



Module 6

Adoption de la biotechnologie et approches spécifiques des pays vers une responsabilité sociétale

Pr Mamoudou H. DICKO, PhD

Université Ouaga I Pr Joseph Ki-Zerbo



Structure du Cours

:

- **Unité 1. La technologie et l'innovation à l'essor des biotechnologies : 5 H**
- **Unité 2. L'élaboration des politiques et la communication : 3 H**
- **Unité 3. Chaînes de valeur dans l'agro-industrie pour le développement local et mondial : 3 H**
- **Unité 4. La participation des parties prenantes : 3 H**
- **Unité 5. Études de cas de la biotechnologie dans des pays spécifiques : 6 H**

Dernière version 28 Février 2017

AVERTISSEMENT

Cette publication a été produite avec l'aide de l'Union Européenne. Les contenus de cette publication engagent la seule responsabilité de l'auteur et ne peuvent en aucun être pris pour refléter les opinions de l'Union Européenne.

Résumé

La biotechnologie est un domaine pluridisciplinaire qui réunit les aspects de la chimie, de la biochimie, la physique, la biologie, la microbiologie, l'ingénierie, l'informatique. Elle est l'une des sciences en croissance rapide dans le domaine scientifique. La biotechnologie moderne embrasse la technologie de l'ADN recombinant, la biologie cellulaire, la microbiologie, la biochimie, l'ingénierie, la modélisation, les sciences informatiques et la conception des procédés. Les applications actuelles sont : la mise au point de nouveaux médicaments, de médicaments destinés à l'élevage d'animaux et de plantes transgéniques ainsi que la remédiation des polluants de l'environnement. En Afrique, la biotechnologie est principalement considérée et utilisée comme un facteur exogène pour la modernisation de l'agriculture, parce que les agriculteurs ne sont pas impliqués dans le développement de la technologie. Néanmoins, la biotechnologie a plusieurs potentiels à relever sur les systèmes agricoles afin de répondre aux besoins alimentaires de la population croissante de l'Afrique. Le rôle de la biotechnologie pour assurer la sécurité alimentaire et la souveraineté alimentaire en Afrique est devenu l'objet d'une intense recherche universitaire et de discours politiques. Ce débat se polarise encore à deux niveaux : l'un qui perçoit la biotechnologie comme la source des solutions économiques, sociaux, environnementales et des problèmes de sécurité alimentaire dont l'Afrique est confrontée, et l'autre extrême qui traite la biotechnologie avec beaucoup de prudence comme une technologie qui apportera beaucoup de dépendance tertiaire, un effort à but lucratif indépendamment du risque pour la santé humaine, de l'équité sociale ou la qualité de l'environnement. Ce scénario a été rejoué plusieurs fois en Afrique que partout ailleurs dans le monde. Les controverses entourant son développement et l'accent accru sur les cultures industrielles sont des syndromes de dépendance perçue sur quelques multinationales semencières parmi d'autres qui ont limités son application généralisée. L'agriculture dans les pays d'Afrique continue d'être en proie à de mauvaises récoltes, avec de faible rendement, le déficit sur le plan nutritionnel, de longues périodes de production, une faible résistance aux stress biotiques et abiotiques, des pertes élevées de récoltes, etc. Cependant, la situation peut être améliorée grâce à des canaux de distribution, une application adaptée de la science et de la technologie. L'adaptation de la biotechnologie implique qu'il faut tenir compte des besoins des intervenants ; c'est-à-dire le point de vue des petits agriculteurs doit être pris en compte par les décideurs. L'adaptation inclut aussi les deux versions classiques et modernes de la

biotechnologie. L'adaptation commande de montrer le rôle des intervenants dans le processus de développement de la technologie. Cela doit impliquer ceux pouvant utiliser l'outil dans leur propre contexte et dans leurs propres conditions, qui ont l'occasion de remplir le critère social, financier, éthique et autres conditions pour la mise en œuvre de la nouvelle technologie. Des études de cas de pays africains pourraient donner différentes informations entre les pays africains engagés dans la biotechnologie moderne : (a) ceux qui génèrent et commercialisent les produits OGM et leurs services, (b) ceux qui sont engagés dans la technologie des OGM, R&D avec des tests au champ en conditions confinées, c) ceux qui sont engagés dans la recherche sur les OGM, d) ceux qui sont engagés dans le développement des capacités de la recherche sur les OGM, e) ceux qui adoptent les lois nationales réglementant la prévention des risques biotechnologiques. En outre, les risques qui y sont associés, la perception du public et le rôle des médias seront abordés. Les études de cas seront centrées sur les pays suivants : Burkina Faso, Egypte, Kenya, Nigeria et Afrique du Sud.

Objectif général du module

L'objectif de ce module est de permettre aux étudiants de connaître et comprendre comment l'innovation et les décisions politiques peuvent être menées à bien pour que les biotechnologies classiques et modernes répondent aux besoins et cultures spécifiques des pays. L'adoption de la biotechnologie implique que les parties prenantes puissent utiliser l'outil dans leur propre contexte et dans leurs propres conditions et avoir la possibilité de remplir les conditions sociales, financières, éthiques et autres requises pour la mise en œuvre de la nouvelle technologie.

Objectifs spécifiques

A la fin de ce module, les étudiants pourront approfondir leur connaissance sur :

1. Comment les multiples technologies actuellement disponibles contribuent à l'essor de l'innovation de la biotechnologie ?
2. Le rôle des décisions et des médias sur l'adoption de la biotechnologie.
3. Comment la chaîne de valeur mondiale et locale représente pour les fournisseurs des entreprises locales dans les pays pour l'obtention et l'accès à de plus grands marchés et de nouvelles technologies.

4. Le rôle des intervenants, leurs perceptions et l'internalisation des crédits dans le processus de développement de la biotechnologie.
5. L'expérience actuelle des études de cas des pays africains qui sont dans la culture OGM.

Modes de dispensation du cours

- a. Notes de cours
- b. Diapositives power point
- c. Groupes de discussion
- d. Mini-sondages parmi les intervenants

Structure du cours

Le cours est subdivisé en cinq unités comme suit :

- Unité 1. La technologie et l'innovation à l'essor des biotechnologies : 5 heures
- Unité 2. L'élaboration des politiques et la communication : 3 heures
- Unité 3. Chaîne de valeur dans l'agro-industrie pour le développement local et mondial : 3 heures
- Unité 4. La participation des parties prenantes : 3 heures
- Unité 5. Études de cas de la biotechnologie dans des pays spécifiques : 6 heures

6.1. Unité 1. La technologie et l'innovation à l'essor des biotechnologies: 5 heures

Résumé

L'histoire du début de la biotechnologie est liée à fermentation alimentaire et d'autres produits domestiques. La reproduction des cultures conventionnelles depuis la naissance des communautés agricoles, la révolution verte des années ultérieures et la sélection assistée de marqueurs moléculaires peuvent être considérées comme la deuxième génération de la biotechnologie. La biotechnologie moderne est née avec l'ADN, l'ingénierie et la découverte de nouvelles techniques d'analyse telles que l'électrophorèse et le séquençage de l'ADN. La biotechnologie est une technique qui utilise des organismes vivants ou des substances organiques pour créer ou modifier un produit, l'amélioration des plantes ou des animaux ou le développement des micro-organismes à des fins spécifiques. Elle est également l'utilisation de méthodes scientifiques avec des organismes pour produire de nouveaux produits ou de nouvelles formes d'organismes.

Elle implique la modification directe des molécules de l'ADN (ou de l'ARN) qui transportent le matériel génétique d'un organisme, formant un organisme génétiquement modifié (OGM). La biotechnologie dans ce cours est sous-entendue comme la biotechnologie moderne.

Cette unité est structurée en trois sections suivantes :

Section 1. Diverses technologies

Section 2. Innovations en biotechnologie

Section 3. Capacité de gérer les processus d'approbation

6.1.1. Section 1. Diverses technologies

6.1.1.1. Processus d'adaptation de la nouvelle technologie et les questions sociétales

L'étymologie de la biotechnologie = bios (vie) logos (étude ou science). Littéralement, c'est "l'étude des outils à partir d'organismes vivants". Le mot " biotechnologie " a été utilisé pour la première fois en 1917 pour décrire les procédés utilisant des organismes vivants pour fabriquer un produit ou exécuter un processus, telles que la fermentation industrielle

(Robert Bud). La biotechnologie est un domaine pluridisciplinaire qui réunit les aspects de la chimie, la biochimie, la physique, la biologie, la microbiologie, l'ingénierie et l'informatique. C'est l'un des domaines en croissance rapide les plus exigeants en science. La biotechnologie moderne embrasse la technologie de recombinaison de l'ADN, la biologie cellulaire, la microbiologie, la biochimie, ainsi que la conception des procédés, l'ingénierie, la modélisation et le contrôle.

La biotechnologie est une technique qui utilise les organismes vivants ou les substances organiques pour créer ou modifier un produit, pour améliorer les plantes ou les animaux ou développer des micro-organismes à des fins spécifiques. Elle est également l'utilisation de méthodes scientifiques avec des organismes pour produire de nouveaux produits ou de nouvelles formes d'organismes. Les organismes génétiquement modifiés (OGM) sont créés par le transfert de matériel génétique d'un organisme à l'autre par un processus appelé le génie génétique (GG). Le gène introduit confère un trait particulier caractéristique de l'organisme receveur. Les gènes transférés sont appelés transgènes, et les plantes bio-Tech sont donc également connues sous le nom de plantes transgéniques ou génétiquement modifiées (OGM). Dans certains cas tels que le coton Bt, ces gènes produisent des protéines qui sont responsables pour les caractéristiques souhaitables de l'OGM. Par exemple le gène Bt produit les protéines Cry qui confèrent une résistance aux insectes. Bt est l'acronyme de *Bacillus thuringiensis*, des bactéries que l'on trouve naturellement dans les sols qui produisent une toxine (protéines Cry).

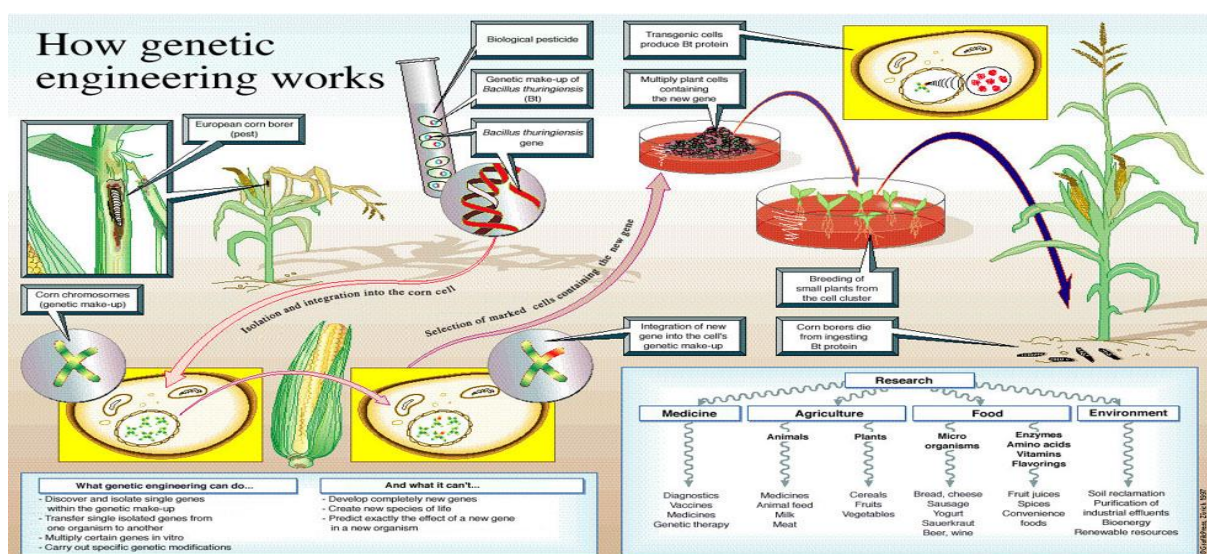


Figure 1. Exemple de méthode d'obtention d'une plante GM impliquant le transfert du gène d'une bactérie du sol telle que *Bacillus thurengiensis* dans le grain d'une plante.

Les cultures génétiquement modifiées ont d'abord été introduites aux États-Unis au milieu des années 1990. Elles ont rapidement pris de l'expansion en Asie, en Afrique, en Amérique Latine mais dans un nombre limité de pays, dont quelques pays seulement ont adopté les cultures GM.

Les applications actuelles vont de la mise au point de nouveaux médicaments destinés à l'élevage d'animaux et de plantes transgéniques à la préservation des polluants de l'environnement.

En Afrique, la biotechnologie est principalement considérée et utilisée comme un facteur exogène, un instrument de modernisation de l'agriculture et du développement rural, parce que les agriculteurs n'ont pas une part dans le développement de la technologie.

Néanmoins, la biotechnologie a plusieurs potentiels à relever dans les systèmes agricoles afin de répondre aux besoins de nourriture croissante pour la population de l'Afrique.



Figure 2. Exemple de laboratoire de biotechnologie modern avec des équipements d'une technologie avancée.

Le rôle de la biotechnologie pour assurer la sécurité alimentaire et la souveraineté alimentaire en Afrique est devenu l'objet d'une intense recherche universitaire et de discours politique.

Ce débat séjourne encore à deux niveaux : l'un qui perçoit que la biotechnologie est la source de plusieurs solutions économiques, sociales et environnementales et aux problèmes de sécurité alimentaire que l'Afrique est confrontée, et l'autre niveau qui traite la biotechnologie avec beaucoup de prudence comme une technologie qui apportera plus de dépendance tertiaire, et qui est un effort à but lucratif indépendamment du risque pour la santé humaine, l'équité sociale ou la qualité de l'environnement. Ce scénario a été de plus en plus rejoué en Afrique que partout ailleurs dans le monde.

Les controverses entourant le développement de la biotechnologie en Afrique accent accru sur les cultures industrielles, syndrome de dépendance perçue sur quelques multinationales semencières telles que Monsanto, entre autres, ont limité son application généralisée.



Figure 3. Exemple de problème éthique causé par la biotechnologie avec une souris clonée qui exprime une oreille humaine.

Cependant l'agriculture africaine continue d'être en proie à de mauvaises récoltes des cultures, avec un faible rendement, déficients sur le plan nutritionnel, de longues périodes de production, de faible résistance aux stress biotiques et abiotiques, de grandes pertes à la récoltes, etc.

Néanmoins, le grand public doit adopter les technologies à l'échelle équilibrée de la communication. Par exemple, même aux États-Unis où les cultures génétiquement modifiées ont été introduits depuis 1990, seulement 75 % de la population sont conscientes

de l'existence de cultures génétiquement modifiées, alors que 33 % seulement des consommateurs savent que les denrées alimentaires OGM sont maintenant dans les supermarchés sans étiquetage.

Bien que l'introduction de la révolution verte a obtenu un grand succès ; elle a une certaine limite qu'on peut voir ci-dessous.

6.1.1.2. Révolution verte : impacts et limites en Afrique

La révolution verte (RV) pour la recherche et le développement agricole survenue entre les années 1940 et 1980, a contribué à l'augmentation de la production agricole dans le monde entier. Cette révolution (Norman Borlaug, prix Nobel en 1970) a contribué à la sécurité alimentaire par le développement de variétés de céréales à haut rendement, l'expansion de l'infrastructure d'irrigation, la modernisation des techniques de gestion, la distribution de graines hybrides, des engrais synthétiques et de pesticides pour les agriculteurs. L'Inde a été le premier pays qui a connu le bénéfice de la RV en augmentant sa production de riz. La RV a grandement augmenté la production alimentaire mondiale de plus de 300%.

Effet de la RV sur l'agriculture

Avant la RV, la croissance agricole en Afrique a été entraînée par l'expansion des terres. Depuis, l'expansion des terres agricoles cultivées a atteint ses limites dans le processus de l'urbanisation et la croissance démographique rapide dans de nombreux pays. La nécessité d'un changement de cap en faveur de la productivité a suscité que la croissance agricole devienne urgente en Afrique. Les limites de rendement ont exhorté les gouvernements à se tourner vers une révolution verte guidée vers la productivité en tenant compte de l'exemple de l'Asie, notamment l'Inde.

Tableau I. Exemple de l'impact de la RV sur la Production Agricole

Commodity	Production in 1950 (Million tons)	Production in 2011 (Million tons)
Food grains	50.00	252.0
Vegetables	58.50 (91-92)	125.0
Fruits	28.60 (91-92)	63.6
Milk	17.00	104.8
Eggs	1.80	53.5 billions
Fish	0.75	7.3

Effets sur la productivité et les prix des aliments

L'expérience de la RV en Asie a montré qu'une augmentation rapide de la productivité agricole est possible dans une période de temps relativement courte. L'expérience asiatique a également montré que cette croissance doit être soutenue par une combinaison d'investissements publics suffisants, par la promotion de politiques rurales et un paquet de mesures qui permettent aux agriculteurs d'avoir accès aux intrants modernes, les services de vulgarisation agricole, des services financiers et marchés.

En Asie, il a été estimé que chaque augmentation de 1 % de la productivité des cultures réduit le nombre de pauvres par 0,48 %. En Inde, il est estimé qu'une augmentation de 1 % de la valeur ajoutée agricole par hectare mène à une réduction de 0,4 % de la pauvreté à court terme et 1,9 % de réduction à long terme ; ce dernier découlant par les effets indirects de la baisse des prix des aliments et des salaires plus élevés. Pour les pays à faible revenu en général, l'impact sur l'indice numérique de la pauvreté a été jugé plus grand que la croissance de la production agricole par rapport à l'équivalent de la croissance dans le secteur de l'agriculture par un facteur de 2,3 fois.

Bien qu'elle ait entraîné dans la période de la RV, l'Afrique a connu une croissance positive dans l'après-période de la RV. L'adoption de variétés améliorées à travers l'Afrique

subsaharienne a atteint 70 % pour le blé, 45 % pour le maïs, 26 % pour le riz, 19% pour le manioc et 15% pour le sorgho en 2005 (Binswanger H, McCalla A, 2010).

L'adoption généralisée de la technologie de la RV a conduit à une variation importante de la sécurité alimentaire, contribuant ainsi à une baisse des prix réels des aliments. Entre 1960 et 1990, l'approvisionnement alimentaire en Afrique a augmenté de 12-13%.

Sans la RV dans le monde, le prix des denrées alimentaires, des aliments pour animaux, auraient été de 35-65% plus élevée. Dans l'ensemble, ces efforts ont bénéficié presque à tous les consommateurs dans le monde et les pauvres relativement plus, parce qu'ils consacrent une plus grande part de leur revenu à la nourriture.

En Afrique subsaharienne, la contribution de l'agriculture à la réduction de la pauvreté a été estimée à 4,25 fois plus élevée que la contribution de l'investissement équivalent dans le secteur des services. La stratégie de la RV était fondée sur l'intensification des zones favorables, la contribution et la réduction de la pauvreté car elle a été relativement plus faible au niveau de la production.

L'un des exemples positifs des ressources génétiques pourrait être le programme en Afrique de l'Ouest de l'introduction d'une nouvelle variété de riz à haut rendement connue sous le nom de "Nouveau Riz pour l'Afrique" (NERICA). Le NERICA est une variété qui produit environ 30% plus de riz dans des conditions normales, et peut doubler les rendements avec de petites quantités d'engrais avec peu d'irrigation. Toutefois, le programme a été assailli par des problèmes pour obtenir le riz dans les mains des agriculteurs.

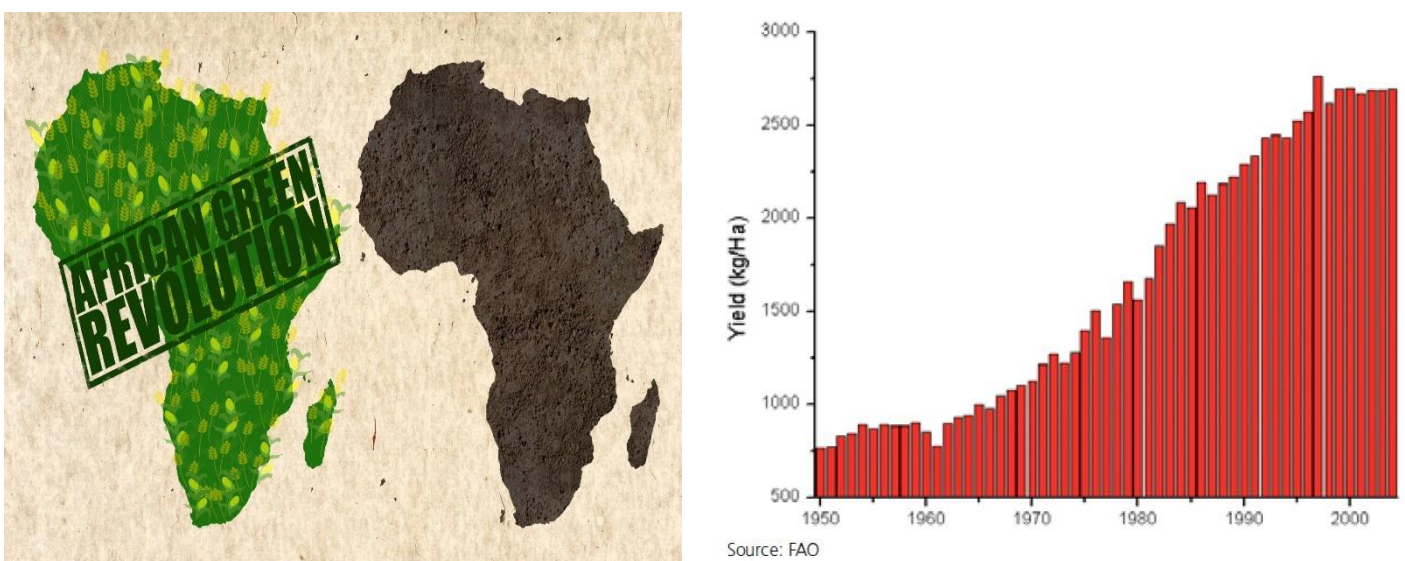


Figure 4. Impact de GR pour le rendement du blé dans les pays en développement.

Limite des stratégies de croissance dirigée par la révolution verte (RV)

La RV a contribué à la réduction de la pauvreté, à éviter la faim pour des millions de personnes en Afrique et à éviter la conversion de milliers d'hectares de terres en terre agricole. Dans le même temps, la révolution verte a aussi stimulé sa part des conséquences négatives involontaires, souvent non pas à cause de la technologie elle-même, mais plutôt, en raison des politiques qui ont été utilisées pour promouvoir une intensification rapide de systèmes agricoles et d'accroître les approvisionnements alimentaires. Certains domaines ont été laissés derrière, et même où ils réussissent à augmenter la productivité agricole ; la révolution verte n'est pas toujours la panacée pour la résolution des problèmes de pauvreté, de sécurité alimentaire et de nutrition auxquels font face les plus pauvres.

La pauvreté et l'insécurité alimentaire persistaient malgré le succès de la RV.

En général, les régions les plus pauvres qui s'appuyaient sur l'agriculture pluviale étaient également les plus lentes à bénéficier de la RV, contribuant ainsi à l'élargissement des disparités interrégionales et à avoir une incidence sur la pauvreté qui reste élevée.

Impact sur l'environnement

La RV avait une controverse sur l'impact de l'environnement.

L'objectif initial de la RV est d'intensifier la production des zones où le rendement serait élevé, et un accent sur les zones irriguées où la pluviosité est élevée. La RV a conduit à l'intensification de l'agriculture avec de nouvelles terres ; elle a permis la production agricole des terres marginales, tout en offrant des services de l'écosystème, comme la régénération de la couverture forestière. Toutefois, les conséquences de l'utilisation de l'eau, de la dégradation des sols et le ruissellement des produits agrochimiques ont eu de graves incidences environnementales au-delà des zones concernées par les cultures.

Les conséquences environnementales n'étaient pas seulement les causes des limites de la technologie de la RV, mais plutôt l'environnement politique peu judicieux, l'utilisation excessive des intrants et l'expansion des cultures dans des régions qui ne peuvent pas soutenir des niveaux plus élevés d'intensification, tels que les terrains en pente.

Limites de l'introduction de variétés hybrides

Basés sur les premiers succès de la RV pour certaines céréales, le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (GCRAI) a été créé expressément pour la réduction de la

pauvreté rurale, l'accroissement de la sécurité alimentaire, l'amélioration de la santé humaine et la nutrition, et assurer la gestion durable des ressources naturelles. Après, les connaissances générées par le GCRAI, l'invention, les produits (adoption des lignées) ont été mis à la disposition des secteurs privés et publics nationaux. Des investissements ont été faits pour l'adaptation de la technologie, de sa diffusion et de sa disponibilité.

Malgré ce succès, dans l'après-période de la RV, la nécessité de poursuivre l'innovation agricole et la croissance de la productivité en est restée.

Le maintien des gains de productivité, l'amélioration de la compétitivité des petits exploitants et l'adaptation aux changements climatiques sont en train de devenir de plus en plus des préoccupations urgentes dans tous les systèmes de production qui ont conduit à l'introduction de nouvelles technologies telles que la biotechnologie moderne à l'égard de cultures génétiquement modifiées.

Tableau 2. Impact de la RV sur la production agricole

Aliment	Production en 1950 (Millions tonnes)	Production en 2011 (Million tonnes)
Céréales	50.00	252.0
Légumes	58.50 (91-92)	125.0
Fruits	28.60 (91-92)	63.6
Lait	17.00	104.8
Œufs (nos.)	1.80	53.5 milliards
Poisson	0.75	7.3



Figure 5. Irrigation à grande échelle et utilisation des pesticides pendant la RV.

6.1.1.3. Procédés biotechnologiques actuels

Aperçu des nouvelles technologies

Les technologies modernes actuelles comprennent le génie génétique, la culture de microorganismes recombinants des cellules des animaux et des plantes, l'ingénierie métabolique, la technologie des hybridomes, la bioélectronique, la nano-biotechnologie, la génie protéique des animaux et des végétaux transgéniques, l'ingénierie de tissus et d'organes, les essais immunologiques, la génomique, la transcriptomique, la protéomique, la métabolomique, des technologies de bioséparations, les bioréacteurs, la biologie synthétique ou xenobiologie, etc.

La biologie synthétique vise à rapprocher les pratiques d'ingénierie commune dans d'autres disciplines d'ingénierie pour le domaine de la génétique moléculaire et de créer ainsi une nouvelle molécule ou un nouveau organisme à l'échelle nanométrique. La génomique synthétique est un domaine scientifique qui vise à créer une forme de vie unique. Avec l'élargissement des connaissances en génétique des bactéries, il peut être possible de créer une forme unique de la vie. C'est prouvé par de nombreux efforts et des résultats de laboratoires de recherche. Le génome des nouveaux organismes est composé d'une série de segments provenant de différentes espèces ou ils seront complètement nouveaux. Leur potentiel est de devenir une composante du monde industriel.

Les applications attendues de la biologie synthétique sont :

- les capteurs biochimiques autonomes de fabrication de biomatériaux ;
- la thérapeutique programmée d'ingénierie de l'agriculture intelligente ;
- les systèmes expérimentaux de Diagnostic de la maladie, etc.
- la création de nouvelle cellule ou même d'organisme !!!

The Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats (CRISPR) ou « courtes [répétitions palindromiques](#) regroupées et régulièrement espacées » sont des segments de l'ADN de procaryote contenant des séquences de base courtes et répétitives. Le système CRISPR/cas est un système immunitaire des procaryotes qui confère la résistance aux éléments génétiques étrangers tels que ceux présents dans des plasmides et des phages qui

fournit une forme d'immunité acquise. Certaines bactéries telles que *Streptococcus pyogenes*, utilisent l'outil Cas9 pour détecter et défaire l'ADN étranger, tels que l'invasion de l'ADN de bacteriophages ou d'un ADN plasmidique. Le système CRISPR/Cas9, a été modifié afin d'éditer les génomes.

Cas9 (CRISPR associated protein 9) est une endonucléase, c'est-à-dire une enzyme spécialisée pour couper l'ADN avec deux zones de coupe actives, une pour chaque brin de la double hélice. Cette enzyme peut être utilisée en génie génétique pour modifier facilement et rapidement le génome des cellules animales et végétales.

Le système CRISPR/cas9 est basé sur des nucléases guidées par l'ARN qui ont un grand potentiel en raison de leur simplicité, leur efficacité et leur polyvalence. La plus utilisée est le système CRISPR/Cas9 de type II de *Streptococcus pyogenes*. *S. pyogenes* utilise l'outil Cas9 pour détecter et défaire l'ADN étranger, tels que l'invasion de l'ADN de bacteriophages ou d'un ADN plasmidique. Cas9 effectue cette détection par déroulement de l'ADN étranger et la vérification de complémentarité avec la région longue d'espacement d'une vingtaine de paires de base de l'ARN guide. Si une séquence d'ADN est apparentée à l'ARN guide, Cas9 découpe l'ADN invasif. En ce sens, l'outil CRISPR/Cas9 a un certain nombre de ressemblances avec le mécanisme de l'interférence par ARN chez les eucaryotes.

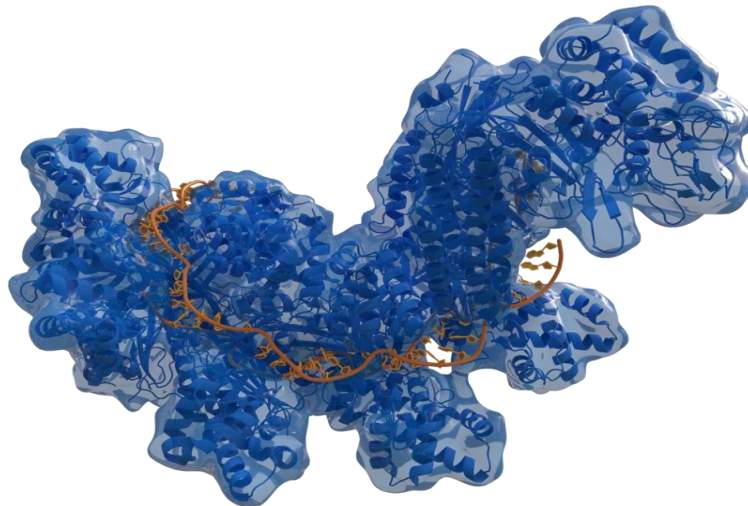


Figure 6. Structure du complexe Cascade (Cas, bleu) du crRNA-guidé d'*E. coli* lié au simple brin de DNA (orange). CRISPR-associé au complexe pour la défense antivirale.

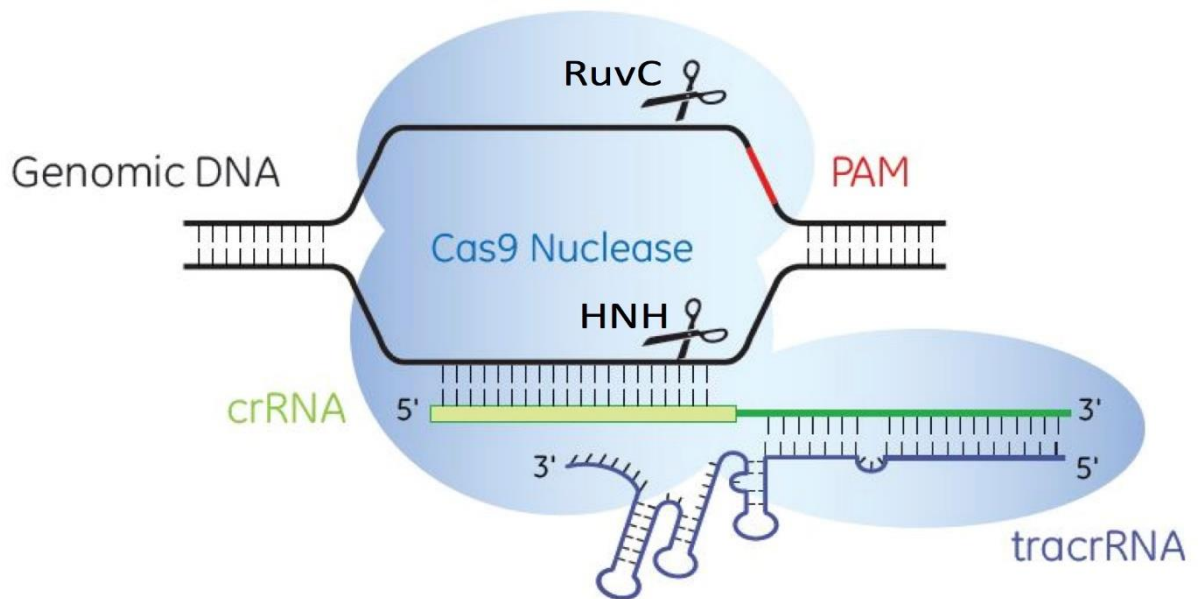
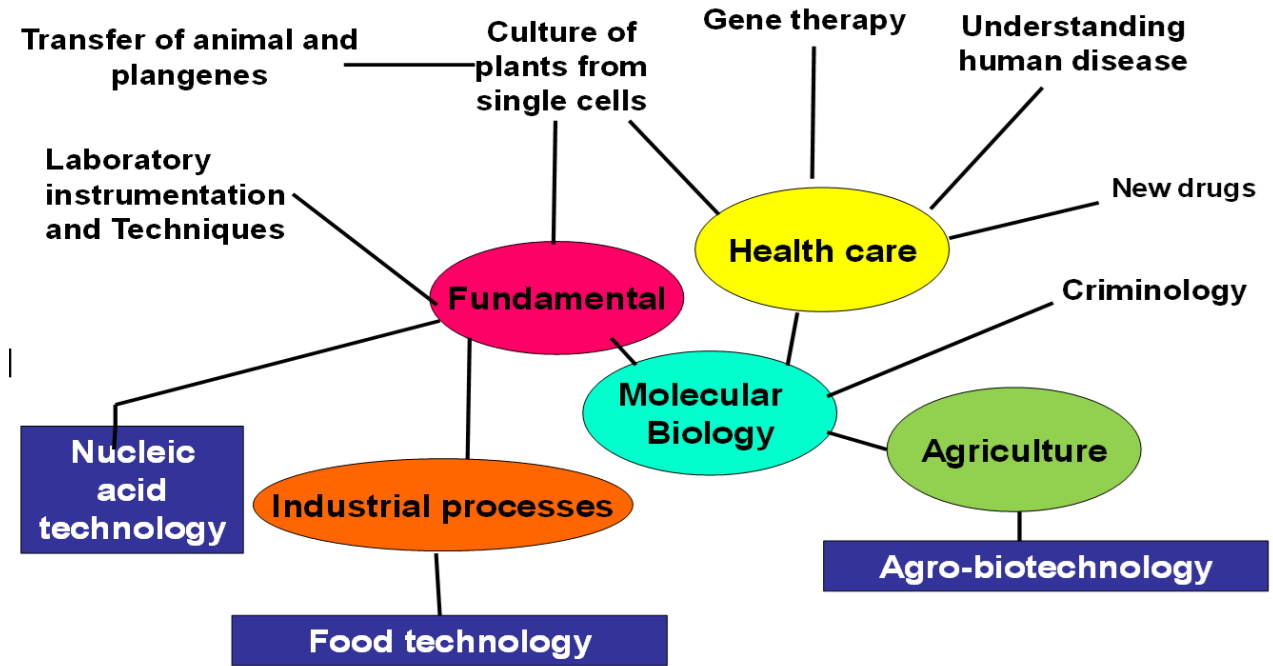


Figure 7. Mécanisme de la catalyse Cas9. Cas9 est pris sur le DNA cible par le duplex tracrRNA:crRNA. Le crRNA se lie au DNA complémentaire en aval de la séquence PAM. Les domaines Cas9 HNH et RuvC coupent le double brin.

Les CRISPR/Cas9 techniques de montage du génome ont de nombreuses applications potentielles, y compris la médecine et d'amélioration de semences des cultures.

Presque tous les procédés biotechnologiques cités ci-dessus sont actuellement utilisés pour accroître la sécurité alimentaire et nutritionnelle. Les innovations techniques sont quotidiennement inventées pour relever de nouveaux défis.

Overview of biotechnology processes



6.1.2. Section 2. Innovations en biotechnologie

6.1.2.1. Techniques d'innovation

L'innovation est le mécanisme par lequel la personne ou l'organisme produit de nouvelles idées, processus ou systèmes requis pour s'adapter à l'évolution des marchés, de technologies et de modes de concurrence.

Les biotechnologues novateurs seront censés apporter une contribution importante pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle. Toutefois, la vaste majorité des étudiants en bioscience industrielle qui ont reçu peu ou pas de formation en techniques pourrait améliorer grandement leur potentiel de créativité et d'innovation. Il est présenté un éventail d'approches et de stratégies visant à promouvoir la créativité des bio-scientifiques travaillant dans l'environnement industriel et universitaire.

Les techniques de remue-méninges (« brain storming »)

Dans le système de "Post-it", les participants enregistrent des idées sur des posters, les résumant puis ces idées sont examinées et analysées. Un participant enregistre certaines solutions à un problème sur une grille qui est complétée par d'autres membres du groupe. Ces techniques suscitent l'activité générative simultanée, mais certains participants pourraient être réticents à partager leur idée de peur de paraître ridicule ou de perte de propriété intellectuelle. La dernière préoccupation pourrait être assurée par la mise en œuvre de protocole de droits de propriété intellectuelle.

La liste de contrôle

Une liste de contrôle d'une série de brèves questions et/ou des déclarations est utilisée pour stimuler la créativité lorsqu'il s'avère difficile de penser à des choses nouvelles et originales. Cette méthode peut être utilisée pour la génération d'idées et d'évaluation, mais c'est une méthode systématique qui ne peut pas convenir à tous les traits de personnalité.

La pensée latérale

Les pensées latérales des solutions sont proposées en examinant un problème à l'aide d'associations aléatoires, de provocation, de contestation des solutions actuelles et de divergence. Cette approche exige à la fois la curiosité et la confiance d'un large éventail de

solutions de rechange. Une évaluation solide des idées est nécessaire pour identifier les concepts à développer.

La schématisation conceptuelle

Les liens entre les éléments d'information connexes sont soulignées par groupage des informations sur une carte visuelle ; ceux-ci peuvent stimuler la créativité. Certaines personnes hésitent à révéler une faiblesse perçue dans l'ébauche, qui peut être surmontée avec la pratique.

Les six chapeaux

C'est un processus de pensée parallèle dans lequel les membres de l'équipe portent des chapeaux de couleur représentant **les bases de données**, **la créativité**, **la positivité**, **de sentiments**, de **critique** et **de contrôle**. L'approche peut réduire les conflits et favoriser la participation et l'examen d'un problème d'un large éventail de points de vue. Toutefois, certains participants pourraient hésiter à prendre cette hauteur d'esprit.

Analyse morphologique

La technique est basée sur une matrice dans laquelle un problème est posé et décomposé en éléments et un éventail d'approches et/ou solutions sont suggérées pour chacun de ces éléments. Cette technique encourage les combinaisons de caractéristiques et de solutions qui autrement n'auraient pas été considérées, mais la grande quantité de combinaisons générées signifie que les bonnes idées peuvent être négligées. Les critères de pondération peuvent être utilisés pour guider le choix des solutions.

L'approche synectique

Cette méthode exploite notre capacité à connecter les éléments non pertinents apparemment pour créer de nouvelles idées et solutions. L'approche aide les participants à rompre les anciennes mentalités et internaliser de nouvelles idées. Les concepts sont abstraits et prennent beaucoup de temps, nécessitant dans la pratique la présence d'un expert.

Théorie de la résolution des problèmes inventifs.

La méthode TRIZ (acronyme russe) fournit un cadre et la boîte à outils pour la résolution des problèmes inventifs systématiques mais est parfois perçue comme compliquée et difficile à utiliser. Cette difficulté peut être surmontée par l'utilisation durable et la pratique.

Prédisposition

Consiste à fournir un milieu de travail qui permet l'expression de la créativité individuelle, favoriser une culture créative, identifier clairement ce qui dirigera et facilitera la créativité. Cela peut être atteint grâce à la formation, non seulement à la créativité et l'innovation.

Cartographie externe

Analyse l'environnement à l'extérieur, identifie l'organisation, par exemple de nouveaux besoins et de nouvelles opportunités pour permettre aux personnes talentueuses de pénétrer un marché avec des implications économiques. Une enquête par questionnaire et approche de l'analyse, connue sous le nom de chaîne de valeur d'attribut, peut être utilisée pour produire une carte mentale pour stimuler la prochaine phase de la génération d'idées.

Cartographie interne (SWOT)

Utiliser, par exemple, l'analyse SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) ou Forces, Faiblesses, Opportunités, Menaces afin d'identifier des forces, des faiblesses, des opportunités et des menaces dans la structure organisation, l'environnement et des ressources.

Génération d'idées

Promouvoir la créativité au niveau individuel et de groupe à l'aide d'un large éventail de techniques et d'approches.

Évaluation

Sélectionner les meilleures idées à émerger en utilisant, par exemple les six chapeaux. Ces procédures techniques peuvent être utilisées efficacement au cours de deux phases d'évaluation et de la génération d'idées.

Triple hélice (TH)

Le TH est un modèle qui est internationalement utilisé pour stimuler l'innovation. Le TH formalise la collaboration entre trois acteurs ou "sphères", à savoir l'université, les entreprises privées (industrie) et le gouvernement. Le modèle représente l'interaction entre l'université, l'industrie et le gouvernement œuvrant ensemble vers la recherche axée sur la mise en œuvre immédiate dans l'industrie. En Afrique du Sud, le TH est entraînée sous le nom THRIP : la technologie et les ressources humaines de l'industrie Programme (THRIP) vise à stimuler l'industrie sud-africaine en appuyant la recherche et le développement technologique. Plusieurs universités prennent part à ce projet.

6.1.2.2. Innovations locales intégrées (apprentissage de la motivation et de l'innovation)

L'idée d'un ancrage social différent des développements biotechnologiques fait souvent défaut. Les parties prenantes locales ont souvent ce chemin de renvoi total parce qu'elles ne sont pas en mesure d'imaginer une autre coalition des éléments sociaux et techniques de la biotechnologie et de la génomique. Néanmoins divers exemples de plateformes de plusieurs parties prenantes devraient être trouvées pour suivre une approche plus constructive. Cela vise à développer une approche dialectique et équilibrée sur la voie de l'intégration de certains indigents à des innovations biotechnologiques, sensibles aux trajectoires de développement spécifiques à l'emplacement.

La question centrale pour l'innovation est de savoir comment la biotechnologie qui est un facteur exogène peut être appropriée par des initiatives locales et devenir un catalyseur de l'évolution endogène. Comment les partenaires peuvent-ils lier l'agriculture à l'environnement ainsi que la consommation d'aliments locaux tout en restructurant les biotechnologies traditionnelles et modernes ?

L'innovation locale et la motivation en biotechnologie supposent un processus solide de la transformation de l'agriculture, par l'appropriation et la substitution.

Cela fait référence à la prise en charge progressive de l'activité biologique de l'élevage contrôlable par des institutions externes, en particulier l'industrie. Un exemple concret est l'élevage de nouveaux cultivars, le maintien et la propagation des semences de base qui a été réalisée à l'origine par les agriculteurs mais est maintenant de plus en plus prises en charge par les institutions de recherche publique et les entreprises privées.

L'évolution se réfère au type sauvage des cultures qui est progressivement fait comme dans le cas du coton Bt au Burkina Faso.

Pour la transformation de la biotechnologie, en tant qu'instrument exogène en un catalyseur de l'évolution endogène, il est crucial de créer une nouvelle relation entre l'agriculteur avec son environnement. L'innovation locale a pour objectif de relier l'agriculture au niveau local ainsi que pour la consommation d'aliments locaux en restructurant les biotechnologies traditionnelles et modernes.

Par exemple l'élaboration de plusieurs récoltes peut être effectuée en intégrant les besoins des agriculteurs locaux.

Par exemple, en Inde une culture d'une variété avec un double objectif est l'utilisation de la variété de sorgho (CSV 15) à maturité précoce dans laquelle différentes questions sociales ont été directement prises en considération. La culture de cette variété précoce a été combinée avec la culture du pois chiche. Par exemple la possibilité de changer le système de rotation des cultures, afin de réduire les problèmes écologiques de la production agricole réelle des systèmes, augmente le revenu des agriculteurs marginalisés. Le CSV 15 est révélateur d'une approche sociale, d'un ensemble technique, dans lesquelles la variété elle-même catalyse les changements sociaux. L'obtention d'une variété du pois chiche ayant une maturité précoce a permis aux agriculteurs de planter un mois plus tôt au lieu d'une rotation des cultures. Cela a permis de réduire au minimum l'incidence de flétrissement du pois chiche et de diminuer l'utilisation des produits chimiques. La courte durée de la variété de sorgho permet aux agriculteurs d'obtenir une garantie plus élevée du rendement en grains, afin d'assurer un revenu plus élevé en raison de l'amélioration de la rotation avec le pois chiche et l'obtention des aliments pour l'alimentation des animaux. Au lieu de la récolte non garantie de la variété de sorgho locale de longue durée, les agriculteurs peuvent maintenant cultiver et obtenir des revenus de deux cultures assurées au cours d'une année. Cela montre qu'il est nécessaire de trouver de nouvelles manières d'assurer un accès accru à des graines améliorées par les professionnels.

6.1.3. Section 3. Capacité de gérer les processus d'approbation

6.1.3.1. L'évaluation des données scientifiques des risques des OGM (questions environnementales, questions économiques, risques technologiques, etc.).

L'amélioration de la productivité de la qualité des récoltes a été prouvée grâce à l'utilisation de cultures OGM qui ont incité plusieurs pays à adopter ces nouvelles cultures intégrant ces outils avec des règles strictes en ce qui concerne la biosécurité et la protection de l'environnement. Les cultures génétiquement modifiées ont été cultivées sur 170 millions d'hectares en 2012, dont au moins 3 millions d'hectares en Afrique, l'Afrique du Sud étant le pays chef de file.

L'avènement des cultures OGM a été marqué par une évolution parallèle de la réglementation des aliments OGM aux activités allant du laboratoire à l'utilisation finale. La conclusion du protocole de Carthagena sur la biosécurité (PCB) à la Convention sur la diversité biologique (CDB) a été un point tournant dans la réglementation des organismes GM particulièrement ceux destinés à la libération dans l'environnement. Le PCB a guidé le développement de la prévention des risques biotechnologiques, les lois et directives dans de nombreux pays en développement qui ont signé le protocole. Le PCB est basé sur l'approche de précaution consacrée par le principe 15 de la Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement. Toutefois, beaucoup de pays ont interprété et mis en œuvre cette approche différemment.

Certains pays tels que le Burkina Faso ont pris la précaution pour une prise de décision fondée sur des évaluations scientifiques et ont par conséquent mis en place des mesures réglementaires qui comprennent l'évaluation du risque basée sur la science. Cela a ouvert des portes pour l'essai et la commercialisation de cultures génétiquement modifiées, telles que le coton Bt. D'autres pays ont émis des législations prohibitives et refusé aux agriculteurs un outil puissant pour s'attaquer à certaines contraintes liées à la production de récolte. Les agriculteurs de l'Afrique du Sud, le Burkina Faso, le Soudan et l'Égypte ont par exemple adopté les cultures OGM. Un certain nombre d'autres pays africains font des expériences avec eux. Malgré cette démonstration d'intérêt, l'établissement de règlements de biosécurité fonctionnel est très lent et l'aboutissement à des décisions de commercialisation concrètes reste dans l'ensemble difficile. En raison de ces défis, le Nouveau Partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD), Réseau d'expertise de biosécurité africains a été mis en place afin d'aider les pays membres de l'Union africaine

pour construire des systèmes fonctionnels de biosécurité. Ceux-ci doivent être souples et doivent répondre aux besoins des agriculteurs africains tout en assurant la sécurité de cette nouvelle technologie pour l'environnement et la santé humaine et animale.

L'adoption rapide des cultures GM dans certains pays d'Afrique est due à la stabilité génétique du grain, la rentabilité des fermes, la diminution des pertes de récolte, l'augmentation de la stabilité du revenu, la facilité d'utilisation, des économies sur la main-d'œuvre et l'utilisation des pesticides, des économies de temps et moins d'exposition à des produits chimiques toxiques. Toutefois, les préoccupations d'ordre socio-économiques comprennent la dépendance des agriculteurs sur les grandes sociétés pour les semences; les matériaux de plantation inabornables; la possible inadéquation des cultures GM pour les exploitations agricoles à petite échelle et pour les agriculteurs pauvres (il est intéressant de noter que 90 % des agriculteurs de cultures GM sont de petite envergure et pauvres dans les pays en développement); les aspects contraire à l'éthique de la vie; l'accès limité et l'augmentation possible des prix des semences en raison de frais de technologie; les infrastructures de distribution ; le manque de nourriture plutôt que de simplement produire d'avantage; les produits de nécessités dans les pays en développement n'étant pas développés en raison d'un marché , ou les considérations de profit des pays en développement est d'avoir à manger d'autres aliments que les occidentaux avaient rejeté (dépendance de colonisation), etc.

6.1.4. Section 4. Groupe de discussion

- Quels sont les nouveaux concepts ou la définition de la biotechnologie ?
- Quels sont les principes actuels des techniques de l'innovation et des exemples dans lesquelles la biotechnologie peut être appliquée?
- Essayez d'utiliser les techniques de l'innovation pour générer de nouvelles idées comment la biotechnologie peut améliorer la sécurité alimentaire en Afrique.
- Quel est l'impact potentiel ou réel de la biotechnologie en Afrique pour assurer la sécurité alimentaire ?

Supporting literature:

Doc 1. Presentation power-point Unit 1

Doc 2. ABNE Policy brief. September 2013. Adoption Processes and Regulatory Challenges for Genetically Modified Crops in Developing Countries: Lessons for Africa.

Doc 3. Clemens Breisinger, Xinshen Diao, James Thurlow, Ramatu M. Al Hassan. Potential Impacts of a Green Revolution in Africa – The Case of Ghana. 27th IAAE Conference, Beijing, China, 16-22 August 2009

Doc 4:THRIP Potgieter, Doreta, and Jordaan, Johanb. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 115 (2014) 19 – 33. THRIP, a mechanism driving creativity and innovation in South Africa.

Références

[1] ABNE, 2015

[2] Adams, DJ, Beniston, LJ & Childs, PRN (2009) Promoting creativity and innovation in biotechnology. *Trends Biotechnol* 27, 445-447.

[3] Adenle, AA (2011) Global capture of crop biotechnology in developing world over a decade. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology* 9, 83-95.

[4] Adenle, AA, Sowe, SK, Parayil, G & Aginam, O (2012) Analysis of open source biotechnology in developing countries: An emerging framework for sustainable agriculture. *Technology in Society* 34, 256-269.

[6] Agricultural History Society., (1927) Agricultural history. *Agricultural history*. .

[7] Aguilar, A, Bochereau, L & Matthiessen-Guyader, L (2008) Biotechnology and sustainability: the role of transatlantic cooperation in research and innovation. *Trends Biotechnol* 26, 163-165.

[8] Altman, A & Hasegawa, PM (2012) Introduction to plant biotechnology 2011: Basic aspects and agricultural implications. In *Plant Biotechnology and Agriculture* (Altman, A. & Hasegawa, P.M., eds.), pp. xxix-xxxviii. Academic Press, San Diego.

[9] Amalu, UC (2004) Plant biotechnology and food crop development in Sub-Saharan Africa. *Technology in Society* 26, 537-550.

[10] Amos, M, Dittrich, P, McCaskill, J & Rasmussen, S (2011) Biological and Chemical Information Technologies. *Procedia Computer Science* 7, 56-60.

[11] Babu, SC, Gajanan, SN & Sanyal, P (2014) Chapter 2 - Implications of Technological Change, Post-Harvest Technology, and Technology Adoption for Improved Food Security—Application of t-Statistic. In *Food Security, Poverty and Nutrition Policy Analysis (Second Edition)* (Babu, S.C., Gajanan, S.N. & Sanyal, P., eds.), pp. 29-61. Academic Press, San Diego.

[12] Bazuin, S, Azadi, H & Witlox, F (2011) Application of GM crops in Sub-Saharan Africa: Lessons learned from Green Revolution. *Biotechnol Adv* 29, 908-912.

[13] Becker, J & Wittmann, C (2012) Systems and synthetic metabolic engineering for amino acid production – the heartbeat of industrial strain development. *Curr Opin Biotechnol* 23, 718-726.

[14] Bernstein, B & Singh, PJ (2006) An integrated innovation process model based on practices of Australian biotechnology firms. *Technovation* 26, 561-572.

- [15] Bhullar, NK & Gruissem, W (2013) Nutritional enhancement of rice for human health: The contribution of biotechnology. *Biotechnol Adv* 31, 50-57.
- [16] Blake, WJ & Isaacs, FJ (2004) Synthetic biology evolves. *Trends Biotechnol* 22, 321-324.
- [17] Boerjan, W (2005) Biotechnology and the domestication of forest trees. *Curr Opin Biotechnol* 16, 159-166.
- [18] Borneman, AR, Pretorius, IS & Chambers, PJ (2013) Comparative genomics: a revolutionary tool for wine yeast strain development. *Curr Opin Biotechnol* 24, 192-199.
- [19] Borras, Saturnino M., Edelman, Marc., Kay, Cristóbal., Wiley InterScience (Online service), (2008) Transnational agrarian movements confronting globalization. .
- [20] Brown, DR (2009) Starved for science: How biotechnology is being kept out of Africa, Robert Paarlberg. Harvard University Press, Cambridge, 2008, 235pp. US\$24.95 (hardback) ISBN 978-0-674-02973-6. *Agricultural Systems* 101, 111-112.
- [21] Cappuccinelli, P (2011) Biotechnology in developing countries. *Curr Opin Biotechnol* 22, Supplement 1, S26.
- [22] Carinhas, N, Oliveira, R, Alves, PM, Carrondo, MJT & Teixeira, AP (2012) Systems biotechnology of animal cells: the road to prediction. *Trends Biotechnol* 30, 377-385.
- [23] Chen, H & Yada, R (2011) Nanotechnologies in agriculture: New tools for sustainable development. *Trends Food Sci Technol* 22, 585-594.
- [24] Chetty, CC, Rossin, CB, Gruissem, W, Vanderschuren, H & Rey, MEC (2013) Empowering biotechnology in southern Africa: establishment of a robust transformation platform for the production of transgenic industry-preferred cassava. *New Biotechnology* 30, 136-143.
- [25] Choi, KY, Hahm, K, Rhee, S & Han, MH (1999) An overview of biotechnology in Korea. *Trends Biotechnol* 17, 95-101.
- [26] Chung, C (2013) Government, policy-making and the development of innovation system: The cases of Taiwanese pharmaceutical biotechnology policies (2000–2008). *Research Policy* 42, 1053-1071.
- [27] Cichocka, D, Claxton, J, Economidis, I, Högel, J, Venturi, P & Aguilar, A (2011) European Union research and innovation perspectives on biotechnology. *J Biotechnol* 156, 382-391.
- [28] Cloete, TE, Nel, LH & Theron, J (2006) Biotechnology in South Africa. *Trends Biotechnol* 24, 557-562.
- [29] Colwell, RR (2002) Fulfilling the promise of biotechnology. *Biotechnol Adv* 20, 215-228.
- [30] De Ruiter, GA & Rudolph, B (1997) Carrageenan biotechnology. *Trends Food Sci Technol* 8, 389-395.
- [31] Devlin, RH, Sundström, LF & Muir, WM (2006) Interface of biotechnology and ecology for environmental risk assessments of transgenic fish. *Trends Biotechnol* 24, 89-97.
- [32] Doblhoff-Dier o, H. Bachmayer, A. Bennett, G. Brunius, M. Cantley, C. Collins, J-M. Collard, P. Crooy, A. Elmquist et al. (2000) Safe biotechnology 10: DNA content of biotechnological process waste. *Trends Biotechnol* 18, 141-146.
- [33] Dodgson, M, Mathews, J, Kastle, T & Hu, M (2008) The evolving nature of Taiwan's national innovation system: The case of biotechnology innovation networks. *Research Policy* 37, 430-445.

- [34] Dunwell, J, Wackett, LP, Kost, TA, Condreay, P, Projan, S, Hugenholtz, J, Kleerebezem, M, Turner, NJ & Speight, RE (2002) Biotechnology. *Curr Opin Biotechnol* 13, 77-81.
- [35] El Naschie, MS (2006) Nanotechnology for the developing world. *Chaos, Solitons & Fractals* 30, 769-773.
- [36] Elman, GJ & Zhang, JZ (2014) Chapter 15 - Intellectual Property Protection Strategies for Biotechnology Innovations. In *Biotechnology Entrepreneurship* (Shimasaki, C., ed.), pp. 207-25. Academic Press, Boston.
- [37] Erbisch, Frederic H., Maredia, Karim M., (2004) Intellectual property rights in agricultural biotechnology. .
- [38] Fahmi, A (2011) Benefits of new tools in biotechnology to developing countries in south Asia: A perspective from UNESCO. *J Biotechnol* 156, 364-369.
- [39] Felis, G, Fracchetti, F, La Gioia, F, Lorenzini, M, Rizzotti, L, Rossi, F, Salvetti, E & Torriani, S (2009) Microbial identification as a basis for innovation, reliability and safety in industrial biotechnology. *New Biotechnology* 25, Supplement, S85.
- [40] Felis, GE, Del Casale, A, Salvetti, E, Fracchetti, F & Torriani, S (2010) TAXON-OMICS: for a renaissance of taxonomy as a fundamental resource towards biodiversity-based innovation in industrial biotechnology. *J Biotechnol* 150, Supplement, 391.
- [41] Florence, AT (2008) *Pharmaceutical Biotechnology: Fundamentals and Applications*, 3rd ed., D.J.A. Crommelin, R.D. Schneider, B. Meibohm (Eds.), Informa, New York, 2007, 490 pp., Hardback: ISBN: 1-4200-6752-4, Textbook edition: ISBN-10: 1-4200-4437-0. *Int J Pharm* 358, 308.
- [42] García-Muiña, FE, Pelechano-Barahona, E & Navas-López, JE (2009) Making the development of technological innovations more efficient: An exploratory analysis in the biotechnology sector. *The Journal of High Technology Management Research* 20, 131-144.
- [43] Garvey, M, Klose, H, Fischer, R, Lambertz, C & Commandeur, U (2013) Cellulases for biomass degradation: comparing recombinant cellulase expression platforms. *Trends Biotechnol* 31, 581-593.
- [44] Gavrilescu, M & Chisti, Y (2005) Biotechnology—a sustainable alternative for chemical industry. *Biotechnol Adv* 23, 471-499.
- [45] Gay, B & Dousset, B (2005) Innovation and network structural dynamics: Study of the alliance network of a major sector of the biotechnology industry. *Research Policy* 34, 1457-1475.
- [46] Gilsing, V & Nooteboom, B (2006) Exploration and exploitation in innovation systems: The case of pharmaceutical biotechnology. *Research Policy* 35, 1-23.
- [47] Gittelman, M (2006) National institutions, public–private knowledge flows, and innovation performance: A comparative study of the biotechnology industry in the US and France. *Research Policy* 35, 1052-1068.
- [48] Godfred Frempong (2006) Tailoring Biotechnology in Ghana: Implications for Genomics Development. *Tayloring Biotechnologies* 2, 51-62.
- [49] Golynskiy, MV & Seelig, B (2010) De novo enzymes: from computational design to mRNA display. *Trends Biotechnol* 28, 340-345.
- [50] Hall, LA & Bagchi-Sen, S (2007) An analysis of firm-level innovation strategies in the US biotechnology industry. *Technovation* 27, 4-14.

- [51] Harvey, O (2012) 3 - The role of innovation systems in the commercialization of biotechnology. In *Commercializing the Stem Cell Sciences* (Harvey, O., ed.), pp. 55-87. Woodhead Publishing.
- [52] Hauer, B (2012) Industrial biotechnology: directing innovation in chemistry. *New Biotechnology* 29, Supplement, S7-S8.
- [53] Heldt, H & Piechulla, B (2011) 22 - Biotechnology alters plants to meet requirements of agriculture, nutrition and industry. In *Plant Biochemistry (Fourth Edition)* (Heldt, H. & Piechulla, B., eds.), pp. 551-86. Academic Press, San Diego.
- [54] Höyssä, M, Bruun, H & Hukkinen, J (2004) The co-evolution of social and physical infrastructure for biotechnology innovation in Turku, Finland. *Research Policy* 33, 769-785.
- [55] Hulse, JH (2004) Biotechnologies: past history, present state and future prospects. *Trends Food Sci Technol* 15, 3-18.
- [56] Kaiser, R & Prange, H (2004) The reconfiguration of National Innovation Systems—the example of German biotechnology. *Research Policy* 33, 395-408.
- [57] Kang, K & Park, H (2012) Influence of government R&D support and inter-firm collaborations on innovation in Korean biotechnology SMEs. *Technovation* 32, 68-78.
- [58] Kleerebezem, M (2006) Molecular advances and novel directions in food biotechnology innovation. *Curr Opin Biotechnol* 17, 179-182.
- [59] Koch, C, Müller, S, Harms, H & Harnisch, F (2014) Microbiomes in bioenergy production: From analysis to management. *Curr Opin Biotechnol* 27, 65-72.
- [60] Kovalchuk, I & Weselake, RJ (2014) Trait Introduction Methods and Innovation Platforms in Plant Biotechnology. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 3, 1.
- [61] Liao, P & Lee, KH (2010) From SNPs to functional polymorphism: The insight into biotechnology applications. *Biochem Eng J* 49, 149-158.
- [62] Lidder, P & Sonnino, A Chapter 1 - Biotechnologies for the Management of Genetic Resources for Food and Agriculture. In *Advances in Genetics* Anonymous , pp. 1-167. Academic Press.
- [63] Linko, V & Dietz, H (2013) The enabled state of DNA nanotechnology. *Curr Opin Biotechnol* 24, 555-561.
- [64] Lloyd, JR, Byrne, JM & Coker, VS (2011) Biotechnological synthesis of functional nanomaterials. *Curr Opin Biotechnol* 22, 509-515.
- [65] Malik, VS Biotechnology—The Golden Age. In *Advances in Applied Microbiology* Anonymous , pp. 263-306. Academic Press.
- [66] Martins, ÉS, Praça, LB, Dumas, VF, Silva-Werneck, JO, Sone, EH, Waga, IC, Berry, C & Monnerat, RG (2007) Characterization of *Bacillus thuringiensis* isolates toxic to cotton boll weevil (*Anthonomus grandis*). *Biological Control* 40, 65-68.
- [67] McCullum, C, Benbrook, C, Knowles, L, Roberts, S & Schryver, T (2003) Application of Modern Biotechnology to Food and Agriculture: Food Systems Perspective. *Journal of Nutrition Education and Behavior* 35, 319-332.

- [68] Melamed, P, Gong, Z, Fletcher, G & Hew, CL (2002) The potential impact of modern biotechnology on fish aquaculture. *Aquaculture* 204, 255-269.
- [69] Migone, A & Howlett, M (2009) Classifying biotechnology-related policy, regulatory and innovation regimes: A framework for the comparative analysis of genomics policy-making. *Policy and Society* 28, 267-278.
- [70] Miot, S & Boulay, J (2002) Pharmaceutical biotechnology, Chemical biotechnology: Web alert. *Curr Opin Biotechnol* 13, 531-532.
- [71] Mitra, J, Tait, J & Wield, D (2011) From maturity to value-added innovation: lessons from the pharmaceutical and agro-biotechnology industries. *Trends Biotechnol* 29, 105-109.
- [72] Murphy, DJ, (2007) People, plants, and genes the story of crops and humanity. .
- [73] National Research Council (U.S.), Committee on Advances in Technology and the Prevention of Their Application to Next Generation Biowarfare Threats., National Research Council (U.S.), Development, Security, and Cooperation., Institute of Medicine (U.S.), Board on Global Health., (2006) Globalization, biosecurity, and the future of the life sciences. .
- [74] National, RC & Institute, oM (2006) *Globalization, Biosecurity, and the Future of the Life Sciences*. National Academies Press, Washington, D.C.
- [75] Nützmann, H & Osbourn, A (2014) Gene clustering in plant specialized metabolism. *Curr Opin Biotechnol* 26, 91-99.
- [76] Organisation for Economic Co-operation and Development., New York Academy of Sciences., Workshop on International Issues in Transplantation Biotechnology, Including the Use of Non-human Cells, Tissues and Organs, (1999) Xenotransplantation international policy issues. . [77] Pauls, KP (1995) Plant biotechnology for crop improvement. *Biotechnol Adv* 13, 673-693.
- [78] Pei, L, Schmidt, M & Wei, W (2011) Synthetic biology: An emerging research field in China. *Biotechnol Adv* 29, 804-814.
- [79] Petranovic, D & Vemuri, GN (2009) Impact of yeast systems biology on industrial biotechnology. *J Biotechnol* 144, 204-211.
- [80] Pingali, PL (2012) Green Revolution: Impacts, limits, and the path ahead. *Proc Natl Acad Sci U S A* 109, 12302-12308.
- [81] Pinstrup-Andersen, P & Cohen, MJ (2001) 17 - Modern Agricultural Biotechnology and Developing Country Food Security. In *Genetically Modified Organisms in Agriculture* (Nelson, G.C., ed.), pp. 179-89. Academic Press, London.
- [82] Ramírez, JL, Santana, MA, Galindo-Castro, I & Gonzalez, A (2005) The role of biotechnology in art preservation. *Trends Biotechnol* 23, 584-588.
- [83] Rampersad, G, Quester, P & Troshani, I (2010) Managing innovation networks: Exploratory evidence from ICT, biotechnology and nanotechnology networks. *Industrial Marketing Management* 39, 793-805.
- [84] Romeis, J, Meissle, M, Brunner, S, Tschamper, D & Winzeler, M (2013) Plant biotechnology: research behind fences. *Trends Biotechnol* 31, 222-224.
- [85] Ronald, P (2011) Plant Genetics, Sustainable Agriculture and Global Food Security. *Genetics* 188, 11-20.

- [86] Ruane, J & Sonnino, A (2011) Agricultural biotechnologies in developing countries and their possible contribution to food security. *J Biotechnol* 156, 356-363.
- [87] Ruane, J, Sonnino, A & Agostini, A (2010) Bioenergy and the potential contribution of agricultural biotechnologies in developing countries. *Biomass Bioenergy* 34, 1427-1439.
- [88] Rudolph, JR (1996) Patentable invention in biotechnology. *Biotechnol Adv* 14, 17-34.
- [89] Rybicki, EP, Chikwamba, R, Koch, M, Rhodes, JI & Groenewald, J (2012) Plant-made therapeutics: An emerging platform in South Africa. *Biotechnol Adv* 30, 449-459.
- [90] Sager, B (2001) Scenarios on the future of biotechnology. *Technological Forecasting and Social Change* 68, 109-129.
- [91] Seo, J (2013) Biotechnology for a healthy and green world. *J Biotechnol* 168, 119.
- [92] Shetty, K (2008) Metabolic innovations in food biotechnology for plant ingredients for human health applications. *J Biotechnol* 136, Supplement, S715-S716.
- [93] Steven Burrill, G (2014) Chapter 3 - The Biotechnology Industry: An Engine of Innovation. In *Biotechnology Entrepreneurship* (Shimasaki, C., ed.), pp. 21-44. Academic Press, Boston.
- [94] Stoloff, DH & Wanunu, M (2013) Recent trends in nanopores for biotechnology. *Curr Opin Biotechnol* 24, 699-704.
- [95] Terry, N, Gheysen, G, Van Montagu, M & Ghislain, M (2007) Increasing food security in Central Africa by reducing sweet potato losses due to weevils and viral diseases using biotechnology. *J Biotechnol* 131, S21.
- [96] Terziovski, M & Morgan, JP (2006) Management practices and strategies to accelerate the innovation cycle in the biotechnology industry. *Technovation* 26, 545-552.
- [97] Thomas, JA (2003) Chapter 12 - Biotechnology: Safety Evaluation of Biotherapeutics and Agribiotechnology Products. In *Biotechnology and Safety Assessment (Third Edition)* (Thomas, J.A. & Fuchs, R.L., eds.), pp. 347-84. Academic Press, San Diego.
- [98] Vamvaka, E, Twyman, RM, Christou, P & Capell, T Can plant biotechnology help break the HIV–malaria link? *Biotechnol Adv* .
- [99] Van den Belt, H (2009) Philosophy of Biotechnology. In *Philosophy of Technology and Engineering Sciences* (Meijers, A., ed.), pp. 1301-40. North-Holland, Amsterdam.
- [100] Van den Berg, J, Hilbeck, A & Bøhn, T (2013) Pest resistance to Cry1Ab Bt maize: Field resistance, contributing factors and lessons from South Africa. *Crop Protection* 54, 154-160.
- [101] Varshney, RK, Bansal, KC, Aggarwal, PK, Datta, SK & Craufurd, PQ (2011) Agricultural biotechnology for crop improvement in a variable climate: hope or hype? *Trends Plant Sci* 16, 363-371.
- [102] Vergragt, PJ & Brown, HS (2008) Genetic engineering in agriculture: New approaches for risk management through sustainability reporting. *Technological Forecasting and Social Change* 75, 783-798.
- [103] Viaggi, D & Cuming, D (2010) Developing improved tools for the economic analysis of innovation in food biotechnology: a review of past research and prospective developments. *J Biotechnol* 150, Supplement, 68-69.

- [104] Wang, F, Willner, B & Willner, I (2013) DNA nanotechnology with one-dimensional self-assembled nanostructures. *Curr Opin Biotechnol* 24, 562-574.
- [105] Wang, Y, Chu, J, Zhuang, Y, Wang, Y, Xia, J & Zhang, S (2009) Industrial bioprocess control and optimization in the context of systems biotechnology. *Biotechnol Adv* 27, 989-995.
- [106] Watts, AD & Hamilton III, RD (2011) Scientific foundation, organization structure, and performance of biotechnology and pharmaceutical firms. *The Journal of High Technology Management Research* 22, 81-93.
- [107] Westerhoff, HV (2012) Biotechnology and the future of medicine: engineering self-sustaining systems. *New Biotechnology* 29, Supplement, S30.
- [108] Williams, DR (2013) 3 - Innovation and the merging of the pharmaceutical and biotechnology industries. In *The Funding of Biopharmaceutical Research and Development* (Williams, D.R., ed.), pp. 85-108. Woodhead Publishing.
- [109] Wu, C (2013) Global-innovation strategy modeling of biotechnology industry. *Journal of Business Research* 66, 1994-1999.
- [110] Xu, P, Bhan, N & Koffas, MA (2013) Engineering plant metabolism into microbes: from systems biology to synthetic biology. *Curr Opin Biotechnol* 24, 291-299.
- [111] Xu, X, Visser, RGF & Trindade, LM (2014) Chapter 4 - Starch Modification by Biotechnology: State of Art and Perspectives. In *Starch Polymers* (Halley, P.J. & Avérous, L., eds.), pp. 79-102. Elsevier, Amsterdam.
- [112] Zárate, R, El Jaber-Vazdekis, N, Cequier-Sánchez, E, Gutierrez-Nicolás, F & Ravelo, ÁG Biotechnology for the production of plant natural products. In *Studies in Natural Products Chemistry* Anonymous , pp. 309-92. Elsevier.

6.2. Unité 2. L'élaboration des politiques et la communication : 3 h

Résumé

Un citoyen lambda ne peut manifestement pas avoir une compréhension approfondie de tous les faits, les relations et les questions de biotechnologie. Les décideurs doivent évaluer l'importance sociale des questions scientifiques et technologiques comme la biotechnologie. Sans volonté politique, un pays subit le contre coup des non-fonctionnalités des mesures législatives et réglementaires, de l'investissement négligeable en R&D/biotechnologie, du faible niveau de sensibilisation du public et de l'incapacité de gérer les processus d'approbation (Adenle, 2013).

En général, une bonne compréhension de la biotechnologie par les citoyens est indispensable pour assurer leur intégration dans les aspects scientifiques et techniques de la culture; pour le public à apprécier l'importance de la biotechnologie et de la nécessité d'un financement adéquat; à améliorer l'efficacité nationale et régionale et de la compétitivité dans une économie mondiale fondée sur les connaissances; et d'aider à résoudre certains des problèmes difficiles. Dans la pratique, les citoyens non spécialistes obtiennent leur connaissance des biotechnologies de par la large diffusion de l'information par les médias, mais aussi par le biais de livres, des expositions, des présentations, les TICs, les réseaux sociaux, etc. La communication est produite principalement par voie électronique et les journaux, mais beaucoup de groupes d'intérêts spéciaux peuvent diffuser ailleurs leur propre information et interprétations, souvent sous forme imprimée mais aussi dans des réunions et oralement. Dans divers pays, à des degrés divers et avec plus ou moins de qualité, les journaux, magazines, radio et télévision rapportent et discutent des questions d'intérêt public. La biotechnologie est assez importante pour ceux-ci, surtout lorsqu'il s'agit de cultures et aliments génétiquement modifiés ou de nouveaux produits potentiels pour les progrès de la médecine.

La perception par le public de la biotechnologie est dominée par la biotechnologie moderne, notamment l'application d'OGM dans l'alimentation et l'agriculture. Avec les aliments et des cultures GM, certains pays ont monté des "Débats nationaux" qu'ils ont eux-mêmes organisé une certaine importance de la biotechnologie, bien que la très grande

majorité de la population n'a joué aucun rôle et semblait indifférentes sur les décisions des spécialistes et des politiciens.

L'objectif du public à comprendre la biotechnologie ainsi que d'autres questions scientifiques et technologiques pourrait être défini comme une connaissance des faits, des conclusions et les méthodes de la science, sans nécessairement avoir une capacité à penser de façon créatrice dans des domaines spécifiques. La politique nationale actuelle doit être connue afin de permettre aux citoyens de se familiariser à la biotechnologie, et d'avoir accès à des données fiables et de l'information équilibrée. L'évaluation des risques fondée sur des directives spécifiques et des preuves scientifiques solides devraient être disponible afin d'assurer l'efficacité, la transparence et la sécurité de façon à instaurer un climat de confiance avec le public et les décideurs; et par le biais d'essais de démonstration pour montrer aux agriculteurs les avantages. L'évaluation des risques des OGM est principalement axée sur les risques potentiels, tandis que les avantages potentiels ne sont habituellement pas considérés par les médias.

L'objectif de cette unité est d'illustrer le rôle des scientifiques, des médias et des décideurs au sein des systèmes nationaux et internationaux concernant l'adoption de la biotechnologie.

6.2.1. Section 1 Théories de l'élaboration des politiques

6.2.1.1. Rôle des scientifiques dans la détermination des politiques relatives à la biotechnologie

L'évaluation actuelle des risques des OGM est principalement axée sur les risques en matière de santé et l'environnement, tandis que les avantages ne sont pas souvent considérés par le public.

L'évaluation des risques fondée sur des directives spécifiques et des preuves scientifiques solides devrait être mise à disposition par les scientifiques pour assurer l'efficacité, la transparence et la sécurité pour instaurer un climat de confiance avec le public et les décideurs. Les agriculteurs devraient avoir les moyens d'essais visant à montrer les avantages et les inconvénients de la biotechnologie.

La compréhension par le public de la biotechnologie ainsi que d'autres questions scientifiques et technologiques pourrait être définie comme une connaissance des faits, les conclusions et les méthodes de la science, sans nécessairement une capacité à penser de

façon créatrice dans des domaines spécifiques. La politique nationale actuelle telle que l'élaboration des lois ou les stratégies devrait être connue pour permettre aux citoyens de se familiariser à la biotechnologie, et d'avoir accès à des données fiables et à l'information équilibrée.

Le chercheur doit également :

- fournir aux décideurs africains les renseignements les plus à jour sur les tendances scientifiques et technologiques afin de leur permettre de participer efficacement à l'élaboration des politiques sur les questions de Sciences Technologie et Innovation ;
- fournir la bonne information pour la société civile ;
- renforcer les capacités nationales de prospection technologique, l'acquisition ou l'achat;
- renforcer les connaissances scientifiques, technologiques et innovatrices en matière de coopération pour le partage d'expériences sur le plan régional et international.

6.2.1.2. Les approches globales internationales de la biotechnologie à l'échelle mondiale

La connaissance de la biotechnologie est indispensable pour assurer l'intégration des aspects scientifiques et techniques de la culture. Dans la pratique, le citoyen non spécialiste obtient sa connaissance des biotechnologies par la diffusion de l'information.

Pour permettre le public d'apprécier l'importance de la biotechnologie et la nécessité d'un financement adéquat, il faut démontrer l'adoption de la technologie par le reste du monde. En général, L'Europe ou aux États-Unis, sont pris comme exemple pour la plus part des pays africains. De nombreuses questions éthiques, religieuses, politiques et même des raisons commerciales contribuent tous à ces attitudes. Souvent, les gens ne voient pas leur échec dans la compréhension des faits et la réalité de la biotechnologie mais un refus que les faits ne sont importants que lorsqu'on les compare à d'autres considérations.

6.2.1.3. La gouvernance

Les décideurs tels que le gouvernement et le parlement doivent évaluer l'importance sociale des questions scientifiques et technologiques comme la biotechnologie. La perception par le public de la biotechnologie est dominée par la biotechnologie moderne, notamment l'application d'OGM dans l'alimentation et l'agriculture. Les gouvernements intéressés par la biotechnologie moderne communiquent sur les avantages et les inconvénients,

spécialement pour les cultures génétiquement modifiées comme le coton Bt par l'aide des experts, d'ateliers, panneaux TV, réseaux sociaux etc.

6.2.1.4. La perception du citoyen et de la société civile

L'objectif de la politique publique est de maximiser le bien-être de tous ses citoyens et de la prévention des risques biotechnologiques. Les règlements peuvent permettre un certain degré de certitude, de stabilité et de rigueur disciplinaire pour le cadre social requis pour l'évaluation des risques, de la gestion et de la communication.

Un citoyen ne peut manifestement pas être censé avoir une compréhension approfondie de tous les faits, les relations et les questions de biotechnologie. Les anciennes réalisations scientifiques et des progrès techniques dans l'agriculture "traditionnelle" et la révolution verte n'ont pas été accompagnées par des réactions négatives du public; au contraire, elles étaient généralement saluées et adoptées (p. ex., l'utilisation de certaines variétés améliorées, engrais inorganiques et de pesticides, la précision de l'irrigation, etc.).

Toutefois, la très récente utilisation de la génération de plantes transgéniques et de l'utilisation d'outils moléculaires ont évoqué des questions de réglementations publiques et sociologiques. Il est maintenant clair que l'acceptation par le public et la commercialisation complète de plantes cultivées génétiquement améliorées et les arbres forestiers dépendent, en plus de percées scientifiques, sur la sensibilisation du public au problème et une bonne perception.

La perception négative des OGM dans certains pays d'Europe occidentale a influencé négativement les débats sur les GM en Afrique et a renforcé la nécessité d'un processus transparent et solliciter la participation du public dans la prise de décision. Le premier pays Biotech en Afrique (Afrique du Sud) est également en voie d'officialiser des stratégies adoptées visant à promouvoir la sensibilisation du public, l'éducation et la participation.

Par exemple aussi, l'Agence nationale de biosécurité du Burkina Faso (ANB) créée depuis 2003 a lancé le programme de compréhension par le public de la biotechnologie ciblant tous les segments de la société en mettant l'accent sur les consommateurs du coton et les apprenants. Les activités de l'ANB visent à promouvoir la sensibilisation du public et sa compréhension de la biotechnologie moderne et de stimuler le dialogue sur ses applications actuelles et potentielles. La sensibilisation du public a été renforcée par la traduction de la

loi sur la biosécurité en langues locales (Mooré, Jula et Gourmantchéma) les plus couramment parlées par les producteurs de coton.

En 2008, le Kenya a mis en œuvre une stratégie de sensibilisation nationale de la biotechnologie (BioAWARE-Kenya), d'une durée de six ans (2008-2013), stratégie destinée à améliorer la compréhension du public et la sensibilisation par la diffusion de renseignements exacts, opportuns et de l'information équilibrée pour catalyser la prise de décisions éclairées.

Les efforts de communications nationales sont renforcés par des plates-formes telles que le Forum ouvert sur la biotechnologie agricole en Afrique (OFAB). L'OFAB permet des interactions entre et parmi les scientifiques, les journalistes, la société civile, les industriels, les décideurs, les groupes d'agriculteurs et les associations de consommateurs, qui explorent des avenues permettant d'apporter les avantages de la biotechnologie au niveau local (<http://www.ofabafrica.org>).

6.2.2. Section 2. Les théories et les Instruments d'élaboration des politiques

6.2.2.1. Les politiques nationales et internationales actuelles

Un citoyen ne doit manifestement pas avoir une compréhension approfondie de tous les faits, mais savoir les relations et les questions de biotechnologie.

L'adoption d'une innovation technologique implique une certaine quantité de risques et la gestion de ce risque est une composante importante de la prise de décision. L'évaluation de l'impact socio-économique de la biotechnologie est un apport inestimable dans la prise de décisions réglementaires. La conclusion du protocole de Cartagena sur la biosécurité (CPB) à la Convention sur la diversité biologique (CDB) a été un point tournant dans la réglementation des organismes GM particulièrement ceux destinés à la libération intentionnelle dans l'environnement.

Le CPB est important pour le secteur de l'agriculture puisqu'il reconnaît à la fois les avantages et les risques potentiels découlant des OGM. Par conséquent, il souligne la nécessité de faire l'évaluation des risques scientifiquement rationnels et des pratiques de gestion pour réduire au minimum les effets négatifs.

En février 2014, les seuls pays d'Afrique qui n'avaient pas encore ratifié ou adhéré au Protocole de Cartagena sur la prévention des risques biotechnologiques sont la Côte d'Ivoire,

Guinée équatoriale, São Tomé-et-Principe et la Sierra Leone. La Côte d'ivoire vient de le ratifié en 2016.

Une politique nationale est tenue de formuler une approche unifiée du pays pour la biotechnologie et la biosécurité. Des problèmes surgissent lorsqu'un secteur de gouvernement a une approche positive pour le développement de la biotechnologie (souvent menée par les ministères responsables de l'agriculture ou de la science), tandis que d'autres ministères (souvent responsables de l'environnement ou le commerce) adoptent un point de vue négatif. La diversité des approches des différents ministères du gouvernement mène à une incertitude considérable et peut être considérée comme partiellement responsable de retards réglementaires et mauvaise prise de décision.

Les pays africains ont actuellement différentes approches de réglementation pour les cultures OGM. Certains ont pris des mesures politiques qui coexistent entre GM et la culture conventionnelle sans une législation, d'autres ont adopté des lois et des lignes directrices dans les différentes lois, et certains n'ont pas de dispositions du tout.

Ainsi, l'absence de législation peut ne pas être une barrière insurmontable. En l'absence de droit, de bonnes pratiques agricoles ou des conseils pour l'exploitation sont utilisés.

L'axe de la politique nationale doit être sur l'adoption sûre et utile des biotechnologies plutôt qu'une politique d'exclusion qui sert les intérêts étroits de certains au détriment d'autres.

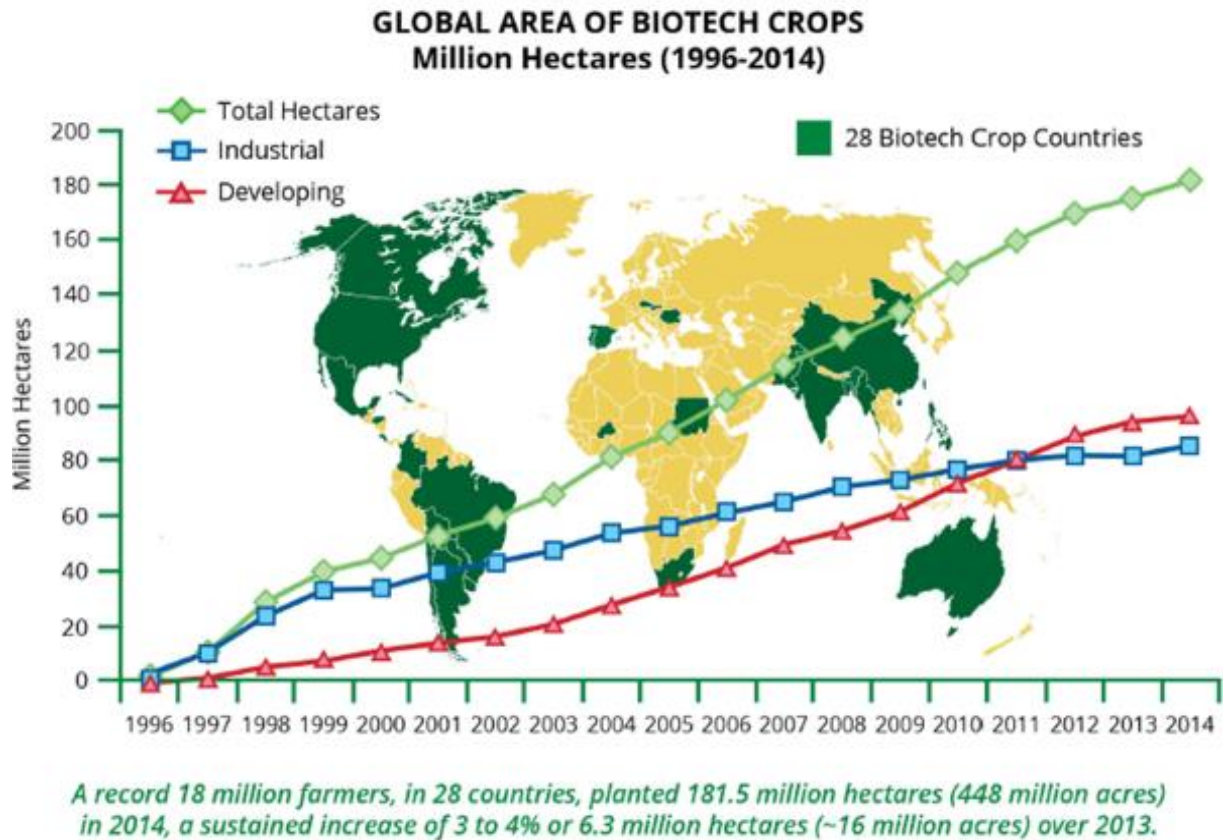


Figure 9. Répartition des cultures OGM dans le monde 9.

6.2.3. Section 3. Rôles des médias

La communication est produite principalement par l'intermédiaire, des medias comme la radio, la presse et l'électronique (Internet, sms, etc...), mais de nombreux groupes d'intérêts spéciaux peuvent diffuser leur propre information et interprétations, également dans des réunions et verbalement ailleurs. Dans divers pays, à des degrés divers et avec plus ou moins de qualité, les journaux, les magazines, la radio, la télévision, les forums Internet, et discutent des nouvelles techniques sur des sujets intéressant le public. Mais la biotechnologie est assez importante pour certains medias, surtout lorsqu'il s'agit de cultures et des aliments génétiquement modifiés.

Toutefois, le principal rôle des médias est d'accroître la sensibilisation du public à la biotechnologie avec impartialité. Les médias devraient présenter la technologie aussi simplement que possible, pour une meilleure compréhension du grand public. L'échange

d'information entre les médias et les scientifiques sur la biotechnologie et ses meilleures pratiques est nécessaire. La confiance entre les medias et le chercheur africain doit être améliorée.

6.2.4. Section 4. Discussion avec les étudiants

- Quelles sont les lois locales du pays dans la prévention des risques biotechnologiques ou pourquoi elles n'existent pas?
- Qu'est-ce qui peut être fait au Parlement pour une meilleure compréhension et l'adoption de la biotechnologie?
- Qu'est-ce qui peut être fait au gouvernement pour une meilleure compréhension et l'adoption de la biotechnologie ?
- Est-il nécessaire d'avoir dans le pays des médias spécialisés traitant essentiellement de la science, de la technologie et de l'innovation?
- L'observatoire africain des sciences, la technologie et l'innovation (<http://aosti.org>) peut-il jouer un rôle pour mieux faire comprendre au grand public, les sujets sur la compréhension et l'adoption de la biotechnologie?

Supports du cours:

Unit2. Doc 1. Ademola A. Adenle *et al.* Analysis of open source biotechnology in developing countries: An emerging framework for sustainable agriculture. *Technology in Society* 34 (2012) 256–269.

References

- [1] Adenle, AA (2011) Global capture of crop biotechnology in developing world over a decade. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology* 9, 83-95.
- [2] Aguilar, A, Magnien, E & Thomas, D (2013) Thirty years of European biotechnology programmes: from biomolecular engineering to the bioeconomy. *New Biotechnology* 30, 410-425.
- [3] Alcalde, M, Ferrer, M, Plou, FJ & Ballesteros, A (2006) Environmental biocatalysis: from remediation with enzymes to novel green processes. *Trends Biotechnol* 24, 281-287.
- [4] Amalu, UC (2004) Plant biotechnology and food crop development in Sub-Saharan Africa. *Technology in Society* 26, 537-550.
- [5] Babu, SC, Gajanan, SN & Sanyal, P (2014) Chapter 2 - Implications of Technological Change, Post-Harvest Technology, and Technology Adoption for Improved Food Security—Application of t-Statistic. In *Food Security, Poverty and Nutrition Policy Analysis (Second Edition)* (Babu, S.C., Gajanan, S.N. & Sanyal, P., eds.), pp. 29-61. Academic Press, San Diego.

- [6] Braun, R & Moses, V (2004) A public policy on biotechnology education: what might be relevant and effective? *Curr Opin Biotechnol* 15, 246-249.
- [7] Brown, DR (2009) Starved for science: How biotechnology is being kept out of Africa, Robert Paarlberg. Harvard University Press, Cambridge, 2008, 235pp. US\$24.95 (hardback) ISBN 978-0-674-02973-6. *Agricultural Systems* 101, 111-112.
- [8] Cloete, TE, Nel, LH & Theron, J (2006) Biotechnology in South Africa. *Trends Biotechnol* 24, 557-562.
- [9] Das, GG & Alavalapati, JRR (2003) Trade-mediated biotechnology transfer and its effective absorption: an application to the U.S. forestry sector. *Technological Forecasting and Social Change* 70, 545-562.
- [10] Delpuech, C & Vandeplas, A (2013) Revisiting the "Cotton Problem"—A Comparative Analysis of Cotton Reforms in Sub-Saharan Africa. *World Dev* 42, 209-221.
- [11] Doret, P & Johan, J (2014) THRIP, a Mechanism Driving Creativity and Innovation in South Africa. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 115, 19-33.
- [12] Enriquez, J (2001) Green biotechnology and European competitiveness. *Trends Biotechnol* 19, 135-139.
- [13] Fakunle, ES (2012) iPSCs for personalized medicine: what will it take for Africa? *Trends Mol Med* 18, 695-699.
- [14] Foote, M Critical review and appraisal of published clinical literature: Useful skill in biotechnology product development. In *Biotechnology Annual Review* Anonymous, pp. 403-10. Elsevier.
- [15] Gillespie, IMM & Philp, JC (2013) Bioremediation, an environmental remediation technology for the bioeconomy. *Trends Biotechnol* 31, 329-332.
- [16] Glenna, LL, Welsh, R, Ervin, D, Lacy, WB & Biscotti, D (2011) Commercial science, scientists' values, and university biotechnology research agendas. *Research Policy* 40, 957-968.
- [17] Hanjra, MA & Qureshi, ME (2010) Global water crisis and future food security in an era of climate change. *Food Policy* 35, 365-377.
- [18] Jun, Y & Yu-ping, G (2008) Biotechnology education for future: Learning motivation and innovation. *J Biotechnol* 136, Supplement, S770-S771.
- [19] Marienhagen, J & Bott, M (2013) Metabolic engineering of microorganisms for the synthesis of plant natural products. *J Biotechnol* 163, 166-178.
- [20] Moses, V (1999) Biotechnology products and European consumers. *Biotechnol Adv* 17, 647-678.
- [21] Müller, C (2002) The evolution of the biotechnology industry in Germany. *Trends Biotechnol* 20, 287-290.
- [22] OLADELE, OI & WAKATSUKI, T (2010) Sawah Rice Eco-technology and Actualization of Green Revolution in West Africa: Experience from Nigeria and Ghana. *Rice Science* 17, 168-172.
- [23] Pardo, R, Midden, C & Miller, JD (2002) Attitudes toward biotechnology in the European Union. *J Biotechnol* 98, 9-24.
- [24] Pertry, I, Sabbadini, S, Goormachtig, S, Lokko, Y, Gheysen, G, Bursens, S & Mezzetti, B (2014) Biosafety capacity building: experiences and challenges from a distance learning approach. *New Biotechnology* 31, 64-68.

- [25] Philp, JC, Bartsev, A, Ritchie, RJ, Baucher, M & Guy, K (2013) Bioplastics science from a policy vantage point. *New Biotechnology* 30, 635-646.
- [26] Samani, MC, Amin, L & Rezali, NI (2011) Using media to educate public on biotechnology. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 15, 2360-2364.
- [27] Sewdass, N & Toit, AD (2014) Current state of competitive intelligence in South Africa. *Int J Inf Manage* 34, 185-190.
- [28] Spielman, DJ, Kolady, DE, Cavalieri, A & Rao, NC (2014) The seed and agricultural biotechnology industries in India: An analysis of industry structure, competition, and policy options. *Food Policy* 45, 88-100.
- [29] Wang, K, Hong, J, Marinova, D & Zhu, L (2009) Evolution and governance of the biotechnology and pharmaceutical industry of China. *Math Comput Simul* 79, 2947-2956.
- [30] Zerbe, N (2004) Feeding the famine? American food aid and the GMO debate in Southern Africa. *Food Policy* 29, 593-608.

6.3. Unité 3. Chaînes de valeur dans l'agro-industrie pour le développement local et mondial : 3 heures

Résumé

La recherche de la chaîne de valeurs fournit une capacité d'accroître l'efficacité, l'intégration des entreprises, la réactivité et en fin de compte la compétitivité sur le marché.

Le secteur de la biotechnologie est composé de sociétés de biotechnologies, d'institutions de recherche, des entreprises industrielles connexes, et des agriculteurs qui découvrent, développent et commercialisent les produits des processus biotechnologiques. L'Entreprise de biotechnologie peut être divisée en quatre grands segments de marché : biomédicale, environnementale, industrielle et agricole.

Les succès dans le domaine de la biotechnologie agricole sont mis à profit par le secteur public et privé, ainsi les entreprises peuvent utiliser au mieux leurs atouts de recherche et de développement vers la réussite de l'innovation et les performances dans le domaine de la biotechnologie.

C'est seulement grâce à l'investissement privé dans des entreprises de biotechnologie, que les investisseurs seront en mesure de capitaliser sur les avantages de la recherche/développement. Sans la perspective de rentabilité dans le secteur privé, des incitations à l'investissement diminueraient au niveau de la recherche et le développement en biotechnologie. Toutefois, il faut garder à l'esprit que tous les acteurs de la chaîne, du petit agriculteur aux utilisateurs finaux doivent profiter équitablement de la technologie. Les applications de la biotechnologie peuvent augmenter la production alimentaire, améliorer la qualité nutritionnelle et augmenter l'état de santé.

Bien qu'il demeure un sujet d'une controverse, la biotechnologie en Afrique a déjà réalisé d'importants gains de productivité et l'amélioration des conditions de vie des producteurs agricoles. Toutefois, en raison de la privatisation et le renforcement des droits de propriété intellectuelle (DPI) en Afrique, nombreux sont ceux qui trouvent très difficile d'avoir accès à des outils de recherche en biotechnologie moderne (p. ex., le génie génétique, la micro-propagation, etc.) pour assurer la sécurité alimentaire. Pour avoir une bonne chaîne de valeur, il importe de comprendre et d'adapter les alliances stratégiques et d'acquérir de gain

entre les entreprises de l'agro-alimentaire, le secteur politique, les agences gouvernementales, les établissements d'enseignement et les collectivités locales.

6.3.1. Section 1. Chaîne de valeur agricole

6.3.1.1. Définition de la chaîne de valeur agricole

Une chaîne de valeur est l'ensemble de la série d'activités qui créent de la valeur ajoutée à chaque étape. La valeur totale livrée par la société est la somme de la valeur accumulée tout au long de l'entreprise. Le concept de chaîne de valeur se sépare des activités utiles (qui permettent à la société dans son ensemble pour acquérir un avantage concurrentiel) des activités superflues (qui font obstacle à l'entreprise d'obtenir une dérivation sur le marché).

L'impact de la chaîne de valeur locale et mondiale pour les entreprises est de fournir d'accès à de plus vastes marchés et de nouvelles technologies.

En se concentrant sur les activités de création de valeur, cela pourrait donner à l'entreprise de nombreux avantages. Par exemple, la possibilité de pratiquer de plus faibles coûts de fabrication, une meilleure image de marque, une réponse plus rapide aux menaces ou opportunités. La chaîne de valeur recherche à fournir une capacité d'accroître l'efficacité, l'intégration des entreprises, la réactivité et en fin de compte la compétitivité sur le marché.

Toutefois, il faut garder à l'esprit que tous les acteurs de la chaîne, du petit agriculteur aux utilisateurs finaux vont profiter équitablement de la technologie. Les applications de la biotechnologie peuvent augmenter la production alimentaire, améliorer la qualité nutritionnelle et améliorer l'état de santé.

Pour avoir une bonne chaîne de valeur, il est important de comprendre et d'adapter les alliances stratégiques et d'acquérir de gain entre les différents acteurs.

L'incidence actuelle de l'entreprise de biotechnologie démontre par le fait que jusqu'en 2012, il y avait environ 14 millions d'agriculteurs cultivant les OGM dans 28 pays. Ceux-ci ont cultivé les OGM sur 170 millions d'hectares. La valeur du marché mondial des cultures OGM en 2009 était de 10,5 milliards avec le cumul des avantages au niveau mondial estimé à 51,9 milliards de dollars. L'avantage économique net global aux cultures OGM des agriculteurs en 2008 a été de 9,2 milliards de dollars, dont 4,7 milliards de dollars sont allés aux agriculteurs dans les pays en développement et 4,5 milliards aux agriculteurs dans les pays industriels (ABNE, 2014).

La superficie consacrée aux cultures GM en Afrique du Sud a considérablement augmenté depuis 1998, de sorte qu'en 2010, elle s'établissait à 2,2 millions ha. Le Burkina Faso a cultivé et commercialisé le coton Bt pour la première fois en 2008 sur 8500 ha. En 2015, cette production indique un taux de croissance de 126 % et un taux d'adoption de plus de 70 %. La même chose vaut pour le Kenya, l'Égypte et l'Afrique du Sud.

On estime qu'en Afrique de l'Ouest, le coton Bt peut avoir des avantages nets par an de \$7-67 millions d'euros pour le Mali, \$5-52 millions pour le Bénin, \$4-41 millions pour le Burkina Faso, \$4-38 millions pour la Côte d'Ivoire et de 1 \$ à 7 millions pour le Sénégal. Les mêmes chiffres s'affichent si le Bénin adoptait le haricot Bt ou le Ghana adoptait les tomates GM résistantes au virus des feuilles jaunes de la tomate. En retardant l'adoption de GM de la banane, l'Ouganda renonce à des avantages annuels potentiels allant d'environ 179 millions de dollars à 365 millions de dollars par an.

D'autres pays non africains mènent et constituent un bloc économique et ont reçu l'approbation des impacts économiques positifs. On peut citer comme exemples : le Japon, les USA, le Canada, la Corée du Sud, le Mexique, l'Australie, les Philippines, l'Union européenne, la Nouvelle-Zélande et la Chine.

6.3.1.3. Les bénéfices scientifiques pour la société

Le Protocole de Cartagena sur la prévention des risques biotechnologiques au titre de l'article 26, a souligné la nécessité, avant approbation de l'application, pour déterminer les répercussions socio-économiques découlant des OMG sur la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique, en ce qui concerne les communautés autochtones et locales. Jusqu'à présent en Afrique, il n'est pas bien élaboré dans les lois ; comment les impacts socio-économiques seront mesurés et analysés et pris en compte dans le processus décisionnel en matière de biosécurité (James A. Okeno, 2013).

La directive du protocole de Cartagena reconnaît à la fois les avantages et les risques potentiels découlant de la technologie des OGM. Elle a clairement indiqué la nécessité d'en faire l'évaluation des risques scientifiquement rationnelles et des pratiques de gestion pour réduire au minimum les effets négatifs. Certains pays africains ont pris la précaution à la prise de décision fondée sur des évaluations scientifiques et ont par conséquent mis en place des mesures réglementaires qui comprennent l'évaluation du risque basée sur la

science. Par exemple au Burkina Faso, l'Agence nationale de biosécurité (ANB) a un groupe d'experts scientifique multidisciplinaire qui conseille le gouvernement.

Les experts scientifiques ne donnent pas uniquement des conseils au gouvernement sur le droit lié aux cultures GM mais donnent leur autorisation pour les cultures d'essais des OGM sur le terrain et la commercialisation ultérieure, le cas échéant.

D'autres pays ont émis des législations prohibitives pour refuser aux agriculteurs un outil puissant pour s'attaquer à certaines contraintes liées à la production agricole. Actuellement, plusieurs pays africains font l'essai de cultures OGM et de nombreux sont censés progresser vers la commercialisation. D'autant plus qu'il y a une grande chance de fuite transfrontalière de semences de cultures OGM d'un pays à l'autre sans l'approbation réglementaire, tous les pays africains devraient anticiper sur Règlementation sur les GM en utilisant la directive de Cartagena comme guide. Cela peut vous ouvrir des portes pour l'essai et la commercialisation de cultures OGM.

6.3.1.4. Les stratégies de gestion de la chaîne de valeur

Les différentes stratégies d'une bonne gestion des chaînes de valeur consistent à :

- favoriser les partenariats internationaux;
- l'expansion de la production pour le marché mondial, associée à une augmentation de l'emploi des femmes dans l'agro-biotechnologie partout dans le monde. Le sexe joue un rôle important dans l'orientation des résultats de la participation au sein des chaînes de valeur ;
- l'emploi des femmes dans les entreprises participe à des chaînes de valeurs mondiales en fournissant une alternative au travail domestique et l'indépendance économique ;
- élaborer une importante capacité de capital-risque;
- continuer de financer et de promouvoir un programme du réseau en matière de biosécurité.
- une bonne gestion des coexistences entre le type sauvage et les cultures GM.

La coexistence en biotechnologie renvoie des systèmes de production agricole conventionnelle de fonctionner à proximité des OGM sans mixage ou sans compromettre leur valeur économique. La coexistence avec ses implications possibles pour les économies nationales, exige de s'assurer que les différents systèmes cultureux fonctionnent en tandem sans interférer avec ou l'exclusion de toute autre méthode de production agricole.

Les principes de coexistence sont: le contexte, la cohérence, la proportionnalité, l'équité et l'aspect pratique. La coexistence facilite l'accès à des marchés à créneaux, garantit un bon rendement sur l'investissement, prévoit des garanties pour les normes socioculturelles et valeurs, protège la biodiversité et permet la diversification dans la production comme mécanisme d'adaptation dans des conditions ambiantes variables. Les parties prenantes telles que les gouvernements, les consommateurs, les producteurs, les négociants et l'industrie veulent un système qui est axé sur la demande et offre la liberté de choix tout en protégeant les intérêts des communautés autochtones. L'objectif est de répondre à différents niches de marchés de qui s'appuient les intérêts économiques des différents groupes commerciaux.

6.3.2. Section 2. Exigences locales, mondiales et évolution de l'impact de la biotechnologie sur l'économie nationale

Les préoccupations socio-économiques du public comprennent la dépendance des agriculteurs sur les grandes sociétés pour les semences, le coût prohibitif des matériaux de plantation, la possible inadéquation des cultures GM pour les exploitations agricoles à petite échelle et pour les agriculteurs pauvres des ressources (il est intéressant de noter que 90 % des agriculteurs de cultures GM sont de petite envergure et agriculteurs pauvres dans les pays en développement). Contrairement à l'éthique du brevetage de la vie, l'accès limité et l'augmentation possible des prix des semences en raison de frais de technologie, sont davantage des obstacles pour la production dans des pays en développement.

6.3.3. Section 3. Discussion avec les étudiants

- Pourquoi les agriculteurs locaux doivent étendre une partie de leurs activités aux entreprises?
- Quelles seraient les occasions d'amélioration de cette offre à ces entreprises des pays?
- Dans quelles conditions ces possibilités sont exploitées?
- Comment ces possibilités diffèrent de l'agriculture et de l'industrie agro-alimentaire?

Support du cours :

Doc 1.: ABNE. 2012. Socio-Economics Policy Brief No. 3. Co-existence of GM and non-GM Crops: Implications for Africa. Samuel E. Timpo,

Doc 2. Carlo Pietrobelli Carlo Pietrobelli. Global value chains in the least developed countries of the world: threats and opportunities for local producers. *Int. J. Technological Learning, Innovation and Development*, 2008, Vol. 1, No. 4, 459-481.

Dock 3. Okeno, James A, Wolt, JD, Misra, MK & Rodriguez, L (2013) Africa's inevitable walk to genetically modified (GM) crops: opportunities and challenges for commercialization. *New Biotechnology* 30, 124-130.

References

- [1] Abuduxike, G & Aljunid, SM (2012) Development of health biotechnology in developing countries: Can private-sector players be the prime movers? *Biotechnol Adv* 30, 1589-1601.
- [2] Aguilar, A, Magnien, E & Thomas, D (2013) Thirty years of European biotechnology programmes: from biomolecular engineering to the bioeconomy. *New Biotechnology* 30, 410-425.
- [3] Anderson, K (2010) Economic impacts of policies affecting crop biotechnology and trade. *New Biotechnology* 27, 558-564.
- [4] Bernard, T & Spielman, DJ (2009) Reaching the rural poor through rural producer organizations? A study of agricultural marketing cooperatives in Ethiopia. *Food Policy* 34, 60-69.
- [5] Delpeuch, C & Vandeplas, A (2013) Revisiting the "Cotton Problem"—A Comparative Analysis of Cotton Reforms in Sub-Saharan Africa. *World Dev* 42, 209-221.
- [6] Dey, MM, Spielman, DJ, Haque, ABMM, Rahman, MS & Valmonte-Santos, R (2013) Change and diversity in smallholder rice–fish systems: Recent evidence and policy lessons from Bangladesh. *Food Policy* 43, 108-117.
- [7] Eicher, CK, Maredia, K & Sithole-Niang, I (2006) Crop biotechnology and the African farmer. *Food Policy* 31, 504-527.
- [8] Elbehri, A & Macdonald, S (2004) Estimating the Impact of Transgenic Bt Cotton on West and Central Africa: A General Equilibrium Approach. *World Dev* 32, 2049-2064.
- [9] Gillespie, IMM & Philp, JC (2013) Bioremediation, an environmental remediation technology for the bioeconomy. *Trends Biotechnol* 31, 329-332.
- [10] Glenna, LL, Welsh, R, Ervin, D, Lacy, WB & Biscotti, D (2011) Commercial science, scientists' values, and university biotechnology research agendas. *Research Policy* 40, 957-968.
- [11] Graff, G, Roland-Holst, D & Zilberman, D (2006) Agricultural biotechnology and poverty reduction in low-income countries. *World Dev* 34, 1430-1445.
- [12] Haworth, N (2013) Compressed Development: Global value chains, multinational enterprises and human resource development in 21st century Asia. *Journal of World Business* 48, 251-259.
- [13] Higgins, A, Thorburn, P, Archer, A & Jakku, E (2007) Opportunities for value chain research in sugar industries. *Agricultural Systems* 94, 611-621.
- [14] Kabunga, NS, Dubois, T & Qaim, M (2014) Impact of tissue culture banana technology on farm household income and food security in Kenya. *Food Policy* 45, 25-34.
- [15] Kassa, GD (2011) The potential of biotechnology in Ethiopia: Present situation and expected development. *Food and Chemical Toxicology* 49, 685-689.
- [16] Khaleda, S (2013) The poultry value chain and sustainable development of poultry microenterprises that utilize homestead lands: A case study in Gazipur, Bangladesh. *Land Use Policy* 30, 642-651.
- [17] Kolympiris, C, Kalaitzandonakes, N & Miller, D (2011) Spatial collocation and venture capital in the US biotechnology industry. *Research Policy* 40, 1188-1199.
- [18] Kotlar, HK, Brakstad, OG, Markussen, S & Winnberg, A Chapter 1 Use of petroleum biotechnology throughout the value chain of an oil company: An integrated approach. In *Studies in Surface Science and Catalysis* Anonymous, pp. 1-27. Elsevier.
- [19] Moyo, M, Bairu, MW, Amoo, SO & Van Staden, J (2011) Plant biotechnology in South Africa: Micropropagation research endeavours, prospects and challenges. *S Afr J Bot* 77, 996-1011.
- [20] Okeno, James A, Wolt, JD, Misra, MK & Rodriguez, L (2013) Africa's inevitable walk to genetically modified (GM) crops: opportunities and challenges for commercialization. *New Biotechnology* 30, 124-130.

- [21] Phillips, PWB (2002) Biotechnology in the global agri-food system. *Trends Biotechnol* 20, 376-381.
- [22] Philp, JC, Bartsev, A, Ritchie, RJ, Baucher, M & Guy, K (2013) Bioplastics science from a policy vantage point. *New Biotechnology* 30, 635-646.
- [23] Pohl Nielsen, C, Robinson, S & Thierfelder, K (2001) Genetic Engineering and Trade: Panacea or Dilemma for Developing Countries. *World Dev* 29, 1307-1324.
- [24] Pretty, J (2008) Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 363, 447-465.
- [25] Raney, T (2006) Economic impact of transgenic crops in developing countries. *Curr Opin Biotechnol* 17, 174-178.
- [26] Russell, AW (2008) GMOs and their contexts: A comparison of potential and actual performance of GM crops in a local agricultural setting. *Geoforum* 39, 213-222.
- [27] Said-Allsopp, M & Tallontire, A Pathways to empowerment?: dynamics of women's participation in Global Value Chains. *J Clean Prod* .
- [28] Sawyer, D (2008) Climate change, biofuels and eco-social impacts in the Brazilian Amazon and Cerrado. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 363, 1747-1752.
- [29] Shalhevet, S, Haruvy, N & Spharim, I (2001) Management strategies for agricultural biotechnology in small countries: A case study of Israel. *Biotechnol Adv* 19, 539-554.
- [30] Spielman, DJ (2007) Pro-poor agricultural biotechnology: Can the international research system deliver the goods? *Food Policy* 32, 189-204.
- [31] Spielman, DJ, Byerlee, D, Alemu, D & Kelemework, D (2010) Policies to promote cereal intensification in Ethiopia: The search for appropriate public and private roles. *Food Policy* 35, 185-194.
- [32] Spielman, DJ, Kolady, DE, Cavalieri, A & Rao, NC (2014) The seed and agricultural biotechnology industries in India: An analysis of industry structure, competition, and policy options. *Food Policy* 45, 88-100.
- [33] Swallow, BM & Goddard, TW (2013) Value chains for bio-carbon sequestration services: Lessons from contrasting cases in Canada, Kenya and Mozambique. *Land Use Policy* 31, 81-89.
- [34] Tendler, M & Simpson, AJG (2008) The biotechnology-value chain: Development of Sm14 as a schistosomiasis vaccine. *Acta Trop* 108, 263-266.
- [35] Wydra, S (2011) Production and Employment Impacts of Biotechnology —Input–output Analysis for Germany. *Technological Forecasting and Social Change* 78, 1200-1209.

6. 4. Unité 4. La participation des parties prenantes : 3 heures

Résumé

Les attitudes et les intérêts des acteurs impliqués dans les débats publics sur les risques et les avantages des cultures génétiquement modifiées ont une influence significative sur l'opinion publique ainsi que les résultats des politiques d'intérêt public liés à l'utilisation des OGM dans l'agriculture dans les pays développés et les pays en développement. Le rôle de la participation des intervenants, dans l'appropriation du processus du développement de la biotechnologie est très important pour l'adoption de la technologie.

La biotechnologie est appelée à jouer un rôle important dans la transformation de l'économie essentiellement agricole de l'un à faible productivité à un bassin diversifié à l'économie semi-industrialisée, avec un secteur rural moderne et une productivité élevée dans la production agricole. Cette production doit générer des revenus raisonnablement élevés et assurer la sécurité alimentaire et la souveraineté alimentaire.

La biotechnologie peut contribuer de manière significative au développement agricole durable et le renforcement de la sécurité alimentaire par l'amélioration de la productivité des cultures locales, la réduction des produits chimiques, la protection des cultures contre les ravageurs et les pertes après récolte, l'amélioration de la nutrition, l'augmentation de la productivité, la tolérance au stress, et par la production de la valeur ajoutée.

La biotechnologie agricole pour être efficace, doit être fondée sur les priorités de recherche claires et réalistes basées non seulement sur la science fondamentale mais aussi en tenant compte des savoirs indigènes, qui sont étroitement liés aux besoins des agriculteurs. Le manque d'approche pragmatique pourrait avoir pour effet de limiter la biotechnologie et l'incapacité d'adoption pour répondre à la demande des agriculteurs africains et d'autres intervenants. Le potentiel de la biotechnologie peut seulement être réalisé si l'attention voulue est accordée à toute la gamme des politiques et programmes nécessaires au développement durable.

Le point de vue des intervenants sur l'adoption de la technologie des OGM dans les pays africains est très important à considérer, mais difficile à évaluer (Adenle, et *al.* 2013) afin d'aboutir au développement. L'étude actuelle sur les vues et les positions des groupes

d'intervenants en Afrique à l'égard de cultures GM a révélé que les petits agriculteurs sont disposés à adopter de nouvelles technologies afin d'améliorer leur productivité de récolte pour obtenir assez d'aliment pour se nourrir (Adenle et *al.*, 2013).

L'autosuffisance alimentaire et l'amélioration de la qualité de vie des agriculteurs pauvres en ressources devraient être ciblées comme ultime impacts socio-économiques pour les produits résultant de l'application de la biotechnologie, y compris les OGM en Afrique. De ce fait, la technologie GM aura un impact plus visible sur la sécurité alimentaire après une décennie de mise en œuvre dans certains pays africains. Les intervenants doivent être sensibilisés à comprendre la technologie et ses répercussions possibles pour leur permettre de contribuer à son développement. En outre, un consensus est nécessaire pour réglementer les produits OGM et la controverse entourant leur adoption.

6.4.1. Section 1. La participation et l'engagement public des parties prenantes

6.4.1.1. L'apport de la technologie aux parties prenantes

La biotechnologie est appelée à jouer un rôle important dans la transformation de l'économie essentiellement agricole à faible productivité diversifiée à économie semi industrialisée, avec un secteur rural moderne et une production agricole élevée qui génère des revenus raisonnablement élevés et assure la sécurité alimentaire et la souveraineté alimentaire.

6.4.1.2. L'implication des parties intéressées sur l'internalisation du crédit dans le processus de la biotechnologie

Les attitudes et les intérêts des acteurs impliqués dans les débats publics sur les risques et les avantages des cultures génétiquement modifiées ont une influence significative sur l'opinion public ainsi que les résultats des politiques d'intérêt public lié à l'utilisation d'organismes génétiquement modifiés (OGM) dans l'agriculture des pays développés et des pays en développement. Le rôle de la participation des intervenants, de l'intériorisation et l'appropriation dans le processus du développement de la biotechnologie est très important pour l'adoption de la technologie.

La biotechnologie peut contribuer de manière significative au développement agricole durable et le renforcement de la sécurité alimentaire par l'amélioration de la productivité des cultures locales, la réduction de l'utilisation des produits chimiques, la protection des

cultures contre les ravageurs, les pertes post-récoltes, l'amélioration de la nutrition, l'augmentation du rendement des récoltes, la tolérance aux stress biotiques et abiotiques, et par la production de valeur ajoutée des produits.

6.4.1.3. La perception de la technologie par les différents groupes de parties prenantes

Certains pays africains ont fait des efforts pour bâtir une capacité nationale dans le domaine de la biotechnologie en termes de ressources humaines, physiques ou organisationnelles ou institutionnelles. Les intervenants en biotechnologie peuvent être énumérés comme suit :

- les scientifiques (universités, instituts de recherche, etc.),
- les décideurs (ministères, organisations des Nations Unies, etc.),
- les organismes de réglementation,
- les législateurs (Parlement),
- la société civile,
- la société fondée sur la communauté,
- les donateurs (ONG, agences bilatérales et multilatérales),
- les agriculteurs,
- les industriels ?
- les utilisateurs finaux (les consommateurs) ? etc.

L'importance des fonctions de chaque catégorie d'intervenant généralement se connecte à l'autre. Il est vital que toutes les fonctions soient abordées de façon appropriée pour la réalisation de la synergie systématique nécessaire pour rendre l'impact souhaité de la biotechnologie.

Dans plusieurs pays africains, les enquêtes sur les groupes d'intervenants clés ont indiqué que le succès de la production de cultures GM est due à la disponibilité des cadres de réglementation efficace de prévention des risques biotechnologiques et du renforcement des capacités sur la biotechnologie moderne de recherche et de développement (R&D). Les acteurs étaient accompagnés par une formation adéquate par les scientifiques, et l'accroissement de la sensibilisation du public par le biais des programmes de médias actifs (p. ex. la radio, la télévision, les médias imprimés) comme d'AfricaBio (ONG) en Afrique du Sud (Adenle et *al.*, 2013).

La plupart des intervenants africains ont constaté que l'adoption de cultures GM est relativement assez acceptée par les petits agriculteurs en raison des avantages des variétés à

haut rendement résistantes aux maladies, ayant des traits caractéristiques et tolérantes des herbicides. Cependant les agriculteurs de subsistance qui utilisent rarement des hybrides en raison du coût sont réticents. Un représentant des agriculteurs en Afrique du Sud a déclaré que "Le maïs GM nécessite 3 jours pour la lutte contre les mauvaises herbes tandis que celui du maïs non OGM est de 28 jours de besoins le désherbage, et en utilisant le maïs GM il économise 25 jours, ce qui lui donne plus de temps pour faire quelque chose d'autres". Bien que les petits cultivateurs de maïs GM en Afrique du Sud ont à payer 35 % de plus pour des graines que les producteurs de maïs non génétiquement modifiés ; ils obtiennent de hauts rendements et dépensent 42 % de moins par hectare pour la main-d'œuvre (Adenle et *al.*, 2013).

L'adoption des cultures GM peut être justifiée par le simple fait que le supplément de coûts l'emporte sur les primes payées sur les cultures génétiquement modifiées à la lumière du coût d'opportunité pour la main-d'œuvre familiale. Les autres avantages cités sont liés à la fiabilité et les qualités agronomiques (rendement, traçabilité, etc.) des graines. Les discussions avec les sélectionneurs de coton au Burkina Faso dans le cadre de cette élaboration des coûts ont également révélé que ces intervenants préfèrent le coton Bt plutôt que le type conventionnel pour les mêmes raisons. L'inconvénient principal des cultures OGM demeure la dépendance à l'égard des semences à des entreprises internationales telles que Monsanto.



Figure 10. Exemple de point de vente de coton Bt au Burkina Faso.

6.4.1.4. Les questions de sécurité et des principes de précaution

Les utilisateurs finaux des produits de la biotechnologie sont d'une importance capitale pour les activités liées à la biotechnologie, puisqu'ils sont des personnes clés pour l'adoption et l'appropriation de la technologie. Le point de vue des intervenants sur l'adoption de la technologie des OGM dans les pays africains est très important à considérer, mais difficile à évaluer dans le but de conduire au développement. Une étude actuelle sur les vues et les positions des groupes d'intervenants en Afrique à l'égard de cultures GM a révélé que les petits agriculteurs sont disposés à adopter de nouvelles technologies afin d'améliorer leur productivité de récolte et d'obtenir assez de nourriture à manger. La sécurité alimentaire, la préservation de l'équilibre écologique et de l'environnement, les facteurs socio-économiques, les aspects réglementaires et les droits de propriété intellectuelle (brevets) et les aspects éthiques sont les préoccupations majeures du public.

Les questions de sécurité traitent évidemment des risques pour la santé humaine, de la préservation de l'environnement à la suite de l'utilisation dans la recherche du commerce, de maladies infectieuses ou les organismes génétiquement modifiés. La grande préoccupation du public est la capacité limitée et le manque d'experts scientifiques ou une confiance de celle existante particulièrement en ce qui concerne l'analyse des risques liés aux produits GM. Ainsi, la nécessité d'étiqueter les aliments GM est souvent soulevée par certains publics. C'est une question controversée. Alors que certaines personnes pensent que l'étiquetage doit être en place pour veiller à ce que les consommateurs sachent ce qu'ils mangent d'autres ne pensent pas que c'est nécessaire. Au Burkina Faso, il est obligatoire d'étiquetage des OGM, alors qu'en Afrique du Sud, il n'est pas obligatoire et 78 % de la population n'est pas au courant de l'introduction de maïs GM.

6.4.1.5. Précautions de flux génique

Le flux génique se réfère à l'intégration involontaire de gènes ou de matériel génétique d'une population végétale dans un autre.

Il est à craindre que l'intégration des trans-gènes à partir de la Biotechnologie, sur son homologue non modifié et/ou sauvage ou les mauvaises herbes (récolte de parent sauvage) pourrait déclencher un éventail de conséquences possibles sur l'environnement. Le strict respect de CPB est important pour éviter l'apparition de nouvelles mauvaises herbes et le changement des caractéristiques connexes de la perte de diversité génétique chez les

espèces sauvages apparentées de cultivars traditionnels de récolte causées par le flux de transgènes.

Les intervenants doivent être sensibilisés à comprendre la technologie et ses répercussions possibles pour leur permettre de contribuer à son développement. En outre il est nécessaire de trouver un consensus pour réglementer les produits OGM et la controverse entourant son adoption.

6.4.2. Les connaissances indigènes et adoption de la technologie

6.4.2.1. Les connaissances indigènes

Le manque d'approche pragmatique pourrait avoir pour effet de limiter la biotechnologie et l'incapacité d'adoption pour répondre à la demande des agriculteurs africains et d'autres intervenants. Le potentiel de la biotechnologie peut seulement être réalisé si l'attention voulue est accordée à toute la gamme des politiques et programmes nécessaires au développement durable.

6.4.2.2. Stratégies de l'adoption de nouvelle technologie avec de connaissances endogènes

Une étude de positions des intervenants et des groupes d'ONG sur le développement, la réglementation et l'adoption de l'agriculture GM dans six pays africains (Afrique du Sud, Kenya, Égypte, Tunisie, Ghana et Nigéria), a révélé les défis conduisant à l'élaboration de cadres de réglementation sur la biosécurité et le rôle des différents intervenants dans la facilitation des cultures GM. Cette étude a montré que parmi les stratégies pour l'adoption des OGM, les pays peuvent passer à travers l'approche **Fiber–Feed–Food** (3F, Fibre-Aliment de bétail-Alimentation humaine) à adopter les cultures GM. Cela signifie que le coton Bt sera adoptée en premier pour la fibre, suivie pour l'alimentation du bétail tout en subissant toutes les évaluations nécessaires avant la production des aliments GM pour la consommation humaine (Adenle et *al.*, 2013).

Selon le point de vue du Nouveau Partenariat pour le développement de l'Afrique (UA-NEPAD), la Banque africaine de développement (BAD), l'Alliance pour une révolution verte en Afrique (AGRA) et la Commission européenne (CE), l'introduction de nouvelles technologies agricoles est fondée sur une approche axée sur la demande ; l'introduction d'outils de la biotechnologie moderne, y compris les OGM dans le développement agricole doit être décidé par les pays africains souverains.

Il est nécessaire de mobiliser les parties prenantes comprenant à la fois le secteur public et privé, et d'avoir une bonne perception du problème pour lequel la biotechnologie est élaborée pour l'adoption et la diffusion de nouvelles innovations.

6.4.3. Section 3. Discussion avec les étudiants

- - Sécurité alimentaire et OGM-pourquoi et comment?
- - Capacité de recherche pour les OGM?
- - Analyse des risques des OGM par qui et comment?
- - Développement et réglementation des OGM par qui et comment?
- - Application de système de réglementation en matière de biosécurité-comment?
- - Prise de décisions sur les OGM par qui et comment?
- - Essais sur le terrain et l'adoption des OGM comment et quand?
- - Sensibilisation des produits OGM comment et quand?
- - Problèmes affectant l'utilisation d'OGM comment?
- - Transfert de la technologie des OGM comment?
- - Priorisation des OGM dans les politiques agricoles comment?

Supports de cours:

Doc 1. Adenle, AA, Morris, EJ & Parayil, G (2013) Status of development, regulation and adoption of GM agriculture in Africa: Views and positions of stakeholder groups. *Food Policy* **43**, 159-166.

References

- [1] Adenle, AA, Morris, EJ & Parayil, G (2013) Status of development, regulation and adoption of GM agriculture in Africa: Views and positions of stakeholder groups. *Food Policy* 43, 159-166.
- [2] Aerni, P (2013) Why do the biotechnology and the climate change debates hardly mix? Evidence from a global stakeholder survey. *New Biotechnology* 30, 344-348.
- [3] Aerni, P (2005) Stakeholder attitudes towards the risks and benefits of genetically modified crops in South Africa. *Environ Sci & Policy* 8, 464-476.
- [4] Amin, L, Hamdan, MF, Hashim, R & Samani, MC (2011) Enhancing biotechnology education through annotated bibliographies. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 15, 3389-3393.
- [5] Amin, L & Ibrahim, R (2011) How aware and knowledgeable are Malaysians of modern biotechnology? *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 15, 3384-3388.
- [6] Amin, L, Sujak, SF, Ramlee, SNS, Samian, AL, Haron, MS & Mohamad, MN (2011) Educating the Ummah by introducing Islamic bioethics in genetics and modern biotechnology. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 15, 3399-3403.
- [7] Anthony, VM & Ferroni, M (2012) Agricultural biotechnology and smallholder farmers in developing countries. *Curr Opin Biotechnol* 23, 278-285.
- [8] Benatar, SR (2002) Human rights in the biotechnology era 1. *BMC Int Health Hum Rights* 2, 3-698X-2-3.
- [9] Casault, S, Groen, AJ & Linton, JD (2014) Improving value assessment of high-risk, high-reward biotechnology research: the role of 'thick tails'. *New Biotechnology* 31, 172-178.

- [10] Cook-Deegan, R & Heaney, C (2010) Patents in Genomics and Human Genetics. *Annu Rev Genomics Hum Genet* 11, 383-425.
- [11] Doret, P & Johan, J (2014) THRIP, a Mechanism Driving Creativity and Innovation in South Africa. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 115, 19-33.
- [12] Faber, DC, Molina, JA, Ohlrichs, CL, Vander Zwaag, DF & Ferré, LB (2003) Commercialization of animal biotechnology. *Theriogenology* 59, 125-138.
- [13] Matos, S & Hall, J (2007) Integrating sustainable development in the supply chain: The case of life cycle assessment in oil and gas and agricultural biotechnology. *J Oper Manage* 25, 1083-1102.
- [14] Norah K. Olembo, Felix M'mboyi, Bernard Nyende, Kennedy Oyugi, Leah Ambani (2010) STATUS OF CROP BIOTECHNOLOGY IN Sub-SAHARA AFRICA: A Cross-Country Analysis. *African Biotechnology Stakeholder Association* , 1-112.
- [15] Nyamangara, J, Mashingaidze, N, Masvaya, EN, Nyengerai, K, Kunzekweguta, M, Tirivavi, R & Mazvimavi, K Weed growth and labor demand under hand-hoe based reduced tillage in smallholder farmers' fields in Zimbabwe. *Agric , Ecosyst Environ* .
- [16] Olorode, O (2007) Biodiversity, Globalisation and Poverty*. *Afr J Tradit Complement Altern Med* 4, 532-540.
- [17] Salicrup, LA & Fedorková, L (2006) Challenges and opportunities for enhancing biotechnology and technology transfer in developing countries. *Biotechnol Adv* 24, 69-79.
- [18] Schnurr, MA (2012) Inventing Makhathini: Creating a prototype for the dissemination of genetically modified crops into Africa. *Geoforum* 43, 784-792.
- [19] Sewdass, N & Toit, AD (2014) Current state of competitive intelligence in South Africa. *Int J Inf Manage* 34, 185-190.
- [20] Shaffer, ER, Waitzkin, H, Brenner, J & Jasso-Aguilar, R (2005) Global Trade and Public Health. *Am J Public Health* 95, 23-34.
- [21] Suojanen, C (2010) Navigating the European biotechnology association labyrinth: A commentary on the role of biotechnology associations, selecting the most appropriate ones, and why now is the time to join. *New Biotechnology* 27, 95-99.
- [22] Szarka, E (1999) Patenting in biotechnology: a review of the 20th Symposium of ECB8. *J Biotechnol* 67, 1-11.
- [23] Tamis, WLM, van Dommelen, A & de Snoo, GR (2009) Lack of transparency on environmental risks of genetically modified micro-organisms in industrial biotechnology. *J Clean Prod* 17, 581-592.
- [24] Zerbe, N (2004) Feeding the famine? American food aid and the GMO debate in Southern Africa. *Food Policy* 29, 593-608.

6.5. Unité 5. Études de cas sur la biotechnologie dans des pays spécifiques : 6 heures

Résumé

La croissance de l'insécurité alimentaire, la rapidité des progrès scientifiques et technologiques et la commercialisation croissante des cultures OGM aux USA, en Inde et en Argentine ont entraîné un changement de paradigme sur les OGM. Le débat sur les OGM est centré sur les limites de la science et des groupes environnementaux au niveau du grand public et des décideurs en Afrique. Les avantages qui peuvent être tirés de cultures OGM sont maintenant de plus en plus évidents en Afrique, notamment dans les pays qui ont adopté les cultures commerciales comme le Burkina Faso, l'Égypte, le Soudan et l'Afrique du

Sud. Dans le monde entier il y a actuellement 75 pays qui ont signé le protocole de Cartagena sur la biosécurité, parmi lesquels il n'y a jusqu'à 45 pays africains. Malgré ce grand nombre, seuls 20 pays ont ratifié le Protocole et adopté leur loi interne sur les OGM. Toutefois, certains pays effectuent des essais confinés sur le terrain sans l'adoption de lois spécifiques (Nigéria et l'Ouganda). Certains pays africains ont une meilleure expérience de la recherche scientifique dans le domaine de l'Agriculture que d'autres. Leur base de connaissances et l'expertise accumulée leur ont permis de faire un saut dans les cultures GM. Cinq catégories de pays africains engagés dans la biotechnologie pourrait être distingués : (a) ceux qui génèrent et commercialisent les produits et services de la biotechnologie, (b) ceux qui sont engagés dans la troisième génération de biotechnologie R&D avec des tests aux conditions confinées de champ, c) ceux qui sont engagés dans la recherche, d) ceux qui consolident de la capacité en matière de recherche et développement et e) ceux qui sont en voie d'élaborer des lois internes. Les études de cas seront faites sur les pays suivants : Burkina Faso, Egypte, Kenya, Nigeria et Afrique du Sud.

6.5.1. Section 1. Aperçu de l'état de la biotechnologie et de la biopolitique en Afrique

Les pays africains ont des expériences différentes en matière de biotechnologie. Cette différence réside dans leur capacité institutionnelle de suivre la nouvelle technologie, le manque de soutien politique et de l'activisme anti-OGM. La plupart des gouvernements africains manquent toujours d'engagement envers la science, la technologie et l'innovation, et en conséquence moins de donateurs ont été attirés. L'application des cultures OGM a été une alternative dans l'utilisation de la technologie pour améliorer la productivité agricole de l'Afrique.

Sur les 27 pays qui ont planté des cultures OGM en 2013, 19 étaient des pays en voies de développement et 8 étaient des pays industriels. Parmi ces dix neuf pays, 8 étaient en train de progresser de plus de 1 million d'hectares de cultures fournissant une fondation mondiale à une large assise pour une croissance continue et diversifiée dans l'avenir. Plus de la moitié de la population mondiale, 60 % (4 milliards de personnes), vivent dans les 27 pays à plantation de cultures OGM.

L'adoption de cultures OGM en Afrique a augmenté de façon constante au cours des dernières années en raison de la situation socio-économique et des avantages pour l'environnement (James, 2013).

Au cours des dernières années, il y a eu une augmentation dans la recherche et le développement de l'Afrique visant à développer des cultures transgéniques pour aborder les entraves à la productivité agricole sur le continent. Il s'agit notamment de différents projets dans les pays en fonctions de leurs besoins spécifiques:

-Nigeria, le Malawi : niébé Bt,

-Kenya : le coton résistant aux insectes, le maïs résistant aux insectes, le maïs tolérant à la sécheresse, le manioc résistant aux virus ; le manioc biofortifiée, le sorgho biofortifié.

-Ouganda : le coton résistant aux insectes et aux moisissures ; la banane et manioc résistants aux virus ; le manioc biofortifié maïs tolérant la sécheresse ;

-Afrique du Sud : la pomme de terre Bt, le maïs résistant aux virus et à la sécheresse, le sorgho biofortifié.

-Burkina Faso : le coton résistant aux insectes, le sorgho biofortifié, le nébié résistant aux insectes , le maïs tolérant à la sécheresse,

- Mozambique : le maïs tolérant à la sécheresse,

Tanzanie : le maïs tolérant à la sécheresse,

- Kenya; maïs résistant aux insectes.

Les connaissances et les expertises accumulées ont permis aux pays de faire un bond en avant dans les cultures des OGM. En 2014, sur les 54 États membres africains, 22 pays ont élaborés des lois de biosécurité, des règlements, des lignes directrices ou des politiques en place concernant le génie génétique et la biotechnologie moderne. En 2014, à l'échelle mondiale plus de 175 millions d'hectares de cultures génétiquement modifiées ont été cultivés avec un taux d'augmentation annuel de 3 %. À cette date, quatre pays africains ont cultivés 3,2 millions d'hectares d'OGM et les ont commercialisés : Afrique du Sud, le Burkina Faso, l'Égypte et le Soudan. Toutefois, à ce jour, seuls l'Afrique du Sud et le Soudan ont augmenté leurs cultures GM car les gouvernements égyptien (2014) et Burkinabè (2016) ont fait une restriction temporaire de commercialisation.

Tableau 2. Les plus importantes plantes GM en Afrique en 2014¹

Pays	BFA	EGY	GHA	KEN	MWI	MOZ	NGA	ZAF	SDN	TZA	UGD	ZWE
Plante												
Banane											CFT	
Canola								CR, CFT				
Manion				CFT			CFT	TR			CFT	TR
Coton	CR ² , CFT	CR, CFT	CFT	CFT	CFT	CFT		CR, CFT	CR		CFT	CFT
Cowpea	CFT		CFT					CFT				
Maize	GH	CR, CFT		CFT		CFT		CR, CFT		~CFT	CFT	~CFT
Potato		CFT						TR			CFT	TR
Rice			CFT								CFT	
Sorghum	GH			GH			CFT	TR				
Soybeans	GH							CR, CFT				
Sugar cane								CR, CFT				
Sw.potato				TR							GH	
Tomato		GH										
Wheat		CFT										

¹**Abbreviations:** Commercial Releases (CR, CR² with temporarily suspension in April 2016), Confined Field Trials (CFT), Greenhouse (GH), and Transformations (TR). BFA-Burkina Faso; EGY-Egypte, KEN-Kenya, MWI-Malawi, MOZ-Mozambique, NGA-Nigeria; ZAF-South Africa, SDN-Sudan, TZA-Tanzania, UGD-Uganda, ZWE-Zimbabwe

6.5.2. Section 2. Les études de cas

Les pays suivants ont été retenus comme étude de cas pour introduire ou commercialiser les cultures OGM: le Burkina Faso, l'Égypte, le Kenya, le Nigéria et l'Afrique du Sud.

6.5.2.1. Le Burkina Faso

L'agriculture contribue pour près de 40 % du PIB du Burkina Faso et occupe directement ou indirectement 85 ou 90 % de la population totale du pays. Le coton est la principale culture commerciale à partir de laquelle plus de 3 000 associations d'intervenants sont impliquées

dans la production et la commercialisation. En moyenne, le coton détient 3.25 hectares par exploitation agricole.

A cause de la résistance chimique et des dommages causés par les insectes, le gouvernement, grâce à un partenariat avec Monsanto, a décidé d'utiliser le coton Bt. Le Gouvernement du Burkina Faso a signé le Protocole de Cartagena sur la prévention des risques biotechnologiques le 24 mai 2000 et ratifiée le 04 août 2003. Les règles nationales en matière de biosécurité ont permis au pays de commencer les essais au champ de coton Bt en 2003. Plus tard, une loi nationale sur la biosécurité (Loi N°005-2006/UN) qui a été votée le 17 mars 2006 par le Parlement. En 2011 il y avait environ un total de 76 000 agriculteurs travaillant sur le coton Bt au Burkina Faso. Les avantages du coton Bt observés c'est qu'il entraîne une augmentation du rendement de près de 20 %, réduit la main-d'œuvre et réduit l'utilisation des pesticides (2 au lieu de 6 pulvérisations). Ceci a entraîné un gain net d'environ 66 dollars américains par hectare comparativement aux cotons conventionnels. Il est estimé que le coton Bt a le potentiel de générer un bénéfice économique pouvant aller jusqu'à 100 millions de dollars par an pour le Burkina Faso. L'avantage du coton Bt, c'est que plus de 2,2 millions de personnes y tirent leurs revenus directement ou indirectement au niveau national. Les intervenants se sont rendu compte que l'utilisation de la biotechnologie doit aller de pair avec des mesures de biosécurité comme requis par le protocole de Cartagena. En 2014, le Burkina Faso était le seul pays d'Afrique de l'Ouest francophone à avoir un système de réglementation en matière de biosécurité qui fonctionne, et qui a approuvé la libération commerciale et l'utilisation de produits génétiquement modifiés. Le Burkina Faso est l'un des quatre pays d'Afrique qui a approuvé depuis 2006, l'essai sur le terrain de la plantation commerciale de cultures génétiquement modifiées. Les agriculteurs du Burkina Faso ont bénéficiés des retombés du coton Bt depuis 2008. La prévention des risques biotechnologiques est contrôlée par l'Agence nationale de biosécurité (Agence nationale de Biosécurité) selon le schéma de biosécurité suivant :

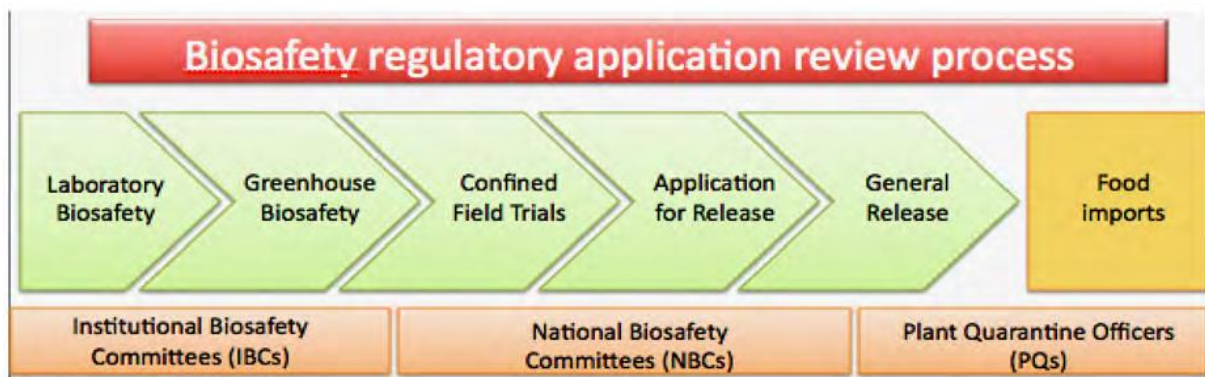


Figure 11. Les étapes de demande d'utilisation des OGM

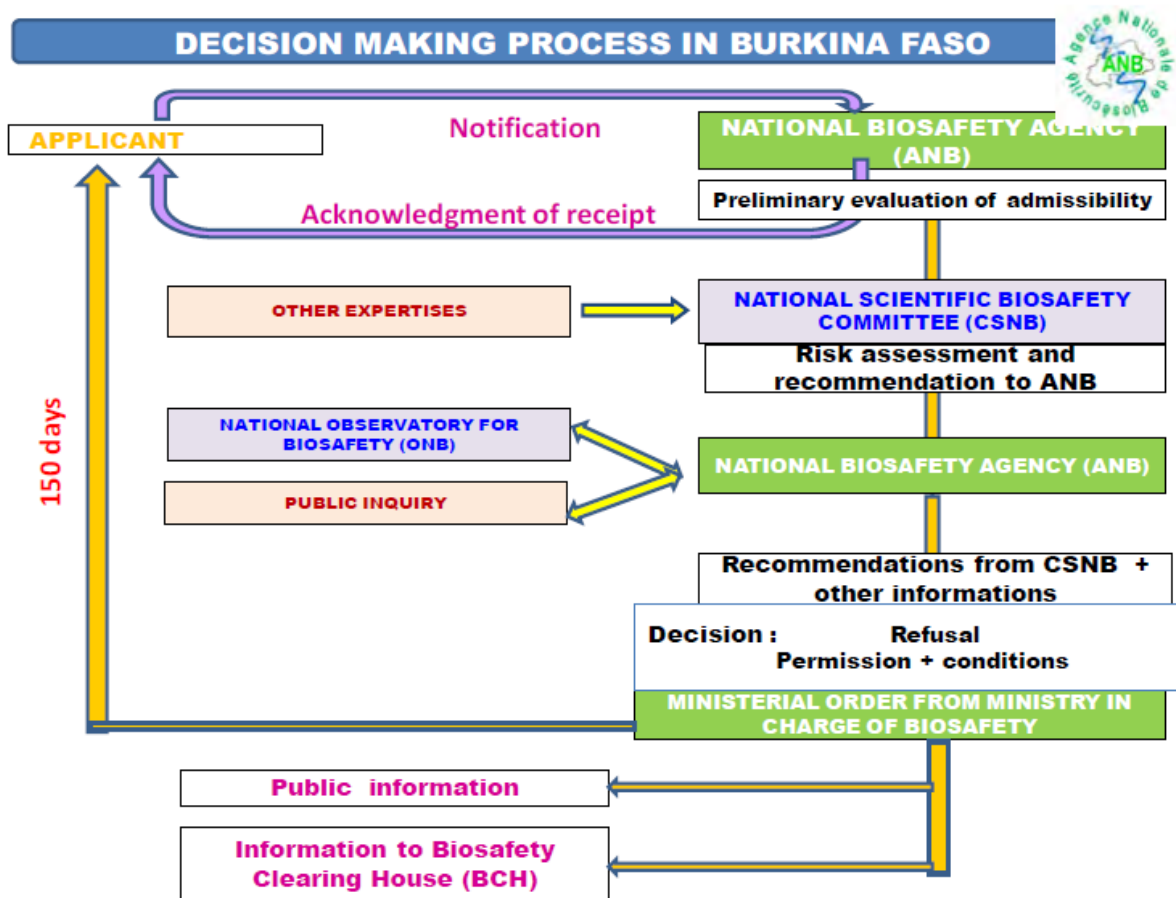


Figure 12. Procédures réglementaires.

En plus du coton Bt, les essais au champ en milieu confiné sont actuellement en cours pour améliorer la qualité nutritionnelle du sorgho (vitamine A et lysine), le niébé résistant au Maruca dolique et le coton RoundupReady®. Il y a une augmentation significative de la superficie plantée du coton Bt au Burkina Faso (plus de 50 % d'augmentation à partir de 2012). L'adoption de coton Bt a été très rapide car d'une superficie initiale d'environ 8 500

hectares en 2008 on est passé à plus de 500 000 hectares en 2014 (SOFITEX, 2014). Le coton Bt a augmenté les rendements de coton par une moyenne de 21,3 %, et une augmentation des revenus de 106.14 dollars par ha. Il a également permis de procéder à une réduction importante du nombre de pulvérisations de pesticides appliqués de 6 ou 8 à 2. Les cultivateurs de coton ont justifié leur choix pour le coton Bt à cause des avantages sanitaires qu'il procure à leurs familles, par la réduction de pulvérisation des pesticides et des économies de temps pour les autres activités.

Bien que le coton Bt soit généralement adopté par les coton-culteurs, les sociétés civiles continuent de s'opposer à l'introduction des cultures OGM dans le pays. Néanmoins, les parties qui s'opposent à la biotechnologie moderne travaillent en permanence pour arrêter et inverser l'élaboration d'une loi habilitante. Il est clair que la lutte pour l'utilisation sécuritaire et responsable de la biotechnologie moderne au Burkina Faso n'a pas été entièrement gagnée. Plus récemment en mars 2016, le gouvernement a décidé de suspendre l'utilisation du coton Bt à cause de la courte longueur de fibre observée et qui a baissé la qualité du coton exporté à l'étranger. C'est une décision politique qui risque d'être difficile à appliquer à cause de la préférence réaliste des cotonculteurs pour le coton Bt.



Figure 13. Producteurs de coton dans leurs champs

6.5.2.2. L'Égypte

Égypte adopte une approche permissive aux OGM, et sa politique d'intérêt public ne s'oppose pas à accroître l'importation et l'exportation de cultures génétiquement modifiées. L'Égypte se classe au troisième rang en Afrique dans la culture et l'importation des cultures génétiquement modifiées, après l'Afrique du Sud et le Burkina Faso. En 2008, l'Égypte est

devenue le premier pays nord-africain à cultiver des cultures génétiquement modifiées, et il est maintenant l'un des cinq pays au monde à introduire des cultures biotechnologiques. Depuis décembre 2010, les cultures génétiquement modifiées ont été plantées sans restriction dans dix provinces égyptiennes, dont un millier d'hectares de maïs génétiquement modifié en 2012.

L'Égypte n'a pas de restriction sur la recherche, la production, la commercialisation des OGM, ou des produits alimentaires. En mars 2008, le ministère de l'Agriculture a approuvé la culture de maïs GM, et le ministère égyptien de l'Agriculture permettait l'importation de semences de maïs GM sur les marchés. Depuis 2011, l'Égypte commercialise le coton Bt. Des activistes égyptiens ont exprimé leur rejet de la politique du pays afin de freiner la prolifération des cultures GM et les produits alimentaires. Ils ont collaboré avec la section de la protection de la nature du ministère de l'Environnement et rédiger un projet de loi intitulé la Loi sur la biosécurité, qui régleme les cultures génétiquement modifiées et les produits alimentaires sur le marché égyptien. En novembre 2011, le projet de loi a été approuvé par le Conseil des ministres. Toutefois, les mesures n'ont pas été approuvées par les parlements. Actuellement les essais et les expériences au laboratoire sont effectués pour trier des caractères de plusieurs cultures GM.

Tableau 3. Etat actuel des plantes GM en Egypte

Plante	Trait recherché	Niveau d'expérimentation
Maïs	Résistance aux insectes	FT
Coton	Tolérance aux sels	GHT
	Tolérance à la sécheresse	FT
Blé	Résistance aux insectes	GHT
	Tolérance aux sels	Lab
Pomme	Résistance aux virus	FT
Banane	Résistance aux virus	Lab
Cucumber	Résistance aux virus	FT
Mélon	Résistance aux virus	FT
Squash	Résistance aux virus	Lab
Tomate	Résistance aux virus	Lab

6.5.2.3. Kenya

Les lignes directrices en matière de biosécurité au Kenya ont été élaborées en 1992 par l'Institut de recherche agricole du Kenya (KARI) avec l'aide de l'Agence internationale pour le développement des États-Unis (USAID) et le projet sur la biotechnologie agricole pour le développement durable (ABSD). Le Kenya est le premier pays au monde à signer le protocole de Cartagena en mai 2000. Le pays a été choisi pour conduire le projet pilote de biosécurité par le Fonds de l'environnement mondial du PNUE (PNUE-FEM) en 2001.

La loi sur la biosécurité permet la régulation des produits OGM sur le marché et de leur rejet sur l'environnement. Cette opération est contrôlée par la prévention des risques biotechnologiques (dissémination environnementale) et des lois. Présentement, il n'y a eu aucun rejet dans l'environnement des cultures GM au Kenya, mais plusieurs cultures à un stade avancé sont libérées pour les essais au champ en conditions confinées sur le coton Bt, le maïs Bt et le manioc résistant aux virus. Des essais au champ en conditions confinées ont également commencé sur le flétrissement bactérien, la résistance de la banane, de la résistance de l'igname aux nématodes et l'enrichissement bio du sorgho. Le gouvernement manifeste un intérêt pour explorer toutes les stratégies possibles pour l'autosuffisance alimentaire à l'aide des cultures GM.

6.5.2.4. Le Nigéria

Malgré que le Nigeria tire environ 80 % de ses revenus du pétrole, l'agriculture contribue pour environ 38 % du produit intérieur brut. Environ 70 % de la population tire sa subsistance de l'agriculture, et l'économie nationale est caractérisé par un grand secteur traditionnel en milieu rural. Le Nigéria a signé la Convention sur la diversité biologique en 1992 et l'a ratifiée en 1994. Le pays a signé (2002) et ratifié (2003) le protocole de Cartagena qui vise à conserver la diversité biologique des effets néfastes des OGM. Le pays dispose de plusieurs instruments de biosécurité (politique, de protocoles, de lignes directrices, etc.) pour surveiller la culture des OGM. Le gouvernement a adopté la biotechnologie, y compris la biotechnologie moderne, comme l'une des approches visant à atteindre le développement durable mais surtout à relever les défis qui sont difficiles à atteindre à l'aide de méthodes conventionnelles.

Les essais au champ en milieu confiné sur des plantes cultivées et génétiquement modifiées sont en cours dans plusieurs instituts de recherche tels que, l'Institut de recherche agricole à Zaria. Les expériences axées sur l'enrichissement bio du manioc en vitamine A, l'enrichissement bio du manioc avec l'augmentation de la disponibilité du fer, du sorgho avec l'augmentation de la biodisponibilité du zinc, du fer, des protéines et de la vitamine A et le niébé résistant contre le parasite *Vitrata maruca*.

La commercialisation des aliments GM n'est pas encore effective dans le pays et est entravée entre autres les facteurs suivants :

- l'insuffisance des ressources humaines qualifiées et le renforcement des capacités
- la méconnaissance de la prévention des risques biotechnologiques par le public
- les fausses conceptions au sujet de la biotechnologie moderne et des OGM,
- le contrôle de la distribution des OGM
- l'insuffisance du financement des activités de recherche et de biosécurité,
- les questions entourant la responsabilité et la réparation, etc.

6.5.2.5. Afrique du Sud

L'Afrique du Sud a ratifié le Protocole de Cartagena sur la prévention des risques biotechnologiques. Le pays dispose d'un cadre de réglementation entièrement fonctionnel pour gérer l'utilisation des organismes génétiquement modifiés.

La superficie totale cultivée de soja a augmenté de 500 000 ha en 2012 à 520 000 ha en 2013. De plus, le taux d'adoption du soja HT était de 92 % (478 000 ha). La superficie de coton Bt cultivée est 8 000 ha, avec le taux d'adoption atteignant 100 %. Malgré que les petits cultivateurs de maïs GM en Afrique du Sud ont à payer 35 % de plus pour des graines que les producteurs de maïs non génétiquement modifiés, ils obtiennent de hauts rendements et versent 42 % de moins par hectare pour la main d'œuvre (Regier et *al.*, 2013). De ce fait, ils préfèrent le maïs Bt.

6.5.3. Section 3. Avantages et contraintes de la biotechnologie moderne

6.5.3.1. Avantages de la biotechnologie pour les pays africains

Les pays africains qui ont introduit les cultures GM, ont trouvé les aspects positifs suivants :

- Amélioration de la résistance à la sécheresse, aux ravageurs et maladies, et la réduction du stress minéral lié aux métaux lourds toxiques ;
- obtention d'un meilleur rendement avec la réduction de l'utilisation des intrants ;
- augmentation de la qualité nutritionnelle ;



Figure 14. Plante résistante aux insectes



Figure 15. Grains avec une valeur nutritive améliorée

- augmentation du retard de maturation ;
- amélioration de la protection de l'environnement ;
- la domestication des arbres forestiers ;
- accroissement de la production alimentaire ;
- réduction des pertes après-récolte ;
- apport de micronutriments ;
- accroissement de la rentabilité des exploitations agricoles ;

- développement de l'agriculture moléculaire où les microbes ou les plantes sont utilisés pour produire des produits biopharmaceutiques ;
- rétablissement biologique des métaux lourds des résidus miniers et d'autres sources industrielles ;
- biorestauration des sols et des eaux polluées par les produits chimiques toxiques
- production de biomatériaux (bioplastiques), biocarburants, etc ;
- traitement des eaux usées et autres déchets organiques ;
- un plus grand accès à l'exportation, etc.



Figure 16. Fruits comestibles contenant des vaccins oraux

6.5.3.2 Les contraintes de la biotechnologie pour les pays africains

Les pays africains qui ont introduit les cultures GM ont constaté des aspects négatifs, parmi lesquels on peut citer :

- manque d'autres semences de cultures OGM (rien que les cultures commerciales seulement) ;
- perte de marchés d'exportation (longueur souvent contestée de la fibre) ;
- compromission des cultures indigènes/la perte de biodiversité ;
- apparition d'autres types de mauvaises herbes ;
- coût élevés des semences et des licences ;
- peur de la manipulation technologique ;
- utilisation des données déjà en place ;
- introduction de nouvelles protéines dans les aliments ;
- utilisation des plantes pour fabriquer les substances non alimentaires. ;
- augmentation de toxines connues,
- diminution de nutriments ;
- activation des voies de dormance ;
- résistance des antibiotiques et autres insectes ;

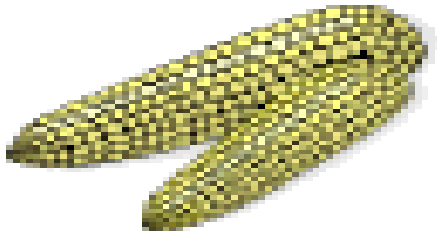


Figure 17. Flux incontrôlé des gènes

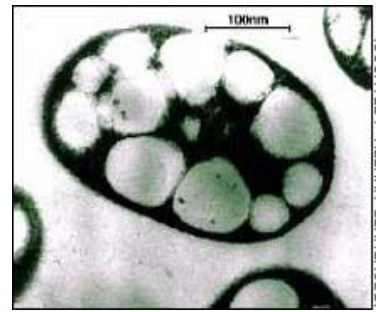


Figure 18. Problèmes allergiques

- gain des riches propriétaires terriens et multinationales ;
- dépendance des bases de données génomiques et de la recherche ;
- non connaissance des maladies inconnue et les conséquences futures pour la santé ;
- manque de confiance du public aux gouvernements depuis la survenue de la maladie de la vache folle.



Figure 19. Liberté des consommateurs de choisir les aliments qu'ils désirent.

6.5.4. Section 4. Discussion avec les étudiants

- Quelle est l'impression sociale de la biotechnologie?
- Quels sont les impacts négatifs que la biotechnologie peut avoir?
- Quels sont les éventuels problèmes éthiques liés à la biotechnologie?
- Pourquoi les sociétés de biotechnologie sont ciblées par les manifestants anti-mondialisation en Afrique?

- Comment l'image de la biotechnologie pour le public peut-elle être améliorée? Ou devrait-elle être améliorée?
- Quels sont les dangers potentiels de la biotechnologie?
- Comment les intervenants africains peuvent être impliqués pour l'adoption de la biotechnologie?

Supports du cours

Doc 1. ABNE in Africa. 2015. Towards Building Functional Biosafety Systems in Africa.

Sites webs sélectionnés

<http://www.nepadbiosafety.net>

<http://www.loc.gov/law/help/restrictions-on-gmos/egypt.php>

<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/46/executivesummary/>

Littérature :

<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/46/executivesummary/> ABNE, 2015

Références

- [1] Adenle, AA, Morris, EJ & Parayil, G (2013) Status of development, regulation and adoption of GM agriculture in Africa: Views and positions of stakeholder groups. *Food Policy* 43, 159-166.
- [2] Aerni, P (2005) Stakeholder attitudes towards the risks and benefits of genetically modified crops in South Africa. *Environ Sci & Policy* 8, 464-476.
- [3] Amalu, UC (2004) Plant biotechnology and food crop development in Sub-Saharan Africa. *Technology in Society* 26, 537-550.
- [4] Arantes-Oliveira, N (2007) A case study on obstacles to the growth of biotechnology. *Technological Forecasting and Social Change* 74, 61-74.
- [5] Black, R, Fava, F, Mattei, N, Robert, V, Seal, S & Verdier, V (2011) Case studies on the use of biotechnologies and on biosafety provisions in four African countries. *J Biotechnol* 156, 370-381.
- [6] Botha, GM & Viljoen, CD (2009) South Africa: A case study for voluntary GM labelling. *Food Chem* 112, 1060-1064.
- [7] Chisti, Y (2010) Sustainable food production needs biotechnology. *Biotechnol Adv* 28, 936.
- [8] Dana, GV, Kapuscinski, AR & Donaldson, JS (2012) Integrating diverse scientific and practitioner knowledge in ecological risk analysis: A case study of biodiversity risk assessment in South Africa. *J Environ Manage* 98, 134-146.
- [9] Falciola, L (2009) Searching biotechnology information: A case study. *World Patent Information* 31, 36-47.
- [10] Hall, LA & Bagchi-Sen, S (2002) A study of R&D, innovation, and business performance in the Canadian biotechnology industry. *Technovation* 22, 231-244.

- [11] Huang, J, Hu, R, Pray, C, Qiao, F & Rozelle, S (2003) Biotechnology as an alternative to chemical pesticides: a case study of Bt cotton in China. *Agricultural Economics* 29, 55-67.
- [12] Kang, J, Tsuyoshi, G, Han, I, Kawada, T, Min Kim, Y & Yu, R (2010) Dietary capsaicin reduces obesity-induced insulin resistance and hepatic steatosis in obese mice fed a high-fat diet. *Obesity* 18, 780-787.
- [13] Kimenju, SC, De Groote, H, Bett, C & Japhether Wanyama (2011) Farmers, consumers and gatekeepers and their attitudes towards biotechnology *AFRICAN JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY Volume: 10 Issue: 23 Special Issue: SI Pages: 4767-4776* 10, : 4767-4776.
- [14] Louw, L, Malherbe, S, Naes, T, Lambrechts, M, van Rensburg, P & Nieuwoudt, H (2013) Validation of two napping[®] techniques as rapid sensory screening tools for high alcohol products. *Food Quality and Preference* 30, 192-201.
- [15] Mehra, K (2001) Indian system of innovation in biotechnology — a case study of cardamom. *Technovation* 21, 15-23.
- [16] Norah K. Olembo, Felix M'mboyi, Bernard Nyende, Kennedy Oyugi, Leah Ambani (2010) STATUS OF CROP BIOTECHNOLOGY IN Sub-SAHARA AFRICA: A Cross-Country Analysis. *African Biotechnology Stakeholder Association* , 1-112.
- [17] Salami, AO & Osonubi, O (2002) Improving the traditional landuse system through agro-biotechnology: a case study of adoption of vesicular arbuscular mycorrhiza (VAM) by resource-poor farmers in Nigeria. *Technovation* 22, 725-730.
- [18] Sandermann, H (2006) Plant biotechnology: ecological case studies on herbicide resistance. *Trends Plant Sci* 11, 324-328.
- [19] Sara Al-Bader, Hassan Masum, Ken Simiyu, Abdallah S Daar, Peter A Singer (2010) Science-based health innovation in sub-Saharan Africa. *BMC International Health and Human Rights* 2010, 10(Suppl 1):S1 10, S1-S9.
- [20] Shalhevet, S, Haruvy, N & Spharim, I (2001) Management strategies for agricultural biotechnology in small countries: A case study of Israel. *Biotechnol Adv* 19, 539-554.
- [21] Tarpey, S (2002) Case study: The London Biotechnology Network – a people thing. *Drug Discov Today* 7, 545-548.
- [22] Tung, C & Lee, Y (2010) The innovative performance evaluation model of grey factor analysis: A case study of listed biotechnology corporations in Taiwan. *Expert Syst Appl* 37, 7844-7851.
- [23] Yu, H, Taduri, S, Kesan, J, Lau, G & Law, KH (2012) Mining information across multiple domains: A case study of application to patent laws and regulations in biotechnology. *Government Information Quarterly* 29, Supplement 1, S11-S21.
- [24] Zárate, R, El Jaber-Vazdekis, N, Cequier-Sánchez, E, Gutierrez-Nicolás, F & Ravelo, ÁG Biotechnology for the production of plant natural products. In *Studies in Natural Products Chemistry* Anonymous , pp. 309-92. Elsevier.
- [25] Zhao, R (2003) Transition in R&D management control system: Case study of a biotechnology research institute in China. *The Journal of High Technology Management Research* 14, 213-229.

SITES WEB pour toutes les unités

<http://www.nepadbiosafety.net/subjects/biotechnology/status-of-crop-biotechnology-in-africa>

A Timeline of Biotechnology" online (<http://www.bio.org/timeline/timeline.html>).

BIO maintains a list of biotechnology-based pharmaceuticals in the marketplace (<http://www.bio.org>).

- <http://www.geocities.com/cwfennhcc/bi200/intro.html>
- <http://www.geocities.com/cwfennhcc/bi200/quiz1.htm>
- <http://www.accessexcellence.org/>

www.pollingreport.com,

www.nal.usda.gov/fnic,

www.nationalcenter.org

Ward's Scientific (www.wardsci.com)

The BioQUEST Curriculum Consortium (www.bioquest.org)

(www.micrologylabs.com) worked well, and is an easy way to measure waterborne and fecal coliforms.

www.biotech.iastate.edu/lab_protocols/bt_corn_activity.pdf

Gree Fluorescent protein (GFP) pGREEN; www.carolina.com. (*E. coli*; transformants glow when illuminated with ultraviolet light)

Flavr Savr tomato: www.princeton.edu/~chm333/2002/spring/GMFoods/images/tomato_flavrsavr1.gif

Biohazardous materials sign:

www.ehrs.columbia.edu/Images/biohazard.gif

Stem cells:

www.pub.ucsf.edu/magazine/200305/images/stemcell.jpg

Jackalope:

www.alpha.dickinson.edu/departments/geol/images/jackalope.JPG

African Agricultural Technology Foundation (2011) Water Efficient Maize For Africa: Progress Report. Available at

http://www.aatf-africa.org/userfiles/WEMA-Progress-Report_2008-2011.pdf.

• CIMMYT, IITA (2012) The Drought Tolerant Maize for Africa Initiative: Background. Available at

<http://dtma.cimmyt.org/index.php/about/background>.

• dela Cruz R (December 20, 2011) Scientists ramp up sequencing of rice varieties. Available at:

<http://www.scidev.net/en/agriculture-and-environment/news/scientists-ramp-up-sequencing-of-rice-varieties.html>.

• Global Rice Science Partnership (GRiSP) (2010) Proposal for a CGIAR Research Program on Rice-Based Production Systems. Available at:

http://www.cgiarfund.org/cgiarfund/sites/cgiarfund.org/files/Documents/PDF/fc3_GRiSP%20proposal_rev3%20Sept%2016.pdf.

• Global Cassava Partnership (2002) The Global Cassava Partnership for Genetic Improvement. Available at:

http://www.danforthcenter.org/GCP21/Bellagio-I/19_GPC-GI_Statement_Oct_18.pdf.

• James C (2011) Global status of commercialized biotech/GM crops: 2011. ISAAA Brief No. 43 (ISAAA, Ithaca, NY).

<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/43/>

• NEPAD (2012) Countries with Compacts/Investment Plans. Available at:

[http://www.caadp.net/pdf/Table%201%20Countries%20with%20Investment%20Plans%20ver15%20\(2\).pdf](http://www.caadp.net/pdf/Table%201%20Countries%20with%20Investment%20Plans%20ver15%20(2).pdf).IIII