

Les espèces sauvages apparentées, réservoir de gènes pour l'amélioration du blé : Résistance aux maladies, résistance au stress hydrique

L'amélioration génétique d'une espèce cultivée repose en grande partie sur la gestion et l'exploitation de la variabilité qu'elle présente. Cependant cette variabilité peut être restreinte, voire absente pour certains caractères. La stratégie la plus utilisée par le sélectionneur pour résoudre ce problème d'insuffisance de variabilité consiste à exploiter les ressources génétiques que constituent les espèces apparentées.

Cette approche sera illustrée par deux types de recherches qui ont en commun d'utiliser les collections d'espèces sauvages apparentées au blé conservées par l'INRA : les travaux de l'unité d'Amélioration des plantes de Rennes qui visent la mise au point de nouvelles variétés de blé résistantes aux maladies ; ceux de la station d'Amélioration des plantes de Montpellier, destinés à mieux comprendre les mécanismes physiologiques de la tolérance au stress hydrique*.

• Recherche de variabilité chez les espèces apparentées aux blés cultivés

Le blé dur ($2n = 28$, AABB) et le blé tendre ($2n = 42$, AABBDD) sont des espèces allohexaploïdes : ils dérivent d'hybridations successives entre des espèces sauvages diploïdes (Figure 1). Au sein des progéniteurs, à savoir : *Triticum urartu* ($2n = 14$, AA), un *Aegilops* de la section Sitopsis -probablement *Ae. searsii* ($2n = 14$, BB)- et *Ae. squarrosa* ($2n = 14$, DD), seuls un ou quelques génotypes ont participé à la création des blés. Il apparaît donc que l'essentiel de la variabilité qu'ils présentent ne se trouve pas dans les blés cultivés. Les espèces sauvages apparentées aux blés sont donc des géniteurs potentiels dans l'amélioration des blés.

Les autres espèces susceptibles d'être croisées avec les blés, et donc de servir de donneurs potentiels de gènes d'intérêt agronomique, sont à rechercher au sein de la tribu des Triticées de la famille des Poacées (anciennement graminées). Cette tribu est très importante d'un point de vue économique puisqu'elle inclut :

- les céréales : orge (*Hordeum*), seigle (*Secale*), Triticale (*Triticosecale*), cette dernière étant une nouvelle espèce créée par l'homme à partir du croisement entre le blé et le seigle,

- de nombreuses espèces appartenant aux genres *Aegilops*, *Agropyron*, *Elymus*, *Leymus*, *Thinopyrum*, *Roegneria*..., dont certaines sont utilisées comme fourrages, notamment dans les zones tempérées de Chine, URSS, Canada et USA.

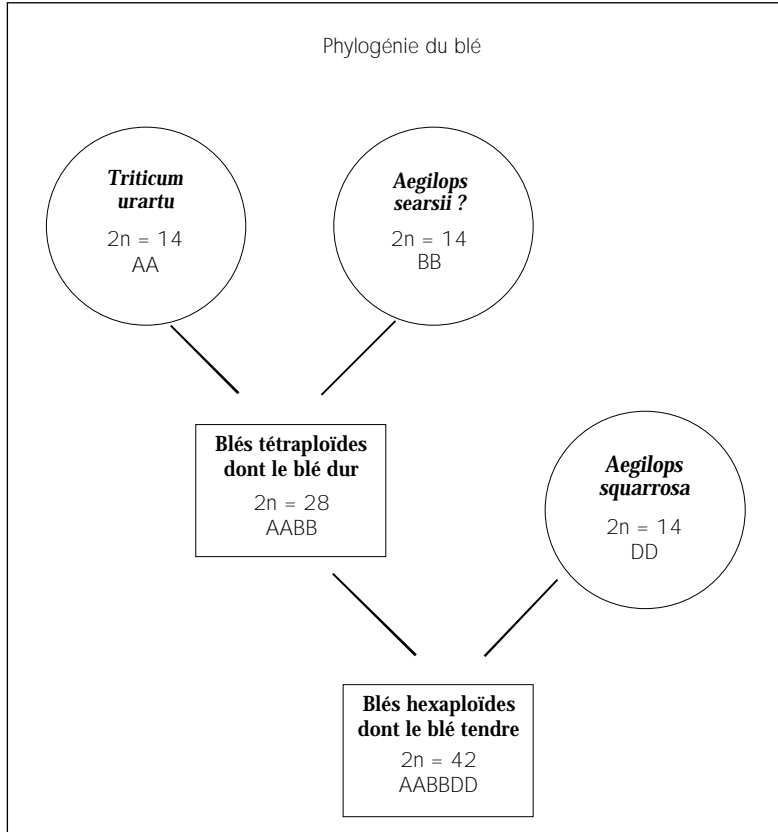
L'existence chez les espèces sauvages apparentées au blé d'un réservoir de gènes utiles est évidente si l'on considère l'adaptation de ces diverses espèces à des environnements très différents. On les trouve dans une large gamme de régions climatiques allant des montagnes plutôt froides et humides aux vallées chaudes et sèches, de régions où la pluviométrie est supérieure à un mètre par an à des régions arides où elles n'est que de 100 mm. Les espèces sauvages peuvent aussi croître sur différents types de sol, y compris sur des sols salins.

Les triticées sauvages sont donc porteuses de nombreux gènes à fort potentiel économique qui interviennent dans des caractères tels que : résistance aux maladies, tolérance au froid, tolérance à la salinité, résistance à la sécheresse, qualité des protéines de réserve...

Pour améliorer les blés cultivés à l'aide de ces ressources génétiques sauvages, il est nécessaire de :

- disposer de ressources génétiques diversifiées, ce qui nécessite la constitution préalable de collection de triticées. Ainsi l'INRA possède à Rennes-Le Rheu 300 lignées d'*Aegilops* représentant les 22 espèces appartenant à ce genre,

* Ces recherches s'inscrivent dans un programme international qui associe l'INRA, l'Université de Paris XI, le CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, Mexico, Mexique) et l'ICARDA (International Center of Agricultural Research in Dry Areas, Alep, Syrie), et est soutenu par le Ministère français des Affaires Étrangères.



et à Montpellier une collection de 157 populations d'*Ae. geniculata*. Des échanges de matériel se font couramment car un laboratoire donné ne peut à lui seul maintenir une collection significative de toutes les triticées ;

- rechercher des géniteurs par la mise en œuvre de tests de sélection permettant de passer au crible et d'examiner le matériel sauvage ;
- étudier, lorsqu'un géniteur potentiel est identifié, le déterminisme génétique du caractère à transférer pour disposer d'éléments de décision quant à la suite à donner au programme.

Recherche de sources de résistances aux maladies du blé

Les travaux entrepris concernent les bioagresseurs les plus néfastes aux cultures et pour lesquels les moyens de lutte actuels ne donnent pas satisfaction, soit par leur manque d'efficacité, soit parce qu'ils sont préjudiciables à l'environnement. Il s'agit principalement des rouilles, de l'oïdium, du piétin verse, des fusarioses, des pucerons et des virus qu'ils transmettent, et des nématodes. Lorsque la variabilité pour la résistance est limitée chez le blé, une des stratégies développée avec succès par l'unité d'Amélioration des plantes de Rennes consiste à créer

des hybrides à partir du croisement entre le blé et des espèces sauvages apparentées.

L'exploitation d'hybrides interspécifiques dans l'amélioration du blé est exemplaire. En effet, l'importance des travaux sur le transfert de gènes dans le blé est loin d'avoir son équivalent dans une autre espèce cultivée. Ils ont abouti à :

- une bonne connaissance des espèces et des relations phylogénétiques au sein de la tribu des triticées ;

- un développement de méthodes de transfert souvent sophistiquées,
- de nombreux exemples d'introgessions dont une partie est intensivement exploitée dans les programmes de création variétale.

• Transfert de l'information génétique

La réalisation d'un transfert est en général un travail de longue haleine. En effet, le transfert

d'information génétique étrangère dans les blés se heurte à de nombreuses difficultés qui concernent :

- l'hybridation elle-même. Il faut d'abord surmonter les barrières d'isolement entre espèces. Les principales sont l'absence de germination du pollen, le blocage de la croissance du tube pollinique, l'arrêt précoce du développement de l'embryon et/ou de l'albumen... Des méthodes ont été élaborées pour lever ces obstacles à l'obtention d'hybrides ; les plus connues concernent le sauvetage des embryons interspécifiques par la culture *in vitro* ;

- l'obtention d'une descendance à partir de l'hybride F1, qui est généralement stérile. Le doublement des chromosomes à la colchicine et le rétrocroisement par l'un des parents permet de remédier au problème de stérilité ;

- l'expression des caractères recherchés chez l'hybride F1 et ses descendants ;

- l'intégration de l'information génétique étrangère au génome receveur. Deux situations sont à envisager :

- lorsque les géniteurs sauvages sont les espèces progéniteurs des blés ou des *Aegilops* polyploïdes possédant dans leur formule chromosomique le génome D, le passage des gènes d'intérêt vers les chromosomes de blé se fait sans difficulté majeure à la suite de crossing-over entre chromosomes homologues. L'exemple le plus connu en Europe concerne le transfert par

l'INRA du gène *Pch1* de résistance au piétin-verse venant de *Ae. ventricosa* ($2n = 28$, DDMvMv). Comme l'hybride blé tendre x *Ae. ventricosa* ne put être obtenu, le blé tétraploïde *T. persicum* ($2n = 28$, AABB) fut choisi comme espèce pont dans le croisement. L'amphiploïde (*Ae. ventricosa* x *T. persicum* ; $2n = 56$, AABBDDM^vM^v) a été rétrocroisé par le blé tendre cv. Marne. Des lignées à 42 chromosomes résistantes au piétin-verse ont été sélectionnées et appelées VPM. Ce matériel d'introggression a été utilisé en sélection par l'INRA et de nombreux sélectionneurs français et étrangers. La première variété comportant *Pch1*, cv. Roazon, a été inscrite en 1978 ;

- lorsque les gènes "étrangers" sont portés par des chromosomes "homologues" (non-homologues) de ceux du blé, les introgressions par recombinaison méiotique ne peuvent être obtenues. L'absence de recombinaison est due à un système génétique dont l'élément majeur est le gène *Ph1*. En neutralisant ou en éliminant ce gène, il est possible d'induire des appariements et des recombinaisons entre les chromosomes de blé et la plupart de ceux des triticées.

Actuellement de nombreux transferts sont entrepris par l'INRA, notamment pour des résistances aux bio-agresseurs du blé tendre : jaunisse nanisante de l'orge à partir de *Thinopyrum intermedium* ($2n = 42$, E₁E₁E₂E₂S^tS^t), nématodes à partir d'*Ae. variabilis* ($2n = 28$, UUSvSv)...

• Évaluation et caractérisation des transferts

Une introgression ne présente véritablement d'intérêt que si les sélectionneurs peuvent l'utiliser sans difficulté et l'introduire dans des variétés. C'est pourquoi il est impératif de vérifier au préalable que :

- elle ne présente pas d'effets défavorables sur d'autres caractères que celui pour lequel elle a été sélectionnée. En effet, les introgressions concernent des segments chromosomiques "étrangers" plus ou moins longs. Il est évident que plus la quantité de chromatine transférée est conséquente, plus la probabilité d'introduction de gènes ayant un effet délétère sera grande ;

- sa transmission par les gamètes est normale ;

- le comportement méiotique et la stabilité des lignées recombinées ne sont pas affectés.

POUR EN SAVOIR PLUS :

DOSBA F., DOUSSINAULT G., 1978, "Création de lignées de blé présentant les caractéristiques agronomiques favorables d'*Aegilops ventricosa*", Ann. Amélior. Plantes 28 : 27-44

JAHIER J., RIVOAL R., YU M.Q., ABELARD P., TANGUY A.M., BARLOY D., 1998, "Transfert of genes for resistance to cereal cyst nematode from *Aegilops variabilis* Eig to Wheat", J. Gene. & breed. 52 : 253-257

INRA Rennes : Unité d'Amélioration des plantes, Le Rheu

Contact : Patricia Marhin - Responsable Communication
Tél : 02 99 28 52 64 - Fax : 02 99 28 53 10