

# Biotechnologies végétales *info*

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

N° 28

## SOMMAIRE

### Actualités

**P.2** Pour un progrès génétique de la vigne sans tabou

Des tomates génétiquement modifiées bio-usines de vitamine D

Feu vert pour la production d'OGM en Chine

Les plantes génétiquement modifiées ont rapporté 261 milliards de dollars

**P.3** La génétique au secours de la betterave

La majorité des européens comprend l'intérêt de l'édition génomique

L'étiquetage « sans OGM » est-il justifié ?

### Dossier

#### Les biotechnologies au service des pays africains

**P.4** Améliorations variétales par les nouvelles biotechnologies

**P.5** Feu vert pour le cotonnier sans gossypol

Un maïs 'Climate-smart' adapté au changement climatique

Un niébé transgénique résiste à la pyrale des gousses

**P.6** Des bananes résistantes aux maladies

En finir avec le mildiou de la pomme de terre

**P.7** Du manioc résistant à des maladies virales et sans danger

### Focus

**P.7** Des céréales capables de se passer d'azote de synthèse

### Interview

**P.8** Interview de Philippe Tillous-Borde



23-25, rue Jean-Jacques Rousseau  
75001 PARIS

afbv.secretariat@gmail.com  
www.biotechnologies-vegetales.com

Directeur de publication : Georges Freyssinet

Secrétaire de rédaction : Gil Kressmann

ISSN 2273-6727

Prix de l'abonnement annuel : 27 euros

## Réchauffement climatique : La génétique au secours des plantes

L'année 2022 a été à nouveau affectée par les effets du changement climatique lié au réchauffement de la planète. Dans notre pays cela s'est traduit par des gelées précoces, des températures caniculaires et une sécheresse affectant de nombreuses régions. Dans d'autres pays comme le Pakistan, c'est une mousson avec des pluies torrentielles qui entraînent d'importantes inondations. Dans les deux situations, les cultures sont particulièrement affectées avec un effet qui peut être considérable sur le rendement et la qualité de la récolte au risque de mettre en péril la sécurité alimentaire, comme cela est le cas au Pakistan.

Tout au long de leur culture les plantes doivent se protéger elles mêmes et/ou être protégées. L'auto-protection des plantes contre les aléas climatiques à travers la sélection végétale est un moyen de choix pour y parvenir. Le sélectionneur doit pouvoir disposer de toutes les technologies disponibles pour trouver des solutions génétiques permettant aux plantes de se protéger elles-mêmes contre les effets des changements climatiques.

Dans le cadre de son action publique sur la mutagenèse ciblée (l'édition génomique) et la cisgénèse végétale, la Commission européenne a lancé plusieurs enquêtes dont les résultats devraient être connus au second trimestre 2023. Vu les besoins en amélioration des plantes et la nécessité d'avoir rapidement des variétés résilientes à ces conditions climatiques changeantes, espérons que ces résultats soient accompagnés d'une proposition d'adaptation de la législation OGM <sup>(1)</sup> pour que les plantes issues de ces technologies puissent effectivement être développées et commercialisées en Europe sans délai après leur obtention. De plus en plus de pays vont dans cette direction. L'Europe doit suivre si elle veut renforcer sa souveraineté alimentaire face aux défis qui sont devant nous.

**Georges FREYSSINET**

Président de l'AFBV

(1) L'AFBV a répondu à ces enquêtes. Elle a aussi finalisé ses propositions en liaison avec son partenaire allemand, le WWG, dans un document présenté aux différentes instances françaises et européennes, disponible sur [biotechnologies-vegetales.com/blog/reglementation/](http://biotechnologies-vegetales.com/blog/reglementation/).

## Pour un progrès génétique de la vigne sans tabou

**Des voix s'élèvent dans le vignoble pour autoriser les nouvelles technologies génomiques et conférer aux cépages traditionnels des résistances aux maladies et à la sécheresse.**

L'innovation génétique a-t-elle sa place dans le vignoble de demain ? André Baniol, vigneron et responsable syndical, prend fermement position : « l'accumulation de mensonges et d'actions destructrices ont forgé une image apocalyptique au concept d'organisme génétiquement modifié (OGM). Pour autant il me semble parfaitement possible d'expliquer que le transfert de gènes par manipulation génétique ne rend pas le récepteur plus dangereux que le transfert par rétrocroisement, ni pour l'environnement, ni pour la consommation humaine ».

Ces nouvelles technologies génomiques dénommées NTG (ou NBT en anglais), représentent un ensemble de techniques permettant de modifier le génome d'un organisme d'une manière très ciblée à l'aide de « ciseaux moléculaires » afin de lui conférer une caractéristique précise.

**Des modifications bénignes**

André Baniol y voit le moyen de sortir des pesticides sans changer de cépage. « Ils recevraient simplement les gènes de résistance aux maladies cryptogamiques, sans perdre ni leurs caractéristiques organoleptiques, ni leur patronyme, clé d'accès incontournable au marché ».

Secrétaire général de l'Assemblée des Régions Européennes Viticoles (AREV) et vigneron, Aymard de Clermont-Tonnerre est du même avis. « Contrairement aux OGM, les nouvelles technologies génomiques (NTG) permettent de réaliser des modifications bénignes sans conséquences inconnues » affirme-t-il. ■

Source : Marion Bazireau Le 20 janvier 2022 dans Vitisphère



## Des tomates génétiquement modifiées bio-usines de vitamine D

**La vitamine D, élément essentiel à de nombreuses voies métaboliques dans notre organisme, joue un rôle crucial pour notre santé. Or 40 % des Européens et un milliard de personnes dans le monde seraient carencés en vitamine D.**

Des scientifiques du John Innes Center (GB) ont créé, par édition génomique, des tomates pour en faire de véritables « bio-usines » à vitamine D.



Pour donner naissance à leurs nouveaux plants de tomate, les chercheurs britanniques ont utilisé la technique d'édition de gènes CRISPR-Cas9. Ils ont notamment désactivé un gène spécifique de la voie de biosynthèse de provitamine D3, (précurseur de la vitamine D) afin d'en augmenter le taux. Celui-ci augmente fortement dans les feuilles et apparaît dans les fruits. Cette provitamine est transformée en vitamine D après traitement aux ultra-violets (processus naturel lumineux). Les feuilles de tomates pourraient être utilisées pour fabriquer des suppléments de vitamine D à partir de ces lignées de tomates éditées.

La culture en plein air de ces tomates devrait commencer au Royaume-Uni. En cas de succès, ces tomates pourraient fournir une nouvelle source alimentaire importante de vitamine D. ■

Source : <https://www.jic.ac.uk/press-release/gene-edited-tomatoes-could-be-a-new-source-of-vitamin-d/>

## Les plantes génétiquement modifiées ont rapporté 261 milliards de dollars aux agriculteurs

Au cours de la période de 1996 à 2020, selon une étude de Graham Brooke, les revenus des agriculteurs utilisant des semences génétiquement modifiées ont augmenté de 261 milliards de dollars. Cela équivaut à un gain de revenu agricole moyen pour toutes les cultures GM cultivées au cours de cette période (Soja, maïs, colza, coton) d'environ 112 \$/hectare. En 2020, les gains de revenu agricole étaient de 18,8 milliards de dollars

(moyenne de 103 \$/ha). Les gains cumulés des revenus agricoles ont été répartis à 52 % entre les agriculteurs des pays en développement et à 48 % entre les agriculteurs des pays développés. 72 % des gains proviennent des gains de rendement et de production, les 28 % restants provenant des économies de coûts. ■

Source : Graham Brooke - Incidences sur le revenu agricole et la production de l'utilisation de la technologie des cultures génétiquement modifiées (GM) 1996-2020

## Feu vert pour la production d'OGM en Chine



**La Chine déjà productrice de cotonniers génétiquement modifiés (GM) a donné le feu vert à la culture du maïs et du soja génétiquement modifiés résistants aux parasites et aux herbicides.**

Après une évaluation qui a duré 10 ans, la Chine fait le saut et autorise la culture du maïs et du soja génétiquement modifiés malgré les réticences des consommateurs chinois manipulés par les campagnes anti OGM. En effet cette évaluation n'a décelé aucun effet négatif sur les insectes bénéfiques et la qualité du sol. La diminution de l'utilisation de pesticides sur le maïs GM s'avère même positive sur le plan écologique. Cette nouvelle politique de la Chine a été décidée pour assurer la sécurité alimentaire des consommateurs chinois qui dépendait trop des importations sur le marché mondial. Cette décision de la Chine va donner une impulsion très importante à la production de plantes génétiquement modifiées dans le monde. Elle incitera sans doute d'autres pays, en particulier africains, à suivre plus rapidement cet exemple. ■

Source : Zhao Yimeng | Quotidien de la Chine | 19 janvier 2022

## La majorité des européens comprend l'intérêt de l'édition génomique



La Commission européenne a publié les résultats de sa consultation publique (avril-juillet 2022) sur l'édition génomique : 79% des répondants estiment que les dispositions actuelles de la législation OGM ne sont pas adéquates pour les plantes obtenues par mutagenèse ciblée ou cisgénèse. 61% estiment que maintenir ces plantes dans le cadre réglementaire actuel aurait des conséquences négatives sur leur secteur.

Parmi ceux-ci plus de 65% mentionnent la **perte d'outils** pour faire face au changement climatique, développer des variétés plus résilientes, réduire l'utilisation de pesticides, et, en général, pour atteindre les objectifs du Pacte Vert ainsi que des obstacles pour la R&D de cultures améliorées et la perte de compétitivité.

Une grande majorité souhaiterait une approche d'évaluation de risques différente de celle du cadre OGM actuel : 34% pensent que l'évaluation des risques devrait avoir des exigences adaptées aux caractéristiques et profil de risque de la plante et 22% pensent que l'évaluation de risques n'est pas nécessaire lorsque ces plantes auraient pu être produites par les méthodes de sélection traditionnelles ou la mutagenèse classique.

Pour la durabilité, 51% des répondants pensent que des clauses réglementaires spécifiques de durabilité devraient être incluses dans cette réglementation et 41%, dont les ONG écologistes et consommateurs, pensent le contraire. ■

Pour en savoir plus : <https://www.biotechnologies-vegetales.com/blog/reglementation/>

## La génétique au secours de la betterave

L'avenir de la betterave française est très sérieusement menacé par la jaunisse, une maladie qui bloque la croissance de la plante. Elle peut entraîner des pertes de rendement de l'ordre de 50 % d'une parcelle. Les planteurs portent beaucoup d'espoirs dans les progrès de la génétique.

La seule solution existant actuellement pour lutter efficacement contre ce fléau est apportée par un traitement à base de « néonicotinoïdes ». Mais cette famille de produits est sur la sellette depuis plusieurs années. Son utilisation a été réautorisée en 2021, par **dérogation** reconductible 3 années maximum et uniquement pour les semences de betteraves, afin de trouver dans l'intervalle des solutions alternatives.

### Les espoirs reposent sur la génétique

Dans un contexte sociétal poussant à la réduction des intrants « La génétique est la



solution que les planteurs espèrent comme alternative aux néonicotinoïdes » selon les propos d' Alexandre Quillet, président de l'ITB (Institut Technique de la betterave).

Pour répondre à cet objectif, un important Programme national de recherche et d'innovation a été lancé dès 2020. Il réunit l'ITB, l'INRAE et les acteurs de la filière, dont les semenciers-sélectionneurs. Ce partenariat public/privé travaille sur deux projets orientés notamment vers la sélection de **variétés plus résistantes aux jaunisses**. Les semenciers seront-ils opérationnels pour mettre en marché ces variétés tolérantes à la jaunisse dès 2024 ? ■

Source : Le betteravier français

## L'étiquetage « sans OGM » est-il justifié ?

89 % des Français estiment que les aliments produits avec des animaux nourris par des OGM devraient être clairement étiquetés. Cette demande n'est nullement justifiée sauf pour ceux à qui on a fait croire que « Manger des OGM, c'est prendre le risque de modifier notre patrimoine génétique ».

Selon le professeur Guillemain <sup>(1)</sup>, « si tel était le cas, nous n'existerions pas tels que nous sommes. Nous mangeons chaque jour jusqu'à un million de gènes qui ne sont pas les nôtres, et dont certains seraient nuisibles s'ils pénétraient dans nos cellules ».

L'ingestion quotidienne de l'ADN d'un grand nombre d'espèces vivantes végétales et animales n'a jamais modifié le génome de celui qui s'en nourrit. **L'ADN, tout comme les protéines, est détruit dans notre tube digestif**. De nombreuses études montrent qu'il n'y a aucune trace d'ADN et de protéines provenant des OGM dans le lait, les œufs et la viande, a fortiori dans nos cellules après que l'on ait mangé des produits provenant d'animaux nourris avec des OGM » .

(1) Le Figaro Santé: Joël Guillemain : Pourquoi les OGM sont-ils acceptés en pharmacie et contestés dans l'alimentation - Publié le 02/03/2012.



## BIOTECHNOLOGIES VEGETALES EN LIGNE

[www.biotechnologies-vegetales.com](http://www.biotechnologies-vegetales.com)

## Les biotechnologies au service des pays africains

Les semences génétiquement modifiées ont connu rapidement un large succès en Amérique du Sud, en Amérique du Nord et en Asie ; Sur le continent africain, hormis en Afrique du sud, les gouvernements ont fait preuve de peu d'empressement pour mettre en place l'encadrement juridique nécessaire à leur développement, subissant une forte pression de la part d'ONG d'inspiration européenne. Mais la situation est en train de changer. La sécurité alimentaire des africains est en jeu. Les bénéfices des nouvelles biotechnologies que ces pays peuvent attendre de ces innovations dans le domaine des semences pour développer leur agriculture sont de plus en plus partagés. Les scientifiques mais aussi les agriculteurs se mobilisent en faveur de l'utilisation des biotechnologies pour développer en Afrique une agriculture productive et durable. Nécessité fait loi, au moins en Afrique !

Yvette DATTÉE

*Nous remercions Marc Ghislain (Senior Biotechnologist - International Potato Center - CIP) pour l'aide précieuse qu'il nous a apportée dans la conception de ce numéro.*

## Améliorations variétales par les nouvelles biotechnologies en Afrique

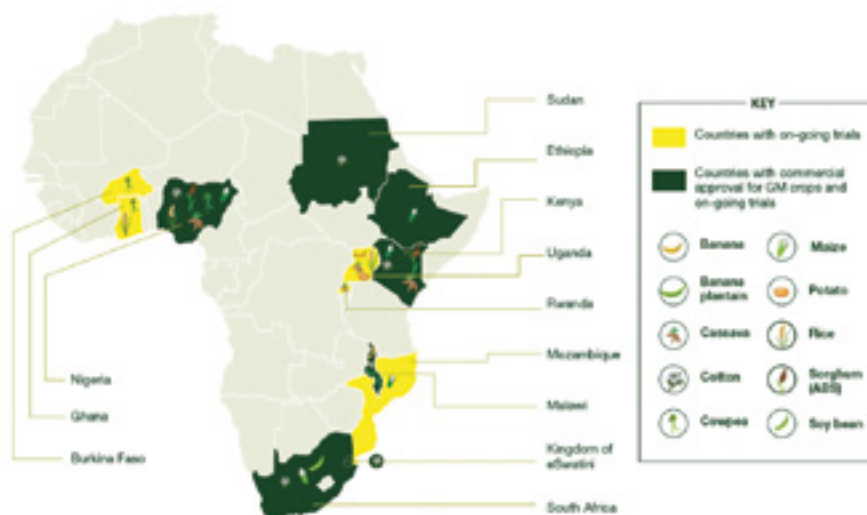
**En 2021, plus de 10 espèces cultivées améliorées génétiquement par trans-génèse sont soit commercialisées, soit en cours d'essais en champ dans 12 des 54 pays d'Afrique.**

En 2022, le **niébé** résistant au ravageur des fleurs et gousses (« PDR cowpea »), déjà commercialisé en 2019 au Nigeria, l'a été au Ghana, le **manioc** résistant à la striure brune (« CBSDR cassava ») a été libéré au Kenya, le Nigeria a autorisé l'importation de **blé** tolérant à la sécheresse (« HB4 wheat »), et le Rwanda autorise des essais en champ de la **pomme de terre** résistante au mildiou (« LBR potato »), tandis que le **maïs** résistant aux ravageurs et tolérant à la sécheresse (« TELA maize ») progresse vers une commercialisation prochaine au Nigeria, en Ethiopie, et au Kenya.

### Des avancées vers une agriculture moins gourmande en intrants

Parmi les caractères améliorés, les résistances aux maladies et ravageurs, l'utilisation efficace de l'azote, ou encore la tolérance à la sécheresse représentent des avancées notables vers une agriculture durable moins gourmande en intrants. L'édition du génome, une technologie plus récente, n'en est pas moins présente en Afrique avec des projets prometteurs tel que la résistance des céréales à la plante parasite Striga, la nécrose létale du maïs, ou les bananes résistantes aux maladies.

Pour réaliser les bénéfices des biotechnologies dans une agriculture africaine en transformation, il faudra, tout à la fois, des décisions politiques telles qu'intégrer les biotechnologies pour une agriculture durable, des transferts de technologies et formations de capacités par des acteurs internationaux



Source : ISAAA, 'Africa Biotech/GM Research and Commercialization Status by 2020'

(Ex. AATF, One CGIAR), des liens plus étroits avec les développeurs de technologies du secteur privé et public (par ex. Corteva, IRD, CIRAD), et finalement des réglementations favorisant les biotechnologies à haut impact sur la productivité, la réduction des intrants, l'amélioration de l'agro-biodiversité, et les bénéfices économiques et sociaux.

### Des réglementations qui varient d'un pays à l'autre

La réglementation des plantes améliorées par les biotechnologies modernes varie d'un pays à l'autre en Afrique et continue d'évoluer en suivant aujourd'hui des critères plus scientifiques qu'idéologiques (*voir illustration*).

Par exemple, lorsque la plante avec un ou plusieurs gènes édités n'a pas d'insertion d'ADN étranger, la réglementation en vigueur

au Nigeria et au Kenya ne la considère pas comme un OGM et la plante améliorée doit se conformer à la réglementation en vigueur pour les plantes issues de l'amélioration conventionnelle.

De façon anachronique, le pays qui était le premier en Afrique à cultiver des OGM est celui qui pour le moment refuse de traiter l'édition génomique différemment des OGM. Globalement, les tendances sont positives en Afrique quant à l'adoption des biotechnologies modernes pour une agriculture plus durable, plus productive et moins dommageable pour l'environnement. ■

Marc GHISLAIN

Senior Biotechnologist - International Potato Center - CIP

et Leena TRIPATHI

Director for Eastern Africa Hub, International Institute of Tropical Agriculture (IITA)

## Feu vert pour le cotonnier sans gossypol

La production mondiale de graines de coton contient 10,8 milliards de grammes de protéines qui peuvent répondre aux besoins en protéines de base de 590 millions de personnes à raison de 50 g/jour.

Dès 1980, a été créée et testée une farine de coton consommable par les humains, ne comportant pas de gossypol : le gossypol est un polyphénol toxique présent dans les tiges, les feuilles, les capsules et les graines du cotonnier.

En 1983, la CIDT, en Côte d'Ivoire, a cultivé à grande échelle dans la région de Korhogo un cotonnier sans gossypol (variété GL7). Par sélection conventionnelle, le gossypol était éliminé de toutes les parties de la plante. Cette variété sans gossypol a été abandonnée pour deux raisons :

- les attaques d'insectes et autres prédateurs attirés par une plante qui, sans aucun gossypol, ne se défendait plus ;
- la non rentabilité de l'opération calculée

uniquement sur la valorisation de la farine des tourteaux.

Keerti et Rathore de l'Université du Texas (A&M Institute for Plant Genomics and Biotechnology) en utilisant la méthode de l'ARN interférent (ARNi) ont inhibé le gène codant la formation du gossypol uniquement dans la graine.

Ils ont ainsi réussi à produire un cotonnier dont le gossypol est pratiquement éliminé de la graine, mais reste présent dans les feuilles et la tige, protégeant ainsi le cotonnier des attaques d'insectes.

Le 16 octobre 2018, le département de l'Agriculture des États-Unis a autorisé la commercialisation du coton de la variété TAM66274, à très faible teneur en gossypol. En octobre 2019, la FDA (Food and Drug Administration) a donné le dernier feu vert.

Est-ce que ce nouveau coton atteindra le marché africain ? ■

Source : Keerti et Rathore Université du Texas (A&M Institute for Plant Genomics and Biotechnology)

## Un maïs 'Climate-smart' adapté au changement climatique

Les dommages fréquents causés par la sécheresse et les insectes nuisibles, y compris la chenille légionnaire d'automne et les insectes foreurs, associés au changement climatique, posent une insécurité alimentaire importante pour plus de 300 millions de personnes en Afrique qui dépendent principalement du maïs comme source de nourriture.

Pour faire face à cette menace, le projet WEMA a été créé en 2008 pour développer et déployer des hybrides de maïs tolérants à la sécheresse et résistants aux insectes (« climate-smart ») par le biais d'un partenariat public-privé<sup>(1)</sup>.



Plus de 120 hybrides conventionnels tolérants à la sécheresse ont été développés sous le nom de marque DroughtTEGO® (DT). Les lignées conventionnelles tolérantes à la sécheresse ont été transformées avec des gènes de résistance aux insectes, Bt (MON810 [Cry1Ab] et MON89034 [Cry1A.105/Cry2Ab2] ; gènes Cry provenant de *Bacillus thuringiensis*) et de tolérance à la sécheresse (DT, MON87460 avec le gène DT venant de *Bacillus subtilis*). Les hybrides TELA® ont été développés avec Bt ou Bt empilés avec DT.

Sous infestation par les ravageurs ciblés, les hybrides TELA® avec Bt MON810 ont produit un rendement supérieur de 43 % par rapport aux hybrides isogéniques. Les hybrides DroughtTEGO® et TELA® devraient être largement diffusés auprès des agriculteurs africains pour l'adaptation au changement climatique. ■

Sylvester O. OIKEH

TELA Maize Project Manager/Maize Scientist AATF

(1) L'AATF, principale organisation africaine de transfert de technologie dirige le PPP qui, comprend le CIMMYT, Bayer et les Systèmes Nationaux de Recherche Agricole (« NARS ») du Kenya, de l'Éthiopie, du Mozambique, du Nigéria, de l'Afrique du Sud, de la Tanzanie et de l'Ouganda

## Un niébé transgénique résiste à la pyrale des gousses

Le niébé, un aliment de base en Afrique, est une source de protéines alimentaires pour plus de 200 millions de personnes. Il est aussi utilisé pour nourrir les animaux. La production de niébé est limitée par la pyrale des gousses de légumineuses (LPB-*Maruca vitrata*), l'insecte nuisible le plus important de cette culture. Le niébé PBR résistant au foreur de gousses est la première culture vivrière génétiquement modifiée adoptée en Afrique de l'Ouest.

Le développement de variétés de niébé résistantes aux dommages causés par la LPB par la sélection traditionnelle n'a pas été couronné de succès ; d'où une forte dépendance à l'égard des insecticides chimiques qui sont souvent inefficaces et préjudiciables à l'environnement. À la recherche d'outils plus viables pour le contrôle des pyrales, l'AAT (1), en collaboration avec des organisations publiques et privées, met en œuvre le développement et la commercialisation d'un niébé transgénique (PBR) qui confère une résistance à la pyrale grâce à l'expression de la protéine insecticide Cry1Ab de *Bacillus thuringiensis* (Bt).

Lors d'essais expérimentaux confinés et gérés par des agriculteurs, menés au Nigéria,



au Burkina Faso et au Ghana, le niébé PBR Bt résistant à la pyrale a systématiquement donné des rendements céréaliers plus élevés (20-80 %) que la variété conventionnelle de niébé. Il a aussi réduit le besoin de pulvérisations insecticides de 6-10 à 2 fois par saison, soit une économie de quatre litres d'insecticides / ha ou 12,5 \$ US / ha.

Le niébé PBR résistant à la pyrale intéresse de plus en plus de pays africains

Le permis de commercialisation du niébé PBR (Bt) a été délivré au Nigéria en 2019, après quoi la première variété niébé PBR, SAMPEA 20-T, a été enregistrée et diffusée aux agriculteurs après des essais nationaux de performance réussis. Le niébé PBR a été lancé au cours de la saison agricole 2021, ce qui a conduit à sa culture par de petits agriculteurs. Le Ghana a récemment délivré un permis de dissémination environnementale et de mise sur le marché de produits, tandis que le Burkina Faso est en train de soumettre un dossier de dissémination environnementale. Au Nigéria, le produit a été commercialisé grâce à des systèmes de semences de production et de distribution de semences bien coordonnés, à la gestion des produits et à des modèles de développement commercial.

La prochaine priorité est de renforcer les systèmes semenciers et la gestion des produits afin d'assurer un approvisionnement durable en semences de 1.000 tonnes par an dans le but de répondre à la demande croissante pour le niébé PBR. ■

Francis ONYEKACHI

African Agricultural Technology Fondation (AATF)

## Des bananes résistantes aux maladies grâce à l'édition génomique

**La banane est l'une des principales cultures vivrières de base cultivée dans plus de 136 pays des régions subtropicales et tropicales, avec une production mondiale annuelle d'environ 163 millions de tonnes, nourrissant plus de 400 millions de personnes**

Sa production est principalement limitée par de nombreuses maladies telles que le flétrissement bactérien (BXW), les cercosporioses noire et jaune, la maladie de Panama, les maladies virales, et des ravageurs. L'utilisation de variétés résistantes est l'une des options les plus efficaces pour contrôler les maladies et ravageurs. La modification génétique (GM) et l'édition des gènes permettent de contourner les obstacles de la sélection traditionnelle.

### Des obstacles réglementaires pour la commercialisation

Cependant, la commercialisation des cultures GM se heurte à des obstacles en raison du processus d'approbation réglementaire compliqué. L'édition génomique basée sur CRISPR / Cas9 est devenue l'outil le plus puissant pour l'amélioration des cultures en raison de sa capacité à créer des changements précis et de l'empilement des

caractères par multiplexage. Si les variétés issues de l'édition génomique n'ont pas de transgènes, elles ne sont pas réglementées en tant qu'OGM dans plusieurs pays africains (Kenya, Nigéria et Malawi).

Récemment, l'édition génomique a été appliquée pour inactiver le virus endogène de la striure de banane (eBSV) intégré dans le génome B de la banane plantain (AAB) qui en condition de stress causent des symptômes de maladie. Le séquençage et le phénotypage des lignées éditées ont montré des mutations ciblées et confirmé l'inactivation du eBSV.

Pour contrôler le BXW, la maladie de la banane la plus destructrice d'Afrique de l'Est, nous avons démontré que la perturbation du gène de résistance au mildiou (MusaDMR6) gène analogue de la banane a provoqué une résistance accrue à BXW sans affecter la croissance des plantes.

Les progrès futurs de l'édition génomique peuvent développer des variétés de bananes résistantes aux maladies, ce qui contribuera à la sécurité alimentaire, en particulier en Afrique. ■

**Leena TRIPATHI**

Director for Eastern Africa Hub,  
International Institute of Tropical Agriculture (IITA)



Banane modifiée par édition de gène avec knock out du gène de susceptibilité, orthologue de Downy Mildew Resistance (banane MusaDMR6), en serre.

## En finir avec le mildiou de la pomme de terre



**Tel est le rêve de n'importe quel agriculteur africain à qui nous expliquons avoir réussi à rendre leurs variétés totalement résistantes à cette maladie grâce à trois gènes de résistance au mildiou provenant de parents sauvages transférés par génie génétique.**

La pomme de terre est dans certains pays la deuxième ou troisième source d'aliment de base. Elle offre également un excellent revenu à des agriculteurs qui la cultivent en moyenne sur un quart d'hectare. En Ouganda, un agriculteur gagne environ 565 euros de la vente de sa production dont 10 % à 40 % couvrent les coûts des traitements par fongicide. Nos partenaires ougandais ont effectué 17 essais en champs au cours des 6 dernières années avec nos variétés transgéniques possédant les gènes *RB*, *Rpi-blb2*, *Rpi-vnt1.1* des espèces sauvages *Solanum bulbocastanum* et *S. venturii*. Les résultats sont sans appel : seules les parcelles de pommes de terre transgéniques ont survécu et cela sans une seule goutte de fongicide.

Doubler son revenu, augmenter sa production, ne plus s'intoxiquer, et maintenir l'agro-biodiversité, voilà ce qui motive les agriculteurs à réclamer ces variétés transgéniques qui en plus seront du domaine public. Il leur faudra cependant encore attendre 2 ou 3 années afin d'obtenir les autorisations officielles. ■

**Marc GHISLAIN**

Senior Biotechnologist - International Potato Center - CIP

## Le chiffre

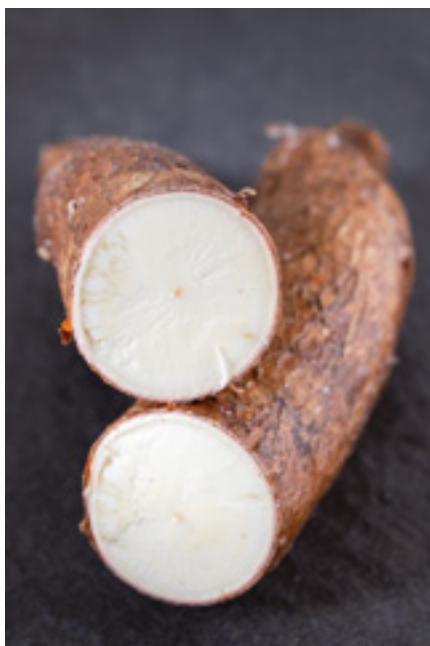
**444 programmes d'éditions du génome sur les plantes et 119 sur les hommes sont répertoriés dans le monde**

## Du manioc résistant à des maladies virales et sans danger

Les rendements en manioc sont considérablement réduits par deux maladies virales : la maladie de la mosaïque du manioc (CMD) et la maladie de la strie brune du manioc (CBSD). En utilisant la technologie de l'ARNi, le cultivar de manioc TME 204 a été génétiquement modifié pour exprimer des petits ARN interférents dérivés des séquences de l'enveloppe protéique du virus de la strie brune du manioc ougandais et du virus de la strie brune du manioc, les agents causaux de la CBSD.

L'événement 4046 qui s'est avéré très résistant au CBSD et possède de bonnes caractéristiques agronomiques lors d'essais sur le terrain au Kenya et en Ouganda a été croisé avec les cultivars préférés des agriculteurs TME 14 et NASE 14. Huit F1 très performantes dérivées de l'événement 4046 possédant des caractéristiques préférées des agriculteurs et des consommateurs ont été sélectionnées.

Des essais réglementaires ont été menés pour l'événement 4046 et une demande de dissémination dans l'environnement a été soumise à l'Autorité nationale de biosécurité (ABN) du Kenya. Un examen approfondi a confirmé que le manioc Event 4046 et ses descendants résistants au CBSD dérivés de l'ARNi sont sans danger pour l'alimentation humaine, l'alimentation animale et l'environnement.



L'approbation par la NBA permet à certaines lignées de descendants de F1 d'être mis dans des essais de performance nationaux avant l'enregistrement officiel, la commercialisation et la livraison aux agriculteurs pour la culture au Kenya. ■

**Douglas MIANO**

Donald Danforth Plant Science Center  
and African partner institutions

## Brève

### L'Afrique du Sud tire largement profit des plantes génétiquement modifiées.

L'Afrique du Sud a commencé à utiliser des semences de maïs génétiquement modifiées au cours de la campagne 2001/02. Avant son introduction, les rendements moyens du maïs étaient d'environ 2,4 tonnes par hectare. Ils sont désormais passés à une moyenne de 5,6 tonnes par hectare à partir de la campagne 2020/21. ■

## Conseils de lecture

**REVUE FRANC-TIREUR**

### OGM : CULTURES ET PRÉJUGÉS

Franc-Tireur, une nouvelle publication hebdomadaire, a mis à la une de son numéro daté du 22 juin 2022 un dossier très complet intitulé : « OGM : cultures et préjugés ». Le contenu de ce dossier écrit par la journaliste Anne Denis, est ainsi résumé : « Face aux défis climatiques et démographiques, les organismes génétiquement modifiés ont un rôle à jouer, notamment dans les pays en développement. Mais depuis vingt-cinq ans, ils sont diabolisés dans l'opinion par une farouche opposition d'écologistes et de militants. Entravée par une réglementation très restrictive, la recherche européenne prend du retard par rapport aux Etats-Unis et à la Chine. Le procès fait aux OGM est-il justifié ? ».

**REVUE FRONT POPULAIRE**

### OGM, ALLIÉS INSOUÇONNÉS DE L'ÉCOLOGIE VÉRITABLE

La revue de Michel Onfray, Front Populaire (numéro 5), a publié un texte solidement référencé, écrit par Aurélien Enthoven, qui montre en quoi les écologistes politiques ont bien tort de diaboliser les organismes génétiquement modifiés (OGM) qui représentent en réalité un sérieux atout pour faire face à la crise environnementale.

# Focus

## Des céréales capables de se passer d'azote de synthèse

**L'apport d'engrais azoté peut être à l'origine de la pollution des nappes phréatiques et par le processus de dénitrification, l'émission de protoxyde d'azote contribue au réchauffement climatique. Une solution est donc d'obtenir des plantes capables de fixer directement l'azote atmosphérique, ce qui est un vieux rêve.**

Dans cette étude une association symbiotique a été obtenue entre une lignée d'orge et une bactérie (*Azorhizobium caulinodans* qui peut coloniser les racines de l'orge et fixe l'azote atmosphérique). L'orge a été modifiée génétiquement pour lui permettre de produire une molécule, la rhizopine et la perception de cette même

molécule a été amplifiée chez la bactérie, ce qui lui permet de coloniser les racines de l'orge. La plante devient capable d'utiliser l'azote de l'air qui est réduit en ammonium par une enzyme bactérienne, la nitrogénase, mais, l'activité de cette enzyme n'est pas optimale.

### Encore du pain sur la planche

Il sera donc nécessaire d'améliorer de façon très significative l'efficacité de la fixation d'azote. Cependant, les résultats obtenus en vue d'obtenir, à moyen terme, des céréales capables d'utiliser l'azote atmosphérique sont encourageants. ■

Source : Haskett T.L. et al., 2022.

Engineered plant control of associative nitrogen fixation. PNAS 119, 16- <https://doi.org/10.1073/pnas.2117465119>



## Interview

### Philippe Tillous-Borde

Co-fondateur du groupe Avril/Sofiprotéol

## « L'Afrique a besoin des nouvelles biotechnologies pour développer les légumineuses »

Une « mission exploratoire » a été confiée à la demande du Président de la République par le Ministre de l'Agriculture et de l'Alimentation à Philippe Tillous-Borde : il s'agit d'analyser l'opportunité et la faisabilité d'une initiative partenariale sur l'autonomie en matière de protéines végétales en Afrique.

### Pourquoi s'intéresser au développement de la production de protéines végétales en Afrique ?

La demande mondiale de protéines végétales à l'horizon 2030 va considérablement augmenter. L'Afrique est fragile dans la couverture de ses besoins en protéines végétales et présente des risques de pénurie. Le développement des cultures de légumineuses (niébé, haricot, soja et arachide) en Afrique apporterait un concours précieux aux objectifs de sécurité alimentaire et nutritionnelle, environnementale et de lutte contre la désertification de ce continent.

En outre le développement des légumineuses présente des avantages agroécologiques tels que la fixation de l'azote atmosphérique qui limiterait les besoins en engrais, la lutte contre l'érosion, la séquestration de carbone dans les sols.

### Quel rôle peut jouer la sélection végétale dans ces évolutions ?

La sélection des légumineuses est le parent pauvre de la sélection végétale en Afrique. Le travail sur la génétique doit être mieux organisé. Comme en Europe, le secteur public a un rôle de contrôle dans la création des semences tandis que le secteur privé dispose de capacités d'innovation dans la sélection variétale. Cependant certains pays ont un système semencier qui est géré par le secteur public et qui laisse insuffisamment d'opportunités au secteur privé. Les privés sont éventuellement sollicités pour faire de la multiplication, mais ne sont pas autorisés à faire de l'obtention. Le sujet de la sélection végétale est majeur. Il est souhaitable de faciliter la création de liens avec le système semencier si nous voulons amener l'ensemble de l'agriculture africaine vers de meilleures performances.

### Quels efforts de recherche seront nécessaires ?

Un renforcement de la recherche tourné vers l'innovation est indispensable. En amélioration des plantes les biotechnologies seront un atout pour mieux valoriser la diversité des ressources

génétiques existantes et sélectionner les espèces prometteuses sur des traits adaptés aux nouveaux systèmes de culture et aux habitudes alimentaires en Afrique. Il faut aussi sélectionner des nouvelles variétés qui soient plus résistantes aux bio-agresseurs. En matière de diffusion du progrès génétique auprès des producteurs, la structuration des filières de production de semences doit être fortement développée en s'appuyant sur un modèle hybride à concevoir porté par la puissance publique mais mobilisant aussi les acteurs privés tout en maintenant les savoirs traditionnels des agriculteurs et en garantissant la qualité des semences produites et les pratiques agro-écologiques.

### Comment voyez-vous l'avenir des entreprises semencières ?

Un certain nombre d'entreprises intervient dans la production des semences mais sont généralement absentes de la sélection variétale qui demeure publique. Ces entreprises peuvent aussi intervenir dans la diffusion auprès des agriculteurs producteurs des semences de base. Elles n'interviennent guère aujourd'hui dans la recherche variétale. C'est un point sur lequel les parties prenantes devraient évoluer à l'avenir car l'introduction de matériel génétique nouveau est nécessaire pour permettre la structuration d'une filière de sélection de semences à la hauteur des besoins.

### Que pensez-vous des nouvelles biotechnologies ?

Compte tenu des enjeux et des délais contraints pour y répondre, la mobilisation de toutes les nouvelles technologies dans le domaine de la recherche génétique, notamment les « nouvelles biotechnologies » (NBT), sera nécessaire pour identifier et caractériser les gènes utiles au développement d'une approche agroécologique de la production végétale et ainsi participer à l'adaptation au changement climatique, un enjeu majeur.

Propos recueillis par Gil KRESSMANN

## Demande d'adhésion à l'AFBV

comprenant l'abonnement à :

### « Biotechnologies végétales info »



Nom : ..... Prénom : .....

Adresse postale : .....

Adresse mail : .....

Demande son adhésion à l'AFBV

Offre un don (défiscalisation) : .....

Ci-joint : chèque

**Pour adhérer :** envoyer votre bulletin d'adhésion et la somme de 35 euros à  
AFBV - 23-25, rue Jean-Jacques Rousseau - 75001 Paris