



Innovation

Autonomie au champ: le défi des robots agricoles

“ **Le robot sera-t-il demain incontournable dans les exploitations ? Pour quels usages ? Quels freins restent à lever pour assurer le développement de la robotique en agriculture ? Si, aujourd'hui, on estime à 10 000 le nombre de robots en service dans les exploitations françaises, ils sont surtout présents en élevage mais restent encore timides en cultures. L'un des enjeux de la robotique est aussi d'accompagner la transition écologique de l'agriculture. Tour d'horizon.** ”

L'observatoire des usages de l'agriculture numérique estime que plus de 10 000 robots sont en service dans les élevages français. En tête : les robots de traite. Leur nombre dépasse les 8 000 et leur rythme de développement est particulièrement soutenu puisque, selon l'Institut de l'élevage (Idel), un nouvel équipement de traite sur deux est robotisé. Viennent ensuite les robots racleurs, pailleurs, repousse fourrage ou encore les robots d'alimentation, eux aussi de plus en plus présents. Des machines autonomes voient le jour également en aviculture, comme le robot Spoutnik pour limiter les pontes au sol ou les robots d'Octopus Biosafety qui brassent et assainissent les litières.

Mais, en dehors des élevages, la robotique se fait encore timide. L'observatoire évalue à quelques centaines le nombre de robots de culture acquis par des exploitations. Parmi eux le Oz de Naïo, lancé en 2017 pour le désherbage mécanique des cultures en ligne. La start-up toulousaine a depuis développé deux autres modèles : le Dino pour les cultures en planche et le Ted, enjambeur viticole polyvalent. D'autres entreprises s'attaquent également au marché. La société rémoise VitiBot a livré en 2020 ses premiers robots Bakus, un enjambeur électrique autonome qui peut s'équiper d'outils électriques ou passifs pour le désherbage ou le travail du sol, ou d'un bloc modulaire pour la pulvérisation confinée.

Un défi scientifique

Si ces innovations sont de plus en plus présentes dans les salons et médias professionnels, lâcher dans la nature davantage de ces robots nécessite encore des avancées scientifiques et ré-



Roland Lenain, directeur de recherche et responsable de l'équipe Robotique et mobilité pour l'environnement et l'agriculture de l'Inrae Clermont.

lementaires. Tout simplement parce que l'environnement agricole est l'un des plus complexes auquel les chercheurs sont confrontés en robotique. « Contrairement aux véhicules autonomes qui évoluent dans un environnement structuré avec des marquages au sol et de la signalétique, les robots agricoles agissent dans des milieux naturels très variables. Les conditions d'adhérence, d'éclairage, les repères de passage de roues, la végétation : tout évolue en permanence. Ces difficultés font que le robot se retrouve régulièrement dans une situation imprévue, où il ne peut pas prendre de décision par lui-même. Il doit donc être capable d'en référer à l'homme, mais pas toutes les cinq minutes sinon on perd l'intérêt d'avoir des engins autonomes qui réalisent des tâches pour l'agriculteur », souligne

Roland Lenain, responsable de l'équipe Robotique et mobilité pour l'environnement et l'agriculture et directeur de recherche au centre Inrae Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes. Un certain nombre de défis ont déjà été relevés. « Aujourd'hui un robot agricole sait évoluer dans un champ de façon autonome avec un GPS-RTK ou entre des rangs de végétation grâce à la vision LiDAR. Les robots déjà commercialisés peuvent effectuer des désherbages mécaniques avec des outils passifs ou acquérir des données pour la surveillance des parcelles », détaille Roland Lenain. Avant de rappeler : « L'un des enjeux de la robotique, c'est d'accompagner la transition écologique de l'agriculture ». En résumé : effectuer à la place de l'homme les travaux répétitifs nécessaires pour assurer l'entretien des cultures sans produits phytocides, mais aussi offrir des solutions technologiques pour développer l'agriculture de précision.

La France en pointe

Sur le sujet, la France a sans conteste une longueur d'avance. Selon la Global organization for agricultural robotics (GOFAR), association créée en 2019 pour « promouvoir et développer l'industrie de la robotique agricole en France et dans le monde », l'Hexagone compte déjà près d'une trentaine de constructeurs. La filière robotique peut aussi s'appuyer sur l'association RobAgri, née en 2017, qui réunit des start-up, des industriels du machinisme agricole et de l'électronique, des laboratoires de recherche, ainsi que des organismes de la production agricole. Parmi ses missions : faire avancer les aspects législatifs et normatifs pour accélérer le développement de la robotique (lire page ailleurs).

L'Inrae est directement associé à ces travaux. « La recherche s'attache à dé-

velopper les algorithmes et l'intelligence embarquée dont le robot a besoin pour acquérir son autonomie au champ. La sécurité est l'un des axes de cette recherche. Nous devons définir des standards de sécurité et des protocoles de tests pour vérifier que le robot respecte les critères nécessaires. En parallèle, nous devons développer la capacité du robot à reconnaître les situations et à adapter son comportement aux variations de contexte », précise Roland Lenain. « Faire dialoguer à distance le robot avec l'humain et donner suffisamment d'informations sur l'anomalie rencontrée pour permettre à l'opérateur de relancer la machine à distance est l'un des aspects sur lesquels nous devons encore travailler », confie-t-il.

Des progrès en accéléré

Les progrès dans ce domaine pourraient d'ailleurs s'accélérer. D'importants moyens viennent d'être déployés par l'Agence nationale de la recherche pour accompagner le projet TIRREX³ qui vise à développer de nouvelles plateformes robotiques. « Des financements sont notamment prévus pour la création d'un roboterium qui accueillera sur un même site une multitude de robots à disposition des laboratoires de recherche. Nous allons pouvoir étudier le comportement dans des champs de robots très différents et tester des architectures innovantes avec des suspensions actives, des roues triangulaires, mais aussi construire des programmes de recherche communs avec d'autres laboratoires », s'enthousiasme le chercheur. Ce roboterium devrait voir le jour d'ici fin 2021 sur l'AgroTechnoPôle de Montoldre dans l'Allier. ■

S. Sabot

1. Porté par la chaire AgroTIC de SupAgro Montpellier et Bordeaux Sciences Agro.
2. Système de télédétection par laser.
3. Ce projet réunit le CNRS, l'Inria, le CEA, l'Inrae.

SÉCURITÉ / Une norme internationale en révision

Pour accélérer la venue des robots dans les champs, l'association française Robagri (fabricants de robots agricoles) estime que des éclaircissements réglementaires sont nécessaires, en complément de la révision de la directive Machines prévue au printemps par Bruxelles. Le machinisme agricole formalise actuellement des propositions au niveau européen au sein du Cema [European agricultural machinery association]. Mais une norme internationale régit d'ores et déjà la sécurité des robots agricoles : elle a pour nom Iso 18497. Créée en 2018, harmonisée avec la directive Machines en 2020, elle est encore sommaire, aux dires des observateurs, mais les fabricants du monde entier travaillent actuellement à son enrichissement.

« La thématique de la sécurité fédère tous les constructeurs », témoigne Cédric Segueineau, responsable QHSE chez Naïo, qui participe à ces travaux en tant que membre du Cema. « Ils souhaitent que le cadre réglementaire soit clarifié. »

Dernièrement, les associations européennes, américaines et japonaises de fabricants de machines agricoles se sont entendues pour proposer à l'Organisation internationale de normalisation (Iso) basée à Genève une nouvelle série de standards à l'Iso 18497. Ils visent à définir des concepts (fonction autonome, zone de travail autonome), des règles de conception régissant les interactions homme-machine ou des règles de mise en sécurité des machines et de détection des obstacles. Concrètement, cela signifie par exemple que les humains, riverains ou utilisateurs, puissent savoir facilement et sans se tromper si un robot agricole est en marche ou à l'arrêt. Les fabricants se sont donc entendus sur un signal lumineux qui sera le même partout dans le monde. D'autres chantiers de normalisation vont se poursuivre en 2021 : par exemple, s'accorder sur les bons capteurs pour détecter les personnes et les obstacles. ■

M. R.

CIRCULATION / Une dérogation pour traverser les chemins ruraux

L'association Robagri porte actuellement auprès du gouvernement une demande de dérogation expérimentale pour que les petits véhicules autonomes non homologués pour la route puissent expérimenter la traversée manuelle de chemins ruraux, afin de passer de parcelle en parcelle. Pour ce faire, « les robots seraient pilotés manuellement par un opérateur situé à proximité immédiate », explique Stéphane Duran, responsable projet au sein de l'association. Moyennant une signalisation et une surveillance dédiée, les robots s'affranchiraient ainsi du chargement sur une remorque ou un véhicule aujourd'hui requis par la réglementation. 300 à 400 exemplaires de robots et cobots agricoles circulent déjà dans les champs français. ■

Pierre Garcia



L'un des robots développés par l'équipe Robotique et mobilité de l'Inrae, configuré pour la pulvérisation : guidage par LiDAR avant sur les troncs et estimation du feuillage par LiDAR arrière pour moduler la pulvérisation.



Le robot Oz, 150 kg, est le plus petit de la gamme proposée par Naïo Technologies.



Grâce à son système de roues en rayon, le Sentiv développé par Meropy est capable d'enjamber la végétation.

SANTÉ / Particulièrement sollicités sur le plan physique, de nombreux agriculteurs développent au fil de leur carrière des troubles musculo-squelettiques qui peuvent se révéler très handicapants. Le développement de la robotique en agriculture et l'arrivée, notamment, des exosquelettes pourrait bien révolutionner leur quotidien.

La robotique pour prévenir les risques professionnels

Depuis plusieurs années, l'agriculture française peine à enrayer la baisse constante du nombre d'agriculteurs. En cause : des métiers jugés trop pénibles au regard de la charge physique qui pèse au quotidien sur les agriculteurs. « Les métiers de l'agriculture peuvent être la source de nombreux troubles musculo-squelettiques qui engendrent douleurs et mal-être. Souffrir parce que l'on travaille n'est pas humain et il faut que nous nous donnions les moyens de faire beaucoup mieux », alerte Henry Jouve, président de l'Association régionale des caisses de MSA d'Auvergne-Rhône-Alpes. Dans ce contexte, la robotique apparaît comme l'un des meilleurs outils au service de la stratégie sécurité-santé au travail prônée par la caisse mutualiste. « L'essor de la robotique est synonyme d'une vraie révolution dans l'accomplissement de l'activité agricole », se réjouit Henry Jouve.

De nombreuses filières concernées

Préférant parler de « nouvelles technologies » au sens large que de « robotique » à proprement parler, Laurent Lampin, conseiller prévention des risques professionnels à la MSA Auvergne-Rhône-Alpes, accompagne tout au long de l'année la transition des filières vers des outils plus modernes. « Avec le développement des robots de traite, les filières d'élevage sont celles qui ont pris le plus d'avance en matière de nouvelles technologies. L'achat d'un robot de traite est souvent envisagé au moment de remplacer le départ d'un associé sur l'exploitation », explique-t-il. Des



L'Exoback développé par la société bourguignonne RB3D permet de réduire 70 % des efforts sur le rachis lombaire.

jeunes générations aux agriculteurs en fin de carrière désireux de préserver leur santé malmenée par des années de travail, le conseiller de la MSA croise tous les profils. Ces dernières années, ce sont surtout les filières végétales comme la viticulture ou le maraîchage qui ont bénéficié de cette révolution technologique caractérisée notamment par l'essor des robots et tracteurs autonomes. « Il s'agit d'accompagner l'ensemble des filières tout en restant vigilants car ces nouvelles technologies ne sont pas forcément adaptables à toutes les populations agricoles », rappelle Laurent Lampin.

des efforts sur le rachis lombaire », détaille Vincent Mauvisseau de la société RB3D. Pesant 8,4 kg, cet outil présente une autonomie de 8 à 12 h. Prix de vente : entre 12 000 et 15 000 euros. « D'après les premiers retours de nos utilisateurs, les exosquelettes nous semblent totalement pertinents pour répondre aux besoins des professionnels », témoigne Guillaume Paire, de la chambre d'agriculture de Saône-et-Loire, qui a piloté le 17 novembre dernier un test sur le domaine expérimental de Rully. ■

TÉMOIGNAGES / Destinés à remplacer l'agriculteur dans ses tâches les plus répétitives, fatigantes et chronophages, les robots de culture se développent aujourd'hui à vitesse grand V. Quels avantages, quels inconvénients ? Tour d'horizon avec des fabricants et des utilisateurs engagés dans cette révolution.

Des robots de culture efficaces et sécurisés

Désherbage, culture en planche, viticulture... les robots agricoles développés depuis quelques années s'adaptent à des missions toujours plus variées. En France, l'entreprise leader dans le domaine de la robotique agricole au service des cultures est Naïo Technologies. Basée à Escalquens près de Toulouse où est organisé depuis 2017 le Forum international de la robotique agricole, la société propose une gamme de trois robots. « Oz est un petit robot de désherbage de 150 kg qui convient parfaitement aux maraîchers ou aux producteurs de semences car il permet d'obtenir des tracés très droits et de porter des charges lourdes. Pour les agriculteurs ayant plus de surfaces et faisant de la culture en planche, le robot Dino, qui pèse 1,2 t, est plus adapté. Le troisième robot de la gamme, Ted, 1,8 t, est arrivé en 2018. Il a été pensé pour la viticulture et est capable de désherber et de travailler les sols même dans des pentes importantes », explique Anouck Lefebvre de la société Naïo.



William Guiton et Guillem Raymond, les deux fondateurs de la société française Meropy.

8 à 10 h d'autonomie

Créée en 2017, la Cuma des Marais basée à Lorient (Drôme) n'a pas hésité à débours plus de 23 000 euros pour s'offrir le robot Oz de chez Naïo. Un montant au-

quel s'ajoute l'abonnement annuel au GPS de guidage RTK chiffré à 2 000 euros. S'intégrant dans le volet transition agroécologique du plan de relance, cet investissement sera subventionné à 40 % par l'État. Thomas Rosier, jeune maraîcher de 21 ans, a eu la chance d'essayer ce robot pendant six mois. « Après avoir positionné un GPS sur mon tracteur, j'ai pu obtenir une carte de l'exploitation que nous avons entrée dans la mémoire du robot, raconte-t-il. Ensuite, il n'y avait plus qu'à laisser désherber et ouvrir des sillons pour nous permettre de semer les graines. Le robot a une autonomie de 8 à 10 heures. Il est relié à une application mobile : s'il tombe ou reste embourbé, l'utilisateur reçoit une alerte sur son smartphone. Pour que son fonctionnement soit optimal, il a besoin d'un terrain bien préparé et de passages plus réguliers ».

Des robots disponibles à la location

A l'image de la Cuma des Marais, la coopérative Oxyane qui se déploie sur

l'ancienne région Rhône-Alpes et le Jura a investi dans un robot Oz de chez Naïo. Depuis peu, Oxyane a mis en place un service de location à la journée, à la semaine ou au mois pour tester le robot. Comptez par exemple 400 euros pour la location de 24 heures. « Ce service est destiné à des maraîchers proches d'un investissement qui peuvent profiter de cette phase pour s'assurer que cette solution correspond bien à leurs besoins avant d'enclencher un achat », explique Damien Ferrand, responsable du développement agricole chez Oxyane. Une prestation de service amenée à se développer et qui pourrait se révéler d'autant plus utile pour des robots nécessitant des investissements plus importants. Pour les modèles Dino et Ted de Naïo par exemple, comptez respectivement 100 000 et 150 000 euros.

Une sécurité garantie

Détection par caméra, balayage par laser LiDAR, bumpers devant les roues avec arrêt au moindre contact : la sécurité n'est pas laissée au hasard. Chez Me-

ropy, une société française développant des robots d'observation des cultures, elle se conjugue avec un autre argument : le poids. Pesant moins de 15 kg, le robot Sentiv se révèle en effet moins dangereux par nature que les robots Naïo qui lui rendent quelques kilos. Comme eux, il suffit de lui indiquer les contours de la parcelle dans laquelle il doit travailler avant de le laisser fonctionner seul. Grâce à une autonomie de 20 hectares et un système de roues en rayon lui permettant d'enjamber la végétation, il se révèle tout terrain tout en exerçant une pression au sol inférieure à un pied humain. Équipé d'une caméra, ce robot vend 10 000 euros relève à la fois les besoins azotés et la présence de bioagresseurs. « Entre les robots d'observation et les robots d'intervention, nous pouvons totalement être complémentaires. Nos concurrents les plus sérieux sont aux États-Unis mais nous avons les moyens en France de compter parmi les leaders mondiaux », affirme le co-fondateur de Meropy, William Guillon. ■

Pierre Garcia