S. Marhadour

NOUVEAUX OUTILS.
Évolutions en cours et à venir

Pour créer de nouvelles variétés et tenter de répondre aux attentes des différents utilisateurs, le sélectionneur a à sa disposition plusieurs outils. Certains sont très connus, d'autres sont en cours de développement, voire en discussion au niveau européen.

S. Marhadour

La sélection assistée par marqueurs (Sam) consiste à caractériser au laboratoire le matériel végétal, en utilisant des marqueurs capables de prédire le comportement des hybrides sur des critères tels que la résistance à une maladie par exemple.

Les utilisateurs ont des attentes différentes sur les caractéristiques requises des variétés de pomme de terre. Les cahiers des charges divergent selon que l'on soit consommateur, producteur en conventionnel ou en AB, transformateur, industriel de la fécule ou jardinier. Certains se focalisent sur le goût, la texture, l'aspect, le prix; d'autres sur le rendement, la précocité, le comportement vis-à-vis des maladies; d'autres encore sur la forme, l'aptitude au stockage, les caractéristiques technologiques… Les uns n'ont d'ailleurs pas toujours connaissance des exigences requises pour le travail des autres. Certaines exigences parfois, sont même opposées. Le sélectionneur synthétise celles-ci. Il vise à faire correspondre le produit de sa sélection avec le maximum des critères requis par les différents utilisateurs. Selon les créneaux visés, le poids relatif des critères sera différent. Chaque nouvelle variété est alors un compromis entre une trentaine de critères. Quelles sont les méthodes mises en œuvre pour arriver à ces nouvelles variétés ?

CROISEMENTS ET DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE

En sélection conventionnelle, la première étape du processus est toujours le croisement, il génère de la diversité. Faire produire des graines aux plantes de pommes de terre est alors nécessaire, et ce n'est pas le mode de reproduction habituel de l'espèce. Un tiers seulement des variétés produit du pollen. Féconder une fleur castrée avec du pollen permet d'obtenir un fruit, lequel contient des graines. Le choix des parents est crucial. Il peut faire intervenir des variétés, y compris de confrères ou concurrents, possédant des caractéristiques favorables ainsi que des ressources génétiques plus ou moins proches de l'espèce cultivée (voir article précédent p. 24). Chaque graine obtenue représente alors une nouvelle combinaison des gènes issus des deux parents et donc, une nouvelle variété en puissance.

SÉLECTION ET CLÉS DE TRIS

Pour identifier les gagnantes potentielles commence alors la deuxième étape de la sélection qui va durer une dizaine d'années. Au cours de ces années de tests, d'expérimentations et de caractérisation, le matériel végétal va progressivement passer de quelques dizaines de milliers de candidates à une ou deux élues. Parallèlement, la quantité de matériel disponible pour chaque clone passe de

En sélection conventionnelle, la première étape du processus est toujours le croisement, il génère de la diversité.

quelques tubercules à plusieurs milliers. Ce matériel, produit en conditions de plants, est nécessaire pour réaliser les expérimentations et cribler le matériel. Le crible de la sélection reprend, en une trentaine de critères, les exigences requises par les utilisateurs. Par exemple, le rendement de chaque candidate va être mesuré en microparcelles, sur plusieurs lieux et sur plusieurs années. Y sera couplée, la teneur en matière sèche dont le niveau exigé diffère selon les créneaux. Des caractéristiques agronomiques, technologiques en postrécolte et de comportement vis-à-vis des principales maladies seront aussi analysées (voir HS Maladie LPTF 2017 pp 08-09). Le caractère multilocal et pluriannuel des évaluations n'est pas facultatif. La pomme de terre est en effet soumise à une forte interaction génotype x environnement, c'est-à-dire qu'un hybride peut se comporter différemment d'un lieu à l'autre ou d'une année à l'autre selon le climat, le type de sol. Détecter ces comportements est important pour identifier des adaptations locales ou, au contraire, identifier les candidates qui se comportent correctement partout.

LE LABORATOIRE, OUTIL D'AIDE À LA SÉLECTION

Comment faire pour aller plus vite ? Peut-on être plus efficace ? Les progrès génétiques sont visibles : résistances au mildiou et aux nématodes, stabilité du rendement, qualités technologiques pour la transformation industrielle. Les sélectionneurs cherchent néanmoins à faire évoluer leurs pratiques. La sélection assistée par marqueurs (Sam) peut entrer en jeu. Elle consiste à caractériser au laboratoire le matériel végétal, en utilisant des marqueurs capables de prédire le comportement des hybrides sur des critères tels que la résistance à une maladie par exemple (voir LPTF 596 pp 46-48). Ces marqueurs sont révélés par des techniques de biologie moléculaire. Ils représentent de courtes régions ADN dont le pouvoir prédicteur a été identifié en amont par la recherche. Plusieurs milliers d'individus peuvent être analysés rapidement chaque année. On peut alors cibler le matériel à évaluer au champ et concentrer la suite du travail de sélection au champ sur du matériel à forte valeur ajoutée puisque l'un au moins des caractères requis (la résistance par exemple) aura déjà été fixé. La Sam est adaptée pour cibler des résistances aux maladies issues des ressources génétiques. Cependant pour la plupart des autres critères, la sélection au laboratoire devra passer par la sélection génomique (SG). La Sam cible un petit nombre de régions du génome avec peu de marqueurs. La SG est fondée sur des techniques générant des données sur plusieurs milliers de marqueurs répartis sur tout le génome. La plupart des critères suivis en sélection, en particulier ceux agronomiques et technologiques (voir LPTF 613 pp 34-35), deviennent accessibles alors qu'ils ne le sont pas pour le moment en Sam. La SG est utilisée chez les espèces de grande culture et commence à poindre sur la pomme de terre. Elle nécessite également de phénotyper avec précision des collections importantes de matériel (voir **encadré ci-dessus**).

MODIFIER LE TYPE VARIÉTAL : UNE RÉVOLUTION

Les variétés de pomme de terre sont cultivées sous forme de clone, les plants étant issus de multiplication végétative. Nous connaissons tous les risques sanitaires liés à ce mode de reproduction et les précautions à prendre pour produire du plant. Que

ZOOM

PHÉNOTYPAGE HAUT DÉBIT

La description du matériel végétal, ou phénotypage, est une étape fondamentale du processus de sélection. Des dizaines de milliers de clones sont évalués sous toutes les coutures et sur plusieurs années. Dans notre société du numérique, on s'attend à ce que les sélectionneurs puissent s'aider de capteurs et de robots pour caractériser leur matériel. Pour le moment, ces types d'outils sont à l'état de recherche. Une infrastructure nationale appelée Phénome a été créée dont un des objectifs est de développer l'écosystème nécessaire à l'utilisation du phénotypage haut débit en sélection. D'autres projets ciblés par filières cherchent aussi à développer ces outils. Un projet spécifique pomme de terre reste à monter au niveau national. Des séquences d'images de microparcelles de pomme de terre pourraient par exemple être acquises afin de quantifier l'évolution d'une maladie, le comportement en conditions de stress hydrique…

Inra

Un tiers seulement des variétés de pomme de terre produit du pollen.

Chaque nouvelle variété est un compromis entre une trentaine de critères.

diriez-vous de semer des pommes de terre sous forme d'hybride F1 ? Il s'agit d'un des scénarios retenus par quelques équipes de recherches et sociétés privées pour le futur : les TPS (True Potato Seed ou semences botaniques de pomme de terre).
C'est l'identification d'un gène permettant à la pomme de terre de supporter l'homozygotie qui rend ces perspectives envisageables. En croisant deux lignées de pommes de terre, des hybrides F1 sont alors produits. L'avantage des graines de pomme de terre pour le transport est évident. Ce qui est moins perceptible, en dehors du cercle des sélectionneurs et autres généticiens de la pomme de terre, c'est la modification profonde des méthodes de sélection que cela entraîne. Le schéma décrit auparavant (croisement puis sélection) se transforme en un schéma se rapprochant de la sélection d'hybrides F1 avec la production de lignées par autofécondations successives, et le croisement de lignées complémentaires permettant l'expression maximale d'hétérosis. Les travaux en cours sont stimulés par l'accélération espérée du progrès génétique. L'UE organise actuellement une expérimentation temporaire afin d'éprouver un schéma de certification de TPS et du matériel issu de ces TPS (plantes et tubercules) en vue d'une multiplication ultérieure. L'organisation du marché de la semence de pomme de terre sera certainement impactée. Toutefois, les produits actuellement issus de cette technique sont agronomiquement éloignés des variétés que l'on trouve actuellement sur le marché.

Sélection conventionnelle, assistée par marqueurs, génomique ou TPS : tels sont les outils de création.

S. Marhadour

Avec la Sam, le travail de sélection au champ est concentré sur du matériel à forte valeur ajoutée puisque l'un au moins des caractères requis (la résistance par exemple) a déjà été fixé.

ÉDITER LES GÈNES : C'EST POSSIBLE MAIS LA ROUTE EST ENCORE LONGUE

Éditer un gène revient à en changer la fonction, un peu comme si on changeait volontairement l'orthographe d'un mot pour en modifier le sens. Par exemple, changer la séquence d'un gène de pomme de terre impliqué dans la synthèse de l'amidon permet d'obtenir d'autres propriétés. Les techniques d'édition de gènes (ou NBT New Breeding Techniques) sont arrivées à la connaissance du grand public via la publicité faite sur le système Crispr-Cas. Les possibilités offertes sont immenses mais nécessitent de franchir de nombreux obstacles techniques et surtout d'avoir une connaissance approfondie des gènes, de leurs fonctions et de leur régulation. En France, un projet investissement d'avenir est en cours sur le sujet et la pomme de terre y a une place significative (Genius[1]). Un autre, plus ciblé, est également en cours (PotatoCrisp). Les chercheurs utilisent aussi le système Crispr-Cas pour comprendre comment fonctionnent les gènes et, à l'étranger, des sociétés privées commencent à mettre au point des variétés éditées plus résistantes. Reste également à obtenir une position officielle sur la régulation des produits issus de ces techniques. La décision rendue en juillet par la Cour de Justice de l'Union européenne[2] suggère que les variétés issues des techniques d'éditions de gènes devraient être, au moins en France, considérées comme des OGM. La route paraît encore longue pour passer du laboratoire au champ, si le consommateur accepte ces nouveaux procédés.
La Sam est déjà entrée dans la routine des sélectionneurs de pomme de terre. Elle trouvera son prolongement dans la sélection génomique, ce qui facilitera la sélection conventionnelle et probablement aussi l'utilisation plus efficace des ressources génétiques avec l'utilisation du phénotypage haut débit. Pour les NBT, les verrous technologiques sont en voie d'être levés, restent les verrous idéologiques. Enfin, pour les TPS, il faut veiller à ne pas rester trop loin derrière la ligne de départ! Sur ces nouvelles approches, et afin de rester compétitifs, acquérir de l'expertise est indispensable afin que les sélectionneurs puissent s'approprier (ou pas!), les possibilités offertes, en connaissance de cause et selon leurs stratégies individuelles. /

S. Marhadour (FN3PT/RD3PT), J.-M. Abiven (Bretagne Plants Innovation), F. Aurousseau (Comité Nord/Sipre), H. Dubreuil (Grocep), J.-D. Moal (Comité Nord/Sipre)

[1] *http://www.genius-project.fr/*

POUR EN SAVOIR +

• [2] *Décision C-528/16 du 25 juillet 2018 http://curia.europa.eu*