

RAPPORT DE SYNTHÈSE

Convention n° : D65-7390 + D65-7452

Titre du projet : Plus-values économique et environnementale de Smart Farming au sein d'une exploitation agricole wallonne

Date de démarrage et de fin du projet : du 01/04/2022 au 30/06/2023 (D65-7390) et du 01/07/2023 au 31/03/2026 (D65-7452)

Durée du projet : 48 mois : 15 mois (D65-7390) + 33 mois (D65-7452)

Organismes partenaires du projet

Prénom, NOM du promoteur du projet	Quentin Limbourg
Fonction, titre	Chef de projet
e-mail	q.limbourg@cra.wallonie.be
Téléphone	081/87.53.01
Nom de l'organisation	CRA-W
Adresse de l'organisation	Chaussée de Namur, 146 – B 5030 Gembloux

Prénom, NOM du partenaire 2	Sébastien Lambot
Fonction, titre	Professeur extraordinaire, Directeur de Recherches
e-mail	sebastien.lambot@uclouvain.be
Téléphone	+32 10.47.37.11
Nom de l'organisation	UCLouvain
Adresse de l'organisation	Croix de Sud 2/L7.05.02, 1348 Louvain-la-Neuve

Prénom, NOM du partenaire 3

Sébastien WEYKMANS

Fonction, titre

Administrateur délégué

e-mail

sebastien.weykman@waldigifarm.be

Téléphone

+32 478 22.27.56

Nom de l'organisation

WalDigiFarm ASBL

Adresse de l'organisation

Avenue Reine Astrid 16 / 9 bis, B-5000 Namur

1. Contexte

Les agriculteurs européens en 2025 adoptent des technologies numériques lorsque celles-ci sont accessibles, robustes et utiles. Ainsi, 69 % d'entre eux utilisent déjà au moins trois outils numériques généralistes pour leur travail, principalement des applications de messagerie, de commerce en ligne et de prévision météorologique ([The state of digitalisation in EU agriculture](#)). Ce chiffre diminue à 29 % pour les agriculteurs qui utilisent au moins trois solutions spécifiquement dédiées aux grandes cultures, telles que les logiciels de gestion de l'exploitation, les carnets de champ numériques, la visualisation des parcelles via imagerie satellite ou encore le guidage de précision.

Or, certaines technologies à fort potentiel agronomique peinent encore à s'imposer. En effet, seulement 11 % des agriculteurs déclarent utiliser des technologies d'application à dose variable des intrants, tandis que 15 % ont recours à des stations météorologiques connectées et une proportion similaire à des capteurs de sol. Pourtant, ces outils permettent une gestion plus fine et plus économe des intrants, favorisant le maintien, voire l'amélioration, des rendements dans un contexte de raréfaction des ressources et d'aléas climatiques croissants.

2. Objectifs

L'objectif du projet était d'intégrer des solutions d'agriculture de précision au sein d'une exploitation, afin d'en évaluer la plus-value réelle pour la ferme. Une attention particulière a été portée à l'identification des freins techniques, économiques et organisationnels à l'adoption de ces outils, afin d'en faciliter la levée. Les méthodes d'agriculture de précision ont également été évaluées pour leur capacité à réduire l'empreinte environnementale de l'exploitation. Pour atteindre ces objectifs, les travaux ont été structurés autour de cinq grandes thématiques :

La première porte sur la variabilité intra-parcellaire de la croissance des cultures et des rendements, avec pour ambition d'évaluer comment mesurer cette variabilité et dans quelle mesure elle peut être expliquée par les données collectées au cours du projet.

La deuxième et la troisième thématique concernent l'optimisation de l'irrigation, abordée sous deux angles complémentaires : dans l'espace, à travers l'évaluation du matériel, la coupure de section et l'irrigation à taux variable ; dans le temps, à travers le pilotage du déclenchement des irrigations en fonction des besoins réels des cultures.

La quatrième thématique est consacrée au développement du capteur radar gprSense®, dédié à la cartographie de l'humidité du sol à l'échelle intra-parcellaire.

Enfin, la cinquième thématique porte sur l'optimisation de la fertilité des sols, à travers la mise en place d'applications à taux variable de certains intrants.

3. Conclusions synthétiques d'interprétation des résultats des travaux

Mesurer et expliquer l'hétérogénéité intra-parcellaire du rendement

Les capteurs de rendement embarqués sur les moissonneuses et les indicateurs satellitaires permettent de caractériser la variabilité des rendements au sein des parcelles. Répétée sur plusieurs saisons, cette analyse révèle des motifs récurrents traduisant l'existence de facteurs liés au sol et à la topographie, suffisamment stables pour expliquer les différences de rendement observées. Plutôt que de considérer cette variabilité intra-parcellaire comme une fatalité propre à ses terres, l'agriculteur peut y voir une opportunité d'adapter finement ses interventions aux besoins réels de chaque zone, en s'appuyant sur les pratiques d'agriculture de précision.

Le ratio COT/argile ressort comme le facteur explicatif le plus influent des variations de rendement du froment et du maïs au sein du projet. Ces résultats, propres à un contexte de parcelles à topographie contrastée et de sols potentiellement dégradés, invitent à nuancer leur portée générale, mais restent transposables à des situations similaires. La démarche présente par ailleurs un réel potentiel de reproductibilité, s'appuyant sur des données topographiques disponibles gratuitement via le Géoportail de la Wallonie et des solutions commerciales matures pour la cartographie des sols.

Optimisation de l'irrigation dans l'espace

La précision du matériel d'irrigation constitue en elle-même une source importante de variabilité intra-parcellaire des apports d'eau. L'entrée dans l'irrigation de précision passe donc nécessairement par une réflexion préalable sur la fiabilisation du matériel, afin de disposer d'un socle technique suffisamment robuste.

La coupure de section constitue une première étape pragmatique : simple à mettre en œuvre et compatible avec le matériel existant, elle génère des bénéfices immédiats sur les plans économique, environnemental et organisationnel. L'irrigation à taux variable présente quant à elle le potentiel le plus élevé en termes d'économies d'eau, mais demeure la plus exigeante sur le plan organisationnel, nécessitant la mobilisation de plusieurs briques technologiques et un investissement conséquent. Sa mise en œuvre reste à ce stade réservée aux exploitations disposant des ressources nécessaires ou bénéficiant d'un accompagnement externe.

La transition vers l'irrigation de précision repose sur une progression par étapes, dont la réussite dépend autant des investissements matériels que de la simplicité d'intégration des outils dans le travail quotidien de l'agriculteur.

Développement du capteur radar gprSense®

Les travaux menés dans le cadre du projet ont permis de démontrer la faisabilité et la pertinence de la cartographie spatiale de l'humidité des sols en zone racinaire à l'aide d'un radar à pénétration de sol embarqué sur drone. Le système gprSense® a fortement évolué au cours du projet, passant d'un prototype encombrant à une solution allégée et automatisée, capable de réaliser des acquisitions à haute résolution spatiale sans contact avec le sol ni perturbation des cultures. Les cartes produites présentent une bonne cohérence avec les mesures de référence et permettent de capter finement la dynamique hydrique du sol au cours de la saison.

Dans l'ensemble, ces résultats confirment que la cartographie radar constitue une base technique solide pour le pilotage spatial de l'irrigation en agriculture de précision, dont les gains potentiels dépendent de la variabilité intra-parcellaire et de la capacité du matériel à moduler les apports.

Optimisation de l'irrigation dans le temps

Les solutions de pilotage du déclenchement de l'irrigation sont complémentaires, aucune ne constituant une réponse universelle. Les approches basées sur le bilan hydrique se distinguent par leur accessibilité et constituent une porte d'entrée pertinente vers le smart farming. Les sondes tensiométriques offrent une information directement liée au ressenti hydrique de la plante, sous réserve d'un positionnement adapté. Les sondes capacitatives fournissent un suivi plus complet du profil racinaire, au prix d'une complexité d'interprétation plus élevée.

Le choix d'une solution doit être guidé par les objectifs de l'exploitation, le niveau d'investissement acceptable et la capacité à interpréter les données. Le bilan hydrique apparaît comme une base robuste et accessible, les sondes permettant d'affiner l'analyse lorsque le contexte agronomique le justifie.

Optimisation de la fertilité des sols

La mise en place d'applications d'intrants à taux variable, visant à homogénéiser le pH et la teneur en matière organique au sein des parcelles du projet, se déroule en deux étapes : la cartographie des propriétés physico-chimiques du sol, puis l'application différenciée des intrants sur la base des cartes de prescription produites. Les bénéfices d'une telle approche peuvent être significatifs à long terme. La cartographie des sols implique toutefois un surcoût par rapport aux analyses conventionnelles, et les technologies disponibles présentent un niveau de maturité variable selon les paramètres mesurés. La mise en œuvre des applications à taux variable se heurte quant à elle à des contraintes organisationnelles, notamment liées au transfert des cartes de prescription vers le matériel agricole et à l'accès à des équipements capables de faire varier la dose. Ces freins doivent néanmoins être mis en perspective avec les gains potentiels : la démarche peut s'avérer économiquement rentable, en particulier lorsque les parcelles présentent de fortes hétérogénéités liées au pH ou à la matière organique, notamment dans des contextes de remembrement récent.

2. Impact actuel sur l'agriculture wallonne et perspectives futures de cet impact

L'agriculture wallonne fait face à un double défi : maintenir sa compétitivité tout en réduisant son empreinte environnementale dans un contexte de changement climatique croissant. Les tendances climatiques observées en Wallonie pointent vers des étés plus secs, des sécheresses estivales accrues et des pluies plus intenses générant ruissellement et érosion, ce qui accroît la pression sur la gestion de l'eau et la fertilité des sols. Dans ce contexte, les pratiques d'agriculture de précision évaluées dans le cadre de ce projet constituent des leviers concrets d'adaptation, en particulier l'irrigation de précision, dont les résultats obtenus montrent qu'elle permet de réduire significativement les volumes d'eau appliqués tout en limitant les zones en déficit hydrique.

Sur le plan de la maturité numérique, le secteur agricole wallon présente encore un retard significatif. Selon le baromètre de maturité numérique en 2020 ([DigitalWallonia](#)), l'agriculture est le secteur économique wallon ayant le niveau de maturité numérique le plus bas, ce qui souligne l'importance de projets comme DuraTechFarm pour démontrer, dans des conditions réelles d'exploitation, la faisabilité et la valeur ajoutée des outils de smart farming. Les résultats obtenus constituent en ce sens une référence concrète et transposable pour les agriculteurs wallons souhaitant s'engager dans cette transition.

L'un des apports majeurs du projet est d'avoir documenté une progression par étapes vers l'agriculture de précision, accessible à des exploitations disposant de moyens et de compétences variables. Des solutions comme la coupure de section ou le pilotage de l'irrigation par bilan hydrique peuvent être déployées rapidement et à moindre coût, tandis que des approches plus avancées, telles que l'irrigation à taux variable ou la cartographie fine des sols, ouvrent des perspectives à plus long terme pour les exploitations disposant des ressources nécessaires.

Les perspectives futures restent toutefois conditionnées à la levée de plusieurs freins, dont certains ont été clairement identifiés au cours du projet. À titre d'exemple, le manque d'interopérabilité entre les plateformes numériques et les équipements agricoles, la disponibilité limitée de prestataires en Région wallonne pour la cartographie des sols et les applications à taux variables, ou encore le besoin de formation des agriculteurs à l'interprétation des données constituent autant d'obstacles à l'adoption à large échelle des solutions d'agriculture de précision. L'irrigation à taux variable illustre bien cette complexité : sa mise en œuvre nécessite la mobilisation de plusieurs briques technologiques, depuis la cartographie de l'humidité du sol jusqu'à la conversion et au transfert des cartes de prescription vers le matériel d'irrigation, en passant par l'interprétation agronomique des données, ce qui implique des investissements importants et un accompagnement technique soutenu. Répondre à ces défis constitue une condition essentielle pour que les bénéfices agronomiques, économiques et environnementaux démontrés à l'échelle d'une exploitation puissent se généraliser à l'ensemble du secteur agricole wallon.