



Sécurité Alimentaire et Biotechnologie en Afrique

Ce projet est financé par l'Union Européenne
et implanté par le Secrétariat de l'ACP

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

Pour des détails voir le document word et fichiers pdf supportants



Structure du cours

- Unité 1: 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.

Pour des détails voir le document word et fichiers pdf supportants

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 :

- ❖ Comment les multiples technologies actuellement disponibles contribuent à l'essor de l'innovation de la biotechnologie ?
- ❖ Le rôle des décisions et des médias sur l'adoption de la biotechnologie.
- ❖ 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.
- ❖ Le rôle des intervenants, leurs perceptions et l'internalisation des crédits dans le processus de développement de la biotechnologie.
- ❖ L'expérience actuelle des études de cas des pays africains qui sont dans la culture OGM.



Sécurité Alimentaire et Biotechnologie en Afrique

Ce projet est financé par l'Union Européenne
et implanté par le Secrétariat de l'ACP

6.1. Unité 1 .

La technologie et l'innovation à l'essor des biotechnologies

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.

Pour des détails voir le document word et fichiers pdf supportés



L'objectif de cette unité est de montrer comment différentes sciences biologiques associées aux technologies, à l'innovation et à la capacité de gérer (manier) les procédés (processus) peuvent impacter le développement de la biotechnologie.

Diverses technologies

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

2

Littéralement, la Biotechnologie est “l'étude des outils à partir d'organismes vivants”.

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, etc.

Selon l'UN-Convention sur la Diversité biologique (Art. 2)

“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”.

La biotechnologie moderne 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.

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

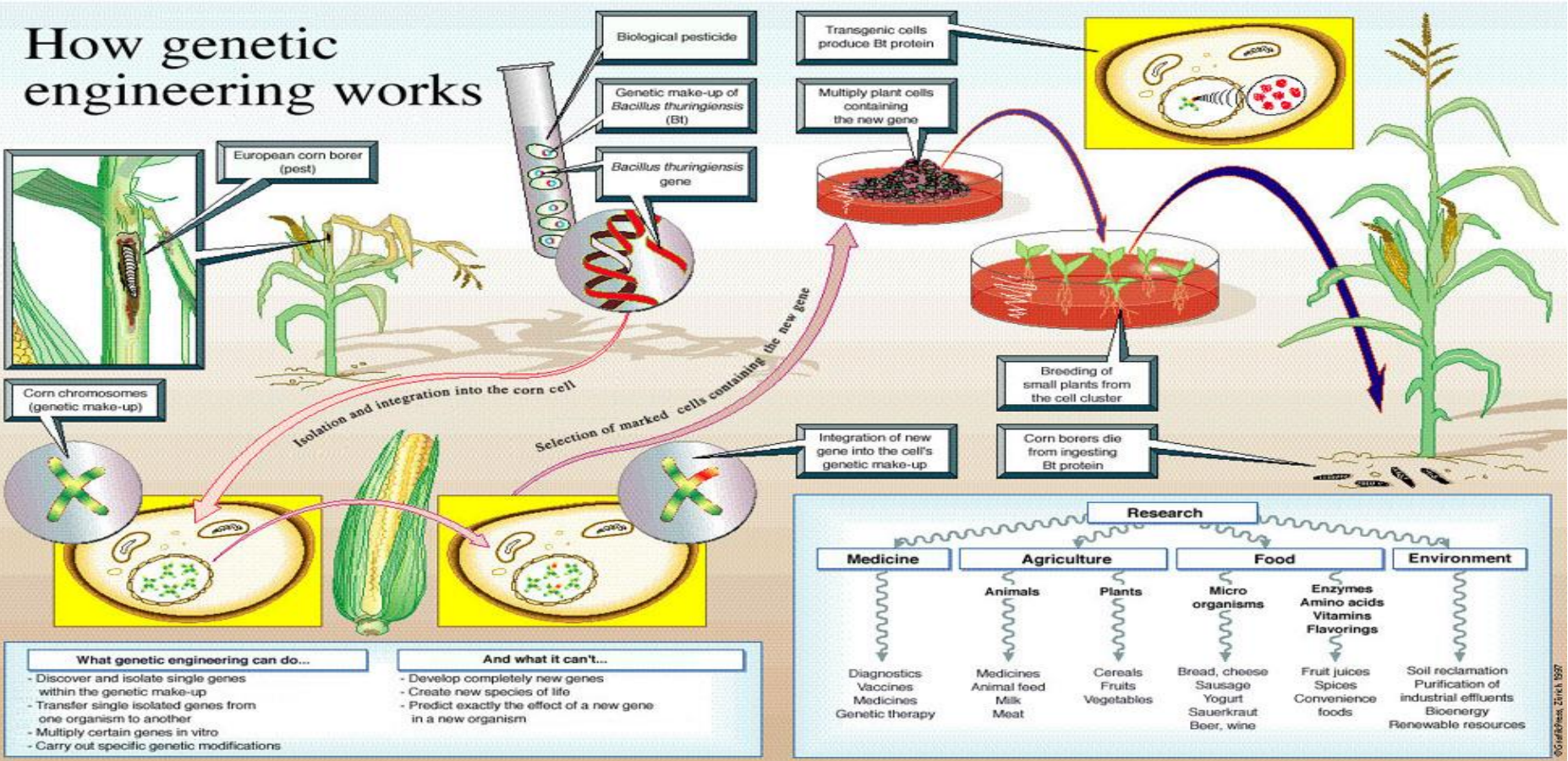
4

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**).

Les gènes transférés sont appelés **transgènes**.

les plantes bio-Tech sont donc également connues sous le nom de plantes transgéniques ou génétiquement modifiés (**OGM**). Dans certains cas tels que le coton *Bt*, ces gènes produisent des protéines qui sont responsables pour les caractéristiques souhaitables de l'OGM.

Processus d'adoption de la nouvelle technologie et les questions sociétales



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.

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

6

Exemple de laboratoire de biotechnologie moderne



La biotechnologie alimentaire utilise une génétique moderne pour améliorer les caractéristiques bénéfiques des plantes, des animaux et des microorganismes pour la transformation des aliments.

Le public en général s'intéresse à la façon dont la biotechnologie peut accroître la **sécurité alimentaire** tout en protégeant l'environnement.

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

8

La biotechnologie peut être adoptée par l'être humain. Cependant, l'adoption de la biotechnologie en raison des préoccupations du public et des problèmes sociétaux a porté sur l'utilité et les implications éthiques.



**Souris avec une
oreille humaine !!!**

**est un Problème
éthique**

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

9

En Afrique, la biotechnologie est principalement considérée et utilisée comme un **facteur exogène, un instrument de modernisation de l'agriculture et du développement rural.**

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.

L'intérêt de la biotechnologie a augmenté pour les raisons suivantes:

- l'augmentation de la population mondiale et la nécessité d'assurer la sécurité alimentaire et nutritionnelle;
- l'Amélioration de la qualité nutritionnelle des aliments, en particulier des vitamines (A), des acides aminés essentiels (lysine, tryptophane, etc.) et des minéraux (zinc, sélénium, etc.);
- les changements climatiques globaux défavorisés accompagnés de contraintes biotiques et abiotiques nuisibles aux cultures et aux écosystèmes;
- les sociétés humaines à la recherche de nouveaux produits végétaux non alimentaires tels que biomatériaux, thérapeutiques, biocarburants, etc.

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

11

En Afrique et dans d'autres pays, la question de la biotechnologie est bi-polarisée au sein des personnes:

- **un pôle perçoit la biotechnologie comme source de solutions à de nombreux problèmes économiques, sociaux et environnementaux et de sécurité alimentaire auxquels l'Afrique est confrontée.** Exemple: Certains éleveurs de cotonniers au Burkina Faso et en Afrique du Sud.

- **L'autre considère que la technologie apportera une dépendance plus tertiaire, des efforts axés sur les bénéfices indépendamment du risque pour la santé humaine, l'équité sociale ou la qualité de l'environnement.** Exemple: un mouvement de la société civile au Burkina Faso et en Afrique du Sud.

Les controverses entourant le développement de la biotechnologie en Afrique ont mis l'accent sur les cultures industrielles, le syndrome de dépendance perçue sur quelques sociétés multinationales de semences telles que Monsanto, Bayer, etc.

Cependant, l'agriculture africaine continue d'être en proie à de faibles matériaux de plantation, à des cultures à faible rendement, à des déficiences nutritionnelles, à de longues périodes de gestation, à une faible résistance au stress biotique et abiotique, à des pertes élevées après la récolte, à des canaux distributifs médiocres, etc.

Néanmoins, la situation peut être améliorée grâce à une application sur mesure de la science et de la technologie. La modélisation de la biotechnologie implique qu'elle devrait correspondre au point de vue et aux besoins des parties prenantes, par ex. Des petits agriculteurs aux décideurs politiques.

Néanmoins, le public en général doit adopter la technologie tout au long de la communication équilibrée.

Par exemple, même aux États-Unis où des cultures génétiquement modifiées ont été introduites depuis 1990, seulement 75% de la population est consciente de l'existence de cultures d'OGM, alors que seulement 33% des consommateurs savent que les aliments OGM sont maintenant dans les supermarchés sans étiquette.

La biotechnologie peut être adoptée positivement si son impact est perçu comme celui de la révolution verte!!!

Qu'est-ce que la **révolution verte**?

Révolution verte: Impacts et limites en Afrique

15

La révolution verte (GR) à la recherche et au développement agricoles s'est déroulée entre les années 1940 et les années 1980. **Elle a augmenté la production agricole dans le monde entier.** L'Inde a été le premier pays qui a bénéficié des ressources génétiques en augmentant sa production de riz.

Cette révolution 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.

Révolution verte: Impacts et limites en Afrique

16

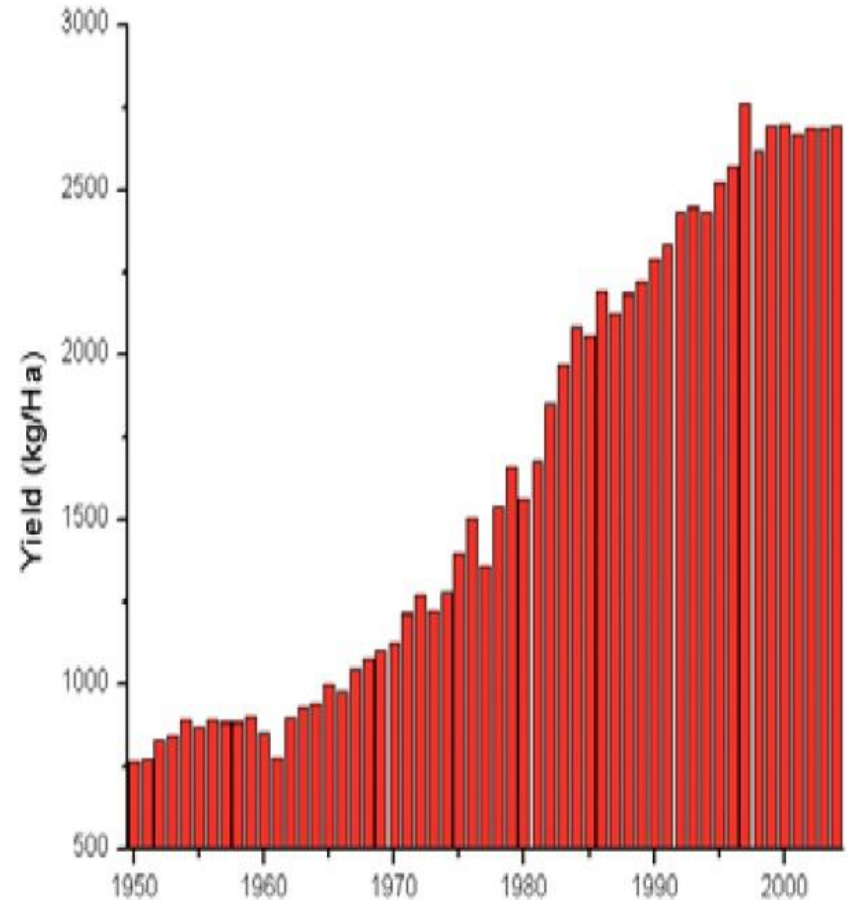
Exemple d'impact du GR sur la production agricole

Aliments	Production en 1950 (Millions tonnes)	Production en 2011 (Millions 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
Oeufs (nos.)	1.80	53.5 milliards
Poisson	0.75	7.3

Augmentation 4-27 fois de la production de produits divers

Révolution verte: Impacts et limites en Afrique

17



Source: FAO

rendement du blé dans les pays en développement, 1950-2004

Révolution verte: Impacts et limites en Afrique

18

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.

Révolution verte: Impacts et limites en Afrique

19

Impact de la RV sur l'agriculture africaine

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.

Révolution verte: Impacts et limites en Afrique

20

Impact sur la productivité et les prix des aliments

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.

Par exemple, 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.

Révolution verte: Impacts et limites en Afrique

21

Impact sur la productivité et les prix des aliments

Bien qu'elle ait traîné 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.**

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%.

Révolution verte: Impacts et limites en Afrique

22

Impact sur la productivité et les prix des aliments

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.

Impact sur la productivité et les prix des aliments

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.

Révolution verte: Impacts et limites en Afrique

24

Limites de RV

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.

Révolution verte: Impacts et limites en Afrique

Impact sur l'environnement

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

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.

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.

Révolution verte: Impacts et limites en Afrique

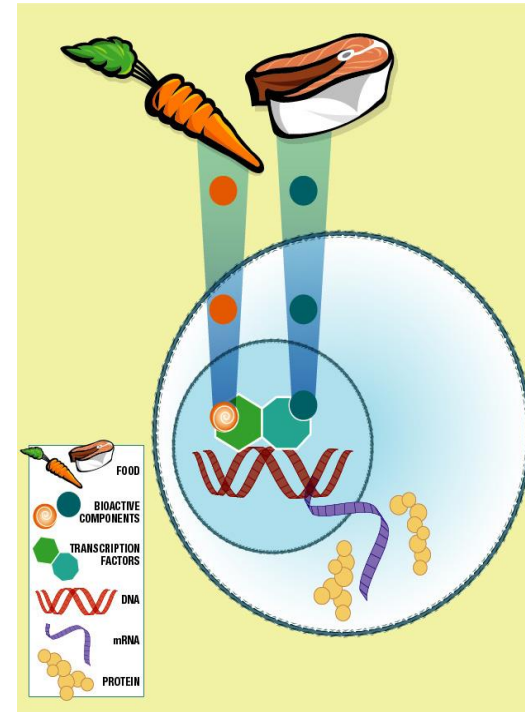
26

Limits of the introduction of hybrid varieties

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.**

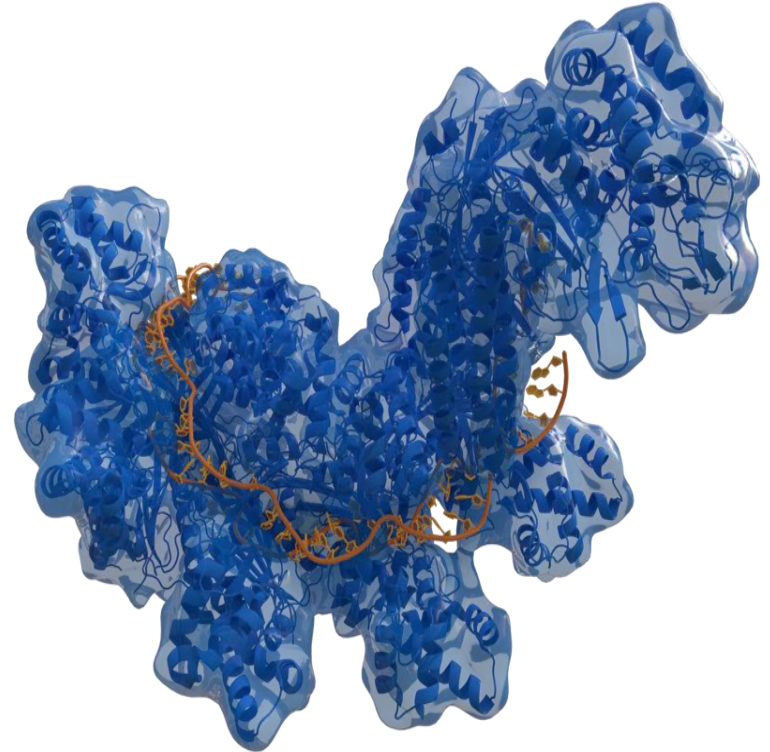
- culture de microorganismes recombinants,
- culture des cellules des animaux et des plantes;
- l'ingénierie métabolique;
- technologie des hybridomes;
- bioélectronique;
- nano-biotechnologie;
- génie protéique des animaux et des végétaux transgéniques;
- l'ingénierie de tissus et d'organes;
- essais immunologiques;
- Génomique;
- Transcriptomique;
- **CRISPR/cas9 technology;**
- biologie synthétique ou xenobiologie;
- **etc.**



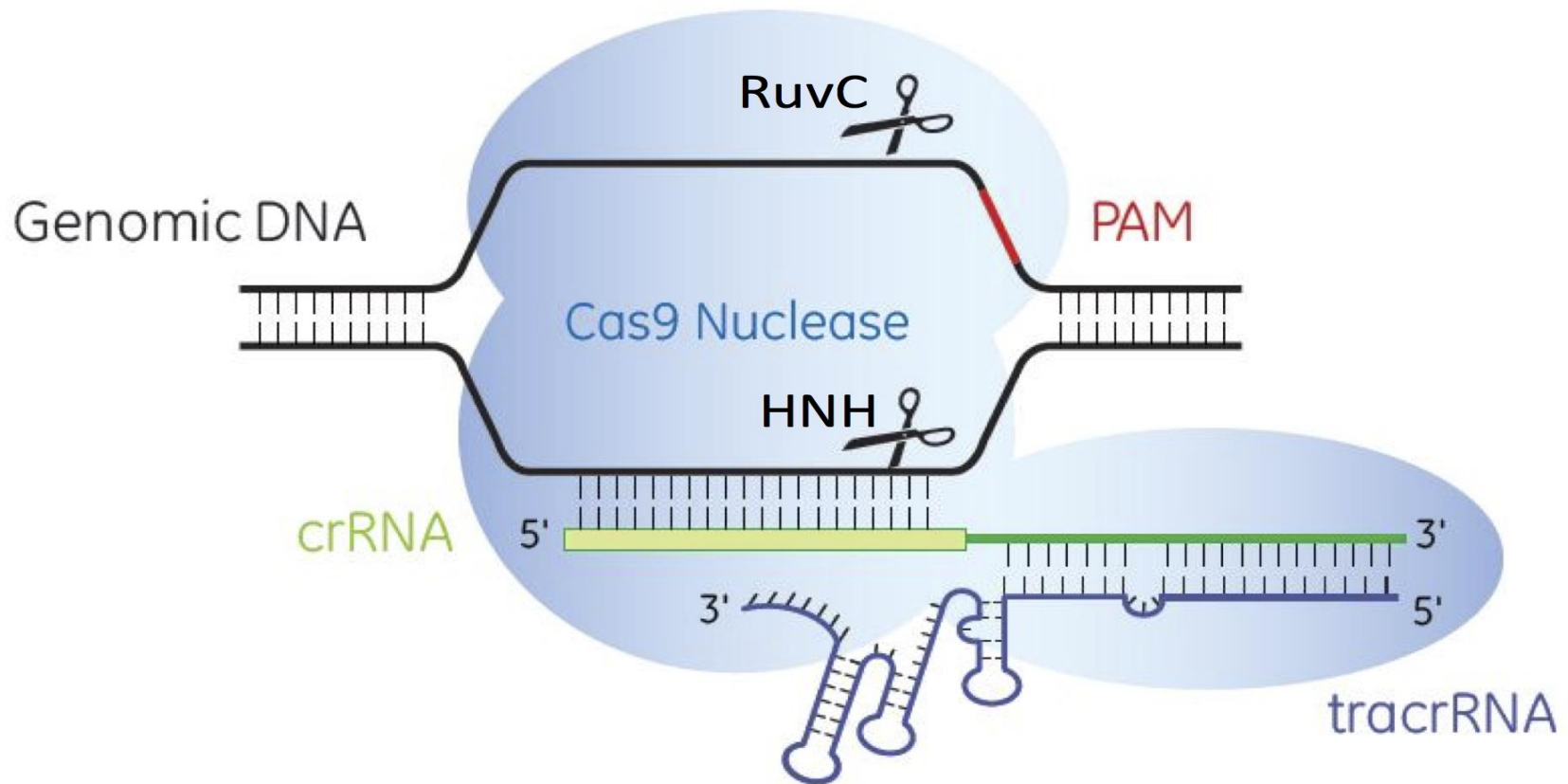
Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats (CRISPR).

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.

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 coupure 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 complexe Cas9-gRNA correspond au complexe CrRNA CAS III.



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.



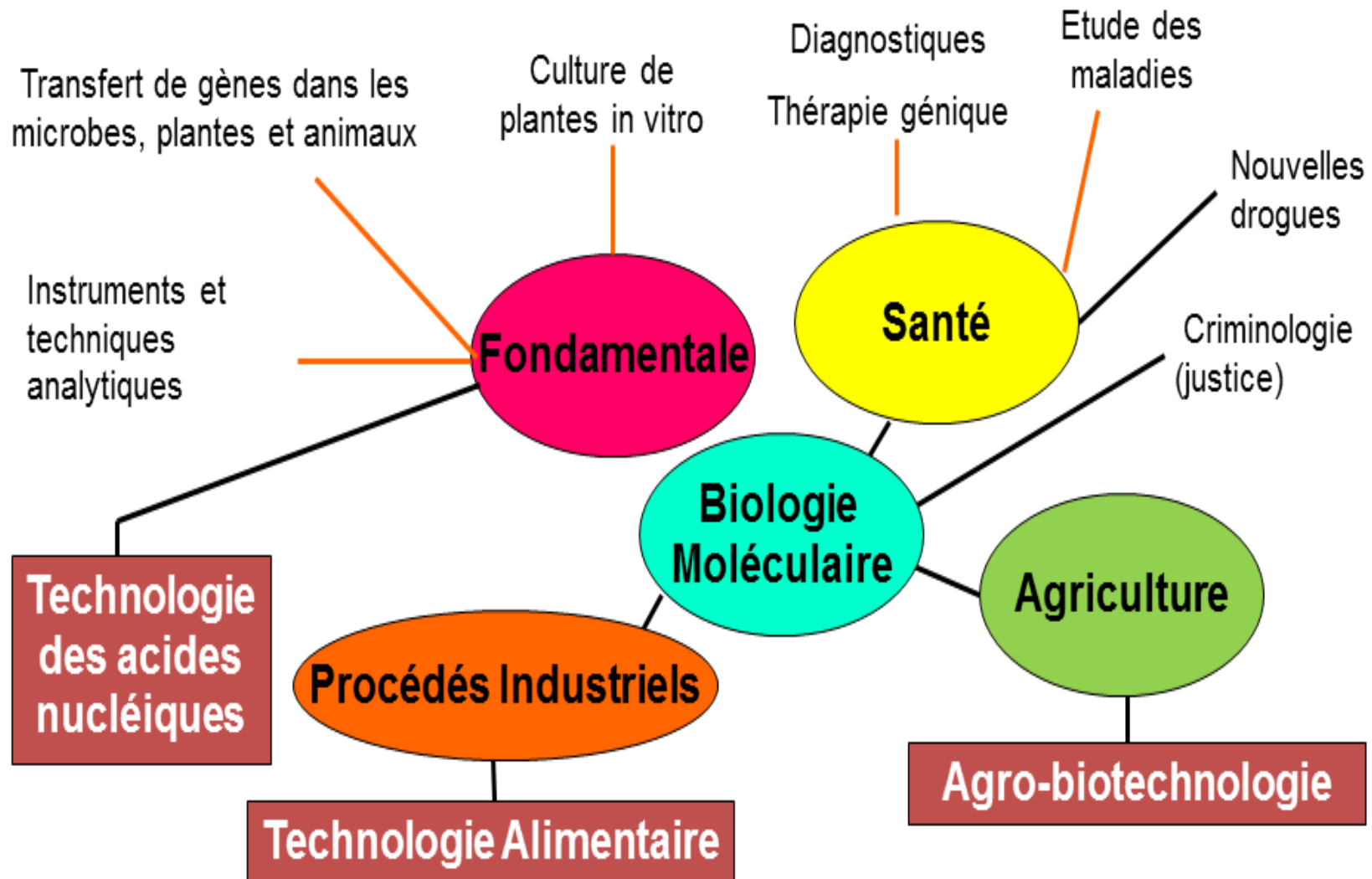
Mécanisme de la catalyse Cas9. Cas9 est pris sur le DNA cible par le duplex tracrRNA:crRNA. Le crRNA se lie au DNA complémentaire en aval de la séquence PAM. Les domaines Cas9 HNH et RuvC coupent le double brin,

L'outil d'édition de gènes CRISPR / Cas9 semble fonctionner dans presque tous les organismes, de *Caenorhabditis elegans* aux singes, et dans chaque type de cellule: le rein, le cœur, les lymphocytes T, 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;
- la fabrication de biomatériaux;
- la thérapie programmée;
- l'agriculture intelligente
- les systèmes expérimentaux pour biologistes;
- le diagnostic des maladies, etc.
- la création de nouvelle cellule ou même d'organisme!!!



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.

Qu'est-ce que l'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 ou novatrices seront censés apporter une contribution importante pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle, tout en gardant l'environnement sauvé.

la vaste majorité des étudiants en bio-science 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;
- La liste de contrôle
- La pensée latérale
- La schématisation conceptuelle
- Les six chapeaux
- Analyse morphologique
- Cartographie interne (SWOT)
- Triple hélice (TH), etc.,

Innovations en Biotechnologie

Techniques actuelles

39

Par exemple, Le TH est un modèle qui est internationalement utilisé pour stimuler l'innovation.

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).

C'est un **INCUBATEUR** où l'industrie, le gouvernement et les universités sont représentés.

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

40

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

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 ?

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

41

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

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

42

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.

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 conclusion du protocole de Cartagena 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 être libérés 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.

L'établissement de règlements de biosécurité fonctionnelle est très lent et l'aboutissement à des décisions de commercialisation concrète reste dans l'ensemble difficile.

En raison de ces défis, le Réseau d'expertise en biosécurité en Afrique (ABNE) du Nouveau Partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD), 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.

- 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 ?

