

Approches agroécologiques et autres approches novatrices

*pour une agriculture et des systèmes alimentaires durables
propres à améliorer la sécurité alimentaire et la nutrition*

Un rapport du

Groupe d'experts de haut niveau

sur la sécurité alimentaire et la nutrition

17 juillet 2019



Rapports du Groupe d'experts

- #1 Volatilité des prix et sécurité alimentaire (2011)
- #2 Régimes fonciers et investissements internationaux en agriculture (2011)
- #3 Sécurité alimentaire et changement climatique (2012)
- #4 La protection sociale pour la sécurité alimentaire (2012)
- #5 Agrocarburants et sécurité alimentaire (2013)
- #6 Paysans et entrepreneurs: Investir dans l'agriculture des petits exploitants pour la sécurité alimentaire (2013)
- #7 La durabilité de la pêche et de l'aquaculture au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition (2014)
- #8 Pertes et gaspillages de nourriture dans un contexte de systèmes alimentaires durables (2014)
- #9 L'eau, enjeu pour la sécurité alimentaire mondiale (2015)
- #10 Développement agricole durable au service de la SAN: quels rôles pour l'élevage? (2016)
- #11 Gestion durable des forêts au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition (2017)
- #12 Nutrition et systèmes alimentaires (2017)
- #13 Partenariats multipartites pour le financement et l'amélioration de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le cadre du Programme de développement durable à l'horizon 2030 (2018)
- #14 Approches agroécologiques et autres approches novatrices pour une agriculture et des systèmes alimentaires durables propres à améliorer la sécurité alimentaire et la nutrition (2019)

Tous les rapports du Groupe d'experts sont disponibles à l'adresse <http://www.fao.org/cfs/cfs-hlpe/fr/>.

Membres du Comité directeur du Groupe d'experts (2017-2019)

Patrick Caron (Président)
Mahmoud El Solh (Vice-Président)
Martin Cole
Louise O. Fresco
Alex Godoy-Faúndez
Maria Kadlečíková
Eileen Kennedy
Muhammad Khan
Xiande Li
Paul Mapfumo
Mohammad Saeid Noori Naeini
Elisabetta Recine
Shiney Varghese
Martin Yemefack
Rami Zurayk

Membres de l'équipe de projet du Groupe d'experts

Fergus Lloyd Sinclair (Chef d'équipe)
Mary Ann Augustin
Rachel Bezner Kerr
Dilfuza Egamberdieva
Oluwole Abiodun Fatunbi
Barbara Gemmill Herren
Abid Hussain
Florence Mtambanengwe
André Luiz Rodrigues Gonçalves
Alexander Wezel

Coordonnateur du Groupe d'experts

Évariste Nicolétis

Le présent rapport du Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition a été approuvé par le Comité directeur du Groupe d'experts.

Les opinions qui y sont exprimées ne reflètent pas nécessairement l'avis officiel du Comité de la sécurité alimentaire mondiale et de ses membres et participants, ni celui du Secrétariat. Le fait qu'une société ou qu'un produit manufacturé, breveté ou non, soit mentionné ne signifie pas que le HLPE approuve ou recommande ladite société ou ledit produit de préférence à d'autres sociétés ou produits analogues qui ne sont pas cités.

La reproduction du présent rapport et sa diffusion auprès d'un large public sont encouragées. Les utilisations à des fins non commerciales seront autorisées à titre gracieux sur demande. La reproduction pour la revente ou à d'autres fins commerciales, y compris didactiques, pourra être soumise à des frais. Les demandes d'autorisation de reproduction ou de diffusion sont à adresser par courriel à copyright@fao.org avec copie à cfs-hlpe@fao.org.

Référencement bibliographique du présent rapport:

HLPE. 2019. Approches agroécologiques et autres approches novatrices pour une agriculture et des systèmes alimentaires durables propres à améliorer la sécurité alimentaire et la nutrition. Rapport du Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition du Comité de la sécurité alimentaire mondiale, Rome.

Table des matières

Avant-propos	10
Résumé et recommandations	15
Résumé.....	16
Agroécologie: des voies de transition vers des systèmes alimentaires durables	16
L'innovation au service de systèmes alimentaires durables	18
Points de vue divergents quant à la manière d'opérer la transformation des systèmes alimentaires	19
Conception d'environnements institutionnels qui accompagnent les transitions vers des systèmes alimentaires durables	22
Conclusion.....	24
Recommandations.....	25
Introduction.....	31
Contexte et objectif.....	31
Voies de transition et transformation des systèmes alimentaires	32
Structure du rapport.....	34
1 Agroécologie: des voies de transition vers des systèmes alimentaires durables.....	37
1.1 L'agroécologie: une science, un ensemble de pratiques et un mouvement social.....	37
1.1.1 L'agroécologie en tant que science	39
1.1.2 L'agroécologie comme ensemble de pratiques	43
1.1.3 L'agroécologie en tant que mouvement social	45
1.1.4 L'agroécologie comme approche novatrice pour des systèmes alimentaires durables qui améliorent la sécurité alimentaire et la nutrition	46
1.2 Les principes de l'agroécologie.....	47
1.3 Contribution des approches agroécologiques à la sécurité alimentaire et à la nutrition chez les consommateurs des pays à faible revenu	52
1.4 Aspects contestés et déficits de connaissances en matière d'agroécologie ..	54
1.4.1 Dimensions politiques et sociales de la production alimentaire	54
1.4.2 Les difficultés liées à l'étiquetage: illustration par la convergence avec l'agriculture biologique	55
1.4.3 L'agroécologie peut-elle nourrir la planète?	55
1.4.4 Systèmes de connaissances	57
1.4.5 Défis de connaissances	57
1.5 Transitions agroécologiques vers des systèmes alimentaires plus durables.	59
2 L'INNOVATION AU SERVICE DE SYSTÈMES ALIMENTAIRES DURABLES	63
2.1 L'innovation: concepts et définitions	63
2.2 Approches novatrices vers des systèmes alimentaires qui améliorent la sécurité alimentaire et la nutrition	68

2.3	Transition vers des systèmes alimentaires durables: de nouveaux concepts	77
2.3.1	L’empreinte écologique.....	77
2.3.2	L’agencéité.....	78
2.3.3	Un cadre d’exploitation des approches novatrices dans la concrétisation de la sécurité alimentaire et nutritionnelle	79
3	Les points de vue divergents sur la manière d’opérer la transformation des systèmes alimentaires	81
3.1	Dans quelle mesure les approches novatrices peuvent-elles toucher les exploitations agricoles petites et grandes?	84
3.1.1	Repenser les économies d’échelle	85
3.1.2	Dimension des exploitations agricoles et contributions à la sécurité alimentaire et la nutrition	86
3.1.3	Taille des exploitations agricoles, équité sociale et bien-être des sociétés paysannes.....	87
3.1.4	Taille des exploitations agricoles et nutrition	87
3.1.5	Taille des exploitations agricoles et innovation	87
3.1.6	Taille des exploitations agricoles, risques économiques et résilience	88
3.1.7	La taille des exploitations: un enjeu au cœur des politiques publiques.....	88
3.2	Dans quelle mesure les biotechnologies peuvent faire partie des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition?	89
3.2.1	Biotechnologies modernes, santé et nutrition.....	91
3.2.2	Biotechnologies modernes, santé et biosécurité	91
3.2.3	Biotechnologies modernes, moyens d’existence et équité.....	92
3.2.4	Les biotechnologies modernes et l’environnement	94
3.2.5	Les biotechnologies et l’agroécologie.....	94
3.2.6	Prévisions	95
3.3	Dans quelle mesure les technologies numériques sont compatibles avec les transitions vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition?	96
3.3.1	L’agriculture de précision.....	96
3.3.2	Les mégadonnées	97
3.3.3	Automatisation et plateformes web alternatives	97
3.3.4	Fracture numérique et concentration des pouvoirs: l’accès aux technologies numériques et leur contrôle.	98
3.4	Les intrants synthétiques doivent-ils être supprimés ou utilisés de manière judicieuse dans la transition vers des systèmes alimentaires durables? – l’exemple des engrais	100
3.5	Dans quelle mesure la biofortification peut-elle faire partie des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition?	102
3.5.1	Biofortification, santé et nutrition.....	103
3.5.2	Biofortification, moyens d’existence et équité.....	103
3.6	La biodiversité doit-elle être préservée dans l’agriculture ou sur les seules terres non cultivées?	104

3.7	Moyens d'encourager l'innovation en vue d'une transition vers des systèmes alimentaires durables	106
4	Conception d'environnements institutionnels qui accompagnent les transitions vers des systèmes alimentaires durables.....	109
4.1	Mesures des résultats et cadres de suivi	110
4.1.1	Évaluation des pratiques agricoles dans des contextes différents et de leur impact sur les moyens d'existence	110
4.1.2	L'intégration à l'échelle du terroir et la gestion des arbitrages et des synergies parmi les apports des services écosystémiques	113
4.1.3	Grilles de quantification et de suivi applicables à l'intégration de la production et de la consommation dans l'ensemble des systèmes alimentaires.....	117
4.2	Accompagner les transitions vers des systèmes alimentaires diversifiés et résilients	118
4.2.1	Planification de la gestion territoriale	120
4.2.2	Accès aux ressources génétiques	121
4.2.3	Promotion d'une alimentation saine et diversifiée grâce à un environnement alimentaire approprié	122
4.2.4	Appuyer des chaînes de valeur alimentaires équitables et durables	124
4.2.5	Réduction des pertes et du gaspillage de nourriture	125
4.2.6	Production et partage des connaissances.....	127
4.2.7	Investissements publics et privés dans la recherche	128
4.2.8	Partage des connaissances, formations et réponses aux priorités des collectivités.....	132
4.3	Agencéité et autonomisation	133
4.3.1	Impliquer les jeunes dans les systèmes agricoles et alimentaires	135
4.3.2	Renforcer l'autonomie des femmes et lutter contre l'inégalité entre les sexes dans les systèmes alimentaires.....	137
	Conclusion	139
	Remerciements	141
	BIBLIOGRAPHIE	142
	Annexes.....	170
A1	Approches novatrices vers des systèmes alimentaires au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition.....	171
A.	Approches fondées sur les droits, englobant la souveraineté alimentaire, l'autonomisation des femmes et le droit à l'alimentation	171
B.	Agriculture biologique	175
C.	L'agroforesterie	177
D.	La permaculture	178
E.	L'intensification durable	179
F.	L'agriculture climato-intelligente.....	180
G.	L'agriculture intégrant l'enjeu nutritionnel	181
H.	Les chaînes de valeur alimentaires durables	182
I.	Présentation synoptique des principes des différentes approches novatrices.....	183

Liste des figures

Figure 1	La sécurité alimentaire et la nutrition dans un cadre fondé sur les droits de l'homme	33
Figure 2	Évolution historique de l'agroécologie	42
Figure 3	Cinq niveaux de transition vers des systèmes alimentaires durables et principes de l'agroécologie correspondants.....	61
Figure 4	Multiplécité des voies de transition	76
Figure 5	Cadre des approches novatrices des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et nutritionnelle (SAN)	79
Figure 6	Dimensions des systèmes alimentaires, obstacles aux transitions vers des systèmes alimentaires durables et questions controversées	83
Figure 7	Coordination entre les acteurs publics et privés dans la production de connaissances et le co-apprentissage destinés à favoriser l'innovation vers des systèmes alimentaires durables	107
Figure 8	Influence des mécanismes de gouvernance des secteurs public et privé sur l'innovation.....	110
Figure 9	Division du travail dans les plantations en cuvettes et dans les pratiques culturelles traditionnelles.....	112
Figure 10	Comparer la rentabilité de la mangrove avec celle des crevettes: comptabilisation des services écosystémiques non commercialisés	114
Figure 11	Évolution des superficies consacrées à l'agriculture biologique au plan mondial (2000-2017)	176
Figure 12	Croissance de l'agriculture biologique par continent (2009-2017)	177
Figure 13	Progression du nombre des producteurs biologiques dans le monde (2000-2017)	177
Figure 14	Cycle des projets du Groupe d'experts de haut niveau	190

Liste des définitions

Définition 1	Science transdisciplinaire	39
Définition 2	Une approche agroécologique pour des systèmes alimentaires durables qui améliorent la sécurité alimentaire et la nutrition	47
Définition 3	Une innovation qui favorise les transitions vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition	65
Définition 4	Approches novatrices des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition	69
Définition 5	Empreinte écologique des systèmes alimentaires	77
Définition 6	Agencéité.....	78

Liste des équations

Équation 1	Le paramètre de la multifonctionnalité dans le taux d'équivalence en superficie de cultures (LERM): pour une mesure intégrale des résultats de l'agriculture aux échelles des paysages	116
------------	--	-----

Liste des tableaux

Tableau 1	Ensemble concis de 13 principes agroécologiques	49
Tableau 2	Combinaison des principes façonnant les transitions vers des systèmes alimentaires durables pour la sécurité alimentaire et la nutrition	70

Tableau 3	Approches novatrices des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et nutritionnelle: continuum multidimensionnel	72
Tableau 4	Comparaison des différentes approches novatrices vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition	75
Tableau 5	Ensemble complet des principes des différentes approches d'innovation vers la sécurité alimentaire et la nutrition	185

Liste des encadrés

Encadré 1	Les droits de l'homme en tant que cadre général	33
Encadré 2	SAN et systèmes alimentaires durables	34
Encadré 3	Plusieurs définitions de l'agroécologie	39
Encadré 4	Agriculture urbaine	40
Encadré 5	Pratiques agroécologiques de lutte contre la chenille légionnaire d'automne en Afrique	44
Encadré 6	Système traditionnel de culture riz-poisson-canard dans les rizières en terrasses des Hani, dans le sud-ouest de la Chine	45
Encadré 7	<i>Rede Ecovida</i> dans le sud du Brésil	46
Encadré 8	Zero Budget Natural Farming – Expansion de l'agroécologie en Inde	50
Encadré 9	Des recherches agroécologiques participatives pour améliorer la sécurité alimentaire et la nutrition au Malawi	51
Encadré 10	Approche territoriale des systèmes alimentaires durables: <i>la vallée de la Drôme-Diois</i> (France)	60
Encadré 11	Sélection participative du sorgho au Burkina Faso	68
Encadré 12	Le «Programme Faim Zéro» (« <i>Fome Zero</i> »): relier les programmes d'approvisionnement alimentaire institutionnel au développement rural durable au Brésil	84
Encadré 13	Modèles de pâturage contractuel en Californie	88
Encadré 14	Impacts du coton Bt sur les moyens d'existence et l'équité	93
Encadré 15	Les plateformes TIC au service du partage de l'alimentation en zone urbaine et de la réduction des gaspillages	98
Encadré 16	<i>Le zai</i>	101
Encadré 17	Répercussions différentes sur les hommes et les femmes de l'adoption de modes de plantation en cuvettes au Kenya	112
Encadré 18	Un regard neuf sur la viabilité économique des conversions de mangroves en élevage de crevettes en Thaïlande	114
Encadré 19	Étude de cas: la transformation agroécologique de Cuba	120
Encadré 20	Exemple de transition agroécologique territoriale au Brésil	121
Encadré 21	Trois fonctions proposées pour un observatoire mondial de l'édition génétique	122
Encadré 22	Nourrir les villes: quels systèmes alimentaires durables en milieu urbain?	124
Encadré 23	L'agroécologie urbaine à Quito (Équateur): emplois et alimentation pour les catégories marginalisées	125
Encadré 24	Adaptation agroécologique au changement climatique à Chololo (République-Unie de Tanzanie)	128
Encadré 25	Préservation par l'agroécologie de cultures en déclin: le cas du pois bambara	129
Encadré 26	Réseaux reliant producteurs et scientifiques: le cas de MASIPAG aux Philippines	131
Encadré 27	Une collaboration multipartite fructueuse dans le développement de multiples fonctions des agroécosystèmes et le maintien des paysages éco-agricoles en Chine.	134
Encadré 28	Politiques et initiatives publiques de transition vers des systèmes alimentaires durables en Europe recourant à l'agroécologie	135
Encadré 29	Des jeunes s'impliquant dans les approches agroécologiques	136

Encadré 30	Intégration de la parité hommes-femmes dans l'approche de chaîne de valeur durable des mils secondaires en Inde	138
Encadré 31	Justice alimentaire et agroécologie chez les jeunes aux Etats-Unis d'Amérique	175
Encadré 32	Systèmes participatifs de garantie.....	183

AVANT-PROPOS

Le Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition (HLPE) est l'interface entre science et politiques du Comité des Nations Unies sur la sécurité alimentaire mondiale (CSA), qui est, au niveau mondial, la principale plateforme internationale et intergouvernementale, ouverte et s'appuyant sur une démarche scientifique au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition.

Les rapports du HLPE offrent une base factuelle commune permettant d'étayer le processus multipartite de convergence des politiques au sein du CSA. Le HLPE s'efforce de donner, dans ses rapports, une vue d'ensemble complète des sujets sélectionnés par le CSA, en s'appuyant sur les données scientifiques disponibles les plus fiables et en prenant en considération différentes formes de savoir. Il s'attache à faire la lumière sur les informations et les connaissances contradictoires, à expliquer les contextes et les raisonnements dans lesquels s'inscrivent les controverses et à mettre en évidence les nouveaux enjeux. Ses rapports sont l'aboutissement d'un dialogue ouvert et constant entre les experts du HLPE (membres du Comité directeur, équipe de projet, évaluateurs externes) et un large éventail de détenteurs de connaissances à travers le monde, ce qui contribue à jeter des ponts entre régions et pays, entre disciplines scientifiques et expériences professionnelles.

Le système alimentaire mondial est à la croisée des chemins. Un réaménagement profond est nécessaire à toutes les échelles pour faire face aux évolutions démographiques, à la pression croissante et à la concurrence sur les ressources renouvelables, aux conséquences de plus en plus graves des changements climatiques et à l'appauvrissement de la biodiversité. Un tel réaménagement de la production et des modes de production, de transformation, de transport et de consommation est nécessaire pour atteindre l'objectif de développement durable n° 2 (ODD2) et pour «éliminer la faim et toutes les formes de malnutrition» d'ici à 2030, en s'appuyant sur les quatre piliers de la sécurité alimentaire et de la nutrition (SAN).

Les systèmes agricoles et alimentaires mondiaux ne répondent pas aux attentes du monde en matière de durabilité. Par delà les baisses et les augmentations et malgré l'augmentation des disponibilités alimentaires mondiales, le nombre de personnes souffrant de la faim n'a guère évolué au cours des quarante dernières années. Le nombre de personnes sous-alimentées dans le monde était de 821 millions en 2018. C'est d'autant plus difficile à accepter quand on considère que la majorité d'entre elles sont des producteurs de denrées alimentaires et des travailleurs aux conditions de travail précaires et difficiles, affectés par les impacts économiques directs et indirects des systèmes alimentaires. En outre, la malnutrition, sous ses différentes formes (dénutrition, carences en micronutriments, surpoids et obésité), touche désormais tous les pays. Une personne sur trois souffre de malnutrition et, si les tendances actuelles se maintiennent, c'est une personne sur deux qui pourrait être touchée d'ici à 2030.

Ces tensions risquent d'être exacerbées par le fait que les systèmes alimentaires continueront à être confrontés à des défis complexes et de plus en plus importants, notamment les changements démographiques et climatiques, l'instabilité politique, les conflits et la pression accrue exercée sur les ressources naturelles (terre, eau, biodiversité, etc.) et sur les fonctions écosystémiques.

Des systèmes alimentaires durables sont nécessaires pour assurer une production alimentaire suffisante et réduire les pertes et le gaspillage, tout en préservant la santé humaine et la santé de l'environnement ainsi que la stabilité politique et en améliorant les moyens de subsistance avec des conséquences environnementales réduites.

Dans le même temps, la dimension politique des systèmes alimentaires suscite de plus en plus d'inquiétudes, notamment au regard de la concentration dans les secteurs de l'industrie et de la distribution, des déséquilibres de pouvoir et du manque de démocratie dans leur gouvernance, du manque de transparence et de redevabilité et des problèmes d'accès et de maîtrise des ressources naturelles, dont le foncier, l'eau, l'énergie et les ressources génétiques.

Les approches novatrices, agroécologiques et autres, sont donc, de plus en plus, appelées à jouer un rôle plus important dans la concrétisation de la SAN au niveau mondial. Ils sont de plus en plus présents dans les débats sur le développement durable en raison de leur ambition de lier durabilité environnementale et innovation sociale, production et consommation, préoccupations mondiales et dynamiques locales, en soutenant des solutions adaptées localement basées sur la participation et la mobilisation des connaissances locales.

C'est dans ce contexte que, en octobre 2017, le Comité des Nations Unies sur la sécurité alimentaire mondiale (CSA) a demandé au HLPE de produire un rapport sur les «Approches agroécologiques et autres innovations pour une agriculture et des systèmes alimentaires durables qui renforcent la sécurité alimentaire et la nutrition» pour éclairer ses discussions en séance plénière au cours de sa quarante-sixième session, en octobre 2019, afin de mieux comprendre les rôles que peuvent jouer les approches, pratiques et technologies novatrices, dont l'agroécologie.

Ce rapport et les recommandations qu'il contient visent à présenter aux décideurs, dans les différentes «sphères de la société», des preuves de la contribution potentielle des approches, pratiques et technologies novatrices – agroécologiques et autres – à la conception et à la mise en œuvre de systèmes alimentaires durables qui contribuent à la SAN.

Les concepts fondamentaux dans ce rapport sont ceux de *transition* et de *transformation*. Dans cette perspective dynamique, le HLPE explore la contribution potentielle des approches, pratiques et technologies novatrices, notamment agroécologiques.

Des transitions sont en effet nécessaires pour façonner la profonde transformation des systèmes alimentaires, pour adapter le paradigme économique, environnemental, politique et technologique, les règles, les institutions et les pratiques devenues de plus en plus incompatibles avec les attentes actuelles et futures, pour forcer les «verrous» et dépasser le «*statu quo*».

Dans certains de ses précédents rapports, le HLPE avait souligné la très grande diversité des systèmes alimentaires entre différents pays et au sein de chaque pays. Ces systèmes alimentaires s'inscrivent dans différents contextes environnementaux, socioculturels et économiques et font face à des défis très divers. Par conséquent, les acteurs doivent concevoir des voies de transition vers des systèmes alimentaires durables qui soient adaptées et propres à chaque contexte. Comme il a déjà été indiqué dans des rapports précédents, ces voies de transition spécifiques associent des interventions techniques, des investissements ainsi que des politiques et instruments destinés à les accompagner. Elles font participer des acteurs divers à différentes échelles. Cependant, il est nécessaire de procéder de manière coordonnée et intégrée à des transitions adéquates progressives aux échelles locales et à des modifications plus structurelles des institutions et des normes à plus grande échelle pour parvenir à transformer les systèmes alimentaires dans une optique de sécurité alimentaire et de développement durable. Les approches agroécologiques et autres approches novatrices attirent également l'attention car elles sont de nature à contribuer à la conception de processus interdépendants spécifiques à une échelle donnée.

Pour répondre à l'ambition et aux attentes inhérentes à la demande du CSA, le rapport analyse les nombreuses expériences et données disponibles. Il souligne le potentiel et les limites de la technologie, ainsi que les lacunes dans les connaissances. Il explore également les controverses. L'intention n'est pas de résoudre celles-ci, mais d'en cerner précisément la nature et de mettre en évidence les points de vue, discours et valeurs divergents pouvant apporter des perspectives différentes à un objectif commun. Il s'agit plutôt de dépasser des dualités potentiellement stériles et de mieux formuler les choix à faire. Le rapport examine enfin la conception d'environnements institutionnels susceptibles d'encourager les voies de transition nécessaires à la refonte attendue des systèmes alimentaires.

On trouvera réunies dans le présent rapport des visions à la fois très différentes et très controversées de l'avenir de l'humanité. À ce titre, c'est certainement l'un des rapports les plus complexes qu'ait publié le HLPE depuis sa création, en 2010. Il constitue donc une étape dans un processus ouvert qui ambitionne de se mesurer collectivement aux défis de la durabilité. Comprendre et évaluer les questions qui alimentent le débat est essentiel pour permettre aux décideurs de concevoir et de mettre en œuvre des modalités concrètes pour parvenir à des systèmes alimentaires durables à différentes échelles. Mon souhait le plus sincère est que la médiation scientifique et l'expertise réunie et organisée pour l'élaboration du présent rapport puissent contribuer efficacement à la SAN et au développement durable à toutes les échelles.

Ce quatorzième rapport complète et renforce les messages transmis au Forum politique de haut niveau pour le développement durable (FPHN) en juillet 2017 au siège de l'Organisation des Nations Unies par la contribution du HLPE à l'examen approfondi de la concrétisation de l'ODD2. Il permet de reconnaître les principaux réaménagements récents dans les priorités mondiales: d'une part, la nécessité de ne pas se limiter à la notion de production alimentaire et de prendre en compte les systèmes alimentaires dans leur ensemble pour traiter la question de la sécurité alimentaire et de la nutrition; de l'autre, l'importance de considérer les systèmes alimentaires comme un levier important pour réaliser le Programme de développement durable à l'horizon 2030 dans son intégralité.

Alors que je quitterai bientôt le Comité directeur du HLPE, je voudrais saluer ici les efforts de mes prédécesseurs et les contributions de mes collègues à l'écriture de cette page d'histoire. Dix ans après la réforme du CSA et la création du HLPE, il est temps d'évaluer cet apport et de regarder vers l'avenir. Mon souhait le plus profond est de mettre en place la capacité et l'intelligence collectives nécessaires pour concevoir une perspective lucide éclairée par toutes les publications précédentes du HLPE. Réfléchir à l'état actuel des connaissances, mettre en évidence les principaux domaines de consensus et de controverse, ainsi que les principaux défis, lacunes et incertitudes, tel serait notre héritage, qui confirmerait l'ambition visionnaire du HLPE consistant à organiser une interface science-politiques unique en son genre pour concrétiser la sécurité alimentaire, la nutrition et les objectifs de développement durable.

Au nom du Comité directeur du HLPE, je voudrais saluer l'engagement et l'implication de tous les experts qui ont participé à l'élaboration de ce rapport, en particulier le chef de l'équipe du projet, Fergus Lloyd Sinclair (Royaume-Uni) et les autres membres de l'équipe: Mary Ann Augustin (Australie), Rachel Bezner Kerr (Canada), Dilfuza Egamberdieva (Ouzbékistan), Oluwole Abiodun Fatunbi (Nigéria), Barbara Gemmill Herren (États-Unis d'Amérique, Suisse), Abid Hussain (Pakistan), Florence Mtambanengwe (Zimbabwe), André Luiz Rodrigues Gonçalves (Brésil), Alexander Wezel (Allemagne).

Je voudrais féliciter et remercier le secrétariat du HLPE pour son soutien précieux aux travaux du HLPE.

Le présent rapport a également grandement profité des suggestions d'examineurs externes et des commentaires fournis par un nombre encore plus grand que d'habitude d'experts et d'institutions, tant sur son champ d'étude que sur la version préliminaire du rapport.

Enfin et surtout, je tiens à témoigner ma gratitude envers les partenaires qui apportent un soutien financier efficace et continu au travail du HLPE, de manière totalement désintéressée, et contribuent ainsi à maintenir l'impartialité, l'objectivité et la qualité largement reconnue de ses travaux et rapports.

Grâce à ce degré élevé d'expertise et d'engagement, je suis convaincu que ce rapport riche et exhaustif servira à étayer un processus de convergence politique encore plus riche et contribuera, en fin de compte, à lever les blocages et à inspirer des pistes prometteuses en développant une compréhension commune des défis essentiels auxquels l'humanité doit faire face.

Patrick Caron



Président

du Comité directeur du Groupe d'experts de haut niveau,
24 juin 2019

RÉSUMÉ ET RECOMMANDATIONS

Les systèmes alimentaires sont à la croisée des chemins. Une profonde transformation s'impose afin de réaliser le Programme 2030 et concrétiser la sécurité alimentaire et la nutrition dans leurs quatre dimensions – disponibilité, accès, utilisation et stabilité –, mais aussi pour relever des défis complexes et multidimensionnels tels que l'accroissement de la population mondiale, l'urbanisation et le changement climatique, qui exercent une pression accrue sur les ressources naturelles, avec des répercussions sur les terres, les eaux et la biodiversité. Le HLPE a déjà développé dans ses précédents rapports cette question sous divers angles, et le caractère impératif de cette transformation est aujourd'hui largement admis. La transformation aura une profonde influence sur ce que les personnes mangent et sur la façon dont les aliments sont produits, transformés, transportés et vendus.

C'est dans ce contexte qu'en octobre 2017 le Comité de la sécurité alimentaire mondiale (CSA) a demandé à son Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition de produire un rapport sur les «Approches agroécologiques et autres innovations pour une agriculture durable et des systèmes alimentaires qui améliorent la sécurité alimentaire et la nutrition», afin d'éclairer les débats de la quarante-sixième session du CSA, qui se tiendra en octobre 2019.

Dans ce rapport, le HLPE étudie la nature des approches agroécologiques et autres approches novatrices ainsi que leurs contributions potentielles à la formulation de voies de transition vers des systèmes alimentaires durables qui améliorent la sécurité alimentaire et la nutrition. Le HLPE adopte un point de vue dynamique, à plusieurs échelles, axé sur les notions de transition et de transformation. De nombreuses transitions sont nécessaires dans des systèmes de production particuliers et tout au long de la chaîne de valeur alimentaire pour accomplir une transformation majeure de l'ensemble des systèmes alimentaires. La transformation souhaitée du système alimentaire mondial impose d'opérer à la fois des transitions progressives à petite échelle et des changements structurels des institutions et des normes à plus grande échelle, en procédant de façon coordonnée et intégrée.

Comme le HLPE le soulignait dans son rapport de 2016, les voies de transition combinent des interventions techniques, des investissements, ainsi que des politiques et autres instruments porteurs, qui font intervenir des acteurs divers à différents niveaux. Le HLPE insistait également dans ses précédents rapports (2016, 2017) sur la diversité des systèmes alimentaires d'un pays à l'autre et dans chaque pays. Ces systèmes s'inscrivent dans des contextes environnementaux, socioculturels et économiques différents et doivent relever des défis très divers. Leurs acteurs vont donc devoir élaborer des voies propres à chaque contexte pour permettre le passage à des systèmes alimentaires durables. Dépassant cette spécificité contextuelle, le HLPE recensait, dans son rapport de 2016, trois principes opérationnels interdépendants, déterminant les voies de transition vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition, à savoir: i) améliorer l'efficacité d'utilisation des ressources; ii) renforcer la résilience; et iii) assurer l'équité/la responsabilité sociale.

Le présent rapport part de la reconnaissance des droits humains comme base de la durabilité des systèmes alimentaires. Il considère que les sept principes PANTHER (acronyme de leurs intitulés en anglais) – Participation, Obligation de rendre compte, Non-discrimination, Transparence, Dignité humaine, Autonomisation et Application du droit – devraient guider les mesures individuelles et collectives prises à différentes échelles pour agir sur les quatre dimensions de la sécurité alimentaire et de la nutrition.

Ce rapport et ses recommandations ont pour objet d'aider les décideurs, dans les administrations et les organisations internationales, les instituts de recherche, le secteur privé et les organisations de la société civile, à concevoir et à mettre en œuvre des voies concrètes de transition vers des systèmes alimentaires plus durables à différentes échelles, du niveau local (exploitation, communauté, paysage) aux niveaux national, régional et mondial.

Résumé

Agroécologie: des voies de transition vers des systèmes alimentaires durables

1. L'agroécologie est un concept dynamique qui a pris de l'importance dans les débats scientifiques, agricoles et politiques ces dernières années. Elle est de plus en plus présentée comme une solution qui peut contribuer à transformer les systèmes alimentaires, en appliquant les principes écologiques à l'agriculture et en veillant à une utilisation régénérative des ressources naturelles et des services écosystémiques, tout en répondant au besoin de systèmes alimentaires socialement équitables dans lesquels les individus peuvent exercer un choix quant aux aliments qu'ils consomment et à la manière dont ceux-ci sont produits. L'agroécologie réunit une science, un ensemble de pratiques et un mouvement social, et a commencé ces dernières décennies à élargir sa portée: initialement axée sur les champs et les exploitations agricoles, elle englobe aujourd'hui des systèmes agricoles et alimentaires entiers. Elle se présente maintenant comme un domaine transdisciplinaire qui couvre l'ensemble des dimensions écologique, socioculturelle, technologique, économique et politique des systèmes alimentaires, de la production à la consommation.
2. L'agroécologie traverse les frontières entre les domaines et combine différentes disciplines scientifiques pour trouver des solutions aux problèmes du monde réel, dans le cadre d'un partenariat avec de multiples parties prenantes, en tenant compte de leurs savoirs locaux et de leurs valeurs culturelles et en adoptant une approche réfléchie et itérative qui favorise un co-apprentissage chez les chercheurs et les praticiens, ainsi qu'une diffusion horizontale des connaissances entre les agriculteurs ou d'autres acteurs tout au long de la filière alimentaire. Initialement, cette science était axée sur la compréhension des pratiques agricoles de terrain qui utilisent peu d'intrants externes, favorisent une forte agrobiodiversité et mettent l'accent sur le recyclage des éléments nutritifs et la préservation de la santé des sols et des animaux, en gérant en particulier les interactions entre les différentes composantes ainsi que la diversification économique. Elle s'est ensuite étendue aux processus à l'échelle des paysages, englobant l'écologie de ces derniers, puis, plus récemment, la science sociale et l'écologie politique relatives au développement de systèmes alimentaires équitables et durables.
3. Les pratiques agroécologiques mettent à profit, préservent et améliorent les processus biologiques et écologiques dans la production agricole, afin de réduire l'utilisation d'intrants commerciaux (combustibles fossiles et produits agrochimiques, notamment) et de constituer des écosystèmes agricoles plus diversifiés, plus résilients et plus productifs. Les systèmes agroécologiques privilégient, entre autres: la diversification; les cultures mixtes; les cultures intercalaires; les mélanges de cultivars; les techniques de gestion des habitats, pour favoriser la biodiversité associée aux cultures; la lutte biologique contre les ravageurs; l'amélioration de la structure et de la santé des sols; la fixation biologique de l'azote et le recyclage des nutriments, de l'énergie et des déchets.
4. Il n'existe pas d'ensemble de pratiques de référence pouvant être étiqueté comme «agroécologique», ni de limite claire universellement admise quant à ce qui est agroécologique et ce qui ne l'est pas. En revanche, on peut classer les pratiques agricoles sur une échelle agroécologique en déterminant dans quelle mesure les principes agroécologiques sont appliqués au plan local. En pratique, on cherche à mettre en évidence dans quelle mesure ces pratiques: i) reposent sur des processus écologiques plutôt que sur des intrants commerciaux; ii) sont équitables, respectueuses de l'environnement, adaptées aux conditions locales et contrôlées et iii) adoptent une approche systémique qui s'attache à gérer les interactions entre les éléments, au lieu de se cantonner à des techniques spécifiques.
5. Les mouvements sociaux liés à l'agroécologie sont fréquemment apparus en réponse à des crises agraires, et ont souvent agi conjointement avec des initiatives plus larges visant à introduire des changements à grande échelle dans l'agriculture et les systèmes alimentaires. L'agroécologie est devenue le cadre politique général dans lequel un grand nombre de mouvements sociaux et d'organisations paysannes dans le monde défendent leurs droits collectifs et prônent une diversité de systèmes agricoles et alimentaires adaptés aux conditions locales et mis en place principalement par des petits producteurs. Ces mouvements sociaux montrent combien il est nécessaire d'établir un lien solide entre l'agroécologie, le droit à une

nourriture adéquate et la souveraineté alimentaire. Ils présentent l'agroécologie comme une bataille politique, pour laquelle chacun doit remettre en question et transformer les structures de pouvoir dans la société.

6. De nombreux travaux scientifiques ont tenté de définir les principes de l'agroécologie. Le présent rapport propose un ensemble concis de 13 principes agroécologiques liés aux sujets suivants: recyclage; réduction de l'utilisation d'intrants; santé du sol; santé et bien-être des animaux; biodiversité; effets de synergie (gestion des interactions); diversification économique; production conjointe de connaissances (connaissances autochtones et connaissances scientifiques mondiales); valeurs sociales et types d'alimentation; équité; connectivité; gouvernance des terres et des ressources naturelles; et participation.
7. Une approche agroécologique des systèmes alimentaires durables privilégie l'utilisation des processus naturels, limite le recours à des intrants externes, favorise les cycles fermés ayant des externalités négatives minimales, souligne l'importance des connaissances locales et des processus participatifs, qui permettent d'élaborer des savoirs et des pratiques à partir de l'expérience, ainsi que des méthodes scientifiques, et met en avant la nécessité de lutter contre les inégalités sociales. Elle a de profondes conséquences sur le plan de l'organisation de la recherche, de l'enseignement et de la vulgarisation. Elle tient compte du fait que les systèmes agroalimentaires sont liés aux systèmes socioécologiques, de la production des aliments à leur consommation, en passant par toutes les étapes intermédiaires. Une approche agroécologique s'appuie sur une science, des pratiques et un mouvement social, ainsi que sur l'intégration de ces éléments en un seul et même objet, afin de traiter les questions de sécurité alimentaire et de nutrition.
8. L'agroécologie est pratiquée et défendue sous diverses formes, adaptées aux contextes locaux, par un grand nombre d'agriculteurs et d'autres acteurs des systèmes alimentaires dans le monde entier. Leur expérience alimente un débat continu sur la contribution que peuvent apporter les approches agroécologiques à la conception de systèmes alimentaires durables qui assurent la sécurité alimentaire et la nutrition à tous les niveaux. Ce débat s'organise autour des trois problèmes critiques suivants: i) quelle quantité d'aliments faut-il produire pour assurer la sécurité alimentaire et la nutrition? (la question étant de savoir s'il s'agit principalement d'un problème de disponibilités ou plutôt d'un problème d'accès et d'utilisation); ii) les systèmes agricoles agroécologiques ont-ils une capacité de production suffisante pour répondre à la demande alimentaire mondiale? iii) comment mesurer les résultats des systèmes alimentaires en tenant compte des nombreuses externalités environnementales et sociales qui ont souvent été négligées dans les évaluations des systèmes agricoles et alimentaires réalisées par le passé?
9. Il n'existe pas de définition unique et consensuelle de l'agroécologie qui soit partagée par tous les acteurs concernés, ni d'accord sur tous les aspects que recouvre ce concept. Il est donc difficile de déterminer exactement ce qui est agroécologique et ce qui ne l'est pas, mais ce flou permet également d'élaborer des approches agroécologiques adaptées aux contextes locaux. Il peut y avoir des désaccords et des avis divergents entre les scientifiques et les mouvements sociaux sur la question de savoir s'il est essentiel que l'agroécologie intègre des dimensions sociales et politiques pour être réellement transformatrice, et si ces dimensions doivent être dissociées des pratiques et techniques agroécologiques à l'échelle du champ et de l'exploitation. Des initiatives visant à définir les pratiques agricoles qui sont agroécologiques et celles qui ne le sont pas se font jour, et s'accompagnent de discussions sur la convergence ou la divergence avec l'agriculture biologique, qui est plus prescriptive, et sur l'élaboration et l'utilisation de systèmes de certification.
10. Il y a eu beaucoup moins d'investissements dans les travaux de recherche portant sur les approches agroécologiques que dans ceux consacrés à d'autres approches novatrices, d'où un important déficit de connaissances, notamment en ce qui concerne: les rendements et résultats relatifs des pratiques agroécologiques comparées à d'autres solutions selon les contextes; la manière dont l'agroécologie peut être reliée aux politiques publiques; les incidences économiques et sociales de l'adoption d'approches agroécologiques; la contribution de ces approches au renforcement de la résilience face au changement climatique; et les moyens d'accompagner les transitions vers des systèmes alimentaires agroécologiques, et notamment de surmonter les blocages et de prévenir les risques susceptibles de faire obstacle à ces évolutions.

11. Gliessman (2007) a défini cinq phases dans les transitions agroécologiques vers des systèmes alimentaires plus durables. Les trois premières sont mises en œuvre au niveau des écosystèmes agricoles et consistent à: i) augmenter l'efficacité de l'utilisation des intrants; ii) remplacer les intrants et les pratiques classiques par des solutions agroécologiques et iii) reconcevoir l'écosystème agricole à partir d'un nouvel ensemble de processus écologiques; les deux dernières phases concernent le système alimentaire dans son ensemble et visent à: iv) rétablir un lien plus direct entre les producteurs et les consommateurs et v) mettre en place un nouveau système alimentaire mondial fondé sur la participation, les spécificités locales, l'équité et la justice. Les deux premières phases procèdent par paliers, mais les trois autres impliquent une transformation plus profonde.

L'innovation au service de systèmes alimentaires durables

12. Dans le rapport, le terme **innovation** désigne le processus par lequel les individus, les communautés ou les organisations apportent des changements à la conception, à la production ou au recyclage des biens et des services, ainsi qu'à l'environnement institutionnel. Il désigne également les changements produits par ce processus. L'innovation englobe les modifications des pratiques, des normes, des marchés et des dispositifs institutionnels susceptibles de favoriser de nouveaux réseaux de production alimentaire, de transformation, de distribution et de consommation qui pourront remettre en question l'état des choses.
13. Les **systèmes d'innovation** sont les réseaux d'organisations, de communautés, d'entreprises et d'individus dans lesquels les changements sont opérés et diffusés. Les **plateformes d'innovation** sont des initiatives qui réunissent diverses parties prenantes en vue de créer un espace de co-apprentissage et d'action collective pour appuyer les transitions vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et la nutrition.
14. Les conceptions traditionnelles de l'innovation dans l'agriculture ont souvent été axées sur l'introduction et la diffusion de nouvelles technologies. Récemment, l'accent a été mis sur: i) des systèmes inclusifs et participatifs de gouvernance de l'innovation; ii) la coproduction et le partage d'informations et de connaissances au sein des communautés et des réseaux; et iii) une innovation responsable, tournée vers les questions sociales.
15. Les innovations dans les systèmes agricoles et alimentaires se distinguent de celles qu'on voit dans de nombreux autres secteurs en raison du rôle central qu'y jouent les processus écologiques et les interactions sociales. L'adaptation aux conditions environnementales et sociales locales est donc un aspect essentiel du processus d'innovation. Les producteurs d'aliments connaissent parfaitement les écosystèmes agricoles dans lesquels ils opèrent, et les systèmes d'innovation dans l'alimentation et l'agriculture peuvent donc s'appuyer fortement sur les connaissances et les pratiques locales.
16. Le rapport présente différentes approches, novatrices, des systèmes alimentaires durables, en les classant dans les deux grandes catégories suivantes: i) **intensification durable des systèmes de production et approches connexes** (agriculture climato-intelligente, agriculture intégrant l'enjeu nutritionnel et chaînes de valeur alimentaires durables, notamment), processus qui implique généralement des transitions progressives vers des systèmes alimentaires durables; et ii) **approches agroécologiques et approches connexes** (agriculture biologique, agroforesterie et permaculture, notamment), considérées par certaines parties prenantes comme plus transformatrices. La première catégorie repose sur l'hypothèse selon laquelle, pour faire face aux défis futurs, il faudra augmenter de manière durable la productivité par unité de surface – ce que l'on désigne par l'expression «intensification durable» –, tandis que la deuxième s'attache à réduire les intrants et à favoriser la diversité, en parallèle avec une transformation sociale et politique axée sur l'amélioration de la santé écologique et humaine et sur les questions d'équité et de gouvernance.
17. Le rapport met en évidence les points de convergence et de divergence entre ces différentes approches novatrices, en fondant son analyse comparative sur les neuf caractéristiques suivantes: i) production régénérative, recyclage et efficacité; ii) biodiversité, effets de synergie et intégration; iii) diversification économique contre spécialisation; iv) atténuation du changement climatique et adaptation à ses effets; v) génération et diffusion de connaissances; vi) équité; vii) intensification de la main-d'œuvre contre intensification du capital; viii) connectivité contre mondialisation; et ix) gouvernance et participation. Chaque caractéristique est décrite de manière dynamique comme un éventail de différentes positions possibles entre deux pôles opposés.

18. L'intensification durable et les approches connexes sont considérées comme apportant la plus importante contribution à la sécurité alimentaire et à la nutrition – en renforçant les disponibilités et la stabilité – et aux principes opérationnels d'efficacité d'utilisation des ressources et de résilience. Les approches agroécologiques et les approches voisines, de leur côté, contribuent de manière importante aux dimensions de la sécurité alimentaire et de la nutrition liées à l'accès et à l'utilisation, ainsi qu'au troisième principe fondé sur l'équité sociale et la responsabilité. La participation et l'autonomisation occupent une place centrale dans ces approches.
19. La présente analyse a mis en évidence qu'il pourrait être utile d'ajouter l'empreinte écologique comme quatrième principe opérationnel, afin que les systèmes alimentaires durables tiennent dûment compte de la manière dont les modes de consommation influent sur ce qui est produit et du fait que les pratiques associées à des processus de dégradation ou de régénération sur le plan écologique ont des incidences qui vont au-delà de celles liées à l'efficacité d'utilisation des ressources, car les pratiques qui utilisent les ressources de façon efficace peuvent néanmoins entraîner une dégradation de l'environnement. L'empreinte écologique correspond à l'effet sur l'environnement de la nourriture consommée par un groupe donné d'individus, mesuré sur la base de la surface bioproductive et de la quantité d'eau nécessaires pour la production et pour l'assimilation des déchets générés. Elle entre dans l'évaluation de la durabilité, et son évolution dans le temps permet de déterminer si des transitions vers des systèmes alimentaires durables sont en train de s'opérer.
20. L'analyse comparative des approches a également montré qu'on pourrait envisager d'ajouter le nouveau concept d'«agencéité», en tant que cinquième pilier de la sécurité alimentaire et de la nutrition, afin de saisir l'importance de la participation des individus aux prises de décisions afférentes à la manière dont les aliments qu'ils consomment sont produits, transformés, stockés, transportés et vendus. L'«agencéité» désigne la capacité des personnes – individuellement ou collectivement – de définir les systèmes alimentaires et les résultats nutritionnels qu'elles souhaitent et d'agir et de faire des choix de vie stratégiques pour les obtenir.

Points de vue divergents quant à la manière d'opérer la transformation des systèmes alimentaires

21. Le HLPE définit dans le rapport cinq grands groupes de facteurs interdépendants qui peuvent constituer des obstacles à l'innovation: i) facteurs en rapport avec la gouvernance; ii) facteurs économiques; iii) facteurs en rapport avec les connaissances; iv) facteurs sociaux et culturels; et v) facteurs en rapport avec les ressources.
22. Un consensus se dessine à l'échelle mondiale sur la nécessaire transformation de l'agriculture et des systèmes alimentaires, mais pas sur les approches novatrices qu'il conviendrait de promouvoir pour la favoriser. Les six controverses exposées dans le rapport sont présentées brièvement dans les paragraphes ci-après. Elles mettent en évidence les principales différences entre les approches novatrices qui influent à la fois sur l'action des éléments moteurs en matière d'innovation et sur les obstacles potentiels aux transitions. Ces débats portent sur les sujets suivants: i) la taille des entreprises agricoles; ii) le déploiement des biotechnologies modernes; iii) le déploiement des technologies numériques; iv) l'utilisation des engrais de synthèse; v) la biofortification; et vi) les stratégies de conservation de la biodiversité. Il est essentiel d'analyser ces questions afin de cerner les points de blocage possibles et d'élaborer des recommandations pertinentes sur les solutions les plus appropriées.
23. Il est de plus en plus reconnu que les économies d'échelle dans l'agriculture dépendent du contexte et varient en fonction de la manière dont les externalités environnementales et sociales sont prises en compte dans le système de mesure des résultats. Les petites exploitations agricoles nécessiteront souvent davantage de main-d'œuvre que de capital et, si les rendements globaux (évalués à l'aide du taux d'équivalence en superficie de cultures) peuvent être élevés dans le cas de polycultures, le rendement d'une culture de base unique sera fréquemment inférieur à celui des monocultures pratiquées à grande échelle. Les économies d'échelle, qui sont parfois rendues possibles par les cadres réglementaires, les subventions et les coûts évités des externalités (incidence de la pollution, diminution du carbone du sol ou réduction de l'emploi rural), nécessiteraient des interventions visant à remédier aux dysfonctionnements des marchés, qui entraînent une dégradation continue des écosystèmes agricoles liée à l'augmentation de l'échelle d'exploitation. La diversité a été parfois associée aux exploitations de petite taille, mais l'agriculture à grande échelle commence elle aussi à expérimenter des transitions vers des

pratiques plus agroécologiques, au moyen d'une diversification qui améliore à la fois les résultats et la résilience. Les discussions autour de la taille des exploitations sont donc centrées sur la diversification, que l'on peut mettre en œuvre à de nombreuses échelles différentes avec des politiques publiques de soutien, des travaux de recherche et des initiatives de la société civile.

24. En dépit de son utilisation répandue, la technologie de modification génétique continue d'alimenter un débat centré sur les inquiétudes de l'opinion publique quant à la sécurité sanitaire, aux effets sur l'environnement, à la concentration des pouvoirs dans les systèmes alimentaires et aux questions éthiques soulevées par la modification des gènes. Certaines personnes considèrent qu'on peut traiter les incertitudes liées aux biotechnologies modernes au cas par cas, grâce à la recherche. Cela étant, la plupart des partisans de l'agroécologie ne considèrent pas que les biotechnologies modernes participent à une transition vers des systèmes alimentaires durables car, en l'état actuel des choses, elles entraînent des conflits avec les principes agroécologiques fondamentaux liés à l'écologie, à la gouvernance démocratique et à la diversité socioculturelle. Les récents appels à la création d'un observatoire mondial de l'édition génomique se sont traduits par davantage de surveillance, de dialogue et de discussions autour de l'utilisation des biotechnologies. À l'échelle mondiale, les biotechnologies modernes font de fait partie de la transition vers des systèmes alimentaires durables, car elles constituent déjà une composante importante des systèmes agricoles d'un certain nombre de pays. En revanche, dans les systèmes agroalimentaires qui n'ont pas adopté de modèles ayant fortement recours aux intrants, les solutions peuvent ne pas nécessairement reposer sur l'adoption des biotechnologies utilisées ailleurs. L'observatoire proposé faciliterait l'analyse des diverses situations.
25. D'après les partisans de l'intensification durable, les technologies numériques pourraient, si elles étaient plus largement adoptées, contribuer à améliorer la durabilité des systèmes alimentaires. Le transfert de technologies, la formation des agriculteurs et une approche transdisciplinaire faisant intervenir l'ensemble des acteurs (communauté scientifique, agriculteurs, industrie, gouvernements) sont considérés comme nécessaires pour exploiter le potentiel des technologies numériques. Les partisans des approches agroécologiques soulignent qu'il est nécessaire d'axer les efforts sur la gouvernance démocratique, l'*agencéité* et les systèmes de connaissances, afin de déterminer précisément *quels résultats* sont espérés de l'utilisation des technologies numériques, *par qui* et *quels types* de futurs systèmes alimentaires sont privilégiés par leur entremise. Les défenseurs de l'agroécologie ne sont pas opposés aux technologies numériques, mais expriment souvent des inquiétudes quant à la manière dont celles-ci sont utilisées et contrôlées. Les politiques publiques visant à améliorer l'accès aux technologies agricoles numériques pourraient être mises à profit pour développer les liens entre les producteurs et les consommateurs et favoriser les sciences citoyennes.
26. Le recours aux engrais de synthèse a largement contribué à l'augmentation des rendements dans l'agriculture, mais aussi à la pollution de l'environnement, laquelle est imputable aussi bien à leur fabrication qu'à leur utilisation. Dans les cas où de grandes quantités d'engrais ont été appliquées, le coût économique de la pollution environnementale a souvent été supérieur à la valeur économique associée à l'augmentation des rendements agricoles. L'utilisation d'engrais, souvent associée à celle de pesticides et de variétés modernes de plantes cultivées, a été subventionnée et reste subventionnée dans de nombreux contextes. Lorsqu'on n'associe pas d'amendements organiques aux engrais azotés, la structure du sol et la fonction biotique peuvent se détériorer, ce qui contribue à dégrader les terres. De petits exploitants utilisant de grandes quantités d'intrants commerciaux sont parfois devenus vulnérables du fait de l'endettement, notamment dans les contextes où le changement climatique aggrave le risque de mauvaises récoltes, alors que l'utilisation d'engrais a permis à d'autres agriculteurs d'échapper à la pauvreté. L'utilisation des engrais est devenue beaucoup plus efficace ces derniers temps, grâce au microdosage et à la gestion intégrée de la fertilité des sols, qui combine des amendements organiques et inorganiques. La viabilité des diverses stratégies de préservation de la fertilité des sols dans les pratiques agricoles à haut rendement dépend fortement du contexte – type de sol, nature du système agricole et sources d'engrais disponibles localement. On peut fixer biologiquement l'azote en intégrant des légumineuses dans les pratiques culturales et améliorer le cycle des nutriments à l'aide de pratiques agroécologiques; en revanche, le remplacement du phosphore qui est prélevé avec les récoltes est plus compliqué, notamment si l'on ne dispose pas de sources locales de phosphate naturel. On a constaté un manque de connaissances sur les stratégies de préservation de la fertilité des sols adaptées aux conditions locales qui sont à la fois durables sur le plan environnemental et économiquement viables pour les agriculteurs.

27. On oppose souvent la combinaison de différentes cultures à la biofortification des cultures de base en tant que stratégies de substitution pour remédier aux carences en nutriments. La biofortification consiste à augmenter la valeur nutritionnelle des plantes cultivées au moyen de techniques traditionnelles de sélection végétale (patate douce à chair orange riche en bêta-carotène; haricots, riz et mil chandelle riches en fer; maïs à teneur élevée en protéines, par exemple), de méthodes transgéniques («riz doré» riche en bêta-carotène) ou de pratiques agronomiques (blé riche en zinc). La biofortification a permis d'améliorer les résultats nutritionnels dans des contextes spécifiques, mais peu d'informations sont disponibles sur les effets qu'elle peut avoir sur d'autres dimensions de la sécurité alimentaire et de la nutrition. On a constaté une corrélation positive entre la diversification de la production et les progrès en matière de sécurité alimentaire et de nutrition, du fait de la consommation directe des produits, mais aussi de leur vente, car celle-ci génère des revenus supplémentaires qui se traduisent ensuite par une amélioration de la sécurité alimentaire et de la nutrition. Les adversaires de la biofortification avancent qu'elle peut contribuer à instaurer une dépendance à l'égard de solutions fondées sur un seul aliment, approche par définition risquée et «moins résiliente» que celle consistant à conserver des espèces agraires variées ainsi que les savoirs nécessaires pour les cultiver, les transformer, les préparer et les consommer. Il est possible d'intégrer les deux stratégies en permettant aux producteurs et aux consommateurs de faire des choix éclairés et d'opter pour des variétés biofortifiées ou une production diversifiée, voire les deux solutions.
28. On débat depuis longtemps de la question de savoir dans quelle mesure la conservation de la biodiversité dans les paysages agricoles (usage partagé des terres) peut aider à atteindre les objectifs de conservation, par opposition à la solution consistant à réserver une quantité maximale de terres à cette seule fin en augmentant autant que possible la production agricole sur la superficie qui y est consacrée (usage économe des ressources foncières). Les approches agroécologiques de la sécurité alimentaire et de la nutrition viennent remettre en question les hypothèses qui sous-tendent cette apparente dichotomie. Premièrement, les pratiques agricoles favorables à la conservation ne sont pas forcément synonymes de faibles rendements et, deuxièmement, on ne sait pas dans quelle mesure les effets de l'agriculture à forte intensité d'intrants chimiques restent limités aux superficies sur lesquelles celle-ci est pratiquée. Il est de plus en plus communément admis que les répercussions globales de l'agriculture sur les insectes et les autres éléments de la biodiversité atteignent des proportions alarmantes, qui dépassent les limites de ce que la planète peut supporter.
29. À partir de ces six questions controversées, il est possible de déterminer les déficits de connaissances autour des systèmes spécifiques de mesure des résultats des systèmes alimentaires qui s'imposent pour orienter les transitions opérées dans ces derniers et pour éclairer les décisions critiques à prendre concernant, d'une part, les possibilités de reformuler ces questions controversées en vue de concevoir des solutions et, d'autre part, les choix politiques à faire parmi des opinions divergentes. Il est évident que les forces du marché, si elles sont abandonnées à elles-mêmes, n'engendreront probablement pas de transitions vers des systèmes alimentaires durables. Il y a en effet de nombreuses externalités associées à la production, à la transformation et à la distribution des aliments qui ne sont pas intégrées dans les prix, et le pouvoir exercé par les secteurs de plus en plus concentrés des intrants agricoles et du commerce de détail des produits alimentaires n'en favorise pas la prise en compte. Les populations peuvent exercer une pression pour remédier aux défaillances du marché par l'intermédiaire de leurs décisions d'achat, mais cela n'est possible que si les éléments suivants sont disponibles et considérés comme fiables: i) aliments abordables produits de manière durable; ii) étiquetage des produits permettant aux consommateurs d'exercer leurs choix; et iii) informations sur la manière dont les aliments ont été produits. Des initiatives sont menées dans le secteur privé pour moderniser les chaînes de valeur, et créer des systèmes de certification – qui peuvent soit être gérés de manière centralisée, soit être de nature plus participative – et y collaborer. Lorsque les circonstances s'y prêtent, ce type d'initiative peut garantir la durabilité et l'équité à tous les stades des chaînes de valeur et contribuer à faire en sorte que les consommateurs soient en mesure de choisir des aliments produits de manière durable grâce à un environnement alimentaire approprié (HLPE, 2017). Les politiques publiques, la réglementation et les mouvements en faveur de la tarification selon les coûts réels visent à internaliser tous les effets écologiques et sociaux de la production dans le prix des aliments, de manière à ce que le fonctionnement des marchés accompagne les transitions vers des systèmes alimentaires durables. Cela nécessite de mettre à profit les liens entre la science transdisciplinaire – qui permet de comprendre le fonctionnement des systèmes socioécologiques

– et les mouvements sociaux et les organisations de la société civile – qui peuvent susciter et entretenir le changement nécessaire pour favoriser ces transitions.

Conception d'environnements institutionnels qui accompagnent les transitions vers des systèmes alimentaires durables

30. Une inertie considérable, patente dans les politiques publiques, les structures organisationnelles, les systèmes d'enseignement, les habitudes des consommateurs et les investissements dans la recherche, joue en faveur du modèle dominant actuel en matière de systèmes agricoles et alimentaires, et entraîne une série de blocages. Les externalités environnementales et sociales ne sont pas dûment prises en compte dans le modèle dominant, et ne le sont donc pas non plus dans les décisions influant sur le développement des systèmes alimentaires. Pour vaincre cette inertie et remettre en question le *statu quo*, il est impératif de fixer des règles du jeu équitables qui permettront de comparer les différentes approches de manière impartiale. Il faut pour cela rediriger les investissements et les efforts sur la conception et la mise en œuvre d'approches novatrices (notamment des approches agroécologiques) qui apportent des solutions concrètes pour sortir du modèle dominant et ouvrir des voies de transition vers des systèmes alimentaires durables.
31. Lors de la conception de politiques publiques visant à soutenir ces transitions, on pourra être amené à réorienter l'aide publique vers des systèmes agricoles plus diversifiés. De nombreux petits exploitants sont exposés à l'insécurité alimentaire et à la malnutrition; de ce fait, si on les encourage, par un soutien public approprié (HLPE, 2013), à adopter des méthodes agroécologiques, l'impact sera double: on favorisera d'une part la sécurité alimentaire et la nutrition et d'autre part les transitions vers des systèmes alimentaires durables. Parmi les mesures de soutien public qui permettent aux producteurs, quelle que soit l'échelle à laquelle ils opèrent, de faire davantage appel à des méthodes de production alimentaire durables, on peut envisager de la suppression des subventions relatives aux intrants de synthèse et la prise de mesures incitant à adopter des méthodes durables et à gérer des paysages multifonctionnels comprenant des espèces sauvages. L'un des obstacles importants à la fixation de prix élevés pour les aliments produits de manière durable est lié au fait qu'en général les prix du marché ne tiennent pas compte du coût des externalités négatives de la production, pas plus qu'ils ne rémunèrent les avantages apportés par les systèmes qui ont des effets favorables sur l'environnement.
32. Les principaux changements que l'on peut apporter aux politiques agricoles et alimentaires afin de contribuer aux transitions vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition consistent notamment: à mettre davantage l'accent sur les avantages sanitaires et nutritionnels; à mettre en place une comptabilisation des coûts réels; à axer les efforts sur les domaines (tels que l'éducation, et en particulier l'éducation des filles) pour lesquels on a déterminé, éléments probants à l'appui, que les progrès dans l'obtention des résultats recherchés en matière de sécurité alimentaire et de nutrition pourraient être les plus rapides; à appuyer par des mesures la création de formes d'emplois décentes et sûres, en particulier pour les jeunes, mais aussi pour les groupes marginalisés tels que les travailleurs agricoles et les migrants; et à privilégier les aspects des systèmes alimentaires liés à la transformation, à la distribution, à la commercialisation et à la consommation, notamment en créant des systèmes de garantie participative qui favorisent des liens socioéconomiques plus étroits entre les producteurs et les consommateurs.
33. La protection de la propriété intellectuelle et la législation sur les semences sont autant d'obstacles à la diversification des systèmes alimentaires et il faudra éventuellement les modifier en profondeur, en fonction du contexte juridique national. Une législation qui soutient l'échange de semences issues de variétés génétiquement hétérogènes (y compris de cultures traditionnelles) ainsi que l'accès à ces semences serait un élément important pour la diversification des systèmes alimentaires. Les autres obstacles sont notamment les acquisitions de très grandes étendues de terre, qui se traduisent, pour les populations locales, par une perte d'accès aux ressources naturelles et peuvent aggraver la situation des petits producteurs et des ruraux pauvres au regard de la sécurité alimentaire et de la nutrition. Des mesures en faveur des droits fonciers coutumiers des petits producteurs et le respect des Directives volontaires à l'appui de la concrétisation progressive du droit à une alimentation adéquate dans le contexte de la sécurité alimentaire nationale, adoptées par le CSA en 2012, permettraient d'améliorer l'accès

aux terres, aux forêts et aux ressources en eau et renforcerait de ce fait la capacité des petits producteurs alimentaires et des ruraux pauvres d'adopter des pratiques agroécologiques.

34. Des systèmes complets de mesure des résultats, couvrant tous les effets de l'agriculture et des systèmes alimentaires, sont indispensables et essentiels à une prise de décision rationnelle. La pertinence de ces mesures dépend de l'échelle. Les résultats des différentes pratiques doivent être mesurés en regard de leurs finalités. On peut être amené à mesurer des quantités – comme le rendement des cultures –, la teneur des sols en carbone organique ou les revenus tirés des ventes des produits, en tenant compte de la variabilité des résultats selon les contextes. Les pratiques font partie intégrante des systèmes agricoles et des systèmes de subsistance, ce qui fait de la productivité totale des facteurs des exploitations agricoles ou des moyens d'existence des petits agriculteurs l'un des principaux éléments de mesure intégrés au niveau des ménages. À l'échelle des paysages, le concept de taux d'équivalence en superficie de cultures peut être appliqué aux services écosystémiques afin d'obtenir une mesure de la multifonctionnalité, qui fait la somme des effets de l'agriculture sur l'ensemble des services d'approvisionnement, des services de régulation et des services culturels assurés par les écosystèmes, pondérés par leur valeur sociétale relative, à l'endroit où ils sont fournis. L'application d'une telle méthode de mesure nécessite d'élaborer des politiques pouvant être mises en œuvre à l'échelle des paysages locaux (10-1 000 km²), échelle à laquelle de nombreux services écosystémiques commencent à se manifester et à laquelle la gestion des ressources territoriales nécessite de constituer un capital social entre les utilisateurs des terres. Pour un système alimentaire dans son ensemble, l'empreinte écologique représente un instrument de mesure intégré qui prend en compte à la fois ce que les populations consomment et la manière dont les articles correspondants sont produits, transformés, transportés et utilisés.
35. L'utilité de l'empreinte écologique pour l'élaboration de politiques nationales et internationales a été reconnue, mais il faudra affiner les méthodes de comptabilisation afin de saisir pleinement le concept de biocapacité, en tenant compte des pratiques agricoles entraînant une dégradation ou au contraire une régénération, et des arbitrages entre différents services écosystémiques. La raison essentielle pour laquelle on est amené à distinguer l'empreinte écologique de l'efficacité d'utilisation des ressources, en tant que principes opérationnels, est au cœur des différences entre les approches agroécologiques et les approches d'intensification durable qui doivent conduire à des systèmes alimentaires durables. En effet, une efficacité élevée d'utilisation des ressources peut s'accompagner d'une empreinte écologique négative. L'une des principales exigences pratiques d'une production agricole durable est l'emploi de pratiques entraînant une régénération et non une dégradation. À l'échelle des systèmes alimentaires, le régime alimentaire, l'utilisation des ressources et les déchets générés aux différents stades de la filière prennent tous de l'importance, de même que les mesures utilisées pour évaluer les résultats écologiques, sociaux et économiques des différentes solutions possibles.
36. La restructuration de la relation entre, d'une part, la recherche scientifique formelle, et d'autre part, les savoirs locaux et l'expérience des agriculteurs, des communautés rurales et urbaines et des autres acteurs des chaînes de valeur alimentaires (qui pour beaucoup sont dans le secteur privé) s'est également révélée utile. Faire en sorte d'obtenir une plus grande intégration des connaissances locales et scientifiques, ainsi que des connaissances accumulées à tous les stades des filières alimentaires, présente deux aspects essentiels. Premièrement, un investissement dans le renforcement des capacités nécessaires pour appuyer l'innovation locale. Deuxièmement une profonde restructuration permettant de combler les déficits de connaissance et de dépasser les frontières entre les mouvements sociaux, poussés par de solides convictions poussant à agir en faveur de systèmes agricoles et alimentaires plus durables sur le terrain, et les systèmes de recherche formelle, parfois perçus comme opposés – au lieu d'être favorables – à la base de connaissances à partir de laquelle on peut prendre des décisions.
37. Les investissements dans la recherche-développement (R-D) en matière d'agriculture et de systèmes alimentaires ont des effets avérés. Entre 2000 et 2009, les dépenses mondiales de R-D agricole ont augmenté de 3,1 pour cent par an en moyenne (2,3 pour cent seulement dans les pays à faible revenu), puisqu'ils sont passés de 25,0 à 33,6 milliards d'USD; près de la moitié de cette augmentation a eu lieu en Chine et en Inde. La FAO estime que les trois quarts de ces investissements dans la recherche et la vulgarisation agricoles sont effectués dans les pays du G20. Les investissements mondiaux de R-D sont principalement axés sur un petit nombre de grandes cultures de base, des céréales pour la plupart, tandis que d'autres cultures nutritives (légumes secs, fruits et légumes ainsi que les cultures dites «orphelines» ou en déclin, par

exemple) sont souvent négligées. Le secteur privé investit aussi lourdement dans la R-D en matière de système alimentaire et porte un intérêt croissant à la modernisation des chaînes de valeur pour en faire des filières durables sur le plan environnemental et social, sources de co-investissement de fonds publics autour des principales questions de durabilité, dont l'adaptation au changement climatique.

38. La participation de la nouvelle génération de producteurs d'aliments aux transitions vers des systèmes alimentaires durables est trop faible. L'absence d'avantages immédiats, l'insuffisance des services de soutien à l'agriculture, le manque d'informations sur les technologies et les pratiques pertinentes, la dégradation des terres et la médiocrité des infrastructures sont autant de facteurs considérés comme dissuasifs pour les jeunes qui envisageraient de se lancer dans l'agriculture. Il importe de prendre la mesure des contraintes et des difficultés particulières auxquelles les jeunes doivent faire face lorsqu'ils essaient d'établir des systèmes d'exploitation agricole diversifiés et des entreprises alimentaires, notamment concernant l'accès à la terre, au crédit et à l'information. Les technologies numériques ouvrent des perspectives nouvelles, susceptibles d'attirer les jeunes.
39. Les initiatives agroécologiques, qui défendent les droits formels des femmes, sont essentielles. Elles permettent un accès aux terres, des relations familiales et communautaires plus équitables et une réorientation des institutions et des organisations afin de lutter explicitement contre les inégalités entre les sexes. Celles-ci représentent en effet un obstacle majeur aux transitions vers des systèmes alimentaires durables dans de nombreux contextes. De plus en plus, les mesures d'orientation tendant à transformer les relations entre les sexes et à s'attaquer aux inégalités entre hommes et femmes dans l'agriculture et les systèmes alimentaires ont le vent en poupe. Plutôt que de s'intéresser aux symptômes, ces mesures visent les causes profondes de l'inégalité des sexes, comme les normes, les relations entre hommes et femmes dans les ménages et la société, et les structures institutionnelles qui perpétuent la discrimination et les déséquilibres. Elles cherchent à instaurer une participation plus équitable des femmes et des filles aux prises de décision, au contrôle des ressources et à la maîtrise de leur propre force de travail et de leur destin. Il faut qu'une part suffisante de la population d'une communauté s'associe aux changements structurels nécessaires pour que ceux-ci soient durables et se généralisent. Pour s'attaquer à l'inégalité entre les sexes, il faut avoir une vision claire: i) des rôles primordiaux assumés par les femmes dans l'agriculture et les systèmes alimentaires; et ii) des demandes souvent élevées de main-d'œuvre dans les systèmes de gestion agricole globalistes, qui permettent une plus grande égalité de revenu pour ceux qui fournissent un travail essentiel.
40. Une éducation et une sensibilisation du public selon des approches démocratiques et populaires jouent un rôle clé dans la transformation de l'agriculture et des systèmes alimentaires. Elles peuvent être combinées à une participation active de diverses organisations de la société civile et initiatives du secteur privé aux instances de gouvernance à différents échelons. Cela conduit à une plus grande agencéité des citoyens et des organisations de la société civile, soucieux de la manière dont leurs aliments sont produits, transformés, transportés et vendus. Les institutions mondiales qui jouent un rôle clé, comme les organisations commerciales mondiales et les institutions financières internationales, doivent être transparentes et démocratiquement responsables, et cet objectif peut être particulièrement délicat à atteindre au regard de l'intégration des communautés pauvres rurales et urbaines marginalisées.

Conclusion

41. Le CSA peut servir de modèle de participation inclusif de la société civile et du secteur privé, et de point de départ de la mise en œuvre des transitions vers la sécurité alimentaire et la nutrition. Les stratégies et les plans de mise en œuvre des approches agroécologiques à différentes échelles (locale, territoriale, nationale, régionale et mondiale) peuvent contribuer à opérer cette transformation fondamentale des systèmes alimentaires en définissant des objectifs à long terme; en veillant à la cohérence des politiques entre secteurs (agriculture, commerce, santé, parité femmes-hommes, éducation, énergie et environnement); et en associant tous les acteurs concernés à l'action au moyen de processus consultatifs multipartites.

Recommandations

Il n'existe pas de solution unique permettant d'opérer, à l'échelle mondiale, la transformation des systèmes alimentaires qui s'impose pour atteindre les objectifs de sécurité alimentaire et de nutrition. Il faudra pour cela accompagner des processus de transition divers, amorcés dans des situations différentes, suivant des voies particulières, et adaptés aux conditions et difficultés locales qu'affrontent des populations variées dans des lieux tout aussi dissemblables. Les recommandations qui suivent, extraites des délibérations dont le présent rapport fait état, ont pour objet d'aider les décideurs dans l'élaboration de mesures concrètes, susceptibles d'encourager et de soutenir l'innovation nécessaire à l'échelle locale, territoriale, nationale, régionale et mondiale pour suivre des voies de transition appropriées vers des systèmes alimentaires durables qui améliorent la sécurité alimentaire et la nutrition.

1. PROMOUVOIR LES APPROCHES AGROÉCOLOGIQUES ET LES AUTRES APPROCHES NOVATRICES DE FAÇON INTÉGRÉE AFIN DE FAVORISER LA TRANSFORMATION DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES

Toutes les parties prenantes aux systèmes alimentaires (dont les États, les autorités locales, les organisations intergouvernementales, la société civile et le secteur privé, les instituts de recherche et les institutions universitaires) devraient s'inspirer des approches agroécologiques et des autres approches novatrices pour concevoir des méthodes concrètes permettant de favoriser la transformation des systèmes alimentaires par l'amélioration de l'efficacité d'utilisation des ressources, le renforcement de la résilience et l'attention portée à l'équité/la responsabilité sociale.

Elles devraient en particulier:

- a) prendre en compte et évaluer la diversité des systèmes alimentaires et des contextes dans lesquels ils s'inscrivent aux différents échelons lors de l'élaboration des voies de transition vers des systèmes alimentaires durables;
- b) mesurer les résultats des systèmes alimentaires au moyen de systèmes appropriés, prenant en considération tous les effets environnementaux, sociaux et économiques de la production et de la consommation alimentaires;
- c) prendre conscience du fait que l'amélioration de l'empreinte écologique¹ des systèmes alimentaires constitue un principe d'action essentiel pour passer à des systèmes durables et, partant, encourager une consommation appropriée en complément de pratiques agricoles et d'autres pratiques de production alimentaire susceptibles de préserver, voire d'améliorer, le capital naturel au lieu de l'épuiser;
- d) encourager l'intégration de connaissances scientifiques transdisciplinaires et de savoirs locaux (y compris autochtones) dans les processus participatifs d'innovation qui transforment les systèmes alimentaires.

Plus spécifiquement, le CSA se doit de:

- e) prendre en considération l'importance naissante de la notion d'«agencéité» et la possibilité de l'ajouter comme cinquième pilier de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans l'optique d'avancer vers la concrétisation du droit à une alimentation adéquate.

¹ L'empreinte écologique établit un rapport entre d'une part les aliments consommés par une population donnée et, d'autre part, les surfaces bioproductives et les ressources en eau qui ont été nécessaires à la production de ces aliments et à l'élimination des déchets correspondants. Son amélioration passe par une réduction de la consommation et des déchets ainsi que par une production plus efficiente.

2. ACCOMPAGNER LES TRANSITIONS VERS DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES DIVERSIFIÉS ET RÉSILIENTS

Les États et les organisations intergouvernementales se doivent de:

- a) Soutenir les systèmes de production diversifiés et résilients, y compris ceux combinant élevage, pêche, culture et agroforesterie, qui préservent et améliorent la biodiversité ainsi que les ressources naturelles, en étudiant les modes d'action suivants:
 - i. **rediriger** les subventions et les mesures incitatives qui profitent actuellement à des pratiques non durables de façon à appuyer la transition vers des systèmes alimentaires durables;
 - ii. **soutenir** l'utilisation de plans de gestion territoriale participatifs et inclusifs pour chercher, définir et favoriser des pratiques localement durables et protéger les ressources naturelles communes, à différents niveaux (paysage et communauté, pays, région et monde);
 - iii. **renforcer** l'adaptation des accords internationaux et des règlements nationaux sur les ressources génétiques et la propriété intellectuelle pour mieux prendre en compte l'accès des agriculteurs à des ressources génétiques variées, traditionnelles et localement adaptées ainsi que les échanges de semences entre agriculteurs;
 - iv. **durcir** les règlements sur l'utilisation de produits chimiques nuisibles à la santé humaine et à l'environnement dans l'agriculture et les systèmes alimentaires, en favorisant les solutions alternatives et en récompensant les modes de production qui s'en passent;
 - v. **constituer** un capital social **et créer** des organes publics ouverts à tous à l'échelon territorial du paysage (10-1 000 km²), de façon à permettre la mise en œuvre de politiques à une échelle permettant de gérer la fourniture des services écosystémiques essentiels (d'approvisionnement, de régulation, de soutien et culturels) et les arbitrages entre ces services.
- b) **Promouvoir** une alimentation saine et variée par les moyens suivants, de façon à soutenir les transitions vers des systèmes alimentaires plus durables, diversifiés et résilients:
 - i. éducation et sensibilisation;
 - ii. étiquetage et certification appropriés des aliments;
 - iii. soutien des consommateurs à faible revenu et utilisation de politiques de passation de marchés publics, dans le cadre de programmes d'alimentation scolaire notamment.
- c) **Accompagner** les plateformes d'innovation, les incubateurs et les mécanismes d'agrégation² dans lesquels les acteurs du secteur privé et les organismes publics investissent dans les chaînes de valeur alimentaires, récompenser les producteurs d'aliments qui travaillent de façon durable et rémunérer la production de biens publics, en étudiant les modes d'action suivants:
 - i. **appuyer**, au niveau local et régional, le développement des marchés, des pôles de traitement des opérations et des infrastructures de transport qui accroissent les capacités de transformation et de manutention des produits frais provenant de petites et moyennes exploitations ayant adopté l'approche agroécologique et d'autres approches novatrices et améliorent l'accès de celles-ci aux marchés locaux de produits alimentaires;
 - ii. **encourager les mesures incitatives** visant les jeunes entrepreneurs, les femmes et les entreprises dirigées par les communautés³ qui captent et retiennent la valeur localement, en cernant et en prenant en compte les contraintes et les besoins spécifiques de ces populations;
 - iii. **tirer parti** des évolutions récentes des technologies numériques pour renforcer les liens entre les producteurs et les consommateurs de produits alimentaires, y compris en jouant

² Par «mécanismes d'agrégation», on entend les méthodes de constitution de gros volumes d'extrants ou d'intrants permettant d'améliorer l'accès au marché, comme celles appliquées parfois par les coopératives.

³ Les entreprises dirigées par les communautés traitent directement avec les populations locales, sous l'impulsion d'un partenaire principal, qui peut être un organisme caritatif, une entreprise sociale, une organisation à but non lucratif ou une coopérative et qui a établi un plan d'entreprise durable visant la viabilité au-delà des subventions ou des financements publics.

les intermédiaires dans des initiatives de financement durables et par une stimulation des marchés;

- iv. **adapter le soutien** de façon à encourager les producteurs d'aliments et les entreprises alimentaires opérant localement ainsi que les communautés à bâtir des systèmes de recyclage, en appuyant la réutilisation des déchets de l'élevage, des résidus de récolte et du rebut de la transformation des produits alimentaires pour produire des aliments pour animaux, du compost, du biogaz et du paillis.

3. RENFORCER L'APPUI APPORTÉ À LA RECHERCHE ET RESTRUCTURER LA CRÉATION ET LE PARTAGE DU SAVOIR POUR FAVORISER LE CO-APPRENTISSAGE

Les États et les organisations intergouvernementales, en collaboration avec les institutions universitaires, la société civile et le secteur privé devraient:

- a) accroître les investissements dans la recherche-développement publique et privée et dans les systèmes de recherche nationaux et internationaux pour financer des programmes portant sur l'agroécologie et d'autres approches novatrices, et notamment améliorer les technologies;
- b) développer et soutenir la recherche transdisciplinaire menée grâce à des plateformes d'innovation favorisant le co-apprentissage entre praticiens et chercheurs, et la diffusion horizontale de l'expérience parmi les praticiens (réseaux d'agriculteurs, communautés de pratique et «phares de l'agroécologie», par exemple);
- c) encourager l'inscription explicite des «transitions vers des systèmes alimentaires durables» dans les programmes d'études scolaires et universitaires, en y intégrant un apprentissage expérientiel, axé sur la pratique;
- d) veiller à ce que les programmes de formation des agents de vulgarisation agricole et de santé publique facilitent les processus d'apprentissage et l'utilisation des technologies adéquates, ainsi qu'une meilleure compréhension du rôle des pratiques agroécologiques pour la nutrition et la santé des humains, des animaux et de l'environnement;
- e) établir et développer des mécanismes efficaces de transfert de technologie pour améliorer l'utilisation effective des technologies dans les approches agroécologiques et les autres approches novatrices, à la fois par les agriculteurs/producteurs et par d'autres parties prenantes intervenant à différents stades des chaînes de valeur des produits alimentaires;
- f) s'employer à résoudre les déséquilibres de pouvoir et les conflits d'intérêts autour de la création, de la validation et de la communication du savoir sur la production et la transformation des aliments, en attachant de la valeur à différentes sources de connaissances et en comblant le fossé qui sépare les savoirs créés et transmis par des mouvements sociaux d'une part et par le secteur scientifique d'autre part.

4. RENFORCER L'AGENCÉITÉ⁴ ET LA MOBILISATION DES PARTIES PRENANTES, AUTONOMISER LES GROUPES VULNÉRABLES ET MARGINALISÉS ET S'EMPLOYER À RÉSOUDRE LES INÉGALITÉS DE RAPPORTS DE FORCE DANS LES SYSTÈMES ALIMENTAIRES

Les États, les organisations intergouvernementales et, le cas échéant, les autorités locales se doivent:

- a) d'élaborer des stratégies de promotion des transitions vers des systèmes alimentaires durables, en définissant des objectifs à long terme aux niveaux national et régional, en veillant à la cohérence des politiques entre secteurs à différents échelons et en faisant collaborer les administrations publiques responsables de l'agriculture, de la foresterie, du commerce, de la

⁴ L'«agencéité» désigne la capacité des individus ou des communautés de définir les systèmes alimentaires et les résultats nutritionnels qu'ils souhaitent, et d'agir et de faire des choix de vie stratégiques pour les obtenir.

santé, de la parité femmes-hommes, de l'éducation, de l'énergie et de l'environnement, et les autres parties prenantes concernées;

- b) d'étudier comment les règles et accords commerciaux pourraient soutenir plus efficacement les transitions vers une agriculture et des systèmes alimentaires plus durables;
- c) d'appuyer des mécanismes décisionnels ouverts et démocratiques à tous les niveaux des systèmes alimentaires et prendre des mesures spécifiques pour s'assurer de la participation des groupes vulnérables et marginalisés⁵, qui sont les plus exposés à l'insécurité alimentaire et à la malnutrition;
- d) pour favoriser l'agroécologie et autres approches novatrices conduisant à des systèmes alimentaires durables, d'assurer la protection juridique des droits d'accès et des droits fonciers coutumiers applicables aux terres et aux ressources naturelles pour les petits producteurs vivriers et les personnes en situation d'insécurité alimentaire (petits agriculteurs, éleveurs pastoraux, pêcheurs, populations tributaires des forêts, peuples autochtones) au moyen d'instruments officiels conformes aux cadres juridiques internationaux⁶ et d'une réglementation nationale des acquisitions de terres à grande échelle;
- e) de reconnaître l'équité entre les sexes comme étant un moteur essentiel de l'agroécologie et d'autres approches novatrices, et de soutenir les politiques, les programmes et les mesures contribuant à transformer les relations entre hommes et femmes, qui s'attaquent aux causes profondes de l'inégalité des sexes à l'intérieur des systèmes alimentaires, dans les normes, les relations et les structures institutionnelles, en veillant en particulier à ce que les lois et les instruments d'action améliorent la parité et luttent contre les violences sexistes;
- f) de tisser des liens plus étroits entre les communautés urbaines et les systèmes de production alimentaire, de façon à favoriser les transitions vers des systèmes alimentaires durables, en particulier en insérant des coopératives de consommateurs et des plateformes multipartites axées sur les marchés locaux et régionaux et en accroissant les investissements dans le secours alimentaire pour une redistribution de vivres aux personnes vulnérables;
- g) de renforcer les associations, les organisations et les coopératives de producteurs d'aliments et de consommateurs susceptibles de développer les capacités et de créer et d'échanger du savoir afin de faciliter l'adoption des approches agroécologiques et des autres approches novatrices qui favorisent les transitions vers des systèmes alimentaires durables.

5. ÉTABLIR ET UTILISER DES CADRES COMPLETS DE SUIVI ET DE MESURE DES RÉSULTATS DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES

Les États et les organisations intergouvernementales, en collaboration avec les institutions universitaires, la société civile et le secteur privé se doivent:

- a) d'élaborer des indicateurs et un système complet, scientifiquement fondé et pratique de mesure des résultats de l'agriculture et des systèmes alimentaires, qui puisse servir de base à l'évaluation, à la mise en œuvre des politiques et aux décisions d'investissement: productivité totale des facteurs des moyens d'existence, taux d'équivalence en superficie de cultures, multifonctionnalité des paysages et empreinte écologique des systèmes alimentaires, entre autres, mais aussi effets sur les organismes utiles, la diversité alimentaire et les résultats nutritionnels, autonomisation des femmes, stabilité des revenus et conditions d'emploi, le cas échéant;
- b) de rediriger l'investissement public et privé, et en particulier les subventions agricoles, vers le soutien des exploitations, et s'appuyer sur le système complet de mesure des résultats présenté au point 5a pour en évaluer la durabilité et l'impact sur la sécurité alimentaire et la nutrition;

⁵ Le rapport HLPE (2017) faisait la distinction entre les personnes vulnérables, qui ont des besoins particuliers en nutriments (comme les enfants en bas âge, les adolescentes, les femmes enceintes et les mères allaitantes, les personnes âgées et les personnes malades), et les personnes marginalisées, dont l'alimentation dépend davantage de facteurs hors de leur contrôle (comme les pauvres en milieu urbain et rural et certains peuples autochtones).

⁶ À titre d'exemples: Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples autochtones; Directives volontaires pour une gouvernance responsable des régimes fonciers applicables aux terres, aux pêches et aux forêts dans le contexte de la sécurité alimentaire nationale; Convention sur l'élimination de toutes les formes de discrimination à l'égard des femmes.

- c) de reconnaître l'importance d'une comptabilisation du coût réel des externalités aussi bien négatives que positives dans les systèmes alimentaires et de prendre des mesures pour la mettre réellement en œuvre chaque fois que c'est nécessaire;
- d) de convenir que, dès lors que les agriculteurs/producteurs et autres parties prenantes respectent les politiques publiques et les normes de sécurité, les systèmes participatifs de garantie constituent un moyen fiable de certification des producteurs pratiquant une agriculture biologique, écologique ou agroécologique pour les marchés locaux et nationaux, qui sont souvent les plus accessibles aux petits producteurs à faible revenu;
- e) de préconiser des évaluations rigoureuses, transparentes et inclusives de la biotechnologie moderne, y compris le soutien d'un observatoire mondial de l'édition génomique;
- f) d'entreprendre des évaluations holistiques des caractéristiques positives et négatives de l'emploi et de la main-d'œuvre dans l'agriculture pour donner une assise aux politiques et règlements favorisant les transitions vers des systèmes alimentaires durables, tout en veillant à ce que la main-d'œuvre agricole travaille dans des conditions décentes et en renforçant la santé des travailleurs agricoles et des autres travailleurs des systèmes alimentaires.

La FAO se doit:

- g) d'encourager la collecte de données au niveau national, la constatation par écrit des enseignements tirés de l'expérience et le partage d'informations à tous les niveaux, de façon à faciliter l'adoption des approches agroécologiques et des autres approches novatrices et à encourager les transitions vers des systèmes alimentaires durables;
- h) en collaboration avec les pays Membres, de procéder à l'évaluation – et de réunir des preuves – de la contribution des approches agroécologiques et des autres approches novatrices à la sécurité alimentaire et à la nutrition aux niveaux national et mondial.

Le CSA se doit:

- i) de mettre en place des mécanismes transparents, responsables et inclusifs qui permettent de surveiller si et comment les présentes recommandations sont appliquées, en utilisant pour cela un système de mesure clair et un calendrier défini;
- j) de sensibiliser à l'importance de la contribution qu'apportent les approches agroécologiques et autres approches novatrices à la concrétisation de la plupart des objectifs de développement durable à l'horizon 2030 et à la promotion de l'Action commune de Koronivia pour l'agriculture au niveau national, et donc aux niveaux

INTRODUCTION

Contexte et objectif

Au vu des 821 millions de personnes qui souffrent encore de la faim à l'heure actuelle (FAO *et al.*, 2018), il est manifeste que l'agriculture et les systèmes alimentaires mondiaux ne répondent pas à la demande de nourriture à l'échelle planétaire. Cela se traduit par une tension qui risque d'être exacerbée par le fait que les systèmes alimentaires continueront à être confrontés à des défis multidimensionnels, complexes et de plus en plus importants, notamment l'accroissement démographique continu, l'urbanisation, le changement climatique, les conflits et la pression accrue exercée sur les ressources naturelles (terre, eau, biodiversité) et les fonctions écosystémiques (Willet *et al.*, 2019). Certes, au niveau mondial, la production alimentaire mesurée en calories a de manière générale progressé plus vite que la population, mais les systèmes alimentaires actuels entraînent d'autres formes de malnutrition (dénutrition, carences en micronutriments, excès pondéral et obésité), qui n'épargnent désormais aucun pays, qu'il s'agisse de pays à revenu faible, intermédiaire ou élevé. Ces différentes formes de malnutrition peuvent coexister à l'échelle d'un pays ou d'une communauté, et même d'un ménage ou d'un individu (HLPE, 2017b). Les systèmes alimentaires actuels peuvent également agir indirectement sur la sécurité alimentaire et la nutrition (SAN) de par leurs incidences sur l'économie et la santé, à savoir, notamment: les faibles revenus et les conditions de vie difficiles de nombreux producteurs d'aliments, qui sont souvent des acheteurs nets de produits alimentaires; la viabilité économique fragile de beaucoup de petites et moyennes entreprises alimentaires; et les conditions de travail précaires et difficiles d'un grand nombre d'ouvriers agricoles et de travailleurs du secteur alimentaire (HLPE, 2016, 2017b).

Dans le même temps, la dimension politique des systèmes alimentaires suscite de plus en plus d'inquiétudes, notamment eu égard aux déséquilibres de pouvoir et au manque de démocratie dans la gouvernance de ces systèmes; au manque de transparence et de responsabilité; aux problèmes d'accès aux ressources naturelles – dont le foncier, l'eau, l'énergie et les ressources génétiques – et de contrôle de celles-ci (HLPE, 2015); et à la concentration de plus en plus grande des pouvoirs dans les secteurs des intrants et de la distribution (IPES, 2016; von Braun et Birner, 2017; HLPE, 2016, 2017).

Les systèmes alimentaires sont à la croisée des chemins, et de nouvelles orientations s'imposent. Le Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition (HLPE) a montré dans ses rapports précédents (en particulier HLPE 2016, 2017) qu'une profonde transformation de l'agriculture et des systèmes alimentaires était nécessaire pour concrétiser la sécurité alimentaire et la nutrition, dans leurs quatre dimensions – disponibilité, accès, utilisation et stabilité – et à toutes les échelles (Caron *et al.*, 2018). Il faudra des systèmes alimentaires plus durables pour assurer une production alimentaire appropriée tout en préservant la santé humaine et la santé de l'environnement, ainsi que les normes socioéconomiques.

Des voix de plus en plus nombreuses s'élèvent pour demander que des approches novatrices, agroécologiques et autres, qui se veulent très éloignées des stratégies «habituelles» d'amélioration de l'agriculture, jouent un plus grand rôle dans la concrétisation de la SAN (De Schutter, 2010; HLPE, 2015, 2016, 2017a,b). Les approches agroécologiques prennent une importance croissante dans les débats sur la SAN du fait qu'elles sont formulées dans des termes qui font référence à la fois à leur durabilité environnementale et aux innovations sociales qui relient la production et la consommation alimentaires, et qu'elles appuient des solutions adaptées aux contextes locaux et fondées sur la participation des populations locales et sur leurs connaissances.

C'est dans ce contexte qu'en octobre 2017, le Comité de la sécurité alimentaire mondiale (CSA) a demandé au HLPE d'établir un rapport sur les *approches agroécologiques et autres innovations pour une agriculture et des systèmes alimentaires durables qui renforcent la sécurité alimentaire et la nutrition* en vue d'éclairer les discussions au cours de sa quarante-sixième session plénière, en octobre 2019. L'objectif du présent rapport est d'étudier de quelle manière les approches, pratiques et technologies novatrices, notamment dans le domaine agroécologique, peuvent aider à créer des systèmes alimentaires durables qui contribuent à la SAN⁷. Ce rapport et ses recommandations ont pour objet d'aider les décideurs, dans les différentes «sphères de la société» (HLPE, 2018), à concevoir et à mettre en œuvre des voies concrètes de transition vers des systèmes alimentaires plus

⁷ Voir: <http://www.fao.org/3/a-mu246f.pdf>.

durables à différentes échelles, du niveau local (exploitation agricole, collectivité, terroir) aux niveaux national, régional et mondial.

Voies de transition et transformation des systèmes alimentaires

Le présent rapport du HLPE adopte une perspective dynamique. Les concepts fondamentaux sont ceux de **transition** et de **transformation**.

Une **transition** est un changement qui se produit dans un système sur une certaine période et dans un lieu précis (Marsden, 2013). Il s'agit souvent d'un *changement d'état ou de condition graduel, qui se fait sentir partout, et qui débouche sur quelque chose de différent* (Hinrichs, 2014). Cela peut notamment être un changement d'ordre politique, socioculturel, économique, environnemental ou technologique qui s'opère dans les valeurs, normes et règles, les institutions ou les pratiques (Marsden, 2013; Pitt et Jones, 2016). Les transitions peuvent – sans que ce soit nécessairement le cas – s'amorcer à une petite échelle (niche), dans un «terreau propice», un espace protégé dans lequel des entreprises, des coopératives agricoles, des mouvements sociaux, des administrations locales ou d'autres acteurs conçoivent et expérimentent des approches et des pratiques novatrices, et proposent des solutions de remplacement pour sortir du paradigme dominant (Wiskerke et Van der Ploeg [eds], 2004; Geels, 2010; Marsden, 2013; Hinrichs, 2014). De telles transitions peuvent ensuite favoriser d'autres modèles de production alimentaire, de transformation, de distribution et de consommation susceptibles de remettre en question le *régime sociotechnologique* dominant⁸, ou d'être absorbés ou mis à l'écart par celui-ci (Barbier, 2008; Brunori *et al.*, 2011; Levidow *et al.*, 2014). Durant une période de transition, le paradigme, les règles, les institutions et les pratiques qui dominent sur le plan économique, environnemental, politique et technologique deviennent de plus en plus incompatibles avec les nouvelles attentes (Marsden, 2013). Des pressions d'origine externe, à différentes échelles – du niveau mondial (le changement climatique, par exemple) au niveau local (l'érosion des sols, par exemple) –, mais aussi les institutions politiques, les entreprises privées, les mouvements sociaux ou les attentes des consommateurs peuvent pousser le régime dominant à opérer une transition, ou bien créer des «blocages» qui renforcent le *statu quo* (Smith et Stirling, 2010; Fonte, 2013; Hinrichs, 2014; IPES-Food, 2016).

De nombreuses transitions – touchant des pratiques de production particulières, dans l'ensemble de la filière alimentaire – seront nécessaires pour accomplir une **transformation** des systèmes alimentaires qui entraînera un profond changement de la production et de la façon dont celle-ci est réalisée, transformée, transportée et consommée. Avec le temps, il est possible de parvenir à des modes de production et de consommation plus durables grâce à des interactions dynamiques entre les innovations dans les entreprises de production alimentaire, à une sensibilisation aux mouvements sociaux, et à des changements politiques et culturels à différents échelons (Spaargaren *et al.*, 2012; Hinrichs, 2014). Les analyses des transitions vers la durabilité se sont souvent appuyées sur une perspective multiniveaux afin de déterminer comment des processus et des interactions imprévisibles et dynamiques, à des échelles différentes, peuvent favoriser des transformations dans l'ensemble du système alimentaire (Geels, 2010; Smith *et al.*, 2010). Des transitions progressives, à petite échelle, ainsi que des changements plus structurels dans les institutions et les normes, à une échelle plus importante, doivent être opérés de manière coordonnée et intégrée pour parvenir à la transformation des systèmes alimentaires qui permettra de concrétiser la SAN à travers le monde (Elzen *et al.*, 2017).

Dans ses précédents rapports (2016, 2017), le HLPE a mis en évidence la diversité des systèmes alimentaires d'un pays à l'autre, et dans chaque pays. Ces systèmes alimentaires s'inscrivent dans différents contextes environnementaux, socioculturels et économiques et font face à des défis très divers. Leurs acteurs vont donc devoir élaborer des voies adaptées et propres à chaque contexte pour permettre le passage à des systèmes alimentaires durables (Sinclair et Coe, 2019). Comme le HLPE le soulignait dans son rapport de 2016, les voies de transition adaptées au contexte doivent combiner des interventions techniques, des investissements, ainsi que des politiques et d'autres instruments visant à créer des conditions favorables, et faire intervenir divers acteurs à différents niveaux. Elles peuvent reposer sur des thèses très différentes, aboutissant chacune à un ensemble d'options.

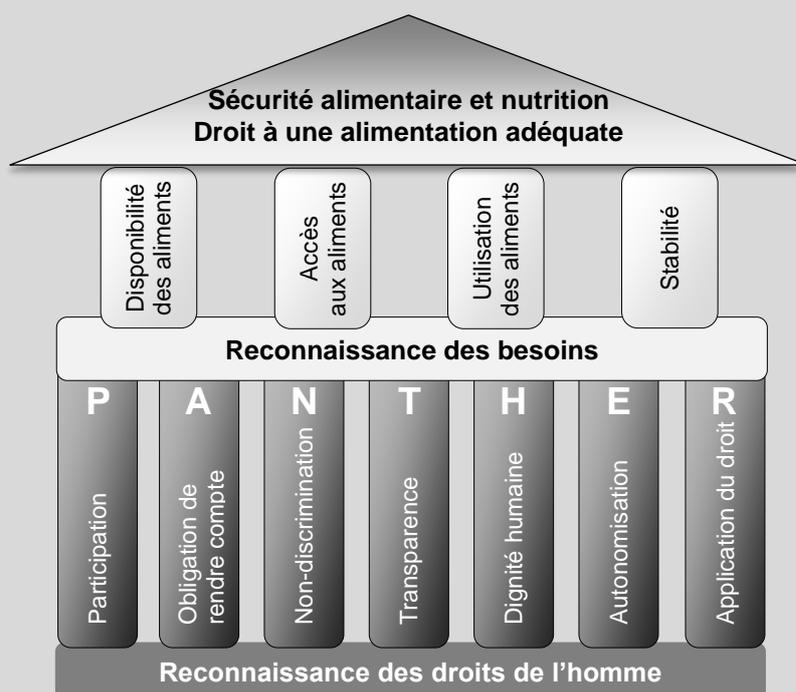
⁸ Un *régime sociotechnologique* est un ensemble de normes, de règles et d'institutions qui orientent les innovations sociales et technologiques (adapté de: Possas *et al.*, 1996; Vanloqueren et Baret, 2009).

Dépassant cette spécificité contextuelle, le HLPE a recensé dans son rapport de 2016 trois principes opérationnels interdépendants en matière de développement agricole durable qui, appliqués de manière plus large, peuvent déterminer des voies de transition vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition, à savoir: i) **améliorer l'efficacité d'utilisation des ressources**; ii) **renforcer la résilience**; et iii) **assurer l'équité/la responsabilité sociale**. Ces trois principes opérationnels répondent à la nécessité de favoriser une utilisation rationnelle des intrants et des ressources limitées, de lutter contre le changement climatique, et de donner une place plus centrale aux dimensions sociales dans les systèmes alimentaires.

Encadré 1 Les droits de l'homme en tant que cadre général

Le présent rapport fait de la reconnaissance des **droits de l'homme** le cadre général sur lequel fonder la durabilité des systèmes alimentaires et la concrétisation de la SAN pour tous, maintenant et dans l'avenir. L'article 11 du Pacte international relatif aux droits économiques, sociaux et culturels (UN, 1966) présente explicitement le «*droit de toute personne à un niveau de vie suffisant pour elle-même et sa famille, y compris une nourriture, un vêtement et un logement suffisants, ainsi qu'à une amélioration constante de ses conditions d'existence*» comme un principe légalement contraignant pour l'ensemble des États parties. L'Assemblée générale des Nations Unies (UNGA, 2014) définit le droit à une alimentation adéquate comme le droit de toute personne «*seule ou en communauté avec d'autres, d'avoir physiquement et économiquement accès à tout moment à une nourriture suffisante, adéquate et culturellement acceptable, qui soit produite et consommée de façon durable, afin de préserver l'accès des générations futures à la nourriture*».

Figure 1 La sécurité alimentaire et la nutrition dans un cadre fondé sur les droits de l'homme



Source: adapté de Ekwall et Rosales (2009)

Les obligations juridiques faites aux États parties de *respecter et de protéger* le droit à une alimentation adéquate et de lui *donner effet* ont été précisées dans l'Observation générale 12 du Comité des droits économiques, sociaux et culturels (UNCESCR, 1999). Les États parties s'engagent à *respecter* le droit de toute personne d'avoir accès à une alimentation adéquate en s'abstenant de prendre des mesures qui aient pour effet de priver quiconque de cet accès. Ils doivent *protéger* ce droit en veillant à ce que personne ne soit privé de cet accès. Enfin, ils doivent *donner effet* à ce droit (en faciliter l'exercice) en prenant les devants de manière à renforcer l'accès de la population aux ressources et aux moyens d'assurer sa subsistance, y compris sa sécurité alimentaire et sa nutrition. Dans le cas où des personnes sont dans l'impossibilité d'exercer leur droit à une alimentation adéquate, les États doivent faire le nécessaire pour *donner effet* directement à ce droit (distribuer des vivres), notamment dans le

cadre d'une aide alimentaire (UNCESCR, 1999). De tout temps, les groupes marginalisés et vulnérables, plus exposés aux risques de violations des droits de l'homme, notamment les petits producteurs, les peuples autochtones, les ménages pauvres, les femmes, les enfants et les réfugiés, ont également été davantage susceptibles d'être confrontés à l'insécurité alimentaire et à la malnutrition (Quisumbing et Smith, 2007; Ayala et Meier, 2017). La récente Déclaration des Nations Unies sur les droits des paysans et des autres personnes travaillant dans les zones rurales (UNGA, 2018) porte sur ces questions, et engage les Nations Unies et les organismes, fonds et programmes spécialisés de l'ONU, ainsi que d'autres organisations intergouvernementales, à promouvoir le respect de ses dispositions et leur pleine application, et à en contrôler l'efficacité.

Dans un cadre fondé sur les droits humains, les sept principes PANTHER (acronyme de leurs intitulés en anglais) – participation, obligation de rendre compte, non-discrimination, transparence, dignité humaine, autonomisation et application du droit – doivent guider les mesures individuelles et collectives prises à différentes échelles pour agir sur les quatre dimensions de la sécurité alimentaire et de la nutrition et pour concrétiser progressivement le droit à une alimentation adéquate (voir la **figure 1**).

Structure du rapport

Le présent rapport se compose de quatre chapitres. Les deux premiers sont consacrés aux deux concepts essentiels exposés dans la demande du CSA, à savoir les approches agroécologiques (chapitre 1) et les approches novatrices (chapitre 2). Le chapitre 3 analyse les controverses sur les moyens d'accomplir la nécessaire transformation des systèmes alimentaires. L'intention n'est pas de les résoudre, mais de clarifier leur nature et de mettre en évidence les points de vue et valeurs divergents pouvant apporter des perspectives différentes à un objectif commun. Pour terminer, le chapitre 4 se penche sur la conception d'environnements institutionnels de nature à favoriser les voies de transition nécessaires pour accomplir la transformation en profondeur des systèmes alimentaires qui permettra de concrétiser la SAN à travers le monde.

Encadré 2 SAN et systèmes alimentaires durables

«La sécurité alimentaire existe lorsque tous les êtres humains ont, à tout moment un accès physique et économique à une nourriture suffisante, saine et nutritive leur permettant de satisfaire leurs besoins et leurs préférences alimentaires pour mener une vie saine et active» (FAO, 1996). Sur le plan conceptuel, la sécurité alimentaire et la nutrition se recoupent, la sécurité alimentaire étant une condition nécessaire, mais pas suffisante, pour assurer la sécurité nutritionnelle (Jones *et al.*, 2014a). Pour le Sommet mondial sur la sécurité alimentaire (WSFS, 2009), «la dimension nutritionnelle fait partie intégrante du concept de sécurité alimentaire». Faisant fond sur des travaux antérieurs, la Banque internationale pour la reconstruction et le développement et la Banque mondiale (2006) ont présenté l'analyse suivante: «La sécurité nutritionnelle existe lorsque la sécurité alimentaire est associée à un environnement sanitaire satisfaisant, à des services de santé adéquats et à des pratiques de soins et d'alimentation appropriées permettant à toutes les personnes faisant partie d'un ménage de mener une vie saine». L'expression «**sécurité alimentaire et nutrition**» (SAN) est communément utilisée, y compris au sein du CSA, pour combiner les deux concepts de sécurité alimentaire et de sécurité nutritionnelle décrits ci-dessus (CFS, 2012).

Les quatre dimensions de la sécurité alimentaire – disponibilité, accès, utilisation et stabilité – et les trois principaux déterminants de la sécurité nutritionnelle – accès à la nourriture, pratiques de soins et d'alimentation, et santé et assainissement – sont désormais des concepts largement reconnus (CFS, 2012). S'appuyant sur les travaux de la FAO (2006), le HLPE, dans ses rapports de 2016, 2017 et 2018 décrit les quatre principaux piliers de la SAN comme suit:

1. **disponibilité**: disponibilité d'aliments en quantité suffisante et d'une qualité appropriée, dont l'approvisionnement est assuré par la production nationale ou les importations;

2. **accès:** accès des personnes à des ressources adéquates (droits)⁹ leur permettant d'acquérir une nourriture appropriée et nutritive¹⁰;
3. **utilisation:** utilisation de la nourriture grâce à une alimentation adéquate, une eau propre, un assainissement et des soins de santé suffisants de façon à obtenir un état de bien-être nutritionnel qui permette de satisfaire tous les besoins physiologiques¹¹;
4. **stabilité:** pour parvenir à la sécurité alimentaire, une population, un ménage ou une personne doit avoir un accès permanent à une alimentation adéquate, ainsi que la possibilité d'utiliser cette dernière de manière appropriée¹².

Dans son rapport de 2014, le HLPE (2014) indique qu'un **système alimentaire** est «constitué de l'ensemble des éléments (environnement, individus, apports, processus, infrastructures et institutions) et des activités liés à la production, à la transformation, à la distribution, à la préparation et à la consommation des denrées alimentaires, ainsi que du résultat de ces activités, notamment sur les plans socioéconomique et environnemental». Dans ce même rapport, le HLPE définit un **système alimentaire durable** comme «un système alimentaire qui garantit à chacun la sécurité alimentaire et la nutrition sans compromettre les bases économiques, sociales et environnementales nécessaires à la sécurité alimentaire et à la nutrition des générations futures».

Dans son rapport de 2017 (2017b), le HLPE définit trois composantes essentielles des systèmes alimentaires, à savoir: i) les chaînes d'approvisionnement alimentaire, ii) les environnements alimentaires et iii) le comportement des consommateurs. La **chaîne d'approvisionnement alimentaire** englobe toutes les activités qui vont de la production à la consommation (production, entreposage, distribution, transformation, conditionnement, vente au détail et commercialisation¹³), ainsi que l'ensemble des acteurs intervenant dans ces activités.

L'**environnement alimentaire** désigne le contexte physique, économique, politique et socioculturel dans lequel les consommateurs entrent en contact avec le système alimentaire pour acquérir, préparer et consommer des aliments. Il sert d'interface entre les consommateurs et les systèmes alimentaires. Il comprend: i) les «points d'entrée des aliments», c'est-à-dire les lieux où les aliments sont obtenus; ii) l'environnement bâti – les infrastructures qui permettent aux consommateurs d'accéder à ces lieux; iii) les déterminants personnels des choix alimentaires (le revenu, l'éducation, les valeurs et les aptitudes, entre autres); et iv) les normes politiques, sociales et culturelles qui sous-tendent ces interactions. Les principaux aspects de l'environnement alimentaire qui influencent les choix alimentaires, l'acceptabilité des aliments et les régimes alimentaires sont les suivants: l'accès physique et économique aux aliments (proximité et caractère abordable); les activités de promotion, de publicité et d'information portant sur les produits alimentaires; et, enfin, la qualité et la sécurité sanitaire des aliments (HLPE, 2017b).

Le **comportement des consommateurs** reflète l'ensemble des choix et des décisions de ces derniers, au niveau individuel ou au niveau du ménage, en ce qui concerne, d'une part, les aliments qu'ils souhaitent acquérir, stocker, préparer, cuisiner et consommer et, d'autre part, la répartition de ces aliments au sein du ménage (partage selon le sexe et alimentation des enfants, par exemple). Il est influencé non seulement par les préférences personnelles, lesquelles sont déterminées par des facteurs tels que le goût, la commodité et la culture, mais aussi, et de manière notable, par l'environnement alimentaire dans lequel les consommateurs évoluent.

⁹ Les droits sont définis comme l'ensemble de biens auxquels une personne est susceptible d'accéder en raison du contexte juridique, politique, économique et social de la communauté dans laquelle elle vit (y compris certains droits traditionnels tels que l'accès aux ressources communes) (FAO, 2006).

¹⁰ Ce pilier comprend l'accès physique à la nourriture (proximité) et l'accès économique (caractère abordable) (HLPE, 2017).

¹¹ Ce pilier souligne le rôle des facteurs non alimentaires dans la sécurité alimentaire et la nutrition et comprend certains des déterminants de la sécurité nutritionnelle évoqués plus haut.

¹² Les populations ne doivent pas être exposées au risque de perdre leur accès à une alimentation adéquate du fait de crises d'origine naturelle, financière ou sociale ou de phénomènes cycliques (variation saisonnière). La stabilité est donc à la fois une question de disponibilité et d'accès, mais elle suppose aussi une continuité des aspects non alimentaires mentionnés plus haut.

¹³ Elle comprend en outre les activités de gestion et d'élimination des déchets liées à ces différentes étapes.

1 AGROÉCOLOGIE: DES VOIES DE TRANSITION VERS DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES DURABLES

L'agroécologie est un concept dynamique qui a pris de l'importance dans les débats scientifiques, agricoles et politiques ces dernières années (IAASTD, 2009; IPES-Food, 2016). Au fil de son évolution, l'agroécologie a dépassé l'échelle du champ, de l'exploitation et de l'agroécosystème pour s'étendre, ces dix dernières années, à l'ensemble du système alimentaire. Les approches agroécologiques ont pour vocation explicite de transformer les systèmes alimentaires et agricoles en s'attaquant aux causes profondes des problèmes et en élaborant des solutions globalistes qui s'inscrivent dans la durée (FAO, 2018a) et qui tiennent compte de la complexité des systèmes agricoles et de leurs particularités sociales, économiques et écologiques (Petersen et Arbenz, 2018). Elles sont en passe de devenir des solutions alternatives possibles au modèle industriel de renforcement de l'agriculture¹⁴ et représentent donc des voies de transition concrètes vers des systèmes alimentaires durables qui améliorent la sécurité alimentaire et la nutrition (De Schutter, 2010; HLPE, 2016, 2017a,b).

La FAO a organisé un Symposium international sur l'agroécologie pour la sécurité alimentaire et la nutrition en septembre 2014, suivi de trois réunions régionales en Amérique latine, en Afrique et en Asie en 2015 (FAO, 2015a,b; 2016a), de trois réunions régionales en Amérique latine, en Chine et en Europe en 2016, et d'une réunion en Afrique du Nord en 2017 (FAO, 2018b). Un deuxième symposium international a été organisé par la FAO en avril 2018; ses principaux documents finaux sont présentés au chapitre 4 et ont contribué à l'élaboration de certaines recommandations du présent rapport.

On trouvera dans ce chapitre une description de la façon dont le concept d'agroécologie s'est développé à partir des éléments constitutifs de l'agriculture et de l'écologie pour rassembler, aujourd'hui, une science transdisciplinaire, un ensemble de pratiques et un mouvement social. Sont ensuite présentées la définition et l'évolution dans le temps des principes sur lesquels repose cette discipline ainsi qu'une analyse de leur contribution, d'une part à la sécurité alimentaire et à la nutrition, et d'autre part à la réalisation des objectifs de développement durable (ODD). Le chapitre se termine par une présentation de quelques questions controversées qui alimentent les débats actuels sur l'agroécologie, ainsi que des principaux déficits de connaissances.

1.1 L'agroécologie: une science, un ensemble de pratiques et un mouvement social

Il existe de nombreuses définitions de l'agroécologie. Celles-ci varient d'une institution et d'un pays à l'autre en fonction des priorités et préoccupations qui leur sont propres. Le présent rapport a pour vocation de définir et de caractériser les approches agroécologiques pour des systèmes agricoles et alimentaires durables qui améliorent la sécurité alimentaire et la nutrition.

Les systèmes agricoles traditionnels qui sont apparus tout au long de l'histoire dans de nombreuses régions du monde pourraient être qualifiés d'agroécologiques. Citons par exemple l'agroforesterie traditionnelle, l'ajout de matière organique aux sols, les systèmes de cultures mixtes avec élevage, et l'utilisation d'une grande variété de cultures alimentaires (Altieri, 2004a). Les systèmes dynamiques de savoirs locaux ont créé des stratégies complexes pour lutter contre les ravageurs et les maladies et garantir des disponibilités alimentaires riches en éléments nutritifs et adaptées aux particularités culturelles (Altieri 2004a; Oteros-Rozas *et al.*, 2013). La science agroécologique moderne puise dans de nombreuses notions et pratiques locales pour faire face aux répercussions sociales et écologiques du modèle agricole dit «industriel», et constitue un domaine de recherche scientifique très actif (Migliorini *et al.*, 2018; Montalba *et al.*, 2017; Vandermeer et Perfecto, 2013).

Dans son rapport sur le développement agricole durable et le rôle de l'élevage, le Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition (HLPE) (2016b) indique que, d'un point de vue scientifique et technique, l'agroécologie applique les concepts et les principes de l'écologie aux

¹⁴ Le modèle industriel de renforcement de l'agriculture repose sur des systèmes agricoles intensifs composés essentiellement de vastes exploitations spécialisées qui, dans certains cas, dépendent largement des combustibles fossiles et d'intrants commerciaux synthétiques non renouvelables. Les défenseurs de l'agroécologie critiquent ces systèmes en raison de leurs répercussions sociales, sanitaires et environnementales négatives (IPES-Food, 2016; HLPE, 2016).

systèmes agricoles en se concentrant sur les interactions entre les végétaux, les animaux, les humains et l'environnement pour favoriser un développement agricole durable au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition pour tous, aujourd'hui et à l'avenir. Les auteurs du rapport conviennent que «la conception actuelle de l'agroécologie, qui prône davantage la transformation, prend en considération des connaissances transdisciplinaires, les pratiques des agriculteurs et les mouvements sociaux, et l'interdépendance de ces éléments», et préconisent une conception plus large du terme.

Ceci concorde avec l'évolution récente des approches écologiques, qui englobent désormais, non plus des systèmes agricoles, mais des systèmes agroalimentaires entiers (Thompson et Scoones, 2009), et qui dépassent la séparation entre les dimensions scientifiques et techniques et les aspects sociaux et politiques de l'agroécologie pour privilégier un regard transdisciplinaire.

Si la définition de l'agroécologie comme l'application des principes de l'écologie à l'agriculture paraît simple, elle renferme des réalités complexes liées au caractère dynamique de l'écologie et de l'agriculture.

L'écologie désigne une branche de la biologie qui étudie non seulement les interactions entre les organismes et leur environnement (Tansley, 1935), mais aussi les mouvements sociaux en faveur de la protection de l'environnement (Sills, 1974). Si la science écologique était à l'origine une discipline de la biologie, elle est apparue plus récemment comme un domaine interdisciplinaire ayant de nombreuses subdivisions, comme l'écologie politique (Robbins, 2004), dont beaucoup associent les sciences biologiques, physiques et sociales.

L'agriculture est essentiellement un ensemble de pratiques qui servent à produire de la nourriture (Spedding, 1996). Il s'agit d'un concept qui évolue également et dont le caractère multifonctionnel est de mieux en mieux compris (Caron *et al.*, 2008; IAASTD, 2009), tout comme le fait que la production agricole ne peut être dissociée des autres aspects des systèmes alimentaires, tels que les chaînes d'approvisionnement alimentaire, l'environnement alimentaire et la consommation (Jones et Street, eds, 1990; HLPE, 2017b).

Ensemble, ces tendances en matière d'écologie et d'agriculture donnent lieu à un nouvel intérêt transdisciplinaire pour la connaissance et la gestion des systèmes socioécologiques (Berkes et Folke, eds, 1998) dans un climat de préoccupation croissante quant au risque que les activités humaines, et en particulier l'agriculture, poussent la planète au-delà de ses limites (Steffen *et al.*, 2015; Campbell, 2017). Si l'agroécologie gagne du terrain dans les discours relatifs à la sécurité alimentaire et à la nutrition, c'est en grande partie parce qu'elle est considérée comme une passerelle entre les dimensions écologiques et sociales associées à la mise en place de systèmes alimentaires résilients face au changement climatique et à d'autres défis mondiaux (Caron *et al.*, 2014).

L'agroécologie est de plus en plus envisagée comme une solution transdisciplinaire, participative et pragmatique (Méndez *et al.*, 2013; Gliessman, 2018) qui englobe trois éléments: une **science** transdisciplinaire (**définition 1**), un **ensemble de pratiques** et un **mouvement social** (Wezel *et al.*, 2009; Wezel et Silva, 2017; Agroecology Europe, 2017) (**encadré 3**). Les trois dimensions de l'agroécologie et la manière dont elles s'articulent et évoluent ensemble représentent une approche globaliste (par exemple Agroecology Europe, 2017; Gliessman, 2018).

Encadré 3 Plusieurs définitions de l'agroécologie

En tant que **science**, l'agroécologie est: i) l'étude intégrative de l'écologie de l'ensemble du système alimentaire, y compris des dimensions écologiques, économiques et sociales, ou, en résumé, l'écologie du système alimentaire (Francis *et al.*, 2003); ii) l'application des concepts et principes de l'écologie à la conception et à la gestion de systèmes alimentaires durables (Gliessman, 2007); depuis peu, iii) l'intégration de la recherche, de l'éducation, de l'action et des changements qui favorisent la durabilité dans toutes les composantes du système alimentaire (écologique, économique et sociale) (Gliessman, 2018).

Les **pratiques** agroécologiques visent à améliorer les systèmes agroécologiques par la mobilisation des processus naturels aux fins de la création d'interactions et de synergies biologiques utiles entre leurs différentes composantes (Gliessman, ed, 1990), et par l'exploitation optimale des processus écologiques et des services écosystémiques en faveur du développement et de la mise en œuvre des pratiques (Wezel *et al.*, 2014).

En tant que **mouvement social**, l'agroécologie est considérée comme une solution aux problèmes actuels, comme le changement climatique et la malnutrition, qui s'oppose au modèle dit «industriel» et qui le transforme pour créer des systèmes alimentaires adaptés au contexte local qui renforcent la viabilité économique des zones rurales grâce à des chaînes de commercialisation courtes et à une production alimentaire équitable et sûre. Elle préconise différentes formes de production alimentaire à petite échelle et d'agriculture familiale et soutient les agriculteurs et les populations rurales, la souveraineté alimentaire, les connaissances locales, la justice sociale, l'identité et la culture locales et les droits des peuples autochtones quant aux semences et aux races (Altieri et Toledo, 2011; Rosset *et al.*, 2011; Nyéléni, 2015). Cette dimension de l'agroécologie en tant que mouvement politique gagne de plus en plus en importance (Gonzalez de Molina, 2013; Toledo et Barrera-Bassols, 2017).

Sources: FAO (2017a), Agroecology Europe (2017).

Définition 1 Science transdisciplinaire

La **science transdisciplinaire** dépasse les frontières disciplinaires et s'attache à produire des résultats porteurs de transformation grâce à:

- i) un objectif de résolution de problème (la recherche naît de problèmes réels qui la contextualisent);
- ii) une méthodologie évolutive (la recherche se fonde sur des processus itératifs et réfléchis adaptés aux questions, aux paramètres et aux groupements scientifiques particuliers à prendre en considération);
- iii) la collaboration (y compris entre des chercheurs transdisciplinaires, des chercheurs disciplinaires et des parties prenantes externes pour qui la recherche présente un intérêt) (Russel *et al.*, 2008).

Dans le cas de l'agroécologie, on considère qu'il s'agit de l'association de différentes disciplines académiques et de différentes formes de connaissances, notamment expérientielles, culturelles et spirituelles (Méndez *et al.*, 2015).

La science transdisciplinaire se distingue de la science «pluridisciplinaire», qui consiste à faire collaborer des personnes issues de différentes disciplines qui puiseront dans leurs connaissances spécialisées de façon additive et non intégrative, et de la science «interdisciplinaire», qui vise à réunir les connaissances et les méthodes propres à différentes disciplines pour aboutir à une synthèse des approches sans nécessairement faire appel à d'autres parties prenantes ou viser des transformations (Petrie, 1992).

1.1.1 L'agroécologie en tant que science

Le terme «agroécologie» est apparu pour la première fois dans la littérature scientifique au début du vingtième siècle. Elle désignait alors l'application des méthodes et principes écologiques aux **sciences** agricoles, soit la zoologie, l'agronomie et la physiologie des cultures (**figure 2a**) (Bensin, 1928, 1930; Friederichs, 1930; Klages, 1942; Gliessman, 1997; Dalgaard *et al.*, 2003; Wezel *et al.*, 2009; Wezel et Soldat, 2009). Dans les années 1950 et 1960, Tischler a publié plusieurs articles sur la recherche agroécologique dans lesquels il analysait différentes composantes (plantes, animaux, sols, climat) et leurs interactions, ainsi que les conséquences de la gestion humaine sur

celles-ci. Son livre fut probablement le premier ouvrage ayant pour titre même l'*agroécologie* (Tischler, 1965).

La notion «d'agroécosystème», soit un écosystème domestiqué et géré par l'être humain, a été introduite par Odum (1969). Vingt ans plus tard, l'agroécologie a commencé à se développer au-delà de l'échelle du champ et de l'exploitation pour englober des agroécosystèmes entiers (Altieri, 1987, 1989; Conway, 1987; Marten, 1988; Wezel *et al.*, 2009; Wezel et Soldat, 2009). Des scientifiques mexicains ont également apporté des contributions importantes à ces travaux en mettant en lumière les processus interculturels de construction des connaissances agroécologiques associant la science écologique au savoir des populations locales (par exemple Hernández Xolocotzi, 1977).

Altieri (1995) s'est inspiré de ces réflexions pour définir l'agroécologie comme «l'application des concepts et principes de l'écologie à la conception et à la gestion d'agroécosystèmes durables». La FAO (FAO, 2016d) a perfectionné cette définition en ajoutant ce qui suit: «Les innovations agroécologiques consistent en l'application de principes écologiques – tels que le recyclage, l'utilisation efficiente des ressources, la réduction des apports en intrants, la diversification, l'intégration, la santé des sols et les synergies –, à la conception de systèmes agricoles qui renforcent les interactions entre les plantes, les animaux, les êtres humains et l'environnement pour améliorer la sécurité alimentaire et la nutrition».

Dans les années 2000, le caractère transdisciplinaire de la science agroécologique, qui allie sciences naturelles et sciences sociales, a pris de plus en plus d'importance (Wezel *et al.*, 2015).

L'agroécologie fut décrite comme une «discipline intégrée réunissant des éléments de l'agronomie, de l'écologie, de la sociologie et de l'économie» (Dalgaard *et al.*, 2003). La science agroécologique s'est élargie à l'ensemble du système agroalimentaire (Francis *et al.*, 2003; Doré *et al.*, 2006; Gliessman, 2007; Wezel et David, 2012; Côte *et al.*, eds, 2019) et à des sujets divers, tels que les réseaux alimentaires alternatifs et locaux, les relations entre producteurs et consommateurs, les réseaux agricoles sociaux, les marchés des produits alimentaires et l'approvisionnement alimentaire institutionnel. Cette approche fondée sur les systèmes alimentaires fait également une place aux relations entre les zones rurales et les zones urbaines, ce qui a mené au développement de l'agroécologie urbaine (AS PTA, 2011; Almeida et Biazio, 2017; Renting, 2017; Morales *et al.*, 2018; voir également **encadré 4**).

Encadré 4 Agriculture urbaine

L'agriculture urbaine et périurbaine est susceptible de participer à l'amélioration des conditions sociales et environnementales dans les villes en assurant la sécurité alimentaire et la réduction de la pauvreté, même si d'aucuns considèrent qu'il ne faut pas trop insister sur cette possibilité (Zezza et Tasciotti, 2010). En Afrique équatoriale, Lee-Smith (2010) a constaté que l'agriculture urbaine et périurbaine gagnait du terrain à mesure que les zones urbaines se développaient et qu'elle favorisait l'amélioration de la santé humaine et la réduction de la faim et de la pauvreté. À l'échelle mondiale, Mok *et al.* (2014) ont constaté que ce type d'agriculture pouvait contribuer de manière notable à la sécurité alimentaire, même si certaines questions, telles que l'expansion urbaine, doivent encore être étudiées. D'autre part, certains auteurs ont conclu que les éventuelles contributions de l'agriculture urbaine et périurbaine à la sécurité alimentaire dans les pays en développement étaient limitées par les difficultés liées à l'accès à la terre, à l'eau et aux ressources financières nécessaires pour investir dans les secteurs productifs des zones urbaines (Badami et Ramankutty, 2015).

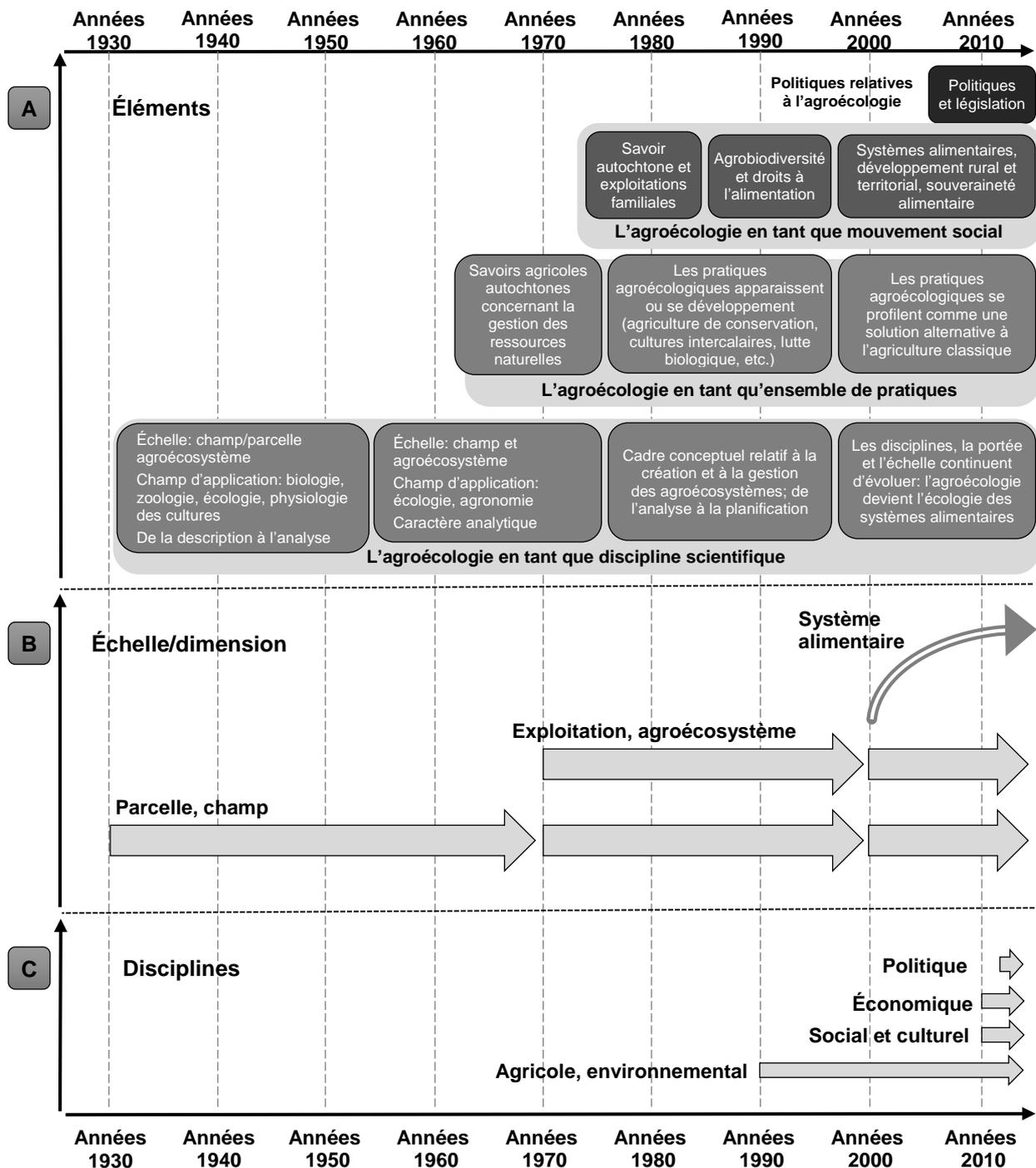
L'agriculture urbaine et périurbaine est également appréciée pour ses éventuels bienfaits environnementaux, comme la conservation de la biodiversité, la réduction des kilomètres alimentaires et, partant, des émissions de carbone, et l'augmentation des espaces verts dans les paysages urbains. Les nombreuses formes que peut prendre cette agriculture – jardins d'intérêt familial, jardins sur les toits, vergers domestiques, arborisation urbaine et jardins communautaires, entre autres – peuvent contribuer à de nombreux services écosystémiques comme la pollinisation, la lutte contre les ravageurs, la résilience face au changement climatique et la régularisation des eaux (Lin *et al.*, 2015). Le fait est que les aliments produits localement dans les zones urbaines peuvent faciliter la création de circuits de commercialisation courts qui réduiront les transports et favoriseront les systèmes de vente directe.

Enfin, l'agriculture urbaine et périurbaine a de tout temps contribué à améliorer les conditions de vie, à augmenter les revenus et à réduire la pauvreté dans les villes, renforçant ainsi leur résilience (Barthel et Isendahl, 2013). Dans de nombreux pays africains, où l'agriculture est la principale source de revenus pour la majorité des familles, elle pourrait représenter une part non négligeable des revenus et entraîner une amélioration considérable des habitudes alimentaires des ménages qui renforcerait la sécurité

alimentaire et la nutrition (Zezza et Tasciotti, 2010). À Mexico, environ 20 pour cent des denrées alimentaires consommées sont produites dans des zones urbaines et périurbaines, mais l'importance économique de ce type d'agriculture et son intérêt en tant que source d'emploi restent peu reconnus. Le système précolombien des *chinampas* (jardins flottants) créé par les Aztèques, dont la population a fortement diminué à la suite de la colonisation européenne, est un aspect symbolique de l'agriculture urbaine et périurbaine au Mexique (Dieleman, 2017). Les *machambas* sont de petites parcelles agricoles situées dans les zones urbaines et périurbaines au Mozambique. De petits entrepreneurs, en général des femmes, y cultivent des légumes qu'ils vendent ensuite dans les villes. Il s'agit d'une source importante d'alimentation et de revenus pour de nombreux ménages dans des villes comme Maputo (Sheldon, 1999).

Alors qu'elle se cantonnait au départ à l'échelle i) de la parcelle, du champ ou de l'animal, la recherche agroécologique s'est étendue, au fil de son évolution en tant que science (**figure 2b**), ii) à l'exploitation ou à l'agroécosystème, pour finalement iii) englober l'ensemble du système alimentaire, qui suscite un intérêt croissant (Wezel et Soldat, 2009).

Figure 2 Évolution historique de l'agroécologie



Sources: A) adapté de Silici (2014), tiré de Wezel *et al.* (2009) et Wezel et Soldat (2009); B) adapté de Wezel *et al.* (2009).

Remarque: C) illustre le fondement disciplinaire des principes de l'agroécologie formulés dans la section 1.2.

1.1.2 L'agroécologie comme ensemble de pratiques

Dans les années 1960, et en particulier au lendemain de la publication du livre *Silent Spring* (Carson, 1962) de Rachel Carson, les répercussions environnementales inattendues de l'utilisation intensive des intrants synthétiques dans l'agriculture ont commencé à susciter des inquiétudes, notamment quant aux conséquences de la concentration de résidus de pesticides dans la chaîne alimentaire des rapaces.

C'est en partie pour y faire face qu'un ensemble de pratiques agroécologiques est apparu au cours des décennies qui ont suivi (voir section 1.5, **figure 3**) afin de remplacer ce que l'on qualifiait de «modèle agro-industriel» par des systèmes agricoles plus durables et plus respectueux de l'environnement, de façon à optimiser l'utilisation des processus biologiques et des fonctions écosystémiques (Hernández Xolocotzi, 1977; Rosset et Altieri, 1997; Wezel *et al.*, 2009; Vanloqueren et Baret, 2009; Altieri *et al.*, 2012a; Wibbelmann *et al.*, 2013; Pimbert, 2015; IPES-Food, 2016; FAO, 2016b; Wezel *et al.*, 2014; Deguine *et al.*, eds, 2017; Wezel, 2017). L'ensemble de pratiques agroécologiques a pour vocation de créer des agroécosystèmes complexes et résilients qui, en «combinant des cultures, des animaux, des arbres, des sols et d'autres facteurs au sein de schémas diversifiés sur les plans temporel et spatial, favorisent les processus naturels et les interactions biologiques propices aux synergies de façon à permettre aux exploitations diversifiées de promouvoir la fertilité de leurs sols, la protection de leurs cultures et leur productivité» (Altieri, 2002).

Les tentatives de déterminer quelles pratiques spécifiques peuvent être qualifiées de pratiques agroécologiques sont récentes. Wezel *et al.* (2014), par exemple, décrivent les pratiques agroécologiques comme «des pratiques agricoles destinées à produire de grandes quantités de nourriture en attachant de la valeur aux processus écologiques et aux services écosystémiques, qui sont considérés comme des éléments fondamentaux». Pour Shiming et Gliessman (2016), «les pratiques agroécologiques sont les méthodes viables sur le plan écologique qui équilibrent et renforcent tous les services écosystémiques fournis par les agroécosystèmes et favorisent donc le développement durable de l'agriculture».

Il n'existe néanmoins pas d'ensemble de pratiques de référence pouvant être étiqueté comme «agroécologique», ni de limite claire universellement admise quant à ce qui est agroécologique et ce qui ne l'est pas (Wezel, 2017). En revanche, on peut classer les pratiques agricoles sur une échelle agroécologique en déterminant dans quelle mesure: i) elles reposent sur des processus écologiques plutôt que sur des intrants agrochimiques; ii) elles sont équitables, respectueuses de l'environnement, adaptées aux conditions locales et contrôlées et iii) elles adoptent une approche systémique, au lieu de se cantonner à des mesures techniques spécifiques.

Les pratiques agroécologiques reposent sur des phénomènes tels que: le cycle des éléments nutritifs; la fixation biologique de l'azote; l'amélioration de la structure et de la santé des sols; la conservation de l'eau; les techniques de conservation de la biodiversité et de gestion des habitats pour la biodiversité liée aux cultures; le stockage du carbone; la lutte biologique contre les ravageurs et la régulation naturelle des maladies; la diversification, les cultures mixtes, les cultures intercalaires, et les mélanges de cultivars; et la gestion, la réutilisation et le recyclage des déchets dans la production (utilisation des effluents d'élevage et du compost, par exemple) (Reijntjes *et al.*, 1992; Altieri 1995; Nicholls *et al.*, 2016; Wezel *et al.*, 2014; Wezel, 2017). Parmi les pratiques agroécologiques figurent, par exemple, les solutions agroécologiques aux nouvelles épidémies, comme la propagation récente de la chenille légionnaire d'automne en Afrique (**encadré 5**), ou l'intégration de l'association cultures-élevage aux systèmes traditionnels, comme le système riz-poisson-canard en Asie (**encadré 6**).

Si certaines sont appliquées depuis des dizaines d'années à des degrés divers dans différentes régions du monde, d'autres sont apparues plus récemment et ne sont pas encore très répandues (Wezel *et al.*, 2014; Wezel et Silva, 2017). La fumure biologique, la fumure fractionnée, les systèmes de labour réduit, l'irrigation au goutte-à-goutte, la lutte biologique contre les ravageurs, la gestion intégrée des ravageurs et le choix de cultivars résistants ou tolérants aux agressions biotiques (maladies, insectes ravageurs et adventices parasites), par exemple, sont déjà largement employés dans l'agriculture tempérée, au sein de petites et de grandes exploitations. Les bioengrais, les pesticides naturels et les biopesticides, les systèmes de rotation diversifiée, les cultures intercalaires et les cultures relais, l'agroforesterie, les plantes allélopathiques, le semis direct sur culture de couverture vivante ou paillis, et l'intégration d'éléments de paysage semi-naturels aux niveaux du champ, de l'exploitation et du paysage, sont quant à eux moins présents dans l'agriculture tempérée,

mais fréquents dans certains contextes tropicaux (Leakey, 2014). Certaines pratiques agroécologiques, telles que la fumure biologique et les cultures intercalaires, se sont répandues grâce au développement de l'agriculture biologique dans les années 1940.

Encadré 5 Pratiques agroécologiques de lutte contre la chenille légionnaire d'automne en Afrique

La chenille légionnaire d'automne, un ravageur vorace originaire d'Amérique du Nord et du Sud, a été détectée pour la première fois sur le continent africain en 2016 (Goergen *et al.*, 2016). Elle s'est ensuite propagée dans toute l'Afrique subsaharienne, touchant des milliers d'hectares de terres arables et causant jusqu'à 13 milliards d'USD de pertes de récoltes par an (Abrahams *et al.*, 2017). Elle représente donc une menace pour les moyens d'existence de millions d'exploitants. Pressés de combattre ce phénomène, les gouvernements se sont parfois fortement appuyés sur des produits chimiques agricoles qui, au-delà des dangers qu'ils peuvent présenter pour la santé humaine et l'environnement, sont de nature à nuire aux stratégies de lutte biologique contre les ravageurs (Abate *et al.*, 2000; van Huis et Meerman, 1997; Wyckhuys et O'Neil, 2010).

Les approches agroécologiques peuvent apporter des moyens de lutte biologique contre les ravageurs qui sont adaptés au contexte local et peu coûteux, notamment:

- la gestion durable des sols et des terres (par exemple le paillage), pour améliorer la santé des cultures et leur résilience face aux attaques par des ravageurs (Altieri et Nicholls, 2003; Clark *et al.*, 1993; Rivers *et al.*, 2016);
- les cultures intercalaires, pour réduire la ponte des ravageurs par voie de dissuasion grâce aux substances chimiques volatiles produites par les plantes intercalaires (Midega *et al.*, 2018), piéger les jeunes larves de la légionnaire d'automne de façon à augmenter leur mortalité (van Huis, 1981) et donner un habitat aux ennemis naturels présents dans le champ (Rivers *et al.*, 2016);
- la rotation des cultures, pour améliorer la fertilité du sol et diversifier l'environnement agricole (Wyckhuys et O'Neil, 2007; Meagher *et al.*, 2016; Rivers *et al.*, 2016);
- les adventices, les arbustes, les arbres et les habitats naturels ou semi-naturels gérés à différentes échelles spatiales, dans les champs ou en bordure de ceux-ci, qui peuvent constituer un habitat pour de nombreux ennemis naturels des ravageurs (Bàrberi *et al.*, 2010; Maas *et al.*, 2013, 2016; Meagher *et al.*, 2016; Wyckhuys et O'Neil, 2007; Bàrberi *et al.*, 2010; Sisay *et al.*, 2018; Leakey, 2014; Morris *et al.*, 2015; van Huis, 1981; Offenberg, 2015);
- une surveillance régulière par l'agriculteur, pour détecter les ravageurs et évaluer les dégâts afin d'éclairer les décisions relatives à la lutte contre les ravageurs (McGrath *et al.*, 2018).

Les pratiques agroécologiques sont désormais présentées comme un élément fondamental des programmes intégrés de lutte contre les ravageurs consacrés à la chenille légionnaire d'automne en Afrique subsaharienne, en parallèle avec la sélection végétale, la lutte biologique classique et l'utilisation sélective des pesticides chimiques (Harrison *et al.*, 2019; Thierfelder *et al.*, 2018).

Encadré 6 Système traditionnel de culture riz-poisson-canard dans les rizières en terrasses des Hani, dans le sud-ouest de la Chine

Le système de culture riz-poisson-canard est un agroécosystème traditionnel important dans les rizières en terrasses des Hani, situées dans la province du Yunnan, dans le sud-ouest de la Chine. Il se fonde sur l'association de cultures et d'animaux et sur l'économie circulaire. Les poissons et les canards consomment les adventices et les ravageurs et ameublissent le sol, améliorant ainsi l'environnement de culture du riz, qui apporte à son tour nourriture, ombre et refuge aux poissons et aux canards.

Les pesticides et les herbicides sont exclus de ce système car ils sont toxiques pour les poissons et les canards. Les produits issus des systèmes de culture riz-poisson-canard sont donc très populaires sur les marchés de consommation, et leur prix est souvent plusieurs fois supérieur à celui des produits conventionnels. Par exemple, les prix du riz rouge cultivé et du poisson et des canards élevés dans les rizières en terrasses des Hani sont respectivement 5 fois, 3 fois et 2,5 fois supérieurs aux prix conventionnels.

Un système amélioré de culture riz-poisson-canard a été mis à l'essai dans les rizières Hani et s'est popularisé. L'agroécosystème exploite efficacement l'espace tridimensionnel (et les caractéristiques saisonnières) des terrasses aux fins du développement d'une co-culture riz-poisson pendant la saison de végétation des cultures, tandis que les canards sont élevés en hiver, pendant la période de jachère. La valeur économique de ce système serait 7,8 fois supérieure à celle du modèle classique actuel qui privilégie la monoculture de riz hybride en été, la moitié de l'année, et la mise en jachère en hiver (Zhang *et al.*, 2017).

Il s'agit d'un exemple de Système ingénieux du patrimoine agricole mondial (SIPAM) associant biodiversité agricole, écosystèmes résilients, communautés locales et patrimoine culturel précieux¹⁵. Il existe un réseau de 50 sites désignés SIPAM dans 20 pays du monde (FAO, 2002; Koohafkan et Altieri, 2010; Koohafkan et Cruz, 2011; HLPE, 2017b).

1.1.3 L'agroécologie en tant que mouvement social

La diversité des systèmes agricoles traditionnels est née de l'évolution parallèle des écosystèmes et des populations humaines au fil de nombreuses générations. Les agroécosystèmes ne peuvent donc pas être dissociés des populations humaines qui y vivent: les dynamiques sociales et politiques sont au cœur de l'agroécologie (Altieri, 2004b; Wibbelmann *et al.*, 2013; Ploeg et Ventura, 2014).

Les approches agroécologiques apparaissent fréquemment en réponse à des crises agraires, et agissent conjointement avec des initiatives plus larges visant à introduire des changements à grande échelle (Mier y Terán *et al.*, 2018; **encadré 7**). Ces mouvements sociaux préconisent l'établissement d'un lien solide entre l'agroécologie, le droit à une nourriture adéquate et la souveraineté alimentaire.

La notion de souveraineté alimentaire a été évoquée pour la première fois dans le débat international pendant le Sommet mondial de l'alimentation organisé à Rome par La Via Campesina, un mouvement international de paysans, en 1996. En 2007, des organisations de la société civile et des mouvements sociaux réunis à Nyéléni, au Mali, ont défini la **souveraineté alimentaire** comme «le droit des peuples à une alimentation saine, dans le respect des cultures, produite à l'aide de méthodes durables et respectueuses de l'environnement, ainsi que leur droit à définir leurs propres systèmes alimentaires et agricoles» (Nyéléni, 2007). Les sept principes initiaux de la souveraineté alimentaire étaient les suivants: i) la reconnaissance de l'alimentation comme droit humain fondamental; ii) la nécessité d'une réforme agraire; iii) la protection des ressources naturelles; iv) la réorganisation du commerce des produits alimentaires en faveur de la production alimentaire locale; v) la réduction de la concentration du pouvoir aux mains des multinationales; vi) la promotion de la paix; vii) un meilleur contrôle démocratique du système alimentaire (La Via Campesina, 1996).

En février 2015, huit ans après le premier Forum international sur la souveraineté alimentaire, plusieurs mouvements sociaux et organisations représentant de petits producteurs alimentaires se sont à nouveau réunis à Nyéléni à l'occasion d'un Forum international sur l'agroécologie (Nyéléni, 2015). Dans leur déclaration finale, ils recommandent de développer une compréhension de «l'agroécologie comme élément clé de la construction de la souveraineté alimentaire». Ils considèrent donc l'agroécologie non seulement comme un «ensemble limité de technologies», mais aussi et

¹⁵ Voir: <http://www.fao.org/qiahs/fr/>.

surtout comme une lutte politique pour laquelle il est nécessaire «de remettre en cause et de transformer les structures de pouvoir de nos sociétés». L'objectif est de venir à bout des inégalités de pouvoir et des conflits d'intérêt afin de générer des savoirs locaux, de promouvoir la justice sociale, de garantir l'épanouissement de la culture et de l'identité et de renforcer la viabilité économique des zones rurales.

L'agroécologie est donc devenue le cadre politique dans lequel un grand nombre de mouvements sociaux et d'organisations paysannes dans le monde défendent leurs droits collectifs et prônent une diversité de systèmes agricoles et alimentaires adaptés aux conditions locales et mis en place par des petits producteurs dans différents territoires (Anderson *et al.*, 2015; Nyéléni, 2015). Elle est perçue comme une voie ascendante vers la souveraineté alimentaire reposant sur les systèmes de connaissances traditionnels, soutenue, et non orientée, par la science, dans laquelle les petits agriculteurs, leur communauté et leurs organisations, et non le secteur agroalimentaire, jouent un rôle déterminant. Les approches agroécologiques visent à créer des systèmes alimentaires locaux résilients et durables qui soient étroitement liés et adaptés à leur territoire et à leur écosystème (Varghese et Hansen-Kuhn, 2013; Nyéléni, 2015; Anderson *et al.*, 2015). Certains gouvernements nationaux ont adopté des politiques favorables aux principes de l'agroécologie et à la souveraineté alimentaire pour transformer les systèmes alimentaires (Altieri *et al.*, 2012b; Wezel *et al.*, 2009; Lambek *et al.*, 2014).

Encadré 7 Rede Ecovida dans le sud du Brésil

Rede Ecovida, ou «Réseau écovie», est un réseau décentralisé de coopératives, de groupes d'agriculteurs et d'organisations à but non lucratif qui pratiquent l'agroécologie dans 150 municipalités de trois états du sud du Brésil. Il est né dans les années 1970 dans le contexte de mouvements sociaux plus larges qui se sont mobilisés contre les dégâts environnementaux causés par l'agriculture, les inégalités sociales profondes et la répartition inéquitable des terres.

Ecovida compte actuellement 29 organisations d'agriculteurs, 2 700 ménages agricoles, 10 coopératives, 25 associations, 180 marchés de producteurs et 30 entreprises agroalimentaires privées. Au-delà du profit, le réseau œuvre en faveur d'une économie solidaire entre les producteurs et les consommateurs sur les marchés locaux (avec des ventes porte-à-porte, des cantines communautaires, des marchés de producteurs et des restaurants). Il emploie un système de certification participative pour veiller à ce que les pratiques agricoles reposent sur l'agroécologie et soient de nature à renforcer les relations, les liens et la confiance entre les agriculteurs et avec les consommateurs urbains. Globalement, *Ecovida* repose sur des méthodes d'apprentissage horizontales, la solidarité, la justice et le respect de la nature.

Sources: Perez-Cassarino (2012); Mier y Terán *et al.* (2018).

1.1.4 L'agroécologie comme approche novatrice pour des systèmes alimentaires durables qui améliorent la sécurité alimentaire et la nutrition

Comme cela a été indiqué plus haut, il existe depuis quelques années un nombre croissant de définitions de l'agroécologie qui varient selon les auteurs, les institutions ou les organisations de la société civile qui les ont formulées. Elles ont cependant un point commun: l'objectif de développer des systèmes alimentaires durables. Compte tenu de ces différentes définitions et étant donné que le présent rapport s'intéresse spécifiquement à la sécurité alimentaire et à la nutrition, plutôt qu'une énième définition de l'agroécologie en tant que telle, c'est une approche agroécologique pour des systèmes alimentaires durables et la sécurité alimentaire et la nutrition qui sera présentée sur la base de l'analyse et des données qui figurent dans ce chapitre (**définition 2**).

Définition 2 Une approche agroécologique pour des systèmes alimentaires durables qui améliorent la sécurité alimentaire et la nutrition

Les approches agroécologiques privilégient l'utilisation des processus naturels, limitent le recours à des intrants commerciaux, favorisent les cycles fermés ayant des externalités négatives minimales, soulignent l'importance des connaissances locales et des processus participatifs, qui permettent d'élaborer des savoirs et des pratiques à partir de l'expérience ainsi que des méthodes scientifiques plus conventionnelles, et mettent en avant la nécessité de lutter contre les inégalités sociales. Elles tiennent compte du fait que les systèmes agroalimentaires sont liés aux systèmes socioécologiques, de la production des aliments à leur consommation, et s'appuient sur une science, des pratiques et un mouvement social, ainsi que sur l'intégration de ces éléments en un seul et même objet, afin de traiter les questions de sécurité alimentaire et de nutrition.

1.2 Les principes de l'agroécologie

Des scientifiques ont élaboré différents ensembles de principes agroécologiques (Reijntjes *et al.*, 1992; Altieri, 1995; Altieri et Nicolls, 2005; Stassart *et al.*, 2012; Dumont *et al.*, 2013, 2016; Nicholls *et al.*, 2016; Peeters et Wezel, 2017; le tout étant résumé dans Migliorini et Wezel, 2018). Les réseaux de la société civile ont réalisé le même exercice (par exemple Nyéléni, 2015; CIDSE, 2018). Aujourd'hui, l'agroécologie est associée à un ensemble de principes de gestion agricole et écologique des systèmes agroalimentaires, ainsi qu'à des principes socioéconomiques, culturels et politiques plus larges (par exemple CIDSE, 2018) qui ne sont apparus que récemment dans la littérature et que l'on doit aux mouvements sociaux agroécologiques (**figure 2c**).

La FAO (2018c) a répertorié 10 éléments de l'agroécologie censés orienter la transition vers des systèmes agricoles et alimentaires durables¹⁶. Ces 10 éléments concis de la FAO se fondent sur la littérature scientifique fondatrice dans le domaine de l'agroécologie (en particulier Altieri, 1995; Gliessman, 2007) ainsi que sur les nombreux dialogues multipartites ouverts ayant réuni des États et des organisations intergouvernementales, des organisations de la société civile et des acteurs du secteur privé qui se sont tenus aux niveaux mondial, régional et national depuis le premier Symposium international sur l'agroécologie pour la sécurité alimentaire et la nutrition organisé par la FAO (septembre 2014).

Donnant suite à tous ces efforts, le HLPE a dressé une liste concise de 13 principes après avoir rassemblé et reformulé les principes issus des trois sources principales (Nicholls *et al.*, 2016; CIDSE, 2018; FAO, 2018d) afin d'établir un ensemble minimal, non répétitif mais complet de principes agroécologiques. Ceux-ci s'articulent autour des trois principes opérationnels qui sous-tendent les systèmes alimentaires durables et qui sont présentés dans l'introduction – améliorer l'efficacité d'utilisation des ressources, renforcer la résilience, et assurer l'équité/la responsabilité sociale (voir **tableau 1**). Chaque principe agroécologique a été attribué au principe opérationnel auquel il contribue visiblement le plus. Les différents principes ne sont cependant pas totalement isolés car il existe des liens entre ces trois catégories. Les principes 3, 5 et 6, par exemple, favorisent non seulement la résilience, mais aussi l'efficacité d'utilisation des ressources. Les principes sont également reliés aux 10 éléments de la FAO¹⁷.

Différents principes peuvent être appliqués ou produire des résultats à différentes échelles, du niveau local au niveau mondial et du champ à l'ensemble du système alimentaire. À l'échelle de l'agroécosystème ou du paysage, certains phénomènes écologiques, comme les flux de l'eau, s'étendent sur de vastes distances. Par conséquent, les actions des agriculteurs à un endroit donné peuvent avoir des conséquences positives (alimentation en eau salubre) ou négatives (inondations ou eau polluée) pour des populations vivant à des kilomètres de là, au-delà des frontières administratives et nationales (Jackson *et al.*, 2013). Le sol érodé en un lieu donné peut être déposé et faciliter la production alimentaire ailleurs. D'après des études récentes, les flux des eaux de surface, comme les transferts atmosphériques d'un continent à l'autre, sont importants, si bien que les

¹⁶ Diversité; co-création et partage des connaissances; synergies; efficacité; recyclage, résilience; valeurs humaines et sociales; traditions culinaires et culture; gouvernance responsable; économie circulaire et solidaire.

¹⁷ Voir: <http://www.fao.org/3/i9037fr/i9037FR.pdf>.

changements que subit le couvert végétal dans les hauts plateaux d'Afrique de l'Est influencent la pluviométrie et, partant, la productivité agricole dans le Sahel (van Noordwijk *et al.*, 2014).

Les notions de cycles et de flux de ressources (principes 1 et 5) doivent donc être mises en rapport avec les échelles auxquelles elles se manifestent, ce qui signifie que de nombreux services écosystémiques, tels que la pollinisation, la qualité de l'approvisionnement en eau et la quantité disponible, et la fourniture d'habitats au service de la conservation de la biodiversité, ne peuvent être gérés que par l'action collective des agriculteurs et d'autres parties prenantes (Pagella et Sinclair, 2014). L'application des principes agroécologiques vise généralement à réduire les externalités associées aux modèles actuels de production agricole. La mesure et l'évaluation des services écosystémiques apportés à différentes échelles sont un domaine d'innovation fondamentale qui est nécessaire pour analyser les performances des systèmes alimentaires en tenant compte de leur caractère durable. Cette question est abordée de façon plus détaillée dans les chapitres 2 et 3.

Tous ces principes agroécologiques contribuent, de façon directe et indirecte, à améliorer la sécurité alimentaire et la nutrition. Le principe 2 (réduire la dépendance vis-à-vis des intrants commerciaux), par exemple, peut réduire l'insécurité alimentaire, en particulier pour les petits agriculteurs et les producteurs pauvres: la diminution des dépenses consacrées à l'achat d'intrants conduit à une baisse du recours au crédit et, partant, à une augmentation possible des ressources disponibles pour acheter de la nourriture (Snapp *et al.*, 2010; Kangmennaang *et al.*, 2017; Hwang *et al.*, 2016). Il s'agit d'une motivation essentielle pour le mouvement agroécologique Zero Budget Natural Farming (agriculture naturelle à budget nul, ZNBF) en Inde (**encadré 8**). Les principes 9 (valeurs sociales et types d'alimentation) et 5 (biodiversité) ont une incidence directe sur la nutrition (Jones *et al.*, 2014b; Powell *et al.*, 2015; Bellon *et al.*, 2016; Demeke *et al.*, 2017; Lachat *et al.*, 2018; HLPE, 2017a,b). La co-création des connaissances (principe 8) peut aussi avoir des effets positifs indirects sur la sécurité alimentaire et la nutrition (**encadré 9**). Quant au principe 11 (connectivité), il est susceptible de renforcer les économies locales, de façon à augmenter la part de valeur ajoutée qui reste dans les exploitations et à permettre aux producteurs de mieux répondre aux besoins et exigences alimentaires des consommateurs locaux. Sur ce dernier point, des organisations sociales solides, qui favorisent une plus grande participation des producteurs alimentaires locaux et des consommateurs à la prise de décisions (principe 13), peuvent jouer un rôle utile.

Tableau 1 Ensemble concis de 13 principes agroécologiques

Principe	Les 10 éléments de la FAO	Échelle*
Améliorer l'efficacité d'utilisation des ressources		
1. Recyclage. Privilégier les ressources renouvelables locales et fermer, dans la mesure du possible, les cycles de ressources de nutriments et de biomasse.	Recyclage	FI, FA
2. Réduction des intrants. Réduire ou éliminer la dépendance vis-à-vis des intrants commerciaux et renforcer l'autosuffisance.	Efficience	FA, FO
Renforcer la résilience		
3. Santé du sol. Garantir et améliorer la santé et le fonctionnement du sol pour favoriser la croissance des plantes, en particulier par la gestion de la matière organique et l'intensification de l'activité biologique du sol.		FI
4. Santé animale. Améliorer la santé et le bien-être des animaux.		FI, FA
5. Biodiversité. Préserver et accroître la diversité des espèces, la diversité fonctionnelle et les ressources génétiques pour maintenir la biodiversité globale des agroécosystèmes dans le temps et dans l'espace aux niveaux du champ, de l'exploitation agricole et du paysage.	Diversité	FI, FA
6. Synergies. Favoriser les interactions écologiques positives, les synergies, l'intégration et la complémentarité parmi les éléments des agroécosystèmes (animaux, cultures, arbres, sol et eau).	Synergies	FI, FA
7. Diversification économique. Diversifier les revenus des exploitations en veillant à ce que les petits agriculteurs jouissent d'une plus grande indépendance financière et puissent créer de la valeur ajoutée tout en leur permettant de répondre à la demande des consommateurs.	Diversité	FA, FO
Assurer l'équité/la responsabilité sociale		
8. Co-création des connaissances. Renforcer la co-création et le partage horizontal des connaissances, y compris l'innovation locale et scientifique, en particulier au moyen d'échanges entre agriculteurs.	Co-création et partage des connaissances	FA, FO
9. Valeurs sociales et types d'alimentation. Créer des systèmes alimentaires qui se fondent sur la culture, l'identité, la tradition, l'équité sociale et l'égalité des sexes des communautés locales, et qui garantissent un régime alimentaire sain, diversifié et adapté aux saisons et à la culture.	Composante des valeurs humaines et sociales et des traditions culinaires et culture	FA, FO
10. Équité. Garantir des moyens d'existence dignes et fiables pour toutes les parties prenantes qui interviennent dans les systèmes alimentaires, en particulier les petits agriculteurs, grâce au commerce équitable, à des conditions de travail justes et à un traitement équitable des droits de propriété intellectuelle.		FA, FO
11. Connectivité. Garantir la proximité et la confiance entre les producteurs et les consommateurs au moyen de la promotion de circuits de distribution équitables et courts et de la réintégration des systèmes alimentaires dans les économies locales.	Économie circulaire et solidaire	FA
12. Gouvernance des terres et des ressources naturelles. Renforcer les structures institutionnelles pour améliorer, notamment, la reconnaissance et le soutien apportés aux exploitations familiales, aux petits agriculteurs et aux paysans producteurs d'aliments qui veillent à une gestion durable des ressources naturelles et génétiques.	Gouvernance responsable	FA, FO
13. Participation. Encourager l'organisation sociale et la participation accrue des producteurs d'aliments et des consommateurs à la prise de décisions afin de favoriser la gouvernance décentralisée et la gestion adaptative locale des systèmes agricoles et alimentaires.		FO

*Échelle FI = champ; FA = exploitation, agroécosystème; FO = système alimentaire
 Source: tiré de Nicholls *et al.*, 2016; CIDSE, 2018; FAO, 2018c.

D'aucuns ont fait valoir que pour que l'agroécologie fasse réellement progresser la sécurité alimentaire et la nutrition et crée des régimes alimentaires durables¹⁸, il est indispensable d'éliminer les inégalités de pouvoir que présente le système alimentaire à différentes échelles et dans différentes dimensions (HLPE, 2017a; Mier y Terán *et al.*, 2018; Pimbert et Lemke, 2018). Les méthodes d'enseignement horizontales (principe 8) peuvent être exploitées par l'agroécologie pour lutter contre les inégalités sociales; les principes 10 à 13 présentent des moyens de combattre d'autres types d'inégalités grâce à une approche agroécologique.

Les équilibres possibles doivent également être pris en compte dans chaque contexte spécifique. Par exemple, selon la quantité et le type d'intrants, la réduction de leur utilisation (principe 2) pourrait conduire à une baisse de la productivité et du revenu, et donc à une augmentation de l'insécurité alimentaire. Par ailleurs, des méthodes agroécologiques à plus forte intensité de main-d'œuvre sont susceptibles d'alourdir la charge de travail des femmes, ce qui aurait pour effet d'aggraver l'état nutritionnel des enfants en l'absence d'une évolution des relations entre les sexes au sein du ménage (principe 9).

Encadré 8 Zero Budget Natural Farming – Expansion de l'agroécologie en Inde

Zero Budget Natural Farming (agriculture naturelle à budget nul, ZBNF) est à la fois un ensemble de méthodes agricoles et un mouvement paysan populaire né dans le Karnataka, en Inde. D'après les estimations, ces méthodes sont utilisées par 100 000 exploitations familiales dans le Karnataka, et par des millions de familles dans le pays. En 2015, le gouvernement de l'Andhra Pradesh a déclaré s'être fixé comme objectif de faire adopter les pratiques ZBNF par 500 000 agriculteurs d'ici à 2020.

L'intérêt pour ces pratiques provient en partie du fort taux d'endettement chez les agriculteurs, que l'on peut attribuer au coût des engrais, des semences, de l'énergie et des équipements (mécanisation et irrigation), et qui a été associé à un taux de suicide élevé. Sur un million d'agriculteurs indiens, plus d'un quart se sont suicidés au cours des 20 dernières années.

La notion de «budget nul», qui signifie aucun recours au crédit et aucun achat d'intrants, promet de mettre un terme à l'endettement lourd en réduisant considérablement les coûts de production, tandis que «l'agriculture naturelle» consiste à cultiver avec la nature, sans intrants chimiques commerciaux. Les méthodes ZBNF englobent: le paillage, les cultures intercalaires, l'irrigation maîtrisée, les courbes de niveau, l'utilisation d'espèces locales de vers de terre et de la culture microbienne fermentée, et le traitement combiné des semences avec de la bouse de vache, du sucre, de la farine de légumes secs, de l'urine et de la terre.

Au niveau local, le système ZBNF fonctionne principalement grâce à des bénévoles, des membres d'organisations d'agriculteurs et des personnalités influentes qui sont encouragés par le fondateur du mouvement, Subhash Palekar, un scientifique agricole auteur de nombreuses publications sur les pratiques ZBNF. Au niveau des états, des camps de formation de cinq jours sont organisés avec le soutien de bénévoles et d'organisations partenaires. Une enquête menée auprès de 97 agriculteurs ZBNF fait état d'une augmentation des rendements, de la diversité des semences, de la qualité des produits, de l'autonomie alimentaire des ménages, du revenu et de la santé, ainsi que d'une baisse des dépenses agricoles et des besoins de crédit.

Les facteurs stratégiques suivants ont joué un rôle déterminant dans la bonne mise en œuvre des pratiques ZBNF en Inde:

- **Un chef de file charismatique.** Formateur très charismatique, Subhash Palekar a contribué de manière cruciale à promouvoir les méthodes ZBNF auprès du public cible au moyen d'ouvrages, de formations et d'autres types d'apparitions publiques.
- **Des pratiques pédagogiques horizontales.** Si Palekar pratique une pédagogie plutôt verticale, l'essentiel de l'enseignement se fait sous la forme d'échanges et de mentorat entre agriculteurs.
- **Une politique publique favorable.** La formation est dispensée au niveau des états, dans plusieurs états indiens.

¹⁸ «Les régimes alimentaires durables sont des régimes ayant de faibles conséquences sur l'environnement, qui contribuent à la sécurité alimentaire et nutritionnelle ainsi qu'à une vie saine pour les générations actuelles et futures. Les régimes alimentaires durables contribuent à protéger et à respecter la biodiversité et les écosystèmes, sont culturellement acceptables, économiquement équitables et accessibles, abordables, nutritionnellement sûrs et sains, et permettent d'optimiser les ressources naturelles et humaines» (FAO, 2012a).

- **Des marchés locaux et propices.** Au moins huit établissements vendent exclusivement des produits ZBNF dans des villes comme Bangalore et Mysore, mais la commercialisation continue de poser problème.
- **Une solide organisation sociale.** Les états organisent des camps de formation et des réseaux informels soutiennent la formation et la promotion continue des pratiques ZBNF avec des organisations partenaires.
- **Des pratiques agricoles efficaces.** Les agriculteurs constatent, d'une part, une amélioration des rendements, de la qualité des aliments et du revenu et, d'autre part, une baisse des dépenses agricoles et du crédit.
- **Un lien culturel.** Les pratiques ZBNF apaisent les préoccupations des agriculteurs quant au crédit et à l'endettement en respectant les particularités sociales et culturelles.

Sources: Khadse *et al.* (2018); Kumar (2018); La Via Campesina (non daté).

Encadré 9 Des recherches agroécologiques participatives pour améliorer la sécurité alimentaire et la nutrition au Malawi

Grâce à l'éducation participative et à l'agroécologie, des milliers de familles des zones rurales du Malawi ont constaté une amélioration considérable de la nutrition de la mère et de l'enfant, de la sécurité alimentaire, de la diversité des cultures, des pratiques de gestion de la terre et de l'égalité des sexes. La réussite de ce programme à long terme est le produit de méthodes de recherche itératives, participatives et transdisciplinaires qui consistaient à employer plusieurs mesures pour évaluer et faire progresser l'agriculture et le changement social chez les participants (Bezner Kerr et Chirwa, 2004; Nyantakyi-Frimpong *et al.*, 2017). L'éducation à l'agroécologie a été incorporée aux questions liées à la nutrition et à l'équité sociale par la voie de démarches interactives axées sur le dialogue, comme des journées-recettes, des groupes de discussion et du théâtre (Satzinger *et al.*, 2009; Bezner Kerr *et al.*, 2016a; Bezner Kerr *et al.*, 2018a). Des méthodes collaboratives menées par les agriculteurs ont incité les communautés à mettre à l'essai et à adopter des pratiques agroécologiques telles que les cultures intercalaires de légumineuses, le compost, l'agroforesterie et la diversification des cultures (Bezner Kerr *et al.*, 2007; Bezner Kerr *et al.*, 2018b; Owoputi *et al.*, 2018). Lorsque l'on privilégiait des pratiques plus agroécologiques, comme l'incorporation de légumineuses riches en nutriments aux systèmes de cultures à base de maïs, les rendements se stabilisaient, les coûts des engrais chutaient et la couverture du sol augmentait (Snapp *et al.*, 2010; Kangmennaang *et al.*, 2017; Owoputi *et al.*, 2018). Les ménages adeptes des pratiques agroécologiques qui ont participé aux programmes de formation locaux ont constaté des progrès notables en matière de croissance des enfants, de sécurité alimentaire, de diversité du régime alimentaire maternel, et de santé autodéclarée (Bezner Kerr *et al.*, 2010; Nyantakyi-Frimpong *et al.*, 2016a; Owoputi *et al.*, 2018). Une amélioration de l'égalité des sexes et d'autres formes d'équité sociale a également été observée dans les ménages où vivent des personnes séropositives (Bezner Kerr *et al.*, 2016b, 2019; Nyantakyi-Frimpong *et al.*, 2016b). Les taux de sécurité et de diversité alimentaires étaient plus élevés dans les familles où les époux commençaient à discuter ensemble des pratiques agricoles. Les agriculteurs se sentaient de plus en plus fiers de leur propre expérimentation, de leur savoir traditionnel et de leur capacité d'encadrer les autres (Bezner Kerr *et al.*, 2018b). Certaines communautés ont organisé le partage des semences et des connaissances agroécologiques et ont constaté un renforcement de la résilience en cas de faible pluviométrie grâce à l'amélioration de la qualité des sols (Bezner Kerr *et al.*, 2018b, 2019).

Conclusions principales de l'étude de cas:

- La formation entre agriculteurs et l'expérimentation étaient les méthodes d'enseignement privilégiées et se sont révélées efficaces pour partager les connaissances.
- Les inégalités sociales, y compris les inégalités entre les sexes, ont été évaluées et abordées et se sont progressivement améliorées.
- Les populations locales ont élaboré des stratégies de formation judicieuses pour combattre ces inégalités de façon itérative.
- Il a fallu au moins deux ans pour établir un lien entre l'agroécologie et l'amélioration de la sécurité alimentaire et de la nutrition, et pour que cette amélioration se concrétise à la faveur d'approches transdisciplinaires et participatives.

1.3 Contribution des approches agroécologiques à la sécurité alimentaire et à la nutrition chez les consommateurs des pays à faible revenu

Les pratiques agroécologiques contribuent non seulement à la sécurité alimentaire et à la nutrition, mais aussi à 10 des 17 objectifs de développement durable (ODD) (UN, 2015) par la voie de pratiques intégrées qui s'étendent à de nombreux domaines (FAO, 2018a). Elles peuvent ainsi servir à lutter contre la pauvreté et la faim, à favoriser l'éducation, l'égalité des sexes, le travail décent et la croissance économique, à réduire les inégalités, et à promouvoir la consommation et la production raisonnables, l'action pour le climat, la vie terrestre, et la paix et la justice. Outre les ODD, l'agroécologie peut également servir la cause de l'Action commune de Koronivia pour l'agriculture (KJWA) (St-Louis *et al.*, 2008) en ce qui concerne l'adaptation, les sols, l'utilisation des éléments nutritifs, le traitement des effluents d'élevage et les systèmes d'élevage (voir points 2.c, 2.d et 2.e du KJWA), et faciliter la réalisation des objectifs de l'Accord de Paris sur le climat, de la Convention sur la diversité biologique et de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la diversification (FAO, 2018a).

Au-delà des rendements et de la production, une évaluation de l'intérêt des approches agroécologiques pour la sécurité alimentaire et la nutrition doit nécessairement se fonder sur plusieurs systèmes de mesures qui tiennent compte des répercussions sociales, économiques et environnementales de l'agriculture.

Les approches agroécologiques peuvent jouer un rôle important pour garantir des régimes alimentaires durables pour tous, aujourd'hui et à l'avenir, dans le cadre d'une transition vers des systèmes alimentaires plus durables qui améliorent la sécurité alimentaire et la nutrition (De Schutter, 2011, 2012; IPES-Food 2016, DeLonge *et al.*, 2016). De nombreuses études ont dégagé une relation positive entre les systèmes agricoles diversifiés (un des principes essentiels de l'agroécologie), la diversité alimentaire des ménages et la nutrition (Talukder *et al.*, 2000; De Clerck, 2013; Oyarzun *et al.*, 2013; Jones *et al.*, 2014b; Houry *et al.*, 2014; Carletto *et al.*, 2015; Kumar *et al.*, 2015; Olney *et al.*, 2015; Shively et Sununtnasik, 2015; Jones, 2017).

Bliss *et al.* (2017) se sont intéressés aux systèmes agricoles diversifiés de 30 ménages nicaraguayens. Pour les agriculteurs, la diversité alimentaire favorisait la diversification dans les champs, et la hausse de la diversité des cultures, compte tenu des périodes de récolte différentes, garantissait une plus grande disponibilité alimentaire tout au long de l'année. Dans le sud du Bénin, Bellon *et al.* (2016) ont mis en évidence une corrélation positive entre la diversité au sein des exploitations et le score de diversité alimentaire des femmes¹⁹, qui s'explique par le fait que l'essentiel des aliments cultivés dans l'exploitation était destiné à la consommation et non à la vente. Jones *et al.* (2018) ont également constaté que l'agrobiodiversité des exploitations était associée à des régimes plus diversifiés et plus riches en micronutriments chez les femmes des Andes péruviennes.

Dans le cadre d'une enquête menée auprès de 390 ménages au Mexique, Becerril (2013) a observé un meilleur indice de masse corporelle chez ceux qui utilisaient le système *milpa* traditionnel (cultures intercalaires de maïs, de haricots et de courge) que chez les ménages dont les systèmes agricoles étaient moins diversifiés. Lors de leur enquête auprès des Achí, un peuple maya du Guatemala, Luna-González et Sørensen (2018) ont constaté qu'il existait une corrélation positive entre, d'une part, la diversité fonctionnelle nutritionnelle et le score de diversité alimentaire et, d'autre part, la diversité des espèces animales (résultant des systèmes traditionnels de cultures intercalaires *milpa*, des jardins familiaux, du marché local et de la cueillette sauvage). L'augmentation des scores de diversité alimentaire n'ont cependant pas été associés à un meilleur état anthropométrique chez les enfants. D'autres facteurs, tels que l'accès limité aux soins de santé ou à l'eau salubre, auraient pu faire obstacle à une meilleure croissance chez l'enfant. Dans le nord du Malawi, des études ont révélé que les cultures intercalaires de légumineuses, accompagnées d'une approche participative respectueuse des valeurs culturelles et favorable à l'égalité des sexes, améliorait à la fois la sécurité alimentaire et la sécurité nutritionnelle (Bezner Kerr *et al.*, 2016c; Nyantakyi-Frimpong *et al.*, 2016b; voir **encadré 9**). Ces résultats sont d'autant plus intéressants que de nombreux ménages malawiens font face à l'insécurité alimentaire et à la malnutrition (Ecker et Qaim, 2011), deux facteurs qui sont à

¹⁹ Pour tout complément d'informations sur le score de diversité alimentaire, consulter <http://www.fao.org/3/i1983f/i1983f.pdf>.

l'origine d'une mauvaise situation sanitaire, et notamment du retard de croissance chez les jeunes enfants (FAO, 2014a).

En Ouzbékistan, une étude menée par Gotor *et al.* (2018) sur un programme consacré à la conservation et à l'utilisation des espèces fruitières a révélé que les familles qui cultivaient plus d'espèces fruitières consommaient davantage de fruits, ce qui avait pour effet d'augmenter la diversité de leur régime alimentaire. Dawson *et al.* (2013) ont montré que les pratiques agroforestières exploitaient les différences de phénologie des espèces d'arbres fruitiers pour apporter des compléments nutritionnels essentiels (en particulier les vitamines A, C et B6) et préserver la diversité alimentaire tout au long de l'année. Les systèmes radiculaires étendus des arbres leur permettaient en effet de stocker l'eau, d'être productifs et de contribuer à la diversité alimentaire, et ce, même dans les environnements secs, pendant les saisons où les végétaux herbacés ne peuvent survivre sans irrigation. À Machakos (Kenya), un ménage moyen peut s'assurer une diversité alimentaire tout au long de l'année avec 20 arbres de 10 espèces différentes, soit répartis sur leur exploitation (en bordure, autour du foyer et dans les champs), soit rassemblés dans un verger de 8x18 m² (0,015 ha) (Kehlenbeck et McMullin, 2015). À l'issue d'une enquête menée auprès de 368 ménages producteurs de café, Bacon *et al.* (2017) ont constaté une amélioration de la sécurité alimentaire chez les agriculteurs agroforestiers qui cultivaient davantage les produits destinés à leur alimentation et qui incorporaient des éléments de production plus diversifiés, comme des arbres fruitiers et des cultures de haricot rouge. Les auteurs soulignent néanmoins que tous les types de diversification ne présentent pas les mêmes avantages pour différents paramètres de la sécurité alimentaire et de la nutrition. Une méta-analyse a mis au jour une relation positive non négligeable entre les indicateurs relatifs à la qualité du régime alimentaire des enfants de moins de 5 ans et la couverture forestière au niveau des paysages en Afrique: la consommation de fruits et de légumes est maximale à un niveau intermédiaire de couverture forestière (45 pour cent), au-delà duquel elle diminue (Ickowitz *et al.*, 2014).

La production diversifiée dans les jardins familiaux avec des pratiques agroécologiques favorise la sécurité alimentaire et la nutrition chez les ménages pauvres dont l'accès à l'alimentation est limité. Au Ghana, le jardinage domestique, avec cultures intercalaires, conservation des semences, engrais et résidus de récoltes organiques et déchets ménagers, augmente la disponibilité alimentaire, l'accès à la nourriture et l'apport en éléments nutritifs (Bagson et Naamwintome, 2012). Vijayalakshmi et Thooyavathy (2012) ont obtenu des résultats similaires à l'issue d'une étude sur l'incidence des jardins familiaux sur la nutrition des femmes. Ferdous *et al.* (2016) ont mené une étude à petite échelle auprès de 12 ménages au Bangladesh et ont mis en évidence une forte hausse de la consommation de légumes dans les ménages formés à l'utilisation du modèle Rangpur (un mode de jardinage domestique qui repose sur sept créneaux de production, 14 légumes qui seront cultivés tout au long de l'année, des fruits et des cultures adaptées au contexte local). Après l'intervention, la consommation de légumes avait presque doublé: la production était passée de 21-30 kg par personne et par an à 55-79 kg par personne et par an.

Plusieurs études ont montré que les pratiques agricoles biologiques avaient une incidence positive sur la sécurité alimentaire et la nutrition (Miyashita et Kayunze, 2016; da Silva *et al.*, 2018; Kamau *et al.*, 2018). Miyashita et Kayunze (2015), par exemple, ont observé des différences importantes en matière de sécurité alimentaire et de nutrition en comparant l'agriculture biologique à l'agriculture classique en République-Unie de Tanzanie. Cela étant, l'étude menée par Kaufman (2015) auprès de 139 ménages agricoles dans le nord de la Thaïlande a montré que la capacité des systèmes agricoles biologiques d'améliorer la sécurité alimentaire était variable par rapport aux systèmes classiques. Si les agriculteurs biologiques présentaient des niveaux moyens de sécurité alimentaire légèrement supérieurs et un endettement inférieur à ceux des agriculteurs conventionnels, les résultats n'étaient pas statistiquement significatifs (Kaufman, 2015). L'auteur conclut qu'il est nécessaire de soutenir davantage les marchés viables des produits biologiques pour qu'apparaissent de réelles différences en matière de sécurité alimentaire et de nutrition chez les producteurs biologiques (Kaufman, 2015).

En revanche, certaines études n'ont pas non plus mis en évidence de relation significative entre l'application des pratiques agroécologiques et les paramètres de sécurité alimentaire et de nutrition évalués. Par exemple, la diversification des exploitations au Nigéria n'a eu aucune incidence sur le score de diversité alimentaire des ménages les plus pauvres, tandis qu'une diversité accrue a été constatée chez les ménages à revenu moyen et intermédiaire (Ayenew *et al.*, 2018). Au Kenya, Ng'endo *et al.* (2015) n'ont pas non plus établi de corrélation importante entre l'agrobiodiversité et la sécurité alimentaire et la nutrition des ménages.

1.4 Aspects contestés et déficits de connaissances en matière d'agroécologie

Il n'existe pas de définition commune et universellement admise de ce qui constitue une approche agroécologique qui soit partagée par tous les acteurs concernés (praticiens, scientifiques, militants sociaux), ni d'accord total sur tous les aspects que recouvre la diversité des approches ou sur la façon dont elle est censée contribuer à transformer les systèmes alimentaires. Il est donc difficile de déterminer exactement ce qui est agroécologique et ce qui ne l'est pas, mais ce flou permet également d'élaborer des approches agroécologiques adaptées aux contextes locaux. Un examen des aspects contestés et des déficits de connaissances apparaît donc indispensable et sera l'objet de cette section.

1.4.1 Dimensions politiques et sociales de la production alimentaire

Certains scientifiques, acteurs des systèmes alimentaires et mouvements sociaux ont des opinions divergentes quant à la question de savoir s'il faut considérer les dimensions sociales et politiques de la production alimentaire comme une partie intégrante et indivisible de l'agroécologie, sans laquelle elle ne pourrait être transformatrice (Méndez *et al.*, 2013; Rosset et Altieri, 2017; Sanderson Bellamy et Ioris, 2017; Giraldo et Rosset, 2018). De Molina (2013) estime que la non-prise en compte des incidences sociales et politiques de l'agroécologie pourrait avoir des conséquences sociales et environnementales négatives et nuire à la sécurité alimentaire et à la nutrition des groupes marginalisés, qui risquent d'être désavantagés par un modèle d'amélioration de l'agriculture fondé sur le *statu quo*. Cet argument concorde avec les recherches menées pour déterminer dans quelle mesure la situation politique, sociale et économique influence la façon dont la technologie est utilisée pour améliorer la sécurité alimentaire et la nutrition (Bezner Kerr, 2012; Gómez *et al.*, 2013; Stone et Glover, 2017).

Certains auteurs proposent d'établir une distinction entre une *agroécologie politique ou transformatrice*, qui analyse des facteurs politiques et sociaux pour agir sur la sécurité alimentaire et la nutrition à plus grande échelle, et une *agroécologie technique* à l'échelle du champ (Méndez *et al.*, 2013; Sanderson Bellamy et Ioris, 2017).

L'importance de la prise en compte, dans les approches agroécologiques, des inégalités entre les sexes, des inégalités sociales et des dimensions connexes liées au travail et à l'économie fait notamment l'objet d'une attention particulière (Batello *et al.*, 2019; Bezner Kerr *et al.*, 2019). D'autres auteurs font valoir que l'agroécologie, dès lors qu'elle est intégrée à une intervention gouvernementale plus large dans les systèmes alimentaires ou à une initiative liée à la souveraineté alimentaire, peut influencer la sécurité alimentaire et la nutrition de manière positive (Kanter *et al.*, 2015; Wittman et Blesh, 2017).

Un système alimentaire juste (Pimbert et Lemke, 2018) doit s'attaquer aux problèmes liés aux salaires et aux conditions de travail à l'intérieur de celui-ci (principe 10) pour agir directement sur la sécurité alimentaire et la nutrition. L'amélioration des moyens d'existence des ouvriers agricoles, des producteurs, des intermédiaires du marché, des entrepreneurs et des transformateurs peut les aider à augmenter leurs revenus et, partant, à acheter de quoi se nourrir. Le rapprochement des producteurs et des consommateurs et la réintégration des systèmes alimentaires locaux (principe 11) sont susceptibles de renforcer les économies locales. Les producteurs pourront par exemple bénéficier d'une part de revenu plus élevée s'il y a moins d'intermédiaires ou d'acteurs dans la longue chaîne d'approvisionnement pour la commercialisation et la distribution des produits. Les entreprises et distributeurs alimentaires locaux pourront également augmenter leur marge bénéficiaire, se rapprocher des consommateurs locaux et mieux se faire connaître auprès d'eux. Enfin, il est important de noter que les producteurs seront plus à même de répondre aux demandes et aux besoins alimentaires réels des consommateurs locaux, un argument que soutiennent activement les organisations sociales, qui favorisent une plus grande participation et une meilleure prise de décisions des producteurs alimentaires et des consommateurs (principe 13).

1.4.2 Les difficultés liées à l'étiquetage: illustration par la convergence avec l'agriculture biologique

Tout comme il est difficile de s'accorder sur une définition générique, la création de systèmes d'étiquetage universels est également complexe. Des groupes d'acteurs et des entreprises ont cependant pris des initiatives à cet égard. L'une des formes de certification proposées est le système participatif de garantie, qui consiste à accorder une certification à l'issue d'un processus démocratique dans lequel interviennent producteurs, scientifiques et consommateurs (voir **encadré 32** de l'**annexe 1**).

Ce processus peut également poser problème lorsqu'il convient d'établir une distinction avec d'autres approches novatrices. Les débats quant aux similitudes, aux différences et aux points de convergence entre l'agriculture biologique et l'agroécologique, par exemple, prennent de plus en plus d'ampleur (Migliorini et Wezel, 2018). La question de savoir si les pesticides synthétiques et les engrais chimiques doivent être exclus de la production agroécologique, comme c'est le cas dans l'agriculture biologique (à quelques exceptions près), ou acceptés dans une certaine mesure ou dans des situations bien précises, fait également polémique.

1.4.3 L'agroécologie peut-elle nourrir la planète?

Certains pensent que les agriculteurs ne peuvent pas nourrir la planète avec l'agroécologie, tandis que d'autres affirment qu'il est impossible de nourrir les générations futures sans elle. Voilà qui illustre les opinions divergentes sur la capacité de l'agriculture biologique de nourrir la population mondiale (De Ponti *et al.*, 2012, Muller *et al.*, 2017).

On estime en général que la production agricole devra nécessairement augmenter pour pouvoir alimenter une population mondiale croissante, qui devrait atteindre 9,7 milliards de personnes en 2050, à moins que les systèmes alimentaires mondiaux ne subissent des changements profonds (HLPE, 2016; Berners-Lee *et al.*, 2018; Le Mouël *et al.*, eds, 2018), en particulier en Afrique (van Ittersum *et al.*, 2016). Les estimations varient selon que les pertes de produits alimentaires et le gaspillage, l'urbanisation et l'évolution des régimes alimentaires, et les utilisations non alimentaires (aliments du bétail, biocarburants et autres) sont pris en compte dans la modélisation (HLPE, 2013b, 2014; Kahane *et al.*, 2013; Keating *et al.*, 2014; Berners-Lee *et al.*, 2018; Le Mouël *et al.*, 2018; Keating et Carberry, 2010; Alexandratos et Bruinsma, 2012; Valin, 2014). Selon la FAO (2017b), la production agricole mondiale doit augmenter de près de 50 pour cent entre 2012 et 2050.

Cela dit, tous ne s'accordent pas sur la nécessité d'une telle augmentation car les postulats précédents ont été remis en cause: d'après certaines estimations, la production alimentaire actuelle est suffisante pour nourrir 9 milliards (IPES-Food, 2016; HLPE, 2014, 2017b; Chappell, 2018), voire 9,75 milliards de personnes (Berners-Lee *et al.*, 2018). Les débats relatifs à la capacité de l'agroécologie de nourrir la planète reposent peut-être sur des hypothèses erronées étant donné que l'insécurité alimentaire et la malnutrition persistent malgré une production élevée (Chappell, 2018; HLPE, 2016, 2017b), y compris dans des pays exportateurs de produits alimentaires comme le Brésil et l'Afrique du Sud (FAO *et al.*, 2017). Aujourd'hui, près d'un tiers des denrées alimentaires produites pour la consommation humaine sont perdues ou gaspillées alors que différentes formes de malnutrition coexistent dans la plupart des pays (HLPE, 2014, 2017b). À l'échelle mondiale, environ 820 millions de personnes connaissent encore la faim (FAO *et al.*, 2018), quelque 2 milliards de personnes sont en surpoids ou obèses (Ng *et al.*, 2014), et 2 milliards de personnes souffriraient de malnutrition en raison de carences en micronutriments (fer, iode, vitamine A, acide folique et zinc) (HLPE, 2017b). Si rien ne change, la FAO (2018e) estime que la sous-alimentation devrait atteindre des niveaux élevés d'ici à 2050, et ce, même si la production agricole brute augmente de 50 pour cent. À l'inverse, les scénarios fondés sur une transition vers la durabilité s'appuyant, conformément aux approches agroécologiques, sur des régimes alimentaires plus équilibrés, des modes de consommation et de production plus durables, et une distribution plus équitable des revenus et des denrées alimentaires, pourraient aboutir à une baisse considérable de la sous-alimentation et à une amélioration de la sécurité nutritionnelle, même avec une augmentation de la production agricole de seulement 40 pour cent environ.

Seule, la hausse de la production ne suffirait donc peut-être pas à garantir la sécurité alimentaire et la nutrition dans ses quatre dimensions (disponibilité, accès, utilisations et stabilité) (FAO, 2018b). On se rend de mieux en mieux compte que la faim et la malnutrition ne sont peut-être pas qu'une question de production alimentaire, mais principalement d'accès inégal à l'alimentation, aux

ressources naturelles (terres, eau, ressources génétiques), aux intrants, aux marchés et aux services lié aux différences de possibilités (Sen, 1981; Smith et Haddad, 2015; HLPE, 2017b). Les rapports précédents du HLPE abordent en profondeur les enjeux liés à l'accès inégal à l'alimentation et aux ressources (voir en particulier HLPE, 2011a,b, 2012, 2013a, 2015, 2016, 2017c). Les approches agroécologiques sont donc présentées comme des solutions prometteuses pour assurer la sécurité alimentaire et la nutrition étant donné qu'elles vont au-delà de la productivité et proposent de faire face aux inégalités sociales et aux déséquilibres de pouvoir (Masset *et al.*, 2011; Kanter *et al.*, 2015; HLPE, 2018), y compris aux inégalités entre les sexes et à celles qui touchent les minorités ethniques (Massicotte, 2014; Bezner Kerr *et al.*, 2019).

Par ailleurs, le fait de «nourrir la planète» est souvent présenté comme une question de calories ou de production et donne lieu à des discussions quant aux effets des différents systèmes agricoles sur la nutrition (HLPE, 2017b). Il convient cependant de noter que ce n'est pas parce que les besoins en kilocalories sont satisfaits que la sécurité nutritionnelle est assurée (Pingali, 2015; Traore *et al.*, 2012; Keating *et al.*, 2014). En effet, certaines formes de consommation de calories (par des aliments riches en sucre, en sel ou en graisses, par exemple) peuvent aggraver l'état nutritionnel (HLPE, 2017b). Loin de se limiter au nombre de calories, les indicateurs de sécurité alimentaire et de nutrition évaluent la croissance de l'enfant, la qualité du régime alimentaire et l'expérience rapportée par les individus et les ménages en ce qui concerne l'insécurité alimentaire (Arimond *et al.*, 2010; Carletto *et al.*, 2012).

Dans de nombreuses régions du monde, le modèle agricole dit «industriel», qui repose sur l'exploitation intensive des combustibles fossiles et des intrants chimiques, a conduit à une augmentation de la production agricole au prix de la perte de biodiversité, de la dégradation des terres, d'une baisse de la fertilité des sols, et de la pollution chimique des sols et des eaux, autant de facteurs qui fragilisent considérablement la santé des êtres humains, des animaux et de la planète (Kremen et Miles, 2012). Plusieurs études récentes laissent entendre que l'agriculture industrielle ne peut aboutir à des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition à long terme en raison de ces conséquences négatives (Campbell *et al.*, 2017; Frison *et al.*, 2011; IPES-Food, 2016; Mahon *et al.*, 2017; Kremen et Merenlender, 2018). Le déséquilibre des régimes alimentaires provoqué par ces systèmes de production fait de plus en plus polémique et attire toujours plus l'attention des consommateurs (HLPE, 2017b).

D'autre part, un certain nombre d'études remettent en question l'idée communément acceptée selon laquelle les systèmes agroécologiques seraient moins productifs que les modèles agricoles plus «classiques» ou «industriels» (intensifs et spécialisés), et ne seraient donc pas à même de contribuer largement à nourrir la planète.

Poux et Aubert (2018) ont par exemple modélisé récemment la capacité des approches agroécologiques (parmi lesquelles l'élimination des pesticides et des engrais synthétiques, le passage à des habitudes alimentaires plus saines et le développement de haies, d'arbres, de bassins et d'autres habitats pour favoriser la biodiversité) à nourrir l'Europe. D'après leurs estimations, la production baisserait de 35 pour cent, tandis que les besoins alimentaires en céréales, produits laitiers et vin seraient satisfaits en Europe et sur le marché de l'exportation, les émissions de gaz à effet de serre baisseraient de 45 pour cent, et la biodiversité et les ressources naturelles seraient améliorées. Pretty *et al.* (2003), De Schutter (2010, 2012), Ponisio *et al.* (2015) et Reganold et Wachter (2016) ont synthétisé de nombreux exemples, principalement issus de pays tropicaux et subtropicaux, associant agriculture agroécologique ou biologique et amélioration notable des rendements. Pretty *et al.* (2003) ont montré que la moyenne pondérée augmentait de 37 pour cent par exploitation et de 48 pour cent par hectare, tandis que la méta-analyse d'Annolfo *et al.* (2017) a révélé qu'après l'adoption de pratiques agroécologiques, les rendements augmentaient dans 61 pour cent des cas analysés et baissaient dans 20 pour cent d'entre eux, alors que la rentabilité des exploitations augmentait dans 66 pour cent des cas.

Vu le manque d'investissement dans les recherches agroécologiques évoqué ci-dessous, on ignore dans quelle mesure les cas documentés jusqu'à présent sont représentatifs, et quels aspects des approches agroécologiques adoptées sont responsables de l'amélioration des rendements et des bénéfices.

1.4.4 Systèmes de connaissances

La contribution des producteurs autochtones et locaux à la création des savoirs et l'importance du contexte culturel à cet égard suscitent le débat, notamment en ce qui concerne le rôle des femmes, des personnes âgées, des cérémonies et des organisations locales, et les possibilités d'interaction avec les scientifiques (IAASTD, 2009; Etkin, 2006; Méndez *et al.*, 2013; Snapp et Pound, eds, 2017; IIED, 2018). Les connaissances locales désignent ici le savoir que détient un groupe de personnes défini (Sinclair et Walker, 1999). Elles englobent les connaissances traditionnelles (transmises d'une génération à la suivante), les connaissances autochtones liées à la culture, et les connaissances locales tirées d'un apprentissage contemporain fondé sur l'observation et l'expérimentation locales (Sinclair et Joshi, 2004). D'aucuns affirment que les connaissances traditionnelles sont approfondies mais limitées tandis que les connaissances scientifiques sont vastes mais superficielles, et que l'agroécologie passe par une production conjointe des connaissances fondée sur l'influence mutuelle de différents flux de savoirs (Vandermeer et Perfecto, 2013). Chercheurs et groupes autochtones s'intéressent également à la question de savoir si les connaissances locales constituent de «nouvelles» connaissances scientifiques et mettent en garde contre les dangers liés à l'établissement d'une distinction entre ces connaissances et d'autres savoirs socioécologiques (Barthel *et al.*, 2013; Massicotte, 2014; IIED, 2018). Il est de plus en plus évident que beaucoup de connaissances agroécologiques locales sont dynamiques et découlent de l'observation et de l'expérimentation des agriculteurs, et qu'elles s'apparentent aux connaissances scientifiques mondiales et les complètent dans une large mesure (Richards, 1985; Sinclair et Walker, 1999; Thorne *et al.*, 1999; IAASTD, 2009; Cerdán *et al.*, 2012; Kuria *et al.*, 2018). S'il est vrai que certains savoirs agroécologiques sont largement détenus par les populations vivant dans un lieu donné (Joshi *et al.*, 2004), les intérêts et les possibilités quant à l'observation des phénomènes agroécologiques peuvent aussi varier d'un individu à l'autre au sein d'une même communauté. Les connaissances ainsi accumulées présentent alors des différences marquées selon le sexe ou d'autres formes de différenciation sociale (Crossland *et al.*, 2018).

Les discussions relatives à la contribution des agriculteurs et des mouvements sociaux aux connaissances et à la recherche agroécologiques portent sur la possibilité de «diversifier» efficacement l'agroécologie (Pimbert, ed, 2018a). Plusieurs chercheurs et mouvements sociaux du courant de «l'agroécologie politique» ont souligné l'importance des processus démocratiques pour la production de connaissances agroécologiques: les démarches autonomes et décentralisées de création des connaissances, menées par les petits producteurs d'aliments, présentent en effet autant d'intérêt que les connaissances techniques spécifiques obtenues grâce à des approches scientifiques plus formelles (Massicotte, 2014). Des chercheurs affirment également que l'agroécologie doit lutter explicitement contre les inégalités entre les sexes, les inégalités qui touchent les minorités ethniques et d'autres types d'inégalités sociales pour influencer réellement la sécurité alimentaire et la nutrition (Massicotte, 2014; Bezner Kerr *et al.*, 2019).

Tous ces éléments peuvent être source de tensions entre les mouvements sociaux et les scientifiques, notamment lorsque la façon dont la science crée des connaissances et évalue leur validité n'est pas respectée, lorsque l'éthique et le contrôle social de la production scientifique ne sont pas assurés, et lorsque la contribution des acteurs extérieurs au monde scientifique à la production des connaissances n'est pas prise en compte. C'est tout particulièrement vrai si des décisions d'investissement sont prises et s'il existe des déséquilibres de pouvoir. L'analyse de ces situations a conduit à des tentatives explicites de relier les différents systèmes de connaissances (Méndez *et al.*, 2013; Tengö *et al.*, 2014).

1.4.5 Défis de connaissances

L'investissement public extrêmement limité dans les approches agroécologiques, que l'on estime à 1 à 1,5 pour cent des budgets totaux consacrés à l'aide et à l'agriculture, explique partiellement les déficits de connaissances restants (DeLonge *et al.*, 2016; Miles *et al.*, 2017; Pimbert et Moeller, 2018). La plupart des investissements privés et publics effectués au cours des 50 dernières années dans la recherche agricole portaient essentiellement sur les technologies de la «Révolution verte» (notamment les produits chimiques agricoles et la mécanisation), et plus particulièrement sur la génétique (Vanloqueren et Baret, 2009; DeLonge *et al.*, 2016; Miles *et al.*, 2017; Pimbert et Moeller 2018). Au Royaume-Uni, par exemple, l'aide destinée à aux projets agroécologiques représente moins de 5 pour cent de l'aide agricole et moins de 0,5 pour cent du budget d'aide total du pays depuis 2010 (Pimbert et Moeller, 2018). Aux États-Unis, les travaux de recherche et de

développement portant sur les systèmes diversifiés – un créneau majeur pour les systèmes agroécologiques – représentent moins de 2 pour cent des financements consacrés à la recherche agricole publique (Carlisle et Miles, 2013). La FAO estime que 8 pour cent de ses travaux de 2018-2019 concernent les transitions agroécologiques (FAO, 2018f).

En outre, la majorité des institutions d'enseignement et de recherche et des services de vulgarisation s'orientent vers l'agriculture dite «industrielle» plutôt que vers la promotion des technologies agroécologiques. En général, les programmes d'enseignement de l'agronomie portent principalement sur la recherche de solutions isolées aux problèmes rencontrés dans l'agriculture classique. Un nombre croissant de programmes d'enseignement mettent désormais en lumière des approches plus systémiques et globalistes ainsi qu'un apprentissage expérientiel (Francis *et al.*, 2011, 2017).

Les différences de financement défavorables à la recherche, à l'éducation et à la vulgarisation en matière d'agroécologie doivent donc être prises en compte dans les comparaisons entre les approches agroécologiques et le modèle agricole «industriel» dominant (Delonge *et al.*, 2016; Pimbert et Moeller, 2018).

Deux déficits de connaissances majeurs sont à mentionner: l'un sur la question de savoir comment relier efficacement l'agroécologie aux politiques publiques pour améliorer la sécurité alimentaire et la nutrition (Sabourin *et al.*, 2018), et l'autre concernant les retombées économiques et sociales de l'agroécologie pour différents groupes locaux, y compris en matière de coûts de main-d'œuvre et de sécurité alimentaire et de nutrition (Sanderson Bellamy et Ioris, 2017; Bezner Kerr *et al.*, 2019).

L'évaluation de l'écart de rendement entre les systèmes «industriel» et agroécologique est un domaine de recherche dynamique. Bien que plusieurs études fassent état de rendements similaires, mais aussi plus stables, en particulier dans des conditions météorologiques extrêmes, et d'une meilleure rentabilité pour ceux qui utilisent des méthodes agroécologiques, il est nécessaire de mener des recherches supplémentaires dans des conditions socioécologiques plus diverses (d'Annolfo *et al.*, 2017; Sanderson Bellamy et Ioris, 2017).

On ignore également comment diversifier les approches agroécologiques de sorte à promouvoir les processus démocratiques et à satisfaire les besoins des groupes marginalisés; certains éléments tendent à montrer que les méthodes propres au contexte favorisent la sécurité alimentaire et la nutrition et les systèmes alimentaires durables si les obstacles politiques et économiques sont éliminés (IPES-Food, 2016; Mier y Terán *et al.*, 2018; Sinclair et Coe, 2019).

La conception de systèmes agricoles résilients est indispensable pour lutter contre le changement climatique et le caractère de plus en plus variable du climat. La résilience est particulièrement déterminante dans les régions les plus menacées par des événements climatiques extrêmes, comme les sécheresses prolongées, les inondations et les vents violents (Ching *et al.*, eds, 2011; Koohafkan *et al.*, 2012; Rhodes, 2013; Scialabba et Müller-Lindenlauf, 2010; Altieri *et al.*, 2015). D'après Holt-Giménez (2002), les systèmes agroécologiques sont mieux adaptés à ces situations et pourraient même contribuer à atténuer les effets du changement climatique. Il faudra cependant mener des recherches supplémentaires pour mieux comprendre les facteurs qui sous-tendent les systèmes plus résilients dans différents contextes. De nombreuses lacunes demeurent quant aux stratégies qui permettraient de faciliter cette transition et aux principaux obstacles à surmonter (Gliessman, 2016; Côte *et al.*, 2019). Plusieurs «blocages» susceptibles d'empêcher la transition vers des systèmes agroécologiques ont été recensés mais ne sont pas encore bien compris: l'effort d'ornière²⁰; des coûts de main-d'œuvre élevés; de faibles dépenses énergétiques; des politiques commerciales et agricoles favorables à l'orientation de l'agriculture vers l'exportation et à l'utilisation intensive des combustibles fossiles et des intrants chimiques; les attentes des consommateurs en ce qui concerne le faible coût des aliments et la grande distribution; une vision cloisonnée à court terme en matière de recherche, de politique et de commerce; un système de mesure des performances inadapté (Vanloqueren et Baret, 2009; IPES-Food, 2016; Roesch-McNally *et al.*, 2018). La concentration du pouvoir dans les systèmes alimentaires, dans les secteurs des intrants, du traitement et de la distribution, est un blocage majeur qui entrave les efforts de transformation déployés pour parvenir à des systèmes alimentaires durables qui améliorent la sécurité alimentaire et la nutrition (Howard, 2015; IPES-Food, 2016, 2017a; HLPE, 2017a) car les acteurs dominants influencent la formulation des questions de recherche et les solutions présentées dans la recherche,

²⁰ D'après IPES-Food (2016), les investissements de départ élevés requis dans les modèles agricoles «industriels» font qu'il est difficile pour les agriculteurs d'apporter des changements structurels à leur système de production.

les politiques et le commerce (IPES-Food, 2016). Le fait que l'objectif de «nourrir la planète» soit toujours le discours dominant en est une illustration, étant donné que cette manière d'aborder la question privilégie les impératifs de production au détriment des préoccupations relatives à la santé écologique et aux retombées sociales des systèmes alimentaires (Bené *et al.*, 2019).

1.5 Transitions agroécologiques vers des systèmes alimentaires plus durables

Dans les sections précédentes, l'agroécologie a été décrite comme une voie de transition possible vers des systèmes agricoles et alimentaires plus durables, fondés sur une approche systémique et globaliste (IPES-Food, 2016; Elzen *et al.*, eds, 2017). Gliessman (2007, 2016) a mis en évidence cinq niveaux de transition agroécologique qui sont illustrés dans la **figure 3**.

Au premier niveau, le parcours de transition est axé sur l'amélioration de l'efficacité d'utilisation des ressources grâce à des pratiques orientées vers la réduction ou l'élimination du recours aux intrants coûteux, non renouvelables, limités ou nuisibles pour l'environnement. Au deuxième niveau, des solutions alternatives aux intrants chimiques sont envisagées en vue de privilégier davantage les processus écologiques en exploitant, par exemple, les biotes qui coexistent (comme le microbiome des plantes ou les ennemis naturels) ou les caractéristiques génétiques (comme les cultivars résistants ou tolérants aux agressions biotiques) pour améliorer l'apport en nutriments des plantes, leur tolérance au stress et leurs défenses contre les ravageurs et les maladies (Singh *et al.*, 2018).

Alors que les niveaux 1 et 2 procèdent par paliers, les niveaux 3 à 5 impliquent une transformation. Le niveau 3 vise à reconcevoir le système agricole pour renforcer sa résilience, notamment par l'intermédiaire de la diversification, du recyclage, d'un meilleur aménagement des sols, de l'autosuffisance et d'une réduction de la dépendance vis-à-vis des intrants commerciaux (Côte *et al.*, 2019). Il s'agit par exemple d'enrichir la biodiversité dans la structure et la gestion des exploitations grâce aux rotations diversifiées, aux cultures multiples, à l'agroforesterie et à l'intégration (ou la réintégration) des animaux et des cultures. Ce niveau se caractérise par un intérêt marqué pour l'exploitation des interactions entre les composantes de l'agroécosystème (animaux, cultures, arbres, sol et eau) – par exemple par l'utilisation stratégique des résidus de récolte comme paillis ou comme aliments pour animaux – et pour le renforcement des synergies à l'échelle de l'exploitation et du paysage.

Aux niveaux de transition 4 et 5, l'approche s'étend à l'ensemble du système alimentaire. Le niveau 4 a pour vocation de rétablir un lien entre producteurs et consommateurs en mettant en place des réseaux alternatifs de distribution des aliments, comme des marchés de producteurs, une agriculture soutenue par la communauté, ou un système de commerce équitable de produits alimentaires, de façon à garantir *l'équité/la responsabilité sociale*. Enfin, le niveau 5 consiste à créer un nouveau système alimentaire mondial qui soit non seulement durable, mais qui contribue également à restaurer et à protéger les systèmes qui maintiennent la planète en vie. L'objectif final est de parvenir à des systèmes alimentaires qui garantissent la sécurité alimentaire et la nutrition pour tous, aujourd'hui et à l'avenir. L'**encadré 10** illustre la transition en cours vers un système alimentaire durable dans la Vallée de la Drôme (France).

Encadré 10 Approche territoriale des systèmes alimentaires durables: la vallée de la Drôme-Diois (France)

Dans le sud-est de la France, le territoire de la vallée de la Drôme-Diois, qui comptait environ 54 000 habitants en 2006 (INSEE, 2011), rassemble plusieurs écosystèmes: bétail élevé dans les zones montagneuses, production de vin, de céréales, de fruits et de lavande sur les flancs de colline, et production de céréales, de volaille, de noix et de fruits dans les basses vallées. L'agriculture biologique fondée sur le partage des connaissances entre agriculteurs, associée aux coopératives et aux chaînes d'approvisionnement biologiques, est devenue une source importante de moyens d'existence: la Vallée compte en effet 40 pour cent d'agriculteurs biologiques (contre seulement 8 pour cent à l'échelle du pays).

Le projet Biovallée vise à faire de la vallée de la Drôme et de ses environs un exemple écologique en adoptant une approche pluridirectionnelle pour atteindre les objectifs suivants: i) réduire la consommation d'énergie de 20 pour cent d'ici à 2025 et de 50 pour cent d'ici à 2040, et produire localement des énergies renouvelables pour couvrir 25 pour cent des besoins locaux en 2025 et 100 pour cent en 2040; ii) convertir la moitié des agriculteurs et de la région à l'agriculture biologique d'ici à 2020; iii) protéger les terres rurales contre l'urbanisation; iv) proposer 80 pour cent de produits biologiques ou locaux dans la restauration collective d'ici à 2025; v) réduire de moitié les déchets acheminés vers les centres de traitement d'ici à 2025; vi) créer 2 500 nouveaux emplois sur le territoire dans des secteurs durables d'ici à 2025; vii) investir dans la recherche, l'éducation et le renforcement des capacités en matière de développement durable pour créer de l'emploi.

Une stratégie d'innovation sociale dans les infrastructures de la chaîne d'approvisionnement et une collaboration intersectorielle ont été mises en place dans le cadre de cette initiative. Un comité pour le développement agricole du Diois a servi de lieu d'échange concernant l'expérimentation, le marché, les conseils techniques et la formation en matière d'agriculture biologique. Un vaste pôle alimentaire et atelier de transformation de légumes a été créé pour faciliter l'approvisionnement alimentaire institutionnel biologique et la distribution des produits dans les cantines scolaires et les crèches. *La Carline*, une entreprise sociale gérée par des producteurs, des consommateurs et des travailleurs, a permis d'établir un lien entre les consommateurs locaux et les producteurs biologiques. Elle est passée de 30 à 600 familles adhérentes et son chiffre d'affaires annuel était de 1,2 million d'euros en 2014. Des fournisseurs de matières premières biologiques indépendants, des coopératives, des syndicats et des conseils municipaux avaient déjà créé des réseaux avant le projet Biovallée²¹.

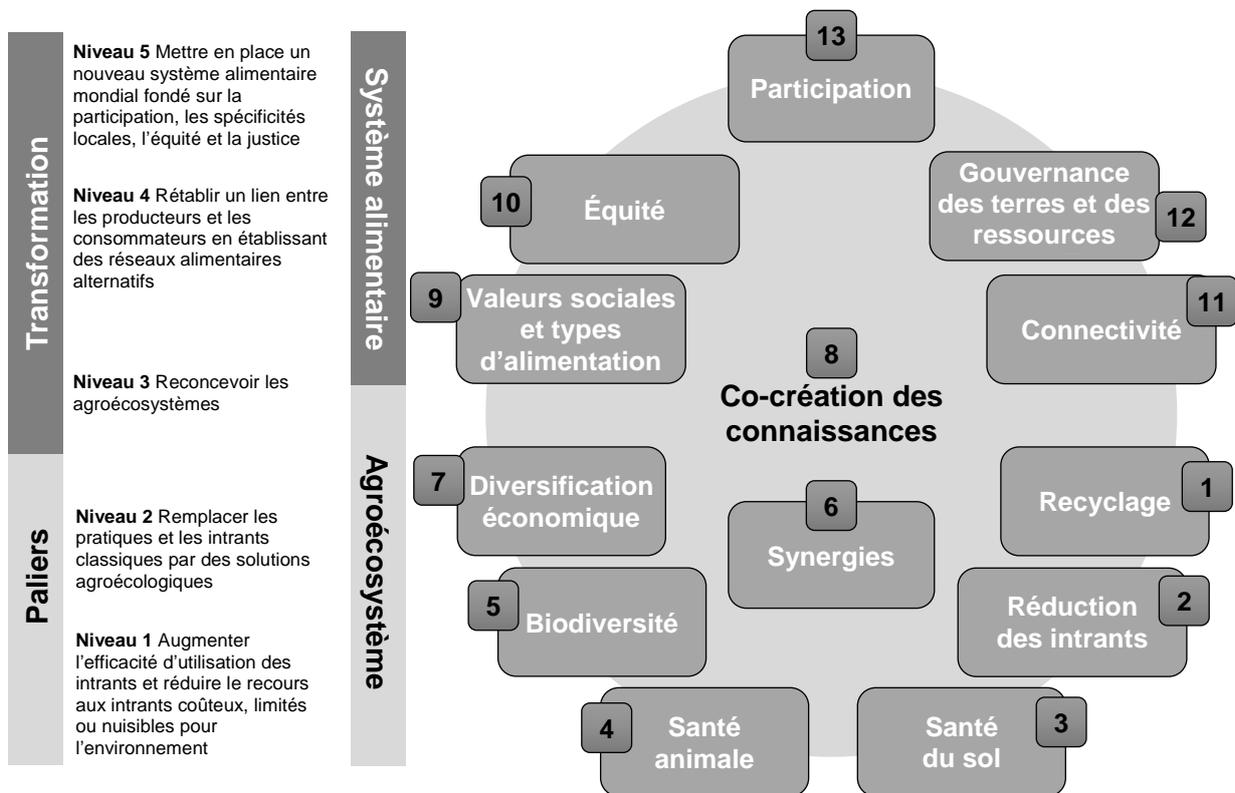
Les interactions entre agriculteurs biologiques et agriculteurs classiques ont été favorisées par les nouveaux groupes d'échange de connaissances agricoles (Centres d'études techniques agricoles, CÉTA), ainsi que par la participation des agriculteurs biologiques aux coopératives locales, parfois en tant que chefs du conseil d'administration. Ces interactions ont permis à l'agriculture biologique de passer du statut de petit créneau marginal à celui de marché traditionnel institutionnalisé proposant un nouveau modèle agricole et encourageant les agriculteurs à adopter des meilleures pratiques durables. La Chambre d'agriculture a mis en place des services de vulgarisation biologique, et la vallée présente actuellement le plus grand nombre de conseillers en la matière en France. Plusieurs centres de formation à l'agriculture et au développement durables sont désormais établis dans la vallée de la Drôme.

Le soutien local apporté par les municipalités aux coopératives et aux chaînes d'approvisionnement a augmenté lorsqu'elles se sont intéressées davantage à la promotion de la région comme un territoire de production écologique de haute qualité et de développement durable. Les initiatives menées dans la vallée ont également été soutenues par la stratégie nationale française de 2012 et le projet agroécologique pour la France²².

Globalement, la Vallée de la Drôme a connu une augmentation notable de la production et de la consommation biologiques diversifiées ainsi que des perspectives commerciales grâce à un mélange de recherche et de renforcement des capacités en matière d'agriculture biologique, d'approvisionnement institutionnel et d'innovation dans les entreprises sociales.

Sources: Ministère français de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire (2010); INSEE (2011); Wezel et David (2012); Bui (2015); IPES-Food (2018).

Figure 3 Cinq niveaux de transition vers des systèmes alimentaires durables et principes de l'agroécologie correspondants



Source: les transitions à gauche ont été adaptées à partir de Gliessman (2007), et les encadrés arrondis situés à droite représentent l'ensemble concis de principes agroécologiques du tableau 1.

²¹ Voir: <https://biovallee.net/>.

²² Pour en savoir plus sur la stratégie nationale de transition écologique: <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/strategie-nationale-transition-ecologique-vers-developpement-durable-2015-2020>.

2 L'INNOVATION AU SERVICE DE SYSTÈMES ALIMENTAIRES DURABLES

Les rapports précédents du HLPE et d'autres rapports phares ont montré que les systèmes agroalimentaires de modèle classique ne peuvent être maintenus, et ils ont mis en lumière la nécessité d'une transformation majeure de l'agriculture et des systèmes alimentaires pour s'attaquer aux problèmes multiples que pose la malnutrition, en particulier pour les catégories les plus vulnérables et marginalisées, et contribuer à la réalisation du Programme 2030 (HLPE, 2014, 2016b, 2017b; IPES-Food, 2016; GloPan, 2016a, 2016b; FAO, 2017b).

Comme il est établi dans l'introduction au présent rapport, cette transformation impose d'opérer à la fois des transitions progressives et des changements structurels en procédant de façon coordonnée et intégrée dans de nombreux domaines du système alimentaire, à savoir la production des aliments et les filières de leur approvisionnement, l'environnement alimentaire et la consommation (HLPE, 2017b). Compte tenu de la très forte diversité des systèmes alimentaires d'un pays à l'autre et à l'intérieur de chaque pays, et de la diversité des problèmes et contraintes auxquels ils sont confrontés, leurs acteurs devront concevoir des voies de transition vers l'instauration de systèmes alimentaires durables qui soient adaptées et propres aux réalités où elles s'insèrent (HLPE, 2016, 2017b). Ces voies de transition pourront être ancrées dans des scénarios très différents, conduisant à différents ensembles d'options s'agissant de la manière dont doit se concrétiser le changement.

Dans ce chapitre, à l'issue d'une présentation concise des théories de l'innovation et de leurs concepts, sont définies et présentées, en conjonction avec l'annexe 1, les principales approches concurrentes à l'innovation, qui sont porteuses de transitions vers des systèmes alimentaires durables, la sécurité alimentaire et la nutrition. Les principes communs à ces approches, et ceux qui sont propres à chacune, sont ensuite déduits et il en est produit une évaluation au regard de la sécurité alimentaire et nutritionnelle à concrétiser, ce qui conduit à définir une exigence à ajouter aux principes opérationnels des systèmes alimentaires durables et une autre aux piliers de la sécurité alimentaire et nutritionnelle.

2.1 L'innovation: concepts et définitions

L'innovation est fondamentale pour amener la transformation des systèmes alimentaires, car en elle se résume toute la différence entre la manière de faire future et celle qui a prévalu avant elle. Schumpeter (1939) établit une distinction claire entre recherche et invention: l'innovation est possible sans qu'il y ait pour autant ce que nous appelons invention, et l'invention n'induit pas nécessairement de l'innovation. La Banque mondiale (2010) approfondit cette distinction en définissant l'innovation comme «la diffusion de quelque chose de nouveau dans un contexte donné, et non en termes absolus», si bien que «ce qui n'est ni diffusé ni utilisé ne constitue pas une innovation». La FAO (2014b) va plus loin en énonçant que l'innovation comprend «ce qui est utilisé et qui s'est traduit par un avantage social et économique sensible pour l'utilisateur» et la Banque mondiale (2010) souligne que, de ce point de vue, «l'innovation devrait en dernière instance profiter au plus grand nombre, y compris aux plus pauvres».

Il ressort de cela que nous devons non seulement mettre au point de nouvelles technologies, de nouveaux mécanismes de marchés et dispositifs institutionnels mais aussi combler les carences de leur mise en œuvre en rendant les innovations existantes plus abordables, plus accessibles, en particulier pour les plus pauvres, et mieux adaptées aux différentes réalités locales, que celles-ci soient d'ordre politique, culturel, économique ou environnemental (Wyckoff 2016; FAO, 2014b; HLPE, 2017a). Par conséquent, l'innovation doit être comprise non point seulement comme constituée de nouvelles technologies ou de manières inédites de faire les choses, mais plutôt comme un processus d'apprentissage dynamique qui remet en question et modifie ce qui est considéré comme normal, les usages et les relations; et cela requiert généralement des interactions entre de nombreux acteurs ainsi que de nouveaux dispositifs institutionnels (Nelson et Winter, 1982; Smits, 2002; OECD et Eurostat, 2005; Vanloqueren et Baret, 2009; Struik *et al.*, 2014; Loconto *et al.*, 2017; Devaux *et al.*, 2018; FAO 2018g). Ce travail d'innovation impose non seulement des changements d'ordre technique mais d'autres aussi dans la sphère sociale, commerciale et institutionnelle (Schumpeter, 1934; Smits, 2002; OECD et Eurostat, 2005; Klerkx et Leeuwis, 2009). Reprenant à son compte cette théorie de l'innovation, la FAO (2016b) définit celle-ci comme «le processus par lequel des personnes ou des organisations maîtrisent et mettent en œuvre la conception et la production de biens et

services qui sont nouveaux pour elles, même s'ils ne le sont pas pour leurs concurrents, leur pays ou le monde».

Reconnaissant l'importance des interactions entre de nombreux acteurs et institutions aux différents stades de ce processus d'innovation, Lundvall (1985), suivi en cela par nombreux autres auteurs, a introduit le concept de «systèmes d'innovation», qui se définit comme des ensembles d'acteurs et d'institutions interagissant, ou comme des réseaux sociaux humains dont le comportement reproduit celui de systèmes biologiques, qui déterminent la performance innovante d'une communauté et constituent les ressources (connaissances, ressources humaines et financières) nécessaires à la réussite d'une innovation (Lundvall, ed, 1992; Freeman, 1988, 1995; Nelson, 1993; Patel et Pavitt, 1994; Metcalfe, 1995; OECD, 2001; Banque mondiale, 2010; Coudel *et al.*, eds, 2013). La Banque mondiale (2012) a défini les systèmes d'innovation comme «des réseaux d'organisations, d'entreprises et d'individus qui s'emploient à intégrer dans l'économie de nouveaux produits, de nouveaux procédés et de nouvelles formes d'organisation, et les institutions et les politiques qui ont une incidence sur leur action et leurs résultats». Cette notion peut s'appliquer à l'intérieur d'un secteur économique ou sur plusieurs d'entre eux, et à différentes échelles: locale, régionale, nationale et mondiale. Les plateformes d'innovation sont des composantes de systèmes d'innovation que l'on décide de mettre en place pour «rassembler des groupes d'individus (qui souvent représentent des organisations) en provenance d'horizons socioprofessionnels disparates – agriculteurs, commerçants, professionnels de la transformation des aliments, chercheurs, fonctionnaires –, afin de leur offrir un espace d'apprentissage, d'action et de changement» (World Bank, 2007a).

Adaptant ces réflexions au champ d'application du présent rapport, à savoir les transitions vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et nutritionnelle, le Groupe d'experts de haut niveau propose l'ensemble de définitions suivant pour les termes relatifs à l'innovation (**définition 3**).

Il est bien établi que l'innovation a été un moteur majeur de la transformation des systèmes agricoles et alimentaires au cours du siècle dernier. De nombreuses études de l'innovation en agriculture renvoient à l'ouvrage de Rogers (1962). Dans ce livre souvent cité, Rogers caractérise les différents stades de l'innovation comme composant des phases successives ayant des classes d'intervenants différentes: les novateurs, les primo-adoptants et les adoptants tardifs majoritaires, et enfin les retardataires opposés au changement. Cette caractérisation laisse entendre que l'innovation – comprise comme l'adoption de technologies amenées de l'extérieur – est synonyme de progrès, que les innovations sont d'ordre technologique et qu'elles marquent une rupture avec les manières passées de mener ses activités (Joly, 2018).

Cependant, il est de plus en plus reconnu que de nombreuses innovations technologiques en agriculture ont engendré d'importantes externalités négatives et que l'innovation en agriculture et dans les systèmes alimentaires doit surmonter certaines difficultés sociales et environnementales majeures afin de pouvoir induire des transitions vers des systèmes alimentaires durables et renforcer la sécurité alimentaire et nutritionnelle (Coudel *et al.*, eds, 2013; Campbell *et al.*, 2017; Frison *et al.*, 2011; IPES-Food, 2016; Mahon *et al.*, 2017; Kremen et Merenlender, 2018; TEEB, 2018). Les conceptions récentes de l'innovation en agriculture font une plus grande place à ses processus d'ordre social, au rôle fondamental des savoirs locaux et de l'adaptation aux conditions locales et à la nécessité de construire le changement en continuité avec le passé et de l'intégrer aux réalités locales (Smits, 2002; Joly, 2018; van der Veen, 2010; Faure *et al.*, 2018); elles insistent aussi sur le potentiel que recèle l'innovation d'induire les transitions vers des systèmes alimentaires durables pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle à l'intérieur des communautés locales, y compris pour les catégories sociales marginalisées (Kilelu *et al.*, 2013; Elzen *et al.*, 2017). Dans un rapport précédent, le HLPE (2018) affirmait que l'innovation agroalimentaire devrait être abordée sous un angle systémique et transdisciplinaire, en y associant de multiples parties prenantes et en intégrant leurs points de vue et formes de savoir différents et souvent divergents. L'Organisation de coopération et de développements économiques (OCDE) a produit une série d'études de pays portant sur l'innovation, la productivité agricole et la durabilité; ces études soulignent de manière explicite la nécessité de politiques de développement rural intégral par lesquelles se concrétiseront les avantages sociaux de l'innovation.

Définition 3 Une innovation qui favorise les transitions vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition

- **L'innovation** dans sa forme verbale (le verbe «innover») désigne le processus par lequel les individus, les communautés ou les organisations apportent des changements à la conception, à la production ou au recyclage des biens et des services, ainsi qu'à l'environnement institutionnel; ces changements, qui sont autant de nouveautés dans leur contexte, favorisent les transitions vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition. «Innovation» est aussi employé comme nom pour désigner les changements induits par ce processus. L'innovation englobe les modifications apportées aux pratiques, normes sociales, commerciales et dispositifs institutionnels qui sont susceptibles de faire apparaître de nouveaux réseaux de production, de valorisation industrielle, de distribution et de consommation des aliments par lesquels ce qui paraît aller de soi peut être remis en question.
- Les **systèmes d'innovation** sont des réseaux d'organisations, de communautés, d'entreprises et d'individus dans lesquels s'opèrent et sont diffusés les changements favorables à des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et nutritionnelle. Ces changements se concrétisent en des procédés nouveaux, des formes d'organisation nouvelles, la diffusion de connaissance ou l'entrée en usage de produits nouveaux, et qu'accompagnent des institutions et des politiques qui ont une incidence sur leur action et leurs résultats.
- Les **plateformes d'innovation** sont des initiatives qui réunissent différentes parties prenantes présentant des points de vue, expériences et intérêts disparates, en vue de créer un espace de co-apprentissage et d'action collective qui accompagne les transitions vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et la nutrition.

Les innovations dans les systèmes agricoles et alimentaires se distinguent de celles de nombreux autres secteurs de par le rôle central qu'y occupent les relations écologiques et les interactions sociales. L'adéquation d'une innovation agroalimentaire aux conditions environnementales et sociales locales peut revêtir une importance, à telle enseigne que les adaptations locales font partie intégrante du processus d'innovation. Les producteurs de denrées alimentaires et ceux qui travaillent dans d'autres segments du système alimentaire ont une connaissance intime des terroirs dans lesquels ils travaillent, acquise par contact direct et dans leur participation aux travaux – connaissance qui n'est généralement pas codifiée mais transmise d'agriculteur à agriculteur ou de praticien à apprenti (van der Veen, 2010; Coudel *et al.*, eds, 2013). D'où le fait que les systèmes d'innovation agricole sont souvent très redevables aux savoirs et pratiques locales, ce qui les rend spécifiques à leur contexte et localement adaptés aux réalités socioéconomiques et écologiques de l'exploitation agricole, de la communauté, de l'agroécosystème et du terroir (Coe *et al.*, 2019). Dans cet esprit, un certain nombre d'auteurs commentant les systèmes d'innovation dans l'agroalimentaire ont récemment mis en exergue l'innovation d'origine locale (Saravanan et Suchiradipta, 2017) et se montrés plus attentifs à l'innovation institutionnelle et au renforcement des capacités dans le cadre de processus multiacteurs, en s'attachant plus particulièrement aux innovations produites par les acteurs locaux (Assefa *et al.*, 2009; Loconto *et al.*, 2017). Le fait de privilégier l'appropriation locale des modalités de l'innovation ne revient pas à minorer les avancées technologiques décisives que sont par exemple l'apparition du smartphone ou celle du génie génétique, mais consiste à s'intéresser à leurs modes d'utilisation et à leurs utilisateurs qui les intègrent dans les contextes locaux (Sinclair et Coe, 2019).

Les innovations agroalimentaires ont souvent pour but d'augmenter la production de denrées alimentaires et les profits. Pour autant, de nombreux producteurs de denrées alimentaires, en particulier ceux dont les ressources sont limitées, pourront privilégier, au lieu d'un bénéfice maximal, une prise de risque minimale pour garantir la sécurité alimentaire et la nutrition de leur famille. Quel que soit le but recherché, il importe de comprendre la répartition des risques et des avantages d'une innovation donnée pour éviter de possibles répercussions négatives sur la sécurité alimentaire et la nutrition chez les catégories ou les communautés marginalisées ou vulnérables (Glover et Poole, 2019).

Certains soutiennent que les grandes exploitations agricoles mécanisées seraient plus à même de produire des denrées alimentaires à moindre coût lorsque la disponibilité de main-d'œuvre s'avère un facteur limitant (Jansen, 2015). Cependant, lorsque la main-d'œuvre est plus aisément disponibles que les capitaux, comme c'est le cas dans de nombreux endroits de l'Inde et d'Afrique sub-saharienne, les innovations qui abaissent les coefficients de main-d'œuvre et réclament des investissements

importants peuvent ne pas être perçus comme souhaitables (Dorin, 2017). Le recours à des techniques qui économisent la main-d'œuvre, dont l'emploi d'herbicides, peut retirer des sources importantes de revenu et des emplois chez les travailleurs ruraux à faible revenu et marginalisés, avec pour conséquence de compromettre leur sécurité alimentaire et nutritionnelle. En revanche, les approches agroécologiques, qui peuvent réclamer de mobiliser davantage de main-d'œuvre et de connaissances, mais qui encouragent l'expérimentation, l'apprentissage continu et l'échange de connaissances entre exploitants, pourraient offrir de meilleures possibilités d'obtenir un travail décent²³ et riche de sens²⁴, en particulier pour les petits exploitants (Jansen, 2015; Timmermann et Félix, 2015; Bezner Kerr *et al.*, 2019; Deaconu *et al.*, 2019). Certains auteurs estiment que l'agroécologie peut amener une plus grande autonomie, ce qui est une caractéristique déterminante de tout travail riche de sens, en encourageant les paysans et les ouvriers agricoles à acquérir un surcroît de qualifications, et ainsi à se rendre moins facilement remplaçables (Timmermann et Félix, 2015; Deaconu *et al.*, 2019). En outre, l'accent mis par l'agroécologie sur les économies localisées aux filières courtes peut produire des débouchés accrus pour l'emploi et l'activité dans les zones rurales qui connaissent des taux élevés de chômage et d'exode rural (Jones *et al.*, 2012; Pimbert, 2018b; Deaconu *et al.*, 2019).

Par maints aspects, un «renouvellement de l'innovation» est en cours (Joly, 2018), porté par un discours qui englobe: i) la démocratisation de l'innovation, laquelle favorise la coproduction et le partage des connaissances à l'intérieur des communautés et entre elles par une répartition de réseaux (von Hippel, 2004; Schot et Steinmueller 2016); ii) l'innovation responsable, axée sur des problématiques d'intérêt collectif et public (HLPE, 2018), soumises à des formes de gouvernance inclusives et participatives (von Schomberg, ed., 2011; Guston, 2006; Glover et Poole, 2019). Un autre aspect de ce «renouvellement de l'innovation» tient à une manière nouvelle de penser celle-ci, appelée «innovation par retrait», qui consiste à se retirer du régime agroalimentaire dominant, en substituant aux technologies et pratiques actuelles des solutions novatrices qui apportent un meilleur accompagnement aux transitions vers des systèmes alimentaires durables (Goulet et Vinck, 2012). «L'innovation par retrait» suppose des changements de mentalité chez tous les acteurs concernés (les décideurs, les agriculteurs, les consommateurs), ainsi que l'expérimentation progressive et l'adoption pratiques «alternatives»; elle implique des dynamiques complexes et s'opère dans la durée (Goulet et Vinck, 2017). Ce point est illustré par le cas d'agriculteurs en France qui ont entamé la transition en se détournant de l'utilisation d'engrais chimiques synthétiques pour lui substituer l'usage d'engrais de sources organiques, qui ont reconstitué la santé et l'activité biologique des sols (Le Velly et Goulet, 2015). Les politiques publiques françaises visant à réduire l'usage des pesticides ne rencontraient pas d'adhésion, jusqu'à ce que soient promues des solutions de substitution, telle la lutte biologique contre les insectes ravageurs (Aulagnier et Goulet, 2017). Cela témoigne de la dynamique complexe qui existe entre les pressions du zonage des terroirs, les redéfinitions des politiques, les perceptions dans le public et l'expérimentation de solutions de substitutions spécialisées chez les agriculteurs. Cette dynamique a pris plus d'une dizaine d'années avant d'induire des transitions vers des systèmes alimentaires plus durables. La recherche sur les transitions agroalimentaires a révélé à quel point les pratiques nouvelles de consommation, la création de réseaux entre producteurs et consommateurs, et d'autres changements dans les pratiques sociales

²³ Selon l'Organisation internationale du Travail (OIT) la notion de travail décent résume les aspirations des personnes au travail. Elle suppose que le travail considéré puisse être productif et convenablement rémunéré, elle impliquera sécurité sur le lieu de travail et une protection sociale pour sa famille, de meilleures perspectives de développement personnel et d'intégration sociale, la liberté d'exprimer ses revendications, de s'organiser et de participer aux décisions ayant une incidence sur sa vie, l'égalité des chances et de traitement pour tous, femmes et hommes. Voir: <https://www.ilo.org/global/topics/decent-work/lang-fr/index.htm>.

²⁴ Un travail riche de sens est un concept transdisciplinaire nouveau issu de la sociologie, de la psychologie et de la philosophie et qui connaît des applications dans le domaine de la gestion des ressources humaines. Il est souvent considéré comme ayant des composantes objectives et subjectives. Sa dimension objective renvoie à une obligation morale qu'ont les employeurs et institutions de fournir un cadre dans lequel un travail riche de sens est possible, à savoir le libre choix d'engager la relation contractuelle, une communication honnête, un traitement juste et respectueux, de la stimulation intellectuelle, une autonomie considérable dans la détermination de ses méthodes de travail, la participation démocratique au processus décisionnel, le développement moral, le respect des procédures et de l'équité, l'absence de paternalisme et une rémunération convenable (Michaelson, 2009). La dimension subjective renvoie au sentiment du travailleur que son travail est pourvu d'un sens, soit celui qu'il éprouve quand il perçoit un lien authentique entre son travail et une finalité supérieure qui transcende celui-ci et dépasse l'individu, que le travailleur se représente son travail comme participant à un bien supérieur de par les bienfaits sociaux ou économiques qu'il dispense, ou qu'il le considère comme étant au service d'une «force supérieure», celle-ci étant entendu au sens spirituel ou religieux ou comme relevant d'un paradigme humaniste non-déiste (Bailey et Madden, 2017).

quotidiennes ont précipité d'importantes évolutions vers des systèmes alimentaires durables (Hinrichs, 2014), comme l'illustre l'étude de Fonte (2013) sur les nouveaux groupements d'achat solidaires italiens.

Il ressort des sections précédentes que l'innovation en agriculture et en matière de systèmes alimentaires peut être principalement d'ordre institutionnel ou bien être davantage en rapport avec les connaissances ou les pratiques (Smits, 2002). Ces éléments sont liés entre eux et peuvent être engendrés à l'intérieur d'un système d'innovation, être introduits en lui, ou réunir ces deux modalités dans un processus d'adaptation. Cette vision de l'innovation en agriculture et dans l'alimentation reconnaît que les changements peuvent être d'ordre technologique, ou avoir trait à la connaissance de la manière de rendre les technologies appropriées et des circonstances où elles le seront, ou encore être d'ordre institutionnel, soit la manière dont les personnes interagissent au sein des systèmes d'innovation; ces trois ordres de changement recourent les catégories «matériel», «logiciel» et «organique» que l'on doit à Klerkx et Leeuwis (2009), mises au point et appliquées dans les cadres des systèmes d'innovation. Différentes approches novatrices qui favorisent les transitions vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et la nutrition, envisagées dans la section suivante, tendent à mettre l'accent sur des modes d'innovation différents.

S'agissant des aspects organisationnels des systèmes d'innovation, on constate une réorientation des centres d'intérêt dans la recherche agronomique internationale, dans le sens de: i) la facilitation de l'établissement de réseaux d'agriculteurs (Nelson *et al.*, 2016); ii) l'utilisation des sciences citoyennes, par le recours aux développements récents des TIC qui permettent de colliger et de partager les informations en mobilisant un grand nombre d'agriculteurs participants (van Etten *et al.*, 2019; Dehnen-Schmutz *et al.*, 2016), même si la vocation participative de certaines de ces innovations impulsées par les TIC fait débat, étant fonction de la maîtrise qu'ont les agriculteurs des données autant que des choix qui guident leur conception et des mécanismes de retroinformation (Sinclair et Coe, 2019); et iii) un changement de paradigme qui fait évoluer une recherche «pour» le développement en une recherche «dans» le développement, celle-ci venant s'imbriquer dans les initiatives de développement par le biais de «comparaisons planifiées»²⁵ intégrées dans les transpositions à plus grande échelle des initiatives de développement (Coe *et al.*, 2014). Toutes ces nouvelles avancées facilitent la participation des agriculteurs, et ont prouvé leur utilité dans la sélection des variétés et la sélection végétale participative depuis des décennies (Tiwari *et al.*, 2009; Bonneuil *et al.*, 2006; **encadré 11**). Ces approches ont pour point commun de recourir à des plateformes d'innovation multiacteurs (Schut *et al.*, 2018). Ces plateformes offrent l'intérêt d'induire des innovations qui accompagnent des transitions se répercutant à grande échelle. Par exemple, la fusion des groupes villageois de protection des terres du district ougandais de Kapchorwa crée des forums à l'échelon du terroir et à celui de la région, qui sont capables d'entraîner une modification d'infrastructure de par leur influence auprès de la collectivité locale et des pouvoirs publics nationaux, ainsi qu'auprès des acteurs du secteur privé (Catacutan *et al.*, 2015).

²⁵ Par «comparaison planifiée» il faut entendre la décision de mesurer performance des différentes options (technologies, interventions sur le marché ou politiques) dans un éventail de contextes (qui pourront être d'ordres écologique, économique ou social). Les comparaisons planifiées intégrées aux initiatives de développement précipitent l'impact du développement lorsque la connaissance du degré d'adéquation des différentes options dans les différents contextes n'est pas parfaite, ce qui est généralement le cas. Cela fonctionne en facilitant un co-apprentissage avec les agriculteurs des conditions dans lesquelles les différentes options fonctionnent bien ou mal et des différences avec le fait de se contenter d'offrir à chacun d'eux ce qui est considéré comme le plus indiqué dans son contexte spécifique et qui restreint la possibilité d'affiner la connaissance de la manière dont le contexte conditionne la performance des options (Coe *et al.*, 2017).

Encadré 11 Sélection participative du sorgho au Burkina Faso²⁶

La sélection végétale participative mobilise activement les producteurs à tous les stades de l'obtention variétale. Au Burkina Faso, le sorgho et le mil chandelle constituent la base de l'alimentation des populations rurales d'une région qui s'étend sur plus d'un million et demi d'hectares. Mais la productivité du sorgho reste faible pour les petits exploitants, avec un rendement de l'ordre d'une tonne à l'hectare, et ce, malgré les programmes de sélection variétale mis en place, ceux-ci ayant produit des variétés à plus forte productivité dont l'adoption est restée minimale.

Dans les années 1990, des chercheurs de l'Institut de l'environnement et des recherches agricoles du Burkina Faso (institut de recherche gouvernemental – INERA), du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (un établissement public français – CIRAD) et de l'Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides (ICRISAT) ont commencé à recourir à des méthodes de sélection végétale participative pour obtenir des variétés adaptées aux conditions locales et culturellement appropriées. Les organisations paysannes locales ont été associées aux décisions à tous les stades de leur élaboration. Le but recherché était de créer de nouvelles variétés de sorgho en puisant dans la diversité génétique des populations de variétés traditionnelles et en les améliorant en vue de leur exploitation locale par des méthodes de sélection participative.

Huit variétés obtenues par ce moyen ont été homologuées et inscrites au catalogue national entre 2002 et 2018. Ces variétés montrent une augmentation de productivité de 7 à 30 pour cent par rapport aux variétés traditionnelles. Une évaluation d'impact a montré que ces huit variétés de sorgho ainsi obtenues avaient été bien accueillies et se vendaient bien, et que les agriculteurs qui les utilisaient avaient augmenté leur production, leurs revenus et accru leur sécurité alimentaire et nutritionnelle. Néanmoins, l'utilisation de ces variétés obtenues par sélection végétale participative n'allait pas sans produire une contrepartie: une augmentation de l'usage d'insecticides dans les locaux de stockage. Alors que dans certaines régions, l'utilisation de ces variétés avait pour effet de déloger les variétés traditionnelles, réduisant par là même la diversité génétique, dans la plupart des secteurs concernés, les cultivateurs ont continué de cultiver les variétés locales à côté des variétés nouvelles. En outre, les méthodes de sélection végétale participative ont développé les connaissances techniques de la sélection végétale chez les cultivateurs, tandis que chez les phytogénéticiens, elles ont amené une meilleure intelligence des besoins des cultivateurs locaux et de leurs exigences s'agissant des variétés végétales.

Source: Trouche *et al.* (2016).

L'étude des répartitions des risques et avantages de l'innovation fait ressortir les problèmes que les uns et les autres peuvent poser simultanément, comme il en va par exemple dans le cas de la nutrition (Glover et Poole, 2019).

2.2 Approches novatrices vers des systèmes alimentaires qui améliorent la sécurité alimentaire et la nutrition

Les systèmes innovants véhiculent des valeurs, car apparaissant dans des ordres sociaux préexistants, ils sont le miroir des paradigmes et des visions du monde spécifiques qui habitent ces derniers (Joly, 2018). Dans le présent rapport, nous en prenons acte en examinant comment chaque approche retenue en matière de systèmes agricoles et alimentaires durables produit des répercussions différentes sur les systèmes d'innovation. L'innovation est ainsi considérée dans le cadre de l'approche d'ensemble²⁷ qui est défendue. En s'appuyant sur les concepts et définitions élaborés dans la section précédente, et sur les notions de transition et de régime sociotechnologique élaborées dans l'introduction au présent rapport, le HLPE suggère la définition suivante des approches aux systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et nutritionnelle (définition 4).

²⁶ Voir: <https://www.cirad.fr/nos-recherches/resultats-de-recherche/2016/la-selection-participative-du-sorgho-au-burkina-faso-creer-de-nouvelles-varietes-avec-et-pour-les-paysans>.

²⁷ L'approche ayant été définie aux fins du présent rapport comme «un ensemble de principes, pratiques et méthodes ancré dans une philosophie de portée générale, qui est largement compris, promu et mis en pratique dans le but d'améliorer la sécurité alimentaire et la nutrition».

Définition 4 Approches novatrices des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition

Une approche novatrice des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire est un ensemble de principes, pratiques et méthodes bien articulés et pratiqués largement dont le but est de favoriser les transitions vers des systèmes alimentaires plus durables qui renforcent la sécurité alimentaire et la nutrition, et qui s'inscrit dans une philosophie de portée générale et une vision stratégique pour le futur.

Au-delà des approches agroécologiques déjà illustrées au chapitre 1, le HLPE a identifié d'autres approches novatrices visant à favoriser la transition vers des systèmes alimentaires durables qui renforcent la sécurité alimentaire et la nutrition. Ces approches, présentées plus en détail à l'**annexe 1**, peuvent être regroupées en deux grandes catégories: i) **l'intensification durable et les approches connexes** (agriculture climato-intelligente, agriculture intégrant l'enjeu nutritionnel et chaînes de valeur alimentaires durables, notamment); et ii) **l'agroécologie et les approches connexes** (agriculture biologique, agroforesterie et permaculture, notamment). Dans certains travaux, les approches agroécologiques sont considérées abusivement comme des formes d'intensification durable, alors même qu'elles ne reposent pas sur l'hypothèse d'un rendement accru, ce que suppose toute intensification (Pretty *et al.*, 2018). Bien que de portée très différente, les approches fondées sur les droits ont également été prises en compte. Cela est cohérent avec le rapport qui part d'une position d'affirmation du droit humain à l'alimentation mais aussi avec l'idée que les approches ayant pour hypothèse de départ l'affirmation des droits sont susceptibles de déboucher sur des résultantes différentes de celles qui sont davantage axées sur le plan technique de la production. Par conséquent, la portée des approches varie de certaines qui sont axées sur les pratiques de production agricole (étages inférieurs du cadre de transition de Gleismann à la **figure 3**) à d'autres qui s'attachent à la manière dont les gens interagissent avec les systèmes alimentaires plutôt qu'à l'application de pratiques particulières (étages supérieurs du cadre de transition de Gleismann).

Dans la présente section, un ensemble complet de principes est tiré de toutes les approches, afin de mettre en évidence le teneur de leur convergence ou de leur divergence. Pour ce faire, les principes ont été définis comme des énoncés qui forment soit la base d'un système axiologique soit celle d'un corps de raisonnements qui guide les décisions et les choix de comportement. Ils peuvent être **normatifs**, quand ils affirment des valeurs (par exemple les systèmes alimentaires doivent être équitables), ou **causaux**, au sens scientifique de ce terme, soit l'explicitation de relations de causalité (par exemple les systèmes alimentaires plus équitables sont appelés à une plus grande durabilité). Dans les deux cas, pour pouvoir guider utilement les décisions et les actions, ils doivent être entièrement explicites. Nonobstant la diversité des principes associés aux différentes approches, un jeu de principes complet en a été tiré, dont la plupart sont communs à plusieurs approches (**tableau 2**) Ce jeu complet a été élaboré en colligeant les principes extraits des différentes approches novatrices (**tableau A, annexe 1**) puis en les combinant lorsqu'il a lieu pour les récapituler dans un ensemble où aucun n'est répété (**tableau 2**), comme cela a été fait précédemment pour les principes agroécologiques (chapitre 1).

Les principes ont souvent été formulés en des énoncés normatifs dans les études sur les approches novatrices des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition, dans le but de dispenser des orientations explicites à l'action (par exemple réduire ou supprimer la dépendance aux intrants qui doivent être achetés), ou bien le sont en des termes où les éléments normatifs et causatifs sont confondus. Ils sont souvent articulés dans des discours et ne sont que rarement énoncés en des termes qui les rendraient tout à fait explicites en-dehors de la philosophie générale qui sous-tend l'approche à laquelle ils sont associés. Cette confusion d'éléments normatifs et causaux et l'inclusion en eux, et dans la manière de les exprimer, d'intérêts ou de valeurs implicites, créent des ambiguïtés dans leur interprétation et leur application. Pour éviter cela, au **tableau 2**, chaque principe est énoncé d'une part en termes normatifs, d'autre part selon les relations causales qu'il implique.

Tableau 2 Combinaison des principes façonnant les transitions vers des systèmes alimentaires durables pour la sécurité alimentaire et la nutrition

Intitulé	Énoncé normatif	Énoncé causal
Production régénérative	Mise à contribution des services écosystémiques (SE) et des processus naturels dans le processus de production, optimisation de l'exploitation des ressources renouvelables locales et minimisation des externalités négatives	L'utilisation des processus naturels dans les systèmes agricoles et alimentaires plutôt que leur remplacement (par des intrants qu'il faut acheter et dont la mise en oeuvre suppose souvent l'utilisation de combustibles fossiles dans leur fabrication) peut être bénéfique à la santé des sols (grâce à la gestion de la matière organique des sols et à leur activité biologique), ce qui régénère la capacité des terres d'assurer les SE.
Recyclage et efficacité	Augmenter l'efficacité d'utilisation des ressources et réduire ou supprimer la dépendance aux intrants qu'il faut acheter.	Le choix d'une gestion des systèmes agricoles et alimentaires qui favorise le recyclage peut réduire la dépendance aux intrants achetés et le risque d'endettement afférent à leur utilisation, supprimer ou réduire la déperdition de ressources essentielles que sont la biomasse et les nutriments, et augmenter l'efficacité d'utilisation des ressources et la résilience.
Santé animale	Assurer la santé et le bien-être des animaux;	Les systèmes alimentaires qui assurent la santé et le bien-être des animaux sont plus efficaces, durables et socialement acceptables.
Effets de synergie	Renforcer les interactions écologiques positives, l'intégration et les synergies entre les différentes composantes des agroécosystèmes	Le choix de gérer les interactions et les synergies entre des composantes fonctionnellement diverses des agroécosystèmes permet le développement de systèmes plus efficaces et résilients.
Diversité	Entretien et augmenter la diversité des espèces et des ressources génétiques et entretenir la biodiversité dans les agroécosystèmes dans le temps et dans l'espace, au niveau du champ cultivé, de l'exploitation agricole et du terroir.	Le choix d'une agrobiodiversité dans les systèmes agricoles et alimentaires plus grande qu'elle ne l'est d'ordinaire dans les systèmes de monoculture, peut rendre ceux-là plus écologiquement et économiquement efficaces et résilients et contribuer au développement de régimes alimentaires plus sains, diversifiés et adaptés aux saisons et à la culture du consommateur.
Intégration	Intégrer davantage les composantes du système dans l'ensemble du système alimentaire pour réaliser de plus grands bienfaits et créer plus de débouchés.	Le choix de gérer les interactions entre les composantes des systèmes alimentaires d'une échelle à l'autre peut réaliser une plus grande intégration, qui se traduit par de plus grandes efficacité et durabilité des résultats sur l'ensemble de la chaîne de valeur alimentaire.
Adaptation au changement climatique et atténuation de ses effets	Concevoir et recourir à des pratiques agricoles qui contribuent à l'adaptation au changement climatique et l'atténuation de ses effets.	L'adoption de pratiques agricoles climato-intelligentes peut accroître l'adaptation au changement climatique en ciblant des risques climatiques spécifiques et/ou en améliorant la résilience des moyens d'existence, tout en permettant de fixer le carbone et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.
Production et diffusion des connaissances	Améliorer la co-création et le partage horizontal des connaissances, y compris les connaissances et l'innovation locales et scientifiques'.	L'apprentissage par l'expérience et le partage des connaissances entre praticiens, ainsi que la coproduction de connaissances entre réseaux multi-acteurs, renforcent la légitimité de celles-ci et induisent des innovations adaptées au contexte local.
Cohérence culturelle	Construire des systèmes alimentaires articulés sur la culture et l'identité des sociétés, l'équité sociale et l'égalité hommes-femmes, l'innovation et la connaissance, et qui comportent des régimes alimentaires sains, diversifiés, adaptés aux saisons et convenant aux communautés locales et à leurs moyens d'existence.	Les systèmes alimentaires fondés sur la culture et l'identité locales, étant parallèlement équitables et reliant les producteurs et les consommateurs, sont appelés à la durabilité. La réduction de la consommation de viande, de sel, de sucre, d'aliments ultra-transformés et d'autres pratiques alimentaires malsaines dans de nombreux régimes alimentaires peut amener de meilleurs résultats en matière de nutrition et de santé, ainsi qu'à une plus grande durabilité.

Valeurs humaines et sociales	Appuyer des moyens d'existence dignes et solides pour tous les acteurs participant aux systèmes alimentaires, en particulier les petits producteurs de denrées alimentaires, sur la base du commerce équitable, de l'emploi équitable et du traitement équitable des droits de propriété intellectuelle.	La mise en œuvre du commerce équitable, de l'emploi équitable, de la propriété intellectuelle équitable (y compris en ce qui concerne les ressources génétiques), l'accès aux ressources naturelles et des mesures sociales et d'équité entre les sexes peuvent contribuer à créer et à entretenir des moyens d'existence équitables, dignes et solides pour tous les acteurs des systèmes alimentaires.
Relations directes et proximales («connectivité»)	Accroître la proximité et la confiance des producteurs et des consommateurs grâce à des réseaux de distribution équitables et courts qui intègrent les systèmes alimentaires dans les économies locales. Appuyer des modèles de production et de consommation concurrents.	Des contacts plus immédiats entre producteurs et consommateurs (grâce à des filières plus courtes, réintégrant les systèmes alimentaires dans les économies locales, encourageant une économie circulaire) induisent une plus grande confiance et une meilleure assurance entre producteurs et consommateurs s'agissant de la qualité et de la salubrité des aliments, et un moindre gaspillage le long de la filière.
Gouvernance	Reconnaître l'alimentation comme un droit humain fondamental; démocratiser le processus d'innovation et le contrôle des systèmes alimentaires.	Reconnaître l'alimentation comme un droit humain fondamental et augmenter le contrôle démocratique des systèmes alimentaires sont des mesures phares qui ont des répercussions certaines sur la sécurité alimentaire et la nutrition. Une représentation quantitative et en substance de tous les intervenants des systèmes alimentaires dans les institutions, et leur participation aux décisions, sont nécessaires à la gouvernance équitable et démocratique de ces institutions.
Autonomisation	Reconnaître et faire valoir les besoins et les intérêts des principales parties prenantes des systèmes alimentaires (en particulier les agriculteurs familiaux, les petits exploitants agricoles et les paysans producteurs de denrées alimentaires, et les consommateurs).	L'adoption de mesures qui, en allant dans l'intérêt des petits agriculteurs et agriculteurs familiaux, reconnaissent à ceux-ci leur qualité de gérants et gardiens des ressources naturelles et génétiques, corrige les défauts du marché qui favorisent des économies d'échelle aux externalités négatives.
Participation	Encourager l'organisation sociale et une plus grande participation des producteurs de denrées alimentaires et des consommateurs au fonctionnement des systèmes alimentaires en recourant à des mesures particulières pour inclure les catégories marginalisés.	L'encouragement à l'organisation sociale, à une plus grande participation, y compris aux décisions, des producteurs et des consommateurs favorisera une gouvernance décentralisée et une gestion locale adaptative des systèmes alimentaires et agricoles. La démocratisation des innovations favorise les possibilités que les communautés de personnes partagent informations et connaissances sur des réseaux et contribuent à des innovations particulièrement adaptés aux contextes locaux.

À partir de l'examen des différentes approches, les principes peuvent servir à caractériser la convergence et la divergence. Pour ce faire les principes du **tableau 2** ont été fusionnés afin d'en obtenir un ensemble de caractéristiques (**tableau 3**), à chacune desquelles ont été attribuées quatre valeurs: deux pôles opposés (par exemple la suppression des intrants devant être achetés par opposition à leur utilisation à des fins d'intensification de la production) que séparent deux valeurs intermédiaires, ce qui constitue un spectre de positions le long d'un continuum représenté dans le tableau par une gamme d'intensité des colorations.

Tableau 3 Approches novatrices des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et nutritionnelle: continuum multidimensionnel

Caractéristique	Spectre des valeurs pour chaque caractéristique entre deux pôles opposés
Production régénérative, recyclage et efficience	Pôle 1: Éliminer les intrants externes, ne compter que sur les processus naturels et avoir des cycles de ressources clos.
	Intermédiaire 1: Minimiser les achats d'intrants, favoriser les processus naturels et tenter de clore les cycles de ressources.
	Intermédiaire 2: Choisir d'utiliser les intrants achetés pour faire un usage efficace des processus naturels et des cycles de ressources.
	Pôle 2: Utiliser les intrants achetés pour intensifier la production par unité de terres tout en maintenant les déperditions à un niveau minimal.
Biodiversité, effets de synergie et intégration	Pôle 1: Choisir de gérer la diversité biologique et les interactions entre les composantes des systèmes de production en visant le renforcement des complémentarités et l'obtention d'effets de synergie, y compris entre les objectifs de production et de conservation, du champ cultivé à l'échelon du terroir en passant par celui de l'exploitation agricole (usage partagé des terres).
	Intermédiaire 1: Gérer les interactions entre des composantes sélectionnées à l'intérieur des systèmes de production sans essayer de maintenir la diversité au-delà de ce qui est nécessaire pour la production.
	Intermédiaire 2: Neutre s'agissant de l'intégration ou de l'individualisation des composantes à l'intérieur des systèmes de production.
	Pôle 2: Intensification de la production sur des terres à potentiel supérieur, laissant ainsi d'autres terres répondre aux objectifs de conservation (usage économe des ressources foncières).
Diversification économique contre spécialisation	Pôle 1: S'efforcer à une plus grande diversité des systèmes de production
	Intermédiaire 1: Gérer la diversité économique des systèmes de production autour de valeurs seuils fonctionnelles afin d'entretenir les services écosystémiques et la résilience économique.
	Intermédiaire 2: Neutre pour la diversification ou la spécialisation.
	Pôle 2: Se spécialiser dans un petit nombre de composantes à l'intérieur des systèmes de production en vue de simplifier la gestion et de répondre aux demandes d'approvisionnement des marchés.
Adaptation au changement climatique et atténuation de ses effets	Pôle 1: Viser explicitement à concevoir et recourir à des pratiques qui contribuent à l'adaptation au changement climatique et l'atténuation de ses effets.
	Intermédiaire 1: Co-avantages d'une adaptation et d'une atténuation sensibles.
	Intermédiaire 2: Co-avantages sensibles de l'adaptation ou de l'atténuation.
	Pôle 2: Aucune tentative explicite de contribuer à l'adaptation au changement climatique et à l'atténuation de ses effets.
Production et diffusion des connaissances	Pôle 1: Met l'accent sur l'innovation locale et l'échange de connaissances d'agriculteur à agriculteur.
	Intermédiaire 1: Met l'accent sur l'apprentissage et la combinaison de connaissances locales et mondiales.
	Intermédiaire 2: Met l'accent sur la diffusion large des innovations issues de la recherche participative.
	Pôle 2: Met l'accent sur la diffusion large de l'innovation issue de la recherche officielle financée par l'État et le secteur privé.
Valeurs humaines et sociales: Équité	Pôle 1: Reconnaît que l'inégalité au sein des systèmes alimentaires est l'un des principaux problèmes qui entravent la réalisation de la sécurité alimentaire et la nutrition.
	Intermédiaire 1: Reconnaît des inégalités spécifiques au sein des systèmes alimentaires (par exemple les inégalités hommes-femmes) et essaie de les résorber.
	Intermédiaire 2: Ne retient pas les problématiques d'égalité.
	Pôle 2: Estime que les forces du marché résorberont les inégalités.
Valeurs humaines et sociales: Intensification de la main-d'œuvre contre intensification du capital	Pôle 1: Insiste sur l'intensification de la main-d'œuvre, l'équité et la dignité pour tous dans le travail.
	Intermédiaire 1: Insiste sur la productivité de la main-d'œuvre tout en conservant la petite exploitation agricole.
	Intermédiaire 2: Neutre sur les dimensions d'intensification.
	Pôle 2: Insiste sur l'intensification du capital.
Relations directes et proximales	Pôle 1 Insiste sur les marchés locaux, les relations proximales entre producteurs et consommateurs, l'économie circulaire.

Caractéristique	Spectre des valeurs pour chaque caractéristique entre deux pôles opposés
(dans les chaînes de valeur et les économies circulaires) contre mondialisation	Intermédiaire 1: Approches mixtes du marché, combinant l'accès aux marchés nationaux lorsqu'il y a lieu et la fonction stimulante des marchés locaux.
	Intermédiaire 2: Neutre en ce qui concerne la commercialisation ou la structure de la chaîne de valeur.
	Pôle 2: Insiste sur l'efficacité des grands marchés et des chaînes de valeur mondiales.
Gouvernance: droits, démocratisation et participation	Pôle 1: Commence par affirmer les droits fondamentaux et s'emploie à infléchir dans leur sens la transformation des systèmes alimentaires; s'efforce d'obtenir une plus grande participation de la société civile aux décisions portant sur les modalités de production, de transformation, de stockage, de transport et de consommation des aliments.
	Intermédiaire 1: Reconnaît que les droits, y compris les droits à une information exacte, sont un élément important de la transformation des systèmes alimentaires et les prend en considération.
	Intermédiaire 2: Neutre s'agissant des droits.
	Pôle 2: Ne reconnaît pas explicitement que les droits sont fondamentaux pour la sécurité alimentaire et la nutrition; la participation prend forme sous l'action des forces du marché.

Lorsque les caractéristiques et les spectres de leurs valeurs au **tableau 3** sont croisés avec les approches novatrices sous forme de tableau (**tableau 4**), des structures se dégagent nettement entre les deux principales catégories d'approches et les différentes approches au sein de chaque catégorie. Les caractéristiques du **tableau 3** sont affectées au principe opérationnel des systèmes alimentaires durables auquel elles contribuent le plus manifestement (efficacité d'utilisation des ressources, résilience et équité/responsabilité sociale), nonobstant les liens et les synergies qu'elles entretiennent.

L'intensification durable et ses approches sont principalement axées sur des aspects analogues au premier niveau des transitions agroécologiques de Gliessman présentées au chapitre 1 (**figure 3**). Elles privilégient les innovations technologiques tournées vers la productivité afin d'améliorer l'efficacité d'utilisation des ressources tout en réduisant les impacts négatifs des systèmes alimentaires actuels sur l'environnement et la santé (Béné *et al.*, 2019; Foley *et al.*, 2011; Haddad *et al.*, 2016; Tilman et Clark, 2014; Bernard et Lux, 2017). Elles partent de l'hypothèse que le rendement à l'hectare doit être augmenté (Pretty *et al.*, 2018), qui est ce qu'implique le terme «intensification» de l'expression «intensification durable». On sera amené à considérer l'intensification durable comme faisant partie d'une transition agroécologique, ou au contraire devant en être exclue, en fonction de l'inclusion ou de l'exclusion d'autres principes agroécologiques essentiels que sont par exemple la co-création de connaissance, la minimisation d'intrants toxiques et le maintien de l'agrobiodiversité.

En revanche, l'agroécologie et ses approches, décrites au chapitre 1, visent à être davantage transformatrices. Elles visent, au plus haut niveau, à repenser l'ensemble du système alimentaire (niveau le plus élevé des transitions de Gliessman, **figure 3**). Elles sont porteuses de visions davantage spécifiques au territoire, en prenant en compte les conditions environnementales, sanitaires, sociales et culturelles d'un lieu donné (Francis *et al.*, 2003; Gliessman, 2007; Wezel et Soldat, 2009; Wezel et David, 2012; Méndez *et al.*, 2013; Wezel *et al.*, 2018a). Elles font une place centrale aux dimensions sociales, culturelles et politiques des transitions vers des systèmes alimentaires durables, aux questions de rapports de force et de gouvernance. Elles ne se préoccupent pas seulement des impacts écologiques et sanitaires des systèmes alimentaires, mais aussi des asymétries de pouvoir et des inégalités socioéconomiques (De Schutter, 2010; IPES-Food, 2016; Rosset et Martínez-Torres, 2012; Rosset *et al.*, 2011; Bernard et Lux, 2017; Wezel *et al.*, 2018b, 2018b). À ce titre, elles s'inscrivent dans un cadre fondé sur les droits de l'homme (par exemple Misra, 2018).

Il convient de noter que les approches agroécologiques n'ont accordé qu'une attention limitée aux implications économiques des méthodes à forte intensité de main-d'œuvre, aux préférences des consommateurs et à la dynamique du changement démographique, y compris les effets des migrations et des conflits. Les approches agroécologiques mettent l'accent sur la gouvernance, les facteurs socioculturels et les facteurs de connaissance pour promouvoir des pratiques respectueuses de l'environnement (Rosset *et al.*, 2011; Bernard et Lux, 2017; Wezel *et al.*, 2018a, 2018b). Les principaux obstacles aux transitions d'un point de vue agroécologique sont les déséquilibres de

pouvoir au sein des branches distribution et intrants du secteur agroalimentaire, ceux-ci se traduisant par un accès inégal aux connaissances et aux ressources et par une gouvernance inégalitaire des systèmes alimentaires produisant des incidences écologiques, sanitaires et sociales (IPES-Food, 2016; Bernard et Lux, 2017).

Les deux catégories d'approches novatrices (intensification durable et agroécologie) s'appuient donc sur des visions très différentes de l'avenir des systèmes alimentaires, s'agissant de ce que devraient être les principales caractéristiques d'un système alimentaire durable, et sur des stratégies très différentes pour mettre en œuvre des transitions vers des systèmes alimentaires plus durables. Il s'ensuit qu'elles véhiculent des discours divergents sur les priorités qu'impose la transition, sur les orientations que doit prendre l'innovation sociale et technologique, et partant sur les outils et pratiques qui sont susceptibles ou non de contribuer à faciliter les transitions vers des systèmes alimentaires durables. Elles se chevauchent aussi par maints aspects et l'on trouve donc entre elles des points communs et des complémentarités.

Tableau 4 Comparaison des différentes approches novatrices vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition

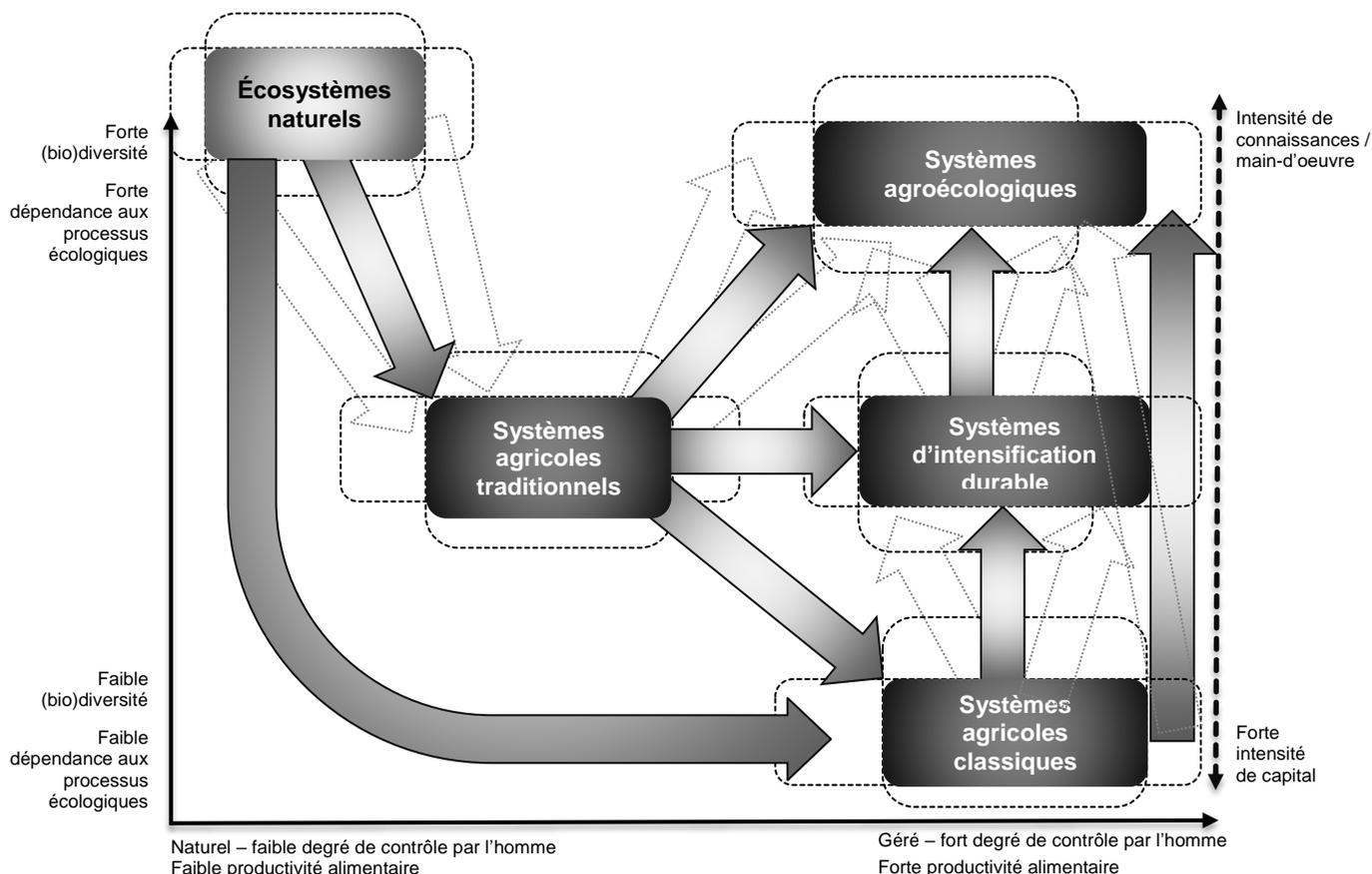
Caractéristique	Agroécologie et approches connexes					Intensification durable et approches connexes			
	Agroécologie	Agriculture biologique	Agroforesterie	Permaculture	Souveraineté alimentaire	Intensification durable	Agriculture climato-intelligente	Agriculture intégrant les enjeux nutritionnels	Chaînes de valeur alimentaires durables
Efficiace d'utilisation des ressources									
Production régénérative, recyclage et effiace								Aucun élément	Aucun élément
Biodiversité, effets de synergie et intégration									
Résilience									
Diversification économique contre spécialisation									
Adaptation au changement climatique et atténuation de ses effets									
Équité et responsabilité sociales									
Production de connaissances et transfert de technologie									
Valeurs humaines et sociales: <i>Équité</i>									
Valeurs humaines et sociales: <i>Intensification de la main-d'œuvre contre intensification du capital</i>									
Relations directes et proximales (dans les chaînes de valeur et les économies circulaires) contre mondialisation									
Gouvernance: droits, démocratisation et participation									

Note: Ce tableau reprend les caractéristiques définies dans le **tableau 3**. L'intensité du gris qui remplit les cases représente l'évaluation du HLPE produite en fonction des éléments qui attestent les approches dans l'exposé du présent chapitre et de l'annexe 1. Ce degré d'intensité ne transcrit aucun jugement de valeur mais situe simplement le point où se trouve chaque approche le long d'un continuum défini. La méthode est explicite et pourrait être reprise par d'autres ou appliquée à d'autres bases d'éléments en produisant un degré de gris différent dans les différentes cases.

Comme on l'a mis en évidence au chapitre 1, il n'y a pas de frontières qui fassent l'unanimité pour distinguer ce qui est agroécologique de ce qui ne l'est pas. De même, en plus des différences évidentes entre les approches, on constate des chevauchements, et aucune approche n'englobe à elle seule tous les principes dégagés au **tableau 1**. Il est important de comprendre que le regroupement des approches en deux grandes catégories comme on l'a proposé ci-dessus n'a pour but d'occulter la diversité des approches qui peuvent être suivies sur un même territoire, voire sur une même exploitation agricole. Loin de vouloir créer une dichotomie entre les deux catégories, l'intention est ici de mettre en relief la diversité des voies de transition possibles, lesquelles, à partir d'un éventail de points de départ, sont orientées vers de futurs systèmes agricoles et alimentaires durables admettant des configurations différentes, construits sur des valeurs différentes et privilégiant des aspects différents.

Ce concept de voies de transition multiples est représenté à la **figure 4**, qui montre les trajectoires différentes que peuvent emprunter les transitions dans un espace multidimensionnel marquées de lignes pointillées, celles-ci signalant la variabilité des points de départ et l'incertitude du cheminement des transitions. Les transitions en ressortent comme particulières à leur contexte et les choix que suppose l'adhésion à des voies de transition différentes commandent l'intensification de facteurs de production différents. Ce concept s'attache aux pratiques agricoles différentes davantage qu'il ne concerne des systèmes alimentaires entiers, ceux-ci faisant l'objet de plus amples développements à la section suivante

Figure 4 Multiplicité des voies de transition



Note: Cette figure présente les trajectoires multiples qui vont des écosystèmes naturels aux systèmes agricoles traditionnels, puis aux systèmes agricoles classiques prédominants (largement monocultureux), et de là aux systèmes novateurs d'intensification durable et aux systèmes agroécologiques. Les lignes pointillées autour des «nœuds» signalent une variabilité dans la situation des différents types de systèmes; les flèches en pointillés indiquent les voies de transition multiples et variables entre les différents états. Les flèches grises indiquent les voies de transition prédominantes.

Source: D'après Griffon (2013) et Hainzelin (2016).

2.3 Transition vers des systèmes alimentaires durables: de nouveaux concepts

L'analyse des approches présentées dans les sections précédentes dit la nécessité d'élargir les trois principes opérationnels des systèmes alimentaires durables (améliorer l'efficacité d'utilisation des ressources; renforcer la résilience et assurer l'équité/la responsabilité sociales; HLPE, 2016) et celle d'augmenter le nombre des quatre piliers de la sécurité alimentaire et nutritionnelle (disponibilité, accès, utilisation et stabilité) afin de saisir comment et en quoi les approches agroécologiques influent sur la durabilité des systèmes alimentaires. La représentation des transitions à la **figure 4**, bien qu'utile, s'attache à faire ressortir les contrastes de nature entre les systèmes de production, mais les modes de consommation et ce qui advient des denrées alimentaires entre l'exploitation agricole et l'assiette du consommateur sont tout aussi importants pour l'élaboration de systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et la nutrition. Le HLPE discerne deux domaines essentiels qui appellent une attention particulière; le premier est résumé dans le concept d'empreinte écologique qui doit élargir le cadre des principes opérationnels des systèmes alimentaires durables; le second dans le concept d'*agencité* qui doit être adjoint aux quatre piliers de la sécurité alimentaire et la nutrition. Chacun d'eux est présenté ci-dessous puis traité dans son contenu opérationnel au chapitre 4.

2.3.1 L'empreinte écologique

Les approches agroécologiques ont amené l'idée que certaines dimensions déterminantes de la performance des systèmes alimentaires devaient être abordées plus avant: premièrement, la nécessité d'intégrer à la réflexion la consommation tout autant que la production; deuxièmement, la constatation que, si la dégradation et la restauration sont comptabilisées, le concept «d'efficacité d'utilisation des ressources» s'en trouve dépassé lorsqu'il s'agit de déterminer l'effet de la production actuelle sur la capacité future de produire. S'il était possible d'intégrer ces deux dimensions, cela aurait pour corollaire d'élargir sensiblement les principes opérationnels des systèmes alimentaires durables.

La minimisation des impacts environnementaux a souvent été considérée comme partie intégrante du principe d'amélioration de l'efficacité d'utilisation des ressources (HLPE, 2016). Cependant, comme l'illustrent le chapitre 1 et les sections précédentes, l'agroécologie et ses approches (dont l'agroforesterie, la permaculture et l'agriculture biologique) sont axées sur l'application de concepts et de principes écologiques à la conception et la gestion de systèmes alimentaires durables, en exploitant les processus naturels et en créant des interactions biologiques bénéfiques et des effets de synergie entre les différentes composantes des agroécosystèmes (cultures, animaux, arbres, sols et eau). Sachant cela, il importe d'examiner plus en profondeur les externalités environnementales, tant positives que négatives, de l'agriculture et des systèmes alimentaires, lesquelles ont trait non seulement à la façon dont les aliments sont produits, mais aussi à la quantité consommée et à la façon dont ils sont transformés, transportés et vendus. Le HLPE estime par conséquent qu'il y a lieu de prêter davantage attention au concept d'empreinte écologique (**définition 5**) et d'envisager de faire de celui-ci le quatrième principe opérationnel des systèmes alimentaires durables sous l'intitulé **améliorer l'empreinte écologique** (voir **figure 5**).

Définition 5 Empreinte écologique des systèmes alimentaires

L'empreinte écologique des systèmes alimentaires exprime l'impact des aliments consommés par un groupe défini de personnes (un individu, un village, une ville, un pays ou l'ensemble de la population mondiale), mesuré en termes de superficie de terre et d'eau biologiquement productive nécessaire pour produire les aliments consommés et assimiler les déchets produits (d'après Wackernagel et Rees, 1996).

En tant que moyen de quantification des résultats obtenus par les systèmes agricoles et alimentaires, sa valeur absolue et l'évolution de l'empreinte écologique dans le temps sont importantes (Wiedmann et Barrett, 2010). Si la valeur absolue de l'empreinte écologique est supérieure aux ressources en terre et en eau disponibles à ce moment-là pour les personnes concernées, le système n'est pas durable. La modification de l'empreinte signale qu'un système s'améliore ou se dégrade au fil du temps et, par conséquent, donne à lire les performances des transitions (Lin *et al.*, 2018).

L'évolution de l'empreinte écologique doit être infléchiée par tous changements intervenant dans les modes de production et de consommation, si bien que toutes augmentations d'efficacité ou toute accélération des processus régénératifs, telle la restauration des terres, ne manqueront pas d'améliorer l'empreinte écologique au fil du temps pour un niveau donné de consommation, tandis que des processus moins efficaces ou une dégradation des terres se traduiront par un besoin accru de terres; mais l'actuelle grille de comptabilisation mondiale ne prend pas en compte la restauration ni la dégradation à cause d'un manque de données comparables (Blomqvist *et al.*, 2013; Rees et Wackenagel, 2013) – ce problème est plus amplement analysé au chapitre 4.

Le concept d'empreinte écologique s'est avéré efficace pour communiquer sur les problématiques de durabilité, mais il a fait l'objet de critiques, visant plus particulièrement son utilité pour guider les décisions politiques et l'effet que produit l'agrégation de différents aspects en un indicateur unique, si bien que l'on continue de développer les méthodes de calcul, de les contester et de les affiner (Fiala, 2008; Kitzes *et al.*, 2009; Wiedmann et Barrett, 2010). Le défi consiste à mettre au point une comptabilité de l'empreinte écologique qui embrasse une grille multidimensionnelle d'indicateurs, ayant trait à la consommation et la production et prenant en compte les effets régénérateurs et dégradeurs de l'agriculture.

2.3.2 L'agencéité

Les différentes dimensions de la sécurité alimentaire et de la nutrition sont coextensives à l'équité, la gouvernance et les rapports de force au sein du système agroalimentaire à de multiples échelles (Sen, 1981; De Schutter, 2014; Bellows *et al.*, eds, 2016). La présente analyse des approches, qui concorde avec les preuves de plus en plus nombreuses depuis que les quatre piliers de la sécurité alimentaire et de la nutrition ont été formulés pour la première fois, dit la nécessité de trouver des moyens plus explicites de traiter les aspects critiques des droits de l'homme et de renforcer les capacités, le pouvoir et le contrôle communautaires pour progresser vers la sécurité alimentaire et la nutrition pour tous (De Schutter, 2014; Smith et Haddad, 2015). Dans ce cadre, le concept nouveau d'agencéité (**définition 6**) prend de l'essor dans le discours international sur la sécurité alimentaire et la nutrition.

Définition 6 Agencéité

L'«agencéité» désigne la capacité des personnes – individuellement ou collectivement – de définir les systèmes alimentaires et les résultats nutritionnels qu'elles souhaitent, ainsi que d'agir et de faire des choix de vie stratégiques pour les obtenir. Cela requiert des systèmes sociopolitiques dans lesquels les politiques et les pratiques peuvent être portées par la volonté des citoyens et se refléter dans les structures de gouvernance pour permettre la réalisation de la sécurité alimentaire et la nutrition pour tous (d'après Ganges, 2006; Chappell, 2018).

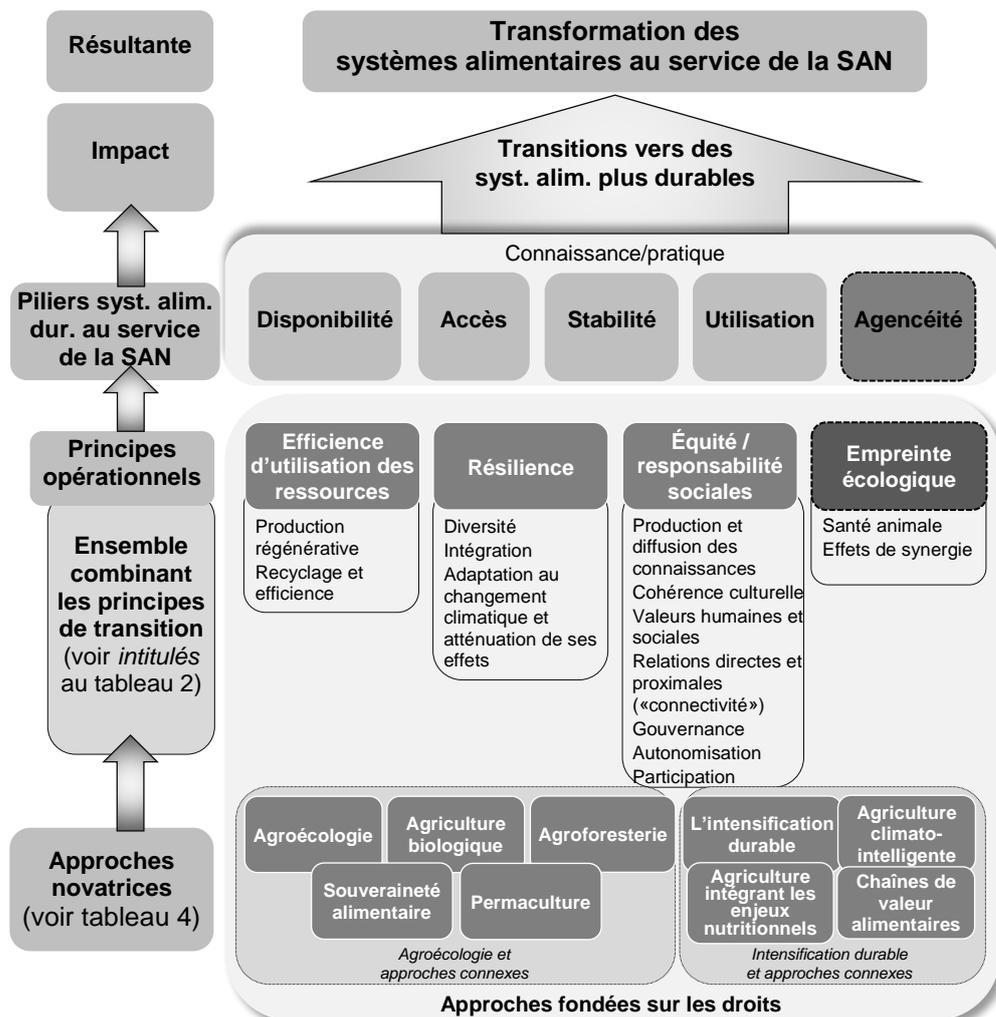
D'après la littérature scientifique sur l'autonomisation, l'accès comporte deux dimensions critiques: la première, qui intéresse les éléments d'actif, est actuellement mise en exergue et bien couverte par l'accès en tant que deuxième pilier de la sécurité alimentaire et la nutrition; la seconde intéresse les structures d'opportunités institutionnelles (Chomba *et al.*, 2016) ce qui désigne le cadre institutionnel prévalent et les capacités, différentes selon les personnes et les populations, à y accéder et y faire entendre leur voix. Cette dimension-ci possède une longue histoire qui remonte aux travaux pionniers d'Amartya Sen (1981) sur la faim; elle a trait essentiellement à la démocratisation des systèmes alimentaires: qui exerce sa maîtrise sur les systèmes agroalimentaires, son pouvoir de décision en leur sein et en tire avantage, et comment faire en sorte que chacun ait accès aux biens publics indispensables que sont l'eau, la terre, les semences, les forêts et les connaissances indispensables à la production agricole (von Braun et Birner, 2017). L'utilisation et la stabilité sont aussi conditionnées par la gouvernance démocratique des systèmes alimentaires, y compris son impact sur les soins de santé, les effets de la concentration croissante à laquelle on assiste dans les branches des intrants et de la vente au détail du secteur agricole et alimentaire, l'accès aux ressources, le commerce international, les conflits, la discrimination et autres conditions politiques, sociales et économiques qui affectent la capacité des personnes à avoir une alimentation adéquate et nutritive (De Schutter, 2014; Ottersen *et al.*, 2014; Ayala et Meier, 2017). L'égalité entre les sexes à de multiples échelles conditionne aussi l'accès des personnes aux ressources et la maîtrise qu'elles peuvent en avoir et, indirectement, leur sécurité alimentaire et leur nutrition (Bellows *et al.*, 2015, 2016).

L'évolution de notre connaissance de ce qui est nécessaire pour agir durablement contre l'insécurité alimentaire et une nutrition inadéquate conduit le Groupe d'experts de haut niveau à préconiser l'adjonction d'un cinquième pilier de la sécurité alimentaire et la nutrition, qui sera celui de l'«**agencéité**», qui s'impose aujourd'hui comme dimension déterminante de la sécurité alimentaire et de la nutrition (Rocha, 2009, Chappell, 2018). Pour se concrétiser, l'agencéité nécessite l'accès à des informations exactes, le droit à ces informations et celui d'accéder à d'autres aspects de la sécurité alimentaire, ainsi que la capacité de garantir ces droits, parmi lesquels celui de jouir des ressources et d'exercer sur elles la maîtrise que requièrent la production, la récolte et la préparation des denrées alimentaires (Chappell, 2018).

2.3.3 Un cadre d'exploitation des approches novatrices dans la concrétisation de la sécurité alimentaire et nutritionnelle

Les différentes approches décrites dans ce rapport définissent toutes des trajectoires particulières et des possibilités de changement qui peuvent contribuer à dessiner un cadre de transition du système alimentaire en vue d'avancer vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et la nutrition et la concrétisation du droit à une alimentation adéquate. Le cadre présenté à la **figure 5** montre comment les approches, les principes, les piliers de la sécurité alimentaire et nutritionnelle, les résultantes et l'impact peuvent être réunis pour explorer la mise en œuvre de différentes approches novatrices du changement transformateur des systèmes alimentaires. Les aspects particuliers à ce cadre sont l'intégration du concept d'empreinte écologique et l'adjonction de l'agencéité comme composante essentielle de la sécurité alimentaire et nutritionnelle.

Figure 5 Cadre des approches novatrices des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et nutritionnelle (SAN)



Note: Ce cadre illustre comment différentes approches novatrices en matière de systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et nutritionnelle conditionnent les principes opérationnels de ces systèmes et les piliers de la sécurité alimentaire et nutritionnelle, qui ont reçu l'adjonction de l'empreinte écologique et de l'agencéité.

La caractérisation et l'analyse des différentes approches montrent que les transformations structurelles du régime sociotechnique et de l'environnement politique et institutionnel, d'une part, et les voies de transition, comprenant la technologie, d'autre part, interagissent intimement pour intégrer le changement.

Il s'ensuit que l'innovation sociale, et les transitions politico-économiques requises pour induire dans l'écologie, la santé humaine et la sphère socioéconomique les changements appelés à transformer les systèmes alimentaires, doivent faire face à de nombreux obstacles, des «verrouillages» et une résistance générale à l'évolution des choses. Le chapitre 3 du présent rapport examine comment ce cadre conceptuel peut être mobilisé dans l'examen de questions faisant polémique et comment celles-ci peuvent être exploitées et surmontées pour favoriser des transitions vers des systèmes alimentaires durables.

3 LES POINTS DE VUE DIVERGENTS SUR LA MANIÈRE D'OPÉRER LA TRANSFORMATION DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES

L'identification des facteurs qui, à travers l'agroécologie et d'autres approches novatrices, déterminent les transitions vers des systèmes alimentaires au service de la sécurité alimentaire et nutritionnelle, et la reconnaissance des principales difficultés d'ordre structurel qu'elles rencontrent, constituent une étape incontournable dans l'intelligence des contraintes qui peuvent faire obstacle à ces transitions et des moyens de les surmonter (OECD and Eurostat, 2005; IPES-Food, 2016).

Une série de facteurs dominants susceptibles d'entraver ou de freiner les innovations qui sous-tendent les transitions vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et nutritionnelle ont été identifiés (OECD et Eurostat, 2005; Clapp et Fughs, 2009; Vanloqueren et Baret, 2009; Banque mondiale, 2010; Smith et Haddad, 2015; Avelino et Wittmayer, 2016; FAO, 2016b; IPES-Food, 2016, 2017b; IFAD, 2017; Wezel *et al.*, 2018a). Ils peuvent être regroupés dans les cinq grandes catégories suivantes.

1. **Facteurs en rapport avec la gouvernance:** systèmes politiques à vision de court terme et à fonctionnement cloisonné; politiques commerciales, cadres juridiques et régimes d'incitations qui renforcent les systèmes alimentaires non durables, l'insécurité alimentaire et la malnutrition; défaut de démocratie dans les systèmes alimentaires et déséquilibre des pouvoirs qui renforcent le *statu quo*.
2. **Facteurs économiques:** d'ornière de la dépendance; concentration croissante des entreprises; recul de l'emploi dans le monde rural; montée des inégalités; créneaux de marché limités pour les produits alimentaires de production durable; coûts élevés; incertitude ou perception de risques entachant l'innovation au service des transitions pérennes.
3. **Facteurs en rapport avec les ressources:** faible fertilité des sols, fractures technologiques, écarts de productivité, manque de main-d'œuvre disponible, accès inadéquat à la terre, à l'eau, aux semences, aux ressources génétiques, au crédit et aux informations.
4. **Facteurs sociaux et culturels:** modification des régimes alimentaires; attentes des producteurs et de consommateurs; discours dominants; capital social, normes et pratiques socioculturelles et préférences alimentaires.
5. **Facteurs en rapport avec les connaissances:** paramètres de recherche qui ne tiennent pas compte des externalités environnementales, sanitaires ou sociales, polarisation des investissements publics dans la recherche et le développement, défaut de connaissances ou de capacité dans les innovations qui sous-tendent les systèmes alimentaires durables, défaut d'informations sur les technologies existantes ou nouvelles ainsi que de connaissances qui permettraient de prendre des décisions sur la valeur des options commerciales des divers intervenants le long des chaînes de l'offre.

Ces facteurs se chevauchent et interagissent pour imposer des contraintes à l'innovation utile aux transitions vers des systèmes alimentaires durables et la sécurité alimentaire et nutritionnelle; ils pèsent sur cinq dimensions clés des transitions: les moyens d'existence; la sécurité alimentaire et nutritionnelle dans la santé humaine; l'empreinte écologique; la gouvernance démocratique; la connaissance et la diversité culturelle – qui toutes reposent sur un socle de droits fondamentaux (**figure 6**). Par exemple, les facteurs relevant de la gouvernance, de l'économie, des ressources, et les facteurs sociaux et culturels conditionnent l'accès au savoir. Les six questions controversées que l'on trouvera traitées dans le présent chapitre (3.1 à 3.6) sont placées dans les dimensions avec lesquelles elles entretiennent les rapports les plus étroits.

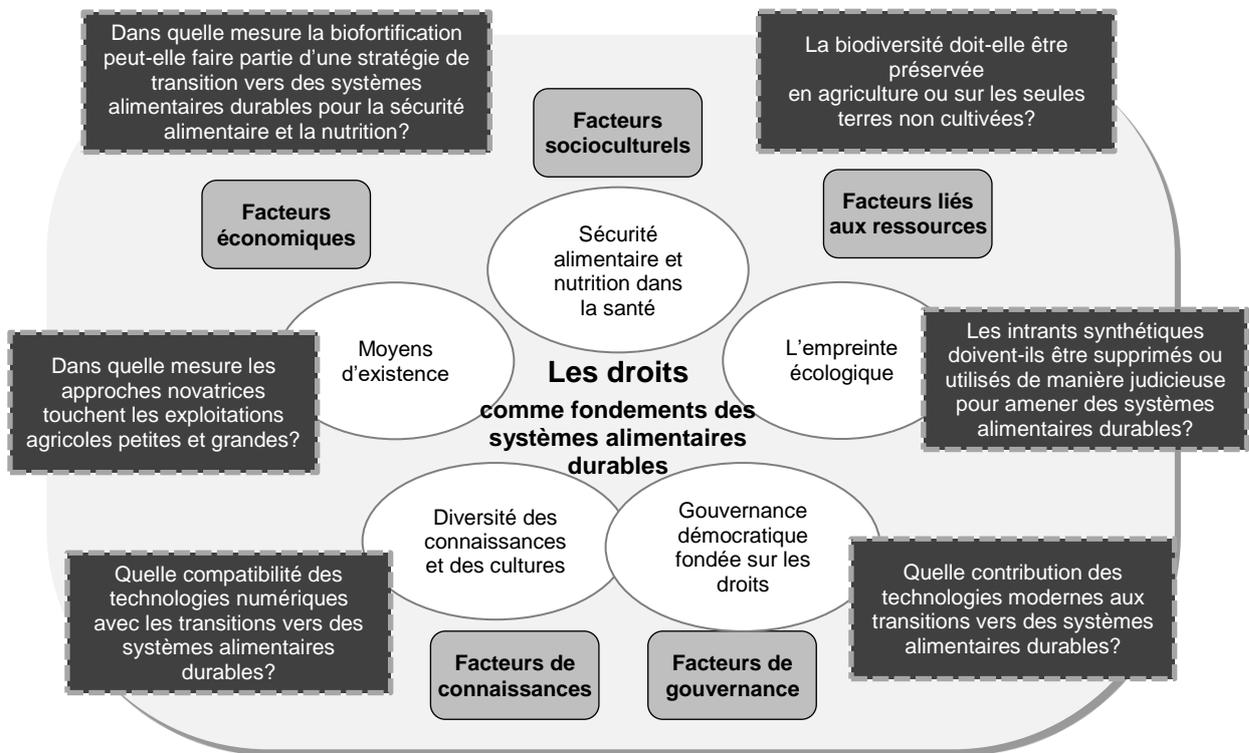
Bien qu'il y ait un certain consensus sur les principaux facteurs déterminants et les difficultés plus importantes que rencontrent les approches d'innovation examinées au chapitre 2 du présent rapport, il existe des différences notables attribuables aux rapports de force dans lesquels sont impliqués ceux qui pratiquent et profitent de telle ou telle innovation. La question de savoir si l'adoption de certaines approches novatrices est susceptible d'aller à l'encontre des facteurs politiques, sociaux et écologiques d'autres innovations ou engendrer des contraintes supplémentaires est elle-même objet de débats (Caron *et al.*, 2018). Tout cela engendre des polémiques majeures ayant pour enjeu les innovations qui permettent des transitions vers une meilleure santé pour la planète et les populations et sociétés humaines.

Les approches de l'innovation dont on a esquissé les contours au chapitre 2 se distinguent par l'importance que chacune accorde à telle ou telle catégorie de ces facteurs et son degré de prise en compte, tout en ayant en partage nombre de points de vue. Les approches d'intensification durable prêtent davantage d'importance aux facteurs économiques et à ceux qui sont en rapport avec les ressources, en privilégiant la productivité et des solutions technologiques (Bernard and Lux, 2017), conjointement à l'utilisation durable des ressources naturelles. Dans cette perspective, les principaux problèmes à résoudre sont ceux de la croissance démographique, des investissements technologiques, des dysfonctionnements des marchés et des préférences des consommateurs. De ce point de vue, le commerce international peut amortir les perturbations qui touchent les producteurs. Les approches agroécologiques quant à elles mettent davantage l'accent sur la gouvernance, les facteurs socioculturels et les facteurs de connaissance dans la promotion de pratiques respectueuses de l'environnement qui ne compromettent pas la productivité (Rosset *et al.*, 2011; Bernard et Lux, 2017; Wezel *et al.*, 2018b, 2018b). Les principaux obstacles d'un point de vue agroécologique sont représentés par les déséquilibres de pouvoir au sein des branches distribution et intrants du secteur agroalimentaire, et par le caractère inadapté des structures de marché, qui se traduisent par un accès inégal aux connaissances et aux ressources et une gouvernance inégalitaire des systèmes alimentaires et commerciaux, inégalités qui sont porteuses d'incidences écologiques, sanitaires et sociales (IPES-Food, 2016; Bernard et Lux, 2017).

Les approches d'intensification durable privilégient la productivité agricole et visent plus particulièrement les obstacles à l'innovation afférents à l'économie, aux ressources et dans une certaine mesure aux connaissances, ce qui impose la nécessité urgente, dans de nombreux contextes, de s'attaquer aux facteurs sociaux, culturels et de gouvernance (Gomiero *et al.*, 2011). Elles sont axées sur la gestion durable des ressources renouvelables et des intrants, l'efficacité d'utilisation des ressources qui augmente les marges bénéficiaires, le progrès technologique, notamment celui qui permet d'améliorer les variétés végétales et animales, et les politiques conçues pour favoriser ce changement. L'accent mis sur la productivité et la technologie dans l'intensification durable a parfois été corrélé à l'absence de toute approche entièrement intégrée qui favoriserait des transitions durables dans l'ensemble du système agroalimentaire, en embrassant les dimensions écologiques, sociales, politiques et sanitaires (Horton *et al.*, 2016) et en prévoyant la participation diverse des personnes et des communautés qui conduisent le changement par des décisions éclairées et concertées et un mode plus démocratique et productif de système agroalimentaire. Les approches agroécologiques sont, de manière croissante, porteuses de visions davantage spécifiques au territoire (**encadré 12**), qui prennent en compte les facteurs environnementaux, sanitaires, sociaux et culturels, notamment en valorisant les connaissances que concentrent les femmes et en faisant valoir leurs droits en tout lieu donné (Francis *et al.*, 2003; Gliessman, 2007; Wezel et Soldat, 2009; Wezel et David, 2012; Méndez *et al.*, 2013; Wezel *et al.*, 2018a). Les approches agroécologiques n'ont accordé qu'une attention limitée aux implications économiques des méthodes à forte intensité de main-d'œuvre, aux préférences des consommateurs et à la dynamique du changement démographique, qui comprend les effets des migrations et les conséquences des conflits.

Dans le présent chapitre, six questions controversées sont traitées en faisant ressortir les différences entre approches d'innovation au regard de leurs effets sur les transitions. Il est utile de préciser la nature et l'étendue du débat touchant chacune de ces thématiques – qui pratique et qui promeut ces approches d'innovation, à quelles problématiques intéressant les systèmes alimentaires durables et la sécurité alimentaire et nutritionnelle elles s'attaquent, et les éléments probants sur lesquels elles s'appuient – afin de comprendre les contributions que l'agroécologie et les d'autres approches novatrices sont susceptibles d'apporter à des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et nutritionnelle, de dire les points sur lesquels persistent des incertitudes et des désaccords et ce qui peut être fait pour lever les obstacles structurels et permettre les transitions vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et nutritionnelle.

Figure 6 Dimensions des systèmes alimentaires, obstacles aux transitions vers des systèmes alimentaires durables et questions controversées



Note: Les dimensions des transitions sont figurées par des ellipses, les catégories de facteurs leur faisant obstacle par des rectangles aux angles arrondis et les thématiques objets de débats qui sont analysées dans les sections suivantes de ce chapitre sont articulées sous forme de questions inscrites dans des rectangles foncés.

Ces différences profondes entre les approches préparent à l'analyse des six questions controversées regroupées à la **figure 6** et que l'on trouvera traitées l'une après l'autre dans les sections suivantes du présent chapitre. Sur ces six questions se cristallisent d'importants débats contemporains. Pour autant, elles ne représentent pas la totalité des domaines où s'expriment les désaccords. Elles ont été retenues pour leur valeur d'illustration de la diversité des facteurs et des différentes dimensions des systèmes alimentaires durables. Ces sections s'inspirent des rapports précédents du HLPE qui se penchaient sur les avis divergents et cernaient les questions controversées relatives à la nutrition, la petite agriculture, l'agriculture durable au service du développement, le gaspillage alimentaire, et elles s'appuient sur les recommandations formulées dans ces rapports (HLPE, 2013b, 2014, 2016, 2017b, 2018).

Encadré 12 Le «Programme Faim Zéro» («*Fome Zero*»): relier les programmes d'approvisionnement alimentaire institutionnel au développement rural durable au Brésil²⁸

Le Brésil s'est progressivement imposé comme producteur agricole de premier rang au cours des dernières années; après avoir été importateur net de produits agricoles dans les années 1970, ce pays se classe aujourd'hui parmi les cinq premiers producteurs et exportateurs mondiaux de produits agricoles. L'émergence du Brésil en tant que producteur agricole majeur est le fruit d'une politique volontariste reposant sur un large éventail de mesures visant à accompagner le secteur agricole, appuyer l'activité de la société civile et la mobilisation du mouvement social. Les principaux programmes mis en œuvre dans le cadre de cette «Stratégie Faim Zéro» avaient pour but de faciliter l'accès à une nutrition adéquate, de soutenir l'agriculture, de promouvoir des activités rémunératrices et de stimuler la mobilisation sociale. Dans le cadre de cette stratégie, le Brésil a mis en œuvre un large éventail de mesures: installations de stockage, allocations familiales, accès facile au crédit et aux assurances, régulation des prix, programmes de formation professionnelle et programmes supplémentaires visant à renforcer les systèmes de contrôle et les organismes chargés de contrôler la qualité nutritionnelle des aliments.

Entre 2000 et 2006, un train de mesures conjuguant soutien financier aux familles d'agriculteurs et actions sociales, dont des programmes d'alimentation en milieu scolaire, a permis de faire reculer la malnutrition chez les enfants de moins de deux ans, la faisant passer de 12,7 pour cent à 3,5 pour cent. Cette stratégie a aussi contribué à une baisse de 47 pour cent de la mortalité infantile.

Dans le nord-est du Brésil, région la plus pauvre du pays, le niveau global de malnutrition a chuté en passant de 17,9 pour cent en 1996 à 6,6 pour cent en 2005. Le taux d'incidence du retard de croissance, constitué des troubles physiques et mentaux résultant de la dénutrition infantile, a lui aussi diminué de moitié au cours de cette période, passant de 13,5 pour cent à 6,8 pour cent.

Un volet important de la stratégie «Faim Zéro» est le programme *Bolsa Familia* – soit le versement de petites allocations d'appoint qui aident les familles à affronter la pauvreté par un revenu qui permet aussi de stimuler les économies locales. Dans le centre du pays, ce programme a aidé de nombreux ouvriers agricoles à devenir des agriculteurs indépendants propriétaires de leurs terres. Des petits producteurs ont été mis en relation avec des établissements scolaires pour approvisionner ceux-ci en repas nourrissants composés de produits frais. L'importance de cette mise en relation dans la réussite de la stratégie Faim Zéro a été reconnue.

La réussite de cette stratégie est attestée par la volonté de la reproduire ou de l'adopter sous une forme ou une autre que manifestent d'autres nations: Antigua et Barbuda, Argentine, Australie, Bangladesh, Cambodge, Chine, Allemagne, Ghana, Inde, Kenya, Malawi, Pakistan, Zambie et Zimbabwe.

Malgré ces progrès récents des politiques publiques allant dans le sens de la sécurité alimentaire, illustrés par le Programme Zéro Faim désormais bien établi, qui de manière sensible ont fait reculer la faim et ont été source d'inspiration pour diverses initiatives prises dans le monde, il y a encore de la malnutrition. Selon l'Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (IFPRI), on estime que 1,6 pour cent environ de la population brésilienne connaît encore la faim (IFPRI, 2016) – soit plus de 3 millions de personnes – et cette situation est appelée à empirer sous l'effet de la crise économique qui touche le pays (BBC, 2016). Le possible retournement des politiques de sécurité sociale, y compris le programme Faim Zéro, peut aussi modifier le niveau d'insécurité alimentaire. Cette étude de cas met en exergue l'importance d'associer les mouvements sociaux et la société civile à l'action des pouvoirs publics dans la lutte contre la malnutrition, et les effets de la hiérarchisation des priorités politiques dans cette lutte.

Source: Wittman and Blesh (2017).

3.1 Dans quelle mesure les approches novatrices peuvent-elles toucher les exploitations agricoles petites et grandes?

La question de la taille et de l'échelle de l'exploitation agricole, ou de celles de ses opérations, se pose avec plus grande acuité lorsqu'on recherche un avantage comparatif dans les réponses à apporter aux besoins alimentaires d'une population en croissance par le recours à l'intensification durable (Godfray *et al.*, 2010); cependant que les approches agroécologiques se préoccupent plus souvent de l'accès aux connaissances, aux ressources et de la maîtrise du système alimentaire en

²⁸ Voir également: <http://www.fao.org/3/a-i3023f.pdf>; <http://www.fao.org/docrep/016/i3023f/i3023f00.htm>; http://www.un.org/en/zerohunger/pdfs/Zero%20Hunger%20country%20actions%20Dec_2015.pdf; <https://www.wfp.org/stories/brazil-shows-world-how-beat-hunger-says-wfp-head>; <https://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/cs-fighting-hunger-brazil-090611-en.pdf>.

voyant en elles des causes sous-jacentes de l'insécurité alimentaire et de la malnutrition (Loos *et al.*, 2014).

La taille de l'exploitation agricole est relative, et propre à son contexte, car fonction des conditions historiques, sociales, économiques et écologiques: par exemple, une «petite» exploitation agricole aux États-Unis d'Amérique peut être considérée comme «grande» dans de nombreux pays d'Afrique. L'exploitation familiale, quant à elle, tant dans les pays développés que les pays en développement, peut présenter des caractéristiques communes en matière d'innovation, d'agrobiodiversité, de stratégies d'intensification et de liens au territoire (Sourisseau, 2014).

3.1.1 Repenser les économies d'échelle

Il existe un discours dominant selon lequel les exploitations agricoles des pays en développement sont trop petites pour justifier qu'on y opère des investissements, alors que les «économies d'échelle» dans la gestion agricole rendraient les grandes exploitations plus efficaces et productives (Hayami and Ruttan, 1985). Cependant, on n'a pas constaté de plus grande efficacité économique attribuable à l'envergure acquise par les exploitations agricoles aux États-Unis d'Amérique du fait de leur concentration (Kislev and Willis, 1986). La courbe des coûts de revient peut décroître dans un premier temps, lorsque la taille des opérations s'accroît, mais ces économies se dissipent plus tôt qu'on ne le pense généralement. Les systèmes de production à grande échelle, favorisés par les économies d'échelle, produisent souvent des incidences négatives sur l'environnement et les sociétés rurales (Duffy, 2009). Il a souvent été relevé une relation inversement proportionnelle entre la taille de l'exploitation agricole et la productivité mesurable, les petites exploitations se montrant très productives en termes de production à l'hectare, même lorsque la productivité des heures de travail est faible ou variable (Barrett *et al.*, 2010; Gollin, 2018). Le contexte est décisif lorsqu'on se penche sur la contribution des économies d'échelle à la sécurité alimentaire et nutritionnelle. Comme on l'a mis en lumière au chapitre 2, les voies de transition diffèrent en fonction du degré de limitation qu'imposent le travail, la terre ou le capital (Dorin, 2017).

Les mesures de rendement simples, effectuées sur des systèmes agricoles divers, peuvent ne pas refléter correctement leur productivité réelle. Les «polycultures» qui caractérisent de nombreuses petites exploitations agricoles dans certaines régions d'Afrique subsaharienne, d'Amérique latine et d'Asie, dans lesquelles sont cultivés ou présents dans un même champ des céréales, des fruitiers, des légumes, du fourrage, des arbres et du bétail, donnent généralement un rendement global supérieur à celui des monocultures, même si le rendement de chaque culture est inférieur à celui des monocultures pratiquées sur les grandes exploitations. On estime ces rendements supérieurs de 20 à 60 pour cent lorsqu'on prend en compte la totalité des cultures (Badgley *et al.*, 2007). De fait, les systèmes de polyculture diversifiés peuvent être plus efficaces que les monocultures car ils éliminent les adventices en occupant tout l'espace disponible à la croissance végétale, réduisent les pertes causées par les organismes nuisibles et les maladies et, en associant plusieurs espèces présentant des profils de captage de ressource différents, font un usage plus efficace de l'eau et de la lumière en exploitant la différenciation de niche (Francis, 1986; Anderson et Sinclair, 1993; Badgley *et al.*, 2007; Cardinale *et al.*, 2007; Prieto *et al.*, 2015). Certaines études récentes ont montré que les systèmes classiques à culture unique produisent des rendements plus élevés (de 8 à 20 pour cent) de leur culture individuelle que les systèmes biologiques diversifiés dans certains contextes (Ponisio *et al.*, 2015; Reganold et Wachter, 2016). Cependant, deux études mondiales ont conclu que les systèmes diversifiés obtenaient de meilleurs résultats que les systèmes classiques dans les pays en développement, cette différence pouvant atteindre 80 pour cent (Pretty *et al.*, 2006; Badgley *et al.*, 2007). Sachant le niveau modeste des investissements publics dans les approches agroécologiques, mis en évidence dans la section 1.4.5, et compte tenu du fait que la plupart des variétés cultivées modernes ont été obtenues et sélectionnées dans des régimes à forte intensité d'intrants, ces conclusions laissent entrevoir d'importantes possibilités de combler le fossé qui sépare ces rendements par des investissements plus conséquents dans la recherche agroécologique.

La taille de l'exploitation agricole et la diversité des terroirs sont corrélables à la capacité des systèmes agricoles de travailler efficacement avec les processus biologiques et écologiques, notamment par le recyclage de la biomasse, la stabilisation des populations de nuisibles et les services de pollinisation. On a pu montrer par exemple que les petits exploitants agricoles, cultivant moins de 2 hectares, sont en mesure d'augmenter leurs rendements d'une valeur médiane de 24 pour cent en favorisant une présence accrue de pollinisateurs dans leurs cultures (Garibaldi *et al.*, 2016); leurs niveaux de diversité déjà élevés entretiennent des populations de pollinisateurs qui peuvent être augmentées par des mesures relativement simples. Il s'agit de solutions qui ne se

présentent pas aussi facilement aux agriculteurs opérant à grande échelle sur de plus vastes étendues (Garibaldi *et al.*, 2016). La lutte écologique contre les nuisibles consiste à restaurer l'équilibre entre ceux-ci et leurs ennemis naturels et à remettre en place les obstacles à leur circulation par le recours à des techniques culturales, la promotion de la diversité sur l'exploitation, le choix de variétés appropriées et l'introduction d'ennemis naturels (voir **encadré 5**). Ces mesures, qui réclament une connaissance fine des réalités de l'exploitation agricole considérée et une organisation rigoureuse des travaux, peuvent être mises en œuvre très efficacement à des échelles d'opération relativement modestes. La rotation des cultures et les cultures intercalaires, les cultures de couverture et l'épandage de compost et de fumure organique, qui entretiennent la santé et la fertilité des sols dans la durée, sont plus courants là où les exploitations sont de taille relativement modeste, en raison de la main-d'œuvre importante que ces dernières peuvent mobiliser à ces tâches et de leur organisation mieux adaptée.

3.1.2 Dimension des exploitations agricoles et contributions à la sécurité alimentaire et la nutrition

Il est important de connaître quels types d'exploitations agricoles «nourrissent le monde» aujourd'hui, en produisant non seulement des calories, mais aussi toutes les composantes d'une alimentation diversifiée et saine (dont des macronutriments, micronutriments et des fibres alimentaires).

Dans un de ses précédents rapports, le HLPE rappelle que «la petite agriculture est une réalité dans presque tous les pays et régions et la présence de petits exploitants en grand nombre constitue la norme et non l'exception» (HLPE, 2013b). Les organisations de la société civile réunies à Nyéléni (2015) pour le Forum international sur l'agroécologie ont affirmé que les petits producteurs de denrées alimentaires qu'elles représentent produisent ensemble quelque 70 pour cent des aliments consommés dans le monde. Herrero *et al.* (2017) ont montré que les exploitations petites et moyennes (inférieures à 50 ha) produisent au plan mondial de 51 pour cent à 77 pour cent de tous les produits et nutriments examinés (soit les légumes, les cultures sucrières, les racines et tubercules, les légumes secs, les oléagineux, le bétail, les fruits, les fibres et les céréales), avec des différences régionales importantes. Dans des régions comme «l'Amérique du Nord, l'Amérique du Sud, l'Australie et la Nouvelle-Zélande», où les grandes exploitations dominent, «elles contribuent entre 75 pour cent et 100 pour cent de toute la production céréalière, animale et fruitière, et le schéma est similaire pour les autres groupes de produits. En revanche, les petites exploitations (jusqu'à 20 hectares) produisent plus de 75 pour cent de la majorité des produits alimentaires en Afrique subsaharienne, Asie du Sud-Est, Asie du Sud, et Chine. En Europe, en Asie occidentale et en Afrique du Nord, ainsi qu'en Amérique centrale, les exploitations de taille moyenne (20 à 50 ha) contribuent aussi de manière substantielle à la production de la plupart des produits alimentaires» (Herrero *et al.*, 2017). Ces auteurs ont également conclu que la diversité de la production agricole et celle des nutriments diminuaient avec l'augmentation de la taille des exploitations, mais que, indépendamment des dimensions des exploitations, les parties du monde présentant une diversité agricole supérieure produisaient davantage de nutriments. Cette analyse atteste que les exploitations petites et grandes contribuent de manière importante à l'offre alimentaire, mais que les exploitations très petites, petites et moyennes produisent davantage de denrées alimentaires et de nutriments que les grandes exploitations dans les régions du monde fortement peuplées (et connaissant l'insécurité alimentaire) (Graub *et al.*, 2016). Ricciardi *et al.* (2018) ont combiné des microdonnées avec celles de recensements agricoles effectués dans 55 pays sur 154 types de cultures pour estimer que les exploitations agricoles de superficie inférieure à 2 hectares produisaient 30 à 34 pour cent de l'offre alimentaire sur 24 pour cent de la superficie agricole brute en utilisant une plus grande diversité de cultures et en subissant moins de pertes après récolte que les grandes exploitations (supérieures à 1 000 hectares)

Les efforts de production alimentaire doivent également être sensibles aux besoins des petits exploitants agricoles et des travailleurs agricoles qui pourraient être lésés par l'augmentation de la production des grandes exploitations agricoles. Les modalités de l'intensification peuvent aggraver la vulnérabilité de la sécurité alimentaire et nutritionnelle des petits exploitants en augmentant la production de cultures commerciales aux dépens des cultures vivrières, ce qui entraîne une dégradation des systèmes hydriques et édaphiques et rend plus difficile aux petits exploitants la tâche de concurrencer la production à grande échelle (Rasmussen *et al.*, 2018). Dans certains endroits, les acquisitions de très grandes étendues de terre peuvent chasser les petits exploitants, en violant leurs droits fondamentaux et en les exposant à l'insécurité alimentaire (HLPE, 2011b; Nyantakyi-Frimpong, 2017). Quand l'intensification s'opère sur un mode non durable, les ouvriers agricoles et les agriculteurs pauvres voient leur sécurité alimentaire et nutritionnelle compromise et se dégrader l'état

des ressources de l'environnement dont ils dépendent, comme les forêts et les approvisionnements en eau (Powell *et al.*, 2015; Rasmussen *et al.*, 2018).

3.1.3 Taille des exploitations agricoles, équité sociale et bien-être des sociétés paysannes

La taille des exploitations agricoles peut influencer sur l'équité sociale et le bien-être des communautés (Lyson *et al.*, 2001; Deller *et al.*, 2003; Crowley et Roscigno, 2004; Foltz et Zueli, 2005; Jackson-Smith et Gillespie, 2005; Donham *et al.*, 2007). L'argument qui plaide en faveur d'une attention particulière pour la petite exploitation et sa promotion est que ces systèmes agricoles peuvent contribuer à l'équité, à la lutte contre la pauvreté et favoriser la sécurité alimentaire et nutritionnelle et la gestion durable des ressources naturelles (HLPE, 2013b; Gollin, 2018; Sourisseau, 2014). Les petits exploitants sont aussi souvent marginalisés politiquement, leur voix étant de portée limitée dans le jeu démocratique (Grindle, 2004). Les comparaisons opérées entre des communautés qui ne diffèrent que par la taille des exploitations ont fait ressortir des caractéristiques sociales importantes (Pretty et Barucha, 2014). Les types d'organisation socioéconomique inhérents à la grande taille des exploitations agricoles, caractérisés par les propriétaires fonciers absents, l'agriculture contractuelle, le recours à des tenanciers prenant la place de propriétaires-exploitants, sont des facteurs qui engendrent des risques pour les communautés (Crowley et Roscigno, 2004; Lyson et Welsh, 2005; Jackson-Smith et Gillespie, 2005). Certains auteurs ont montré que le lien social, la confiance et la participation à la vie de la collectivité étaient supérieurs lorsque la taille des exploitations était plus modeste (Lobao, 1990; Lyson *et al.*, 2001; Crowley and Roscigno, 2004; Donham *et al.*, 2007).

3.1.4 Taille des exploitations agricoles et nutrition

Le fossé nutritionnel entre les aliments disponibles et les aliments nécessaires à une bonne nutrition réclame de prendre en considération les systèmes alimentaires et agricoles qui tiennent compte de la nutrition (Traore *et al.*, 2012). Les petits exploitants agricoles et les travailleurs agricoles sont fortement représentés parmi les personnes souffrant d'insécurité alimentaire et de malnutrition, sachant que 75 pour cent des ménages les plus pauvres du monde habitent dans les zones rurales et sont tributaires de l'agriculture (FAO *et al.*, 2015; 2017). De nombreuses études ont mis en évidence une relation positive entre les systèmes agricoles diversifiés et les résultats nutritionnels chez les petits exploitants agricoles (Jones *et al.*, 2014; Powell *et al.*, 2015; Bellon *et al.*, 2016; Demeke *et al.*, 2017). On a constaté que l'abondance des espèces, qui donne une mesure de la biodiversité, est fortement corrélée à l'adéquation des micronutriments dans l'alimentation humaine (HLPE, 2017b; Lachat *et al.*, 2018). La biodiversité naturelle, présente sur les exploitations ou à leur proximité, joue un rôle important dans les régimes alimentaires de nombreux ménages ruraux (Powell *et al.*, 2015; HLPE, 2017c). Dans certains cas, l'accès aux marchés, les transferts de fonds, la maîtrise exercée par les femmes sur les revenus, les préférences alimentaires ethniques ou d'autres facteurs politiques, économiques et socioculturels permettaient de prédire plus fidèlement la diversité du régime alimentaire ou en constituaient le véhicule (Lourme-Ruiz *et al.*, 2016; Ng'endo *et al.*, 2016; Nyantakyi-Frimpong, 2017; Sibhatu et Qaim, 2018). Les efforts déployés en faveur de la biodiversité agricole et de la diversité du régime alimentaire au niveau des petites exploitations se doivent de prendre en compte les facteurs socioculturels et économiques (Keding *et al.*, 2013; Jones *et al.*, 2014; Ng'endo *et al.*, 2016).

3.1.5 Taille des exploitations agricoles et innovation

La taille des exploitations agricoles peut avoir une incidence sur la manière dont les technologies se diffusent et l'aptitude des petits exploitants à adopter des approches novatrices et gérer les risques correspondants. Les agriculteurs à la tête de grandes exploitations ont un meilleur accès aux nouvelles technologies et cela peut exercer une pression sur les petits exploitants, qui peuvent risquer de se voir ainsi évincés de l'agriculture et de perdre leurs terres (Royal Society, 2009). Cela peut être le cas lorsque, dans certains pays, les grandes exploitations agricoles reçoivent une aide généreuse sous forme de subventions et autres programmes de l'État (Dorward et Chirwa, 2013; Bruckner, 2016). Les modalités des transferts de technologies peuvent avoir pour effet d'exacerber la pauvreté et les inégalités au lieu d'aider à les résorber (Adesina, 2009).

L'innovation peut permettre aux exploitations de toutes tailles de diversifier les systèmes de production. L'intégration des cultures et de l'élevage illustre ce point (**encadré 13**).

Encadré 13 Modèles de pâturage contractuel en Californie²⁹

En Californie et dans d'autres régions des États-Unis d'Amérique, on assiste chez des éleveurs à la naissance d'un mouvement de création de systèmes intégrés de cultures et d'élevage (ICLS) au moyen de contrats de pâturage. Éleveurs et cultivateurs étudient comment les passages correctement planifiés d'animaux dans les terres cultivées peuvent se traduire par un meilleur fonctionnement des écosystèmes, une augmentation des bénéfices, une plus forte densité de nutriments dans les denrées alimentaires et des fibres de meilleure qualité.

Par exemple, dans les contreforts des montagnes californiennes qui longent la côte, des éleveurs proposent des contrats de pâturage dans des systèmes de cultures pérennes, dont des vignobles. Les producteurs utilisent des clôtures électrifiées pour créer des enclos dans les vignes et concentrer l'effet du broutage là où il est nécessaire pendant la période qui s'intercale entre la récolte et le débourrement. Le bétail, généralement un troupeau d'ovins dans cet exemple, est déplacé fréquemment, au moins deux fois par semaine, en fonction des conditions météorologiques et des besoins du paysage où il paît. Dans les vignes, les moutons font office de tondeuse à gazon, de désherbant et de ciseaux à tailler, et assurent une fertilisation très nécessaire, ce qui réduit ou élimine l'usage d'herbicides et d'engrais synthétiques, et économise le temps consacré à la taille et au fauchage, ainsi que le recours au tracteur.

Dans un grand vignoble, les économies ont atteint une moyenne de 173 USD/ha et ont réduit la consommation de combustibles fossiles. Les viticulteurs signalent aussi un recul des pathologies de la vigne, un regain de sa vigueur et des raisins de qualité supérieure. Après avoir brouté dans les vignes, les moutons sont déplacés vers d'autres cultures, par exemple des vergers, du foin de luzerne et des chaumes de blé, ou bien conduits sur des terres domaniales pour y brouter les charges de combustible afin d'atténuer les risques d'incendie. Cela crée un réseau de paysages, cultures et produits qui sont en relation d'interdépendance et profitent tous des services écosystémiques positifs du même troupeau d'ovins. Des chercheurs de l'Université de Californie à Davis mènent actuellement des travaux pour documenter plus complètement ces effets écosystémiques et l'organisme californien à but non lucratif Fibershed a mis en place un modèle de vérification des bienfaits pour le climat permettant à ces producteurs d'obtenir de meilleurs prix pour leurs produits auprès de marques qui appuient les systèmes agricoles soutirant du carbone.

3.1.6 Taille des exploitations agricoles, risques économiques et résilience

En ce qui concerne la résilience et l'adaptation au changement climatique, l'intensification (qui suppose souvent le remembrement des exploitations et le passage à des exploitations de plus grande taille) peut modifier l'équilibre des risques économiques auxquels les producteurs sont exposés (Garnett et Godfray, 2012). La concentration des activités sur un produit agricole unique, ou un petit nombre de produits, expose les agriculteurs aux perturbations que causent des prix orientés à la baisse et une mauvaise météo, qui sont théoriquement compensées dans les années de prix élevés et de beau temps. Une économie nationale qui ne repose que sur un petit nombre de produits commercialisés sur le marché mondial peut s'exposer à un effondrement des cours, et la volatilité des prix peut créer des «pièges internationaux de la pauvreté» d'où les pauvres ne peuvent pas s'extraire (HLPE, 2011a; UNCTAD, 2002, 2013). Les agriculteurs à la tête de grandes exploitations de différentes tailles disposent de moyens de se prémunir contre ces aléas. Ils peuvent être en mesure de contracter une assurance contre les mauvaises récoltes et l'effondrement des prix, tandis que les petits agriculteurs tâchent de s'en prémunir en diversifiant leurs systèmes de production et souvent leurs sources de revenu.

3.1.7 La taille des exploitations: un enjeu au cœur des politiques publiques

La taille des exploitations demeure un enjeu central des politiques publiques, sachant que de nombreux pays poursuivent des politiques conçues pour favoriser soit la petite, soit la grande exploitation. Certains pays, considérant qu'une exploitation de grande taille est porteuse d'économies d'échelle et contribue davantage à la croissance économique, veulent favoriser le remembrement des terres et stimuler les marchés du foncier par la délivrance de titres fonciers. D'autres pays cherchent au contraire à limiter le remembrement en imposant des restrictions au marché du foncier et à la taille

²⁹ Voir: <https://www.fibershed.com>.

des exploitations (Gollin, 2018). Se pose alors la question suivante: «Sous quel angle les gouvernements devraient-ils aborder les questions de dimension des exploitations pour garantir au mieux la sécurité alimentaire et nutritionnelle de la population?» Il ressort des éléments exposés ici qu'il pourrait être judicieux d'investir davantage dans les petites et moyennes exploitations agricoles qui assurent aujourd'hui la majeure partie de la nutrition mondiale, en misant sur les avantages que procurent leur échelle modeste et leur inhérente diversité.

En 2013, le Groupe d'experts de haut niveau a recommandé que chaque pays s'engage dans l'élaboration d'une stratégie nationale d'investissement en faveur des petits exploitants, fondée sur une vision de l'agriculture paysanne, et de l'ensemble des politiques et des budgets qui doivent l'accompagner, en vue de soutenir la transformation du secteur des petits exploitants (HLPE, 2013b).

Dans le but de gérer ces agroécosystèmes divers et complexes, au lieu de mesures en faveur des grandes entreprises, il conviendrait de soutenir les réseaux d'agriculteurs, de scientifiques et de groupes de la société civile dans le partage et la co-crédation de connaissances entre acteurs du monde agricole et acteurs de la recherche, comme au sein de ces deux catégories, (Holt-Gimenez, 2006; Brescia, ed, 2017; Nyantakyi-Frimpong *et al.*, 2017; Khadse *et al.*, 2018; Mier y Terán *et al.*, 2018; Nicholls et Altieri, 2018).

Il n'empêche qu'un certain nombre de grandes exploitations agricoles, travaillant en collaboration avec des chercheurs, entreprennent de définir les modalités d'un passage à des pratiques plus agroécologiques, en réintroduisant la diversification perdue dans les systèmes classiques et en améliorant ainsi les performances et la résilience (Helmerts *et al.*, 2012; Zhou *et al.*, 2014; Leibman et Schulte, 2015). En France et en Suisse, par exemple, de petites et grandes exploitations agricoles ont pris des initiatives importantes qui les amènent à des pratiques agroécologiques, avec le soutien de politiques gouvernementales, d'organisations non gouvernementales (ONG), d'universitaires et de mouvements sociaux (Anderson *et al.*, 2019; Bellon et Ollivier, 2018; Gonzalez et Chang, 2018; OECD, 2017; Wezel *et al.*, 2018b). Dans l'ensemble, l'incidence de la taille des exploitations agricoles sur les transitions vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et nutritionnelle, si elle n'est pas exclusivement corrélable à la diversification, lui est néanmoins fortement liée. Pour autant, la diversification n'est pas une caractéristique exclusive des petites exploitations, pas davantage que la diversification n'est commune à toutes les petites exploitations. Il en ressort l'hypothèse que la diversification pourrait être envisagée dans un éventail de petites et de grandes exploitations agricoles grâce à l'appui des politiques publiques, de la recherche et d'initiatives de la société civile.

L'analyse des capacités des exploitations agricoles, les petites d'une part, les grandes d'autre part, et des capacités qui leur sont complémentaires dans leur contribution aux systèmes alimentaires durables, nous amène à mieux reconnaître la pluralité des transitions pour chacune de ces catégories; elle nous conduit aussi à une meilleure appréciation de la capacité de concevoir et de mettre en œuvre des politiques propres à leur contexte pour appréhender cette diversité, et aborder la sécurité alimentaire et la nutrition aux niveaux pertinents (Sourisseau, 2014).

3.2 Dans quelle mesure les biotechnologies peuvent faire partie des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition?

Le potentiel des biotechnologies modernes (Flavell, 2010) à accompagner les transitions vers des systèmes alimentaires durables a été analysé (Lindblom *et al.*, 2017) sans ignorer leur mise en question qui, dans les critiques formulées à leur endroit, vise leur gouvernance, leurs impacts écologiques, sociaux et sanitaires et la dimension symbolique et éthique qui s'y attache (Jacobsen *et al.*, 2013; Quist *et al.*, 2013; Heinemann *et al.*, 2014; Hilbeck *et al.*, 2015; Carolan, 2018 a,b). À l'heure où elle est largement répandue dans certains endroits, aux yeux de certains qui la considèrent comme un des premiers éléments moteurs de la transformation de l'agriculture, cette technologie promet de relever les défis futurs du développement, cependant que pour d'autres, elle est emblématique de la résistance qu'elle suscite à l'excès d'un modèle de développement ayant le profit et la technologie pour mobiles. Cette résistance a été exacerbée par la méfiance du public à l'égard de la technologie utilisée dans l'obtention d'organismes génétiquement modifiés, en partie à cause de la domination sur cette branche d'un petit nombre de puissantes sociétés multinationales (Andreasen, 2014). En effet, cette méfiance a nourri une forte opposition dans de nombreux

domaines et a amené le HLPE à reconnaître dans ce phénomène une problématique nouvelle d'importance particulière pour la sécurité alimentaire et la nutrition (HLPE, 2017a).

La biotechnologie moderne est définie par le Protocole de Carthagène sur la prévention des risques biotechnologiques (Secrétariat de la CDB, 2000) dans les termes suivants: i) l'application de techniques *in vitro* aux acides nucléiques, y compris la recombinaison de l'acide désoxyribonucléique (ADNr) et l'introduction directe d'acides nucléiques dans des cellules ou organites; ou ii) la fusion cellulaire d'organismes n'appartenant pas à une même famille taxonomique, qui franchit les barrières naturelles de la physiologie de la reproduction ou de la recombinaison et qui ne sont pas des techniques utilisées pour la reproduction et la sélection de type classique. Les biotechnologies modernes sont utilisées pour mettre au point des produits en modifiant directement les traits ou les caractéristiques des organismes.

Le séquençage fournit des informations qui peuvent servir des finalités bio-informatiques comme l'association de gènes à des caractères (Heinemann *et al.*, 2019). Les séquences utilisées comme marqueurs de caractères désirables peuvent être synthétisées pour produire des sondes moléculaires servant à passer au crible les organismes à la recherche de variations de la séquence désirée, avant d'utiliser celles-ci dans la reproduction ou la propagation clonale (Lidder et Sonnino, 2011). En outre, les séquences d'ADN peuvent être utilisées pour vérifier les ingrédients qui dans les d'aliments proviennent d'espèces préservées, protégées ou prisées au plan local.

Un type de produit obtenu à partir de la biotechnologie moderne est appelé organisme génétiquement modifié (OGM) ou organisme produit du génie génétique. Les exemples d'OGM commercialement dominants sont les espèces végétales cultivées rendues tolérantes aux herbicides et/ou aux nuisibles, comme le soja, le maïs, le coton, le canola et la betterave sucrière. Elles ont été créées par l'insertion d'ADN d'autres espèces, technique parfois appelée transgénèse. La tolérance aux herbicides et/ou aux phytoravageurs permet alors d'éliminer ou de réduire l'utilisation de pesticides chimiques et ses conséquences sur la santé et l'environnement. Parmi les autres exemples d'OGM, on peut citer les techniques de radiomutagenèse et de mutagenèse chimique ainsi que les techniques de modification de gènes et de génomes (dites «édition génomique») (Altpeter *et al.*, 2016; Sauer *et al.*, 2016). Les nucléases site-spécifiques comme l'est CRISPR-Cas9³⁰, les nucléases effectrices de type activateur de transcription (TALEN)³¹ et les nucléases de type «doigt de zinc» (ZFN) pour la modification des gènes permettent d'opérer avec précision la sélection de végétaux et d'animaux et l'ingénierie de microbes industriels (Pacher et Puchta, 2017; Salsman et Dallaire, 2017; Yin *et al.*, 2017; Donohoue *et al.*, 2018).

Les technologies du génie métabolique ont permis de contrôler les voies métaboliques par la manipulation du transcriptome³² et de l'épigénome³³, ce qui a porté les biotechnologies modernes au-delà de la simple manipulation de la séquence de nucléotides des molécules d'ADN. Par exemple, on met au point et teste actuellement un mode d'extinction génique dit «silencage» (*gene silencing*) par interférence à l'ARN³⁴ destiné à empêcher l'édulcoration des tubercules de pomme de terre par le froid, améliorer la qualité de leur transformation industrielle (Hameed *et al.*, 2018) et à lutter contre les mycotoxines dans les cultures (Majumdar *et al.*, 2017). L'augmentation de l'acide docosapentaénoïque (DHA) dans les graines oléagineuses par le recours à un dispositif polygénique (*multi-gene construct design*) constitue un exemple de l'addition d'un processus qui a été utilisé pour la production d'huiles omega-3 polyinsaturées à chaîne longue dans des organismes terrestres (Petrie *et al.*, 2014).

³⁰ *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats* («Courtes répétitions palindromiques groupées et régulièrement espacées»)/Endonucléase Cas9 avec ARN guide.

³¹ La *transcription* est la première étape de l'expression du gène à partir de l'ADN, dans laquelle un segment particulier d'ADN est recopié dans l'ARN. La *traduction* est le processus dans lequel les ribosomes du cytoplasme ou du réticulum endoplasmique synthétisent des protéines après la réplique de l'ADN sur l'ARN dans le noyau de la cellule; Le processus dans son entier est appelé *expression du gène*.

³² Le transcriptome d'une cellule ou d'une population de cellules est l'ensemble de toutes les molécules d'acide ribonucléique (ARN) indispensables aux codage, décodage, à la régulation et à l'expression des gènes.

³³ L'épigénome d'un organisme est l'état épigénétique, réversible et transmissible de l'expression de son génome (gènes).

³⁴ L'interférence à l'ARN (RNAi) est un processus biologique dans lequel les molécules d'ARN inhibent l'expression d'un gène en neutralisant les molécules d'ARN messenger. L'extinction (ou «silencage») d'un gène, qui consiste à empêcher son expression, peut se produire durant la traduction ou la transcription.

3.2.1 Biotechnologies modernes, santé et nutrition

L'exemple significatif du riz enrichi de bêta-carotène («riz doré»), qui pourrait être mis sur le marché à court terme, illustre le potentiel des cultures génétiquement modifiées à aider à réduire la malnutrition. Le riz doré peut apporter des concentrations de bêta-carotène biologiquement utiles qui, après ingestion, sont converties en vitamine A. Des obstacles continuent cependant de freiner la généralisation de son utilisation dans la lutte contre la malnutrition. Tout d'abord, le riz doré est soumis à 70 brevets détenus par 32 auteurs, qui tous doivent consentir à l'exploitation de leur propriété intellectuelle (Spielman, 2007). Ces démarches sont lourdes, coûteuses et incontournables. Les détenteurs de ces brevets sont convenus, au terme de plusieurs années de négociation, de délivrer une licence d'exploitation à titre humanitaire, permettant l'utilisation libre de la graine dans des pays admis à ce titre. Ceux qui adoptent ce riz peuvent être en violation des termes de leur licence et devoir verser des redevances si des graines de riz doré se trouvent mélangées à du riz exporté. Sachant le risque prouvé d'un flux de gènes dans le cas du riz, les stratégies recourant aux modifications génétiques pour enrichir la nutrition pourraient créer un passif pour les agriculteurs pauvres (Heinemann, 2007, 2013). En second lieu, d'importantes difficultés techniques doivent encore être surmontées avant d'atteindre des niveaux de bêta-carotène suffisants pour apporter une modification effective de la quantité de vitamine A chez les personnes consommant du riz doré (Brooks, 2013; Eisenstein, 2014; Glover and Poole, 2018). En outre, le riz doré génétiquement modifié ne donne pas de si bons résultats dans certains agroécosystèmes rizicoles (Bollinedi *et al.*, 2017). On ne peut dire aujourd'hui si les populations sont désireuses ou non de cultiver et de consommer ces nouvelles variétés de riz (Bongoni et Basu, 2016). Par ailleurs, le riz doré ne remplace pas complètement les systèmes de production diversifiés qui apportent une gamme de bienfaits nutritionnels, souvent porteurs de sens au plan culturel, tant pour les producteurs que pour les marchés locaux (Stone et Glover, 2017; Ickowitz *et al.*, 2019). Pour toutes ces raisons, il n'est pas avéré à ce jour que le riz doré puisse se substituer à une diversification de l'alimentation tout en encourageant l'agriculture agroécologique (Jacobsen *et al.*, 2013, Ickowitz *et al.*, 2019).

Un autre goulet d'étranglement dans l'utilisation des OGM et des produits du génie génétique est le manque de données sur leurs possibles effets non souhaités. Il n'existe, par exemple, aucune étude systématique pour caractériser la spécificité de CRISPR-Cas9 chez les végétaux (Yin *et al.*, 2017). Il existe des rapports contradictoires et peu de recherches sur les effets hors cible des méganucléases, des TALEN et des ZFN (Pacher et Puchta, 2017). Certains problèmes de modifications intervenant hors cible (Yanfang *et al.*, 2013) ont été abondamment décrits, et d'importants remaniements génétiques et suppressions de gènes ont été signalés (Kosicki *et al.*, 2018). Certaines techniques OGM et de génie génétique peuvent aboutir à des produits qui échappent à la réglementation sur les OGM (Kershen, 2015), bien que cet aspect donne lieu à des consultations actives dans de nombreux pays.

3.2.2 Biotechnologies modernes, santé et biosécurité

Les aliments génétiquement modifiés sont soumis à des évaluations d'innocuité par les autorités réglementaires des juridictions nationales, la plupart d'entre elles s'effectuant dans un cadre de comparaisons, proposé par l'OCDE en 1993, appelé «équivalence substantielle», qui «incarne l'idée que les organismes existants utilisés comme aliments ou source d'aliments peuvent servir de base de comparaison pour évaluer la sécurité de la consommation humaine d'un aliment ou composant alimentaire qui a été modifié ou est nouveau» (OECD, 1993). Le *Codex Alimentarius* indique que «Le concept d'équivalence substantielle est une étape essentielle du processus d'évaluation de la sécurité sanitaire. Cependant, il ne s'agit pas d'une évaluation d'innocuité en tant que telle, mais plutôt du point de départ servant à structurer l'évaluation d'innocuité d'un nouvel aliment par rapport à son produit traditionnel de référence. Ce concept est utilisé pour identifier les similitudes et les différences entre le nouvel aliment et son produit traditionnel de référence» (FAO et WHO, 2009).

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a confirmé que les réglementations en vigueur garantissent que les aliments génétiquement modifiés actuellement sur le marché n'entraînent aucun risque confirmé pour la santé, mais elle a mis en garde contre une extrapolation excessive. Elle a déclaré que «les aliments génétiquement modifiés et leur innocuité devraient être évalués au cas par cas et qu'il n'est pas possible de faire des déclarations générales sur l'innocuité de tous les aliments génétiquement modifiés. Les aliments génétiquement modifiés actuellement disponibles sur le marché international ont passé avec succès les tests d'évaluation d'innocuité et ne sont pas susceptibles de présenter des risques pour la santé humaine. En outre, aucun effet sur la santé

humaine n'a été démontré à la suite de la consommation de ces aliments par la population générale dans les pays où ils ont été approuvés» (WHO, 2014).

S'exprimant sur cette question, les Académies nationales des sciences, d'ingénierie et de médecine des États-Unis (NASEM, 2016) ont conclu «qu'il n'avait été constaté dans ces aliments génétiquement modifiés aucunes différences porteuses d'un risque plus élevé pour la santé humaine que dans leurs équivalents non génétiquement modifiés. Le comité énonce cette conclusion avec la plus grande prudence, reconnaissant que tout nouvel aliment – génétiquement modifié ou non génétiquement modifié – peut produire des effets subtils favorables ou néfastes pour la santé, qui ne sont pas détectés même à l'issue d'un examen minutieux et que des effets sanitaires peuvent se développer avec le temps». Il a tenu cependant à entourer de précautions particulières toutes extrapolations aux futurs aliments génétiquement modifiés obtenus de cultures OGM existantes en déclarant que «les futures cultures issues du génie génétique... pourraient grandement accroître l'utilisation de la biotechnologie agricole dans la mise au point de d'agrocarburants, la restauration forestière et la biotransformation industrielle et ainsi amener de nouvelles questions d'évaluation des risques et de gestion des risques» (NASEM, 2016).

L'American Medical Association (AMA, 2012) «appuie les évaluations systématiques obligatoires de l'innocuité des aliments issus du génie biologique avant leur mise sur le marché et encourage: a) la mise au point et la validation de techniques supplémentaires de détection et/ou d'évaluation des effets non souhaités; b) la poursuite de l'utilisation de méthodes de détection de changements importants des concentrations de nutriments ou de substances toxiques dans les aliments issus du génie biologique dans le cadre d'une évaluation d'équivalence substantielle; c) la mise au point et l'utilisation de technologies de transformation concurrentes destinées à éviter le recours, si possible, à des marqueurs de résistance antibiotique qui codent pour les antibiotiques d'usage clinique et d) la priorité devrait être donnée, en ce qui concerne l'allergénécité des aliments, aux recherches fondamentales destinées à étayer la mise au point de meilleures méthodes d'identification d'allergènes potentiels».

En d'autres termes, ces grandes autorités sanitaires ont toutes confirmé la nécessité d'effectuer d'autres tests d'innocuité et d'évaluer les aliments génétiquement modifiés au cas par cas. d'autres évaluations scientifiques ont relevé l'absence de consensus scientifique sur l'innocuité de la modification génétique, et ont préconisé de soumettre les aliments et les produits alimentaires issus de la biotechnologie à des essais continus, rigoureux et impartiaux (Hilbeck *et al.*, 2015; Krimsky, 2015).

3.2.3 Biotechnologies modernes, moyens d'existence et équité

Dans les pays qui ont adopté les biotechnologies modernes, au-delà des technologies classiques de sélection et de conservation, on constate une concentration extrême du marché dans les branches d'activité qui fournissent les intrants à l'agriculture, des transferts vers des unités économiques agricoles plus importantes et le déplacement des petits agriculteurs, une réduction de la participation des agriculteurs à la sélection des espèces et des augmentations significatives des prix des semences (Mascarenhas et Busch, 2006; Banque mondiale, 2007b; Glenna et Cahoy, 2009; Heinemann *et al.*, 2014; Leguizamón, 2014; IPES-Food, 2017a). Ce mouvement de concentration des acteurs du marché du matériel génétique et des produits agrochimiques s'est accéléré sous l'effet des modifications intervenues dans les régimes de droits de propriété intellectuelle, notamment leur extension à de nouveaux matériaux biologiques qui sont indirectement obtenus par des procédés biotechnologiques modernes (Glenna et Cahoy, 2009; Heinemann *et al.*, 2014; Howard, 2015). Cette évolution socioéconomique fait ressentir ses effets directement sur les moyens de subsistance, l'équité, le savoir et la culture. Toutefois, il existe des indices contradictoires relatifs aux éventuels effets préjudiciables de cette de cette évolution sur ceux qui continuent de pratiquer l'agriculture.

Dans une étude étalée sur quatre ans qui portait sur le coton génétiquement modifié et le coton naturel aux États-Unis d'Amérique, Jost *et al.* (2008) ont conclu «que la profitabilité était très étroitement corrélée au rendement et non à la technologie». En d'autres termes, l'accès au matériel génétique le plus récent et aux formations de pointe peut être beaucoup plus important que le caractère variétal obtenu par modification génétique. Des rendements supérieurs combinés à des coûts d'intrants élevés peuvent aussi réduire la profitabilité de l'exploitation agricole ou accroître son «endettement», d'affaiblissant ainsi sa résilience, en particulier chez les petites exploitations.

Ce phénomène, que l'on désigne parfois comme «effet cage d'écureuil», a été bien documenté dans les systèmes agricoles modernes qui s'attachent principalement au rendement (Tietz *et al.*, 2013; Carolan, 2016). La capacité réduite des agriculteurs d'économiser les semences, conjuguée à la diminution des options que cause la concentration accrue du marché, rend compte de l'augmentation des coûts des semences (Howard, 2015).

Deux études de cas sur le coton Bt en Afrique conduisent à penser que les impacts sur les moyens d'existence et l'équité varient considérablement en fonction du contexte socioécologique (encadré 14).

Encadré 14 Impacts du coton Bt sur les moyens d'existence et l'équité

Le coton Bt en Afrique du Sud

Schnurr (2012) évalue les expériences des petits exploitants agricoles des Makhathini Flats, en Afrique du Sud, qui cultivent le coton Bt depuis 1998. Les taux d'adoption élevés atteints peu après l'introduction de ce coton ont alors servi d'argument pour convaincre d'autres pays africains d'adopter des cultures génétiquement modifiées. On observe cependant un décalage entre la représentation dominante qui est faite de Makhathini dans les littératures savante et populaire qui célèbrent ce cas, et les réalités auxquelles sont confrontés les producteurs de coton de cette région. Les rendements n'ont pas augmenté de manière sensible, alors que les coûts restent élevés, et le nombre, d'un premier temps important, de producteurs de coton Bt et la superficie cultivée sont tombés à 10 pour cent de leur chiffre lors de l'adoption initiale de cette culture.

Source: Schnurr (2012).

Le coton Bt au Burkina Faso

Le coton Bt (*Bacillus thuringiensis*) n'est plus cultivé au Burkina Faso. Le système intégré d'octroi de crédits au secteur du coton a fourni un mécanisme permettant à tous les groupes socioéconomiques d'adopter le coton Bt. Les prix élevés des semences étaient toutefois susceptibles de dissuader les agriculteurs dénués de ressources d'adopter le coton Bt, malgré la présence d'institutions de crédit sûres. Des problèmes de gouvernance, notamment la prévarication et des retards de paiement, ont poussé un grand nombre de producteurs à abandonner toute forme de production de coton. Le coton Bt écartait des ravageurs ciblés, mais des ravageurs secondaires sont apparus, relativisant ainsi les atouts de cette technologie. Il ressort de ces résultats que de nombreux problèmes liés à l'adoption du coton Bt au Burkina Faso se situent dans le contexte social et agroécologique de cette adoption, lequel n'est souvent pas examiné dans les analyses des résultats des cultures transgéniques au niveau de l'exploitation.

Source: Dowd-Uribe, (2014) et Fok (2016).

La NASEM (2016) n'a relevé que «peu d'éléments probants» que l'introduction des OGM ait conduit à des gains de rendement supérieurs à ceux que l'on observe dans les cultures classiques. En revanche, une méta-analyse de 76 études sur la culture du maïs génétiquement modifié a montré que les rendements avaient augmenté (de 6 à 25 pour cent) et que le maïs génétiquement modifié présentait des teneurs en toxines inférieures (Pellegrino *et al.*, 2018). Klümper et Qaim (2014) ont constaté que l'adoption de la technologie des OGM avait eu pour effet de réduire l'usage³⁵ d'insecticides chimiques de 37 pour cent, qu'elle avait augmenté les rendements des cultures de 22 pour cent et fait progresser les profits des agriculteurs de 68 pour cent. Cependant, d'importantes limites méthodologiques ne permettent pas d'attribuer les avantages mesurés aux caractères variétaux génétiquement modifiés en écartant l'hypothèse que d'autres facteurs aient pu les susciter. Bon nombre des études ayant fourni les matériaux de la méta-analyse étaient fondées sur les dires des agriculteurs relatifs aux rendements (au lieu de mesures réelles de ces derniers) et n'ont pas été étalées sur plus d'un an ou deux. De plus, la possibilité de biais dans la sélection des participants et dans celle des cultures n'a pas été prise en compte (Glover, 2010).

Les agriculteurs qui adoptent des OGM adoptent également le matériel génétique le plus récent et souscrivent à un programme de conduite des cultures conçu par le vendeur de semences ou son équipe de chercheurs. Les entreprises produisant des semences génétiquement modifiées proposent des programmes de financement aux petits agriculteurs qui comptent parmi les premiers à adopter leurs semences (Stone, 2011). D'autres agriculteurs utilisant des variétés non génétiquement modifiées n'ont souvent pas accès au même degré d'accompagnement extérieur.

³⁵ C'est-à-dire, sans compter l'insecticide fabriqué à cause du caractère produit par la modification génétique.

Les limites de ces méta-analyses pourraient être surmontées à l'avenir et résolues en acquérant la certitude, positive ou négative, d'une progression nette de la performance financière des exploitations agricoles qui serait attribuable aux caractères issus de la modification génétique. Cela passera par l'adoption de protocoles normalisés qui rendent compte des sources multifactorielles des différences de rendement et qui répartiront les études de manière à représenter les différents végétaux cultivés, pays, caractères et le pas de temps sur lequel s'étale chaque étude.

3.2.4 Les biotechnologies modernes et l'environnement

Pour contribuer à des systèmes alimentaires durables, les impacts potentiels à court et à long termes des biotechnologies modernes sur l'environnement se doivent d'être identifiés, évalués et atténués.

Ces impacts peuvent se produire sous différentes formes. À titre d'exemple, la Commission de coopération environnementale (CCE, 2004) a souligné le potentiel des OGM à contaminer les semences autochtones, y compris les variétés locales et les espèces sauvages apparentées, en particulier dans les foyers d'origine et de diversité.

Mortensen *et al.* (2012) ont mis en évidence les multiples problèmes de résistance des adventices, rencontrés dans un laps de temps relativement court, attribuables à un épandage vaste et répété de glyphosate conjugué à la culture de maïs OGM sur de très grandes surfaces. Une résistance similaire des adventices, et des impacts négatifs sur le rendement, ont été largement documentés aux États-Unis d'Amérique (Heap, 2019). La résistance des adventices peut forcer les agriculteurs à utiliser encore plus de substances toxiques ou à appliquer une combinaison de différents herbicides, ce qui peut avoir des effets délétères sur la santé humaine et l'environnement.

La technologie Bt a été créée pour réduire l'utilisation des pesticides, ainsi que l'exposition aux pesticides d'organismes non ciblés. Jusqu'à présent, la culture de variétés génétiquement modifiées a donné des résultats mitigés pour ce qui est de l'utilisation des pesticides; les niveaux de pesticides sont en recul sur le coton mais sans que pareille diminution ne soit sensible dans le cas du maïs; en outre, l'utilisation généralisée de l'enrobage des semences génétiquement modifiées par des néo-nicotinoïdes a eu un impact sensible sur des organismes hors cible bienfaisants pour les sols et sur les pollinisateurs (Hopwood *et al.*, 2016; Pisa *et al.*, 2017). Si elle est soigneusement considérée dès le départ comme faisant partie d'un système global et non point mobilisée comme «solution miracle» pour un organisme nuisible, la biotechnologie moderne pourrait être considérée, dans certaines circonstances, comme un outil d'appoint aux pratiques de lutte biologique (Hokkanen et Menzler-Hokkanen, 2017).

3.2.5 Les biotechnologies et l'agroécologie

Les approches d'intensification durable appuient la biotechnologie moderne en y voyant un outil possible de transition vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition (Panel de Montpellier, 2013; Kuyper et Struik, 2014). Mais par ailleurs, compte tenu de leur mode de mise en œuvre et de la mainmise dont elles sont l'objet, de nombreux auteurs considèrent que les biotechnologies modernes ne sont pas compatibles avec les approches agroécologiques des systèmes alimentaires durables (Holt-Gimenez et Altieri 2013; Levidow, 2015; Vanloqueren et Baret, 2009; Hokkanen et Menzler-Hokkanen 2017). Ils font valoir qu'elles ne sont pas compatibles avec plusieurs des principes agroécologiques essentiels mis en exergue au chapitre 1, notamment les principes 5 (biodiversité), 6 (effets de synergie), 8 (production conjointe de connaissances), 9 (valeurs sociales et types d'alimentation), 10 (équité) et, dans certaines circonstances, le principe 2 (réduction de l'utilisation d'intrants) (Lin, 2011; Holt-Gimenez et Altieri, 2013; Levidow, 2015). De plus, le fait que l'agriculture biologique certifiée ne permet pas les cultures génétiquement modifiées a pour corrolaire que l'utilisation de ces technologies éliminerait les importantes possibilités de revenus et de valeur ajoutée que procure la certification biologique.

La progression de la monoculture qui accompagne la culture de variétés génétiquement modifiées (Plourde *et al.*, 2013) fait apparaître un défaut de compatibilité avec les approches agroécologiques, et il a été avancé que des systèmes diversifiés seraient mieux à même d'assurer la santé écologique (Davis *et al.*, 2012; Lechenet *et al.*, 2014).

Outre leur insistance sur les pratiques agricoles reposant sur les écosystèmes, les approches agroécologiques placent au centre de leurs préoccupations la question de savoir comment et par qui s'exerce la maîtrise technologique. Et en effet, de nombreux critiques de la biotechnologie considèrent que l'utilisation des biotechnologies modernes a accéléré la concentration des pouvoirs sur les marchés des intrants et, par voie de conséquence, provoqué une perte d'autonomie, de

compétences et d'agencité générale des agriculteurs dans le système alimentaire (Mascarenhas et Busch, 2006; Vanloqueren et Baret, 2009; Holt-Gimenez et Altieri, 2013; Levidow, 2015; Rock, 2019). La puissance accrue d'un petit nombre d'entreprises et leur concentration sur les systèmes alimentaires sont en opposition frontale avec les principes agroécologiques qui reconnaissent et soutiennent les sources de connaissances diffuses et l'agencité populaire, et qui voient dans «les savoirs des agriculteurs, peuples indigènes, pêcheurs, éleveurs et habitants des forêts» une ressource intégrale à respecter (Pimbert, 2015).

Les obstacles que rencontre l'adoption des produits (mais non point celle des outils) des biotechnologies modernes dans la perspective de leur utilisation agroécologique, tiennent au fait que les régimes des droits de propriété intellectuelle et les politiques d'innovation peuvent être fondamentalement contradictoires avec la démocratisation et l'autonomisation des agriculteurs et de leurs communautés (McIntyre *et al.*, 2009; Pimbert, 2015). Cela intervient dans un contexte où l'autonomisation est considérée comme essentielle non seulement pour favoriser l'innovation nécessaire à la sécurité alimentaire et la nutrition, mais aussi pour tisser des liens communautaires avec l'agriculture qui conduisent à l'amélioration de la sécurité financière, de l'éducation et de la santé.

3.2.6 Prévisions

Malgré l'adoption de la technologie des OGM, les débats continuent d'être polarisés et le public s'inquiète de la sécurité sanitaire des modifications génétiques, de leurs potentiels impacts négatifs sur l'environnement, il émet des réserves sur leur valeur éthique et s'oppose à la mainmise de grandes entreprises sur l'agriculture et' (Bennett *et al.*, 2013). S'agissant de l'intensification durable, les incertitudes qui entachent l'évaluation des contributions des biotechnologies modernes sont traitées par la recherche au cas par cas. Les partisans des approches agroécologiques, en revanche, ne considèrent généralement pas la biotechnologie moderne comme élément d'une transition vers des systèmes alimentaires durables au service de la nutrition, et font valoir que, telles qu'elles sont constituées aujourd'hui, elles entrent en contradiction avec la gouvernance écologique et démocratique, la diversité socioculturelle et d'autres principes fondamentaux de ces approches.

Il est indiscutablement nécessaire d'investir davantage dans l'agriculture et la recherche alimentaire, notamment dans l'évaluation minutieuse des biotechnologies modernes, en vue d'améliorer la sécurité alimentaire et nutritionnelle et d'offrir des systèmes alimentaires durables dans le sillage de la variabilité et du changement climatiques (Altpeter *et al.*, 2016; NASEM, 2016), et il peut y avoir lieu de faire siens les enseignements de l'agroécologie pour avancer dans ce sens. C'est ainsi que la résistance des adventices aux herbicides est devenue un défi majeur pour l'agriculture moderne qui à fort usage d'intrants. Plutôt que de mettre au point des herbicides de plus en plus ciblés et des cultures résistantes à ceux-ci par le recours à des biotechnologies, une approche agroécologique utilisera des systèmes de culture résistants aux adventices, en recouvrant le sol, en créant des cultures intercalaires ou en installant des polycultures qui occuperont entièrement l'espace où les adventices pourraient sans cela s'installer, et en se focalisant sur la santé des cultures plutôt que sur l'élimination des mauvaises herbes (Gbehounou et Barbieri, 2016; Smith et Mortenson, 2017).

À l'échelle mondiale, les produits des biotechnologies modernes feront partie de la transition vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et la nutrition. Ils constituent déjà une composante importante des systèmes agricoles dans un certain nombre de pays. Il n'y a aucun élément probant qui permette de conclure qu'il faille les introduire dans des agroécosystèmes qui ne dépendent pas d'eux actuellement. Certains systèmes agroalimentaires n'ont pas adopté de modèles à forte intensité d'intrants et peuvent mettre en œuvre des transitions vers des systèmes alimentaires durables qui ne les obligent pas à intégrer des produits issus des biotechnologies modernes (Quist *et al.*, 2013). En revanche, là où les modèles à forte intensité d'intrants utilisant des OGM et le génie génétique sont dominants, la transition vers des systèmes alimentaires durables peut nécessiter un réexamen des outils utilisés dans l'intérêt d'une innovation large au lieu de se focaliser sur des technologies particulières. Les récents appels à la création d'un observatoire mondial de l'édition génomique se sont traduits par davantage de surveillance, de dialogue et de discussions autour de l'utilisation des biotechnologies modernes (Jasanoff et Hurlbut, 2018).

3.3 Dans quelle mesure les technologies numériques sont compatibles avec les transitions vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition?

Les technologies numériques ont remodelé les systèmes agricoles et alimentaires en profondeur. Pourtant, elles sont parfois contestées pour leurs effets directs et indirects potentiellement néfastes, notamment en raison de leur accès inégalitaire, et pour «l'ornière de la dépendance» qu'elles peuvent creuser. Le terme «technologie numérique» recouvre un concept très large, utilisé ici pour désigner les ensembles suivants de technologies dans les systèmes agricoles et alimentaires: agriculture de précision; «mégadonnées»; automatisation; et plateformes webmatiques alternatives. Les deux premières sont plus fortement liées aux approches d'intensification durable, tandis que les autres sont également apparues dans l'agroécologie et ses démarches.

3.3.1 L'agriculture de précision

En agriculture de précision, les capteurs utilisés dans le matériel agricole sont combinés à des plateformes logicielles fournissant des données chronologiques de l'exploitation agricole (sur la production des cultures, les rendements, le sol, le climat) et des prévisions météorologiques. Ces plateformes sont reliées aux appareils qu'utilisent les agriculteurs pour les conseiller sur la gestion des cultures: quelles cultures planter, quelles variétés, où et quand planter et quand procéder aux récoltes. Les progrès des technologies de détection (comme la télédétection par satellite et les engins télépilotés/drones) aident à fournir et à partager des données en temps réel pour un accompagnement en temps réel des décisions (Higgins *et al.*, 2017; Carolan, 2017; Adeyemi *et al.*, 2018). Ces outils servent surtout à éclairer la conduite des cultures (Beloev, 2016), mais des outils similaires peuvent également être utilisés pour surveiller les animaux de ferme, même si leur application est restée jusqu'à présent limitée (Barbedo et Koenigkan, 2018).

L'agriculture de précision permet aux agriculteurs d'optimiser leurs coûts en adaptant les mises en oeuvre d'intrants (engrais, pesticides, eau d'irrigation) aux besoins réels, au bon moment, à des endroits spécifiques (Aubert *et al.*, 2012; Adeyemi *et al.*, 2017; Lovas *et al.*, 2018). L'agriculture de précision répond aux variations en champ des niveaux de minéralisation des éléments nutritifs; toutefois, l'ampleur de cette variation est assez faible par rapport aux degrés d'apport d'engrais (Cambardella *et al.*, 1994). L'agriculture de précision n'encourage pas nécessairement les agriculteurs à éliminer les intrants qui réduisent la biodiversité ou qui comportent d'autres effets néfastes sur la santé écologique, et l'accent serait plutôt sur l'optimisation des rendements (Carolan, 2017; Gkisakis *et al.*, 2017).

L'agriculture de précision peut servir à améliorer l'efficacité et la durabilité du système agricole et à réduire les écarts de rendement (Lindblom *et al.*, 2017; Bucci *et al.*, 2018) en facilitant la lutte intégrée contre les nuisibles et les adventices, l'amélioration des sols et les prévisions météorologiques et climatiques (Robertson *et al.*, 2017, 2018). On peut améliorer le rendement et la productivité de l'eau en faisant mieux correspondre les géotypes des cultures aux pratiques de gestion (Kirkegaard et Hunt, 2010). Il est possible d'améliorer la productivité et d'augmenter les bénéfices de l'exploitation en pratiquant l'agriculture de précision à l'échelle de l'exploitation dans son ensemble, dans une démarche qui tienne compte des processus physiologiques des végétaux cultivés et des relations qu'entretiennent développement de la culture, environnement et rendement (Monzon *et al.*, 2018). L'utilisation de techniques d'intelligence artificielle sur les informations qu'apportent les prévisions météorologiques, celles qui ont trait à l'incidence des nuisibles, à la fertilité des sols et à la nutrition des cultures, d' peut dégager des options agroécologiques pour les agriculteurs (Ye *et al.*, 2019) et, jointes aux techniques de télédétection, elle peut dégager des informations plus précises sur la couverture terrestre en vue d'une planification diversifiée du paysage (Fu, 2018).

L'essor de l'utilisation des technologies de l'agriculture de précision dans certaines régions a été spectaculaire. Aux États-Unis d'Amérique, seulement 17 pour cent du maïs étaient cultivés avec du matériel d'agriculture de précision en 1997, contre 72 pour cent en 2010 (USDA, 2015). Les technologies de l'agriculture de précision couvrent 65 pour cent des terres arables des Pays-Bas, contre 15 pour cent en 2007 (Michalopoulos, 2015, cité dans Carolan, 2018b). Au plan mondial, le marché de l'agriculture de précision a atteint 2,3 milliards d'USD en 2014 (Michalopoulos, 2015).

3.3.2 Les mégadonnées

Les mégadonnées et le calcul haute performance, en conjonction avec les satellites de positionnement global (GPS), permettent aux agriculteurs de personnaliser les applications d'intrants pour leur exploitation. L'apprentissage machine, utilisant des données de conduite des cultures (prévision du rendement, détection des maladies et des adventices, qualité des cultures, reconnaissance des espèces), de gestion du bétail (production animale et bien-être animal), de gestion de l'eau (taux d'évapotranspiration et prévision du point de rosée), et de gestion des sols (taux d'assèchement, richesse relative, température et degré d'humidité), fournit les éléments utiles à de meilleures applications des intrants dans le cadre opérationnel (Liakos *et al.*, 2018). Les systèmes d'aide à la décision destinés aux agriculteurs, rendus accessibles grâce aux progrès de l'Internet des objets (IdO) et ceux des technologies de l'information et des communications (TIC), permettent aux agriculteurs d'utiliser des données factuelles pour éclairer leurs décisions prises en temps réel.

Dans le secteur de la vente au détail des produits alimentaires, de très vastes ensembles de données sont recueillis auprès de sources de première partie (par exemple cartes de fidélité), de deuxième partie (données partagées aux termes d'accords contractuels) et de tierce partie (plateformes de réseaux sociaux qui dégagent certaines caractéristiques des utilisateurs individuels comme leur degré de scolarisation, leur catégorie de revenu, leur appartenance ethnique et leur bord politique). Une combinaison d'analyses prédictives et d'intelligence artificielle peut être utilisée pour «infléchir»³⁶ chez le consommateur ses actes d'achat dans un sens particulier (Thaler et Sunstein, 2009). Les mégadonnées permettent de superposer ces inflexions à partir de sources multiples pour créer des outils très puissants dans le commerce alimentaire de détail. Les mégadonnées peuvent être exploitées dans les efforts du secteur public pour aider le consommateur à faire des choix alimentaires plus durables et plus sains, en lui dispensant des informations qui permettent aux acteurs de la distribution, aux responsables de la santé publique et aux autres intervenants des systèmes alimentaires de façonner «l'architecture des choix», c'est-à-dire la manière dont les choix sont présentés au consommateur, par le biais d'indices sociaux, de normes de comportement, d'un environnement construit et d'une communication commerciale (Thaler et Sunstein, 2009). Mais d'autre part les mégadonnées et les technologies numériques façonnent l'environnement alimentaire (HLPE, 2017b) et peuvent également être utilisées pour orienter les choix des consommateurs dans le sens des intérêts des acteurs les plus puissants des systèmes alimentaires, encourager ainsi une consommation accrue d'aliments produits industriellement et faire s'installer des habitudes malsaines qui augmentent les profits des entreprises alimentaires aux dépens des régimes alimentaires, des connaissances et des compétences traditionnels et locaux, (Carolan, 2018a). L'efficacité de ces techniques n'est pas encore clairement établie, et les consommateurs peuvent conserver leur autonomie et leur liberté de choix malgré les manipulations de l'architecture des choix, que celles-ci visent à atteindre des objectifs de santé publique ou à réaliser des profits pour le secteur privé (Johnson *et al.*, 2012).

Une autre possibilité offerte par les mégadonnées est celle de repérer les provenances des produits dans les filières d'approvisionnement (Kim et Laskowski, 2018).

3.3.3 Automatisation et plateformes web alternatives

On s'attend à ce que l'automatisation ait des répercussions importantes sur la productivité dans l'avenir (Manyika *et al.*, 2017). L'automatisation de l'agriculture a commencé avec les grands tracteurs remplaçant le travail humain, mais son mouvement s'accélère aujourd'hui avec l'usage de la robotique, de drones, de moissonneuses-batteuses automatisées et de l'intelligence artificielle, qui augmente la productivité et l'efficacité (Shepon *et al.*, 2018). Les drones sont déjà utilisés dans la surveillance des cultures, les pulvérisations sur les cultures et l'analyse des champs. L'automatisation pourrait affranchir les travailleurs de tâches ingrates et fastidieuses et leur permettre de participer à des systèmes de production alimentaire diversifiés et tournés vers la collectivité (Shepon *et al.*, 2018).

Toutefois, l'automatisation pourrait également avoir des effets négatifs importants sur l'emploi, en particulier dans les pays en développement où la proportion de la main-d'œuvre totale employée dans l'agriculture est élevée, par exemple 44 pour cent en Inde contre une moyenne de 1,5 pour cent en Europe et aux États-Unis d'Amérique (Banque mondiale, 2018; CE, 2018). Les perturbations du marché du travail pourraient être précipitées plutôt que progressives du fait d'investissements récents

³⁶ Une inflexion se définit comme «tout aspect de l'architecture des choix qui modifie le comportement des gens dans un sens prévisible sans interdire aucune option ni modifier significativement leurs incitations économiques» (Thaler et Sunstein, 2009).

importants dans les technologies d'automatisation (Shepon *et al.*, 2018). Bien que certains gains de productivité soient attendus, si l'on ne s'attaque pas à la pauvreté et à d'autres facteurs qui conditionnent la sécurité alimentaire et nutritionnelle, il est peu probable que ces gains se répercutent avec bénéfice sur de nombreuses personnes souffrant d'insécurité alimentaire et de malnutrition, notamment les travailleurs agricoles.

De manière concurrente à cela, des centres d'échange de produits alimentaires et des plateformes numériques peuvent être utilisés pour encourager les systèmes alimentaires régionaux, reliant les producteurs locaux aux consommateurs et aux points de vente au détail et encourageant une économie circulaire (Carolan, 2017). Par exemple, des plateformes webmatiques ont été créées pour mettre en relation: des producteurs locaux d'aliments agroécologiques et des détaillants, afin de favoriser l'instauration de systèmes alimentaires durables ancrés dans le plan régional; de petits entrepreneurs de filières alimentaires biologiques disposant de cuisines (Carolan, 2017); pour développer des initiatives de partage des aliments (Davies *et al.*, 2017b) ou des plateformes qui mettent en relation des agriculteurs disposés à partager ou vendre leur terre avec d'autres agriculteurs dont l'accès au foncier est limité.

L'utilisation des technologies numériques peut également servir de point de départ utile et important pour attirer les jeunes vers l'agroécologie (Hung, 2004).

Les plateformes TIC sont d'importants outils pour les réseaux d'alimentation partagée: en fournissant une infrastructure à des formes de participation civique aux systèmes alimentaires urbains, elles servent à réduire les gaspillages et à renforcer la sécurité alimentaire et nutritionnelle de groupe marginalisés (**encadré 15**).

Encadré 15 Les plateformes TIC au service du partage de l'alimentation en zone urbaine et de la réduction des gaspillages

Plus de 4 000 initiatives d'alimentation partagée utilisant les plateformes TIC ont été documentées dans plus de 100 villes à travers le monde. Ces initiatives de partage de l'alimentation ont pour acteurs des entreprises, des groupements à but non lucratif, des municipalités et des résidents; elles mobilisent des jardins municipaux ou de collectivités et prévoient des repas préparés et partagés dans des cuisines collectives et des visites éducatives ayant pour thème le partage d'alimentaire. Ces initiatives ont toutes pour but de s'attaquer au problème de la sécurité alimentaire et nutritionnelle tout en réduisant les pertes alimentaires et le gaspillage.

À Singapour, par exemple, il existe 45 initiatives d'alimentation partagée qui améliorent l'accès aux aliments locaux. À Londres, les cours collectifs de cuisine utilisent les surplus alimentaires tout en augmentant l'interaction sociale. Berlin, des réfrigérateurs publics permettent aux réseaux de sauvetage alimentaire d'augmenter la sécurité alimentaire et nutritionnelle de citoyens marginalisés.

Sources: Davies *et al.* (2017), Marovelli (2018) et Morrow (2018).

3.3.4 Fracture numérique et concentration des pouvoirs: l'accès aux technologies numériques et leur contrôle.

L'agriculture numérique peut accroître la dépendance à l'égard d'un petit nombre d'entreprises d'intrants et de vente au détail (Carolan, 2017; Gkisakis *et al.*, 2017), ce qui peut affaiblir la résilience des systèmes alimentaires et nuire à leur équité (Higgins *et al.*, 2016). L'agriculture de précision et l'automatisation ont pour vocation d'augmenter la productivité et le rendement, comme le veulent les approches d'intensification durable, et ces technologies sont largement entre les mains de grandes entreprises d'intrants (Carolan, 2017).

Certains agriculteurs ont encore du mal à adapter les technologies numériques à leurs pratiques actuelles (Higgins *et al.*, 2017). Le modèle dominant, cependant, est le transfert de technologie, plutôt que l'échange et l'expérimentation, et l'agriculture numérique se caractérise par la valorisation des mégadonnées qui prime sur l'observation des producteurs alimentaires, exercée dans la sphère locale et dans la durée, et leurs savoirs (Carolan, 2017; Higgins *et al.*, 2017). Cela soulève d'importantes questions ayant trait à la gouvernance: qui exerce sa maîtrise sur les informations et la technologie et qui détient les droits d'accès aux informations (Carolan, 2017, 2018b; Higgins *et al.*, 2017), ce qui renvoie à la disparité des valeurs défendues par les différences approches du développement de systèmes alimentaires durables: approches tournées vers la collectivité d'une part et approches individualistes d'autre part (Gkisakis *et al.*, 2017; Carolan, 2018b).

Dans ce sens, l'agriculture numérique peut enfermer les producteurs d'aliments et les citoyens dans des relations de pouvoir asymétriques avec les grandes entreprises qui possèdent les plateformes et les équipements et contrôlent les données (Higgins *et al.*, 2017; Carolan 2018a). Le secteur de la vente au détail des produits alimentaires est très concentré – par exemple, aux États-Unis d'Amérique, en Australie, en Nouvelle-Zélande, en Finlande, en Norvège et en Suède, il se concentre entre les mains de seulement cinq sociétés de distribution dans les proportions respectives suivantes: 60 pour cent, 99 pour cent, 99 pour cent, 91 pour cent, 91 pour cent et 91 pour cent (Carolan, 2018c). Le secteur de la distribution exerce une mainmise croissante sur les choix alimentaires proposés à chacun et détient une vaste quantité d'informations sur les personnes et leurs achats alimentaires. Cela peut avoir pour conséquence de limiter l'éventail du choix du consommateur dans les types d'aliments qui lui sont proposés, et partant, de compromettre l'agencité des personnes dans la transition vers des systèmes alimentaires durables (Carolan, 2018a). Selon la façon dont elle est utilisée, l'agriculture numérique peut forclure d'autres options alimentaires dès lors qu'elles ne satisfont pas aux objectifs premiers de productivité et de profit de l'industrie (Carolan, 2017). Les mégadonnées dans la distribution de produits alimentaires se concentrent habituellement sur des attributs extrinsèques³⁷ qui établissent une corrélation entre la consommation de certains types d'aliments et la réussite et le statut social d'un individu. L'insistance sur cet aspect ne fait qu'installer davantage la primauté de la productivité et orienter le consommateur vers ce qui lui sied plutôt que sur l'action collective et citoyenne tournée vers le changement social dans les modes de production et de consommation alimentaires (Carolan, 2018a).

Une question centrale à l'agriculture de précision est que celle-ci est essentiellement promue par de grandes entreprises d'intrants agricoles à qui elle profite en premier lieu, alors que la transition vers des systèmes alimentaires durables réclame des changements fondamentaux dans le sens de la réduction de l'utilisation d'engrais et de pesticides (IPES-Food, 2016) – changements qui ne sont peut-être pas dans l'intérêt des fournisseurs d'intrants. Les grandes entreprises d'intrants commercialisent des plateformes et des équipements en privilégiant de manière croissante l'industrie des mégadonnées entourant l'agriculture de précision (IPES-Food, 2017a). L'adoption de technologies d'agriculture de précision nécessite un investissement initial important en temps et en capital de la part des agriculteurs (Van Meensel *et al.*, 2012), ce qui explique en grande partie leur taux d'adoption inférieur aux prévisions en Europe (Reichardt *et al.*, 2009). Les coûts élevés de l'agriculture de précision peuvent s'avérer prohibitifs pour les petits producteurs et les producteurs à faible revenu (Higgins *et al.*, 2017), ce qui ne fait que creuser le fossé entre grands et petits agriculteurs. L'adoption des technologies numériques diminue avec l'augmentation de l'âge des agriculteurs et la diminution de la taille des exploitations agricoles parce que les coûts fixes de l'équipement font baisser la rentabilité de l'agriculture de précision dans les petites exploitations (Tamirat *et al.*, 2018). Le défaut d'accès aux ordinateurs et à Internet chez de nombreux petits agriculteurs des pays à faible revenu constitue un obstacle à l'adoption de l'agriculture de précision (Piwowar, 2018).

L'utilisation d'équipements numériques coûteux peut précipiter les agriculteurs dans l'ornière d'une dépendance croissante à l'égard des intrants, souvent synonyme d'endettement. Il ressort d'une évaluation des effets de l'agriculture de précision sur le coût de production des cultures, les bénéfices agricoles et la conservation des ressources, que l'agriculture de précision peut favoriser la bonne entendance des écosystèmes et augmenter les bénéfices, bien qu'elle soit susceptible d'augmenter les coûts d'exploitation dans certains cas (Schimmelpennig, 2018).

Les systèmes d'information numérique, qui utilisent des outils comme le téléphone portable et Internet, facilitent déjà les échanges entre agriculteurs dans un certain nombre de pays, y compris des pays à faible revenu, ainsi que la capacité d'instaurer des filières alimentaires plus courtes et de forger des liens de confiance entre agriculteurs et consommateurs (Si et Weiping, 2018). Si la fracture numérique³⁸ était réduite, ces technologies pourraient être utilisées par de petites et moyennes exploitations agricoles, des entreprises, des groupements de la société civile et les gouvernements

³⁷ Les attributs extrinsèques d'un produit alimentaire, comme la marque, l'étiquetage et le prix, sont ceux qui, tout en ayant trait au produit, ne font pas partie du produit physique lui-même; ces attributs s'opposent aux attributs intrinsèques ou sensoriels que sont la couleur, le goût, l'odeur ou l'aspect du produit (Li *et al.*, 2015).

³⁸ Une fracture numérique est une répartition inégale de l'accès aux technologies de l'information et de la communication (TIC), de leur utilisation ou de leur impact entre un certain nombre de groupes distincts; ces groupes peuvent être définis en fonction de critères sociaux, géographiques, ou géopolitiques (NTIA, 1995). Département du commerce des États-Unis d'Amérique, Administration nationale des télécommunications et de l'information (NTIA) (1995). *Falling through the net: A survey of the have nots in rural and urban America*. Obtenu sur <http://www.ntia.doc.gov/ntiahome/fallingthru.html>.

dans la poursuite d'objectifs sociaux et écologiques. Des pratiques agroécologiques traditionnelles et locales, illustrées par l'exemple chinois des systèmes rizi-aquacoles, pourraient être plus facilement partagées et appliquées en recourant à des technologies numériques, et conduire ainsi à une amélioration des connaissances agroécologiques et à l'instauration de systèmes d'information plus démocratiques (Xin et Liangliang, 2018).

3.4 Les intrants synthétiques doivent-ils être supprimés ou utilisés de manière judicieuse dans la transition vers des systèmes alimentaires durables? – l'exemple des engrais

Des préoccupations d'ordres environnemental, économique, sanitaire et social relatives à l'impact des intrants synthétiques (engrais, herbicides et pesticides) n'ont cessé d'être émises s'agissant des transitions vers des systèmes alimentaires durables, les approches agroécologiques étant axées sur la réduction et l'élimination progressive de ces intrants, tandis que les approches d'intensification durable privilégient une utilisation plus efficace de ceux-ci (Watts et Williamson, 2015; Baudry *et al.*, 2018; Springmann *et al.*, 2018). Bien que des questions similaires soient soulevées concernant l'utilisation des herbicides et des pesticides, mais avec des dimensions spécifiques, en particulier en ce qui concerne la santé humaine, l'accent est mis ici sur les engrais à des fins d'illustration.

Depuis plusieurs décennies, l'utilisation croissante d'engrais synthétiques a contribué à augmenter les rendements des cultures de base sur tous les continents (Everson et Gollin, 2003; Pingali, 2012), augmentant considérablement la production et les revenus agricoles, et réduisant ainsi l'insécurité alimentaire mondiale. L'utilisation généralisée des engrais synthétiques est le résultat direct de subventions nationales qui, dans de nombreux pays, accompagnent leur distribution aux agriculteurs. Dans de nombreuses régions du monde, les institutions agricoles nationales font cela dans le cadre d'un ensemble technologique de semences hybrides (principalement le maïs, le riz et le blé), ainsi conjointement à la promotion de l'utilisation de pesticides devant protéger les cultures (Poulton *et al.*, 2006; Minot *et al.*, 2009).

Plus récemment, il est devenu évident que l'utilisation généralisée d'engrais synthétiques a entraîné des coûts environnementaux très élevés, notamment une pollution de l'air, de l'eau et des sols. En raison de leur grande solubilité, les engrais synthétiques polluent les eaux de surface et les nappes phréatiques, y compris les bassins hydrographiques côtiers et marins, et provoquent la prolifération d'algues toxiques et la mort de milieux aquatiques (Campbell *et al.*, 2017; Kirchmann et Bergström, 2007; Howarth *et al.*, 2012; Swaney *et al.*, 2012). D'autres études ont mesuré l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre provenant de la production, du transport et de l'épandage d'engrais synthétiques, qui se solde par une pollution environnementale mondiale (Synder *et al.*, 2009). L'ampleur de l'impact sur l'environnement est fonction de plusieurs facteurs, dont le type, la forme et la qualité des engrais, le type de sol, la pluviométrie et ses paramètres de répartition et d'intensité, l'emplacement des parcelles et la conduite des cultures.

Dans l'ensemble, l'épandage excessif d'engrais contribue de manière importante au dépassement des «limites de ce que la planète peut supporter» (Steffen *et al.*, 2015). Sutton *et al.* (2011) ont estimé que les coûts environnementaux des pertes d'azote (N) en Europe l'emportaient sur l'ensemble des avantages économiques directs que procure l'épandage d'azote pratiqué dans le secteur agricole (Sutton *et al.*, 2011). En outre, des expériences menées sur le terrain et étalées dans le temps en Afrique et en Chine montrent que l'utilisation continue et intensive d'engrais synthétiques, sans ajout d'amendements organiques, peut amener une dégradation des sols et conduire à une baisse des rendements (Waddington, ed, 2003; Miao et Zhang, 2011; Mtangadura *et al.*, 2017).

L'utilisation d'engrais synthétiques a aussi entraîné des coûts socioéconomiques. La dépendance à l'égard d'intrants commerciaux annuels a fait augmenter les coûts de production, ce qui, dans de nombreux cas, a augmenté le niveau d'endettement des agriculteurs et entraîné la faillite subséquente d'entreprises agricoles (GSA ERS, 2010; IPES-Food, 2016). En général, l'utilisation d'engrais synthétiques nécessite un pouvoir d'achat élevé, à telle enseigne qu'ils peuvent être moins accessibles aux agriculteurs marginalisés et défavorisés. Par conséquent, une dépendance accrue aux intrants commerciaux est susceptible d'accroître les inégalités sociales (Hooper *et al.*, 2002).

Les approches agroécologiques que sont l'agriculture biologique, l'agroforesterie et la permaculture reposent principalement sur les ressources naturelles, les services écosystémiques et les processus écologiques, en ayant pour but d'améliorer l'état des sols dans un sens favorable à la croissance des végétaux, en se détournant de la gestion linéaire des nutriments pour se rapprocher d'un modèle prévoyant leur recyclage, et autant que possible privilégier les engrais organiques par rapport aux

engrais synthétiques (Gliessman, 2007, 2015, Maraux *et al.*, 2014; Migliorini et Wezel, 2017). Elles visent à réduire ou à éliminer l'utilisation d'intrants synthétiques et commerciaux qui sont néfastes pour la santé humaine et l'environnement, et à construire des agroécosystèmes circulaires et diversifiés, ancrés sur des ressources naturelles et biologiques renouvelables et disponibles localement (Wezel *et al.*, 2014; Shiming, 2016; Gliessman, 2016, de Boer et van Ittersum, 2018). Dans cette perspective, le bétail joue un rôle qui a été démontré comme essentiel (Mottet *et al.*, 2017; de Boer et van Ittersum, 2018), car c'est par lui que se clôt la boucle des cycles biologiques et environnementaux et que le renouvellement et la fertilité des écosystèmes sont assurés dans la clôture des cycles de nutriments (HLPE, 2016).

Plusieurs études ont démontré la viabilité d'un éventail de pratiques de gestion biologique adaptée aux réalités locales, s'agissant de l'emploi de légumineuses, de compost, de fumier, de pratiques agroforestières et traditionnelles, ainsi que d'initiatives des pouvoirs publics qui accompagnent les agriculteurs se tournant vers des sources biologiques, en particulier en Afrique (Snapp *et al.*, 1998; Coulibaly *et al.*, 2019). Des essais étalés dans le temps ont démontré que la gestion biologique utilisant des légumineuses peut dans certains cas entretenir la disponibilité de phosphore et d'azote (Gallaher et Snapp, 2015). Au Zimbabwe, l'utilisation de jachères de légumineuses améliorées a permis d'améliorer la croissance du maïs et de rétablir la structure du sol (Chikowo *et al.*, 2003). En République-Unie de Tanzanie, une combinaison de phosphate naturel et de *Tithonia diversifolia* (arbuste utilisé dans des systèmes de transfert de biomasse) a augmenté les rendements en grains de maïs et la disponibilité de phosphore (Ikerra *et al.*, 2006). Cette stratégie, qui utilise le phosphate naturel disponible localement, peut être considérée comme une approche agroécologique. Au Malawi, les cultures intercalaires de légumineuses et les rotations avec du maïs ont considérablement amélioré les rendements du maïs et la qualité des sols dans les petites exploitations (Snapp *et al.*, 1998, 2010). L'utilisation de compost et de méthodes traditionnelles *zai* de conservation des sols et des eaux (cuvettes de plantation) au Burkina Faso a augmenté la minéralisation des sols et leur qualité d'ensemble (Coulibaly *et al.*, 2019).

Encadré 16 Le *zai*

Le *zai* est une forme particulière de culture en cuvettes qui prévoit de concentrer l'eau et le fumier (1 à 3 tonnes/ha) dans des cuvettes (de 30 à 40 cm de diamètre et 10 à 15 cm de profondeur) creusées avec une houe à manche court, espacées par des intervalles de 80 cm, et dans lesquelles seront semées les graines (sorgho, mil, etc.). La terre extraite par le creusement de la cuvette est déposée sur le bord de celle-ci côté opposé au vent, afin de limiter l'érosion et de recueillir dans les cuvettes le sable, le limon et la matière organique transportés par le vent. La surface du sol qui n'est pas travaillée autour des trous sert d'impluvium et augmente donc la quantité d'eau retenue dans les cuvettes. La matière organique déposée dans chaque cuvette avant la saison des pluies attire les termites qui creusent des galeries vers la surface; ces canaux biogéniques tapissés de fèces riches en minéraux permettent l'infiltration de l'eau et la formation de poches d'eau profondes, protégées de toute évaporation rapide, et qu'exploitent les racines entre deux précipitations. En fonction de la pluviométrie, une culture peut produire de 400 kg à 1 000 kg de céréales et la même quantité de paille, même sur un sol initialement très pauvre.

Source: Extrait de <http://www.fao.org/3/i1861f/i1861f05.pdf>

Les engrais organiques (comme le fumier, le compost et les légumineuses) peuvent fournir une source naturelle de nutriments, améliorer la structure du sol et la rétention d'eau, accroître l'activité biologique du sol et fixer le carbone. Ils peuvent libérer les nutriments plus lentement et sur une plus longue durée que les engrais minéraux. Les pratiques culturales, comme l'introduction de légumineuses et d'autres cultures d'engrais verts dans la rotation, en tant que cultures intercalaires ou cultures de couverture, peuvent contribuer de façon sensible à la fixation de l'azote et à la mobilisation du phosphore (Iverson *et al.*, 2014; Droppelmann *et al.*, 2017; Mapfumo, 2011; Franke *et al.*, 2018; Scrase *et al.*, 2019). Plusieurs études empiriques menées dans la durée tendent à montrer que les systèmes biologiques utilisant du fumier, du compost ou des légumineuses, connaissent une augmentation de l'azote édaphique, une accumulation de carbone dans les sols et une diminution des taux de lixiviation de l'azote, même s'il faut se montrer prudent s'agissant des systèmes de fumure intensive et que d'autres recherches sont nécessaires sur l'utilisation du fumier dans les pratiques de l'agriculture biologique (Drinkwater *et al.*, 1998; Snapp *et al.*, 1998; Drinkwater et Snapp, 2008; Snapp *et al.*, 2010; Miao and Zhang, 2011; Tiltonell *et al.*, 2007).

Les engrais organiques ont aussi leurs limites. Premièrement, certains agriculteurs, en particulier les petits exploitants, pourraient ne disposer que d'options limitées pour la fertilisation organique dans

des régions comme l'Afrique australe, où certains sols sont intrinsèquement stériles et dégradés (Mapfumo et Giller, 2001; Sommer *et al.*, 2013; Mafongoya *et al.*, 2007; ICRISAT, 2009; Mapfumo *et al.*, 2013). Le phosphore, élément indispensable à la nutrition des plantes, est naturellement faible dans la base de ressources du sol d'une grande partie de l'Afrique subsaharienne et doit souvent être importé dans le système de production agricole pour améliorer la productivité. Deuxièmement, certaines sources d'éléments nutritifs organiques dont disposent les petits exploitants agricoles peuvent être de qualité faible ou variable et ne pas produire les effets de fertilisation souhaités (Palm *et al.*, 2001; Mtambanengwe et Mapfumo, 2006). Troisièmement, les nutriments organiques doivent être minéralisés avant d'être mis à la disposition de la plante. Ce processus biologique prend du temps et dans l'utilisation des engrais organiques, il pourrait être difficile de s'assurer que la bonne source de nutriments est mobilisée dans les quantités voulues, au bon endroit et au bon moment, selon le principe 4R (Johnston et Bruulsema, 2014). Des nutriments essentiels peuvent se trouver immobilisés alors que les cultures les réclament ou libérés à un moment où ils ne peuvent être absorbés, ce qui conduit à leur lessivage. Enfin, la gestion de la matière organique exige habituellement du travail supplémentaire, notamment pour la récolte des engrais verts, la préparation du fumier et du compost et leur enfouissement.

Il est important d'investir dans la recherche, la vulgarisation et la formation à des modes de fertilisation autres qui combinent efficacement les engrais minéraux et engrais organiques, en tenant compte en particulier de la diversité des systèmes agricoles dans un large éventail de conditions édaphiques, hydriques et climatiques (Oladele et Tekena, 2010; Tiftonell *et al.*, 2007; Sinclair and Coe, 2019). Les innovations ont plus de chances de réussir si elles tiennent compte des ressources disponibles localement et du contexte socioécologique local. Par exemple, dans les régions à faibles précipitations d'Afrique de l'Ouest et d'Afrique australe, la technologie de microdosage d'engrais a permis d'augmenter les rendements céréaliers de 30 à 100 pour cent tout en réduisant l'application d'engrais de 30 pour cent par rapport aux quantités recommandées (ICRISAT, 2009; Twomlow *et al.*, 2010). La combinaison de quantités judicieuses d'engrais minéraux et d'éléments nutritifs organiques dans le cadre d'une gestion intégrée de la fertilité des sols peut réduire l'utilisation d'engrais minéraux, accroître les stocks de carbone dans le sol et améliorer les rendements (Mtangadura *et al.*, 2017).

Qu'il faille ou non éliminer les engrais synthétiques ou les utiliser judicieusement en vue d'instaurer des systèmes alimentaires durables, il y a une convergence croissante vers la réduction et la limitation de leur utilisation et les approches agroécologiques et d'autres approches novatrices analysées dans le présent rapport offrent des pistes prometteuses pour y parvenir.

3.5 Dans quelle mesure la biofortification peut-elle faire partie des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition?

La biofortification est souvent présentée comme stratégie substituable à la culture et la consommation d'un mélange de diverses denrées cultivables pour remédier aux carences nutritionnelles des régimes alimentaires. Cependant la meilleure stratégie et les meilleures pratiques permettant d'assurer une alimentation équilibrée sont un sujet âprement contesté.

La biofortification consiste à augmenter la densité des minéraux et des vitamines dans les cultures par la sélection végétale, des méthodes transgéniques ou des pratiques agronomiques (Bouis et Saltzman, 2017). Il convient de la distinguer de l'enrichissement des aliments après récolte, par lequel des adjuvants sont apportés aux produits alimentaires au cours de leur transformation. Des exemples de sélection végétale classique sont donnés par la mise au point de la «patate douce à chair orangée» enrichie en bêta-carotène, ou par les haricots, le riz et le mil chandelle enrichis en fer (Finkelstein *et al.*, 2017; Hotz *et al.*, 2012a, 2012b; Mondal *et al.*, 2016). Comme nous l'avons déjà mentionné dans le présent rapport, le riz doré, lui aussi enrichi en bêta-carotène, est un exemple de biofortification par sélection transgénique (Bouis et Saltzman, 2017; Finkelstein *et al.*, 2017). Les pratiques agronomiques qui conduisent à la biofortification peuvent prévoir l'épandage d'engrais optimisés, comme dans le cas du blé riche en zinc (Cakmak et Kutman, 2018), ou en fournissant le microbiome rhizosphérique qui correspond à la culture (Goicoechea et Antolin, 2017).

En revanche, la diversification des systèmes de production s'inscrit dans une approche agroécologique qui suppose l'accroissement de l'agrobiodiversité au niveau de l'exploitation tant dans le nombre des variétés et des espèces cultivées qu'au niveau du champ avec des rotations diversifiées (Frison *et al.*, 2011; Powell *et al.*, 2015).

3.5.1 Biofortification, santé et nutrition

Il existe des preuves des effets nutritionnels de la biofortification obtenue par des méthodes d'élevage classiques et celle-ci figure souvent dans le cadre d'activités d'éducation organisées au niveau communautaire et dans le cadre de campagnes de sensibilisation (Finkelstein *et al.*, 2017; Hotz *et al.*, 2012a, 2012b; Ruel *et al.*, 2018). La biofortification transgénique a été moins largement testée, si bien que les preuves de son impact nutritionnel sont plus modestes (Bouis et Saltzman, 2017; Finkelstein *et al.*, 2017). Des essais en laboratoire ont mis en évidence l'impact nutritionnel potentiel de l'enrichissement du blé en zinc par fertilisation, mais les preuves sont limitées dans les conditions du terrain (Cakmak et Kutman 2018). Dans la mesure où la stratégie nutritionnelle qu'est la biofortification ne favorise pas la diversification des cultures, certains auteurs critiques soutiennent qu'à terme, elle pourrait affaiblir de fait la sécurité alimentaire des populations dès lors que les producteurs alimentaires perdent les moyens directs de produire une gamme d'options alimentaires saines pour s'en remettre à un système alimentaire toujours plus concentré (Bernard et Lux, 2017).

Comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents, l'accroissement de la diversité par des approches agroécologiques se fait à l'aide de mélanges de cultivars, des polycultures, des cultures intercalaires, des pratiques agroforestières, de rotations de cultures diversifiées et des systèmes mixtes conjuguant élevage et cultures (Wezel et Silva, 2017), ainsi que par la cueillette d'espèces sauvages, comme le font habituellement de nombreux agriculteurs d'Afrique et d'Asie (Smith Dumont *et al.*, 2014). De nombreuses études ont établi une corrélation positive sensible entre des systèmes de production diversifiés et la sécurité alimentaire et nutritionnelle, que ce soit par la consommation directe des produits ou au travers des revenus dégagés par la commercialisation de produits alimentaires diversifiés (Bellon *et al.*, 2016; Demeke *et al.*, 2017; Girard *et al.*, 2012; Lachat *et al.*, 2018; Luna-González et Sørensen, 2018; Jones *et al.*, 2014; Pandey *et al.*, 2016; Powell *et al.*, 2015).

L'inclusion de cultures riches en micronutriments issues de modes de sélection classiques, pouvant être reproduites par les producteurs de denrées alimentaires eux-mêmes, pourrait s'inscrire dans une approche agroécologique, mais dans le cadre d'options d'agrobiodiversification. Certaines initiatives agroécologiques ont utilisé la patate douce à chair orangée, par exemple, parmi les nombreuses options alimentaires permettant d'augmenter la teneur en vitamine A de l'alimentation.

Les effets de la biofortification sur la surcharge pondérale et l'obésité restent mal compris (Herforth *et al.*, 2015).

3.5.2 Biofortification, moyens d'existence et équité

L'une des prémisses de la biofortification est qu'une production accrue d'une culture spécifique riche en nutriments offrira de nouveaux débouchés commerciaux aux agriculteurs qui pratiquent ces cultures, ce qui leur permettra de renforcer leur sécurité alimentaire et nutritionnelle (Rao, 2018). Bien que certaines cultures biofortifiées classiques, comme la patate douce à chair orangée, aient prouvé leur valeur lucrative pour les producteurs, leur incidence sur ce plan varie en fonction des débouchés commerciaux, de l'infrastructure semencière, du coût des intrants et de facteurs socioéconomiques et institutionnels (Laurie *et al.*, 2015; Low *et al.*, 2017; Rao, 2018). La biofortification transgénique et agronomique, qui repose sur des intrants technologiques à forte intensité de capital, est plus susceptible d'accroître la dépendance des agriculteurs à l'égard des intrants commerciaux (IPES-Food, 2016). Les inégalités hommes-femmes, et d'autres inégalités, en agissant dans un contexte socioéconomique donné, peuvent conduire à des disparités dans les avantages que procurent les productions de cultures biofortifiées et leur commercialisation, avec le risque de voir s'exacerber ces inégalités (Stone et Glover, 2016; Rao, 2018).

Comme on l'a vu précédemment, la diversification des systèmes de production peut atténuer les risques que comporte la dépendance à un petit nombre de produits alimentaires comme source de revenu (Powell *et al.*, 2015), la corrélation positive entre diversification et revenus des ménages des petits producteurs alimentaires étant attestée (Scherr et McNeely, 2007; Pelligrini et Tasciotti, 2014; Córdova *et al.*, 2018), même si une recherche plus approfondie est nécessaire dans ce domaine et que ces incidences soient appelées à varier en fonction de la disponibilité du marché et d'autres facteurs socioéconomiques et institutionnels.

La biofortification est une stratégie scientifique et experte qui peut conduire à la disqualification des compétences et à la marginalisation des producteurs et des consommateurs de produits alimentaires (Brooks, 2013; Kimura, 2013; Stone et Glover, 2016). Pour ses détracteurs, cette démarche de « plante cultivée charismatique » privilégie des solutions monoalimentaires portées par la technologie, au lieu d'appuyer les transitions vers des systèmes alimentaires durables qui auraient

l'agrobiodiversité comme caractéristique centrale (Brooks, 2013; Kimura, 2013). En contrepoint à cela, le soutien aux savoirs locaux en matière d'agrobiodiversité et d'espèces sauvages est un élément incontournable des approches agroécologiques de la diversification des systèmes de production (Torres *et al.*, 2018; Yang *et al.*, 2018). Offrir aux communautés locales des choix concernant l'adoption de cultures biofortifiées, la diversification de leurs systèmes de production ou les deux, nécessite des informations sur les alternatives qui doivent être communiqués aux consommateurs d'aliments autant qu'aux producteurs.

3.6 La biodiversité doit-elle être préservée dans l'agriculture ou sur les seules terres non cultivées?

On débat depuis longtemps de la question de savoir dans quelle mesure la conservation de la biodiversité dans les terroirs agricoles («usage partagé des terres»), conjuguée à une agriculture diversifiée qui est fondamentale aux approches agroécologiques, peut aider à atteindre les objectifs de conservation, par opposition à la solution consistant à réserver une quantité maximale de terres à cette seule fin en intensifiant la production agricole sur la superficie qui lui est consacrée («usage économe des ressources foncières» dans une approche de «zonage»), qui fait le fondement des approches d'intensification durable. Le débat sur un usage partagé des terres par opposition à un usage économe des ressources foncières a déjà été abordé dans les deux précédents rapports du HLPE ayant pour thèmes l'agriculture durable pour le développement en 2016 (HLPE, 2016) et les forêts en 2017 (2017c).

Pour de nombreuses personnes que préoccupent le déclin de la biodiversité et l'avenir de la conservation de la nature, l'agriculture apparaît comme la principale menace mondiale, étant estimée être à l'origine d'environ 70 pour cent des pertes de biodiversité terrestre (CDB, 2014). De nombreuses études font état d'un déclin précipité et inquiétant des populations d'insectes dans le monde, plus de 40 pour cent des espèces d'insectes étant aujourd'hui menacées d'extinction à l'échelle planétaire (Sanchez-Bayo et Wyckhuys, 2019). Les auteurs attribuent certaines de ces baisses aux types d'insecticides utilisés dans l'agriculture intensive, avec des enrobages de semences qui ont des effets délétères sur le sol et d'autres organismes utiles. Ces impacts ne se limitent pas aux zones d'agriculture intensive: les pertes d'insectes de 75 pour cent relevées il y a quelques années en Allemagne se sont produites dans des zones protégées (Hallmann *et al.*, 2017). Dans de nombreux autres pays d'Europe il est fait état d'une perte continue d'habitats et de biodiversité, notamment chez les pollinisateurs, les insectes et dans les populations d'oiseaux, qui peut dans une large mesure être attribuée à l'agriculture (Kluser et Peduzzi, 2007; Pe'er *et al.*, 2014; Potts *et al.*, 2015; CE, 2017; IPBES, 2018). Pour les oiseaux, 15 pour cent des espèces sont estimées comme quasi-menacées, en déclin ou appauvries et 17 pour cent sont estimées en danger (Commission européenne, 2017). Les espèces ornithologiques rares ne sont pas les seules en recul, car le déclin des espèces communes et répandues est également dramatique (Gross, 2015), et la diminution des populations d'oiseaux des terres agricoles est également évidente (Pe'er *et al.*, 2014). Sachant que les deux tiers des espèces d'oiseaux européennes menacées ou vulnérables vivent exclusivement dans des agroécosystèmes (Tucker et Heath, 1994), la gestion agricole durable est d'une importance capitale pour empêcher leur extinction complète (Pe'er *et al.*, 2014; Commission européenne, 2017).

Les pratiques agricoles actuelles dans de nombreuses régions du monde ont conduit à la dégradation d'une proportion de l'ensemble des sols agricoles que l'on estime à un quart, réduisant ainsi la capacité de production alimentaire future (ISRIC), ce qui constitue un fait déterminant pour ce débat. Les formes d'agriculture régénératives qui entretiennent et améliorent la santé écologique et la capacité de production des agroécosystèmes sur le long terme sont essentielles au maintien de la productivité des terres agricoles existantes et, dans cette perspective, à la conservation des écosystèmes sauvages en réduisant la nécessité de nouvelles conversions des espaces.

Dans ce contexte, un débat de longue date, dont les débuts remontent à la dernière décennie ou au-delà, porte sur la question de savoir s'il est préférable de rendre l'agriculture plus respectueuse de la biodiversité (usage partagé des terres) ou de séparer nettement les zones gérées pour l'entretien de leur biodiversité de celles qui doivent l'être pour une production agricole de haute intensité (approche de zonage pour un usage économe des ressources foncières) afin de répondre tant aux objectifs de conservation de la biodiversité qu'à ceux de la sécurité alimentaire et nutritionnelle (Green *et al.*, 2005).

L'hypothèse centrale de l'usage économe des ressources foncières est que toute autre forme d'agriculture que l'agriculture commerciale à grande échelle et à haute intensité entraînera des rendements plus faibles et qu'il faudra donc allouer davantage de terres à l'agriculture, ce qui laissera moins de terres pour la faune sauvage et la biodiversité en général. Des études récentes ont montré que certaines espèces d'oiseaux et d'animaux sauvages survivent mieux en séparant les zones naturelles de l'agriculture et des autres utilisations anthropiques des terres (Phalan *et al.*, 2011; Hulme *et al.*, 2013; Williams *et al.*, 2017).

Du point de vue de la conservation de la biodiversité, l'efficacité de la création de zones de conservation de la nature relativement isolées, entourées d'une matrice inhospitalière pour la biodiversité, a été remise en question (Kremen et Merenlender, 2018). Phalan (2018) a montré que les terres économisées du fait de l'application des pratiques agricoles de la Révolution verte étaient de superficie bien inférieure aux prévisions, de l'ordre de 20 millions d'hectares au lieu des 560 millions d'hectares estimés précédemment, les rendements plus élevés étant utilisés principalement pour produire davantage de produits alimentaires, et moins cher, et non pour réserver des terres à la nature. Dans le cadre d'une étude récente menée en Australie, on a examiné les principales menaces qui pèsent sur les espèces en danger, pour conclure qu'en se contentant de préserver des terres que l'on protège à leur intention, on éliminera les menaces qui pèsent sur seulement trois pour cent de ces espèces, tandis que des aires protégées bien gérées et dotées de ressources suffisantes pour faire face de manière proactive aux processus menaçants à l'intérieur de leur périmètre pourraient protéger environ la moitié de toutes les espèces menacées. S'agissant de l'autre moitié, cependant, une gestion s'étendant au-delà de leurs limites est nécessaire pour leur protection (Kearney *et al.*, 2018).

L'autre solution, proposée par le camp de «l'usage partagé des terres» dans ce débat, est la création de paysages gérés en aménageant des couloirs entre les zones naturelles et la matrice qui les entoure et les sépare, afin de relier les zones favorables à la faune, le long des rivières et à travers les zones agroforestières, les haies ou les espaces sylvo-pastoraux (Harvey *et al.*, 2006; Kremen et Merenlender, 2018). Grâce à l'utilisation réduite d'intrants synthétiques, les terres productives gérées de cette façon sont en mesure de soutenir de nombreux services écosystémiques, comme la pollinisation, la lutte naturelle contre les ravageurs et la gestion de bassins versants, qui à leur tour soutiennent la production agricole.

Bon nombre des zones les plus riches en biodiversité au monde sont aussi des zones de forte insécurité alimentaire, où le fait de séparer les périmètres de production des zones de biodiversité comme le veut l'approche d'économie des ressources foncières ne permettra pas en tant que tel de lutter contre la faim et la malnutrition et pourrait contribuer sensiblement à priver les villages riverains de leurs droits de jouissance des ressources naturelles. Le point de vue opposé, tel que défendu par les tenants d'un «usage partagé des terres», est celui de la gestion intégrée des terroirs, à travers différents types d'entreprises intervenant dans la production (celles de la foresterie villageoise et de la pêche à petite échelle), parallèlement à la production végétale sur un «paysage de travail» (Kremen et Merenlender, 2018). Des initiatives visant explicitement à accroître la multifonctionnalité des terroirs agricoles par la production de denrées alimentaires, l'amélioration des moyens d'existence et la conservation des écosystèmes, ont donné des résultats positifs, ce qui conduit à penser que l'exclusion mutuelle des différentes options n'est pas inévitable et que la poursuite d'objectifs multiples dans la gestion territoriale est chose possible (Perfecto *et al.*, 2009; Estrada-Carmona *et al.*, 2014).

La gestion des paysages de travail à des fins conjointes de production et de conservation de la biodiversité s'appuie sur les connaissances et l'expertise des communautés, souvent issues de pratiques et de normes façonnées au fil des siècles. Apparaissent aujourd'hui des initiatives communautaires comme l'Initiative Satoyama³⁹ ou les Systèmes ingénieux du patrimoine agricole mondial (SIPAM)⁴⁰ qui encouragent la collaboration dans la conservation et la restauration des paysages naturels et marins subissant l'influence anthropique, par un approfondissement de la reconnaissance mondiale de leur valeur. Le respect de ces valeurs peut servir à autonomiser les communautés locales et à maintenir les traditions culturelles, tout en conservant la biodiversité.

Les efforts de conservation de la biodiversité ont une longue histoire d'interactions avec les systèmes de gouvernance et les communautés locales, et de nombreux enseignements en ont été dégagés. L'imposition de règles strictes pour délimiter les périmètres des zones naturelles et les démarquer

³⁹ Voir: <https://satoyama-initiative.org>.

⁴⁰ Voir: <http://www.fao.org/giahs/fr/>.

des communautés adjacentes s'est souvent avérée avoir des résultats négatifs. Kremen et Merenlender (2018), par exemple, montrent que la rigueur des restrictions et la rigidité de leur mode d'application rendent improbable leur efficacité. Les questions d'équité sociale et de justice environnementale n'ont souvent pas été suffisamment prises en compte (Scoones *et al.*, 2015). Bien qu'il existe un large éventail d'instruments réglementaires, volontaires et d'outil de marché qui viennent étayer l'intégration de la conservation de la biodiversité dans des paysages productifs, leur efficacité est fonction en dernière instance de la volonté des collectivités riveraines et du dialogue qui s'instaure avec elles, ce qui suppose la constitution d'un capital social et de coalitions entre les différents acteurs des terroirs et des territoires (Pagella et Sinclair, 2014). La participation des communautés aux décisions, l'apprentissage social et la gestion adaptative sont des ingrédients indispensables à la mise en place des structures de gouvernance démocratique requises (Kremen et Merenlender, 2018). Il s'agit là d'éléments critiques mis en évidence par les approches agroécologiques dans la poursuite d'objectifs communs en matière de pérennité environnementale et d'équité sociale.

Comme on l'a vu dans les paragraphes précédents et dans les précédents rapports du Groupe d'experts de haut niveau en 2016 et 2017, il n'existe pas de réponse universelle unique qui mettrait fin à ce débat, sachant que celui-ci découle de questions soulevées au niveau mondial face aux préoccupations que suscite la déforestation d'origine agricole et l'état de l'environnement. Au plan local, les pistes ouvertes en réponse à ces préoccupations, qui peuvent prévoir des dispositifs mixtes, et leur impact, varient en fonction du contexte biologique, écologique et institutionnel spécifique.

3.7 Moyens d'encourager l'innovation en vue d'une transition vers des systèmes alimentaires durables

Six questions controversées qui reflètent les débats contemporains ont été sélectionnées pour illustrer la manière dont se déroulent les discussions prenant pour objet les pistes qu'emprunteront les systèmes agricoles et alimentaires, et la contribution potentielle des approches agroécologiques et d'autres approches novatrices.

Quelle que soit la question, les faits attestés obligent les débats à aller au-delà d'une représentation dualiste simple appliquée à des situations complexes. Il peut être apporté des réponses aux préoccupations par des solutions multiples qui sont généralement spécifiques au contexte et à l'échelle envisagée. Dans le contexte actuel, il importe de reconnaître la multiplicité des voies de transition vers des systèmes alimentaires durables. À l'échelle territoriale, des transitions progressives doivent être effectuées, et à plus grande échelle, doivent être apportées des modifications d'ordre structurel aux institutions et aux normes. Les cadres institutionnels sont donc essentiels pour faire advenir les transformations nécessaires dans les systèmes alimentaires; ceci est développé plus avant au chapitre 4.

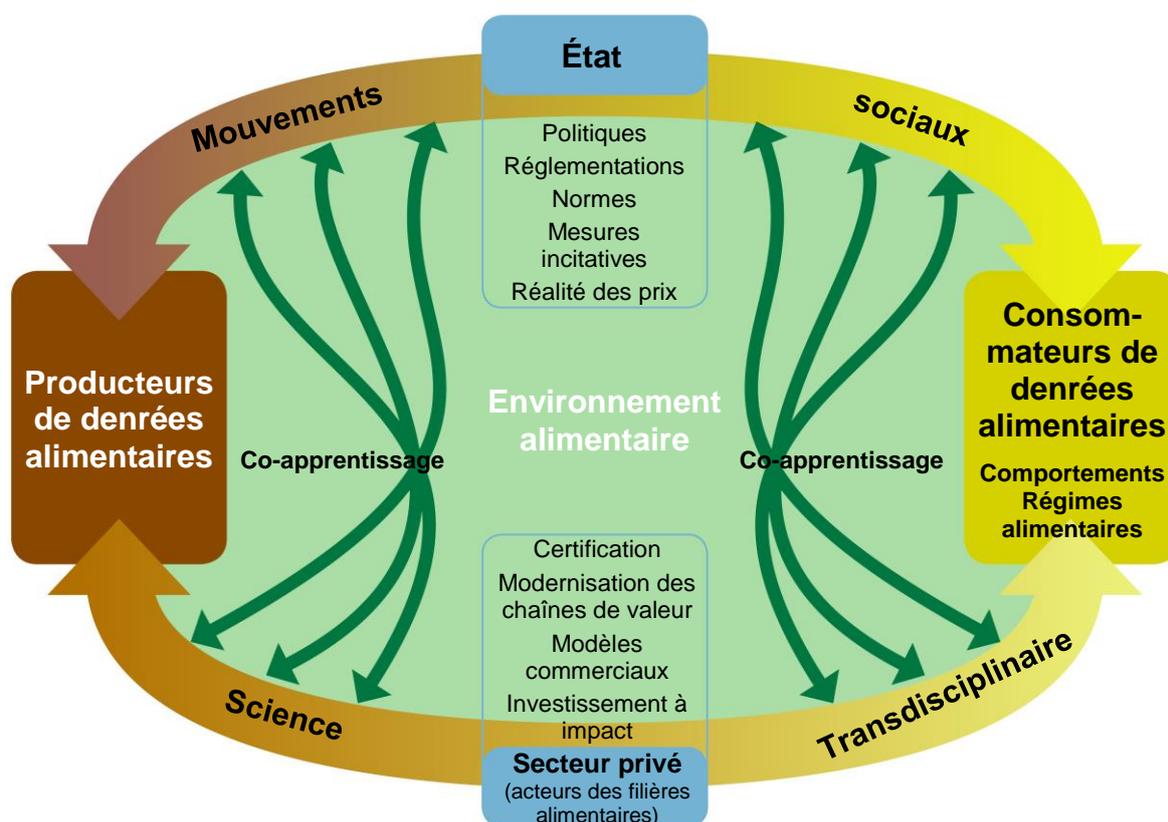
La capacité générique des principes identifiés par l'analyse des approches agroécologiques et autres approches novatrices dans les chapitres 1 et 2 peut permettre de concevoir des réponses et des solutions adaptées.

En partant d'une analyse rigoureuse et exhaustive, les désaccords ont été identifiés et caractérisés. Des points de vue divergents peuvent empêcher les parties prenantes de s'engager dans un débat constructif et les détourner de l'élaboration de solutions concrètes et de la conception de voies nouvelles vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et nutritionnelle.

La polémique dont font l'objet les six questions traitées dans ce chapitre est souvent engendrée par des divergences de points de vue et de convictions, plutôt que par une confrontation d'éléments probants. Dans certains cas, les positions adoptées sont irréconciliables. Toutefois, dans la majorité des cas, il est possible d'identifier les lacunes dans les connaissances qui ont trait à des paramètres de performance spécifiques du système alimentaire nécessaires pour guider l'innovation. C'est pourquoi la science a un rôle particulier à jouer, pour combler les lacunes qui subsistent dans les connaissances, fournir de nouvelles données probantes susceptibles de contribuer à résoudre les contradictions et à prendre des décisions d'importance critique en faveur de transitions vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition. L'analyse démontre également l'intérêt de reformuler les questions controversées afin que des solutions fondées sur les droits puissent être conçues pour aplanir les différences d'une part, pour opérer des choix d'orientations entre des opinions divergentes d'autre part.

Il ressort clairement de l'analyse qui précède que la promotion de l'innovation en vue de transitions vers des systèmes alimentaires durables suppose de prendre des mesures à même de mettre en relation des acteurs individuels, des groupements de la société civile, des mouvements sociaux et des institutions des secteurs public et privé, renforcer le dialogue et le co-apprentissage et assurer une participation active des producteurs et des consommateurs aux décisions portant sur les systèmes alimentaires (figure 7).

Figure 7 Coordination entre les acteurs publics et privés dans la production de connaissances et le co-apprentissage destinés à favoriser l'innovation vers des systèmes alimentaires durables



La **figure 7** montre comment l'interaction entre les mouvements sociaux et la science transdisciplinaire mobilisée sur les problèmes peut engendrer les connaissances nécessaires pour favoriser l'innovation en matière de systèmes alimentaires durables au service de la nutrition. Les mouvements sociaux peuvent contribuer à la reformulation des problématiques à traiter, à l'élaboration et à la diffusion des connaissances et à la diffusion à grande échelle de pratiques agricoles durables et d'autres innovations du système alimentaire tout en appuyant l'innovation au plan local. La science transdisciplinaire contribue à l'élaboration des connaissances requises grâce au co-apprentissage. Il va de soi que plus l'interaction entre les mouvements sociaux et la science transdisciplinaire est riche, plus il est probable que des processus de co-apprentissage solides pourront voir le jour, la science étant intégrée aux mouvements sociaux et les mouvements sociaux façonnant la science.

La **figure 7** montre également à quel point la coordination entre acteurs publics et privés, dont la société civile, est incontournable pour façonner la gouvernance qui conditionne l'innovation en matière de systèmes alimentaires durables. Le secteur public intervient au moyen d'une série d'instruments politiques, d'incitations, de réglementations, de normes et de tentatives visant à corriger les défaillances du marché, en recherchant notamment la réalité des prix, tandis que le secteur privé intervient dans les chaînes de valeur en participant à la certification, à la modernisation des chaînes de valeur, en adoptant des modèles d'activité novateurs et en influant sur les investissements.

Par conséquent, comme nous l'avons mentionné plus haut, il est important de traiter la question de l'agencité dans le système alimentaire, tout comme de s'attaquer à l'empreinte écologique des

systèmes alimentaires dans leur entièreté. Livrées à elles-mêmes, les forces du marché ne feront naître aucunes transitions vers des systèmes alimentaires durables car il se trouve de trop nombreuses externalités connexes à la production, à la transformation et à l'acheminement des aliments du producteur au consommateur qui ne sont pas intégrées dans les prix (Costanza *et al.*, 2017) et parce que le pouvoir exercé par la concentration croissante des intrants agroalimentaires et du secteur du commerce de détail, et les conflits d'intérêts connexes (HLPE, 2017b), diluent tous efforts fournis en vue d'atténuer ces externalités (Howard, 2015; IPES-Food, 2017a).

Le consommateur individuel peut, dans une certaine mesure, exercer des pressions pour remédier aux défaillances du marché par ses décisions d'achat, mais cela pour autant qu'existent des produits fabriqués sur un mode durable, qui soient abordables, étiquetés de manière à permettre aux consommateurs d'exercer leur choix, et si l'information sur la manière dont ils ont été produits est digne de foi (Huang *et al.*, 2005). Toutefois, chaque consommateur ne dispose que d'une capacité très limitée d'épauler une transition généralisée vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et nutritionnelle comportant des changements structurels. Des mesures prises dans le secteur privé pour moderniser les chaînes de valeur (par exemple, Olam International Limited, 2018) et établir et participer à des systèmes de certification, gérés de manière centralisée ou de génèse plus participative, qui garantissent la durabilité et la justice sociale le long des filières alimentaires, peuvent contribuer à permettre ce type de choix du consommateur (Mithoefer *et al.*, 2018), comme le démontre le rapport du HLPE sur les partenariats multi-acteurs (HLPE, 2018).

Les politiques publiques, les réglementations et les mouvements qui visent la réalité des prix, en cherchant à internaliser tous les effets écologiques et sociaux de la production dans le prix des aliments, de sorte que le fonctionnement des marchés accompagne les transitions vers des systèmes alimentaires durables, sont riches de promesses pour la mise en œuvre des changements structurels requis (Sukhdev *et al.*, 2016). Dans le chapitre suivant, nous examinerons comment les liens entre la science transdisciplinaire, d'une part, et les mouvements sociaux et les OSC, d'autre part, contribuent à mettre en route cette transformation et à créer des cadres institutionnels qui peuvent enclencher et favoriser des transitions vers des systèmes alimentaires durables au service de la nutrition.

4 CONCEPTION D'ENVIRONNEMENTS INSTITUTIONNELS QUI ACCOMPAGNENT LES TRANSITIONS VERS DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES DURABLES

Le Groupe d'experts de haut niveau (HLPE), dans nombre de ses publications précédentes⁴¹, a illustré sous différents points de vue l'importance cruciale de l'amélioration des systèmes alimentaires et de la nutrition pour tous, en faisant d'elle une condition nécessaire et un défi transversal, non seulement pour venir à bout de la faim et de toutes les formes de malnutrition d'ici 2030 (deuxième Objectif de développement durable), mais aussi pour réaliser le Programme de développement durable à l'horizon 2030 (UN, 2015). HLPE (2017b) a appelé à une transformation radicale de nos systèmes alimentaires à différentes échelles pour s'attaquer aux problèmes multiples que pose la malnutrition. Nous avons suffisamment d'éléments probants en main pour ne pas rester les bras croisés. Les coûts immédiats d'une action dans ce sens peuvent paraître élevés, mais le coût de l'inaction risque de l'être bien davantage, et d'être transmis en passif aux générations futures (HLPE, 2017b).

Cette transformation n'est pas facile à provoquer car une inertie considérable, manifeste dans les politiques, les structures des entreprises, les systèmes éducatifs, les habitudes de consommation et les investissements dans la recherche, favorise l'actuel modèle dominant d'amélioration des systèmes agricoles et alimentaires dans lequel les externalités environnementales et sociales ne sont pas pleinement prises en compte et, partant, insuffisamment intégrées aux décisions qui influent sur le développement de systèmes alimentaires à la hauteur des attentes en matière de durabilité (Tilman et Clark, 2014).

Vaincre cette inertie et remettre en question l'ordre des choses suppose d'instaurer des règles d'évaluation et de comparaison équitables entre approches concurrentes. Dans les chapitres précédents, le HLPE a préconisé des outils méthodologiques qui peuvent faciliter cette évaluation. Ces comparaisons, et les décisions qu'elles fondent, ont lieu dans un contexte mondial où l'alimentation revêt une dimension morale croissante (Askegaard *et al.*, 2014), ce qui d'une part donne une prééminence croissante aux problématiques de production et la consommation de produits alimentaires dans la sphère politique, mais qui d'autre part rend aussi plus difficile l'adoption de politiques fondée sur des éléments probants et ne devant rien à un jugement constitué entre convictions qui s'affrontent (Scott *et al.*, 2016).

L'innovation qui peut contribuer à vaincre l'inertie actuelle, et à bousculer le *statu quo*, exigera une réorientation des investissements et des efforts en apportant un appui aux approches agroécologiques et d'autres approches novatrices capables de fournir des alternatives concrètes au modèle dominant. Celles-ci doivent englober la conception et la mise en œuvre d'un environnement institutionnel et d'un cadre de politiques appropriés, à toutes les échelles et dans tous les secteurs (**figure 8**), qui non seulement suppriment les mesures incitatives aux effets pervers, lèvent les blocages et s'attaquent aux conflits d'intérêts, mais aillent plus loin dans la correction des défaillances du marché et remédient aux contraintes qui pèsent sur les investissements dans des pratiques agricoles durables.

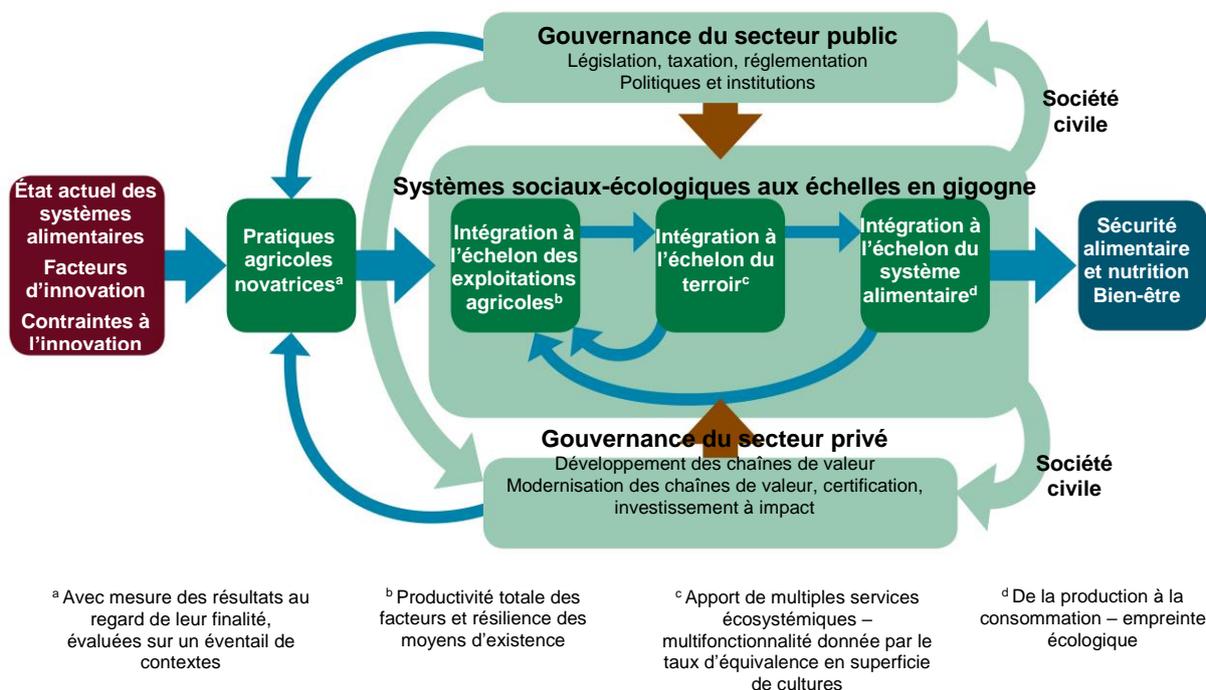
La viabilité économique est un puissant facteur motivant dans l'adoption de pratiques nouvelles (Morel *et al.*, 2018). Les interactions du secteur public et du secteur privé avec les chaînes de valeur alimentaires, à travers une gouvernance adaptée prévoyant la participation de la société civile, constituent l'environnement institutionnel dans lequel l'innovation est encouragée ou dissuadée.

Ensemble, les mécanismes de gouvernance des secteurs public et privé interagissent pour créer une série de « bâtons » (réglementation et taxation) et de « carottes » (relèvement des prix, accès au crédit, aux ressources et aux assurances) qui peuvent façonner les transitions vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition (Börner *et al.*, 2015). Il est utile de considérer ces mécanismes et processus de gouvernance comme agissant à quatre niveaux différents d'intégration, auxquels correspondent des types distincts de mesure des résultats obtenus par les systèmes agricole et alimentaire (**figure 8**). Il s'agit des pratiques individuelles sur le terrain, de leur intégration au niveau de l'exploitation agricole qui détermine les moyens d'existence des producteurs, de l'intégration au niveau du terroir (ou « paysage ») qui détermine la fourniture de

⁴¹ Voir: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/hlpe/hlpe_documents/CFS-Work/HLPE_contribution_to_CFS_for_SDG-2_2017.pdf, <http://www.fao.org/cfs/cfs-hlpe/reports/fr/>.

services écosystémiques, et enfin de l'intégration de l'innovation dans les systèmes alimentaires complets qui détermine leur empreinte écologique et leur contribution aux ODD.

Figure 8 Influence des mécanismes de gouvernance des secteurs public et privé sur l'innovation



Source: D'après Sinclair *et al.* (2019).

Note: Ce cadre illustre comment les mécanismes et processus de gouvernance des secteurs public et privé influent sur l'environnement institutionnel qui façonne l'innovation à toutes les échelles d'intégration. Les flèches représentent l'influence sur le processus décisionnel.

Dans les sections suivantes du présent chapitre, nous examinerons les mesures concrètes qui peuvent aider les différents intervenants à appuyer les voies de transition vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition. Elles se répartissent en quatre catégories, qui ont été considérées comme complémentaires pour formuler des recommandations: i) mesures de résultats et cadres de suivi; ii) appui aux transitions vers des systèmes alimentaires diversifiés et résilients; iii) production et partage des connaissances; et iv) mobilisation et responsabilisation des parties prenantes.

4.1 Mesures des résultats et cadres de suivi

Il est indéniable que l'élaboration et l'application de mesures de quantification des résultats et de cadres de suivi appropriés pour les systèmes agricoles et alimentaires constituent un préalable à des choix rationnels entre les innovations concurrentes qui doivent sous-tendre les transitions vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition. Les cadres actuels sont principalement axés sur les rendements, les volumes et les revenus et ne répondent pas à la nécessité d'évaluer la multifonctionnalité du secteur (Caron *et al.*, 2008) en vue d'affronter les défis futurs. Différentes mesures des résultats, analysées dans les trois sections suivantes, sont dès lors requises à des échelles différentes (figure 8).

4.1.1 Évaluation des pratiques agricoles dans des contextes différents et de leur impact sur les moyens d'existence

Les deux premières échelles d'intégration de la figure 8 – celle du champ et celle de l'exploitation agricole ou des moyens d'existence – sont en interaction forte parce que les agriculteurs décident ou non d'adopter telle ou telle pratique, en fonction non seulement des résultats qu'elle permet sur le terrain mais aussi des implications que comporte cette adoption dans le contexte de leurs moyens d'existence pris dans leur ensemble (Sinclair, 2017). Les moyens d'existence de nombreux petits

exploitants agricoles comprennent des éléments non agricoles (travaux non agricoles, transformation et commercialisation de produits, et transferts de fonds) et des interactions internes aux membres de la famille de l'exploitant (Carney, 2002). Il découle de cela que les résultats des pratiques agricoles doivent être évalués en fonction de leur incidence sur la productivité totale des facteurs de moyens d'existence⁴² ainsi que de manière différenciée pour les différents membres de la famille de l'exploitant, notamment les femmes et les enfants; en effet ceux-ci peuvent être affectés de manière différente par les innovations, s'agissant de la contribution que chacun apporte au ménage, par son travail en particulier, et des revenus qu'il perçoit, notamment ceux dont il/elle a la jouissance (**encadré 17**).

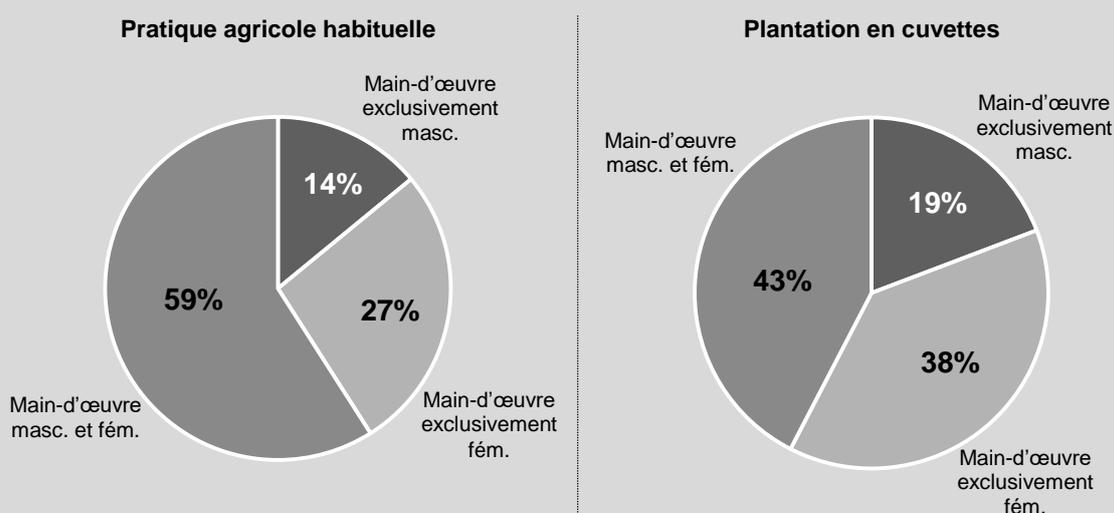
⁴² La productivité totale des facteurs (PTF) a souvent été appliquée au niveau national sous forme de ratio entre la production totale (par exemple le PIB) et le total des intrants (travail et capital), la croissance de la production ne s'expliquant pas par une augmentation des intrants mais représentant une augmentation de l'efficacité économique. La PTF étant appliquée aux moyens d'existence, de bonnes quantifications du total de la production et du total des intrants font apparaître son évolution, qui donne la mesure de l'amélioration ou de la détérioration des moyens d'existence sur l'ensemble des dimensions en jeu (d'après Sickles et Zlenyuk, 2019).

Encadré 17 Répercussions différentes sur les hommes et les femmes de l'adoption de modes de plantation en cuvettes au Kenya

La méthode de plantation en cuvettes met en œuvre une technique simple de conservation des sols et de l'eau employée en agriculture dans les zones arides: des cuvettes sont creusées dans le sol et les cultures plantées à l'intérieur. Ces cuvettes amoindrissent le ruissellement des eaux de surface et augmentent la disponibilité en eau pour la culture, améliorant ainsi les taux de survie et de croissance des plantes. Au Kenya, plus de 500 agriculteurs ont comparé les résultats obtenus par ces cuvettes à ceux de leurs pratiques culturelles habituelles (par exemple, bœufs et charrues). Les méthodes de la boîte à outils INGENAES⁴³ ont été utilisées pour dresser l'état des risques et des possibilités que comporte l'adoption de cuvettes de plantation du point de vue de l'égalité hommes-femmes, en s'intéressant de près à la manière dont les hommes et les femmes exercent leur maîtrise de cette technique et les avantages qu'ils en retirent.

L'adoption du mode de plantation en cuvettes a modifié la division du travail entre les hommes et les femmes dans les activités de préparation des sols. C'est ainsi qu'une plus forte proportion de main d'œuvre exclusivement féminine s'est trouvée employée au creusement des cuvettes, par rapport au mode de plantation classique utilisant une charrue tractée par des bœufs (figure 9). Cela représente un remaniement de la répartition des tâches entre hommes et femmes, qui fait naître un risque et mais aussi offre des possibilités d'autonomisation pour ces femmes. Par exemple, les femmes ont signalé que le fait de creuser les cuvettes avait limité leur possibilité d'accomplir d'autres tâches, comme la ramassage du bois de chauffage et le puisage de l'eau. D'autre part, les plantations en cuvettes leur avaient conféré une plus grande autonomie dans l'accomplissement d'activités agricoles qui avant cela nécessitaient l'aide des hommes (comme le labour).

Figure 9 Division du travail dans les plantations en cuvettes et dans les pratiques culturelles traditionnelles



Source: Paez Valencia *et al.* (2019).

L'évaluation des résultats obtenus sur le terrain par des technologies ou des pratiques novatrices requiert en premier lieu d'appréhender leurs différences au niveau des exploitations en fonction des contextes, plutôt que de s'en tenir aux effets du traitement moyen d'expériences contrôlées (Coe *et al.*, 2019a); il importe ensuite de comprendre en quoi ces résultats répondent aux attentes des producteurs et des consommateurs dans chaque contexte (Côte *et al.*, 2019). Généralement, les résultats obtenus par des innovations agronomiques varient dans une faible amplitude en fonction d'un ensemble complexe de facteurs contextuels et d'attentes de différents ordres (social, économique et écologique) dans les exploitations agricoles; parmi ces facteurs, il faut compter la manière dont les agriculteurs modifient leur comportement en fonction des possibilités créées par l'adoption des innovations (Coe *et al.*, 2017b). L'évaluation de résultat en devient multidimensionnelle à plus d'un titre: d'abord parce qu'elle doit opérer la lecture des indicateurs de résultat multiples que

⁴³ Voir: <https://www.agrilinks.org/post/technology-assessment-toolkit>.

sont le rendement (en général et par rapport aux extrêmes climatiques), les besoins en main-d'œuvre et ceux d'autres intrants, ou les effets résiduels sur la fertilité des sols ou les populations de pollinisateurs, ensuite parce qu'elle doit le faire dans des contextes eux-mêmes multiples, définis par les tailles différentes des exploitations et des familles d'agriculteurs, la présence éventuelle de pratiques agricoles autres et la nature des flux financiers. Des méthodes ont été mises au point pour y parvenir efficacement en intégrant des comparaisons planifiées dans l'élargissement des activités des initiatives de développement, en tirant parti des réseaux d'agriculteurs et en utilisant les sciences citoyennes (Sinclair et Coe, 2019).

4.1.2 L'intégration à l'échelle du terroir et la gestion des arbitrages et des synergies parmi les apports des services écosystémiques

Comme indiqué dans les chapitres précédents du présent rapport, l'efficacité de la production agricole a souvent été évaluée sur une assiette étroite, centrée sur le rendement des principales cultures de base par unité de surface, au lieu d'englober l'ensemble des services écosystémiques et les impacts sociaux des méthodes de production concurrentes. Dans la présente section, est analysée l'importance d'une gamme de services écosystémiques et celle de la biodiversité qui les sous-tend, avant d'envisager l'élargissement du concept «d'écart de rendement», celui-ci devant en effet englober non seulement le rendement des cultures de base mais aussi l'impact de la production sur toute la gamme des services écosystémiques, tel qu'il est éprouvé en différents lieux où la société accorde à ceux-ci une importance différente.

Les écosystèmes remplissent des fonctions fondamentales de maintien de la vie dont dépend la civilisation humaine (MEA, 2005; Kubiszewski et al., 2017; HLPE, 2017c). Ceux-ci deviennent des services écosystémiques lorsqu'ils profitent aux populations en soutenant l'existence, la santé et la prospérité humaines (Haines-Young et Potschin, 2009). Les services écosystémiques ont été classés en trois catégories: services d'approvisionnement (par exemple production de nourriture, de fibres et salubrité des eaux), services régulation (par exemple contrôle du flux d'organismes nuisibles et pathogènes ou de pollinisateurs) et services culturels (par exemple bienfaits spirituels et loisirs), auxquels s'ajoutent les services écosystémiques de soutien (par exemple cycle des nutriments), qui sous-tendent les services des trois autres catégories et sous lesquelles ils sont parfois subsumés. La biodiversité est au cœur de la production des services écosystémiques par le rôle que jouent les organismes vivants dans les cycles de l'énergie et des matériaux, le stockage du carbone, le maintien de la fertilité des sols et le cycle des nutriments (ME EA, 2005; Power, 2010). Les répercussions que peut causer la perte de biodiversité sur le fonctionnement des écosystèmes font l'objet d'une attention croissante (Kubiszewski *et al.*, 2017).

Bien qu'il existe des dispositifs de mesure applicables à certains services écosystémiques dans le cadre des marchés traditionnels, pour un grand nombre d'entre eux, ces mesures en sont encore à leurs balbutiements, si bien que les cadres existants incluent rarement la totalité des coûts environnementaux, ce qui se traduit par la non-prise en compte d'externalités importantes dans les mesures de résultat (TEEB, 2010; Kubiszewski et al., 2017). L'évaluation économique des décisions d'utilisation des terres et de l'eau afférentes à la production alimentaire produit des résultats très différents, selon les services écosystémiques qui sont inclus dans les calculs (**encadré 18**).

Les estimations globales de la valeur des services écosystémiques examinés par de Groot *et al.* (2012), dans plus de 320 publications contenant 1 350 estimations de valeur, vont de 490 dollars internationaux⁴⁴/ha/an pour la haute mer à 352 915 dollars internationaux/ha/an pour les récifs coralliens, les services écosystémiques de la forêt tropicale étant estimés à 5 264 dollars internationaux/ha/an et ceux des herbages à 2 871 dollars internationaux/ha/an. Il en résulte une valeur estimative totale des services écosystémiques à l'échelle mondiale comprise entre 125 et 145 mille milliards de dollars internationaux par an (Costanza *et al.*, 2014), mais en présageant une baisse dont l'ampleur pourrait atteindre 51 mille milliards de dollars internationaux par an en raison de la dégradation des écosystèmes d'ici 2050, sauf transition importante vers une meilleure intendance de la planète, éventualité qui pourrait entraîner une augmentation projetée de 30 mille milliards de dollars internationaux par an (Kubiszewski *et al.*, 2017). L'attribution d'une valeur pécuniaire aux services écosystémiques, bien qu'utile pour guider les décisions stratégiques, ne signifie pas qu'un service écosystémique puisse être remplacé par une autre, ni qu'ils pourraient ou devraient faire l'objet d'une marchandisation et être échangés sur des marchés. En effet, la plupart des programmes

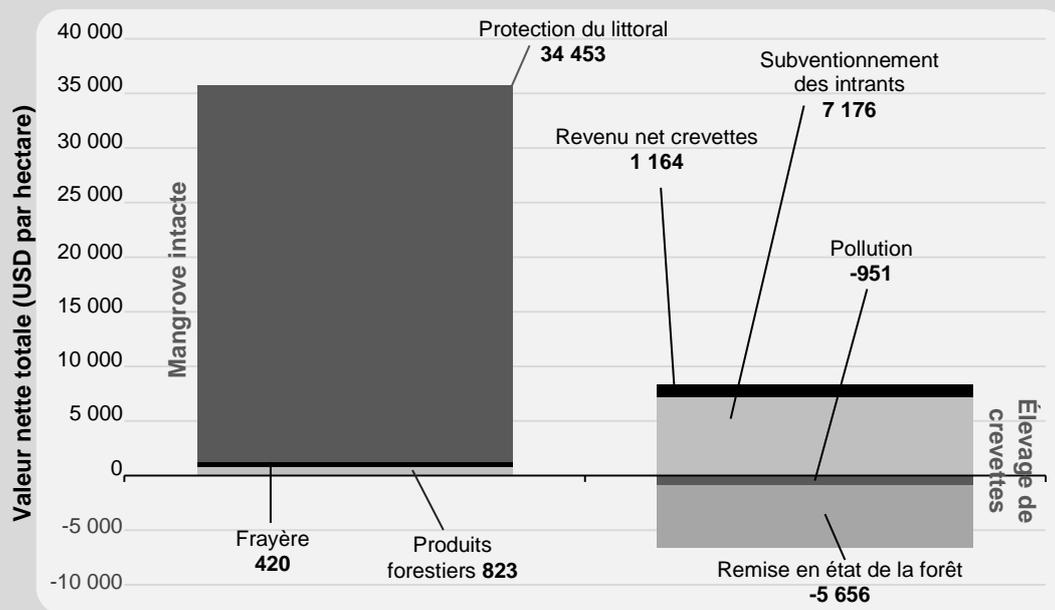
⁴⁴ Un dollar international (DI) est une unité monétaire théorique qui est à parité de pouvoir d'achat avec l'USD à une date donnée, qui est 2007 pour les chiffres cités ci-dessus.

qui récompensent les agriculteurs qui fournissent des services écosystémiques prévoient des récompenses pour l'adoption et le maintien de pratiques d'utilisation des terres qui sont coextensives à des services écosystémiques, et ne prévoient pas l'achat ou à la vente de ces services eux-mêmes.

Encadré 18 Un regard neuf sur la viabilité économique des conversions de mangroves en élevage de crevettes en Thaïlande

Lorsqu'a été envisagée la conversion des mangroves en élevages de crevettes en Thaïlande dans les années 1980, les décisions initiales reposaient sur l'évaluation d'un seul service écosystémique d'approvisionnement aquacole: la production de crevettes devant fournir une industrie d'exportation de crevettes surgelées en expansion. La valeur de la récolte de crevettes était supérieure aux produits forestiers commercialisables que fournissait la mangrove, et la rentabilité des élevages de crevettes a crû grâce au subventionnement des intrants. Cependant, lorsque d'autres services écosystémiques non commercialisés sont pris en compte dans une analyse économique plus large, on peut constater que la conversion d'une mangrove intacte n'est pas économiquement bénéfique car sa valeur de protection du littoral et d'alevinière pour les poissons sauvages est supérieure aux revenus de l'aquaculture crevette. Si l'on tient également compte de la pollution et des coûts de restauration qu'entraîne l'élevage de crevettes, cette conversion est encore plus coûteuse. Ce cas illustre deux problématiques centrales: premièrement, la viabilité économique globale dépend des services écosystémiques qui sont valorisés; deuxièmement, la rentabilité de l'agriculture (la viabilité économique pour l'agriculteur) n'est souvent pas la même que la valeur économique d'ensemble pour la société attribuable à des interventions sur le marché.

Figure 10 Comparer la rentabilité de la mangrove avec celle des crevettes: comptabilisation des services écosystémiques non commercialisés



Sources: D'après Ranganathan *et al.* (2008) avec chiffres tirés de Sathirathai et Barbier (2007).

De tous temps, les humains ont modifié les écosystèmes naturels pour favoriser les espèces qui produisent des biens directement (par exemple des aliments ou du bois), en négligeant généralement d'autres services écosystémiques invisibles mais essentiels (par exemple la pollinisation, les freins à l'action des insectes et de l'érosion) dont la disparition est coûteuse et qui sont parfois impossible à remplacer (Power, 2010). Certains services écosystémiques, tels que la régulation et la stabilisation du climat, celles des débits hydriques (importants pour la prévention des inondations) ou des cycles des nutriments, n'ont été rendus visibles que récemment, lorsque les perturbations qu'ils ont subies ont accentué le changement climatique, l'érosion des sols ou l'eutrophisation, ce qui a attiré sur eux l'attention des décideurs locaux, nationaux et mondiaux (Mullon *et al.*, 2005). Sachant que la perte de services écosystémiques est porteuse d'un coût important pour la société, lorsqu'il faut par exemple

restaurer les systèmes hydrographiques dégradés, il devient prioritaire de comprendre et d'évaluer les services écosystémiques et de les intégrer dans les cadres économiques. Le maintien et la restauration des écosystèmes naturels et des services qu'ils fournissent sont donc essentiels au bien-être durable des populations, à la prospérité économique, à l'efficacité et à la résilience des agroécosystèmes. Les principales dimensions des écosystèmes sont la lumière du soleil, les sols, les nutriments et l'eau, tandis que les déchets d'une partie du système peuvent devenir une ressource pour d'autres parties. Lorsque les écosystèmes sont modifiés pour atteindre des objectifs de productivité et de profit, ils nécessitent souvent des intrants supplémentaires dont des engrais, des pesticides ou du carburant, qui peuvent être à la fois bénéfiques et nocifs. Les avantages comprennent la production de produits de base, tandis que le ruissellement d'éléments nutritifs ou de pesticides dans les cours d'eau peut entraîner une détérioration de la qualité de l'eau (TEEB, 2010).

L'importance déterminante des services écosystémiques remet en question l'approche classique de la croissance et du développement, tout en ouvrant la voie à une approche différente de la prospérité fondée sur une conception élargie du bien-être (Fioramonti, 2017). Malgré les progrès réalisés dans un certain nombre de domaines, les services écosystémiques resteront marginaux dans le débat plus large jusqu'à ce que les limites actuelles de la production et des actifs soient redéfinies pour inclure le capital naturel et social. Ainsi, la contribution substantielle des services écosystémiques au bien-être durable des êtres humains doit être au cœur d'un changement fondamental nécessaire dans la théorie et la pratique économiques si nous voulons parvenir à une transformation sociale vers un avenir pérenne et désirable (Costanza *et al.*, 2017). Des modes de quantification sont nécessaires pour caractériser ces éléments et permettre leur prise en compte.

Souvent, plutôt que d'adopter une vision globale des services écosystémiques, les mesures incitatives appliquées au monde agricole sont axées sur l'obtention de résultats uniques, comme dans le cas de subventions versées pour l'achat d'engrais ou de pesticides qui augmentent le rendement ou dans celui de programmes agroenvironnementaux destinés à préserver les habitats. Elles peuvent même entrer en contradiction, et rendre ainsi déterminants les arbitrages entre les impacts de l'utilisation des terres sur les services écosystémiques (Jackson *et al.*, 2013). Il est manifestement nécessaire de mesurer la performance agricole comme la somme de ses impacts sur l'ensemble des services écosystémiques d'approvisionnement, de régulation et d'utilité culturelle et d'évaluer les arbitrages et les synergies entre eux (van Noordwijk *et al.*, 2018).

Équation 1 Le paramètre de la multifonctionnalité dans le taux d'équivalence en superficie de cultures (LERM): pour une mesure intégrale des résultats de l'agriculture aux échelles des paysages

Paramètre de l'échelle parcelle-à-paysage pour une utilisation multifonctionnelle des terres, perspective S

$$LERM_s = \gamma_{P,s} \sum_i \frac{P_i}{P_{i,ref}} + \gamma_{R,s} \sum_j \frac{R_j}{R_{j,ref}} + \gamma_{C,s} \sum_k \frac{C_k}{C_{k,ref}}$$

Pondération sociétale des services d'approvisionnement **P**
Services actuels contre services de référence par unité de surface
Pondération sociétale des services de régulation **R**
Services actuels contre services de référence par unité de surface
Pondération sociétale des services culturels **C**
Services actuels contre services de référence par unité de surface

Légende:

$LERM_s$ est le paramètre d'échelle parcelle-à-paysage pour une utilisation multifonctionnelle des terres, perspective **S**

$\gamma_{P,s}$ est la pondération sociétale des services d'approvisionnement (**P**)

$P_{i,s}$ est la valeur actuelle des services d'approvisionnement (**P**) par unité de surface

$P_{i,ref}$ est la valeur de référence (**ref**) des services d'approvisionnement (**P**) par unité de surface

$\gamma_{R,s}$ est la pondération sociétale des services de régulation (**R**)

R_j est la valeur actuelle des services de régulation (**R**) par unité de surface

$R_{j,ref}$ est la valeur de référence (**ref**) des services de régulation (**R**) par unité de surface

$\gamma_{C,s}$ est la pondération sociétale des services culturels (**C**)

C_k est la valeur actuelle des services culturels (**C**) par unité de surface

$C_{k,ref}$ est la valeur de référence (**ref**) des services culturels (**C**) par unité de surface

Source: van Noordwijk *et al.*, 2018

Le paramètre de la multifonctionnalité dans le taux d'équivalence en superficie de cultures dans l'équation 1 s'élabore à partir du concept d'écart de rendement qui exprime ce qui est produit à partir d'une superficie rapporté à ce que cette superficie peut produire, soit la production potentielle, mais comprise comme n'étant pas seulement composée de produits de la terre pour y englober les apports d'une gamme de services écosystémiques sur un ensemble cohérent d'unités de surface d'un paysage ou terroir. Cette mesure regroupe tous les services écosystémiques qui doivent l'être dans un contexte donné, pondérés du degré d'importance que leur accorde les acteurs concernés, soit ce qui est désigné comme «pondération sociétale». Cela peut nécessiter des rapprochements de données entre les échelles et les catégories d'acteurs dont les pondérations des différents services écosystémiques peuvent montrer des disparités.

La concrétisation de ce type de paramètre suppose le développement d'un capital social (coopération entre agriculteurs et autres acteurs) et la mise en œuvre de politiques publiques (incitations et réglementations) qui le sont aux échelles du terroir ou du paysage (10-1 000 km²) auxquels se manifestent de nombreux services écosystémiques qui peuvent donc être gérés (Pagella et Sinclair, 2014; Crossland *et al.*, 2018). Les outils de négociation qui appuient la définition locale et l'évaluation de services écosystémiques multiples ont été mis au point et utilisés dans la formulation de la politique agroenvironnementale nationale qui englobe des mises en œuvre locales appropriées (Jackson *et al.*, 2013).

4.1.3 Grilles de quantification et de suivi applicables à l'intégration de la production et de la consommation dans l'ensemble des systèmes alimentaires

L'alimentation humaine dans son ensemble a été reconnue comme constituant un des principaux facteurs de santé humaine et de pérennité environnementale (Willet *et al.*, 2019), ce que nous mangeons et les manières de produire nos aliments étant désormais reconnus comme des facteurs majeurs de la dégradation généralisée de l'environnement (Springmann *et al.*, 2016; Tilman et Clark, 2014). Comme cela a été exposé au chapitre 1 du présent rapport, l'un des principes fondamentaux des approches agroécologiques de la sécurité alimentaire et de la nutrition est qu'elles contribuent à la santé écologique au lieu de dégrader l'environnement, et ce grâce à une production alimentaire diversifiée et localisée qui évite autant que possible de remplacer les processus naturels par des méthodes et intrants à forte intensité de combustibles fossiles, comme l'est notamment l'utilisation d'engrais, d'herbicides et de pesticides synthétiques.

Au chapitre 2 du présent rapport, on a pu montrer que le concept d'empreinte écologique (Wackernagel et Rees, 1996) pouvait s'appliquer dans les évaluations des modes de consommation comme dans celle des effets des pratiques ou des produits de l'agriculture sur l'environnement (Bouma, 2010; Lillywhite, 2008). En termes généraux, la comptabilité écologique utilisée pour calculer les empreintes écologiques rapporte la superficie des terres bioproductives requises par une unité de consommation définie (par exemple, un individu, une communauté ou un produit), à la biocapacité disponible, en faisant apparaître que la consommation globale dépasse la capacité et que, par conséquent, cette consommation dégrade l'environnement, car elle épuise le capital naturel ou les services des écosystèmes qu'elle exploite (Pulselli *et al.*, 2016).

L'utilité de cette méthode dans l'élaboration des politiques nationales et internationales visant l'utilisation durable des ressources renouvelables, est reconnue (Best *et al.*, 2008), bien que de plus amples recherches et un affinement des méthodes comptables soient nécessaires pour donner tout son sens au concept de biocapacité et rendre compte des arbitrages entre les différents services écosystémiques (Wackernagel *et al.*, 2014) comme on l'a vu à la précédente section.

Au chapitre 2 du présent rapport, il a été démontré que les approches agroécologiques et celles de l'intensification durable s'attaquent à des dommages environnementaux souvent considérés comme connexes à l'intensification de l'agriculture, en contribuant aux processus de régénération qui restaurent les fonctions dégradées des écosystèmes (Pretty *et al.*, 2018), notamment en améliorant la santé à long terme des sols (Barrios *et al.*, 2012) afin de s'opposer à la dégradation généralisée des terres (Lal *et al.*, 2012). L'une des principales exigences pratiques d'une production agricole durable est l'emploi de pratiques entraînant une régénération et non une dégradation (Elevitch *et al.*, 2018), mais les méthodes de comptabilisation de l'empreinte écologique à l'échelle nationale et mondiale pour l'heure ne tiennent pas compte de la dégradation ou de la restauration car les données comparatives globales requises pour ce faire ne sont pas recueillies (Blomqvist *et al.*, 2013; Rees et Wackernagel, 2013).

L'utilité d'inclure l'amélioration de l'empreinte écologique comme quatrième principe de fonctionnement sous-jacent aux transitions vers des systèmes alimentaires durables a été mentionnée au chapitre 2 du présent rapport. La raison essentielle pour laquelle on est amené à distinguer l'empreinte écologique de l'efficacité d'utilisation des ressources, raison qui est au cœur des différences entre approches agroécologiques et principes d'intensification durable, est qu'il est possible d'obtenir un degré supérieur d'efficacité d'utilisation des ressources tout en accompagnant ce résultat d'une empreinte écologique non pérennisable.

Il y a d'autres dimensions sociales des systèmes alimentaires dont il importe de tenir compte dans l'élaboration de voies de transition vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et la nutrition. Le concept de comptabilité analytique véritable (ou «comptabilisation des coûts réels») représente une tentative d'englober tous ces éléments par le biais des mécanismes du marché. Il s'agit d'un outil au service des politiques qui suscite un intérêt croissant dans l'alimentation et l'agriculture (Sukdev *et al.*, 2016). Comme on l'a vu plus haut, si les modes actuels de production de l'agriculture et de l'élevage, et de transformation de leurs produits, ne permettent pas d'obtenir des aliments sains et nutritifs, cela est dû en grande partie aux externalités qui ne sont pas incluses dans les prix. La mise en œuvre d'une comptabilisation des coûts réels de l'agriculture et l'élaboration de politiques de compensation écologique pourraient créer des «conditions de concurrence équitables» et instaurer une plus grande équité entre les différents types de production agricole (Shiming, 2018).

Le travail est une autre dimension importante dans laquelle apparaissent des différences entre approche agroécologique et approche d'intensification durable des transitions d'un type de système alimentaire à un autre. Certaines pratiques agroécologiques, mais pas toutes, peuvent être caractérisées comme étant plus intensives en main-d'œuvre qu'en capital que ne le sont les démarches d'intensification durable concurrentes, mais elles sont aussi souvent présentées comme notablement plus créatrices d'emplois riches de sens, comme nous l'avons vu au chapitre 2 du présent rapport. Cela rend d'autant plus importante l'élaboration de politiques pouvant appuyer la création de formes d'emplois décentes, sûres et riches de sens, en particulier pour les jeunes, mais aussi pour les catégories sociales marginalisées que sont les travailleurs agricoles et les migrants (ILO, 2017). Dans de nombreuses régions du monde, un problème récurrent est l'exode rural chez les jeunes partant à la recherche de meilleures conditions de vie dans les zones urbaines et le vieillissement des ménages ruraux qui en résulte; ce phénomène entrave toute innovation et toutes solutions créatives conçues pour pérenniser les communautés rurales et dynamiser leur économie. (FAO, 2014c) Ce qui est requis dans l'immédiat est la collecte de données sur les caractéristiques positives et négatives de l'emploi dans l'agriculture qui doivent fournir une assise à l'élaboration de politiques et de règlements favorisant les transitions vers des systèmes alimentaires durables, notamment par des conditions de travail décentes dans le monde agricole et le renforcement de la santé des travailleurs agricoles et des autres travailleurs des systèmes alimentaires.

Le principal dilemme auquel sont confrontés les décideurs politiques devant adopter les paramètres qui conviennent à des systèmes alimentaires dans leur totalité est de savoir ce qu'il faut faire étant donné l'inexhaustivité actuelle des corps d'indicateurs. Dans ces conditions, il paraît prudent d'adopter certains indicateurs, comme l'empreinte écologique, qui, bien qu'imparfaits, n'en représentent pas moins une tentative de mettre en corrélation modes de consommation et méthodes de production. Il est évidemment important de reconnaître, ce faisant, la nécessité de continuer de les affiner et de mettre en place des grilles nationales de surveillance capables de suivre la dégradation et la restauration des terres de manière cohérente à l'échelle mondiale, qui soient conformes aux engagements de neutralité en matière de dégradation des terres (Aynekulu *et al.*, 2017) et qui aboutissent à intégrer des utilisations régénératrices et dégradatrices des terres dans les calculs d'empreinte écologique. Parallèlement à cela, il sera nécessaire de parfaire le calcul de l'empreinte écologique en recourant à un corps d'indicateurs qui transcrit les différentes incidences sociales et environnementales des systèmes alimentaires, chacune d'elles ayant son importance, sans se contenter d'une grille de comptabilisation unique (Blomqvist *et al.*, 2013).

4.2 Accompagner les transitions vers des systèmes alimentaires diversifiés et résilients

Une importante littérature scientifique et des rapports d'orientation ont décrit les répercussions environnementales, sociales, sanitaires et politiques du système agricole et alimentaire actuellement prédominant, ainsi que les raisons de son intransigeance (Campbell *et al.*, 2017; IPES-Food, 2016; HLPE, 2017b; Vanloerqueren et Baret, 2009). La conception d'un ensemble favorable de dispositions et de politiques passe en partie par la réorientation du soutien des pouvoirs publics en direction d'une agriculture plus diversifiée. Les systèmes agricoles diversifiés englobent l'élevage mixte, la pisciculture, les cultures et l'agroforesterie qui utilisent et conservent la biodiversité et ont recours à certaines pratiques de conduite de la végétation telles que les cultures intercalaires, les cultures relais, la rotation des cultures, les cultures de couverture, les zones tampon, les plantes-pièges ou plantes répulsives, la végétation semi-naturelle autour des terres agricoles et les pâturages permanents. La diversité doit être reconnue non seulement dans les systèmes agricoles eux-mêmes, mais aussi dans les voies de transition pour passer de nombreux points de départ différents à des systèmes plus durables, par l'intensification dans différentes dimensions, convenant aux différents contextes sociaux, économiques et écologiques (Côte *et al.*, 2019).

Les chapitres précédents décrivent comment les petites et moyennes exploitations agricoles apportent des contributions importantes aux plans des approvisionnements alimentaires et de la diversité des végétaux cultivés. Malheureusement, les conditions imparfaites du marché n'accordent pas de valeur monétaire à bon nombre de leurs atouts sociaux et environnementaux. En outre, les politiques publiques d'accompagnement favorisent souvent les monocultures à forte consommation d'intrants (s'agissant notamment du subventionnement des achats d'intrants). Sachant que bon nombre des ménages et des individus qui souffrent d'insécurité alimentaire et de malnutrition sont des petits exploitants agricoles, un plus fort appui des pouvoirs publics aux méthodes agroécologiques appliquées chez les petits exploitants aurait pour double avantage d'apporter une

réponse directe au problème de la sécurité alimentaire et nutritionnelle dans les zones rurales mais aussi à celui des transitions vers des systèmes alimentaires durables.

Parmi les mesures d'accompagnement que les pouvoirs publics pourraient engager afin de permettent aux producteurs de petites et moyennes exploitations de faire davantage appel à des méthodes de production alimentaire durables, on peut envisager la fin du subventionnement de pratiques engendrant des dégradations, tout en octroyant à ces exploitants des incitations à l'utilisation de méthodes pérennisables de production alimentaire ou à la gestion de paysages multifonctionnels prévoyant la présence d'espèces sauvages. Il faut noter qu'un obstacle important à l'attribution de récompenses en retour des bienfaits sociaux et environnementaux tient aux défauts du marché, car celui-ci, non content de ne pas refléter le coût des externalités négatives de la production classique, ne rétribue pas non plus les bienfaits dispensés par les systèmes aux effets écologiques positifs. L'un des exemples les plus importants de saut d'échelle accompli dans la production agroécologique est donné par Cuba, où l'État a apporté un soutien important à la production alimentaire durable (**encadré 19**).

Accompagner les transitions vers des systèmes alimentaires diversifiés et résilients suppose de concevoir des environnements institutionnels pour des domaines d'intérêt distincts, aspect que l'on trouvera développé dans les sous-sections suivantes, s'agissant notamment de la planification de la gestion territoriale, l'accès aux ressources génétiques, la promotion de régimes alimentaires sains et diversifiés, le soutien à des chaînes de valeur alimentaires équitables et durables et la réduction des pertes et gaspillages alimentaires.

Encadré 19 Étude de cas: la transformation agroécologique de Cuba

Faits saillants:

- Plus de 300 000 agriculteurs ont recours à des pratiques agroécologiques.
- Plus de la moitié de tous les légumes, maïs, haricots, fruits et viande porcine est produite selon des méthodes agroécologiques.
- La méthode «d'agriculteur à agriculteur» est une stratégie clé.
- La réforme agraire, qui a octroyé la jouissance de terres à 75 000 nouveaux exploitants agricoles, a permis de s'attaquer au problème de la sécurité alimentaire et de la nutrition.
- L'agriculture urbaine assure environ 70 pour cent de l'offre de légumes dans les grandes villes.
- Les centres de recherche en agroécologie mettent au point des solutions adaptées aux réalités locales dans tout le pays.
- L'agroécologie est enseignée dans les lycées professionnels ruraux, où des travaux de terrain sont effectués au quotidien.
- Les pouvoirs publics, des chercheurs universitaires et des ONG dispensent un appui technique aux agriculteurs.
- La sécurité alimentaire s'est accrue; les aspects nutritionnels demeurent cependant problématiques dans les catégories sociales marginalisées.

Les agriculteurs cubains ont utilisé des méthodes industrielles intensives de production de denrées alimentaires pendant plusieurs décennies, avec des taux élevés d'engrais, de pesticides et de mécanisation, mais avec l'effondrement de l'Union soviétique dans les années 1989-1990, et l'embargo appliqué par les États-Unis d'Amérique, ils ont été contraints de remplacer ces intrants. Au même moment, l'Association nationale des petits agriculteurs a été le fer de lance de la méthode «agriculteur à agriculteur» d'enseignement et de mentorat par les pairs, apprise auprès d'organisations paysannes d'Amérique centrale. De 1997 à 2010, on estime qu'un tiers des petits exploitants agricoles cubains ont reçu une formation agroécologique en utilisant cette méthode de transmission du savoir de paysan à paysan. Alors qu'au départ, les petits exploitants agricoles ont simplement remplacé les engrais synthétiques par des intrants organiques (ce que l'on appelle la «première étape» de la transition agroécologique selon Gliessman, 2007), au fil du temps, ils ont expérimenté diverses approches agroécologiques, comme les cultures intercalaires, la diversification des cultures, l'utilisation d'engrais verts, l'agroforesterie, la lutte biologique contre les nuisibles, et l'intégration de l'élevage aux cultures. L'agriculture urbaine a également progressé de manière significative (Gliessman, 2007), ce qui est important puisque plus de 70 pour cent de la population cubaine habite les villes. On estime à 300 000 le nombre des petits exploitants agricoles qui ont recours à des pratiques agroécologiques sur un nombre de petites exploitations dont la proportion se situe entre 46 et 72 pour cent. On estime que la production alimentaire agroécologique représente 60 pour cent des légumes, du maïs, des haricots, des fruits et du porc consommés à Cuba. On estime que l'agriculture urbaine, qui utilise aussi souvent des méthodes agroécologiques, représente jusqu'à 70 pour cent des légumes frais dans les grandes villes de Cuba. Cette transition a été conduite en quatre étapes essentielles: i) la formation horizontale et l'échange systématique de connaissances d'agriculteur à agriculteur; ii) la reconnaissance de l'expertise des agriculteurs dans la recherche et les échanges; iii) la mise au point de variétés végétales et de produits biologiques adaptés aux conditions locales; et iv) le renforcement de la coopération institutionnelle entre acteurs, notamment les centres de recherche et les services d'appui-conseil en agroécologie. Les centres de recherche sont répartis dans tout le pays et offrent des solutions adaptées aux réalités locales en matière de lutte biologique contre les nuisibles et les phytopathologies: engrais organiques, biopesticides fabriqués sur place et élevage d'organismes utiles. Bien que les systèmes alimentaires durables se soient considérablement développés, et que la sécurité alimentaire ait progressé, d'autres initiatives sont nécessaires pour assurer pleinement la sécurité alimentaire et la nutrition. Cette étude de cas montre comment la formation en agroécologie d'agriculteur à agriculteur, combinée aux réseaux scientifiques et à la coopération entre l'État, les mouvements sociaux et la recherche scientifique, peut contribuer de manière importante à l'avènement de systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition, mais des efforts supplémentaires sont nécessaires pour répondre aux besoins des catégories sociales marginalisées.

Sources: Mier y Terán *et al.* (2018), IPES-Food (2018), Roset *et al.* (2011), Gliessman (2007).

4.2.1 Planification de la gestion territoriale

Un élément jouant un rôle essentiel en faveur de la diversité est la planification de la gestion territoriale à travers des mosaïques d'occupation des sols, dans laquelle la protection d'espaces communs pour l'eau, les forêts et autres ressources peut être encouragée à l'échelon d'une région (Caron *et al.*, 2018; **encadré 20**). Il a déjà été établi dans la section précédente que l'existence d'un capital social et de politiques appliquées à l'échelle du terroir est importante pour les ressources qui

doivent être gérées. Pour la conservation de la biodiversité et les services écosystémiques que sont la régulation de l'eau (lutte contre les inondations) ou la pollinisation, l'unité foncière que constitue le terroir ou «paysage» (10 à 1 000 km²) représente une échelle à laquelle peuvent être gérés les arbitrages et les synergies entre les impacts des différentes occupations des sols, mais il existe rarement des outils ou travaux de planification dont la résolution serait suffisamment élevée pour éclairer les décisions de gestion territoriale à cette échelle (Pagella et Sinclair, 2014).

Sachant que l'apport de services écosystémiques à l'échelle du terroir est souvent une nouveauté pour de nombreux utilisateurs des terres en situation d'interaction avec les forces du marché, l'arsenal des politiques et les pressions sociales, le fait d'influer sur les résultats est de plus en plus considéré comme le fruit de négociations. La reconnaissance de ce fait a entraîné une évolution par laquelle on est passé d'une planification territoriale conçue comme nécessitant des outils d'aide à la décision pour une élite décisionnelle, à une autre conception, où il est question de mettre au point des outils d'aide à la négociation qui fournissent des éléments probants capables d'infléchir le cours des négociations d'une multiplicité d'acteurs (Jackson *et al.*, 2013). Les développements récents de l'acquisition et du traitement des données géospatiales permettent de manière croissante la mobilisation en temps réel de données relatives à l'état des ressources foncières et à l'impact des politiques sur celles-ci, et ce à l'échelle du terroir que vise la collectivité territoriale dans son action (Vagen *et al.*, 2018). Des tableaux de bord de données ont été conçus localement et utilisés dans la planification de la gestion territoriale, tel est le cas par exemple de celui du comté de Turkana au Kenya (Chesterman et Neely, 2015).

Encadré 20 Exemple de transition agroécologique territoriale au Brésil

Dans un secteur semi-aride du nord-est du Brésil, on s'était longtemps attaché à lutter contre la sécheresse par l'irrigation et la production, méthode qui profitait à une minorité détentrice du pouvoir politique et économique. Les mouvements sociaux ayant constitué le «Forum Nord-Est», celui-ci a présenté un programme concurrent au Président du Brésil et aux gouvernements provinciaux. Ils ont élaboré l'idée d'une «*coexistence avec la semi-aridité*», en mettant en avant: i) la conservation et l'utilisation durable des ressources naturelles et de l'eau; et ii) le démantèlement des monopoles sur le foncier, l'eau et d'autres moyens de production. Ce cadre nouveau a encouragé des changements d'orientation majeurs dans la gestion des ressources locales et des innovations sociales. Parmi les exemples d'innovations sociales amenant cette transformation de la gouvernance territoriale vers une «*coexistence avec la semi-aridité*», sont à mentionner les banques de semences communautaires, le travail collectif, les coopératives, les fonds de solidarité tournants, les marchés paysans et la participation à des programmes mis en place par les pouvoirs publics comme le Programme national de repas scolaires et le Programme pour les exploitations familiales. Ces innovations ont été regroupées sous le titre de «partenariats, organisation et relations synergiques entre les divers acteurs».

Source: Pérez-Marin *et al.*, 2017.

4.2.2 Accès aux ressources génétiques

L'accès des agriculteurs aux ressources naturelles, souvent classées par l'État comme domaniales, que sont le foncier, la biodiversité ou les arbres, peut s'avérer déterminant pour amener les agriculteurs à investir dans des formes de production plus durables. La protection de la propriété intellectuelle et la législation sur les semences sont autant d'obstacles à la diversification des systèmes alimentaires et il faudra éventuellement les modifier en profondeur, en fonction du contexte juridique national afin d'appuyer les transitions vers des systèmes de production diversifiés. Une législation qui soutient l'échange de semences issues de variétés génétiquement hétérogènes, dont celles de cultures traditionnelles, et les rend accessibles, est un élément important à cet égard. Le Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture, auquel ont adhéré 146 pays, contient des dispositions relatives aux droits des agriculteurs et à l'utilisation durable des ressources génétiques de 64 espèces végétales représentant plus de 80 pour cent de la production alimentaire mondiale. On perçoit cependant des tensions entre les législations nationales coordonnées au plan régional destinées à protéger les obtentions végétales et l'entretien de systèmes semenciers par les paysans (AFSA, 2017). Cela renvoie à la nécessité d'équilibrer les droits des obtenteurs et ceux des agriculteurs, dans des contextes où les premiers ont souvent une capacité de pression plus forte auprès des pouvoirs publics que les seconds.

De nombreuses variétés modernes ont été créées pour un modèle agricole industriel et peuvent ne pas être optimales pour des systèmes de production plus diversifiés, de sorte que la législation protégeant ces variétés, en particulier lorsqu'elle est doublée d'un subventionnement des intrants, peut représenter un blocage ou créer une dépendance qui freine la transition vers des systèmes de production plus diversifiés (IPES-Food, 2016). Dans certains contextes, la sélection variétale et l'obtention végétale participatives ont été combinées avec succès à des systèmes semenciers réglementés au niveau national, comme au Népal, où des variétés de maïs sélectionnées par les agriculteurs pour l'agroforesterie, et homologuées au niveau national pour être utilisées en moyenne montagne, ont montré un rendement supérieur de 30 pour cent à celui des variétés classiques sur les terrasses arborées où on les avaient implantées (Tiwari *et al.*, 2009).

Au chapitre 3 du présent rapport, on a vu que la controverse que suscite l'utilisation des biotechnologies modernes dans les transitions vers des systèmes alimentaires durables portait sur la mainmise et l'utilisation dont ces technologies sont l'objet plutôt que sur leur nature fondamentale. Cela reflète un débat de société qui porte plus largement sur le déploiement du génie génétique, ce débat étant rendu plus animé par l'utilisation récente du CRISPR-Cas9 pour corriger une mutation chez des embryons humains viables (Jasanoff et Hurlbut, 2018). Cela a conduit à un appel en faveur de la création d'un observatoire mondial de l'édition génomique sur le modèle du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), dans la recherche d'un large consensus social sur les normes qui devraient guider la recherche et l'utilisation de la technologie dans ce domaine (**encadré 21**). Si cet observatoire est perçu comme suffisamment inclusif pour aborder les actuelles asymétries de pouvoir dans les modalités d'obtention et d'utilisation des organismes génétiquement modifiés et du génie génétique, il pourrait contribuer à une dépoliarisation des débats sur l'utilisation des biotechnologies modernes dans la poursuite de la sécurité alimentaire et nutritionnelle.

Encadré 21 Trois fonctions proposées pour un observatoire mondial de l'édition génétique

1. Servir de centre d'échange d'informations, en synthétisant l'éventail mondial des réponses éthiques et politiques à l'édition génomique et à ses technologies, en les rendant accessibles à tous. Cette synthèse engloberait les prises de position de groupements de la société civile, en particulier ceux de pays du Sud, et la documentation pertinente y serait référencée. L'Observatoire rendrait compte des activités et des conclusions des organes officiels de bioéthique, tels que le Nuffield Council on Bioethics au Royaume-Uni ou le Conseil allemand d'éthique, des associations professionnelles comme l'American Society for Reproductive Medicine et des organismes intergouvernementaux, tels le Conseil de l'Europe et l'Organisation mondiale de la santé.
2. Permettre un travail de veille et d'analyse portant sur les développements conceptuels importants, les domaines où se manifestent des tensions et les consensus naissant en matière d'édition génétique. Cet observatoire élargirait la portée de la réflexion au-delà des avantages et des inconvénients techniques de l'édition génétique, pour s'ouvrir à un éventail plus riche de questions et de préoccupations trop souvent négligées. Des études sur la dynamique sociale des collaborations internationales – de l'établissement de programmes de recherche à l'attribution des droits de propriété intellectuelle – pourraient permettre de révéler les déséquilibres de pouvoir que recouvre la science, dont il est vraisemblable qu'ils fassent profiter la recherche sur l'édition génétique à certains mais pas à d'autres. De même, les matériaux rassemblés dans l'observatoire mondial fournirait une image plus détaillée des futurs biologiques dont les gens veulent réellement pour eux-mêmes et la société. Il pourrait par exemple faire la lumière sur les perceptions disparates qu'entretiennent les différentes cultures des relations sociales et biologiques, dont les notions de handicap et de maladie.
3. Faire office de véhicule aux convocations de réunions périodiques, en amorçant de la sorte un débat international éclairé par les enseignements tirés de la collecte et de l'analyse des données.

Source: Jasanoff et Hurlbut (2018).

4.2.3 Promotion d'une alimentation saine et diversifiée grâce à un environnement alimentaire approprié

La diversification des systèmes alimentaires n'est pas seulement en rapport avec les systèmes de production, elle l'est aussi avec les modes de consommation. Comme il est indiqué au chapitre 2 et à l'annexe 1 du présent rapport, les bienfaits sanitaires et nutritionnels mis en exergue dans l'élaboration des politiques sont des objectifs poursuivis par l'agriculture qui tient compte de la

nutrition et l'agriculture biologique. La sensibilisation à la nutrition et aux considérations d'ordre sanitaire a permis de mieux faire entendre comment l'environnement alimentaire peut être façonné pour assurer la sécurité alimentaire et la durabilité. L'une des conditions les plus indispensables à l'amélioration de la nutrition est de s'attacher aux problématiques de parité hommes-femmes et d'équité sociale (voir section 4.4). Comme cela a été abordé au chapitre 3 et présenté dans le rapport du Groupe d'experts de haut niveau sur la nutrition et les systèmes alimentaires (2017b), la possibilité pour chacun de choisir une alimentation saine et diversifiée dépend des choix alimentaires disponibles et de leur coût, des modalités d'étiquetage et de certification des aliments, du degré de confiance dans l'étiquetage et de l'inflexion que les institutions privées et publiques cherchent à donner aux choix des consommateurs.

L'information et la sensibilisation du public sur les systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et nutritionnelle, opérées de façon démocratique et au plus près des populations, font une condition *sine qua non* de la transformation des systèmes alimentaires. Des exemples de «saut d'échelle» réussis en matière de systèmes alimentaires durables, notamment ceux dans lesquels l'agroécologie a joué un rôle, ont souvent bénéficié de campagnes de sensibilisation publique qui ont modifié les discours dominants sur les systèmes alimentaires (FAO et INRA, 2018; Chappell, 2018) et les actions des collectivités. La sensibilisation du public, qui doit permettre et favoriser les innovations dans les systèmes alimentaires durables, doivent aller au-delà des simples campagnes de sensibilisation pour faire participer les citoyens à la «démocratisation de l'innovation» – partage des informations et des connaissances sur les réseaux, traitement des problèmes sociaux et coproduction de solutions entre collectivités et chercheurs (Schot et Steinmueller, 2016). La souveraineté alimentaire met particulièrement l'accent sur ces approches de la sensibilisation du public et du partage des connaissances, en insistant sur la nécessité de reconnaître, de soutenir et de protéger les savoirs locaux et autochtones en matière de conservation et de culture des semences, et en ce qui concerne les aliments et l'élevage (voir section 4.3).

Les obligations auxquelles sont déjà soumis les achats publics peuvent être utilisées pour offrir des possibilités économiques et politiques de mettre en œuvre des trains de mesures et de nouer des relations socioéconomiques nouvelles et innovantes qui créent des systèmes alimentaires durables. Les achats publics de denrées alimentaires produites sur un mode durable peuvent en effet servir à approvisionner des groupes à faible revenu et des écoles, des hôpitaux et d'autres institutions publiques, afin de mettre en place des circuits se renforçant mutuellement. Le cas de Belo Horizonte au Brésil est instructif à cet égard, car il constitue un exemple où les achats publics d'aliments de production agroécologique ont ensuite été utilisés dans la préparation de repas de cantines scolaires et dans les cuisines de collectivités mises à la disposition de résidents à faible revenu, en produisant des impacts sensibles contre la faim (Chappell, 2018). Les interventions axées sur l'achat local d'aliments produits sur un mode durable pour les programmes d'alimentation scolaire, ou qui ciblent des catégories de personnes exposées à l'insécurité alimentaire, afin d'instaurer la souveraineté alimentaire au niveau local et au niveau des États, peuvent efficacement contribuer à la sécurité alimentaire et nutritionnelle tout en épaulant les systèmes alimentaires durables (**encadré 22**). Ces initiatives peuvent également favoriser la création d'emplois sûrs, décents et riches de sens pour les catégories sociales marginalisées, notamment les jeunes et les travailleurs à faible revenu du système alimentaire.

Encadré 22 Nourrir les villes: quels systèmes alimentaires durables en milieu urbain?

L'approche agroécologique et celle de l'intensification durable peuvent être appliquées en milieu urbain. Un exemple d'agroécologie urbaine correspondant à des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et la nutrition est donné à Los Angeles (États-Unis d'Amérique), ville qui en 2012 a instauré une norme d'approvisionnement: le «Programme d'achat de bons aliments» (*Good Food Purchasing Program*)⁴⁵. Les petites et moyennes exploitations agricoles, et les entreprises de transformation des aliments dont l'implantation est locale peuvent ainsi se voir attribuer des étoiles en fonction de certains paramètres: pratiques agricoles durables sur le plan environnemental, travail sans danger pour le travailleur, rémunéré équitablement et exempt de risques sanitaires, animaux élevés dans un cadre sain et traités humainement, et consommateurs ayant un accès accru à des aliments nutritifs de qualité. Depuis 2012, tous les services municipaux et le district scolaire de Los Angeles, qui servent 750 000 repas par jour, sont tenus de recourir à ce système d'approvisionnement. On estime à 12 millions d'USD le montant des achats effectués auprès de producteurs locaux respectueux de la pérennité environnementale, et qui se plient aux normes régissant les lieux de travail, le bien-être animal et la nutrition. Au moins 150 nouveaux emplois ont été créés dans les secteurs de la transformation, de la fabrication et de la distribution des aliments, et 160 camionneurs ont vu leur salaire augmenter. Ce système d'achats publics a été mis au point grâce à la collaboration engagée par le Conseil de Los Angeles pour l'alimentation, l'Alliance des travailleurs des filières alimentaires et des cuisiniers. Plusieurs autres villes des États-Unis d'Amérique élaborent aujourd'hui leurs propres Programmes d'achat de bons aliments. Cette politique d'achat public a reçu «la mention spéciale» pour le prix Future Policy Award 2018 du Conseil pour l'avenir du monde en partenariat avec la FAO et la Fédération internationale des mouvements d'agriculture biologique (IFOAM).

Au Danemark, le plan d'action pour l'agriculture biologique (2011-2020)⁴⁶ vise à appuyer l'agriculture biologique diversifiée et garantir des moyens d'existence par le développement et l'accroissement de la production et des marchés de produits biologiques. Une méthode centrale à cette politique a été de stimuler la demande de produits biologiques en se fixant un objectif national de 60 pour cent de produits biologiques dans les cuisines de collectivités, dont les cantines scolaires. Pour la période 2015-2018, un budget total de 6,4 millions d'euros a été affecté à la formation de chefs de rang et de commis de cuisine, ainsi qu'à la modification des filières d'approvisionnement et des menus, en vue d'atteindre cet objectif. La ville de Copenhague a réalisé le taux de 90 pour cent de produits alimentaires biologiques en 2015 dans les cuisines de ses collectivités, sans augmentation du prix des repas.

Sources: Sørensen *et al.* (2015).

4.2.4 Appuyer des chaînes de valeur alimentaires équitables et durables

L'appui à des chaînes de valeur alimentaires équitables et durables constitue un préalable essentiel au développement de systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et la nutrition. Il est particulièrement essentiel de soutenir la conception, le contrôle et le respect des normes de qualité dans les filières d'approvisionnement longues et courtes. Depuis quelques années, les filières courtes font l'objet d'un intérêt particulier. Les agriculteurs qui produisent des aliments sains produits sur un mode durable grâce à des pratiques adéquates, comme celles de l'agroécologie, ont besoin de marchés rémunérateurs, et les consommateurs ont besoin d'un accès meilleur et fiable à ces produits. Le soutien aux filières d'approvisionnement courtes et à des infrastructures de vente au détail autres que la grande distribution, que sont notamment les marchés paysans, les foires, les conseils de politique alimentaire et les systèmes d'échange et de commerce locaux, peut améliorer les moyens de subsistance des agriculteurs et améliorer l'accès aux produits alimentaires locaux produits de manière durable et diversifiés (Hebinck *et al.*, 2014, ed.). L'expérience montre à quel point des systèmes de contrôle de qualité adaptés aux besoins et aux réalités de la localité, et les partenariats que nouent acteurs publics, privés et de la société civile, peuvent favoriser la transition vers des systèmes alimentaires durables (FAO et INRA, 2018). Les politiques qui appuient les dispositifs commerciaux en gigogne au plan local pour améliorer les moyens d'existence sont les suivantes:

- Accroître la capacité des collectivités locales (par exemple les municipalités) de concevoir des mesures d'accompagnement des marchés diversifiés, pérennes et équitables qui renforcent les contacts directs entre producteurs et consommateurs;

⁴⁵ Voir: <https://www.futurepolicy.org/healthy-ecosystems/los-angeles-good-food-purchasing-program/>.

⁴⁶ Voir: <https://www.futurepolicy.org/healthy-ecosystems/denmarks-organic-action-plan-working-together-for-more-organics/>.

- Mettre en place des équipements publics destinés à accueillir des marchés de producteurs, des foires et des fêtes pour les producteurs locaux agroécologiques et d'autres producteurs locaux aux productions diversifiées et durables;
- faciliter, auprès des autorités compétentes en matière de commerce et d'innocuité des denrées alimentaires, l'immatriculation des producteurs agroécologiques et d'autres producteurs alimentaires viables en fonction de leur surface et leur capacité de production;
- accompagner la création d'associations de d'agriculteurs viables qui partagent les connaissances et créent de solides réseaux permettant l'acquisition d'intrants en nombre suffisant (y compris des intrants de méthodes concurrentes comme les semences de cultures de couverture);
- reconnaître les systèmes participatifs de garantie comme moyen valide de certification des producteurs biologiques, écologiques et agroécologiques, afin de les rendre plus présents sur les marchés locaux et nationaux, ce qui n'est souvent pas possible pour les petits producteurs à revenu modeste.
- développer et renforcer les liens entre collectivités urbaines et systèmes de production alimentaire, en particulier ceux qui œuvrent à une plus grande justice alimentaire et souveraineté alimentaire pour les citoyens pauvres, y compris par des coopératives de consommateurs et des plateformes multi-acteurs centrées sur les marchés locaux et régionaux (**encadré 23**).

Encadré 23 L'agroécologie urbaine à Quito (Équateur): emplois et alimentation pour les catégories marginalisées

Le Programme participatif d'agriculture urbaine (AGRUPAR)⁴⁷ a été créé en 2002, à l'issue d'une consultation communautaire conduite par des femmes pour répondre aux besoins de sécurité alimentaire des catégories sociales vulnérables que sont les personnes privées d'emploi, les réfugiés, les migrants et les populations autochtones. La métropole de Quito promeut la promotion, la transformation et la distribution de produits alimentaires en provenance de potagers urbains et périurbains. On estime à 4 500 le nombre annuel de participants qui produisent plus de 870 000 kg de produits alimentaires sur 32 hectares de terrains, supportant 380 groupements organisés. Ce programme d'agriculture urbaine accueille chaque année plus de 15 marchés biologiques qui vendent ces produits alimentaires locaux, il génère 350 000 USD de recettes annuelles et a créé une centaine de micro-entreprises et plus de 330 emplois avec un revenu annuel par habitant estimé à 3 300 USD. Les potagers urbains favorisent l'agrobiodiversité, le recyclage des déchets organiques et une alimentation saine pour environ 170 000 consommateurs. Le Ministère du développement social a dispensé des formations à l'agriculture urbaine et, en 2013, le premier collectif d'agriculteurs urbains a été constitué avec 3 000 membres. Cette politique est mise en œuvre par le gouvernement municipal de Quito, grâce à une collaboration entre la municipalité, les universités, les chambres de commerce, le gouvernement provincial et le gouvernement national des associations professionnelles. Ce programme d'agriculture urbaine a remporté la médaille d'argent du Future Policy Award 2018 décerné par le Conseil pour l'avenir du monde en partenariat avec la FAO et l'IFOAM.

4.2.5 Réduction des pertes et du gaspillage de nourriture

Un précédent rapport du Groupe d'experts de haut niveau (2014) était axé sur les pertes et les gaspillages alimentaires dans le contexte des systèmes alimentaires durables et, comme il s'agit d'un élément d'importance particulière pour la transition vers des systèmes alimentaires durables, certains aspects essentiels de cette question sont mis en évidence ici, tandis que le lecteur est renvoyé au rapport précédent pour plus de détails. Il y a des défis importants à relever pour réduire les pertes et gaspillages alimentaires, car il s'agit d'une question complexe. Le rapport du HLPE (2014) se conclut sur la nécessité de:

- recueillir des données plus précises sur la quantité et les lieux où se perdent et se gaspillent les produits alimentaires (Schanes *et al.*, 2018);
- élaborer des stratégies qui conviennent aux différents niveaux auxquels se produisent ces pertes et gaspillages;

⁴⁷ Voir: <https://www.futurepolicy.org/global/quito-agrupar/>.

- faire en sorte que des mesures appropriées soient prises par divers intervenants en améliorant leur coordination.

Le recul des pertes et gaspillages alimentaires est considéré comme une voie essentielle par laquelle amener des systèmes alimentaires durables au service d'une meilleure sécurité alimentaire et nutritionnelle (Cole *et al.*, 2018). La FAO estime qu'environ 1,3 milliard de tonnes de nourriture par an sont gaspillées. Il s'agit d'un tiers des aliments produits pour la consommation humaine ou d'un quart des calories produites qui ainsi n'entrent pas dans l'alimentation humaine et sont perdus et gaspillés (FAO, 2011; HLPE, 2014). Il importe donc d'élaborer des stratégies en vue d'atténuer les pertes de produits alimentaires de l'exploitation agricole à la vente au détail, et de réduire le gaspillage des aliments parvenus au consommateur, non seulement en vue d'augmenter la durabilité des systèmes alimentaires, mais aussi pour réduire les effets négatifs de ces pertes et gaspillages sur l'environnement (Lipinski *et al.*, 2013) et économiser l'énergie mobilisée dans la production de ces aliments (Cuéllar *et al.*, 2010).

Comme l'a établi le rapport du HLPE (2014), des pertes et gaspillages alimentaires importants se produisent à même l'exploitation, après la récolte, durant l'acheminement et la distribution, le conditionnement, la vente au détail et la consommation des produits alimentaires. Les quantités perdues et gaspillées le long de la filière alimentaire diffèrent en fonction des produits et selon les régions du monde. Une quantité importante de nourriture est gâchée dans l'approvisionnement de l'alimentation humaine pour des raisons de sécurité et de qualité. Dans les pays en développement, les pertes alimentaires surviennent généralement au cours de la production et au stade de la filière qui suit la récolte, en raison du défaut de connaissances et d'infrastructures de soutien qui pourraient assurer une manutention adéquate des produits alimentaires. Dans les pays développés, le gaspillage alimentaire se produit généralement lors du calibrage des produits après récolte et de leur vente et revente au détail (FAO, 2011; HLPE, 2014). De plus, certains produits qui ne répondent pas à certaines spécifications d'aspect mais qui sont de qualité alimentaire acceptable sont rejetés en raison de leur apparence (de Hooge *et al.*, 2018; White *et al.*, 2011). Les aliments sont aussi gaspillés par les consommateurs qui ne comprennent pas les mentions des dates de péremption des produits (Langen *et al.*, 2015). Lorsqu'il y a transformation de produits, il peut également y avoir des pertes alimentaires dues à la sous-utilisation de sous-produits comestibles d'une part et de produits secondaires de la transformation des aliments d'autre part (Augustin *et al.*, 2016).

Cependant, la recherche est insuffisante pour réduire au minimum ces pertes et gaspillages dans les filières alimentaires, en particulier dans les pays du Sud (Alamar *et al.*, 2018).

Il est important de disposer de technologies de stockage, de manutention et de distribution après récolte, de transformation des aliments pour prolonger leur durée de conservation, et de recyclage pour la valorisation des produits perdus ou gaspillés afin d'en obtenir de nouveaux ingrédients. Peuvent être utilisés à cette fin les divers procédés de conservation et de conversion: congélation, dessiccation, fermentation, mise en conserve, pasteurisation et stérilisation (Langelaan *et al.*, 2013). Des procédés de séparation peuvent être utilisés pour la récupération d'une gamme de composés bioactifs devenant des ingrédients alimentaires ou des suppléments alimentaires, en créant ainsi un flux de valorisation dans le traitement de produits gaspillés qui sans cela seraient perdus (Sagar *et al.*, 2018).

Toutefois, des stratégies destinées à améliorer la compréhension de ces processus chez les consommateurs contribueront à faciliter le changement de comportement que requiert leur acceptation des technologies alimentaires et des interventions sur la transformation des aliments. L'éducation et l'intégration du point de vue des communautés dans les politiques publiques (Benyam *et al.*, 2018), ainsi que la sensibilisation des consommateurs et l'action des organismes de normalisation (Mattsson, 2015), aideront chacun à faire des choix de santé en ce qui concerne les aliments de production durable disponibles. Les approches visant à réduire les pertes et gaspillages doivent associer tous les acteurs de la filière alimentaire. Cela nécessite une sensibilisation et des incitations à modifier les comportements individuels et collectifs, et doit s'accompagner d'incitations d'ordre institutionnel (Hertel, 2015).

Dans divers pays, les banques alimentaires qui redistribuent de la nourriture aux communautés vulnérables ont contribué à améliorer la sécurité alimentaire de ces dernières. En complément des expériences analysées dans le rapport HLPE (2014), la campagne SAVE FOOD (FAO) fournit des pistes d'initiatives mondiales sur la réduction des pertes et gaspillages alimentaires

(Michelini *et al.*, 2018)⁴⁸. Les modules locaux d'action groupée pour l'alimentation («local food clusters») (Korhonen *et al.*, 2017) ou les centres régionaux de transformation de produits frais périssables en ingrédients stables et en produits alimentaires peuvent représenter des options dans ce domaine. Il a été proposé la création de ce qui pourrait devenir un pôle virtuel autant que physique dans la chaîne de valorisation des aliments: la FOOD LOSS BANKTM, dont la vocation sera de faciliter la revalorisation des aliments perdus en les transformant en ingrédients et en produits (Petkovic *et al.*, 2017). La numérisation des chaînes d'approvisionnement alimentaire à l'aide de mégadonnées et de l'Internet des objets peut ouvrir des perspectives pratiques nouvelles dans les scénarios existants et émergents qui concernent les pertes et le gaspillage alimentaires, et faciliter les interventions visant à réduire les pertes alimentaires (Irani *et al.*, 2018).

4.2.6 Production et partage des connaissances

Un des thèmes récurrents du présent rapport est celui de la nécessité de modifier les relations entre la recherche officielle et ses résultats universitaires d'une part, et les savoirs locaux et l'expérience des agriculteurs d'autre part, et avec eux ceux des collectivités rurales et urbaines et d'autres acteurs des chaînes de valeur alimentaire, dont bon nombre appartiennent au secteur privé. Toute intégration poussée des connaissances locales et scientifiques et des connaissances présentes dans les filières alimentaires nécessite d'investir dans le renforcement des capacités et d'opérer une reconfiguration fondamentale des systèmes de savoir. Comblant les lacunes dans les connaissances et enjambant les lignes de démarcation qui séparent les acteurs, en particulier les mouvements sociaux qui opèrent avec des convictions fortes, représentent un défi essentiel dans un contexte où les fausses informations et la méfiance à l'égard de la science deviennent préoccupantes. Cela est particulièrement le cas lorsque sont soutenues des positions antagoniques ou lorsque des doutes sur la légitimité des connaissances provenant de différentes sources limitent la capacité d'engager un dialogue et un apprentissage véritables.

Une caractéristique essentielle de l'approche agroécologique de l'innovation tient à ses liens étroits avec la méthode active de recherche participative et la promotion des réseaux réunissant agriculteurs et chercheurs, dans lesquels les besoins et les préoccupations du monde agricole dans son ensemble sont pris comme base de la recherche collaborative (Méndez *et al.*, 2015). Un des principes premiers de l'agroécologie est que la connaissance et l'intelligence qu'ont les agriculteurs de la gestion des ressources naturelles locales et des systèmes culturels et sociaux locaux sont au fondement des approches agroécologiques. En combinant ces connaissances à l'intelligence scientifiques des phénomènes, il est possible de concevoir des systèmes agricoles adaptatifs complexes porteurs de transitions véritables vers des systèmes alimentaires durables (Côte *et al.*, 2019). Dans une large mesure, la création conjointe de savoirs par les organisations paysannes et les chercheurs est mise en avant par les agriculteurs et le secteur associatif comme une voie distincte vers les innovations, et qui se veut concurrente du paradigme des transferts de technologies (PKEC, éd., 2017; Pimbert, 2018a). Ce dernier est adapté à la diffusion d'inventions uniformes mais pas à l'effort d'ajustement que réclame l'élaboration de solutions particulières à leur contexte.

Des exemples de ces approches sont donnés dans l'étude cas sur le Malawi (**encadré 9**), PROLINNOVA, le programme de recherche mené en collaboration sur les cultures par la Fondation McKnight, et le volet Sécurité et souveraineté alimentaires du projet Segovias au Nicaragua (FAO, à paraître). Ces approches ont été appliquées à l'adaptation au changement climatique en République-Unie de Tanzanie (**encadré 24**) ainsi qu'aux réseaux d'agriculteurs et de scientifiques aux Philippines (**encadré 26**).

⁴⁸ Voir: <http://www.fao.org/save-food/background/fr/>.

Encadré 24 Adaptation agroécologique au changement climatique à Chololo (République-Unie de Tanzanie)

Situé dans la région semi-aride du centre de la Tanzanie, Chololo est un village de 5 500 habitants qui vit de l'agropastoralisme et qui souffre d'épisodes de sécheresse récurrents, d'insécurité alimentaire et de la déforestation. Un projet, lancé en 2011 par une équipe pluridisciplinaire émanant d'une institution gouvernementale de recherche agricole, d'une autorité locale de district et de trois ONG, a bénéficié du soutien de l'Union européenne dans le but de créer un modèle d'«écovillage» s'appuyant sur des approches agroécologiques et participatives. Une vingtaine de pratiques écologiques différentes dans les domaines de l'agriculture, de l'élevage, de la gestion de l'eau, de l'énergie et des forêts ont été mises à l'essai et diffusées par le biais de «groupes technologiques» participatifs où la transmission s'effectuait d'agriculteur à agriculteur. Ces pratiques comprenaient la collecte des eaux de pluie, des mesures de conservation de l'eau, l'utilisation accrue du fumier de ferme et des méthodes de plantation optimales. L'autonomisation des femmes était l'un des principaux axes d'activité de ce projet. Plusieurs pratiques d'élevage ont également été évaluées, notamment le labour à la charrue tractée par des bœufs. En outre, plusieurs initiatives ont été mises en œuvre à l'échelle du village: forages utilisant l'énergie solaire, collecte des eaux de pluie par les toits, reboisement et aménagement de barrages de sable. Les méthodes participatives d'évaluation comportaient des ateliers villageois et recouraient à des indicateurs locaux pertinents. En deux ans de mise en œuvre de ces pratiques écologiques, les ménages ont connu une amélioration sensible de leur sécurité alimentaire, dans le nombre de repas consommés par jour, les rendements des cultures et le nombre de mois de pénurie alimentaire. On a aussi constaté une augmentation du nombre d'agropasteurs utilisant des innovations en matière d'adaptation au changement climatique, ce nombre représentant plus de la moitié des villageois. Les femmes ont fait état de leur plus grande participation aux décisions concernant les ressources du ménage et de leur pouvoir accru sur celles-ci, ainsi que de leur plus grande implication dans la conduite des affaires du village. Cette initiative a été suivie par d'autres dans les villages voisins, où a été attestée l'augmentation du recours à ces pratiques écologiques. Cette étude de cas illustre l'impact potentiel de l'agroécologie et de l'autonomisation des femmes dans l'instauration de systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition.

Sources: TOAM (2014) et IPES-Food (2018).

4.2.7 Investissements publics et privés dans la recherche

Un renforcement des investissements est nécessaire dans la recherche et le développement (R-D) des systèmes agricoles et alimentaires (FAO, 2016a). Entre 2000 et 2009, les dépenses mondiales de R-D agricole ont augmenté de 3,1 pour cent par an en moyenne (2,3 pour cent par an seulement dans les pays à faible revenu), étant passées de 25,0 à 33,6 milliards d'USD; près de la moitié de cette augmentation a eu lieu en Chine et en Inde (FAO 2017b). La FAO estime que les trois quarts de ces investissements dans la recherche et la vulgarisation agricoles sont effectués dans les pays du G20 (FAO 2016a). Les investissements mondiaux de R- D sont principalement axés sur de grandes cultures de base, tandis que d'autres cultures nutritives (légumes secs, fruits et légumes ainsi que les cultures dites «orphelines» ou en déclin, par exemple) sont souvent négligées (GloPan, 2016; HLPE, 2017b), lors même que leur exploitation se traduit par des effets positifs sur la sécurité alimentaire et la nutrition (voir **encadré 25**).

Encadré 25 Préservation par l'agroécologie de cultures en déclin: le cas du pois bambara⁴⁹

Dans la plupart des petits systèmes agricoles, la culture de variétés de terroir a considérablement reculé, principalement en raison du changement climatique, de la diminution de l'approvisionnement en semences et de l'introduction de variétés hybrides. Un exemple éloquent à cet égard est celui du pois bambara, une légumineuse à grains qui était courante avant 2000 sur la commune de Mutoko dans le nord du Zimbabwe. Une initiative du Fonds agroécologique de Mutoko visait à augmenter la production de pois bambara afin de promouvoir la sécurité alimentaire et la résilience des ménages agricoles de la région. L'importance particulière de ce projet tenait à son ambition de faire prendre conscience de l'importance de la conservation des cultures vivrières traditionnelles, de l'amélioration de la sécurité nutritionnelle des villages agricoles et de celle de l'offre de semences. Souvent désignée comme «culture pour les femmes» avec d'autres légumineuses à grains comme les arachides et le haricot commun, le pois bambara, traditionnellement cultivé par les agricultrices sur de petits lopins, contient près de 20 pour cent de protéines. Des semences ont été achetées auprès de la Banque nationale de ressources génétiques en vue de leur réimplantation par les agriculteurs. Au total, ont été plantés 102 prélèvements de la banque de gènes et 100 semences conservées in situ provenant des stocks entretenus par les agriculteurs eux-mêmes. La caractérisation du pois bambara a été menée de manière participative, en y associant des agriculteurs et des chercheurs, ce qui a permis de recenser les noms traditionnels de la légumineuse et un élargissement de son acceptation comme culture commerciale. Les agriculteurs étaient avisés par téléphone mobile des prix à la production les plus élevés, soit 80 USD par seau de 20 litres, et cela a été d'une grande motivation pour eux. L'aspect financier a incité les hommes des ménages agricoles à participer eux aussi à la culture du pois bambara. En outre, la réimplantation des semences prélevées à la Banque nationale de ressources génétiques a accru la diversité de l'éventail des variétés locales de pois bambara cultivées par les paysans. A la fin du projet, il a été constaté une augmentation de plus de 90 pour cent du nombre des variétés de terroir collectées pour la conservation ex situ dans la Banque nationale de ressources génétiques. La caractérisation génétique des variétés de terroir a contribué à la conservation culturelle et à celle de la biodiversité de cette plante traditionnelle sous-exploitée mais précieuse, en faisant présager une amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle tant au niveau des ménages qu'à celui du village.

Source: Mapfumo *et al.* (2001).

La FAO (2014b) insiste sur la nécessité d'investissements soutenus dans la *R-D agricole publique* qui, sur le long terme, sont porteurs d'avantages pour l'ensemble de la société. Cependant, *le secteur privé* est lui aussi un acteur important de la R-D agricole: au plan mondial, le volume des investissements privés dans la R-D en agriculture et en transformation des aliments est passé de 12,9 milliards d'USD en 1994 à 18,2 milliards d'USD en 2008 (Beintema *et al.*, 2012). Ces auteurs estiment qu'en 2008, les dépenses mondiales totales en R-D agricole se sont élevées à environ 40 milliards d'USD en partenariats public-privé (PPP), dont 21 pour cent étaient couverts par le secteur privé. La recherche agricole privée a lieu principalement dans les pays à revenu élevé, même si elle joue un rôle croissant dans les grands pays à revenu intermédiaire comme la Chine et l'Inde (Beintema *et al.*, 2012; Pardey et Beddow, 2013).

Il ressort d'évaluations récentes que le financement public de la recherche agricole internationale représente un investissement très rentable. Le rendement économique de la lutte contre la cochenille farineuse du manioc en Afrique par la seule libération d'agents de lutte biologique suffit à justifier un investissement mondial dans la recherche agricole (Nweke, 2009). L'analyse des impacts de la lutte menée contre ce nuisible en Asie montre qu'une bonne compréhension du système acquise avant qu'une «crise» n'éclate est essentielle pour déclencher une riposte rapide, et qu'est nécessaire un investissement public dans la recherche «fondamentale», celui-ci devant être articulé avec une riposte rapide aux problèmes qui se posent dans l'urgence (Wyckhuys *et al.*, 2018).

La Banque mondiale (2010) considère que les secteurs public et privé jouent des rôles complémentaires dans le financement de l'innovation, depuis l'invention jusqu'à la commercialisation⁵⁰, et que des PPP appropriés peuvent être utiles dans les étapes intermédiaires de ce processus. La FAO (2014b) soutient que: *Le secteur privé peut jouer un rôle non négligeable dans*

⁴⁹ Voir: <http://afsafrica.org/wp-content/uploads/2015/10/Saving-The-Bambara-Nut-in-Zimbabwe.pdf>.

⁵⁰ Selon la Banque mondiale, le secteur public se charge des étapes initiales et le secteur privé peut prendre l'initiative dans les étapes suivantes.

certains types de recherche-développement agricole, en particulier lorsqu'il s'agit de recherches moins axées sur la production de biens publics; mais seule la recherche financée par des fonds publics est en mesure de produire des résultats susceptibles de permettre la croissance de la productivité sur le long terme, en particulier dans de nombreux pays à faible revenu et à revenu intermédiaire où les incitations à la recherche agricole privée sont réduites. La coopération internationale, notamment la coopération Sud-Sud, peut profiter aux pays dont les capacités de recherche et de développement sont plus limitées (FAO, 2014b).

Outre les initiatives publiques et privées, les initiatives locales de recherche et d'innovation auto-organisées, dirigées par des mouvements sociaux, jouent un rôle de plus en plus important dans l'évaluation et la promotion des approches agroécologiques et d'autres approches novatrices. Ces formes décentralisées de recherche et d'innovation d'initiative populaire peuvent présenter un contraste marqué avec l'organisation et la pratique de la R-D agricole dominante. Leur fonctionnement repose sur un contrat aux termes explicites et équilibrés passé entre les différentes catégories de détenteurs de savoir. On peut mentionner à titre d'exemples les réseaux *Campesino a Campesino* en Amérique centrale et dans les Caraïbes ainsi que le Réseau Semences Paysannes en France (PKEC, eds, 2017; Pimbert, 2018a) et MASIPAG aux Philippines (**encadré 26**).

Encadré 26 Réseaux reliant producteurs et scientifiques: le cas de MASIPAG aux Philippines⁵¹

MASIPAG – Partenariat paysans-scientifiques pour le développement (Magssaka at Siyentipiko para sa Pag-unlad ng Agrikultura) aux Philippines, est un réseau d'organisations populaires, d'ONG et de scientifiques dirigé par des agriculteurs qui travaillent à l'utilisation et à la gestion durables de la biodiversité par la maîtrise des ressources génétiques et biologiques et celles de la production agricole et des connaissances qui l'accompagnent. Ce réseau, qui s'étend sur l'ensemble du territoire national, se compose de plus de 500 organisations paysannes, soit environ 35 000 familles membres. On estime que pour chaque famille membre, trois autres familles utilisent les semences produites par le réseau. Ce réseau a aussi organisé plus de 180 fermes pilotes, deux fermes nationales de réserve et huit fermes régionales de réserve. Récemment, les agriculteurs du réseau MASIPAG ont mis en place des systèmes participatifs de garantie, des systèmes d'assurance qualité locaux visant à certifier les producteurs, s'appuyant sur une participation active des acteurs et reposant sur la confiance, les réseaux sociaux et l'échange de connaissances (IFOAM, 2019). Une étude comparative comprenant des données provenant de 840 exploitations agricoles, certaines adoptant des pratiques agroécologiques et d'autres non, dans l'ensemble du pays (Bachmann *et al.*, 2009) a conclu que:

- quatre-vingt-huit pour cent des agriculteurs ayant adopté des pratiques agroécologiques estimaient que leur sécurité alimentaire était bien meilleure; chiffre qui est à comparer aux 44 pour cent estimant la même chose chez les non-adoptants;
- les agriculteurs agroécologiques ont vu s'accroître la diversité de leur alimentation: ils consomment 68 pour cent de légumes en plus, 56 pour cent de fruits en plus, 55 pour cent de produits de base riches en protéines en plus et 40 pour cent de viande de plus qu'auparavant;
- le nombre des types de végétaux que cultivent les agriculteurs agroécologiques est en moyenne 50 pour cent supérieur à celui des agriculteurs classiques;
- dans l'ensemble du groupe agroécologique, 85 pour cent des répondants évaluent leur état de santé meilleur ou bien meilleur qu'en 2000, soit l'année de référence.

L'approche MASIPAG comprend les éléments suivants:

Approche ascendante: Les décisions, la planification et la mise en œuvre au sein de l'organisation sont assurées par les membres, coordonnées par des groupes d'agriculteurs et une structure organique décentralisée.

Partenariat agriculteurs-scientifiques-ONG: Apprentissage mutuel et continu entre agriculteurs, scientifiques et ONG.

Recherche menée par les agriculteurs: La recherche, y compris la sélection de nouvelles variétés de riz, est conçue et menée par les agriculteurs.

Mode de diffusion d'agriculteur à agriculteur: Les formations au sein du réseau sont en grande partie assurées par des agriculteurs-formateurs qui ont recours à un large éventail de techniques, notamment des fermes pilotes, des journées d'échange et des activités culturelles.

Opposition aux solutions technologiques: Changement à caractère global, avec une attention particulière portée à l'autonomisation des agriculteurs et à leur savoir.

Cœuvrer au respect des droits des agriculteurs: MASIPAG intervient dans le cadre d'un engagement plus large en faveur des droits des agriculteurs. Les droits des agriculteurs comprennent les droits relatifs au foncier, aux semences et aux ressources génétiques, à la production, à la biodiversité, à la politique et à la prise de décision, à la culture et au savoir, à l'information et à la recherche, et à des facteurs sociopolitiques.

Il est nécessaire de rééquilibrer les parts de contribution du financement public et du financement privé à la recherche-développement dans les systèmes agricoles et alimentaires et de préciser les fonctions et attributions respectives des acteurs publics et privés dans le système d'innovation. La croissance de la R-D agroécologique dépend d'un financement public adéquat conçu pour renforcer les réseaux décentralisés d'expérimentation et d'apprentissage gérés par les agriculteurs et les réseaux d'innovation organisés à la base. Plus précisément, des financements publics sont nécessaires pour soutenir plusieurs processus de transformation agroécologique qui se renforcent mutuellement, à savoir: l'apprentissage dans la sphère locale; l'apprentissage horizontal entre

⁵¹ Voir: <http://masipag.org>.

homologues pour la production d'un savoir collectif; la création de collectifs d'homologues élargis ayant pour vocation de valider et de protéger les savoirs collectifs; et le renforcement des organisations locales devant permettre un saut d'échelle de la recherche conduite par les agriculteurs et de leurs innovations, en vue d'en faire profiter un plus grand nombre de personnes et d'en élargir le champ à d'autres localités (Pimbert, 2018c).

Il est souhaitable d'appuyer la reconfiguration des institutions de R-D afin de les rendre mieux à même de travailler sur des systèmes alimentaires dans leur entièreté et de se livrer à une recherche transdisciplinaire le long des chaînes de valeur alimentaires. Regardant au-delà de leur objet traditionnel que sont la production et la productivité agricoles, les institutions de R-D agricole et alimentaire se doivent d'adopter un point de vue embrassant le système alimentaire et de couvrir toutes les dimensions de la durabilité.

La reconfiguration des rapports qu'entretiennent la recherche scientifique et les systèmes de savoirs locaux peut aider à concevoir des voies de transition innovantes adaptées à chaque type de système agricole et alimentaire (Côte *et al.*, 2019), car la reconnaissance de la diversité des situations et celle de la nécessité de transformer tous les systèmes conduit à investir de manière sous-jacente dans les systèmes de savoir. Les méthodes participatives de R-D, associant les agriculteurs, leurs villages et leurs organisations locales, peuvent permettre de faire en sorte que les résultats répondent à leurs besoins et attentes et valorisent leur expérience (FAO, 2014b; FAO et INRA, 2016; HLPE, 2016 et 2017c).

4.2.8 Partage des connaissances, formations et réponses aux priorités des collectivités

Grâce à des systèmes appropriés de sensibilisation, de formation et de vulgarisation, les pouvoirs publics peuvent améliorer la capacité d'innovation de la population et faciliter l'articulation et la mise en œuvre d'initiatives novatrices (OECD et Eurostat, 2005; World Bank, 2010; FAO, 2014b). Il est essentiel d'améliorer l'accès des petits producteurs de denrées alimentaires, dont les petits agriculteurs, les éleveurs pastoraux, les pêcheurs, les populations tributaires des forêts, en particulier les femmes, aux services de vulgarisation, afin de combler leurs lacunes en matière d'information, de connaissances et de technologies et de contribuer à élargir et accélérer la transition vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et la nutrition. Les organisations et les communautés de producteurs sont appelées à jouer un rôle central à cet égard (FAO, 2014b).

L'apprentissage continu tout au long de la vie pourrait nécessiter de nouveaux modèles de transmission du savoir: formation professionnelle, apprentissage personnalisé, apprentissage par la pratique et le travail d'équipe, en remettant en question le modèle didactique vertical traditionnel qui a pour cadre la salle de classe où dominent l'enseignant et l'apprentissage par cœur (Banque mondiale, 2010). Les systèmes d'apprentissage collectifs que sont les écoles d'agriculture de terrain⁵² ou les centres d'apprentissage agricole, dans lesquels un groupe d'agriculteurs aborde ensemble un problème sur le terrain, les formateurs agricoles bénévoles et les services de vulgarisation d'agriculteur à agriculteur sont de bons exemples de ces modèles nouveaux d'apprentissage (Mapfumo *et al.*, 2013; FAO, 2014b). Les technologies d'information et de communication et l'accès ouvert aux informations et au savoir peuvent également créer de nouvelles manières d'engendrer et de diffuser le savoir, en jetant des ponts entre les collectivités et les secteurs: les téléphones mobiles et les applications spécifiques, par exemple, présentent un fort potentiel d'amélioration de l'accès des petits producteurs alimentaires aux informations, services et marchés (FAO, 2014b, 2016b, 2017b).

Diverses initiatives menées par les agriculteurs et les consommateurs du monde entier ont entraîné des changements positifs dans le sens de systèmes alimentaires durables qui renforcent la sécurité alimentaire et la nutrition. Un des principaux domaines où les investissements publics dans les programmes et interventions favorisent l'innovation est celui des groupes de la société civile et des mouvements sociaux, qui doivent être renforcés et appuyés afin d'encourager davantage la transformation du système agricole et alimentaire. Un appui peut être fourni aux organisations d'agriculteurs ruraux marginalisés, aux groupes de femmes, aux organisations autochtones et au tissu associatif local qui sensibilisent et forment d'autres personnes à l'utilisation d'approches agroécologiques et d'autres approches novatrices au service de la sécurité alimentaire et la nutrition. Un appui du secteur public peut être fourni à l'élaboration de programmes et de formations agricoles qui, tout en accueillant la participation des parties prenantes, utilisent les processus et les fonctions

⁵² Voir: <http://www.fao.org/farmer-field-schools/fr/>.

écologiques qui concourent à la production agricole, en tirant parti des savoirs locaux pour présenter des pratiques nouvelles et amener des décisions collectives. Ces formations et ce renforcement des capacités, grâce à une plus grande sensibilisation et une meilleure information, peuvent aider à intégrer et mobiliser la somme de connaissances que requièrent l'agroécologie, l'agriculture biologique et la permaculture.

Sont ainsi envisageables certaines mesures spécifiques qui apportent un appui à i) la création de «maisons-phares», c'est-à-dire de cercles ou de centres de formation qui favorisent l'échange des connaissances entre agriculteurs et créent des communautés de pratique, comme c'est le cas des nombreux centres de permaculture dans différents pays et sur tous les continents; ii) des alliances entre petits producteurs et groupes de la société civile dans les zones urbaines axées sur des systèmes alimentaires durables; et iii) des investissements dans des aspects essentiels de la chaîne de valeur alimentaire en réponse aux besoins exprimés par les collectivités, comme la création de petites unités de transformation des aliments et des entrepôts pouvant avoir un effet catalyseur sur la transformation des systèmes alimentaires et l'élargissement de leur portée au service de la sécurité alimentaire et la nutrition.

4.3 Agencité et autonomisation

L'importance de l'agencité, soit le fait que chacun soit à même de choisir les aliments qu'il consommera au regard de la manière dont ils sont produits, transportés et vendus, a été reconnue au chapitre 2 du présent rapport comme principe fondamental des transitions vers des systèmes alimentaires durables. La réalisation de l'agencité suppose que chacun ait accès à des informations exactes et que le droit à l'alimentation soit respecté, ainsi que la capacité de garantir à chacun ses droits sur les ressources nécessaires à la production, la récolte et la préparation des aliments (Chappell, 2018). Les approches agroécologiques soulignent qu'une des premières conditions permettant aux communautés et aux populations d'opérer la transition vers des systèmes alimentaires durables est de s'attaquer aux rapports de force existants et de construire ainsi leur propre agencité pour définir et garantir leur sécurité alimentaire dans les systèmes de valeurs culturelles qui leur sont propres.

Les systèmes alimentaires durables peuvent être soutenus par l'élaboration de politiques alimentaires nationales qui fixent des objectifs de long terme aux niveaux national et régional au terme des processus inclusifs comprenant une concertation à la base et la participation de scientifiques, de groupes autochtones, de coopératives agricoles et d'autres parties prenantes. On trouvera dans l'**encadré 28** des exemples qui montrent que l'agroécologie peut servir de démarche générale dans les grandes et les petites exploitations agricoles d'Europe en vue de mettre un terme aux pertes de biodiversité. Ces exemples mettent en lumière le soutien essentiel dont ont besoin la société civile, les gouvernements, les groupes d'entreprises, les mouvements sociaux et les chercheurs pour vaincre des obstacles importants (Anderson *et al.*, 2018; Wezel *et al.*, 2018b); ils illustrent ainsi l'importance de considérer l'agencité comme une dimension clé de cette problématique.

L'un des principaux obstacles à la formulation et à la mise en œuvre de politiques efficaces à l'échelle de systèmes alimentaires entiers est la fragmentation des travaux d'élaboration des politiques entre organes de gouvernance. Des mécanismes interministériels devraient servir au niveau national à rassembler les ministères de l'agriculture, de la santé, de l'égalité entre les sexes, de l'environnement et de l'éducation, et à leur associer diverses parties prenantes, notamment les ruraux pauvres, les femmes, les jeunes et d'autres catégories sociales concernés, pour s'employer à la planification et la mise en œuvre de systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition.

Les institutions mondiales incontournables dans les pays du Sud, soit notamment les organisations commerciales mondiales et les institutions financières internationales, sont souvent perçues, particulièrement par les communautés rurales et urbaines pauvres et marginalisées, comme insuffisamment transparentes et pas davantage soumises au devoir de rendre des comptes démocratiquement. À cet égard, le Comité de la sécurité alimentaire mondiale (CSA) peut servir de modèle de participation inclusive de la société civile et de point de départ pour améliorer la dynamique des forces dans les systèmes de gouvernance mondiale.

Les autres obstacles sont notamment les acquisitions de très grandes étendues de terre, qui se traduisent, pour les populations locales, par une perte de jouissance des ressources naturelles et peuvent aggraver la situation des petits producteurs et des ruraux pauvres en termes de sécurité alimentaire et de nutrition. Des mesures en faveur des droits fonciers coutumiers des petits

producteurs et le respect des Directives volontaires pour une gouvernance responsable des régimes fonciers applicables aux terres, aux pêches et aux forêts dans le contexte de la sécurité alimentaire nationale, adoptées par le CSA en 2012⁵³, permettraient d'améliorer l'accès aux terres, aux forêts et aux ressources en eau et renforcerait de ce fait la capacité des petits producteurs, des pêcheurs artisanaux et des ruraux pauvres à assurer leur sécurité alimentaire et leur nutrition. Une bonne structure de gouvernance est un élément indispensable pour assurer l'accès à la terre, à la forêt, aux semences et à l'eau (**encadré 27**) et pour conserver la biodiversité qu'elles recèlent (**encadré 28**).

Encadré 27 Une collaboration multipartite fructueuse dans le développement de multiples fonctions des agroécosystèmes et le maintien des paysages éco-agricoles en Chine.

Les paysages en terrasse de Lonji, en région autonome Zhuang du Guangxi dans le sud-ouest de la Chine, désignés par la FAO comme Système ingénieux du patrimoine agricole mondial (SIPAM) en 2018, sont une mosaïque d'utilisation des terres composée de forêts, villages, terrasses rizicoles et rivières. Les forêts qui occupent les hauteurs conservent l'eau pour la riziculture et l'eau à usage domestique pour les habitants. Les terrasses produisent des denrées alimentaires et conservent les sols et les eaux. Les villageois persistent à réparer les terrasses et utiliser des modes de production propres pour les denrées alimentaires. Ensemble, ils forment un agroécosystème de type circulaire. L'urbanisation, cependant, a fait que les faibles avantages économiques de ce système ont remis en question sa viabilité. Pour traiter ce problème, les agriculteurs locaux coopèrent avec les voyageurs pour développer le tourisme, en tirant parti des paysages exceptionnels de rizières en terrasses et de la pureté visuelle du paysage agricole. Ils ont ensemble conclu une suite de contrats relatifs à la conservation des paysages en terrasses et à la durabilité du développement touristique. Les villageois riverains peuvent s'attendre à percevoir des gains qui ne proviendront pas seulement de l'agriculture, et des services qu'ils fournissent aux touristes par l'exploitation d'hôtels et de restaurants, mais aussi des dividendes du tourisme (TID) et des versements du fonds d'indemnisation du secteur touristique en rétribution de leur entretien des terrasses (CMT). En 2017, le revenu total moyen de ces ménages était de Yuan Renmimbi 78 131. Le revenu agricole ne représente que sept pour cent de ce revenu local total; les services fournis aux touristes représentent 71 pour cent; le TID et le CMT représentant 19 pour cent et 4 pour cent, respectivement. Globalement, l'objectif est de développer la multifonctionnalité de l'agroécosystème entretenu par les acteurs locaux qui protègent efficacement les paysages en terrasses et en tirent profit à travers l'amélioration des revenus des ménages.

Source: Zhang *et al.* (2017)

⁵³ Voir: <http://www.fao.org/3/i2801f/i2801f.pdf>.

Encadré 28 Politiques et initiatives publiques de transition vers des systèmes alimentaires durables en Europe recourant à l'agroécologie

Les pertes de biodiversité se sont accélérées en Europe, comme en témoigne le déclin rapide des pollinisateurs, de l'habitat, des insectes et des oiseaux, et celles-ci ont été attribuées en partie aux méthodes agricoles industrielles (IPBES, 2018; Pe'er *et al.*, 2014; Potts *et al.*, 2015). Plusieurs politiques dans différents pays européens fournissent des exemples de la manière dont la biodiversité peut être considérée comme un bien public grâce à des approches agroécologiques. En Suisse, le gouvernement a engagé une concertation sur son programme de subventions agricoles, à laquelle ont participé des syndicats d'agriculteurs, des organisations à but non lucratif, des groupes de défense de l'environnement et des groupes d'entreprises. Il a également procédé à une analyse d'impact qui a pris en compte les dimensions économiques, environnementales et sociales du programme de subventions. Cela a débouché sur l'adoption et la mise en œuvre d'une Politique agricole (2014-2017) qui augmentait les crédits budgétaires alloués au secteur agricole, et prévoyait des versements directs aux producteurs revendiquant des pratiques respectueuses de la biodiversité dans leur système agricole. Selon les projections économiques, les revenus et la productivité seront plus élevés à la suite de ces réformes (OECD, 2017).

En **France**, une nouvelle loi de transition vers l'agroécologie a été mise en chantier par le ministre français de l'Agriculture, qui a proposé une transformation de l'agriculture devant répondre à des objectifs de performance économique, environnementale et sociale (Bellon et Ollivier, 2018; Gonzalez et Chang, 2018). Cette initiative comptait de nombreux intervenants (services publics, universités, ONG, agriculteurs et établissements d'enseignement) rassemblant leurs efforts afin de réduire l'usage des pesticides, des antibiotiques et les consommations d'énergie, et pour développer l'agriculture biologique. En 2018, 10 millions d'euros avaient été investis, environ 7 500 exploitations agricoles ou 9 000 agriculteurs étaient engagés dans des initiatives agroécologiques et la production biologique avait progressé, grâce à des collaborations appelées «groupements d'intérêt économique et environnemental» (GIEE). Les GIEE sont des collectifs d'agriculteurs (auxquels se joignent d'autres parties prenantes partenaires) reconnus par les pouvoirs publics, qui s'engagent dans un projet pluriannuel de modification ou de consolidation de leurs pratiques agroécologiques. Bien que cela n'ait pas produit, à ce jour, d'impact sensible sur la biodiversité, l'agroécologie a fait l'objet d'une mobilisation et d'une sensibilisation accrue, acquérant ainsi le statut d'approche viable pour changer les modes de production agricoles et transformer le système agroalimentaire dans le cadre français (Bellon et Ollivier, 2018; Gonzalez et Chang, 2018).

Une initiative récente d'un consortium de mouvements sociaux **allemands**, de chercheurs, d'ONG et d'autres acteurs de la société civile a proposé une série de recommandations politiques au gouvernement allemand pour, là aussi, opérer une transition vers l'agroécologie.

Sources: OCDE (2017) et Ministère de l'agriculture et de l'alimentation (2017).

L'agencité et l'autonomisation sont d'une importance capitale pour assurer la contribution des catégories sociales les plus vulnérables dans les transitions vers des systèmes alimentaires durables, et garantir l'impact d'une telle transformation sur leur sécurité alimentaire et nutritionnelle. Cela est particulièrement important pour les jeunes et les femmes.

4.3.1 Impliquer les jeunes dans les systèmes agricoles et alimentaires

Une dimension importante de la création d'un environnement propice à la transition vers des systèmes alimentaires durables est la mise en place de politiques susceptibles de soutenir la création de formes d'emploi décentes et sûres, en particulier pour les jeunes mais aussi pour d'autres catégories sociales marginalisées comme les travailleurs agricoles et les migrants. Dans nombre de régions du monde, un problème récurrent est l'exode rural des jeunes qui partent à la recherche de conditions de vie meilleures dans les zones urbaines, et le vieillissement subséquent des ménages ruraux, ce qui entrave l'innovation et les solutions créatives devant assurer la transition vers des communautés durables et prospères.

Dans le monde entier, la participation des jeunes et leur implication dans le développement agricole peuvent être cruciales pour assurer le développement durable et la sécurité alimentaire et nutritionnelle (Braun *et al.*, 2000). L'absence d'avantages immédiats et le défaut des perspectives offertes par l'agriculture, lorsqu'on les compare aux promesses de l'existence urbaine, l'insuffisance des services de soutien à la ruralité, le défaut d'informations sur les technologies et les pratiques pertinentes, la dégradation des terres et la médiocrité des infrastructures sont autant de facteurs considérés comme dissuasifs pour les jeunes qui envisagent de se lancer dans l'agriculture (Hung, 2004, Nwaogwugwu et Obele, 2017). Il importe de prendre la mesure des contraintes et des difficultés

particulières auxquelles les jeunes doivent faire face, et d'y apporter des réponses, lorsque ceux-ci essaient d'établir des systèmes d'exploitation agricole diversifiés et des entreprises alimentaires (**encadré 29**), en ce qui concerne notamment l'accès à la terre, au crédit et à l'information.

Encadré 29 Des jeunes s'impliquant dans les approches agroécologiques

Jeunes entrepreneurs en agriculture et alimentation dans le Tigré, dans le nord de l'Éthiopie

Dans la région du Tigré dans le nord de l'Éthiopie, la commune d'Abrha Weatsbha promeut un certain nombre de solutions innovantes pour améliorer les conditions de vie des villageois. En plus d'un certain nombre de développements d'infrastructures qui améliorent l'état de l'environnement, au nombre desquels le reboisement des zones dégradées, la construction de petits barrages et de bassins de captage, ainsi que la construction de tranchées pour restaurer le fonctionnement des eaux souterraines, le village a investi dans la participation des jeunes aux entreprises agricoles. L'une de ces tentatives consiste à aider des jeunes, en particulier les orphelins d'anciens combattants ayant perdu la vie pendant la guerre civile et la guerre avec l'Érythrée, à créer leur propre entreprise. L'administration locale leur a attribué cinq hectares pour cultiver des arbres aux fruits commercialisables (mangues, avocats, etc.), un centre de loisirs pour accueillir les touristes potentiels et un rucher pour produire du miel biologique. L'Institut du développement durable (ISD), une organisation non gouvernementale ayant son siège à Addis-Abeba, a dispensé des formations et assuré un renforcement des capacités ainsi que des apports financiers et matériels afin d'aider le groupe de jeunes à créer leur entreprise. En 2012, la commune d'Abrha Weatsbha a reçu le Prix Equateur, une initiative du Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) destinée à faire reconnaître les efforts exceptionnels déployés par une collectivité pour réduire la pauvreté par la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité.

Deuxième génération de jeunes dans les villages créés par la réforme agraire au Brésil

Le Mouvement des travailleurs ruraux sans terre au Brésil (*Movimento dos Sem Terra – MST*) a promu une série d'initiatives visant à maintenir les jeunes dans l'agriculture et à garantir la succession rurale dans nombre de leurs implantations sur l'ensemble du pays. Les approches agroécologiques jouent un rôle important dans l'aménagement de leurs secteurs. Cet aspect est illustré par la production rizicole agroécologique dans le Rio Grande do Sul, État le plus méridional du pays. Le MST est le plus grand producteur de riz agroécologique d'Amérique latine, mobilisant 616 familles sur une superficie plantée de 5 000 hectares (environ 5 pour cent de la superficie rizicole totale de l'État) dans 22 implantations agraires réparties sur 16 municipalités. Toutes les activités, de la préparation des sols à la commercialisation du riz, sont coordonnées par un *Groupe de gestion agroécologique du riz* qui compte de nombreux jeunes. Un autre exemple de création d'activités rémunératrices pour les jeunes est la production de miel dans les implantations agraires MST de l'État d'Alagoas, dans le nord-est du Brésil. De nombreux jeunes en provenance de différentes localités de l'État s'engagent dans l'apiculture et commercialisent leur miel lors d'une Foire de la réforme agraire, à Maceió, la capitale de l'État.

Le numérique et les TIC, qui englobent toutes les technologies avancées de communication et de gestion de l'information (Cooper, 2000), pourraient constituer une porte d'entrée des jeunes dans l'agriculture. Les jeunes ont un avantage comparatif dans le secteur des TIC; celui-ci, qui s'est développé rapidement au cours des trois dernières décennies, peut aider à relever les défis nouveaux qui se présentent en agriculture. Dans de nombreux pays en développement, d'importantes avancées ont été réalisées grâce aux TIC, qui servent à relayer des informations et des messages locaux de vulgarisation sur le climat qui sont précis, fiables, et diffusés en temps et heure (par exemple, la plateforme Ecofarmer au Zimbabwe⁵⁴). Les gouvernements, les ONG, les mouvements sociaux et le secteur privé peuvent profiter de l'engouement des jeunes pour les TIC en faisant de ceux-ci un moyen de promouvoir l'agroécologie dans un monde où au moins 90 pour cent de la population a accès à un téléphone mobile et 40 pour cent à Internet (Ayhan *et al.*, 2014).

L'information sur les pratiques agroécologiques et les informations connexes devant être diffusées en temps et heure, que sont notamment les bulletins météorologiques, l'apparition d'attaques de nuisibles ou la présence d'adventices ou de ravageurs, avec des outils d'imagerie automatisés, ou encore des auto-évaluations numérisées de la santé des sols, peuvent aisément parvenir aux jeunes d'aujourd'hui par des plateformes web et des outils TIC tels que téléphones mobiles, tablettes et

⁵⁴ Voir: <https://www.ecofarmer.co.zw>.

ordinateurs portables, ordinateurs de bureau et récepteurs de système de positionnement géographique (GPS).

Les réussites en matière d'approches agroécologiques et autres approches novatrices peuvent être partagées sur les médias sociaux et le service de messages courts (SMS), parmi de nombreuses autres plateformes connexes, et ainsi se répandre. Les TIC peuvent avoir un effet démultipliant chez les jeunes agriculteurs pour peu qu'il y ait quelque but à atteindre, qui peut être un gain économique (Nwaogwugwu *et al.*, 2017) ou simplement la joie que procure l'observation d'une chose qui croît au fil des jours (Hung, 2004). Au Kenya, un groupe de jeunes a enregistré des gains importants dans leurs entreprises agricoles, en utilisant les SMS et les médias sociaux pour poser des questions, discuter des problèmes et interagir (Irungu *et al.*, 2015), en tirant de cette expérience la conclusion qu'Internet était la meilleure plateforme pour commercialiser et promouvoir l'agroécologie chez les jeunes.

4.3.2 Renforcer l'autonomie des femmes et lutter contre l'inégalité entre les sexes dans les systèmes alimentaires

De plus en plus, les mesures d'orientation tendant à transformer les relations entre les sexes et à s'attaquer aux inégalités entre hommes et femmes dans l'agriculture et les systèmes alimentaires ont le vent en poupe. Plutôt que de s'intéresser aux symptômes (par exemple les inégalités de revenu, les différences dans les besoins et les préférences), ces mesures visent les causes profondes de l'inégalité entre les sexes, comme les normes de comportement, les relations entre hommes et femmes et les structures institutionnelles qui perpétuent la discrimination et les déséquilibres, afin d'instaurer une participation plus équitable des femmes et des filles aux décisions, au contrôle des ressources et à la maîtrise de leur propre force de travail et de leur destin (Hillenbrand *et al.*, 2015; Johnson *et al.*, 2016). La transformation recherchée, qui est profonde, durable et omniprésente, est appelée à induire un changement touchant une proportion suffisante de la population d'une collectivité pour franchir un point de basculement qui le rendra profond et durable. Bien que la parité hommes-femmes soit intégrée dans les sections précédentes plutôt que distinguée du reste, il est utile de réitérer comme suit les quatre dimensions essentielles qui, s'agissant des questions de parité hommes-femmes, sont importantes pour formuler des recommandations utiles à la conception de cadres institutionnels à l'appui des transitions vers des systèmes alimentaires durables.

1. Savoir déterminer les rôles primordiaux assumés par les femmes dans l'agriculture et les systèmes alimentaires afin de mieux répondre aux exigences de travail souvent élevées qui émanent des systèmes de gestion agricole holistiques, et parvenir à une plus grande égalité de revenu pour ceux qui fournissent ce travail.
2. Élaborer des interventions qui fournissent des stratégies et des outils débouchant sur une agriculture qui tienne compte de la nutrition, notamment l'agriculture et les systèmes alimentaires de la génération à venir, sur le fondement solide de leur connaissance de la production végétale, de la transformation des aliments et des pratiques d'approvisionnement alimentaire, comme l'Inde en a fourni l'illustration (**encadré 30**).
3. Appuyer les initiatives menées par les agriculteurs pour promouvoir l'autonomisation des femmes et lutter contre les inégalités entre les sexes, en particulier par des approches agroécologiques et d'autres approches novatrices.
4. Réorienter les institutions et les organisations pour qu'elles s'attaquent explicitement aux inégalités hommes-femmes.

Encadré 30 Intégration de la parité hommes-femmes dans l'approche de chaîne de valeur durable des mils secondaires en Inde

Les espèces de mils secondaires cultivés dans les régions arides d'Afrique et d'Asie, comme l'éleusine cultivée, le petit mil, le sétaires d'Italie et le panic pied de coq montrent une très bonne tolérance à la sécheresse, n'ont besoin que de peu d'eau, peu d'intrants et peuvent pousser dans des conditions ingrates. Il est fréquent que les ménages ruraux pauvres produisent et consomment du mil dans les régions arides, et les femmes jouent un rôle central dans sa production, sa transformation et la préparation des aliments. Malgré ces qualités, les gouvernements et les instituts de recherche ont largement ignoré les mils secondaires, et la production totale de l'Inde est tombée à environ un quart de ce qu'elle était en 1950, en partie à cause des politiques de promotion du maïs, du blé et du riz au détriment des autres cultures.

Un projet de recherche-action participative dans quatre régions semi-arides de l'Inde visait à augmenter la production de ces mils secondaires. L'approche impliquait de multiples parties prenantes, prévoyait une sélection variétale participative et une approche globale de la chaîne de valeur du mil, dont la participation active des femmes en tant que productrices, transformatrices et consommatrices de mils secondaires. Il s'agissait, au cœur de cette approche, de s'attaquer à l'inégalité entre les sexes à toutes les étapes de l'utilisation du mil. Le point de vue et la participation des femmes ont été sollicités en ce qui concerne la transformation supplémentaire à forte intensité de main-d'œuvre que les femmes opèrent sur le mil, ainsi que leur connaissance des principales caractéristiques du mil dans les méthodes de production, de transformation et de cuisson de la céréale. En outre, les groupes d'épargne villageoise constitués par les femmes, les groupes d'agriculteurs et les femmes entrepreneurs ont été des partenaires incontournables dans les travaux de recherche.

Des variétés adaptées aux conditions locales ont été identifiées et testées à l'aide de méthodes participatives de sélection variétale (PVS) et la conservation de ces variétés a été renforcée grâce à des foires aux semences et au développement de liens avec les plateformes des parties prenantes. Les gains de rendement pour ces nouvelles variétés variaient de 4 à 74 pour cent selon la culture. Quinze banques de gènes communautaires ont été créées pour aider à conserver et promouvoir la diversité du mil.

Les méthodes de production des mils secondaires ont été améliorées grâce à une recherche participative avec les petits exploitants pour mettre à l'essai une gamme de stratégies, notamment la culture intercalaire du pois chiche, l'utilisation du lombricompost, les semis en ligne et l'utilisation de sarcleuses mécaniques. Des essais participatifs à la ferme de ces méthodes de production ont montré une augmentation du rendement de 39 à 173 pour cent. L'analyse coûts-avantages a montré une augmentation significative des revenus provenant de l'utilisation combinée des cultures intercalaires et de l'amélioration de la production biologique de mil par rapport aux pratiques agricoles traditionnelles – 254 USD/ha contre 137 USD/ha.

Dans le cadre d'une approche holistique, l'accent a également été mis sur la transformation et la consommation. Des associations de femmes, des groupements d'agriculteurs et d'autres organisations du tissu associatif ont mis à l'essai plusieurs outils, dont des décortiqueuses et des pulvérisateurs, destinés à atténuer la pénibilité des travaux de transformation du mil. Certains de ces outils ont réduit le temps de transformation de plusieurs heures par jour à moins de 10 minutes.

Quinze centres de ressources villageois pour le mil ont été créés afin de fournir des unités de transformation du mil destinées à alléger la charge de travail des femmes dans la transformation et d'augmenter la consommation. Les femmes ont fait état d'une amélioration de l'estime de soi, d'une amélioration de leur statut social et d'un allègement de leur charge de travail grâce à ces innovations dans la transformation du mil.

Les restaurants, les entreprises alimentaires, les coopératives de femmes, les écoles et les hôpitaux ont mis au point des recettes d'aliments nouveaux et ont fait la promotion de l'utilisation diversifiée des mils secondaires dans l'alimentation. Plusieurs produits à valeur ajoutée ont été mis au point, comme les malts et les farines, avant d'être commercialisés par des associations de femmes. Des recettes à base de mil ont été incluses dans plusieurs programmes d'alimentation scolaire. Des recettes à base de mil ont également été promues sur les lieux de travail, dans les cantines et les hôpitaux. Une étude a révélé que les élèves nourris avec des recettes à base d'éleusine cultivée montraient une meilleure croissance et un meilleur bilan sanguin en fer, et qu'ils se trouvaient en meilleure forme physique que les membres du groupe témoin.

Source: Padulosi *et al.* (2015).

CONCLUSION

Il est désormais généralement reconnu qu'une transformation majeure des systèmes alimentaires est nécessaire pour parvenir à la sécurité alimentaire et la nutrition à l'échelle mondiale, et que cela modifiera profondément les habitudes alimentaires ainsi que la manière dont les aliments sont produits, transformés, transportés et commercialisés. Les transitions vers des systèmes alimentaires durables, qui concilient la santé humaine et celle des écosystèmes avec la protection sociale, n'advieront pas sans des réorientations majeures des politiques aux niveaux international, national et local, ni sans l'encouragement actif de l'innovation à ces différentes échelles.

On dispose d'une somme suffisante de données pour affirmer que les approches agroécologiques peuvent contribuer à transformer les systèmes alimentaires, de manière à instaurer une agriculture qui fasse une utilisation régénérative des ressources renouvelables et des services écosystémiques. Nous devons agir dès à présent pour lever les obstacles aux transitions fondées sur les principes agroécologiques et nous attaquer aux blocages qui rendent ces transitions difficiles à réaliser.

Dans le sillage des précédents rapports du HLPE, le présent rapport démontre sans ambiguïté que, pour les différents types d'agriculture et de système alimentaire, nous devons emprunter des voies de transition spécifiques et distinctes vers des systèmes alimentaires durables, ces transitions devant être adaptées à leurs contextes et aux attentes locales. En raison de cette diversité, et à cause de l'incertitude et des risques que comportent les changements actuels et futurs, ces transitions mobiliseront d'importantes sommes de connaissances. Pour chacune de ces voies de transition, les technologies occupent une place essentielle dans le processus d'innovation.

Dans l'accompagnement de ces transitions, il importe de reconnaître qu'il existe des domaines de convergence et de divergence entre les différentes approches, en particulier entre les approches agroécologiques et les autres approches d'intensification durable. La caractérisation de la nature des différentes approches et de la forme des transitions auxquelles elles conduisent, exposée dans le présent rapport, aidera à choisir les approches adaptées aux différents contextes et aux voies de transition envisagées.

Le développement des approches agroécologiques prend de plus en plus en charge des dimensions politiques et la question de l'équité sociale et englobe aussi l'ensemble des systèmes alimentaires, en reliant la consommation et la production. Cela renvoie à la nécessité de faire advenir les transitions progressives et les changements à caractère plus structurel de manière coordonnée et intégrée. Il est manifestement nécessaire de tenir compte de l'ensemble de ces dimensions tant pour induire les transitions au niveau des champs cultivés et des exploitations agricoles que pour obtenir la pérennité globale des systèmes alimentaires. Toutefois, à ce jour, les investissements privés et publics dont a bénéficié le développement des approches agroécologiques sont d'un niveau très inférieur ceux de leurs concurrentes et il convient de corriger ce déséquilibre afin de prendre correctement la mesure des contributions que peuvent apporter les approches agroécologiques et de les concrétiser.

Revêtent une importance capitale l'élaboration et l'utilisation de paramètres de quantification des performances des systèmes agricoles et alimentaires rendant pleinement compte de l'ensemble de leurs effets économiques, sociaux et écologiques. Les paramètres pertinents diffèrent en fonction des différentes échelles auxquelles il convient de les appliquer. Pour les systèmes alimentaires dans leur entièreté, devrait être élaborée et utilisée une forme affinée d'empreinte écologique qui relie modes de consommation et méthodes de production.

L'analyse que fait le présent rapport de certains thèmes objets de controverse donne à penser que les divergences de vues peuvent être attisées par l'esprit polémique, ce qui rend difficile la conception d'itinéraires satisfaisants. La compréhension des motifs de ces divergences peut aider à dénouer les blocages qui font obstacle aux transitions et permettre la formulation des décisions à prendre. Les controverses dont fait l'objet l'usage des biotechnologies modernes et de l'agriculture numérique, qui souvent portent davantage sur la mainmise que certains exercent sur ces technologies et l'usage qui en est fait que sur leur nature fondamentale, peuvent illustrer ce point. Il ressort de cela la nécessité de s'attaquer aux asymétries de pouvoir dans l'innovation qui touchent l'ensemble des systèmes alimentaires et qui se manifestent aussi dans les modes de production et de diffusion du savoir. Il est urgent de reconfigurer les systèmes de savoir, en adoptant un paradigme de co-apprentissage, en rapprochant la recherche et la vulgarisation et en reliant davantage les systèmes internationaux et nationaux de recherche et de vulgarisation aux savoirs locaux et aux échanges de connaissances entre agriculteurs.

De plus en plus, des facteurs d'ordre environnemental et sociétal motivent l'apparition de considérations morales dans les débats sur l'alimentation, ce qui d'une part rend impérative une action des décideurs politiques et d'autre part rend plus difficile le dépassement des antagonismes de convictions dans l'élaboration des politiques publiques. Cela réclame un renforcement des systèmes de savoir et un meilleur usage des connaissances acquises grâce à eux dans l'élaboration des politiques, au-delà de la simple reconnaissance de la nécessité d'un changement. Les coûts à court terme de la création de conditions équitables à la mise en œuvre des principes que véhicule l'agroécologie peuvent sembler élevés, mais le coût de l'inaction risque de l'être bien davantage.

L'analyse de l'importance des approches agroécologiques et novatrices, qui répond à la volonté du CSA de s'attaquer à la problématique de la sécurité alimentaire et de la nutrition, montre à quel point la concrétisation du droit à l'alimentation réclame de mettre en avant le concept nouveau d'«agencéité», qui représente un moyen de progresser de manière plus inclusive dans la transition vers la sécurité alimentaire et la nutrition. Le CSA peut servir de modèle de participation inclusif de la société civile et du secteur privé, et de point de départ de la mise en œuvre des transitions vers la sécurité alimentaire et la nutrition. Les stratégies et les plans de mise en œuvre des approches agroécologiques et d'autres approches novatrices à différentes échelles (locale, territoriale, nationale, régionale et mondiale) peuvent contribuer à opérer cette transformation fondamentale des systèmes alimentaires en définissant des objectifs à long terme; en veillant à la cohérence des politiques entre secteurs (agriculture, commerce, santé, parité femmes-hommes, éducation, énergie et environnement); et en associant tous les acteurs concernés à l'action au moyen de processus consultatifs multipartites.

REMERCIEMENTS

Le Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition (HLPE) remercie chaleureusement de leur précieuse contribution tous les participants aux deux consultations ouvertes qui ont eu lieu, la première sur le champ d'application de l'étude et la seconde sur le projet préliminaire (V0). Ces contributions ont été acheminées par l'intermédiaire du Forum global de la FAO sur la sécurité alimentaire et la nutrition (Forum FSN). On les trouvera, accompagnées des documents produits pendant toute la durée d'élaboration du présent rapport, sur la page web du HLPE à l'adresse:

<http://www.fao.org/cfs/cfs-hlpe/reports/report-14-elaboration-process/fr/>

Le Groupe d'experts de haut niveau remercie l'ensemble des examinateurs scientifiques pour leur examen de l'avant-projet (V1) du rapport. La liste complète des examinateurs scientifiques est disponible sur le site www.fao.org/cfs/cfs-hlpe/fr/.

Nous remercions également de leur concours, de leurs suggestions et de leurs contributions au travail du HLPE les personnes suivantes: Colin Anderson, Kenneth Anokye, Emily A. Baker, Mathilde Baily, Philippe Baret, Maria Bohri, Kalena Bonnier-Cirone, Noëlie Borghino, Evan Bowness, Marcela Cely, Jahi Chappell, Krystal Zwiesineyi Chindori-Chininga, Richard Coe, Clara Curmi, Mathilde d'Hoop, Laurie Drinkwater, Grégoire Dupont, Stephanie Enloe, Rafter Ferguson, Inés Figueiredo, Samuel Fornerod, Nils Gevaert, Jeanne Ghuyssen, Guillaume E. Gillard, Liam Gonzalez, Garrett Graddy-Lovelace, Peter Gubbels, Etienne Hainzelin, Corentin Hallopeau, Rhett Harrison, Jack Heinemann, Dave Henry, Alastair Iles, Marcia Ishii-Eiteman, Dana James, Jean Jowa, Elsbeth L. Kane, Mary-Jude Kariuki, Susanna Klassen, Agnes Kwak, Pablo Laixhay, Mehdi Lassoued, Wilfrid Legg, Jeffrey Liebert, Allison Loconto, Raegan Loehide, Ricardo Lovatini, Shiming Luo, Sidney Madsen, Anne Mbutia, Simon Mertens, Alexandre Meybeck, Jean-Baptiste Molina, Maywa Montenegro, Mélanie Nicolet, Francisco Munoz Perotti, Sophia Murphy, Daniel Munyao Mutyambai, Romain Octin, Anne Omollo, Phoebe Parros, Raj Patel, Capucine Pernelet, Michel Pimbert, Nathanaël Pingault, Briec Plas, Marie Prudhon, Rudy Rabbinge, Maryam Rahmanian, Adrian Radcliff, Suzanne Redfern, Fabio Ricci, Devon Sampson, Jehanne Seck, Annie Shattuck, Sieglinde Snapp, Camila Patricia de Souza Araujo, Moritz Stüber, Sawako Suzuki, Andreina Thielen Martin, Marco Trentin, Marianne V. Santoso, Noé Vandevoorde, Valentin Vanespen, Carley Van Osch, Anna-Sophie Wild, Hannah Wittman, Olivia Yambi.

Les travaux du Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition sont entièrement financés au moyen de contributions volontaires. Ses rapports sont des projets collectifs scientifiques indépendants qui portent sur des thèmes dont l'étude est demandée par le Comité de la sécurité alimentaire mondiale en réunion plénière. Les rapports du HLPE sont des biens publics mondiaux. Le Groupe d'experts de haut niveau remercie les donateurs qui ont contribué, depuis 2010, au fonds fiduciaire du HLPE ou qui ont apporté des contributions en nature, lui permettant de mener ses travaux tout en conservant son indépendance. Depuis sa création, le HLPE a été soutenu par: l'Allemagne, l'Australie, la Chine, l'Espagne, l'Éthiopie, la Fédération de Russie, la Finlande, la France, l'Irlande, Monaco, la Norvège, la Nouvelle-Zélande, le Royaume-Uni, la Slovaquie, le Soudan, la Suède, la Suisse, l'Union européenne.

BIBLIOGRAPHIE

- Abate, T., van Huis, A. & Ampofo, J.K.O. 2000. Pest management strategies in traditional agriculture: an African perspective. *Annual Review of Entomology*, 45: 631–659.
- Abrahams, P., Bateman, M., Beale, T., Clotey, V., Cock, M., Colmenarez, Y., Corniani, N., Day, R. et al. 2017. *Fall armyworm: impacts and implications for Africa*. <https://www.invasive-species.org/wp-content/uploads/sites/2/2019/03/Fall-Armyworm-Evidence-Note-September-2017.pdf>
- Adesina, A. 2009. *Taking advantage of science and partnerships to unlock growth in Africa's breadbaskets*. Speech by Dr Akinwumi Adesina, Vice President, Alliance for a Green Revolution in Africa (AGRA). Science Forum 2009, Wageningen, Netherlands, 17 June.
- Adeyemi, O., Grove, I., Peets, S., Domun, Y. & Norton, T. 2018. Dynamic neural network modelling of soil moisture content for predictive irrigation scheduling. *Sensors (Basel)*, 18(10): 3408.
- AFSA. (2017). Resisting corporate takeover of African seed systems and building farmer managed seed systems for food sovereignty in Africa. Kampala, Uganda.
- Agroecology Europe 2017. *Our understanding of agroecology*. <http://www.agroecology-europe.org/our-approach/our-understanding-of-agroecology/>
- Alamar, M.D., Falagan, N., Aktas, E. & Terrya, L.A. 2018. Minimising food waste: a call for multidisciplinary research. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(1): 8–11.
- Alexandratos, N. & Bruinsma, J. 2012. *World agriculture towards 2030/2050: The 2012 revision*. ESA Working paper No.12-03. Rome, FAO.
- Almeida, D.A.O. de & de Biazio, A.R. 2017. Urban agroecology: for the city, in the city and from the city. *Urban Agriculture*, 33: 13–14. http://www.ruaf.org/sites/default/files/RUAF-UAM%2033_WEB.pdf
- Altieri, M.A. & Nicholls, C.I. 2003. Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil and Tillage Research*, 72: 203–211.
- Altieri, M.A. & Nicolls, C. 2005. *Agroecology and the search for a truly sustainable agriculture*. United Nations Environment Programme, Mexico. www.agroeco.org/doc/agroecology-engl-PNUMA.pdf
- Altieri, M.A. & Toledo, V.M. 2011. The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies*, 38(3): 587–612.
- Altieri, M.A. 1987. *Agroecology: the scientific basis of alternative agriculture*. Boulder, USA, Westview Press.
- Altieri, M.A. 1989. Agroecology: a new research and development paradigm for world agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 27: 37–46.
- Altieri, M.A. 1995. *Agroecology: the science of sustainable agriculture*. Boulder, USA, Westview Press.
- Altieri, M.A. 2002. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 93(1–3): 1–24.
- Altieri, M.A. 2004a. Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(1): 35–42.
- Altieri, M.A. 2004b. *Agroecology versus ecoagriculture: balancing food production and biodiversity conservation in the midst of social inequity*. Commission on Environmental, Economic and Social Policy Occasional Papers Issue 3. Gland. Switzerland, International Union for the Conservation of Nature.
- Altieri, M.A., Funes-Monzote, F.R. & Petersen, P. 2012. Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. *Agronomy for Sustainable Development*, 32(1): 1–13.
- Altieri, M.A., Nicholls, C.I., Henao, A. & Lana, M.A. 2015. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for Sustainable Development*, 35 (3): 869–890.
- Altpeter, F., Springer, N.M., Bartley, L.E., Blechl, A.E., Brutnell, T.P., Citovsky, V., Conrad, L.J. et al. 2016. Advancing crop transformation in the era of genome editing. *Plant Cell*, 28(7): 1510–1520.
- AMA (American Medical Association). 2012. *Bioengineered (genetically engineered) crops and foods H-480.958*. <https://policysearch.ama-assn.org/policyfinder/detail/biotechnology?uri=%2FAMADoc%2FHOD.xml-0-4359.xml>
- Anderson, C.R., Maughan, C. & Pimbert, M.P. 2019. Transformative agroecology learning in Europe: building consciousness, skills and collective capacity for food sovereignty. *Agriculture and Human Values*. doi: 10.1007/s10460-018-9894-0
- Anderson, K., Pimbert, M. & Kiss, C. 2015. *Building, defining and strengthening agroecology*. ILEIA and Centre for Agroecology, Water and Resilience, Coventry University, UK. <http://www.agroecologynow.com/wp-content/uploads/2015/05/Farming-Matters-Agroecology-EN.pdf>
- Anderson, L.S. & Sinclair, F.L. 1993. Ecological interactions in agroforestry systems. *Agroforestry Abstracts*, 6(2): 57–91 and *Forestry Abstracts*, 54(6): 489–523.
- Andreasen M. 2014. GM food in the public mind – facts are what they used to be. *Nature Biotechnology*, 32(1): 25.
- Arimond, M., Wiesmann, D., Becquey, E., Carriquiry, A., Daniels, M.C., Deitchler, M., Fanou-Fogny, N. et al. 2010. Simple food group diversity indicators predict micronutrient adequacy of women's diets in 5 diverse, resource-poor settings. *Journal of Nutrition*, 140(11): 2059S–2069S.
- AS PTA (Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, Brazil). 2011. *Promoção da agroecologia na cidade: reflexões a partir do programa de agricultura urbana da AS-PTA*. <http://aspta.org.br/2011/05/promocao-da-agroecologia-na-cidade-reflexoes-a-partir-do-programa-de-agricultura-urbana-da-as-pta/>

- Askegaard, S., Ordabayeva, N., Chandon, P., Cheung, T., Chytкова, Z., et al.** 2014. Moralities in food and health research, *Journal of Marketing Management*, 1800–1832 pp. <http://dx.doi.org/10.1080/0267257X.2014.959034>
- Assefa, A., Waters-Bayer, A., Fincham, R. & Mudahara, M.** 2009. Comparison of frameworks for studying grassroots innovation: Agricultural Innovation Systems (AIS) and Agricultural Knowledge and Information Systems (AKIS). In: P. Sanginga, A. Waters-Bayer, S. Kaaria, J. Njuki & C. Wettasinha, eds. *Innovation Africa: enriching farmers livelihoods*, pp. 35–56. London, Earthscan.
- Aubert, B.A., Schroeder, A. & Grimaudo, J.** 2012. IT as enabler of sustainable farming: an empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology. *Decision Support Systems*, 54: 510–520.
- Augustin, M.A., Riley, M., Stockmann, R., Bennet, L., Kahl, A., Lockett, T., Osmond, M., Sanguansria, P., Stonehouse, W., Zajac, I., Cobiac, L.** 2016. Role of food processing in food and nutrition security. *Trends in Food Science & Technology* 56:115-125. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224415301886>
- Aulagnier A. & Goulet F.** 2017. Des technologies controversées et de leurs alternatives. Le cas des pesticides agricoles en France. *Sociologie du travail*, 59(3): 1–22.
- Avelino, F. & Wittmayer, J.M.** 2016. Shifting power relations in sustainability transitions: a multi-actor perspective. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 18(5): 628–649. doi:10.1080/1523908X.2015.1112259
- Ayala, A. & Meier, B.M.** 2017. A human rights approach to the health implications of food and nutrition insecurity. *Public Health Reviews*, 38: 10. doi:http://dx.doi.org.proxy.library.cornell.edu/10.1186/s40985-017-0056-5
- Ayenew, H.Y., Biadgilign, S., Schickramm, L., Abate-Kassa, G. & Sauer, J.** 2018. Production diversification, dietary diversity and consumption seasonality: panel data evidence from Nigeria. *BMC Public Health*, 18(1): 988.
- Ayhan M., Kose, M.A. & Ozturk, O.** 2014. A World of Change, Finance and Development, September 2014, Vol. 51, No. 3 International Monetary Fund (IMF).
- Aynekulu E; Lohbeck M; Nijbroek R; Ordóñez JC; Turner KG; Vågen T; Winowiecki L.** 2017. Review of methodologies for land degradation neutrality baselines: Sub-national case studies from Costa Rica and Namibia. CIAT Publication No. 441. International Center for Tropical Agriculture (CIAT) and World Agroforestry Center (ICRAF), Nairobi, Kenya. 58 p. Available at: <http://hdl.handle.net/10568/80563>
- Bachmann, Lorenz, Cruzada, Elizabeth, Wright, Sarah.** 2009. Food Security and Farmer Empowerment - A study of the impacts of farmer-led sustainable agriculture in the Philippines. Los Baños. <https://www.ifoam.bio/en/organic-policy-guarantee/participatory-guarantee-systems-pgs>
- Bacon, C.M., Sundstrom, W.A., Stewart, I.T. & Beezer, D.** 2017. Vulnerability to cumulative hazards: coping with the coffee leaf rust outbreak, drought, and food insecurity in Nicaragua. *World Development*, 93: 136–152.
- Badami, M.G. & Ramankutty, N.** 2015. Urban agriculture and food security: a critique based on an assessment of urban land constraints. *Global Food Security*, 4: 8–15.
- Badgley, C., Moghtader, J., Quintero, E., Zakem, E., Chappell, M.J., Aviles-Vazquez, K., Samulon, A. & Perfecto, I.** 2007. Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 22: 86–108.
- Bagson, E. & Naamwintome Beyuo, A.** 2012. Home gardening: the surviving food security strategy in the random traditional area-upper West Region Ghana. *Journal of Sustainable Development in Africa*, 14(1): 124–136.
- Bailey C. & Madden A.** 2017. Time reclaimed: temporality and the experience of meaningful work. *Work, Employment and Society*, 31: 3–18.
- Barbedo, J.G.A. & Koenigkan, L.V.** 2018. Perspectives on the use of unmanned aerial systems to monitor cattle. *Outlook on Agriculture*, 47(3): 214–222.
- Bàrberi, P., Burgio, G., Dinelli, G., Moonen, A.C., Otto, S., Vazzana, C. & Zanin, G.,** 2010. Functional biodiversity in the agricultural landscape: relationships between weeds and arthropod fauna: weed-arthropod interactions in the landscape. *Weed Research*, 50: 388–401.
- Barbier, M.** 2008. Bottling water, greening farmers: the socio-technical and managerial construction of a 'dispositif' for underground water quality protection. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 7: 174–197.
- Barrett, C.B., Bellemare, M. F. & Hou, J.Y.** 2010. Reconsidering conventional explanations of the inverse productivity-size relationship. *World Development*, 38(1): 88–97. <https://ssrn.com/abstract=1275353>.
- Barrios E, Sileshi GW, Shepherd K and Sinclair F.** 2012. Agroforestry and soil health: Linking trees, soil biota and ecosystem services. In Wall DH, Bardgett RD., Behan-Pelletier V, Herrick JE, Jones TH, Ritz K, Six J, Strong DR and van der Putten W, eds. *Soil Ecology and Ecosystem Services*. Oxford, UK: Oxford University Press. 315–330.
- Barthel, S. & Isendahl, C.** 2013. Urban gardens, agriculture, and water management: sources of resilience for long-term food security in cities. *Ecological Economics*, 86: 224–234.
- Barthel, S., Crumley, C. & Svedin, U.** 2013. Bio-cultural refugia - Safeguarding diversity of practices for food security and biodiversity. *Global Environmental Change*, 23: 1142-1152.
- Batello, C., Bezner Kerr, R., Owoputi, I. & Rahmanian, M.** 2019. Agroecology and nutrition: transformative possibilities and challenges. In: B. Burlingame & S. Dernini, eds. *Sustainable diets*, pp. 53–63. Wallingford, UK/Boston, USA, CABI.

- Baudry, J., Debrauwer, L., Durand, G., Limon, G., Delcambre, A., Vidal, R., Taupier-Latage, B. et al.** 2018. Urinary pesticide concentrations in French adults with low and high organic food consumption: results from the general population-based NutriNet-Santé. *Journal of Exposure Science Environmental Epidemiology*, 29(3): 366–378. <https://doi.org/10.1038/s41370-018-0062-9>
- BBC.** 2016. *Índice global vê Brasil como exemplo na redução da fome, mas adverte que crise pode reverter sucesso.* <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-37612972>
- Becerril, J.** 2013. Agrodiversidad y nutrición en Yucatán: una mirada al mundo maya rural. *Región y sociedad*, 25(58): 123–163.
- Beintema, N., Stads, G., Fuglie, K. & Heisey, P.** 2012. *ASTI global assessment of agricultural R&D spending. Developing countries accelerate investment.* Washington, DC and Rome, IFPRI (International Food Policy Research Institute), ASTI (Agricultural Science and Technology Indicators initiative) and GFAR (Global Forum on Agricultural Research). <http://ebrary.ifpri.org/utils/getfile/collection/p15738coll2/id/127224/filename/127435.pdf>
- Bellon, M.R., Ntandou-Bouzitou, G.D. & 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): e0162535. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162535>.
- Bellon, S. & Ollivier, G.** 2018. Institutionalizing agroecology in France: social circulation changes the meaning of an idea. *Sustainability*, 10(5): 1380. <https://doi.org/10.3390/su10051380>
- Bellows, A.C., Lemke, S., Jenderedjian, A. & Scherbaum, V.** 2015. Violence as an under-recognized barrier to women's realization of their right to adequate food and nutrition: case studies from Georgia and South Africa. *Violence Against Women*, 21(10): 1194–1217. <https://doi.org/10.1177/1077801215591631>
- Bellows, A.C., Valente, F.L.S., Lemke, S. & Núñez Burbara de Lara, M.D., eds.** 2016. *Gender, nutrition, and the human right to adequate food: toward an inclusive framework.* New York, USA, Routledge.
- Beloev, I.H.** 2016. A review on current and emerging application possibilities for unmanned aerial vehicles. *Acta Technologica, Agriculturae*, 19: 70–76.
- Béné, C., Oosterveer, P., Lamotte, L., Brouwer, I.D., de Haan, S., Prager, S.D., Talsma, L.F. & Khoury, C.K.** 2019. When food systems meet sustainability – Current narratives and implications for actions. *World Development*, 113: 116–130. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.08.011>
- Bennett, A.B., Chi-Ham, C., Barrows, G., Sexton, S. & Zilberman, D.** 2013. Agricultural biotechnology: economics, environment, ethics, and the future. *Annual Review of Environment and Resources*, 38: 249–279.
- Bensin, B.M.** 1928. *Agroecological characteristics description and classification of the local corn varieties-chorotypes.* Prague. (Publisher unknown).
- Bensin, B.M.** 1930. Possibilities for international cooperation in agroecological investigations. *Int. Rev. Agr. Mo. Bull. Agr. Sci. Pract.*, 21: 277–284.
- Benyam, A., Kinnear, S. & Rolfe, J.** 2018. Integrating community perspectives into domestic food waste prevention and diversion policies. *Resources Conservation and Recycling*, 134: 174–183.
- Berkes, F. & Folke, C.** eds. 1998. *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience.* Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Bernard, B. & Lux, A.** 2017. How to feed the world sustainably: an overview of the discourse on agroecology and sustainable intensification. *Regional Environmental Change*, 17(5): 1279–1290.
- Berners-Lee, M., Kennelly, C., Watson, R. & Hewitt, C.N.** 2018. Current global food production is sufficient to meet human nutritional needs in 2050 provided there is radical societal adaptation. *Elementa Science of the Anthropocene*, 6: 52. doi: <https://doi.org/10.1525/elementa.310>
- Best, Aaron, Stefan Giljum, Craig Simmons, Daniel Blobel, Kevin Lewis, Mark Hammer, Sandra Cavaliere, Stephan Lutter and Cathy Maguire.** 2008. Potential of the Ecological Footprint for monitoring environmental impacts from natural resource use: Analysis of the potential of the Ecological Footprint and related assessment tools for use in the EU's Thematic Strategy on the Sustainable Use of Natural Resources. Report to the European Commission, DG Environment.
- Bezner Kerr, R. & Chirwa, M.** 2004. Soils, food and healthy communities: participatory research approaches in Northern Malawi. *Ecohealth*, 1: 109–119.
- Bezner Kerr, R.** 2012. Lessons from the old Green Revolution for the new: social, environmental and nutritional issues for agricultural change in Africa. *Progress in Development Studies*, 12: 213–229.
- Bezner Kerr, R., Berti, P.R. & Shumba, L.** 2010. Effects of participatory agriculture and nutrition project on child growth in Northern Malawi. *Public Health Nutrition*, 14(8): 1466–1472.
- Bezner Kerr, R., Hickey, C., Lupafya, E. & Dakishoni, L.** 2019. Repairing rifts or reproducing inequalities? Agroecology, food sovereignty, and gender justice in Malawi. *Journal of Peasant Studies*. doi.org/10.1080/03066150.2018.1547897
- Bezner Kerr, R., Lupafya, E., Shumba, L., Dakishoni, L., Msachi, R., Chitaya, A., Nkhonjera, P., Mkandawire, M., Gondwe, T. & Maona, E.** 2016a. "Doing jenda deliberately" in a participatory agriculture and nutrition project in Malawi. 2016. In: J. Njuku, A. Kaler & J. Parkins, eds. *Transforming gender and food security in the Global South*, pp. 241–259. London, Routledge. <https://hdl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/55820/IDL-55820.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bezner Kerr, R., Nyantakyi-Frimpong, H., Dakishoni, L., Lupafya, E., Shumba, L., Luginaah, I. & Snapp, S.S.** 2018b. Knowledge politics in participatory climate change adaptation research on agroecology in Malawi. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 33: 238–251.
- Bezner Kerr, R., Snapp, S.S., Chirwa, M., Shumba, L. & Msachi, R.** 2007. Participatory research on legume diversification with Malawian smallholder farmers for improved human nutrition and soil fertility. *Experimental Agriculture* 43 (4): 1–17.

- Bezner Kerr, R., Young, S., Young, C., Santoso, V., Magalasi, M., Entz, M., Lupafya, E. et al.** 2018a. Farming for change: development of a farmer-engaged integrated agroecology, nutrition, climate change and social equity curriculum in Malawi and Tanzania, Revised and resubmitted to *Agriculture and Human Values* (AHUM-D-17-00097), 9 July 2018.
- Bezner Kerr, R., Chilanga, E., Nyantakyi-Frimpong, H., Luginaah, I. & Lupafya, E.** 2016b. Integrated agriculture programs to address malnutrition in northern Malawi. *BMC Public Health*, 16(1): 1197. <http://rdcu.be/y81w>
- Bliss, K.** 2017. Cultivating biodiversity: a farmers view of the role of diversity in agroecosystems. *Biodiversity*, 18: 102–107.
- Blomqvist, L., Brook, B.W., Ellis, E.C., Kareiva, P.M. & Nordhaus T. & Schellenberger, M.** 2013. Does the shoe fit? Real versus imagined ecological footprints. *PLoS Biology*, 11(11): e1001700. doi:10.1371/journal.pbio.1001700
- Boer, I.J.M. de & Ittersum, M.K. van.** 2018. *Circularity in agricultural production*. Wageningen, Netherlands, Wageningen University & Research. https://www.wur.nl/upload_mm/7/5/5/14119893-7258-45e6-b4d0-e514a8b6316a_Circularity-in-agricultural-production-20122018.pdf
- Bollinedi, H.S.G.K., Prabhu, K.V., Singh, N.K., Mishra, S., Khurana, J.P. & Singh, A.K.,** 2017. Molecular and functional characterization of GR2-R1 event based backcross derived lines of Golden rice in the genetic background of a mega rice variety Swarna. *PLoS ONE*, 12(1): e0169600.
- Bongoni, R. & Basu, S.** 2016. A multidisciplinary research agenda for the acceptance of Golden rice. *Nutrition & Food Science*, 46(5): 717–728.
- Bonneuil, C., Demeulenaere, E., Thomas, F., Joly, P.B., Allaire, G. & Goldringer, I.** 2006. Innover autrement? La recherche agronomique face à l'avènement d'un nouveau régime de production et régulation des savoirs en génétique végétale, *Courrier de l'Environnement de l'INRA*, 30: 29–52.
- Börner J, Marinho E, Wunder S** (2015) Mixing Carrots and Sticks to Conserve Forests in the Brazilian Amazon: A Spatial Probabilistic Modeling Approach. *PLoS ONE* 10(2): e0116846. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116846>
- Bouis, H.E. & Saltzman, A.** 2017. Improving nutrition through biofortification: a review of evidence from HarvestPlus, 2003 through 2016. *Global Food Security*, 12: 49–58. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gfs.2017.01.009>.
- Bouma, J.** (2010). Implications of the Knowledge Paradox for Soil Science, In DONALD L. SPARKS editor: ADVANCES IN AGRONOMY, Vol. 106, Burlington: Academic Press, pp.143-171.
- Braun A.R., Thiele G. and Fernandez M.** 2000. Farmer field schools and local agricultural research committees: Complementary platforms for integrated decision-making in sustainable agriculture. *Agricultural Research and Extension Network* 105: 1–19.
- Braun, J. & Birner, R.** 2017. Designing global governance for agricultural development and food and nutrition security. *Review of Development Economics*, 21: 265–284. doi:[10.1111/rode.12261](https://doi.org/10.1111/rode.12261)
- Brescia, S., ed.** 2017. *Fertile ground: agroecology from the ground up*. Oakland, USA, Food First Books.
- Brooks, S.** 2013. Biofortification: lessons from the Golden Rice project. *Food Chain*, 3: 77–88.
- Bruckner, T.** 2016. Agricultural subsidies and farm consolidation. *American Journal of Economics and Sociology*, 75(3): 623–648. <https://doi.org/10.1111/ajes.12151>
- Brunori, G., Rossi, A. & Malandrini, V.** 2011. Co-producing transition: innovation processes in farms adhering to solidarity-based purchase groups (GAS) in Tuscany, Italy. *International Journal of Sociology of Agriculture and Food* 18(1): 28–53.
- Bucci, G., Bentivoglio, D. & Finco, A.** 2018. Precision agriculture as a driver for sustainable farming systems: state of art in literature and research. *Quality – Access to Success*, 19: 114–121.
- Bui, S.** 2015. *Pour une approche territoriale des transitions écologiques. Analyse de la transition vers l'agroécologie dans la Biovallée (1970-2015)*. Paris, AgroParisTech.
- Cakmak, I. & Kutman, U.B.** 2018. Agronomic biofortification of cereals with zinc: a review: Agronomic zinc biofortification. *European Journal of Soil Science*, 69(1): 172–180. <https://doi.org/10.1111/ejss.12437>
- Cambardella, C.A., Moorman, T.B., Novak, J.M., Parkin, T.B., Karlen, D.L., Turco, R.F. & Konopka, A.E.** 1994. Field-scale variability in soil properties in central Iowa soils. *Soil Science Society of America Journal*, 58: 1501–1511.
- Campbell, B. M., Beare, D.J., Bennett, E. M., Hall-Spencer, J. M., Ingram, J. S. I., Jaramillo, F., Ortiz, R., Ramankutty, N., Sayer, J. A. and Shindell, D.** (2017). Agriculture production as a major driver of the Earth system exceeding planetary boundaries. *Ecology and Society*, 22(4).
- Campbell, B.M., Beare, D.J., Bennett, E.M., Hall-Spencer, J.M., Ingram, J.S.I., Jaramillo, F., Ortiz, R., Ramankutty, N., Sayer, J.A. & Shindell, D.** 2017. Agriculture production as a major driver of the Earth system exceeding planetary boundaries. *Ecology and Society*, 22(4): 8. doi.org/10.5751/ES-09595-220408.
- Cardinale, B.J., Wright, J.P., Cadotte, M.W., Carroll, I.T., Hector, A., Srivastava, D.S., Loreau, M. & Weis, J.J.,** 2007. Impacts of plant diversity on biomass production increase through time because of species complementarity. *PNAS*, 104: 18123–18128.
- Carletto, G., Ruel, M., Winters, P. & Zezza, A.** 2015. Farm-level pathways to improved nutritional status: Introduction to the special issue. *The Journal of Development Studies*, 51(8): 945–957.
- Carletto, G., Zezza, A. & Banerjee, R.** 2012. Towards better measurement of household food security: harmonizing indicators and the role of household surveys. *Global Food Security*, 2(1): 30–40.
- Carlisle, L. & Miles A.** 2013. Closing the knowledge gap: How the USDA could tap the potential of biologically diversified farming systems. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*, 3: 219–225.

- Carney, D.** 2002. *Sustainable Livelihoods Approaches: Progress and Possibilities for Change*, DFID.
- Carolan, M.** 2016. *The sociology of food and agriculture*. 2nd edition. New York, USA, Earthscan/Routledge.
- Carolan, M.** 2017. Publicising Food: Big Data, Precision Agriculture, and Co-Experimental Techniques of Addition. *Sociologia Ruralis*, 57(2): 135-154.
- Carolan, M.** 2018a. Big data and food retail: nudging out citizens by creating dependent consumers. *Geoforum*, 90: 142–150. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.02.006>
- Carolan, M.** 2018b. 'Smart' farming techniques as political ontology: access, sovereignty and the performance of neoliberal and not-so-neoliberal worlds. *Sociologia Ruralis*, 58(4), 745–764. <https://doi.org/10.1111/soru.12202>
- Carolan, M.** 2018c. *The real cost of cheap food*. 2nd edition. New York, USA, Routledge.
- Caron, P., Reig, E., Roep, D., Hediger, W., Le Cotty, T., Barthélemy, D., Hadynska, A., Hadynski, J., Oostindie, H. & Sabourin, E.** 2008. *Multifunctionality: refocusing a spreading, loose and fashionable concept for looking at sustainability?* IJARGE special issue. Multifunctionality of agriculture and rural areas: From trade negotiations to contributing to sustainable development. New challenges for research.
- Caron, P., Biénabe, E. & Hainzelin, E.** 2014. Making transition towards ecological intensification of agriculture a reality: the gaps in and the role of scientific knowledge. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 8: 44–52. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.08.004>
- Caron, P., Ferrero y de Loma-Orsorio, G., Nabarro, D., Hainzelin, E., Guillou, M., Andersen, I., Arnold, T. et al.** 2018. Food systems for sustainable development: proposals for a profound four-part transformation. *Agronomy for Sustainable Development*, 38: 41. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0519-1>
- Caron, P., Reig, E., Roep, D., Hediger, W., Le Cotty, T., Barthélemy, D., Hadynska, A., Hadynski, J., Oostindie, H. & Sabourin, E.** 2008. Multifunctionality: refocusing a spreading, loose and fashionable concept for looking at sustainability? *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 7(4): 301–318.
- Carson, R.** 1962. *Silent spring*. New York and Boston, USA, Houghton Mifflin.
- Catacutan, D., Muller, C., Johnson, M. & Garrity, D.** 2015. Landcare – A landscape approach at scale. In: P.A. Minang, M. van Noordwijk, O.E. Freeman, C. Mbow, K. de Leuwe & D. Catacutan, eds. *Climate-smart landscapes: multifunctionality in practice*, pp. 151–160. Nairobi, World Agroforestry Centre.
- CBD (Convention on Biological Diversity).** 2014. *Global Biodiversity Outlook 4*. Montréal, Canada, Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 155 pp.
- CEC (Commission for Environmental Cooperation).** 2004. *Maize and biodiversity: the effects of transgenic maize in Mexico. Key findings and recommendations*. Montreal, Canada, Commission for Environmental Cooperation Secretariat. http://ctrc.sice.oas.org/TPD/NAFTA/Maize-and-Biodiversity_en.pdf
- Cerdán, C.R., Rebolledo, M.C., Soto, G., Rapidel, B. & Sinclair, F.L.** 2012. Local knowledge of impacts of tree cover on ecosystem services in smallholder coffee production systems. *Agricultural Systems*, 110: 119–130.
- CFS (Committee on World Food Security).** 2012. *Coming to terms with terminology: food security; nutrition security; food security and nutrition; food and nutrition security*. CFS 2012/39/4. Rome, FAO. <http://www.fao.org/3/MD776E/MD776E.pdf>
- Chappell, M. J.** 2018. *Beginning to End Hunger*. University of California Press, Berkeley, CA.
- Chappell, M.J.** 2018. *Beginning to end hunger: food and the environment in Belo Horizonte, Brazil, and beyond*. Oakland, USA, University of California Press.
- Chesterman, S. & Neely, C.** 2015. Evidence into decision making for resilience planning in Turkana County: Stakeholder Approach for Risk Informed and Evidence Based Decision Making (SHARED). World Agroforestry Centre, Nairobi. <http://www.worldagroforestry.org/sites/default/files/RESILIENCE-DIAGNOSTIC-DECISION-SUPPORT-TOOL.pdf>
- Ching, L.L., Edwards, S. & Scialabba, N.E. eds.** 2011. *Climate change and food systems resilience in sub-Saharan Africa*. Rome, FAO.
- Chikowo, R., Mapfumo, P., Nyamugafata, P., Nyamadzawo, G. & Giller, K.E.** 2003. Nitrate-N dynamics following improved fallows and spatial maize root development in a Zimbabwean sandy clay loam. *Agrofor Syst*, 59: 187–195.
- Chomba, S.W., Nathan, I., Minang, P.A. & Sinclair, F.** 2015. Illusions of empowerment? Questioning policy and practice of community forestry in Kenya. *Ecology and Society*, 20(3): 2. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-07741-200302>
- CIDSE (Coopération Internationale pour le Développement et la Solidarité)** 2018. *The principles of agroecology. Towards just, resilient and sustainable food systems*. Brussels.11 pp. <https://www.cidse.org/publications/just-food/food-and-climate/the-principles-of-agroecology.html>
- Clapp, J. & Fuchs, D.** 2009. Agrifood corporations, global governance, and sustainability: a framework for analysis. In: J. Clapp & D. Fuchs, eds. *Corporate power in global agrifood governance*, pp. 1–25. Cambridge, USA, MIT Press.
- Clark, S.** 1993. *Generalist predators in reduced tillage corn: predation on armyworm, habitat preferences and a method for measuring absolute densities*. Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Clark, S., Stone, N.D., Luna, J.M. & Youngman, R.R.** 1993. Habitat preferences of generalist predators in reduced-tillage corn. *Journal of Entomological Science*, 28(4): 404–416.
- Coe, R., Hughes, K., Sola, P. & Sinclair, F.** 2017. *Planned comparisons demystified*. ICRAF Working Paper No, 263. Nairobi, World Agroforestry Centre. doi: <http://dx.doi.org/10.5716/WP17354.PDF>
- Coe R, Njoloma J, Sinclair F** (2017) To control or not to control: How do we learn more about how agronomic innovations perform on farms? *Experimental Agriculture*55 (S1): 302-309.

- Coe, R., Njoloma, J. & Sinclair, F.** 2019. Loading the dice in favour of the farmer: reducing the risk of adopting agronomic innovations. *Experimental Agriculture*, 55(S1): 67–83.
- Coe, R., Sinclair, F. & Barrios, E.** 2014. Scaling up agroforestry requires research 'in' rather than 'for' development. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 6: 73–77.
- Cole, M.B., Augustin, M.A., Robertson, M., & Manners, J.** 2018. The Science of Food Security. npj (Nature Partner Journals) Science of Food 2:14
- Conway, G.R.** 1987. The properties of agroecosystems. *Agricultural Systems*, 24(2): 95–117.
- Cooper R.B.** 2000. Information technology development creativity: A case study of attempted radical change. *Management Information Systems Quarterly* 24: 245–276. doi:10.2307/3250938.
- Córdova, R., Hogarth, N.J. & Kanninen, M.** 2018. Sustainability of smallholder livelihoods in the Ecuadorian Highlands: a comparison of agroforestry and conventional agriculture systems in the indigenous territory of Kayambi people. *Land*, 7(2): 45.
- Costanza, R., Groot, R.D., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., Farber, S. & Grasso, M.** 2017. Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, 28: 1–16.
- Costanza, R., Groot R.D., Braat L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., Farber, S. & Grasso, M.** 2017. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*. 28:1–16.
- Costanza, R., Groot R.D., Paul S., Ploeg S.V.B, Anderson S.J., Kubiszewski, I., Farber S., and Turner, K.** 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*. 26:152–158.
- Côte, F.-X., Poirier-Magona, E., Perret, S., Roudier, P., Rapidel, B. & Thirion, M.-C., eds.** 2019. *Transition agroécologique des agricultures du Sud*. Versailles, Éditions Quae.
- Côte, F.X., Poirier-Magona, E., Perret, S., Roudier, P., Rapidel, B., Thirion, M.C.** (ed.), 2019. *La transition agroécologique des agricultures du Sud*, Quae.
- Coudel, E., Devautour, H., Soulard, C.T., Faure, G. & Hubert, B. eds.** 2013. *Renewing innovation systems in agriculture and food. How to go towards more sustainability?* Wageningen, Netherlands, Wageningen Academic Publishers. 240 pp.
- Coulibaly, A., Hien, E., Motelica-Heino, M. & Bourgerie, S.** 2019. Effect of agroecological practices on cultivated lixisol fertility in eastern Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(5):1976–1992. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v12i5.2>
- Crossland, M., Winowiecki, L. A., Pagella, T., Hadgu, K., & Sinclair, F.** (2018). Implications of variation in local perception of degradation and restoration processes for implementing land degradation neutrality. *Environmental Development*, 28, 42–54. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2018.09.005>
- Crossland, M., Winowiecki, L.A., Pagella, T., Hadgu, K. & Sinclair, F.L.** 2018. Implications of variation in local perception of degradation and restoration processes for implementing land degradation neutrality. *Environmental Development*, 28: 42–54.
- Crowley, M. & Roscigno, V.** 2004. Farm concentration, political economic process and stratification: the case of North Central US. *Journal of Political and Military Sociology* 31: 133–155.
- Cuellar, A.D. & Webber, M.E.** 2010. Wasted food, wasted energy: the embedded energy in food waste in the United States. *Environ. Sci. Technol.*, 44: 6464–6469.
- D'Annolfo, R., Gemmill-Herren, B., Graeub, B. & Garibaldi, L.A.** 2017. A review of social and economic performance of agroecology. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 15 (6): 632–644.
- da Silva, S.D.P., Freitas, H.R., Gonçalves-Gervásio, R.D.C.R., de Carvalho Neto, M.F. & Marinho, C.M.,** 2018. Agricultura urbana e periurbana: dinamica socioprodutiva em hortas comunitarias de petrolina/pe semiarido Brasileiro. *Nucleus*, 15(1): 483–492.
- Dalgaard, T., Hutchings, N.J. & Porter, J.R.** 2003. Agroecology, scaling and interdisciplinarity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 100(1): 39–51.
- Davies, A., Edwards, F., Marovelli, B., Morrow, O., Rut, M. & Weymes, M.** 2017. Making visible: interrogating the performance of food sharing across 100 urban areas. *Geoforum*, 86: 136–149. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2017.09.007>
- Davis, A.S., Hill, J.D., Chase, C.A., Johanns, A.M. & Liebman, M.** 2012. Increasing cropping system diversity balances productivity, profitability and environmental health. *PLoS ONE*, 7(10): e47149. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047149>
- Dawson, I.K., Place, P., Torquebiau, E., Malézieux, E., Iiyama, M., Sileshi, G.W., Kehlenbeck, K., Masters, E., McMullin, S. & Jamnadas, R.** 2013. *Agroforestry, food and nutritional security*. Background paper for the International Conference on Forests for Food Security and Nutrition, FAO, Rome, 13–15 May 2013. Rome, FAO.
- De Clerck, F.** 2013. Harnessing biodiversity: from diets to landscapes. In: J. Fanzo, D. Hunter, T. Borelli & F. Mattei, eds. *Diversifying food and diets: using agricultural biodiversity to improve nutrition and health*, pp. 17–34. Issues in Agricultural Biodiversity. London and New York, USA, Earthscan.
- de Groot, R. Brander, L., van der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., et al.** 2012. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units, *Ecosystem Services*, 1(1): 50–61, <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.005>.
- de Hooge, I.E., van Dum, E., van Trijp, H.C.M.** 2018. Cosmetic specifications in the food waste issue: Supply chain considerations and practices concerning suboptimal food products. *Journal of Cleaner Production* 183: 698-709
- de Molina, M.G.** 2013. Agroecology and politics. How to get sustainability? About the necessity for a political agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 37(1): 45–59.

- De Ponti, T., Rijk, B. & van Ittersum, M.K.** 2012. The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agriculture Systems*, 108: 1–9.
- De Schutter, O.** 2010. *Agro-ecology and the right to food*. Report presented to the Human Rights Council A/HRC/16/49, Sixteenth Session. New York, USA, United Nations. http://www.srfood.org/images/stories/pdf/officialreports/20110308_a-hrc-16-49_agroecology_en.pdf
- De Schutter, O.** 2011. *Agroecology and the right to food*. Report of the Special Rapporteur on the right to food. United Nations. http://www.srfood.org/images/stories/pdf/officialreports/20110308_a-hrc-16-49_agroecology_en.pdf.
- De Schutter, O.** 2012. Agroecology, a tool for the realization of the right to food. In: E. Lichtfouse, ed. *Agroecology and strategies for climate change*, pp 1–16. Sustainable Agriculture Reviews, 8. Dordrecht, Netherlands, Springer.
- De Schutter, O.** 2014. The right to adequate nutrition. *Development*, 57(2): 147–154. doi:<http://dx.doi.org.proxy.library.cornell.edu/10.1057/dev.2014.64>
- Deaconu, S., Mercille, G. & Batal, M.** 2019. The agroecological farmer's pathways from agriculture to nutrition: a practice-based case from Ecuador's Highlands. *Ecology of Food and Nutrition*, 58(2): 142–165.
- Deguine, J.-P., Gloanec, C., Laurent, P., Ratnadass, A. & Aubertot, J.-N., eds** 2017. *Agroecological crop protection*. Versailles, France, Editions Quae/Springer. 249 pp.
- Dehnen-Schmutz, K., Foster, G.L., Owen, L. & Persello, P.** 2016. Exploring the role of smartphone technology for citizen science in agriculture. *Agronomy for Sustainable Development*, 36: 25. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0359-9>
- Deller, S., Gould, B., & Jones, B.** 2003. Agriculture and Rural Economic Growth. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 35(3): 517–527. doi:10.1017/S107407080002825X.
- DeLonge, M.S., Miles, A. & Carlisle, L.** 2016. Investing in the transition to sustainable agriculture. *Environmental Science & Policy*, 55(2016): 266–273.
- Demeke, M., Meerman, J., Scognamillo, A., Romeo, A. & Asfaw, S.** 2017. *Linking farm diversification to household diet diversification: evidence from a sample of Kenyan ultrapoor farmers*. ESA Working Paper No. 17–01. Rome, FAO.
- Devaux, A., Torero, M., Donovan, J. & Horton, D.** 2018. Agricultural innovation and inclusive value-chain development: a review. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 8(1): 99–123
- Dieleman, H.** 2017. Urban agriculture in Mexico City; balancing between ecological, economic, social and symbolic value. *Journal of Cleaner Production*, 163(Suppl. 1): S156–S163.
- Donham, K., Wing, S., Osterberg, D., Flora, J., Hodne, C., Thu, K. & Thorne, P.** 2007. Community health and socioeconomic issues surrounding animal feeding operations. *Environmental Health Perspectives*, 115(2): 317–320.
- Donohoue, P.D., Barrangou, R. & May, A.P.** 2018. Advances in industrial biotechnology using CRISPR-Cas systems. *Trends in Biotechnology*, 36(2): 134–146.
- Doré, T., Le Bail, M., Martin, P., Ney, B. & Roger-Estrade, J.** 2006. *L'agronomie aujourd'hui*. Versailles, France, Editions Quae. 367 pp.
- Dorin, B.** 2017. India and Africa in the global agricultural system (1961-2050): towards a new sociotechnical regime. *Review of Rural Affairs*, 52(25&26): 5–13.
- Dorward, A. & Chirwa, E.** 2013. *Agricultural subsidies: the recent Malawian experience*. Oxford, UK, Oxford University Press.
- Dowd-Uribe, B.** 2014. Engineering yields and inequality? How institutions and agro-ecology shape Bt cotton outcomes in Burkina Faso. *Geoforum*, 53, 161–171. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.02.010>
- Drinkwater, L.E. & Snapp, S.S.** 2008. Nutrients in agroecosystems: rethinking the management paradigm. *Advances in Agronomy*. 92: 163–186.
- Drinkwater, L.E., Wagoner, P. & Sarrantonio, M.** 1998. Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. *Nature*, 396(6708): 262–265. <http://dx.doi.org/10.1038/24376>
- Droppelmann, K.J., Snapp, S.S. & Waddington, S.R.** 2017. Sustainable intensification options for smallholder maize-based farming systems in sub-Saharan Africa. *Food Security*, 9(1): 133–150. <https://doi.org/10.1007/s12571-016-0636-0>
- Duffy, M.** 2009. Economies of size in production agriculture. *Journal of Hunger and Environmental Nutrition*, 4(3–4): 375–392.
- Dumont, A.M., Vanloqueren, G., Stassart, P.M. & Baret, P.V.** 2016. Clarifying the socioeconomic dimensions of agroecology: between principles and practices. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 40(1): 24–47.
- Dumont, B., Fortun-Lamothe, L., Jouven, M., Thomas, M. & Tichit, M.** 2013. Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century. *Animal*, 7(6): 1028–1043.
- EC (European Commission).** 2017. *The EU Environmental Implementation Review – Common challenges and how to combine efforts to deliver better results*. Brussels, 802 pp. http://ec.europa.eu/environment/eir/pdf/full_report_en.pdf
- EC.** 2018. *Eurostat*. <http://ec.europa.eu/eurostat>
- Ecker, O. & Qaim, M.** 2011. Analyzing nutritional impacts of policies: an empirical study for Malawi. *World Development*, 39(3): 412–428.
- Eisenstein, M.** 2014. Biotechnology: against the grain. *Nature*, 514: S55–S57.
- Ekwall, B. & Rosales, M.** 2009. *A human right obligations and responsibilities – PANTHER*. Rome, FAO. http://www.fao.org/docs/up/easypol/772/rtf_panther_233en.pdf
- Elevitch, C.R., Mazaroli, D.N., & Ragone, D.** 2018. Agroforestry Standards for Regenerative Agriculture. *Sustainability*, 10(9): 3337.

- Elzen, B., Augustyn, A., Barbier, M. & van Mierlo, B.** 2017. Agroecological transitions: changes and breakthroughs in the making. In: B. Elzen, A. Augustyn, M. Barbier & B. van Mierlo, eds. *AgroEcological transitions*, pp. 9–16. Wageningen, Netherlands, Wageningen University & Research. doi: <http://dx.doi.org/10.18174/407609>
- Estrada-Carmona, N., Hart, A.K., DeClerck, F.A.J., Harvey, C.A. & Milder, J.C.** 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.
- Etkin, N.L.** 2006. *Edible medicines: an ethnopharmacology of food*. Tucson, USA, University of Arizona Press.
- Evenson, R.E. & Gollin, D.** 2003. Assessing the impact of the Green Revolution, 1960 to 2000. *Science*, 300(5620): 758–762.
- FAO.** 1996. *Rome Declaration on World Food Security and World Food Summit Plan of Action*. Rome. <http://www.fao.org/3/w3613e/w3613e00.htm>
- FAO.** 2006. *Food security*. FAO Policy Briefs 2. Rome. <http://www.fao.org/forestry/13128-0e6f36f27e0091055bec28ebe830f46b3.pdf>
- FAO.** 2012a. *Sustainable diets and biodiversity. Directions and solutions for policy, research and action*. B. Burlingame & S. Dernini, eds. Rome. <http://www.fao.org/3/i3004e/i3004e.pdf>
<http://www.fao.org/3/a-i4040e.pdf>
- FAO.** 2014a. *FAO Statistical Yearbook 2014: Africa food and agriculture*. Accra, Ghana, FAO Regional Office for Africa
- FAO.** 2014b. *The State of Food and Agriculture. Innovation in family farming*. Rome. 161 pp. <http://www.fao.org/3/a-i4040e.pdf>
- FAO.** 2014c. *The State of Food and Agriculture. Innovation in family farming*. Rome. 161pp.
- FAO,** 2014. Youth and agriculture: key challenges and concrete solutions. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) in collaboration with the Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA) and the International Fund for Agricultural Development (IFAD). <http://www.fao.org/3/a-i3947e.pdf>
- FAO** 2015a. *Agroecology for food security and nutrition. Proceedings of the FAO international symposium*. 18–19 September 2014. Rome. <http://www.fao.org/3/a-i4729e.pdf>
- FAO.** 2015b. *Final report for the international symposium on agroecology for food security and nutrition*. 18–19 September 2014. Rome. <http://www.fao.org/3/a-i4327e.pdf>
- FAO.** 2016a. *Outcomes of the international symposium and regional meetings on agroecology for food security and nutrition*. COAG 25th Session, 26–30 September 2016. COAG 2016/INF/4. Rome. <http://www.fao.org/3/a-mr319e.pdf>
- FAO.** 2016b. *Achieving sustainable rural development through agricultural innovation*. COAG 25th Session. 26–30 September 2016. COAG/2016/6. Rome. <http://www.fao.org/3/a-mr236e.pdf>
- FAO.** 2016c. *Report of the Regional Meeting on Agroecology in Sub-Saharan Africa, Dakar, Senegal, 5–6 November 2015*. Rome, FAO.
- FAO.** 2017a. *Agroecology Knowledge Hub. Agroecology definitions*. Rome. [http://www.fao.org/agroecology/knowledge/definitions/en/?page=1&ipp=6&no_cache=1&tx_dynalist_pi1\[par\]=YToxOntzOjE6lkwiO3M6MToiMCI7fQ](http://www.fao.org/agroecology/knowledge/definitions/en/?page=1&ipp=6&no_cache=1&tx_dynalist_pi1[par]=YToxOntzOjE6lkwiO3M6MToiMCI7fQ) (accessed April 2018).
- FAO** 2017b. *The future of food and agriculture – Trends and challenges*. Rome. <http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf>
- FAO.** 2018a. *FAO's work on agroecology. A pathway to achieving the SDGs*. Rome. 27 pp. <http://www.fao.org/3/i9021en/I9021EN.pdf>
- FAO.** 2018b. *Catalysing dialogue and cooperation to scale up agroecology: outcomes of the FAO regional seminars on agroecology*. Rome. <http://www.fao.org/3/I8992EN/i8992en.pdf>
- FAO.** 2018c. *The 10 elements of agroecology: guiding the transition to sustainable food and agricultural systems*. Rome. <http://www.fao.org/3/i9037en/i9037en.pdf>
- FAO.** 2018d. *Agroecology Knowledge Hub. The 10 elements of agroecology*. Rome, <http://www.fao.org/agroecology/knowledge/10-elements>.
- FAO.** 2018e. *The future of food and agriculture – Alternative pathways to 2050*. Rome. 224 pp. <http://www.fao.org/3/I8429EN/i8429en.pdf>
- FAO.** 2018f. *Transition towards sustainable food and agriculture: an analysis of FAO's 2018-2019 Work Plan*. Rome. 4 pp. <http://www.fao.org/3/I9007EN/i9007en.pdf>
- FAO.** 2018g. *International Symposium on Agricultural Innovation for Family Farmers: Unlocking the potential of agricultural innovation to achieve the Sustainable Development Goals*. 21–23 November 2018. Rome. <http://www.fao.org/about/meetings/agricultural-innovation-family-farmers-symposium/en/>
- FAO.** (in publication). *Farmers working together, working with researchers: Scoping study on farmer research networks for Agroecology*. Rome.
- FAO & INRA (Institut National de la Recherche Agronomique).** 2016. *Innovative markets for sustainable agriculture: How innovations in market institutions encourage sustainable agriculture in developing countries*. Rome, FAO.
- FAO & WHO.** 2009. *Foods derived from modern biotechnology*. Rome, FAO.
- FAO, IFAD & WFP.** 2015. *The State of Food Insecurity and Nutrition*. Rome. <http://www.fao.org/3/a-i4646e.pdf>
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP & WHO.** 2017. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2017. Building resilience for peace and food security*. Rome, FAO. <http://www.fao.org/3/a-I7695e.pdf>
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP & WHO.** 2018. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2018. Building climate resilience for food security and nutrition*. Rome, FAO. <http://www.fao.org/3/I9553EN/i9553en.pdf>

- Farrelly, M.** 2014. *Chololo Ecovillage. A model of good practice in climate change adaptation and mitigation.* Tanzania Organic Agriculture Movement (TOAM), Dodoma, Tanzania.
- Faure, G., Chiffolleau, Y., Goulet, F., Temple, L. & Touzard, J.-M., eds.** 2018. *Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires.* Versailles, Editions Quae.
- Ferdous, Z., Datta, A., Anal, A.K., Anwar, M. & Mahbubur Rahman Kham A.S.M.** 2016. Development of home garden model for year round production and consumption for improving resource-poor household food security in Bangladesh. *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences*, 78: 103–110.
- Fiala, N.** 2008. Measuring sustainability: why the ecological footprint is bad economics and bad environmental science. *Ecological Economics*, 67(4): 519–525.
- FiBL & IFOAM Organics International.** 2019. The World of Organic Agriculture. Statistics & Emerging Trends 2019. <https://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2019.html>
- Finkelstein, J. L., Haas, J. D., & Mehta, S.** 2017. Iron-biofortified staple food crops for improving iron status: a review of the current evidence. *Current Opinion in Biotechnology*, 44: 138–145. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2017.01.003>
- Fioramonti, L.** 2017. *Wellbeing economy: Success in a world without growth.* Pan Macmillan, South Africa.
- Flavell, R.** 2010. Knowledge and technologies for sustainable intensification of food production. *New Biotechnology*, 27(5): 505–516.
- Fok, M.** 2016. Impacts du coton-Bt sur les bilans financiers des sociétés cotonnières et des paysans au Burkina Faso (Financial impacts of Bt-cotton on cotton companies and producers in Burkina Faso). *Cahiers Agricultures*, 25: 35001
- Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M., Mueller, N.D. et al.** 2011. Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478: 337–342.
- Foltz, J. & Zueli, K.** 2005. The Role of Community and Farm Characteristics in Farm Input Purchasing Patterns. *Review of Agricultural Economics*, 27: 508–25. <https://aae.wisc.edu/jdfoltz/RAE%20Foltz%20Zeuli.pdf>
- Fonte, M.** 2013. Food consumption as social practice: solidarity purchasing groups in Rome, Italy. *Journal of Rural Studies*, 32: 230–239.
- Francis, C.A.** 1986. *Multiple cropping systems.* New York, USA, MacMillan.
- Francis, C., Lieblein, G., Gliessman, S., Breland, T.A., Creamer, N., Harwood, R., Salomonsson, L. et al.** 2003. Agroecology: the ecology of food systems. *Journal of Sustainable Agriculture*, 22(3): 99–118.
- Francis, C.A., Jordan, N., Porter, P., Breland, T.A., Lieblein, G., Salomonsson, L., Sriskandarajah, N., Wiedenhoft, M., DeHaan, R., Braden, I. & Langer, V.** 2011. Innovative education in agroecology: experiential learning for a sustainable agriculture. *Critical Reviews in Plant Science*, 30(1–2), 226–237.
- Francis, C. Wiedenhoft, M., Dehaan, R. & Porter, P.** 2017. Education in agroecological learning: holistic context for learning farming and food systems. In: A. Wezel, ed. *Agroecological practices for sustainable agriculture: principles, applications, and making the transition*, pp. 395–418. Hackensack, USA, World Scientific Publishing.
- Franke, A.C., van den Brand, G J., Vanlauwe, B. & Giller, K.E.** 2018. Sustainable intensification through rotations with grain legumes in Sub-Saharan Africa: a review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 261: 172–185. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.09.029>
- Freeman, C.** 1988. *Japan: a new institutional system of innovation?* In: G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg, G. & L. Soete, eds. *Technical change and economic theory.* London, Pinter.
- Freeman, C.** 1995. The "National System of Innovation" in Historical Perspective. *Cambridge Journal of Economics*, 19: 5–24.
- Friederichs K.** 1930. *Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie. Vol. 1: Ökologischer Teil, Vol. 2: Wirtschaftlicher Teil.* Berlin, Germany, Verlagsbuchhandlung Paul Parey. 417 and 443 pp.
- Frison, E.A., Cherfas, J. & Hodgkin, T.** 2011. Agricultural biodiversity is essential for a sustainable improvement in food and nutrition security. *Sustainability*, 3(1): 238–253. doi:10.3390/su3010238
- Fu, X.** 2018. 遥感技术在土地资源方面的应用及展望 (The application of remote sensing technique on land resources and its expectation). *Industrial & Science Tribune*, 17(7): 40–41. https://caod.oriprobe.com/articles/55068769/yao_gan_ji_shu_zai_tu_di_zi_yuan_fang_mian_de_ying.htm
- Gallaher, C. & Snapp, S. S.** 2015. Organic management and legume presence maintained phosphorus bioavailability in a 17-year field crop experiment. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 30(3): 211–222.
- Ganges, S.** 2016. From agency to capabilities; Sen and sociological theory. *Current Sociology*, 64(1): 22–40. <https://doi.org/10.1177/0011392115602521>
- Garibaldi, L.A., Carvalheiro, L.G., Vaissière, B.E., Gemmill-Herren, B., Hipólito, J., Freitas, B.M., Ngo, H.T., Azzu, N., Sáez, A., Åström, J. & An, J.** 2016. Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms. *Science*, 351(6271): 388–391.
- Garnett, T. & Godfray, C.** 2012. *Sustainable intensification in agriculture, navigating a course through competing food system priorities.* Food Climate Research Network and the Oxford Martin Programme on the Future of Food, University of Oxford, UK.
- Gbehounou, G. & Barbieri, P.** 2016. Weed management. In: FAO. *Mainstreaming ecosystem services and biodiversity into agricultural production and management in East Africa*, pp. 29–45. Rome, FAO.
- Geels, F.W.** 2010. Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective. *Research Policy*, 39(4): 495–510.
- Giraldo, O.F. & Rosset, P.M.** 2018. Agroecology as a territory in dispute: between institutionality and social movements. *The Journal of Peasant Studies*, 45(3): 545–564.

- Girard, A. W., Self, J. L., 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. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*, 26: 205–222. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3016.2012.01282.x>
- Gkisakis, V., Lazzaro, M., Ortolani, L. & Sinoir, N.** 2017. Digital revolution in agriculture: fitting in the agroecological approach? *Agroecology Greece*. www.agroecology.gr/ictagroecologyEN.html
- Glenna, L.L. & Cahoy, D.R.** 2009. Agribusiness concentration, intellectual property, and the prospects for rural economic benefits from the emerging biofuel economy. *Southern Rural Sociology*, 24: 111–129.
- Gliessman, S.R., ed.** 1990. *Agroecology: researching the basis for sustainable agriculture*. New York, USA, Springer.
- Gliessman, S.R.** 1997. *Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture*. Boca Raton, USA, CRC Press.
- Gliessman, S.R.** 2007. *Agroecology: the ecology of sustainable food systems*. 2nd edition. Boca Raton, USA, CRC Press. 384 pp.
- Gliessman S.R.** 2015. Agroecology: a global movement for food security and sovereignty. In: *Agroecology for food security and nutrition. Biodiversity and ecosystem services in agricultural production systems*, pp. 1–14. Proceedings of the FAO International Symposium. 18–19 September 2014. Rome, FAO.
- Gliessman, S.R.** 2016. Transforming food systems with agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 40(3): 187–189.
- Gliessman, S.R.** 2018. Defining agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(6): 599–600.
- GloPan (Global Panel on Agriculture and Food Systems for Nutrition).** 2016a. *Food systems and diets: facing the challenges of the 21st century*. Foresight Report. London. <https://www.glopan.org/sites/default/files/Downloads/Foresight%20Report.pdf>
- GloPan.** 2016b. *The cost of malnutrition: why policy action is urgent*. Technical Brief No. 3. <http://www.glopan.org/sites/default/files/pictures/CostOfMalnutrition.pdf>
- Glover, D.** 2010. Is Bt cotton a pro-poor technology. *Journal of Agrarian Change*, 10(4): 482–509.
- Glover, D., & Poole, N.** 2019. Principles of innovation to build nutrition-sensitive food systems in South Asia. *Food Policy*, 82: 63–73. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2018.10.010>
- Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M. & Toulmin, C.** 2010. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327(5967): 812–818.
- Goergen, G., Kumar, P.L., Sankung, S.B., Togola, A. & Tamò, M.** 2016. First report of outbreaks of the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in West and Central Africa. *PLoS ONE*, 11(10): e0165632.
- Goicoechea, N. & Antolin, M.C.** 2017. Increased nutritional value in food crops. *Microbial Biotechnology*, 10(5): 1004–1007.
- Gollin, D.** 2018. *Farm size and productivity; lessons from recent literature*. FAO, IFAD, ISPC/CGIAR and the World Bank Expert Consultation: Focusing Agricultural and Rural Development Research and Investment on Achieving SDGs 1 and 2. 11 January 2018. <https://ispc.cgiar.org/sites/default/files/files/events/Joint%20Initiative%202018/Gollin.pdf>
- Gómez, M.I., Barrett, C.B., Raney, T., Pinstруп-Andersen, P., Meerman, J., Croppenstedt, A., Carisma, B. & Thompson, B.** 2013. Post-green revolution food systems and the triple burden of malnutrition. *Food Policy*, 42: 129–138.
- Gomiero, T., Pimental, D. & Paoletti, M.G.** 2011. Is there a need for a more sustainable agriculture? *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30(1–2): 6–23.
- Gonzalez de Molina, M.** 2013. Agroecology and politics. How to get sustainability? About the necessity for a political agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 37(1): 45–59.
- Gonzalez, R.A., Thomas, J. & Chang, M.** 2018. Translating agroecology into policy: The case of France and the United Kingdom. *Sustainability*, 10(8). <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/8/2930>
- Gotor, E., Bellon, M.R., Turdieva, M., Baymetov, K., Nazarov, P., Dorohova-Shreder, E., Arzumanov, V., Dzavakyants, M., Abdurasulov, A., Chernova, G. & Butkov, E.** 2018. Livelihood implications of in situ-on farm conservation strategies of fruit species in Uzbekistan. *Agroforestry Systems*, 92(5): 1253–1266.
- Goulet, F. & Vinck, D.** 2012. Innovation through withdrawal. Contribution to a sociology of detachment. *Revue Française de Sociologie*, 53(2): 117–146.
- Goulet, F. & Vinck, D.** 2017. Moving towards innovation through withdrawal: the neglect of destruction. In: B. Godin & D. Vinck, eds. *Critical studies of innovation: alternative approaches to the pro-innovation bias*, pp. 97–114. Cheltenham, UK, and Northampton, USA, Edward Elgar Publishing.
- Graeb, B.E., M.J. Chappell, M.J., Wittman, H., Ledermann, S., Bezner Kerr, R. & Gemmill-Herren, B.** 2016. The state of family farms in the world. *World Development*, 87: 1–15. doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.05.012
- Green, R.E. Cornell, S.J., Scharlemann, J.P. & Balmford, A.** 2005. Farming and the fate of wild nature. *Science*, 307(5709): 550–555.
- Griffon, M.** 2013. *Qu'est-ce que l'agriculture écologiquement intensive?* Versailles, Édition Quae. 224 pp
- Grindle, M.** 2004. Good enough governance: poverty reduction and reform in developing countries. *Governance*, 17(4): 525–548.
- Gross, M.** 2015. Europe's bird populations in decline. *Current Biology*, 25(12): R483–R485.
- GSA ERS (Government of South Africa Economic Services, Economic Research Division).** 2010. *Increasing farm debt amid decreasing interest rates: an explanation*. Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, South Africa. https://www.nda.agric.za/docs/Economic_analysis/IncreasingFarmDebt.pdf

- Gustavsson, J., Cederberg, C. Sonesson, U.** 2011. Global Food Losses and Food Waste, Study conducted for the International Congress. Rome, FAO.
- Guston, D.** 2006. Responsible knowledge-based innovation. *Society*, 43(4): 19–21. doi:10.1007/bf02687530
- Haddad, L., Hawkes, C, Webb, P., Thomas, S., Beddington, J., Waage, J. & Flynn, D.** 2016. A new global research agenda for food. *Nature*, 540: 30–32.
- Haines-Young R, Potschin M** (2009) The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. In: Raffaelli D, Frid C (eds) *Ecosystem ecology: a new synthesis*. BES ecological reviews series. CUP, Cambridge
- Hallmann, C.A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmens, W. et al.** 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE*, 12(10): e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
- Hameed, A., Bilal, R., Latif, F., Van Eck, J., Jander, G. & Mansoor, S.** 2018. RNAi-mediated silencing of endogenous Vlnv gene confers stable reduction of cold-induced sweetening in potato (*Solanum tuberosum* L. cv. Désirée). *Plant Biotechnology Reports*, 12(3): 175–185
- Harrison, R.D., Thierfelder, C., Baudron, F., Chinwada, P., Midega, C., Schaffner, U. & van den Berg, J.** 2019. Agro-ecological options for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) management: providing low-cost, smallholder friendly solutions to an invasive pest. *Journal of Environmental Management*, 243: 318–330.
- Harvey, C.A., Medina, A., Sanchez, D.M., Vilchez, S., Hernandez, B., Saenz, J.C., Maes, J.M., Casanoves, F. & Sinclair, F.L.** 2006 Patterns of animal diversity in different forms of tree cover in agricultural landscapes. *Ecological Applications*, 16: 1986–1999.
- Hayami, Y. & Ruttan, V.W.** 1985. *Agricultural development: an international perspective*. 2nd edition. Baltimore, USA, Johns Hopkins University Press.
- Heap, I.** 2019. *The international survey of herbicide resistant weeds*. www.weedscience.com, accessed 17 February 2019.
- Hebinck, P., S. Schneider, and J. D. Van Der Ploeg.** 2014. Rural development and the construction of new markets, vol. 12. London: Routledge.
- Heinemann, J.** 2007. *A typology of the effects of (trans)gene flow on the conservation and sustainable use of genetic resources*. Background Study Paper 35 (Rev. 1). Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome, FAO. <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/meeting/014/k0153e.pdf>
- Heinemann, J. A.** 2013. *Genetic engineering and biotechnology for food security and for climate change mitigation and adaptation: potential and risks*. Penang, Malaysia, Third World Network. <https://www.twn.my/title2/biosafety/bio17.htm>
- Heinemann, J.A., Massaro, M., Coray, D.S., Agapito-Tenfen, S.Z. & Wen, J.D.** 2014. Sustainability and innovation in staple crop production in the US Midwest. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 12: 71–88. doi:10.1080/14735903.2013.806408.
- Heinemann, J.A., Coray, D.S. & Thaler, D.S.** 2019. *Exploratory fact-finding scoping study on “digital sequence information” on genetic resources for food and agriculture*. Background Study Paper 68. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome, FAO. <http://www.fao.org/3/CA2359EN/ca2359en.pdf>
- Helmets, M.J., Zhou, X., Asbjornsen, H., Kolka, R., Tomer, M.D. & Cruse, R.M.** 2012. Sediment removal by prairie filter strips in row-cropped ephemeral watersheds. *Journal of Environmental Quality*, 41(5): 1531–1539. doi: 10.2134/jeq2011.0473
- Herforth, A., Lidder, P. & Gill, M.** 2015. Strengthening the links between nutrition and health outcomes and agricultural research. *Food Security*, 7(3): 457–461.
- Hernández Xolocotzi, E.** 1977. *Agroecosistemas de México: contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola*. Chapingo, Mexico, Colegio de Postgraduados.
- Herrero, M., Thornton, P.K., Power, B., Bogard, J.R., Remans, R., Fritz, S., Gerber, J.S. et al.** 2017. Farming and the geography of nutrient production for human use: a transdisciplinary analysis. *The Lancet Planetary Health*, 1(1): e33–e42.
- Hertel, T.W.** 2015. The challenges of sustainably feeding a growing planet. *Food Security* 7 (2) 185–198.
- Higgins, V., Bryant, M., Howell, A. & Battersby, J.** 2017. Ordering adoption: materiality, knowledge and farmer engagement with precision agriculture technologies. *Journal of Rural Studies*, 55: 193–202.
- Hilbeck, A., Binimelis, R., Defarge, N., Steinbrecher, R., Székács, A., Wickson, F., Antoniou, M. et al.** 2015. No scientific consensus on GMO safety. *Environmental Sciences Europe*, 27 (1):4. <https://doi.org/10.1186/s12302-014-0034-1>
- Hillenbrand, E., Karim, N., Mohanraj, P. & Wu, D.** 2015. Measuring gendertransformative change: A review of literature and promising practices. CARE USA. Working Paper.
- Hinrichs, C.C.** 2014. Transitions to sustainability: a change in thinking about food systems change? *Agriculture and Human Values*, 31: 143–155.
- HLPE.** 2011a. *Price volatility and food security*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. Rome. <http://www.fao.org/3/a-mb737e.pdf>
- HLPE.** 2011b. *Land tenure and international investments in agriculture*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. Rome. <http://www.fao.org/3/a-mb766e.pdf>
- HLPE.** 2012. *Social protection for food security*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. Rome. <http://www.fao.org/3/a-me422e.pdf>

- HLPE.** 2013a. *Investing in smallholder agriculture for food security*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. Rome. <http://www.fao.org/3/a-i2953e.pdf>
- HLPE.** 2013b. *Biofuels and food security*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. Rome. <http://www.fao.org/3/a-i2952e.pdf>
- HLPE.** 2014. *Food losses and waste in the context of sustainable food systems*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. Rome. <http://www.fao.org/3/a-i3901e.pdf>
- HLPE.** 2015. *Water for food security and nutrition*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. Rome. <http://www.fao.org/3/a-av045e.pdf>
- HLPE.** 2016. *Sustainable agricultural development for food security and nutrition: what roles for livestock?* A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. Rome. <http://www.fao.org/3/a-i5795e.pdf>
- HLPE.** 2017a. *2nd Note on critical and emerging issues for food security and nutrition*. A note by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome. <http://www.fao.org/cfs/cfs-hlpe/critical-and-emerging-issues/en/>
- HLPE.** 2017b. *Nutrition and food systems*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome. <http://www.fao.org/3/a-i7846e.pdf>
- HLPE.** 2017c. *Sustainable forestry for food security and nutrition*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. Rome. <http://www.fao.org/3/a-i7395e.pdf>
- HLPE.** 2018. *Multi-stakeholder partnerships to finance and improve food security and nutrition in the framework of the 2030 Agenda*. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. Rome. <http://www.fao.org/3/CA0156EN/CA0156en.pdf>
- Hokkanen, H. & Menzler-Hokkanen, I.** 2017. Integration of GM crop traits in agroecological practices in Europe: a critical review. In: A. Wezel, ed. *Agroecological practices for sustainable agriculture: principles, applications, and making the transition*, pp. 155–181. Hackensack, USA, World Scientific Publishing.
- Holt-Giménez, E.** 2002. Measuring farmers' agroecological resistance after Hurricane Mitch in Nicaragua: a case study in participatory, sustainable land management impact monitoring. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 93(1–3): 87–105.
- Holt-Giménez, E.** 2006. *Campesino a campesino: voices from Latin America's farmer to farmer movement for sustainable agriculture*. Oakland, USA, Food First Books
- Holt-Gimenez, E. & Altieri, M.A.** 2013. Agroecology, food sovereignty, and the new Green Revolution. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 37(1): 90–102. <https://doi.org/10.1080/104440046.2012.716388>
- Hooper, S., Martin, P. & Love G.** 2002. 'Get big or get out': Is this mantra still appropriate for the new century? *Animal Production in Australia*, 24: 500–507.
- Hopwood, J., Code, A., Vaughan, M., Biddinger, D., Shepherd, M., Black, S.H., Lee-Mäder, E. & Mazzacano, C.** 2016. *How neonicotinoids can kill bees: the science behind the role these insecticides play in harming bees*. 2nd edition. 76 pp. Portland, USA, The Xerces Society for Invertebrate Conservation.
- Horton, P., Koh, L. & Guang, V.S.** 2016. An integrated theoretical framework to enhance resource efficiency, sustainability and human health in agri-food systems. *Journal of Cleaner Production*, 120: 164–169.
- Hotz, C., Loechl, C., Lubowa, A., Ndeezi, G., Nandutu Masawi, A., Baingana, R., et al.** 2012a. Introduction of beta-carotene-rich orange sweet potato in rural Uganda resulted in increased vitamin A intakes among children and women and improved vitamin A status among children. *Journal of Nutrition*, 142(10): 1871–1880.
- Hotz, C., Loechl, C., de Brauw, A., Eozenou, P., Gilligan, D., Moursi, M., Munhaua, B., Jaarsveld, P., Carriquiry, A. & Meenakshi, J.V.** 2012b. A large-scale intervention to introduce orange sweet potato in rural Mozambique increases vitamin A intakes among children and women. *British Journal of Nutrition*, 108(1): 163–176.
- Howard, P.** 2015. Intellectual property and consolidation in the seed industry. *Crop Science*, 55: 2489–2495. doi: 10.2135/cropsci2014.09.0669
- Howarth, R., Swaney, D., Billen, G., Garnier, J., Hong, B., Humborg, C., Johnes, P., Mörtz, C-M. & Marino, R.** 2012. Nitrogen fluxes from the landscape are controlled by net anthropogenic nitrogen inputs and by climate. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(1): 37–43. <https://doi.org/10.1890/100178>
- Huang, B., Shi, X., Dongsheng, Y., Öborn, I., Blombäck, K., Pagella, T.F., Wang, H., Sun, W. & Sinclair, F.L.** 2006. Environmental assessment of small-scale vegetable farming systems in peri-urban areas of the Yangtze River delta region, China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 112(4): 391–402.
- Hulme, M.F., Vickery, J.A., Green, R.E., Phalan, B., Chamberlain, D.E., Pomeroy, D.E., Nalwanga, D. et al.** 2013. Conserving the birds of Uganda's banana-coffee arc: land sparing and land sharing compared. *PLoS ONE*. 8(2): e54597. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054597>
- Hung, Y.** 2004. East New York farms: youth participation in community development and urban agriculture. *Children, Youth and Environments*, 14(1): 56–85.
- Hwang, T., Ndolo, V. U., Katundu, M., Nyirenda, B., Bezner Kerr, R., Arntfield, S., & Beta, T.** 2016. Provitamin A potential of landrace orange maize variety (*Zea mays L.*) grown in different geographical locations of central Malawi. *Food Chemistry*, 196: 1315–1324. doi:10.1016/j.foodchem.2015.10.067.
- IAASTD (International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development)** 2009. *Agriculture at a crossroads: global report*. B.D. MacIntyre, H.R. Herren, J. Wakhungu, R.T. Watson, eds. Washington, DC, Island Press.

- Ickowitz, A., Powell, B., Salim, M. & Sunderland, T. 2014. Dietary quality and tree cover in Africa. *Global Environmental Change*, 24: 287–294.
- Ickowitz, A., Powell, B., Rowland, D., Jones, A. & Sunderland, T. 2019. Agricultural intensification, dietary diversity, and markets in the global food security narrative. *Global Food Security*, 20: 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.11.002>
- ICRISAT (International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics). 2009. Fertilizer microdosing: boosting production in unproductive lands, documentation. Patancheru, Andhra Pradesh, India.
- IFAD (International Fund for Agricultural Development). 2017. *Promoting integrated and inclusive rural-urban dynamics and food systems*. Rome. <https://www.ifad.org/web/knowledge/publication/asset/39320230>
- IFPRI (International Food Policy Research Institute). 2016. *2016 Global hunger index: getting to zero hunger*. Washington, DC.
- IIED (International Institute for Environment and Development). 2018. *Biocultural innovation: the key to global food security?* Briefing paper. London. <http://pubs.iied.org/17465IIED/>
- Ikerra, S.T., Temu E. & Mrema, J.P. 2006. Combining *Tithonia diversifolia* and minjingu phosphate rock for improvement of P availability and maize grain yields on a chromic acrisol in Morogoro, Tanzania. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 76: 249–260.
- INSEE. 2011. *Synthèse de territoire Vallée de la Drôme-Diois*. https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/1292672/SL_Vallee_Drome_Diois.pdf
- International Labour Office (Undated). Decent and productive work in agriculture: decent work in the rural economy. Policy guidance notes. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/-ed_emp/-emp_policy/documents/publication/wcms_437173.pdf
- 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*. E.A. Frison. Louvain-la-Neuve, Belgium http://www.ipes-food.org/images/Reports/UniformityToDiversity_FullReport.pdf
- IPES-Food. 2017a. *Too big to feed: exploring the impact of mega-mergers, consolidation and concentration of power in the agri-food sector*. Brussels. http://www.ipes-food.org/img/upload/files/Concentration_FullReport.pdf
- IPES-Food. 2017b. *Unravelling the food–health nexus: addressing practices, political economy, and power relations to build healthier food systems*. The Global Alliance for the Future of Food and IPES-Food.
- IPES-Food. 2018. *Breaking away from industrial food and farming systems – Seven case studies of agroecological transition*. Brussels. http://www.ipes-food.org/img/upload/files/CS2_web.pdf
- IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services). 2018a. *Summary for policymakers of the assessment report on land degradation and restoration of the Intergovernmental SciencePolicy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. R. Scholes, L. Montanarella, A. Brainich, N. Barger, B. ten Brink, M. Cantele, B. Erasmus, J. Fisher, T. Gardner, T. G. Holland, F. Kohler, J. S. Kotiaho, G. Von Maltitz, G. Nangendo, R. Pandit, J. Parrotta, M. D. Potts, S. Prince, M. Sankaran and L. Willemen, eds. IPBES secretariat, Bonn, Germany. 44 pp. https://www.ipbes.net/system/tdf/spm_3bi_ldr_digital.pdf?file=1&type=node&id=28335
- IPBES. 2018b. *Summary for Policymakers of the Regional Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services for Europe and Central Asia of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*, Fischer, M., Rounsevell, M., Torre-Marín Rando, A., Mader, A., Church, A., Elbakidze, M., Elias, V., Hahn, T., Harrison, P.A., Hauck, J., *et al.*, eds.; IPBES Secretariat: Bonn, Germany, <http://www.db.zs-intern.de/uploads/1523006347-IBPESregionalsummaryEurope.pdf>
- Irani, Z., Sharif, A.M., Lee, H., Aktas, E., Topaloğlu, Z., van't Wout, T., Huda, S. 2018 Managing food security through food waste and loss: Small data to big data. *Computers and Operations Research* 98: 367-383
- Irungu, K.R.G., Mbugua, D. & Muia, J. 2015. Information and Communication Technologies (ICTs) Attract Youth into Profitable Agriculture in Kenya, *East African Agricultural and Forestry Journal*, 81:1, 24-33, DOI: 10.1080/00128325.2015.1040645
- ISRIC (International Soil Reference and Information Centre). 2013. *World Soil Information 2013*. <http://www.isric.org/>, accessed 23 January 2013.
- Iverson, A.L., Marin, L.E., Ennis, K K., Gonthier, D.J., Connor-Barrie, B.T., Remfert, J.L. & Perfecto, I. 2014. Review: Do polycultures promote win-wins or trade-offs in agricultural ecosystem services? A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 51(6): 1593–1602. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12334>
- Jackson, B., Pagella, T., Sinclair, F., Orellana, B., Henshaw, A., Reynolds, B., McIntyre, N. Wheeler, H. & Eycott, A. 2013. Polyscape: a GIS mapping toolbox providing efficient and spatially explicit landscape-scale evaluation of multiple ecosystem services. *Landscape and Urban Planning*, 112: 74–88.
- Jackson-Smith, D. & Gillespie, G. 2005. Impacts of farm structural change on farmers' social ties. *Society and Natural Resources*, 18: 215–40.
- Jacobsen, S.-E., Sorensen, M., Pedersen, S. M. & Weiner, J. 2013. Feeding the world: genetically modified crops versus agricultural biodiversity. *Agronomy for Sustainable Development*, 33: 651–662. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0138-9>
- Jansen, K. 2015. The debate on food sovereignty theory: agrarian capitalism, dispossession and agroecology. *The Journal of Peasant Studies*, 42(1): 213–232.
- Jasanoff, S. & Hurlbut, J.B. 2018. A global observatory for gene editing. *Nature*, 555(7697): 435–437. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-03270-w>
- Johnston, A.M. & Bruulsema, T.W. 2014. 4R nutrient stewardship for improved nutrient use efficiency. *Procedia Engineering*, 83: 365-370. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.09.029>

- Johnson, E.J., Shu, S.B., Dellaert, B.G.C., Fox, C., Goldstein, D.G., Haubl, G., Larrick, R.P., Payne, J.W., Schkade, D., Wansink, B. & Weber, E.U. 2012. Beyond nudges: tools of a choice architecture. *Marketing Letters*, 23: 487–504.
- Johnson, N.L., Kovarik, C., Meinzen-Dick, R., Njuki, J. & Quisumbing, A. 2016. Gender, Assets, and Agricultural Development: Lessons from Eight Projects, *World Development*, 83: 295–311. <http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.01.009>
- Joly, P.-B. 2018. *Innovation and the problem of values*. Note de recherche 6. Institut Francilien Recherche Innovation Société (IFRIS).
- Jones, A.D. 2017. Critical review of the emerging research evidence on agricultural biodiversity, diet diversity, and nutritional status in low- and middle-income countries. *Nutrition Reviews*, 75(10): 769–782.
- Jones, J.G.W. & Street, P.R. eds. 1990. *Systems theory applied to agriculture and the food chain*. London and New York, USA, Elsevier Science Publishing. 365 pp.
- Jones, A., Pimbert, M. & Jiggin, J. 2012. *Virtuous circles: values, systems, sustainability*. London, IUCN and IIED. 169 pp.
- Jones, A.D., Ickes, S.B., Smith, L.E., Mbuya, M.N.N., Chasekwa, B., Heidkamp, R.A., Menon, P., Zongrone, A.A. & Stoltzfus, R.J. 2014a. World Health Organization infant and young child feeding indicators and their associations with child anthropometry: a synthesis of recent findings: Associations of feeding indicators with growth. *Maternal & Child Nutrition*, 10(1): 1–17. <https://doi.org/10.1111/mcn.12070>
- Jones, A.D., Shrinivas, A. & Bezner Kerr, R. 2014b. Farm production diversity is associated with greater household dietary diversity in Malawi: findings from nationally representative data. *Food Policy*, 46: 1–12.
- Jones, A.D., Creed-Kanashiro, H., Zimmerer, K.S., De Haan, S., Carrasco, M., Meza, K., Cruz-Garcia, G.S., Tello, M., Plasencia Amaya, F., Marin, R.M. & Ganoza, L. 2018. Farm-level agricultural biodiversity in the Peruvian Andes is associated with greater odds of women achieving a minimally diverse and micronutrient adequate diet. *Journal of Nutrition*, 148(10): 1625–1637.
- Joshi, L., Shrestha, P.K., Moss, C. & Sinclair, F.L. 2004. Locally derived knowledge of soil fertility and its emerging role in integrated natural resource management. In: M. van Noordwijk, G. Cadisch & C. Ong, eds. *Below-ground interactions in tropical agroecosystems: concepts and models with multiple plant components*, pp. 17–39. Wallingford, UK, CABI.
- Jost, P., Shurley, D., Culpepper, S., Roberts, P., Nichols, R., Reeves, J. & Anthony, S. 2008. Economic comparison of transgenic and nontransgenic cotton production systems in Georgia. *Agronomy Journal*, 100: 42–51.
- Kahane, R., Hodgkin, T., Jaenicke, H., Hoogendoorn, C., Hermann, M., Keatinge, J.D.H., Hughes, J.D., Padulosi, S. & Looney, N. 2013. Agrobiodiversity for food security, health and income. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(4): 671–693
- Kamau, J.W., Stellmacher, T., Biber-Freudenberger, L. & Borgemeister, C. 2018. Organic and conventional agriculture in Kenya: A typology of smallholder farms in Kajiado and Murang'a counties. *Journal of Rural Studies*, 57: 171–185.
- Kangmennaang, J., Bezner Kerr, R., Lupafya, E., Dakishoni, L., Katundu, M. & Luginaahm I. 2017. Impact of a participatory agroecological development project on household wealth and food security in Malawi. *Food Security*, 9(3): 561–576.
- Kanter, R., Walls, H.L., Tak, M., Roberts, F. & Waage, J. 2015. A conceptual framework for understanding the impacts of agriculture and food system policies on nutrition and health. *Food Security*, 7(4): 767–777.
- Kaufman, A.H. 2015. Unraveling the differences between organic and non-organic Thai rice farmers' environmental views and perceptions of well-being. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*, 5(4): 29–47.
- Kearney, S.G., Adams, V.M., Fuller, R.A. & Possingham, H.P. 2018. Estimating the benefit of well-managed protected areas for threatened species conservation, *Oryx*. <https://doi.org/10.1017/S0030605317001739>
- Keating, B.A. & Carberry, P.S. 2010. Sustainable production, food security and supply chain implications. *Aspects in Applied Biology*, 102: 7–20.
- Keating, B.A., Herrero, M., Carberry, P.S., Gardner, J. & Cole, M.B. 2014. Food wedges: framing the global food demand and supply challenge towards 2050. *Global Food Security*, 3: 125–132.
- Keding, G.B., Msuya, J.M., Maass, B.L. & Krawinkel, M.B. 2013. Obesity as a public health problem among adult women in rural Tanzania. *Global Health: Science and Practice*, 1(3): 359–371.
- Kehlenbeck, K. & McMullin, S. 2015. *Fruit tree portfolios for improved diets and nutrition. How to use the diversity of different fruit tree species available in Machakos county to provide better nutrition for smallholder farming families*. Nairobi, World Agroforestry Centre.
- Kershner, D.L. 2015. Sustainability Council of New Zealand Trust v. The Environmental Protection Authority: gene editing technologies and the law. *GM Crops Food*, 6: 216–222.
- Khadse, A., Rosset, P.M., Morales, H. & Ferguson, B.G. (2018). Taking agroecology to scale: the Zero Budget Natural Farming peasant movement in Karnataka, India. *The Journal of Peasant Studies*, 45(1): 192–219. <https://doi.org/10.1080/03066150.2016.1276450>
- Khoury, C.K., Bjorkman, A.D. Dempewolf, H., Ramirez-Villegas, J., Guarino, L., Jarvis A., Rieseberg, L.H. & Struik, P.C. 2014. Increasing homogeneity in global food supplies and the implications for food security. *PNAS*, 111(11): 4001–4006.
- Kilelu, C.W., Klerkx, L. & Leeuwis, C. 2013. Unravelling the role of innovation platforms in supporting co-evolution of innovation: contributions and tensions in a smallholder dairy development programme. *Agricultural Systems*, 118: 65–77.

- Kim, H. & Laskowski, M.** 2018. Toward an ontology-driven blockchain design for supply-chain provenance. *Intelligent Systems in Accounting, Finance & Management*, 25(1): 18–27.
- Kimura, A.H.** 2013. Hidden hunger: gender and the politics of smarter foods. New York, USA, Cornell University Press.
- Kirchmann, H. & Bergström, L.** 2007. Do organic farming practices reduce nitrate leaching? *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 32(7–8): 997–1028. doi: 10.1081/CSS-100104101.
- Kirkegaard, A.J. & Hunt, J.R.** 2010. Increasing productivity by matching farming system management and genotype in water-limited environments. *Journal of Experimental Botany*, 61: 4129–4143.
- Kislev, Y. & Peterson, W.** 1986. *Economies of scale in agriculture: a survey of the evidence*. Development Research Department Discussion Paper No. DRD 203. Washington, DC, World Bank.
- Kitzes, J., Moran, D., Galli, A., Wada, Y. & Wackernagel, M.** 2009. Interpretation and application of the ecological footprint: a reply to Fiala (2008). *Ecological Economics*, 68(2): 929–930.
- Klages, K.H.W.** 1942. *Ecological crop geography*. New York, USA, MacMillan. 615 pp.
- Klerkx, L. & Leeuwis, C.** 2009. Establishment and embedding of innovation brokers at different innovation system levels: Insights from the Dutch agricultural sector. *Technological Forecasting & Social Change*, 76(6): 849–860.
- Klümper, W & Qaim, M.** 2014. A meta-analysis of the impacts of genetically modified crops. *PLoS ONE*, 9(11): e111629.
- Kluser, S. & Peduzzi, P.** 2007. *Global pollinator decline: a literature review*. Geneva, Switzerland, UNEP/GRID-Europe.
- Koohafkan, P. & Altieri, M.A.** 2011. *Globally Important Agricultural Heritage Systems: a legacy for the future*. Rome. <http://www.fao.org/3/i2232e/i2232e00.pdf>
- Koohafkan, P., Altieri, M.A. & Holt Gimenez, E.** 2012. Green agriculture: foundations for biodiverse, resilient and productive agricultural systems. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 10(1): 61–75.
- Korhonen, K., Kotavaara, O., Muilu, T., Rusanen, J.** 2017. Accessibility of local food production to regional markets – Case of berry production in Northern Ostrobothnia, Finland. *European Countryside* 9(4): 709–728.
- Kosicki, M., Tomberg, K. & Bradley, A.** 2018. Repair of double-strand breaks induced by CRISPR–Cas9 leads to large deletions and complex rearrangements. *Nature Biotechnology*, 36: 765–771. <https://doi.org/10.1038/nbt.4192>
- Kremen, C. & Merenlender, A.M.** 2018. Landscapes that work for biodiversity and people. *Science*, 362(6412): eaau6020. <https://doi.org/10.1126/science.aau6020>
- Kremen, C. & Miles, A.** 2012. Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: benefits, externalities, and trade-offs. *Ecology and Society*, 17(4): 40.
- Krimsky, S.** 2015. An illusory consensus behind GMO health assessment. *Science, Technology, & Human Values*, 40(6): 883–914.
- Kubiszewski, I., Costanza, R., Anderson, S. & Sutton, P.** 2017. The future value of ecosystem services: global scenarios and national implications. *Ecosystem Services*, 26: 289–301. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.05.004>
- Kumar, V.** 2018. Engineering transformation through Zero Budget Natural Farming (ZBNF). In: *Second International Symposium on Agroecology: scaling-up agroecology to achieve the sustainable development goals*. FAO, Rome, 3–5 April 2018. <http://www.fao.org/3/BU710EN/bu710en.pdf>
- Kumar, N., Harris, J. & Rawat, R.**, 2015. If they grow it, will they eat and grow? Evidence from Zambia on agricultural diversity and child undernutrition. *The Journal of Development Studies*, 51: 1060–1077.
- Kuria, A.W., Barrios, E., Pagella, T., Muthuri, C.W., Mukuralinda, A. & Sinclair, F.L.** 2018. Farmers' knowledge of soil quality indicators along a land degradation gradient in Rwanda. *Geoderma Regional*, 16: e00199
- Kutter, T., Tiemann, S., Sieber, R. & Fountas, S.** 2011. The role of communication and co-operation in the adoption of precision farming. *Precision Agriculture*, 12: 2–17.
- Kuyper, T.W. & Struik, P.C.** 2014. Epilogue: global food security, rhetoric, and the sustainable intensification debate. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 8: 71–79. doi: 10.1016/j.cosust.2014.09.004
- La Via Campesina** (undated). *Zero Budget Natural Farming in India. 52 profiles on agroecology*. <http://www.fao.org/3/a-bl990e.pdf>
- La Via Campesina.** 1996. *Food sovereignty principles*. Harare. www.viacampesina.org
- Lachat, C., Ranieri, J.E., Walker Smith, K., Kolsteren, P., Van Damme, P., Verzelen, K., Penafiel, D. et al.** 2018. Dietary species richness as a measure of food biodiversity and nutritional quality of diets. *PNAS*, 115: 127–132.
- Lal, R., Safriel, U., Boer, B.**, 2012. Zero Net Land Degradation: A New Sustainable Development Goal for Rio+20. A report prepared for the Secretariat of the United Nations Convention to combat Desertification. United Nations Convention to combat Desertification, Bonn.
- Lambek, N., Claeys, P., Wong, A. & Brilmayer, L., eds.** 2014. Rethinking food systems. Dordrecht, Netherlands, Springer Science & Business Media. <http://doi.org/10.1007/978-94-007-7778-1>
- Langelaan, H.C., Pereira da Silva, F., Thoden van Velzen, U., Broeze, J., Matser, A.M., Vollebregt, M., Wageningen UR Food & Biobased Research.** 2013. Technology options for feeding 10 billion people. Options for sustainable food processing. State of the art report. Science and Technology Options Assessment. Brussels: European Parliament. [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2013/513533/IPOL-JOIN_ET\(2013\)513533_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2013/513533/IPOL-JOIN_ET(2013)513533_EN.pdf)

- Langen, N., Gobel, C., Waskow, F.** 2015. The effectiveness of advice and actions in reducing food waste. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Waste and Resource Management* 168(2): Article No. 1300036
- Laurie, S., Faber, M., Adebola, P. & Belete, A.** 2015. Biofortification of sweet potato for food and nutrition security in South Africa. *Food Research International*, 76: 962–970.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.06.001>
- Le Mouël, Ch., De Lattre-Gasquet, M. & Mora, O.** eds. 2018. Land and use and food security in 2050: a narrow road. Agrimonde-Terra. Editions Quae, Versailles, France, 398 p.
- Le Velly, R. & Goulet, F.** 2015. Revisiting the importance of detachment in the dynamics of competition. *Journal of Cultural Economy*, 8(6): 689–704.
- Leakey, R.R.B.** 2014. The role of trees in agroecology and sustainable agriculture in the tropics. *Annual Review of Phytopathology*, 52: 113–133.
- Lechenet, M., Bretagnolle, V., Bockstaller, C., Boissinot, F., Petit, M.-S., Petit, S., & Munier-Jolain, N.M.** 2014. Reconciling pesticide reduction with economic and environmental sustainability in arable farming. *PLoS ONE*, 9(6): e97922. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097922>
- Lee-Smith, D.** 2010. Cities feeding people: an update on urban agriculture in equatorial Africa. *Environment and Urbanization*, 22(2): 83–499.
- Leguizamón, A.** 2014. Modifying Argentina: GM soy and socio-environmental change. *Geoforum*, 53: 149–160.
- Levidow, L.** 2015. European transitions towards a corporate-environmental food regime: agroecological incorporation or contestation? *Journal of Rural Studies*, 40: 76–89.
<https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2015.06.001>
- Levidow, L., Pimbert, M. & Vanloqueren, G.** 2014. Agroecological research: Conforming-or transforming the dominant agro-food regime? *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 38(10): 1127–1155.
doi:10.1080/21683565.2014.951459
- Li, X.E., Jarvis, S.M. & Drake, M.A.** 2015. Examining extrinsic factors that influence product acceptance: a review. *Journal of Food Science*, 80(5): 901–909.
- Liakos, K.G., Busato, P., Moshou, D., Pearson, S. & Bochtis, D.** 2018. Machine learning in agriculture: a review. *Sensors (Basel)*, 18(8): e2674
- Lidder, P. & Sonnino, A.** 2011. *Biotechnologies for the management of genetic resources for food and agriculture*. Background Study Paper 52. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome, FAO.
- Liebman, M., & Schulte L.A.** 2015. Enhancing agroecosystem performance and resilience through increased diversification of landscapes and cropping systems. *Elementa Science of the Anthropocene*, 3: 000041. doi: <http://doi.org/10.12952/journal.elementa.000041>
- Lin, B.B.** 2011. Resilience in agriculture through crop diversification: adaptive management for environmental change. *Bioscience*, 61(3): 183–193.
- Lin, B.B., Philpott, S.M. & Jha, S.** 2015. The future of urban agriculture and biodiversity-ecosystem services: Challenges and next steps. *Basic and Applied Ecology*, 16(3): 189–201.
- Lin, D., Hanscom, L., Murthy, A., Galli, A., Evans, M., Neill, E., Mancini, M. et al.** 2018. Ecological footprint accounting for countries: updates and results of the national footprint accounts. 2012–2018. *Resources*, 7(3): 58.
- Lindblom, J., Lundström, C., Ljung, M., & Jonsson, A.** 2017. Promoting sustainable intensification in precision agriculture : review of decision support systems development and strategies. *Precision Agriculture*, 18(3): 309–331. <https://doi.org/10.1007/s11119-016-9491-4>
- Lipinski, B., Hanson, C., Lomax, J., Kitinoja, L., Waite, R. & Searchinger, T.** 2013. Reducing Food Loss and Waste. Working Paper, Installment 2 of Creating a Sustainable Food Future. pp. 1–40. Washington, DC: World Resources Institute.
- Lobao, L.** 1990. *Locality and inequality: farm and industry structure and socioeconomic conditions*. New York, USA, State University of New York Press.
- Loconto, A., Poisot, A.S. & Santacoloma, P.** 2017. Sustainable practices, sustainable markets? Institutional innovations in agri-food systems. In: B. Elzen, A. Augustyn, M. Barbier & B. van Mierlo, eds. *AgroEcological transitions: changes and breakthroughs in the making*, pp. 176–194. Wageningen, Netherlands, Wageningen University & Research. doi: <http://dx.doi.org/10.18174/407609>
- Loconto, A., A. Jimenez & E. Vandecandelaere.** 2018. Constructing markets for agroecology – an analysis of diverse options for marketing products from agroecology. Rome, FAO/INRA.
- Loos, J., Abson, D.K., Jahi Chappell, M., Hanspach, J., Mikulcak, F., Tichit, M. & Fischer, J.** 2014. Putting meaning back into “sustainable intensification”. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12(6): 356–361.
- Lourme-Ruiz, A., Dury, S. & Martin-Prevel, Y.** 2016. Do you eat what you sow? Linkages between farm production diversity, agricultural income and dietary diversity in Burkina Faso. *Cahiers Agricultures*, 25(6).
<https://doi.org/10.1051/cagri/2016038>
- Lovas, R., Koplányi, K. & Elö, G.** 2018. Agrodát: a knowledge centre and decision support system for precision farming based on IoT and big data technologies. *ERCIM News*, 113: 22–23.
- Low, J. W., Mwanga, R. O. M., Andrade, M., Carey, E., & Ball, A-M.** 2017. Tackling vitamin A deficiency with biofortified sweetpotato in sub-Saharan Africa. *Global Food Security*, 14: 23–30.
<https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.01.004>
- Luna-González, D.V. & Sørensen, M.** 2018. Higher agrobiodiversity is associated with improved dietary diversity, but not child anthropometric status, of Mayan Achi people of Guatemala. *Public Health Nutrition*, 21(11): 2128–2141.

- Lundvall, B.Å.** 1985. *Product innovation and user-producer interaction, industrial development*. Research Series 31. Aalborg, Denmark, Aalborg University Press.
- Lundvall, B.Å., ed.** 1992. *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. London, Pinter Publishers.
- Lyson, T. & Welsh, R.** 2005. Agricultural industrialization, anticorporate farming laws and rural community welfare. *Social Forces*, 80: 311–327.
- Lyson, T., Torres, R. & Welsh, R.** 2001. Scale of agricultural production, civic engagement and community welfare. *Social Forces*, 80: 311–327.
- Maas, B., Clough, Y. & Tschardtke, T.** 2013. Bats and birds increase crop yield in tropical agroforestry landscapes. *Ecology Letters*, 16: 1480–1487.
- Maas, B., Karp, D.S., Bumrungsri, S., Darras, K., Gonthier, D., Huang, J.C.-C., Lindell, C.A. et al.** 2016. Bird and bat predation services in tropical forests and agroforestry landscapes: ecosystem services provided by tropical birds and bats. *Biological Reviews*, 91: 1081–1101.
- Mafongoya, P.L., Bationo, A., Kihara, J. & Waswa, B.S.** 2007. Appropriate technologies to replenish soil fertility in southern Africa. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 76(2–3): 137–151. <https://doi.org/10.1007/s10705-006-9049-3>
- Mahon, N., Crute, I., Simmons, E. & Islam, M.M.** 2017. Sustainable intensification –“oxymoron”or “third-way”? A systematic review. *EcolIndic*, 74: 73–97. doi:10.1016/j.ecolind.2016.11.001
- Majumdar, R., Rajasekaran, K. & Cary, J.W.** 2017. RNA Interference (RNAi) as a potential tool for control of mycotoxin contamination in crop plants: concepts and considerations. *Frontiers in Plant Science*, 8. doi: 10.3389/fpls.2017.00200.
- Manyika, J., Chui, M., Miremadi, M., Bughin, J., George, K. & Willmott, P.** 2017. *A future that works: automation, employment, and productivity*. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/Digital%20Disruption/Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works-Executive-summary.ashx>
- Mapfumo, P.** 2011. Comparative Analysis of the Current and Potential Role of Legumes in Integrated Soil Fertility Management in Southern Africa. Chapter 8 *In*: A. Bationo, B. Waswa, J.M. Okeyo, F. Maina, J. Kihara, U. Mokwunye, eds. *Fighting Poverty in Sub-Saharan Africa: The Multiple Roles of Legumes in Integrated Soil Fertility Management*. 1st Edition. Springer, NY, USA. Pp 175-200. ISBN: 978-94-007-1535-6.
- Mapfumo, P. & Giller, K.E.** 2001. *Soil fertility management strategies and practices by smallholder farmers in semi-arid areas of Zimbabwe*. Pancheru, India, ICRISAT/FAO.
- Mapfumo P., Campbell B.M., Mpeperek S. & Mafongoya, P.** 2001. Legumes in soil fertility management: The case of pigeonpea in smallholder farming systems of Zimbabwe. *African Crop Science Journal* 9: 629-644.
- Mapfumo, P., Adjei-Nsiah, S., Mtambanengwe, F., Chikowo, R. & Giller, K.** 2013. Participatory action research (PAR) as an entry point for supporting climate change adaptation by smallholder farmers in Africa. *Environmental Development*, 5: 6–22.
- Maraux, F., Malezieux, E. & Gary, C.** 2014. From artificialization to the ecologization of cropping systems *In*: E. Hainzelin, ed. *Cultivating biodiversity to transform agriculture*, pp. 45–90. Dordrecht, Netherlands, Springer. .
- Marovelli, B.** 2018. Cooking and eating together in London: food sharing initiatives as collective spaces of encounter. *Geoforum*, 99: 190–201. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.09.006>
- Marsden, T.** 2013. From post-productionism to reflexive governance: contested transitions in security more sustainable food futures. *Journal of Rural Studies*, 29: 123–134. doi: 10.1016/j.rurstud.2011.10.001
- Marten, G.G.** 1988. Productivity, stability, sustainability, equitability and autonomy as properties for agroecosystem assessment. *Agricultural Systems*, 26(4): 291–316.
- Mascarenhas, M. & Busch, L.** 2006. Seeds of change: intellectual property rights, genetically modified soybeans and seed saving in the United States. *Sociologia Ruralis* 46(2): 122–138, <https://doi.org/10.1111/j.1467-9523.2006.00406.x>
- Masset, E., Haddad, L., Cornelius, A. & Isaza-Castro, J.** 2012. Effectiveness of agricultural interventions that aim to improve nutritional status of children: systematic review. *BMJ*, 344: d8222–d8222. <https://doi.org/10.1136/bmj.d8222>
- Massicotte, M.J.** 2014. Feminist political ecology and La Vía Campesina’s struggle for food sovereignty through the experience of the Escola Latino-Americana de Agroecología (ELAA). *In*: P. Andrée, J. Ayres, M.J. Bosia & M. Massicotte, eds. eds. *Globalization and food sovereignty: global and local change in the new politics of food*, pp. 255–275, Toronto, Canada, University of Toronto Press.
- Mattsson, K.** 2015. Standards for Fresh Fruit and Vegetables - for Trading in High Quality Products. 6th International Conference on Managing Quality in Chains. Cranfield, England. Edited by: Terry, LA; Cools, K; Alamar, MC *Acta Horticulturae* 1091:73-79
- McGrath, D., Beiriger, R., Nuessly, G.S., Tapa-Yotto, T.G., Hodson, D., Kimathi, E., Elias, F. et al.** 2018. Monitoring, surveillance and scouting for fall armyworm, *In*: B.M. Prasanna, J.E. Huesing, R. Eddy & V.M. Peschke, eds. *Fall armyworm in Africa: a guide for integrated pest management*, pp. 11–27. Mexico, CDMX: CIMMYT.
- McIntyre, B.D., Herren, H.R., Wakhungu, J. & Watson, R.T.** 2009. *International assessment of agricultural knowledge, science and technology for development*. Washington, DC, Island Press.
- Meagher, R.L., Nuessly, G.S., Nagoshi, R.N. & Hay-Roe, M.M.** 2016. Parasitoids attacking fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in sweet corn habitats. *Biological Control*, 95: 66–72.
- Méndez, V.E., Bacon, C.M. & Cohen, R.** 2013. Agroecology as a transdisciplinary, participatory, and action-oriented approach. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 37(1): 3–18,

- Méndez, V.E., Bacon C.M. & Cohen, R.** 2015. Introduction: agroecology as a transdisciplinary, participatory, and action-oriented approach. In: V.E. Méndez, C.M. Bacon, R. Cohen & S. Gliessman, eds. *Agroecology: a transdisciplinary, participatory and action-oriented approach*, pp. 1–22. Advances in Agroecology Series. Boca Raton, USA, CRC Press.
- Metcalf, S.** 1995. The economic foundations of technology policy: equilibrium and evolutionary perspectives. In: P. Stoneman, ed. *Handbook of the economics of innovation and technological change*, pp. 409–512. Oxford, UK, and Cambridge, USA, Blackwell.
- Miao, Y., Stewart, B.A. & Zhang, F.** 2011. Long-term experiments for sustainable nutrient management in China. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 31(2): 397–414.
- Michaelson, C.** 2009. Meaningful work and moral worth. *Business and Professional Ethics Journal*, 28(1/4): 27–48.
- Michalopoulos, S.** 2015. Europe entering the era of 'precision agriculture'. EurActiv. <http://www.euractiv.com/sections/innovation-feeding-world/europe-entering-era-precision-agriculture-318794>
- Michelini, L., Principato, L., Iasevoli, G.** 2018. Understanding Food Sharing Models to Tackle Sustainability Challenges. *Ecological Economics* 145:205-217
- Midega, C.A.O., Pittchar, J.O., Pickett, J.A., Hailu, G.W. & Khan, Z.R.** 2018. A climate-adapted push-pull system effectively controls fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J E Smith), in maize in East Africa. *Crop Protection*, 105, 10–15.
- Mier y Terán Giménez Cacho, M., Giraldo, O.F., Aldasoro, M., Morales, H., Ferguson, B.G., Rosset, P., Khadse, A. et al.** 2018. Bringing agroecology to scale: key drivers and emblematic cases. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(6), 637–665. <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1443313>;
- Migliorini, P. & Wezel, A.** 2018. Converging and diverging principles and practices of organic agriculture regulations and agroecology. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37: 63. <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0472-4>
- Migliorini, P., Gkisakis, V., Gonzalez, V., Ma, D.R. & Bàrberi, P.** 2018. Agroecology in mediterranean Europe: genesis, state and perspectives. *Sustainability*, 10(8): 2724–2727. doi:<http://dx.doi.org.proxy.library.cornell.edu/10.3390/su10082724>.
- Miles, A., DeLonge, M.S. & Carlisle, L.** 2017. Triggering a positive research and policy feedback cycle to support a transition to agroecology and sustainable food systems. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 41(7): 855–879.
- Millennium Ecosystem Assessment** 2005. Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis. World Resource Institute, Washington, D.C., USA
- Ministère français de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire.** 2010. *La Bio Vallée de la Drôme*. <http://agriculture.gouv.fr/ministere/la-biovallee-de-la-drome>
- Minot, N. & Benson, T.** 2009. *Fertilizer subsidies in Africa. Are vouchers the answer?* IFPRI Issue Brief 60. Washington, DC, International Food Policy Research Institute (IFPRI). <http://www.ifpri.org/publication/fertilizer-subsidies-africa>
- Misra, M.** 2018. Moving away from technocratic framing: agroecology and food sovereignty as possible alternatives to alleviate rural malnutrition in Bangladesh. *Agriculture and Human Values*, 35(2): 473–487. <https://doi.org/10.1007/s10460-017-9843-3>
- Mithöfer, D., Méndez, V.E., Bose, A. & Vaast, P.** 2018. Harnessing local strength for sustainable coffee value chains in India and Nicaragua: reevaluating certification to global sustainability standards. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 13(1): 471–496.
- Miyashita, C. & Kayunze, K.A.** 2015. Can organic farming be an alternative to improve well-being of smallholder farmers in disadvantaged areas? A case study of Morogoro region, Tanzania. *International Journal of Environmental and Rural Development*, 7(1): 160–166.
- Mok, H.-F., Williamson, V.G., Grove, J.R., Burry, K., Barker, S.F. & Hamilton, A.J.** 2014. Strawberry fields forever? Urban agriculture in developed countries: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(1): 21–43. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0156-7>
- Mondal, S., Rutkoski, J.E., Velu, G., Singh, P.K., Crespo-Herrero, L.A., Guzmán, C., Bhavani, S., Lan, C., He, X. & Singh, R.P.** 2016. Harnessing diversity in wheat to enhance grain yield, climate resilience, disease and insect pest resistance and nutrition through conventional and modern breeding approaches. *Frontiers in Plant Science*, 7: 991. doi: 10.3389/fpls.2016.00991.
- Montalba, R., Infante, A., Contreras, A. & Vieli, L.** 2017. Agroecology in Chile: precursors, pioneers, and their legacy. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 41(3–4): 416–428.
- Montpellier Panel.** 2013. *Sustainable intensification: a new paradigm for African agriculture*. Agriculture for Impact, Imperial College, London.
- Monzon, J.P., Calvino, P.A., Sadras, V.O., Zubiaurre, J.B. & Andrade, F.H.** 2018. Precision agriculture based on crop physiological principles improves whole-farm yield and profit: a case study. *European Journal of Agronomy*, 99: 62–71.
- Morales, H., Ferguson, B., Marín, L., Gutiérrez, D., Bichier, P. & Philpott, S.** 2018. Agroecological pest management in the city: experiences from California and Chiapas. *Sustainability*, 10(6): 2068. <https://doi.org/10.3390/su10062068>
- Morel, K., San Cristobal, M. & Gilbert Léger, F.** Simulating incomes of radical organic farms with MERLIN: A grounded modeling approach for French microfarms, *Agricultural Systems*, 161: 89–101.
- Morris, J.R., Vandermeer, J. & Perfecto, I.** 2015. A keystone ant species provides robust biological control of the coffee berry borer under varying pest densities. *PLoS ONE*, 10(11): e0142850.

- Morrow, O. 2018. Sharing food and risk in Berlin's urban food commons. *Geoforum*, 99: 202–212. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.09.003>
- Mortensen, D.A., Egan, J.F., Maxwell, B.D., Ryan, M.R. & Smith, R.G. 2012. Navigating a critical juncture for sustainable weed management. *BioScience*, 62(1): 75–84.
- Mottet, A., de Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C. & Gerber, P. 2017. Livestock: on our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security*, 14: 1–8. 10.1016/j.gfs.2017.01.001.
- Mtambanengwe, F. & Mapfumo, P. 2006. Effects of organic resource quality on soil profile N dynamics and maize yields on sandy soils in Zimbabwe. *Plant and Soil*, 281: 173–190.
- Mtangadura, T.J., Mtambanengwe, F., Nezomba, H., Rurinda, J. & Mapfumo, P. 2017. Why organic resources and current fertilizer formulations in Southern Africa cannot sustain maize productivity: evidence from a long-term experiment in Zimbabwe. *PLoS ONE*, 12(8): e0182840. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182840>
- Muller, A., Schader, C., El-Hage Scialabba, N., Brüggemann, J., Isensee, A., Erb, K.H., Smith, P., Klocke, P., Leiber, F., Stolze, M. & Niggli, U. 2017. Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. *Nature Communications*, 8(1): 1290. doi: 10.1038/s41467-017-01410-w
- Mullon, C., Fréon, P. & Cury, P. 2005. 'The dynamics of collapse in world fisheries', *Fish and Fisheries* 6(2):111–120.
- NASEM (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine). 2016. *Genetically engineered crops: experiences and prospects*. Washington, DC, The National Academies Press. doi: 10.17226/23395
- Nelson, R. & Winter, S. 1982. *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge, USA, Belknap Press of Harvard University Press.
- Nelson, R. 1993. *National Innovation Systems*. Oxford, UK, Oxford University Press.
- Nelson, R., Coe, R. & Haussmann, B. 2016. Farmer research networks as a strategy for matching diverse options and contexts in smallholder agriculture. *Experimental Agriculture*, 55(S1): 124–144. doi:10.1017/S0014479716000454
- Ng, M., Fleming, T., Robinson, M., Thomson, B., Graetz, N., Margono, C., Mullany, E.C. et al. 2014. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the global burden of disease study 2013. *Lancet*, 384(9945): 766–781.
- Ng'endo, M., Bhagwat, S. & Keding, G.B. 2016. Influence of seasonal on-farm diversity on dietary diversity: a case study of smallholder farming households in Western Kenya, *Ecology of Food and Nutrition*, 55(5): 403–427, DOI: [10.1080/03670244.2016.1200037](https://doi.org/10.1080/03670244.2016.1200037)
- Ng'endo, M., Keding, G.B., Bhagwat, S. & Kehlenbeck, K., 2015. Variability of on-farm food plant diversity and its contribution to food security: a case study of smallholder farming households in Western Kenya. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 39(10): 1071–1103.
- Nicholls, C., Altieri, M.A. & Vazquez, L. 2016. Agroecology: principles for the conversion and redesign of farming systems. *Journal of Ecosystem & Ecography*, S5: 010. doi:10.4172/2157-7625.S5-010
- Nicholls, C.I. & Altieri, M.A. 2018. Pathways for the amplification of agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(10): 1170–1193. <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1499578>
- NTIA (National Telecommunications and Information Administration). 1995. *Falling through the net: A survey of the "have nots" in rural and urban America*. US Department of Commerce. <http://www.ntia.doc.gov/ntiahome/fallingthru.html>
- Nwaogwugwu O.N. & Obele K.N. 2017. Factors limiting youth participation in agriculture-based livelihoods in Eleme local government area of the Niger Delta, Nigeria. *Scientia Agriculturae*, 17(3): 105–111. DOI: 10.15192/PSCP.SA.2017.17.3.105111.
- Nweke, F. 2009. Controlling Cassava Mosaic Virus and Cassava Mealybug in Sub-Saharan Africa. IFPRI Discussion Paper 00912, IFPRI, Washington.
- Nyantakyi-Frimpong, H. 2017. Agricultural diversification and dietary diversity: A feminist political ecology of the everyday experiences of landless and smallholder households in northern Ghana. *Geoforum*, 86: 63–75. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2017.09.003>
- Nyantakyi-Frimpong, H., Kangmennaang, J., Bezner Kerr, R., Luginaah, I., Dakishoni, L., Lupafya, E., Shumba, L & Katundu, M. 2016a. Agroecology and healthy food systems in semi-humid tropical Africa: participatory research with vulnerable farming households in Malawi. *Acta Tropica* 175: 42–49.
- Nyantakyi-Frimpong, H., Mambulu, F.N., Kerr, R.B., Luginaah, I., Lupafya, E. 2016b. Agroecology and sustainable food systems: Participatory research to improve food security among HIV-affected households in northern Malawi. *Social Science & Medicine*, 164: 89–99.
- Nyantakyi-Frimpong, H., Hickey, C., Lupafya, E., Dakishoni, L., Bezner Kerr, R., Nyirenda, B., Nkhonya, Z., Katundu, M. & Gondwe, G. 2017. A farmer-to-farmer agroecological approach to addressing food security in Malawi. In: People's Knowledge Editorial Collective, eds. *Everyday experts: how people's knowledge can transform the food system*, pp. 121–138. Coventry, UK, Center for Agroecology, Water and Resilience, Coventry University.
- Nyéleni. 2007. *Forum for Food Sovereignty*. Sélingué, Mali. 23–27 February 2007. https://nyeleni.org/DOWNLOADS/Nyeleni_EN.pdf
- Nyéleni 2015. *International Forum for Agroecology*. Nyéleni Center, Sélingué, Mali. 24–27 February 2015. <http://www.foodsovereignty.org/wp-content/uploads/2015/10/NYELENI-2015-ENGLISH-FINAL-WEB.pdf>
- Odom, E.P. 1969. The strategy of ecosystem development. *Science*, 164(3877): 262–270.

- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development).** 1993. *Safety evaluation of foods derived by modern technologies. Concepts and principles*. Paris.
<http://www.oecd.org/science/biotrack/41036698.pdf>
- OECD** 2001. *Innovative networks: co-operation in national innovation systems*. Paris.
- OECD.** 2013. *Agricultural innovation systems: a framework for analysing the role of government*. Paris.
- OECD,** 2017. *Reforming agricultural subsidies to support biodiversity in Switzerland*.
<http://www.oecd.org/environment/resources/Policy-Paper-Reforming-agricultural-subsidies-to-support-biodiversity-in-Switzerland.pdf>
- OECD.** 2018. *Innovation, agricultural productivity and sustainability in Korea*. OECD Food and Agricultural Reviews. Paris.
- OECD & Eurostat.** 2005. *Oslo manual: guidelines for collecting and interpreting innovation data*. 3rd edition. Paris, OECD Publishing. 166 pp. https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oslo-manual_9789264013100-en
- Offenberg, J.** 2015. Ants as tools in sustainable agriculture. *Journal of Applied Ecology*, 52: 1197–1205.
- Oladele, O.I. & Tekena, S.S.** 2010. Factors influencing agricultural extension officers' knowledge on practice and marketing of organic agriculture in North West Province, South Africa. *Life Science Journal*, 7(3): 91–98.
- Olam International Limited.** 2018. *Olam Living Landscapes Policy*, April.
- Olney, D.K., Pedehombga, A., Ruel, M.T. & Dillon, A.** 2015. A 2-year integrated agriculture and nutrition and health behavior change communication program targeted to women in Burkina Faso reduces anemia, wasting, and diarrhea in children 3–12.9 months of age at baseline: a cluster-randomized controlled trial. *Journal of Nutrition*, 145(6): 1317–1324.
- Oteros-Rozas, E., Ontillera-Sánchez, R., Sanosa, P., Gómez-Baggethun, E., Reyes-García, V. & González José, A.** 2013. Traditional ecological knowledge among transhumant pastoralists in Mediterranean Spain. *Ecology and Society*, 18: 33. doi: 10.5751/ES-05597-180333.
- Ottersen, O.P., Dasgupta, J., Blouin, C., Buss, P., Chongsuvivatwong, V., Frenk, J., Fakuda-Parr, S. et al.** 2014. The political origins of health inequity: prospects for change. *Lancet*, 383(9917): 630–667. doi:10.1016/S0140-6736(13)62407-1.
- Owoputi, I., Booth, M., Luginaah, I., Nyantakyi-Frimpong, H., Shumba, L., Dakishoni, L., Lupafya, E. et al.** 2018. Farmer to farmer agroecological training and crop diversity improve children's intake of vitamin A rich foods and household food security in Malawi. Poster presentation at the *Agriculture, Nutrition and Health Academy Week*, Accra, Ghana, June 2018. https://cpb-us-e1.wpmucdn.com/blogs.cornell.edu/dist/2/5237/files/2018/07/SLM_ANH_v8-1fdp0.pdf
- Oyarzun, P.J., Borja, R.M., Sherwood, S. & Parra, V.** 2013. Making sense of agrobiodiversity, diet, and intensification of smallholder family farming in the Highland Andes of Ecuador. *Ecology of Food and Nutrition*, 52(6): 515–541.
- Pacher, M. & Puchta, H.** 2017. From classical mutagenesis to nuclease-based breeding - directing natural DNA repair for a natural end-product. *Plant Journal*, 90(4): 819–833.
- Padulosi, S., Mal, B., King, O., & Gotor, E.** 2015. Minor Millets as a Central Element for Sustainably Enhanced Incomes, Empowerment, and Nutrition in Rural India. *Sustainability*, 7(7), 8904–8933. <https://doi.org/10.3390/su7078904>
- Paez Valencia, A.M., & Crossland, M.** 2019. Understanding landscape options in Kenya: risks and opportunities for advancing gender equality. *Lessons for gender-responsive landscape restoration*, GLF Brief 8. https://www.globallandscapesforum.org/wp-content/uploads/2018/11/GLF-Brief-8_new1.pdf
- Pagella, T.F. & Sinclair, F.L.** 2014. Development and use of a new typology of mapping tools to assess their fitness for supporting management of ecosystem service provision. *Landscape Ecology*, 29(3): 383–99
- Palm, C.A., Gachengo, C.N., Delve, R.J., Cadisch, G. & Giller, K.E.** 2001. Organic inputs for soil fertility management in tropical agroecosystems: application of an organic resource database. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 83: 27–42.
- Pandey, V.L., Mahendra Dev, S. & Jayachandran, U.** 2016. Impact of agricultural interventions on the nutritional status in South Asia: a review. *Food Policy*, 62: 28–40. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2016.05.002>
- Pardey, P. & Beddow, J.** 2013. *Agricultural innovation: the United States in a changing global reality*. Chicago, USA, The Chicago Council on Global Affairs. https://www.thechicagocouncil.org/sites/default/files/Agricultural_Innovation_Final%281%29.pdf
- Patel, P. & Pavitt, K.** 1994. National innovation systems: why they are important and how they might be measured and compared. *Economics of Innovation and New Technology*, 3(1): 77–95.
- Pe'er, G., Dicks, L.V., Visconti, P., Arlettaz, R., Báldi, A., Benton, T.G., Collins, S. et al.** 2014. EU agricultural reform fails on biodiversity. *Science*, 344(6188): 1090–1092.
- Peeters, A. & Wezel, A.** 2017. Agroecological principles and practices for grass-based farming systems. In: A. Wezel, ed. *Agroecological practices for sustainable agriculture: principles, applications, and making the transition*, pp. 293–354. Hackensack, USA, World Scientific Publishing.
- Pellegrini, L. & Tasciotti, L.** 2014. Crop diversification, dietary diversity and agricultural income: empirical evidence from eight developing countries. *Canadian Journal of Development Studies/Revue canadienne d'études du développement*, 35: 211–227.
- Pellegrino, E., Bedini S., Nuti, M. & Ercoli, L.** 2018. Impact of genetically engineered maize on agronomic, environmental and toxicological traits: a meta-analysis of 21 years of field data. *Scientific Reports*, 8. <https://www.nature.com/articles/s41598-018-21284-2>

- People's Knowledge Editorial Collective** (Eds), 2017. *Everyday Experts: How people's knowledge can transform the food system. Reclaiming Diversity and Citizenship Series*. Coventry: Coventry University. Available at: www.coventry.ac.uk/everyday-experts
- Perez-Cassarino, J.** 2012. *A construção social de mecanismos alternativos de mercados no âmbito da Rede Ecológica de agroecologia*, PhD diss., Universidade Federal do Paraná. <http://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/27480> and the website: <https://www.ecovida.org.br>
- Pérez-Marin, A. M., Rogé, P., Altieri, M. A., Forer, L. F. U., Silveira, L., Oliveira, V. M., & Domingues-Leiva, B. E.** (2017). Agroecological and Social Transformations for Coexistence with Semi-Aridity in Brazil. *Sustainability*, 9(6), 990. <https://doi.org/10.3390/su9060990>
- Perfecto, I., Vandermeer, J. & Wright, A.** 2009. *Nature's matrix. Linking agriculture, conservation and food sovereignty*. London and New York, USA, Earthscan. 242 pp.
- Petersen, P. & Arbenz, M.** 2018. Scaling up agroecology to achieve the SDGs: a political matter. *Farming Matters*, 3/2018: 6–9. http://www.cultivatecollective.org/wp-content/uploads/2018/03/Farming_Matters_special_maart_2018_final.pdf
- Petkovic, K., Fox, E., García-Flores, R., Chandry, S., Sangwan, P., Sanguansri, P., Augustin, M.A.,** 2017 The food loss bank - A concept that could transform the food supply chain. *Food Australia* 69: 42–44.
- Petrie, H.G.** 1992. Interdisciplinarity education: are we faced with insurmountable opportunities. *Review of Research in Education*, 18: 299–333.
- Petrie, J.R., Shrestha, P., Belide, S., Kennedy, Y., Lester, G., Liu, Q., Divi, U.K. et al.** 2014. Metabolic engineering *Camelina sativa* with fish oil-like levels of DHA. *PLoS ONE*, 9(1): e85061.
- Phalan, B., Onial, M., Balmford, A. & Green, R.G.** 2011. Reconciling food production and biodiversity conservation: land sharing and land sparing compared. *Science*, 333: 1289–1291.
- Phalan, B.T.** 2018. What have we learned from the land sparing-sharing model? *Sustainability*, 10: 1760.
- Pimbert, M.P.** 2015. Agroecology as an alternative vision to conventional development and climate-smart agriculture. *Development*, 58(2–3): 286–298.
- Pimbert, M.P., ed.** 2018a. *Food sovereignty, agroecology and biocultural diversity. Constructing and contesting knowledge*. Abingdon, UK, and New York, USA, Routledge.
- Pimbert, M.P.** 2018b. Global status of agroecology, a perspective on current practices, potential and challenges. *Review of environment and development. Economic and Political Weekly*, 53(41): 52–57.
- Pimbert, M.P.** 2018c. Democratizing knowledge and ways of knowing for food sovereignty, agroecology and biocultural diversity. In: Pimbert, M.P (Ed) *Food Sovereignty, Agroecology and Biocultural Diversity. Constructing and contesting knowledge*. Routledge, London. pp. 259–321.
- Pimbert, M. & Lemke, S.** 2018. Food environments: using agroecology to enhance dietary diversity. In: *UNSCN Report 43: Addressing equity, equality and non-discrimination in the food system: pathways to reform*, pp. 33–42. New York, USA, United Nations System Standing Committee on Nutrition. <https://www.unscn.org/uploads/web/news/UNSCN-News43.pdf>
- Pimbert, M. & Moeller, N.** 2018. Absent agroecology aid: on UK agricultural development assistance since 2010. *Sustainability*, 10(2): 505. doi: 10.3390/su10020505.
- Pingali, P.** 2015. Agricultural policy and nutrition outcomes – getting beyond the preoccupation with staple grains. *Food Security*, 7(3): 583–591.
- Pingali, P.L.** 2012. Green Revolution: impacts, limits, and the path ahead. *PNAS*, 109(31): 12302–12308. <https://doi.org/10.1073/pnas.0912953109>
- Piowar, A.** 2018. *Opportunities and barriers to the development of Agriculture*. Double blind peer-reviewed proceedings part II. of the International Scientific Conference Hradec Economic Days, 8(2): 169–178.
- Pisa, L., Goulson, D., Yang, E.-C., Gibbons, D., Sánchez-Bayo, F., Mitchell, E., Aebi, A. et al.** 2017. An update of the Worldwide Integrated Assessment (WIA) on systemic insecticides. Part 2: impacts on organisms and ecosystems. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0341-3>
- Pitt, H. & Jones, M.** 2016. Scaling up and out as a pathway for food system transitions. *Sustainability*, 8(10): 1025. doi: 10.3390/su8101025.
- Ploeg, J.D. van der & Ventura, F.** 2014. Heterogeneity reconsidered. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 8: 23–28.
- Plourde, J.D., Pijanowski, B.C. & Pekin, B. K.** 2013. Evidence for increased monoculture cropping in the Central United States. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 165: 50–59. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.11.011>
- Poniso, L.C., M'Gonigle, L.K., Mace, K. C., Palomino, J., de Valpine, P. & Kremen, C.** 2015. Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. *Proceedings of the Royal Society, B*, 282. 20141396, doi:doi:10.1098/rspb.2014.1396.
- Possas, M.L., Salles, S. & de Silveira, J.M.** 1996. An evolutionary approach to technological innovation in agriculture: some preliminary remarks. *Research Policy*, 25: 933–945.
- Potts, S., Biesmeijer, K., Bommarco, R., Breeze, T., Carvalheiro, L., Franzén, M., González-Varo, J.P. et al.** 2015. *Status and trends of European pollinators. Key findings of the STEP project*. Sofia, Pensoft Publishers. 72 pp. <http://step-project.net/img/uplf/STEP%20brochure%20online-1.pdf>
- Poulton, C., Kydd, J. & Dorward, A.** 2006. *Increasing fertilizer use in Africa: what have we learned?* Agriculture and Rural Development Discussion Paper 25. Washington, DC, The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank.
- Poux, X. & Aubert, P.-M.** 2018. *An agro-ecological Europe: a desirable, credible option to address food and environmental challenges*. IDDRI Issue Brief No 10/18.

- https://www.iddri.org/sites/default/files/PDF/Publications/Catalogue%20iddri/D%C3%A9cryptage/201809-IB1018-TYFAEN_0.pdf
- Powell, B., Thilsted, S.H., Ickowitz, A., Termote, C., Sunderland, T. & Herforth, A.** 2015. Improving diets with wild and cultivated biodiversity from across the landscape. *Food Security*, 7(3): 535–554. <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0466-5>
- Power, A.G.** 2010. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Phil. Trans. R. Soc. B* 365, 2959–2971. doi:10.1098/rstb.2010.0143
- Pretty, J. & Bharucha, Z.P.** 2014. Sustainable intensification in agricultural systems. *Annals of Botany*, 114(8): 1571–1596.
- Pretty, J.N., Morison, J.I.L. & Hine, R.E.** 2003. Reducing food poverty by increasing agricultural sustainability in developing countries. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 95: 217–234. doi: 10.1016/S0167-8809(02)00087-7.
- Pretty, J.N., Noble, A.D., Bossio, D., Dixon, J., Hine, R.E., Penning de Vries, F.W.T. & Morison, J.I.L.** 2006. Resource-conserving agriculture increases yields in developing countries. *Environmental Science & Technology*, 40(4): 1114–1119.
- Pretty, J., Benton, T.G., Bharucha, Z.P., Dicks, L.V., Flora, C.B., Godfray, H.C.J., Goulson, D. et al.** 2018. Global assessment of agricultural system redesign for sustainable intensification. *Nature Sustainability*, 1: 441–446. doi:10.1038/s41893-018-0114-0
- Prieto, I., Violle, C., Barre, P., Durand, J.-L., Ghesquiere, M. & Litrico, I.** 2015. Complementary effects of species and genetic diversity on productivity and stability of sown grasslands. *Nature Plants*, 1: 15033.
- Pulselli, F.M., Moreno Pires, S., Galli, A.**, 2016. The Need for an Integrated Assessment Framework to Account for Humanity’s Pressure on the Earth System. In *The Safe Operating Space Treaty: A New Approach to Managing Our Use of the Earth System*. Magalhães, P., Steffen, W., Bosselmann, K., Aragão, A., Soromenho-Marques, V. (eds), pp. 213-245. Cambridge Scholars Publishing, Cambridge, UK. ISBN-13: 978-1-4438-8903-2.
- Qian, Y., Sun, J., Li, B., Peng, L., Sheng, Y. & Sheng, Q.** 2019. Development strategy and path of intelligent agriculture in China under big data environment. *Journal of Yunnan Agricultural University (Social Science)*, 13(1): 6–10.
- Quist, D., Heinemann, J.A., Myhre, A I., Aslaksen, J. & Funtowicz, S.** 2013. Hungry for innovation: from GM crops to agroecology. In: D. Gee, ed. *Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation*, pp. 490–517. Copenhagen, European Environment Agency.
- Quisumbing, A.R. & L. Smith.** 2007. Intrahousehold allocation, gender relations, and food security in developing countries. In: P. Pinstrup-Andersen & F. Cheng, eds. *Food policy for developing countries: case studies*. New York, USA, Cornell University
- Ranganathan, J. Raudsepp-Hearne, C., Lucas, N., Irwin, F., Zurek, M., Bennett, K., Ash, N. & West, P.** 2008. *Ecosystem Services: A Guide for Decision Makers*; World Resources Institute: Washington, DC, USA.
- Rao, S.** 2018. *Sweet success? Interrogating nutritionism in biofortified sweet potato promotion in Mwasonga, Tanzania*. PhD Dissertation. Ottawa. Carleton University. 274 pp.
- Rasmussen, L.V., Coolsaet, B., Martin, A., Mertz, O., Pascual, U., Corbera, E., Dawson, M., Fisher, J.A., Franks, P. & Ryan, C.M.** 2018. Social-ecological outcomes of agricultural intensification. *Nature Sustainability*, 1(6): 275–282. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0070-8>
- Rees, W.E. & Wackernagel, M.** 2013. The shoe fits, but the footprint is larger than Earth. *PLoS Biology*, 11(11): e1001701. doi:10.1371/journal.pbio.1001701.
- Reganold, J.P. & Wachter, J.M.** 2016. Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*, 2(2). 15221. <https://doi.org/10.1038/nplants.2015.221>
- Reichardt, M., Jürgens, C., Klöble, U., Hüter, J. & Moser, K.** 2009. Dissemination of precision farming in Germany: acceptance, adoption, obstacles, knowledge transfer and training activities. *Precision Agriculture*, 10: 525–545.
- Reijntjes, C., Haverkort, B. & Waters-Bayer, A.** 1992. *Farming for the future: an introduction to low-external-input and sustainable agriculture*. London, Macmillan Press.
- Renting, H.** 2017. Exploring urban agroecology as a framework for transitions to sustainable and equitable regional food systems. *Urban Agriculture*, 33: 11–12. http://www.ruaf.org/sites/default/files/RUAF-UAM%2033_WEB.pdf
- Rhodes, C.J.** 2013. Feeding and healing the world: through regenerative agriculture and permaculture. *Science Progress*, 95(4): 345–446. doi.org/10.3184/003685012X13504990668392.
- Ricciardi, V., Ramankutty, N., Mehrabi, Z., Jarvis, L. & Chookolingo, B.** 2018. How much of the world’s food do smallholders produce? *Global Food Security*, 17: 64–72.
- Richards, P.** 1985. *Indigenous agricultural revolution: ecology and food production in West Africa*. London, Hutchinson Education. 192 pp.
- Rivers, A., Barbercheck, M., Govaerts, B. & Verhulst, N.** 2016. Conservation agriculture affects arthropod community composition in a rainfed maize–wheat system in central Mexico. *Applied Soil Ecology*, 100: 81–90.
- Robbins, P.** 2004. *Political ecology: a critical introduction*. Oxford, UK, Blackwell Publishing.
- Robertson, M., Moore, A., Henry, D. & Barry, S.** 2018. *Digital agriculture: what’s all the fuss about*. <https://blog.csiro.au/digital-agriculture-whats-all-the-fuss-about/>
- Robertson, M.J., Preston, N.P. & Bonnett, G.D.** 2017. New technologies: costs and benefits for food production in contrasting agro ecological production systems. In: I. Gordon I., H. Prins & G. Squire, eds. *Food production and nature conservation: conflicts and solutions*. London, Routledge.

- Rocha, C.** 2009. Developments in national policies for food and nutrition security in Brazil. *Development Policy Review*, 27(1): 51–66.
- Rock, J.** 2019. “We are not starving”: challenging genetically modified seeds and development in Ghana. *Culture, Agriculture, Food and Environment*, 41(1): 15–23. doi:doi:10.1111/cuag.12147.
- Roesch-McNally, G.E., Arbuckle, J.G. & Tyndall, J.C.** 2018. Barriers to implementing climate resilient agricultural strategies: the case of crop diversification in the U.S. Corn Belt. *Global Environmental Change*, 48: 206–215. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.12.002>
- Rogers, E.M.** 1962. *Diffusion of innovations*, New York, The Free Press. 412pp.
- Rosset, P.M. & Altieri, M.** 2017. *Agroecology: science and politics*. Rugby, UK, Practical Action Publishing.
- Rosset, P.M. & Altieri, M.A.** 1997. Agroecology versus input substitution: a fundamental contradiction of sustainable agriculture. *Society & Natural Resources*, 10(3): 283–295.
- Rosset, P.M. & Martínez-Torres, M.E.** 2012. Rural social movements and agroecology: context, theory, and process. *Ecology and Society*, 17(3): 17.
- Rosset, P.M., Sosa, B.M., Jaime, A.M.R. & Lozano, D.R.A.** 2011. The *Campesino-to-Campesino* agroecology movement of ANAP in Cuba: social process methodology in the construction of sustainable peasant agriculture and food sovereignty. *The Journal of Peasant Studies*, 38(1): 161–191. doi:10.1080/03066150.2010.538584
- Royal Society.** 2009. *Reaping the benefits: science and the sustainable intensification of global agriculture*. London. 72 pp.
- Ruel, M.T., Quisumbing, A.R., & Balagamwala, M.** 2018. Nutrition-sensitive agriculture: What have we learned so far? *Global Food Security*, 17: 128–153. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.01.002>
- Russell, A.W., Wickson, F. & Carew, A.L.** 2008. Transdisciplinary: context, contradictions and capacity. *Futures*, 40(5): 460–472.
- Sabourin, E., Le Coq J.-F., Fréguin-Gresh S., Marzin J., Bonin M., Patrouilleau M. M., Vázquez L. & Niederle P.** 2018. Quelles politiques publiques d'appui à l'agroécologie en Amérique latine et dans les Caraïbes? *Perspective-Cirad*, 45: 1–4. <https://doi.org/10.19182/agritrop/00019>
- Sagar, N.A., Pareek, S., Sharma, S., Yahia, E.M., Lobo, M.G.** 2018. Fruit and Vegetable Waste: Bioactive Compounds, Their Extraction, and Possible Utilization. *Comprehensive Reviews In Food Science and Food Safety* 17(3): 512–531.
- Salsman, J. & Dellaire, G.** 2017. Precision genome editing in the CRISPR Era. *Biochemistry and Cell Biology*, 95(2): 187–201. <https://doi.org/10.1139/bcb-2016-0137>
- Sanchez-Bayo, F. & Wyckhuys, K.** 2019. Worldwide decline of the entomofauna: a review of its drivers. *Biological Conservation*, 232: 8–27.
- Sanderson Bellamy, A. & Ioris, A.** 2017. Addressing the knowledge gaps in agroecology and identifying guiding principles for transforming conventional agri-food systems. *Sustainability*, 9(3): 330.
- Saravanan, R. & Suchiradiptha, B.** 2017. Agricultural innovation systems: fostering convergence for extension. *MANAGE Bulletin 2*. Hyderabad, India, National Institute of Agricultural Extension Management.
- Sathirathai, S. & Barbier, E.B.** 2001. Valuing mangrove conservation in Southern Thailand, *Contemporary Economic Policy, Western Economic Association International*, 19(2): 109–122.
- Satzinger, F.R., Bezner Kerr, R. & Shumba, L.** 2009. Farmers integrate nutrition, social issues and agriculture through knowledge exchange in northern Malawi. *Ecology of Food and Nutrition*, 48(5): 369–382.
- Sauer, N.J., Mozoruk, J., Miller, R.B., Warburg, Z.I., Walker, K.A., Beetham, P.R., Schöpke, C.R. & Gocal, G.F.** 2016. Oligonucleotide-directed mutagenesis for precision gene editing. *Plant Biotechnology Journal*, 14(2): 496–502.
- Schanes, K., Dobernig, K., Gözet, B.** 2018. Food waste matters - A systematic review of household food waste practices and their policy implications. *Journal of Cleaner Production* 182: 978-991
- Scherr, S.J. & McNeely, J.A.** 2007. Biodiversity conservation and agricultural sustainability: towards a new paradigm of “ecoagriculture” landscapes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 363: 477–494. doi:10.1098/rstb.2007.2165
- Schimmelpfennig, D.** 2018. Cost production costs, profits, and ecosystem stewardship with precision agriculture. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 50(1): 81–103.
- Schnurr, M.A.** 2012. Inventing Makhathini: creating a prototype for the dissemination of genetically modified crops into Africa. *Geoforum*, 43(4): 784–792. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2012.01.005>
- Schot, J. & Steinmuller E.** 2016. *Framing innovation policy for transformative change: innovation policy 3.0*. Brighton, UK, Science Policy Research Unit, University of Sussex. Draft, 4/9/201
- Schot, J. & Steinmuller E.** 2016. *Framing innovation policy for transformative change: innovation policy 3.0*, Brighton: SPRU, Draft, 4/9/201
- Schumpeter, J.A.** 1934. *The theory of economic development: an inquiry into profits, capital, credit, interest and the business cycle*. Cambridge, USA, Harvard University Press.
- Schumpeter, J.A.** 1939. *Business cycles: a theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process*. New York, USA, McGraw-Hill.
- Schut, M., Kamanda, J., Gramzow, A., Dubois, T., Stoian, D., Andersson, J., Dror, I. et al.** 2018. Innovation platforms in agricultural research for development: ex-ante appraisal of the purposes and conditions under which innovation platforms can contribute to agricultural development outcomes. *Experimental Agriculture*, 55(4): 575–596.
- Scialabba, N.E. & Müller-Lindenlauf, M.** 2010. Organic agriculture and climate change. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 25(2): 158–169.

- Scoones, I., Newell, P. & Leach, M.** 2015. The politics of green transformations. In: I. Scoones, M. Leach & P. Newell, eds. *The politics of green transformations*, pp. 1–24. Abingdon, UK, and New York, USA, Routledge.
- Scott, S., Inbar, Y., & Rozin, P.** (2016). Evidence for absolute moral opposition to genetically modified food in the United States. *Perspectives on Psychological Science*, 11, 315–324.
- Scrase, F., Sinclair, F.L., Farrar, J., Pavinato, P. & Jones, D.L.** 2019. Mycorrhizas improve the absorption of non-available phosphorus by the green manure *Tithonia diversifolia* in poor soils. *Rhizosphere*, 9: 27–33.
- Secretariat of the CBD.** 2000. *Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity: text and annexes*. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
<https://www.cbd.int/doc/legal/cartagena-protocol-en.pdf>
- Sen, A.** 1981. *Poverty and famines: an essay on entitlement and deprivation*. Oxford, UK, Oxford University Press.
- Sheldon, K.** 1999. Machambas in the city: urban women and agricultural work in Mozambique. *Lusotopie*, 6: 121–140.
- Shepon, A., Henriksson, P.J.G. & Tong W.** 2018. Conceptualizing a sustainable food system in an automated world: toward a “eudaimonian” future. *Frontiers in Nutrition*, 5(104): 1–13. doi: 10.3389/fnut.2018.00104
- Shiming, L. & Gliessman, S.R.,** eds. 2016. *Agroecology in China*. New York, USA, CRC Press. 448 pp.
- Shiming, L.** 2016. Agroecology development in China. In: L. Shiming & S. Gliessman, ed. *Agroecology in China: science, practice, and sustainable management*, pp. 3–35. New York, USA, CRC Press.
- Shiming, L.** 2018. The Setting Up of Institution for the Eco-transition of Agriculture in China. *Democratic and Science*. (173) 4:15–17.
- Shively, G. & Sununtnasik, C.** 2015. Agricultural diversity and child stunting in Nepal. *The Journal of Development Studies*, 51(8): 1078–1096.
- Sibhatu, K.T. & Qaim, M.** 2018. Farm production diversity and dietary quality: linkages and measurement issues. *Food Security*, 10(1): 47–59. <https://doi.org/10.1007/s12571-017-0762-3>
- Sickles, R., & Zelenyuk, V.** 2019. *Measurement of Productivity and Efficiency: Theory and Practice*. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781139565981.
- Silici, L.** 2014. *Agroecology - what it is and what it has to offer*. London, IIED. 28 pp.
<http://pubs.iied.org/pdfs/14629IIED.pdf>
- Sills, D.L.** 1974. The environment movement and its critics. *Human Ecology*, 3(1): 1–41
- Sinclair, F.L.** (2017). Systems science at the scale of impact: reconciling bottom-up participation with the production of widely applicable research outputs. In: I. Oborn, B. Vanlauwe, M. Phillips, R. Thomas, W. Brooijmans, & K. Atta-Krah, eds. *Sustainable Intensification in Smallholder Agriculture: An Integrated Systems Research Approach*, 43–57. London: Earthscan.
- Sinclair, F. & Coe, R.** 2019. The options by context approach: a paradigm shift in agronomy. *Experimental Agriculture*, 55(S1): 1–13.
- Sinclair, F.L. & Joshi, L.** 2000. Taking local knowledge about trees seriously. In: A Lawrence, ed. *Forestry, forest users and research: new ways of learning*, pp. 45–61. Wageningen, Netherlands, European Tropical Forest Research Network.
- Sinclair, F.L. & Walker, D.H.** 1999. A utilitarian approach to the incorporation of local knowledge in agroforestry research and extension. In: L.E. Buck, J.P. Lassoie & E.C.M. Fernandes, eds. *Agroforestry in sustainable agricultural systems*, pp. 245–275. Boca Raton, USA, CRC Press.
- Sinclair, F., Wezel, A., Mbow, C., Robiglio, V., Harrison, R. and Chomba, C.** (2019). The contribution of agroecological approaches to realizing climate-resilient agriculture. Background Paper. Global Commission on Adaptation. Rotterdam.
- Singh, B.K., Trivedi, P., Singh, S., Macdonald, C.A. & Verma, J.P.** 2018. Emerging microbiome technologies for sustainable increase in farm productivity and environmental security. *Microbiology Australia*, 39(1): 17–23.
- Sisay, B., Simiyu, J., Malusi, P., Likhayo, P., Mendesil, E., Elibariki, N., Wakgari, M., Ayalew, G. & Tefera, T.** 2018. First report of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), natural enemies from Africa. *Journal of Applied Entomology*, 142(8): 800–804.
- Smith Dumont, E., Gnahou, G.M., Ohouo, L., Sinclair, F.L. & Vaast, P.** 2014. Farmers in Côte d'Ivoire value integrating tree diversity in cocoa for the provision of ecosystem services. *Agroforestry Systems*, 88(6): 1047–1066.
- Smith, A. & Stirling, A.** 2010. The politics of social-ecological resilience and sustainable socio-technical transition. *Ecology and Society*, 15(1): 11.
- Smith, A., Voss, J.P. & Grin, J.** 2010. Innovation studies and sustainability transitions: the allure of the multi-level perspective and its challenges. *Research Policy*, 39(4): 435–448.
- Smith, L.C. & Haddad, L.** 2015. Reducing child undernutrition: past drivers and priorities for the post-MDG era. *World Development*, 68: 180–204.
- Smith, R.G. & Mortenson, D.** 2017. A disturbance-based framework for understanding weed community assembly in agroecosystems: challenges and opportunities for agroecological weed management. In: A. Wezel, ed. *Agroecological practices for sustainable agriculture: principles, applications, and making the transition*, pp. 127–154. Hackensack, USA, World Scientific.
- Smits, R.** 2002. Innovation studies in the 21st century: questions from a user's perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 69(9): 861–883.
- Snapp, S.S. & Pound, B. eds.** 2017. *Agricultural systems: agroecology and rural development*. 2nd edition. Burlington, USA, Elsevier.
- Snapp, S.S., Blackie, M.J., Gilbert, R.A., Bezner Kerr, R. & Kanyama-Phiri, G.Y.** 2010. Biodiversity can support a greener revolution in Africa. *PNAS*, 107(48): 20840–20845 doi:10.1073/pnas.1007199107.

- Snapp, S.S., Mafongoya, P.L. & Waddington, S.** 1998. Organic matter technologies for integrated nutrient management in smallholder cropping systems of southern Africa. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 71(1–3): 185–200. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(98\)00140-6](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(98)00140-6)
- Sommer, R., Bossio, D., Desta, L., Dimes, J., Kihara, J., Koala, S., Mango, N., Rodriguez, C., Thierfelder, C. & Winowiecki, L.** 2013. *Profitable and sustainable nutrient management systems for East and Southern African smallholder farming systems – challenges and opportunities. A synthesis of the Eastern and Southern African situation in terms of past, experiences, present and future opportunities in promoting nutrient use in Africa.* CIAT/The University of Queensland/QAAFI/CIMMYT. <https://repository.cimmyt.org/handle/10883/4035>
- Sorensen, N.N., Lassen, A.D., Loje, H. & Tetens, I.** 2015. The Danish Organic Action Plan 2020: Assessment method and baseline status of organic procurement in public kitchens. *Public Health Nutrition*, 18(13): 2350–2357. <http://doi.org/10.1017/S1368980015001421>
- Sourisseau, J-M.** ed 2014 *Family farming and the worlds to come.* Springer.
- Spaargaren, G.** 2011. Theories of practice: agency, technology and culture: exploring the relevance of practice theories for the governance of sustainable consumption practices in the new world-order. *Global Environmental Change* 21(3): 813–822.
- Spedding, C.R.W.** 1996. *Agriculture and the citizen.* London, Chapman and Hall. 282 pp.
- Spielman, D. J.** 2007. Pro-poor agricultural biotechnology: can the international research system deliver the goods? *Food Policy*, 32, 189–204.
- Springmann, M., Godfray, H.C., Rayner, M. & Scarborough, P.** 2016. Analysis and valuation of the health and climate change cobenefits of dietary change. *Proc Natl Acad Sci USA*, 113: 4146–4151.
- Springmann, M., Clark, M., Mason-D’Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B.L., Lassaletta, L., de Vries, W. et al.** 2018. Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, 562(7728): 519–525. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0>
- St-Louis, M., Schlickerieder, J. & Bernoux, M.** 2018. *The Koronivia Joint Work on Agriculture and the convention bodies: an overview.* Rome, FAO. 19 pp.
- Stassart, P.M., Baret, P.V., Grégoire, J.C., Hance, T., Mormont, M., Reheul, D., Stilmant, D., Vanloqueren, G. & Visser, M.** 2012. L’agroécologie: trajectoire et potentiel. Pour une transition vers des systèmes alimentaires durables. In: D. Van Dam, M. Streith, J. Nizet & P.M. Stassart, eds. *Agroécologie, entre pratiques et sciences sociales*, pp. 27–51. Dijon, France, Educagri.
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S.E., Fetzer, I., Bennett, E.M., Biggs, R. et al.** 2015. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223): 1259855. <doi:10.1126/science.1259855>
- Stone, G.D. & Glover, D.** 2017. Disembedding grain: Golden Rice, the Green Revolution, and heirloom seeds in the Philippines. *Agriculture and Human Values*, 34 1): 87–102. <https://doi.org/10.1007/s10460-016-9696-1>
- Stone, G.D.** 2011. Field versus farm in Warangal: Bt cotton, higher yields, and larger questions. *World Development*, 39(3): 387–398.
- Struik, P.C., Klerkx, L., van Huis, A. & Röling, N.G.,** 2014. Institutional change towards sustainable agriculture in West Africa. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 12(3): 203–213.
- Sukhdev, P.P., May, P. & Müller, A.** 2016. Fixing food metrics. *Nature*, 540(7631): 33–34.
- Sutton, M.A., Oenema, O., Erisman, J.W., Leip, A., van Grinsven, H. & Winiwarter, W.** 2011. Too much of a good thing. *Nature*, 472(7342): 159–161. <http://dx.doi.org/10.1038/472159a>
- Swaney, D.P., Hong, B., Ti, C., Howarth, R.W. & Humborg, C.** 2012. Net anthropogenic nitrogen inputs to watersheds and riverine N export to coastal waters: a brief overview. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4(2): 203–211. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2012.03.004>
- sWezel, A. & David, C.** 2012. Agroecology and the food system. In: E. Lichtfouse, ed. *Agroecology and strategies for climate change*, pp 17–34. Sustainable Agriculture Reviews, 8. Dordrecht, Netherlands, Springer.
- Synder, C.S., Bruulsema, T.W., Jensen, T.L. & Fixen, P.** 2009. Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 133(3–4): 247–266. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2009.04.021>
- Talukder, A., Kiess, L., Huq, N., Pee, S. de, Darnton-Hill, I. & Bloem, M.W.** 2000. Increasing the production and consumption of Vitamin A-rich fruits and vegetables: lessons learned in taking the Bangladesh homestead gardening programme to a national scale. *Food and Nutrition Bulletin*, 21(2): 165–172.
- Tamirat, T.W., Pedersen, S.M. & Lind, K.M.** 2018. Farm and operator characteristics affecting adoption of precision agriculture in Denmark and Germany. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B. Soil & Plant Sci.*, 68(4): 349–357. doi:10.1080/09064710.2017.140 2949.
- Tan, S. & Chen, W.** 2018. How to build consumers’ trust in community supported agriculture – the case of four seasons share organic farm in Huizhou, Guangdong Province. *China Agricultural University Journal of Social Sciences Edition*, 35(4): 103–116.
- Tansley, A.G.** 1935. The use and abuse of vegetational terms and concepts. *Ecology*, 16(3): 284–307. <doi:10.2307/1930070>
- TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity).** 2018. *TEEB for agriculture & food: scientific and economic foundations.* Geneva, Switzerland, UN Environment.
- TEEB.** 2010. *The economics of ecosystems and biodiversity: ecological and economic foundations.* P. Kumar, ed. London, Earthscan. 456 pp.
- Tengö, M., Brondizio, E.S., Elmqvist, T., Malmer, P. & Spierenburg, M.** 2014. Connecting diverse knowledge systems for enhanced ecosystem governance: the multiple evidence base approach. *AMBIO*, 43(5): 579–591.

- Thaler, R. & Sunstein, C. 2009. *Nudge – Improving decisions about health, wealth and happiness*. London, Penguin.
- Thierfelder, C., Niassy, S., Midega, C., Sevgan, S., van den Burg, J., Prasanna, B.M., Baudron, F. & Harrison, R.D. 2018. Low-cost agronomic practices and landscape management approaches to control FAW. In: B.M. Prasanna, J.E. Huesing, R. Eddy & V.M. Peschke, eds. *Fall armyworm in Africa: a guide for integrated pest management*, pp. 89–96. Mexico, CDMX: CIMMYT.
- Thompson, J. & Scoones, I. 2009. Addressing the dynamics of agri-food systems: an emerging agenda for social science research. *Environmental Science and Policy*, 12(4): 386–397.
- Thorne, P.J., Subba, D.B., Walker, D.H., Thapa, B., Wood, C.D. & Sinclair, F.L. 1999. The basis of indigenous knowledge of tree fodder quality and its implications for improving the use of tree fodder in developing countries. *Animal Feed Science and Technology*, 81(1–2): 119–131
- Tietz, A., Forstner, B. & Weingarten, P. 2013. Non-agricultural and supra-regional investors on the German agricultural land market: an empirical analysis of their significance and impacts. *German Journal of Agricultural Economics*, 62(2): 86–98.
- Tilman, D. & Clark, M. 2014. Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*, 515: 518–522.
- Timmermann, C. & Félix, G.F. 2015. Agroecology as a vehicle for contributive justice. *Agriculture and Human Values*, 32(3): 523–538. <https://doi.org/10.1007/s10460-014-9581-8>
- Tischler, W. 1965. *Agrarökologie*. Jena, Germany, Gustav Fischer Verlag. 499 pp.
- Tittonell, P., Zingore, S., van Wijk, M.T., Corbeels, M. & Giller, K. E. 2007. Nutrient use efficiencies and crop responses to N, P and manure applications in Zimbabwean soils: exploring management strategies across soil fertility gradients. *Field Crops Research*, 100(2–3): 348–368. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2006.09.003>
- Tiwari, T.P., Virk, D.S. & Sinclair, F.L. 2009. Rapid gains in yield and adoption of new maize varieties for complex hillside environments through farmer participation. I. Improving options through participatory varietal selection (PVS). *Field Crops Research*, 111: 137–143.
- Toledo, V.M. & Barrera-Bassols, N. 2017. Political agroecology in Mexico: a path toward sustainability. *Sustainability*, 9(2): 268. doi:10.3390/su9020268
- Torres, B., Vasco, C., Günter, S. & Knoke, T. 2018. Determinants of agricultural diversification in a hotspot area: evidence from colonist and indigenous communities in the Sumaco Biosphere Reserve, Ecuadorian Amazon. *Sustainability*, 10: 1432.
- Traore, M., Thompson, B. & Thomas, G. 2012. *Sustainable nutrition security. Restoring the bridge between agriculture and health*. Rome, FAO.
- Traore, M., Thompson, B. & Thomas, G. 2012. *Sustainable nutrition security. Restoring the bridge between agriculture and health*. Rome, FAO.
- Trouche, G., Vom Brocke, K., Temple, L. & Guillet, M. 2016. *Analyse de l'impact des programmes de sélection participative du sorgho conduits au Burkina Faso de 1995 à 2015*. Rapport final validé par le chantier ImpresS. Montpellier, France, CIRAD. 205 p . <http://agritrop.cirad.fr/5809>
- Tucker, G.M. & Heath, M.F. 1994. *Birds in Europe. Their conservation status*. Birdlife Conservation Series No. 3. Cambridge, UK, Birdlife International.
- Twomlow, S., Rohrbach, D., Dimes, J., Rusike, J., Mupangwa, W., Ncube, B., Hove, L., Moyo, M., Mashingaidze, N. & Mahposa, P. 2010. Micro-dosing as a pathway to Africa's Green Revolution: evidence from broad-scale on-farm trials. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 88: 3–15.
- UN (United Nations). 1966. International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights. <http://www.ohchr.org/EN/ProfessionalInterest/Pages/CESCR.aspx>
- UN. 2015. *Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development*. A/RES/70/1. New York, USA. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>
- UN. 2015. *Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development*. A/RES/70/1. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>
- UNCESCR (UN Committee on Economic, Social and Cultural Rights). 1999. General Comment No. 12, on the Right to Adequate Food. UN doc. E/C/12/1999/5. <http://www.ohchr.org/EN/Issues/Food/Pages/FoodIndex.aspx>
- UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development). 2002. *Escaping the poverty trap. The least developed countries report*. New York, USA, United Nations.
- UNCTAD. 2013. *Commodities and development report: perennial problems, new challenges and evolving perspectives*. UNCTAD/SUC/2011/9. <https://unctad.org/en/pages/PublicationWebflyer.aspx?publicationid=503>
- UNGA (United Nations General Assembly). 2014. *Final report: the transformative potential of the right to food*. Report of the Special Rapporteur on the right to food, Olivier De Schutter, A/HRC/25/57. New York, USA. www.srfood.org/images/stories/pdf/officialreports/20140310_finalreport_en.pdf
- UNGA. 2018. *United Nations Declaration on the Rights of Peasants and Other People Working in Rural Areas*. Resolution adopted by the General Assembly on 17 December 2018, A/RES/73/165. New York, USA. <https://undocs.org/en/A/RES/73/165>
- USDA (United States Department of Agriculture). 2015. *Crop production practices for corn*. Washington, DC.
- Vagen, T-G, Winowiecki, L.A., Neely, C., Chesterman, S. and Bourne, M. (2018). Spatial assessments of soil organic carbon for stakeholder decision making – a case study from Kenya. *Soil*, 4: 259-266. <https://doi.org/10.5194/soil-4-259-2018>

- Valin, H., Sands, R.D., van der Mensbrugge, D., Nelson, G.C., Ahammad, H., Blanc, E., Bodirsky, B. et al.** 2014. The future of food demand: understanding differences in global economic models. *Agricultural Economics*, 45(1): 51–67.
- van der Veen, M.** 2010. Agricultural innovation: invention and adoption or change and adaptation? *World Archaeology*, 42(1): 1–12.
- van Etten, J., Beza, E., Calderer, L., van Duijvendijk, K., Fadda, C., Fantahun, B., Kidane, Y.G. et al.** 2019. First experiences with a novel farmer citizen science approach: crowdsourcing participatory variety selection through on-farm triadic comparisons of technologies. *Experimental Agriculture*, 55(S1): 275–296.
- van Huis, A. & Meerman, F.** 1997. Can we make IPM work for resource-poor farmers in sub-Saharan Africa? *International Journal of Pest Management*, 43(4): 313–320.
- van Huis, A.** 1981. *Integrated pest management in the small farmer's maize crop in Nicaragua*. PhD Thesis. Wageningen University.
- van Ittersum, M.K., van Bussel, L.G.J., Wolf, J., Grassini, P., van Wart, J., Guilpart, N., Claessens, L. et al.** 2016. Can sub-Saharan Africa feed itself? *PNAS*, 113(52): 14964–14969. https://www.klv.nl/media/uploads/van_ittersum.pdf
- Van Meensel, J., Lauwers, L., Kempen, I., Dessein, J. & van Huylenbroeck, G.** 2012. Effect of a participatory approach on the successful development of agricultural decision support systems: The case of Pigs2win. *Decision Support Systems*, 54(1): 164–172.
- van Noordwijk, M., Namirembe, S., Catacutan, D., Williamson, D. & Gebrekirstos A.** 2014. Pricing rainbow, green, blue and grey water: tree cover and geopolitics of climatic teleconnections. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 6: 41–47.
- van Noordwijk, M., Duguma, L. A., Dewi, S., Leimona, B., Catacutan, D. C., Lusiana, B., ... Minang, P. A. (2018). SDG synergy between agriculture and forestry in the food, energy, water and income nexus: reinventing agroforestry? *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 34, 33–42. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2018.09.003>
- Vandermeer, J. & Perfecto, I.** 2013. Complex traditions: intersecting theoretical frameworks in agroecological research. *Journal of Sustainable Agriculture*, 37(1): 76–89. <https://doi.org/10.1080/10440046.2012.717904>
- Vanloqueren, G. & Baret, P.V.** 2009. How agricultural research systems shape a technological regime that develops genetic engineering but locks out agroecological innovations. *Research Policy*, 38(6): 971–983. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2009.02.008>
- Varghese, S. & Hansen-Kuhn, K.** 2013. *Scaling up agroecology*. IATP. https://www.iatp.org/sites/default/files/2013_10_09_ScalingUpAgroecology_SV_0.pdf
- Vijayalakshmi, K. & Thooyavathy, R.A.** 2012. Nutritional and health security through integrated gardens for women's empowerment: the CIKS experience. *Universitas Forum*, 3(1).
- Von Braun, J. & Birner, R.** 2017. Designing global governance for agricultural development and food and nutrition security. *Rev. Dev. Econ.*, 21: 265–284. doi:[10.1111/rode.12261](https://doi.org/10.1111/rode.12261)
- von Hippel, E.** 2004. *Democratizing innovation*. Cambridge, USA, MIT Press.
- von Schomberg R., ed.** 2011. *Towards responsible research and innovation in the information and communication technologies and security technologies fields*. Luxembourg, Publications Office of the European Union. doi: 10.2777/58723 <https://philpapers.org/archive/VONTRR.pdf>
- Wackernagel, M. & Rees, W.** 1996. *Our ecological footprint: reducing human impact on the Earth*. Philadelphia, USA, New Society Publishers. 160 pp.
- Wackernagel, M. et al.** 2014. "Chapter 24: Ecological footprint accounts: from research question to application," in *Handbook of Sustainable Development: Second Revised Edition*, eds G. Atkinson, S. Dietz, E. Neumayer, and M. Agarwala (Cheltenham: Edward Elgar Publishing), 371–396.
- Waddington, S. ed.** 2003. *Grain legumes and green manures for soil fertility in Southern Africa: taking stock of progress*. Proceedings of a Conference held 8–11 October, 2002 at the Leopard Rock Hotel, Vumba, Zimbabwe. Harare, Soil Fert Net and CIMMYT-Zimbabwe.
- Watts, M. & Williamson, S.** 2015. *Replacing chemicals with biology: phasing out highly hazardous pesticides with agroecology*. Penang, Malaysia, PAN Asia Pacific. 208 pp.
- Wezel, A. & Silva, E.** 2017. Agroecology and agroecological cropping practices. In: A. Wezel, ed. *Agroecological practices for sustainable agriculture: principles, applications, and making the transition*, pp. 19–51. Hackensack, USA, World Scientific Publishing.
- Wezel, A. & Soldat, V.** 2009. A quantitative and qualitative historical analysis of the discipline of agroecology. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 7(1): 3–18.
- Wezel, A.** 2017. *Agroecological practices for sustainable agriculture: principles, applications, and making the transition*. Hackensack, USA, World Scientific Publishing. 485 pp.
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D. & David, C.** 2009. Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(4): 503–515.
- Wezel, A., Casagrande, M., Celette, F., Vian, J.F., Ferrer, A. & Peigné, J.** 2014. Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(1): 1–20.
- Wezel, A., Fleury, Ph., David, C. & Mundler, P.** 2015. The food system approach in agroecology supported by natural and social sciences: topics, concepts, applications. In: N. Benkeblia, ed. *Agroecology, ecosystems and sustainability*, pp. 181–199. Boca Raton, USA, CRC Press.
- Wezel, A., Goette, J., Lagneaux, E., Passuello, G., Reisman, E., Rodier, C., & Turpin, G.** 2018b. Agroecology in Europe: research, education, collective action networks, and alternative food systems. *Sustainability*, 10(4), 1214. doi:10.3390/su10041214.

- Wezel, A., Goris, M., Bruil, J., Félix, G.F., Peeters, A., Bàrberi, P., Bellon, S. & Migliorini, P. 2018a. Challenges and actions points to amplify agroecology in Europe. *Sustainability* 10(5): 1598. <https://doi.org/10.3390/su10051598>
- White, A., Gallegos, D. & Hundloe, T. 2011. The impact of fresh produce specifications on the Australian food and nutrition system: a case study of the north Queensland banana industry. *Public Health Nutrition*, 14(8): 1489–1495.
- WHO (World Health Organization). *Food safety website*. https://www.who.int/foodsafety/areas_work/food-technology/faq-genetically-modified-food/en/
- Wibbelmann, M., Schmutz, U., Wright, J., Udall, D., Rayns, F., Kneafsey, M., Trenchard, L., Bennett, J. & Lennartsson, M. 2013. *Mainstreaming agroecology: implications for global food and farming systems*. Centre for Agroecology and Food Security Discussion Paper. Coventry, UK, Centre for Agroecology and Food Security.
- Wiedmann, T. & Barrett, J. 2010. A Review of the Ecological Footprint Indicator—Perceptions and Methods, *Sustainability*, 2: 1645–1693. <https://www.mdpi.com/2071-1050/2/6/1645/pdf>
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T. *et al.* 2019. Food in the anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet Commissions*, 393(10170): 447–492. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
- Williams, D.R., Alvarado, F., Green, R.E., Manica, A., Phalan, B. & Balmford, A. 2017. Land-use strategies to balance livestock production, biodiversity conservation and carbon storage in Yucatan, Mexico. *Global Change Biology*, 23: 5260–5272.
- Wiskerke, J.S.C. & van der Ploeg, J.D., eds. 2004. *Seeds of transition: essays on novelty production, niches and regimes in agriculture*. Assen, Netherlands, Van Gorcum.
- Wittman, H. & Blesh, J. 2017. Food sovereignty and *Fome Zero*: connecting public food procurement programmes to sustainable rural development in Brazil. *Journal of Agrarian Change*, 17(1): 81–105.
- Wittman, H., & Blesh, J. 2017. Food sovereignty and *Fome Zero*: connecting public food procurement programmes to sustainable rural development in Brazil. *Journal of Agrarian Change*, 17(1): 81–105. <https://doi.org/10.1111/joac.12131>
- World Bank. 2006. *Repositioning nutrition as central to development: a strategy for large-scale action*. Washington, DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/7409>
- World Bank. 2007a. *Enhancing agricultural innovation: how to go beyond the strengthening of research systems*. Washington DC.
- World Bank. 2007b. *World Development Report 2008: Agriculture for development*. Washington, DC.
- World Bank. 2010. *Innovation policy: a guide for developing countries*. Washington, DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2460>
- World Bank. 2012. *Agricultural innovation systems: an investment sourcebook: Main report*. Agricultural and rural development (ARD) case study. Washington, DC. 660 pp.
- World Bank. 2018. *The World Bank Open Data*. <https://data.worldbank.org/>
- WSFS (World Summit on Food Security). 2009. *Declaration of the World Summit on Food Security*. Rome, 16–18 November 2009. WSFS 2009/2. http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/Summit/Docs/Final_Declaration/WSFS09_Declaration.pdf
- Wyckhuys, K.A.G. & O’Neil, R.J. 2007. Local agro-ecological knowledge and its relationship to farmers’ pest management decision making in rural Honduras. *Agriculture and Human Values*, 24(3): 307–321.
- Wyckhuys, K.A.G., Zhang, W., Prager, S.D., Kramer, D.B., Delaquis, E., Gonzalez, C.E. & van der Werf, W. 2018. Biological control of an invasive pest eases pressures on global commodity markets. *Environmental Research Letters*, 13(9).
- Wyckhuys, K.A.G. & O’Neil, R.J. 2010. Social and ecological facets of pest management in Honduran subsistence agriculture: implications for IPM extension and natural resource management. *Environment, Development and Sustainability*, 12(3), 297–311.
- Wyckoff, A. 2016. *Measuring science, technology and innovation*. Paris, OECD. 40 pp. <https://www.oecd.org/sti/STI-Stats-Brochure.pdf>
- Xin, C. & Liangliang, H. 2018. Rice-fish co-culture system. In: L. Shiming, ed. *Agroecological rice production in China: restoring biodiversity interaction*, pp. 47–62. Rome, FAO.
- Yanfang, F., Foden, J.A., Khayter, C., Maeder, M.M., Reyon, D., Joung, J.K. & Sander, J.D. 2013. High-frequency off-target mutagenesis induced by CRISPR-Cas nucleases in human cells. *Nature Biotechnology*, 31(9): 822–826. <https://doi.org/10.1038/nbt.2623>.
- Yang L., Liu, M., Lun, F., Min, Q., Zhang, C. & Li, H. 2018. Livelihood assets and strategies among rural households: comparative analysis of rice and dryland terrace systems in China. *Sustainability*, 10(7): 2525.
- Yin, K.Q., Gao, C.X. & Qiu, J.L. 2017. Progress and prospects in plant genome editing. *Nature Plants*, 3(8): 17107.
- Zeza, A. & Tasciotti, L. 2010. Urban agriculture, poverty, and food security: Empirical evidence from a sample of developing countries. *Food Policy*, 35(4): 265–273.
- Zhang Y., Min, Q., Li, H., He, L., Zhang, C. & Yang, L. 2017. A conservation approach of Globally Important Agricultural Heritage Systems (GIAHS): improving traditional agricultural patterns and promoting scale-production. *Sustainability*, 9(2): 295.
- Zhou, X., Helmers, M.J., Asbjornsen, H., Kolka, R., Tomer, M.D. & Cruse, R.M. 2014. Nutrient removal by prairie filter strips in agricultural landscapes. *Journal of Soil and Water Conservation*, 69: 54–64.

ANNEXES

A1 Approches novatrices vers des systèmes alimentaires au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition

La présente annexe expose succinctement chacune des approches retenues dont il est fait mention au chapitre 2. Elle a pour but de fournir les éléments de base utiles à la compréhension des points forts et des caractéristiques saillantes que chacune possède en propre et qui sont susceptibles de servir d'exemples à d'autres approches. Au plan théorique comme dans la pratique, un large éventail d'approches revendiquent d'œuvrer à divers aspects de la sécurité alimentaire et de la nutrition (HLPE, 2016), en montrant de nombreux chevauchements. Il n'y a pas d'initiative qui à elle seule traite tous les aspects des transitions potentielles vers des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition, et celles qui sont présentées ici ne le sont nullement en vue de leur mise en concurrence comme s'il s'agissait de «marques commerciales». On estime plutôt qu'un dialogue entre ces approches peut induire un apprentissage croisé qui permet à chacune de devenir plus solide et plus exhaustive. En ce sens, nous ne produisons aucune typologie hiérarchisée ni aucun classement.

Les approches peuvent être très hétérogènes, en traitant différents aspects de la filière alimentaire et en intégrant divers points de vue sur la manière de concrétiser au mieux des systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition. Dans le but d'en dresser l'inventaire, on a d'abord constitué une liste des approches à l'innovation qui sont promues largement pour renforcer la sécurité alimentaire et la nutrition. Cette liste a ensuite été affinée plusieurs fois, en fusionnant les approches présentant des similitudes en nombre suffisant (comme l'intensification durable, qui englobe l'agriculture de conservation) et en scindant celles dans lesquelles apparaissaient des dissemblances.

Une catégorie d'approches fondées sur les droits a été créée, car en se donnant les droits comme point de départ, on ne peut manquer d'aboutir à des résultats qui se démarquent de ceux que produisent d'autres approches (Wittman, 2011).

D'autre part, au regard de l'importance décisive sur le plan transversal que revêt la réduction du gaspillage et des pertes d'aliments, on a exposé dans leurs grandes lignes les dimensions des initiatives qui portent sur cette problématique au chapitre 4, en conséquence ces dimensions n'entrent pas dans le sujet de la présente annexe.

A. Approches fondées sur les droits, englobant la souveraineté alimentaire, l'autonomisation des femmes et le droit à l'alimentation

Plusieurs approches qui concernent la sécurité alimentaire et la nutrition peuvent être subsumées sous le qualificatif *d'approches fondées sur les droits*. Ces approches s'intéressent aux droits politiques, sociaux, économiques et culturels, dont la souveraineté alimentaire, le droit à l'alimentation, la justice alimentaire et l'autonomisation des femmes, qui sont considérés comme des domaines incontournables dans la concrétisation de systèmes alimentaires durables au service de la sécurité alimentaire et la nutrition.

Souveraineté alimentaire

La souveraineté alimentaire, terme dont l'usage a été inauguré en 1996 au Sommet mondial des Nations Unies sur l'alimentation, et que l'on doit à des mouvements sociaux emmenés par des petits producteurs constituant La Via Campesina⁵⁵ (LVC), est un concept large centré sur les droits des peuples à exercer leur contrôle sur les acteurs de la production alimentaire, les modalités de cette dernière et la nature des aliments produits. Les éléments essentiels du cadre que constitue la souveraineté alimentaire sont: des relations commerciales plus équitables; une réforme agraire; la protection des droits de propriété intellectuelle et des droits fonciers autochtones; des pratiques de production agroécologiques; et l'équité entre les sexes (Wittman, 2011). Le concept de souveraineté alimentaire vise à rendre les dispositifs de commerce et de marché transparents, démocratiques et

⁵⁵ La Via Campesina est un mouvement international qui coordonne des organisations paysannes de tailles petite et moyenne, des ouvriers agricoles, des femmes rurales, et des communautés autochtones et noires d'Asie, d'Afrique, d'Amérique et d'Europe. Une des principales politiques de La Via Campesina est la défense de la souveraineté alimentaire.

équitable (Windfuhr et Jonsén, 2005; Fairbairn, 2012). L'idée de souveraineté alimentaire privilégie la participation des populations à la définition des politiques agraires, et reconnaît le rôle fondamental que jouent les paysannes dans la production agricole et tous les aspects de l'alimentation (Burity *et al.*, 2010). La souveraineté alimentaire comporte de nombreux thèmes et approches en commun avec le droit à l'alimentation, en faisant de celui-ci un droit humain rattaché au droit de choisir comment et par qui les aliments sont produits (Wittman, 2011). Les innovations de la souveraineté alimentaire sont le plus souvent le fruit d'un processus d'origine locale, développé à travers le plaidoyer de mouvements sociaux, et ayant des populations locales pour bénéficiaires explicites.

Principes de souveraineté alimentaire Le corps originel des principes de souveraineté alimentaire se composait des sept principes suivants: i) le droit à l'alimentation comme droit humain fondamental; ii) la nécessité d'une réforme agraire; iii) la protection des ressources naturelles; iv) la réorganisation du commerce des denrées alimentaires dans l'intérêt des productions locales; v) une moindre concentration des pouvoirs entre les mains de sociétés multinationales; vi) œuvrer à la paix; vii) augmenter le contrôle démocratique du système alimentaire (La Via Campesina, 1996).

Autonomisation des femmes

L'inégalité entre les sexes est répandue par maints aspects: les hommes exercent une plus grande maîtrise sur les ressources; disposent de droits en matière sexuelle; se voient attribuer des postes d'autorité et dominent les processus politiques; et, dans de nombreuses cultures, la masculinité est considérée comme supérieure (Lorber, 2005). L'autonomisation des femmes représente un moyen de s'attaquer à ces inégalités. Il s'agit d'un concept multidimensionnel, englobant des aspects sociaux, économiques, psychologiques et politiques qui ont trait au statut, à l'agencéité et à l'autonomie des femmes (Pratley, 2016). Une définition courante en est proposée comme suit par Kabeer (1999):

le processus par lequel celles à qui on a nié la capacité de faire des choix de vie stratégiques acquièrent cette capacité.

Le terme *intersectionnalité* est utile pour aborder l'autonomisation des femmes, car il fait référence aux multiples façons dont l'appartenance ethnique, la sexualité, la classe sociale, le sexe et d'autres catégories de différences peuvent être utilisées pour instaurer de multiples formes d'inégalités aux niveaux individuel, social et institutionnel (Davis, 2008).

La mesure de l'équité entre les sexes et celle du concept connexe d'autonomisation des femmes sont de nature complexe et multidimensionnelle (Kabeer, 1999). Il n'existe pas de moyen de mesure universellement accepté, sachant la variabilité de la dynamique hommes-femmes, la nature multidimensionnelle des relations hommes-femmes et des contextes socioculturels dans le monde (Hawken et Munck, 2013; Ibrahim et Alkire, 2007). Néanmoins, de nombreux moyens de mesures ont été mis au point pour juger de l'équité entre les sexes et déterminer le degré d'autonomisation des femmes (Hawken et Munck, 2013). Le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) a élaboré l'indice sur le développement par sexe (IDG), axé sur les inégalités entre les sexes qui conditionnent les capacités humaines en matière d'éducation, de santé et de résultats économiques; cependant, cet indicateur laisse de côté plusieurs problèmes d'équité relatifs au développement durable, dont l'usage que font les individus de leur temps, la participation politique et les institutions sociales (PNUD, 1995; Fukada-Parr, 2003). Il existe aussi un Indice d'équité entre les sexes (GEI) qui retient trois domaines: i) les différences hommes-femmes en matière de revenu et d'emploi; ii) leur degré d'instruction; et iii) les disparités hommes-femmes dans la représentation nationale et chez les détenteurs de postes de responsabilité et d'emplois hautement qualifiés (White, 1997). L'Indice mondial des disparités entre hommes et femmes (GGGI), conçu par le Forum économique mondial, comporte des indicateurs afférents au niveau d'instruction et aux dimensions économiques, politiques et sanitaires. Cet indice de niveau national combine des données relatives au salaire, à l'accès aux emplois hautement qualifiés, au degré d'instruction acquis, à la représentation politique, l'espérance de vie et le taux de masculinité, afin de créer un indice de 0 à 1, le score 1 correspondant à l'absence de toute inégalité (Haussman *et al.*, 2007). L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) a élaboré l'index «Institutions sociales et égalité homme-femme» (index ISE) qui mesure le degré de discrimination selon le sexe dans le Droit, les normes et les institutions sociales, sur cinq axes différents: caractère discriminatoire du code de la famille; atteintes à l'intégrité physique; préférence pour les fils; restrictions à la jouissance des ressources et des biens productifs; et restriction des libertés civiques. L'index ISE prend en considération l'inégalité des droits de succession, le mariage précoce, les violences faites aux femmes, et l'inégalité des droits fonciers et des droits de propriété et, à la différence du GGGI ou du GEI, un score ISE faible indique une discrimination moindre à l'encontre des femmes (Jütting *et al.*, 2006, 2008). Enfin, l'Indice de l'autonomisation des femmes dans l'agriculture (WEAI), spécifique à l'agriculture, repose sur des

enquêtes dans lesquelles femmes et hommes sont questionnés afin d'évaluer l'autonomisation des femmes dans les décisions qui concernent la production agricole, la jouissance des ressources productives et les décisions y afférentes, la maîtrise du revenu et de ses affectations, la conduite des affaires de la collectivité et l'usage de son temps (Alkire *et al.*, 2013). Le WEAL a été testé et appliqué dans de nombreux contextes en mettant en évidence des corrélations entre l'autonomisation des femmes et les acquis en matière de sécurité alimentaire et de nutrition dans plusieurs pays dont le Bangladesh, le Ghana et le Népal (Malapit *et al.*, 2017; Sraboni *et al.*, 2014; Tsiboe *et al.*, 2018). Il est considéré comme un outil de quantification valable et relativement simple d'utilisation, susceptible de servir dans la recherche et l'élaboration de politiques et de programmes qui s'intéressent aux corrélations entre équité hommes-femmes et agriculture (Alkire *et al.*, 2013).

Innovation et systèmes d'innovation dans l'autonomisation des femmes: Les systèmes d'innovation qui visent l'autonomisation des femmes peuvent se concentrer sur certains moyens d'accroître le partage et l'entretien des savoirs, telles la participation des femmes aux équipes de recherche agricole, la sélection végétale participative ou l'intensification de l'échange des savoirs traditionnels sur la biodiversité agricole et la préparation de la nourriture (Galié, 2014; Humphries *et al.*, 2012; Hoffmann, 2003; Belahsen *et al.*, 2017; Stein *et al.*, 2018). D'autres systèmes d'innovation sont axés sur les initiatives collectives visant à créer un dialogue et un changement dans la division du travail entre les sexes à l'intérieur des ménages (Bezner Kerr *et al.*, 2016). Des mouvements sociaux mobilisés pour la souveraineté alimentaire en Amérique latine ont obtenu un renforcement sensible des droits fonciers institués dont jouissent les femmes, et ont fait augmenter la part de propriété foncière détenue par des femmes au Brésil et en Bolivie (Deere, 2017). Des initiatives de souveraineté alimentaire et d'agroécologie engagées par des agriculteurs en Amérique latine s'efforcent d'instaurer des rapports plus équitables à l'intérieur des familles et à l'échelle des villages (Oliver, 2017; Rosset *et al.*, 2011). Des études systématiques ont permis de constater que l'autonomisation des femmes produit des effets positifs importants sur leur nutrition et celle de leurs enfants (Carlson *et al.*, 2015; Cunningham *et al.*, 2015; Pratley, 2016). Selon la conclusion d'un examen des éléments qui attestent la corrélation entre l'autonomisation des femmes et les acquis en matière de sécurité alimentaire, les innovations qui ouvrent aux femmes un plus grand accès aux ressources naturelles, soit les semences, le foncier et les terres communales, conjuguées à une sensibilisation à leurs droits, sont porteuses de gains importants pour la sécurité alimentaire et la nutrition (Linares, 2009; Sraboni *et al.*, 2014). Une étude transversale portant sur plus de 4 000 ménages au Ghana a établi des corrélations positives importantes entre les mesures d'autonomisation des femmes ayant trait aux revenus, à la production alimentaire et à la capacité d'initiative d'une part, et les acquis obtenus en matière de sécurité alimentaire d'autre part (Tsidoé *et al.*, 2017). Des corrélations positives similaires ont été observées en République-Unie de Tanzanie, au Bénin, au Nicaragua, au Bangladesh et en Afrique du Sud, entre autres (Mason *et al.*, 2015; Alaofè *et al.*, 2017; Schmeer *et al.*, 2015; Sharauanga *et al.*, 2016; Sraboni *et al.*, 2014). L'instauration d'un accès plus équitable des femmes aux créneaux de commercialisation, par le biais de coopératives, de banques de semences ou d'autres mécanismes sociaux, constitue un autre dispositif novateur riche d'implications pour la sécurité alimentaire et la nutrition (Oumer *et al.*, 2014; Linares, 2009; Naughton *et al.*, 2017). Certains marchés où les rapports entre producteurs et consommateurs sont intégrés au plan local, se sont montrés efficaces plus que d'autres pour faire progresser la sécurité alimentaire et la nutrition (Ávila, 2011; Naughton *et al.*, 2017). L'un des axes d'intervention ayant révélé son importance pour l'augmentation des sources de revenu des femmes consiste à s'attaquer aux rapports de force inégaux qui régissent la mise à disposition des revenus tirés de la production de denrées alimentaires, en recourant pour cela au dialogue collectif, en confiant à des femmes des rôles d'initiative dans les coopératives et en les sensibilisant à leurs droits (Bezner Kerr *et al.*, 2016; Naughton *et al.*, 2017). La résolution des conflits qui opposent les hommes et les femmes dans les décisions sur le revenu et sa mise à disposition constituait un enjeu déterminant pour l'obtention de résultats positifs sur le plan de la sécurité alimentaire (Hebo, 2014). L'ouverture aux femmes de possibilités nouvelles d'accéder aux connaissances utiles à la production de denrées alimentaires, et d'apporter leur part à ce lot de connaissances, a été une autre voie d'autonomisation des femmes ayant contribué à l'état de sécurité alimentaire (Galié, 2014; Humphries *et al.*, 2012; Hoffmann, 2003; Belahsen *et al.*, 2017; Stein *et al.*, 2018).

Droit à l'alimentation

En vertu du droit international, les États ont le devoir, l'obligation et la responsabilité de concrétiser les droits humains, y compris le droit à l'alimentation. Le Pacte international relatif aux droits économiques, sociaux et culturels (PIDESC) (UN, 1966) a établi cette obligation. Son article 11 institue le droit à un niveau de vie suffisant, dont une nourriture suffisante et le droit que détient toute

personne d'être à l'abri de la faim. L'article 12 institue le droit de chacun à jouir du plus haut niveau de santé physique et mentale pouvant être atteint. Les États sont tenus de respecter le droit à l'alimentation en ne prenant aucune mesure qui empêche l'accès à l'alimentation; ils doivent protéger le droit à l'alimentation en veillant à ce que personne ne se trouve privé de l'accès à une alimentation adéquate, et ils doivent prendre l'initiative d'activités qui renforcent l'accès des populations aux ressources et moyens garantissant la sécurité alimentaire. Dans le cas de personnes qui ne sont pas en mesure de jouir du droit à l'alimentation, les États sont tenus d'assurer ce droit directement par le biais de l'aide alimentaire, mais ils se doivent de faciliter l'autosuffisance et la sécurité alimentaire futures (PIDESC, 1999).

Innovation et systèmes d'innovation dans le droit à l'alimentation: Les systèmes d'innovation relatifs au droit à l'alimentation sont souvent axés sur des modifications devant être apportées aux législations, politiques et programmes des États en vue de garantir l'égalité d'accès à l'alimentation. De nombreuses initiatives étatiques articulées sur le «droit à l'alimentation» ont pris la forme d'aides sociales aux personnes dont l'accès à l'alimentation est incertain (Claeys, 2015). Certains groupes rattachent le droit à l'alimentation à des facteurs structurels qui conditionnent l'accès à l'alimentation et la maîtrise que peuvent exercer les populations sur l'alimentation, comme les règles commerciales ou l'accès au foncier (Claeys, 2015). En Inde, la Constitution garantit la protection de la vie et exige de l'État qu'il améliore l'état nutritionnel de tous les citoyens. En 2001, des groupes de la société civile se sont tournés vers les tribunaux pour exiger que le droit à l'alimentation soit reconnu à tous les citoyens, et ils ont obtenu gain de cause devant la Cour suprême. En conséquence, les divers programmes ayant trait à l'alimentation, à la protection sociale et aux moyens d'existence mis en place par l'État ont cessé d'être des programmes de prestations sociales pour relever de l'exercice d'un droit juridique, et de nouveaux programmes ont été institués pour contrôler leur conformité à cet égard. En outre, les programmes d'alimentation scolaire ont été dès lors soumis à l'obligation de proposer des repas chauds préparés sur place et d'axer leurs interventions plus particulièrement sur les personnes les plus exposées à l'insécurité alimentaire (Mander, 2012).

La justice alimentaire

La justice alimentaire est un concept et une approche que revendique le mouvement social, qui sont l'émanation de franges de la population urbaine touchées par la pauvreté et sont indissociables des problèmes que posent la sécurité alimentaire et la nutrition en milieu urbain. La justice alimentaire peut être définie comme «la lutte contre le racisme, l'exploitation et l'oppression à l'intérieur du système alimentaire, qui a pour objet de s'attaquer aux causes profondes de l'inégalité, tant à l'intérieur qu'au-delà de la filière alimentaire» (Hislop, 2014). En tant que mouvement social, la justice alimentaire combat les inégalités et les asymétries qu'engendrent les systèmes alimentaires dominants en vue de concrétiser la sécurité alimentaire et nutritionnelle.

Principes et aspects essentiels de la justice alimentaire: Les approches de justice alimentaire face à la question de la sécurité alimentaire et de la nutrition consistent notamment à reconnaître l'importance de la production alimentaire locale, valoriser des pratiques et des savoirs de groupes marginalisés comme les personnes de couleur dans le contexte américain, critiquer le modèle d'alimentation, en particulier la prolifération des aliments ultra-transformés, et promouvoir des modèles concurrents de production et de consommation.

Innovation et systèmes d'innovation dans la justice alimentaire: Les approches de justice alimentaire allient des innovations sociales devant remédier aux iniquités sociales à une production alimentaire durable en de multiples points du système alimentaire. Les innovations en matière de justice alimentaire comprennent la mobilisation sociale, de nouveaux modèles organisationnels et la création de réseaux visant à remédier aux iniquités systémiques. Les coopératives alimentaires de travailleurs, les efforts des travailleurs de l'alimentation pour imposer des salaires décentes et les campagnes destinées à faire interdire les pesticides toxiques dommageables à la santé des travailleurs agricoles sont des exemples de justice alimentaire qui conjuguent souveraineté alimentaire et justice alimentaire (Alkon, 2014). Plusieurs auteurs ont relevé les liens conceptuels forts qui unissent souveraineté alimentaire et justice alimentaire, et ont souligné que l'agroécologie et l'agriculture urbaine, conduites par des groupes marginalisés, sont des moyens de mettre en place des systèmes alimentaires équitables en milieu urbain (Alkon et Mares, 2012; Chappell et Schneider, 2016; Heynen *et al.*, 2012, et voir **encadré 31**).

Encadré 31 Justice alimentaire et agroécologie chez les jeunes aux Etats-Unis d'Amérique

Aux États-Unis d'Amérique, un certain nombre d'organisations et leurs mouvements sociaux relient les approches agroécologiques aux efforts visant à remédier aux inégalités raciales et sociales (Fernandez *et al.*, 2013; White, 2018; Sbicca, 2018; Reese, 2019). Ces initiatives s'inspirent aussi d'approches agroécologiques pour proposer des emplois décents et riches de sens et accroître l'autonomie économique dans les communautés urbaines à revenus modestes et aux faibles perspectives d'emploi des jeunes (White, 2018; Sbicca, 2018). La justice alimentaire et la souveraineté alimentaire sont des concepts que ces mouvements rattachent à la lutte contre le racisme systémique, le faible accès à une alimentation saine et diversifiée et le chômage des jeunes. Le réseau Detroit Black Community Food Security Network (DBCFSN, 2018), par exemple est une association à but non lucratif qui œuvre à la sécurité alimentaire, la justice alimentaire et la souveraineté alimentaire pour les résidents afro-américains de Detroit Cette association dispose d'une ferme urbaine de trois hectares environ où elle cultive des denrées alimentaires qui permettent d'augmenter la consommation de fruits et de légumes sains chez les membres de la communauté aux revenus modestes. Elle forme des jeunes à la culture de denrées alimentaires par le recours à des méthodes agroécologiques. Elle dispose aussi d'une coopérative alimentaire dont ses membres sont propriétaires, qui vise à créer des emplois et à approvisionner la communauté en aliments sains à un prix raisonnable. Parallèlement aux formations qu'elle dispense, à la production et à la vente de produits agroécologiques, l'organisation conduit des campagnes de sensibilisation au racisme systémique et à la manière dont l'agriculture peut être une source d'autonomie et de libération économique au lieu d'oppression pour les jeunes Noirs (White, 2018).

B. Agriculture biologique

L'agriculture biologique est un système de production qui repose sur la gestion des écosystèmes et s'interdit l'utilisation d'intrants chimiques synthétiques (engrais et pesticides inorganiques). Elle repose sur des processus écologiques et des sources naturelles d'éléments nutritifs comme le compost, les résidus de culture et le fumier. Elle est considérée comme une méthode écologique et économiquement viable qui se veut concurrente de la production agricole classique (Leifeld, 2012), en réduisant les coûts des intrants externes (Jouzi *et al.*, 2017). Elle proscrit certaines pratiques, en prescrit d'autres, et s'accompagne de mécanismes de certification bien développés qui soutiennent les prix de vente des produits biologiques, même si ces mécanismes peuvent s'avérer difficiles d'accès pour les petits producteurs des pays en développement (Lyngbaek *et al.*, 2002).

Des études récentes des systèmes actuels ont montré que les systèmes classiques ont des rendements plus élevés que les systèmes biologiques diversifiés dans certains contextes (Ponisio *et al.*, 2015; Reganold et Wachter, 2016), les écarts de rendement allant de 8 à 20 pour cent. Cependant, deux études mondiales ont conclu au contraire que les systèmes diversifiés obtenaient de meilleurs résultats que les systèmes classiques dans les pays en développement, cette différence pouvant atteindre 80 pour cent (Badgley *et al.*, 2007). Au nombre des avantages de l'agriculture biologique, on note une plus grande biodiversité, une teneur plus élevée en matière organique du sol et de meilleures propriétés édaphiques, mais pas nécessairement un meilleur rendement (Gattinger *et al.*, 2012). Sachant que l'agriculture biologique a pour vocation de favoriser à long terme la stabilisation des caractéristiques édaphiques et qu'elle propose aux agriculteurs une stratégie d'amélioration de la qualité des sols, la réduction des écarts de rendement entre agriculture biologique et agriculture classique peut prendre un temps considérable (Shrama *et al.*, 2018). Il ressort de récentes études de modélisation qu'une agriculture biologique comportant suffisamment de légumineuses dans l'éventail des cultures pourrait approvisionner en nourriture plus de 9 milliards de personnes sur un mode durable en 2050, et réduire l'impact environnemental négatif de l'agriculture (Müller *et al.*, 2017).

Principes de l'agriculture biologique

Dans son règlement du Conseil (CE) n° 834/2007 (CE 2007), la Commission européenne dresse la liste des principes généraux de l'agriculture biologique:

- a) structurer et gérer de manière appropriée des procédés biologiques en se fondant sur des systèmes écologiques qui utilisent des ressources naturelles internes au système;

- b) restreindre l'utilisation d'intrants externes⁵⁶;
- c) limiter strictement l'utilisation d'intrants chimiques de synthèse aux cas exceptionnels (voir aussi Migliorini et Wezel, 2017)⁵⁷;
- d) Le Règlement EC n° 834/2007 prévoit l'adaptation, lorsque nécessaire, des règles de production biologique en fonction de l'état sanitaire, des différences régionales en matière de climat et de conditions locales, des stades de développement et des pratiques d'élevage particulières.

Avant cela, la Fédération internationale des mouvements d'agriculture biologique (IFOAM) avait fondé l'agriculture biologique sur quatre principes⁵⁸:

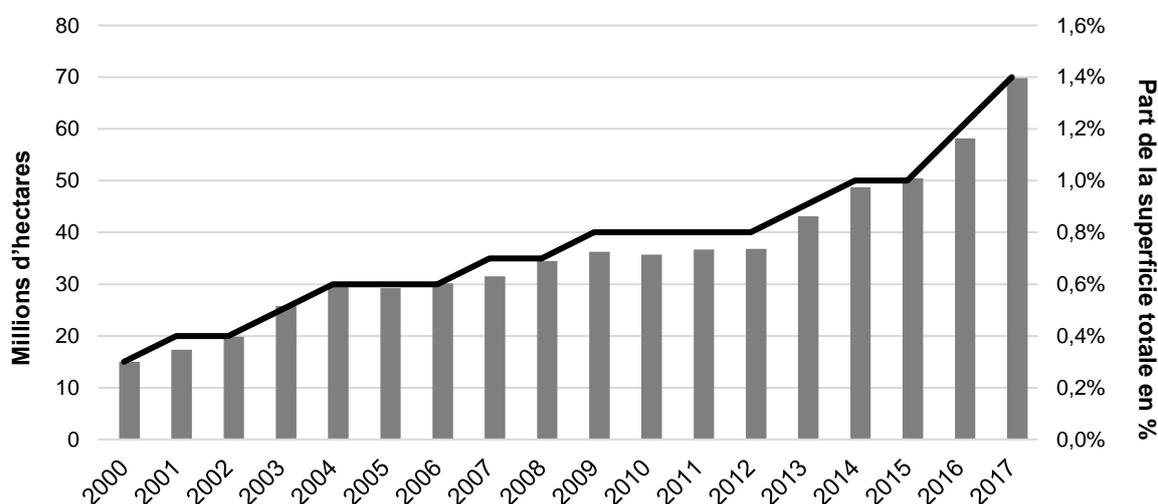
- a) la santé: celle des sols, des plantes, des animaux, des hommes et de la planète, comme étant une et indivisible;
- b) l'écologie: l'agriculture biologique devant être basée sur les cycles et les systèmes écologiques vivants, s'accorder avec eux, les imiter et les aider à se maintenir;
- c) l'équité: par rapport à l'environnement commun et aux opportunités de la vie.
- d) le principe de précaution: conduire l'agriculture biologique de manière prudente et responsable afin de protéger la santé et le bien-être des générations actuelles et futures ainsi que l'environnement (IFOAM, 2014; Migliorini et Wezel, 2017).

Ces principes ont été synthétisés en 2005 quand l'assemblée générale de l'IFOAM a fait adopter à Adelaïde (Australie) une motion qui donne une définition plus ramassée de l'agriculture biologique:

«L'agriculture biologique est un système de production qui préserve la santé des sols, des écosystèmes et des personnes. Elle s'appuie sur des processus écologiques, la biodiversité et des cycles adaptés aux conditions locales, plutôt que sur l'utilisation d'intrants aux effets indésirables. L'agriculture biologique allie tradition, innovation et science au bénéfice de l'environnement commun et promeut des rapports équitables et une bonne qualité de vie pour tous les acteurs concernés»⁵⁹.

L'agriculture biologique connaît un essor à l'échelle mondiale (Willer et Lernoud, eds, 2019). Les chiffres ci-dessous font apparaître nettement cette tendance:

Figure 11 Évolution des superficies consacrées à l'agriculture biologique au plan mondial (2000-2017)



Source: FiBL et IFOAM 2019. Voir aussi: <https://statistics.fibl.org/world/key-indicators-world.html>

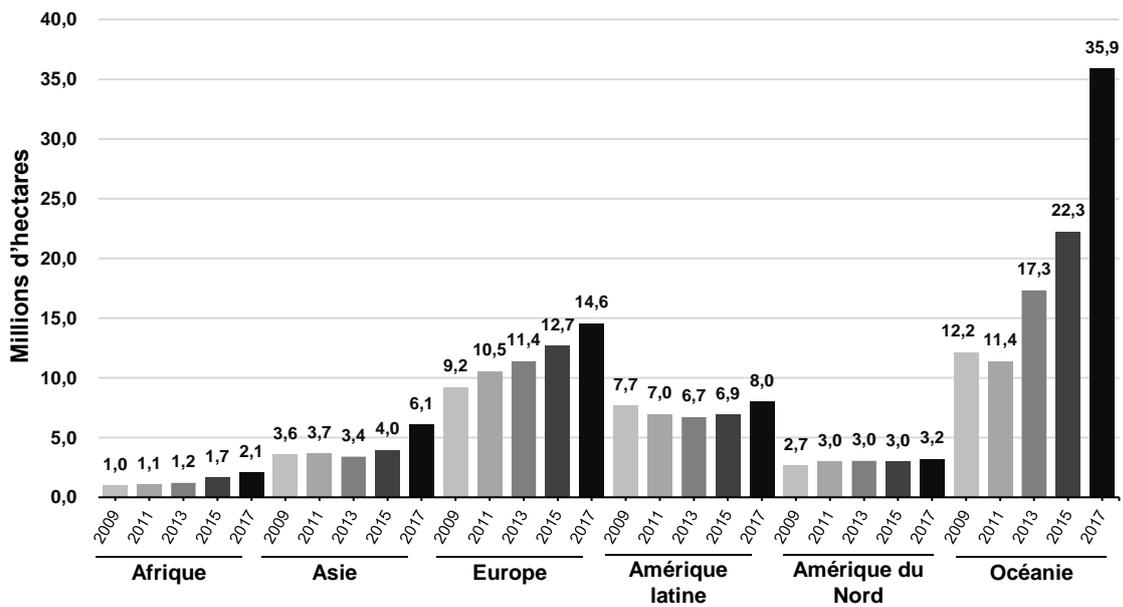
⁵⁶ Lorsque leur utilisation est nécessaire ou en l'absence de pratiques et méthodes de gestion appropriées, cette utilisation se limite aux: i) intrants provenant d'autres productions biologiques; ii) substances naturelles ou substances dérivées de substances naturelles; iii) engrais minéraux faiblement solubles.

⁵⁷ Les cas exceptionnels sont les suivants: i) l'absence de pratiques de gestion appropriées; ii) les intrants externes visés au point b) ne sont pas disponibles sur le marché; iii) l'utilisation des intrants externes visés au point b) contribue à des effets inacceptables sur l'environnement.

⁵⁸ Voir https://www.ifoam.bio/sites/default/files/poa_french_web.pdf

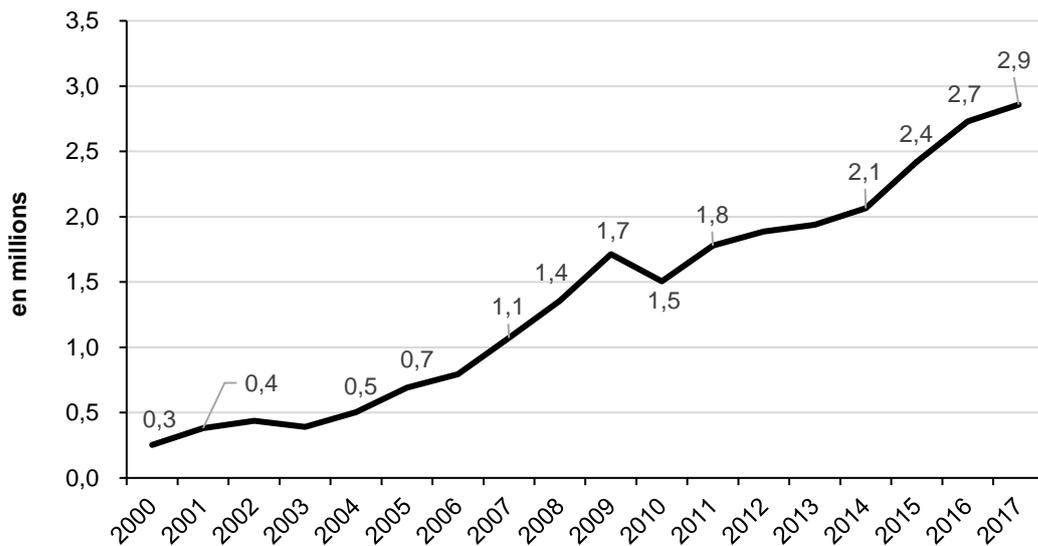
⁵⁹ Voir <https://www.ifoam.bio/en/organic-landmarks/definition-organic-agriculture>

Figure 12 Croissance de l'agriculture biologique par continent (2009-2017)



Source: FiBL et IFOAM 2019. Voir aussi: <https://statistics.fibl.org/world/key-indicators-world.html>

Figure 13 Progression du nombre des producteurs biologiques dans le monde (2000-2017)



Source: FiBL et IFOAM 2019. Voir aussi: <https://statistics.fibl.org/world/key-indicators-world.html>

C. L'agroforesterie

L'agroforesterie est le lieu où les arbres sont en interaction avec l'agriculture (Sinclair, 2004). Cela peut se produire à l'échelle du champ cultivé, de l'exploitation agricole, des moyens d'existence, du terroir ou à une échelle plus globale, et représente une approche pour parvenir au développement durable de l'agriculture et à une meilleure nutrition en exploitant les services écosystémiques fournis par les arbres (van Noordwijk *et al.*, 2018). Les grands types d'agroforesterie sont l'agroforesterie silvo-arable (arbres dans les champs cultivés), le silvo-pastoralisme ou prés-vergers (arbres dans les pâturages), l'implantation d'arbres commensaux ou de cultures agricoles dans des systèmes de production alliant arbres vivaces et cultures (caféiers, cacaoyers, théiers, hévéas, palmiers oléagineux et cocotiers, etc.), l'agriculture en forêt (forêts pâturées et exploitation systématique et maîtrisée de produits forestiers non ligneux), les modes de production végétale multi-étagée (dont les potagers domestiques), les boisés paysans et d'autres moyens par lesquels la présence d'arbres

dans les terroirs agricoles exerce son incidence sur l'agriculture et les moyens d'existence ruraux (Sinclair, 1999).

Principes de l'agroforesterie: Le premier principe qui sous-tend la pratique de l'agroforesterie est que l'exploitation des services écosystémiques que fournissent les arbres intégrés à des dispositifs agricoles peut entretenir une forte productivité sans pour autant causer de dégradation à l'environnement (Anderson et Sinclair, 1993), voire peut restaurer des terres dégradées (Crossland *et al.*, 2018). Cela comporte des dimensions à la fois écologiques et économiques afférentes à des pratiques de production plus diversifiées sur le plan fonctionnel, qui conduisent à une plus grande résilience (Dumont *et al.*, 2017), conciliant ainsi les objectifs de développement durable 1 et 2 des Nations Unies (ODD 1 et ODD 2) (mettre fin à la pauvreté et à la faim) avec la protection de l'environnement (ODD 14). Les mécanismes spécifiques sont une plus grande étanchéité des cycles (nutriments et eau), une plus grande abondance des organismes bénéfiques présents dans les sols et une intensification de leur activité (Barrios *et al.*, 2012), une absorption des chocs climatiques permettant de maintenir les rendements (Rahn *et al.*, 2018; Sida *et al.*, 2017), un degré supérieur de stockage du carbone dans la végétation et le sol (Mbow *et al.*, 2014b); la diversification des revenus tirés de l'arboriculture et celle des régimes alimentaires (Dawson *et al.*, 2013). La maîtrise de l'arboriculture et l'exploitation des arbres sont souvent de caractère sexospécifique et l'inégalité entre les sexes est souvent une contrainte majeure au développement de l'agroforesterie, ce qui motive un intérêt croissant pour les actions transformatrices touchant les disparités hommes-femmes (Baxter, 2018).

Innovation: Dès les débuts de la science agroforestière, il y a quatre décennies, les savoirs locaux ont été reconnus comme ressource indispensable, car si les connaissances scientifiques étaient maigres sur les interactions arbre-culture-animaux, il existait une abondance d'expériences chez les agricultures qui intégraient les arbres dans leurs dispositifs agricoles parfois depuis plusieurs générations ou qui, pour d'autres, le faisaient en réaction aux facteurs de changement contemporains (Sinclair et Walker, 1999). La place importante faite aux savoirs locaux a persisté avec la poursuite d'innovations méthodologiques établissant des passerelles entre les systèmes de savoir des scientifiques, ceux des agriculteurs et ceux des décideurs (Cerdan *et al.*, 2012; Dumont *et al.*, 2018a, 2018b). Dans les premiers stades de développement du paradigme de l'agroforesterie, l'insistance sur la recherche participative servant à assimiler les exigences des agriculteurs (Raintree, 1987) s'est doublée d'expériences contrôlées dans des stations de recherche dont le but était de prendre la mesure des interactions écologiques (Ong et Huxley, eds, 1996). Plus récemment, recherche participative et expériences contrôlées se sont rapprochées pour constituer un paradigme de recherche «dans» au lieu de «pour» le développement, dans lequel la recherche est intégrée à la pratique du développement (Coe *et al.*, 2014). L'accomplissement de cette intégration est possible en se détournant d'une promotion généralisée d'une ou deux essences et pratiques arboricoles pour engager un dialogue avec les parties prenantes, structuré par l'acquisition de savoirs locaux, afin de définir une gamme plus diversifiée et élargie d'essences et de pratiques pouvant être adaptées aux réalités locales (Dumont *et al.*, 2017). L'adaptation est soutenue et rendue efficace par le recours à des méthodes de co-apprentissage dans lesquelles des comparaisons planifiées, opérées par un grand nombre d'agriculteurs essayant différentes options dans une gamme de contextes, sont intégrées aux activités en produisant un saut d'échelle dans les initiatives de développement (Coe *et al.*, 2017). L'approche est facilitée par des plateformes d'innovation multipartites et appuyée par la modélisation des trajectoires des moyens d'existence, afin d'évaluer la probabilité que les options débouchent sur des changements transformateurs si elles font l'objet d'une adaptation à des contextes différents (Sinclair, 2017).

D. La permaculture

La permaculture vise à élaborer des systèmes productifs dans lesquels les premiers principes directeurs sont les schémas structurels et fonctionnels de la nature (Baldwin, 2005). On peut aussi la définir comme une philosophie du travail avec la nature, qui prend en compte le fait que les écosystèmes naturels sont intrinsèquement complexes, par opposition à la structuration d'un système agricole quelconque par des visions simplistes (Baldwin, 2005; Mollison, 1988). Le terme «permaculture» a essaimé deux autres expressions – *culture permanente et agriculture permanente* – véhiculant ainsi l'idée que les valeurs sociales constituent des impératifs des systèmes alimentaires, et aussi que toutes formes que revêt l'agriculture sont inévitablement ancrées dans des valeurs culturelles.

Le concept de permaculture englobe de même la structuration du paysage, la gestion intégrée des ressources hydriques, l'architecture durable et l'appareil conceptuel de développement d'habitats régénérateurs et auto-entretenus (Holmgren, 2002, 2013). Proposée à l'origine par Bill Mollison, écologiste australien et professeur à l'Université de Tasmanie, et son étudiant doctorant David Holmgren dans les années 1970 à partir de leur observation de la nature, la permaculture est actuellement répandue dans le monde entier (Ferguson et Lovell, 2014). On compte de nombreux centres de permaculture dans différents pays sur tous les continents (**encadré 11**).

Les principes de la permaculture: Les systèmes de permaculture reposent sur trois principes fondamentaux et douze principes structurants (Mollison, 1988; Holmgren, 2002). Les principes fondamentaux sont les suivants:

- avoir soin de la planète;
- avoir soin des gens;
- partage équitable: maîtriser nos besoins et réintroduire surplus et déchets dans le système.

La permaculture entre dans la catégorie des multiples écoles d'agriculture conduite autrement sous le concept englobant d'agroécologie (Guzmán et Woodgate, 2013), et proposant un rapport éthique entre les humains et l'environnement (Veteto et Lockyer, 2008; Holmgren, 2002; Ferguson et Lovell, 2015). Semblable aux approches d'agriculture agroécologique consistant à structurer et à gérer les écosystèmes, la permaculture repose pour l'essentiel sur l'utilisation des principes écologiques dans la production alimentaire. Certains de ces principes entretiennent un lien de parenté avec la minimisation des dépenses d'énergie et d'eau, l'intégration de l'élevage et des cultures, le recyclage des nutriments, l'abstinence de l'usage d'intrants chimiques, qu'il s'agisse de pesticides ou d'engrais, la maximisation de la biodiversité et l'amélioration de la santé des sols (Hathaway, 2016). L'idée de structurer l'ensemble des systèmes de production à partir d'une approche holistique, privilégiant les caractéristiques et la fonctionnalité du terroir et les assemblages d'espèces, représente un progrès vers des systèmes alimentaires durables. Les principes de la permaculture sont très explicites s'agissant de l'instauration de synergies entre ses éléments constitutifs (plantes, animaux, sol, climat, travail et connaissances des hommes), privilégiant entre eux les liens utiles et la collaboration au lieu de la concurrence.

E. L'intensification durable

Les degrés d'utilisation et d'occurrence du terme *intensification durable* ont augmenté dans les publications scientifiques depuis 2009 et de manière très sensible depuis 2013. Elle a d'abord été définie par Pretty *et al.*, (1996) et Pretty (1997) dans les termes suivants:

«une progression sensible des rendements sur des surfaces qui n'ont pas été améliorées ou qui sont dégradées, obtenue tout en protégeant, voire en régénérant, les ressources naturelles»

En 2011, la FAO définissait l'intensification durable de la production des cultures comme consistant à *produire plus à partir de la même superficie, tout en préservant les ressources, en réduisant les incidences négatives sur l'environnement et en renforçant le capital naturel et le flux des services écosystémiques.*

Bien que la plupart des organismes nationaux et internationaux de recherche et d'élaboration de politiques se soient joints au dialogue sur l'intensification durable en y voyant l'aspiration à un but, l'articulation de ses principes est le fait d'un grand nombre d'acteurs et n'est pas toujours cohérente (Wezel *et al.*, 2015). Cela a valu à cette démarche un certain nombre de critiques qui ont trait à la difficulté de définir ses dimensions réelles, et au fait que celles-ci peuvent servir de prétexte aux tenants de l'intensification de l'agriculture industrielle pour maintenir le statu quo (Loos *et al.*, 2014). Il a été suggéré que les tenants de l'intensification durable devraient préciser en quoi celle-ci se différencie de l'agriculture industrielle, aborder les problèmes de l'intensification indiscriminée elle-même, et accorder une plus grande attention à l'arbitrage des choix (Kuyper et Struik, 2014).

Les principes de l'intensification durable qui ont fait l'objet d'une élaboration précise sont les suivants:

- L'augmentation de la production tout en maintenant un taux de conversion des terres aussi faible que possible et en faisant une utilisation accrue des ressources renouvelables que représentent le travail, la lumière et les connaissances (Flavell, 2010; Godfray *et al.*, 2010; Pretty *et al.*; 2011; Firbank *et al.*, 2013).

- L'accroissement de l'efficacité d'utilisation des ressources et l'optimisation de l'application des intrants externes (FAO, 2011; Bos *et al.*, 2013; Friedrich *et al.*, 2012; Matson *et al.*, 1997; McCune *et al.*, 2011; Pretty 1997, 2007).
- La minimisation des incidences négatives directes de la production alimentaire sur l'environnement (Royal Society, 2009; Pretty *et al.*, 2011; Firbank *et al.*, 2013).
- Le comblement des écarts de rendement qu'accusent les terres agricoles sous-performantes (Bos *et al.*, 2013; Garnett *et al.*, 2013; Mueller *et al.*, 2012).
- L'amélioration de l'utilisation des variétés végétales et des races d'élevage (Carswell, 1997; McCune *et al.*, 2011; Pretty, 2007; Ruben et Lee, 2000).
- La modification des régimes alimentaires, la réduction des gaspillages de nourriture (Bos *et al.*, 2013; Garnett *et al.*, 2013) et l'obtention de gains de productivité dans des modalités socialement acceptables (Garnett *et al.*, 2013) sont aussi des objectifs mentionnés, quoique de manière non systématique.

Les pratiques spécifiques mises en avant dans le cadre de l'intensification durable sont le microdosage d'engrais synthétiques, l'agriculture de précision, l'analyse des sols, la conservation des sols, l'espacement des semences, les pratiques de conservation de l'eau, le travail de conservation du sol, la rotation améliorée des cultures et l'utilisation de paillis vivants et résiduels pour couvrir le sol; l'utilisation de légumineuses, de cultures de couverture et de cultures intercalaires en rotation, les cultures en couloir, l'agroforesterie, et la lutte antiparasitaire intégrée; la sélection végétale, l'hybridation, la biofortification, la sélection assistée par marqueurs moléculaires, la culture histologique, l'ADN recombinant, l'hybridation du bétail, l'insémination artificielle et le transfert d'embryons, ainsi que des filières agro-industrielles inclusives, la micro-assurance, le financement agricole, les chaînes de valeur, les coopératives agricoles, et les formations, la sensibilisation et la vulgarisation (Wezel *et al.*, 2015; Kuyper et Struik, 2014; Panel de Montpellier, 2013). Sont aussi mentionnées de manière spécifique, l'utilisation du vermicompostage, de la mécanisation des travaux d'exploitation, de technologies de précision dans l'irrigation et l'efficacité d'utilisation des nutriments, l'exploitation de variétés à haut rendement, dont les variétés cultivées transgéniques, et l'intégration cultures-animaux.

Innovation: Les approches novatrices en matière d'intensification durable sont assujetties à la nécessité conçue comme impérative de s'attaquer à la faim et à la malnutrition en augmentant la productivité, mais, à la différence des approches de la Révolution verte antérieure, ces innovations visent également à faire cela avec plus grande efficacité et moins d'impacts sur l'environnement, et sur des parcelles circonscrites (c'est-à-dire découper («zonage») les terres par destination pour un usage économe des ressources foncières, au lieu de rendre une terre commune à plusieurs destinations [usage partagé des terres]). L'intensification durable appuie l'innovation technologique, en grande partie issue du monde scientifique et de la recherche, que sont les techniques de sélection avancées et les applications d'intrants soumises à un calcul de précision. Un bon exemple de cela est fourni par l'obtention de variétés de cultures améliorées qui sont résistantes ou tolérantes aux stress biotiques et abiotiques. En termes de diffusion des innovations, l'intensification durable met l'accent sur les avantages des gains économiques ou de productivité (Mockshell et Kamanda, 2017), et se montre fortement attachée aux marchés et aux solutions de marché comme voie de généralisation de ses innovations.

F. L'agriculture climato-intelligente

Au cours des dernières années, l'axe de la recherche et du développement agricoles s'est tourné vers la promotion de pratiques exemplaires qui améliorent tant la productivité que la résilience des fonctions des écosystèmes agricoles sous les aléas du changement climatique et la variabilité du climat. Selon la FAO (2010), l'agriculture climato-intelligente (ACI) désigne les technologies, les pratiques et les approches qui augmentent durablement la production agricole, tout en entretenant et en améliorant les ressources naturelles de base. L'ACI fait siens les trois piliers du développement durable (environnemental, économique et social), et répond à la demande croissante de denrées alimentaires, d'aliments pour animaux, de combustibles et de fibres dans un climat en évolution.

Principes de l'agriculture climato-intelligente: Le concept d'ACI est de plus en plus reconnu comme point de départ important pour l'adaptation en raison de ses trois «piliers gagnants», qui sont axés sur:

- i. le relèvement des défis de la sécurité alimentaire par l'augmentation durable de la productivité des exploitations agricoles;

- ii. l'augmentation de la capacité d'adaptation des agriculteurs par le renforcement de leur résilience;
- iii. l'initiative d'atténuer les émissions de gaz à effet de serre dans l'agriculture lorsque cela est possible (FAO, 2010, Lipper *et al.*, 2014).

Dans le cadre du pilier de la productivité, l'ACI vise à accroître les rendements des cultures et le potentiel de productivité des sols, augmenter les revenus et réduire la pression sur l'environnement. En ce sens, l'orientation de l'ACI est essentiellement la même que celle de l'intensification durable; cependant, elle se distingue de celle-ci en mettant l'accent sur les aspects liés aux changements climatiques par le biais des deux autres «piliers». Au titre du pilier de l'adaptation, l'ACI vise à réduire l'exposition aux risques à court terme, améliorer la capacité d'adaptation, renforcer la résilience, augmenter l'apport des services écosystémiques et mieux les protéger. Au titre du pilier de l'atténuation, l'ACI vise à réduire les émissions de gaz à effet de serre et la part que prend l'agriculture dans le changement climatique (FAO, 2010; Lipper *et al.*, 2014).

Innovation L'ACI n'est pas une nouvelle approche prescriptive unique ni un ensemble de pratiques, mais une démarche qui exige souvent des évaluations propres à chaque lieu pour déterminer les technologies et les pratiques de production convenant aux réalités du contexte (Williams *et al.*, 2015). Les facteurs de l'intelligence climatique sont nombreux et varient souvent en fonction de l'éventail des caractéristiques biophysiques locales, notamment celles que définissent le climat et les sols, ainsi que des facteurs socioéconomiques et des paramètres de l'entreprise agricole en leur sein. Tout comme l'intensification durable, les pratiques et les approches de l'ACI sont envisagées pour prendre acte des contributions à la gestion durable des ressources naturelles et à la résilience socioécologique (Lipper *et al.*, 2014). Toutefois, l'ACI ne propose pas de plans de mise en œuvre précis, mais elle met l'accent sur les technologies, les politiques et le financement (Saj *et al.*, 2017). Le débat scientifique que suscite le changement climatique est axé sur la question de savoir si les trois piliers de l'approche peuvent effectivement être réalisés simultanément, ou s'il existe des décalages entre ces objectifs (Saj *et al.*, 2017).

G. L'agriculture intégrant l'enjeu nutritionnel

L'agriculture intégrant l'enjeu nutritionnel est une «approche du développement de l'agriculture fondée sur l'alimentation qui met les aliments à haute valeur nutritionnelle, les régimes alimentaires diversifiés et l'enrichissement des aliments au cœur de la lutte contre la malnutrition et les carences en micronutriments» (FAO, 2014a). Cette approche, qui reconnaît qu'une alimentation nourrissante est indispensable au développement humain, prend acte de l'importance sociale, culturelle et économique de l'alimentation et de l'agriculture pour les populations rurales, et celle de l'éducation nutritionnelle dans les problématiques sanitaires. Elle comporte un éventail de stratégies, dont la biofortification, des dispositifs de production alimentaire domestique, l'aquaculture, la production laitière, l'élevage et des programmes d'irrigation, des chaînes de valeur pour aliments nourrissants, et des études d'observation (Ruel *et al.*, 2018). L'intérêt accru au niveau politique (par exemple FAO, 2013; World Bank, 2007) pour les corrélations entre agriculture et nutrition au cours de la dernière décennie a conduit à une prolifération d'études scientifiques aujourd'hui en cours, dont le but est de mettre en œuvre une agriculture intégrant les enjeux nutritionnels, souvent en lien avec les problématiques de parité hommes-femmes (Hawkes *et al.*, 2012; Ruel *et al.*, 2018).

Innovation: Les approches intégrant les enjeux nutritionnels qui répondent de manière la plus effective à leur objet prennent en compte les questions des différences de degré d'agencité chez les différentes catégories vulnérables, y compris la dynamique hommes-femmes (Ruel *et al.*, 2013, Glover et Poole, 2019). On en veut pour exemple les programmes novateurs de protection sociale qui, par le truchement des politiques publiques, renforcent la sécurité alimentaire et la nutrition pour les producteurs comme pour les consommateurs; tel a été le cas du programme de transferts de fonds *Bolsa Familia* au Brésil (Rocha, 2009; Chappell, 2018).

Une meilleure éducation peut être bénéfique aux systèmes alimentaires et à la nutrition par de multiples voies, dont quelques-unes seulement ont été testées empiriquement: l'enseignement de la santé et de la nutrition; l'enseignement du calcul et le travail d'alphabétisation, qui permet un meilleur apprentissage de la nutrition et une assimilation de l'information agricole; la présentation d'idées nouvelles à des néophytes, qui les amène à oser de nouvelles technologies comme celles de la médecine; enfin, l'induction chez les intéressés un regain de confiance en soi, lui-même susceptible d'avoir un effet sur l'autonomisation des femmes (Ruel *et al.*, 2013). Des stratégies éducatives innovantes faisant appel à des méthodes participatives ont été utilisées pour intégrer l'agriculture, l'équité sociale et la nutrition avec des résultats salutaires en matière de sécurité alimentaire, de

nutrition et de durabilité (Bezner Kerr *et al.*, 2010), mais une dynamique des forces qui doit être traitée comme centrale dans ce cas est celle qui implique dirigeants et responsables communautaires (Glover et Poole, 2019).

H. Les chaînes de valeur alimentaires durables

Une chaîne de valeur alimentaire durable se définit comme «l'ensemble des exploitations agricoles et des entreprises, et leurs activités successives et coordonnées d'ajout de valeur, qui produisent certaines matières premières d'origine agricole données et les transforment en produits alimentaires donnés, lesquels sont vendus à des consommateurs finaux et éliminés après leur consommation, d'une façon qui soit rentable d'un bout à l'autre, qui ait de larges effets positifs pour la société et qui n'épuise pas de façon permanente les ressources naturelles» (FAO, 2014b). Il est possible de valoriser un produit agroalimentaire intermédiaire non seulement en le transformant, mais aussi en le stockant (la valeur s'accroît au fil du temps) ou en le transportant (la valeur s'accroît d'un lieu à l'autre, ou encore en lui retirant son caractère saisonnier au fil du temps – le produit alimentaire étant rendu disponible en-dehors de sa saison, il n'en devient que plus précieux). La chaîne de valeur alimentaire durable est une approche mise en pratique par de nombreuses initiatives de petits agriculteurs et du secteur privé dans le monde entier. Les chaînes de valeur couvrent généralement l'ensemble du sous-secteur national du produit considéré (par exemple, le bœuf, le maïs ou le saumon).

Innovation: À l'heure actuelle, c'est au stade de la production que la création de valeur est la plus faible par rapport à celle des autres stades de la filière, en partie en raison de la forte concentration à laquelle on assiste tant du côté des intrants agricoles que de celui de la vente au détail des aliments (IPES-Food 2016; Howard, 2016). Le coût élevé des intrants dans l'agriculture industrielle accentue le problème pour les agriculteurs, qui comptent souvent beaucoup sur le crédit et les couvertures d'assurance des risques pour compenser les risques et l'instabilité dont souffrent les revenus agricoles. Les revenus agricoles demeurent instables et précaires pour la plupart des agriculteurs des systèmes agricoles industriels, seules les grandes exploitations agricoles étant en mesure de supporter les coûts élevés de l'agriculture industrielle (IPES-Food, 2016). Toute amélioration allant dans le sens de la durabilité chez les producteurs dépendra des liens qu'ils auront tissés dans la chaîne de valeur et du degré de concentration industrielle atteint dans la branche qui les concerne (Howard, 2016). Le développement de chaînes de valeur chez les petits exploitants à revenus modestes peut donc passer par un appui aux organisations et coopératives d'agriculteurs, en raison de la capacité de ces dernières de mettre en place et de négocier des marchés plus équitables (Bacon, 2010; FAO et INRA, 2018). Ces agriculteurs peuvent disposer des moyens nécessaires pour aborder les problèmes en termes de système afin de concrétiser leur aspiration à fonctionner en réseau, mais il leur manque pour cela le temps et les ressources nécessaires, et leur capacité d'action («agencité») à cet égard est limitée. Les innovations et leur diffusion sont par conséquent subordonnées à une collaboration multipartite dans la chaîne de valeur agro-alimentaire, pour la réalisation collective d'avantages concurrentiels en vue de résultats environnementaux, commerciaux et sociétaux supérieurs. Des modèles économiques ouverts à toutes les parties prenantes dans l'intérêt d'une plus grande équité, ce qui peut supposer de réintégrer les marchés dans les collectivités, d'adopter des modes de décision participatifs et des initiatives d'inclusion spécifiques que sont par exemple le règlement au comptant ou l'acceptation d'expéditions de marchandises en petits lots. Une bonne structure de gouvernance est déterminante pour la pérennité des chaînes de valeur; la notion de «gouvernance» renvoie ici à la nature des liens qui unissent les acteurs à certains points de la chaîne (liens horizontaux) et à ceux qu'ils entretiennent au cœur de l'ensemble de la chaîne (liens verticaux) (FAO, 2014b). Une innovation décisive pour les chaînes de valeur alimentaires durables a été l'apparition de systèmes participatifs de garantie, qui représente une innovation touchant les normes, par laquelle le dispositif de surveillance mis en place pour la certification est instauré au travers d'un processus démocratique sollicitant les producteurs, des experts et les consommateurs, qui garantissent que les normes sont acceptables pour tous (IFOAM, 2016) (**encadré 32**).

Encadré 32 Systèmes participatifs de garantie

Les systèmes participatifs de garantie désignent des mécanismes d'assurance de qualité locaux qui certifient les producteurs en s'appuyant sur une participation active des acteurs et qui reposent sur la confiance, les réseaux sociaux et l'échange de connaissances (IFOAM, 2013). Originellement mis au point au Brésil comme solution de remplacement aux mécanismes de certification des produits de l'agriculture biologique par un organisme indépendant, ce système s'est rapidement propagé au reste du monde. Actuellement, il existe des systèmes participatifs de garantie dans plus de 70 pays, comptant des centaines de programmes locaux et régionaux, en particulier en Amérique du Sud (AgriCultures Network, 2016; IFOAM, 2013)⁶⁰. Dans de nombreux pays d'Amérique latine comme la Bolivie, le Brésil, le Chili, le Costa Rica, le Mexique et le Pérou, les pouvoirs publics reconnaissent officiellement ce système de certification. Ces types de systèmes sont souvent mentionnés en même temps que les systèmes de garantie biologique et agroécologique (Abreu *et al.*, 2012; Boeckmann et Caporal, 2011). Alors que des professionnels extérieurs fondent leur certification de tierce partie sur un examen des dossiers et des rapports d'inspection, les systèmes participatifs de garantie avalisent les interactions entre agricultures et d'autres acteurs et ont recours à d'autres mécanismes pour asseoir la crédibilité de leurs travaux. L'ensemble du processus repose sur des réseaux sociaux où toutes les parties prenantes (producteurs, petites entreprises de transformation, détaillants et consommateurs) exercent la responsabilité commune d'assurer la qualité des produits et s'y emploient activement. La gouvernance collaborative contribue à l'autonomisation des agriculteurs et repose également sur la solidarité et la transparence des relations. Au nombre des avantages des systèmes participatifs de garantie, on note: un meilleur accès des produits biologiques aux marchés, en particulier pour les agriculteurs non certifiés et les agriculteurs agroécologiques qui n'appartiennent pas aux catégories d'agriculteurs socialement précaires; une information et une sensibilisation accrues des consommateurs; des incitations à créer des filières d'approvisionnement courtes et à la commercialisation sur place des produits; et l'autonomisation des agriculteurs et des consommateurs dès lors que le système d'évaluation de conformité leur appartient. Ces systèmes d'innovation présentent aussi un certain nombre d'aspects positifs allant dans le sens de la sécurité alimentaire et de la nutrition. Un meilleur accès aux marchés aide les agriculteurs à augmenter leurs revenus et, à terme, leur permet de commercialiser certains produits négligés et non classiques, facilitant ainsi l'augmentation des revenus. Sachant que ce système repose sur des échanges permanents entre les membres du réseau, où la solidarité et la confiance sont des valeurs fondamentales, il facilite la création de réseaux de sécurité qui empêchent l'apparition de l'insécurité alimentaire, et peut contribuer à l'autonomisation des agriculteurs pauvres.

Les systèmes participatifs de garantie Freshveggies en Ouganda

Le système participatif de garantie Freshveggies en Ouganda, inauguré en 2009, est une initiative privée de production et de commercialisation agroécologiques, qui repose sur le contact direct, la confiance et des relations construites dans la durée (FAO et INRA, 2018). Cette initiative, qui s'est bâtie à partir d'une coopérative préexistante d'épargne et de crédit réservée aux femmes, vise à promouvoir une alimentation saine, à assurer des revenus viables et une production durable chez ses membres. Plus de 80 producteurs alimentaires se sont mis d'accord sur une liste de normes de production internes, et ils reçoivent une formation continue et se réunissent régulièrement afin de renforcer leurs capacités en matière de méthodes agroécologiques. Les consommateurs peuvent participer aux réunions, afin d'assurer un dialogue ouvert et de prendre connaissance des défis que représente la production agroécologique. Les consommateurs comptent 80 ménages, des restaurants locaux, des magasins de produits biologiques, des bureaux, des marchés paysans et des supermarchés. Les producteurs gagnent en moyenne 200 USD par mois pendant six mois grâce aux ventes de légumes, ce qui représente une ressource d'appoint importante pour ces producteurs à revenu modeste.

Sources: Abreu *et al.* (2012), Boeckmann et Caporal (2011), IFOAM (2013) et FAO et INRA (2018).

I. Présentation synoptique des principes des différentes approches novatrices

On trouvera colligés dans cette section les énoncés des principes des différentes approches présentés sous forme de tableau (**tableau 5**), à partir duquel ont été tirés les principes combinés (**tableau 2**) du chapitre 2. Les initiatives que sont l'agriculture intégrant l'enjeu nutritionnel et les chaînes de valeur alimentaires durables ne disposent pas de corps de principe distincts et définis,

cependant leurs points essentiels sont bien repris dans les principes d'autres approches énoncés au **tableau 5**. L'ACI et l'intensification durable sont combinées dans ce tableau par commodité de présentation.

Tableau 5 Ensemble complet des principes des différentes approches d'innovation vers la sécurité alimentaire et la nutrition

Principes agroécologiques	Approches fondées sur les droits	Intensification durable + agriculture climato-intelligente	Agriculture biologique	Agroforesterie	Permaculture
Recyclage. Optimiser l'usage des ressources locales renouvelables et les cycles de ressources clos des nutriments et de la biomasse.		Minimiser les incidences négatives directes de la production alimentaire sur l'environnement Augmenter la production tout en maintenant un taux de conversion des terres aussi faible que possible et en faisant une utilisation accrue des ressources renouvelables que représentent le travail, la lumière et les connaissances.	Concevoir et gérer de manière appropriée les procédés biologiques en s'appuyant sur des systèmes écologiques qui mobilisent des ressources naturelles internes au système.	Les arbres intégrés aux systèmes agricoles ont souvent pour effet de fixer l'azote et de resserrer les cycles des nutriments et de l'eau.	Rendre prioritaire le recyclage des nutriments, de la biomasse et de l'eau à l'intérieur des systèmes de production.
Réduction des intrants. Réduire ou éliminer la dépendance aux intrants externes.		Accroître l'efficacité d'utilisation des ressources et optimiser l'application des intrants externes. Comblent les écarts de rendement qu'accusent les terres agricoles sous-performantes. Améliorer l'utilisation des variétés végétales et des races d'élevage.	Restreindre l'utilisation d'intrants externes. Limiter strictement l'utilisation d'intrants chimiques de synthèse à des cas exceptionnels.		
Santé du sol. Garantir et renforcer la santé des sols en les rendant propices à la croissance des végétaux, notamment en gérant la matière organique et en améliorant l'activité biologique du milieu édaphique.			Renforcer la santé du sol.	Les arbres dans les systèmes agricoles peuvent entraîner une grande abondance des organismes bénéfiques présents dans les sols et une intensification de leur activité	Renforcer la santé du sol.
Santé animale. Assurer la santé et le bien-être des animaux.			Garantir la santé et le bien-être des animaux.	Les ombrages peuvent atténuer le stress thermique que subissent les animaux par temps chaud, réduire l'effet glaçant du vent par temps froid et fournir un fourrage nourrissant dans les périodes de l'année où les plantes herbacées ne le peuvent pas.	
Effets de synergie. Améliorer les interactions biologiques bénéfiques et les synergies, l'intégration et les complémentarités entre les différentes			L'écologie: s'appuyer sur les cycles et les systèmes écologiques vivants, s'accorder	La partition de niches entre les arbres et les cultures offre de vastes possibilités d'aménager des alliances arbre-culture afin	Augmenter les synergies entre les différentes parties du système comprenant végétaux, sols et eaux.

Principes agroécologiques	Approches fondées sur les droits	Intensification durable + agriculture climato-intelligente	Agriculture biologique	Agroforesterie	Permaculture
composantes des systèmes agraires (végétaux, animaux, arbres, sols, eau).			avec eux, les imiter et les aider à se maintenir.	d'exploiter leurs différences d'utilisation des ressources dans le temps et dans l'espace.	
Diversité. Entretenir et augmenter la diversité des espèces et des ressources génétiques et entretenir la biodiversité dans les agro-écosystèmes dans le temps et dans l'espace, au niveau du champ cultivé, de l'exploitation agricole et du terroir.	Souveraineté alimentaire Protection des ressources naturelles	Libérer des terres pour la conservation de la faune en produisant davantage sur les terres agricoles.		Les arbres dans les systèmes agricoles augmentent à la fois l'agrobiodiversité fonctionnelle et les niches pour la conservation de la faune.	Avoir soin de la planète.
Diversification. Diversifier les revenus agricoles en attribuant aux petits exploitants une plus grande indépendance financière et des possibilités de création de valeur ajoutée et en leur permettant de répondre aux demandes des consommateurs.				Les produits de l'arboriculture installée sur des terres cultivées peuvent diversifier les revenus agricoles.	
Élaboration conjointe de savoirs. Enrichir l'élaboration conjointe et l'échange horizontal de connaissances locales, autochtones, traditionnelles et scientifiques et les innovations, en particulier par des échanges entre agriculteurs.				Les savoirs agroécologiques locaux sont généralement détaillés, explicatifs et largement complémentaires aux connaissances scientifiques, si bien que l'alliance de ces deux ordres de savoir se révèle plus riche que chacun d'eux.	
Valeurs sociales et régimes alimentaires. Construire des systèmes alimentaires articulés sur la culture, l'identité, la tradition, l'équité sociale et l'égalité hommes-femmes, l'innovation et la connaissance, et qui comportent des régimes alimentaires sains, diversifiés, adaptés aux saisons et convenant aux communautés locales et à leurs moyens d'existence.	Justice alimentaire. Cible la prolifération d'aliments ultra-transformés	Modifier les régimes alimentaires dans le sens de leur durabilité.		La maîtrise de l'arboriculture et l'utilisation des arbres sont souvent sexospécifiques et l'inégalité entre les sexes peut être un frein important au développement de l'agroforesterie. Les fruits des arbres peuvent accroître la diversité du régime alimentaire.	
Équité. Appuyer des moyens d'existence dignes et solides pour tous les acteurs participant aux systèmes alimentaires, en particulier les petits producteurs de denrées alimentaires, sur la base du commerce équitable, de l'emploi équitable et du traitement équitable des droits de propriété intellectuelle.			L'équité: par rapport à l'environnement commun et aux opportunités de la vie.		Avoir soin des gens.

Principes agroécologiques	Approches fondées sur les droits	Intensification durable + agriculture climato-intelligente	Agriculture biologique	Agroforesterie	Permaculture
Relations directes et proximales («Connectivité»). Accroître la proximité et la confiance entre producteurs et consommateurs en favorisant des réseaux de distribution équitables et courts qui réintègrent les systèmes alimentaires dans les économies locales.	Souveraineté alimentaire. Réorganisation du commerce alimentaire en appui à la production alimentaire locale. Justice alimentaire. Reconnaître l'importance de la production alimentaire locale.	Appuyer des modèles de production et de consommation autres et concurrents.	-	-	
Gouvernance des terres et des ressources naturelles. Reconnaître les besoins des agriculteurs familiaux, des petits exploitants et des paysans producteurs de denrées alimentaires comme intendants et gardiens durables des ressources naturelles et génétiques et soutenir leurs intérêts.	Souveraineté alimentaire. L'alimentation comme droit humain fondamental. Réduction des concentrations de pouvoir entre les mains de multinationales. Accroître le contrôle démocratique du système alimentaire. Nécessité d'une réforme agraire. Justice alimentaire. Critique du modèle alimentaire hégémonique.			Les politiques agroforestières qui conjoignent la formulation des orientations et leur mise en œuvre dans tous les secteurs et à toutes les échelles engendrent des modes de décision plus rationnels et intégrés en matière d'utilisation des terres.	
Participation. L'encouragement des producteurs et des consommateurs à l'organisation sociale et une plus grande participation, y compris aux décisions, favorisera une gouvernance décentralisée et une gestion locale adaptative des systèmes alimentaires et agricoles.	Justice alimentaire. Valoriser les pratiques et les savoirs des catégories marginalisées.				
<i>Principes qui n'entrent pas dans la grille ci-dessus articulée sur les 13 principes synthétiques de l'agroécologie</i>	Souveraineté alimentaire. Œuvrer à la paix	L'adoption de pratiques agricoles climato-intelligentes peut accroître l'adaptation au changement climatique en ciblant des risques climatiques spécifiques et/ou en améliorant la résilience des moyens d'existence, tout en permettant de fixer le carbone et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.	Le principe de précaution: conduire l'agriculture biologique de manière prudente et responsable afin de protéger la santé et le bien-être des générations actuelles et futures ainsi que l'environnement.	Les arbres dans les systèmes agricoles peuvent augmenter le stockage du carbone directement dans les arbres, tant par eux-mêmes que par une augmentation du carbone du sol, et contribuer directement à l'adaptation en absorbant les chocs climatiques et indirectement en contribuant à la résilience des moyens d'existence.	Assigner des limites à la démographie et la consommation

A2 Cycle des projets du HLPE

Le Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition (HLPE), créé en octobre 2009, a pour mission d'assurer l'interface entre scientifiques et décideurs au sein du Comité de la sécurité alimentaire mondiale (CSA).

Ce dernier est la principale plateforme internationale et intergouvernementale ouverte et s'appuyant sur des données factuelles pour la sécurité alimentaire et la nutrition, regroupant un large éventail de parties prenantes ayant pris l'engagement de travailler ensemble de façon coordonnée et à l'appui de processus impulsés par les pays pour l'élimination de la faim et la garantie de la sécurité alimentaire et nutritionnelle au bénéfice de l'ensemble de l'humanité⁶¹.

Le programme de travail du HLPE est défini par le CSA, ce qui est un gage de légitimité et de pertinence des études entreprises, ainsi que leur inscription à un ordre du jour politique concret au niveau international. Le processus d'élaboration des rapports est garant de l'ouverture scientifique et de l'indépendance du HLPE.

Le HLPE élabore des rapports scientifiques, axés sur les décisions politiques, qui comprennent une analyse et des recommandations et qui constituent un point de départ exhaustif et fondé sur des éléments probants pour les débats menés au sein du CSA. Le HLPE vise à permettre une meilleure compréhension de la diversité des problèmes et des raisonnements qui se présentent lorsque l'on traite de l'insécurité alimentaire et nutritionnelle. Il s'efforce de faire la lumière sur les informations et connaissances contradictoires, de faire ressortir les contextes et raisonnements dans lesquels s'inscrivent les controverses et de recenser les questions nouvelles.

Le HLPE n'est pas chargé d'effectuer de nouvelles recherches. Il fonde ses études sur des recherches et des connaissances existantes produites par différentes institutions sources de connaissances spécialisées (universités, instituts de recherche, organisations internationales, etc.) et crée une valeur ajoutée grâce à une analyse globale, multisectorielle et multidisciplinaire.

Les études du HLPE allient les savoirs scientifiques et les expériences de terrain, dans un même processus rigoureux. Le HLPE traduit en formes de connaissances liées aux politiques la richesse et la variété des connaissances spécialisées de nombreux acteurs (connaissances tirées de la mise en œuvre locale, connaissances fondées sur des recherches mondiales et connaissance des «pratiques optimales») qui s'appuient à la fois sur des sources locales et sur des sources mondiales.

Afin de garantir la légitimité et la crédibilité scientifique du processus, ainsi que sa transparence et son ouverture à toutes les formes de savoir, le HLPE fonctionne selon des règles très précises, définies par le CSA.

Le HLPE a une structure à deux niveaux:

1. un Comité directeur, composé de 15 experts de renommée internationale dans différents domaines liés à la sécurité alimentaire et à la nutrition, nommés par le Bureau du CSA. Les membres du Comité directeur participent à titre personnel et non pas en tant que représentants de leur gouvernement, institution ou organisation.
2. des équipes de projet, choisies et gérées par le Comité directeur et chargées d'analyser des questions précises et d'établir des rapports à leur sujet.

Le cycle de projet pour l'élaboration des rapports (**figure 14**) comprend des étapes bien définies, dont les premières sont la question politique et la demande formulée par le CSA. Le HLPE engage un dialogue scientifique, en s'appuyant sur la diversité des disciplines, des horizons, des systèmes de connaissance, de son Comité directeur et des équipes de projet, et sur des consultations électroniques ouvertes. Les équipes de projet, tenues par un thème et par un délai, travaillent sous la supervision scientifique et méthodologique du Comité directeur et en suivant les indications de cet ordre qu'il leur donne.

⁶¹ Document relatif à la réforme du CSA, disponible à l'adresse <http://www.fao.org/cfs/cfs-home/fr/>.

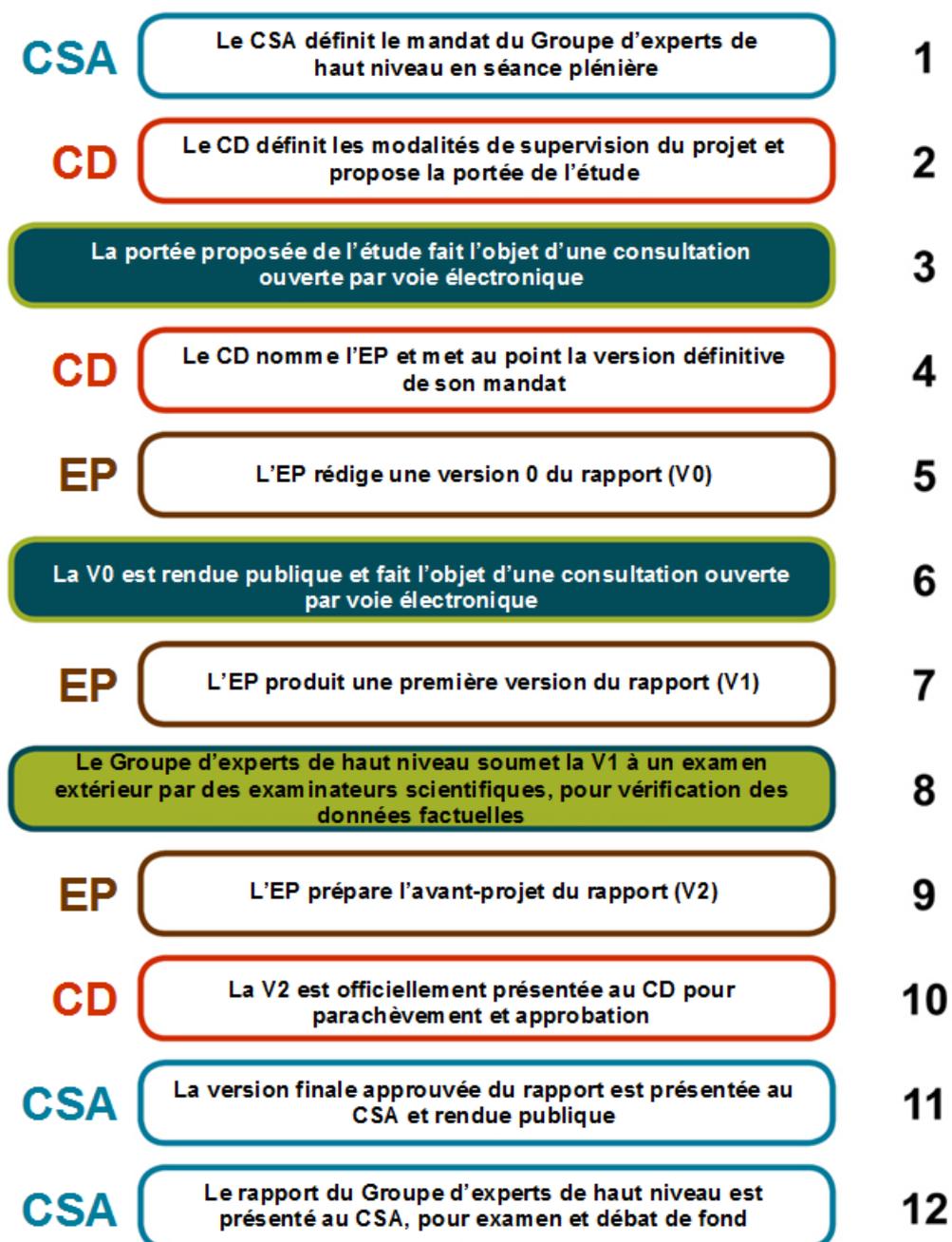
Le HLPE procède à deux consultations ouvertes pour chaque rapport: la première sur la portée de l'étude et la deuxième sur un projet de rapport V0. Cette approche permet d'ouvrir le processus à tous les spécialistes intéressés ainsi qu'à toutes les parties prenantes concernées, qui sont aussi détentrices de savoirs. Ces consultations permettent au HLPE de mieux comprendre les problèmes et les préoccupations, et d'enrichir la base de connaissances, y compris les connaissances sur la société, afin de s'efforcer de faire la synthèse des différents points de vue scientifiques.

Le processus comprend l'analyse scientifique par des pairs extérieurs d'une version pré-finale du rapport. On établit ensuite la version finale du rapport, qui est approuvée par le Comité directeur lors d'une réunion en personne.

Les rapports du HLPE sont publiés dans les six langues officielles de l'ONU (anglais, arabe, chinois, espagnol, français et russe) et viennent étayer les discussions et débats au sein du CSA.

Toutes les informations concernant le HLPE, son processus de travail et tous les rapports qu'il a déjà publiés sont disponibles sur son site web: <http://www.fao.org/cfs/cfs-hlpe/fr/>.

Figure 14 Cycle des projets du Groupe d'experts de haut niveau



CD Comité directeur du Groupe d'experts de haut niveau
CSA Comité de la sécurité alimentaire mondiale
EP Équipe de projet du Groupe d'experts de haut niveau
HLPE Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition



Les systèmes alimentaires et l'agriculture sont à la croisée des chemins; une transformation profonde est nécessaire à toutes les échelles, non seulement pour atteindre le deuxième objectif de développement durable (ODD2) visant à «éliminer la faim et toutes les formes de malnutrition» d'ici à 2030, mais également le Programme 2030 dans son ensemble, y compris la santé humaine et environnementale, le changement climatique, l'équité et la stabilité sociale. Les tendances actuelles, comme l'augmentation, depuis 2014, du nombre de personnes sous-alimentées ou le taux alarmant de toutes les formes de malnutrition dans tous les pays, et les tensions en résultant seront exacerbées si nous ne parvenons pas à concevoir ni à mettre en œuvre, dans un avenir très proche, des systèmes alimentaires assurant la sécurité alimentaire et la nutrition tout en relevant tous les défis de la durabilité. Les approches innovantes, agroécologiques et autres, du progrès agronomique sont de plus en plus appréciées pour leur contribution potentielle à la réalisation de ces objectifs cruciaux. Le présent rapport adopte une perspective dynamique, centrée sur les concepts clés de transition et de transformation. En fin de compte, ce rapport riche et exhaustif a pour ambition d'alimenter un processus de convergence politique passionnant et d'aider à lever les blocages en développant une compréhension commune de ces questions, afin que des voies de transition concrètes puissent être conçues et mises en œuvre à toutes les échelles pertinentes, de l'exploitation individuelle, de la sphère collective et du terroir jusqu'aux niveaux national, régional et mondial.

