



# Assemblée générale

Distr. générale  
29 juillet 2019  
Français  
Original : anglais

**Soixante-quatorzième session**  
Point 19 de l'ordre du jour provisoire\*  
**Développement durable**

## **Les technologies agricoles au service du développement durable**

### **Rapport du Secrétaire général**

#### *Résumé*

Un large éventail de politiques, de solutions et de contributions doivent être mises en œuvre pour atteindre les objectifs de développement durable, ainsi que pour mettre un terme à la faim, parvenir à la sécurité alimentaire, améliorer la nutrition et promouvoir une agriculture durable. L'application de la science et de la technique à la mise au point de pratiques agricoles durables pourrait jouer un rôle décisif dans l'accélération des progrès vers la réalisation du Programme de développement durable à l'horizon 2030. Les technologies peuvent soutenir les efforts des petits exploitants et des exploitations familiales visant à accroître durablement la productivité et les revenus, à contribuer à la mise en place de systèmes de production alimentaire durables, et à créer des synergies pour atteindre d'autres objectifs et cibles de manière intégrée et novatrice.

\* A/74/150.



## I. Introduction

1. Le présent rapport a été préparé en application de la résolution 72/215 de l'Assemblée générale, dans laquelle l'Assemblée a prié le Secrétaire général de lui présenter, à sa soixante-quatorzième session, un rapport sur l'application de cette résolution.
2. Dans son rapport, le Secrétaire général examine les tendances et les principales avancées technologiques dans les technologies agricoles, propose des exemples de l'utilisation novatrice de technologies à grande échelle et formule des recommandations concernant la voie à suivre.
3. Aux fins du présent rapport, le terme « agriculture » englobe les secteurs de la culture, de l'élevage, de la pêche et de la foresterie ; et l'intitulé « technologies agricoles » est défini comme l'application des connaissances scientifiques en vue de mettre au point des techniques de production de produits et/ou de services qui contribuent à la productivité et à la viabilité de l'agriculture.

## II. Aperçu général

4. L'agriculture est au cœur du Programme de développement durable à l'horizon 2030 et de l'engagement à « ne laisser personne de côté ». La majorité des populations pauvres qui souffrent de la faim vivent dans des zones rurales et dépendent largement de l'agriculture pour leur subsistance. Sur 570 millions d'exploitations agricoles au total, plus de 500 millions sont des exploitations familiales, qui produisent plus de 80 % des denrées alimentaires mondiales (en valeur).<sup>1</sup> Outre la production d'aliments, l'agriculture assure la subsistance de 40 % de la population mondiale. Dans les pays à faible revenu, elle contribue à environ 30 % du produit intérieur brut.<sup>2</sup> Toutefois, les systèmes agricoles font face à des risques immenses, et les effets des changements climatiques sur la production agricole et les moyens de subsistance devraient s'intensifier au fil du temps.
5. La transformation des systèmes alimentaires et agricoles afin de promouvoir les synergies et de réduire l'impact négatif sur les objectifs de développement durable nécessite des systèmes alimentaires et agricoles durables qui améliorent l'efficacité de l'utilisation des ressources et de la production alimentaire ; conservent, protègent et renforcent les écosystèmes naturels ; contribuent aux moyens de subsistance, à l'alimentation adaptée et au bien-être social des populations rurales ; accroissent la résilience des populations, des communautés et des écosystèmes ; et encouragent une bonne gouvernance des systèmes naturels et humains.<sup>3</sup> Cependant, face aux problèmes agricoles complexes, il n'y a pas de solutions toutes faites.
6. Les technologies agricoles permettent de résoudre une multitude de problèmes liés au développement durable en tirant parti des synergies entre les objectifs de développement durable et en maximisant leurs avantages connexes. Ces technologies peuvent participer à rendre la production alimentaire plus abondante, sûre et saine avec moins de ressources, tout en réduisant l'empiètement sur les écosystèmes naturels, notamment les forêts et les zones humides. Toutefois, les applications de technologies agricoles doivent être évaluées selon la manière dont ces technologies

<sup>1</sup> Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture : Ouvrir l'agriculture familiale à l'innovation* (Rome, 2014).

<sup>2</sup> Navin Ramankutty et al., « Trends in global agricultural land use: implications for environmental health and food security », *Annual Review of Plant Biology*, vol. 69 (2018).

<sup>3</sup> FAO, *Sustainable Food and Agriculture: An integrated approach*, Clayton Campanhola and Shivaji Pandey, contr. (Londres, Elsevier, 2019).

répondent aux besoins et aux demandes des familles d'agriculteurs en ce qui concerne l'amélioration de la productivité et des revenus, ainsi que de leur contribution au développement durable.

7. L'accès et l'utilisation de technologies agricoles par les personnes vivant dans la pauvreté, ainsi que par des groupes marginalisés et les populations rurales, peuvent aider à améliorer les revenus et la productivité, et à rendre les moyens de subsistance plus résilients. Les technologies doivent aussi encourager des résultats plus durables, comme l'accès aux terres et aux autres ressources naturelles ; les capacités de gestion durable des ressources ; l'accès aux services financiers, aux infrastructures, à d'autres biens et à la main-d'œuvre ; et la formation, l'éducation (y compris l'aptitude à se servir des outils numériques) et les services de soins de santé.

8. Des technologies agricoles adaptées doivent être introduites dans toutes les chaînes de valeur en utilisant une perspective de « systèmes » qui va au-delà des aspects isolés de la production. Par-dessus tout, les technologies doivent être au service de l'inclusion, en tenant compte des incidences sur l'égalité des genres et les valeurs culturelles et sociales, en incorporant les savoirs traditionnels et autochtones et en adaptant les technologies pour répondre aux besoins et contextes locaux.

9. Il faut innover dans l'organisation, impliquer les diverses parties prenantes, nouer de nouveaux partenariats et renforcer les existants et conclure de nouveaux accords d'investissement afin de garantir que les technologies agricoles sont appliquées à une production et des systèmes de distribution plus équitables, inclusifs et durables.

### III. Défis

10. D'ici à 2050, la population mondiale devrait atteindre environ 10 milliards d'habitants et l'agriculture devra produire près de 50 % d'aliments, d'alimentation animale et de bioénergies en plus qu'en 2012.<sup>4</sup> Quelque 821 millions de personnes étaient sous-alimentées en 2017, soit une troisième année consécutive de hausse de la famine après une longue période de recul.<sup>5</sup> 38,9 % des adultes étaient en surpoids ou obèses et plus de 2 milliards de personnes souffraient de carences en micronutriments,<sup>6</sup> démontrant que les systèmes alimentaires ne parviennent pas à répondre aux besoins de tous. En outre, l'urbanisation rapide, de même que la croissance des revenus dans les pays à revenus faibles et intermédiaires accélère la transition alimentaire vers une plus grande consommation de produits d'origine animale, de fruits et de légumes par rapport aux céréales, ce qui nécessite des rééquilibrages majeurs de la production et qui renforce la pression sur les ressources naturelles.

11. Les changements climatiques et l'intensification des catastrophes naturelles menacent les cultures, les animaux/plantes aquatiques et l'élevage, quoiqu'inégalement. Les pays les plus pauvres et les communautés de basses latitudes qui sont déjà en situation d'insécurité alimentaire sont plus exposés, moins résistants et disposent de moins de ressources pour faire face à ces changements. L'augmentation des émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique,

<sup>4</sup> FAO, *L'avenir de l'alimentation et de l'agriculture : tendances et défis* (Rome, 2017).

<sup>5</sup> FAO, Fonds international de développement agricole, Fonds des Nations Unies pour l'enfance, Programme alimentaire mondial et Organisation mondiale de la santé, *L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde : renforcer la résilience face aux changements climatiques pour la sécurité alimentaire et la nutrition* (Rome, FAO, 2018).

<sup>6</sup> Development Initiatives, *2018 Global nutrition Report : Shining a light to spur action on nutrition* (Bristol, Royaume-Uni, 2018).

notamment des systèmes alimentaires mondiaux, exacerbent le changement climatique. La propagation de parasites et de maladies transfrontières, intensifiée par le commerce international, la mobilité humaine et les changements climatiques mondiaux, s'accroît de façon alarmante. Les maladies des plantes coûtent à elles seules environ 220 milliards USD par an à l'économie mondiale. Le problème est amplifié par la résistance aux agents antimicrobiens. Les antimicrobiens jouent un rôle crucial dans le traitement des animaux d'élevage, mais l'abus de ces médicaments compromet la sécurité alimentaire et menace la santé humaine et animale.

12. Les pressions exercées sur les ressources naturelles entraînent un risque de surexploitation et d'utilisation non durable. L'expansion des terres agricoles demeure le principal facteur de déforestation, la perte nette de 80 % des 3,3 millions d'hectares annuels étant due à la transformation agricole. L'eau est de plus en plus rare dans de nombreuses régions et sa qualité a considérablement empiré pour diverses raisons, notamment l'agriculture. La dégradation des terres et la désertification ont augmenté et 29 % des terres mondiales sont dégradées.<sup>7</sup> La biodiversité est gravement menacée, principalement en raison de la dégradation des écosystèmes terrestres et aquatiques et de l'avancée de la frontière agricole, qui met encore davantage en péril la résilience des écosystèmes.<sup>8</sup>

13. Pour nourrir la population mondiale de façon adéquate, l'alimentation doit être mieux répartie et plus nutritive, et la sécurité alimentaire doit être maintenue et améliorée. À l'échelle mondiale, il est avéré que les aliments dangereux sont à l'origine de plus de 200 maladies aiguës ou chroniques. Ce fardeau touche par ailleurs de manière disproportionnée les populations vulnérables et marginalisées. En outre, chaque année, environ 670 millions de tonnes de denrées alimentaires sont perdues ou gaspillées dans les pays à revenu élevé (en grande partie au niveau de la distribution et de la consommation), et 630 millions de tonnes sont perdues ou gaspillées dans les pays à revenu faible ou intermédiaire (généralement après les récoltes et lors de la transformation).<sup>9</sup> Cela représente un tiers de la nourriture destinée à la consommation humaine. Le gaspillage alimentaire contribue à la malnutrition et produit des émissions de gaz à effet de serre lors de la décomposition des aliments, qui libèrent du méthane.

14. À l'échelle mondiale, les chaînes d'approvisionnement alimentaire consomment environ un tiers de l'énergie disponible, principalement sous forme de combustibles fossiles. Dans le même temps, la pauvreté énergétique est un problème dans un grand nombre de filières dans les pays en développement, ce qui limite la productivité et les rendements. L'un des principaux défis consiste à dissocier les filières alimentaires de l'utilisation des énergies fossiles sans entraver la sécurité alimentaire ou le développement de systèmes alimentaires efficaces et inclusifs.

15. On estime que 736 millions de personnes vivent en dessous du seuil de pauvreté extrême dans le monde, parmi lesquelles 79 % de populations rurales.<sup>10</sup> Les inégalités se creusent dans de nombreux pays, les femmes et les jeunes, ainsi que les peuples autochtones, étant plus susceptibles que d'autres de voir leurs perspectives et leur accès réduits. En Afrique subsaharienne et en Asie du Sud, les populations jeunes sont en augmentation ; pourtant, les jeunes des zones rurales de pays à faible revenu

<sup>7</sup> Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), *Global Environment Outlook, GEO-6, Healthy Planet, Healthy People*, Paul Ekins, Joyeeta Gupta et Pierre Boileau (dir.) (Cambridge, Cambridge University Press, 2019).

<sup>8</sup> FAO, *The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture*, J. Bélanger et D. Pilling, contr. (Rome, 2019).

<sup>9</sup> <http://www.fao.org/save-food/ressources/keyfindings/fr/>.

<sup>10</sup> Banque mondiale, *Poverty and Shared Prosperity 2018 : Piecing Together the Poverty Puzzle* (Washington, 2018).

hésitent souvent à travailler dans l'agriculture et considèrent cette profession comme faiblement productive et en déclin. En l'absence de possibilités de travail décent et sans accès aux services sociaux et à la protection sociale, ils rejoignent le flux de migrants internes et internationaux.

16. Les hommes sont plus susceptibles d'être les premiers à migrer des zones rurales et à quitter l'agriculture, ce qui contribue à accroître la proportion de main-d'œuvre féminine dans le secteur agricole. Dans le même temps, la région Asie-Pacifique vieillit à un rythme sans précédent. Le nombre de personnes âgées a pratiquement doublé entre 1990 et 2014 ; d'ici à 2034, la population âgée devrait encore être multipliée par deux et la population enfantine devrait continuer de diminuer dans la région.<sup>11</sup>

17. La fragilité, les conflits et la violence font obstacle à la sécurité alimentaire et ont des effets nuisibles sur la faim et la nutrition. La part de la population mondiale extrêmement pauvre vivant dans des situations de conflit est en augmentation, ce qui contribue à des déplacements massifs de population et à un exode rural vers les villes. Les conflits et la violence limitent la disponibilité des aliments, entravent l'accès à la nourriture et privent les populations vulnérables d'accès aux ressources nécessaires pour la production alimentaire et agricole.

18. Ces défis se matérialisent à diverses échelles spatiales et temporelles, transcendant les secteurs et les frontières avec des liens et des impacts plus complexes et, parfois, imprévisibles. Recenser et évaluer les divers degrés de priorité des objectifs nécessite une analyse intégrée selon le contexte, qui tienne compte des interdépendances essentielles au-delà des frontières et des secteurs. Les technologies agricoles peuvent être évaluées selon cette approche, aussi bien pour les perspectives qu'elles ouvrent que pour leurs divers effets sur les besoins et les intérêts des parties prenantes. La transition d'interventions technologiques exclusivement focalisées sur des aspects uniques d'innovations agricoles vers une « approche systémique » intégrée et complète est fondamentale dans le cadre de mesures efficaces en faveur du développement durable.

19. Comme expliqué en détail dans les deux sections suivantes, une variété de technologies agricoles permettent d'opérer cette transition des systèmes alimentaires et agricoles au-delà des options habituelles, vers des solutions intégrées à l'ensemble des chaînes d'approvisionnement alimentaire, avec des effets sur les objectifs de développement durable.

## IV. Tendances et principales avancées technologiques

20. L'utilisation de la science et de la technologie est indispensable pour surmonter l'impact des changements climatiques et d'autres problèmes qui empêchent les pays de parvenir à la sécurité alimentaire, à l'amélioration de la nutrition et à des systèmes alimentaires et agricoles viables. Les technologies doivent aussi être utilisées pour soulager les pressions des systèmes alimentaires sur la biodiversité et réduire les émissions de gaz à effet de serre.

### A. Biotechnologies

21. Le potentiel des biotechnologies pour améliorer la productivité agricole est prometteur. Conformément à la définition des biotechnologies dans l'article 2 de la

<sup>11</sup> Commission économique et sociale pour l'Asie et le Pacifique, *Annuaire statistique pour l'Asie et le Pacifique 2014* (publication des Nations Unies, [ST/ESCAP/2704](#), 2014), pp. 1 et 16.

Convention sur la diversité biologique, le terme « biotechnologies agricoles » englobe un large éventail de technologies, y compris des méthodes faisant appel à des techniques simples, telles que l'utilisation de l'insémination artificielle, de techniques de fermentation et d'engrais biologiques, ainsi que des approches de haute technologie impliquant des approches axées sur les avancées moléculaires, comme les modifications génétiques, le séquençement total du génome et l'édition génomique.<sup>12</sup> Ces biotechnologies sont utilisées à de nombreuses fins, telles que l'amélioration génétique des plantes et des animaux pour accroître leurs rendements, leur efficacité ou leur résilience ; la caractérisation et la conservation de ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture ; le diagnostic de maladies végétales ou de zoonoses ; la mise au point de vaccins ; et la production d'aliments fermentés.

22. Les coûts et les avantages de l'utilisation d'organismes génétiquement modifiés, ainsi que les difficultés d'accès, ont suscité le débat sur leur potentiel face aux défis agricoles à surmonter. Les cultures génétiquement modifiées ont été adoptées par les petits exploitants dans plusieurs pays en développement et pays émergents pour résister aux herbicides et/ou aux insectes, mais le coût des semences génétiquement modifiées peut être contraignant. En outre, les petits exploitants doivent relever le défi de la mise en œuvre des pratiques de gestion nécessaires à la culture génétiquement modifiée en toute sécurité au fil du temps. Le débat sur les organismes génétiquement modifiés porte sur les conséquences qu'ils pourraient avoir sur la sécurité alimentaire, l'environnement, la biodiversité, la santé humaine et animale et le contrôle du système alimentaire mondial, ainsi que leurs ramifications en matière d'éthique, de réglementation et de droits de propriété intellectuelle. De nombreux pays ont élaboré des cadres de sécurité biologique pour contrôler les risques potentiels liés à l'utilisation d'organismes génétiquement modifiés.

23. L'édition génomique (ou l'édition génétique), en particulier CRISPR-Cas,<sup>13</sup> est un ensemble de techniques qui permettent d'apporter des modifications précises au patrimoine génétique d'un organisme vivant sans transfert transgènes entre les espèces. Ces techniques ont été utilisées pour accélérer le développement de nouvelles variétés de cultures et pour améliorer les races de bétail (par exemple, le blé tendre résistant aux maladies et du bétail sans cornes pour contribuer à améliorer le bien-être des animaux dans l'industrie). L'édition génomique est relativement bon marché, de sorte qu'elle s'est imposée comme la méthode de prédilection pour améliorer génétiquement les cultures, le bétail et le poisson, notamment dans les pays en développement. Mais en l'absence d'intervention réglementaire, des risques existent, en ce compris la possibilité d'altérer différemment le génome, avec des conséquences imprévues. En outre, le rythme de l'élaboration des systèmes politiques d'encadrement est plus lent que les progrès scientifiques propices aux technologies. Il n'y a pas d'accord sur la question de savoir si des organismes génomiquement édités sont génétiquement modifiés, et s'ils le sont, si leur mise à disposition pour la consommation humaine et/ou dans l'environnement serait régie par le Protocole de Cartagena sur la prévention des risques biotechnologiques relatif à la Convention sur la diversité biologique. Si un petit nombre de pays à revenu élevé ont pris des décisions sur ce sujet,<sup>14</sup> la plupart des pays à faible revenu et à revenu intermédiaire sont aux premiers stades de la mise en place du statut réglementaire des organismes à génome édité.

<sup>12</sup> « Toute application technologique qui utilise des systèmes biologiques, des organismes vivants, ou des dérivés de ceux-ci, pour réaliser ou modifier des produits ou des procédés à usage spécifique. »

<sup>13</sup> PNUE, *Frontières 2018-2019 : questions émergentes d'ordre environnemental* (Nairobi, 2019).

<sup>14</sup> Syed Shan-e-Ali Zaidi et al., « New plant breeding technologies for food security », *Science*, vol. 363, n° 6434 (Mars 2019).

24. Les progrès rapides de la biologie moléculaire et, accessoirement, de l'ingénierie et de l'informatique, qui augmentent les capacités humaines et institutionnelles et ont considérablement réduit les coûts de la cartographie génique, génèrent d'énormes quantités de données de la séquence ADN. Des génomes entiers peuvent désormais être séquencés plus rapidement que par le passé, et les données obtenues peuvent être organisées à une infime fraction du coût par rapport à il y a 20 ans. De ce fait, le séquençement de gènes est devenu une technologie beaucoup plus accessible. Conjuguée avec le développement des capacités de phénotype automatisé et rapide, le processus de sélection de variétés de plantes et de races de bétail améliorées et mieux adaptées peut s'accélérer encore davantage. Les données de séquence d'ADN sur les pathogènes et autres micro-organismes dans les aliments peuvent être utilisées pour la surveillance épidémiologique et pour suivre la résistance aux agents antimicrobiens.

25. Les informations relatives au séquençement numérique n'ont pas de définition universellement acceptée ; toutefois, l'idée est que la possession de matériel génétique physique n'est pas nécessaire pour en tirer de la valeur. Parmi les utilisations actuelles d'informations sur le séquençage numérique, citons par exemple l'amélioration de l'efficacité des aliments pour animaux et la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans l'élevage, la conservation des arbres grâce à la génomique prédictive, des programmes de reproduction à assistance génomique pour les cultures et la détection d'hybrides chez les poissons.<sup>15</sup> La propriété de ces informations en ce qui concerne les ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture est un sujet très débattu. Bien que la quantité d'informations privées sur les séquences numériques soit inconnue, les informations accessibles au public comprennent environ 1 700 bases de données en ligne, avec des infrastructures principalement situées dans les pays développés. Les inquiétudes concernant le biopiratage découlent de la conviction que les capacités de la biologie synthétique permettraient de créer des organismes entiers, ou juste des gènes pour des produits commerciaux, en laboratoire, à partir d'informations de séquences numériques. À une extrémité du spectre, des appels sont lancés pour que les données soient disponibles librement, à l'appui de la recherche et du développement et de l'innovation, et à l'autre, on réclame une réglementation de l'accès aux informations du séquençage numérique. Il n'y a pas de consensus.

## B. Les technologies numériques

26. Les nouvelles technologies numériques offrent la possibilité d'améliorer la durabilité des systèmes alimentaires et agricoles et de combler les lacunes profondes en matière d'information et de conseil à une échelle inimaginable il y a une dizaine d'années. Ces technologies, surnommées collectivement « Agriculture 4.0 », permettent d'optimiser les intrants, de soutenir les systèmes d'alerte rapide sur les ravageurs et les maladies des plantes et des animaux, de gérer la mécanisation de façon plus efficace, d'améliorer les techniques de stockage des aliments, de réduire les pertes et le gaspillage de denrées alimentaires et de fournir plus rapidement des informations de meilleure qualité sur la demande du marché et les fluctuations saisonnières.<sup>16</sup> Les technologies numériques permettent également aux pays à revenu

<sup>15</sup> J. A. Heinemann, D. S. Coray et D. S. Thaler, « Exploratory fact-finding scoping study on 'digital sequence information' on genetic resources for food and agriculture », article d'étude de fond pour la Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture (2018).

<sup>16</sup> Banque mondiale, « Future of food: harnessing digital technologies to improve food system outcomes » (Washington., avril 2019).

faible ou intermédiaire de « sauter » (c'est-à-dire d'éviter ou de contourner) les technologies moins efficaces.<sup>17</sup>

27. Les mégadonnées dans l'agriculture sont rapidement générées pour recueillir des données sur les conditions et les caractéristiques de la production, de la transformation, de la distribution et du stockage tout au long des chaînes de valeur agricoles pour un suivi en temps réel. Ces données sont également utilisées pour prévoir (en utilisant des modèles statistiques) précisément quand et où, par exemple, des points d'eau ou de fertilisation seront nécessaires. Les mégadonnées peuvent être mobilisées pour des applications agricoles axées sur les données, y compris l'appui aux décisions des agriculteurs, l'agriculture de précision et l'assurance.

28. L'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique sont des outils analytiques qui facilitent la prise de décisions fondées sur des données et peuvent jouer un rôle crucial dans la mise en œuvre des systèmes alimentaires et agricoles durables. L'amélioration des cultures fondée sur la prévision a recours à l'intelligence artificielle et à l'apprentissage automatique, la génomique végétale, le phénotype, ainsi que les données agronomiques et climatiques pour prévoir les performances de nouvelles variétés.<sup>18</sup> L'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique sont utilisés pour identifier et prédire les signatures génétiques de la résistance aux agents antimicrobiens.<sup>19</sup>

29. Les dispositifs d'enregistrement électronique partagé, comme la technologie de la chaîne de blocs, peuvent réduire l'inefficacité et la corruption et améliorer la responsabilité, la transparence et la traçabilité des chaînes d'approvisionnement alimentaire. Ils peuvent aussi renforcer la facilitation du commerce, accroître la sécurité juridique des régimes fonciers et améliorer la responsabilisation en matière de respect des accords internationaux dans le domaine de l'agriculture.<sup>20</sup>

30. Si le potentiel des technologies numériques dans l'agriculture est énorme, ces avancées entraînent également des risques. On craint notamment une surconcentration du pouvoir de marché entre les données et des prestataires de services ; la confidentialité et la sécurité des données agricoles et des techniques de validation des données et de stockage ; des distorsions éventuelles dans la collecte des données ; les politiques de propriété des données et de transparence ; la dépendance aux technologies et l'obsolescence programmée ; et, peut-être, le plus important afin de ne laisser personne de côté, l'inégalité d'accès aux technologies en raison de l'insuffisance de la connectivité numérique dans les zones rurales et du plus faible accès à internet chez les femmes par rapport aux hommes. Les applications les plus puissantes exigent un niveau élevé de couverture mobile, de connectivité internet, de compétences et de connaissances.

## C. Mécanisation

31. La mécanisation de l'agriculture et des systèmes de traitement des produits alimentaires peut accroître la productivité et les salaires. La mécanisation consiste à

<sup>17</sup> *La situation économique et sociale dans le monde, 2018 : les technologies de pointe au service du développement durable* (publication des Nations Unies, numéro de vente : E.18.II.C.1).

<sup>18</sup> <https://qaafi.uq.edu.au/article/2019/04/new-breeding-technology-draws-genomics-paddock-realities-and-computer-power>.

<sup>19</sup> Erol S. Kavvas et al., « Machine learning and structural analysis of Mycobacterium tuberculosis pan-genome identifies genetic signatures of antibiotic resistance », *Nature Communications*, vol. 9, n° 1 (octobre 2018).

<sup>20</sup> Mischa Tripoli et Josef Schmidhuber, « Emerging opportunities for the application of blockchain in the agri-food industry », document de discussion (Rome, FAO ; Genève, Centre international pour le commerce et le développement durable, 2018).

appliquer différentes formes de sources d'énergie agricoles en conjonction avec des outils, des mises en œuvre et des machines appropriés. Elle va de simples outils manuels à des appareils à moteur (fixes et mobiles, par exemple des tracteurs, des désherbeurs mécaniques, des moissonneuses-batteuses, des batteuses et des décortiqueuses à riz et, des machines à labourer, etc.) et de l'équipement fonctionnant à l'énergie solaire, éolienne et hydrique. De récentes innovations ont été adoptées dans la mécanisation, sous la forme de technologies d'agriculture de précision et même d'équipement autonome (drones, robots et bots), qui permettent d'épandre de manière plus intelligente et de cibler les pesticides et les engrais, et d'ainsi réduire potentiellement leur utilisation et d'améliorer la santé humaine et environnementale.

32. La réalisation du développement durable exige que la mécanisation réponde aux besoins des agriculteurs et de leurs organisations, en particulier les producteurs familiaux et les petits exploitants, et soit accessible en fonction de la demande afin de créer de nouvelles perspectives commerciales. La mécanisation agricole durable peut aider à remédier aux pénuries de main-d'œuvre, à alléger la pénibilité du travail, à augmenter les revenus, à améliorer la productivité et l'opportunité des activités agricoles, à promouvoir une utilisation efficace des ressources, à améliorer l'accès aux marchés et à appuyer des mesures visant à atténuer les risques liés au climat.<sup>21</sup> Les machines et les installations de récolte, de séchage, de transformation et d'entreposage peuvent jouer un rôle clé dans la réduction des pertes agricoles, ce qui renforce la production et la nutrition par surface foncière. La mécanisation peut également créer de nouveaux emplois à plus haut salaire sur les chaînes de valeur agricoles, ce qui rend les zones rurales plus attrayantes pour les jeunes et les encourage à rester.

#### D. Technologies des énergies renouvelables

33. Les technologies des énergies renouvelables utilisent des sources d'énergie éoliennes, marines, solaires, hydrologiques, géothermiques, ainsi que les énergies issues de la biomasse. Dans les cas où les pertes alimentaires sont élevées en raison du faible accès à l'énergie, l'amélioration de l'accès à l'énergie propre peut grandement contribuer à des mesures post-récoltes rentables et écologiques pour réduire les pertes alimentaires. Développer les sources d'énergie renouvelables dans les systèmes agricoles permettrait à l'agro-industrie de diminuer son empreinte carbone, au secteur de l'énergie de fournir de l'énergie à des fins productives dans l'agriculture et d'augmenter les revenus des agriculteurs en limitant les pertes alimentaires.

34. Pour utiliser davantage les technologies des énergies renouvelables dans l'agriculture, il faut faire des compromis entre l'eau et de l'énergie. De plus, la consommation alimentaire et non alimentaire de la biomasse doit être considérée en fonction de la sécurité alimentaire locale et de l'accès aux ressources foncières dans la région. Pour peu qu'elle soit correctement gérée, la diversification de l'utilisation de la biomasse peut générer des revenus, contribuant ainsi à la sécurité alimentaire et au développement local. À cet égard, des initiatives telles que la méthode INVESTA soutiennent des analyses coûts-bénéfices financières, environnementales et sociales (notamment les aspects de genre) des sources d'énergie renouvelables sur la chaîne alimentaire.<sup>22</sup>

<sup>21</sup> <http://www.fao.org/sustainable-agricultural-mechanization/fr/>.

<sup>22</sup> FAO, « Investir dans des technologies énergétiques durables dans le secteur agroalimentaire (INVESTA) » (2018).

## V. Tirer parti des technologies agricoles en vue de la réalisation des objectifs de développement durable

35. La présente section porte sur l'utilisation de technologies agricoles en regard de leur impact sur l'ensemble du Programme de développement durable à l'horizon 2030, et examine les problèmes recensés à la section III. Les exemples sont donnés à titre indicatif et non exhaustif.

### A. Insécurité alimentaire, malnutrition et mauvaises habitudes alimentaires

36. Afin de contribuer à des régimes alimentaires sains, il faut transformer la production, la distribution et la consommation d'aliments nutritifs.<sup>23</sup> Les technologies nouvelles et existantes peuvent jouer un rôle pour répondre à ces préoccupations.

37. Les biotechnologies peuvent augmenter la valeur nutritionnelle des principales denrées alimentaires de base et la productivité des aliments à forte teneur en nutriments comme les légumes, le bétail et le poisson. Plus de 150 variétés de cultures biofortifiées en micronutriments qui fournissent des teneurs plus élevées en vitamine A, en fer et en zinc, ont été mises sur le marché dans 30 pays d'Asie, d'Afrique et d'Amérique latine.<sup>24</sup> Le tilapia d'élevage génétiquement amélioré et d'autres variétés grandissent plus rapidement et résistent mieux aux maladies que d'autres poissons et conviennent tant pour l'aquaculture artisanale que commerciale.<sup>25</sup> Les variétés améliorées ont été disséminées dans 16 pays. L'utilisation d'une souche de poissons améliorée par les aquaculteurs en Égypte a permis d'accroître les rendements de 5 %.<sup>26</sup> En ce qui concerne la production de bétail, l'insémination artificielle, associée à des programmes de sélection locaux et des services de santé des troupeaux, est largement adoptée afin de renforcer les rendements dans le secteur laitier. En 2014 par exemple, 1,4 million de têtes de bétail ont été inséminées avec succès au Bangladesh. Elles produisent plus de lait, lequel est vendu plus cher.<sup>27</sup>

38. L'agriculture de précision a recours à une combinaison de technologies intégrées, comme des systèmes géospatiaux, des drones avec optique de pointe, des informations satellitaires et une vaste puissance de calcul, afin d'optimiser la production et la rentabilité agricoles, préserver les ressources et détecter les carences en nutriments et les infestations de nuisibles et de maladies. Ces applications améliorent les rendements et l'efficacité de l'utilisation d'intrants en général, contribuent à allonger les périodes de culture et à accroître leur intensité (davantage de récoltes par an) et améliorent les pratiques de gestion. Par exemple, l'élevage de précision permet aux agriculteurs de mieux suivre les besoins en nutriments de chaque animal et d'ajuster leur alimentation en conséquence, ce qui améliore la santé de l'ensemble du troupeau.

39. **Étude de cas.** En Chine, près de 21 millions de petits exploitants agricoles ont participé à un effort national décennal dans les zones agroécologiques du pays. Un vaste programme d'aide à la décision pour la gestion intégrée des sols agricoles a été

<sup>23</sup> Walter Willett and others, « Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems », *The Lancet*, vol. 393, n° 10170 (février 2019).

<sup>24</sup> Howard Bouis et Amy Saltzman, « Improving nutrition through biofortification: a review of evidence from HarvestPlus, 2003 through 2016 », *Global Food Security*, vol. 12 (mars 2017).

<sup>25</sup> [www.worldfishcenter.org/pages/gif/](http://www.worldfishcenter.org/pages/gif/).

<sup>26</sup> <http://blog.worldfishcenter.org/2016/12/improved-tilapia-breeding-program-in-egypt-a-year-in-review/>.

<sup>27</sup> BRAC, « Artificial insemination: maximising genetic potential of cattle population in Bangladesh » (juin 2015). Disponible à l'adresse [www.brac.net/images/ArtificialInsemination.pdf](http://www.brac.net/images/ArtificialInsemination.pdf).

mis au point. Il s'agissait d'un module visant à déterminer les stratégies de culture sur la base de simulations des modèles cultureaux, et un module d'approvisionnement en ressources pour l'utilisation optimale des nutriments et des ressources hydriques. À la suite des essais sur le terrain pour mettre en place des applications adaptées au contexte, un partenariat local coordonné par le gouvernement a encouragé l'adoption de pratiques de gestion renforcée dans 452 comtés. Les rendements moyens ont augmenté de 10,8 à 11,5 %, tandis que l'utilisation d'engrais azotés et les émissions de gaz à effet de serre ont diminué en moyenne de 14,7 à 18,1 % et de 4,6 à 13,2 %, respectivement.<sup>28</sup>

40. Les exploitations agricoles intelligentes sont des serres entièrement sous contrôle climatique, fermées ou semi-fermées, pouvant fonctionner toute l'année. Elles produisent des aliments hautement nutritifs tels que des fruits et des légumes à rendement très élevé. Elles peuvent améliorer les rendements d'au moins 300 % par rapport aux systèmes traditionnels de plein champ.<sup>29</sup> Des capteurs servent à contrôler plus précisément les intrants et les conditions environnementales, ce qui optimise les efforts d'intensification et limite le gaspillage d'eau et d'engrais. Les exploitations agricoles intelligentes ont de plus en plus de succès dans la production d'aliments pour les villes (sur des circuits plus courts) et elles prospèrent dans des endroits où les conditions naturelles de culture sont difficiles. Toutefois, dans les environnements protégés, une fois qu'un contaminant microbiologique est introduit, il peut se multiplier rapidement.

41. L'agriculture verticale — alimentation empilée verticalement en couches pour une exploitation plus optimale de l'espace — a recours à des méthodes de culture utilisant la terre, l'hydroponie ou l'aquaponie. L'hydroponie est la culture de plantes sans terre, grâce à une solution de nutriments minéraux dans un solvant hydrique. La croissance des végétaux hydroponiques nécessite jusqu'à 90 % moins d'eau et 75 % moins d'espace, ce qui est utile dans les zones urbaines. Le projet H2Grow aide les communautés vulnérables à faire appel à des unités hydroponiques faiblement technologiques pour la culture de végétaux dans les zones arides.<sup>30</sup> Il est mis en œuvre dans neuf pays et concerne 5 000 personnes, y compris des réfugiés et des personnes déplacées. En Algérie, la production hydroponique de fourrage animal dans les camps de réfugiés a permis d'augmenter la production de lait de chèvre de 250 %, générant des revenus pour les réfugiés sahraouis. L'aquaponie, à savoir l'intégration de l'hydroponie dans l'aquaculture, en utilisant les déchets de poisson comme engrais pour les cultures hydroponiques, répond aux besoins de l'agriculture urbaine, ainsi que des zones désertiques.

42. Les applications mobiles sont de plus en plus prisées par les producteurs et les consommateurs de produits alimentaires pour améliorer la nutrition et promouvoir des habitudes alimentaires saines, ainsi que pour améliorer la sécurité alimentaire, en facilitant l'accès aux informations sur la teneur en nutriments et la manipulation des aliments et leur stockage. Par exemple, « E-Nutrifood » fournit des informations sur la qualité et la combinaison des valeurs nutritionnelles essentielles des aliments.

## **B. Changements climatiques, y compris l'émergence de nuisibles et de maladies transfrontaliers**

<sup>28</sup> Zhenling Cui et al., « Pursuing sustainable productivity with millions of smallholder farmers », *Nature*, vol. 555, n° 7696 (mars 2018).

<sup>29</sup> Matthieu De Clercq, Anshu Vats et Alvaro Biel, « Agriculture 4.0 : The future of farming technology ». Disponible à l'adresse [www.oliverwyman.com/our-expertise/insights/2018/feb/agriculture-4-0--the-future-of-farming-technology.html](http://www.oliverwyman.com/our-expertise/insights/2018/feb/agriculture-4-0--the-future-of-farming-technology.html).

<sup>30</sup> <https://innovation.wfp.org/project/h2grow-hydroponics>.

43. Les informations rapides et en temps réel sont essentielles afin de se préparer aux conditions météorologiques et climatiques instables et d'y répondre de manière opportune. Des services et des produits de prévision permettent aux agriculteurs de mieux planifier les activités agricoles, d'optimiser la production, de gérer les risques liés au climat et d'intégrer des mesures d'adaptation aux changements climatiques dans leurs décisions.

44. Les technologies numériques sont utilisées par les agences météorologiques pour recueillir, diffuser et analyser les données et informations agrométéorologiques et agroclimatiques. Les informations météorologiques fournies par SMS peuvent être complétées par des informations plus complexes sur la production et la protection culturales, l'eau, le sol et la végétation, ainsi que les systèmes d'alerte rapide et la préparation aux catastrophes. Des services de suivi et d'alerte rapide pour les ravageurs et les maladies peuvent être fournis aux pays touchés afin de répondre rapidement et efficacement aux situations inédites. Pour l'élevage, l'emploi de puces individuelles permet la traçabilité (origine, statut de vaccination), facilitant ainsi le commerce et la circulation du bétail.

45. **Étude de cas.** Face à la chenille légionnaire d'automne, un nouveau nuisible présent en Afrique qui se propage rapidement en Asie, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a élaboré et mis en place le Fall Armyworm Monitoring and Early Warning System (FAMEWS – système de surveillance et d'alerte rapide de la chenille légionnaire d'automne).<sup>31</sup> Une application de téléphonie mobile gratuite aide les agriculteurs, les communautés et les agents de vulgarisation à recueillir et consigner les informations sur la légionnaire d'automne, et une plateforme mondiale affiche les cartes et l'analyse des données sur le terrain. Nuru, un module d'intelligence artificielle, complète FAMEWS, pour aider les agriculteurs à diagnostiquer les invasions et prendre des mesures immédiates. Les données et les cartes fournissent des indications précieuses sur la manière dont les populations de légionnaires d'automne évoluent au fil du temps, afin de mieux comprendre leurs comportements et d'informer leurs pratiques de gestion. Plus de 55 000 rapports de plus de 40 pays touchés ont été recueillis par l'application mobile FAMEWS depuis sa publication en mars 2018. Le Service d'Information de la FAO sur les criquets pèlerins fournit un service analogue.<sup>32</sup> Tous les pays touchés par ces criquets transmettent leurs données à la FAO, qui analyse les informations en fonction de la météo, des données relatives aux habitats et de l'imagerie satellite, afin d'évaluer la situation actuelle de la présence de criquets dans la région, de fournir des prévisions jusqu'à six semaines à l'avance et d'émettre des alertes ad hoc.

46. La technique de stérilisation des insectes utilise l'irradiation pour stériliser les insectes qui se reproduisent en masse afin de prévenir, d'éradiquer, de supprimer et/ou de maîtriser les infestations majeures des cultures et du bétail d'une région entière, ce qui limite les dégâts sur la production alimentaire locale et régionale.<sup>33</sup> L'utilisation de cette technique au Sénégal a conduit à une réduction drastique de la transmission de la trypanosomiase, permettant aux races de bétail productives de prospérer. En République dominicaine, l'infestation de la mouche méditerranéenne des fruits a débouché sur une interdiction des importations par les principaux partenaires commerciaux, tels que les États-Unis d'Amérique, Haïti et le Japon, ce qui s'est traduit par une perte estimée de 42 millions de dollars pour les exportations de fruits et légumes au cours de la seule année 2015. La libération de plus de 4 milliards de mouches mâles stériles a permis d'éliminer ce ravageur et de rouvrir un marché d'exportation lucratif.

<sup>31</sup> <http://www.fao.org/fall-armyworm/faw-monitoring/fr/>.

<sup>32</sup> [www.fao.org/ag/locusts/en/publicat/meeting/topic/1978/index.html](http://www.fao.org/ag/locusts/en/publicat/meeting/topic/1978/index.html).

<sup>33</sup> <https://www.iaea.org/fr/themes/technique-de-linsecte-sterile>.

47. Les agriculteurs doivent avoir accès à des semences et plants de qualité d'une diversité de cultures et variétés bien adaptées, y compris celles qui sont résistantes aux maladies et aux ravageurs et qui s'adaptent à des conditions climatiques plus rudes. Le potentiel des ressources génétiques à surmonter les entraves à la production culturale a été libéré par les technologies de reproduction. Par exemple, le projet de mise à l'échelle des semences de maïs tolérant à la sécheresse pour l'Afrique au Zimbabwe a permis aux agriculteurs de récolter plus de 600 kg de maïs supplémentaire par hectare, par rapport à ceux qui utilisent des variétés sensibles à la sécheresse, ce qui a permis d'obtenir 240 USD en plus par hectare.<sup>34</sup>

### C. Tarissement des ressources naturelles

48. Grâce aux images satellites et aux capteurs terrestres ou drones, l'intelligence artificielle est en train de transformer l'aménagement du territoire, notamment en surveillant la déforestation, la désertification et les incendies de biomasse et la dégradation des tourbières. Ces données peuvent exploiter pleinement les méthodes de mise en commun des terres de l'agriculture et de la gestion des ressources naturelles, et faciliter la planification et le développement de l'aquaculture ou la gestion des zones côtières. Si les gouvernements pouvaient optimiser l'utilisation de l'intelligence artificielle dans le suivi de l'exploitation illégale des forêts et les dommages qui leur sont causés, 32 millions d'hectares de forêts pourraient être sauvés dans le monde d'ici à 2030, soit une réduction estimée de 29 gigatonnes d'émissions de concentration équivalente de dioxyde de carbone.<sup>35</sup>

49. Terra-i, un système de suivi en ligne, utilise des données et l'intelligence artificielle pour surveiller l'évolution de la végétation et la perte de couvert végétal en Amérique latine en temps réel.<sup>36</sup> L'Observatoire mondial des forêts est un autre système de surveillance et d'alerte des forêts qui renforce la capacité autonome des communautés locales à dénoncer les opérations d'abattement illégal et à les empêcher.<sup>37</sup> L'amélioration de l'accès à des données et des analyses géospatiales grâce à l'initiative Open Foris permet aux petits exploitants dotés d'un smartphone de mieux mesurer et suivre un lopin de terre aussi petit qu'un acre afin d'en évaluer la déforestation et la dégradation forestière.<sup>38</sup> Open Foris a également été utilisée pour la collecte de données sur l'industrie laitière au Kazakhstan, et sur la production animale des communautés pastorales au Tchad et en Mongolie, ainsi que pour le développement de l'élevage et des pratiques pastorales au Tadjikistan.

50. Des méthodes robustes et opérationnelles et des technologies économes en eau et en nutriments existent. Elles permettent de surveiller en continu la productivité des terres et de l'eau par l'entremise d'informations de télédétection en accès ouvert, par exemple le portail WaPOR.<sup>39</sup> En fournissant des informations en temps quasi réel pour indiquer la part de la biomasse et du rendement par mètre cube d'eau consommé, le cadre méthodologique aide les agriculteurs à obtenir des rendements plus fiables, et éclaire les autorités compétentes sur ce qui leur permettra de moderniser leurs

<sup>34</sup> Rodney Lunduka et al., « Impact of adoption of drought-tolerant maize varieties on total maize production in south Eastern Zimbabwe », *Climate and Development*, vol. 11, n° 1 (septembre 2019).

<sup>35</sup> Microsoft et PwC, « How AI can enable a sustainable future » (2019). Disponible à l'adresse [www.pwc.co.uk/sustainability-climate-change/assets/pdf/how-ai-can-enable-a-sustainable-future.pdf](http://www.pwc.co.uk/sustainability-climate-change/assets/pdf/how-ai-can-enable-a-sustainable-future.pdf).

<sup>36</sup> [www.terra-i.org/terra-i.html](http://www.terra-i.org/terra-i.html).

<sup>37</sup> [www.globalforestwatch.org/](http://www.globalforestwatch.org/).

<sup>38</sup> [www.openforis.org/](http://www.openforis.org/).

<sup>39</sup> <https://wapor.apps.fao.org>.

systèmes d'irrigation. Les produits finals sont adaptés aux besoins des utilisateurs à l'échelle internationale, nationale et sur le terrain.

51. Les technologies propices à la mécanisation de l'agriculture de conservation<sup>40</sup> (par exemple, les tracteurs à deux roues, les semoirs à simple ou double disque, etc.) peuvent largement améliorer la santé des sols, ce qui dans la pratique enrichit leur vie, leurs matières organiques et leur capacité à retenir l'hydratation et les précipitations/eaux de surface.

52. **Étude de cas.** Les techniques nucléaires et isotopiques peuvent améliorer l'utilisation efficiente de l'eau dans l'agriculture. Par exemple, un détecteur de neutrons évalue l'hydratation du sol à l'échelle de la région et calibre l'imagerie satellite afin d'améliorer les systèmes d'alerte rapide de gestion des inondations et des sécheresses. Un isotope d'azote peut être utilisé pour déterminer les facteurs qui influent sur l'efficacité de l'utilisation d'engrais azotés et la qualité de l'eau. Dans de nombreux pays africains, la productivité de cultures à valeur élevée comme les légumes a été améliorée grâce à des technologies d'irrigation au goutte-à-goutte appliquées à petite échelle, en adaptant la planification de l'arrosage aux besoins et des stades de la croissance des cultures.<sup>41</sup> Au Soudan, cette approche a permis d'améliorer la subsistance et la sécurité alimentaire de milliers d'agriculteurs pauvres, en particulier les femmes (dont bon nombre de réfugiées), soit une augmentation globale des revenus d'environ 550 dollars par famille. En Libye, une réduction de l'utilisation de l'eau pour les cultures de pomme de terre de 60 % a été obtenue grâce à l'irrigation au goutte-à-goutte, tout en multipliant les rendements pas deux ou plus, soit une nette amélioration par rapport à l'irrigation par aspersion.

#### D. Produire des aliments sûrs sur des chaînes de valeur efficaces

53. La contamination de produits agricoles par des agents naturels, les activités anthropiques ou des engrais ou des produits phytopharmaceutiques peut rendre l'alimentation impropre à la consommation humaine. Parmi les technologies d'amélioration de la sécurité alimentaire, citons l'irradiation des denrées alimentaires, de nouveaux emballages alimentaires, de nouvelles méthodes de conservation, l'amélioration de la transformation des aliments, de nouvelles variétés qui contiennent moins de substances naturellement toxiques et des variétés qui n'absorbent pas de métaux lourds du sol ou de l'eau. Néanmoins, la technologie ne remplace pas les bonnes pratiques de manipulation et d'hygiène, qui doivent faire partie intégrante d'une gestion efficace des stratégies en vue d'assurer la sécurité alimentaire.

54. **Étude de cas.** Le maïs (et autres aliments de base) peut être contaminé par les mycotoxines — des métabolites toxiques produits par un champignon survenant naturellement, au premier rang desquelles se trouvait l'aflatoxine, une puissante substance cancérigène qui s'attaque au foie. Les populations des pays où le maïs est une culture de base sont en permanence exposées à l'aflatoxine, et on recense de nombreux cas d'intoxication aiguë. Les technologies peuvent aider à gérer les aflatoxines, et notamment améliorer les conditions de manutention et de stockage pour réduire les dégâts causés par les insectes et l'eau ; optimiser le triage des céréales ; avoir recours à l'Alflasafe, une technologie de contrôle biologique qui utilise l'exclusion concurrentielle pour favoriser la prolifération de souches fongiques

<sup>40</sup> Un système de culture qui favorise le maintien d'une couverture permanente, la perturbation minimale des sols (par exemple sans labour) et la diversification des espèces végétales.

<sup>41</sup> <http://www-naweb.iaea.org/nafa/swmn/soils-progress-report.html>.

non-aflatoxigéniques ; sélectionner des variétés résistantes à l'aflatoxine ; et distribuer des trousse de diagnostic de dépistage rapide.

55. Les systèmes de certification électronique peuvent permettre une circulation efficace des aliments sains. La surveillance et les enquêtes en cas d'épidémie nécessitent une traçabilité bien au-delà des chaînes d'approvisionnement afin d'identifier, de prévenir ou de limiter toute menace pour la santé publique provenant d'aliments contaminés. L'intégration de systèmes de données adaptés au niveau international sera nécessaire pour appuyer la surveillance transfrontalière de la sécurité alimentaire. Les technologies de la chaîne de blocs et des dispositifs d'enregistrement électronique partagé sont quelques-unes des innovations prometteuses susceptibles de contribuer à la réalisation de cet objectif. Si des progrès ont été signalés dans des cas isolés où une forte intégration verticale était possible, davantage d'efforts seront nécessaires pour garantir une connectivité transnationale entre les plateformes, propice à une surveillance de la sécurité tout en garantissant la protection de la vie privée et les droits de propriété intellectuelle de toutes les parties.

56. Le séquençement de l'ensemble du génome est un outil efficace de suivi alimentaire et d'investigation sur les épidémies. Le succès de cette technologie sera décuplé si des systèmes de traçabilité sont mis en place sur toutes les chaînes de valeur. L'intégration est encore à ses débuts et il reste des problèmes à résoudre, notamment la mise en place de politiques de facilitation adaptées, en particulier en ce qui concerne le partage des données. Ces politiques devront trouver un équilibre entre les principaux accords internationaux tels que le Protocole de Nagoya sur l'accès aux ressources génétiques et le partage juste et équitable des avantages découlant de leur utilisation relatif à la Convention sur la diversité biologique, ainsi que d'autres droits de propriété intellectuelle et de respect de la vie privée liés aux intérêts relatifs à la souveraineté nationale.

57. Les systèmes agricoles à proximité d'établissements humains ou adjacents à ceux-ci devraient recourir à des technologies pour maximiser la résilience, la durabilité et la santé. Des technologies peuvent être utilisées pour récolter les sources de nutriments provenant de déchets organiques urbains et les technologies de lutte contre les ravageurs et les mauvaises herbes peuvent être exploitées sans impact négatif sur la santé des sols et de l'eau ou sur la biodiversité et la santé humaine.

## **E. Utilisation non durable de l'énergie**

58. Les systèmes alimentaires utilisant intelligemment l'énergie sont essentiels à la transition vers l'alimentation et l'agriculture durables. Des technologies d'énergies renouvelables et efficaces peuvent être mises en œuvre à divers stades de la chaîne d'approvisionnement alimentaire, de la mécanisation agricole à la transformation et la distribution d'aliments à valeur ajoutée, en passant par leur transport, entreposage et manipulation. L'efficacité énergétique est renforcée par le biais de la distribution des produits en coopération afin de réduire les émissions liées aux transports, et en intégrant la production et la transformation urbaines et rurales.

59. On peut citer par exemple des refroidisseurs de lait au biogaz, des moulins à vent pour mouliner les céréales et les légumineuses, des pompes d'irrigation à l'énergie solaire, des piles rechargeables pour des pulvérisateurs (pesticides) à très faible débit et des radios et des télévisions à l'énergie solaire pour communiquer localement des informations sur l'agriculture et la vie rurale. Dans l'aquaculture, l'énergie solaire peut être une importante source d'énergie pour les opérations à forte intensité énergétique telles que les élevages terrestres de crevettes. Les exploitations aquacoles solaires intégrées sont actuellement en mises à l'essai. Elles ont le double avantage

de réduire l'énergie utilisée pour chauffer l'eau de l'élevage et de produire de l'énergie renouvelable.<sup>42</sup>

60. **Étude de cas.** L'accès à l'eau douce nécessaire pour les digesteurs à biogaz est un obstacle de taille pour les agriculteurs, en particulier dans les régions soumises à un stress hydrique. Un système de séparation du lisier a démontré son efficacité pour réduire considérablement la demande en eau (jusqu'à 80 %) pour la production de biogaz, tout en créant des engrais pour les champs à partir de déchets indésirables.<sup>43</sup> Plus de 800 digesteurs à biogaz ont été installés en Ouganda, au Mozambique, au Togo, en Éthiopie et en Haïti. Les sous-produits de l'eau sont séparés durant la procédure et réutilisés pour être mélangés par la suite à des déchets organiques dans le système. Grâce à cette approche, en Ouganda, au Rwanda et en Éthiopie, 11 000 tonnes d'eau ont été recyclées sur trois ans.<sup>44</sup>

## F. Aménagement rural

61. Si les technologies numériques peuvent creuser la marginalisation des communautés rurales, lorsqu'elles sont bien utilisées elles peuvent être de puissants instruments au service des petits exploitants, qui offrent une alternative à la migration et encouragent l'esprit d'entreprise chez les jeunes.

62. Des droits de propriété sûrs et formels sont d'une importance cruciale pour les familles d'agriculteurs et les communautés rurales, mais les systèmes de registre foncier sont souvent rudimentaires, inefficaces et sources d'erreurs et de fraudes. Les dispositifs d'enregistrement électronique partagé sont une méthode sûre, bon marché et rapide pour inscrire les titres de propriété foncière. Un titre de propriété immuable aide à accroître les revenus des actifs des petits exploitants et leur fournit des garanties susceptibles de leur permettre d'accéder au crédit formel, ce dont ils sont fréquemment privés.

63. Les technologies numériques peuvent également grandement promouvoir l'inclusion financière des communautés rurales en proposant des moyens d'évaluer les risques météorologiques, du marché et du crédit, ainsi qu'en solutionnant le problème des coûts de transaction élevés associés tant à l'assurance sur l'indice qu'aux assurances conventionnelles. Un meilleur accès aux informations sur les marchés peut aider les agriculteurs à augmenter leurs ventes et leurs prix et réduire les dispersions de prix sur les marchés. L'outil de suivi et d'analyse des prix des produits alimentaires<sup>45</sup> contribue à la diffusion des informations sur les prix aux agriculteurs et aux commerçants grâce à l'application mobile AgriMarketplace, permettant ainsi de comparer les marchés, les produits de base et les saisons.

64. Le commerce électronique est un mécanisme de marché de plus en plus présent, d'une valeur estimée à 27,7 billions de dollars en 2016. Il rapproche les producteurs des zones urbaines, périurbaines et rurales des consommateurs, et contribue à réduire les stocks. En Chine, deux sociétés ont mis en place des stations-service dans les villages pour aider les consommateurs locaux à faire leurs courses en ligne. Néanmoins, les ménages ruraux sont parfois réticents à vendre leurs produits par le biais d'internet, principalement en raison de leur manque de connaissances et d'un manque de confiance dans les transactions en ligne. Un autre exemple est le marché agricole virtuel en Zambie, une plateforme de commerce électronique basée sur une application où l'excédent des agriculteurs et la demande en cultures des acheteurs

<sup>42</sup> [www.akuoenergy.com/fr/les-cedres](http://www.akuoenergy.com/fr/les-cedres).

<sup>43</sup> <https://securingwaterforfood.org/innovators/green-heat-slurry-separation-system>.

<sup>44</sup> [www.greenheatinternational.com/projects/decentralised-biogaz-systems-for-africa/](http://www.greenheatinternational.com/projects/decentralised-biogaz-systems-for-africa/).

<sup>45</sup> <http://www.fao.org/giews/food-prices/tool/public/#/home>.

sont annoncés et échangés.<sup>46</sup> Depuis 2017, l'application a atteint plus de 1 000 agriculteurs artisanaux zambiens avec 150 tonnes de produits échangés d'une valeur de 50 000 dollars.

65. Les services de vulgarisation électronique sont déployés dans les pays à faible revenu et à revenu intermédiaire pour surmonter les obstacles à une information pertinente, personnalisée en temps réel, tout en réduisant le coût des visites de vulgarisation et en favorisant des interactions plus fréquentes avec les agriculteurs. Par exemple, Digital Green a permis aux agriculteurs de partager des connaissances mutuelles à travers la production et la dissémination de plus de 5 000 vidéos pertinentes à l'échelle locale dans plus de 50 langues. En Inde uniquement, 15 000 villages et 1,1 million d'agriculteurs de 10 États ont bénéficié du service.<sup>47</sup>

66. **Étude de cas.** Les bons électroniques envoyés par SMS permettent aux agriculteurs d'avoir directement accès à des intrants agricoles subventionnés. En 2017–2018, des programmes pilotes de bons électroniques ont été lancés au Mali, en Guinée et au Niger. Au Mali, 74,3 % des agriculteurs concernés ont recueilli leurs bons auprès des fournisseurs, et 10,207 tonnes d'engrais ont été distribuées dans quatre districts. Environ 5 000 kits comprenant des semences, des engrais et des herbicides ont été distribués en Guinée ; 39 % des bénéficiaires étaient des petits exploitants. Au Niger, ce programme a été mis en œuvre dans 20 municipalités et 30 838 ménages, dont 26 % étaient dirigés par des femmes. L'examen de ces programmes a mis en évidence plusieurs enseignements, notamment l'importance de cibler, la nécessité de diversifier le contenu des kits de bons électroniques pour répondre aux besoins locaux, la nécessité d'accroître la participation du secteur privé, l'importance de la promotion des connaissances sur le programme et le besoin impérieux d'assurer la disponibilité des intrants agricoles au moment opportun pendant la saison agricole.<sup>48</sup>

67. En matière de technologies, les hommes et les femmes ont rarement un accès, une utilisation et un contrôle égaux. Pour combler ce fossé entre les genres, les informations doivent être adaptées et mobilisées sous une forme qui réponde aux besoins et aux préférences des agricultrices. Plusieurs projets mis en œuvre par le Réseau Women of Uganda et ses partenaires ont eu pour effet d'accroître la confiance des agricultrices dans l'utilisation des outils numériques, ce qui entraîne une augmentation de la production de semences de qualité, avec un résultat positif sur les revenus des ménages.<sup>49</sup>

68. Avec 1,9 million d'adhérentes réparties dans 14 États de l'Inde et 7 autres pays asiatiques, la Self Employed Women's Association renforce les moyens de subsistance et améliore l'autonomie des petites agricultrices et des femmes marginalisées, ainsi que des travailleurs du secteur informel selon une approche communautaire partant de la base, en fonction de la demande, inspirée de la connaissance de leurs besoins financiers.<sup>50</sup> Le réseau de l'initiative de distribution rurale-urbaine de l'association a été lancé afin de mettre en place des chaînes de valeur locales de ses membres les plus marginalisés, et de leur fournir régulièrement des informations actualisées sur les tendances et les prix du marché, les variétés de semences améliorées et une bonne utilisation des engrais et des pesticides. Une

<sup>46</sup> <https://innovation.wfp.org/project/virtual-farmers-market>.

<sup>47</sup> [www.digitalgreen.org/india/](http://www.digitalgreen.org/india/).

<sup>48</sup> Banque mondiale, « Digitizing agriculture: evidence from e-voucher programs in Mali, Chad, Niger, and Guinea », document de travail AFCW3 Economic Update (Printemps 2019)

<sup>49</sup> *ICT update*, numéro 90 (février 2019). Disponible à l'adresse

[https://cgspace.cgiar.org/bitstream/nom\\_d'utilisateur/10568/99720/ICTUpdate90E.pdf](https://cgspace.cgiar.org/bitstream/nom_d'utilisateur/10568/99720/ICTUpdate90E.pdf).

<sup>50</sup> [www.sewa.org/](http://www.sewa.org/).

plateforme en ligne a permis de la numérisation du système et, en 2018, le chiffre d'affaires total des produits de l'initiative était de 566 000 dollars.

69. La FAO, en collaboration avec l'Union internationale des télécommunications, est à la tête d'une initiative mondiale visant à impliquer des jeunes innovateurs et entrepreneurs dans des hackathons et des défis. Par exemple, dans les Caraïbes, en Égypte, au Rwanda et en Suisse en 2018, le projet #HackAgainstHunger a encouragé de jeunes entrepreneurs à identifier des interventions et des approches concrètes afin de remédier aux difficultés liées à l'alimentation et à l'agriculture.<sup>51</sup>

## VI. Recommandations

70. À moins qu'elles soient adaptées aux besoins des petits et moyens exploitants familiaux, et se conjuguent à d'importants investissements dans les infrastructures rurales et la formation et l'éducation de ceux qui en bénéficieraient le plus, les technologies agricoles peuvent aggraver les disparités et les inégalités socioéconomiques existantes.

71. Une approche systémique de l'innovation dans l'agriculture est essentielle pour veiller à ce que les innovations, notamment technologiques, soient harmonisées vers la réalisation d'objectifs communs ; promouvoir la collaboration au-delà des cloisonnements ; résoudre les problèmes rencontrés par les agriculteurs ; et encourager les petits exploitants à accélérer l'adoption de ces technologies en leur en donnant les moyens. Cette solution est également essentielle pour permettre les interactions et les échanges de connaissances entre les différentes parties prenantes du système d'innovation agricole, y compris les organisations d'agriculteurs, les instituts de recherche, les services de vulgarisation agricole, les gouvernements, les organisations internationales, le secteur privé et la société civile.

72. Dans les pays en développement, les systèmes d'innovation agricole doivent être plus dynamiques et renforcés pour surmonter les obstacles techniques, économiques, institutionnels, juridiques et faire face aux obstacles déontologiques et comportementaux, ainsi qu'aux questions relatives à la propriété intellectuelle, à la capacité du secteur privé, aux tarifs commerciaux et à d'autres questions. Les pays devraient être en mesure de prendre des décisions en connaissance de cause tout en renforçant les compétences, l'expertise et les capacités nécessaires pour exploiter les avantages et atténuer les risques indésirables des technologies agricoles. Des évaluations par pays doivent donc être effectuées pour déterminer les besoins spécifiques des petits exploitants et des fermes familiales, selon le contexte local ; cerner les lacunes et les facteurs de vulnérabilité existants ; et faire le bilan de la préparation technologique et/ou numérique. Sur la base de cette analyse, les pays devraient adopter des mesures fondées sur des données factuelles pour identifier et promouvoir des technologies d'échelle neutre qui tiennent compte des connaissances traditionnelles et autochtones et soient accessibles et abordables.

73. Il faut mettre en place des politiques cohérentes et globales qui favorisent le développement agricole multifonctions (notamment la cyberagriculture), améliorent l'environnement politique et réglementaire et sont adaptées aux conditions locales. Ces politiques doivent être complétées en inversant la tendance historique au sous-investissement dans les systèmes d'innovation dans l'alimentation et l'agriculture. Il est également impératif que ces politiques s'accompagnent du développement des infrastructures matérielles et du renforcement des institutions, en particulier dans les zones rurales et au niveau des villages ; d'investissements dans des services de santé et d'éducation de qualité ; de l'intégration de politiques en faveur de l'égalité des

<sup>51</sup> FAO, « Tackling poverty and hunger through digital innovation » (août 2018).

genres et de l'inclusion des jeunes ; de droits fonciers et de l'accès aux terres, aux pêcheries et aux forêts ; de mesures afin de faire face aux contraintes liées au sol et à l'eau ; d'institutions financières rurales efficaces ; et de programmes de protection sociale.

74. Les politiques nationales devraient créer des mesures d'incitation pour intégrer les technologies au sein d'approches globales et durables, telles que l'agroécologie, l'agroforesterie, la diversification des systèmes de production, l'agriculture intelligente face au climat, l'agriculture de conservation et une approche écosystémique de l'agriculture, qui devrait également s'appuyer sur les connaissances autochtones et traditionnelles. Les meilleures approches se distinguent par la combinaison efficace de technologies, en les alliant avec les connaissances traditionnelles, par exemple en faisant le lien entre l'agriculture de précision et l'agroécologie.<sup>52</sup> La création d'incitations à la fourniture de services écosystémiques pourrait également générer des revenus dans les zones rurales.

75. L'adoption accrue des technologies numériques devrait être facilitée en s'attaquant aux obstacles du côté de l'offre (tels que la couverture du réseau rural) et de la demande (tels que les compétences, les connaissances et l'accessibilité économique). Il convient d'encourager les possibilités de perfectionnement et de recyclage des performances et la formation pour y parvenir, en particulier pour les petits exploitants, les femmes et autres groupes vulnérables.

76. Les technologies doivent davantage être transférées vers les pays qui en ont le plus besoin pour s'assurer qu'elles sont utilisées là où elles sont le plus nécessaires pour accroître la sécurité alimentaire et réduire les pressions sur les environnements fragiles. Des processus multipartites propices au transfert et à l'adaptation des technologies dans l'ensemble des chaînes de valeur agricoles peuvent améliorer les moyens de subsistance des populations rurales, plus précisément les femmes, et limiter l'exode rural vers les villes. L'adoption et la diffusion de technologies dépendent du contexte, et cet aspect doit être pris en considération dans toute initiative de transfert de technologies.

77. Compte tenu de la dépendance de nombreux pays à l'importation de machines agricoles, des initiatives institutionnelles visant à faciliter le commerce et l'investissement doivent être impulsées. Il est nécessaire d'encourager des mesures susceptibles de lever les obstacles à des échanges interrégionaux et intrarégionaux dans le secteur des machines agricoles. Les services de location de machines devraient être facilités afin de mécaniser les activités des chaînes agroalimentaires. Compte tenu des difficultés présentées par le manque de services après-vente et de pièces de rechange dans les zones rurales, les fabricants et les vendeurs devraient bénéficier d'une aide pour mettre en place des réseaux de réparation et d'entretien dans les zones reculées. Un cadre d'action national favorable est indispensable pour renforcer le rôle du secteur privé et améliorer et élargir les capacités locales de production. Il faut veiller à promouvoir des machines et des équipements sûrs, efficaces, fiables et respectueux de l'environnement.

78. En ce qui concerne l'analyse, il vaut mieux évaluer et analyser les technologies et pratiques agricoles actuelles quant à leurs contributions respectives aux dimensions économiques, sociales et environnementales de la durabilité. Des exercices prospectifs et d'élaboration de scénarios organisés à intervalles réguliers sont nécessaires afin d'évaluer et d'anticiper les impacts des technologies agricoles à tous les échelons. Ces exercices peuvent être utiles pour identifier les « hotspots » ou les technologies non durables. Ils peuvent contribuer à éclairer la mise au point de

---

<sup>52</sup> Véronique Bellon Maurel et Christian Huyghe, « Putting agricultural equipment and digital technologies at the cutting edge of agroecology », OCL, vol. 24, n° 3 (mai-juin 2017).

technologies « de mécanisation verte » pour soutenir l'agriculture de conservation. La disponibilité et la qualité des données sur les technologies agricoles doivent être renforcées car ces données sont essentielles à la mise au point et l'adoption de technologies appropriées.

79. Les innovations technologiques doivent être liées à des innovations financières telles que des stratégies de désamorçage des risques, des options de financement mixte et d'autres innovations. Les mécanismes de financement mixte sont de nouveaux modèles institutionnels qui génèrent de l'investissement dans le secteur privé pour des projets de développement à impact profond qui pourraient autrement être considérés comme à haut risque. Ces outils, y compris le capital patient et les placements en actions, peuvent être utilisés pour distribuer plus efficacement des investissements aux petites entreprises et aux producteurs. Ces mécanismes peuvent aider à identifier les points d'accès pour l'action publique et des moyens d'attirer des ressources privées.

80. Il faut clarifier la propriété des données et conclure des accords de gouvernance pour les données ouvertes. Les modalités de gouvernance des données doivent accroître la transparence et développer la confiance en eux et en autrui des agriculteurs pauvres. Par exemple, l'initiative Global Open Data for Agriculture and Nutrition (données mondiales libres d'accès pour l'agriculture et la nutrition) met l'accent sur les avantages de la propriété des données ouvertes et de la gouvernance, et accorde une attention particulière au renforcement des capacités des initiatives locales dans les pays en développement.<sup>53</sup>

### **Rôle des Nations Unies dans la mise en place d'une action collective mondiale**

81. Compte tenu de sa légitimité et de ses mandats mondiaux, l'Organisation des Nations Unies peut jouer un véritable rôle de catalyseur dans l'établissement d'un consensus mondial sur la réglementation et l'adoption de normes déontologiques encadrant la recherche et le développement de technologies, faisant en sorte que la coopération internationale pour la gestion de ces technologies soit guidée par le Programme 2030. Les nombreux organes normatifs de l'Organisation, y compris les institutions spécialisées, les organisations et comités intergouvernementaux, jouent un rôle central dans la gouvernance et l'harmonisation du système alimentaire mondial en termes de normes et de cadres réglementaires, et ce rôle devrait être renforcé.

82. L'ONU devrait continuer de tirer parti de son pouvoir rassembleur pour encourager un dialogue multipartite et la recherche d'un consensus. La FAO a renforcé son rôle en tant qu'instance neutre pour un dialogue ouvert et constructif et un échange de connaissances sur des thèmes allant des biotechnologies agricoles<sup>54</sup> à l'agroécologie<sup>55</sup>, en passant par la sécurité alimentaire,<sup>56</sup> l'innovation agricole<sup>57</sup> et l'agriculture numérique<sup>58</sup>. Au niveau régional, le Centre pour la mécanisation agricole durable de la Commission économique et sociale pour l'Asie et le Pacifique organise chaque année le Forum régional sur la mécanisation agricole durable afin de promouvoir la coopération régionale et d'étudier le potentiel des synergies. Il faut reconnaître, dans le cadre de ces instances, la diversité des agriculteurs artisanaux et de leurs différents besoins dans différents contextes afin d'élargir l'innovation. En

<sup>53</sup> [www.godan.info/](http://www.godan.info/).

<sup>54</sup> [www.fao.org/biotech](http://www.fao.org/biotech).

<sup>55</sup> <http://www.fao.org/about/meetings/second-international-agroecology-symposium/fr/>.

<sup>56</sup> <https://www.who.int/fr/food-safety/international-food-safety-conference>.

<sup>57</sup> <http://www.fao.org/about/meetings/agricultural-innovation-family-farmers-symposium/fr/>.

<sup>58</sup> <http://www.fao.org/about/meetings/digital-agriculture-transformation/fr/>.

particulier, des processus motivés par la demande sont nécessaires pour autonomiser les agriculteurs artisanaux et de les encourager à innover.

83. L'ONU devrait tirer parti de ses diverses plateformes et mécanismes, promouvoir la cohérence du système et veiller à ce que les activités et les politiques concernant les technologies visent à favoriser la réalisation du bien commun. Il s'agit notamment du Mécanisme de facilitation des technologies, du Forum sur la gouvernance d'internet, du Forum de suivi du Sommet mondial sur la société de l'information, du Sommet mondial sur l'Intelligence artificielle au service du bien social, de l'initiative Global Pulse et de la Commission de la science et de la technique au service du développement, entre autres.

84. Le Groupe de haut niveau sur la coopération numérique examine comment les technologies numériques peuvent contribuer à la réalisation des objectifs de développement durable. Dans un rapport récent,<sup>59</sup> le Groupe a identifié des actions prioritaires, notamment : la création d'une économie et d'une société numériques solidaires ; le développement des capacités humaines et institutionnelles ; la protection des droits de la personne et de la capacité d'action humaine ; la promotion de la confiance, de la sécurité et de la stabilité numériques ; et la stimulation de la coopération numérique mondiale.

85. Enfin, pour appuyer efficacement la participation multipartite à l'emploi des nouvelles technologies, la capacité interne de l'Organisation, sa crédibilité et sa cohérence doivent être renforcées. Dans sa stratégie en matière de nouvelles technologies<sup>60</sup>, le Secrétaire général s'est engagé à accélérer les travaux d'analyse approfondie des incidences des nouvelles technologies ; à améliorer la compréhension, le plaidoyer et le dialogue ; à soutenir les échanges sur les cadres normatifs et de coopération ; et à renforcer l'appui du système des Nations Unies au développement des capacités des États.

---

<sup>59</sup> Groupe de haut niveau sur la coopération numérique, « The age of digital interdependence » (juin 2019). Disponible à l'adresse [www.un.org/en/pdfs/DigitalCooperation-report-for%20web.pdf](http://www.un.org/en/pdfs/DigitalCooperation-report-for%20web.pdf).

<sup>60</sup> <https://www.un.org/en/newtechnologies/images/pdf/SGs-Strategy-on-New-Technologies-FR.pdf>.