

TRANSITION VERS UN SYSTÈME SCV

UNE ADAPTATION CONTINUELLE des pratiques culturales



Une productivité du travail élevée est la clé des bonnes performances économiques du système de culture en semis direct sous couvert.

ARVALIS a testé sur sa ferme expérimentale de Boigneville le passage d'un système en travail superficiel du sol (TSL) à un semis direct sous couvert végétal (SCV). Quatre années de suivi des paramètres de production livrent leurs premiers résultats.

Deux éléments ont motivé le passage en semis direct sous couvert végétal de la micro-ferme « Mach II » du dispositif expérimental de Boigneville (*encadré*) : la promesse d'une meilleure maîtrise des adventives annuelles et une amélioration de la fertilité du sol. Deux leviers favorables à l'amélioration des rendements dans ce contexte local.

Dans un premier temps, la rotation pratiquée (« Mach II SCV ») est restée volontairement proche de l'ancienne (« Mach II TSL »), menée en travail superficiel du sol. Les cultures ont été choisies parmi celles connues pour être bien adaptées au semis direct. Une évolution vers plus de couverture du sol a ensuite été adoptée : colza + légumineuses associées - maintien des repousses de colza - blé tendre d'hiver - CIPAN - orge de printemps - blé tendre (*figure 1*). Les cultures sont implantées avec un semoir à disques qui limite la perturbation du sol au semis (faible vitesse, faible angle des

disques). Aucun autre matériel de travail du sol n'a été utilisé sur les parcelles depuis l'automne 2010. Plusieurs défis ont dû être relevés : la réussite des implantations des cultures avec une nouvelle technique de semis, la réussite des couverts avec un développement de biomasse suffisant pour assurer les fonctions de recyclage d'azote, voire d'autres éléments, et de compétition vis-à-vis de la levée des adventives. Après une première rotation de transition de quatre ans, le bilan reste à conforter mais l'expérience est riche en enseignements techniques, économiques et environnementaux.

Objectif de rentabilité atteint grâce à une productivité du travail accrue

Lors du passage au semis direct sous couvert, la rentabilité et la compétitivité de la micro-ferme « Mach II » ont été maintenues avec 442 €/ha de marge nette, contre 394 € pour la micro-ferme de référence, et un coût de production complet de 141 €/t de blé contre 162 €/t (*tableau 1*). Dans

Vingt ans de travail sans labour

La micro-ferme « Mach II SCV » (Semis sous Couvert Végétal) fait partie du dispositif expérimental original mis en œuvre par ARVALIS à Boigneville (Essonne) entre 1990 et 2015 pour explorer différentes stratégies de production à une échelle proche d'une exploitation agricole.

À l'automne 2010, lorsque la micro-ferme « Mach II » est passée en semis direct sous couvert végétal, les parcelles avaient une antériorité de vingt ans en travail du sol superficiel. La micro-ferme « Mach II TSL » avait répondu aux objectifs prioritaires fixés à sa mise en place : jusqu'à la dernière rotation, entre 2005 et 2010, les performances économiques ont été améliorées par rapport au système de référence en labour occasionnel grâce à une forte productivité du travail.

la continuité de « Mach II TSL », une productivité du travail deux fois plus élevée que celle de la micro-ferme de référence reste la clé des bonnes performances économiques de « Mach II SCV » (3268 tonnes équivalent blé/UTH contre 1581 en système de référence).

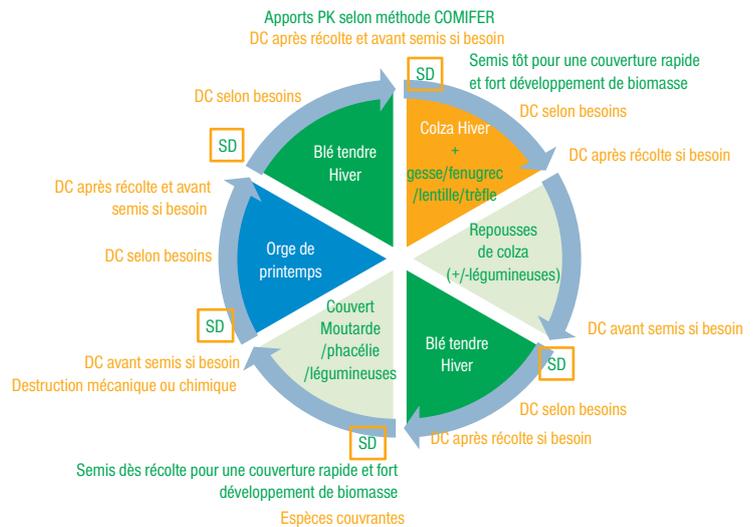
Deux raisons à cela : des rendements toujours élevés pour le blé tendre, qui reste une culture dominante dans la rotation, et la capacité de la main-d'œuvre à exploiter des surfaces importantes grâce à un temps de traction par hectare encore réduit. Dans la micro-ferme « Mach II SCV », l'absence de tout travail du sol s'est traduite par une réduction du temps de traction d'une demi-heure par hectare par rapport à la situation en TSL. À valeur de matériel et nombre



Dans le système SCV, la culture de colza a été fortement pénalisée par des dégâts de limaces au semis.

© C. Barillet - ARVALIS-Institut du végétal

SYSTÈME TESTÉ : cultures et couverts sont implantés en semis direct et les résidus laissés au sol



SD : Semis Direct. DC : Désherbage Chimique

Figure 1 : Rotation conduite dans la micro-ferme « Mach II SCV » de Boigneville (91) entre 2011 et 2015. En orange, les interventions culturales pour gérer les adventices. En vert, les leviers pour maintenir la fertilité du sol.

d'UTH équivalents, les systèmes en travail du sol simplifié peuvent être déployés sur une surface deux fois plus élevées qu'avec le système de référence en labour (400 ha par UTH contre 200). Ils génèrent donc des charges de mécanisation et de main-d'œuvre d'autant plus réduites par hectare ou par actif (1).

Une productivité des cultures élevée mais qui ne s'améliore pas

Après seulement quatre ans de transition, il est trop tôt pour conclure sur les effets des techniques de semis direct sous couvert sur la fertilité du sol et son effet potentiel sur la productivité des cultures.

Exprimée en énergie brute produite (rendements des cultures x valeur énergétique des produits exportés), la productivité technique globale des micro-fermes Mach II TSL et SCV reste significativement supérieure à la référence (tableau 1), pour des apports moyens en azote identiques entre les deux périodes. Pour autant, cette évolution ne reflète pas une amélioration généralisée des rendements des cultures en faveur d'un système ou d'un autre.

Le blé tendre est la seule culture à enregistrer une hausse de 3 % de rendement en « Mach II » entre les périodes 2006-2010 et 2011-2015, alors qu'une baisse de 3 % est constatée en système de référence, pour une quantité d'azote apportée équivalente entre les deux périodes et une protection optimale contre les bio-agresseurs. Cet écart a été observé chaque année, mais reste trop faible pour

ÉVALUATION : de bonnes performances économiques mais un bilan technique et environnemental à conforter

Critères	Indicateurs	Objectifs de Mach II SCV / Ref et évolution / Mach II TSL	Mach II TSL 2006-2010	Mach II SCV 2011-2015	Référence 2006-2010	Référence - 2011-2015
Économiques	Temps de traction (h/ha)	≤ Ref et ↘	2,0	1,5	3,3	3,2
	SAU extrapolée (ha/UTH)	> Ref et ↗	380	400	215	200
	Productivité du travail (t blé/UTH)	> Ref et ↗	3025	3268	1634	1581
	Marge nette (+ aide) €/ha	≥ Ref et ↗	385	442	344	394
	Coût de production complet du blé (€/t)	< Ref et ↘	131	141	135	162
	Charges de mécanisation et main-d'œuvre	< Ref et ↘	187	193	289	303
Techniques	Apport d'azote moyen sur le système (kg/ha)	< Ref et ↘ ou ≈	140	144	133	131
	IFT Total (hors TS) (Ref IDF : 5.9)	≤ Ref et ↘	6,3	6,7	3,3	4,3
	IFT Herbicides (Ref IDF 1.7)	≤ Ref et ↘	3,1	3,4	1,7	2,4
	Note Satisfaction désherbage (1 à 10)	≥ Ref et ↗	8,9	8,2	8,0	8,2
	Rendement Blé tendre (t/ha)	> Ref et ↗	8,0	8,2	7,6	7,37
	Charges en intrants Blé tendre (€/ha)	< Ref et ↘	429	560	345	466
	Ratio Azote apporté (Kg)/t de blé tendre	< Ref et ↘	23	23	23	24
	Rendement Orge de printemps(t/ha)	> Ref et ↗	6,17	5,83	6,06	6,49
	Charges en intrants - Orge de p. (€/ha)	< Ref et ↘	312	457	289	371
	Ratio Azote apporté (Kg)/t d'orge de p.	< Ref et ↘	16	17	17	15
Environnementaux	Bilan N/P/K (apport-export)	< Ref et ↘	36/-11/-3	29/3/-11	36/-2/-9	29/12/-8
	Consommation Energie primaire (MJ/ha)	< Ref et ↘	11 245	11 531	11 777	12 138
	Production d'Energie (MJ/ha)	≥ Ref et ↗	89 205	99 370	8 1110	92 031
	Émission de GES (kgéqCO2/ha)	< Ref et ↘	1 858	1 913	1 926	1 908
	Émission GES/NRJ produite (g éq CO2/MJ)	< Ref et ↘	21	19	24	21
Ratio NRJ produite/consommée	≥ Ref et ↗	7,9	8,6	6,9	7,6	

UTH : Unité de Travail Humain

Tableau 1 : Évaluation des performances des micro-fermes « Mach II TSL et SCV » et de la micro-ferme de référence entre les périodes 2006-2010 et 2011-2015. Indicateurs évalués à partir du logiciel SYSTERRE.

conclure à un effet significatif du système SCV par rapport à d'autres facteurs. Les itinéraires techniques sur blé ont été peu modifiés lors du passage en semis direct sous couvert à l'exception d'une hausse des densités de semis dès la deuxième année pour compenser des pertes à la levée plus importantes (entre 30 et 37 %).

La maîtrise de l'orge de printemps a été plus compliquée lors du passage en SCV, ce qui s'est traduit par des rendements en baisse et inférieurs à ceux de la micro-ferme de référence, malgré des charges en intrants supérieures et des apports azotés équivalents. Les densités de semis ont été augmentées de près de 40 % pour compenser des pertes à la levée. Le semoir a été équipé de chasse-débris pour

améliorer la qualité de l'implantation. Au final, la densité d'épis est restée inférieure à l'optimum avec 600 et 700 épis/m² observés en moyenne. Plusieurs pistes sont à explorer pour identifier les facteurs limitants : conditions de semis et qualité de la terre dans la ligne de semis, vitesse de réchauffement du sol, fertilisation azotée, etc. Le recours au « vertical tillage » (travail très superficiel concentré sur la ligne de semis produisant une terre fine favorable à la levée), et la fertilisation localisée sont à l'étude pour la prochaine campagne.

Par ailleurs, la culture de colza a été fortement pénalisée par des dégâts de limaces au semis dans la micro-ferme « Mach II SCV ». Il a fallu ressemer en céréales deux années sur cinq, ce qui



Une hausse des densités de semis du blé a été nécessaire pour compenser des pertes à la levée plus importantes.



Le choix des espèces composant le couvert doit maximiser les chances de produire de la biomasse, quelles que soient les conditions climatiques de l'été.

© ARVALIS - Institut du végétal

rend difficile un diagnostic agronomique complet et entraîne une hausse des charges.

Un apprentissage continu de la gestion des couverts

La couverture du sol a été intensifiée sur la micro-ferme « Mach II SCV », sans pour autant parvenir à la mise en place d'un couvert vivant permanent. Les colzas ont été semés en simple association avec de la lentille lors de la première campagne, à hauteur de 36 kg/ha. Ensuite, le choix s'est orienté vers un mélange multi-espèce de légumineuses gélives enrichi en trèfle blanc (28 kg/ha, 70 €/ha), avec comme objectif de le maintenir entre le colza et le blé, sans résultat probant pour le moment.

Pour les intercultures, le choix s'est porté vers un mélange à base de légumineuses, de crucifères et de phacélie. Semés entre la première et la seconde décade d'août, les couverts bénéficient de températures idéales pour des levées rapides. Les biomasses ont atteint plus de 5 tonnes/ha en 2012, année très favorable, et dépassent 3 t/ha en moyenne, soit une restitution par les parties aériennes de plus de 100 kg d'azote par hectare. Cette couverture du sol a également perturbé les levées d'adventices. Cependant, la réussite des couverts est encore aléatoire. La combinaison d'espèces, dont le choix n'est pas encore stabilisé, doit maximiser les chances de produire de la biomasse quels que soient les aléas. Les repousses de colza avant les blés produisent entre 1 et 2 t/ha de biomasse sèche. Par contre, toutes les tentatives de couvert entre l'orge de printemps et le blé tendre ont échoué à cause de dégâts de limaces, de faibles reliquats, voire de repousses allélopathiques inhibant

la croissance des espèces semées. Le sol reste nu et non travaillé pour le moment.

Une gestion compliquée des bio-agresseurs

Aucun effet du semis sous couvert sur la pression des maladies n'a été observé. Le recours à des variétés tolérantes et l'usage d'outils d'aide à la décision restent nécessaires pour limiter et ajuster les interventions fongicides.

La situation est beaucoup moins évidente sur le plan des ravageurs avec l'émergence de campagnols et de limaces grises. Différentes voies sont à l'étude pour comprendre et limiter le développement des campagnols. Contre les limaces une à trois interventions phytosanitaires ont été nécessaires sur les parcelles de « Mach II SCV » pour protéger les cultures ou les couverts. Soit une hausse des charges de 30 à 45 €/ha en moyenne. Le choix de couverts peu appétents ou l'ajustement de règles d'intervention molluscicide sont des pistes à creuser (2). D'autre part, une forte diversité d'espèces de carabes a été observée sur les parcelles de la micro-ferme « Mach II ». Leur effet régulateur sur les populations de limace, incontestable, reste encore difficile à déceler dans la situation de très forte pression de l'essai.

Conforter la contribution à la durabilité environnementale

Il est encore trop tôt pour dresser un bilan environnemental exhaustif du système. Les premières estimations réalisées avec MASC 2.0 (outil estimant la contribution au développement durable des systèmes de culture) révèlent que les pratiques en « Mach II SCV » sont très favorables à la qualité du milieu (eau, air, sol). En revanche, la pression sur les ressources (énergie et phosphore entre autres) est jugée élevée malgré une bonne efficacité de leur usage. La consommation en énergie

1/2

heure par hectare de gain de temps de traction a été obtenu avec le système « Mach II SCV » par rapport à la situation en travail simplifié.

↑ Limiter les adventices

En 2010, le semis direct sans aucun travail du sol des parcelles est apparu comme une solution prometteuse pour limiter les populations de ray-grass et de renouées liseron alors prédominantes dans la micro-ferme « Mach II TSL » de Boigneville. En absence de lit de semences et de terre fine, les graines tombées au sol mourraient et la germination des graines enfouies les années antérieures serait défavorisée, conduisant a priori à une réduction des levées, et, à terme, du stock grainier. L'intensification de la couverture du sol avec des implantations de cultures intermédiaires ou associées viendrait renforcer l'effet d'atténuation du développement des adventices annuelles du semis direct.

et les émissions en Gaz à Effet de Serre (GES) de la micro-ferme ne s'améliorent pas significativement par rapport à la référence, malgré une technique de semis plus économe (1). La production en énergie, qui traduit essentiellement un rendement meilleur du blé tendre, est supérieure à la référence et, de ce fait, l'efficacité énergétique atteint le meilleur score avec une moyenne de 8,6 MJ produits par MJ consommé en « Mach II SCV » entre 2011 et 2015.

Un équilibre de la flore encore précaire

La « note de satisfaction du désherbage » (3) moyenne de « Mach II SCV » est restée au-dessus de huit sur dix. Pour autant le bilan de la première rotation est mitigé. Après quatre ans de transition, les renouées liseron ont quasiment disparu et la pression de ray-grass a été réduite. En revanche, de nouvelles adventices ont été favorisées : brome stérile, laitue sauvage, chardon des champs et géranium. Par ailleurs, l'usage d'herbicides est resté élevé avec un Indice de Fréquence de Traitement (4) de 3,4 contre 2,4 dans la micro-ferme de référence (Référence 2012 « Région Ile-de-France » à 1,7).

Le glyphosate reste encore indispensable sur la micro-ferme « Mach II ». En vue d'obtenir un lit de semences propre, de détruire des couverts et d'éviter la montée à graine après chaque récolte des adventices de fin de campagne, l'usage du glyphosate est passé de 1000 g/ha/an en TSL (travail superficiel en interculture) à 1700 g/ha/an en moyenne, contre 500 g en moyenne pour la micro-ferme de référence avec labours fréquents. Il s'agit d'un point faible du système qui reste à améliorer.

La gestion des adventices en vue de réduire l'utilisation des herbicides est un point faible du système SCV qui reste à améliorer.



© N. Cornec - ARVALIS-Institut du végétal

Améliorer la fertilité

Les couverts végétaux présentent l'avantage, par restitution de la biomasse au sol, d'améliorer les stocks de matière organique et d'augmenter la disponibilité en azote notamment s'ils sont composés de légumineuses. Ils contribuent également à la bonne structuration du sol, plus-value intéressante pour les parcelles en sol limono-argileux du dispositif expérimental d'ARVALIS.

Un axe de progrès pour réduire l'usage d'herbicides en interculture sera d'ajuster la règle de décision des interventions post-récolte : saisir les opportunités d'impasse, mettre en œuvre des techniques alternatives pour la destruction des couverts (couverts plus gélifs, destruction mécanique...) ou encore, intensifier la couverture du sol avec un maintien de plusieurs années de couverts vivants permanents. À l'avenir, l'allongement et la diversification de la rotation semblent indispensables à une gestion plus durable des adventices dans cette micro-ferme.

Vers plus d'agro-écologie

Les sols argilo-calcaires sont plutôt favorables au non labour et les performances économiques restent élevées en « Mach II SCV », grâce à une productivité du travail soutenue et de bons rendements en blé tendre, culture principale du système.

Malgré ces techniques de gestion du sol et des couverts prometteuses, la question de l'enherbement et l'amélioration de la fertilité chimique des sols restent des challenges à moyen terme. Depuis l'automne 2015, la rotation a été allongée à 6 ans et les pratiques ajustées pour tendre vers un système plus satisfaisant sur les plans agronomique et environnemental. Les parcelles sont aussi intégrées dans un nouveau projet d'étude appelé DIGIFERMES, avec l'ambition de s'appuyer davantage sur les outils de gestion numériques pour le pilotage des parcelles.

(1) Voir Perspectives Agricoles, n° 422, mai 2015, p. 70 et n° 425, septembre 2015, p. 60.

(2) Voir Perspectives Agricoles, n° 435, juillet-août 2016, p. 12.

(3) Note de Satisfaction du Désherbage (NSD) : note de 1 à 10 qui traduit l'état de salissement des parcelles en fin de campagne. 10 : parcelle exempte ; <7 : désherbage insuffisant ; < 5 : risque de perte de rendement de la culture.

(4) IFT : Indice de Fréquence de Traitement : traduit la quantité de produits phytosanitaires employée sur la parcelle. Somme du ratio entre la dose employée pour chaque produit et la dose homologuée du produit.

Clotilde Toqué - c.toque@arvalisinstitutduvegetal.fr
Patrick Retaureau, Jérôme Labreuche, Marion Pétin
ARVALIS - Institut du Végétal