

B1.10 Véhicules autonomes et robots en agriculture

Machines autonomes dans la production agricole

Machines autonomes - la robotique, l'automatisation et les systèmes de détection effectuent des tâches sans intervention humaine. L'utilisation de robots de terrain autonomes entraîne une augmentation de la productivité, une amélioration de la qualité des produits, des services et une augmentation de la sécurité du travail lors des opérations à terre. Les nouvelles technologies innovantes, qui sont au cœur de l'agriculture de précision, modifieront fondamentalement la mise en œuvre des opérations technologiques dans la production agricole. On estime que leur application complète augmentera la productivité 10 fois plus vite qu'elle ne l'est aujourd'hui et 300 fois plus vite qu'elle ne l'était lors de la première révolution industrielle.

Au sein des pays de l'UE, les technologies à la mode sont soutenues car leur importance pour la compétitivité et la durabilité est incontestable. C'est pourquoi les États membres élaborent leurs stratégies et visions nationales (feuilles de route), conduisant à la mise en œuvre progressive de ces technologies dans les pratiques agricoles.

En raison du développement et des progrès rapides des nouvelles technologies, il y a une pénurie de main-d'œuvre qualifiée dans le secteur agricole. Le nombre de travailleurs ayant un niveau d'instruction standard dans les entreprises agricoles diminue. Ainsi, l'un des objectifs importants sera d'augmenter les qualifications de la main-d'œuvre. Si les qualifications de certains travailleurs étaient modifiées et adaptées aux nouveaux métiers de l'agriculture de précision, la diminution de la main-d'œuvre dans le monde agricole s'arrêterait.

Tracteurs autonomes et robots de semis

Les tracteurs autonomes et les robots semeurs sont actuellement les premiers représentants des machines robotisées que l'on peut déjà rencontrer en pratique. Ils représentent la façon dont les technologies autonomes changeront la production agricole. Les tracteurs sans conducteur visent à libérer les agriculteurs des journées de conduite de 8 à 12 heures. Ils permettent aux agriculteurs de prendre le contrôle via une application sur leur téléphone ou leur ordinateur. L'agriculteur peut utiliser l'application pour positionner un tracteur, parcourir la longueur d'un champ, faire demi-tour, revenir et manœuvrer autour d'obstacles.

Ce qui signifie entièrement autonome, c'est qu'un agriculteur peut transporter le tracteur dans un champ et le configurer pour un fonctionnement autonome à l'aide d'une application mobile pour démarrer la machine et surveiller son fonctionnement pendant qu'il se déplace d'un champ à l'autre pendant que l'agriculteur effectue d'autres tâches. Le seul moment où l'agriculteur doit être présent est de faire le plein du tracteur ou de réagir à la situation inattendue si la machine ne peut pas contourner un obstacle inattendu.

Comment fonctionnent les tracteurs autonomes ?

Actuellement, la majorité des tracteurs autonomes naviguent grâce aux signaux de plusieurs émetteurs mobiles, situés autour du champ. Ils envoient et reçoivent en retour les signaux laser. Les émetteurs mobiles sont accompagnés de radios 150 MHz pour faire face aux problèmes de visibilité directe. Au

lieu de conducteurs, le tracteur est contrôlé à distance par des personnes - des contrôleurs. Les contrôleurs sont des hommes/femmes qui supervisent les tracteurs sans s'installer à l'intérieur. Les contrôleurs peuvent superviser plusieurs tracteurs sur plusieurs champs - à partir d'un seul emplacement.

Une autre technologie de tracteur entièrement autonome envoie des commandes à l'aide du système électrique intégré au tracteur ou à l'équipement agricole. Grâce au positionnement GPS et au retour radio, un logiciel d'automatisation gère la trajectoire du véhicule et contrôle les outils agricoles. Un récepteur radio et un ordinateur de bord mis à niveau sont généralement utilisés pour recevoir les commandes de la station de commande à distance et les traduire en commandes du véhicule telles que la direction, l'accélération, le freinage, la transmission et le contrôle des outils. Les technologies de capteurs améliorent la sécurité en détectant et en réagissant aux obstacles imprévus. Qu'il s'agisse d'un équipement oublié, d'un animal ou encore d'un sac de déchets, lorsqu'une anomalie est détectée, le tracteur s'arrête et envoie une notification à l'agriculteur.

Tracteurs autonomes John Deere

En 2022, John Deere a présenté un "tracteur entièrement autonome modèle 8" qui est prêt pour la production en série. Un système de guidage GPS aide à créer une clôture géographique pour maintenir le tracteur sur la bonne voie, avec une précision d'un pouce. Le tracteur est également équipé de six paires de caméras stéréo pour la détection d'obstacles à 360 degrés et pour calculer les distances. Les images des caméras sont acheminées via un réseau neuronal profond via deux GPU Nvidia Jetson qui aident à classer chaque pixel en 100 millisecondes pour déterminer si la machine doit continuer ou s'arrêter pour un obstacle.



Tracteurs autonomes John Deere 8.
From: <https://www.deere.com/en/index.html>

Le tracteur autonome vérifie en permanence sa position par rapport aux limites de la parcelle et s'assure qu'il fonctionne là où il est censé le faire. En même temps, il fonctionne avec une précision inférieure à 2,5 cm.

John Deere a cité trois raisons pour développer le tracteur autonome : a) remédier à la pénurie de main-d'œuvre dans les zones rurales, b) rendre l'agriculture plus efficace et c) libérer le temps d'un agriculteur pour faire des choses plus importantes que d'être derrière le volant pendant des heures.

Les tracteurs autonomes ne sont que la prochaine étape de l'agriculture de haute technologie. Ils automatiseront non seulement la fonction de conduite, mais chaque point de décision que l'opérateur aurait pris, et cela inclut des choses comme le réglage de la profondeur de l'outil de travail du sol ou la direction autour d'un obstacle.

Il existe des obstacles qui excluront de nombreux agriculteurs, à savoir le prix à payer. Deere ne divulgue pas d'informations sur le coût de ces tracteurs, mais les initiés de l'industrie lancent régulièrement des chiffres bien supérieurs à 500 000 \$.

Pour ceux qui attendraient avec impatience de le voir bientôt dans les champs européens, cependant, une information importante doit être ajoutée : les ventes du tracteur John Deere entièrement autonome de la série de modèles 8R commenceront déjà cette année, mais pour l'instant ce sera limité à la région des États-Unis uniquement.

Les plus célèbres fabricants mondiaux de technologies autonomes pour l'agriculture

John Deere : John Deere a eu une forte influence sur le développement de la technologie agricole automatisée. Début 2008, Deere and Company a lancé son « produit de guidage ITEC Pro », un système automatisé basé sur la technologie de positionnement global qui automatise les fonctions du véhicule, y compris les virages en bout de ligne. Sur la base de ces signaux satellites, le tracteur suit un itinéraire préalablement programmé via une carte électronique. Ces antennes permettent également aux opérateurs humains de contrôler le tracteur si les signaux satellites ont du mal à pénétrer dans les bâtiments ou la végétation dense.

Autonomous Tractor Corporation : En janvier 2012, Terry Anderson a créé une société appelée Autonomous Tractor Corporation (ATC) située dans le Dakota du Nord. L'ATC a produit le „tracteur sans conducteur SPIRIT“. Anderson pensait que les tracteurs devenaient plus gros et plus chers sans s'améliorer en qualité. Anderson a testé des modèles à demi-échelle de sa conception de tracteur automatisé dans sa résidence secondaire au Texas.

Fendt : Fendt, qui fait partie de la société AGCO, a également travaillé sur un tracteur sans conducteur. En 2011 à Hanovre lors du salon Agritechnica, Fendt a présenté son modèle de tracteur sans conducteur appelé GuideConnect. Le GuideConnect est un tracteur programmé pour refléter les mouvements d'un autre tracteur. Un tracteur conduit par un opérateur manœuvre dans un champ ou dans des cultures et est suivi par un tracteur sans conducteur. GuideConnect est connecté par navigation par satellite et radio au tracteur conduit par l'opérateur.

Case IH : Case IH est une société issue de la fusion de J.I. Case Company et International Harvester. La société opère désormais sous CNH Global, mais les tracteurs portent toujours la marque Case IH. Les tracteurs sans conducteur produits par Case IH sont appelés "autonomie supervisée". Un tracteur conduit par une personne est suivi par une machine autonome qui copie la direction et la vitesse de l'ancien tracteur. Il y a un conducteur initial, mais la technologie autonome est présente dans le second tracteur via une communication « véhicule à véhicule ». En 2016, Case a dévoilé son dernier concept autonome, un tracteur pour cultures en rangs sans câble du modèle Magnum qui pouvait fonctionner de manière autonome.

Sabanto Inc., basée à Chicago, leurs capacités vont de l'agriculture proprement dite à l'ingénierie des données approfondies. Il a été nommé lauréat du 19e programme annuel des Chicago Innovation Awards. Le Sabanto fonctionne comme une entreprise de pointe d'agriculture en tant que service effectuant des opérations de cultures en rangs à l'aide de petites machines autonomes et rentables. Le Sabanto propose des services d'agriculture autonome à façon aux agriculteurs depuis 2019.

Naïo est en Europe le leader du marché des robots de désherbage agricole. Fondée en 2011. Les robots de désherbage disponibles dans le commerce de Naïo fonctionnent sur différents continents.



Désherbeur, utilisé au Danemark, en France et en Allemagne. <https://www.ducksized.com/>



ITFARM

FarmDroid combine l'ensemencement et le désherbage dans un seul robot agricole qui reste sur le terrain pendant la croissance. Farmwise aux États-Unis, opérant avec une flotte sérieuse de robots agricoles avec les tracteurs orange reconnaissables. Autres exemples clés de robots de désherbage. FarmDroid, combinant semis et désherbage dans un robot agricole qui reste sur le terrain pendant la croissance. Agrobotelli Robotti produit en collaboration avec Kverneland les « semoirs Optima ».

Autres machines autonomes en agriculture

Le tracteur autonome n'est pas le seul représentant des innovations de haute technologie que les fabricants traditionnels de machines agricoles envisagent de mettre sur le marché.

Les robots agricoles ont deux raisons principales de réduire l'impact sur le sol lors du semis. Premièrement, la machine a tendance à être plus petite et à peser moins. Deuxièmement, un robot typiquement agricole conduit avec précision uniquement sur les zones où aucune plante ne devra pousser et avec un principe du plus court chemin. Un robot agricole pour semis calcule pour rouler le moins de mètres possible sur le terrain (avec moins de poids). Souvent basé sur le GPS RTK et idéalement aussi en tournière.



Robots de travail du sol utilisés aux Pays-Bas, au Danemark, en France et en Allemagne
<https://www.ducksized.com/>

Les autres objets détectés comme mauvaises herbes recevront un impact mécanique s'ils se trouvent en dehors de la zone de sécurité. Il est capable de fonctionner à une vitesse allant jusqu'à 1 km par heure. Avec des milliers et des milliers de grèves par jour.

En comparant le travail du sol au désherbage, le temps total consacré au travail du sol peut en effet être inférieur. Cependant, selon les circonstances, il peut être beaucoup plus facile d'automatiser la tâche de travail du sol avec des robots agricoles ou un kit de mise à niveau sur le tracteur. Dans des conditions normales, la tâche de travail du sol peut être très facile à effectuer par un robot.

Sur la base du travail avec le robot sur le terrain, on peut voir et compter que pratiquement aucun oignon n'est endommagé. Pendant ce temps, la grande majorité des mauvaises herbes est en train d'être enlevée.

Un autre robot autonome est le système de pulvérisation "See&Spray Select", dans lequel une série de caméras avec traitement d'image informatisé peut reconnaître les mauvaises herbes des cultures et peut pulvériser l'herbicide directement sur les mauvaises herbes.

Il peut détecter correctement plus de quatre-vingt-dix pour cent des mauvaises herbes et ainsi économiser plus de soixante-dix pour cent d'herbicide. Ce qui est rentable pour les agriculteurs et très important pour l'environnement.

Les agriculteurs écologiques effectuent des pulvérisations sur plusieurs cultures avec des produits biologiquement composés. Dans cet esprit, il y a suffisamment de raisons d'encourager le développement de robots agricoles pour faire des activités de pulvérisation avec une vision durable.

Les robots sont susceptibles de rendre la pulvérisation dans les fermes conventionnelles également plus efficace. Et même s'il existe des robots qui réduisent l'application de produits chimiques de 90 %, grâce à une application ciblée avec l'utilisation de caméras, c'est encore 10 % de plus que zéro.



Robots semeurs, utilisés au Danemark, en France, en Allemagne



Robots de désherbage, utilisés en Suisse, France, Allemagne, Pays-Bas



Robots de pulvérisation, utilisés en Suisse, France, Pologne, Pays-Bas, <https://www.ducksized.com/>

Les lacunes que nous rencontrons

Il sera très important que les machines de différents fabricants communiquent entre elles. En recherche, il faudra trouver des moyens SW par lesquels les machines pourront communiquer et s'intégrer entre elles selon les besoins de l'agriculteur.

Les constructeurs voient une limite à l'indépendance complète de la machine vis-à-vis de la personne dans la législation d'exploitation sur la voie publique. Ici, la machine autonome ne peut pas se déplacer indépendamment du conducteur.

Il est donc probable que la conduite autonome ne sera utilisée que dans la circulation sur les terres agricoles.

L'agriculteur emmenait alors son tracteur au champ, apportait des outils et éventuellement d'autres tracteurs, puis connectait le tout en mode autonome et coopératif – et pendant que les machines récoltaient, il pouvait, par exemple, transporter les récoltes sur la route.

Les véhicules autonomes – tracteurs et robots – sont considérés comme controversés en termes de sécurité et d'acceptation par le grand public. Un véhicule qui roule sans chauffeur peut rendre les gens nerveux. Les tracteurs ont des capteurs pour les arrêter s'ils détectent des objets sur leur chemin tels que des personnes et des animaux, mais "personne ne sait ce qui peut arriver"

L'avenir des machines et robots autonomes dans les 20 prochaines années

À quelles évolutions dans le domaine d'application des machines autonomes peut-on s'attendre dans les 20 prochaines années ?

Le développement dans le domaine des machines autonomes est énorme et si le monde se développe dans la paix et la compréhension mutuelle, ces technologies changeront le monde dans lequel nous vivons actuellement. Le tableau montre les principaux changements auxquels nous pouvons nous attendre et que nous attendons avec impatience.

	0-5 ans	5-10 ans	10-20 ans
PME manufacturières et horticoles	<p>2-3 systèmes autonomes multitâches peuvent être modifiés par des interventions manuelles et logicielles mineures.</p> <p>Des robots travaillant en parallèle avec des humains, apprenant par guidage manuel de la procédure initiale.</p> <p>Systèmes de détection améliorés pour l'évaluation de la qualité des récoltes.</p> <p>Surveillance des cultures grâce à des capteurs intelligents.</p>	<p>Des machines autonomes adaptables aux tâches grâce à de simples interventions logicielles couvrant toutes les tâches.</p> <p>Des humains travaillent avec des robots pour accomplir une tâche et s'entraident.</p>	<p>Les machines autonomes RAS interprètent intelligemment la tâche requise et s'ajustent automatiquement à l'ensemble d'outils requis.</p> <p>Robots assistants humains capables d'interpréter les besoins d'un humain pour une tâche spécifique.</p> <p>Robots d'apprentissage de tâches - montrer et raconter - ne nécessitant donc aucune programmation.</p> <p>Plantation de cultures entièrement automatisée et entretien sans pesticides.</p>

	<p>L'élagage, l'éclaircissage et la récolte d'aide aux cultures - travaillez en parallèle.</p> <p>Sélection assistée des cultures de récolte.</p> <p>Pulvérisation et désherbage automatisés.</p>		<p>Nous pouvons nous attendre à l'émergence de coopérations SMS qui partageront conjointement des technologies coûteuses.</p> <p>Les entreprises agricoles augmenteront la superficie des terres cultivées.</p>
Bétail	<p>Suivi personnalisé en temps réel des performances de l'élevage.</p> <p>Surveillance intelligente du bétail pour les maladies et les maladies.</p>	<p>Automatisation de la logistique du troupeau basée sur des performances d'élevage personnalisées.</p> <p>Amélioration de l'automatisation de l'usine de traite inc. données de capteur en temps réel.</p> <p>Systèmes automatisés d'entretien des hangars - nettoyage.</p> <p>Systèmes de traite assistée.</p> <p>Tonte assistée des moutons.</p>	<p>Systèmes de traite automatisés accessibles et utilisables.</p> <p>Tonte automatisée des moutons.</p> <p>Logistique et suivi de la ferme.</p> <p>Modification de la portée des exigences pour l'agriculteur.</p> <p>Gestion des animaux mains libres.</p>
De la nourriture et boisson	<p>Transformation semi-autonome de la viande.</p> <p>Poissons séri-autonomes et transformation égoïste.</p> <p>Transformation assistée des produits de boulangerie.</p>	<p>Transformation de la viande entièrement autonome avec une assistance humaine minimale - les humains n'effectuent pas de découpe.</p> <p>Traitement entièrement autonome de poissons, crustacés et produits de boulangerie.</p>	<p>Transformation de la viande entièrement automatisée avec uniquement des superviseurs d'usine.</p>
Pâturage	<p>Systèmes portatifs de surveillance des pâturages.</p> <p>Entretien plus efficace des pâturages - application intelligente d'engrais.</p>	<p>Systèmes de surveillance de ferme UAV et UGV - promenade de ferme à distance.</p> <p>Entretien et gestion des pâturages semi-automatisés.</p>	<p>Surveillance de la ferme entièrement automatisée.</p> <p>Entretien des pâturages entièrement automatisé.</p>

Adapté de : www.nzras.org.nz et Agriculture 2021, 11, 216. <https://doi.org/10.3390/agriculture11030216>

Problèmes futurs

La connectivité réseau et la couverture cellulaire dans les exploitations sont limitées, il faudrait les renforcer.

Le personnel a besoin de motivation pour obtenir une nouvelle formation afin de pouvoir travailler avec de nouvelles technologies spécifiques.

Il est difficile de trouver et de garder des personnes possédant de telles compétences spécialisées dans le domaine de l'agriculture en raison de la faible base d'emploi, des bénéfices plus faibles et, en fin de compte, des budgets salariaux inférieurs.

L'embauche d'immigrants instruits devrait aider une entreprise à créer de nouveaux produits et à pénétrer de nouveaux marchés d'exportation.

Certains employés devront nécessairement être transférés dans des rôles que les machines ne peuvent pas remplir, tels que la gestion des personnes, l'application de l'expertise et la communication.

Par conséquent, si le perfectionnement ou le recyclage dans ces rôles n'est pas entrepris, il y aura un excédent de main-d'œuvre moins qualifiée.

Un programme efficace de perfectionnement et de recyclage des employés est nécessaire pour atténuer ces augmentations potentielles des inégalités.

Pour les petits agriculteurs, les moyens techniques automatisés seront financièrement indisponibles. Il est possible qu'ils coopèrent entre eux pour partager des technologies, qui seront mieux utilisées, que des coopératives se forment. Ceci, à son tour, pourrait conduire à une augmentation progressive de la taille des exploitations agricoles, ce qui est contraire au concept de la politique agricole de l'UE.

Résumé

La robotique, l'automatisation et les systèmes de détection effectuent des tâches sans intervention humaine. L'utilisation de tracteurs et de robots autonomes sur le terrain entraîne une augmentation de la productivité, une amélioration de la qualité des produits, des services et une augmentation de la sécurité du travail lors des opérations à terre. Au sein des pays de l'UE, les technologies à la mode sont soutenues, les États membres élaborent des stratégies et des visions nationales (feuilles de route), conduisant à la mise en œuvre progressive de ces technologies dans les pratiques agricoles.

La technologie du tracteur entièrement autonome consiste à utiliser le système électrique natif du tracteur ou de l'équipement agricole pour envoyer des commandes, utilise le positionnement GPS et le retour radio, la gestion du logiciel d'automatisation. Les technologies de capteurs améliorent la sécurité en détectant et en réagissant aux obstacles imprévus.

Les lacunes que nous rencontrons : les machines de différents constructeurs ne savent pas communiquer entre elles. Les constructeurs voient une limite à l'indépendance complète de la machine vis-à-vis de la personne dans la législation d'exploitation sur la voie publique. Ici, la machine autonome ne peut pas se déplacer indépendamment du conducteur. Pour les petits agriculteurs, les moyens techniques automatisés seront financièrement indisponibles, ils pourraient coopérer dans le partage des technologies, qui seront mieux exploitées. Les grandes coopératives devraient entraîner l'augmentation de la taille des exploitations agricoles, ce qui est contraire au concept de la politique agricole de l'UE.

Les véhicules autonomes – tracteurs et robots – sont considérés comme controversés en termes de sécurité et d'acceptation par le grand public. Un véhicule qui roule sans chauffeur peut rendre les gens nerveux.

L'un des objectifs importants est d'augmenter les qualifications de la main-d'œuvre.

Liste des sujets pertinents

Friedrich Rübcke von Veltheim * and Heinke Heise 2022 „German Farmers’ Attitudes on Adopting Autonomous Field Robots: An Empirical Survey“, <https://www.mdpi.com/journal/agriculture>



ITFARM

Vrchota, J.; Pech, M.; Švepešová, I. Precision Agriculture Technologies for Crop and Livestock Production in the Czech Republic. *Agriculture* 2022, 12, 1080.

<https://doi.org/10.3390/agriculture12081080>

https://www.idnes.cz/technet/pc-mac/autonomni-traktor-john-deer-r8-umela-inteligence-strojove-uceni.A220106_085514_hardware_nyv, <https://www.mdpi.com/journal/agriculture>

https://youtu.be/MwC_Hzm5Z9s

<https://www.deere.co.uk/en/agriculture/future-of-farming/>

<https://www.therobotreport.com/are-farmers-ready-for-autonomous-tractors/>

<https://asirobots.com/farming/>

Mots clés

machines autonomes

tracteur autonome

entièrement autonome

robots agricoles

le désherbage peut

travail du sol

système de pulvérisation

perfectionnement



Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Project: Erasmus+ KA220-ADU, Duration: since 01-01-2022 till 30-01-07-2024



**Co-funded by
the European Union**