



SYNTHÈSE

# Intégrer l'agrobiodiversité dans les systèmes alimentaires durables

Fondements scientifiques d'un indice de l'agrobiodiversité



Ce livret résume les messages clefs et le contenu de la publication *Mainstreaming Agrobiodiversity in Sustainable Food Systems: Scientific Foundations for an Agrobiodiversity Index* (2017).

**Bioversity International est une organisation de recherche pour le développement. Nous croyons en la biodiversité agricole pour nourrir les hommes et préserver la planète.**

**Nous apportons des preuves scientifiques et des solutions pratiques ainsi que des politiques adaptées afin de sauvegarder et utiliser la biodiversité agricole pour une sécurité alimentaire et nutritionnelle durable à l'échelle mondiale. Nous travaillons avec des partenaires dans des pays à faibles revenus dans les différentes régions où la biodiversité agricole peut contribuer à l'amélioration de la nutrition, de la résilience, de la productivité et à l'adaptation au changement climatique.**

**Bioversity International est membre du Consortium CGIAR, un partenariat mondial de recherche pour un futur sans faim.**

**Photo de couverture**  
**Plantation de riz au Népal. Crédit: LI-BIRD/Sriram Subedi**

© Bioversity International 2016

**Bioversity International Headquarters**

Via dei Tre Denari, 472/a  
00054 Maccarese (Fiumicino)  
Italie

Tel. (+39) 06 61181

Fax. (+39) 06 6118402

[bioversity@cgiar.org](mailto:bioversity@cgiar.org)

[www.bioversityinternational.org](http://www.bioversityinternational.org)

ISBN: 978-92-9255-065-3

# Avant-propos

Alors que la Décennie des Nations Unies pour la biodiversité (2011-2020) arrive à mi-parcours, la Décennie d'action des NU pour la nutrition vient de commencer (2016-2025). Ce chevauchement de 5 ans des actions mondiales offre une rare opportunité de conjuguer la diversité biologique et la nutrition sous de nouvelles formes mutuellement profitables. Quand on songe à une saine nutrition et aux diverses catégories alimentaires qu'on devrait retrouver dans un régime alimentaire équilibré, il est rare de penser à la provenance des aliments. Pareillement, quand on pense à la diversité biologique, on peut penser à nos animaux, nos plantes et nos oiseaux dans la nature mais on ne fait pas le lien avec l'étonnante diversité qui contribue à nos systèmes alimentaires – à savoir, l'immense diversité des espèces et des variétés de céréales, de légumineuses, de fruits, de légumes, d'animaux et de poissons – développée sur des millénaires par les agriculteurs et adaptée aux coutumes locales comme aux différents environnements. Ces liens entre production et consommation sont importants pour des systèmes alimentaires durables prônant une diversité de l'alimentation la plus riche possible, perpétuée par la diversité biologique, support des systèmes agricoles.

La Convention sur la diversité biologique – avec ses partenaires, dont Bioversity International – a mené pendant 10 ans une Initiative transversale sur la diversité biologique pour l'alimentation et la nutrition. Les progrès faits pour rapprocher la diversité biologique agricole de la nutrition ont été nombreux durant ces 10 ans mais il reste encore à faire pour intégrer ces deux agendas. L'esprit de clocher prévaut toujours dans des nombreux cas, rendant les nutritionnistes et les agronomes aveugles aux bénéfices apportés par la biodiversité agricole à des régimes alimentaires sains, tout au long de l'année et aux systèmes agricoles résilients et adaptés.

Les Objectifs de développement durable impulsent un intérêt renouvelé pour l'utilisation de la diversité biologique pour l'alimentation et la nutrition et ses liens à la durabilité des systèmes agricoles. L'intégration de la diversité biologique dans les systèmes alimentaires durables est essentielle si nous devons réaliser ces objectifs d'ici 2030. L'utilisation de la biodiversité pour des systèmes agricoles durables produisant des aliments variés, nutritifs contribuera à la conservation de ces précieuses ressources; conserver les ressources de la diversité biologique les rendra exploitables tant pour des futurs scénarios climatiques que pour les besoins nutritionnels d'aujourd'hui.

Pour cette raison, la création d'un indice de l'agrobiodiversité, dédié à rattacher la production à la consommation pour des solutions durables axées sur la diversité biologique, pourrait grandement servir à sensibiliser aux multiples interactions entre la diversité biologique, la nutrition saine et la production alimentaire durable, et promouvrait ainsi la pluralité des aspects des systèmes alimentaires durables.

Docteur Bráulio Ferreira de Souza Dias

Secrétaire Exécutif

Convention sur la diversité biologique

# Remerciements

## Comité de rédaction

Walter de Boef, Marie Haga, Lindiwe Sibanda, Pr MS Swaminathan, Paul Winters

## Comité consultatif technique

Fetien Abay, Natasha Ali, Francesco Branca, Alan de Brauw, Salvatore Ceccarelli, Hannes Dempewolf, Willy Douma, Jan Engels, Jessica Fanzo, Christine Negra, Stineke Oenema, Jean Louis Pham, Ramanatha Rao, Marja Thijssen

## Auteurs des chapitres originaux

### Chapitre 1

M. Ann Tutwiler, Arwen Bailey, Simon Attwood, Roseline Remans, Marleni Ramirez

### Chapitre 2

Gina Kennedy, Dietmar Stoian, Danny Hunter, Enoch Kikulwe, Celine Termote avec les contributions de Robyn Alders, Barbara

Burlingame, Ramni Jamnadass, Stepha McMullin et Shakuntala Thilsted

### Chapitre 3

Simon Attwood, Natalia Estrada-Carmona, Devendra Gauchan, Fabrice DeClerck, Sylvia Wood, Keyu Bai, Maarten van Zonneveld

### Chapitre 4

Jacob van Etten, Isabel Lopez Noriega, Carlo Fadda, Evert Thomas

### Chapitre 5

M. Ehsan Dulloo, J.E.O. Rege, Marleni Ramirez, Adam G. Drucker, Stefano Padulosi, Nigel Maxted, Bhuwon Sthapit, Devendra Gauchan, Imke Thormann, Hannes Gaisberger, Nicolas Roux, Julie Sardos, Max Ruas, Mathieu Rouard

### Chapitre 6

Roseline Remans, Simon Attwood, Arwen Bailey, Stephan Weise

## Équipe éditoriale

Éditeur: Arwen Bailey

Éditeur adjoint: Alexandra del Castillo

Design, concept, réalisation: Pablo Gallo

La mention des personnes ci-dessus n'a pas valeur d'approbation de ce livret et de son contenu. Les décisions prises quant à l'inclusion de réactions ont été en définitive du ressort des auteurs.

# Préface



*Au sens véritable, nous possédons un précieux trésor de biodiversité agricole que nous n'avons pas encore exploré scientifiquement.*

Narendra Modi, Premier ministre de l'Inde

Les pages suivantes comprennent le résumé d'un ouvrage intitulé *Mainstreaming Agrobiodiversity in Sustainable Food Systems: Scientific Foundations for an Agrobiodiversity Index* (Intégrer l'agrobiodiversité dans les systèmes alimentaires durables : fondements scientifiques d'un indice de l'agrobiodiversité). La Déclaration de Delhi sur la gestion de l'agrobiodiversité, adoptée au premier Congrès international de l'agrobiodiversité, s'étant tenu en novembre 2016, appelle à "un indice de l'agrobiodiversité pour aider à contrôler la conservation et l'utilisation de l'agrobiodiversité".

Cet ouvrage est le premier pas d'un processus de création d'un tel indice, qui pourra mesurer la diversité biologique agricole dans plusieurs de ses dimensions. Le concept s'est nourri du constat que la juxtaposition des données issues de domaines très différents associés à la biodiversité agricole pouvait apporter de nouveaux éclairages pratiques. Il devient impératif de mesurer et comprendre la diversité biologique d'une façon rapide, à coûts maîtrisés et en allant au-delà des simples chiffres. Ceci servira à étayer les décisions politiques des pays comme des sociétés sur les meilleures pratiques favorisant la diversité. Identifier et gérer les opportunités de changement vers des systèmes alimentaires durables et mieux mesurer et gérer le progrès vers des objectifs mondiaux – comme les Objectifs de

développement durable et les Objectifs d'Aichi pour la biodiversité de la Convention sur la diversité biologique – seront les bénéfices attendus. Son application intéressera aussi les entreprises privées et les institutions financières pour mesurer la durabilité des investissements, des obligations vertes et des politiques d'achat de sociétés. En outre, les organisations d'agriculteurs et les associations de consommateurs pourront l'utiliser pour influencer les programmes et les politiques.

Les données ne manquent pas. Il existe, en effet, pléthore d'ensembles de données en expansion liés à la biodiversité agricole, collectés à différentes échelles dans différentes dimensions. La question est de choisir ceux à utiliser dans l'indice de l'agrobiodiversité pour éclairer les actions. Dans cet ouvrage, nous récapitulons les preuves de la contribution de la diversité biologique agricole à quatre dimensions connectées :

- les régimes alimentaires sains et variés
- les bénéfices multiples des systèmes agricoles durables
- les systèmes semenciers livrant la diversité agricole pour des systèmes alimentaires durables
- la conservation de la biodiversité agricole aux fins d'utilisation dans les systèmes alimentaires durables.

Dans chaque dimension, des scientifiques de la biodiversité agricole ont examiné la littérature scientifique pour identifier les preuves pour les aspects les plus saillants de la biodiversité agricole. Ces aspects fournissent un point de départ pour identifier des indicateurs pour l'indice de l'agrobiodiversité, qui seront évalués et validés dans les mois à venir. Le livre expose les éléments probants, que les spécialistes comme les professionnels trouveront également utiles à leur recherche commune pour utiliser la biodiversité agricole dans les systèmes alimentaires durables.

M. Ann Tutwiler  
Directrice Générale  
Bioversity International

# Pourquoi intégrer la biodiversité agricole dans les systèmes alimentaires durables ?



## MESSAGES CLEFS:

- Il faut réformer les systèmes alimentaires s'ils doivent nourrir les peuples avec une alimentation de haute qualité en protégeant dans le même temps l'environnement.
- La biodiversité agricole est une source d'aliments nutritifs culturellement acceptables et souvent adaptés aux systèmes agricoles locaux et à faible niveau d'intrant. C'est aussi une source de caractères importants pour la sélection de lignées végétales et animales tolérantes au climat et nutritives.
- La biodiversité agricole est déjà un composant majeur des systèmes agricoles et des systèmes de sélection dans le monde entier.
- L'indice de l'agrobiodiversité permettra aux décideurs et au secteur privé d'évaluer plusieurs dimensions de la biodiversité agricole pour guider leurs actions et leurs investissements pour des systèmes alimentaires durables.

Il faut réformer les systèmes alimentaires s'ils doivent nourrir les peuples avec une alimentation de haute qualité en protégeant dans le même temps l'environnement.

Aujourd'hui, le système agricole, tout en procurant les aliments au monde, néglige ses besoins nutritionnels. À ce jour, une personne sur trois dans le monde souffre de carences en oligo-éléments – par manque de vitamines et de minéraux essentiels à la croissance et au développement – alors que presque 2 milliards de personnes sont en surpoids ou obèses (1). Ces deux formes de malnutrition coexistent souvent.

*Ce qu'il faut, c'est un modèle fondamentalement différent de l'agriculture basé sur la diversification des exploitations et des paysages agricoles.*

IPES-Food, 2016

En même temps, le système agricole qui produit l'alimentation du monde provoque un préjudice environnemental. L'agriculture contribue autour de 24% des émissions mondiales de gaz à effet de serre (2) et est le plus grand utilisateur simple d'eau douce de la planète (3). Soixante-deux pour cent (5 407) des espèces menacées répertoriées par l'IUCN dans le monde sont affectées par l'agriculture (4). En retour, le préjudice environnemental menace le système agricole. Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat prévoit que, chaque décennie jusqu'à 2050, le changement climatique réduira la production agricole de 2 %, tandis que la demande augmentera de 14 % (5).

Tant le système alimentaire que le système agricole ont subi une énorme simplification au cours du siècle passé. Alors que la diversité de l'offre dans chaque pays n'a jamais été aussi élevée, le régime alimentaire mondial s'homogénéise avec une baisse de consommation des légumineuses, des fruits et des légumes bénéfiques pour la santé et une prédominance d'amylacées, comme le riz, le blé et le maïs, associées à la viande et aux produits laitiers (6). La production de fruits et de légumes, de noix et de graines reste en-deçà des besoins de la population d'environ 22 % selon les recommandations nutritionnelles (7).

Sur les 391 000 espèces végétales documentées, 5 538 sont catégorisées en alimentation humaine (8). Sur cet ensemble, seules trois – le riz, le blé et le maïs – fournissent plus de 50 % des calories issues des plantes au niveau mondial (9). Reposer si lourdement sur une base de ressources si étroite est un risque pour la planète, pour les moyens de subsistance individuels et pour les régimes alimentaires.

Les Objectifs de développement durables (ODD), signés par l'ensemble des 193 pays en 2015, poussent à une nouvelle approche si nous devons transformer notre monde d'ici 2030. Ils rejoignent les Objectifs d'Aichi pour la biodiversité de la Convention sur la Diversité biologique (2010) en tant que cadres majeurs pour le développement durable. La durabilité signifie de reconnaître que les questions économiques, environnementales et sociétales sont toutes fondamentalement corrélées. Les traiter séparément mènera à l'échec à long terme : nous ne pouvons pas nourrir la population mondiale et soulager la pauvreté au prix d'un environnement dégradé qui ne peut pas supporter les prochaines générations. Nous ne pouvons pas protéger l'environnement pour les générations futures au détriment des personnes qui ont besoin aujourd'hui de nourriture.

Fort heureusement, il existe des solutions durables.

Deux rapports majeurs publiés en 2016 soulignent ce qui est nécessaire. Le Groupe mondial d'experts sur l'agriculture et les systèmes alimentaires au service de la nutrition cite les régimes alimentaires appauvris comme le premier risque pour la santé mondiale (27 %) (10). Il appelle les gouvernements à inscrire la durabilité dans le système agricole de chaque pays tout en produisant des régimes alimentaires de haute qualité nutritionnelle. Le Groupe mondial d'experts sur l'agriculture et les systèmes alimentaires au service de la nutrition identifie le changement nécessaire qui rendrait cela possible : passer de l'uniformité à la diversité des régimes alimentaires et des systèmes agricoles (11).

La biodiversité agricole – la diversité des cultures et leurs parents sauvages, les arbres, l'élevage et les paysages – est une source d'aliments nutritifs, culturellement acceptables et souvent adaptés aux systèmes agricoles locaux à faible niveau d'intrant. C'est aussi une source de caractères importants pour la sélection des lignées végétales et animales tolérantes au stress et nutritives. La biodiversité agricole est déjà un composant majeur des systèmes agricoles et des systèmes de sélection dans le monde entier. Accroître les savoirs leur étant liés peut aider les pays à tirer profit de leurs ressources naturelles pour des résultats liant nutrition et environnement.

**À l'OMS, nous sommes conscients du faisceau croissant de preuves indiquant que la perte de biodiversité atteint un stade sans précédent. Il est de plus en plus admis qu'il s'agit d'un risque majeur pour les écosystèmes sains et stables qui soutiennent tous les aspects de nos sociétés.**

Dr Maria Neira, Directrice, Public Health,  
Environmental & Social Determinants of Health, OMS  
2015

Cueillette en forêt de *Garcinia indica* près d'un village des Ghats Occidentaux, en Inde. *G. indica* est recherché pour sa saveur particulière et ses vertus médicinales. Son écorce séchée est utilisée comme condiment, tandis que ses graines comestibles sont riches en lipides. Comme tout arbre sauvage, il n'a aucun besoin d'irrigation, de pesticides ou d'engrais. Des 35 espèces de *Garcinia* poussant en Inde, sept sont endémiques à la région des Ghats Occidentaux. Cependant, la récolte s'effectue communément sans souci de durabilité causant l'érosion rapide de cette sous-espèce précieuse. Crédit: Bioversity International/E.Hermanowicz





Nous faisons la proposition d'un 'indice de l'agrobiodiversité' pour aider les décideurs à évaluer certaines des dimensions de la biodiversité agricole pour guider les actions et les investissements en faveur de systèmes alimentaires durables et nutritifs. L'indice de l'agrobiodiversité permettra de visualiser et d'évaluer en parallèle ces grandes dimensions d'un système alimentaire durable afin d'identifier les leviers d'action:

- Régimes alimentaires sains et variés
- Nombreux bénéfices des systèmes de production
- Systèmes semenciers fournissant la diversité
- Conservation de la biodiversité agricole.

Les pages qui suivent constatent les éléments et les lacunes qui étayent la preuve de la contribution de ces dimensions aux systèmes alimentaires durables et de leur interaction avec la diversité biologique. Elles posent les fondations d'un indice de l'agrobiodiversité.

**Les objectifs d'éradiquer la faim, de réaliser la sécurité alimentaire et d'améliorer la nutrition, de promouvoir une agriculture durable (ODD2) et d'assurer des vies saines (ODD3) dépendent d'une production et d'une consommation responsables (ODD12) et durables (AT4). Le climat (ODD13) affecte et est affecté par les pratiques de production agricoles et forestières. La production durable dans l'agriculture, la foresterie et la pêche protège la vie terrestre (ODD15), réduit la pollution (AT8), sauvegarde les écosystèmes et leurs services essentiels (AT14) et restaure les écosystèmes dégradés et la résilience (AT15), assurant la conservation de la diversité biologique (AT7). Des écosystèmes sains sont soutenus par la diversité génétique (AT13, ODD Target 2.5), qui, en retour, contribue à la sécurité de la nutrition et l'alimentation. La diversité génétique est maintenue aussi dans les parents sauvages des espèces végétales et animales domestiquées dans des aires protégées (AT11).**

À travers tous les éléments et leurs liens, les connaissances scientifiques touchant à la diversité biologique, ses valeurs, son fonctionnement, son statut et ses tendances et les conséquences de sa perte, doivent être améliorés, partagés et appliqués (AT19) et inclus dans des stratégies et des plans d'action (AT17) nationaux en matière de diversité biologique.

Aichi Biodiversity Targets Icons Copyright BIP/SCB

## Bibliographie

1. IFPRI (International Food Policy Research Institute) (2016) *Global Nutrition Report 2016: From Promise to Impact: Ending Malnutrition by 2030* (Washington, DC)
2. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014) *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*
3. Rockström J, et al. (2016) Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability. *Ambio*, pp 1–14
4. Maxwell SL, Fuller RA, Brooks TM, Watson JEM (2016) Biodiversity: The ravages of guns, nets and bulldozers. *Nature* 536, pp 143–145
5. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014) *Climate Change 2014: Impact, Adaptation, and Vulnerability. WGII AR5 Summary for Policymakers* (Cambridge University Press, Cambridge, Royaume Uni et New York)
6. Khoury CK, et al. (2014) Increasing homogeneity in global food supplies and the implications for food security. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111(11):4001–4006
7. Siegel KR, et al. (2014) Do we produce enough fruits and vegetables to meet global health need? *PLoS ONE* 9(8):e104059
8. Royal Botanic Gardens, Kew (2016) *The State of the World's Plants Report 2016* (Londres, RU)
9. FAO (Food and Agriculture Organization) (2015) *The second report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture*. (Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome)
10. Global Panel on Agriculture and Food Systems for Nutrition (2016). *Food systems and diets: Facing the challenges of the 21st century* (Londres, RU)
11. IPES-Food (International Panel of Experts on Sustainable Food Systems) (2016) *From uniformity to diversity: a paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems* (Bruxelles)
12. Wittman H, et al. (2016) A social–ecological perspective on harmonizing food security and biodiversity conservation. *Regional Environmental Change*:1–11

# La diversité biologique agricole au service de régimes alimentaires sains et variés

## MESSAGES CLEFS:

- La biodiversité alimentaire est la diversité des plantes, des animaux et d'autres organismes, tant cultivés que sauvages, utilisés dans l'alimentation.
- L'utilisation de la biodiversité alimentaire pour diversifier les régimes alimentaires est essentielle pour répondre à la malnutrition mondiale et se tourner vers des systèmes alimentaires durables.
- Les consommateurs accèdent à la biodiversité alimentaire principalement par deux moyens: [1] la production en moyens propres ou la cueillette dans la nature pour la consommation et [2] l'achat de biodiversité cultivée ou sauvage.
- La teneur nutritionnelle entre espèces différentes ou variétés des mêmes espèces peut varier d'un facteur mille. Cette information peut être utilisée pour optimiser l'adéquation alimentaire des régimes.
- L'amélioration de l'accès, la disponibilité, l'abordabilité et l'acceptabilité de la biodiversité alimentaire est cruciale pour réaliser des régimes alimentaires plus sains.

## Régimes alimentaires sains et biodiversité alimentaire

L'un des plus grands enjeux au niveau mondial est de garantir l'accès universel à une alimentation suffisante, saine et abordable, produite durablement (1). Presque deux milliards de personnes sont en surpoids ou obèses, alors que deux milliards souffrent de carences en vitamines et minéraux essentiels à une bonne nutrition (2). La quantité et la qualité des aliments produits dans nos champs ou collectés dans la nature (3) et la disponibilité, l'abordabilité, la convenance et la désirabilité des aliments sur les marchés, ont un impact direct sur la qualité de notre régime alimentaire (4).

Il n'existe aucune définition standardisée et universelle de ce qu'est un régime alimentaire sain car il faut prendre en compte des facteurs individuels et culturels. Cependant, les composantes générales d'un régime alimentaire sain, comme défini par l'Organisation mondiale de la santé, incluent des fruits, des légumes, des légumineuses, des noix et des céréales complètes (5). Ces éléments essentiels sont apportés par la biodiversité alimentaire, soit la diversité des plantes, des animaux et d'autres organismes utilisés dans l'alimentation, couvrant les ressources génétiques des espèces, entre espèces et fournies par les écosystèmes, tant cultivées que sauvages.

Des directives nutritionnelles basées sur l'alimentation dans le monde recommandent un régime alimentaire varié. Un régime alimentaire varié augmente la probabilité de consommer les quantités adéquates de tous les éléments essentiels à la santé humaine (6). Les meilleures opportunités d'améliorer la nutrition grâce à la biodiversité alimentaire sont d'employer des approches alimentaires visant la qualité du régime alimentaire dans son ensemble durant toute l'année.

## La valeur nutritionnelle de la biodiversité alimentaire

Des études de composition des aliments démontrent qu'il peut y avoir des différences notables de la composition en nutriments entre les espèces et en leur sein. Ce savoir peut être utilisé pour choisir et promouvoir les espèces, les variétés et les lignées les plus nutritives pour les systèmes de production et les marchés.

La valeur nutritionnelle de nombreuses espèces sauvages et indigènes est plus élevée pour beaucoup de nutriments comparés à leurs homologues plus largement cultivés. Cela a été montré pour des fruits indigènes (7, 8), des légumes à feuilles indigènes (9) et des petits poissons indigènes (10). Au Bangladesh, par exemple, les poissons indigènes, comme le chapila, la chela, le darkina, le mola et le rani, contiennent plus que la valeur recommandée de vitamine B12 pour les femmes enceintes et les enfants, comparés à moins de 20 % pour le tilapia et la carpe (11). Il peut aussi y avoir des différences importantes au sein des espèces (12). Par exemple, 200g de riz par jour peut représenter moins de 25 % ou plus de 65 % de la consommation quotidienne recommandée de protéine, selon la variété consommée (13). Le cultivar de bananier Cavendish largement consommé ne contient presque pas de caroténoïdes<sup>1</sup>, alors que des cultivars de bananier indigènes des îles du Pacifique, comme Karat, Utin Lap et Utimwas, contiennent plusieurs centaines de microgrammes de caroténoïdes (14). Des différences significatives de la composition nutritionnelle de la viande et du lait ont aussi été rapportées parmi différentes lignées des mêmes espèces animales (15-17).



Kenya, département de Vihiga : Un repas équilibré préparé lors d'une démonstration culinaire par un groupe de soignants formés à diversifier les habitudes alimentaires de manière innovante. Le repas se compose de glucides sous la forme d'un mélange de riz et de pommes de terre, de haricots riches en protéines et d'un mélange de légumes riches en vitamines (feuilles de niébé et d'amarante). Les autres ingrédients qui viennent enrichir le repas sont les tomates, l'huile et le sel iodé. Crédit: I.Otieno

## Apporter la biodiversité alimentaire aux consommateurs

Les consommateurs accèdent à la biodiversité alimentaire principalement par deux moyens: [1] la production en moyens propres ou la cueillette dans la nature pour la consommation et [2] l'achat de biodiversité cultivée ou sauvage.

Conserver une gamme de biodiversité alimentaire disponible dans les exploitations agricoles, la nature et les marchés peut lisser les fluctuations saisonnières des aliments très nutritifs, fournir un vaste choix de nutriments pendant les pénuries et, plus important encore, diversifier la gamme des choix alimentaires sains pour les consommateurs.

### Biodiversité alimentaire de production en moyens propres ou naturelle

Les interactions entre la biodiversité alimentaire, la diversité des régimes alimentaires et de la nutrition sont un domaine d'étude relativement nouveau qui ont fait l'objet de deux articles récents. L'un a constaté que dans quatre des cinq études examinées, la corrélation était positive entre la diversité agricole totale et la diversité alimentaire de l'individu ou du ménage mesurée sur les catégories d'aliments (3). L'autre a montré que la corrélation entre la biodiversité alimentaire au niveau du ménage et la diversité ou la qualité du régime alimentaire de l'individu ou du ménage a aussi été trouvée positive dans 14 études sur 15 (18)<sup>2</sup>. Ces associations étaient indépendantes de la richesse du ménage ou de l'accès au marché.

Des actions agricoles sensibles aux enjeux nutritionnels utilisent des stratégies alimentaires pour modifier les régimes. Les stratégies habituelles incluent les jardins

potagers, l'aquaculture et la petite pêche, le petit élevage et des programmes de développement laitiers, ainsi que des stratégies d'amélioration de la transformation, du stockage et de la préparation des aliments (19). La connaissance de la nutrition est essentielle – les stratégies accompagnées d'un volet éducatif sur la nutrition sont plus efficaces (20, 21). Bien que rarement visées explicitement comme diversification alimentaire, nombre de ces stratégies pourraient diversifier les régimes alimentaires en promouvant la production et l'accès à une plus grande variété d'aliments. Les examens des actions agricoles basées sur l'alimentation (20-22) ont conclu que des stratégies basées sur l'alimentation peuvent aboutir à l'amélioration de la diversité alimentaire.

La production alimentaire à la ferme en particulier s'est révélée avoir un impact positif sur les régimes alimentaires. Par exemple, un examen de la production à la ferme dans quatre pays d'Asie a conclu qu'accroître le nombre des variétés de fruits, de légumes et d'aliments de source animale, riches en nutriments, disponibles tout au long de l'année était l'une des voies conduisant à la consommation accrue d'aliments riches en nutriments et a amélioré le statut des oligo-éléments (23).

### Biodiversité alimentaire achetée aux marchés

L'alimentation achetée est un second moyen d'améliorer la diversité diététique, complétant le premier moyen pour ceux qui cultivent et cueillent la biodiversité alimentaire ou comme moyen exclusif pour ceux qui ne le font pas. Pour des approches fondées sur le marché réussies, la biodiversité alimentaire doit être accessible, disponible, abordable et acceptable. Par exemple, au Bénin, un meilleur accès aux marchés est lié à une disponibilité plus élevée à la ferme de la biodiversité et a facilité l'achat et la vente

de biodiversité alimentaire, contribuant à la diversité du régime alimentaire des mères (24).

**L'abordabilité** est essentielle pour des groupes à faible revenu, qui figurent fortement dans les populations malnutries, car aller vers des régimes alimentaires plus sains a un prix. En Afrique du Sud rurale, par exemple, un ménage typique devrait augmenter ses dépenses alimentaires de plus de 30 % du revenu total pour se nourrir plus sainement (25).

**L'acceptabilité** est liée aux perceptions du goût, de la palatabilité, du prestige, de la commodité et des facteurs culturels, entre autres. Une forte demande de commodité est apparue, souvent des produits alimentaires fortement transformés. En Afrique de l'Est et du Sud, la part de marché de tels produits alimentaires est montée à un tiers du marché alimentaire acheté, avec peu de différences entre zones rurales et urbaines (31 % contre 35 %) (26). L'acceptabilité de la biodiversité alimentaire peut être formée par la sensibilisation, l'éducation et le renforcement des capacités. Par exemple, au Kenya, 45,2 % des ménages ayant participé à des activités de sensibilisation à la teneur nutritionnelle d'environ 40 espèces différentes de légumes-feuilles traditionnels rapportaient toujours une augmentation de leur consommation 10 ans plus tard (27). En général, influencer les marchés pour la production et la consommation accrue de biodiversité alimentaire demande une forte collaboration trans-sectorielle pour améliorer l'abordabilité par l'efficacité accrue dans les chaînes de valeur agro-alimentaires et l'acceptabilité grâce à des campagnes publicitaires et l'éducation.

### Environnement favorable

La réorganisation de la politique alimentaire et agricole et des investissements actuels – qui se concentrent souvent sur l'optimisation de la productivité sans trop considérer la façon d'améliorer la qualité alimentaire et nutritionnelle – par la diversification de la biodiversité dans les systèmes de production et les marchés exigera des actions multiples aux


échelles multiples. Investir davantage dans la recherche agricole est essentiel pour rendre disponible et plus accessible aux consommateurs une plus large palette de fruits, de légumes, de légumineuses, de noix et de graines et d'autres aliments sains (28).

L'action du Brésil peut servir d'exemple à d'autres pays. Il a récemment adapté plusieurs politiques pour inclure la promotion de la biodiversité locale et indigène pour l'alimentation et la nutrition. Les actions entreprises au Brésil incluent la promotion d'aliments indigènes variés et sains dans les directives diététiques, le soutien à la production de la biodiversité alimentaire par des stratégies de marchés publics (par exemple, des aliments dans les écoles) et de priorisation de la biodiversité alimentaire dans les stratégies/ plans d'action nationaux appropriés et les politiques de l'agriculture et de la nutrition (29). Soutenir une perception et des normes positives quant aux régimes alimentaires prônant la biodiversité, par exemple en célébrant la biodiversité alimentaire dans des événements comme aux festivals culinaires en Turquie, l'Alaçati Herb Festival et l'Urla Artichoke Festival (30), et des collaborations avec des chefs réputés, sont d'autres moyens pour créer un environnement favorable au niveau des consommateurs. Enfin, les diverses facettes de la production et la consommation de la biodiversité alimentaire peuvent être intégrées dans les programmes scolaires, universitaires et d'autres institutions éducatives pour une action et une assimilation plus large (29).

### Notes

<sup>1</sup> Les caroténoïdes sont des antioxydants importants et le précurseur de la vitamine A.

<sup>2</sup> Cinq des études sont incluses dans l'examen de Powell et celui de Jones. En raison de la nature de la preuve rapportée, il n'est pas possible de séparer les conclusions l'une de l'autre.



La foire alimentaire à Mongu (plaine inondable de Barotse), Zambie, pour sensibiliser à la façon de préparer de délicieuses recettes à base d'aliments localement disponibles, traditionnels, dont beaucoup sont très nutritifs. La Zambie accueille une riche biodiversité, avec environ 100 espèces de plantes cultivées, dont le niébé, le sorgho, le pois Bambara, les haricots, le maïs et 16 espèces d'animaux domestiqués (principalement des bovins et des volailles), qui peut être utilisée pour améliorer les régimes alimentaires et la nutrition et répondre aux carences en oligo-éléments. Crédit : Bioersivity International/E.Hermanowicz

## Bibliographie

1. Global Panel on Agriculture and Food Systems for Nutrition (2016). *Food systems and diets: Facing the challenges* (Londres, RU)
2. IFPRI (International Food Policy Research Institute) (2016) *Global Nutrition Report 2016: From Promise to Impact: Ending Malnutrition by 2030* (Washington, DC)
3. Powell B, et al. (2015) Improving diets with wild and cultivated biodiversity from across the landscape. *Food Security* 7(3):535–554
4. Herforth A, Ahmed S (2015) The food environment, its effects on dietary consumption, and potential for measurement within agriculture-nutrition interventions. *Food Security* 7(3):505–520
5. WHO (World Health Organization) (2015) Healthy diet. WHO Fact Sheet No 394. Consultable à: <http://bit.ly/1n3oyHq>
6. FAO/WHO (2004) *Vitamin and mineral requirements in human nutrition*, eds World Health Organization, pp 130–144
7. Stadlmayr B, Charrondièrre UR, Eisenwagen S, Jamnadass R, Kehlenbeck K (2013) Nutrient composition of selected indigenous fruits from sub-Saharan Africa. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93(11):2627–2636
8. Jamnadass R, et al. (2015) Understanding the roles of forests and tree-based systems in food provision. *Forests and Food*, pp 29–729
9. Achigan-Dako EG, Sogbohossou OED, Maundu P (2014) Current knowledge on *Amaranthus* spp.: Research avenues for improved nutritional value and yield in leafy amaranths in sub-Saharan Africa. *Euphytica* 197(3):303–317
10. Wheal MS, Decourcy-Ireland E, Bogard JR, Thilsted SH, Stangoulis JCR (2016) Measurement of haem and total iron in fish, shrimp and prawn using ICP-MS: Implications for dietary iron intake calculations. *Food Chemistry* 201:222–229
11. Thilsted SH, et al. (2016) Sustaining healthy diets: The role of capture fisheries and aquaculture for improving nutrition in the post-2015 era. *Food Policy* 61:126–131
12. Romanelli C, et al. (2015) *Connecting Global Priorities: Biodiversity and Human Health, a State of Knowledge Review*. (World Health Organization and Secretariat for the Convention on Biological Diversity)
13. Kennedy G, Burlingame B (2003) Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. *Food Chemistry* 80(4):589–596
14. Englberger L, Schierle J, Marks GC, Fitzgerald MH (2003) Micronesian banana, taro, and other foods: Newly recognized sources of provitamin A and other carotenoids. *Journal of Food Composition and Analysis* 16(1):3–19
15. Medhammar E, et al. (2012) Composition of milk from minor dairy animals and buffalo breeds: A biodiversity perspective. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92(3):445–474
16. Barnes K, et al. (2012) Importance of cattle biodiversity and its influence on the nutrient composition of beef. *Animal Frontiers* 2(4):54–60
17. Hoffmann I, Baumung R (2013) The role of livestock and livestock diversity in sustainable diets. *Diversifying Food and Diets: Using Agricultural Biodiversity to Improve Nutrition and Health*, eds Fanzo J, Hunter D, Borelli T, Mattei F (Routledge, Abingdon, RU et New York, USA)
18. Jones A (2016) What matters most for cultivating healthy diets: agricultural diversification or market integration? *Conference on Agri-Health Research ANH Academy Week Addis Ababa, Ethiopia 22 June 2016*. Consultable à: <http://bit.ly/2fnCHwZ>
19. Ruel MT, Harris J, Cunningham K (2013) *Diet quality in developing countries*. Diet Quality, eds Preedy VR, Hunter LA, Patel WB (Springer New York), pp 239–261
20. Girard AW, Self JL, McAuliffe C, Olude O (2012) The effects of household food production strategies on the health and nutrition outcomes of women and young children: A systematic review. *Pediatric and Perinatal Epidemiology* 26(SUPPL. 1):205–222
21. Masset E, Haddad L, Cornelius A, Isaza-Castro J (2012) Effectiveness of agricultural interventions that aim to improve nutritional status of children: systematic review. *British Medical Journal* 344(7843):1-16
22. Webb P, Kennedy E (2014) Impacts of agriculture on nutrition: Nature of the evidence and research gaps. *Food and Nutrition Bulletin* 35(1):126–132
23. Talukder A, et al. (2010) Homestead food production model contributes to improved household food security and nutrition status of young children and women in poor populations. *Field Actions Science Reports (Online) Special Issue 1* <http://factsreports.revues.org/404>
24. Bellon MR, Ntandou-Bouzitou GD, Caracciolo F (2016) On-farm diversity and market participation are positively associated with dietary diversity of rural mothers in Southern Benin, West Africa. *PLoS ONE* 11(9)
25. Temple NJ, Steyn NP, Fourie J, De Villiers A (2011) Price and availability of healthy food: A study in rural South Africa. *Nutrition* 27(1):55–58
26. Tschirley D, Reardon T, Dolislager M, Snyder J (2015) The rise of a middle class in east and southern Africa: Implications for food system transformation. *Journal of International Development* 27(5):628–646
27. Gotor E, Irungu C (2010) The impact of Bioversity International's African Leafy Vegetables programme in Kenya. *Impact Assessment and Project Appraisal* 28 (November):41–55
28. Global Panel on Agriculture and Food Systems for Nutrition (2016). *Food systems and diets: Facing the challenges of the 21st century* (Londres, RU)
29. CGIAR Research Program on Agriculture for Nutrition and Health (2015) Biodiversity for food and nutrition in Brazil. *A4HN Outcome Note November* (IFPRI, Washington, DC), pp 1–3
30. BFN (Biodiversity for Nutrition Initiative) Turkey Country Profile. Consultable à: <http://bit.ly/2fgOL5M>

# Utiliser la biodiversité agricole pour offrir de nombreux bénéfices aux systèmes agricoles durables



## MESSAGES CLEFS:

- La gestion durable des systèmes agricoles signifie que l'agriculture doit aller bien au-delà des rendements agricoles dans des paysages fortement simplifiés et spécialisés.
- La biodiversité agricole prodigue variété et variabilité au sein et entre espèces, champs et paysages. Cette diversité aide à conduire des processus écologiques essentiels (comme le maintien de la structure des sols) et permet à un paysage d'offrir simultanément de nombreux avantages aux peuples (comme des aliments nutritifs, le revenu, la lutte naturelle contre les ravageurs, la pollinisation, la qualité de l'eau).
- La biodiversité agricole est utilisée par des communautés rurales dans le monde entier dans de nombreuses pratiques éprouvées qui peuvent conférer une résilience accrue aux exploitations, communautés et aux paysages; l'utiliser plus efficacement et plus durablement peut aider à maintenir et augmenter le flux de services et d'avantages que la biodiversité agricole apporte aux communautés.

## Pourquoi la biodiversité agricole est importante dans les systèmes agricoles durables?

Plus de 38 % des terres du monde sont utilisées pour l'agriculture, dont 11 % plantées en cultures annuelles (1). Avec une population humaine estimée à 11 milliards en 2100 (2) et avec l'évolution des modèles de consommation vers davantage de produits carnés et laitiers, il existe une demande croissante pour produire encore plus de nourriture. Beaucoup de terres cultivables ont déjà été défrichées, il s'avère donc de plus en plus urgent de produire davantage d'aliments plus intensivement sur les terres déjà cultivées – c'est l'intensification agricole.

L'intensification agricole, combinée avec l'homogénéisation croissante du système alimentaire mondial, a eu des effets négatifs, tels la perte de biodiversité et la dégradation environnementale (3), a diminué la diversité diététique et alimentaire (4) et a eu des impacts sociaux comme l'accroissement des inégalités de genre (5). La simplification de l'agriculture mondiale et des systèmes alimentaires a réduit la gamme des ressources des agriculteurs sur lesquelles ils s'appuient pour gérer les menaces comme les risques d'échec de culture en raison de ravageurs et de maladies, le déclin de la fertilité des sols, ou les impacts associés à l'augmentation de la variabilité climatique. Pour traiter ces questions et beaucoup d'autres, des pratiques durables sont nécessaires et la biodiversité agricole en est une composante essentielle.

La biodiversité agricole est une source d'éléments en interaction de différentes espèces, variétés d'espèces et utilisations de terre dans une mosaïque de paysages (champs, forêts, voies navigables, etc.). Ces interactions, si elles sont gérées par des approches et des principes agro-écologiques (comme la culture associée, la lutte naturelle contre les ravageurs), peuvent mener à des aliments cultivés plus intensivement et plus durablement sur les terres disponibles. Le but est de répondre aux besoins actuels de l'alimentation et de la nutrition en maintenant les écosystèmes sains qui pourront aussi subvenir aux générations à venir. En plus de la réduction des impacts négatifs sur l'environnement, l'utilisation de la biodiversité agricole pour l'intensification durable peut aussi mener au cycle vertueux d'impacts positifs sur l'environnement et la génération d'une pluralité de services et de fonctions (Fig. 3.1). Les domaines dans lesquels la biodiversité agricole peut contribuer à un effort croissant d'intensification durable sont: une productivité accrue, le rendement, la stabilité, la pollinisation, la lutte contre les ravageurs et maladies, les aspects divers de fonction des sols, la conservation de la biodiversité sauvage et la résilience au climat. De nombreux intrants externes comme les engrais chimiques et les pesticides de synthèse pourraient aussi se trouver remplacés (6).

La biodiversité agricole dans les systèmes agricoles contribue d'une façon intégrée à plusieurs buts et objectifs mondiaux dès à présent, y compris les Objectifs de développement durable 2 (Éliminer la faim), 12 (Production et consommation responsables) et 15 (Écosystèmes des terres) et des Objectifs d'Aichi pour la Biodiversité 7 (Agriculture durable), 13 (Maintien de la diversité génétique) et 14 (Sauvegarde des écosystèmes et des services essentiels).

**FIGURE 3.1** LA BIODIVERSITÉ AGRICOLE EST UTILISÉE POUR L'INTENSIFICATION DURABLE

Exemples d'intégration des différents usages des terres et de l'eau (pâture sur chaume de riz Paddy, intégration de l'aquaculture dans des plans d'eau), et combinaison d'éléments semi-naturels comme la végétalisation des lisières de champs dans le système de production pour fournir des services d'écosystème (comme la lutte contre les ravageurs) de la biodiversité sauvage. Image originale © Eric Baran



## Liens prouvés entre la biodiversité agricole et les systèmes alimentaires durables

La contribution de la biodiversité agricole aux systèmes alimentaires durables peut être analysée sur une échelle à quatre degrés : au sein des espèces, entre espèces, au champ et à la ferme et dans le paysage (Fig. 3.2). La diversité intraspécifique se réfère à la diversité des variétés au sein des espèces et peut aider à délivrer des services d'écosystème, comme une moindre vulnérabilité des cultures aux ravageurs et aux maladies et une meilleure stabilité du rendement. Ainsi, en Ouganda, les ménages cultivant davantage de variétés de haricot commun ont subi des dégâts moindres, en fréquence comme en sévérité, sur leurs cultures causés par les charançons et d'autres ravageurs (7).

La diversité interspécifique peut apporter une large gamme de services d'écosystème, comme procurer un habitat et des ressources pour les pollinisateurs et autre biodiversité sauvage. Par exemple, dans une étude examinant les types d'insectes et autres invertébrés dans des systèmes en monoculture et en polyculture, les plantes en polyculture ont hébergé moins de ravageurs (23 %) et ont favorisé l'abondance de leurs ennemis naturels (44 %), induisant une augmentation de 54 % de la prédation des ravageurs (8). À l'échelle des champs, la biodiversité agricole accrue (comme les rotations des cultures) peut induire une diversité biologique du sol accrue, qui peut à son tour améliorer le statut nutritif des sols. Par exemple, une étude récente a constaté que l'abondance des vers de terre et la diversité étaient plus grandes pour des cultures cultivées en rotation (culture d'espèces différentes en succession sur la même parcelle de terre) que des cultures cultivées sans rotation (la même espèce en culture sur des périodes consécutives) (9). Enfin, à l'échelle du paysage, la biodiversité agricole peut offrir des services d'écosystème, de la pollinisation à la nutrition humaine à la séquestration du carbone. Par exemple, en Suède, le nombre de cosses développées dans des cultures de haricots dépendants des pollinisateurs a augmenté avec l'accroissement de la végétation semi-naturelle dans le paysage (10).

Des stratégies fondées sur la biodiversité agricole sont ainsi importantes pour le contrôle de l'érosion, la résilience au climat, la lutte contre les ravageurs et les maladies, la productivité, la pollinisation et la conservation de la biodiversité sauvage. Ces stratégies sont, par exemple :

- le contrôle de l'érosion en associant des variétés et des espèces cultivées selon la terre et le type de sol et en choisissant des cultures profondément enracinées
- la résilience au climat traitée en utilisant des variétés et des espèces bien adaptées aux conditions climatiques actuelles ou futures projetées (par exemple, résistantes à la sécheresse)
- l'intégration des multiples usages de la terre et de l'eau (comme la culture sur la terre, le pâturage du bétail, la pisciculture) qui permet le recyclage des déchets, d'améliorer la gestion des nutriments et la lutte contre les ravageurs, ainsi que de diversifier les régimes alimentaires et les moyens de subsistance
- les systèmes de culture qui sont plus variés (cultures en mélange, habitats semi-naturels conservés, paysages hétérogènes) offrent une plus grande gamme d'habitats pour la biodiversité sauvage que des systèmes de culture simplifiés et homogènes.

## Environnement favorable

Des institutions sociales, économiques et de gouvernance favorables sont nécessaires aux agro-écosystèmes pour fonctionner de manière socialement, écologiquement et économiquement durable. Les institutions assorties d'incitations peuvent jouer un rôle important dans le soutien aux systèmes agricoles durables multifonctionnels nécessaires aujourd'hui pour répondre à l'enchevêtrement des enjeux mondiaux.

Par exemple, soutenir des approches communautaires (banques semencières communautaires) et des approches locales menées par les agriculteurs facilite l'accès à une gamme plus large de nouvelles espèces et variétés cultivées et aide à renforcer le capital social dans les communautés. Les incitations peuvent aussi aider à stimuler la conservation de la biodiversité agricole et l'adoption à large échelle dans des paysages agricoles pour une sécurité alimentaire et nutritionnelle à long terme et la gestion durable des ressources naturelles.

## Bibliographie

1. FAO (Food and Agriculture Organization) (2016) Percentage of land use data. *The World Bank Group*. Consultable à: <http://bit.ly/2g0PtFb>
2. Gerland P, et al. (2014) World population stabilization unlikely this century. *Science* 346(6206):234–237
3. Stoate C, et al. (2001) Ecological impacts of arable intensification in Europe. *Journal of Environmental Management* 63(4):337–365
4. Remans R, et al. (2011) Assessing nutritional diversity of cropping systems in African villages. *PLoS ONE* 6(6)
5. Chen SE, Bhagowalia P, Shively G (2011) Input choices in agriculture: is there a gender bias? *World Development* 39(4):561–568
6. Bragdon S, et al. (2009) The agricultural biodiversity policy development process: exploring means of policy development to support the on-farm management of crop diversity. *International Journal of Biodiversity Science & Management* 5(1):10–20
7. Mulumba JW, et al. (2012) A risk-minimizing argument for traditional crop varietal diversity use to reduce pest and disease damage in agricultural ecosystems of Uganda. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 157:70–86
8. Letourneau DK, et al. (2011) Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. *Ecological Applications* 21(1):9–21
9. Ponge J-F, et al. (2013) The impact of agricultural practices on soil biota: A regional study. *Soil Biology and Biochemistry* 67:271–284
10. Andersson GKS, Ekroos J, Stjernman M, Rundlöf M, Smith HG (2014) Effects of farming intensity, crop rotation and landscape heterogeneity on field bean pollination. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 184:145–148
11. Hajar R, Jarvis DI, Gemmill-Herren B (2008) The utility of crop genetic diversity in maintaining ecosystem

## FIGURE 3.2 LA BIODIVERSITÉ AGRICOLE CONTRIBUE À DES PAYSAGES AGRICOLES SAINS

La diversité génétique cultivée permet aux agriculteurs de cultiver des variétés différentes convenant aux différentes conditions environnementales (comme sur sols pauvres) et résistant aux différentes conditions météorologiques (gel, précipitations imprévisibles). La plantation de différentes variétés de la même espèce peut diminuer les dégâts causés par les ravageurs et les maladies (7) et faciliter l'échelonnement des floraisons dans le temps pour attirer les divers pollinisateurs (11).

Au niveau de la ferme et du champ, choisir des espèces présentant une diversité du type de croissance, de la taille et de la forme des feuilles, de la hauteur de plante, de la profondeur d'enracinement et des stratégies d'assimilation des éléments nutritifs, donne aux exploitations plus de moyens pour réagir aux perturbations et aux chocs (12). L'intégration de l'élevage et des cultures réduit le besoin d'intrants synthétiques en facilitant un cycle nutritionnel et une disponibilité des nutriments plus efficaces.

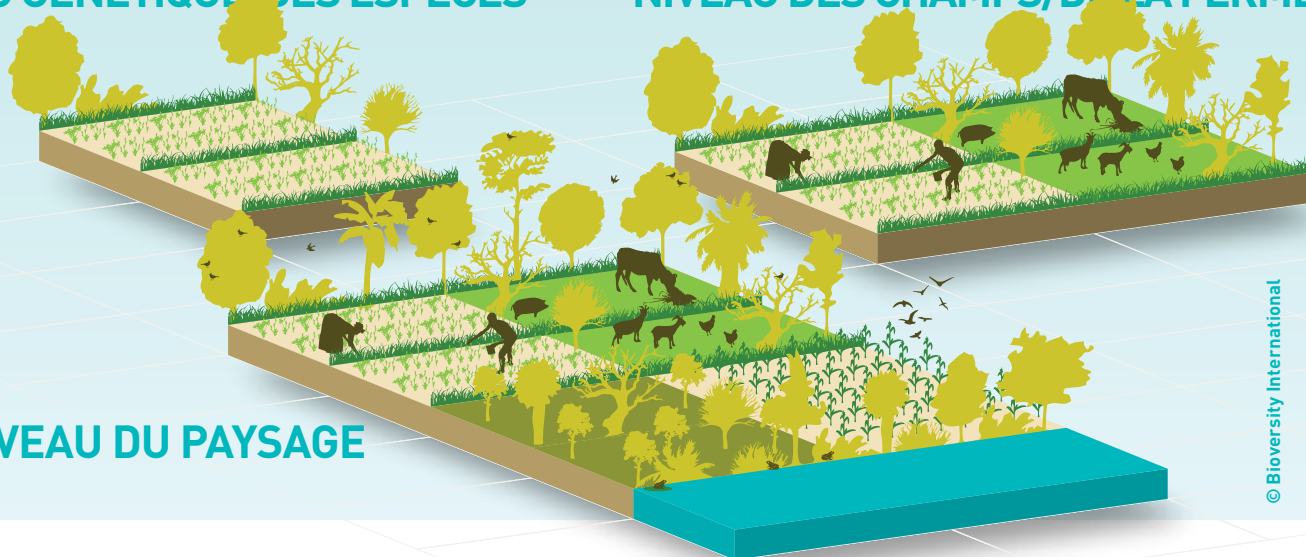
Au niveau du paysage, des paysages complexes procurent de nombreux bénéfices. Comme les vestiges de forêt peuvent freiner les ravageurs portés par le vent et réduire l'érosion; les espaces de végétaux non agronomiques accueillent aussi une variété bénéfique de plantes et d'insectes, comme les ennemis des ravageurs et les pollinisateurs (14,15).

Les agriculteurs ont à faire des compromis entre bénéfices à diverses échelles et à tous les niveaux. Par exemple, plus de biodiversité peut mener à une baisse des gaz à effet de serre et une meilleure lutte contre les ravageurs, mais peut réduire les rendements bruts à court terme (16-18).

### NIVEAU GÉNÉTIQUE/DES ESPÈCES

### NIVEAU DES CHAMPS/DE LA FERME

### NIVEAU DU PAYSAGE



© Biodiversity International

services. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 123:261–270

12. Laliberté E, et al. (2010) Land-use intensification reduces functional redundancy and response diversity in plant communities. *Ecology Letters* 13(1):76–86
13. Garratt MPD, Wright DJ, Leather SR (2011) The effects of farming system and fertilisers on pests and natural enemies: A synthesis of current research. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 141(3–4):261–270
14. Bianchi FJJ, Booij CJH, Tscharntke T (2006) Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings Biological sciences (The Royal Society)* 273(1595):1715–1727
15. Motzke I, Klein AM, Saleh S, Wanger TC, Tscharntke T (2016) Habitat management on multiple spatial scales

can enhance bee pollination and crop yield in tropical homegardens. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 223:144–151

16. Estrada-Carmona N, Hart AK, De Clerck FAJ, Harvey CA, Milder JC (2014) Integrated landscape management for agriculture, rural livelihoods, and ecosystem conservation: An assessment of experience from Latin America and the Caribbean. *Landscape and Urban Planning* 129:1–11
17. Milder JC, Hart AK, Dobie P, Minai J, Zaleski C (2014) Integrated Landscape Initiatives for African Agriculture, Development, and Conservation: A Region-Wide Assessment. *World Development* 54:68–80
18. García-Martín M, Bieling C, Hart A, Plieninger T (2016) Integrated landscape initiatives in Europe: Multi-sector collaboration in multi-functional landscapes. *Land Use Policy* 58:43–53

# Contribution des systèmes semenciers à la diversité agricole pour des systèmes alimentaires durables



## MESSAGES CLEFS:

- **Les caractéristiques des différents systèmes semenciers sont cruciales pour des résultats durables du système alimentaire: durabilité agricole et régimes alimentaires sains. Pour chacune des cinq fonctions clefs des systèmes semenciers – accès facilité, production et distribution, innovation, réglementation et conservation – l’apport des systèmes semenciers aux systèmes alimentaires durables est établi.**
- **Néanmoins, les méthodes actuelles de mesure de la performance des systèmes semenciers se concentrent étroitement sur leur contribution à la productivité agricole, et non à la durabilité du système alimentaire. C’est pourquoi, il est nécessaire de mesurer la performance des systèmes semenciers sous l’angle de leur contribution à des objectifs politiques plus larges, dépassant la fragmentation des politiques actuelles.**

## Systèmes semenciers et diversité biologique agricole

La diversité agronomique et forestière utilisée dans les systèmes de production alimentaire dépend de la diversité des matériels à planter utilisés par les agriculteurs. Les matériels à planter sont constitués de graines, de jeunes plants, de fragments de tige, de racines, de tubercules et de parties de feuille. Par souci de concision, le terme ‘semences’ employé se réfère aux graines et à ces autres matériels à planter. Les agriculteurs ont accès aux semences par les systèmes semenciers, constitués des ensembles d’individus, de réseaux, d’organisations, de pratiques et de lois qui fournissent des semences pour la production alimentaire. Les systèmes semenciers ont trois fonctions clefs: [1] la production et la distribution des semences, [2] l’innovation basée sur les semences et [3] les réglementations (1, 2). Ces fonctions entrent en jeu dans tout type de système semencier ; de celui formé d’agriculteurs autonomes en semences et échangeant occasionnellement des semences avec la famille ou le voisinage à un secteur semencier commercial officiel entièrement structuré.

Un nombre appréciable d’études et d’outils de suivi périodiques mesurent la performance des systèmes semenciers. Ceux-ci ont tendance à se concentrer sur la capacité du système à délivrer des cultivars modernes aux petits agriculteurs, avec comme finalité d’augmenter la productivité agricole et les revenus des agriculteurs (3, 4). Par exemple, l’Indice d’accès aux semences (Access to Seed Index) mesure les actions des plus grandes compagnies semencières du monde pour faciliter l’accessibilité des semences aux petits agriculteurs et contribuer aux augmentations de productivité des petites exploitations. Mais aucun de ces études ou outils ne mesure à quel point les systèmes semenciers contribuent à des systèmes alimentaires durables.

Ce ne serait pas un problème si les systèmes semenciers devaient jouer seulement un rôle passif dans les systèmes alimentaires. Mais ils ne font pas que répondre aux signaux d’autres parties du système alimentaire; ils conduisent aussi activement le changement et jouent un rôle décisif dans la détermination des niveaux de biodiversité agricole dans la production alimentaire et la consommation. Chaque fonction clef des systèmes semenciers influe sur la capacité de délivrer une biodiversité agricole en soutien aux systèmes alimentaires durables. Cela est démontré dans la littérature scientifique et récapitulé ci-après.

## L’accès aux semences pèse sur la diversification agricole

L’accès des agriculteurs aux semences est déterminé par le pouvoir d’achat, la proximité des sources de semences, la disponibilité de l’information sur les variétés existantes, le genre des agriculteurs, le contexte ethnique et d’autres aspects culturels. Des investissements publics et privés dans des services de vulgarisation et dans les cultures et les variétés couvertes par ces services peuvent énormément influencer la gamme des semences qui seront finalement choisies par les agriculteurs (5).

Les subventions aux semences comme les autres subventions agricoles influencent grandement l’accessibilité des semences et les choix des agriculteurs de ce qu’ils vont planter. Nombre de produits financiers, comme le crédit et l’assurance, sont spécifiques d’une culture. Les politiques relatives aux semences et aux intrants, spécifiques d’une espèce, dissuadent souvent les agriculteurs de cultiver d’autres espèces, dont celles qui contribueraient de manière importante aux régimes alimentaires, comme les légumes, les petites céréales, les légumineuses et les tubercules (6).

## La production semencière influence la disponibilité de la diversité des semences

L'insuffisance des semences, tant en volume qu'en diversité, est souvent un blocage pour la diversification agricole. Il s'avère difficile de trouver des modèles viables d'entreprises produisant des semences d'espèces utilisées surtout pour la consommation des ménages ou à faible rentabilité, puisque celles-ci ne sont pas commercialement attractives. Souvent le secteur commercial se limite aux seules graines hybrides ou aux principales cultures, qui assurent de meilleurs retours.

Les banques semencières communautaires peuvent soutenir la production – reposant souvent sur le troc ou le remboursement retardé sous forme de grains ou graines, plutôt que de ventes (7). En Éthiopie, les banques semencières communautaires ont permis d'augmenter le nombre de variétés cultivées par les ménages participants. Ce genre de mécanisme, qui stimule la production d'une gamme plus large de races locales, peut mener à la meilleure disponibilité de la diversité des semences.

## L'innovation semencière compte pour l'adaptation environnementale et la teneur nutritionnelle

La fonction d'innovation vise à choisir, dans les pools de gènes existants, des cultures et des variétés convenant à l'utilisation voulue dans de nouveaux contextes et à produire de nouvelles variétés par la sélection végétale.

Historiquement, les investissements publics et privés dans la sélection végétale formelle se sont concentrés sur un petit nombre de cultures majeures, négligeant nombre d'espèces qui peuvent contribuer aux régimes alimentaires découlant de systèmes agricoles résilients et productifs, y compris des espèces de céréales comme le sorgho, l'orge et le millet; des légumineuses comme les haricots, le pois chiche, le pois, le pois cajan, la lentille, le pois Bambara et la vesce; des racines et des tubercules comme la patate douce, les ignames et le manioc; et les espèces arboricoles en général (8-11).

Au sein des espèces, la sélection formelle peut dramatiquement réduire la variation génétique des cultures ciblées, avec des conséquences négatives pour des caractéristiques autres que le rendement.

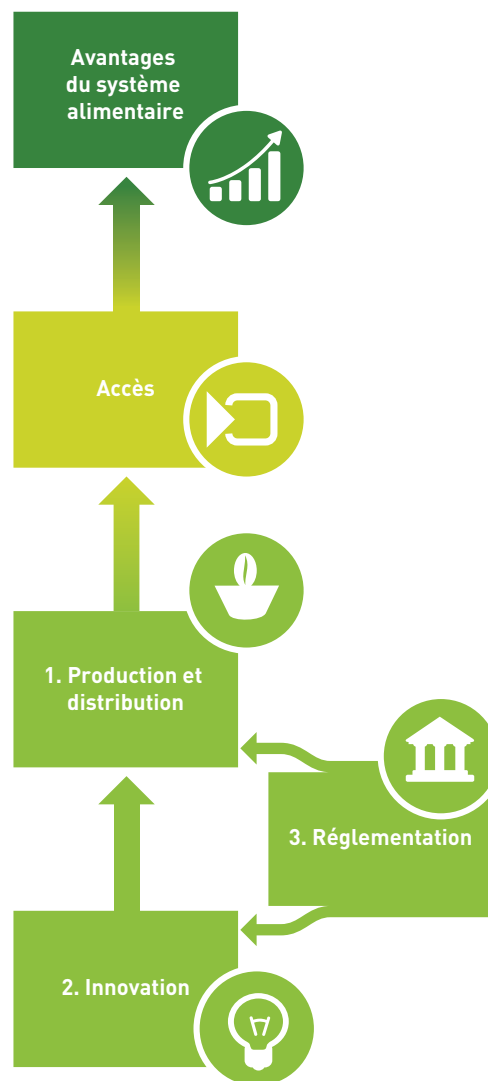
L'innovation se concentrant exclusivement sur l'amélioration du rendement a réduit considérablement la valeur nutritionnelle des cultures.

Par exemple, une étude comparant la composition nutritionnelle de 43 espèces entre 1950 et 1999 a trouvé une baisse de la teneur en protéines, calcium, fer, riboflavine et acide ascorbique (12). Par ailleurs, la sélection d'espèces multi-résistantes et à faible niveau d'intrant pourrait aider à réduire l'usage des pesticides, mais il existe peu d'incitations pour que les fournisseurs d'intrants investissent dans de tels types d'innovation (13).

Lorsque les agriculteurs sont engagés dans des pratiques traditionnelles de sélection, de maintien, de transformation et d'association des variétés – en tant que producteurs alimentaires, vendeurs et consommateurs – la sélection a tendance à aboutir à un plus large pool génétique et de semences qui répond mieux aux conditions environnementales et aux besoins alimentaires (14).

**FIGURE 4.1** TROIS FONCTIONS ESSENTIELLES D'UN SYSTÈME SEMENCIER EFFICACE

Dans un système semencier efficace, trois fonctions essentielles aident les agriculteurs à accéder aux diverses semences ce qui entraîne à son tour à des avantages du système alimentaire.



Cependant, dans certains cas, des cultures locales peuvent avoir une base génétique étroite, lorsqu'elles ont été introduites récemment ou quand les stress biotiques ou abiotiques extrêmes ont éradiqué leur base génétique pour des caractères particuliers (15). Dans ces cas, la sélection végétale participative impliquant des agriculteurs et l'industrie agro-alimentaire est un mécanisme puissant pour injecter la diversité végétale utile d'abord dans les champs des agriculteurs et ensuite dans les régimes alimentaires des consommateurs (14).

L'engagement communautaire dans l'innovation semencière pour des systèmes alimentaires durables peut être découragé par certains droits de propriété intellectuelle. Par exemple, il peut y avoir des limitations sur les droits des agriculteurs à utiliser, sauvegarder, dupliquer et échanger des variétés végétales; ou un manque de reconnaissance ou de compensation pour les agriculteurs quand de nouveaux produits basés sur leurs variétés traditionnelles et leurs connaissances héréditaires sont commercialisés (16).

### La politique semencière et les réglementations peuvent promouvoir ou freiner la diversité variétale

Pour les agriculteurs, il est important de savoir que les semences qu'ils obtiennent se développeront sainement avec les caractéristiques attendues. Pour l'assurer, certaines politiques et réglementations sont nécessaires, comme des réglementations sur la libération de nouvelles obtentions végétales sur le marché. Cependant, des mécanismes de contrôle très rigides peuvent étouffer l'innovation de diversité par des exigences excessives sur les tests variétaux, des coûts élevés et de longues procédures. Des variétés agronomiques importantes qui fonctionnent bien dans des environnements particuliers ne peuvent pas parfois être enregistrées parce qu'elles n'observent pas les normes comme l'uniformité et la stabilité (17). La rigidité de ces normes représente un obstacle pour des races locales, des cultivars locaux et des variétés résultant de la sélection végétale participative pour s'introduire dans les canaux formels de production de semences, limitant de cette façon leur potentiel pour contribuer aux systèmes alimentaires durables et variés (5, 18).

Des procédures de libération souples et simplifiées facilitent l'enregistrement de variétés traditionnelles et nouvelles et de mélanges de graines, lesquels peuvent contribuer à augmenter le rendement et réduire l'utilisation d'intrants externes, en plus d'accroître la diversité agronomique à la ferme et dans les assiettes des consommateurs (19, 20). Par exemple, au Népal, une procédure simplifiée de libération de variétés a permis d'accélérer la libération ou l'enregistrement des nouvelles variétés tolérantes aux maladies de haricot mungo, une culture importante pour la nutrition humaine dans ce pays (20).

### Conclusions

Ces constats montrent que différents systèmes semenciers offrent des niveaux variés d'approvisionnement en biodiversité agricole, qui en retour, contribue grandement à la capacité des systèmes alimentaires à produire des aliments d'une façon durable et soutenir des régimes alimentaires sains. Cependant, les méthodes actuelles de suivi du système semencier sont étroitement concentrées sur la productivité et consacrent peu d'attention, voire aucune, à la biodiversité agricole. Cela signifie que ces systèmes de suivi échouent à avertir les politiques sur les semences de leur impact élargi sur les systèmes alimentaires. Les politiques sur les semences restent aveugles à leurs effets sur la durabilité et la nutrition humaine, reléguant ces effets à d'autres domaines politiques. Pour éviter d'éventuels conflits entre différentes politiques, des systèmes de suivi étendus des systèmes semenciers sont nécessaires incluant des indicateurs sur la diversité biologique agricole, la durabilité et la nutrition humaine.



Silos traditionnels de stockage des graines et des céréales, Niger.  
Crédit: Bioversity International/R.Vodouhe

## Bibliographie

1. Almekinders CJM, Louwaars NP, de Bruijn GH (1994) Local seed systems and their importance for an improved seed supply in developing countries. *Euphytica* 78(3):207–216
2. Sperling L, Cooper HD (2004) Understanding seed systems and strengthening seed security: a background paper. *Towards Effective and Sustainable Seed Relief Activities* (Food and Agricultural Organization plant production and protection paper 181, Rome, Italie)
3. Spielman DJ, Kennedy A (2016) Towards better metrics and policymaking for seed system development: Insights from Asia's seed industry. *Agricultural Systems* 147:111–122
4. World Bank Group (2016) Enabling the Business of Agriculture 2016: *Comparing Regulatory Good Practices* (Washington, DC: World Bank)
5. Tripp R, Louwaars N, van der Burg W., Virk DS, Witcombe JR (1997) Alternatives for Seed Regulatory Reform. An analysis of variety testing, variety regulation and seed quality control. *Agricultural Research & Extension Network* 69
6. Pingali, P (2015) Agricultural policy and nutrition outcomes – getting beyond the preoccupation with staple grains. *Food Security* 7:583–591
7. Vernooy R, Sthapit B, Galluzzi G, Shrestha P (2014) The Multiple Functions and Services of Community Seedbanks. *Resources* 3:636–656
8. Naseem A, Spielman DJ, Omamo SW (2010) Private-sector investment in R&D: a review of policy options to promote its growth in developing-country agriculture. *Agribusiness* 26(1):143–173
9. Gruère G, Giuliani A, Smale M (2006) Marketing Underutilized Plant Species for the Benefit of the Poor: A Conceptual Framework. *Environment and Production Technology Division Discussion Paper No. 154* (IFPRI, Washington, DC)
10. Padulosi S, Hodgkin T, Williams JT, Haq N, Padulosi, S, Hodgkin, T, Williams, JT and Haq, N (2002) Underutilized Crops: Trends, Challenges and Opportunities in the 21st Century. *Managing Plant Genetic Diversity*, eds Engels JMM, Rao WR, Brown AHD, Jackson MT (CABI, Wallingford), pp 323–338
11. Reynolds T, et al. (2016) Policy and Economic Considerations for Global Public Goods Provision in Agriculture and Health in Developing Countries. (Evans School of Public Policy & Governance, University of Washington). Technical Brief 329:1–6
12. Davis DR, Epp MD, Riordan HD (2004) Changes in USDA food composition data for 43 garden crops, 1950 to 1999. *Journal of the American College of Nutrition*, 23(6): 669–682
13. Vanloqueren G, Baret PV (2008) Why are ecological, low-input, multi-resistant wheat cultivars slow to develop commercially? A Belgian agricultural 'lock-in' case study. *Ecological Economics* 66: 436–446
14. Cleveland DA, Soleri D eds. (2002) *Farmers, scientists and plant breeding: integrating knowledge and practice* (CABI, Wallingford)
15. Cooper HD, Hodgkin T, Spillane C (2000) *Broadening the genetic base of crops: an overview Broadening the genetic base of crop production*, eds Cooper HD, Spillane C, Hodgkin T (CABI, Wallingford), pp 1–25
16. Crucible Group (1994) *People, Plants and Patents* (International Development Research Centre, Ottawa)
17. Bishaw Z, Van Gastel AJG (2009) Variety release and policy options. *Plant Breeding and Farmer Participation*, eds Ceccarelli S, Bishaw Z, Van Gastel AJG (Food and Agriculture Organization, Rome)
18. Louwaars NP (2002) Seed Policy, Legislation and Law. *Journal of New Seeds* 4(1–2):1–14
19. Halewood M, Deupmann P, Sthapit BR, Vernoooy R, Ceccarelli S (2007) *Participatory plant breeding to promote Farmers' Rights* (Bioversity International, Rome, Italie)
20. Joshi KD et.al. (2014) Regulatory reform of seed systems: Benefits and impacts from a mung bean case study in Nepal. *Field Crops Research* 158: 15–23

# Conserver la biodiversité agricole pour son utilisation dans les systèmes alimentaires durables



## MESSAGES CLEFS:

- Souvent les nombreux bénéfices potentiels de la biodiversité agricole pour les systèmes alimentaires durables ne sont pas obtenus en raison d'une faible conservation, du manque d'informations et des politiques inadéquates ou restrictives.
- La conservation réussie prend une approche intégrée qui sauvegarde la diversité génétique aux endroits où elle a évolué, la soutient dans des structures *ex situ* pour la postérité et la rend aisément accessible et disponible aux fins d'utilisation.
- À elles seules, 12 espèces agronomiques et cinq espèces animales fournissent 75 % de l'alimentation mondiale. Or, il existe des milliers d'espèces végétales négligées pouvant être utiles aux humains, représentant une des ressources alimentaires les plus mal utilisées et sous-estimées que nous ayons. Elles doivent être conservées et utilisées.

## Quelle diversité conserver pour des systèmes alimentaires durables?

Dans l'optique de cet indice de l'agrobiodiversité, nous nous concentrerons ici sur la diversité des espèces végétales et animales, car elles représentent les bases de l'agriculture mais nous pourrions, dans l'avenir, élargir aux espèces halieutiques et forestières, voire aux paysages. Pour un système alimentaire durable au niveau national, les pays cherchent à conserver la biodiversité à cause de son importance pour l'alimentation des populations, la sécurité alimentaire et les systèmes agricoles, parce qu'elle est fortement menacée ou précieuse à l'échelle mondiale et unique, ou une combinaison de tout cela.

Certains pays sont des centres de diversité et d'origine d'espèces agronomiques et animales et hébergent une diversité plus grande de ces espèces que d'autres. Par exemple, il existe plus de 1483 variétés de tubercules andines trouvées dans la région des Andes du Pérou. Souvent quand les espèces sont endémiques, elles présentent aussi de grandes populations d'espèces apparentées dans la nature, les parents sauvages (Crop Wild Relative - CWR), qui peuvent être une source précieuse de caractères pour la sélection des variétés améliorées. L'Afrique du Sud, par exemple, est un centre significatif de diversité biologique, avec plus de 12 000 espèces végétales endémiques et beaucoup de CWR, y compris le sorgho, la patate douce et le niébé. Dans d'autres cas, certaines espèces sont devenues fondamentales dans des systèmes agricoles locaux sur des générations – par exemple, des systèmes de production à base de bananier en Afrique orientale. De même que certaines saveurs sont importantes dans la cuisine locale – par exemple, *Garcinia cowa* (un parent du mangoustan) est important dans certaines parties de la Thaïlande, où les feuilles sont un ingrédient traditionnel d'assaisonnement (1).

La menace la plus grande sur la biodiversité agricole est la simplification en cours des régimes alimentaires et des

systèmes agricoles (2). De l'ensemble des 40 espèces animales et 5538 espèces végétales rapportées comme comestibles en alimentation humaine (3), à elles seules, 12 espèces végétales et cinq espèces animales fournissent 75 % de l'alimentation mondiale (4).

Pourtant, la diversité génétique conservée sur et autour des exploitations continue d'être remarquable. Une étude au Bénin a trouvé que les ménages cultivaient et collectaient 65 espèces par an – avec des espèces maraîchères et fruitières, des arbres et des espèces buissonnantes sauvages (5). De même, de simples jardins domestiques dans le monde entier hébergent souvent 20 à 50 plantes différentes et plusieurs espèces de petit élevage (6). Beaucoup d'entre elles sont très nutritives ou adaptées aux conditions agricoles marginales, voire les deux. La plupart n'ont jamais été formellement améliorées et ainsi, malgré leur valeur, sont négligées par les actions de conservation nationales, faisant partie des espèces négligées et sous-utilisées (Neglected and Under-utilized Species - NUS).

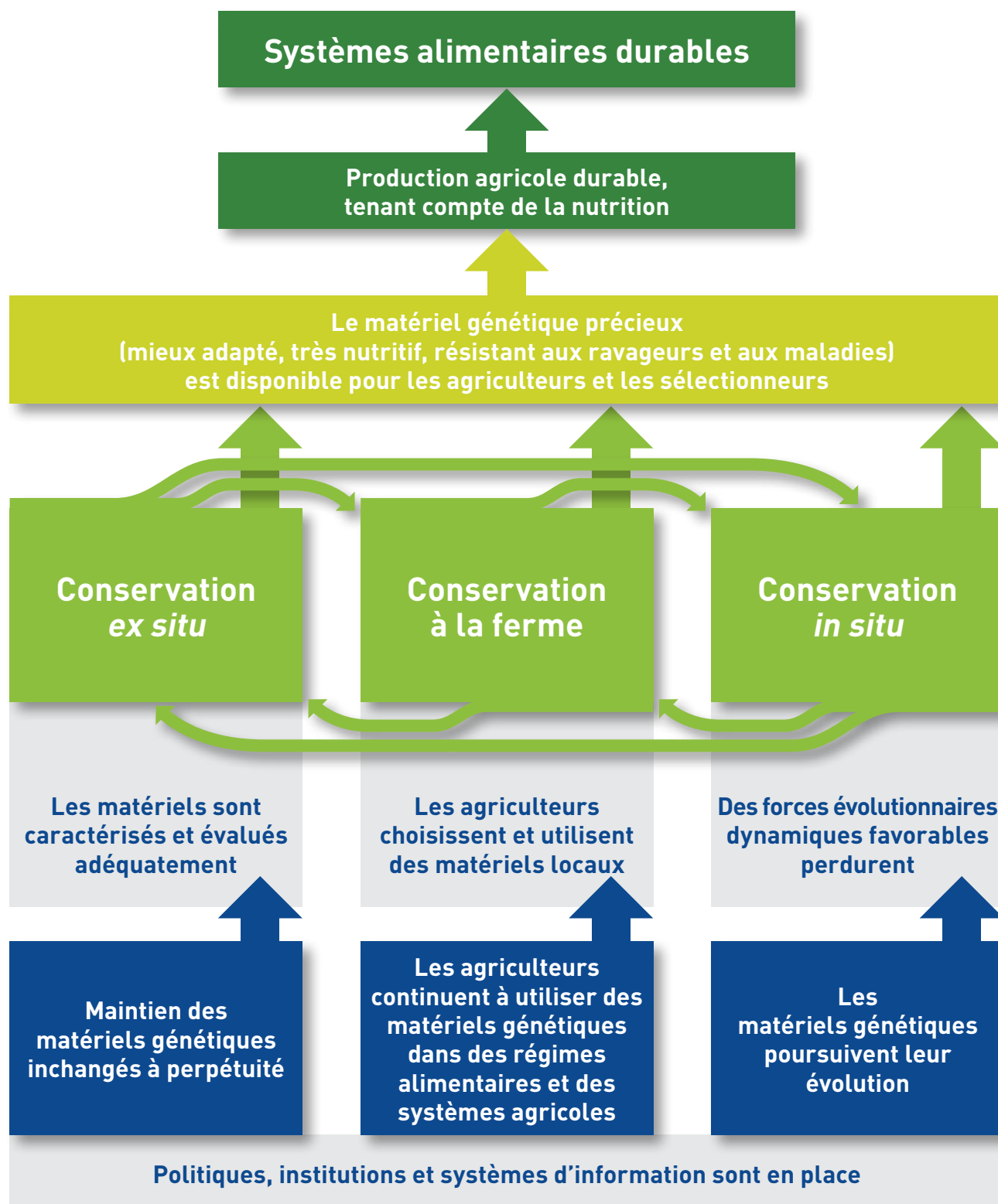
## Comment conserver?

Les stratégies gouvernementales pour conserver la biodiversité agricole sont basées sur la considération des objectifs de conservation, la biologie des espèces et une évaluation des bénéfices et des enjeux. Les plantes cultivées peuvent être conservées en intégrant les pratiques agricoles locales et les cuisines (conservation à la ferme), ou peuvent être déplacées et sauvegardées *ex situ*, par exemple dans une banque de gènes ou un jardin botanique. Il est difficile de conserver des animaux hors des fermes, quoique des progrès aient été faits pour conserver des échantillons biologiques dans des banques de tissu (4). Les espèces sauvages apparentées à des espèces cultivées (CWR) peuvent être conservées dans leur habitat naturel (*in situ*), en prenant des mesures pour préserver la zone, ou conservées *ex situ*. Ces trois options – à la ferme, *in situ* et *ex situ* – sont toutes nécessaires, mais aucune ne suffit à elle seule, car chacune sert des buts différents et chacune possède ses mérites et ses limites (Fig. 5.1).

**FIGURE 5.1** LES TROIS DOMAINES NÉCESSAIRES POUR UNE CONSERVATION EFFICACE DES RESSOURCES GÉNÉTIQUES

Les cases grises sont les conditions de départ qui doivent être en place pour une conservation efficace. Les cases bleu foncé sont les objectifs de conservation, les cases vertes sont les trois domaines et les cases vert foncé sont les objectifs d'ordre supérieur.

Les flèches entre les domaines montrent les fonctions d'un système de conservation intégré – les corrélations entre la diversité maintenue à la ferme, *in situ* et *ex situ* : la diversité maintenue *ex situ* est disponible pour les sélectionneurs et les agriculteurs et peut être utilisée pour reconstituer la diversité à la ferme et *in situ*; le flux de gènes de parents sauvages des espèces cultivées à la ferme peut augmenter la résistance; et la conservation à long terme *ex situ* agit comme une sauvegarde de la biodiversité à la ferme et *in situ*.



## Conservation à la ferme

Quand le but consiste en ce que les communautés puissent continuer de bénéficier de la disponibilité de la biodiversité végétale et animale, la conservation à la ferme s'avère une option stratégique. La conservation à la ferme est le résultat de différents réseaux d'agriculteurs œuvrant différemment sur de grandes superficies – c'est-à-dire que chacun s'est engagé dans sa propre stratégie des moyens de subsistance et de gestion du risque en adaptant les cultures à la niche environnementale qui lui est propre – avec pour résultat final involontaire dans toute une région ou un pays une large conservation de la diversité (7).

Les avantages de la conservation à la ferme consistent en ce que la diversité continue à se développer en réponse à la sélection naturelle et humaine et qu'elle concerne des milliers d'espèces, de races et de variétés. Les défis consistent en ce que la diversité est sensible aux aléas comme les maladies, les conflits et le changement climatique, l'utilisation des terres et les choix des agriculteurs. Pour renforcer la conservation par l'utilisation, des banques semencières, des nurseries ou la gestion animale communautaires peuvent être utilisées. Par exemple, dans une communauté d'agriculture de subsistance dans la zone Limpopo en Afrique du Sud, l'établissement d'une banque de semences communautaire a stoppé la perte des espèces cultivées et des variétés traditionnelles centrales dans des systèmes agricoles et de survie (8).

## Conservation *in situ*

Quand le but est l'évolution continue de nouveaux caractères pour la sélection, la conservation dans la nature et à la ferme (*in situ*) est un choix stratégique. Les parents sauvages des espèces agronomiques et animales servent d'immense conservatoire d'une diversité génétique

précieuse pour l'amélioration végétale et animale, qui pour les espèces agronomiques est estimée à plus de 120 milliards USD par an. Ils sont les sources potentielles de caractères avantageux pour les espèces végétales et animales domestiquées, comme la résistance aux ravageurs ou maladies, l'amélioration ou la stabilité du rendement. Par exemple, dans les années 1970, l'helminthosporiose du maïs a sévèrement menacé la culture du maïs aux EU, a détruit presque 1000 millions USD de maïs et a réduit les rendements de plus de 50 % en 1978 (9). Le problème a été résolu à l'aide des gènes résistants à l'helminthosporiose des variétés sauvages de maïs mexicain (10).

Quand le but est de maintenir la diversité maximale à la ferme ou dans la nature afin de maintenir un grand pool de ressources génétiques en évolution, mais qui présente une faible utilisation pour les communautés locales, des incitations extérieures peuvent être utilisées, comme des primes aux communautés pour conserver les populations végétales ou animales cibles (11).

## Conservation *ex situ*

La conservation *ex situ* conserve la biodiversité agricole inchangée et élargit l'accès à cette diversité bien au-delà du site limité où elle a évolué ou a été cultivée. Généralement, le choix du type de méthode de conservation dépend de la biologie des espèces conservées et des facilités *ex situ* disponibles pour le stockage. Ce peut être des banques semencières (pour les graines), des banques de gènes en champs (pour des plantes vivantes), des banques de gènes *in vitro* (pour des tissus et des cellules de végétaux), des banques de pollen et des banques d'ADN et des banques de cryoconservation pour la conservation à très long terme (12).

Les défis des collections *ex situ* sont de garantir le financement à long terme, la capacité de maintenir les



Agricultrice bolivienne dans un champ de quinoa. Crédit : Bioversity International/E.Gotor



Oignon sauvage, Italie. Crédit : Bioversity International/A.Lane



Accessions de bananier conservées *in vitro* dans la plus grande banque de gènes du bananier au monde – le Centre international de transit de *Musa* de Bioversity à Louvain, Belgique. Crédit : Bioversity International/N.Capozio

collections vivantes et saines et l'instabilité politique, dont les guerres. Avoir des collections de sauvegarde dans des pays et des continents différents (comme la Réserve mondiale de semences du Svalbard) est une bonne stratégie pour assurer que les collections soient dupliquées sans risque et maintenues sous des normes internationales élevées. Jusqu'ici, les banques de gènes se sont principalement concentrées sur les cultures majeures; les espèces qui ne sont pas des alimentaires de base et les espèces sauvages apparentées sont mal représentées (environ 2 %) (13). C'est en partie parce que, dans des nombreux cas, la biologie des espèces sauvages apparentées à des espèces cultivées (CWR) est méconnue, donc les scientifiques ignorent si les graines peuvent être stockées sur de longues périodes ou s'ils doivent utiliser des méthodes alternatives, comme la cryoconservation.

## Environnement favorable

Un élément politique clef pour soutenir la conservation nationale de la biodiversité agricole est la coordination entre les différents ministères. Par exemple, au Mexique, des commissions trans-sectorielles interdépartementales ont été établies pour la biodiversité et le développement durable (14). Diverses politiques – comme le commerce, l'agriculture, la conservation de la biodiversité et la sylviculture, l'éducation, la sécurité alimentaire, les lois sur les semences et la protection des végétaux – affectent la conservation de la biodiversité agricole. La politique peut délibérément soutenir la conservation à la ferme en l'intégrant au système de conservation national, par exemple en reconnaissant les agriculteurs qui conservent et promeuvent la biodiversité ('agriculteurs gardiens'), comme le gouvernement de Bolivie l'a fait en 2014.

Un système de conservation intégrée efficace et fonctionnel repose sur la disponibilité et l'accès à l'information sur l'ampleur de la diversité génétique présente *ex situ*, à la ferme et *in situ*. A ce jour, un tel système d'information manque aux niveaux nationaux. Au niveau mondial, il existe un certain nombre de bases de données importantes documentant les ressources phyto- et zoogénétiques détenues par les principales banques de gènes. Il existe des actions locales pour documenter la biodiversité communautaire par communauté par des Registres de biodiversité communautaires et des catalogues. Ils pourraient être numérisés et connectés dans de puissantes bases de données nationales de la diversité à la ferme.

## Bibliographie

1. Changprasert S, Tongtao S, Noppornphan C, Somsri S (2016) Value addition of a local food using *Garcinia cowa* leaves through collective action and marketing by a women's group. *Tropical Fruit Tree Diversity. Good Practices for In Situ and On-Farm Conservation* (Routledge, Londres et New York)
2. IPES-Food (International Panel of Experts on Sustainable Food Systems) (2016) *From uniformity to diversity: a paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems* (Bruxelles)
3. Royal Botanic Gardens, Kew (2016) *The State of the World's Plants Report 2016* (Londres, RU)
4. FAO (Food and Agriculture Organization) (2015) *The second report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture* (Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome)
5. Bellon MR, Gotor E, Caracciolo F (2015) Assessing the effectiveness of projects supporting on-farm conservation of native crops: evidence from the High Andes of South America. *World Development* 70:162–176
6. Eyzaguirre PF, Linares O (2004) *Home Gardens and Agrobiodiversity* (Smithsonian Books, Washington, DC)
7. Jarvis DI, et al. (2008) A global perspective of the richness and evenness of traditional crop-variety diversity maintained by farming communities. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105(14):5326–5331
8. Vernooij R, Sthapit B, Galluzzi G, Shrestha P (2014) The Multiple Functions and Services of Community Seedbanks. *Resources* 3:636–656
9. FAO (Food and Agriculture Organization) (2005) *Harvesting Nature's Diversity* (Rome, Italie)
10. Prance GT (1997) The conservation of botanical diversity. *Plant Genetic Conservation*, eds Maxted N, Ford-Lloyd BV, Hawkes JG (Springer Netherlands, Dordrecht), pp 3–14
11. Narloch U, Pascual U, Drucker AG (2011) Payments for agrobiodiversity conservation services (PACS): Creating incentive mechanisms for the sustained on-farm utilization of plant and animal genetic resources. *Ecological Economics*, pp 1-35
12. Dulloo ME, Thormann I (2012) Lesson 1—What is conservation and sustainable use? *Educational Module 2 Conservation and Sustainable Use under the International Treaty* (International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, Rome, Italie)
13. Castañeda-Álvarez NP, et al. (2016) Global conservation priorities for crop wild relatives. *Nature Plants* 2(April):16022
14. Lapeña I (2016) *Mainstreaming Biodiversity in Sustainable Agriculture: Mexico Case Study* (Bioversity International, Rome, Italie)

# Vers un indice de l'agrobiodiversité pour des systèmes alimentaires durables



## MESSAGES CLEFS:

- La biodiversité agricole se mesure de nombreuses façons : liée à des régimes alimentaires sains, à l'utilisation durable des terres, à l'agriculture, à l'adaptation au changement climatique, à la résilience et la conservation de la diversité biologique.
- Bioersity International propose le développement d'un indice de l'agrobiodiversité qui rassemblerait les données de biodiversité agricole sous de nouvelles combinaisons à travers ces fonctions dans le système alimentaire pour donner de nouveaux éclairages, aider les pays à identifier les leviers politiques et être utilisable en temps réel pour guider les sociétés et les investissements.
- Les commentaires des lecteurs, des experts et des utilisateurs potentiels pour le développement et l'utilité de l'indice de l'agrobiodiversité pour des systèmes alimentaires durables sont les bienvenus.

## En quoi un indice de l'agrobiodiversité est-il important pour des systèmes alimentaires durables ?

La biodiversité agricole est le nœud entre différentes dimensions – la qualité du régime alimentaire, les systèmes de production, les systèmes semenciers et la conservation. Les éléments probants résumés dans les pages précédentes démontrent que chaque dimension possède des domaines clés contribuant aux systèmes alimentaires durables (Tableau 6.1).

Il existe des rapports clairs entre eux. La conservation à la ferme est effectuée à l'aide de la diversité génétique par des agriculteurs dans la gestion quotidienne de leurs exploitations. L'innovation dans les systèmes semenciers est corrélée aux régimes alimentaires sains par la sélection ou l'amélioration d'espèces très nutritives.

De nombreux indicateurs et méthodes ont été développés et appliqués pour mesurer ces aspects de la biodiversité agricole. Les facteurs du Tableau 6.1 mettent en évidence les voies qui connectent la biodiversité agricole à la qualité du régime alimentaire, l'agriculture durable, les services d'écosystème, la santé des systèmes semenciers et de la conservation de la biodiversité.

*Les systèmes alimentaires doivent être fondamentalement réorientés autour des principes de la diversité, la multi-fonctionnalité et la résilience.*

IPES-Food, 2015

**TABLEAU 6.1** LES FACTEURS CLEFS DE LA BIODIVERSITÉ AGRICOLE QUI CONTRIBUENT À DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES DURABLES

QUALITÉ DU RÉGIME ALIMENTAIRE	SYSTÈMES DE PRODUCTION	SYSTÈMES SEMENCIERS	CONSERVATION
Diversité alimentaire	Diversité intraspécifique	Facilitation de l'accès	Diversité à la ferme
Biodiversité alimentaire à la ferme et dans la nature	Diversité interspécifique	Production et distribution	Diversité <i>ex situ</i>
Biodiversité alimentaire sur les marchés	Diversité à la ferme et au champ	Innovation	Diversité <i>in situ</i>
Environnement favorable	Diversité du paysage	Règlementation	Environnement favorable
	Environnement favorable	Conservation*	

\*La conservation est un facteur clef du système semencier mais aussi un facteur important en lui-même.

## Pour gérer l'agrobiodiversité, il nous faut la mesurer.

La variété des mesures liées à la biodiversité agricole est tant sa force que sa faiblesse. Sa force: parce que, pour chacun de ces buts, les données sur la contribution de la biodiversité agricole sont collectées et ont permis de sensibiliser les secteurs pertinents, les Objectifs de développement durable et les Objectifs d'Aichi de la Convention sur la Diversité Biologique. Sa faiblesse: parce que les données, l'information et les indicateurs sont dispersés à travers les disciplines (conservation, écologie, agriculture, marchés, nutrition) et sur diverses échelles (variétés, espèces, écosystèmes). Les outils et les approches manquent pour synthétiser quantitativement les données existantes ou émergentes en tendances, dynamiques et résumés applicables. Ce qui limite l'efficacité de la gestion de la biodiversité agricole pour contribuer aux systèmes alimentaires durables.

Bioversity International propose le développement d'un indice de l'agrobiodiversité qui rassemblera des données de la biodiversité agricole en de nouvelles combinaisons des dimensions dans le système alimentaire. Il donnera de nouveaux éclairages, aidera les pays à identifier des leviers politiques. Il sera utilisable en temps réel pour guider les entreprises et les investissements.

### Ce que l'on peut apprendre des données existantes, des indicateurs et du suivi de la biodiversité agricole: résumé en cinq points

1. Les aspects de la biodiversité agricole **sont mesurés dans tout le système alimentaire** (Tableau 6.2) mais ne sont pas connectés. Leur connexion permettrait
2. L'application **d'un ensemble cohérent d'indicateurs simples de biodiversité agricole** (comme le nombre de catégories alimentaires, les mesures généralement utilisées de la diversité biologique) aux dimensions (régimes alimentaires, production, semences, conservation) permettrait à de telles tendances d'être identifiées et comparées (2-4).
3. **Les données existantes sur les cultures et l'élevage pourraient être combinées à la télédétection et la modélisation spatiale** pour créer des cartes de biodiversité agricole mondiales et nationales (par exemple, Herrero *et al.*, en préparation), qui expliciteraient sous un nouveau jour, la distribution spatiale de la biodiversité agricole et pourraient être superposées à d'autres données spatialement explicites, par exemple sur les Objectifs de développement durable.
4. **Les moteurs du changement et l'environnement favorable** à la biodiversité agricole dans les systèmes alimentaires sont souvent plus mesurables que l'état actuel de la biodiversité agricole et sont aussi un excellent moyen d'identifier des points d'entrée pour l'action. Par exemple, la diversité génétique est notoirement difficile à mesurer – de nombreuses mesures potentielles ont été suggérées, chacune présentant des avantages et des inconvénients (5) – tandis que les moteurs du changement comme 'le nombre des réseaux d'amélioration des cultures' (6) sont relativement faciles à mesurer et probablement bien corrélés.
5. **La science citoyenne et la production participative** sont de plus en plus utilisées dans le suivi de la biodiversité (7). Le couplage d'actions de suivi de haut



Fruitiers au Tadjikistan. Le pommier, l'abricotier, l'amandier, le cerisier, la vigne, le pistachier et le noyer sont parmi les nombreux arbres fruitiers tempérés originaires d'Asie centrale. En donnant des fruits et des noix même sur des terres ingrates, ces arbres pérennes peuvent transformer le paysage environnant et encourager la croissance d'autres espèces. Ils sont aussi essentiels à la région d'un point de vue culturel, alimentaire et économique. Crédit : Bioversity International/B.Vinceti

niveau avec l'information sur la biodiversité agricole produite de manière participative et locale dans l'indice est un développement tout à fait novateur. Il permettra de valider sur le terrain la corrélation entre des indicateurs et le statut réel de la biodiversité, d'affiner la sensibilité à capturer le changement et rendra l'indice applicable aux différentes échelles spatiales.

### Ce que l'on peut apprendre d'autres indices composites : résumé en cinq points

1. Divers types d'indices peuvent être distingués d'après l'audience ciblée et les données utilisées. Un premier type utilise des ensembles de données nationales, agrège des indicateurs bien établis et cible principalement des gouvernements nationaux. Les Perspectives mondiales de la diversité biologique, l'Indice mondial de la sécurité alimentaire, l'Indice de la faim dans le monde et l'indice de performance environnementale en sont des exemples. Un deuxième type cible aussi les gouvernements nationaux et des acteurs connexes mais collecte les données d'intrants via des questionnaires spécifiques de l'indice avec des panels d'experts ou d'acteurs – comme l'Indice de perception de la corruption et l'Indice Doing-Business. Ce type est particulièrement utile pour les problèmes difficiles à quantifier. Les types d'indices d'Accès à la médecine, d'Accès aux semences, d'Accès à la nutrition se concentrent sur les entreprises et utilisent l'information qui leur est spécifique. Certains des indices capturent des résultats, d'autres se concentrent sur les moteurs du changement et d'autres combinent les deux.
2. Les indices composites sont utiles pour articuler **les multiples dimensions** d'un problème donné. L'analyse des tendances de sous-indices permet aux décideurs d'identifier les points d'entrée pour l'action.
3. **Il existe de nombreux ensembles de données**, souvent collectés à grands frais et de plus en plus éprouvants à consulter devant la surabondance d'informations. La demande d'indices synthétisant ces données afin de les rendre utilisables dans les processus décisionnels est de plus en plus forte.
4. La plupart des indices performants sont développés, améliorés et adaptés dans le temps **par un processus itératif**, validant scientifiquement les mesures proposées, en tenant compte de la perspective de l'utilisateur et en les ajustant en conséquence.
5. Il existe des opportunités, encore mal explorées, d'employer les dernières **innovations digitales**, comme le crowdsourcing (production participative) pour entrer des données afin de construire des indices composites.

### Perspective pour un indice de l'agrobiodiversité

La demande est notre point de départ. Quatre groupes d'utilisateurs ont exprimé un fort intérêt à l'utilisation d'un indice de l'agrobiodiversité pour mesurer et gérer des actions de développement des systèmes alimentaires durables:

- des administrations locales et nationales – pour guider des actions progressives relatives à l'alimentation, l'agriculture et la conservation et suivre les progrès vers des objectifs mondiaux

- des entreprises – pour évaluer d'une manière fiable et transparente des sociétés agro-alimentaires inscrites sur les marchés boursiers et identifier des façons de mettre en œuvre des procédures durables de gestion qui augmentent la valeur pour les actionnaires à long terme, tant en réduisant les risques dans la chaîne d'approvisionnement qu'en augmentant l'attractivité pour les consommateurs
- des investisseurs publics et privés – à un niveau de projet ou d'investissement, pour guider et suivre les investissements dans les marchés obligataires durables, qui contribuent au capital de projets axés sur l'environnement durable et de projets de développement tenant compte du changement climatique.
- des agriculteurs, des groupes de consommateurs et des organisations locales – pour informer leurs décisions en matière de pratiques et d'achats durables et influencer les programmes et les politiques.

L'indice de l'agrobiodiversité devra être adapté à la réalisation de ces buts et facile à utiliser. Il pourra être modulé différemment pour prodiguer les connaissances nécessaires à la prise de décision de ces différents groupes d'utilisateurs. Il devrait aussi être facile d'y contribuer et d'utiliser les données. Trois incitations seraient:

- de rendre la collecte actuelle des données plus facile par l'investissement dans des approches de données allégées, c'est-à-dire sur des questions adaptées, concentrées, délivrées directement aux utilisateurs clefs par des technologies à bon marché
- de partager les données directement dans des visualisations, et des tableaux de bord convaincants en temps quasi réel, pour faciliter et informer le processus décisionnel
- d'aménager de nouvelles dispositions de financement institutionnel, d'affaires et novatrices impliquant la biodiversité agricole pour connecter des données pour l'utilisation dans la gestion du risque.

La figure 6.1 illustre le fonctionnement envisagé de l'indice de l'agrobiodiversité. L'indice de l'agrobiodiversité proposé pourrait être incomplet au départ mais vise surtout à être applicable et se développer avec le temps.

Une première étape devra combiner des ensembles de données existants, intégrant les données sur les cultures et l'élevage pour des mesures de la biodiversité agricole. Ces actions de suivi de haut niveau peuvent ensuite s'enrichir de données de la biodiversité agricole produites par participation locale (crowdsourcing) et, si faisable, des données de télédétection. Une autre source clef de l'information facile à localiser est d'examiner les politiques, les rapports intermédiaires et annuels pour les facteurs créant un environnement favorable à la biodiversité agricole.

L'étape suivante devra évaluer la faisabilité d'un indice de l'agrobiodiversité pour des utilisations multiples (gouvernements nationaux, investisseurs, sociétés) par l'engagement ultérieur d'acteurs et le pilotage d'une conception initiale. Les commentaires des lecteurs, des experts et des utilisateurs potentiels sont les bienvenus pour le développement et l'utilité de l'indice de l'agrobiodiversité pour des systèmes alimentaires durables.

**TABLE 6.2** ILLUSTRATION DES INDICATEURS, EXISTANTS ET PROPOSÉS, QUI MESURENT LA BIODIVERSITÉ AGRICOLE ET SES CONTRIBUTIONS AUX DIMENSIONS D'UN SYSTÈME ALIMENTAIRE DURABLE

## La biodiversité agricole contribue ...



### RÉGIMES ALIMENTAIRES SAINS, VARIÉS

#### DIVERSITÉ ALIMENTAIRE

- Minimum de diversité alimentaire pour les enfants et les femmes
- % de consommation des groupes alimentaires ciblés
- Richesse des espèces alimentaires (nombre de végétaux et animaux par homme par jour)
- Apport en grammes et en calories par personne des différents groupes / ingrédients alimentaires
- % énergétique du régime alimentaire représenté par les aliments autres que ceux de base

#### DIVERSITÉ DES MARCHÉS/ CHÂÎNES DE VALEUR

- Prix de principaux aliments représentant les divers groupes alimentaires
- Vente au détail d'aliments ultra-transformés (vol./ personne)
- Vente au détail d'aliments frais (kg/personne)
- Diversité des points de vente au détail pour les éléments d'un régime alimentaire sain
- Prix moyen d'un régime alimentaire sain

#### ENVIRONNEMENT FAVORABLE

- Prise en compte de l'ABD dans les directives nutritionnelles nationales d'un état
- Subventions alimentaires et programmes des commandes publiques en place qui promeuvent l'ABD pour des régimes alimentaires/ la nutrition
- Prise en compte de l'intégration de l'ABD pour les régimes alimentaires/ la nutrition dans les NBSAP, les stratégies de nutrition multisectorielles



### BÉNÉFICES MULTIPLES DANS DES SYSTÈMES AGRICOLES DURABLES

#### DIVERSITÉ AU SEIN DES ESPÈCES

- Diversité variétale des principales cultures à la ferme
- Diversité variétale des principales cultures sur les marchés

#### DIVERSITÉ ENTRE ESPÈCES

- Régularité/diversité des superficies de production et du rendement des cultures par nation

#### DIVERSITÉ AU NIVEAU DE LA FERME ET DU CHAMP

- Régularité/diversité des superficies de production et du rendement des cultures par pays
- % de terres dégradées sur la superficie totale des terres
- % de superficie agricole avec des pratiques agricoles durables

#### DIVERSITÉ AU NIVEAU DU PAYSAGE

- Hétérogénéité des paysages et de l'utilisation des terres
- Couverture (étendue) de l'habitat lié aux services particuliers d'écosystème (comme habitat de pollinisateurs)

#### ENVIRONNEMENT FAVORABLE

- Politique cherchant explicitement à conserver et/ou promouvoir l'ABD
- Politiques et incitations nationales autour de services d'écosystème multiples dans les paysages agricoles



### DIVERSITÉ DES CULTURES POUR DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES DURABLES

#### ACCESSIBILITÉ DES SEMENCES

- Disponibilité de l'information
- Quantité et diversité des sources de semences
- Proximité de sources de semences
- Prix des semences

#### PRODUCTION ET DISTRIBUTION DE SEMENCES

- Quantité de semences produites et distribuées
- Gamme des espèces et des variétés multipliées et distribuées
- Nombre et diversité des semenciers et des fournisseurs de semences

#### INNOVATION DE CULTURE

- Gamme des espèces couvertes par des actions d'innovation
- Diversité génétique (locale) utilisée dans des actions d'innovation
- Degré de reconnaissance des agriculteurs comme innovateurs dans les systèmes des droits de propriété intellectuelle

#### RÈGLEMENTATIONS

- Mesure par laquelle les procédures d'enregistrement variétal tiennent compte de la libération de variétés répondant aux conditions environnementales et socio-économiques différentes
- Mesure par laquelle le contrôle de qualité des semences et les procédures de certification répondent aux différents types de producteurs de semences et d'agriculteurs



### CONSERVATION AUX FINS D'UTILISATION DANS DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES DURABLES

#### CONSERVATION A LA FERME

- Pourcentage de terre cultivée en variétés des agriculteurs/races locales dans les aires de forte diversité et/ou à risque
- Nombre de races locales par espèce et région

#### CONSERVATION *IN SITU*

- Dynamique des tailles de population des apparentés sauvages liés à la culture cible
- Indice des apparentés sauvages basé sur la liste rouge de l'IUCN

#### CONSERVATION *EX SITU*

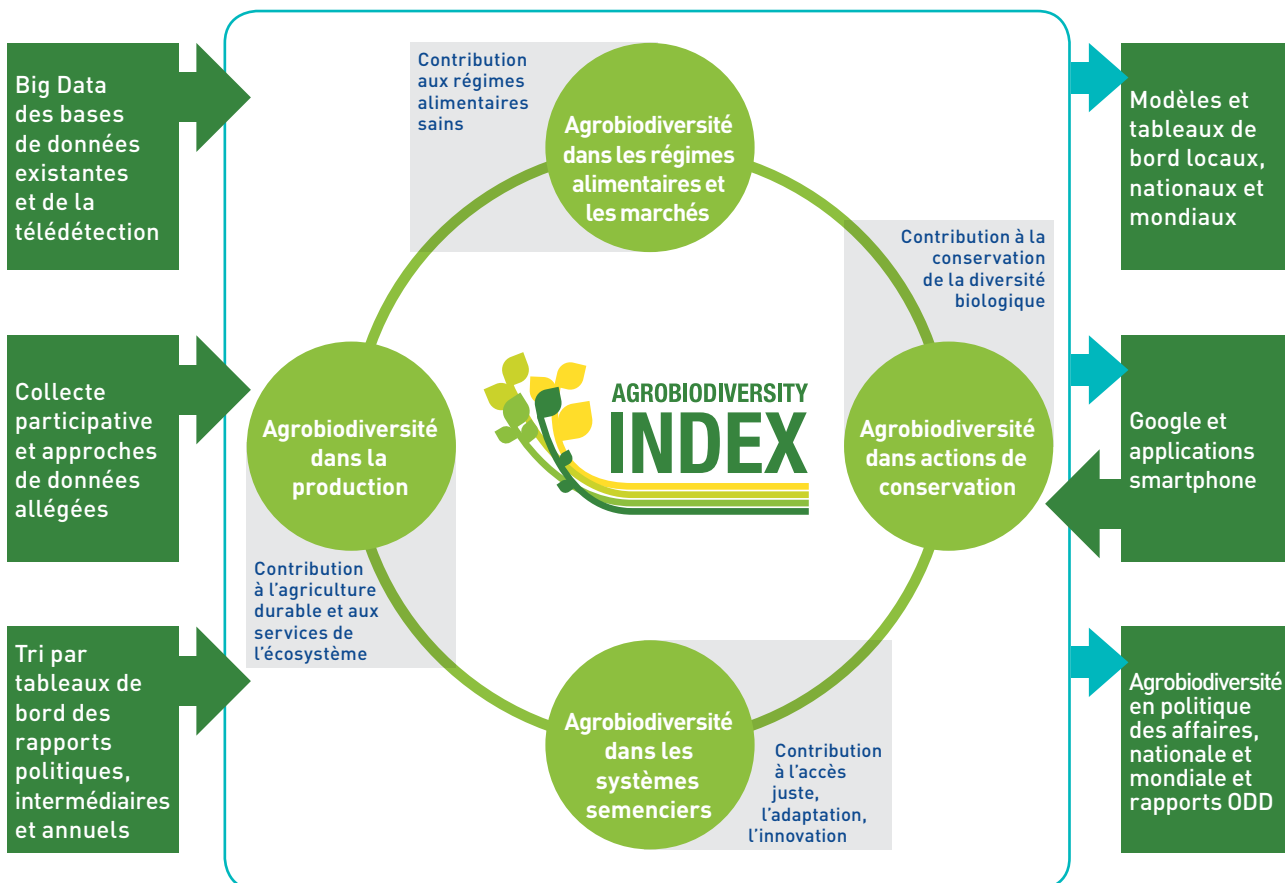
- Nombre d'espèces conservées ex situ à moyen ou long terme
- % d'espèces agronomiques indigènes ou exhibant une large diversité conservées dans la collection ex situ
- Indice d'enrichissement

#### ENVIRONNEMENT FAVORABLE

- NBSAP incluant l'ABD
- Les agriculteurs et leurs connaissances sont reconnus et leur rôle explicitement facilité
- Des ordonnances régionales, locales pour soutenir la conservation/ utilisation de l'ABD
- Développement de stratégies et mise en œuvre de plans participatifs et larges visant spécifiquement la participation des agricultrices

## FIGURE 6.1 CONCEPTUALISATION DE L'INDICE DE L'AGROBIODIVERSITÉ

L'indice de l'agrobiodiversité se fondera sur les bases de données existantes, combinées aux données de collecte participative (crowdsourcing) et un tri des politiques et des rapports publics et privés sur les questions en rapport avec la contribution de la biodiversité agricole aux objectifs mondiaux. Les utilisateurs pourront consulter des tableaux de bord et accéder – et entrer – l'information via des applications mobiles. Les résultats de l'indice de l'agrobiodiversité pourront être utilisés pour faire un rapport sur des engagements aux objectifs mondiaux et aux acteurs, comme le public.



### Bibliographie

1. IPES-Food (International Panel of Experts on Sustainable Food Systems) (2016) *From uniformity to diversity: a paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems* (Bruxelles)
2. Remans R, Wood SA, Saha N, Anderman TL, DeFries RS (2014) Measuring nutritional diversity of national food supplies. *Global Food Security* 3(3–4):174–182
3. Jones AD, Shrinivas A, Bezner-Kerr R (2014) Farm production diversity is associated with greater household dietary diversity in Malawi: Findings from nationally representative data. *Food Policy* 46:1–12
4. Sibhatu KT, Krishna V V, Qaim M (2015) Production diversity and dietary diversity in smallholder farm households. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112(34):10657–62
5. Dulloo ME, Thormann I, Drucker AG (2016) What do we have to lose? Monitoring crop genetic diversity. *Enhancing Crop Genepool Use: Capturing Wild Relative and Landrace Diversity for Crop Improvement*, eds Maxted N, Dulloo ME, Ford-Lloyd B V. (CABI Publishing UK, Oxfordshire, RU), pp 421–435
6. FAO (Food and Agriculture Organization) (2013) *Fourteenth Regular Session of the Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture* (Rome, Italie)
7. Tulloch AIT, Possingham HP, Joseph LN, Szabo J, Martin TG (2013) Realizing the full potential of citizen science monitoring programs. *Biological Conservation* 165:128–138





## Contact

Bioversity International  
Via dei Tre Denari, 472/a  
00054 Maccarese (Fiumicino)  
Italie  
Tel. (+39) 06 61181  
Fax. (+39) 06 6118402  
[bioversity@cgiar.org](mailto:bioversity@cgiar.org)

[www.bioversityinternational.org](http://www.bioversityinternational.org)



Bioversity International est un centre de recherche du CGIAR. Le CGIAR est un partenariat mondial de recherche pour un avenir jouissant de la sécurité alimentaire. [www.cgiar.org](http://www.cgiar.org)

Bioversity International est enregistrée en tant qu'organisation à but non lucrative 501(c)(3) aux États-Unis. Bioversity International (R.U.) est une organisation caritative reconnue. No. 1131854.

ISBN: 978-92-9255-059-2