

## **QUELQUES ÉTUDES DE CAS DES APPLICATIONS DES BIOTECHNOLOGIES AGRICOLES EN AFRIQUE SUBSAHARIENNE**

### **Table des matières**

#### **DANS LE SECTEUR DES CULTURES**

Produire des matériels à planter sains pour améliorer la patate douce, les plantains et les bananiers au Ghana

Amélioration du riz africain par croisement avec le riz asiatique

Amélioration du sol au Kenya

Production d'un sorgho résilient en Afrique

Augmenter les rendements du manioc en Afrique grâce aux marqueurs moléculaires et à la culture de tissu

#### **DANS LE SECTEUR DE L'ÉLEVAGE**

Protéger le mouton Namaqua Afrikaner en Afrique du Sud grâce à la caractérisation génétique

Le diagnostic précoce de la peste des petits ruminants au Cameroun

Éradication de la mouche tsé-tsé à Zanzibar grâce à la technique de l'insecte stérile

La campagne mondiale d'éradication de la peste bovine

#### **DANS LE SECTEUR DES PÊCHES/AQUACULTURE**

Transformation du poisson par fermentation en Afrique occidentale

#### **DANS LE SECTEUR DE LA FORESTERIE**

Utilisation de marqueurs ADN pour la conservation d'espèces forestières au Gabon

## **DANS LE SECTEUR DES CULTURES**

### **Produire des matériels à planter sains pour améliorer la patate douce, les plantains et les bananiers au Ghana**

Les espèces à propagation végétative comme les plantains et les bananiers – dont les descendants sont des clones du parent au lieu de provenir de graines – présentent un risque élevé de transmission des maladies du parent au descendant. Pour les plantains et les bananiers, cette transmission de maladie peut réduire les rendements des cultures de 40 pour cent en première année de production.

Les techniques de culture de tissu peuvent être utilisées pour produire du matériel à planter sain, évitant la transmission de maladie à partir de la plante parentale. En isolant les cellules indemnes d'infection d'un apex de tige et en les cultivant dans des conditions stériles puis en multipliant le matériel par des techniques de micropropagation, des chercheurs du Council for Scientific and Industrial Research – Crops Research Institute (CSIR-CRI) au Ghana ont créé des matériels à planter indemnes de maladie pour la patate douce, le plantain et le bananier. Cela a conduit à des augmentations significatives de la vigueur et du rendement de ces cultures.

*Pour de plus amples informations :*

Clean Planting Materials Produced *in vitro* to Improve Performance of Sweet Potato, Plantain and Bananas in Ghana. M. D. Quain et B. M. Dzomeku. In: FAO. 2013. Biotechnologies at work for smallholders: Case studies from developing countries in crops, livestock and fish, Pages 27-36 (avec photos). Consultable à <http://www.fao.org/docrep/018/i3403e/i3403e00.htm>

### **Amélioration du riz africain par croisement avec le riz asiatique**

Le riz est une importante culture de subsistance en Afrique occidentale, en plus d'être une culture de rente pour les petits et moyens agriculteurs d'Afrique de l'Est et du Sud. Alors que le riz africain est capable de prospérer dans des environnements difficiles – sols infertiles, profondeurs d'eau fluctuantes et climats rigoureux, – il a tendance à disperser ses grains le rendant plus difficile à récolter; ce qui aboutit à un faible rendement. Au contraire, le riz asiatique conserve généralement ses grains, donnant des rendements plus élevés et possède une diversité génétique élevée utile pour la sélection de nouvelles variétés. Cependant, le riz asiatique n'est pas approprié à la culture dans de nombreuses zones de l'Afrique subsaharienne et, contrairement au riz africain, n'est pas adapté à une vaste gamme de conditions environnementales.

En croisant des espèces de riz asiatique et africain, les chercheurs du Centre du Riz pour l'Afrique ont produit les variétés 'NERICA' à rendement élevé (le Nouveau Riz pour l'Afrique) désormais largement distribuées dans toute l'Afrique. Ces nouvelles variétés sont bien adaptées aux conditions de culture africaines tout en ayant des rendements plus élevés hérités du riz asiatique. Par exemple, ces nouvelles variétés peuvent avoir un nombre de grains par épi plus de cinq fois supérieur, en plus d'avoir une teneur protéique plus élevée, que le riz africain ou asiatique.

Les espèces de riz africain et asiatique ne se croisent pas naturellement, donc des outils biotechnologiques ont été utilisés pour faciliter le programme de sélection. Ces outils ont compris le sauvetage d'embryon, qui a permis à des embryons de faible constitution d'atteindre la maturité plutôt que d'avorter dans la graine, pour que le nouveau riz hybride atteigne la maturité et puisse être utilisé dans le programme de sélection.

*Pour de plus amples informations :*

-FAO. 2011. Biotechnologies for Agricultural Development: Proceedings of the FAO international technical conference on "Agricultural biotechnologies in developing countries: options and opportunities in crops, forestry, livestock, fisheries and agro-industry to face the challenges of food insecurity and climate change" (ABDC-10). Pages 32-33. Consultable à <http://www.fao.org/docrep/014/i2300e/i2300e00.htm>

- Using science to fight hunger, disease and poverty in Africa: The case of NERICA. Présentation de Sidi Sanyang durant la Conférence technique internationale de la FAO sur les biotechnologies agricoles dans les pays en développement (ABDC-10), Guadalajara, Mexique, 1-4 Avril 2010. <http://www.fao.org/fileadmin/templates/abdc/documents/nerica.pdf> (2,5 MO)

### **Amélioration du sol au Kenya**

Les espèces de légumineuses, comme les haricots, les pois, le niébé et le soja, forment des associations avec des bactéries spécialisées qui capturent l'azote de l'atmosphère. Cela procure à la plante un bon apport d'azote, composant essentiel des protéines – nécessaire à la bonne croissance végétale et permet d'obtenir une culture nutritive pour la consommation humaine. L'Université de Nairobi a développé Biofix, une culture des bactéries spécialisées qui procurent de l'azote aux légumineuses. Appliquer cette culture aux graines de légumineuses avant leur plantation peut augmenter l'assimilation de l'azote par les plantes et donc améliorer leur croissance. Dans le district de Nyeri au Kenya, Biofix a été bien accueilli par les agriculteurs, alors qu'il n'a pas été utilisé aussi largement qu'il aurait pu l'être dans d'autres régions. Pour aider les agriculteurs à adopter les biotechnologies, il est important de fournir des informations claires sur le produit, des systèmes de distribution efficaces et des services de vulgarisation agricole suffisants.

*Pour de plus amples informations :*

FAO. 2011. Biotechnologies for Agricultural Development: Proceedings of the FAO international technical conference on "Agricultural biotechnologies in developing countries: options and opportunities in crops, forestry, livestock, fisheries and agro-industry to face the challenges of food insecurity and climate change" (ABDC-10). Page 34. Consultable à <http://www.fao.org/docrep/014/i2300e/i2300e00.htm>

### **Production d'un sorgho résilient en Afrique**

Le sorgho est une culture très importante en Afrique, mais au rendement menacé par la plante parasite Striga. Le Striga affecte 40 pour cent de terres de savane arables. Les variétés hybrides de sorgho ont contribué à augmenter le rendement en augmentant la résistance au Striga. Les chercheurs ont combiné l'utilisation de la génétique moléculaire, la biochimie et l'agronomie pour identifier des gènes conférant une résistance au Striga. Ceux-ci ont été multipliés dans des variétés de sorgho localement adaptées et plus modernes, créant des hybrides résistants au Striga adaptés à différents systèmes agricoles et zones écologiques d'Afrique. Ces nouvelles lignées de sorgho sont désormais cultivées du Soudan au Zimbabwe.

*Pour de plus amples informations :*

FAO. 2011. Biotechnologies for Agricultural Development: Proceedings of the FAO international technical conference on "Agricultural biotechnologies in developing countries: options and opportunities in crops, forestry, livestock, fisheries and agro-industry to face the challenges of food insecurity and climate change" (ABDC-10). Pages 39-40. Consultable à <http://www.fao.org/docrep/014/i2300e/i2300e00.htm>

## **Augmenter les rendements du manioc en Afrique grâce aux marqueurs moléculaires et à la culture de tissu**

Quoique indigène en Amérique du Sud, le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) est l'un des aliments de base les plus importants d'Afrique subsaharienne. C'est une source très fiable de calories pour les petits agriculteurs et leurs ménages parce qu'il peut être cultivé assez facilement, sans besoin d'intrants coûteux comme des engrais. Il gagne aussi de l'importance en tant que culture de rente et présente un grand potentiel pour augmenter le revenu et améliorer les moyens de subsistance des ces petits agriculteurs de subsistance.

Cependant, pour réaliser ce potentiel, les rendements du manioc en Afrique subsaharienne doivent être augmentés. Par exemple, le rendement moyen de racines fraîches par hectare est de 10,2 tonnes en Afrique, 12,5 tonnes en Amérique du Sud et 17,3 tonnes en Asie, la moyenne mondiale se situant à 12,4 tonnes.

Le développement de variétés supérieures de cette culture en Afrique est favorisé par une diversité génétique augmentée des matériels de sélection. Il existe un riche pool de diversité du manioc, y compris ses parents sauvages en Amérique du Sud.

Mais le transfert intercontinental de matériel génétique de manioc (ressource génétique vivante), par des graines ou des segments de tige, fait face à de nombreuses contraintes. Par exemple, utiliser des graines pour ce processus s'avère trop difficile, onéreux et chronophage. Les caractéristiques des parents sont difficiles à reproduire dans la descendance issue de graines. D'autre part, le transport de segments de tige présente un risque élevé de propagation de ravageurs et de maladies à travers les régions. Le matériel génétique du manioc d'Amérique du Sud est aussi sensible à une myriade de ravageurs et de maladies virulents en Afrique, en particulier la mosaïque du manioc (CMD).

Pour surmonter ces contraintes, le National Root Crop Research Institute du Nigeria a, en 2004, ouvert la voie dans l'utilisation de la biologie cellulaire et des marqueurs moléculaires pour introduire des caractères désirables du matériel génétique sud-américain dans le manioc africain en augmentant en même temps la résistance à la CMD.

Des milliers de plantules – vitroplants cultivés sur des milieux stériles dans des tubes à essai ou des fioles en laboratoire – ont été obtenues à partir d'un des plus grands conservatoires mondiaux de matériel génétique du manioc, le Centre international d'agriculture tropicale de Colombie. Ces vitroplants présentent un risque minime de propager des maladies et des ravageurs et ne sont pas ainsi soumis aux conditions rigoureuses de quarantaine appliquées au transport d'autre matériel génétique du manioc. À l'aide de marqueurs moléculaires – l'analyse et l'identification des fragments d'ADN de manioc liés aux caractères d'intérêt – les scientifiques ont été capables de combiner rapidement dans une nouvelle variété de manioc la résistance à la CMD obtenue à partir d'une variété nigériane et les caractères de haute productivité et de tolérance à la sécheresse contenus dans les types sud-américains.

Il est estimé que les variétés de manioc améliorées, issues de ces biotechnologies, pourraient accroître le rendement moyen de la culture au Nigeria de 14 tonnes par hectare à 25 tonnes par hectare avec un revenu complémentaire estimé de 1,48 milliards de dollars pour le secteur du manioc.

*Pour de plus amples informations :*

Molecular Markers and Tissue Culture: Technologies Transcending Continental Barriers to Add Value and Improve Productivity of Cassava in Africa. E. Okogbenin, C. Egesi et M. Fregene. In: FAO. 2013. Biotechnologies at work for smallholders: Case studies from developing countries in crops, livestock

and fish, Pages 37-46 (avec photos). Consultable à <http://www.fao.org/docrep/018/i3403e/i3403e00.htm>

## **DANS LE SECTEUR DE L'ÉLEVAGE**

### **Protéger le mouton Namaqua Afrikaner en Afrique du Sud grâce à la caractérisation génétique**

Les races indigènes de bétail, ovins et caprins, d'Afrique du Sud sont, pour beaucoup, bien adaptées aux conditions locales rigoureuses et arides. Cela en fait une ressource génétique précieuse, puisqu'elles possèdent les caractères recherchés en sélection animale adaptés aux environnements problématiques. Cependant, divers facteurs menacent de telles races de l'extinction. La caractérisation des caractères génétiques est essentielle pour la conservation de ces races.

Le mouton Namaqua Afrikaner est robuste, d'une grande longévité et survit bien dans des conditions extrêmes, mais les populations de ce mouton en Afrique du Sud sont en diminution. Par l'utilisation des marqueurs microsatellites – segments d'ADN contenant des répétitions de courtes séquences d'ADN dénommées motifs – la caractérisation de caractères génétiques a été effectuée pour le mouton Namaqua Afrikaner, dans un programme mis en œuvre par le National Department of Agriculture: Directorate Grootfontein Agricultural Development Institute (GADI) en Afrique du Sud. Cette caractérisation empêchera la dépression de consanguinité et est déjà utilisée pour augmenter la diversité génétique des cheptels.

*Pour de plus amples informations :*

Saving the Endangered Namaqua Afrikaner Sheep Breed in South Africa Through Conservation and Utilization. E. van Marle-Koster, C. Visser, S. O. Qwabe et G. Snyman. In: FAO. 2013. Biotechnologies at work for smallholders: Case studies from developing countries in crops, livestock and fish, Pages 82-89 (with photos). Consultable à <http://www.fao.org/docrep/018/i3403e/i3403e00.htm>

### **Le diagnostic précoce de la peste des petits ruminants au Cameroun**

La peste virale des petits ruminants (PPR) affecte les petits ruminants comme les ovins et les caprins dans toute l'Afrique subsaharienne. La PPR est très contagieuse et entraîne un taux de mortalité de près de 100 pour cent. Les épidémies de PPR peuvent donc se révéler dévastatrices pour les petits agriculteurs.

Jusqu'à présent, diagnostiquer la PPR en laboratoire s'avère onéreux et chronophage et requiert un contrôle minutieux de la température pendant les essais. Ces méthodes ne sont pas utilisables sur le terrain ni capables de fournir un diagnostic instantané de la maladie. Les chercheurs du Programme de la FAO/AIEA des techniques nucléaires dans l'alimentation et l'agriculture de Vienne ont travaillé avec plusieurs laboratoires pour développer et évaluer une méthode de diagnostic de la PPR faisant appel à un 'laboratoire mobile', utilisant les biotechnologies pour détecter le matériel génétique du virus. Ils ont développé un mélange de composés ajoutable directement aux échantillons biologiques à température ambiante. Le pathogène de la PPR peut alors être détecté grâce à un scanner spécial qui peut fonctionner à l'aide d'une batterie de voiture. Ce système peut être utilisé au champ et est aussi rapide que rentable. Il a été utilisé au Cameroun pour diagnostiquer rapidement la PPR lors d'émergence de foyers. Cela permet la détection précoce de foyers de PPR et donc d'effectuer une vaccination appropriée pour protéger les troupeaux voisins, réduisant la propagation de la maladie.

*Pour de plus amples informations :*

Taking the Laboratory to the Field: Rapid Diagnosis of Peste des Petits Ruminants (PPR) in Cameroon. A. Wade et A. Souley. In: FAO. 2013. Biotechnologies at work for smallholders: Case studies from developing countries in crops, livestock and fish, Pages 117-124 (avec photos). Consultable à <http://www.fao.org/docrep/018/i3403e/i3403e00.htm>

### **Éradication de la mouche tsé-tsé à Zanzibar grâce à la technique de l'insecte stérile**

En Afrique, les mouches tsé-tsé transmettent les parasites responsables de la trypanosomose, une maladie mortelle pour les humains et le bétail. On estime que la mouche tsé-tsé et la trypanosomose provoquent, chaque année, plus d'un milliard USD de pertes dans les élevages et 4-5 milliards USD de manque à gagner (quand les animaux sont affaiblis par la maladie).

Les trypanocides et les insecticides ont été peu efficaces dans la prévention de la trypanosomose dans l'élevage, puisque la résistance à ces drogues augmente et que ces produits sont coûteux. La technique de l'insecte stérile (SIT) est un outil biotechnologique qui a été utilisé avec succès pour combattre la mouche tsé-tsé à Zanzibar. Cette technique implique la production d'insectes mâles stériles – obtenus habituellement par irradiation – et le lâchage de ceux-ci dans l'environnement. Les grands nombres de mâles stériles entrent en concurrence avec les mâles sauvages et s'accouplent avec les femelles sauvages sans, donc, engendrer de descendance. Des approches de génétique moléculaire peuvent servir à étudier le degré de flux génétique entre les populations d'insectes ravageurs pour déterminer si ces populations sont isolées ou non. Cela permet une meilleure planification des interventions, puisque la SIT est bien plus efficace pour l'éradication des populations d'insectes isolées.

Dans l'île d'Unguja de l'archipel de Zanzibar, la SIT a été utilisée avec succès pour éradiquer la mouche tsé-tsé dans les années 1990. Jusqu'à 110.000 mâles stériles ont été libérés chaque semaine au pic de la campagne d'éradication. Ceci a conduit à éradiquer la mouche tsé-tsé en moins de trois ans et a augmenté la productivité agricole significativement en raison de la disponibilité accrue du bétail. Par exemple, de 1999 à 2002, le revenu mensuel moyen des ménages agricoles a augmenté de 30 pour cent, augmentation fortement corrélée aux rendements laitiers et à l'utilisation de la puissance animale.

*Pour de plus amples informations :*

Application of the Sterile Insect Technique in Zanzibar to Eradicate Tsetse Flies, the Vectors of Trypanosomosis. U. Feldmann, F. Mramba, A. G. Parker, K. M. Saleh, V. A. Dyck et M. J. B. Vreysen. In: FAO. 2013. Biotechnologies at work for smallholders: Case studies from developing countries in crops, livestock and fish, Pages 125-132 (avec photos). Consultable à <http://www.fao.org/docrep/018/i3403e/i3403e00.htm>

### **La campagne mondiale d'éradication de la peste bovine**

La peste bovine a été déclarée officiellement éradiquée du monde en 2011. C'est seulement la seconde fois dans toute l'histoire qu'une maladie est éradiquée du monde entier, la première étant la variole. Cette réussite est due aux avancées de la production de vaccins combinées à l'étroite coopération de la communauté internationale de la santé animale, des services vétérinaires nationaux et des communautés agricoles et pastorales locales.

La peste bovine, maladie virale infectieuse du bétail, du buffle, du yak et de nombreuses espèces sauvages, a eu des effets dévastateurs tout au long de l'histoire, engendrant des famines massives dans les régions où la maladie sévissait sans relâche. Les principales vagues d'éruption de peste ont duré des années et ont abouti à des taux de mortalité proches de 90 pour cent dans les troupeaux

non protégés. Ce fut un risque énorme pour la sécurité alimentaire et les moyens de subsistance de millions d'agriculteurs, grands et petits, y compris les bergers. On estime que les principales épidémies de peste auraient détruit plus de 70 millions (ou 14 millions par an) des 220 millions de têtes de bétail en Afrique.

La première étape importante dans l'éradication de la peste bovine a été le développement d'un virus de la peste capable de croître dans une culture de cellules puis, à partir de là, la production d'un vaccin de qualité. D'autres progrès ont touché les technologies qui ont permis de lyophiliser ce vaccin et de le stocker sous forme stable pendant des années. Toutefois, le vaccin perdait son efficacité quand exposé à la chaleur. Par la suite, un vaccin plus résistant aux températures plus élevées a été développé, garantissant une nouvelle efficacité dans les régions isolées.

Un progrès technologique supplémentaire a été accompli par le développement d'essais diagnostiques (tests) pouvant être effectués sur le cheptel national des pays pour établir, d'une façon rapide et rentable, la couverture vaccinale ou identifier les régions de circulation du virus.

Même si des échantillons du virus de la peste bovine sont toujours stockés dans plusieurs laboratoires dans une douzaine de pays, la maladie n'existe plus dans la nature. La dernière épidémie de peste bovine s'est produite dans le Parc national Meru, au Kenya, en 2001.

*Pour de plus amples informations :*

FAO. 2011. Biotechnologies for Agricultural Development: Proceedings of the FAO international technical conference on "Agricultural biotechnologies in developing countries: options and opportunities in crops, forestry, livestock, fisheries and agro-industry to face the challenges of food insecurity and climate change" (ABDC-10). Pages 166-168. Consultable à <http://www.fao.org/docrep/014/i2300e/i2300e00.htm>

## **DANS LE SECTEUR DES PÊCHES/AQUACULTURE**

### **Transformation du poisson par fermentation en Afrique occidentale**

La fermentation de poissons implique leur dégradation par des enzymes ou des micro-organismes, parfois facilitée par l'addition de sel. La croissance de bactéries bénéfiques est encouragée; ces bactéries augmentent l'acidité du poisson et empêchent donc la croissance de bactéries nuisibles telles celles causant la putréfaction ou l'intoxication alimentaire. Quand effectuée en conditions sûres, la fermentation aboutit à un produit à base de poisson plus digeste, plus durable et peut augmenter la sécurité alimentaire dans la région.

Les produits à base de poissons fermentés sont populaires au Tchad, en Côte d'Ivoire, en Gambie, au Ghana, au Mali, au Nigeria, en Sierra Leone, au Soudan et en Ouganda. En Gambie, 50 pour cent des poissons produits annuellement sont transformés en produits salés, partiellement fermentés et séchés, alors qu'au Mali, 75 pour cent de la production annuelle de poissons sont traités sous forme de produits fermentés fumés, grillés et séchés.

Divers micro-organismes sont impliqués dans la fermentation des différents poissons. L'utilisation de cultures de démarrage, composées de micro-organismes appropriés, pourrait améliorer le processus de fermentation en réduisant le temps de fermentation, en supprimant les pathogènes et en créant un produit plus durable, de texture et de goût améliorés.

*Pour de plus amples informations :*

Small-Scale Fish Fermentation and Processing in West Africa. G. R. Akande. In: FAO. 2013. Biotechnologies at work for smallholders: Case studies from developing countries in crops, livestock and fish, Pages 161-172 (avec photos). Consultable à <http://www.fao.org/docrep/018/i3403e/i3403e00.htm>

## **DANS LE SECTEUR DE LA FORESTERIE**

### **Utilisation de marqueurs ADN pour la conservation d'espèces forestières au Gabon**

Outre le changement climatique, certaines activités humaines comme l'exploitation forestière et agricole et l'urbanisation peuvent avoir des impacts négatifs sur les forêts. Des approches génétiques peuvent être utiles pour la conservation et la gestion des forêts. C'est le cas des marqueurs microsatellites, segments d'ADN contenant des répétitions de courtes séquences d'ADN dénommées motifs, et qui s'avèrent utiles pour évaluer la diversité génétique des populations.

Le moabi est l'une des espèces forestières importantes des forêts tropicales humides du bassin du Congo, mais cet arbre est menacé par l'exploitation forestière. Au Gabon, les chercheurs ont étudié le degré de diversité génétique de cette espèce en utilisant des marqueurs microsatellites et ont utilisé l'information pour faire des recommandations concernant la conservation et la gestion du moabi. Par exemple, les connaissances du degré de diversité génétique du moabi permettent aux chercheurs de déterminer un niveau approprié de collecte de graines des arbres de forêt pour préserver la diversité dans des banques de graines et réduire ainsi la consanguinité de cette espèce précieuse dans l'avenir.

*Pour de plus amples informations :*

Applications for microsatellite markers in the management and conservation of forest trees: Illustration with *Baillonella toxisperma* and *Milicia excelsa*. Présentation de Ndiade Bourobou D. durant la Conférence technique internationale de la FAO sur les biotechnologies agricoles dans les pays en développement (ABDC-10), Guadalajara, Mexique, 1-4 avril 2010. <http://www.fao.org/fileadmin/templates/abdc/documents/cafrica.pdf> (2,6 MB)