3ème trimestre 2015

Biotechnologies Végétales infos

Publication de l'Association Française des Biotechnologies Végétales (AFBV)

N° 7

SOMMAIRE

Actualités

P.2 La transgénèse au service de notre santé.

Point de vue : le mieux ennemi du moins bien ?

P.3 Des pommes de terre résistantes au mildiou.

Réglementer les traits plutôt que les outils.

Dossier

P.4 Changement climatique

Focus

P.6 Un gène en or

Une huile de lin enrichie

P.7 Un soja à haute valeur nutritive

L'effet du transgène est tout relatif

Le génome du chêne séquencé

Un riz antarctique !

AFBV
Association Française des Biotechnologies Végétales

23-25, rue Jean-Jacques Rousseau
75001 PARIS
afbv.secretariat@gmail.com

Directeur de publication : Marc Fellous
Secrétaire de rédaction : Gil Kressmann
ISSN 2273-6727
Prix de l'abonnement annuel : 27 euros

COP21 : investir dans la génétique pour répondre aux enjeux climatiques

Pour obtenir l'adhésion des pays en développement lors de la COP21 à Paris *« il faut un projet capable de combiner la lutte contre le changement climatique et le développement de la production agricole »*, a déclaré Stéphane Le Foll dénonçant les solutions qui négligent l'enjeu de la sécurité alimentaire.

Pour cela il faut certainement mettre au point, comme le propose notre ministre, des méthodes visant à augmenter le stockage du carbone dans les sols pour permettre à la fois de diminuer l'effet de serre et d'augmenter la fertilité des sols. Mais **il n'y aura pas de développement de la production agricole suffisant pour assurer la sécurité alimentaire si on n'investit pas aussi massivement dans la génétique pour améliorer la résilience des plantes aux changements climatiques.**

S'il y a beaucoup de recherches sur la mise au point de cultures résistantes aux stress biotiques provoqué par les ravageurs et les maladies, il y a beaucoup moins de travaux sur les stress abiotiques comme la chaleur et la sécheresse. Des premières variétés de maïs tolérants à la sécheresse ont été mises en culture. Il faut aller beaucoup plus loin.

Mais l'innovation variétale prend du temps. On peut l'accélérer si on ne s'interdit pas d'utiliser la gamme des outils issus des biotechnologies et si on aide les pays en développement à maîtriser ces outils au lieu de les décourager. On ira aussi plus vite si les pays les plus avancés dans la génétique des plantes et les biotechnologies unissent leurs moyens et leurs compétences dans l'intérêt général.

Le rôle de la France dans ce domaine (recherche publique et recherche privée) peut être considérable car elle a la crédibilité d'une filière semencière performante. La France doit saisir l'opportunité de COP21 pour faire des propositions dans cette direction qui devraient être consensuelles.

La rédaction

Biotechnologies Végétales infos
3ème trimestre 2015 N° 7

Les OGM dans notre vie (suite du n°6)

La transgénèse au service de notre santé

Les médicaments issus de micro-organismes génétiquement modifiés se sont beaucoup développés et continueront à se développer dans l'avenir.

Les premiers travaux sur la transgénèse ont porté sur les microorganismes, la bactérie Escherichia coli en 1973. Très rapidement des souches génétiquement modifiées (GM) ont été cultivées en fermenteurs dans des installations confinées pour produire des vitamines, des vaccins ou des protéines à usage médical. Dès 1977, la somatostatine (hormone dont le rôle est d'inhiber la sécrétion digestive) était produite par la bactérie E coli. Depuis, de nombreux médicaments sont produits à partir d'organismes génétiquement modifiés. **En 2012, environ 200 médicaments issus de micro-organismes ou de cellules animales génétiquement modifiés étaient sur le marché aux USA et en Europe.** Citons ici quelques exemples :

- ***l'insuline humaine,*** indispensable pour les diabétiques, est produite depuis 1982 par des bactéries ou des levures transgéniques ; la transgénèse a remplacé son extraction à partir du pancréas de porc. Cette insuline est exactement identique à celle de l'homme, alors que celle de porc était légèrement différente. Elle est aussi plus pure que celle extraite du porc. Elle est aujourd'hui utilisée par des millions de diabétiques dans le monde ;

Vaccin contre l'hépatite B produit par une levure génétiquement modifiée.

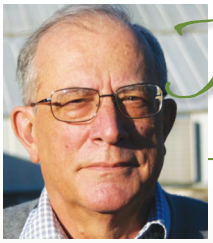
- ***l'hormone de croissance,*** utilisée pour traiter certaines formes de nanisme, est maintenant produite par des bactéries transgéniques. Elle a longtemps été extraite des hypophyses de cadavres humains avec des risques de contamination par des prions responsables de la maladie de Creutzfeld-Jacob. Produite à partir de bactéries transgéniques, ce risque de contamination est nul ;
- ***l'EPO (érythropoïetine),*** qui stimule la fabrication des globules rouges, est produite à partir de cellules animales (d'ovaires de hamster) qui ont reçu le gène humain de l'EPO. Dans ce cas là, pratiquement aucune autre source de production n'était possible ;
- ***le vaccin de l'hépatite B*** est produit par la levure de bière (*Saccharomyces cerevisiae*) (depuis 1981) ou par des cellules de hamster qui contiennent le gène codant pour une protéine du virus responsable de cette maladie.
- ***le vaccin contre les papillomavirus*** responsables de cancers du col de l'utérus est aussi produit par des levures génétiquement modifiées (GM).

Plusieurs **médicaments issus de plantes GM** sont aussi au stade expérimental. L'avantage de cette technique est son faible coût et une sécurité plus grande que par les fermenteurs. On peut citer la production, chez le tabac, d'anticorps contre le virus **Ebola**. Il existe aussi des **médicaments produits par des animaux GM**, par exemple l'antithrombine-3 (anticoagulant) produite dans le lait de chèvres transgéniques et aussi un médicament contre l'angioedème produit dans le lait de lapines transgéniques.

Enfin, **la thérapie génique** progresse chaque année ; elle consiste à transférer un gène dans des cellules somatiques d'un tissu pour leur faire produire la protéine qu'elles ne synthétisent pas.

On le voit les OGM sont bien dans notre vie et c'est tous les jours pour notre alimentation et notre santé que nous faisons appel à des produits issus d'OGM ! ■

André Gallais
Professeur honoraire de Génétique
et d'amélioration des plantes



Point de vue

Georges **Pelletier**, *Directeur Honoraire INRA*

Le mieux, ennemi du moins bien ?

Dans les années 1960, un scandale compromettait le développement des cultures de colza à usage alimentaire : une publication montrait que l'acide érucique contenu naturellement dans son huile (près de 50%) pouvait être responsable d'anomalies cardiaques chez le rat de laboratoire. En quelques années les chercheurs, tirant parti d'un mutant sans acide érucique, pouvaient proposer de nouvelles variétés de colza dont l'huile, de composition totalement modifiée, se révélait parmi les plus équilibrées, composition qui devint dès lors la norme.

Aujourd'hui, il existe des méthodes de modification génétique qui permettent d'améliorer la valeur nutritive des produits végétaux sans attendre une providentielle mutation naturelle. Plusieurs exemples d'amélioration de la qualité de l'huile ou d'enrichissement en β carotène sont rapportés par des chercheurs en biotechnologie végétale, par sélection, par transgénèse ou par mutation dirigée. Mais, l'usage de ces méthodes et tout changement significatif de composition des produits sont désormais soumis à des réglementations dissuasives : ne bénéficiant pas d'une « *présomption d'innocence* », l'idée même d'amélioration se trouve, de fait, bannie.

Biotechnologies Végétales infos
3ème trimestre 2015 N° 7

Des pommes de terre résistantes au mildiou

La menace du Phytophthora infestans pèse lourdement sur la culture de la pomme de terre en Europe. Le mildiou dont il est la cause entraîne chaque année des graves préjudices économiques pour les agriculteurs. Selon une étude récente du VIB [1] des projets de recherche néerlandais, belges et britanniques sont en cours pour développer des pommes de terre résistantes à cette maladie, tant par les techniques d'amélioration classique que par la modification génétique. La culture de pommes de terre résistantes représente en effet la solution de choix pour échapper au *Phytophthora.*

« Face à la nécessité d'une solution efficace et respectueuse de l'environnement pour lutter contre le mildiou, nous ne pouvons pas nous permettre de refuser une technologie d'amélioration sûre, quelle qu'elle soit. Laquelle des technologies disponibles sera choisie pour créer les pommes de terre résistantes au mildiou doit finalement rester une question secondaire » conclut l'étude du VIB.

(1) VIB Des pommes de terre résistantes au mildiou pour la Belgique

Projet BintjePLUS

Un consortium de la pomme de terre, regroupant l'Université de Gand, le VIB et ILVO, a lancé le projet BintjePLUS qui a pour objet de développer une pomme de terre à résistances multiples au Phytophthora infestans en partant de la variété Bintje. La nouvelle variété va contenir au moins trois gènes de résistance naturels provenant d'espèces parentes et compatibles avec notre pomme de terre, ce qui conférera à la variété BintjePLUS une protection à large spectre et de longue durée contre le mildiou. La quantité de fongicide nécessaire pour sa culture devrait être inférieure de 80% à celle de la Bintje actuelle, non résistante.

Brèves

Réglementer les traits plutôt que les outils

Un rapport du Comité scientifique et technologique de la Chambre des Communes britannique affirme que la réglementation en vigueur dans l'Union européenne concernant l'adoption des cultures d'OGM devrait être remplacée par un système de réglementation fondé sur les traits.

Pour le président du Comité, «L'opposition aux cultures GM est fondée sur des valeurs et la politique, et non sur la science. Les cultures GM ne posent pas plus de risque pour l'homme, l'animal ou l'environnement que les cultures conventionnelles équivalentes ».

Le rapport cite trois failles majeures dans la réglementation européenne : la réglementation existante est partie de l'hypothèse que de telles cultures posent plus de risques que les cultures conventionnelles ; le système en vigueur met en relief les risques potentiels mais n'établit pas l'équilibre avec les avantages potentiels ; enfin, la réglementation en vigueur empêche les États de prendre leurs propres décisions.

Source Euractive : *http://www.parliament.uk/business/committees/committees-a-z/commons-select/science-and-technology-committee/news/report-gm-precautionary-principle/*

Les OGM en Afrique

L'Afrique du Sud est le 9ème pays du monde en termes de superficies de cultures GM avec 2,7 millions d'hectares cultivés en 2014. Dans ce pays les cultures d'OGM sont le maïs, le soja et le coton. Le maïs GM a été introduit pour la première fois en 1995 et il représente désormais 72 % de la superficie totale cultivée en maïs. L'Afrique du Sud est le premier pays en Afrique devant le Burkina-Faso (500 000 ha de cotonniers GM) et le Soudan (90 000 ha).

Dans le même temps, sept pays d'Afrique ont mis en place des essais en plein champ de cultures OGM (riz, maïs, blé, sorgho, banane, manioc, patate douce) : il s'agit du Cameroun, de l'Egypte, du Ghana, du Kenya, du Malawi, du Nigeria et de l'Ouganda.

Ils ont dit :

Stéphane Le Foll : le secteur semencier est capital dans la réussite du projet agro-écologique

A l'occasion d'une réunion du CTPS (21 Mai 2015) Stéphane LE FOLL a mis en avant le rôle crucial du secteur semencier pour répondre aux enjeux économiques et environnementaux auxquels est confronté le secteur agricole. La diversité et la qualité des semences seront en effet des éléments fondamentaux pour contribuer à l'adaptation des plantes au changement climatique.

"Un maïs transgénique résistant à la sécheresse, c'est aux africains de décider ce qui est bon pour leur économie"

Bill et Melina Gates,

Lors d'une visite (Février 2015) à Bruxelles, Bill et Melinda Gates ont déclaré *"Les pays africains sont les plus affectés par les changements climatiques. Ils vont donc pouvoir bénéficier de semences OGM plus résistantes à la sécheresse. Avec ces semences, les agriculteurs peuvent avoir 20 à 30% de rendement supplémentaire dans leur ferme. Nous pensons donc que c'est au Kenya, à la Tanzanie et à l'Afrique du Sud de décider si c'est bon pour leur économie ou non et si c'est la façon dont ils veulent nourrir leurs citoyens ".*

Source Euractive : *http://www.euractiv.fr/video/divergences-dopinion-sur-la-decision-de-lue-sur-les-ogm-dans-les-pays-en-developpement-312507*

Madeleine Albright, Ancienne Secrétaire d'Etat (EU)

"Il y a des pays avec des populations qui souffrent de la faim qui, pour de multiples raisons ont décidé qu'ils n'utiliseront pas des plantes génétiquement modifiées (PGM). Pourtant il existe un consensus scientifique pour dire que les PGM accroissent les rendements et ne menacent pas la santé des hommes. Tant que cette position ne change pas, nous avons l'obligation morale d'utiliser ces innovations agricoles pour faire décroitre la famine et accroitre les bénéfices des agriculteurs dans les pays en développement"

Biotechnologies Végétales infos
3ème trimestre 2015 N° 7

Changement climatique

Changement climatique, parasites et maladies des plantes

Les plantes interagissent avec les micro-organismes et les insectes. Ces interactions sont favorables pour certaines espèces végétales, comme dans le cas des symbioses avec des bactéries ou des champignons qui leur fournissent azote ou éléments minéraux, et comme dans le cas de la pollinisation par des insectes. Mais elles peuvent être négatives puisqu'on estime, au niveau mondial, à environ un tiers le manque à produire des cultures sous l'effet des parasites, mauvaises herbes, insectes, virus, bactéries, champignons, ceci malgré les mesures de protection, en particulier chimiques.

Le changement climatique a un impact sur ces interactions. Il se caractérise par une élévation de la concentration en CO_2 de l'air, une élévation de température, une augmentation de l'humidité dans les régions tropicales et une augmentation des sècheresses aux latitudes moyennes.

La plupart des insectes phytophages sont sensibles à une élévation de la température et y répondent par une augmentation de leur vitesse de développement, une plus grande prolificité et un plus grand nombre de générations pendant la saison. En conséquence les dégâts consécutifs à leur consommation des feuilles augmentent, ce qui est préjudiciable en particulier pour les arbres, réduisant par la même occasion le stockage du gaz carbonique. Les plantes, qui se défendent naturellement contre ces attaques par la synthèse de multiples molécules, sont également affectées par le changement climatique car la nature et la quantité des substances produites varient selon la température et la concentration de CO_2. **Il sera nécessaire de créer de nouvelles résistances, comme celles qui sont déjà utilisées chez le maïs et le cotonnier (transgéniques, dits « Bt ») contre des chenilles foreuses des tiges ou des fruits.**

On note depuis 1960 une tendance générale à la migration vers les pôles des parasites et pathogènes des cultures qu'on peut attribuer aux échanges commerciaux et au réchauffement climatique qui détermine leur persistance à des latitudes plus élevées. Ils accèdent à des zones précédemment « trop froides » pour eux. Par exemple les pucerons prolifèrent plus tôt en saison avec l'élévation de température qui favorise aussi leur cycle de reproduction sexuée, augmentant ainsi leur variabilité génétique ce qui complique la lutte. Les pucerons en piquant les plantes les affaiblissent et transmettent des maladies virales. ■

Des plantes transgéniques pour lutter contre les virus et les maladies fongiques

Des variétés transgéniques (OPGM) de papayer, courge, maïs, tabac, résistantes à des virus sont cultivées depuis 20 ans. Ce type de caractère est introduit dans de nombreuses autres espèces car les viroses constituent un des principaux problèmes des productions vivrières.

Le développement des maladies cryptogamiques (ou fongiques) des plantes est favorisé par la chaleur et l'humidité, et leur dispersion par les phénomènes météorologiques, et ceci d'autant plus que des épisodes extrêmes, cyclones et orages intenses, semblent accompagner le changement climatique.

Les observations et expérimentations réalisées ces dernières années permettent de prédire une augmentation de la fréquence d'apparition de maladies comme par exemple le mildiou de la pomme de terre, la rouille jaune et les fusarioses du blé, la pyriculariose foliaire et le rhizoctone du riz, la septoriose du soja.

Les sélectionneurs ont depuis longtemps recherché et détecté des gènes de résistance à de nombreux adversaires des cultures, souvent chez des espèces sauvages apparentées. Cette lutte génétique incessante trouve de nouvelles pistes grâce à la transgénèse. Citons quelques exemples qui sont en cours de test comme des pommes de terre tolérantes à la fois à des bactéries pathogènes, au mildiou, au rhizoctone et à la fusariose ou des bananes plantains résistantes à plusieurs nématodes vis-à-vis desquels les moyens de lutte chimique sont particulièrement dangereux pour l'environnement. ■

Une réduction des gaz à effets de serre

Au cours de la seule année 2013, la plantation de cultures génétiquement modifiées a donné lieu à une **réduction de 28 milliards de tonnes des émissions de gaz carbonique**, ce qui est équivalent au retrait de la circulation de 12,4 millions d'automobiles pendant un an (Source ISAA). 90 % de la baisse de ces émissions de gaz carbonique sont imputables à la séquestration du carbone dans le sol. Cette séquestration du carbone est engendrée par les techniques de conservation des sols facilitées par la culture de variétés génétiquement modifiées tolérantes aux herbicides.

Des chercheurs ont aussi mis au point récemment **un riz GM** (SUSIBA2) **à faible émission de méthane** (90% de méthane en moins) obtenu grâce à la modification de riz par un gène d'orge. Cette création est importante alors que la culture du riz est responsable de 17 % des émissions mondiales de méthane et que celui-ci constitue la principale source des gaz à effets de serre après le CO_2. ■

La sélection génétique pour la tolérance à la sécheresse

En dépit de son importance pour l'agriculture la sélection génétique pour la tolérance à la sécheresse n'est pas encore très développée.

Pour les plantes de grande culture, la sélection est essentiellement réalisée de façon indirecte, c'est-à-dire en réalisant des évaluations de rendement dans des conditions variées, dont des conditions sèches. Cela a en général entraîné une réponse pour la tolérance à la sécheresse, comme chez le maïs.

Mais pour être plus efficace, la sélection devrait faire intervenir des critères plus précis d'adaptation à la sécheresse : économie de l'eau, ouverture/fermeture des stomates, caractéristiques des racines, sénescence des feuilles..., ce qui n'est que rarement réalisé. On peut citer des programmes sur le système radiculaire du **maïs**, sur l'économie de l'eau chez le **blé** (travaux réalisés en Australie), sur l'aspect vert des feuilles en conditions de sécheresse (travaux encore réalisés en Australie), sur le **sorgho** en Espagne (racines et aspect vert), sur le **riz** en relation aussi avec l'adaptation au stress salin...

Les progrès dans les outils de phénotypage haut débit permettront des évaluations très rapides de caractères assez complexes liés au rendement en conditions de stress hydrique et permettront une sélection plus rapide, mais la réponse à la sélection sera lente. La transgénèse peut apporter une variabilité génétique nouvelle permettant d'aller plus loin et plus rapidement. ■

Biotechnologies Végétales infos
3ème trimestre 2015 N° 7

Changement climatique

Des cotonniers tolérant la sècheresse et l'excès de sel

Les cultures de cotonniers sont souvent soumises à la sècheresse et à l'excès de sel. Ces deux stress affectent l'équilibre minéral des compartiments cellulaires: l'excès d'ions Na+ est toxique pour le métabolisme dans le cytoplasme et la sècheresse réduit les capacités de régulation de ce métabolisme par stockage dans la vacuole. Des expériences déjà anciennes ont montré qu'on peut rendre une plante tolérante au sel par surexpression des gènes qui assurent la sécrétion hors de la cellule ou l'accumulation dans la vacuole du sodium.

Un résultat analogue est obtenu par surexpression d'un gène qui assure la sortie hors de la cellule ou l'accumulation dans la vacuole des protons (H+). Dans ce dernier cas, un effet secondaire, attribué à une augmentation du transport de l'auxine, conduit à un développement plus important des racines, ce qui a un effet bénéfique vis-à-vis de la tolérance à la sècheresse. En cumulant les deux types de transgènes, on augmente par synergie de façon significative les deux tolérances, comme le démontrent les essais au champ réalisés au cours des années précédentes par des chercheurs d'un consortium Sino-américain. ■

Source : *Shen G et al. (2015) Co-overexpression of AVP1 and AtNHX1 in cotton further improves drought and salt tolerance in transgenic cotton plants. Plant Mol Biol Rep*

Un riz transgénique plus tolérant aux stress environnementaux

L'étude des réseaux de gènes intervenant dans la régulation de la photosynthèse au cours de la croissance et du développement du riz a permis à des chercheurs de trois laboratoires américains d'identifier un gène, qu'ils ont baptisé HYR (pour « Higher Yield Rice »), qui orchestre l'expression de nombreux gènes intervenant dans le métabolisme du carbone. La surexpression de ce facteur de transcription dans des riz transgéniques augmente de façon très importante le rendement dans différentes conditions environnementales et en particulier en cas de déficit hydrique ou de températures élevées. De tels riz, qui capturent plus d'énergie solaire et de gaz carbonique, seront de nature à répondre à l'augmentation de la demande alimentaire. ■

Source : Madana M.R. Ambavaram et al. *Coordinated regulation of photosynthesis in rice increases yield and tolerance to environmental stress. NATURE COMMUNICATIONS | 5:5302 | Octobre 2014 ; DOI: 10.1038/ncomms6302*

Une plante pourrait détenir la clé de l'amélioration de la tolérance des cultures aux sols salins

Un chercheur de l'Université Victoria de Wellington, en Nouvelle-Zélande, a fait une percée scientifique qui pourrait changer la façon dont d'autres pays traitent le problème des sols de plus en plus salins.

Gagandeep Jain, doctorant en biologie végétale, présumait que les pigments rouges appelés bétalaïnes de la ficoïde glaciale de Nouvelle-Zélande étaient un signe indicateur de la capacité de résister à la salinité. « Les pigments rouges agissent comme un bouclier », dit-il. « Ils protègent les tissus végétaux des radicaux libres néfastes qui se forment lorsque les plantes sont soumises à la combinaison de sel et d'ensoleillement intense ». Ses recherches ont également montré que quand les pigments rouges sont transférés aux ficoïdes glaciales à feuilles vertes, celles-ci aussi deviennent tolérantes au sel. Selon Kevin Gould, professeur de biologie végétale, « Il y a un effort concerté des scientifiques du monde entier pour créer des cultures génétiquement modifiées dotées d'une meilleure tolérance au sel. Il est possible d'assainir un sol salin, mais c'est une opération coûteuse et temporaire. Les travaux de Gagandeep autorisent à penser qu'il peut y avoir une stratégie alternative. S'il est possible d'introduire des gènes dans une plante de culture afin qu'elle produise des bétalaïnes, les cultures traditionnelles pourraient être de nouveau exploitables sur cette terre ». Les résultats ont été publiés dans la revue New Phytologist. ■

Source : *Université Victoria de Wellington (4 mai 2015) http://www.victoria.ac.nz/news/2015/05/wellington-coastal-plant-could-hold-key-to-improving-crop-resistance*

Feu-vert pour le premier soja tolérant au stress hydrique en Argentine

Un soja transgénique est en passe de devenir le premier soja au monde doté d'un caractère de tolérance au stress hydrique.

Mis au point par Rosario, la société argentine Bioceres et la société américaine Arcadia Biosciences, la technologie devrait améliorer les rendements de 10 % en moyenne. Raquel Lia Chan, chercheuse à l'Université nationale du Littoral en Argentine, a déclaré que la clé de la technologie réside dans le fait qu'elle améliore les rendements dans des conditions de sécheresse comme dans des conditions normales. Les rendements ont tendance à augmenter de 14 % en condition de stress hydrique, et de 7 % quand les conditions sont bonnes. Le caractère agit en permettant à la culture d'être productive pour de plus longues périodes en situation de stress hydrique. « Les cultures ont tendance à se refermer assez rapidement quand elles subissent un stress. L'astuce ici est de leur faire croire qu'elles ne sont pas en situation de stress pour qu'elles puissent continuer à avancer un peu plus longtemps avec le mécanisme de la photosynthèse », a déclaré Federico Trucco, PDG de Bioceres.

Ce soja a franchi le premier des trois obstacles réglementaires en Argentine. Selon Trucco, il faudrait encore 12 à 18 mois pour qu'il obtienne l'approbation globale. Les recettes d'exportation actuelle de l'Argentine pour le soja sont d'environ 20 à 25 milliards de dollars. Selon Trucco, cette technologie pourrait améliorer les rendements de 10% par an. « Pour un pays comme le nôtre, 2,5 milliards de dollars c'est beaucoup d'argent », a-t-il conclu. ■

Source: *Nature Biotechnology (8 juillet 2015) http://www.nature.com/nbt/journal/v33/n7/full/nbt0715-682.html*

Biotechnologies Végétales infos
3ème trimestre 2015 N° 7

Changement climatique

L'Afrique du Sud autorise la commercialisation d'un maïs résistant à la sécheresse

Les producteurs sud-africains de maïs pourront désormais affronter le spectre de la sécheresse avec plus de sérénité. En effet, l'Afrique du Sud a donné son feu vert pour la commercialisation d'une variété de maïs génétiquement modifiée pour résister à la sécheresse.

Baptisée Drought Tego, ce maïs permet des rendements de 20 à 30% supérieurs à la normale dans un contexte de sécheresse modérée, indique le site internet Grain SA. La céréale qui sera disponible dès l'année prochaine est le fruit des efforts du projet Water Efficient Maize for Africa (WEMA).

Cette initiative publique-privée, financée par la fondation Bill et Melinda Gates, vise à produire des semences OGM, libres de droits pour les paysans africains. Selon les experts, la production de maïs en Afrique du Sud, chutera de plus de 60% au cours de ce siècle en raison de la dépendance à la pluie pour l'irrigation des cultures. ■

Source : *Aaron Akinocho - Agence Ecofin - 28 décembre 2014*

Des maïs tolérant à la sécheresse

Le maïs tolérant à la sécheresse connaît un succès important aux Etats-Unis. Les surfaces ont quintuplé en un an, passant de 50 000 hectares en 2013 (année de lancement) à 275 000 hectares en 2014.

De nombreux essais de cultures OGM ont lieu sur le continent africain (dans 7 pays) notamment des essais de maïs tolérant à la sécheresse utilisant le même trait que celui lancé aux Etats Unis. Les OGM pourraient apporter des solutions innovantes pour lutter contre le changement climatique qui affectera drastiquement ce continent. Mais peu de pays sont dotés d'une législation et d'une réglementation permettant de les cultiver.

Un gène en « Or »

Une mutation surprenante apparut en 1971 dans un champ de chou-fleur de l'Ontario (Canada) : une plante possédait une « tête » orange au lieu d'être blanche. Cette coloration était due à l'accumulation de carotène, précurseur de la vitamine A et elle a conduit les sélectionneurs à proposer des variétés de chou-fleur orange. On démontra par la suite qu'il s'agissait d'une modification d'une protéine, codée par un gène appelé Or, pour orange.

Des chercheurs viennent de montrer que la chair orange du melon est due à une mutation ponctuelle du même gène (une arginine est remplacée par une histidine en position 108 de la protéine). Ce gène muté introduit par transgénèse dans le génome d'une autre espèce, provoque l'accumulation de β carotène dans les cellules. Le gène « or » est présent chez toutes les plantes : il est donc possible d'imaginer de faire produire par mutation dirigée (nouvelles techniques d'édition du génome) du carotène à des graines ou des fruits, qui en sont dépourvus. ■

Source : *Tzuri G. et al. (2015) A 'golden' SNP inCmOr governs the fruit flesh color of melon (Cucumis melo). The Plant Journal 82, 267–279.*

Une huile de lin riche de 80 % d'acide oléique

L'huile de lin traditionnelle contient plus de 50% d'acide linolénique et est essentiellement utilisée dans l'industrie des revêtements, peintures, vernis, laque, linoleum, les encres et la cosmétique. Des lins obtenus par des méthodes traditionnelles (sélection de mutations des gènes responsables des étapes de désaturation, c'est çà dire d'insertion de doubles liaisons dans la chaîne carbonée) produisant très peu d'acide linolénique (2%) et à haute teneur en acide linoléique (70%) sont cultivés depuis plusieurs années pour des usages alimentaires sous la marque Linola. **Une huile de lin riche en acide oléique (80%) a été obtenue par transgénèse** à partir de ce dernier en neutralisant par interférence par ARN les deux gènes FAD2 que possède le lin et qui sont responsables de la synthèse d'acide linoléique à partir de l'acide oléique. La méthode employée était la seule disponible sachant que la mutation simultanée de deux gènes donnés est hautement improbable. Une telle huile par sa stabilité trouvera de nombreux débouchés dans l'industrie alimentaire. ■

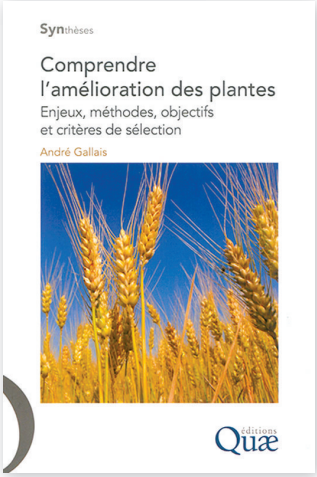
Source : *Chen Y. et al. (2015) Development of high oleic oil crop platform in flax through RNAi-mediated multiple FAD2 gene silencing. Plant Cell Rep 34:643–653 DOI 10.1007/s00299-015-1737-5*

Conseils de lecture

COMPRENDRE L'AMÉLIORATION DES PLANTES

André Gallais
Editions Quae 2015 - Collection Synthèses
240 pages - 24 €

Quels sont les enjeux socio-économiques de l'amélioration des plantes (nourrir la planète, respecter l'environnement, s'adapter au changement climatique, organisation de la filière semences) ? Quels sont les outils et les méthodes utilisés ? Comment les principaux caractères sont-ils améliorés ? L'ouvrage répond à ces questions et se termine par un bilan de ce qu'a apporté l'amélioration des plantes, tant à l'agriculteur qu'au consommateur, à l'industriel ou à la société.



Biotechnologies Végétales infos
3ème trimestre 2015 N° 7

L'effet d'un transgène est tout relatif

Il est souvent mis en avant que l'introduction d'un transgène dans le génome d'une plante aurait des effets connexes importants en provoquant des remaniements de ce génome ou en modifiant l'expression de ses gènes. Deux articles permettent de relativiser ces assertions.

Une étude en conditions agronomiques de blés dans lesquels des gènes de résistance à l'oïdium ont été introduits, montrent que l'expression du génome, appréciée par la mesure de l'abondance de chaque transcrit, est beaucoup plus influencée par les conditions environnementales (année, répétition, traitement fongicide, infection) que par le transgène [1].

Quant aux modifications du génome qu'entraîne l'insertion d'un transgène, elles sont sans commune mesure avec la variation naturelle. Par exemple entre deux lignées de maïs conventionnel prises au hasard, c'est une trentaine de gènes dont le nombre de copies varie, une centaine de gènes présents dans l'une et absents dans l'autre et de l'ordre de 150 gènes qui n'ont pas la même localisation [2]. A comparer à l'addition d'un gène par transgénèse ! ■

Source : *Schnell J et al. (2015) A comparative analysis of insertional effects in genetically engineered plants: considerations for pre-market assessments. Transgenic Res 24:1–17. DOI 10.1007/s11248-014-9843-7*

Quijano CD et al. (2015) The environment exerts a greater influence than the transgene on the transcriptome of field-grown wheat expressing the Pm3b allele Transgenic Res 24:87–97. DOI 10.1007/s11248-014-9821-0

Le génome du chêne séquencé

Des équipes de recherche de l'Inra et du CEA viennent de séquencer le génome du chêne pédonculé (*Quercus robur*). Il s'agit du premier séquençage pour une espèce du genre *Quercus* très largement répandu dans l'hémisphère nord. Ces travaux permettront notamment de mieux comprendre les mécanismes d'adaptation des arbres aux variations environnementales et fourniront des éléments pour anticiper leurs réponses au changement climatique. Ils font l'objet d'un premier article publié dans la revue en libre accès *Molecular Ecology Resources*, avant une publication finalisée des résultats dans les prochains mois. ■

Source : *http://presse.inra.fr/Ressources/Communiques-de-presse/Le-genome-du-chene-sequence*

Un riz antarctique !

Deschampsia antarctica, ou canche antarctique, est une des rares espèces autochtones de la côte ouest de la péninsule Antarctique. Des chercheurs ont identifié et caractérisé chez cette plante un gène (un facteur de transcription), nommé DaCBF7, qui est un homologue des gènes CBF impliqués dans la tolérance au froid chez les plantes. Chez la canche arctique, l'expression de DaCBF7 est induite par diverses contraintes abiotiques comme la sécheresse, le froid et la salinité. La surexpression de DaCBF7 dans des riz transgéniques a peu d'effet sur la tolérance à la sécheresse ou au sel, mais leur confère une tolérance nettement accrue au froid, sans défauts de croissance. ■

Source : *Source : Byun M.Y.et al. (2015) Constitutive expression of DaCBF7, an Antarctic vascular plant Deschampsia antarctica CBF homolog, resulted in improved cold tolerance in transgenic rice plants. Plant Science 236, 61–74.*

Un soja à haute valeur nutritive

Des plantes transgéniques de soja sur-exprimant un gène bactérien de phytoène synthase adressée aux plastes de l'embryon, accumulent 1500 fois plus de β carotène dans la graine. Il suffit d'environ 5 grammes de ces graines pour couvrir les besoins journaliers d'un adulte. De plus les chercheurs ont constaté que cette accumulation avait des conséquences indirectes: une modification du profil d'acides gras de l'huile, avec une augmentation de l'acide oléique et une diminution de l'acide linolénique et une augmentation de la teneur en protéines de 4%. Ces modifications qui constituent une amélioration substantielle de la qualité nutritive de la graine de soja sont attribuées à une réduction de 40% de la teneur en acide abscissique, hormone végétale impliquée dans la maturation de la graine, ce qui entraîne des modifications de l'expression de facteurs de transcription, qui eux mêmes « commandent » l'expression des gènes impliqués dans l'accumulation des réserves lipidiques et protéiques de la graine. ■

Source : *Schmidt M.A. et al. (2015) Transgenic soya bean seeds accumulating β-carotene exhibit the collateral enhancements of oleate and protein content traits. Plant Biotechnology Journal 13, 590–600.*

Découvrez notre site web BIOTECNOLOGIES VEGETALES

www.biotechnologies-vegetales.com

Pour en savoir plus sur les biotechnologies végétales, taper AFBV et consultez notre site. Vous pourrez y trouver des actualités, des témoignages, des statistiques, nos communiqués de presse, un glossaire, des applications très nombreuses des biotechnologies.

Point de vue

Nicolas **BOUZOU** (1)

Les biotechnologies végétales à l'aube d'une nouvelle ère de prospérité

L'économie mondiale est au départ du cycle d'innovation le plus fort depuis la première révolution industrielle. Le 21ème siècle sera marqué par l'émergence des NBIC: Nanotechnologies, Biotechnologies, Informatique et sciences Cognitives. Les avancées dans les NBIC vont se traduire par de puissantes vagues d'innovations qui vont impacter l'ensemble des secteurs économiques, modifiant les modes de production ainsi que l'offre de biens et de services. Suivant le principe schumpétérien de la « destruction-créatrice », les activités rendues obsolètes par le progrès technique disparaîtront et de nouvelles émergeront. Dans l'ensemble, les NBIC vont accroître la productivité du système productif au cours des prochaines décennies. L'emploi bénéficiera d'un nouvel élan de croissance économique et de nouveaux produits et services contribueront à améliorer le bien-être des populations.

Une agriculture mondiale portée par les biotechnologies

Les biotechnologies végétales constituent l'un des principaux sous- segments des NBIC. Ce domaine en pleine ébullition produit, notamment, des plantes génétiquement modifiées (PGM) qui contribuent depuis près de 20 ans à mieux nourrir la population mondiale. Les PGM permettent d'accroître les rendements tout en réduisant l'empreinte écologique des cultures. Le génie génétique permet en outre d'améliorer les qualités nutritionnelles des plantes.

De nouvelles utilisations industrielles des plantes seront rendues possibles. Les industries agro-alimentaires, les biocarburants, la pharmacie et cosmétique, le bois et papier, ou encore les industries plastiques et textiles bénéficient de produits agricoles innovants. L'enjeu industriel et social est colossal : il s'agit d'accroître la compétitivité industrielle pour générer richesses et emplois sur le territoire français dans le cadre d'un développement durable. En effet, les recherches contemporaines montrent que l'utilisation de biotechnologies végétales, outre qu'elle favorise l'adaptation des plantes au changement climatique, contribue à la diminution du stock de CO2 dans l'atmosphère.

Un retard européen et français préjudiciable à la croissance

En dix ans, l'étendue des cultures de PGM a plus que doublé dans le monde. Vingt-huit pays en cultivent aujourd'hui à grande échelle. Au total, ce sont 17 millions d'agriculteurs qui exploitent des PGM à travers le monde, sur une surface de 181 millions d'hectares,

L'Europe est presque absente des pays producteurs de PGM, avec seulement 5 pays qui en cultivent très modestement. L'indécision au niveau de l'UE et la position de la France (pays influent dans certaines zones de la planète comme l'Afrique) ont des conséquences sur les décisions prises au niveau mondial. En s'appuyant sur les gains financiers nets1 que des agriculteurs du monde entier retirent des PGM, et en observant le potentiel inexploité des cultures de PGM dans l'Union européenne, Park et al. (20112) ont évalué le manque à gagner pour les agriculteurs de l'Union entre 443 et 929 millions d'euros par an.

L'interdiction d'en produire en France est un signal négatif envoyé aux chercheurs, aux semenciers, aux agriculteurs et aux industriels français. Pour ces acteurs, avides de progrès et confrontés à la concurrence internationale, l'utilisation des avancées scientifiques est une condition nécessaire au maintien de leur compétitivité à long terme, et donc de leur pérennité. Si la France venait à maintenir son opposition de principe aux PGM, elle se couperait de marchés mondiaux en forte croissance. A long terme, le préjudice pour l'économie française se mesurera en termes de croissance perdue et d'emplois, tant dans les secteurs agricoles qu'industriels que, par effet d'entrainement, dans les services. Il apparaît donc souhaitable que la recherche française sur les biotechnologies vertes soit de nouveau soutenue activement par les pouvoirs publics, à la lumière des connaissances scientifiques du moment.

(1) Nicolas Bouzou, économiste, directeur-fondateur d'Asterès, est co-auteur avec Christophe Marques d'une étude commandée par l'IBV et intitulée : Les biotechnologies végétales : élément incontournable du nouveau cycle de croissance.

Pour développer une agriculture compétitive et durable
Soutenez les biotechnologies végétales
Comment ? En devenant adhérent
ou en faisant un don à l'AFBV

AFBV
Association Française des Biotechnologies Végétales

Nom : ..... Prénom : .....

Adresse postale : .....

Adresse mail : .....

☐ Demande son adhésion à l'AFBV ☐ Offre un don (défiscalisation) : .....

Ci-joint : chéque

Pour adhérer : envoyer votre **bulletin d'adhésion** et la somme de **30 euros** à AFBV - 23-24, rue Jean-Jacques Rousseau-75 001 Paris