattes
Tél : 04 68 47 85 36
frederic.rey@itab.asso.fr



*TECHNIQUES
ET RESPECT DU VIVANT :
TÉMOIGNAGES DE JARDINIERS*

Introduction

L'histoire des jardins

Présentation du travail
de Gilles Clément

L'Association nationale des jardiniers de France est vieille de 130 ans et siège à Valenciennes. C'est la plus vieille de France qui compte actuellement 70 000 adhérents et plus de 250 000 clubistes (abonnés à *Rustica*) appartenant à 200 clubs locaux.

Le thème fédérateur de cette association est le jardin ouvrier ou familial. Elle s'adresse aux jardiniers amateurs.

Les différents clubs organisent des ateliers de jardinage au naturel, des conférences, des visites et publient un catalogue de graines bios et de produits naturels ainsi qu'une revue mensuelle *Pour nos jardins* en partenariat avec *Rustica*.

Une enquête auprès des adhérents montre qu'en jardinant, ceux-ci cherchent à partager leurs expériences, à se faire plaisir, cultivent pour leur santé et leur bien-être, et parce qu'ils ne trouvent pas toujours les produits qu'ils cherchent dans le commerce.

Ce sont à 75 % des hommes qui jardinent, les femmes cultivant surtout des jardins d'agrément.

Les légumes les plus cultivés sont les tomates devant les salades (laitues) et les haricots verts.

L'offre en semences bio est réduite par rapport à une demande constante, notamment pour ce qui concerne les légumes oubliés.

Deux spécialistes du jardinage viennent nous parler de tous ces aspects du jardin :

- un spécialiste international, Gilles Clément, de l'aménagement, de la création et de l'architecture des jardins ;

- Jean-Luc Daneyrolles, écrivain qui se penche sur le passé des jardins, et gère un grand jardin nommé *Le Potager d'un curieux*.

Le jardin est pluriel, il y a une multitude de jardins à expérimenter...

Jean-Claude Jardillet
Jardinier de France
Modérateur

Jean-Claude Jardillet

L'histoire des jardins

Une présentation de Jean-Luc Danneyrolles

Jean-Luc Danneyrolles écrit des livres, gère et entretient un grand potager de 3 hectares dont un hectare cultivé dans le Lubéron, au sein d'une villa romaine qui l'amène à se questionner sur le passé, l'histoire des plantes et de ceux qui les cultivaient. Pendant ses études, il s'est passionné pour la philosophie et l'écologie. Il découvre l'importance de la philosophie pour le regard paysan, en témoigne l'œuvre de Edgard Pisani qui a tenté de bouleverser l'enseignement agricole dans les années 70.

Tombé dans un jardin quand il était petit, un jardin potager vivrier, il ne s'en est pas remis. Malgré les obstacles, il décide de devenir jardinier. Alors, bataille administrative pour arriver jusqu'au *Potager d'un curieux*, nom inspiré par un livre de la fin du XIX^e siècle de deux agronomes, Pailleux et Hébras.

Remontons l'histoire potagère pour mieux comprendre et se comprendre.

Un fondamental, il n'y a pas d'agriculture sans jardin, on ne peut faire un champ de blé avant d'en avoir cultivé un épi. Au départ il y a une pratique jardinière qui se développe. En témoignent plusieurs auteurs, Olivier de Serres et son théâtre de l'agriculture, De Palissy avec son agriculture jardinée, Huguenot et sa vision de la culture jardinée. Entre jardin et culture, les mécanismes se ressemblent à des échelles différentes.

Les jardins nous obligent à remonter au Néolithique, 3000 à 4000 ans av. J.-C. à la faveur d'un ressemis d'une plante vivace qu'on éclate et multiplie, jusqu'à comprendre les graines. Tout commence par la multiplication d'organes végétatifs, vraisemblablement découverts par les femmes, les hommes étant davantage à la chasse ou la cueillette. C'est l'invention de l'agriculture avec la mise en culture de nombreux végétaux, des plantes qui nourrissent les hommes, les légumes.

Au Mexique, d'après la présence de graines dans des couches archéologiques, on a découvert que le piment était cultivé avant le maïs. Ceci remet en question la primauté de la culture céréalière. La curiosité est un élément important pour le jardinier, qui observe, prélève et met en culture.

Dans l'Antiquité, avec la conquête romaine, le maraîchage se développe de façon conséquente. L'Antiquité fait la part belle aux jardiniers. Tous les philosophes en parlent, Épicure est le plus heureux dans son jardin, Virgile écrit de superbes poèmes sur le jardinier, de précieux essais sur l'agriculture d'agronomes latins, Caton, Varon, Pline, Columelle (1^{er} siècle apr. J.-C.) constituent de véritables guides de l'installation agricole. À cette époque, d'innombrables légumes étaient cultivés, colorés dans la cuisine.

La part belle est faite aux maraîchers pour nourrir des villes qui se retrouvent entourées

de ceintures maraîchères et qui donneront leur nom à de nombreuses variétés (tomate de Marmande, flageolet d'Etampes...), pour la plupart disparues aujourd'hui. Survient ensuite une période difficile de disette et de famine, où les jardins de subsistance ont dû se maintenir par nécessité. Seulement, dans les écrits, l'information existe surtout sur les jardins riches, nous manquons de données sur les jardins des petites gens.

Revenons en France, en passant par l'Andalousie, au VIII^e siècle les musulmans arrivent et amènent avec eux des choses incroyables. Les Maures développent à Grenade des pratiques jardinières et maraîchères originales et remarquables. Ils regorgent d'excellents conseils en agromonie, techniques d'irrigation, nouvelles variétés (fève, estragon...), techniques de greffage, d'amendements (lire *Le Jardinier arabo-andalou*, édité par Actes sud).

Le « moment agronomique andalou » rayonne sur toute l'Europe, représenté par quatre carrés et un monument central inspiré par l'Islam. On y retrouve dans ces jardins une dimension inspirée par les croyances, comme le jardin d'Éden en Irak, une dimension vaste englobant l'agronomie, le religieux, la philosophie et l'évolution...

À la même époque dans le nord-ouest se fait sentir l'influence des Anglais, un peuple qui jardine, par le fils d'un roi d'Irlande, Fiacre, qui deviendra le saint patron des jardiniers. Il s'installe en France dans la région de Meaux où il est surpris par la pauvreté des gens. Il demande des terres, défriche des hectares et les cultive, c'est une période d'abondance. Ce sont les premiers jardins de réinsertion, déjà partagés à l'époque.

Au Moyen Âge le potager s'installe, le nom arrive d'ailleurs, dans le langage, de *po tarer*, ce qu'on met dans le pot, le potage. Le potager à cette époque désigne au départ le cuisinier qui fait le potage.

On cultive concombre, pastèque, fève, pois chiche, lentille, des légumes feuilles et des dizaines de variétés vivaces oubliées. D'ailleurs dans le réseau Semences paysannes, il existe quatre groupes de travail : pour le maïs, les céréales, les fruits et les potagères, ces derniers ont la responsabilité de centaines d'espèces.

Ensuite avec la découverte de l'Amérique et la recherche des épices a lieu la 1^{re} mondialisation. C'est la révolution de l'art du jardin potager et de la cuisine avec l'arrivée de quantités de plantes inconnues : piment, poivron, pomme de terre, pétunia, tomate, tabac et tant d'autres... C'est un bouleversement en Europe, une vraie révolution culturelle. C'est une période riche où l'on découvre les travaux d'Arcimboldo, inventeur du concept de biodiversité cultivée, terme qui apparaîtra en 1985 dans *Le Petit Robert* et désigne l'environnement (ensemble des êtres vivants) qui nous entoure.

À l'époque des Lumières, Olivier de Serres met les jardins d'agrément à l'honneur et écrit un traité d'agronomie publié aujourd'hui à Actes sud, dans la collection Thésaurus.

À noter que le piment se diffuse très rapidement alors que la tomate reste longtemps un légume d'ornement, crainte liée à la dangerosité des solanacées.

Au XIX^e siècle, deuxième processus de mondialisation. C'est l'apogée des potagers, une pratique très développée, le bonheur de jardiner que l'on retrouve chez les impressionnistes comme Van Gogh et Monet qui jardinaient et cuisinaient d'innombrables variétés.

Au XX^e siècle, deux guerres mondiales violentes vont mettre fin à une façon de cultiver et ouvrir l'ère de l'agriculture intensive.

En Angleterre, un livre sur l'agriculture biologique paraît dès la fin du XIX^e siècle (1880).

Les Anglais sont en avance du fait de leur révolution industrielle précoce destructrice de leur milieu, ils sentent la nécessité de sauvegarder et de protéger leurs plantes cultivées. En France, on attend les années 1970 pour atteindre cette conscience. Aux États-Unis, la prise de conscience est aussi ancienne.

Jean-Luc se sent porteur d'un héritage, les graines sont une filiation, il possède 200 sortes de graines et il sait d'où elles viennent. En 1985, c'est la découverte de cette biodiversité de légumes méconnus. Il se met à vendre des mélanges de variétés non homologuées ce qui est interdit mais qui plaît au client.

Rappelons qu'un gros travail est fait sur les fruits oubliés – notamment par les Croqueurs de pommes – et sur la redécouverte de légumes. C'est tout un héritage de mai 68, toute une renaissance, mais sur fond d'écologie, avec pour commencer une redécouverte des courges (mythe du carrosse de Cendrillon), puis l'engouement survient pour les tomates qui fleurent l'été, la couleur. Aujourd'hui, on redécouvre poivron et piment. Demain l'avenir est au haricot et ses multiples variétés.

Il y a des limites à notre travail de collectionneur, en tant qu'amateur éclairé et collectionneur. Jean-Luc se sent petit, énervé par l'affaire de la tomate cœur-de-bœuf dépravée par les semenciers.

« Si tu ne connais pas le nom des choses, c'est les choses elles-mêmes qui disparaissent. »

Et l'iceberg de la biodiversité cultivée, pour reprendre la formule de Kokopelli, c'est la biodiversité sauvage qui sera développée par Gilles Clément.

Aujourd'hui il faut rapprocher le jardin et l'agriculture, le jardinier du paysan, décroisonner les deux espaces. Il faut aussi décroisonner la terre, la bouche, le jardin et la cuisine, c'est de la culture, un bon repas, c'est une bonne pièce de théâtre, un bon film. Il faut décroisonner les espaces entre ville et milieu rural.

Et il termine par un aphorisme : « Oxydé par l'Occident, orienté par l'Orient. »

Jean-Claude Jardillet
Jardinier de France
Modérateur

Jean-Luc Danneyrolles

Présentation du travail de Gilles Clément

Invité à échanger avec des paysans qui s'intéressent à la semence, suite à lecture du tiers paysage. Son travail de paysagiste, mais aussi de jardinier, d'écrivain, et de théoricien l'a conduit à créer de nombreux jardins, parcs et paysages en France et à travers le monde. Il est aussi consultant pour transformer ou soigner certains jardins ou parcs. Comme théoricien, on lui doit trois concepts remarquables. Vers 1985, la pensée du jardin en mouvement qui terrasse en quelques sortes le jardin, dit à la française et son côté figé, immuable.



C'est Descartes qui explose la perspective mais aussi et surtout l'acceptation du mouvement, du vivant, des cycles naturels dans le jardin. Sa pensée se réfère souvent aux réalités écologiques et humaines. Il possède un jardin dans la Creuse qui semble être le laboratoire de ses pensées. Les idées du mouvement dans le jardin lui sont peut-être venues en observant la berce du Caucase et par sa façon de voyager. C'est un écologiste dans son travail.

De jardins en jardins, de villes en villes, de pays en pays, sa notoriété grandit et il est amené à voyager souvent pour conseiller, ou créer des jardins.

Il évoque de plus en plus précisément une théorie du jardin à l'échelon de la planète. Le jardin planétaire. La Terre comme un jardin, on pense à Gaïa des Grecs et la Pacha mama des Précolombiens. La Terre comme un jardin évoque la finitude écologique de notre planète et la raréfaction des ressources, leur épuisement, si on n'y prend pas garde. Il est difficile de ne pas penser à Antoine de St Exupéry et son Petit Prince. Comme si la poésie rencontrait la littérature, l'écologie, l'humanisme. Cette théorie du jardin planétaire vient s'articuler harmonieusement avec celle du jardin en mouvement. C'est un peu la constatation faite d'un espace clos que nous occupons, un monde fini, donc un jardin. Enfin, il a élaboré une pensée particulière sur la friche, un éloge de celle-ci comme potentiel du vivant, en affinant sa réflexion pour définir ce qu'il appelle le tiers paysage.

Les trois concepts précédemment nommés peuvent-ils servir à comprendre la génétique des plantes, son évolution, les méthodes de sélection que nous pourrions entreprendre ou pas ?

Il crée des jardins depuis 1970. Et des espaces publics depuis 1984.

En 1977, il achète un terrain dans la Creuse qui devient un jardin expérimental où il développe des techniques pour maintenir la biodiversité. Chaque plante doit trouver sa place dans ce foisonnement, c'est une œuvre progressive, le jardin en mouvement (*garden-emotion* en anglais).

La préoccupation majeure est de faire avec, avec le lieu et le moins possible contre, être dedans, dans l'endroit en position d'immersion. Il fait avec une grande proportion de plantes indigènes, quelques exotiques et garde sur elles la mainmise ce qui l'amène à pratiquer parfois quelques tailles. Il faut aussi tenir compte du sol, dans son cas, l'arène granitique.

Un grand arbre dans son jardin, un peu d'ombre, les plantes arrivent à l'état de semences. Lorsqu'il disparaît (tempête 1999), un jardin spontané apparaît dû à la libération de l'espace.

Le talus est très évolutif, tout dépend de ce qui vient, les plantes vagabondent. C'est un travail d'élimination, de sélection physique. Dans un autre cas un pommier qui donne des pommes succulentes se couche, il le soutient et sur l'espace ainsi protégé des plantes s'installent. Le pommier ainsi penché change de forme, il réitère et forme un nouveau tronc. L'arbre est une colonie d'individus avec adjonction d'individus, les branches, un peu comme un récif corallien. La diversité comportementale des plantes est un sujet peu abordé par la recherche.

Il préserve aussi un lot de bisannuelles pour observer, elles oblitèrent l'espace puis se ressèment ailleurs et libèrent l'espace à nouveau. Il étudie la dynamique des espèces, leur physique de mouvement. Une autre bisannuelle offre un exemple de collaboration, de codynamisme avec les taupes. La taupinière sert de lit de semences (*vernascum*, digitales). La taupe devient l'assistante du jardinier.



Il réalise une autre expérience sur l'absence de sol, ou un sol très pauvre, la roche. Il observe une grande richesse inconnue par ailleurs. Il en conclut de ne pas apporter d'engrais mais de faire le choix d'une série floristique adaptée. Associer des plantes indigènes et exotiques en fonction de leur compatibilité écologique, ce qui nécessite des connaissances entomologique et floristique. On enlève un insecte et tout un tas de mécanismes deviennent difficiles à gérer. Il

cohabite avec une couleuvre verte et jaune qui fait la loi dans le jardin, a beaucoup de présence. Elle est un très bon bio-indicateur et semble en progression.



De 1986 à 1992, il a appliqué ses méthodes au parc Citroën. C'est un mode de gestion de la strate herbacée ; le jardiner intervient, fait son choix, dessine sur le sol, choisit les formes, les courbes, crée des îlots, met des épineux, des vivaces. La gestion est très douce, sans intrant ni arrosage. C'est un jardin sophistiqué pour faire accepter le mouvement. Plus classique dans sa conception mais toujours à la recherche du mouvement et varié.

Récemment il a démarré avec un lycée agricole une expérience sur six hectares en friche sur la gestion différenciée menée par les étudiants. Les objectifs sont la pénétration, la transformation et le maintien de la diversité. Rien n'est fixe. Les étudiants travaillent avec l'architecture de ce qui est là, des végétaux très plastiques, saules, œnanthes. Les tritons crêtés sont revenus se reproduire dans le petit cours d'eau. Ils ont formé des labyrinthes dans des taillis de chênes, utilisé les ajoncs sur une parcelle nommée chaos, utilisé la ronce dans une friche armée qui protège les jeunes arbres de l'appétit des herbivores ce qui permet l'avancée des arbres et la diminution du roncier.

Sur cinq hectares à l'École normale de Lyon, il n'y a plus aucune exportation de déchets verts, exportation qui coûte très cher. Les déchets sont mis en meules, compostés ou utilisés en BRF. Ils ont introduit des légumineuses et n'utilisent plus ni engrais ni eau. C'est un jardin sur *mulch*.

À Vulcania toute la surface a été aménagée à partir de ce qui était là ; par la fauche, sur basalte et sur rochers, avec des plantes adaptées à l'austérité du lieu. C'est une gestion de l'ombre et de la lumière.

D'autres exemples encore, à l'arche de la Défense, jardin en milieu urbain sur dallage, au quai Branly, jardin qui rappelle la steppe africaine.

Ensuite, il explique une expérience qu'il mène depuis 12 ans sur un champ chez lui, composé de dactyle à l'origine. Il a gardé une bande témoin puis a retourné le champ et fait un semis très varié d'une cinquantaine d'espèces. Il observe le comportement de la diversité introduite. Certaines espèces disparaissent, d'autres apparaissent, il observe les insectes présents et l'impact des voisins, pesticides. Il s'est installé une plateforme au milieu et un belvédère où il recense 14 espèces de lichens.

Le thème du tiers paysage apparaît à partir d'une vue prise dans le Limousin où l'on aperçoit une forêt très gérée, des pâtures, un paysage très monotone et des parties interstitielles où apparaît la diversité : pentes, bords de routes, terrains accidentés. Le tiers paysage est une référence au tiers état, c'est une richesse, un patrimoine génétique dont nous dépendons et que nous devons protéger. Qu'est ce qu'une bonne, une mauvaise herbe ?

À partir d'une vue aérienne, il a fait une tapisserie du tiers paysage où l'on peut s'apercevoir que la diversité est très réduite.

Il suit le développement d'une île volcanique récente et préservée de l'influence humaine ;

de même au parc Matisse à Lille, il a créé une partie isolée qu'il inventorie chaque année en gestion différenciée.

Suite aux interdictions sur les purins de plantes, il crée avec la municipalité de Melles (17) un jardin d'orties, un jardin politique sur des terres très eutrophisées ; au centre du jardin une passerelle et une plateforme permettent de filtrer les purins et depuis juin, il distribue du purin d'ortie qui renforce les plantes par un mécanisme peu connu.

Il insiste enfin sur le fait que nous sommes encore ignorants du comportement des plantes et il donne deux exemples, celui du palétuvier qui semble se déplacer sur l'eau et celui du tamal dont les frondaisons se respectent sans jamais se toucher, ce qu'il appelle une fissure de timidité. Une part énorme de la diversité est en danger dont les comportements nous sont encore inconnus.

Il termine en exprimant son plaisir de se retrouver pour la première fois devant une assemblée de paysans, de ceux qui organisent le paysage, en insistant sur le fait qu'il faut beaucoup de paysans pour maintenir la biodiversité maraîchère et revendique un droit à la terre.

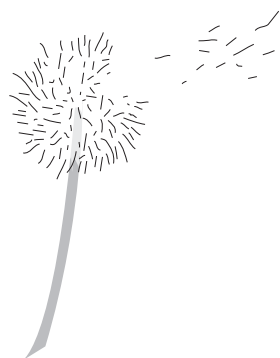
Il espère la renaissance d'une corporation de jardiniers.



Jean-Luc Daneyrolles
Le Potager d'un curieux
La Molière
Saignon – 84400 Apt
Tél : 04 90 74 44 68

Gilles Clément
Jardinier-paysagiste

SÉLECTIONS FOURRAGÈRES ET QUALITÉ DES PRODUITS ANIMAUX



Amélioration participative
des prairies temporaires valorisant
la diversité biologique locale

Maniement et usage durable
des ressources génétiques végétales
en Bulgarie

Sélections fourragères
et qualité des produits animaux

Amélioration participative des prairies temporaires valorisant la diversité biologique locale

Les variétés fourragères commerciales ont été améliorées pour être cultivées en monoculture et répondre à des apports importants de fertilisants. Or, cette sélection obère les aptitudes de ces variétés à croître sur des milieux moins fertiles (Cooper et Hammer, 1996). Les sélectionneurs ont dû réduire la diversité et la plasticité des espèces afin de pouvoir commercialiser ces variétés. En effet, la réglementation sur les semences impose que les variétés soient homogènes et stables afin de pouvoir être inscrites au catalogue officiel, condition nécessaire pour qu'elles puissent être commercialisées. Elles sont donc peu variables génétiquement et peu plastiques ce qui réduit leur faculté d'adaptation aux variations environnementales (Stephen *et al*, 2005). Lorsque le recours aux intrants diminue, les variétés hétérogènes et les mélanges d'espèces s'avèrent plus productifs et leurs rendements plus stables que celui des variétés homogènes et des monocultures (Hooper *et al*, 2005). De plus, les prairies issues de mélanges offrent la diversité nécessaire au régime alimentaire des troupeaux (Agreil *et al*, 2002). Cette diversité d'espèces peut par ailleurs contribuer à définir un effet terroir en lien avec la qualité des produits animaux, laitiers en particulier (Coulon et Priolo 2002). Les prairies diversifiées résistent également mieux aux attaques de maladies et de ravageurs ainsi qu'à l'invasion par des espèces indésirables (Tracy & Sanderson, 2004).

L'offre en semences fourragères est donc actuellement inadaptée à un contexte d'agriculture à faibles intrants en termes de :

- diversité des espèces : parmi la centaine d'espèces prairiales répertoriées, l'amélioration des espèces fourragères s'est concentrée sur quelques espèces comme : *ray-grass*, fétuque, dactyle, luzerne et trèfle blanc. Elle s'est donc accompagnée au cours des 50 dernières années d'une réduction drastique du nombre d'espèces commercialisées. C'est à cette condition que l'activité de la filière semences fourragères est demeurée rentable pour les entreprises privées ;

- nature des variétés : outre leur manque d'adaptabilité, les variétés commercialisées sélectionnées pour la monoculture développent une agressivité qui limite leur faculté à coexister avec d'autres espèces au sein d'un mélange ;

- réactivité face à de nouveaux problèmes : le dispositif actuel d'innovation variétale manque de réactivité pour proposer rapidement des solutions adaptées aux problèmes émergents. Le découplage entre créateurs et utilisateurs des variétés limite une véritable prise en compte des problèmes des éleveurs par les sélectionneurs. De plus, plus de 12 ans sont nécessaires pour créer et commercialiser une variété fourragère. Enfin, un problème sera pris en compte en sélection s'il est d'une ampleur suffisante pour que l'investissement réalisé pour créer des variétés améliorées en réponse à ce problème soit rentabilisé. La demande pour des mélanges d'es-

pèces fourragères augmente avec la tendance forte à la réduction des intrants. Cette tendance a des origines économiques, environnementales et/ou éthiques, relayées par le renforcement des cahiers des charges de production sous signe de qualité, et les mesures agri-environnementales. Il s'agit d'avoir des prairies productives et mieux adaptées au milieu, ce que permettent les mélanges. Outre la faible diversité de l'offre en semences d'espèces fourragères, les éleveurs, souhaitant utiliser des mélanges complexes, se heurtent au manque de références techniques. En Europe, seule la Suisse a développé l'utilisation de mélanges complexes. Le raisonnement de ces mélanges demeurant très empirique, les références techniques suisses sont difficilement transposables en France. Elles sont inféodées aux objectifs environnementaux de la politique agricole suisse (Kohler et Kleijer, 1996). Notre objectif est de proposer des mélanges complexes pour un contexte dans lequel les enjeux de production et de qualité restent déterminants. Pour ce faire, nous avons comme projet de valoriser l'adaptation locale des espèces prairiales qui ont évolué avec les pratiques des éleveurs dans les prairies naturelles. Cette valorisation consiste à prospecter et maintenir la diversité des populations spontanées en l'utilisant afin de recréer des communautés prairiales. Ces prairies semées, constituées d'une diversité d'espèces locales s'insérant dans les réseaux écologiques, préserveront, voire renforceront les ressources génétiques des prairies permanentes avoisinantes. Le succès de notre projet réside dans le rétablissement du lien entre amélioration, production et conservation. Ce projet offre la possibilité de réconcilier éleveurs et environnementalistes autour d'enjeux partagés de valorisation et de conservation de la biodiversité, et de relancer une animation locale sur la gestion des prairies et du pâturage. Il s'agit de créer un dispositif d'action collective à l'échelle de différents territoires favorisant une co-construction et un apprentissage croisé entre les différents acteurs au sein de « groupes concernés ». Ce mode organisationnel est indispensable à l'émergence de solutions idéalement différenciées et adaptées aux attentes de chaque éleveur.

Notre apport scientifique à ce projet s'appuie sur l'agroécologie des prairies permanentes. L'agroécologie vise à appliquer les concepts et les principes de l'écologie et de l'agronomie pour concevoir et gérer des agroécosystèmes durables (Warner, 2006). Nous nous appuyerons donc sur une approche agroécologique pour constituer ces mélanges adaptés au contexte local, tant au niveau agronomique qu'environnemental, ceci afin de :

- obtenir un mélange productif et stable : nous utiliserons les règles d'assemblage que nous avons établies à partir de l'analyse de la flore des prairies naturelles. Ces règles d'assemblage reposent sur une lecture fonctionnelle de la végétation basée sur la connaissance des différents types de réponses des espèces aux facteurs environnementaux (Duru *et al*, 2004 ; Duru *et al*, 2005 ; Garnier *et al*, 2007). Un mélange prairial doit être constitué sur la complémentarité fonctionnelle des espèces de façon à assurer un bon fonctionnement de la prairie, fonctionnement en adéquation avec l'environnement et son mode d'utilisation ;

- constituer une ration pour l'animal : nous pouvons raisonner l'assemblage des espèces en terme de diversité d'aliments pour l'animal. En effet, les animaux régulent leur flux d'ingestion par une alternance entre des prises alimentaires fines maximisant la qualité de l'ingéré et grossières jouant le rôle de lest (Agreil *et al*, 2002). La diversité des espèces doit être raisonnée en terme de diversité de prises alimentaires ;

- valoriser les symbioses et les composés secondaires d'origine végétale : la fixation de l'azote par les légumineuses leur confère un rôle fonctionnel déterminant au sein des mélanges complexes,

mais d'autres types de symbioses naturelles peuvent être valorisées comme l'endophytisme qui protège les graminées des ravageurs et de la sécheresse (Scharld *et al*, 2004).

Il est possible aussi d'associer certaines espèces aux mélanges pour leurs composés secondaires.

Certains de ces composés secondaires sont connus pour leurs propriétés antiparasitaires, répulsives pour les insectes ou gustatives qu'elles confèrent aux produits laitiers. Le choix des espèces du mélange demeure contingent à la situation locale : il s'agit de valoriser les espèces et les populations spontanées de la flore locale. Ces espèces et populations sont en effet naturellement adaptées aux conditions pédo-climatiques et aux pressions sélectives liées aux maladies et aux ravageurs. Ce faisant, il s'agit de concevoir des mélanges adaptés aux conditions écologiques et aux pratiques de chaque éleveur tout en renforçant le lien entre son mode de production et le territoire ; lien valorisable dans une démarche de production sous signe de qualité. Comme l'adaptation locale des espèces n'est jamais optimale, les espèces clés de ces mélanges feront l'objet d'une sélection massale afin de les améliorer pour les besoins des éleveurs.

Une rupture d'ordre organisationnelle est nécessaire pour développer ce type de produit. L'approche agroécologique invite à cette rupture en proposant de développer des réseaux d'acteurs locaux et de chercheurs (Warner, 2006). Ces dispositifs participatifs leur permettent d'apprendre ensemble sur les conditions écologiques locales. Au-delà des seules conditions écologiques, il s'agit d'une part, de prendre en compte l'ensemble des composantes locales du problème, notamment éthiques, politiques et/ou sociales, et, d'autre part, de favoriser un apprentissage croisé entre acteurs. Une telle approche doit engendrer des solutions techniquement mieux adaptées et socialement mieux acceptées.

Bibliographie :

- Agreil C., Hazard L., Magda D., Meuret M., *Prospects for ecological habitat conservation: a new modelling approach to evaluate grazing of broom shrubland*. In *Multi-function Grasslands : quality forages, animal products and landscapes*, Durand J.-L., Émile J.-C., Huyghe C., Lemaire G. (eds), 19th General Meeting of the European Grassland Federation, La Rochelle, France, May 2002.
- Cooper M., Hammer G. L., *Plant adaptation and crop improvement*, Springer Netherlands (Ed.), 1996.
- Coulon J.-B., Priolo A., *La Qualité sensorielle des produits laitiers et de la viande dépend des fourrages consommés par les animaux*, INRA- Prod. Anim., n° 15, 333-342, 2002.
- Duru M., Cruz P., Magda D., *Using plant traits to compare sward structure and composition of grass species across environmental gradients*. In *Applied Vegetation Science*, n° 7, p 11-18, 2004.
- Duru M., Tallon J., Cruz P., *Functional diversity in low-input grassland farming systems : characterisation, effect and management*, in *Agronomy Research*, n° 3, p 125-138, 2005.
- Garnier E., Lavorel S., Ansquer P., Castro H., Cruz P., Dolezal J., Eriksson O., Fortunel C., Freitas H., Golodets C., Grigulis K., Jouany C., Kazakou E., Kigel J., Kleyer M., Lehsten V., Leps J., Meier T., Pakeman R., Papadimitriou M., Papanastasis V. P., Quested H., Quetier F., Robson M., Roumet C., Rusch G. (*et al*). 2007, *Assessing the effects of land-use change on plant traits, communities and ecosystem functioning in grasslands : a standardized methodology and lessons from an application to 11 European sites*, in *Annals of Botany*, n° 99, p 967-985.
- Hooper D. U., Chapin III F. S., Ewel J. J., Hector A., Inchausti P., Lavorel S., Lawton J. H., Lodge D. M., Loreau M., Naeem S., Schmid B., Setälä H., Symstad A. J., Vandermeer J. and Wardle D. A. , *Effects of biodiversity on ecosystem processes : a consensus of current knowledge*, in *Ecological Monographs*, n° 75, p 3-35, 2005.

- Kohler A., Kleijer G., *Suisse : rapport de pays pour la conférence technique internationale de la FAO sur les ressources génétiques*, 1996. www.fao.org/AG/AGp/AGPS/Pgrfa/pdf/swizerla.pdf
- Scharld C. L., Leuchtmann A., Spiering M. J. , *Symbioses of grasses with seedborne fungal endophytes*, in *Plant Biology*, n° 55, p 315-340, 2004.
- Stephen J. S., Murphy K., Lammer D., Lyon S., Carter B., *Breeding for organic and low-input farming systems : an evolutionary-participatory breeding method for inbred cereal grains*, in *Renewable Agriculture and Food Systems*, n° 20, p 48-55.
- Tracy B. F., M. A. Sanderson, *Productivity and stability relationships in mowed pastures of varying species composition*, in *Crop Science*, n° 44, 2180-2186, 2004.
- Warner K. D., *Agroecology in Action : extending Alternative Agriculture through Social Networks*, MIT Press, 2006.

Laurent Hazard
INRA – Centre de recherches de Toulouse
UMR 1248 AGIR (agrosystème et développement territorial)
BP 52627
F-31326 Castanet-Tolosan Cedex
laurent.hazard@toulouse.inra.fr

Siyka Angelova

Maniement et usage durable des ressources génétiques végétales en Bulgarie

La considérable diversité végétale en Bulgarie – primaire et secondaire, formée dans le temps sous influence des faits naturels et des activités humaines, est la motivation principale pour la création des collections nationales *ex situ*.

Le travail pour la préservation des ressources végétales par la conservation *ex situ* dans la banque de gènes à des conditions contrôlées, se coordonne favorablement avec l'étude et le soutien d'un grand nombre de collections au champ pour presque toutes les cultures.

Par le programme national des ressources génétiques à Sadovo, on accomplit la collecte, l'évaluation, la conservation et la documentation des ressources génétiques ainsi que la coordination systématique des activités dans cette direction.

Les ressources conservées à Sadovo renferment une matière végétale d'un statut très varié :

- vieilles variétés, populations, formes, sortes primitives, espèces sauvages, espèces apparentées ;

- nouvelles variétés et précieuses lignées de sélection.

L'enrichissement des collections de l'étranger se réalise par l'échange sans valeur dans le monde entier.

L'enrichissement des collections par les ressources génétiques locales est une priorité pour tous les groupes des cultures.

Ce sont des :

- nouvelles variétés, lignées ;
- vieux exemples, formes locales, très vieilles variétés et populations qu'on cultive *on farm* (dans les jardins, fermes) ;
- espèces apparentées ;
- espèces sauvages.

Le statut des collections nationales *ex situ* de Sadovo et des institut partenaires dans le pays comprend 133 830 échantillons dont 66 300 d'origine bulgare, 65 530 d'origine étrangère et 2000 d'origine non déterminée.

Le nombre des espèces est de 238 :

33 céréales ; 34 légumineuses, 41 industrielles ; 34 potagères, 43 fourragères ; 19 décoratives et 34 médicinales.

L'analyse des données montre que le nombre des échantillons d'origine bulgare est le plus grand dans les groupes des cultures suivantes :

1. Céréales : 2916 simples ; 45 % de blé dur ; 28 % de maïs ; 24 % du blé tendre et 3 % d'orge.

2. Légumineuses : 49 % de haricots blancs ; 41 % vesce ; 5 % de pois et 5 % de féveroles.
3. Potagères : 69 % de haricots verts ; 14 % de melons ; 10 % de pastèques et 7 % de poivrons et piments.

Avec le plus grand nombre de populations locales, le blé dur, le maïs et le haricot blanc s'inscrivent parmi les vieilles sortes et les formes conservées sur le long terme.

L'intérêt pour les espèces apparentées des cultures est motivé par la possibilité d'élargir la base génétique.

Avec le plus grand nombre d'espèces de la flore bulgare dans les collections *ex situ* et conservées dans les conditions contrôlées, on trouve le groupe des plantes fourragères – *Lolium sp.*, *Festuca sp.*, *Dactylis glomerata*, *Aegilops*, *Trifolium*, *Medicago*, *Vicia sp.* (plus de 1000 échantillons). La méthode *in situ* chez ces espèces complète le système de la conservation *ex situ*. Très souvent cette méthode est plus efficace et favorable au point de vue économique. Elle assure la possibilité d'examiner les espèces sauvages dans leur milieu naturel en action réciproque avec les conditions changeantes. Le système d'évaluation des collections de ressources génétiques s'accomplit d'après des descripteurs internationaux en se déterminant de manière d'entretien – *ex situ* ou *in situ*. La particularité spéciale des cultures exige aussi l'engagement de quelques caractéristiques plus spécifiques qui sont liées aux tendances de la sélection.

L'utilisation des ressources végétales ces 30 dernières années a permis la création de 453 sortes et de 109 cultures en général. On accomplit toujours l'échange sans valeur à un niveau national et international. On reproduit des espèces sauvages fourragères pour les réintroduire dans les pâturages ou prairies avec une haute valeur naturelle. On étudie aussi les possibilités reproductives et régénératrices des différentes espèces parentes liées à l'utilisation durable de leurs habitats naturels. On a enregistré dans la banque de gènes 2670 espèces végétales, conservées par des graines. Pendant la période de la création jusqu'à présent à Sadovo on a déposé une conservation à long terme (-18 à -20° C) sur 51 000 échantillons.

Siyka Angelova
Institut national des ressources génétiques
(IPGR) de Sadovo, Bulgarie

Sélections fourragères et qualité des produits animaux

Mon travail porte sur les fourragères prairiales. Je n'oppose jamais agronomie et zootechnie, mais les envisage comme des complémentaires qui s'enrichissent mutuellement. Ainsi, il faut regarder l'acte de sélection semencière du point de vue de l'utilisation par l'animal – c'est une donnée souvent oubliée ! Ce qui fait que le système étudié est toujours très simplifié au niveau technique, économique et sur les pratiques. Avec en plus des justifications du GNIS, comme quoi les prairies temporaires mono ou bi-espèces seraient plus productives que les prairies naturelles ; alors qu'en fait tout dépend des espèces naturelles, du type de gestion, des modalités d'implantation, de minéralisation, etc. Quand on prend tout ça en compte, en moyenne, les prairies naturelles sont plus productives que les prairies temporaires. Sans compter que les prairies temporaires simplifiées mono ou bi-espèces (graminées/légumineuses) présentent énormément de fragilités : ravageurs, maladies...

Quant au faux avantage de la facilité d'estimation du stade pour une récolte au bon stade (vision très agronomique et économique des choses) : on peut se demander ce qu'est ce bon stade ? Est-ce le moment du maximum de productivité ou du maximum de digestibilité ? Par exemple pour le *Ray Grass pur*, qui monte à épiaison selon la météo, c'est plus ce critère qui compte pour la fauche que le bon stade prétendu.

Problème complémentaire : les plantes sélectionnées le sont pour leur agressivité (par rapport aux adventices), mais souvent la toxicité va avec ; d'où le développement d'entérotoxémie chez les ruminants... avec des effets indésirables chez certains !

Côté animal, on peut aussi se demander : quel est son goût ? Qu'est ce qu'il cherche ? Or, des tests sur microparcelles en mélange plus ou moins complexe montrent que les animaux vont d'abord vers les flores complexes.

D'un point de vue zootechnique, on sait que les prairies temporaires simplifiées ont des stades très courts, donc nécessitent rapidement le pâturage.

Par ailleurs, le rumen a besoin de fibres de structuration, c'est-à-dire d'éléments durs, piquants, pour que la mécanique de la panse fonctionne (malaxage et écrasement de la rumination). Il faut donc qu'il y ait des tiges (cf. les expériences en Nouvelle-Zélande qui ont mis des araignées en plastique dans les panses pour remplacer les tiges des plantes et leur effet mécanique !)

De plus, pour que la machinerie microbiologique, de fermentation enzymatique et la flore micro-organique, fonctionne, il faut éviter la simplification de l'alimentation. En effet,

plus la flore fonctionne avec des nutriments simplifiés, plus on a des pics dans le processus. Or, un bon fermenteur doit fonctionner en régime continu, c'est-à-dire libérer de façon continue et stable des nutriments ; ce qui ne peut être le cas qu'avec une alimentation complexe. Ce qui nécessite, entre autre, une maturité de la récolte.

Seules des flores complexes permettent une alimentation satisfaisante, d'où ce travail fait par les producteurs qui veulent faire du fromage et pas juste du lait : ils veulent du lait « fromageable », ce qui est un indicateur de bonne santé et de bonne adéquation alimentation/besoins animaux. De même, des techniques plus complexes de suivi de la santé animale montrent qu'un fourrage complexe l'équilibre correctement – et démontre que la production suit son cours !

Sur la qualité du produit : plus les flores de la ration sont complexes (avec en particulier des flores secondaires importantes), meilleure est la santé animale, la typicité et les qualités organoleptiques des produits.

Concernant ces flores secondaires : même si elles semblent peu productives en fourrage, elles sont importantes comme adjuvant pour les rations (ex : le gaillet).

Sans compter que les animaux sont capables d'automédication. Par exemple, pour la lutte parasitaire les champignons filamenteux font des nœuds coulants piégeant les larves de strongles. Même chose avec les plantes à tannins, telles que le sainfoin, efficaces pour garder des taux parasitaires bas. D'autres petites plantes, riches en composés divers et variés (huiles essentielles...) permettent aussi d'améliorer la santé des animaux car ceux-ci iront les chercher au moment opportun...

Ces exemples montrent à quel point la lutte parasitaire est beaucoup plus accomplie avec des écosystèmes complexes que simplifiés.

Une question se pose alors : quelle sélection ? Dès lors, la première réponse est qu'il faut sélectionner d'abord en fonction des sols sur lesquels on travaille. Mais ensuite, on n'a pas besoin de variétés extravagantes mais on a surtout besoin d'observations, de repérages, et finalement d'une sélection sur place afin de réinstaller, multiplier et essayer des mélanges complexes et efficaces – il n'y a donc pas de recette, mais seulement un travail de fourmi pointilliste ayant un regard global sur les choses !

Hubert HIRON
Vétérinaire, éleveur

*LES SEMENCIERS TRADITIONNELS
ET LES SÉLECTIONNEURS
DE LA RECHERCHE D'INTÉRÊT PUBLIC*



Les semenciers traditionnels
et les sélectionneurs
de la recherche d'intérêt public

Témoignage

François-Xavier Oury
et
Bernard Rolland

Les semenciers traditionnels et les sélectionneurs de la recherche d'intérêt public

François-Xavier Oury fait partie du groupe Création variétale de blé tendre du département Génétique et amélioration des plantes de l'INRA et est également membre des commissions Technologie blé tendre et VAT-blé tendre du CTPS.

Pour les céréales à paille, la sélection végétale moderne a véritablement débuté dans les années 1880 en France, avec les premières variétés de blé tendre (dattel, hâtif inversable...) issues de croisements. Les blés poulards (*Triticum turgidum turgidum*) aux farines filantes ont été abandonnés au début du xx^e siècle. Les agriculteurs, après avoir fait le constat des meilleures performances des blés de sélection, ont très progressivement remplacé leurs populations de pays par de nouvelles variétés obtenues par des agriculteurs-sélectionneurs (Vimorin, Benoist...), qui devinrent par la suite sélectionneurs. Les populations de blés de pays ont quasiment disparu entre les deux guerres (Rolland et Nolot, 1989). Avant toute intervention étatique réglementant le commerce des semences, le progrès génétique s'était répandu dans les campagnes.

Puis, la sélection s'est professionnalisée, avec une augmentation du nombre de croisements suivis grâce à la mécanisation du travail d'expérimentation, et avec des capacités accrues de travail en réseau permises par le développement des outils statistiques. Les variétés sont développées à l'échelle de grandes régions de production, correspondant à trois grandes zones d'adaptation (nord Seine, centre et sud).

La productivité a augmenté de façon spectaculaire à partir des années 60, avec la moitié du gain annuel attribué au progrès génétique (nombreuses publications, dont Brancourt *et al.*, 2003). Par ailleurs, la force boulangère des variétés de blé tendre, appréciée par le travail de l'alvéographe, a été multipliée par deux en 50 ans. L'utilisation de levure, de pétrissage intensif, de fermentation rapide et d'ajout d'adjuvants (acide ascorbique), ont accompagné l'évolution des techniques de boulangerie.

Aujourd'hui, l'amélioration des céréales à paille reste essentiellement basée sur le schéma classique de la sélection généalogique à multicaractère, pour l'obtention de variétés-lignées pures. Ce processus dynamique intègre des géniteurs d'origine très diverses (interspécifiques, exotiques dont *cimmyt*, variétés anciennes...). L'offre variétale est importante : par exemple, pour le blé tendre, il y a une vingtaine de nouvelles variétés inscrites chaque année au catalogue, et les 80 000 hectares annuels de multiplications concernent plus de 200 cultivars. Cependant,

cette diversité de l'offre est peu valorisée : en 2007, les dix variétés les plus cultivées couvraient 54 % des 4,8 millions d'hectares de blé tendre, et les 50 premières variétés cultivées, 90 %.

Tous les systèmes de culture ont bénéficié des progrès de la génétique, notamment la production intégrée (avec le développement de variétés comme balthazar, cézanne, oratorio, farandole, puis atlas, koreli et toison dor...). Cependant, l'agriculture biologique est restée le parent pauvre de cette évolution (pas d'alternative à renan actuellement). En effet, la sélection s'est faite depuis 50 ans pour des itinéraires techniques artificialisés, pour lesquels la fertilisation azotée minérale est abondante et où on lutte contre les adventices avec des herbicides. En conséquence, les blés modernes sont très courts, donc peu concurrentiels vis-à-vis des mauvaises herbes, et peinent du fait de la faible disponibilité en azote. De plus, la qualité des blés est aujourd'hui envisagée seulement sous l'angle du beau et bon pain (le standard est le test BIPEA normalisé AFNOR, qui a remplacé le test CNERNA), et des critères comme la valeur nutritionnelle sont ignorés.

Tout ceci pourrait justifier de réorienter des programmes vers les systèmes à faibles niveaux d'intrants (en allant jusqu'à l'agriculture biologique), en intégrant des critères oubliés par l'industrialisation de l'agriculture. Dans le cadre de cette sélection pour une agriculture « écologique productive » (Griffon, 2006), trois axes de progrès peuvent être envisagés :

- une adaptation aux systèmes peu dépendants des intrants chimiques, concomitante à évolution de la VAT pour pouvoir inscrire de nouveaux idéotypes ;
- une approche globale de la qualité, dans ses trois dimensions, technologique, organoleptique et nutritionnelle ;
- une réflexion sur la faisabilité d'une déclinaison plus locale de la sélection, pour des débouchés régionaux, avec une délégation de l'expérimentation de fin de cycle à des structures régionales.

Le programme INRA de création variétale blé tendre s'inscrit d'ores et déjà dans ce contexte, en se distinguant du secteur privé par son objectif qui est l'obtention de variétés rustiques (lire l'encadré). Aux mesures de productivité en conduites intensives classiques et non-traitées aux fongicides, nécessaires pour l'inscription au catalogue, s'ajoute une évaluation du rendement en conduite faibles intrants. De plus, des aspects comme le pouvoir couvrant (pour la concurrence avec les adventices), ou la valeur nutritionnelle (teneurs en micronutriments, comme le magnésium), commencent à être abordés.

Extrait de Bouchard *et al* (n° 55 du *Courrier de l'environnement de l'INRA*) :

« Variété rustique : de la difficulté de sélectionner et faire durer des variétés « complètes ».

Nous définissons une variété comme « rustique » sur son efficacité à atteindre un haut niveau de performance pour 3 critères : résistance aux maladies du feuillage et à la verse, capacité à maintenir un rendement élevé en situation de stress, et stabilité du rendement et de la teneur en protéines. D'autres caractéristiques de « rusticité » pourront être prises en compte en fonction des facteurs agro-climatiques de la région et de l'amélioration de la connaissance variétale : valorisation de fertilisations azotées sub-optimales, tolérance à des stress hydriques,

tolérance au piétin-verse, adaptation à une large gamme de contextes pédoclimatiques. Une variété « rustique » ne doit pas connaître de défaut marqué sur les autres caractères d'importance économique pour être efficace.

Il serait nécessaire de qualifier plus précisément le niveau de « rusticité » : il n'est pas requis la même exigence de résistance aux maladies dans les régions à influence maritime que dans le centre de la France ou pour une conduite à un traitement fongicide unique par rapport à une conduite faisant appel à une impasse complète de fongicide.

Les variétés rustiques ne sont pas des variétés anciennes. Elles intègrent au contraire les derniers progrès de la sélection vis-à-vis de la tolérance aux maladies et aux stress azotés.

Les cas de contournement de la résistance à la rouille jaune (2001 puis 2007) de certaines variétés répondant très bien au concept de rusticité présenté plus haut, illustrent la difficulté de conserver la stabilité de LA variété complète. En règle générale, le niveau de résistance des variétés largement cultivées diminue dans le temps. Le renouvellement variétal est donc le support indispensable à la diffusion de conduites de culture valorisant la rusticité des variétés. »

Ce type de sélection, qui devrait permettre une réduction des intrants (Aubertot *et al*, 2005), doit viser la productivité, et non le productivisme, avec le maintien de rendements élevés grâce à une valeur ajoutée biologique maximale. En effet, le revenu de 99 % des producteurs se réalise par la vente de grains en circuits longs, et sur ces circuits la quantité reste un facteur de valorisation déterminant.

Devant les défis posés à l'agriculture, en réponse au dilemme entre adapter l'existant ou opter pour une totale rupture (sélection participative ou, à l'autre extrémité, les OGM et les brevets sur le vivant), pourquoi ne pas parier sur l'utilisation du progrès génétique dû à la sélection végétale ? Celui-ci, mis au service de l'agriculture durable par un contrat global et pragmatique entre sélectionneurs privés et publics d'une part, et agriculteurs d'autre part, ne pourrait-il pas être orienté dans l'intérêt du plus grand nombre ? C'est ainsi que procèdent les pays européens bien plus avancés que la France dans le domaine des agricultures alternatives, avec des opérateurs de sélection publics (RAC Changins en Suisse) ou privés (*Saatzucht Donau* en Autriche).

Bibliographie :

Aubertot J. N., Carpentier A., Gril J.-J., Guichard L., Lucas P., Savary S., Savini I., Voltz M., *Pesticides, agriculture et environnement : réduire l'utilisation des pesticides et limiter leur impacts environnementaux*, Expertise collective Inra-Cemagref, 2005.

Bouchard C., Bernicot M.-H., Félix I., Guérin O., Omon B., Loyce C., Rolland B., *Associer des itinéraires techniques de niveau d'intrants variés à des variétés rustiques de blé tendre : évaluation économique, environnementale et énergétique*, in *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, n° 55, p. 49-77, 2008.

Brancourt-Hulmel M., Doussinault G., Lecomte C., Bérard P., Le Buanec B. and Trottet M., *Genetic improvement of agronomic traits of winter wheat cultivars released in France from 1946 to 1992*, in *Crop Science*, n° 43, p. 37-45, 2003.

Griffon M., *Nourrir la planète*, Éditions Odile Jacob, Paris, 2006.

ONIGC ,*Enquête ONIC ARVALIS*, Institut du végétal sur la répartition variétale des blés, 2006.

Rolland B., Nolot J.-M., *Deux cents ans de culture du blé en région toulousaine*, INRA Toulouse-Auzeville pour centenaire LEPA Ondes (non publié), 1989.

Rolland B., Oury F.-X., Bouchard C., Loyce C., *Vers une évolution de la création variétale pour répondre aux besoins de l'agriculture durable ? L'exemple du blé tendre*, in *Les Dossiers de l'environnement de l'INRA*, n° 30, p. 79-90, 2006.

François-Xavier Oury
Bernard Rolland
INRA
oury@valmont.clermont.inra.fr

J'ai commencé, il y a 25 ans car je me suis rendu compte que les agriculteurs n'avaient pas de bonnes variétés pour les conditions de l'agriculture biologique. J'ai trouvé des personnes qui ont soutenu cette démarche dans l'agriculture biodynamique car ils avaient déjà travaillé sur cette question.

Qu'est ce que nous faisons ?

Cette initiative s'est formée dans une association qui porte mon nom. Nous sommes une association d'intérêt public donc nous ne payons pas d'impôts et pouvons recevoir des dons déductibles des impôts. En Suisse, la sélection en agriculture est reconnue comme étant d'intérêt public. Nous travaillons avec du blé, de l'épeautre, du triticale, de l'amidonnié et du maïs. Vous avez vu le système de l'INRA, chez nous, c'est à peu près pareil pour l'épeautre et le blé. Nous faisons des croisements, des *bulks* jusqu'en F4, ensuite, nous les testons en lignée sur différents lieux. Quand nous avons des lignées, nous les testons dans des endroits très différents. Quand nous les testons près du lac de Zurich, avec des conditions de hautes précipitations et favorables aux maladies, nous réalisons les premières démarches de sélection. Une fois que les lignées sont sélectionnées sur ce site, nous changeons de lieux (3 ou 4 endroits) pour sélectionner dans des conditions de faibles précipitations et de sols pauvres.

Dans ce projet, nous réalisons 100 à 150 croisements. Quand on compare ce que fait l'INRA, c'est à peu près un tiers. Nous sommes limités par des financements que nous récoltons par des fondations d'intérêt public.

Quelques mots sur les buts de notre travail

En Suisse et dans toute l'Europe, nous avons un certain potentiel de rendement entre 35 et 55 quintaux. Il y a très peu de situations qui peuvent aller au delà de ces rendements. Si on compare ce que nous avons dans les variétés conventionnelles faites par les sélectionneurs en Allemagne ou dans le nord de la France, vous avez des variétés qui peuvent avoir des rendements entre 90 et 120 quintaux. Ils sélectionnent des variétés pour des terres travaillées de manière très intensive.

La sélection de l'État Suisse ne se concentre pas sur les rendements mais sur une très bonne qualité boulangère et sur des résistances aux maladies pour réduire l'application des pesticides.

Ils travaillent sur un programme avec des situations dites *extenso* où ils recherchent des rendements d'environ 70 quintaux, ce qui est plus élevé qu'en agriculture biologique. On a vu que les variétés issues de ce programme ont des inconvénients dans les conditions de l'agriculture biologique.

Quelques mots sur les critères de sélection

Nous avons des exploitations avec du bétail donc il est important d'avoir des variétés avec de la paille. Il est important aussi d'avoir des variétés qui couvrent bien le sol et qui soient résistantes aux maladies notamment la carie et les charbons. Du point de vue de la qualité technologique, nous pouvons dire que la qualité du gluten doit être plus prononcée. Nous devons mettre l'accent sur ce critère, notamment, sur le volume du pain et l'extensibilité de la pâte. Assez souvent, les variétés issues de la sélection conventionnelle font des pâtes trop dures. Pour nous, il est primordiale d'avoir des critères sur les aspects nutritifs et notamment la digestibilité des glutens car de nombreuses personnes achètent des produits biologiques pour les aspects nutritionnels. Nous avons démarré un projet avec des personnes qui sont sensibles au blé et au gluten. Les premiers résultats montrent que les variétés biologiques sont bien meilleures que les variétés conventionnelles sur les aspects nutritifs. Nous faisons très attention aux qualités vitales grâce à des méthodes comme la cristallisation sensible et d'autres méthodes associées. Chaque lignée qui est sélectionnée passe dans des essais boulangers où nous dégustons les pains.

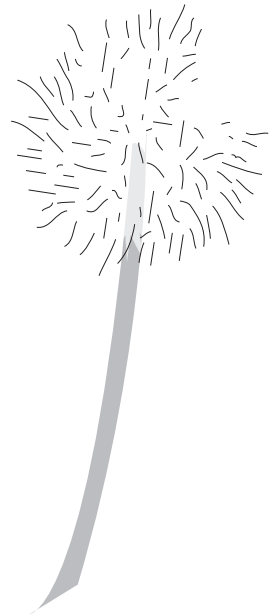
La sélection commence au printemps en repérant les lignées qui ont une végétation forte. Ensuite, il est possible de différencier les variétés sur les critères de la résistance aux maladies (les fusarioses, les septarioses, la carie et les rouilles). Un point important de la sélection est la phase de maturation où la plante passe du vert au jaune paille. Baraselse a expliqué que le miel est une triple transformation du suc de la terre. La plante assimile ce qu'elle prend de la terre, elle macère dans les feuilles vertes, elle digère et distille les extraits de la biomasse verte et le transporte dans les fleurs pour faire le nectar, ensuite, les abeilles peuvent butiner et le transformer encore une fois. Par rapport à cela, j'ai eu l'image que la bonne qualité nutritive des blés pour l'homme est une double transformation du suc de la terre. Cela veut dire que les plantes doivent pousser fortement sur un plan végétatif et développer un feuillage intense, ensuite, elles doivent le transformer pendant la phase de maturation. Tout cela est visible. Si vous regardez les blés, il est très clair que les anciennes variétés ont des facultés plus prononcées que les variétés modernes. Lors du changement de couleur, selon que le changement soit plus bas ou plus haut dans la plante, la qualité ne sera pas la même. Cela est dépendant de l'architecture de la plante. On peut construire l'architecture idéale de la plante qui est le signe d'une qualité supérieure au niveau nutritif. Si tout va bien, on trouve tous ces caractères rassemblés dans les grains. Notre démarche de sélection porte une grande importance à sélectionner les grains. Soit 50 % des épis récoltés sont jetés car les grains ne sont pas parfaits.

Quelques résultats

Nous avons les variétés pollux et ataro qui ont été obtenues et homologuées en 2000 et 2001 en Suisse avec des index respectifs de 124 et 110 points. La qualité boulangère est très bonne et le niveau de rendement de 60 quintaux/hectare. Ces deux variétés sont comparables aux meilleurs variétés issues de la sélection conventionnelle. Nous avons deux autres variétés (wiwa et scaro) qui sont sorties en 2001 et 2002. Lors de leur homologation, elles ont obtenu des index de 138 et 140. Ces variétés ont obtenu les meilleures qualités boulangères en Europe. Les résultats des collègues d'agroscope montrent que les quatre variétés sont dans la classe haute au niveau de la qualité boulangère ou dans la classe 1. Nous avons maintenant, en Suisse, 45 à 50 % des surfaces en agriculture biologique qui sont semés avec ces quatre variétés. La plupart de nos récoltes sont commercialisées dans la maison-co, qui est un supermarché en Suisse. Les variétés sont diffusées en Autriche, Allemagne et en France mais sans être très demandées.

Peter Kunz
Getreidezüchtung
Sélectionneur de céréale bio
Verein für Kulturpflanzenentwicklung
Association pour la recherche autour de la culture des plantes
Hof Breitlen 5
8634 Hombrechtikon
SUISSE
+41 +55 264 17 89
<http://gz.peter-kunz.ch>

APPROCHE GOETHÉENNE DE L'AGRICULTURE BIODYNAMIQUE



La phénoménologie goethéenne
de la nature et la biodynamie

Une expérimentation
de la plasticité du vivant

Témoignage

Jean-Michel Florin

La phénoménologie goethéenne de la nature et la biodynamie

Je présenterai ici la phénoménologie de la nature impulsée par Goethe et Steiner, le fondateur de l'agriculture biodynamique. Cette démarche scientifique globale ou holistique apporte un complément à la démarche analytique.

Mon objectif est de montrer comment cette démarche peut permettre à tout agriculteur ou sélectionneur d'intégrer l'expérience concrète sensible pour approcher les processus dynamiques actifs dans le vivant afin de rencontrer la nature profonde, l'essence des plantes. Ceci donne une base permettant d'anticiper et de suivre la croissance des végétaux, de choisir ou de sélectionner les variétés.

Avant-propos

L'agronomie doit tenir compte de nombreux éléments : le sol, les plantes et les hommes (ou animaux à nourrir). Les méthodes de recherche actuelles sont de plus en plus éloignées de la perception sensorielle directe, de ce que vit l'agriculteur dans son champ avec ses plantes. Et pourtant l'état de santé d'une plante peut être perçu directement par la perception sensible et pas seulement par l'analyse. La qualité d'un aliment n'est pas seulement décrite par l'analyse de ses composants, son effet direct sur le corps lors de sa consommation peut aussi apprendre beaucoup. Il s'agit donc de réhabiliter l'expérience sensorielle concrète dans la recherche.

La phénoménologie de la nature de Goethe, consiste en premier lieu à partir de l'expérience concrète que l'on fait dans la rencontre avec un être vivant. Il s'agit d'intégrer cette expérience et de la réfléchir pour, peu à peu, par des aller-retours entre observation et réflexion, accéder à l'essence de l'être observé.

Cette méthode intègre ainsi le chercheur en tant qu'élément constituant dans son concept méthodique au lieu de l'exclure (idéal de l'observateur externe avec séparation objet/sujet positiviste).

Goethe et la nature

Goethe, fondateur de la phénoménologie de la nature, développée ensuite par Rudolf Steiner, est plus connu comme homme de littérature, bien qu'il fut également un grand scientifique. Ses thèmes essentiels de recherches étaient la théorie des couleurs, la géologie, la météorologie et la botanique.

Dans cette présentation, nous nous concentrerons sur la morphologie, mot créé par Goethe,

qui est pour lui l'étude des formes comme expression de l'être en soi ou de l'essence de chaque plante ou animal, indépendamment de ses fonctions. Il s'agit d'étudier les formes en ce sens.

Goethe nous incite à faire totalement confiance à nos sens dans la mesure où ils sont sains. Il affirme : « L'homme est suffisamment équipé pour tous les vrais besoins terrestres, s'il fait confiance à ses sens et les développe de manière telle qu'ils restent dignes de confiance » (*Maximes en prose 3*). Il va même plus loin : « L'homme en lui-même, dans la mesure où il fait usage de ses sens sains, est l'appareil physique le plus grand et le plus exact qui puisse exister... » (*Maximes en prose 13*). Ceci peut paraître exagéré à l'heure des microscopes électroniques. Mais il existe des exemples très probants. On sait par exemple qu'un bon goûteur de vin peut détecter des falsifications que l'analyse de laboratoire ne détermine pas.

Goethe précise sa pensée en disant : « Les sens ne trompent pas, c'est le jugement qui trompe » (*Maximes en prose 4*). En effet, on parle souvent d'illusion des sens, mais en réalité c'est la pensée, le jugement qui se laissent tromper, pas les sens.

Et il ajoute, refusant tout modèle explicatif, forcément réducteur : « Que l'on ne cherche rien derrière les phénomènes ; ils sont eux-mêmes la doctrine. »

Ainsi, s'appuyant sur toutes les perceptions des sens qu'il exerce pour les rendre toujours plus sensibles, Goethe pratique une approche objective. En voici un bref résumé en prenant l'exemple du végétal abordé par son aspect morphologique :

- l'approche débute par une observation précise et détaillée de la plante en intensifiant les différentes perceptions sensorielles. Pour cela, il faut une attitude ouverte, d'étonnement, tous les sens en éveil. Cette attitude innée chez le petit enfant demande un grand effort de volonté à l'adulte, souvent empli de connaissances qui forment un filtre entre le donné à connaître et la conscience ;

- exerçant cette approche par tous les sens, j'en viens à me demander d'où viennent ces formes. Comment se sont-elles constituées ? La méthode tirée de l'observation de la plante est alors de l'observer dans le temps et dans son milieu. Je ne peux comprendre les formes issues de sa croissance dans le temps et l'espace en ne la regardant qu'à un instant donné. Il me faut observer les différentes étapes de la croissance d'une plante dans son environnement, de la germination de la graine jusqu'à son dépérissement. J'essaie de participer intérieurement au processus de croissance pour ensuite essayer de le recréer en imagination, pour approcher la dynamique spécifique de cette plante. Il faut exercer un mode de pensée vivant pour saisir les processus vivants ;

- Goethe a développé le concept de l'archétype de la plante (aussi appelé plante primordiale). Il pensait que le même principe formateur invisible, mais perceptible par la pensée, agit dans chaque espèce végétale en se spécialisant dans une direction particulière. Il se posait la question : comment puis-je reconnaître que tel ou tel objet est une plante ; toutes les plantes doivent bien avoir quelque chose en commun. Dans chaque objet que nous appelons plante, nous voyons intuitivement l'action de la plante primordiale. Chacun d'entre nous, si on lui demande ce qu'est une fleur, répondra que c'est l'organe où apparaissent en général couleurs et odeurs. Nous avons là une brève idée de la partie fleur de la plante originelle. L'étude de la métamorphose des plantes peut intensifier et préciser cette étape. On constate que de nom-

breuses plantes à fleurs suivent une triple métamorphose : dans les feuilles, puis dans la fleur et dans le fruit – tous ces organes étant formés de feuilles, ce qui est confirmé par la biologie moléculaire moderne. Un lien, une continuité invisible réunit les feuilles. Si l'on compare les feuilles successives, on s'aperçoit que c'est grâce à notre pensée que nous parvenons à trouver la cohésion, le mouvement de métamorphose. C'est-à-dire que dans la plante agit un principe formateur que nous percevons par notre pensée lorsque nous reproduisons intérieurement la succession des feuilles. La pensée est alors employée comme instrument de perception des processus dynamiques ou « forces formatrices » invisibles aux sens (mais perceptibles à la pensée). L'archétype est l'unité de tous ces processus dynamiques présents dans chaque plante, quand elle est en pleine croissance. On pourrait dire que c'est la forme omnipotente, qui est présente réellement mais pas matériellement, dans chaque plante, et qui contient la potentialité de toutes les plantes.

C'est alors que nous pouvons développer, à partir de la forme primordiale, chaque cas particulier (espèce végétale) qui se présente à nous. Ce faisant, nous parvenons à toucher du doigt la nature spécifique, intérieure de la plante.

La métamorphose des plantes pour comprendre les processus dynamiques

La métamorphose foliaire consiste en une expansion des feuilles suivie d'une contraction. On peut différencier cette métamorphose en quatre processus dynamiques : le premier processus de formation de la feuille est un allongement du pétiole, le deuxième est un étalement du limbe, le troisième est une différenciation, une découpe de la feuille, le dernier est la formation d'une pointe, un effilement. Ces processus peuvent se superposer en partie ou s'interpénétrer.

Les deux premiers processus sont centrifuges, typiques de l'expansion végétative de la plante alors que les deux suivants, centripètes, annoncent l'apparition de la fleur : ils caractérisent déjà la contraction reproductive.

On trouve ce type de métamorphose foliaire chez un nombre de plantes assez important, chez les plantes à fleurs essentiellement. La luzerne par exemple, dont le motif de la feuille est tout à fait différent (un motif trifolié) du séneçon, montre aussi chez les premières feuilles un allongement du pétiole, puis sur les feuilles suivantes une extension du limbe. Peu à peu, le pétiole diminue et les folioles se font plus étroites. Au sommet de la tige on arrive à une foliole unique.

Le mouvement qui fait le lien idéal d'une feuille à l'autre n'est pas matériellement visible. Il est pourtant tout aussi réel que les formes matérielles, puisque c'est lui qui a donné naissance aux formes de toutes ces feuilles successives.

On peut approcher la nature de nombreuses plantes en regardant leur motif fondamental. La nigelle a, par exemple, comme motif fondamental le troisième stade : organisation et différenciation de la feuille. Les quatre processus dynamiques agissent, mais avec un motif de base qui est la différenciation de la feuille. Une autre plante, comme la mâche par exemple, part du premier motif (allongement du pétiole), mais elle passe quand même par les quatre processus

formateurs. On peut de cette manière faire le lien entre les plantes et leur environnement. Les plantes qui fleurissent en début de printemps ont souvent des feuilles à pétiole allongé ou à limbe étalé (les deux premiers stades) ; les plantes qui poussent plutôt vers le début de l'été ont un motif organisé-différencié, comme les nigelles par exemple. Celles de fin d'été sont plutôt en pointe (quatrième stade). On peut approcher le caractère des familles de cette manière.

La plante se manifeste dans l'espace par une expansion des feuilles et une contraction. Au-dessus de la tige, apparaissent des fleurs. Chez un certain nombre de fleurs, on voit tous les stades intermédiaires, comme chez le nymphéa. La transition est très progressive entre les sépales et les pétales, les pétales et les étamines, et au centre, on retrouve des feuilles carpellaires, également métamorphoses de la feuille. On trouve une seconde métamorphose avec son expansion (sépales-pétales) et une contraction (pétale-étamines, pistil). Il y a des sauts, mais la transition est vraiment progressive et elle permet de voir que dans la plante, tout n'est que feuille, comme le dit Goethe.

La plante, reflet de son milieu

Les processus qui permettent à la plante de se manifester dans la partie foliaire par la métamorphose sont très variables selon les situations et selon l'environnement de la plante. Des essais expérimentaux ont été réalisés pour mettre en évidence les variations produites par les différences d'environnement. La métamorphose est donc tout à fait capable de manifester les qualités du milieu. Elle nous rend attentifs à deux principes, explique Goethe : la loi interne qui constitue la plante et la loi externe de l'environnement, qui modifie la plante. L'archétype d'une plante est l'expérience que l'on fait de l'unité de toutes les formes créées par une plante, c'est une réalité qui n'est pas visible physiquement.

Perspectives pour l'agriculture

Pour les agriculteurs, cette méthode permet de réhabiliter l'expérience de terrain et de l'utiliser pour une démarche scientifique.

Elle a plusieurs intérêts pédagogiques. On regarde la plante comme un être individuel, on s'intéresse au phénomène concret que l'on a sous les yeux sans commencer par le modéliser ou le nommer.

Cette méthode, qui permet de comprendre la plante en tant qu'être vivant et pas seulement objet matériel, permet aussi de comprendre de nombreuses pratiques de la biodynamie comme l'effet des préparations biodynamiques (bouse et silice de corne) favorisant, l'une, l'expansion végétative et la seconde, la contraction générative. On peut donc raisonner l'équilibre de la plante en terme de processus et anticiper les déséquilibres.

La phénoménologie de la nature permet de développer la capacité à se relier (intérieurement) au phénomène, c'est-à-dire que l'on essaie de reproduire la croissance de la plante intérieurement, en faisant ce lien, en le percevant par la pensée. De cette manière, on sent la plante pousser, et ce, d'autant plus si l'on observe une plante tous les jours. Cette rencontre avec la

nature dans son aspect vivant et dynamique produit un tout autre rapport que celui que l'on a avec un objet inerte qui amène souvent à considérer les êtres vivants comme de simples Lego composés d'éléments interchangeable à volonté. On parvient ainsi à une connaissance intime de l'intérieur des espèces et variétés de plantes dont on perçoit les différences globalement entre elles. Cette connaissance intime donne une base objective pour intervenir avec responsabilité sur la plante en tant que cultivateur ou sélectionneur. Ce point est fondamental car les motifs à l'origine du choix d'une variété et de sélection de nouvelles variétés partent rarement de la connaissance de la plante mais plutôt de critères extérieurs répondant à des besoins agronomiques, technologiques ou économiques.

Avec un tel concept de plante comme processus se déroulant dans le temps et l'espace, ne faut-il pas développer un concept de critères mobiles et dynamiques pour la sélection des plantes ?

Certains sélectionneurs suisses et allemands appliquent cette méthode depuis plus de 25 ans dans leur travail de sélection de variétés adaptées à l'agriculture biologique et la biodynamie.

En France, il y a très peu de recherches dans ces domaines. Depuis 20 ans, l'institut Kepler à Lyon travaille avec des méthodes morphogénétiques. Cet institut s'est spécialisé dans les cristallisations et en ce moment un projet de rapprochement avec le mouvement de culture biodynamique est en cours. Pour élargir et développer ce type de méthode nous sommes à la recherche de partenariats plus larges, autour d'une charte commune.

Bibliographie :

Bockemühl J., *Toward a Phenomenology of the Etheric World*, Rudolf Steiner Press, 1985.

Bortoft H., *La Démarche scientifique de Goethe*, Éditions Triades, 2001.

Goethe J. W. von, *La Métamorphose des plantes et autres écrits botaniques*, Éditions Triades, 1992.

Seamon D. and Zajonc A., *Goethes's Way of Science*, State University of New York Press, 2005.

Steiner R., *Une théorie de la connaissance chez Goethe*, EAR, 1886.

Jean-Michel Florin
Mouvement de culture biodynamique
5, place de la Gare
68 000 Colmar
jm.florin@biodynamie.org

Sylvie Pouteau

Une expérimentation de la plasticité du vivant

J'aborderai ici la question de l'adaptation locale, par laquelle une variété cultivée dans un milieu donné peut évoluer, génération après génération, vers de nouvelles caractéristiques. Parmi les processus possibles, la plasticité joue sans doute un rôle non négligeable, mais encore peu ou non évalué. Mon objectif sera de présenter une approche conceptuelle et expérimentale de ce rôle.

La plasticité comme processus d'adaptation

Vivre, c'est varier. Les sources de variations sont multiples : développementales, génétiques, environnementales. Au cours de sa croissance et de son développement, tout organisme est appelé à se transformer en déroulant une biographie qui lui est propre, une trajectoire de vie individuelle liée aux conditions initiales et aux perturbations multiples rencontrées. Ceci se traduit par une variabilité inter-individuelle à génotype et milieu constants. Le polymorphisme moléculaire au niveau des séquences d'ADN et de tous les composants cellulaires constitue une deuxième source de variations : la diversité. Enfin, le milieu influe sur l'expression des caractéristiques génétiques et développementales : c'est ce qu'on appelle la plasticité phénotypique, qui peut être décrite par des normes de réaction aux variations d'un facteur du milieu.

La plasticité, au sens large, est la capacité à être modelé par le milieu : milieu parental au cours de l'embryogenèse et milieu externe au cours du développement postembryonnaire. À ce titre, le milieu peut donc être considéré comme faisant partie des organismes vivants. La notion de phénotype se trouve ainsi élargie à l'ensemble des expressions spécifiques possibles à partir d'un type donné. La plasticité est une propriété dynamique qui s'inscrit dans une histoire, un déroulement biographique, en laissant une empreinte, une mémoire des conditions rencontrées. Au cours du développement embryonnaire, des effets maternels sont enregistrés : influence des conditions rencontrées par la mère, impacts biophysiques et nutritionnels en particulier. Par la suite, le milieu externe agit directement sur le développement et la métamorphose de la plante en croissance, jusqu'à l'élaboration des gamètes.

Au moment de la fécondation, deux histoires parentales se rencontrent, chacune avec son empreinte propre, en sorte que l'expression de nouveaux caractères peut être transmise d'une génération à l'autre. Cette transmission peut être transitoire et la mémoire sera réinitialisée après une génération. Elle peut se prolonger sur plusieurs générations par assimilation des

nouveaux caractères. C'est ce que je qualifierai d'adaptation par plasticité. Il existe quelques cas expérimentaux bien décrits, en particulier chez le lin, le sorgho, et l'épica.

L'émergence comme cadre conceptuel

L'adaptation locale est généralement interprétée et étudiée comme étant le résultat d'une sélection naturelle s'exerçant sur des variations préexistantes. Cette explication néodarwiniste conduit à ne prendre en compte que les variations s'exprimant au niveau de populations. Les conclusions sont établies sur la base de corrélations quantitatives de prolificité et/ou viabilité et de structuration génétique. Mais aucune conclusion ne peut être tirée quant au devenir individuel. Pour mettre en évidence l'assimilation de nouveaux caractères au cours de l'adaptation par plasticité, il faut soit partir de populations totalement uniformes génétiquement ou suivre l'évolution de chaque individu.

Le cadre néodarwiniste s'avère inadapté pour une compréhension du phénomène d'adaptation par plasticité. Celle-ci nécessite d'autres outils conceptuels que l'on peut qualifier de systémiques, émergentistes, ou holistes. Les systèmes vivants présentent des phases d'évolution, croissance ou développement, dites critiques. Ces phases sont hypersensibles à des perturbations endogènes ou externes et capables de conduire à des réorganisations structurales et fonctionnelles. Ces réorganisations peuvent permettre une assimilation de caractères grâce aux propriétés épigénétiques et auto-organisationnelles des systèmes vivants.

De l'ancien modèle où l'équation gène-fonction prévalait, on est aujourd'hui passé à une vision plus dynamique : l'épigénétique nous montre que le génome est plastique et que son expression est modulée par des remodelages induits par le milieu. Du point de vue de la biophysique, l'information ne peut être isolée de l'ensemble des constituants : elle est nécessairement distribuée sur tous les composants biologiques du fait des interactions physiques et thermodynamiques. Ce qui affecte une partie du système se répercute sur l'ensemble (le local est finalement global). Il existe des seuils d'échelle, taille ou complexité, au delà desquels un système ne peut continuer à fonctionner sur le même mode et bascule dans un nouvel état avec de nouvelles propriétés non déductibles des propriétés antérieures : c'est la définition de l'émergence. Dans ce contexte, il devient nécessaire de repenser l'évolution des systèmes biologiques non plus de manière causale linéaire, mais en fonction de dynamiques non-linéaires, dont les propriétés sont émergentes et auto-organisationnelles.

Une étude de la plasticité chez le blé tendre

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un projet PICRI (partenariats institutions-citoyens pour la recherche et l'innovation) financé par le conseil régional en Île-de-France, en collaboration avec Isabelle Goldringer à l'INRA du Moulon et en partenariat avec le réseau Semences paysannes et Nature & progrès. Dans ce projet, notre objectif est de rechercher les conditions

d'une adaptation par plasticité et d'évaluer son importance pour la sélection de variétés locales de blé tendre.

Je donnerai ici quelques illustrations de ce travail commencé il y a deux ans. Dans une étape préliminaire, nous avons comparé le comportement de 15 génotypes obtenus à différents moments de l'histoire de la sélection du blé tendre. Ces génotypes ont été cultivés dans plusieurs environnements, au champ et dans des chambres de culture permettant un contrôle des conditions climatiques, avec différents apports en vernalisation et en photopériode. La plupart des génotypes ont montré des besoins en vernalisation et en photopériode longue. Cette étude a permis de préciser la généalogie des caractères phénologiques de ces génotypes.

Plus spécifiquement dans le cadre du projet PICRI, nous nous sommes intéressés à un génotype, concorde, choisi en fonction de ses caractéristiques phénologiques et de rapidité de croissance. Un des objectifs était de comparer plusieurs descendance, obtenues précédemment dans des milieux contrastés, dans un même milieu. Des différences significatives ont été observées pour le lot obtenu dans des conditions très défavorables (vernalisation et jours courts). Cette mémoire des conditions antérieures peut être interprétée comme un effet maternel. Pour évaluer son éventuelle pérennisation par assimilation, l'expérimentation devra être poursuivie à la génération suivante. Le lot maintenu dans les mêmes conditions que les parents n'a montré aucun changement significatif. Pour mettre en évidence un éventuel effet dépressif en conditions monotones, il sera là aussi nécessaire de poursuivre l'étude sur plusieurs générations.

En parallèle, nous avons cherché à identifier des phases critiques de développement en appliquant des perturbations externes à différents temps de la croissance. Ces perturbations étaient de deux types : passage au froid ou à l'obscurité pendant plusieurs jours. Les principaux effets communs aux deux *stimuli* employés apparaissent au cours du pré-tallage, qui coïnciderait avec la période de transition florale. L'extrême plasticité de cette phase du développement, au carrefour de l'expansion végétative et de la contraction reproductive, vient appuyer cette hypothèse, également suggérée par les études d'adaptation chez le lin et le sorgho. L'enregistrement d'une mémoire environnementale durable par perturbation au cours de cette phase reste à explorer par une étude au cours des générations successives.

Retour sur le choix épistémologique

L'approche adoptée dans notre expérimentation suit une logique hypothético-déductive, qui s'impose communément comme référence de scientificité académique. L'hypothèse étant posée *a priori*, elle conditionne la méthodologie employée et le type de conclusions qui peuvent en être tirées. En particulier, les dispositifs expérimentaux ont été conçus pour permettre une analyse des données par ANOVA (analyse de la variance). L'ANOVA est en soi un modèle théorique, déterministe et linéaire, qui présuppose que la variation phénotypique peut être décomposée de façon additive en composantes génétiques, environnementales, en interactions génotype-environnement, et résiduelles qui sont supposées n'avoir aucune signification biologique. Notre approche est aussi basée sur une réduction de la réalité naturelle, en particulier

par le contrôle de tous les facteurs expérimentaux dans des milieux de culture artificiels et uniformes.

La démarche hypothético-déductive s'appuie sur une logique mécaniste et une automatisation conceptuelle concentrée autour de la métaphore du vivant-machine. Je voudrais donc finir cette présentation en soulevant quelques interrogations sur les limites d'un tel cadre par rapport aux objectifs poursuivis. Est-il possible à l'intérieur de ce cadre d'explorer des concepts non mécanistes, que j'ai qualifiés précédemment de systémiques, émergentistes, ou holistes ? En particulier, ce cadre se prête-t-il à l'étude de la plasticité par adaptation ? D'autre part, les conclusions obtenues en milieux artificiels sont-elles transférables en milieux naturels ? Sont-elles utilisables à l'intérieur d'approches inductives menées en parallèle en sélection participative ?

L'ensemble de ces interrogations me conduit à une question de fond, qui est celle de la pertinence épistémologique des méthodes d'investigation utilisées en regard des objectifs choisis. Les choix opérés s'organisent autour d'un système de valeurs, qui fonde l'autorité scientifique de ces méthodes. Peut-on légitimer des travaux menés en dehors du cadre de scientificité hypothético-déductif, et comment ? Quels moyens peuvent et doivent être accordés à l'approfondissement de cette question par une évaluation épistémologique appropriée ?

Sylvie Pouteau
UR biologie cellulaire
INRA Versailles
sylviepouteau@versailles.inra.fr

Cela fait 20 ans que je travaille près du lac de Constance avec les paysans. La cause de mon orientation professionnelle, c'est que je suis biochimiste de formation et je me suis confronté aux biotechnologies. J'ai donc recherché d'autres voies, notamment avec l'agriculture biodynamique.

L'agriculture bio et biodynamique considère une ferme comme un organisme vivant et comme une individualité.

Ici, on se pose la question, comment cet organisme peut se développer et comment toutes les plantes et les animaux qui vivent avec cet organisme peuvent se développer. C'est pour ça qu'on a comme idéal de garder et entretenir des semences de ferme. Aujourd'hui, nous sommes dans une toute autre époque. Autrefois, nous avions des variétés locales qui avaient une apparence très différente.

Par exemple, une variété de ferme du sectionneur Peter Jacoby qui a gardé très longtemps une variété, dont j'ai pris des graines.

C'est une variété assez haute. Il a réalisé un mélange avec une variété moderne et il est arrivé à cette variété.

Chez un sectionneur traditionnel, les variétés ont une toute autre allure. Il faut se demander ce qui se passe quand on diminue la taille d'un blé de moitié.

Je vais présenter brièvement ce qu'on peut faire pour conserver une variété de ferme. Ici, je vais montrer comment une variété des années 60, diplomate, se transforme en variété de ferme. Une méthode pour conserver ou forcer une variété de ferme, c'est de semer très tard. On essaie de semer le plus tard possible : en décembre au lieu d'octobre. Cette variété, en 1988, a été semée pour la moitié en octobre, pour l'autre en décembre et, l'année d'après, on mélange les deux et on les sème en même temps. Un autre exemple, la différence entre semis précoces et tardifs produit un effet dû à la différence de dates de semis. L'effet se conserve encore cinq ou six ans bien qu'on ait continué à semer à la même date.

L'autre possibilité est de faire une sélection sur la variété renan qui est courte. Elle est sélectionnée à la ferme sur la hauteur de paille et la variété de ferme est devenue longue.

Comment conserver dans la durée une telle variété de ferme ?

On a une grande variabilité de la semence de ferme mais il y a un risque de dégénérescence de la variété. Par exemple, dans cette variété de ferme tous les épis n'étaient pas mûrs en même

temps donc cela était un soucis pour la moisson. Donc, j'ai commencé à sélectionner des épis choisis dans les champs. Par exemple en 2007, 150 épis sont sélectionnés et semés en une ligne où on peut les choisir. On voit certains types pas intéressants, et l'année suivante ne restent que 140 types. Chaque type est semé sur 2 × 2 m, on peut mesurer le rendement et la qualité boulangère. Ainsi à la fin, il nous reste 15 types qu'on continue de conserver. Avec toutes les variétés, nous réalisons un test des variétés en semant à chaque fois dans trois parcelles d'un mètre carré. On fait la moisson avec une petite moissonneuse adaptée.

On a, de la même manière, testé une variété de ferme, le probus, et à partir de lui on a sélectionné karneol qui a une tige plus rouge, c'est une variété à barbe, issu d'un épi sélectionné de probus en 1999. À partir de cet épi on a trouvé une très grande diversité. Cette variété à barbe sombre a une teneur en gluten très élevée mais un gluten tendre proche de l'épeautre.

Le problème quand, on a les variétés c'est comment les cultiver légalement et comment les mettre sur la table du consommateur. Nous n'avons rien inscrit pour l'instant.

Nous espérons depuis 1998 que la proposition de la FAO de faire que la conservation des ressources génétiques soit reconnue, mais on attend toujours que cela sorte des tiroirs à Bruxelles. Dans ce cas-là, on pourrait donner ou vendre la semence de cette variété.

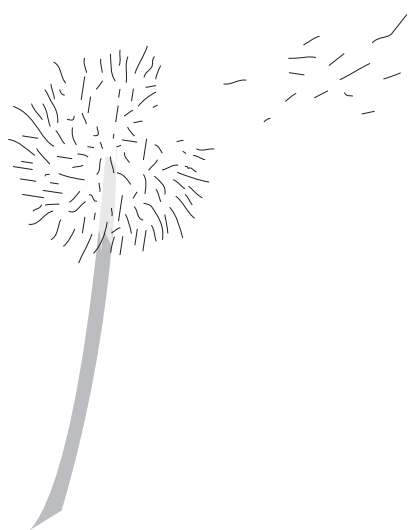
Le service d'inscription des variétés a donné une autorisation d'échanger ces semences. Nous avons mis au point une marque puisque quatre boulangers utilisent les variétés de ferme de ce groupe de paysans. Cela donne une collaboration régionale, 15 fermes, les boulangers et les consommateurs.

On est dans une petite production de 50 hectares. Nous multiplions aussi la semence de base pour les paysans.

Pour chaque variété, on a une petite parcelle. On y a fait une sélection négative, on retire tous les épis qu'on ne veut pas et ensuite, on multiplie. Après, on peut cultiver 20 à 40 hectares, c'est-à-dire 60 à 120 tonnes, 60 à 120 000 kilos de pains par an, 400 pains par jour.

Berthold Heyden
Sélectionneur bio
Graf Keyserlingk Institut
Am Bergle 10
88682 Salem-Obestenweiler
07544-71371
saatgut@t-online.de

*SÉLECTION PARTICIPATIVE
ET DEVENIR JURIDIQUE
DES VARIÉTÉS*



L'exemple du blé dur
pour l'agriculture biologique

Réflexion sur la sélection participative
et le contexte juridique actuel

Les maisons de la semence

**Dominique Desclaux
et
Jean-Jacques Mathieu**

L'exemple du blé dur pour l'agriculture biologique

Contexte

En raison de la non-adéquation entre la qualité du blé dur biologique récolté et le cahier des charges de la filière en aval, agriculteurs et chercheurs se sont engagés dans un programme d'évaluation et de sélection variétale en conditions biologiques, mené chez et avec les producteurs dans deux territoires contrastés de la zone traditionnelle de production de blé dur : le Lauragais et la Camargue. L'enjeu de ce projet de sélection participative en partenariat était d'intégrer dès l'amont de la sélection l'ensemble des acteurs de la filière (producteurs, collecteurs, transformateurs, consommateurs) de façon à prendre en compte les objectifs, les contraintes mais aussi les compétences de chacun. Le blé dur est rapidement devenu un des modèles permettant d'aborder plus largement les contraintes techniques, socio-économiques et juridiques de l'agriculture biologique et d'une sélection participative.

Devenir juridique des variétés

« Le droit peut influencer l'innovation : l'encourager ou l'inhiber, mais aussi jouer un rôle neutre. Il est important d'analyser si la réglementation pose des obstacles à la bonne réalisation de la sélection participative, car comme le démontre Eric von Hippel dans son livre *Democratizing Innovation*, l'innovation par les utilisateurs – qu'il soit un individu ou une entreprise – est complémentaire à l'innovation des producteurs (*manufacturers*), et elle est nécessaire. Nécessaire, notamment parce qu'elle peut répondre à des marchés de niches ou des besoins particuliers, auxquels le marché ne saurait répondre. Il faut faire attention à ce que la politique gouvernementale et la réglementation ne favorisent pas l'une de ces deux innovations par rapport à l'autre [...] »

Shabnam Anvar

À travers l'exemple de variétés pour l'agriculture biologique issues de sélection participative, deux problématiques sont identifiables : l'une liée aux variétés et à leur adaptation pour l'agriculture biologique et l'autre liée au caractère participatif de la sélection.

Cadre réglementaire des variétés pour l'agriculture biologique

La réglementation française n'autorise pas la production et la diffusion de semences de variétés non-inscrites au catalogue des semences et plants. Or, pour être inscrites au catalogue national ou européen, les variétés sont évaluées dans le réseau national du CTPS et doivent répondre aux critères DHS (distinction, homogénéité, stabilité) et VAT (valeurs agronomiques et technologiques). La pertinence de ces critères et des dispositifs sera discutée dans un contexte de diversification des systèmes de culture et des attentes des agriculteurs et consommateurs. L'évolution des dispositifs d'évaluation en réponse à la demande faite sur une lignée blé dur adaptée à l'agriculture biologique issue du programme de sélection participative sera présentée. Enfin les enjeux européens concernant les évolutions de la réglementation sur les semences seront discutés, en prenant en compte les problématiques liées au niveau de diffusion visé (large *versus* local), au marché (circuit court *versus* circuit long), au type d'agriculture (industrielle *versus* paysanne) et aux objectifs (homogénéité *versus* diversité).

Cadre réglementaire des variétés issues de sélection participative

Deux questions principales seront abordées, concernant notamment les acteurs de la sélection : « La lecture de la réglementation en matière de fraudes, de commercialisation, de propriété intellectuelle et de droit rural, en droit français et communautaire offre des conceptions différentes des acteurs de la sélection végétale. Mais elles convergent, en ce sens qu'aucune ne soumet la qualification de sélectionneur ou obtenteur à un agrément préalable, comme c'est souvent le cas en droit agricole. » Le droit communautaire, définit l'obteneur comme « la personne qui a créé ou qui a découvert et développé la variété, ou son ayant droit ou ayant cause » (S. Anvar). Le cadre juridique pour la reconnaissance de l'implication de divers acteurs sera abordé. Ce cadre étant étroitement lié à celui du droit de la commercialisation et de la production des semences, des questions non seulement réglementaires mais aussi de faisabilité économique seront discutées.

Dominique Desclaux
INRA Montpellier
desclaux@supagro.inra.fr

Jean-Jacques Mathieu
Agriculteur dans l'Aude
jeanjacques.mathieu2@wanadoo.fr

Riccardo Bocci

Réflexion sur la sélection participative et le contexte juridique actuel

Avant tout, je voulais vous annoncer la création du réseau Semences paysannes en Italie. Ce n'était pas tant qu'il manquait d'initiatives mais nous sommes maintenant une association formelle.

Sur la sélection participative et le devenir juridique, il faut d'abord savoir de quoi nous parlons mais aussi savoir quel est le but de notre travail d'un point de vue éthique. Une récente publicité italienne pour les pâtes Barilla montre un paysan qui dit : « Je fais un blé unique pour la Barilla. » De l'autre côté, on peut voir, dans les champs, les multiples variétés qui servent aussi à faire des pâtes. C'est très important de choisir quel modèle agricole nous souhaitons. Il est très clair que nous travaillons pour conserver, renouveler et valoriser la gestion dynamique de la biodiversité à la ferme. Il faut avoir cela en tête quand on parle de propriété intellectuelle et de lois sur les semences.

La situation en Europe est double. D'un côté, nous avons Bruxelles qui parle de la directive sur les variétés de conservation et un plan d'action pour la biodiversité agricole, et de l'autre côté, il y a l'UPOV 91 qui veut éliminer le privilège des agriculteurs et renforcer la propriété intellectuelle. Nous avons donc deux choses complètement différentes : d'un côté, la biodiversité et de l'autre, l'industrie. On dit souvent que la sélection participative marche bien pour les pays du Sud et les paysans pauvres mais, en Europe, nous avons l'agriculture moderne et industrielle. Le schéma de sélection participative ne fonctionne donc pas.

La provenance des semences en Europe (Le Buanec, 2005, modifié) :

Pays	Culture	Semences certifiées	Semences conservées à la ferme	Semences illégales
France	Blé	58	42	
Allemagne	Céréales	54	40	6
	Pomme de terre	44	56	
Pologne	Blé	7	93	
	Avoine	5	95	
Angleterre	Blé	51	31	18
	Orge d'hiver	55	15	30
	Orge de printemps	66	14	20
	Haricot	37	18	45

Pays	Culture	Semences certifiées	Semences conservées à la ferme	Semences illégales
Italie	Blé dur	90	10	
	Blé tendre	70	30	
	Luzerne	75	5	20
	Orge	80	20	
Hollande	Pomme de terre	61	39	
	Céréales	65	35	
Finlande	Céréales et légumineux	30	47	23
Suède	Céréales	72	28	
	Pommes de terre	35	65	

Le tableau de la provenance des semences en Europe nous montre qu'effectivement, il y a une partie des semences qui est bien certifiée mais il y a aussi une partie qui ne l'est pas et qui est reproduite à la ferme. C'est ce que nous appelons le système informel de production de semences qui est considéré par l'industrie comme illégal. Quand on regarde la situation italienne dans ce tableau, il semble qu'il n'y a pas de semences à la ferme. Tout le blé dur serait acheté et certifié mais ce n'est pas la vérité.

Même en Europe, les mythes du progrès en agriculture moderne ne marchent pas. Nous avons encore un système informel qui produit des semences à la ferme même si ce n'est pas le même niveau qu'en Afrique ou en Amérique du Sud. Notre but est de conserver, renouveler et valoriser la biodiversité cultivée. Il faut savoir que la recherche, les droits de propriétés sur les semences et les lois sur les semences ont mis en œuvre une séparation des tâches en agriculture avec d'un côté, la production de produits alimentaires (blés, pommes...) et de l'autre, la production de semences. Si nous voulons rassembler ces deux choses, c'est-à-dire remettre les semences dans les champs des paysans, il faut travailler au même niveau sur les lois autour des semences, sur la recherche et sur les droits de propriétés intellectuelles. Après des résultats en recherche participative, on peut faire un hybride où on protège le résultat avec une sous-propriété intellectuelle. Nous voyons que nous continuons la séparation produits/semences. Il faut donc faire quelque chose qui fonctionne ensemble et au même niveau (recherche, législation sur les semences et la propriété intellectuelle).

Pour cela, il faut identifier qui a produit l'innovation dans les champs ? Qui a réalisé la recherche ? Est-ce le paysan, le chercheur ou les deux conjointement ? Les droits de propriétés intellectuelles ont été mis en place pour favoriser l'innovation. Ce n'est pas une chose naturelle. Si nous sommes capables de dire que l'innovation est informelle, faite de nature collective entre paysans, alors il est clair que les droits de propriétés actuels ne sont pas adéquats pour ces pratiques. Ils ne favorisent pas l'innovation et la recherche paysannes sur les semences. Il faut aussi que la législation évolue car elle n'est pas naturelle. Cette législation a été faite pour protéger la qualité des semences. Nous avons vu qu'il était possible que des paysans produisent

leurs semences avec une bonne qualité. La qualité peut être très bien gérée par les paysans eux-mêmes.

L'autre chose que nous pouvons observer en travaillant avec les pays du Sud, c'est que le système des lois sur les semences que nous avons mis en place en Europe (certification, UPOV 91, catalogue de variétés), va être mis en place dans les pays du Sud. Ce qui est terrible pour ces pays.

Quand on parle de biodiversité agricole, recherche et innovation paysannes, il faut prendre en compte le marché pour lequel on travaille. On travaille pour la qualité des aliments. Paradoxalement, c'est la qualité des pâtes qui a éliminé la biodiversité agricole du blé dur. L'entreprise Barilla veut seulement un type de pâtes avec une qualité industrielle. Aujourd'hui, si on parle d'une seule qualité, c'est la qualité industrielle qui va s'imposer pour tout le monde. C'est pour cela qu'il faut évoquer toutes les autres possibilités. C'est important de savoir quel autre système de qualité nous pouvons construire pour les produits issus des variétés paysannes.

Nous avons vu qui produit l'innovation variétale. Ce sont les paysans eux-mêmes qui la produisent. Quand on regarde le *pedigree* d'une variété de riz, comme par exemple l'IR 36 qui a été produite pendant la révolution verte, on voit que cette variété a été produite à partir de nombreuses variétés locales venues de différents pays d'Asie. Le problème est maintenant de savoir qui est le propriétaire de cette variété : les agriculteurs qui ont réalisé les derniers croisements ou tous les autres. Pendant la révolution verte, la variété n'était pas protégée. Elles appartenaient au domaine public et les paysans ont pris la variété moderne pour en faire autre chose. Si vous allez aux Philippines aujourd'hui, vous pourrez voir des variétés de riz produites à partir des variétés modernes que les paysans ont fait évoluer et ensuite sélectionnées. Les variétés modernes sont devenues différentes mais s'il y avait un certificat d'obtention végétale (COV), ces variétés de riz ne pourraient pas exister. À cette période, il y avait une réciprocité entre les chercheurs et les paysans, c'est-à-dire que la recherche publique travaillait également gratuitement. Les variétés modernes pouvaient être utilisées par les paysans telles quelles ou dans l'optique de réaliser une sélection paysanne. Aujourd'hui, la réciprocité n'existe plus ; ni le paysan qui œuvrait pour la biodiversité gracieusement ni les chercheurs qui réalisaient des variétés modernes. C'est la raison de nos problèmes actuels.

Il faut imaginer de nouveaux schémas. René Salazar – et d'autres – dans un article, analysait la possibilité de créer un nouveau système pour les variétés issues de la sélection participative. Il propose de passer de la notion de propriété à la notion de reconnaissance et de protection, c'est-à-dire qu'il est plus important de protéger les variétés locales. Et ce, dans la mesure où il serait possible d'utiliser les variétés locales sans se référer aux créateurs-sélectionneurs mais plutôt aux communautés. Il ne s'agit pas de donner des droits individuels sur des variétés mais plutôt des droits collectifs. On change la manière de penser la propriété intellectuelle et privée. Au lieu de parler de catalogue de variétés, nous commençons à parler d'un registre de variétés paysannes ou issues de la sélection participative. Il faut passer des critères de distinction, homogénéité, stabilité à l'identification de la variété. Ce que dit aussi Salazar, c'est qu'il faut

drait appliquer l'exception pour la recherche au travail du paysan, c'est-à-dire, que si l'UPOV 91 dit qu'il est impossible d'échanger des semences ou de faire des croisements à la ferme, on doit reconnaître que le paysan peut être chercheur. Cette exception qui existe pour la recherche doit être étendue aux paysans pour leur donner la possibilité d'avoir accès à la biodiversité agricole, de faire de la recherche et d'élaborer leurs propres variétés.

Sur l'identification des variétés, différentes régions italiennes ont fait des registres pour les variétés locales. Ils sont très différents du catalogue officiel. Ils reprennent les critères suivants : le nom de la variété et la variété du point de vue complexe ; la partie génétique mais aussi la culture associée à la variété, c'est-à-dire tout ce qu'on peut faire avec cette variété. Cette notion est importante en Italie, notamment pour les variétés potagères. Chaque variété a une utilisation différente. Il y a des haricots qui servent à faire la soupe et rien d'autre. Ces données sont inscrites sur le registre.

C'est important de regarder au niveau international. Nous avons parlé de l'Europe et des lois qui empêchent l'échange de semences mais il y a toujours un système informel semencier. Il faut imaginer un nouveau cadre juridique pour protéger les échanges paysans et les innovations paysannes. Nous avons un traité international qui traite de ce sujet, notamment les articles 6 et 9 du traité international sur les Ressources phytogénétiques pour l'agriculture et l'alimentation (TIRPAA). Ce traité explique clairement que les pays signataires doivent réaliser des actions en faveur de la biodiversité. L'article 6 évoque de nombreux axes de travail que peuvent réaliser les différents réseaux Semences paysannes en Europe. Pourtant ce traité international doit encore être ratifié par les États. L'article 9 est beaucoup plus complexe : il dit que chaque pays peut mettre en place ou non une législation sur le droit des paysans. Celui-ci n'est pas obligatoire contrairement à l'article 6. Nous avons vu, en novembre lors de la dernière rencontre du traité à Rome, que les pays européens ne voulaient pas mettre le mot « paysan » dans n'importe quel document. Pour les pays du Nord, le traité n'est pas fait pour les paysans d'Europe. Ils pensent que cela concerne uniquement les paysans du Sud car en Europe, les paysans ne seraient plus des paysans mais des exploitants agricoles. La France et l'Allemagne ont tenté de bloquer les négociations du traité et il a été difficile de trouver un accord avec eux pour établir une position européenne qui resterait assez ouverte aux pays du Sud. Chacun devrait aller voir le gouvernement avec l'article 6 du traité et lui demander : « que fait-on ? » Les prochaines rencontres du traité seront début 2009 en Tunisie. Chaque pays doit présenter sa position sur l'article 6 et 9.

Quand on parle d'agriculture et de plantes, on s'aperçoit que l'aspect culturel est très important. Eduardo Galeano a raconté ce qui se passe au Mexique entre le maïs et l'homme : « L'homme fait de maïs, fait le maïs. L'homme crée par les substances et les couleurs du maïs, fait un berceau pour le maïs, le recouvre de terre fertile, le libère des mauvaises herbes, l'arrose et lui dit des mots d'amour. Quand le maïs est prêt, il le moud avec la pierre, il lui rend honneur et le donne à l'amour du feu et le mange afin que le maïs puisse continuer à se promener à l'intérieur de l'homme de maïs sur terre, sans mourir. » Aujourd'hui encore, on peut dire que les paysans mexicains sont faits de maïs. En Europe, il y a un tableau fait par Arcimboldo au xvi^e siècle qui n'est pas très différent de la vision du paysan du Mexique. Il s'agit d'un tableau

qui se regarde, dans un sens, comme un homme formé de légumes et dans l'autre sens, comme le potage que l'homme manger. Tout cela pour dire que les hommes sont constitués de ce qu'ils cultivent et mangent.

Les liens sont très étroits entre l'homme et la plante. Cela vaut aussi pour nous en Europe.

Riccardo Bocci
Association italienne
pour l'agriculture biologique
Rete semi rurali



L'objectif de cette maison est de mettre à l'abri de toutes sortes d'accidents de culture, le patrimoine génétique du programme et des agriculteurs qui auraient en leur possession des variétés de populations uniques ou adaptées à leur terroir depuis des années.

Dans notre souci de développer la sélection dans les fermes avec un lien fort au terroir, de nombreuses « maisons » locales devraient voir le jour. Deux projets sont en cours, un en Dordogne, et l'autre en Pays basque.

Le concept « maison de la semence » part de l'idée suivante : la place véritable de la semence se trouve en culture dans les fermes, car c'est le seul endroit où elle est à la fois en situation de production, d'évolution et de conservation.

À partir de ce constat, les lieux de stockage deviennent provisoires mais indispensables, car la quantité de variétés végétales perdues au cours du temps et sur l'ensemble des continents est inestimable. En ces lieux, il s'agit de mettre la semence à l'abri de toutes les causes possibles de détérioration ou de perte.

C'est en quelque sorte un système d'assurance que nous pouvons décliner de la façon suivante :

- après le semis, l'agriculteur conserve une partie de sa semence de l'année en cours dans un endroit sec, frais, aéré et à l'abri des parasites ;
- s'il le peut, il conserve aussi un petit stock dans un congélateur – ceci peut durer plusieurs années ;
- adhérent à une maison de la semence locale, il y déposera une quantité représentative de sa ou ses variétés. Une partie pourra être conservée sur place et une autre mise à la disposition d'un ou de plusieurs autres adhérents dans les conditions cadrées par le règlement intérieur de celle-ci.

Il est entendu que la conservation sur le long terme n'est pas l'objectif premier, mais bien un moyen de conserver des variétés en cas d'accident. En effet, il est très important que celles-ci vivent un cycle de culture complet chaque année afin de ne pas perdre le fil de la vie et ainsi s'adapter à tous les changements qu'ils soient climatiques, agronomiques ou autres.

Cette maison accueille pour le moment une vingtaine d'espèces. Elle ne compte pas moins de :

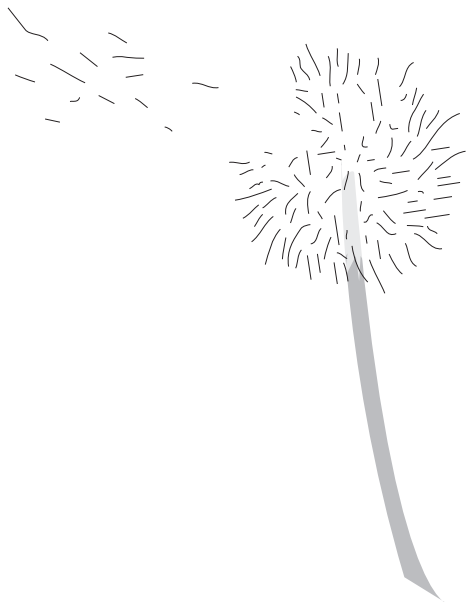
- 130 populations de maïs,
- 15 populations de tournesol,
- 5 populations de soja,

10 populations de blé,
2 populations d'épeautre,
3 populations d'orge,
2 populations de seigle,
21 populations de haricot,
5 populations de luzerne,
2 populations de féverole,
2 populations de sainfoin,
et quelques populations légumières.

Le stockage est réalisé dans des bocaux de verre, et différents types de conservations sont actuellement en cours. La gestion se fait sur document papier et micro-informatique.

Pour tout dépôt ou toute recherche de graines, contacter le principal gestionnaire de la maison de la semence : Maxime Lete, AgroBio Périgord, 05 53 35 88 18.

Bertrand Lassaigue
Agriculteur en Dordogne
Bio d'Aquitaine
Tel/ fax : 05 53 35 09 61



SÉLECTIONS PAYSANNES DE BLÉS ANCIENS

Gestion dynamique
et sélection à la ferme

Témoignage

Sortir les graines
de Gatersleben

De nombreuses études des systèmes agricoles traditionnels dans les pays du Sud ont montré que les pratiques paysannes de gestion des semences étaient la clé de l'adaptation locale tout en maintenant la diversité génétique, grâce à la coexistence dans les populations de tous les mécanismes évolutifs : sélection, dérive génétique, migration, mutation (Smith *et al.*, 2001 ; Almekinder *et al.*, 2000 ; Louette *et al.*, 1997 ; Bertaud *et al.*, 2001 ; Elias *et al.*, 2001 ; Alvarez *et al.*, 2005). Ainsi, ces pratiques peuvent être décrites comme une gestion dynamique. Si la nécessité de conduire en simultané et dans le même compartiment la conservation de la diversité, la sélection des populations et la production, par les paysans est reconnue au niveau international dans l'*International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture* (2004), ce n'est pas le cas dans les pays industrialisés et notamment en France. Cela se traduit dans la réglementation sur les semences, mais également dans la vision du BRG (bureau des ressources génétiques), à travers la charte nationale pour la gestion des Ressources génétiques : « Dans les conditions de la France, où l'organisation de la filière des semences a suivi l'évolution du monde agricole, la conservation à la ferme, définie au niveau international, ne semble pas devoir jouer un rôle notable. Il faut cependant souligner ici l'absence de réelle garantie quant à l'identité et à la stabilité génétiques des ressources ainsi maintenues. »

Je souhaite ici plaider pour la nécessité d'intégrer les trois fonctions liées aux semences : production, sélection et conservation dans une approche commune menée par les paysans, qui doit permettre à la fois :

- le développement de variétés/populations locales adaptées à des conditions spécifiques, des terroirs, des pratiques, des modes de valorisation, des aspirations différentes ;
- le maintien des processus d'adaptation et d'évolution des espèces cultivées et la conservation de la diversité à différents niveaux ;
- la conduite d'une activité de production à partir de ces ressources qui doit assurer la durabilité/pérennité de cette gestion.

Dans une étude conduite dans le cadre d'un projet soutenu par le BRG sur une variété de blé (rouge de Bordeaux) cultivée à la ferme et conservée en banque de graines, nos résultats préliminaires montrent que les variétés-populations cultivées à la ferme peuvent développer des caractéristiques différenciées en réponse aux conditions environnementales contrastées et aux pratiques paysannes de gestion. La poursuite de cette étude permettra d'établir le lien entre sélection paysanne et, adaptation locale et gestion de la diversité.

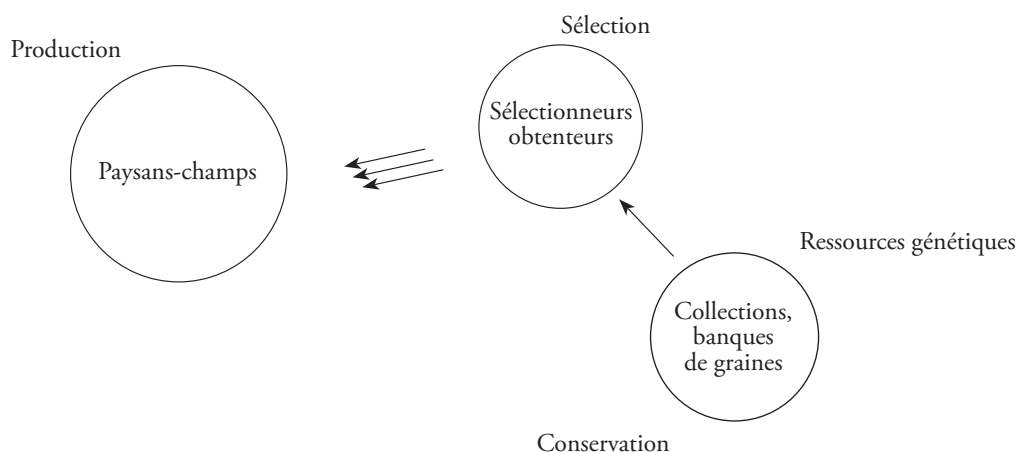
Si l'évolution et l'adaptation locale des populations de blé en réponse à la sélection naturelle

dans des environnements contrastés ont bien été démontrées (Goldringer *et al.*, 2001 et 2007), les pratiques paysannes de gestion et de sélection sont en train de se construire en France s'inspirant des expériences dans les pays du Sud et des savoirs paysans locaux.

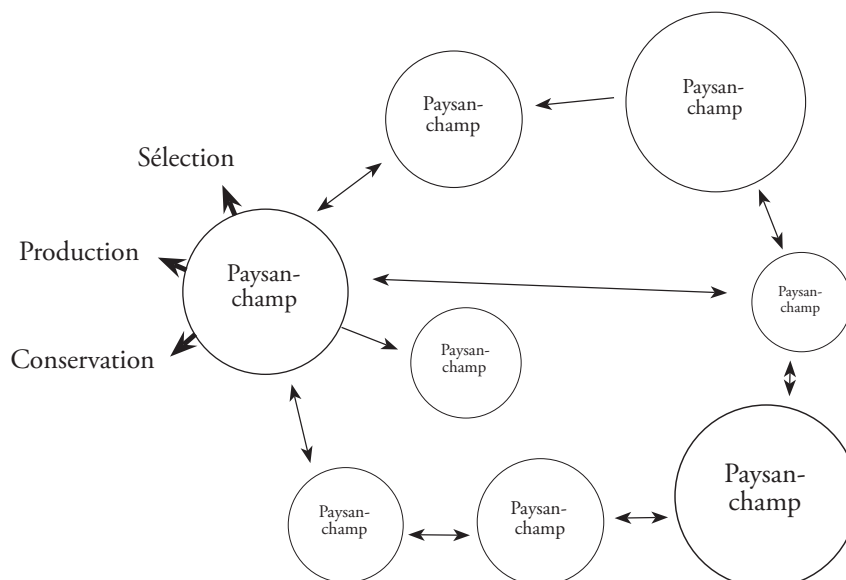
Ces pratiques reposent souvent sur une base génétique large au départ, que ce soit des variétés de pays locales ou non, issues de banques de graines ou d'autres paysans, ou bien de variétés plus récentes issues d'origines très variées. Une évaluation locale de ces ressources selon les critères propres de chaque paysan est généralement nécessaire afin de choisir ce qui constituera le départ de la sélection. Le mélange des variétés ou populations retenues peut constituer un moyen simple de démarrer la sélection. La conduite de ce mélange peut se faire ensuite sans sélection humaine avec récolte et semis du mélange génération après génération. Le choix de l'environnement et des pratiques de culture constitue cependant une orientation forte pour la sélection naturelle. Une sélection massale positive (choix de plantes ou d'épis) ou sélection négative peut accentuer la pression de sélection. Les échanges de graines et l'introduction de nouvelles variétés dans le mélange font également partie des modes de sélection. Les croisements contrôlés permettent un brassage plus important des caractères dans les populations choisies et peuvent générer ainsi une variabilité originale pour le travail de sélection.

Ce n'est ici qu'un petit aperçu de pratiques de sélection paysannes, la diversité des pratiques et des acteurs constituant le garant du maintien de la diversité des variétés.

Production-sélection/création-conservation des semences :



a) Répartition éclatée selon le système européen actuel d'organisation de la filière des semences.



b) gestion paysanne en métapopulation.

Bibliographie :

Almekinder C. J. M., de Boef W. et Engels J., *Synthesis between crop conservation and development*, in *Encouraging Diversity : the conservation and development of plant genetic resources*, Intermediate Technology Publications, London, 2000, p. 330-338.

Alvarez N., Garine E., Khasah C., Dounias E., Hossaert-McKey M., McKey D., *Farmer's practices, metapopulation dynamics, and conservation of agricultural biodiversity on-farm : a case study of sorghum among the Duupa in sub-sahelian Cameroon*. Biological Conservation, n° 4, 2005, vol 121, p. 533-543.

Berthaud J., Clément J. C., Empearire L., Louette D., Pinton F., Sanou J. et al., *The role of local level gene flow in enhancing and maintaining genetic diversity*, in *Broadening the genetic diversity of crop production*, CABI Publishing in association FAO and IPGRI : Rome, Italy, 2001, p. 81-103.

Elias M., McKey D., Panaud O., Mc Anstett et Robert T., *Traditional management of cassava morphological and genetic diversity by the Makushi Amerindians (Guyana, South America) : perspectives for on-farm conservation of crop genetic resources*, Euphytica n° 120, 2001, p. 143-157.

Goldringer I., Enjalbert J., David J.-L., Paillard S., Pham J.-L. et Brabant P., *Dynamic management of genetic resources : a 13 years experiment on wheat*, in *Broadening the Genetic Bases of Crop Production*, CAB International, 2001, p 245-259.

Goldringer I., Prouin C., Rousset M., Galic N. et Bonnin I., *Rapid differentiation of experimental populations of wheat for heading-time in response to local climatic conditions*, Annals of Botany, n° 98, 2006, p. 805-817.

Louette D., Charrier A. et Berthaud J., *In situ conservation of maize in Mexico : genetic diversity and maize seed management in a traditional community*, Economic. Botany, n° 51, 1997, p. 20-38.

Smith M. E., Fernando C. G. et Gomez F., *Participatory plant breeding with maize in Mexico and Honduras*, Euphytica, n° 122, 2001, p. 551-565.

Isabelle Goldringer
UMR de Génétique végétale
INRA univ ParisSud AgroParisTech CNRS
Ferme du Moulon
91 190 – Gif-sur-Yvette
isa@moulon.inra.fr

S'agissant des répercussions du devenir des plantes liées à l'histoire de leur vécu dans un milieu et en côtoyant celui qui les fait croître, la sélection paysanne, activité ainsi dénommée, dont je vais vous parler, ne sera pas LA sélection paysanne mais une sélection paysanne, celle de Jean-François Berthelot.

Il faudrait d'abord que je vous parle de mon rapport au vivant végétal, de ma façon d'être posé sur la Terre, de ma conception du métier de paysan au sein de la communauté humaine, de l'endroit où je cultive, tout cela modelant ma relation auprès du végétal. La sélection paysanne est pour moi une approche holistique. M'inscrivant dans le courant vivant de l'histoire à travers la transmission par des graines, car celles-ci sont porteuses d'une histoire du passé.

Double histoire : l'une s'inscrivant dans une histoire très ancienne, héritée d'un temps où seul le champ du paysan la cultivait et la vie rurale qui la modelait ; et l'autre plus récente, un siècle à peine, issue d'un autre contexte, celui des stations d'amélioration des sélectionneurs (semenciers) qui répondaient à une planification d'essor de production sans cesse croissante. Utilisant des moyens d'investigation intrusifs qui, en allant jusqu'au sein du noyau de la cellule, sortait du champ paysan la semence, ainsi que sa transmission. Allant jusqu'à réglementer ses échanges après avoir défini pour le « bien commun » ce qui devait être ou ne pas être une semence. Balayant d'un revers de main législatif des milliers d'années d'histoire, les graines avec.

Le processus d'artificialisation qui reléguait le paysan à un rôle d'utilisateur d'une semence (sortie du champ, matrice du paysan) devenue outil, « matériel végétal » comme ils disent, à bien remplir son rôle d'affouragement pour nourrir un monde en pleine expansion.

Mais nous savons bien qu'elle a été un moyen de profit si important qu'une industrie semencière mondiale a vu le jour, avec son petit cartel de banques contrôlant ainsi à quelques unes, de façon tentaculaire, le marché de la semence. L'histoire de la graine, en rupture totale avec le passé, a remodelé une nouvelle histoire de la semence, la sortant du champ des paysans, tout moyen étant bon pour venir à ses fins. La semence d'aujourd'hui est le fruit de cette histoire et ce n'est donc pas un hasard si elle produit des plantes voraces s'obésifiant artificiellement, prise dans une course folle à la production.

Les graines d'aujourd'hui, cultivées en masse, ont été tellement modifiées qu'elles ne sont porteuses que d'une histoire : la seconde. Elles n'ont en commun avec les premières que le nom graines de tomate, de pêche, de blé...

Alors moi, paysan refusant le modèle agricole qui gangrène notre monde, je ne peux pas travailler avec des plantes issues de semences remodelées parfois jusqu'en leur intimité la plus profonde, l'ADN, support réactif de la mémoire, qui porte cette histoire. Je désire m'adresser à des plantes dont je connais la survivance éprouvée à travers une histoire longue permettant à une humanité de s'implanter depuis très longtemps. Il en est ainsi de mon « bon sens paysan ».

C'est à travers nous, notre façon de faire pousser la plante, que va s'inscrire une histoire façonnant la plante d'aujourd'hui et de demain. Voilà pourquoi après de nombreuses observations, je me retourne vers les variétés anciennes de blé. Naturellement, j'y reviens... Ce sont les observations que j'ai pu faire au champ, au moulin et dans le fournil, lieux où je cotoie ces plantes.

Je les ai regardées au champ, je m'en suis nourri par le regard, j'ai tenté de comprendre leurs formes, leurs couleurs, leur vitalité, l'image qu'elles m'offraient, ce qui constituait leur vie.

Parfois, j'ai été émerveillé, parfois j'ai eu pitié. J'ai pesé, soupesé les graines, pas sur la bascule, mais dans mes mains en les écoutant sonner à mon ressenti. Mais je les ai surtout mises à l'épreuve du moulin et j'ai observé, senti, à l'ouverture des grains en farine, le parfum, les couleurs...

Mais c'est surtout comment la pâte s'ébat lorsqu'elle est tombée dans le pétrin que l'on constate, comprend que les variétés modernes de blé sont bien différentes des variétés anciennes. Il faudrait encore que je vous parle de ceux qui ont dégusté à l'aveugle les pains issus de ces variétés, des qualificatifs qu'ils ont employés...

Et j'ai choisi. Les variétés anciennes de blé réintégreront mes champs et sont ma base, mon socle de travail. Et c'est à partir d'elles que se continue une histoire paysanne... nouvelle.

Nouvelle, car je ne cultive pas la terre comme par le passé. L'apport de la connaissance scientifique et paysanne d'une bonne agronomie fait que je ne cultive plus comme mon grand-père. J'entretiens avec elle un autre dialogue.

C'est dans ce champ d'ouverture où nous interférons, que nous construisons, plantes et cultivateurs. C'est dans cette rencontre que des affinités se créent, impliquant l'homme total. Je serais plus enclin à vivre avec certaines d'entre elles, laissant à d'autres paysans et champs, les autres variétés.

La confiance m'habite. La confiance en une intelligence du vivant, de la plante. Mon premier souci est de l'accueillir, de lui donner des capacités favorables d'expression et de regarder, choisir les plantes, les variétés qui poussent bien, que j'aime, qui me permettent de réaliser le travail tel que je le conçois : faire un aliment bon, de grande qualité nutritionnelle, faisant fi par exemple de la dictature des protéines dures qui sévit dans la sélection variétale moderne des blés.

Si la base variétale de nos blés est constituée d'une multitude de variétés anciennes en observation afin de constituer des mélanges qui à terme s'autonomisent, je ne m'empêche pas de scruter la rencontre entre différentes variétés anciennes, en croisant des variétés entre elles, en fonction de ce que je connais d'elles.

De même, des rencontres avec des généticiens ou généticiennes du blé ont lieu, nous permettant de croiser nos regards. Il ne s'agit pas de participer à tel ou tel projet de sélection participative auquel je serais convié, dans lequel on m'emprunterait mon champ cultivé. Non, cela est dépassé ! Il est question du paysan, de son champ qui lui reste, celui qu'il crée comme il le désire, avec les variétés qu'il aime, mais qui s'entoure également du chercheur pour essayer de mieux appréhender avec ses outils ce qui se passe, de quantifier afin de participer à l'élaboration de l'aide à la décision des choix variétaux du paysan.

C'est ce que j'ai entrepris avec Isabelle Goldringer, mais il est trop tôt pour vous en parler.

Lorsque nos variétés auront été mises à l'épreuve dans le temps, dans des milieux variés, nous vous en reparlerons, nous vous montrerons.

Voilà donc, je n'ai pas employé ce gros mot que peut-être une « sélection paysanne ».

La mienne est en éternelle mouvement car la vie végétale me traverse inscrivant une histoire où je ne suis que la main qui reçoit.

Jean-François Berthelot
Le Roc – 47 150 Port Sainte-Marie
jean-francois.berthelot@wanadoo.fr

Je viens d'une ferme de Longo Maï au nord-est de l'Allemagne. Depuis quelques années nous travaillons avec une association qui s'appelle le VERN, association pour la remise en culture de variétés anciennes. L'association reprend depuis une dizaine d'années des échantillons de céréales de la banque de conservation de Gatersleben, pour les cultiver et les multiplier en plein champ, afin de voir leur adaptation aux conditions de la région. Après un temps d'adaptation, l'association les propose aux paysans pour en faire des cultures à l'échelle des besoins d'une ferme.

Cette démarche est devenue nécessaire, puisqu'on ne trouve plus chez les paysans de cette région ces variétés, suite à l'industrialisation de l'agriculture.

En automne 2006, la banque de l'IPK de Gatersleben a fait pour la première fois des essais en plein champ avec du blé OGM. En fait, depuis une dizaine d'années, la banque de conservation fait des essais en laboratoire avec des manipulations génétiques, et des *trusts* comme Bayer et BASF y ont trouvé une grande ouverture pour leurs expériences. Aujourd'hui, la banque se présente comme un centre de recherche génétique. On ne parle pas des dangers de contamination des collections de variétés anciennes, prétendant que les scientifiques sont une garantie suffisante pour qu'il n'y ait pas de contamination. Il faut savoir, que les scientifiques qui voyaient un danger de contamination ont quitté volontairement ou non cet institut depuis plusieurs années.

Les essais OGM avec du blé à Gatersleben ont provoqué des protestations massives en Allemagne. C'était aussi la raison, pour laquelle nous avons organisé le séminaire *Libérons la diversité*, en mai de cette année à Halle, près de Gatersleben. Des organisations de toute l'Europe y étaient présentes.

Quelles seront les conséquences pour le VERN, pour nous et pour tous ceux, qui ont jusqu'à présent utilisé la collection importante de variétés paysannes de Gatersleben ?

C'est la question que je veux vous poser ici. Il est clair que si le travail de conservation *ex situ* n'est pas séparé complètement des manipulations génétiques, la banque de conservation devient un centre depuis lequel une contamination se répand mondialement. Gatersleben distribue environ 1500 échantillons de céréales chaque année à des cultivateurs, à d'autres banques de conservation, à des sélectionneurs, à des particuliers et à d'autres. Le directeur de l'IPK, le professeur Graner, a confirmé à notre séminaire, que la banque ne donne pas de

garanties sur la non-contamination avec des OGM de ses échantillons.

Dans ce cas, les protestations ne suffisent plus. Nous avons décidé de sortir de la banque les variétés de blés menacées de contamination et pour cela nous avons lancé la proposition d'un comité d'urgence international.

Je veux faire le point sur les activités de ce comité d'urgence.

Sur notre demande, le directeur de l'IPK de Gatersleben nous a transmis la liste des variétés de blé qui ont été cultivées cette année en plein champ pour leur conservation et qui sont donc potentiellement menacées de contamination par les essais de blé OGM dans la même période. L'IPK nous a donné des échantillons de ces variétés qui proviennent des stocks de graines plus anciens, donc avant les essais OGM. Par ailleurs, le directeur refuse notre revendication d'une zone sans OGM autour de la banque de conservation. Pourquoi ?

Notre objectif est de reproduire le plus possible ces variétés dans leur région d'origine, pour leur permettre de se régénérer après tant d'années de vie en congélateur. Mais, dans le même temps nous devons réfléchir sur des alternatives au système des banques de conservation, qui sont devenues hors du temps.

La liste contient 450 variétés de *triticum* qui proviennent du monde entier, de Chine, de Mésopotamie, du nord de l'Afrique, de tous les pays de l'Europe, de la Russie, du Kazakhstan, du Canada, etc. Pour l'année 2007-2008, il y en aura encore plus.

Nous faisons maintenant appel à vous tous pour trouver des personnes, qui sont prêtes à prendre en charge la conservation d'une ou de plusieurs de ces variétés. Les échantillons que vous recevrez contiennent environ 20 grammes de graines et le taux de fertilité peut être très bas. Il faudra donc prendre des précautions, du moins la première année, pour en faire survivre le maximum. Avec de la patience, les plantes se réadapteront aux conditions de votre région et vous pourrez réfléchir à leur rediffusion au niveau régional.

Nous ne voulons pas formaliser le réseau de ceux qui reprennent ces variétés. Nous tiendrons tout simplement une liste des noms à la fois des variétés et de ceux qui les conservent. Nous vous demandons juste de nous tenir au courant de vos succès et de vos échecs et quand vous avez des graines disponibles pour des échanges. Il serait bien que nous arrivions à créer des petits réseaux régionaux, qui s'entraident dans leur travail.

Comme condition de base, nous vous demandons de vous renseigner le plus possible sur l'existence de cultures de blé OGM dans votre entourage. Nous espérons que cet engagement nous permettra de nous rencontrer et de nous renforcer mutuellement.

Après ces mesures urgentes à prendre il nous reste la recherche d'alternatives aux banques de conservation *ex situ*. La conférence de Rome de la FAO a montré clairement que les états ne voient que l'avenir des banques de conservation dans un but commercial et rien d'autre. Comme il s'agit, en réalité, des semences des paysans de chaque région du monde, nous devons choisir notre mode de conservation vivante, car ni les états ni la FAO ni l'ONU ne le feront à notre place. Il est clair que nous devons organiser et réaliser la conservation *in situ* de la biodiversité des plantes cultivées.

Un début de propositions concrètes : soutenir la création de fermes de la biodiversité à l'échelle d'une région. Ces fermes se consacrent essentiellement à la remise en culture de variétés anciennes, adaptées à la région. Les producteurs paysans et jardiniers peuvent y venir voir les cultures à petite échelle pour les comparer avec les échecs qu'ils ont subis avec les variétés industrielles. Pour la création des fermes de la biodiversité, un soutien financier sera nécessaire. Nous ne devons pas attendre les résultats des négociations de Rome pour commencer, mais nous devons faire appel à la société civile pour soutenir ces projets.

Avec la faillite du rôle des banques de conservation des plantes cultivées, nous appelons les chercheurs à se rallier à la recherche de nouvelles méthodes pour la conservation de la biodiversité dans la main de paysans.

Jürgen Holzapfel
Longo Mai
Allemagne
ulenkrug@t-online.de



Liste des participants

Liste des participants

ABAT'ZIAN	Valérie	Grain'avenir, RSP
AGELOVA	Siykia	Institut national des Ressources génétiques (IPGR) de Sadovo
ANGLARET	Éliane	Bulgarie
ANSKER	Bruno	Kaol Kozh
ANVAR	Shabnam	
BELLEVUE	Sandra	
BERLAN	Jean-Pierre	Retraité INRA
BERTHELLOT	Jean-François	CETAB, RSP
BERTRAND	Julie	Triptolème, RSP
BILLAU	Jean-Régis	Confédération paysanne
BLOUET	André	INRA
BOCCI	Riccardo	AIAB et Rete Semi Rurali
BOGARD	Matthieu	
BONNEUIL	Christophe	CNRS
BOUHELIER	Pauline	Stagiaire RENOVA
BOULAHOUAT	Nordine	BEDE
BRAC de la PERRIERE	Bob	BEDE
BRANLARD	Gérard	INRA
BRAULT	Jean-Luc	BioCivam 11, RSP
CARIOU	Mattieu	CFPPA Brioude
CARRAZ	Simon	Nature et progrès
CASAS	Ester	Red de Semillas
CHABLE	Véronique	INRA
CHANTRY	Olivier	
CHARLES	Laurent	UPC 63
CHARNET	Gilles	INRA
CHESNEAU	Vincent	Triptolème
CLEMENT	Gilles	
COHADE	Gilbert	Bio 63
COLLIN	Philippe	Confédération paysanne
CONSEIL	Mathieu	Inter bio Bretagne
CORNU	Marie-Aude	Rés'OGM Info
COUDERC	Pierre	Bio 15
DALMASSO	Christian	ARDEAR Rhône-Alpes
DANEYROLLES	Jean-Luc	Le Potager d'un curieux
DE MIJOLLA	Pierre	

DELAIRE	Lucien	UPC 63
DELALANDE	Magalie	INRA
DELAY	Étienne	Réseau Semences paysannes
DELAY	Christophe	Réseau Semences paysannes
DELMOND	François	MCBD
DEMEULENAERE	Élise	ENS-CERES-ERTI
DESCLAUX	Dominique	INRA
DESSIMOULIE	Laurence	Réseau Semences paysannes
DEWALQUE	Marc	Boulangerie.net
DOUILLET	Monique	GABLIM
DSVETELINA	Stoilova	
DUARTE	Antonio	CFPPA Brioude
DUCROUX	Roland	MCBD
DUPONT	Jean-Pierre	Nature et progrès
DUPONT	Michel	Confédération paysanne
EDDE	Bernard	BEDE
EKAITZ	Mazusta	BLE
ESCAMILLA	Sergio	
ESCAZEAUX	Sylvette	Nature et progrès
FAURE	Jean-Marc	
FERTE	Henri	Touselle
FLORIN	Jean-Michel	MCBD
FOISSY	Damien	INRA
FONBAUSTIER	Jean-Pierre	Confédération paysanne
FOREY	Oswalpo	Confédération paysanne
FROIDEVAUX	Gilbert	Collectif Franche-Comté sans OGM
GALL	Éric	Fondation Sciences citoyennes
GASCUEL	Jean-Sébastien	Paysan d'Auvergne
GASCUEL	Chantal	Confédération paysanne
GASSIE	Hélène	Amis de la Terre
GAUDIN	Patrice	AgroBio Périgord
GEDO	Ibolya	
GEIGER	Rosalie	BioCivam 11
GENILIER	Jean-Michel	
GOIENETXE	Maite	BLE
GOLDRINGER	Isabelle	INRA
GOUTAGNY	Patrice	
GOUYON	Pierre-Henri	Muséum national d'Histoire naturelle
GRESSIER	Estelle	INRA
GREZES	Jean-Philippe	AgroBio Périgord
GUEYDON	Yves	Conseil régional Auvergne

GUICHARD	Philippe	Réseau Semences paysannes
HAZARD	Laurent	INRA
HEYDEN	Berthold	
HIRON	Hubert	AVEM
HOCHEREAU	François	INRA
HOLZAPFEL	Jürgen	Comité d'urgence pour la sauvegarde du blé sans OGM
HYACINTHE	Alexandre	Université Lyon 2
JACOVETTI	Chantal	Confédération paysanne
JARDILLET	Jean-Claude	Jardiniers de France
JOBARD	Jean-Claude	SABD
KASTLER	Guy	RSP
KATCHINKAIN	Astrig	
KIEFFER	Anne	Confédération paysanne
KISS	Csilla	RSP
KOENIG	Jean	INRA
KOUDRINE	Jean-Baptiste	Association Pain levé
KUNZ	Peter	
L'HOMME	Gérard	Bio Institut
LACROIX	Anne	Ardear Limousin
LACROIX	Fabrice	Confédération paysanne
LALIERE	Guy	UPC 63
LAMINE	Claire	INRA
LAROCHE	Malika	
LASSAIGNE	Bertrand	AgroBio Périgord
LE GOUIS	Jacques	
LEBRE	Gilles	Nature et progrès
LESCRAINIER	Cédric	Réseau Semences paysannes
LETE	Maxime	Bio d'Aquitaine
LEVILLAIN	Thomas	Réseau Semences paysannes
LORD	Tracy	Turquie
LOUANCHI	Meriem	BEDE
MANSARD	Adrien	CFPPA Brioude
MAROT	Jean-François	Bio Institut
MASSON	Vincent	MCBD
MASSON	Pierre	MCBD
MATHES	Ingrid	VEN
MATTIEU	Jean-Jacques	Réseau Semences paysannes
MAXIM	Aurel	Université d'Agronomie de Cluj (Roumanie)
MAXIM	Loanandrei	Universite d'Agronomie de Cluj (Roumanie)
MERCIER	Florent	Triptolème

MERO	Agnès	Protect The Future
METZ	Michel	ATTAC
MIGNE	Dominique	CFPPA Brioude
MILES	Gérard	Grande-Bretagne
MOMBEREAU	Marie-Hélène	CFPPA Brioude
MOSNIER	Jean-louis	Bio Institut
MOYSE	Fanny	Union pour la Préservation des ressources génétiques du Berry
NEUBAUER	Claudia	Fondation Sciences citoyennes
NONNE	Maria Francesca	Crocevia
NOUZILLE	Anne-Cécile	
OBLED	Danielle	Confédération paysanne
ORSIERE	Damien	Confédération paysanne
OSTYN	Céline	Université nomade
OURY	François-Xavier	INRA
PARISOT	Jean-Marie	
PASCAL	Jean-Charles	CFPPA Brioude
PATIES	Bertrand	Confédération paysanne
PAVIE-DELIMELE	Jonathan	CFPPA Brioude
PAVIS	Pascal	Confédération paysanne
PEREAU	Gilles	ARDEAR Rhône-Alpes
PEULIER	Jean-Michel	MCBD
PEYRONNARD	Marc	Rés'OGM Info
PICQUET	Agnès	INRA
PIGEON	Patrick	Auvergne Bio
PIMBERT	Michel	IIED (Grande-Bretagne)
PIREYRE	Coralie	GABB Anjou
POMMART	Alain	Réseau Semences paysannes
POULAIN	Claude	UPC 63
POUTEAU	Sylvie	INRA
PRIN	Pascale	
RAMOS	Nathalie	BEDE
RAYAN	Shah-Dia	
REMESY	Christian	INRA
REMY-HONTARREDE	Catherine	Confédération Haute-Savoie
REY	Frédéric	ITAB
REY	Pascale	Réseau Semences paysannes
ROBIDAS	Antoine	
ROCHE	Dominique	Bio 63
ROGOSA	Eli	Heritage Wheat Conservance
ROUSSET	Michel	INRA

SAFON
SCHUSTER
SERPOLAY
SOLLE
SUNT
SUPIOT
TAUPIER-LETAGE
TESINI
TESTART
THOMAS
TRAVERT
TURINA
VALLEIX
WARLOP
WARNEKE
WOHRER
WRIGHT
ZAHARIA
ZAMOJSKI
ZANETTO

Claude
Vilhem
Estelle
Jean-Baptiste
Christian
Nicolas
Bruno
Matteo
Jacques
Laure
Melaine
Sylvain
Sophie
François
Nikolaus
Jean
Julia
Hélène
Sara
Anne

Touselle
Roumanie
INRA
Triptolème
Fruits oubliés
Triptolème
ITAB
Rete Semi Rurali
Fondation Sciences citoyenne
Confédération paysanne
ENSA Toulouse
Étudiant CFPPA Nyons
ENITA BioDoc
GRAB

GNIS
Nature et progrès
Réseau Semences paysannes
Étudiante UBO Brest
INRA

Actes réalisées par Thomas Levillain et Julie Bertrand.

Merci aux rapporteurs :
Shah-Dia Rayan, Nathalie Ramos, Rosalie Geiger et Jean-Philippe Grezes.

Merci aux relecteurs :
Sophie Chapelle et Patrick De Kochko.

Avec le soutien de :



FP6-2005-Science-and-society-19-044596



En partenariat avec :

