



Organisation des Nations Unies
pour l'alimentation
et l'agriculture

2022

RÉSUMÉ

LA SITUATION
**MONDIALE DE
L'ALIMENTATION ET
DE L'AGRICULTURE**

**L'AUTOMATISATION DE L'AGRICULTURE
AU SERVICE DE LA TRANSFORMATION
DES SYSTÈMES AGROALIMENTAIRES**

Référence bibliographique à citer:

FAO. 2022. *Résumé de La Situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2022. L'automatisation de l'agriculture au service de la transformation des systèmes agroalimentaires*. Rome, FAO.

<https://doi.org/10.4060/cc2459fr>

Cette brochure reprend les messages principaux et le contenu de la publication *La Situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2022*. La numérotation du tableau et des figures est identique à celle de ladite publication.

PHOTOGRAPHIE DE COUVERTURE ©Sorapong Chaipanya/Shutterstock.com

THAÏLANDE. Vue aérienne d'un agriculteur utilisant une tablette dans une rizière verte.

TABLE DES MATIÈRES

MESSAGES PRINCIPAUX

AVANT-PROPOS

RÉSUMÉ

Automatisation de l'agriculture: les possibilités abondent, mais ne sont pas exemptes de difficultés

FIGURE 1 Cycle en trois phases des systèmes d'automatisation

FIGURE 2 Évolution de l'automatisation de l'agriculture

FIGURE 3 Part de l'emploi agricole par rapport à l'emploi total, par niveau de revenu des pays (en haut) et par région (en bas), 1991-2019

Comprendre le passé et se tourner vers l'avenir

FIGURE 4 Nombre de tracteurs utilisés pour 1 000 hectares de terres arables

TABLEAU 2 Dates importantes de l'automatisation numérique dans l'agriculture

État des lieux des technologies d'automatisation numérique et de la robotique dans l'agriculture

FIGURE 5 Exemples de technologies numériques et robotiques associées à l'intelligence artificielle, classées par système de production agricole

La simple mécanisation motorisée a encore un rôle à jouer

4	Intérêt économique des investissements dans l'automatisation numérique	20
6	FIGURE 6 Niveaux de préparation au changement d'échelle des technologies d'automatisation numérique	21
11	L'automatisation de l'agriculture promet des avantages environnementaux, mais des travaux de recherche supplémentaires s'imposent	22
12	Effets de l'automatisation de l'agriculture sur les travailleurs agricoles et les consommateurs	23
13	FIGURE 7 Analyse des effets de l'automatisation sur l'emploi selon l'approche fondée sur les systèmes agroalimentaires	24
14	Le processus d'automatisation de l'agriculture doit être inclusif	25
15	Feuille de route pour une automatisation efficace, durable et inclusive de l'agriculture	26
16	FIGURE 8 Ensemble des mesures possibles en faveur d'une automatisation responsable de l'agriculture	27
17	Les politiques et les interventions ciblant l'agriculture ont aussi une incidence sur le recours à l'automatisation	28
18	Politiques, institutions et investissements extérieurs aux systèmes agroalimentaires	29
19	L'automatisation de l'agriculture peut contribuer à des systèmes agroalimentaires inclusifs et durables	30

MESSAGES PRINCIPAUX

1 L'automatisation de l'agriculture peut apporter une contribution importante à la réalisation des objectifs de développement durable (ODD) – à commencer par les ODD 1 (Pas de pauvreté) et 2 (Faim «zéro»), sans oublier ceux relatifs à la durabilité environnementale et au changement climatique – en renforçant la résilience, en accroissant la productivité et l'efficacité d'utilisation des ressources, et en améliorant la qualité et la sécurité sanitaire des aliments.

2 L'automatisation de l'agriculture peut aggraver les inégalités si elle reste inaccessible aux petits producteurs et aux autres groupes marginalisés, comme les jeunes et les femmes; certaines technologies – telles que les grosses machines motorisées – peuvent, en outre, avoir des répercussions négatives sur l'environnement en concourant à la monoculture et à l'érosion des sols, par exemple.

3 Avant la révolution numérique, les machines motorisées (tracteurs, par exemple) ont joué un rôle essentiel dans la transformation agricole à l'échelle mondiale; cependant, on a observé que leur utilisation était très inégale selon les pays et à l'intérieur de ceux-ci, et qu'elle était notamment particulièrement limitée dans la majeure partie de l'Afrique subsaharienne.

4 Si elle est adaptée aux besoins locaux et qu'elle s'appuie sur des outils numériques, la mécanisation motorisée conserve un potentiel d'amélioration de la production agricole et peut

contribuer à réduire la pauvreté et à renforcer la sécurité alimentaire, et avoir des retombées positives sur l'ensemble de l'économie.

5 Le recours aux technologies d'automatisation numérique augmente, mais principalement dans les pays à revenu élevé. L'intérêt économique de ces technologies n'est souvent pas encore établi: certaines n'ont pas dépassé le stade du prototype, tandis que d'autres voient leur diffusion entravée par le manque d'infrastructures rurales – connectivité et réseau d'électricité, par exemple –, en particulier dans les pays à faible revenu et les pays à revenu intermédiaire.

6 L'investissement dans des infrastructures propices et l'amélioration de l'accès aux services ruraux (services financiers, assurance et éducation, par exemple) sont essentiels pour rendre ces technologies accessibles, notamment aux groupes marginalisés tels que les petits producteurs agricoles et les femmes.

7 Les technologies d'automatisation numérique peuvent contribuer de manière importante à l'accroissement de l'efficacité, de la productivité, de la durabilité et de la résilience. Cependant, des investissements inclusifs – qui fassent participer les producteurs, les fabricants et les prestataires de services, et qui accordent une attention particulière aux femmes et aux jeunes – seront nécessaires pour continuer à développer les technologies et les adapter aux besoins des utilisateurs finaux.

8 Les effets de l'automatisation de l'agriculture sur l'emploi varient selon le contexte. Lorsque les salaires augmentent et que la main-d'œuvre est rare, l'automatisation peut être bénéfique à la fois aux employeurs et aux personnes travaillant dans l'agriculture et, plus largement, dans les systèmes agroalimentaires, et offrir des possibilités aux jeunes travailleurs qualifiés.

9 À l'inverse, lorsque la main-d'œuvre rurale est abondante et que les salaires sont bas, l'automatisation de l'agriculture peut entraîner une augmentation du chômage. C'est notamment le cas lorsque des subventions réduisent artificiellement le coût de l'automatisation ou lorsque des avancées technologiques le font baisser très rapidement.

10 Dans les contextes où la main-d'œuvre est abondante, les décideurs publics doivent éviter de subventionner l'automatisation, et s'attacher plutôt à créer un environnement propice à son utilisation – en particulier par les petits producteurs

agricoles, les femmes et les jeunes –, tout en apportant une protection sociale aux travailleurs les moins qualifiés, qui risquent le plus de perdre leur emploi pendant la phase de transition.

11 La création d'un environnement propice nécessite un ensemble de mesures cohérentes, notamment en matière de législation et de réglementation, d'infrastructures, d'arrangements institutionnels, d'éducation et de formation, de recherche-développement et d'appui aux processus d'innovation du secteur privé.

12 Les investissements et les autres mesures d'action publique visant à encourager une automatisation responsable de l'agriculture doivent tenir compte des conditions propres au contexte, comme la situation en matière de connectivité, les problèmes liés aux connaissances et aux compétences, l'adéquation des infrastructures et les inégalités d'accès.

AVANT-PROPOS

Le présent rapport plonge au cœur d'une réalité: l'agriculture fait actuellement l'objet d'une transformation technologique profonde, et cette évolution ne fait que s'accélérer. De nouvelles technologies que l'on n'aurait pu imaginer quelques années plus tôt apparaissent sans cesse. Dans le domaine de l'élevage, par exemple, certains pays adoptent de plus en plus souvent des technologies fondées sur le marquage électronique des bêtes – notamment des robots de traite et des dispositifs d'alimentation de la volaille. Le guidage à l'aide d'un système mondial de navigation par satellite permet une automatisation de la production végétale grâce à l'autoguidage des tracteurs, des épandeurs d'engrais et des pulvérisateurs de pesticides. Des technologies encore plus avancées arrivent sur le marché dans tous les secteurs. Dans le domaine de la production végétale, des machines autonomes telles que des robots de désherbage commencent à être commercialisées, tandis que des aéronefs sans équipage à bord (couramment appelés «drones») recueillent des informations qui servent à la gestion des cultures et à l'application des intrants. En aquaculture, les technologies d'automatisation de l'alimentation et du suivi sont de plus en plus souvent utilisées. En matière forestière, l'automatisation repose principalement sur des machines permettant de débiter des grumes et de les transporter. Un grand nombre des technologies les plus récentes facilitent l'agriculture de précision, stratégie de gestion des cultures qui se sert de l'information pour optimiser l'utilisation des intrants et des ressources.

Cette évolution technologique récente peut stupéfier et fasciner, suscitant le désir d'en apprendre davantage. Il est toutefois essentiel de se rappeler que le changement technologique n'est pas un phénomène nouveau et, surtout, que les acteurs des systèmes agroalimentaires n'y ont pas tous accès. La FAO étudie le sujet depuis des décennies. Ce que nous connaissons aujourd'hui n'est rien d'autre qu'une phase de consolidation – au stade actuel – d'un long processus d'évolution technologique de l'agriculture qui s'est accéléré au cours des deux derniers siècles.

Ce processus a permis d'accroître la productivité, de réduire la pénibilité des travaux agricoles, de libérer de la main-d'œuvre pour d'autres activités et, au bout du compte, d'améliorer les moyens de subsistance et le bien-être humain. Les machines et le matériel ont apporté des améliorations aux trois étapes clés des travaux agricoles, à savoir l'analyse, la prise de décision et l'exécution, jusqu'à les prendre totalement en charge dans certains cas. L'évolution historique fait apparaître cinq niveaux technologiques: introduction d'outils manuels; utilisation de la traction animale;

mécanisation motorisée à partir des années 1910; utilisation d'équipements numériques à partir des années 1980; et, plus récemment, recours à la robotique. L'automatisation dont il est question dans le présent rapport commence réellement avec la mécanisation motorisée, qui a permis d'automatiser considérablement la phase d'exécution des travaux agricoles. Les technologies numériques récentes et la robotique, quant à elles, permettent une automatisation progressive des phases d'analyse et de prise de décision. Comme le présent rapport le souligne, cette évolution est en cours, mais les producteurs agricoles du monde entier n'en sont pas tous au même stade.

On ne peut nier que les inquiétudes suscitées par les effets socioéconomiques préjudiciables – notamment les pertes d'emplois et le chômage qui s'ensuit – qui peuvent découler d'un changement technologique visant à réduire la charge de travail sont largement partagées. Ces craintes remontent au moins au début du XIX^e siècle. Pourtant, rétrospectivement, la peur que l'automatisation, qui augmente la productivité du travail, ne conduise nécessairement à un chômage à grande échelle ne se confirme pas dans les faits. Cela s'explique par le fait que l'automatisation de l'agriculture s'inscrit dans un processus de transformation structurelle des sociétés dans le cadre duquel l'accroissement de la productivité de la main-d'œuvre agricole libère progressivement des travailleurs de ce secteur, qui peuvent alors exercer une activité lucrative dans d'autres branches, comme l'industrie et les services. Au fil de cette transformation, la part de la population employée dans l'agriculture diminue naturellement, tandis que des emplois se créent dans d'autres secteurs. Ce mouvement s'accompagne généralement de changements dans les systèmes agroalimentaires, les secteurs amont et aval évoluant et créant de nouveaux emplois et de nouvelles possibilités entrepreneuriales. C'est pourquoi il est essentiel de considérer l'agriculture comme étant un élément important de systèmes agroalimentaires plus vastes.

Le présent rapport met en lumière les avantages potentiels d'une automatisation de l'agriculture, qui sont multiples et peuvent contribuer à transformer les systèmes agroalimentaires de sorte qu'ils deviennent plus efficaces, plus productifs, plus résilients, plus durables et plus inclusifs. L'automatisation offre de nombreuses possibilités: accroître la productivité de la main-d'œuvre et la rentabilité de l'agriculture; améliorer les conditions de travail des travailleurs agricoles; créer de nouvelles possibilités entrepreneuriales en milieu rural, ce qui présente un intérêt particulier pour la jeunesse rurale; contribuer à réduire les pertes de produits alimentaires et

améliorer la qualité et la sécurité sanitaire des aliments. Elle peut aussi comporter des avantages en matière de durabilité environnementale et d'adaptation aux effets du changement climatique. Des solutions récentes faisant intervenir l'agriculture de précision et l'utilisation de petit matériel – souvent mieux adapté aux conditions locales que les engins lourds auxquels fait appel la mécanisation motorisée – peuvent améliorer la durabilité environnementale et la résilience face aux aléas climatiques et à d'autres chocs. Ces nombreux avantages permettent aussi à l'automatisation de l'agriculture de contribuer à concrétiser plusieurs des objectifs de développement durable (ODD).

Cela étant, les risques et les problèmes associés à l'automatisation ne sont pas ignorés dans le présent rapport. Comme tout changement technologique, l'automatisation de l'agriculture ne va pas sans perturber les systèmes agroalimentaires. Si elle s'opère rapidement et sans tenir compte des conditions socioéconomiques ni de la situation du marché du travail au niveau local, elle peut effectivement entraîner des pertes d'emplois – conséquence courante qu'il est nécessaire de prévenir. En outre, l'automatisation peut accroître la demande de main-d'œuvre hautement qualifiée tout en réduisant celle des travailleurs non qualifiés. Si les grands exploitants agricoles prospères ont un accès plus facile à l'automatisation que les producteurs travaillant à moindre échelle et moins fortunés, celle-ci présente alors le risque de creuser les inégalités, et ce phénomène doit être évité à tout prix. Si elle n'est pas gérée correctement ni adaptée aux conditions locales, l'automatisation, et en particulier la mécanisation faisant appel à des engins lourds, peut mettre la durabilité agricole en péril. Ces risques, bien réels, sont pris en considération et analysés dans le présent rapport.

Pourtant, comme ce même rapport l'indique, fermer la porte à l'automatisation n'est pas une solution d'avenir. La FAO est intimement convaincue que, sans progrès technologique et sans gains de productivité, il est impossible de libérer des centaines de millions de personnes de la pauvreté, de la faim, de l'insécurité alimentaire et de la malnutrition. Refuser l'automatisation pourrait signifier condamner à jamais les travailleurs agricoles à un travail peu productif et à de maigres revenus en retour. La question essentielle n'est pas de savoir s'il faut ou non se tourner vers l'automatisation, mais comment celle-ci doit être mise en œuvre dans la pratique. Nous devons nous assurer que cette évolution s'opère de façon inclusive et favorise la durabilité.

Dans l'ensemble de ce rapport, la FAO expose l'idée d'un changement technologique responsable, pour faire de l'automatisation de l'agriculture une réussite. Que cela implique-t-il?

Premièrement, l'automatisation de l'agriculture doit s'inscrire dans un processus de transformation agricole qui se déroule en parallèle avec des évolutions plus générales de la société et des systèmes agroalimentaires et qui facilite ces évolutions et s'en

trouve facilité en retour. Pour ce faire, il est essentiel que le recours à l'automatisation réponde à des motivations concrètes. Ainsi, les technologies qui permettent de réduire la charge de travail peuvent servir le processus de transformation de l'agriculture si elles répondent à une raréfaction croissante de la main-d'œuvre et à une hausse des salaires ruraux. À l'inverse, si les facteurs qui incitent à adopter l'automatisation ou des technologies d'automatisation particulières sont créés artificiellement au moyen de subventions publiques, par exemple – en particulier dans des situations où la main-d'œuvre est abondante –, le recours à l'automatisation peut se révéler extrêmement pernicieux et avoir des effets préjudiciables sur le marché du travail et dans le domaine socioéconomique. Cela étant, il est tout aussi important que les politiques publiques ne fassent pas obstacle à l'automatisation, car cela pourrait revenir à condamner durablement les producteurs et les travailleurs agricoles à une faible productivité et à un défaut de compétitivité. Le présent rapport indique que le rôle des pouvoirs publics est de créer un environnement propice à l'utilisation des solutions d'automatisation qui conviennent, plutôt que de prôner directement l'adoption de solutions spécifiques dans des contextes où celles-ci pourraient ne pas être adaptées, ou de bloquer l'adoption de l'automatisation de quelque manière que ce soit.

Pour aller dans le sens des ODD, l'automatisation doit être inclusive. Elle doit ouvrir des perspectives à tous, des petits producteurs aux grandes exploitations commerciales, sans oublier les groupes marginalisés, tels que les femmes, les jeunes et les personnes handicapées. Les obstacles à son adoption doivent être levés, surtout pour les femmes. Pour que toutes les catégories de producteurs puissent bénéficier de solutions techniques adaptées, il faut que l'accès à ces technologies ne dépende pas de la taille de l'exploitation, c'est-à-dire que celles-ci puissent fonctionner quelle que soit l'échelle de production et qu'elles soient accessibles à tous grâce à des mécanismes institutionnels comme les services partagés. Il est essentiel également de renforcer les compétences numériques par l'éducation et la formation, de façon à faciliter le recours aux technologies et à éviter qu'un fossé numérique ne se creuse sous l'effet d'inégalités en matière de connaissances ou de compétences.

Pour améliorer la durabilité et avoir des effets véritablement inclusifs et porteurs de transformation, les solutions d'automatisation doivent être adaptées au contexte local, c'est-à-dire non seulement aux caractéristiques des producteurs, mais aussi aux conditions biophysiques, topographiques, climatiques et socioéconomiques. Le présent rapport se veut réaliste et ne propose donc aucune solution universelle. Les technologies les plus évoluées ne sont pas nécessairement les plus appropriées partout et pour tous. Comme le montrent les éléments factuels présentés, des technologies simples (petites machines, voire outils à main) peuvent présenter dans certains cas des avantages considérables pour les petits producteurs et permettre de produire sur des terres accidentées. Il peut même arriver que des producteurs soient en mesure de sauter des

étapes et d'adopter directement les solutions technologiques les plus avancées. L'essentiel est que ce soit les producteurs agricoles eux-mêmes qui choisissent les technologies les mieux adaptées à leurs besoins, les pouvoirs publics se contentant de créer un environnement propice à ce choix.

Enfin, le présent rapport expose aussi l'idée selon laquelle l'automatisation doit contribuer à rendre l'agriculture plus durable et plus résiliente. Jusqu'à présent, l'utilisation d'engins lourds opérant à grande échelle a souvent eu des effets défavorables sur la durabilité environnementale. Pour remédier à cela, il faut adapter la mécanisation à des machines plus petites et plus légères. D'autre part, l'agriculture numérique et la robotique, qui facilitent l'agriculture de précision, offrent des solutions qui permettent d'utiliser les ressources de manière plus efficace et plus durable sur le plan environnemental. La recherche technique et agronomique appliquée peut aider à trouver des solutions propres à favoriser la progression vers la durabilité environnementale.

Ces questions sont examinées en détail dans le présent rapport: l'automatisation de l'agriculture est analysée de façon objective et approfondie, les mythes infondés qui l'entourent sont déconstruits et des voies à suivre sont proposées aux fins de son adoption dans différents contextes nationaux et locaux. Ce document définit des domaines clés d'action publique et d'investissement permettant de faire en sorte que l'automatisation contribue à un développement inclusif et durable.

La FAO est résolument et stratégiquement convaincue de l'importance des technologies, de l'innovation et des données, soutenues par une gouvernance, des institutions et un capital humain adéquats, et les considère comme des accélérateurs transversaux essentiels de toutes ses interventions programmatiques, utilisés pour en stimuler les effets et limiter au minimum les arbitrages à opérer. Il ne fait aucun doute que ces accélérateurs auront un rôle de catalyseurs de la transformation agricole dans tous les contextes. J'espère que le présent rapport de la FAO contribuera de façon constructive au débat public dans ce domaine, qui revêt une importance majeure pour la concrétisation des ODD.



Qu Dongyu
Directeur général de la FAO

RÉSUMÉ

Au fil du temps, l'évolution technologique a permis d'améliorer la productivité, les revenus et le bien-être. Aujourd'hui, les solutions technologiques sont indispensables pour nourrir une population qui ne cesse de croître, et ce dans un contexte où la quantité de terres agricoles est limitée, où les ressources naturelles ne sont pas utilisées de manière durable et où le changement climatique est une réalité. On ne peut se passer de ces solutions pour rendre l'agriculture plus productive et plus durable dans tous les secteurs – production végétale et animale, aquaculture, pêche et forêts – et pour stimuler la productivité au sein des systèmes agroalimentaires.

L'automatisation de l'agriculture a transformé ce secteur, accroissant sa productivité et redistribuant la main-d'œuvre. La mécanisation motorisée, par exemple, a permis d'automatiser l'exécution des travaux agricoles et, plus récemment, les technologies numériques ont ouvert de nouvelles perspectives s'agissant d'automatiser la phase de prise de décision qui précède l'exécution de ces travaux.

De façon générale, et bien qu'elle soit compréhensible, la crainte courante que l'automatisation vienne accroître le chômage ne se confirme pas dans les faits. Globalement, l'automatisation remédie aux pénuries de main-d'œuvre et peut rendre la production agricole plus résiliente, améliorer la qualité des produits, accroître l'efficacité d'utilisation des ressources, favoriser l'emploi décent et renforcer la durabilité environnementale. Les effets défavorables de l'automatisation de l'agriculture sur le plan socioéconomique – un accroissement du chômage, par exemple – se produisent généralement lorsque cette automatisation n'est pas adaptée aux besoins locaux particuliers. Il est possible de contrer ces risques en facilitant la transition des travailleurs agricoles vers d'autres emplois, en levant les obstacles qui empêchent les petits producteurs pauvres de participer aux avantages et en évitant les politiques qui subventionnent l'automatisation alors que la main-d'œuvre est abondante et que les salaires ruraux sont bas.

AUTOMATISATION DE L'AGRICULTURE: LES POSSIBILITÉS ABONDENT, MAIS NE SONT PAS EXEMPTES DE DIFFICULTÉS

Toute tâche agricole comporte trois phases: l'analyse, la prise de décision et l'exécution (figure 1). La mécanisation motorisée automatise l'exécution de tâches telles que le labour ou la traite. Les technologies numériques peuvent aussi permettre d'automatiser l'analyse et la prise de décision. Elles accroissent la précision et améliorent la productivité, ce qui peut renforcer la durabilité environnementale et la résilience. En résumé, l'évolution technique et technologique de l'agriculture est le passage des outils manuels à la traction animale, puis à la mécanisation motorisée, puis à du matériel numérique, et enfin à la robotique associée à l'intelligence artificielle (IA) (figure 2).

Le présent rapport donne donc de l'automatisation de l'agriculture la définition suivante:

Utilisation, pour les travaux agricoles, de machines et de matériel qui améliorent l'analyse, la prise de décision ou l'exécution, en réduisant la pénibilité du travail et/ou en accroissant la rapidité des tâches, et éventuellement leur précision.

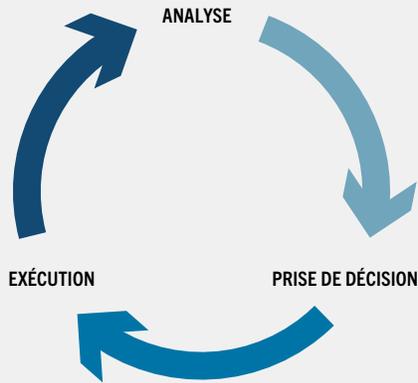
L'automatisation de l'agriculture peut augmenter la productivité et permettre une gestion plus prudente des cultures, de l'élevage, de l'aquaculture et des forêts.

Elle peut aussi améliorer les conditions de travail et les revenus, réduire la charge de travail sur l'exploitation et offrir de nouvelles possibilités entrepreneuriales en milieu rural. Les technologies mises en œuvre en aval de l'exploitation permettent de réduire les pertes et le gaspillage de nourriture, d'améliorer la sécurité sanitaire des aliments et d'apporter une valeur ajoutée.

Dans de nombreux pays, la diminution de la main-d'œuvre rurale disponible – dont témoigne la hausse des salaires agricoles – est l'un des principaux moteurs de l'automatisation de l'agriculture (figure 3). La place croissante qu'occupent la qualité des aliments et la protection de l'environnement dans les préoccupations des consommateurs incite également à investir dans les technologies numériques. On peut en dire autant des problèmes que posent la gestion des élevages et la question du bien-être animal, du fait de la taille croissante des troupeaux.

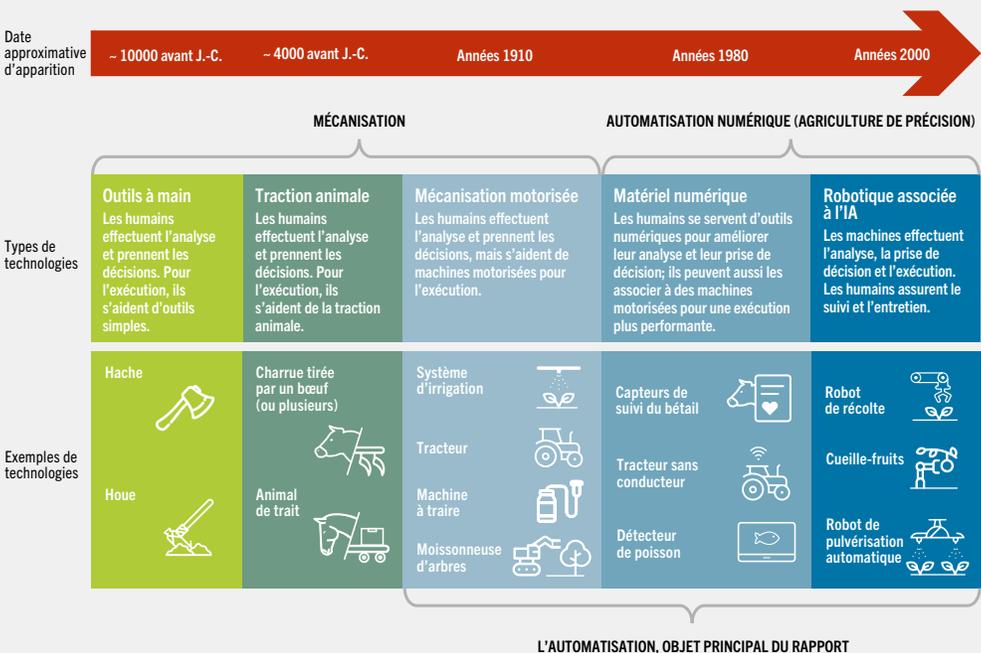
À l'inverse, l'automatisation de l'agriculture comporte le risque de renforcer les inégalités sociales, car les producteurs qui ont une plus large assise et ont fait davantage d'études sont mieux à même d'investir dans les nouvelles technologies ou de suivre des formations complémentaires pour acquérir les qualifications qui leur manquent. Les femmes et les jeunes, en particulier, peuvent se heurter à des obstacles de taille s'agissant de recevoir une éducation et une formation de qualité, par exemple, ou d'accéder à la terre, »

FIGURE 1 CYCLE EN TROIS PHASES DES SYSTÈMES D'AUTOMATISATION



SOURCE: Figure élaborée par la FAO pour le présent rapport.

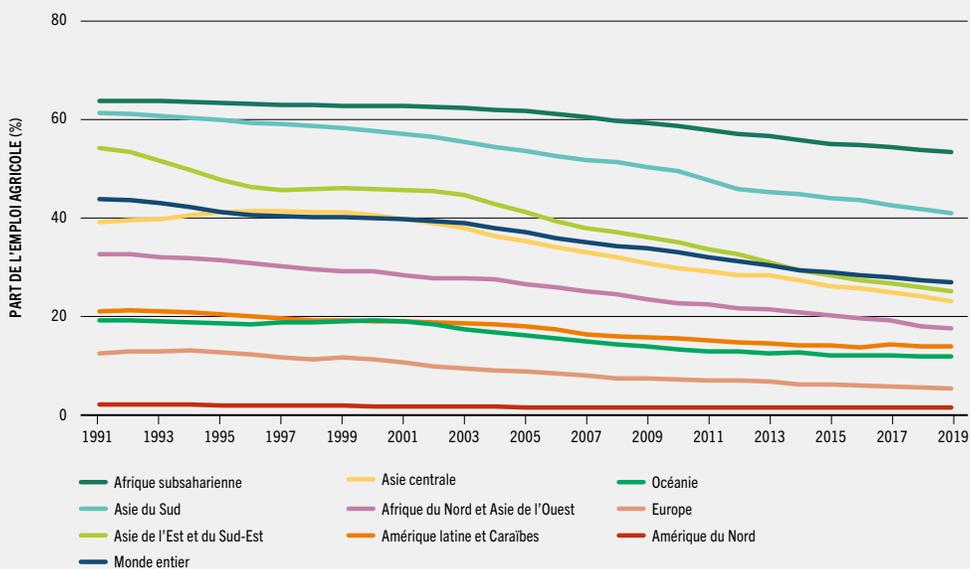
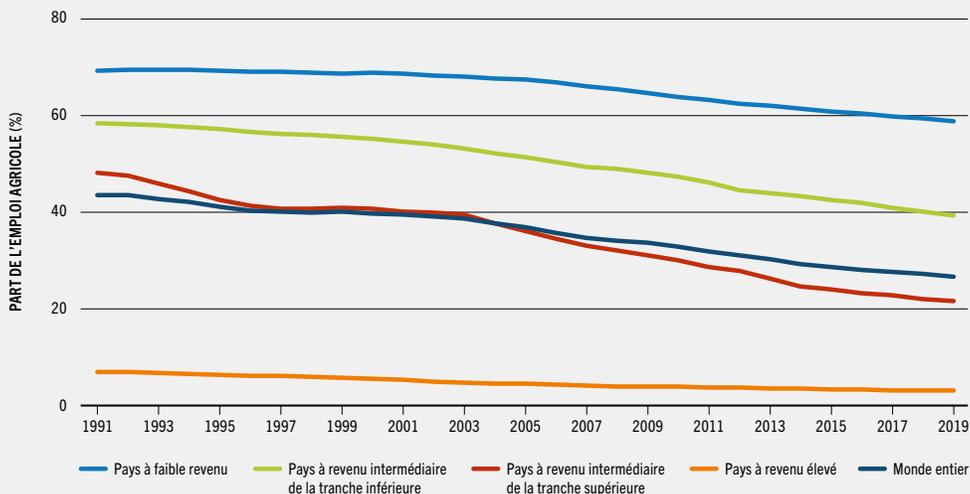
FIGURE 2 ÉVOLUTION DE L'AUTOMATISATION DE L'AGRICULTURE



L'AUTOMATISATION, OBJET PRINCIPAL DU RAPPORT

SOURCE: Figure élaborée par la FAO pour le présent rapport.

FIGURE 3 PART DE L'EMPLOI AGRICOLE PAR RAPPORT À L'EMPLOI TOTAL, PAR NIVEAU DE REVENU DES PAYS (EN HAUT) ET PAR RÉGION (EN BAS), 1991-2019



SOURCE: FAO, 2022.

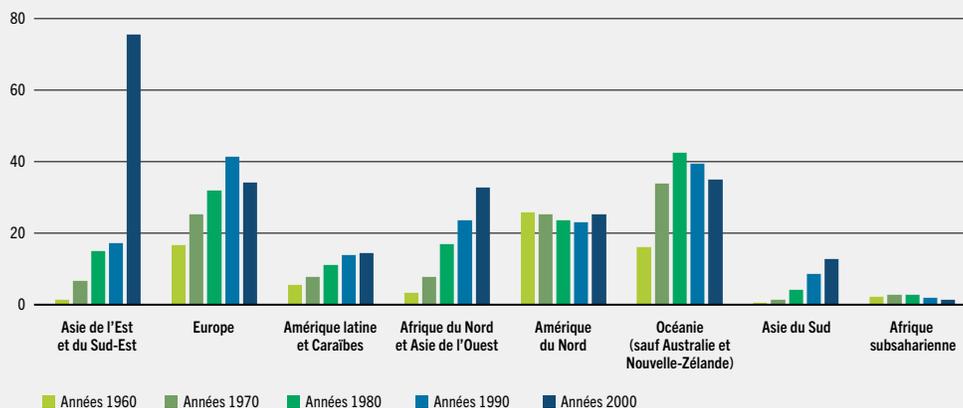
» au crédit et aux marchés. En outre, on s'attend à ce que l'automatisation réduise le nombre d'emplois associés à des tâches répétitives, comme la plantation et la récolte, mais aussi à ce qu'elle crée de nouveaux emplois qualifiés. Dans les pays qui disposent d'une main-d'œuvre rurale importante, ce basculement risque de creuser les inégalités. Pour surmonter ces difficultés, il faut réduire les obstacles à l'utilisation de solutions automatisées – auxquels se heurtent notamment les petits producteurs, les femmes et les jeunes – et faire en sorte que ces solutions soient accessibles quelle que soit l'échelle de production. On peut y parvenir au moyen d'innovations technologiques adaptant l'automatisation à la situation des petits producteurs ou par des arrangements institutionnels innovants, comme les services de partage d'actifs ou de location de machines, qui mettent en relation des propriétaires de matériel et des petits producteurs, permettant à ces derniers d'accéder à un service d'automatisation contre le paiement d'une redevance au lieu d'avoir à acheter des machines.

Faire reposer l'automatisation de l'agriculture sur un équipement lourd peut aussi compromettre la durabilité environnementale et contribuer à la déforestation, à la monoculture, à l'appauvrissement de la biodiversité, à la dégradation des terres et à l'érosion des sols. Quelques avancées récentes dans le domaine de l'automatisation, en particulier la création de petit matériel fondé sur l'intelligence artificielle, peuvent toutefois inverser la tendance dans certains cas.

COMPRENDRE LE PASSÉ ET SE TOURNER VERS L'AVENIR

La mécanisation motorisée s'est considérablement développée dans le monde, encore que l'on ne dispose de données mondiales fiables couvrant un grand nombre de pays que pour les tracteurs, et uniquement jusqu'à 2009 (figure 4). L'utilisation du tracteur est l'une des innovations les plus importantes du XX^e siècle. Elle a démarré aux États-Unis d'Amérique entre 1910 et 1960, puis s'est répandue au Japon et en Europe après 1955. Plus tard, l'adoption de machines motorisées a considérablement progressé dans de nombreux pays d'Asie et d'Amérique latine, tandis que des secteurs manufacturiers spécialisés dans les machines agricoles apparaissaient dans certains pays. Le développement des marchés de la location de machines a permis à la mécanisation de se diffuser, et aux petits producteurs d'y accéder. En revanche, l'utilisation de tracteurs n'a pas progressé en Afrique subsaharienne au cours des dernières décennies et les outils à main légers demeurent le principal type de matériel utilisé dans la sous-région. Les actions menées durant les années 1960 et 1970 pour promouvoir la mécanisation (en fournissant des machines subventionnées et en mettant en place des fermes d'État, par exemple) se sont révélées coûteuses et, pour la plupart, ont échoué, victimes de problèmes de gouvernance. La situation est en train de changer du fait de la résurgence de l'agriculture dans le programme de développement de l'Afrique, réveillant l'intérêt pour l'automatisation.

FIGURE 4 NOMBRE DE TRACTEURS UTILISÉS POUR 1 000 HECTARES DE TERRES ARABLES



NOTES: L'expression «tracteurs agricoles» désigne l'ensemble des tracteurs à roues, des tracteurs à chenilles et des chenillards utilisés dans l'agriculture. Un quatrième type de tracteur (motoculteurs) a été pris en compte pour un sous-ensemble de pays à partir de 2000. Seuls les pays ayant régulièrement fourni des données entre 1961 et 2009 ont été pris en compte (soit 108 pays au total). Faute de données, l'Asie centrale a été omise. Voir l'annexe 2 pour connaître la liste complète des pays, y compris les 33 pays pour lesquels le quatrième type (motoculteurs) a été pris en compte à partir de 2000.

SOURCE: FAO, 2021.

À partir des années 1970, les technologies numériques se sont frayé un chemin vers l'agriculture au moyen de diverses applications (tableau 2). Au début, il s'agissait de technologies simples d'élevage de précision, destinées à gérer les animaux à partir de leur identification électronique, qui ont ensuite ouvert la voie aux robots de traite dans les années 1990. Parallèlement, des machines intégrant des outils numériques, comme celles équipées d'un système mondial de navigation par satellite (GNSS), ont commencé à apparaître et ont permis l'autoguidage des tracteurs, des épandeurs d'engrais et des pulvérisateurs

de pesticides. Plus récemment, l'information des producteurs est venue d'appareils non incorporés tels que les téléphones portables, équipés de capteurs, de caméras haute résolution et de diverses applications. Ces technologies peuvent réduire les coûts, accroître la productivité et offrir une plus grande souplesse dans les programmes de travail ainsi qu'une meilleure qualité de vie.

Plus évoluées encore, les solutions faisant appel à l'internet des objets (IdO) sont utilisées pour des tâches de surveillance et – du moins en partie – pour automatiser les décisions concernant

TABLEAU 2 DATES IMPORTANTES DE L'AUTOMATISATION NUMÉRIQUE DANS L'AGRICULTURE

Année	Technologie ou activité	Entreprise ou organisation	Pays	Référence
1974	Identification électronique du bétail	Université de l'État du Montana	États-Unis d'Amérique	Hanton et Leach, 1974
1983	Décret présidentiel autorisant l'usage civil du GPS	Gouvernement des États-Unis	États-Unis d'Amérique	Brustein, 2014 Rip et Hasik, 2002
	Fertilisation et application de pesticides par drone	Yamaha	Japon	Sheets, 2018
1987	Fertilisation par TTV informatisée	Soil Teq	États-Unis d'Amérique	Mulla et Khosla, 2016
1992	Robots de traite	Lely	Pays-Bas	Lely, 2022 Sharipov <i>et al.</i> , 2021
1997	Aide à la conduite du matériel agricole par GNSS	Beeline	Australie	Rural Retailer, 2002
	Équipement optique N-Sensor	Yara	Norvège	Reusch, 1997
2006	Automatisation des régulateurs de section de rampe de pulvérisation	Trimble	États-Unis d'Amérique	Trimble, 2006
2009	Système de fin de rang pour planteuse	Ag Leader	États-Unis d'Amérique	Ag Leader, 2022
2011	Robot de désherbage	Ecorobotix Naïo Technologies	Suisse France	Ecorobotix, 2022 Naïo, 2022
2013	Système d'assistance à la conduite de moissonneuse-batteuse	Claas	Allemagne	Claas, 2022
2017	Premier cycle de culture entièrement autonome	Université Harper Adams	Royaume-Uni	Hands Free Hectare, 2018
2018	Voiture à grains autonome	Smart Ag	États-Unis d'Amérique	Smart Ag, 2018
2022	Tracteur autonome de grande taille	John Deere	États-Unis d'Amérique	John Deere, 2022

NOTES: GPS, système de positionnement mondial; TTV, technologie à taux variable; GNSS, système mondial de navigation par satellite.

SOURCE: Lowenberg-DeBoer, 2022.

les traitements ou les soins à administrer aux cultures, au bétail ou aux poissons. Les services numériques comprennent aussi des services de partage d'actifs, qui mettent des propriétaires de matériel en relation avec des agriculteurs qui en ont besoin.

Les technologies numériques sont intéressantes également pour une agriculture de précision non mécanisée. Des méthodes manuelles d'application modulaire d'engrais existent depuis longtemps – la technologie à taux variable pour la fertilisation des rizières en est un exemple – et des scanners à main pour sol sont disponibles dans plusieurs pays à faible revenu d'Afrique et d'Asie. Des services associés à un aéronef sans équipage à bord (ou drone) et à un GNSS sont également utilisés par les agriculteurs non mécanisés d'Asie (pour mesurer les superficies) et d'Afrique (pour cartographier les limites des champs).

ÉTAT DES LIEUX DES TECHNOLOGIES D'AUTOMATISATION NUMÉRIQUE ET DE LA ROBOTIQUE DANS L'AGRICULTURE

Les applications d'automatisation numérique et de robotique sont extrêmement diverses dans l'agriculture (figure 5). Les téléphones portables, équipés d'une série de capteurs et d'une caméra haute résolution, sont les appareils les plus accessibles aux producteurs (en particulier les petits producteurs) dans les

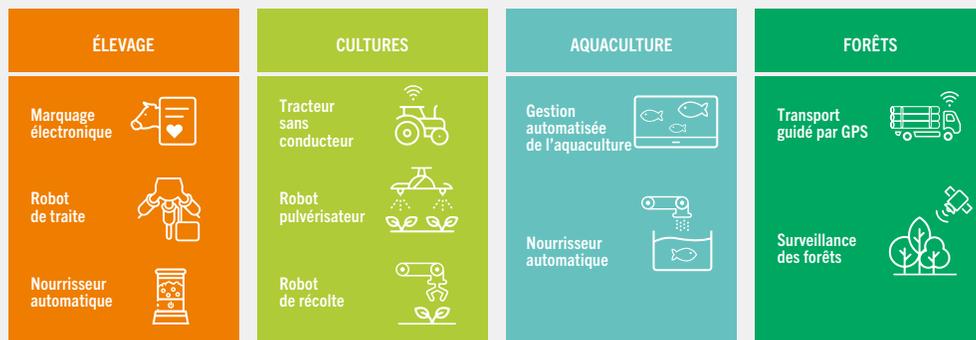
pays à faible revenu et les pays à revenu intermédiaire. Cependant, la faiblesse des compétences numériques dans les zones rurales, le manque de technologies adaptées aux petits producteurs et le coût relativement élevé de ces technologies demeurent les principaux obstacles à leur utilisation.

Plus récemment, la commercialisation de technologies avancées, comme les robots de culture autonomes, a commencé. Des drones sont utilisés pour collecter des informations et pour automatiser l'application d'intrants, mais leur emploi fait souvent l'objet d'une réglementation stricte.

Dans le secteur aquacole, l'automatisation est en plein essor et, en forêt, où les travaux de récolte du bois sont déjà en grande partie mécanisés, des robots mobiles, associés à la réalité virtuelle et à la télédétection, sont en train d'ouvrir la voie à des machines automatiques évoluées. La télédétection est également utilisée pour surveiller la déforestation. L'agriculture en environnement contrôlé, qui comprend l'agriculture d'intérieur et l'agriculture verticale, offre aussi des possibilités d'automatisation.

De nombreuses solutions technologiques sont déjà disponibles, et les choix des pouvoirs publics influencent grandement leur évolution et la vitesse à laquelle elles sont adoptées. Les autorités doivent faciliter l'accès à ces technologies – en particulier pour les petits producteurs, les femmes, les jeunes et les autres groupes vulnérables et marginalisés – et veiller

FIGURE 5 EXEMPLES DE TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES ET ROBOTIQUES ASSOCIÉES À L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, CLASSÉES PAR SYSTÈME DE PRODUCTION AGRICOLE



SOURCE: Figure élaborée par la FAO pour le présent rapport.

à ce qu'elles soient adaptées aux besoins particuliers des producteurs. Idéalement, les pouvoirs publics doivent faire en sorte que l'accès aux technologies innovantes soit équitable, afin de permettre au secteur privé de répondre à la demande d'automatisation.

LA SIMPLE MÉCANISATION MOTORISÉE A ENCORE UN RÔLE À JOUER

Les technologies numériques et la robotique sont extrêmement prometteuses, mais la mécanisation motorisée peut encore apporter de nombreux avantages sur les plans de l'amélioration des revenus, de la diminution des coûts, de la réduction de la pénibilité et de la libération de

la main-d'œuvre familiale. Elle peut aussi améliorer la sécurité sanitaire des aliments, grâce à des technologies de conservation et de stockage, et accroître la résilience, face aux chocs climatiques notamment, en permettant aux agriculteurs d'accomplir leurs activités agricoles plus rapidement et de les adapter plus sagement aux variations météorologiques. Son utilisation peut aussi avoir des retombées économiques plus larges. En effet, la demande de biens et de services non agricoles de la part des ménages agricoles s'accroît à mesure que la productivité de leur travail augmente, et l'économie non agricole connaît un essor lorsque des travailleurs quittent le monde agricole pour des secteurs dans lesquels la productivité de la main-d'œuvre est plus forte.

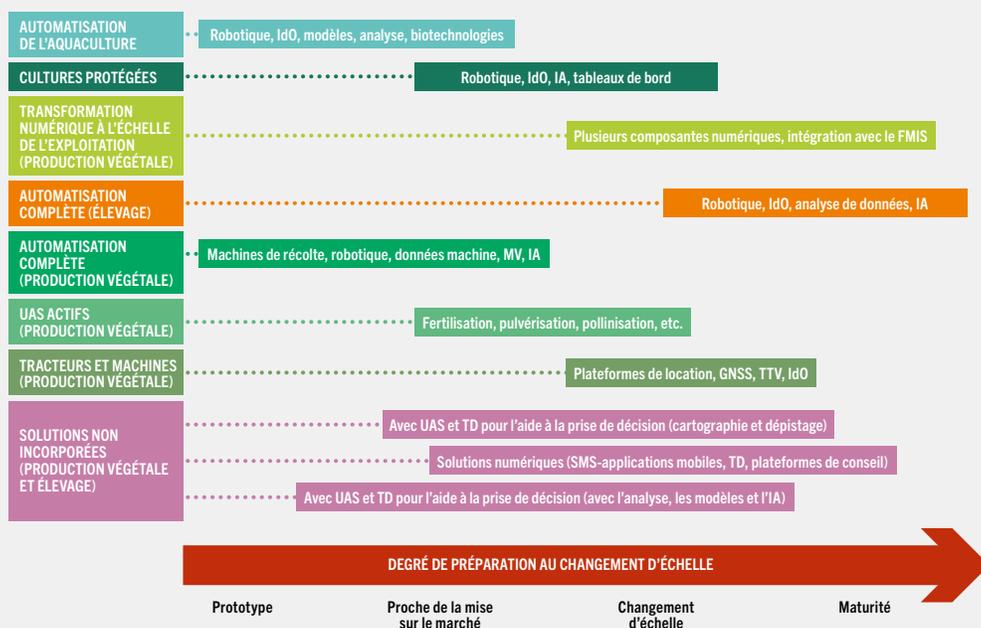
Il peut donc encore y avoir intérêt à développer l'utilisation de la mécanisation motorisée dans certains contextes. Dans les pays à faible revenu et les pays à revenu intermédiaire, les petits producteurs pourraient tirer parti de petites machines, telles que les motoculteurs, qui offrent une solution moins coûteuse et sont plus respectueuses de l'environnement que les engins lourds. La mécanisation de l'agriculture figure donc en bonne place dans les programmes des pouvoirs publics de nombreux pays à faible revenu et pays à revenu intermédiaire, particulièrement en Afrique subsaharienne, où elle était délaissée depuis un certain temps.

Les technologies manuelles et la traction animale peuvent aussi continuer à jouer un rôle majeur. La traction animale peut constituer une force importante pour des exploitations de petite taille ou fragmentées, et les outils à main évolués permettent de réduire les besoins en force humaine. Aussi bien les animaux de trait que les outils à main évolués peuvent contribuer à pallier les pénuries de main-d'œuvre et permettre un accroissement des rendements des cultures et une extension des superficies cultivées dans de nombreuses régions. Dans bien des cas, ces solutions sont les plus viables pour augmenter la force disponible.

INTÉRÊT ÉCONOMIQUE DES INVESTISSEMENTS DANS L'AUTOMATISATION NUMÉRIQUE

L'intérêt économique des investissements dans les technologies agricoles repose sur les gains potentiels des acteurs privés. Les fournisseurs et les producteurs s'engageront donc uniquement si les avantages attendus dépassent les coûts. Pour certaines technologies et dans certaines conditions, il se peut que les sommes à investir excèdent la valeur des avantages potentiels pour les acteurs privés, mais que les avantages pour la société entière soient considérables. Dans ce cas, une intervention publique permet de faire cadrer les avantages privés avec les intérêts de la société dans son ensemble.

Du fait de la rareté des données disponibles, nous nous sommes appuyés sur 27 études de cas réalisées à partir d'entretiens avec des prestataires de services d'automatisation numérique pour mieux saisir l'intérêt économique de ces technologies dans l'agriculture. Les études de cas concernent toutes les régions du monde et tous les systèmes de production agricole (cultures, élevage, aquaculture et agroforesterie), et illustrent différents stades d'évolution, un grand nombre de technologies se trouvant encore aux premiers stades de l'élaboration et de la commercialisation (figure 6). Les résultats indiquent que seuls 10 prestataires de services sur 27 sont en situation de viabilité financière. Ces 10 prestataires – installés, pour la

FIGURE 6 NIVEAUX DE PRÉPARATION AU CHANGEMENT D'ÉCHELLE DES TECHNOLOGIES D'AUTOMATISATION NUMÉRIQUE


NOTES: UAS, système d'aéronef sans équipage à bord; IdO, internet des objets; IA, intelligence artificielle; FMIS, système d'information de gestion agricole; MV, vision industrielle; GNSS, système mondial de navigation par satellite; TTV, technologie à taux variable; TD, télédétection. La préparation au changement d'échelle se divise en quatre phases: i) prototype – le concept a fait l'objet de tests et de démonstrations dans le cadre d'essais limités; ii) phase proche de la mise sur le marché – la solution fonctionne dans des conditions de production réelles, et le prestataire de services étudie un ou plusieurs modèles d'activité devant lui permettre de trouver des clients; iii) changement d'échelle – la solution a été adoptée par plusieurs utilisateurs finaux/clients, et un ou plusieurs modèles d'activité sont rentables; iv) maturité – la solution dispose d'une clientèle établie, un ou plusieurs modèles d'activité sont rentables, et la demande croît.

SOURCE: Ceccarelli *et al.*, 2022.

plupart, dans des pays à revenu élevé – mettent en œuvre des solutions en phase de maturité (c'est-à-dire largement utilisées) et travaillent principalement pour de grands exploitants. Plus d'un tiers des études de cas laissent à penser que les agriculteurs tirent profit de ces

solutions, qui se traduisent par des gains de productivité et d'efficacité ainsi que de nouveaux débouchés commerciaux. Globalement, les résultats indiquent que l'intérêt économique des technologies d'automatisation numérique n'est pas encore avéré, en partie parce qu'un

grand nombre d'entre elles sont encore au stade de prototype, mais aussi parce que de sérieux obstacles à leur utilisation subsistent, surtout dans les pays à faible revenu et les pays à revenu intermédiaire.

On peut tirer plusieurs enseignements essentiels de ces études de cas. Les principaux facteurs qui déterminent l'adoption d'une technologie sont, premièrement, le fait de savoir qu'il existe une solution permettant de mener des travaux agricoles à bien et, deuxièmement, la capacité de l'agriculteur d'appliquer cette solution. Les obstacles habituels sont le manque de compétences numériques ainsi qu'une connectivité et une alimentation électrique limitées. Ces obstacles sont souvent aggravés par une réticence au changement, généralement associée à des populations agricoles vieillissantes, ce qui explique que les jeunes agriculteurs soient considérés comme un élément essentiel de l'évolution vers l'automatisation. La situation du marché est un autre facteur déterminant – une forte concurrence entre producteurs pousse ces derniers à prendre davantage de risques et à utiliser de nouvelles technologies qui laissent espérer des gains de productivité et d'efficacité. Les facteurs limitants peuvent être la réglementation des importations technologiques, l'absence de politiques sur le partage des données, et des politiques et mesures d'incitation publiques insuffisantes. À l'inverse, une réglementation ou un appui public bien conçus peuvent grandement favoriser l'adoption de technologies.

L'AUTOMATISATION DE L'AGRICULTURE PROMET DES AVANTAGES ENVIRONNEMENTAUX, MAIS DES TRAVAUX DE RECHERCHE SUPPLÉMENTAIRES S'IMPOSENT

Dans les pays à revenu élevé, mais aussi dans un grand nombre d'exploitations commerciales de pays à faible revenu et de pays à revenu intermédiaire, l'agriculture est déjà fortement mécanisée, au moyen d'engins lourds principalement. Or, ce type de mécanisation est à l'origine d'une érosion des sols, d'une déforestation et d'un appauvrissement de la biodiversité, autant de facteurs qui contribuent à réduire la résilience. L'innovation dans le domaine des technologies d'automatisation peut aider à résoudre ces problèmes. Ainsi, on peut adapter la mécanisation motorisée en utilisant des machines plus petites et plus légères (des petits tracteurs et des motoculteurs, par exemple). Celles-ci permettent de limiter l'appauvrissement de la biodiversité car elles ne nécessitent pas de mise à nu du terrain ni de travaux de terrassement importants. D'autres petites machines motorisées, comme les désherbeuses mécaniques et les batteuses mobiles, peuvent aussi présenter des avantages sur le plan de l'égalité des genres, car les femmes peuvent les utiliser facilement.

Les technologies d'automatisation numérique à la base de l'agriculture de précision, quant à elles, peuvent

faciliter l'adoption de pratiques durables, comme l'agriculture de conservation. En témoignent des exemples de réussite, dans lesquels l'utilisation d'ordinateurs et de l'internet des objets a permis d'automatiser des serres et d'économiser de l'eau et d'autres intrants. Les petits robots en essaim – qui constituent déjà une solution économique envisageable dans certains cas – réduisent l'utilisation de pesticides et d'herbicides, optimisant l'usage d'autres intrants et diminuant la compaction du sol.

À ce jour, ces avantages environnementaux sont propres à chaque lieu; de plus, de nombreuses solutions en sont encore aux premiers stades de leur développement et de leur commercialisation. Il faut donc accroître la recherche et l'investissement dans ce développement. Le passage à une énergie renouvelable est également essentiel et peut ouvrir de nouvelles perspectives d'automatisation motorisée, en particulier dans les zones rurales reculées, mais, là encore, des travaux de recherche sont nécessaires pour étudier quelles solutions d'énergie renouvelable hors réseau sont les plus à même d'alimenter efficacement les différents types de machines.

EFFETS DE L'AUTOMATISATION DE L'AGRICULTURE SUR LES TRAVAILLEURS AGRICOLES ET LES CONSOMMATEURS

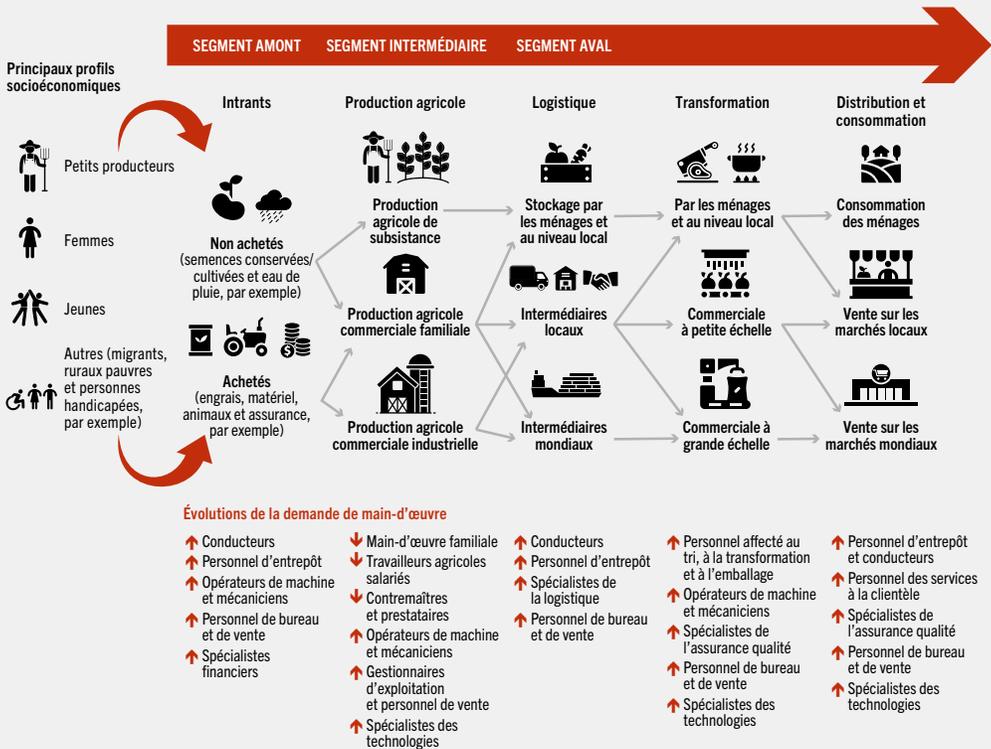
Il est difficile de mesurer les conséquences globales de l'automatisation de l'agriculture sur l'emploi car il faut de grandes

quantités de données pour suivre toutes les transformations, ainsi que les réaffectations de travailleurs qui y sont associées, non seulement sur l'exploitation, mais aussi en amont et en aval de celle-ci. À mesure que la transformation de l'agriculture s'opère, certains quittent ce secteur pour chercher un emploi mieux rémunéré et la part des personnes employées dans l'agriculture baisse. Lorsque tous les pôles des systèmes agroalimentaires se transforment simultanément, il est presque impossible d'imputer les effets observés sur le marché du travail et les effets socioéconomiques à des cas précis d'automatisation de l'agriculture.

Les conséquences possibles de l'automatisation de l'agriculture sur l'emploi agricole sont diverses (figure 7). On peut s'attendre à ce que la demande de main-d'œuvre faiblement qualifiée diminue à mesure que le nombre de tâches automatisées augmentera. Parallèlement, l'automatisation stimule la demande de travailleurs qualifiés. Si l'on considère les systèmes agroalimentaires globalement, l'automatisation pourrait réduire le nombre d'emplois saisonniers peu payés sur les exploitations, mais accroître celui des emplois mieux rémunérés et moins saisonniers en amont et en aval.

Les effets de l'automatisation peuvent également différer selon le type d'exploitation. Chez les petits exploitants et ceux qui pratiquent une agriculture de subsistance, l'automatisation est susceptible de libérer de la main-d'œuvre

FIGURE 7 ANALYSE DES EFFETS DE L'AUTOMATISATION SUR L'EMPLOI SELON L'APPROCHE FONDÉE SUR LES SYSTÈMES AGROALIMENTAIRES



SOURCE: Figure élaborée par la FAO d'après Charlton, Hill et Taylor, 2022.

familiale, mais peut aussi favoriser l'essor de la production. Sur les exploitations commerciales familiales, l'automatisation peut à la fois libérer de la main-d'œuvre familiale et réduire la demande de main-d'œuvre salariée, sauf si elle permet de développer les activités agricoles commerciales, auquel cas il peut être

nécessaire d'embaucher de nouveaux travailleurs. Les fermes commerciales, quant à elles, sont les exploitations les plus automatisées, ce qui s'accompagne d'une chute des besoins en main-d'œuvre.

Si le recours à l'automatisation est dû à des salaires en hausse et à une

raréfaction de la main-d'œuvre, cette évolution aura tendance à accroître la productivité du travail et les salaires sans provoquer de chômage. En revanche, si l'automatisation, stimulée par des subventions qui en réduisent artificiellement le coût, intervient alors que la main-d'œuvre est abondante, le risque est sérieux qu'elle engendre du chômage, en particulier parmi les travailleurs les moins qualifiés, qui pourraient avoir des difficultés à trouver un emploi dans un autre secteur.

L'automatisation de l'agriculture a des effets socioéconomiques sur les consommateurs, car elle réduit le coût des aliments, crée de nouvelles possibilités entrepreneuriales qui profitent aux consommateurs – en permettant, par exemple, le renouveau de cultures patrimoniales riches en micronutriments qui étaient difficiles à automatiser – et réduit considérablement les coûts de production des aliments biologiques, qui nécessitent actuellement une main-d'œuvre importante.

LE PROCESSUS D'AUTOMATISATION DE L'AGRICULTURE DOIT ÊTRE INCLUSIF

L'automatisation de l'agriculture doit faire participer tous les acteurs, notamment les petits producteurs, les éleveurs pastoraux, les pêcheurs et les exploitants forestiers, ainsi que les travailleurs agricoles, les microentreprises et les travailleurs du secteur informel, les

agriculteurs sans terre et les travailleurs migrants. La participation des femmes, des jeunes et des personnes handicapées est particulièrement essentielle.

Les conséquences de l'automatisation des exploitations en matière de genre sont complexes. Les femmes sont en retard sur les hommes en ce qui concerne l'adoption des technologies agricoles, du fait des obstacles auxquels elles se heurtent dans l'accès au capital, aux intrants et aux services (vulgarisation et crédit, par exemple) et en raison aussi, dans certains contextes, des normes culturelles. Les responsables politiques doivent favoriser la prise en compte des questions de genre dans la mise au point et la diffusion des technologies et dans la prestation des services correspondants.

Les jeunes agriculteurs semblent être les premiers à adhérer au processus. L'automatisation de l'agriculture annonce de nouveaux types d'emplois qualifiés, qui nécessitent un programme de mise en valeur du capital humain et de renforcement des capacités, notamment axé sur les jeunes; elle facilite également le passage d'activités manuelles peu qualifiées à des technologies plus complexes. Les craintes qu'elle ne conduise à un chômage de masse sont toutefois sans fondement. L'automatisation des emplois agricoles, tout comme l'évolution de la main-d'œuvre agricole qu'elle provoque, est un processus graduel qui diffère selon le lieu, les cultures et les tâches. Les facteurs qui incitent le plus à recourir à une automatisation permettant d'économiser

de la main-d'œuvre concernent des tâches spécifiques qui requièrent une main-d'œuvre importante et peuvent être facilement automatisées moyennant un faible coût. Certaines tâches seront progressivement automatisées, mais d'autres continueront de demander une main-d'œuvre nombreuse.

Si les technologies d'automatisation disponibles sont en corrélation avec la taille de l'exploitation, il y a un risque que les petits producteurs ne puissent pas réaliser les économies d'échelle nécessaires pour rester compétitifs. La clé réside donc dans la généralisation d'une automatisation à faible coût, accessible à toutes les échelles de production. Restreindre l'automatisation pour préserver l'emploi et les revenus agricoles ne servira qu'à rendre les exploitations moins compétitives et incapables d'accroître leur production. Faute de technologie permettant d'augmenter la productivité, les perspectives de faire sortir les travailleurs agricoles les plus démunis de la pauvreté et de l'insécurité alimentaire sont plutôt sombres.

FEUILLE DE ROUTE POUR UNE AUTOMATISATION EFFICACE, DURABLE ET INCLUSIVE DE L'AGRICULTURE

Le potentiel de l'automatisation de l'agriculture est indubitable quand on veut parvenir à un développement rural durable et inclusif à partir d'une agriculture intensive, mais

durable. Cela étant, la réalisation de ce potentiel n'est pas automatique et dépend du contexte socioéconomique ainsi que du cadre d'action et du cadre institutionnel dans lesquels le processus d'automatisation s'inscrit. Les pays qui mettent en place les infrastructures matérielles, économiques, juridiques et sociales nécessaires à l'automatisation numérique ont de bonnes chances de tirer profit de celle-ci.

Comme tout changement technologique, l'automatisation de l'agriculture provoque inévitablement son lot de bouleversements, apportant des avantages, mais imposant aussi des compromis. Le présent rapport propose un éventail de solutions possibles en matière de politiques, d'institutions, de lois et d'investissements. Ensemble, ces solutions forment une feuille de route qui permet de faire en sorte que l'automatisation de l'agriculture contribue à des systèmes agroalimentaires efficaces, productifs, durables, résilients et inclusifs (figure 8). Certaines de ces solutions tendent principalement à créer un environnement propice aux activités commerciales, en particulier en ce qui concerne les investissements dans les technologies d'automatisation. Elles doivent être complétées par des règlements garantissant qu'elles aboutissent à la durabilité environnementale et à la résilience face au changement climatique. Enfin, il faut mettre en place les politiques et les programmes qui s'imposent afin que le processus fonctionne pour »

FIGURE 8 ENSEMBLE DES MESURES POSSIBLES EN FAVEUR D'UNE AUTOMATISATION RESPONSABLE DE L'AGRICULTURE



SOURCE: Figure élaborée par la FAO pour le présent rapport.

» tous, en particulier pour les groupes marginalisés.

Les pouvoirs publics devront également trouver un équilibre entre les objectifs économiques, environnementaux et sociaux, et hiérarchiser leurs mesures en fonction des défis qu'il leur faut relever et des capacités dont ils disposent. L'un des principaux domaines transversaux d'intervention des États est celui de l'appui aux services d'intérêt général, qui représente les mesures prises par les pouvoirs publics pour mettre en place un environnement propice aux activités commerciales dans l'agriculture et les systèmes agroalimentaires, sans fausser les marchés ni favoriser certains acteurs (ou certains secteurs agricoles) par rapport à d'autres.

LES POLITIQUES ET LES INTERVENTIONS CIBLANT L'AGRICULTURE ONT AUSSI UNE INCIDENCE SUR LE RECOURS À L'AUTOMATISATION

Des mesures ciblant l'agriculture peuvent aider à lever les obstacles à l'automatisation, en particulier pour les petits producteurs. Ainsi, les pouvoirs publics peuvent influencer sur l'adoption des technologies concernées par des mesures relatives au crédit qui visent directement l'automatisation de l'agriculture. Les prêts à l'investissement – sûretés contractuelles, dispositifs de garantie des emprunts, groupes de caution solidaire,

systèmes de location avec option d'achat et subventions de contrepartie, par exemple – sont la solution la plus couramment utilisée pour financer l'automatisation. En outre, des subventions sélectives, qui ne faussent pas les marchés, peuvent jouer un rôle dans ce domaine. Une sécurité foncière renforcée est essentielle, car un régime foncier incertain restreint l'accès des producteurs au crédit, ceux-ci ne pouvant utiliser leurs titres fonciers en garantie. Il est aussi possible de favoriser une baisse des coûts de transaction liés aux technologies d'automatisation en réduisant les droits de douane sur les machines, le matériel numérique et les pièces détachées, et en allégeant les formalités douanières.

Le capital humain doit être mis en valeur de façon à remédier au manque de compétences numériques, grâce à des centres de formation professionnelle, par exemple. Les connaissances et les compétences des fabricants, des propriétaires, des exploitants, des techniciens et des agriculteurs doivent toutes être renforcées, les jeunes constituant une cible stratégique. L'amélioration des services de vulgarisation agricole et de conseil rural peut s'avérer utile pour faciliter l'adoption des technologies concernées. Les services publics de vulgarisation ont toujours joué un rôle important s'agissant de faire en sorte que l'automatisation agricole soit inclusive. La pénurie d'agents de vulgarisation correctement formés constitue toutefois un frein majeur dans les pays à faible revenu et les pays à revenu intermédiaire.

Les pouvoirs publics peuvent financer ou mener des activités de recherche-développement, en ciblant notamment les solutions d'automatisation adaptées aux besoins locaux et à ceux des petits producteurs. L'un des domaines de recherche essentiels est l'évaluation de l'impact des solutions d'agriculture de précision sur la rentabilité, la durabilité environnementale et l'inclusion. Il est impératif d'axer les efforts à la fois sur les petites machines et sur les solutions numériques de faible technicité – mieux adaptées aux conditions locales et aux petites exploitations –, comme la réponse vocale interactive (RVI), les données de services supplémentaires non structurées (USSD) et le service de messages courts (SMS).

Enfin, les pouvoirs publics doivent mettre en place une assurance qualité et établir des normes de sécurité, qui peuvent être gérées par l'État, les marchés et des organisations du secteur associatif. Les lois et règlements relatifs à la sécurité de l'automatisation doivent reposer sur une consultation de toutes les parties prenantes et doivent être transparents afin d'être effectivement appliqués.

POLITIQUES, INSTITUTIONS ET INVESTISSEMENTS EXTÉRIEURS AUX SYSTÈMES AGROALIMENTAIRES

Des politiques générales et des investissements qui ne visent pas spécifiquement les systèmes

agroalimentaires sont susceptibles de contribuer à la mise en place d'un environnement propice, notamment en ce qui concerne les infrastructures. En améliorant une infrastructure routière insuffisante, on peut réduire les coûts de transaction relatifs à l'accès aux machines, aux pièces détachées, à la réparation et au carburant, et faciliter ainsi la création de marchés de services. Il est tout aussi important d'investir dans les infrastructures énergétiques, en mettant au point, par exemple, une alimentation électrique hors réseau provenant de ressources renouvelables. La disponibilité d'une énergie renouvelable reposant sur des investissements locaux peut amortir à la fois les crises qui touchent le secteur énergétique et les fluctuations des prix des carburants.

Des infrastructures de communication et une connexion à internet de meilleure qualité dans l'ensemble des zones rurales sont déterminantes pour que l'automatisation de l'agriculture fonctionne correctement. La législation peut jouer un rôle essentiel, en favorisant les partenariats public-privé-communauté pour améliorer la connectivité et les infrastructures dans ce domaine et fournir des services et un appui en matière de données. Les investissements doivent aussi cibler des infrastructures propices, comme les ensembles de données publiques sur les prévisions météorologiques et les calendriers cultureaux.

À cela s'ajoutent les institutions, la situation macroéconomique et les capacités institutionnelles au sens large, qui jouent un rôle crucial dans le recours à l'automatisation de l'agriculture. Améliorer les marchés du crédit est important pour financer les technologies d'automatisation, en particulier pour les petits producteurs. Il est vital de renforcer les capacités institutionnelles et politiques pour orienter le développement de ces technologies; si on laisse de puissantes sociétés technologiques privées s'emparer de la première place, les conséquences peuvent être désastreuses et gagner la société dans son ensemble. Qui plus est, l'adoption de politiques nationales transparentes en matière de données – notamment de règlements dans le domaine de la protection et du partage des données et du respect de la vie privée – peut faciliter l'automatisation numérique. Parmi les autres facteurs favorables, on peut citer le développement d'infrastructures nationales de données et la promotion de l'interopérabilité, c'est-à-dire d'une communication précise et fiable entre machines. Enfin, les politiques de change et les politiques commerciales peuvent agir sur l'évolution de l'automatisation par l'intermédiaire des coûts d'importation des machines, du matériel numérique et des pièces détachées.

L'AUTOMATISATION DE L'AGRICULTURE PEUT CONTRIBUER À DES SYSTÈMES AGROALIMENTAIRES INCLUSIFS ET DURABLES

L'automatisation de l'agriculture doit permettre de relever trois défis en particulier: ne laisser aucun groupe marginalisé de côté; éviter d'accroître le chômage et de faire disparaître des emplois; et se garder de tout dommage environnemental. Des politiques peuvent être utiles pour relever ces défis et veiller à ce que l'automatisation contribue à une transformation agricole inclusive et durable.

Premièrement, les autorités doivent s'assurer que les femmes, les jeunes et les autres groupes défavorisés bénéficient de l'automatisation. Les mesures qui visent à remédier aux désavantages que subissent les femmes (en améliorant leurs droits fonciers ou en facilitant leur accès au crédit et aux services de vulgarisation, par exemple) contribuent à accroître l'accès de celles-ci à l'automatisation. L'action publique en matière de recherche-développement peut se concentrer sur des technologies de mécanisation qui répondent aux besoins des femmes. Par ailleurs, il est nécessaire d'établir un programme ciblant les jeunes ruraux et d'autres groupes défavorisés, afin de faire en sorte que ces personnes acquièrent les compétences nécessaires pour occuper les emplois hautement qualifiés associés à l'automatisation.

Deuxièmement, les pouvoirs publics doivent établir des garde-fous contre les effets préjudiciables sur l'emploi. Lorsque l'automatisation apparaît comme une réaction aux forces du marché (des salaires ruraux en hausse, par exemple) et qu'elle remplace une main-d'œuvre familiale non rémunérée, il y a peu de risques qu'elle engendre du chômage. En revanche, si elle est stimulée artificiellement par des dépenses publiques (importations subventionnées des machines, par exemple), il est possible qu'elle entraîne du chômage, des pertes d'emplois et une baisse des salaires ruraux. Les décideurs publics ne doivent donc pas soutenir l'automatisation tant que celle-ci n'est pas nécessaire. Ils ne doivent pas non plus faire obstacle à son adoption au motif qu'elle va se substituer au travail humain et créer du chômage. Les formes d'appui public qui permettent de fournir des biens publics ou collectifs au moyen de services d'intérêt général sont les plus susceptibles de susciter une transition sans heurt vers une plus grande automatisation sans produire de chômage. Entre dans cette catégorie l'aide aux activités de recherche-développement agricole et aux services de transfert de connaissances.

Troisièmement, les mesures prises doivent faire en sorte que l'automatisation de l'agriculture contribue à des systèmes agroalimentaires durables et résilients. Les technologies plus évoluées d'automatisation numérique, comme

l'agriculture de précision, peuvent réduire considérablement ou éviter les effets préjudiciables à l'environnement qui découlent de la mécanisation motorisée. Les acteurs de la recherche technique et de la recherche agronomique appliquées doivent étudier les solutions d'automatisation qui s'adaptent le mieux à la situation agroécologique locale; quant aux pouvoirs publics, ils doivent faciliter l'utilisation de technologies respectueuses de l'environnement.

En conclusion, si l'on s'attache à relever les défis décrits ci-dessus, l'automatisation de l'agriculture peut agir comme un catalyseur en ce qui concerne la concrétisation des ODD, en particulier des ODD 1, 2, 3, 9 et 10. Le bon dosage entre les technologies – ainsi que les politiques, les interventions et les investissements – dépendra du niveau de développement économique, des institutions en place, des caractéristiques agronomiques locales et des objectifs des décideurs publics. Il est essentiel que ces derniers tiennent compte de la singularité du contexte d'utilisation et évaluent les problèmes spécifiques qui se posent dans une région (connectivité, inégalités, pauvreté, insécurité alimentaire ou malnutrition, par exemple) avant de décider des moyens d'action à associer. Le choix des technologies à utiliser appartient aux producteurs agricoles, la mise en place d'un environnement propice à l'innovation incombant aux pouvoirs publics. ■



2022

LA SITUATION MONDIALE DE L'ALIMENTATION ET DE L'AGRICULTURE

L'AUTOMATISATION DE L'AGRICULTURE AU SERVICE DE LA TRANSFORMATION DES SYSTÈMES AGROALIMENTAIRES

Depuis le début du XX^e siècle, l'agriculture mondiale est influencée par l'automatisation. La mécanisation motorisée a apporté des avantages considérables en ce qu'elle a permis d'améliorer la productivité, de réduire la pénibilité et d'affecter plus efficacement la main-d'œuvre. Cependant, elle a aussi eu des conséquences négatives sur l'environnement. Plus récemment, des technologies numériques de nouvelle génération à l'appui de l'automatisation de l'agriculture ont fait leur apparition: elles sont en mesure de renforcer la productivité et la résilience, tout en permettant de remédier aux problèmes de durabilité environnementale que la mécanisation a posés par le passé.

La Situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2022 traite des facteurs qui sous-tendent l'automatisation de l'agriculture, notamment les technologies numériques plus récentes. En se fondant sur 27 études de cas, les auteurs du rapport étudient l'intérêt économique que présente l'adoption de technologies d'automatisation numérique dans différents systèmes de production agricole du monde. Ils mettent en évidence plusieurs obstacles empêchant une adoption inclusive de ces technologies, en particulier par les petits producteurs. Outre les contraintes financières, les principaux obstacles sont les faibles compétences numériques et le manque d'infrastructures, notamment en ce qui concerne la connectivité et l'accès à l'électricité. Sur la base de leur analyse, les auteurs suggèrent des politiques visant à faire en sorte que les groupes défavorisés des régions en développement puissent tirer parti de l'automatisation de l'agriculture et que cette automatisation contribue à des systèmes agroalimentaires durables et résilients.



*La Situation mondiale de l'alimentation
et de l'agriculture 2022* (rapport complet
à paraître en décembre 2022)



Certains droits réservés. Ce travail est mis à la disposition
du public sous la Licence CC BY-NC-SA 3.0 IGO.



©FAO, 2022
CC2459FR/1/11.22