

**COUVRIR LES SOLS POUR AUGMENTER LA PRODUCTIVITÉ DES POMMES DE TERRE ET
PROTÉGER L'ENVIRONNEMENT**

6025854

DURÉE DU PROJET : 02-2019 – 02-2023

RAPPORT FINAL

Réalisé par :

Sophie Rivest-Auger, agr.
Camille O'Byrne, M. Sc.
Denis La France, enseignant
Alexandre Tourigny, agr.

Centre d'expertise et de transfert en agriculture biologique et de proximité (CETAB+)

En collaboration avec :

Samuel Richard, Ferme Proculteur

10 février 2023

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

COUVRIR LES SOLS POUR AUGMENTER LA PRODUCTIVITÉ DES POMMES DE TERRE ET PROTÉGER L'ENVIRONNEMENT.

6025854

RÉSUMÉ DU PROJET

Ce projet visait à mettre à l'essai, valider et comparer des techniques d'implantation d'engrais verts dont les bénéfiques sont démontrés, notamment pour rendre les sols moins vulnérables à l'érosion et mieux structurés, tester leurs effets sur la culture de pomme de terre (PDT) et la fourniture en azote, favoriser le maintien de l'humidité et diminuer les excès de chaleur lors des périodes de canicules de plus en plus fréquentes.

Pour ce faire, le projet a été divisé en trois essais. Le premier (essai 1) consistait à évaluer des espèces, des mélanges d'engrais verts (EV) et des méthodes d'implantation en post-récolte des PDT. Le deuxième essai (essai 2) visait à mettre au point l'utilisation d'EV intercalaires dans la culture de PDT afin de protéger les buttes contre la chaleur et le troisième essai (essai 3) avait pour objectif d'évaluer des EV de pleine saison, leur effet sur la productivité des PDT et leur fourniture en azote, en portant une attention particulière à leur effet biofumigant.

Ce projet a permis de développer des techniques d'implantation et des mélanges d'espèces adaptés à chacun des moments d'implantation sur l'entreprise soit en culture dérobée, en intercalaire et en pleine saison. Les fruits de ces trois essais ont été adoptés à grande échelle sur la ferme, sont transférables sur d'autres entreprises cultivant des PDT et pourraient ultimement être adaptés pour d'autres cultures maraîchères.

De cette initiative ont découlé des retombés concrètes grâce à la stratégie de diffusion des résultats. Trois événements au champ ont permis de rejoindre 165 producteurs et intervenants, ces derniers s'étant déplacé des quatre coins de la province. De plus, les résultats ont été présentés lors des Journées horticoles et grandes cultures de Saint-Rémi en 2022 et lors d'événements à l'hiver 2023. Certains éléments du projet ont été intégrés dans des cours offerts aux agriculteurs et intervenants du milieu agricole et ont fait l'objet de capsules vidéo qui seront diffusées sur la chaîne YouTube du CETAB+.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

L'objectif du projet est d'encourager la mise en œuvre de pratiques agroenvironnementales innovatrices par les producteurs de PDT du Centre-du-Québec (et des autres régions) en les mettant à l'essai, en optimisant leur utilisation sur une ferme de la région, et en en faisant une vitrine de démonstration. Plus spécifiquement, le projet a été divisé en trois essais :

Essai 1. Évaluation d'espèces d'engrais verts semées en pur et en mélange selon différentes méthodes d'implantation en post-récolte de la PDT. Cet essai visait à réduire l'érosion éolienne et hydrique et à restructurer les sols.

Essai 2. Mise au point de l'utilisation d'engrais verts en intercalaire dans la PDT. Cet essai visait à abaisser la température du sol, réduire l'impact des mauvaises herbes, développer une régie d'implantation et déterminer les espèces végétales adaptées à la pratique.

Essai 3. Évaluation d'engrais verts de pleine saison dans la PDT. Cet essai visait à observer l'effet biofumigant, à mesurer la biomasse aérienne et son apport en azote et à évaluer la culture en relais de cultures de couverture.

Méthodologie

La méthodologie de ce projet est inspirée de la démarche recherche-action. Cette approche consiste à mener en parallèle et de manière intriquée l'acquisition de connaissances

scientifiques et des actions concrètes et transformatrices sur le terrain. Concrètement, à chaque fin de saison, une analyse rétrospective de l'année a permis d'identifier et bonifier les pratiques culturales les plus appropriées. Conséquemment, le protocole et les dispositifs de l'année à venir étaient bonifiés afin de faire évoluer les pratiques culturales à l'essai.

Les essais ont été implantés sur les parcelles les plus homogènes possibles afin de faciliter l'interprétation des résultats. Les dispositifs implantés dans ces essais sont inspirés du domaine de la foresterie. De grandes bandes, sans répétition sont segmentées en trois transects et des données quantitatives et qualitatives sont recueillies dans chacun des transects. Les observations ont été accompagnées de photos (et de vidéos pour certains essais) pour en faciliter la diffusion. Les différents paramètres évalués sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1. Paramètres observés pour chacun des essais

Paramètre observé	Essai 1	Essai 2	Essai 3
	Dérobée	Intercalaire	Pleine saison
Étude des profils de sols à la bêche	x		x
Mesure de la biomasse aérienne des engrais verts pleinement développés et analyse foliaire en laboratoire (3 quadrats représentatifs par lisière recombinaisonnés en 1 échantillon pour l'analyse)		x	x
Évaluation du pourcentage de couverture du sol par les engrais verts (fin de saison pour l'essai 1, en été pour l'essai 2, en août pour l'essai 3);	x	x	x
Évaluation du pourcentage de couverture du sol par les mauvaises herbes dans la PDT (au début du mois d'août)		x	x
Évaluation des rendements des PDT (avant la récolte)		*	x
Dépistage visuel des maladies foliaires			x
Évaluation visuelle des problèmes d'érosion hydrique et éolienne (évaluation après des épisodes de pluie, en fin de saison, en hiver et au dégel)	x		
Suivi des températures et de l'humidité du sol dans la butte (trois prises de données lors des épisodes de forte chaleur)		x	

* Les données de rendement de la PDT ont été mesurées seulement lors de la dernière année (2022)

Essai 1. Afin de déterminer les espèces les mieux adaptées, des engrais verts ont été implantés après la récolte des PDT à trois moments qui concordent avec le début, le milieu et la fin des chantiers de récoltes, soit à la mi-septembre, début octobre et mi-octobre. Plusieurs espèces végétales ont été mises à l'essai, soit des céréales de printemps ou d'automne, seules ou en association avec des légumineuses diverses. Entre 12 et 16 parcelles de 500 mètres de longueur et de 3.6 mètres de largeur ont été implantées à chaque année. Les parcelles ont toutes été implantées avec un semoir APV installé sur un chisel billonneur utilisé pour décompacter les sols. Cet outil assure un décompactage des 30 premiers centimètres du sol, ce qui permet une implantation rapide dans de bonnes conditions. Le tableau 2 détaille chacun des traitements implantés à chaque moment de la saison et à chaque année.

Tableau 2. Traitements de l'essai 1 – Engrais vert en dérobée

Traitements	Moment d'implantation		
	Mi-septembre	Début octobre	Mi-October
Orge & vesce velue	An 1 & 2	An 1 & 2	
Orge & pois fourrager	An 1 & 2	An 1 & 2	
Orge		An 1 & 2	An 1 & 2
Seigle d'automne & vesce velue	An 1, 2 & 3	An 1, 2 & 3	
Seigle d'automne & pois fourrager	An 1, 2 & 3	An 1, 2 & 3	
Seigle d'automne		An 1 & 2	An 1, 2 & 3
Blé d'automne & vesce velue	An 3	An 3	
Blé d'automne			An 3
Triticale d'automne & vesce velue	An 3	An 3	
Triticale d'automne			An 3
Vesce velue & pois fourrager	An 3		
Vesce velue		An 3	An 3

Pour chacun des traitements, des profils à la bêche ont été réalisés à la fin de l'automne et au printemps de chaque année. Ces profils ont permis de confirmer la capacité restructurante des systèmes racinaires de chacune des espèces et des mélanges. Le pourcentage de couverture du sol par les engrais verts a été évalué à l'automne avant les premières neiges (mi-novembre) et au printemps (fin avril). Ce paramètre a été retenu pour attester de la capacité de l'engrais vert à prévenir l'érosion. Le taux de recouvrement a été noté selon les intervalles suivants : 0 à 25%, 25 à 50%, 50 à 75% et 75 à 100%.

Cet essai nous a permis de sélectionner les quatre espèces les mieux adaptées à la technique soit le seigle d'automne, le triticale d'automne, le blé d'automne et la vesce velue. Aussi, cet essai a démontré que les implantations de la mi-octobre sont justifiées puisqu'elles permettent de contrer significativement l'érosion et de restructurer le sol.

Essai 2. Différents modes d'implantation et différents équipements ont été mis à l'essai afin de déterminer un itinéraire technique et les paramètres menant à une implantation réussie de l'engrais vert intercalaire. Plusieurs espèces végétales, seules et en mélange, ont été évaluées à différents moment et à différentes profondeurs de semis. La première et la dernière année (2019 et 2022), les parcelles ont été implantées avec les équipements agricoles à grande échelle. La deuxième et troisième année (2020 et 2021), les parcelles ont été implantées manuellement à petite échelle. Chaque année, entre 5 et 12 parcelles ont été implantées. Cet essai a permis de déterminer les conditions essentielles pour planter avec succès l'engrais vert intercalaire. Nous avons ciblé des espèces et des mélanges, ainsi que des techniques d'implantation fructueuse. Toutefois, nos essais ne nous ont pas permis de démontrer que la culture intercalaire pouvait abaisser la température du sol. En contrepartie, cette pratique permet de réduire l'incidence des adventices et augmenter la biodiversité au champ.

Essai 3. Différentes espèces seules et en mélanges plus ou moins complexes d'EV pleine saison ont été testées l'année précédant la culture de PDT. Les espèces et les mélanges évalués contenaient généralement une graminée de type C4 (millet perlé, sorgho, herbe du soudan) ou une légumineuse tolérante au froid. De plus, la moutarde brune implantée en pur, ainsi que plusieurs autres espèces de diverses familles botaniques ont été testées dans des mélanges complexes. Le millet perlé a été utilisé comme témoin pour toute la durée du projet et était répété minimalement trois fois chaque année. Le choix des traitements pour

l'année suivante devait être effectué avant même de connaître leur effet sur le rendement des PDT. Les différents traitements ainsi que leurs taux de semis associés sont présentés dans les tableaux 3 et 4.

Tableau 3. Traitements implantés lors des deux premières années

Nom du traitement	Espèce	Taux de semis (kg/ha)	Nom du traitement	Espèce	Taux de semis (kg/ha)
Témoin (M)	Millet perlé	10	Témoin (M)	Millet perlé	10
S	Sorgho	27	So	Sorgho	27
HS	Herbe du soudan	35	SoVv	Sorgho	27
Mb	Moutarde brune	13		Vesce velue	30
MVv	Millet perlé	10	Hs	Herbe du Soudan	35
	Vesce velue	20	HsVv	Herbe du Soudan	35
SVv	Seigle	80		Vesce velue	30
	Vesce velue	30	MP	Millet perlé	10
MVc	Millet perlé	10		Pois	30
	Vesce commune	40	MVv	Millet perlé	10
RAP	Raygrass	8		Vesce velue	40
	Avoine	80	MVc	Millet perlé	10
	Pois	60		Vesce commune	50
			MT	Millet perlé	10
				Trèfle blanc Ladino	5

Un total de 54 plants a été dépisté pour chaque traitement. La biomasse aérienne ainsi que l'apport en azote des engrais verts ont été évalués. Le rendement en PDT l'année suivant l'implantation des engrais verts a été mesuré en récoltant 6 rangs de 3 mètres de longueur par traitement. Une simplification de la calibration normée (ACIA¹) a permis de déterminer quatre grades de qualité Les PDT ont été classées selon les grades suivants : Grelot (<2.5 pouces (po) de diamètre), Canada No1 (entre 2.25 et 3.5 po de diamètre), Jumbo (>3.5 po de diamètre) et Canada No2. Le grade Canada No2. incluait les spécimens difformes et/ou ayant des nécroses importantes (entre 10 et 25 % de la surface de la PDT). Les spécimens dont plus de 25% de la surface présentait des tissus nécrosés ou de la pouriture molle ont été comptabilisés dans la catégorie déchets.

Cet essai a permis l'élaboration de mélanges équilibrés. Ils contenaient à la fois une portion de biomasse plutôt lignifiée et pauvre en azote et d'autre part, une portion très labile et riche en ce nutriment. Les mélanges obtenus permettent un contrôle des mauvaises herbes et de couvrir le sol très rapidement après l'implantation en plus de perdurer jusqu'au début de l'hiver. Toutefois, cet essai n'est pas parvenu à démontrer que certaines espèces végétales avaient un effet biofumigant. De surcroît, il ne nous a pas permis de corrélérer l'apport d'azote de l'EV et le rendement de la PDT l'année suivante.

¹ACIA: <https://inspection.canada.ca/a-propos-de-l-acia/lois-et-reglements/liste-des-lois-et-reglements/documents-incorpores-par-renvoi/recueil-des-normes-canadiennes-de-classification-v/fra/1519996239002/1519996303947?chap=0#s31c3>

Tableau 4. Constituantes des traitements de l'essai 3 de 2021.

Nom du traitement	Espèce	Taux de semis (kg/ha)	Nom du traitement	Espèce	Taux de semis (kg/ha)
Témoin	Millet perlé	15,0	Mélange 5	Seigle	60,0
Mélange 1 (VitaliT1000)	Radis décompacteur	14,0		Vesce velue	15,0
	Raygrass			Raygrass	5,0
	Trèfle incarnat			Pois	40,0
Mélange 2 (VitaliT8000)	Phacélie	80,0	Mélange 6	C4	3,9
	Raygrass			Raygrass	3,1
	Pois			Tournesol	2,1
	Avoine			Crotalaire	10,4
Mélange 3	Seigle	31,4		Trèfle rouge 2 coupes	2,1
	Ménilot	3,3	Mélange 7	C4	4,9
	Luzerne	3,9		Raygrass	3,9
	Trèfle rouge 2 coupes	1,7		Pois	48,8
	Trèfle ladino	1,1		Trèfle rouge 2 coupes	2,6
	Raygrass	2,6	Mélange 8	C4	4,9
Mélange 4	Seigle	47,1		Vesce velue	9,8
	Vesce commune	26,0		Raygrass	3,9
	Raygrass	3,9		Pois	48,8
	Pois	48,8			

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

Essai 1. Le tableau 5 fait état de la note d'appréciation (bon, moyen et faible) attribuée à chacune des espèces selon divers critères.

Profils à la bêche : Globalement, les espèces hivernantes offraient un avantage puisque le travail de restructuration du sol se poursuivait durant l'hiver et au printemps. Ainsi, au printemps, on observait dans les traitements contenant des céréales d'automne et de la vesce velue une structure améliorée en comparaison avec celles du témoin et des céréales de printemps. Plus précisément, les lamelles de sols étaient moins prononcées et les racines avaient réussi à coloniser l'entièreté du sol dans un horizon de 0 à 30 cm et ce, peu importe l'espèce hivernante (seigle, blé, triticales d'automne et vesce velue). Comme les travaux de sol pour la préparation des buttes de plantation nécessitent un travail intensif et profond, les reprises de céréales d'automne au printemps n'ont pas causé de complication lors de la formation des buttes et le semis des tubercules de PDT. Ainsi, afin de maximiser le potentiel restructurant des racines hivernantes, à partir de la troisième année, les céréales de printemps ont été complètement éliminées de l'essai pour laisser place à l'exploration de différentes céréales d'automne.

Pourcentage de couverture : Les espèces qui offrent les meilleurs taux de recouvrement à l'automne et au printemps sont le seigle et le triticales d'automne. Bien que le taux de recouvrement du sol puisse avoir un impact sur le contrôle de l'érosion, cet essai nous a permis de constater que même en présence de taux de recouvrement très faibles en raison d'un faible développement, l'érosion peut être contrôlée adéquatement lorsque la densité de plants est élevée.

Contrôle de l'érosion : Le contrôle de l'érosion a été évalué en même temps que le pourcentage de couverture du sol par les engrais verts. La présence de plantes en croissance a diminué considérablement l'érosion du sol dans tous les traitements. Même

semés à la mi-octobre, les plantules de céréales parviennent à retenir les particules de sol déstructurées. De plus, la microtopographie générée par le semoir, se caractérisant par un léger affaissement de la surface du sol vis-à-vis le rang de semis, permet de retenir les particules de sol libres. Ainsi, lorsque les particules de sol se décrochent de leurs agrégats, elles sont interceptées dans cette dépression puis freinées par les plantules. Conséquemment, nous pouvons conclure qu'il est possible d'implanter des engrais verts permettant de contrôler l'érosion éolienne et hydrique même avec une implantation tardive. Il faut toutefois choisir des espèces qui s'établissent rapidement en condition froide et s'assurer d'une densité de plants élevée.

Intégration de la pratique sur l'entreprise : La quasi-totalité des surfaces cultivées en PDT est dorénavant ensemencée en dérobée avec des céréales d'automne seules ou en mélange (seigle ou triticale avec vesce velue), et ce peu importe la date de récolte de la PDT. Seules les parcelles prévues en plasticulture (patate douce) sont ensemencées avec de l'orge. Puisque cette espèce ne survit pas à l'hiver, elle ne laisse que très peu de résidus végétaux le printemps suivant. Conséquemment, elle facilite la pose du paillis plastique. Les semis de la mi-septembre et de début octobre permettent d'obtenir une récolte de seigle et vesce velue satisfaisante. La vesce velue est une espèce de choix pour l'entreprise puisque qu'elle est une légumineuse hivernante qui se combine très bien aux céréales d'automne. Étant donné le prix élevé des semences de vesce velue, la production de semences à la ferme est devenue incontournable. Bien que ce n'était pas un des objectifs initiaux du projet, cet essai nous a permis de déterminer que le mélange triticale d'automne et vesce velue, implanté entre la mi-septembre et le début octobre, permet une récolte intéressante l'année suivante. La culture d'engrais vert dérobé a été implantée à l'échelle de la ferme et a fortement contribué à éliminer les tempêtes de sables printanières historiquement observées sur cette entreprise. De surcroît, les céréales d'automne sont aujourd'hui une constituante importante du plan de rotation de l'entreprise et contribuent à la diversification de la rotation des cultures.

Tableau 5. Note d'appréciation des espèces de l'essai 1 - Engrais vert en dérobée

	Orge	Pois fourrager	Vesce velue	Seigle d'automne	Blé d'automne	Triticale d'automne
Restructuration du sol à l'automne						
Restructuration du sol au printemps						
Contrôle de l'érosion à l'automne						
Contrôle de l'érosion au printemps						
Apport en azote						
% de couverture du sol à l'automne	25 à 50%	50 à 75%	0 à 25%	75 à 100%	75 à 100%	75 à 100%
% de couverture du sol au printemps	0 à 25%	0 à 25%	50 à 75%	75 à 100%	50 à 75%	75 à 100%
Rapidité d'implantation						

Bon Moyen Faible

Essai 2. Les deux premières années, les implantations ont été réalisées après la dernière application d'herbicide, ce qui coïncide avec le deuxième renchaussage des PDT, avant la fermeture des rangs. La première année, le semis a été effectué avec un semoir pneumatique installé sur l'équipement de buttage des PDT. Ainsi, les semences étaient projetées dans la vague de terre générée par l'équipement de buttage et le mélange de terre et de semences recouvrait les flancs de la butte et le fond du sillon. Suivant cette technique, aucune espèce n'est parvenue à se développer suffisamment pour accomplir son rôle de protection du sol. Cette technique ne permettait pas un contact entre le sol et la semence adéquat, ce qui a retardé la germination des cultures intercalaires (CI). De surcroît, le feuillage des PDT s'étant rapidement développé, il a imposé une trop forte compétition pour la lumière au détriment du développement des plantules de CI. Il est à noter que la variété de PDT implantée dans ce champ était la Calwhite, une variété reconnue pour un développement de feuillage rapide.

La deuxième année (2020), afin d'améliorer les conditions de germination, les CI ont été semées avec un semoir à légume manuel (semoir JANG). Malheureusement, dû à une période prolongée sans précipitations après le semis, les CI se sont développées trop tardivement et ont donc, une fois de plus, souffert de la trop forte compétition imposée par la PDT. De plus, le calendrier imposé par les applications d'herbicides s'est avéré un frein majeur à l'implantation des CI. Les efforts ont alors été concentrés au développement de la technique sur des parcelles en culture biologique et il a ainsi été possible d'explorer l'implantation des CI dans la butte de PDT.

Ainsi, la troisième année (2021), nous avons expérimenté l'implantation de plusieurs espèces lors de la plantation des tubercules de PDT à deux profondeurs différentes soit 5 et 10 cm. Les passages de herse étrille nécessaires pour contrôler les MH ont eu entre autres pour effet de retirer une certaine quantité de sol du dessus de la butte. Conséquemment, les CI implantées à une profondeur de 5 cm ont été déterrées, alors que certaines espèces implantées à 10 cm (même profondeur que le planton de PDT) sont parvenues à s'implanter suffisamment pour couvrir le sol là où la PDT le laissait à nu. Le pois fourrager, la vesce velue et dans une moindre mesure la vesce commune sont parvenus à s'implanter. La même année, 10 espèces ont été semées à la volée sur le dessus de la butte après le dernier passage de la herse étrille. Le sarrasin s'est implanté très abondamment comparativement aux autres espèces, mais a complété son cycle reproductif bien avant la récolte de la PDT, ce qui augmente le risque de contamination par les volontaires. Le pois, la vesce velue, le trèfle incarnat, le mélilot et le seigle sont aussi parvenus à s'implanter, quoique timidement. Les températures de sol ont été mesurées dans chacun des traitements à deux endroits : où il y avait des plants de CI et où le sol était nu. Bien qu'il y ait peu de différence entre les espèces, la température pouvait varier entre 2 et 5 °C selon que les CI soient présentes ou que le sol soit nu. Suivant les résultats encourageants de 2021, les deux techniques ont été reconduites en 2022.

La dernière année du projet, un mélange de pois fourrager et de vesce velue a été semé lors de l'implantation des tubercules de PDT, à la même profondeur que les plantons de PDT. Ces deux opérations ont été réalisées simultanément avec le même équipement. Le mélange de pois et de vesce a émergé environ 10 jours avant la PDT. La densité des plants de CI était excessive, soit un plant à tous les 1 à 2 cm (75 plants par mètre linéaire). Cette forte densité semble avoir eu un impact sur l'implantation de la PDT : Selon les zones du champ, une baisse de population de 10 à 20 % a été remarquée. Un mélange de cinq espèces a été implanté à la volée sur le dessus de la butte après le dernier passage de la herse étrille. Ce mélange a été implanté sur trois bandes constituées de quatre buttes chacune. Une de ces bandes a été implantée sur une bande de CI implanté à la plantation

des tubercules de PDT (superposition des deux traitements), permettant ainsi d'évaluer la combinaison des deux méthodes. Le mélange s'est généralement assez bien implanté, autant sur le dessus de la butte que dans le fond du sillon. Deux semaines avant la récolte, la biomasse aérienne des CI a été évaluée (figure 1). Dans la parcelle témoin, la digitale (MH dominante sur l'entreprise) avait complètement recouvert le sol. L'implantation des CI à la volée semble avoir eu un effet positif sur le rendement des PDT alors que l'implantation des CI avec la PDT semble avoir eu un effet négatif sur les rendements des PDT (figure 2). Toutes les PDT récoltées sont parvenues à atteindre des grades commercialisables. Globalement on peut conclure que la CI implantée avec la PDT a causé une baisse de rendement de l'ordre d'environ 20% et une légère baisse du calibre général. D'autre part, la CI implantée à la volée semble avoir eu un effet légèrement positif sur le rendement de la PDT et a permis de réduire l'incidence des MH de plus de 75%. Bien que l'implantation de CI montre des avantages quant à la réduction de la pression de MH et l'augmentation de la biodiversité au champ, aucun des traitements n'a permis de réduire la température du sol.

Espèces végétales : Au fil des quatre années, 11 espèces végétales ont été évaluées seules ou en mélange. Les deux premières années, les mêmes espèces ont été évaluées, soit le pois, la vesce commune, la vesce velue, le seigle et le trèfle incarnat. Malheureusement, dû à des contraintes d'implantation, aucune de ces espèces n'est parvenue à s'implanter adéquatement. La troisième année, le pois, la vesce commune, la vesce velue et le ray-grass ont été implantés dans la butte lors du semis de la PDT. Le pois, la vesce velue et dans une moindre mesure la vesce commune sont parvenus à s'implanter. Chacune des espèces a été implantée à raison de 15 grains par mètre linéaire. Ce taux s'est avéré trop faible et devrait être minimalement triplé. La même année, 10 espèces ont été implantées à la volée sur le dessus de la butte. Les espèces mises à l'essai étaient le pois, la vesce commune, la vesce velue, le ray-grass, le trèfle incarnat, le seigle, le sarrasin, le trèfle Ladino, le trèfle rouge et le mélilot. Le sarrasin s'est implanté très abondamment comparativement aux autres espèces. Bien que faiblement, le pois, la vesce velue, le trèfle incarnat, le mélilot et seigle sont aussi parvenus à s'implanter. Bien que le sarrasin s'implante facilement suivant cette technique le risque qu'il devienne une MH envahissante est trop important pour le conserver dans les essais. Finalement, lors de la dernière année, un mélange de pois et de vesce velue a été implanté au même moment et au même endroit que la PDT. Ce mélange était constitué de 90% de pois et de 10% de vesce velue et le taux de semis du mélange était de 100 kg/ha. Bien que ce taux de semis ait permis une excellente implantation de la CI, il était probablement excessif puisque les traitements ont causé des baisses de rendement des PDT. De plus, un mélange de cinq espèces, constitué de pois, vesce velue, trèfle incarnat, seigle et chia a été implanté à la volée après le dernier passage de la herse étrille. Respectivement le taux de semis de chacune des espèces était de 40, 6, 30, 1.6 et 0.8 kg/ha, pour un total de 78.4 kg/ha. Ce mélange s'est très bien implanté, mais aurait pu être implanté avec un taux de semis légèrement supérieur afin d'augmenter la couverture du sol.

Ravageurs et biodiversité : L'émergence des CI a devancé de quelques jours celle des PDT. Le doryphore, ravageur important de la PDT, a semblé s'intéresser autant au pois qu'à la PDT. Plusieurs masses d'œufs et individus à plusieurs stades de son développement ont été observés sur les plants de pois. Il serait ainsi envisageable de décaler la première application de bioinsecticide.

L'implantation d'un mélange de cinq espèces permet d'augmenter la biodiversité du champ et de réduire la pression des MH. La dernière année, l'implantation des CI a permis de contrôler la croissance de la digitale et lorsqu'elle était présente, elle était moins développée que la digitale présente dans le témoin.

Figure 1. Biomasse aérienne (t MMS/ha) des CI et pourcentage de recouvrement des MH le 31 août 2022

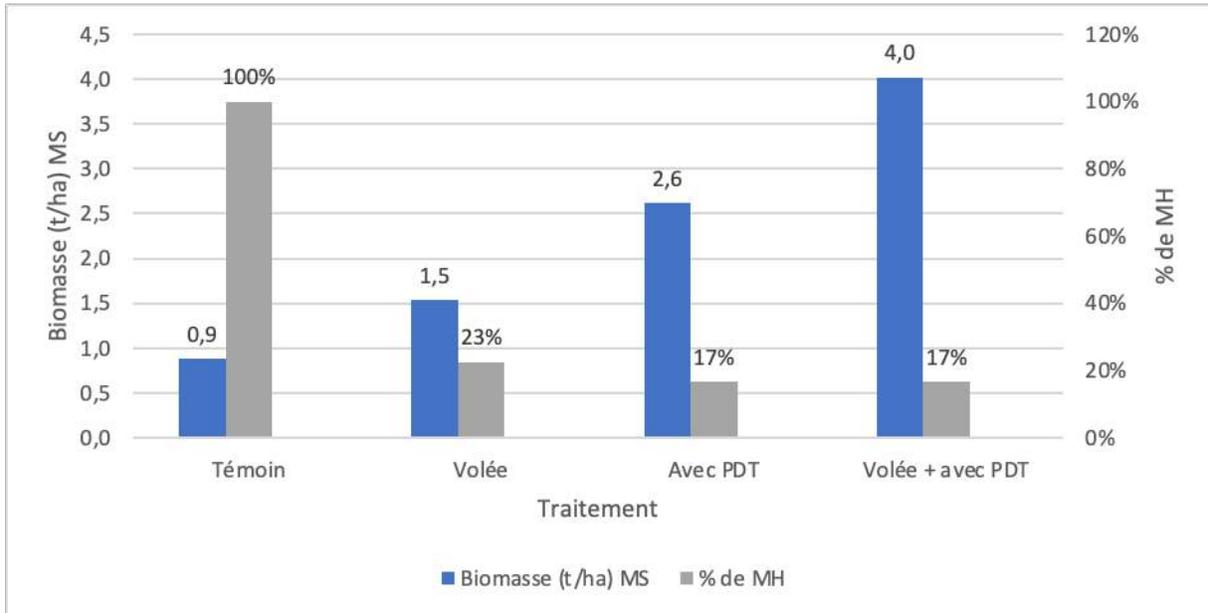
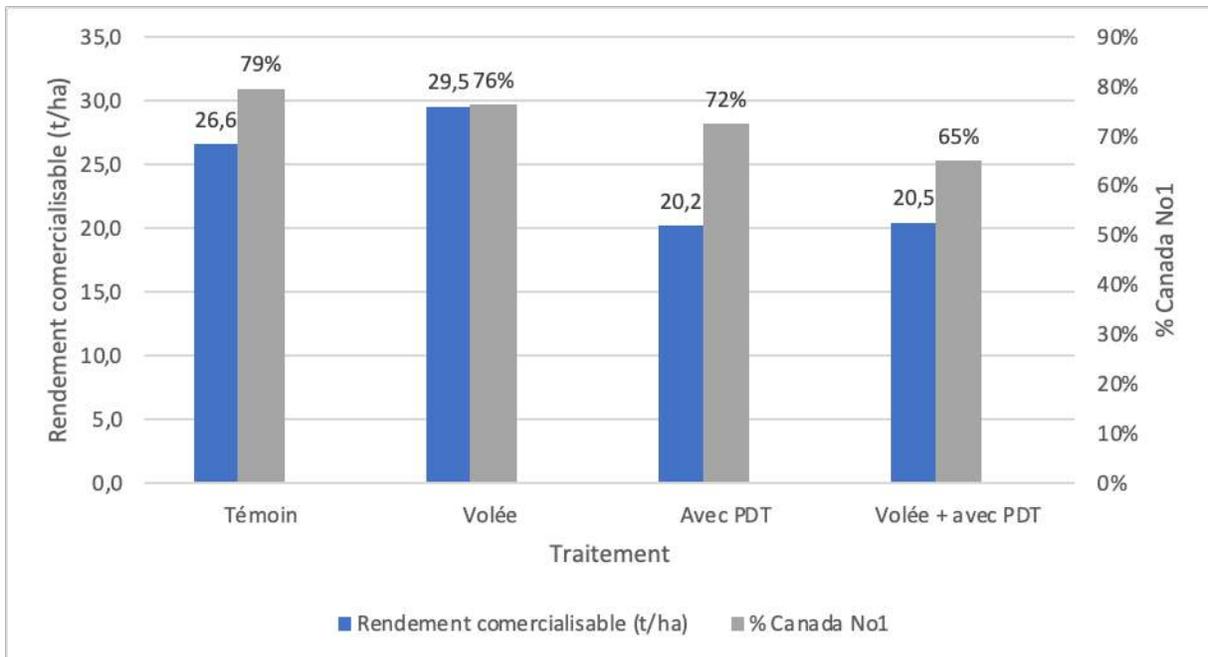


Figure 2. Rendement des PDT et pourcentage de PDT de grade Canada No1 récolté le 17 septembre 2022



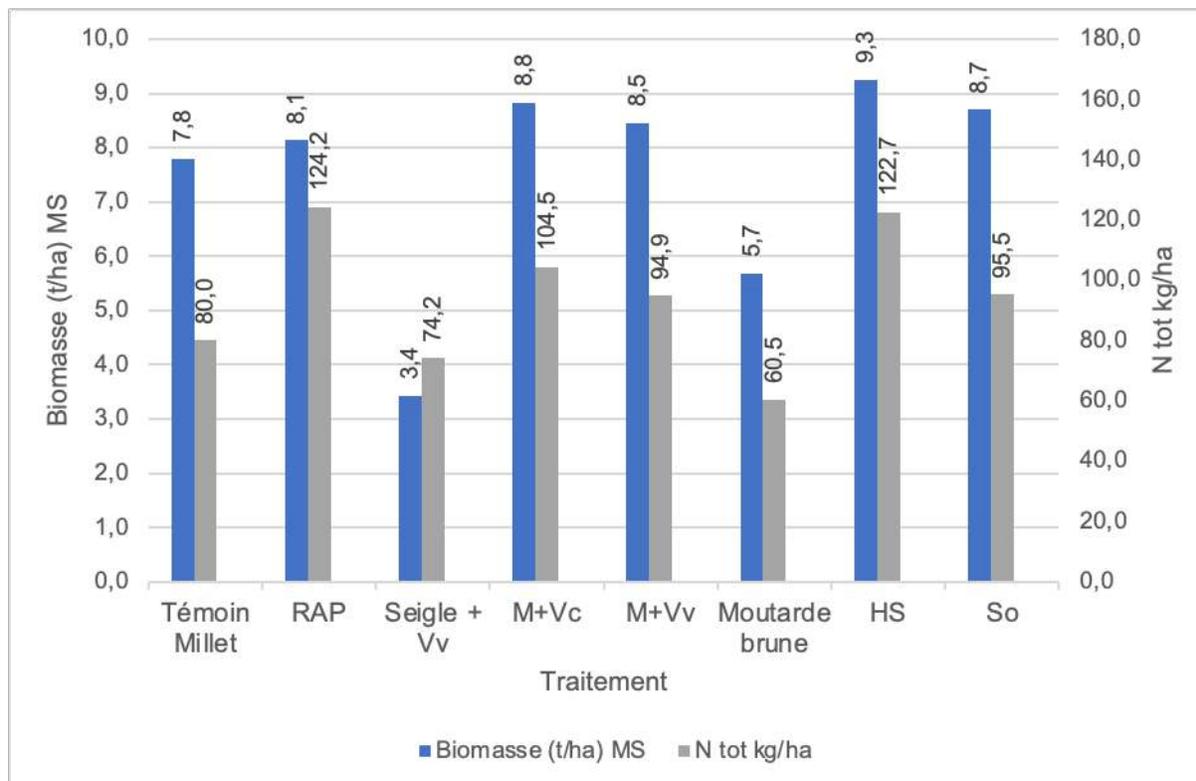
Intégration de la pratique sur l'entreprise : Les baisses de rendement causées par l'implantation d'une CI avec la PDT limite pour l'instant son adoption à grande échelle sur l'entreprise. Les taux de semis optimaux doivent être validés au préalable. En revanche, l'implantation d'une CI à la volée sur le dessus de la butte après le dernier passage de la herse étrille est une pratique qui sera utilisée dès 2023 sur la majorité des champs de PDT de l'entreprise. Le taux de semis de chaque espèce sera augmenté de 25 % pour atteindre

un taux de semis total de 98 kg/ha. Le développement de cette technique a été possible grâce à l'approche recherche-action. L'évolution du protocole et des traitements suivant les échecs et les succès ont permis de développer rapidement une méthode d'implantation adaptée à la culture de PDT.

Essai 3. An 1 - Engrais vert pleine saison. La première année (2019), huit traitements composés d'espèces semées en pur ou en mélange ont été implantés à la mi-juin. Les rendements de biomasses et leur apport en azote sont présentés dans la figure 3. Tous les traitements ont produit une biomasse satisfaisante. La biomasse la plus faible a été obtenue pour le mélange seigle et Vv (3.4 t MS/ha en moyenne). Ce mélange et la moutarde brune semée en pur ont produit moins de biomasse que le témoin. La biomasse de l'HS était particulièrement stable et élevée (9.3 t/ha en moyenne). La croissance du mélange de ray-grass, avoine et pois et de la moutarde brune a été lente, par conséquent ils n'ont pas permis un bon contrôle des mauvaises herbes.

Pour la deuxième année, afin d'allonger la période pendant laquelle le sol est couvert tout en maintenant un apport en azote intéressant pour la culture de PDT, le taux de semis des légumineuses en mélanges a été légèrement augmenté. Compte tenu de la performance des graminées de type C4 (M, HS et S), chacune de ces espèces a été testée en mélange avec la Vv. La Vv est particulièrement appréciée pour son apport élevé en azote, sa résistance au froid et sa bonne survie à l'hiver. Par conséquent, ses racines poursuivent le travail de restructuration des sols le printemps suivant et assurent un bon contrôle de l'érosion. La moutarde brune a été éliminée puisqu'elle devait être détruite à la floraison pour exprimer son potentiel biofumigant, ce qui ne permettait pas une couverture du sol suffisante pour le protéger contre l'érosion. Le mélange de ray-grass, avoine et pois a également été éliminé en raison de sa faible compétition envers les MH.

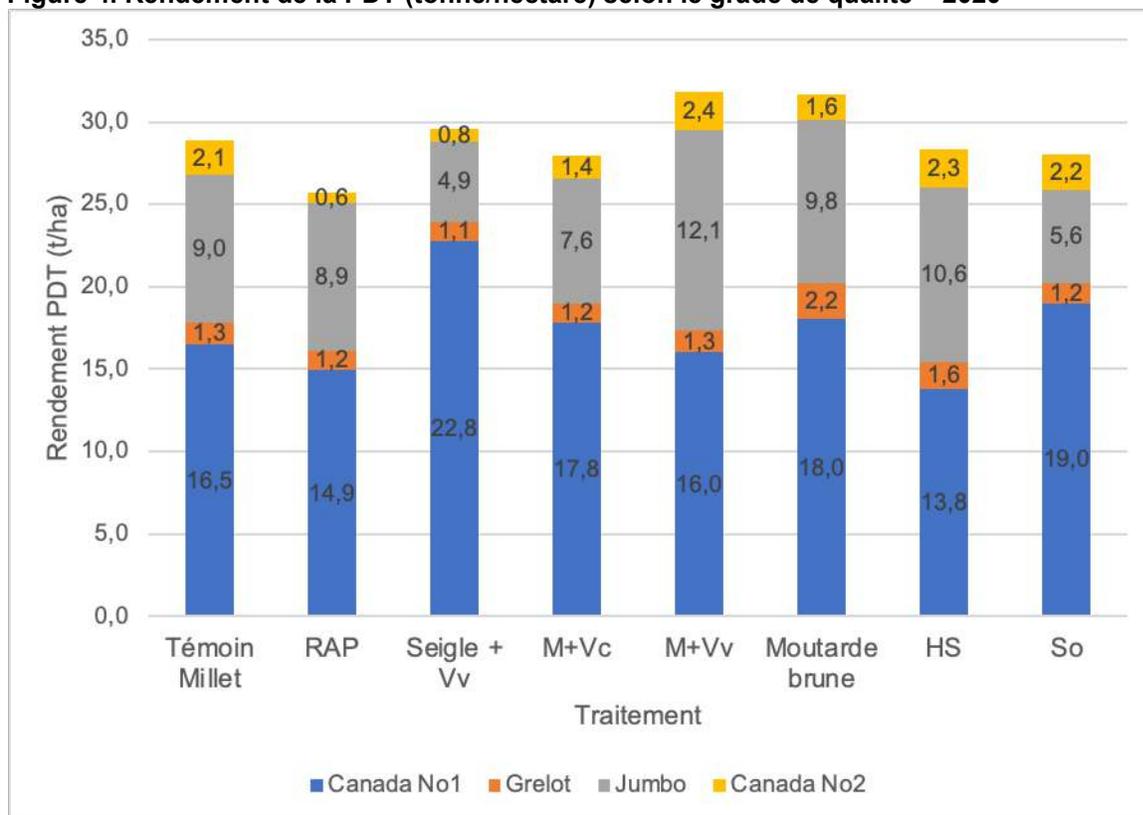
Figure 3. Rendement des EV pleine saison 2019



Effet biofumigant. Quatre dépistages pour les maladies foliaires ont été effectués entre le 20 août et le 10 septembre 2020. La brûlure hâtive s'est avérée être substantiellement plus abondante que les trois autres maladies. Les traitements les plus atteints par cette maladie étaient le mélange M et Vv et la moutarde brune. Toutefois, comme ces deux traitements ont obtenus les rendements totaux de PDT les plus élevés, on peut conclure que cette maladie a eu une incidence marginale sur le rendement. Les trois autres maladies étaient marginales et négligeables (moins de 4 plants sur 54 affectés).

Rendement des PDT. Les rendements de PDT sont présentés dans la figure 4. Il ne semble pas y avoir de lien entre le rendement de la PDT et la biomasse, ni la quantité d'azote fournie par les différents traitements. Les traitements qui ont permis d'atteindre le rendement le plus élevé en PDT de grade Canada No1 sont; le mélange de seigle et Vv, le S, la moutarde brune et le mélange de M et Vc avec respectivement 22.8, 19, 18 et 17.8 t/ha de PDT. Les traitements de M et Vv, HS, moutarde brune et le témoin ont produit respectivement en moyenne 12.1, 10.6, 9.8 et 9 t/ha de PDT de grade Jumbo. Pour ce qui est du rendement total, les traitements de M et Vv, moutarde brune, seigle et Vv et le témoin ont permis d'atteindre les meilleurs rendements. Respectivement, ces traitements ont permis de générer en moyenne 31.8, 31.7, 29.6 et 28.9 t/ha de PDT. Bien que la moutarde brune et le mélange de seigle et Vv aient obtenu des rendements supérieurs à la moyenne du témoin, ces derniers ne seront pas reconduits pour la suite de l'essai en raison de leur faible compétition envers les MH et leur faible biomasse.

Figure 4. Rendement de la PDT (tonne/hectare) selon le grade de qualité – 2020



An 2 - Engrais vert plein saison. La deuxième année, les traitements à l'essai étaient les suivants : témoin, S, S et Vv, HS, HS et Vv, M et pois, M et Vv, M et Vc et de M et trèfle Ladino (Tr). Le premier échantillonnage pour l'évaluation de la biomasse a été réalisé à la mi-septembre à la suite d'une succession de gels légers qui a causé la mort prématurée des graminées de type C4. Un second échantillonnage a été réalisé à la fin novembre pour les Février 2023

traitements contenant des légumineuses. Les rendements de biomasses et leur apport en azote sont présentés dans les figures 5 et 6. Les traitements M et pois, M et Vc, HS et Vv, S et Vv et M et Tr ont produit plus de biomasse et ont fourni plus d'azote que tous les autres traitements. Ils ont respectivement produit 8.87, 7.87, 6.31, 6.13, 5.9 t MS/ha. Leur biomasse aérienne a produit en moyenne 259, 266, 227, 201 et 185 kg N/ha respectivement. La Vv et le Tr ont très bien survécus à l'hiver et la reprise printanière a été très abondante et vigoureuse, particulièrement pour la Vv. Le dense couvert de Vv a été incorporé au sol seulement quelques jours avant la plantation des PDT. Il semble que la décomposition des Vv ait eu un effet négatif sur l'implantation des PDT puisque les populations étaient plus faibles dans ces bandes. Nous avons observé de la pourriture nécrotique sur les plantons et cela s'est traduit par des baisses de la population évaluées entre 5 et 15 % selon les zones de la parcelle.

Un nouveau critère de sélection d'espèce s'est ajouté pour les implantations de 2021, soit l'augmentation de la diversité végétale dans les mélanges. Grâce aux apprentissages des deux dernières saisons, notre compréhension des comportements des diverses espèces, s'étant raffinée, l'élaboration de mélanges plus complexes est envisagée. Chaque mélange élaboré comprendra minimalement trois familles botaniques. Considérant que la biomasse des graminées de type C4 est similaire, les trois espèces seront dorénavant mélangées en proportions égales dans certains mélanges. Afin de conserver un bon contrôle des mauvaises herbes et protéger les sols contre l'érosion, une complémentarité entre des espèces qui s'établissent rapidement et vigoureusement avec des espèces dont l'établissement est plus lent, mais dont le développement racinaire est plus abondant sera visée.

Figure 5. Rendement des EV pleine saison 2020 – Récolte 1

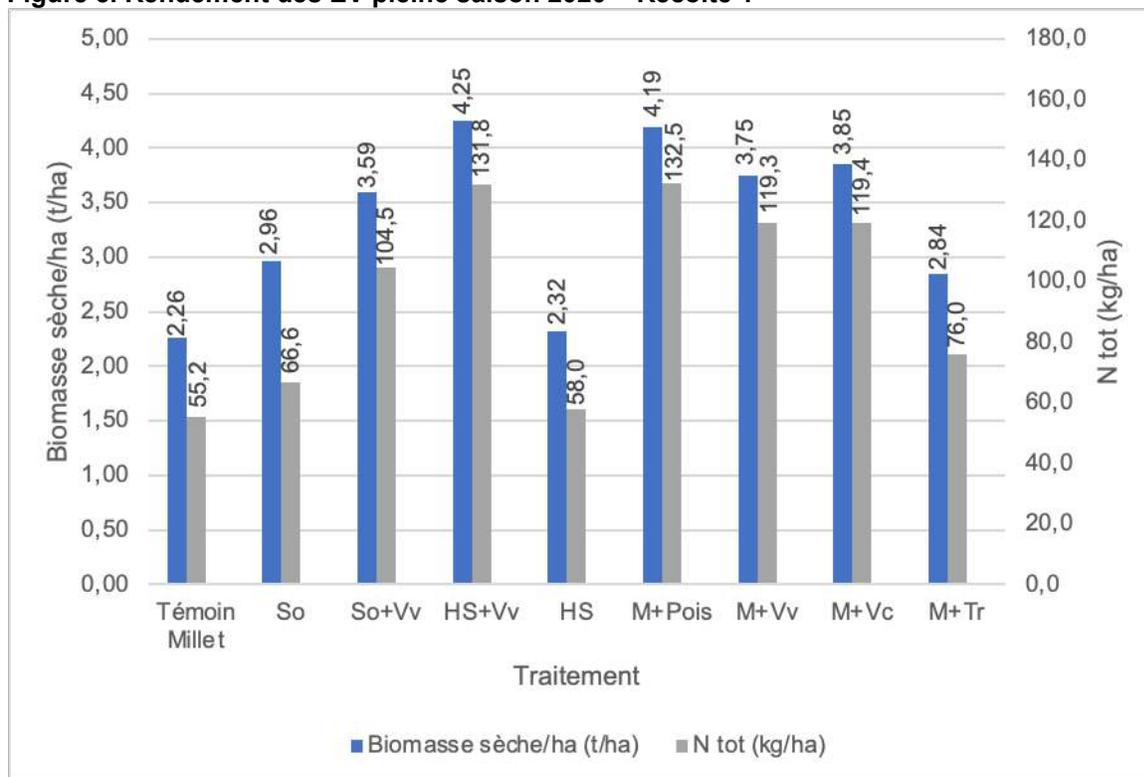
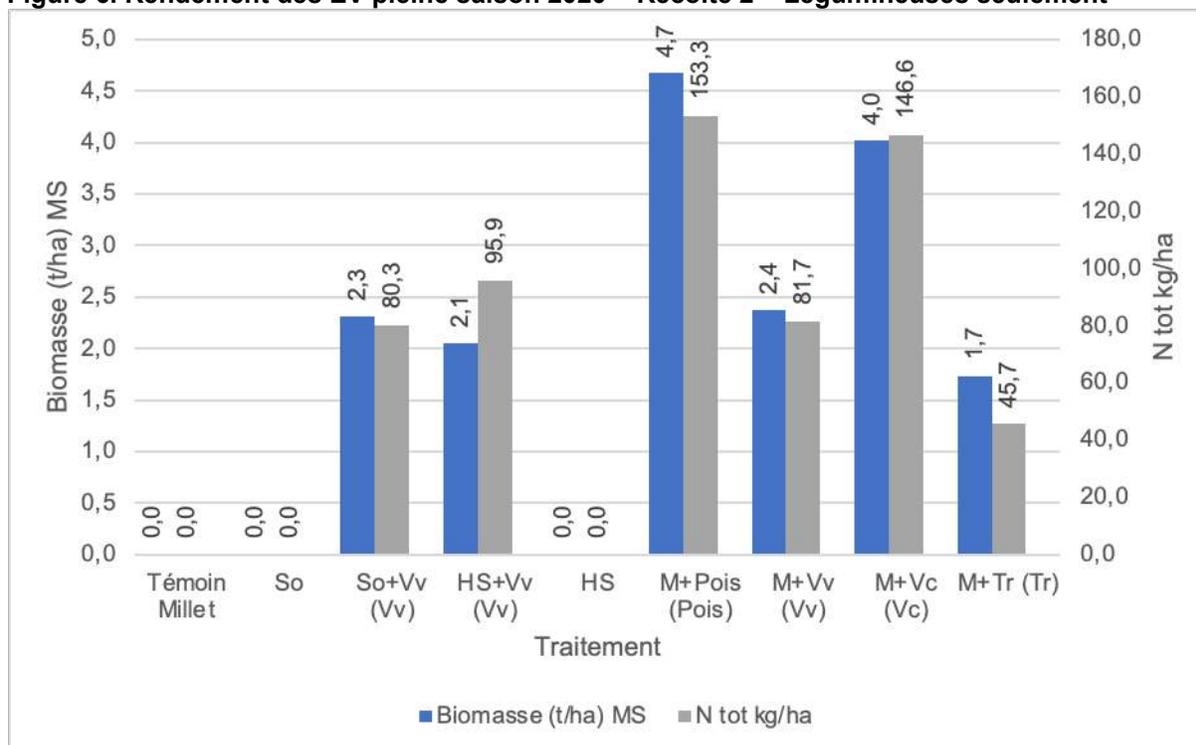


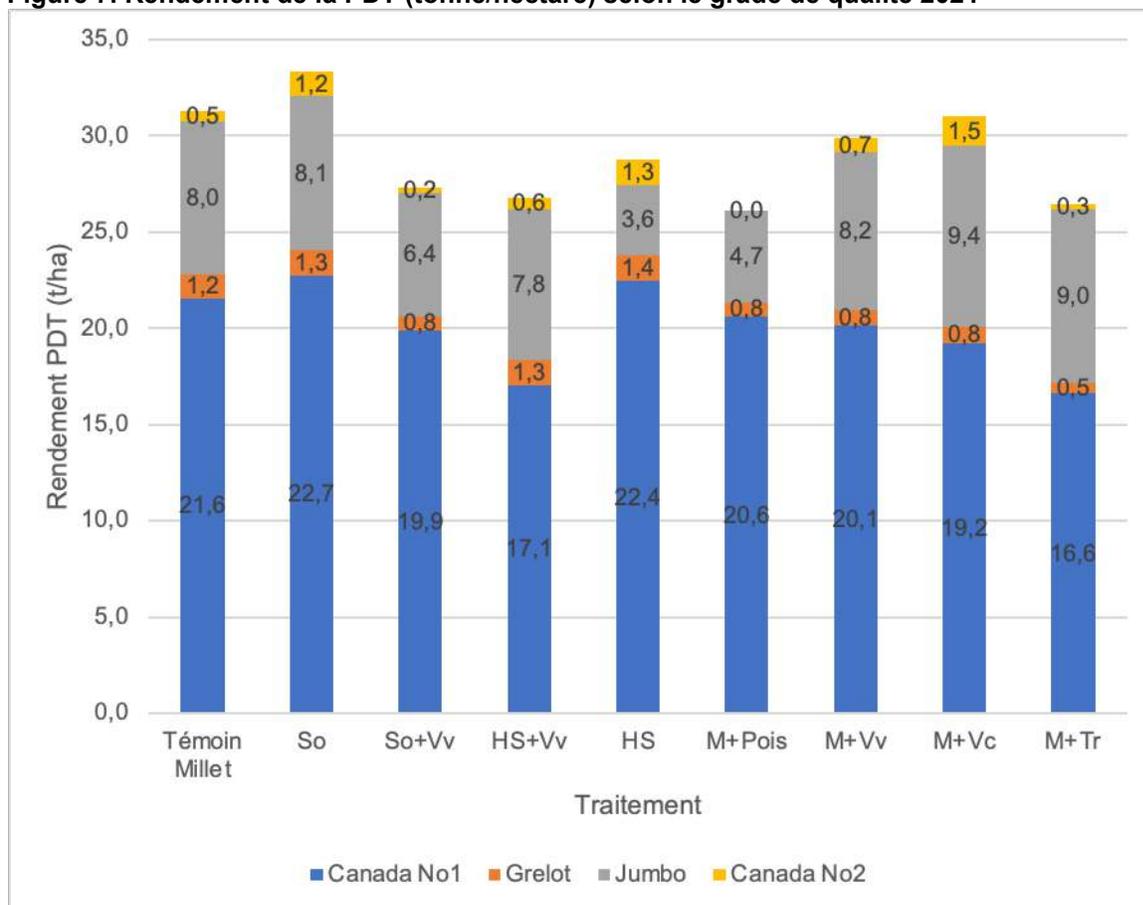
Figure 6. Rendement des EV pleine saison 2020 – Récolte 2 – Légumineuses seulement



Effet biofumigant. Suite au dépistage des maladies foliaires, aucune espèce ou mélange d'espèce ne s'est démarqué pour son effet biofumigant permettant de réprimer les maladies présentes sur la ferme.

Rendement des PDT. Les rendements de PDT sont présentés dans la figure 7. Les traitements qui ont permis d'atteindre le rendement le plus élevé de PDT de grade Canada No1 sont en ordre décroissants; S, HS, M (témoin), M et Vv avec respectivement 22.7, 22.4, 21.6, 20.1 t/ha de PDT. D'autre part, les traitements de M et Vc, M et Tr, M et Vv, S et M ont produits respectivement 9.4, 9.0, 8.2, 8.1 et 8.0 t/ha de PDT de grade Jumbo. Pour ce qui est du rendement total, les traitements de S, M, M et Vc et M et Vv ont permis d'atteindre les meilleurs rendements. Ces traitements ont permis de générer en moyenne 33.3, 31.3, 31.0, 29.9 t/ha de PDT respectivement. Ces résultats témoignent des pertes de population causées par la pourriture du planton rencontrée dans les traitements avec Vv.

Figure 7. Rendement de la PDT (tonne/hectare) selon le grade de qualité 2021

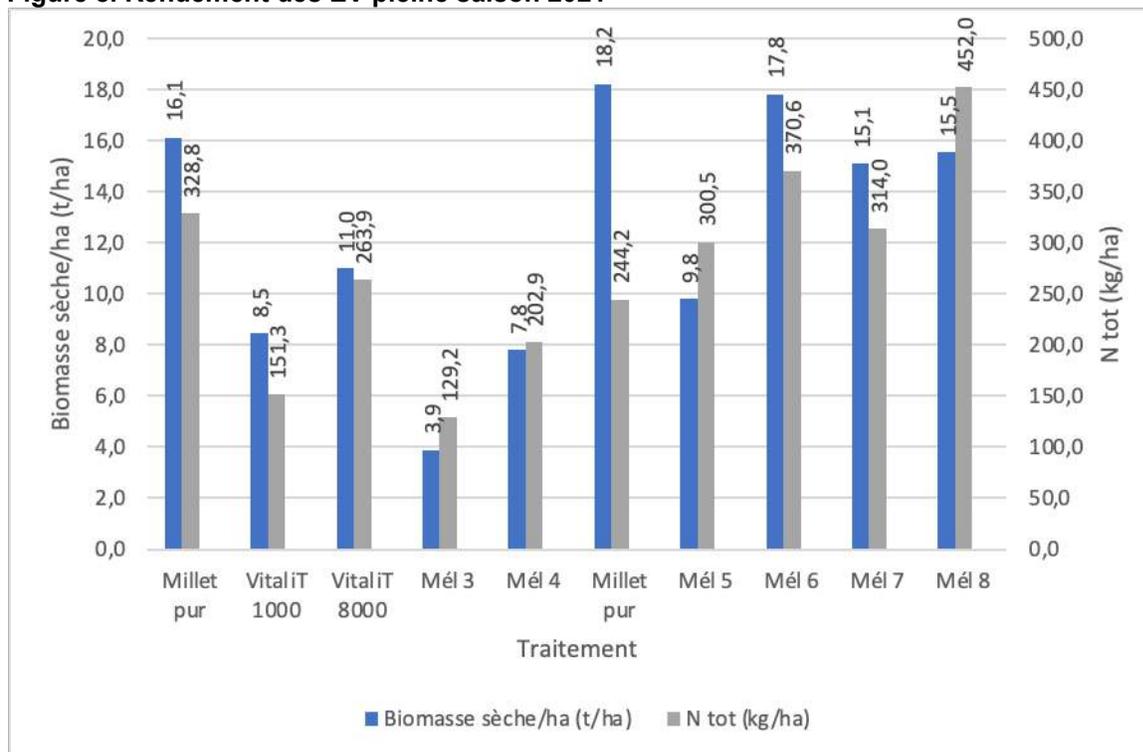


An3 - Engrais vert pleine saison. En 2021, deux mélanges commerciaux (VitaliT1000 et VitaliT8000) offerts par la compagnie Semican ont été testés. Six autres mélanges complexes ont été élaborés. Le contenu de ces mélanges ainsi que les taux de semis associés sont présentés dans le tableau 4. Trois des mélanges (3, 4 et 5) ont été élaborés de telle sorte que les espèces sensibles au froid développent une faible biomasse, laissant ainsi la place aux espèces tolérantes au froid. Nous avons ainsi priorisé le seigle d'automne plutôt que les graminées de type C4. Les trois autres mélanges (6, 7 et 8) ont été conçus pour produire une biomasse élevée. L'échantillonnage pour l'évaluation de la biomasse a été réalisé le 17 août 2021, date à laquelle la plupart des espèces avaient atteint leur développement végétatif maximal, juste avant la fauche. Les rendements de biomasses et leur apport en azote sont présentés dans la figure 8. Les mélanges 6, témoin (M), mélange 8 et mélange 7 ont produits plus de biomasse et ont fourni plus d'azote que tous les autres traitements. Leurs rendements de biomasse aérienne (MS) étaient respectivement de 17,8, 17,2, 15,5 et 15,1 t/ha. L'apport en azote de ces mélanges était très élevé, de 370,6, 286,5, 452,0 et 314,0 kg N/ha. Le mélange 3 ne s'est pas développé assez rapidement pour compétitionner les mauvaises herbes et la digitale s'est établie. Les deux fauches n'ont pas suffi à empêcher la production de semences de la digitale; cependant leur vigueur était probablement réduite puisque le taux d'infestation l'année suivante était relativement faible.

Contrairement à la prémisse de départ, la majorité des espèces à développement lent tels que le mélilot, la luzerne, le trèfle rouge, et le trèfle Ladino, ne sont pas parvenues à se développer après la fauche réalisée à la mi-septembre. Quoique très épars, seuls quelques plants de ray-grass ont survécu à la compétition imposée par les espèces à développement

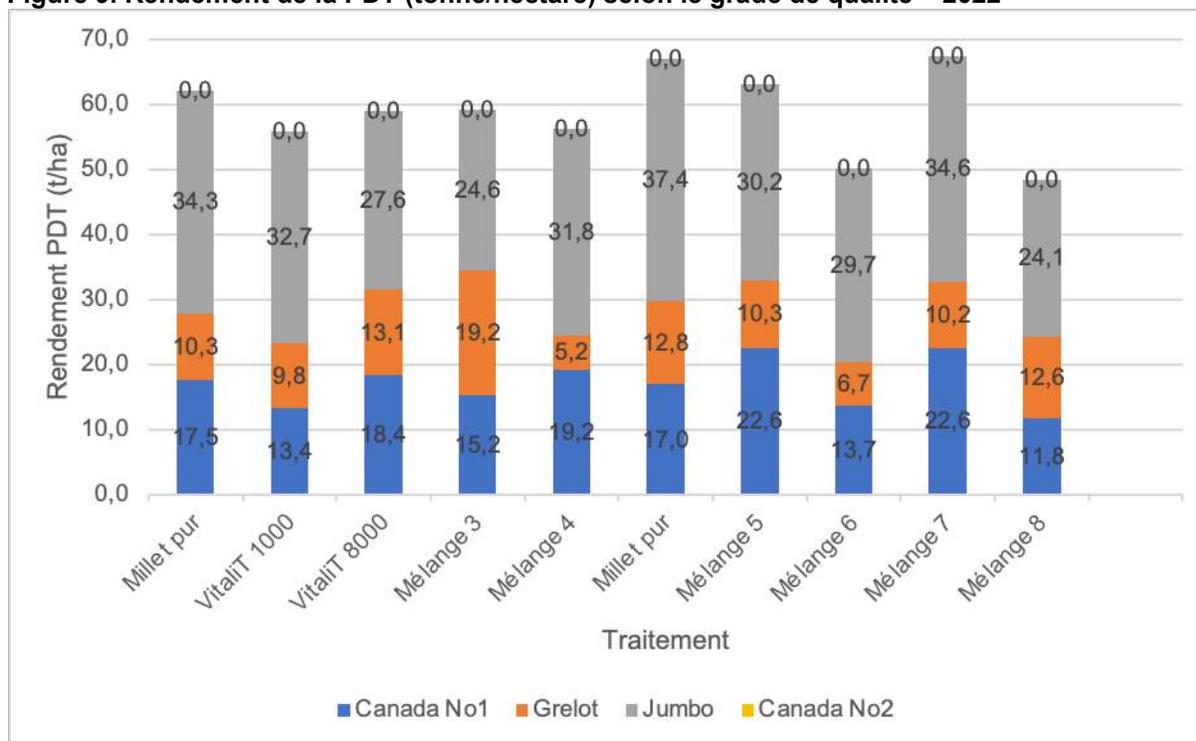
rapide. Les espèces du mélange VitaliT8000 sont parvenues à maturité physiologique et se sont donc ressemées. Ainsi, seul ce traitement a assuré une couverture de sol adéquate, quoique clairsemée. Afin de parvenir à implanter les espèces à développement plus lent, il serait judicieux de devancer la fauche de quelques semaines (mi-août).

Figure 8. Rendement des EV pleine saison 2021



Rendement des PDT. Les rendements de PDT sont présentés dans la figure 9. Les traitements qui ont permis d'atteindre le rendement le plus élevé de PDT de grade Canada No1 sont en ordre décroissant : les mélanges 5 et 7 à égalité, le mélange 4, et le mélange VitaliT8000. Respectivement, une moyenne de 22.6, 19.2 et 18.4 t/ha de PDT de grade Canada No1 ont été récoltées dans ces parcelles. D'autre part, le témoin, le mélange 7, le mélange VitaliT1000 et le mélange 4 ont produit respectivement 35.8, 34.6, 32.7, 31.8 t/ha de PDT de grade Jumbo. Pour ce qui est du rendement total, le mélange 7, le témoin, le mélange 5 et le mélange VitaliT8000 à égalité avec le mélange 3 ont permis d'atteindre les meilleurs rendements. Ces traitements ont permis de générer en moyenne 67.4, 64.7, 63.1 et 59.1 t/ha de PDT respectivement. Il est difficile de tirer des conclusions de ces résultats. En concordance avec les conclusions tirées en 2020, les mélanges qui ont produit les biomasses et les apports en azote les plus élevés n'ont pas nécessairement permis d'augmenter le rendement de PDT. Toutefois, ces mélanges sont particulièrement appréciés puisqu'ils permettent de contrôler efficacement les MH, apportent des quantités importantes de matière organique au sol et augmentent la biodiversité dans la rotation.

Figure 9. Rendement de la PDT (tonne/hectare) selon le grade de qualité – 2022



Intégration de la pratique sur l'entreprise : Les engrais vert pleine saison ont été intégrés à la rotation de l'entreprise. Selon les besoins spécifiques du champ, différents mélanges sont élaborés selon les besoins. Par exemple, pour un champ dont le sol est pauvre en matière organique, des mélanges avec des graminées C4, du tournesol, du pois et de la vesce velue sont privilégiés. Dans un champ qui nécessite des correctifs de drainage ou de nivellement, un mélange comme le VitaliT8000 sera choisi pour son développement rapide et sa résistance au froid. Lorsque le champ est loin de la ferme ou ne peut recevoir une quantité suffisante de fumier, un mélange de C4, de Vv et trèfle Ladino pourrait être implanté au mois de juillet afin d'assurer une bonne implantation des légumineuses hivernantes. Évidemment, il faudrait prévoir un enfouissement printanier trois semaines avant la plantation de la PDT afin de réduire les risques de pourriture du planton (problème rencontré en 2020).

DIFFUSION DES RÉSULTATS

Trois demi-journées à la ferme ont permis de présenter les essais. Ces activités ont attiré des producteurs et des intervenants des milieux agricoles de toute la province. Elles ont respectivement rejoint 38, 59 et 71 personnes. Les résultats ont été présentés aux Journées horticoles de Saint-Rémi en décembre 2022 et ont servi à animer une activité organisée par un club-conseil de Lanaudière dans le cadre d'une cohorte régionale en février 2023. De plus Sophie Rivest-Auger et Samuel Richard ont été invités à présenter les avancées agroenvironnementales acquises dans ce projet et leur intégration sur la ferme lors du congrès annuel du Réseau québécois de recherche en agriculture durable (RQRAD). Samuel Richard a été invité à parler de l'intégration de ces pratiques dans son entreprise lors du Colloque Bio pour tous en février 2023. Deux courts vidéos seront également disponibles sur la chaîne YouTube du CETAB+ en 2023. Ceux-ci expliquent les bénéfices des engrais verts dérobés et les techniques d'implantation d'engrais verts intercalaires dans la culture de PDT. Les différentes techniques développées dans le cadre de ce projet sont

présentées dans divers cours enseignés par Denis La France dans le cadre de la formation continue destinée aux agriculteurs et intervenants offerte par le CETAB+. Finalement, le rapport final sera disponible sur la plateforme Agri-Réseau et sur le site web du CETAB+.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Les résultats de ces essais sont transférables dans plusieurs productions légumières dans le Nord-Est de l'Amérique du Nord. Ces pratiques peuvent être transférées facilement dans des entreprises qui cultivent des sols sablonneux et qui produisent des cultures ensemencées à partir de la mi-mai et récoltées jusqu'à la mi-octobre. Pour les cultures dérobées, il est bénéfique d'implanter des céréales d'automne ou de printemps jusqu'à la mi-octobre afin de réduire les risques d'érosion. Il est toutefois nécessaire de choisir des taux de semis élevés (> 200 kg/ha) et d'assurer un excellent contact sol/semence afin d'optimiser l'implantation de la culture de couverture. Pour ce qui est des CI, la pratique mérite encore d'être peaufinée. Toutefois, elle pourrait s'adapter dans la majorité des productions de PDT biologiques. Finalement, les engrais verts pleine saison peuvent être implantés chez toute entreprise maraîchère qui cherche à augmenter la diversité de sa rotation sans produire d'exportation.

D'autre part, la méthode recherche-action qui a structurée ce projet s'est montrée très efficace pour le développement de techniques culturales et l'élaboration de mélanges végétaux adaptés au contexte de l'entreprise. Cette méthode devrait être privilégiée afin de maximiser le transfert de connaissance entre la sphère de la recherche et l'application concrète sur le terrain.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Sophie Rivest-Auger, agr.
438-885-0877
rivestauger.sophie@cegepvicto.ca

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Je remercie Samuel Richard (Ferme Proculteur et ProBio), ainsi que toute son équipe pour leur implication et leur contribution essentielle sans lesquelles la réalisation de ce projet n'aurait pas été possible.

Mes remerciements s'adressent enfin à mes collègues du CETAB+ : Denis La France, Julie Anne Wilkinson, Camille O'Byrne, Alexandre Tourigny, Geoffroy Ménard et à toute l'équipe technique pour leurs riches contributions au projet.

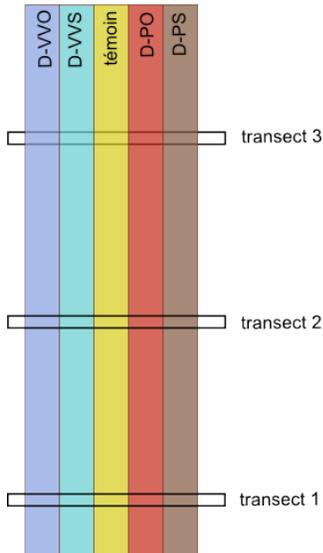
Ce projet a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, dans le cadre du programme Prime-Vert.

ANNEXE(S)

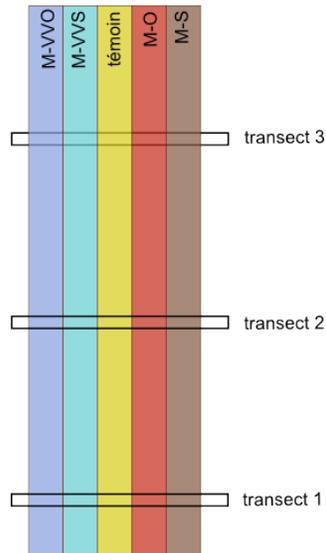
I - Dispositifs

Essai 1 – An1 et 2 (2019-2020)

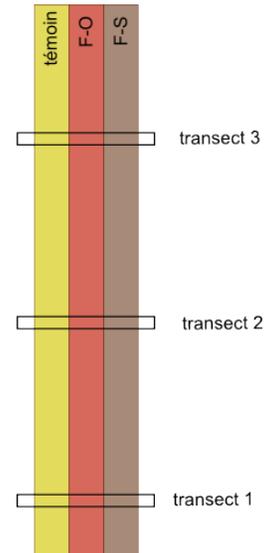
Mi-septembre



Début octobre

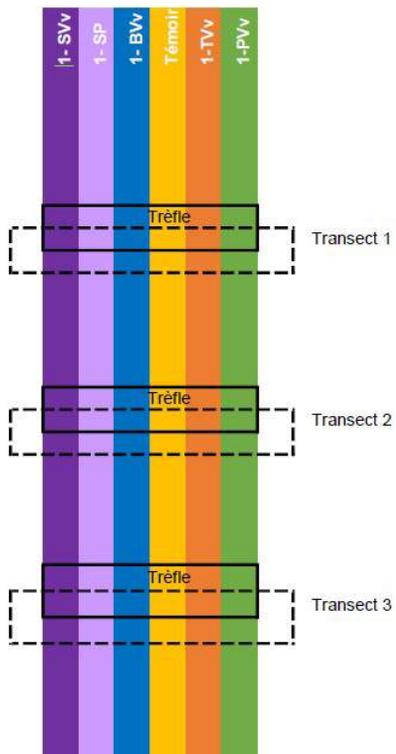


Mi-octobre

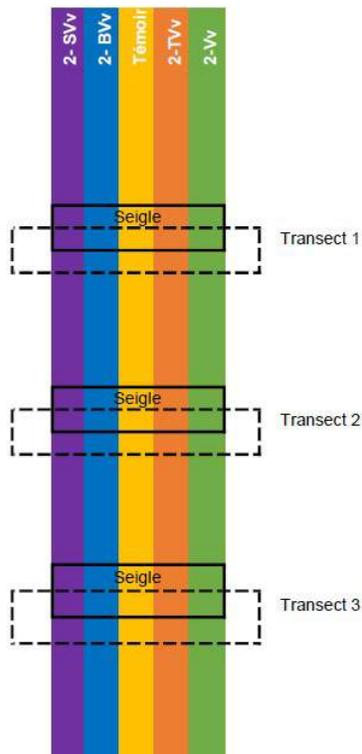


Essai 1 – An3 (2021)

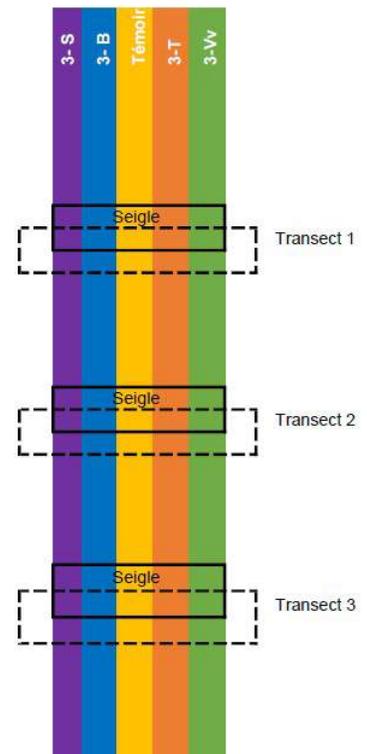
Mi-septembre



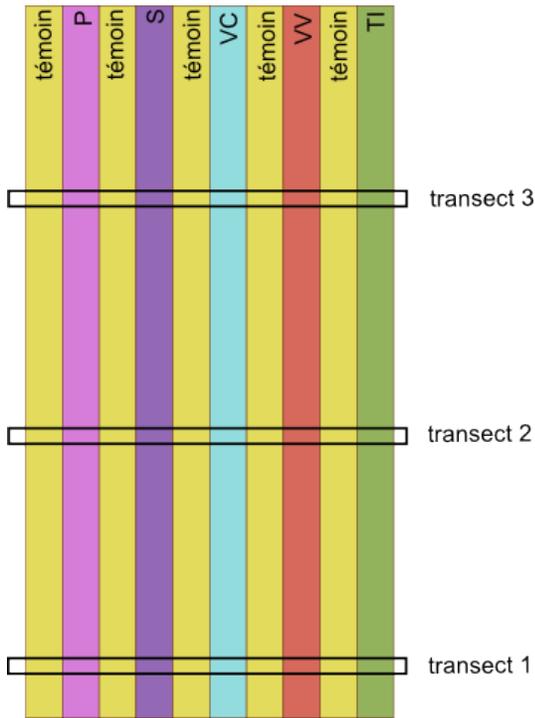
Début octobre



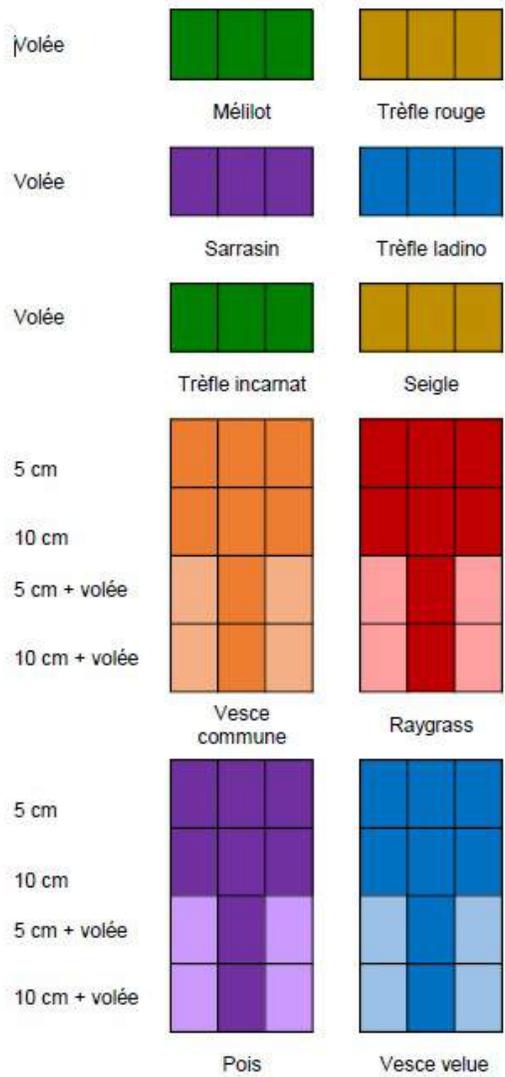
Mi-octobre



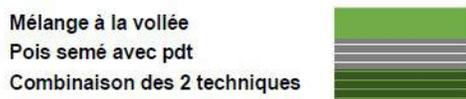
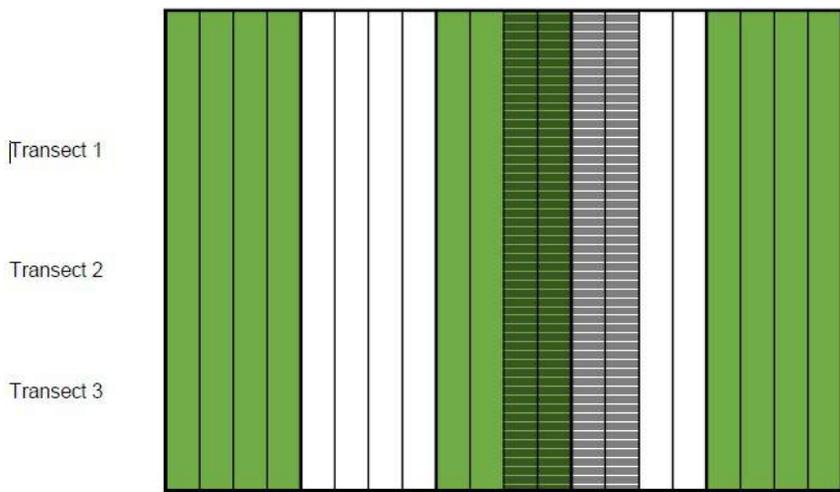
Essai 2 – An 1 et 2 (2019-2020)



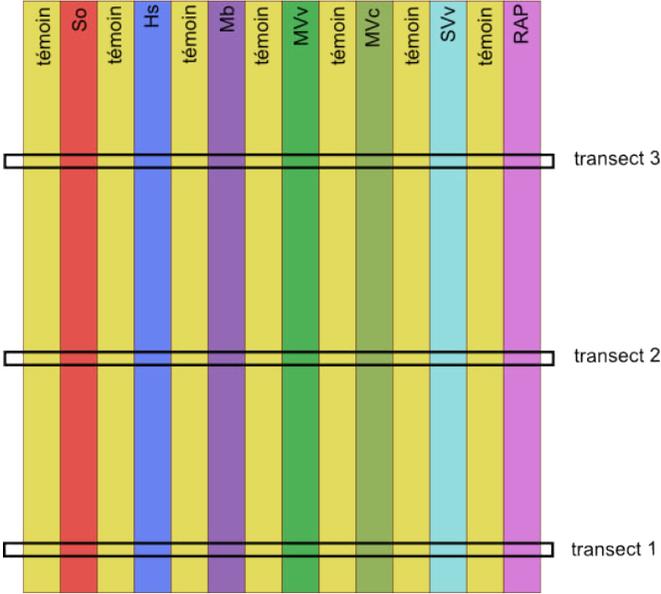
Essai 2 – An 3 (2021)



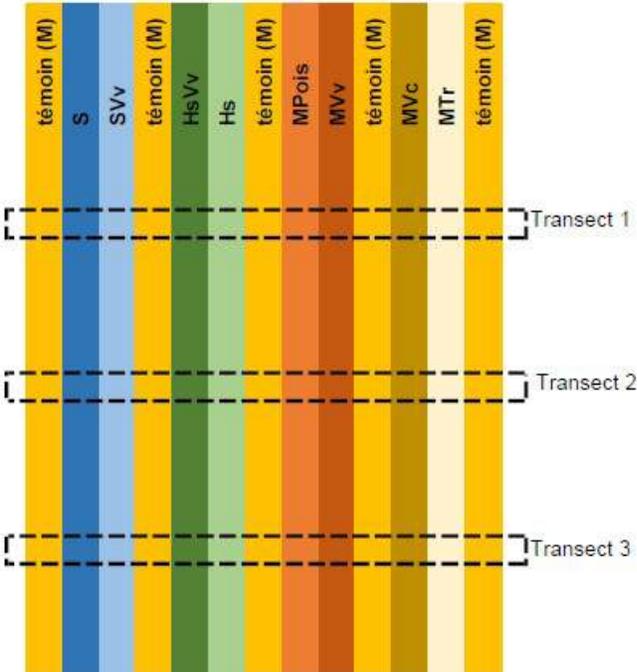
Essai 2 – An 4 (2022)



Essai 3 – An1 (2019)



Essai 3 – An2 (2020)



Essai 3 – An 3 (2021)

Témoin	Mélange 8	Mélange 7	Mélange 6	Mélange 5	Témoin	Mélange 4	Mélange 3	Mélange 2	Mélange 1	Témoin
Millet pure	C4 Vesce velue Raygrass Pois	C4 Raygrass Pois Trèfle rou. 2c	C4 Raygrass Tournesol Crotalaire Trèfle rou. 2c	Seigle Vesce velue Raygrass Pois	Millet pure	Seigle Vesce commune Raygrass Pois	Seigle Mélilot Luzerne Trèfle rou. 2c Trèfle ladino Raygrass	VitaliT 8000	VitaliT 1000	Millet pure
Transect 1										
Transect 2										
Transect 3										

COUVRIR LES SOLS POUR AUGMENTER LA PRODUCTIVITÉ DES POMMES DE TERRE ET PROTÉGER L'ENVIRONNEMENT

- Essai 1 – Culture de couverture dérobée après la pdt



- Essai 2 – Culture de couverture intercalaire dans la pdt



- Essai 3 – Engrais verts pleine saison

SEMOIR AMOVIBLE AUTOCONSTRUIT: CHISEL OU DÉCHAUMEUSE



ESSAI 1 – TÉMOIN SOL NU

CULTURE DE COUVERTURE DÉROBÉE APRÈS LA PDT



Photos 28 mai 2020



Photos 28 mai 2020



Photos 11 novembre 2019



ESSAI 1 – 15 SEPT 2019

CULTURE DE COUVERTURE DÉROBÉE APRÈS LA PDT



Vesce velue + Seigle 15 sept 2019



Pois + Seigle 15 sept 2019



Pois + Seigle 15 sept 2019

Photos 11 novembre 2019



ESSAI 1 – 15 SEPT 2019

CULTURE DE COUVERTURE DÉROBÉE APRÈS LA PDT

Photos 28 mai 2020



ESSAI 1 – 15 SEPT 2019

CULTURE DE COUVERTURE DÉROBÉE APRÈS LA PDT



Photos 11 novembre 2019

ESSAI 1 – 15 SEPT 2019

CULTURE DE COUVERTURE DÉROBÉE APRÈS LA PDT

Vesce velue+ Orge 15 sept 2020

Pois+ Orge 15 sept 2020

Photos 4 mai 2021

This collage features four photographs. The top-left photo shows a field of green cover crops with the caption 'Vesce velue+ Orge 15 sept 2020'. The top-right photo shows a field of brown, tilled soil with the caption 'Pois+ Orge 15 sept 2020'. The bottom-left photo shows a large, dark soil profile with roots, captioned 'Photos 4 mai 2021'. The bottom-right photo shows a soil profile with a yellow measuring tape at the base, also captioned 'Photos 4 mai 2021'.

ESSAI 1 – 1 OCT 2019

CULTURE DE COUVERTURE DÉROBÉE APRÈS LA PDT

Vesce velue + Seigle 1 oct 2019

Orge 1 oct 2019

Seigle 1 oct 2019

Photos 11 novembre 2019

This collage features five photographs. The top-left photo shows hands holding a root system with the caption 'Vesce velue + Seigle 1 oct 2019'. The top-right photo shows a field with snow and cover crops with the caption 'Orge 1 oct 2019'. The bottom-left photo shows a field of cover crops with the caption 'Seigle 1 oct 2019'. The bottom-center photo shows a hand holding a root system with the caption 'Photos 11 novembre 2019'. The bottom-right photo shows hands holding a root system with the caption 'Photos 11 novembre 2019'.

ESSAI 1 – 1 OCT 2020

CULTURE DE COUVERTURE DÉROBÉE APRÈS LA PDT



Photos 4 mai 2021



ESSAI 1 – 15 OCT 2019

CULTURE DE COUVERTURE DÉROBÉE APRÈS LA PDT



Photos 11 novembre 2019



Photos 28 mai 2020

ESSAI 1 – 15 OCT 2019

CULTURE DE COUVERTURE DÉROBÉE APRÈS LA PDT



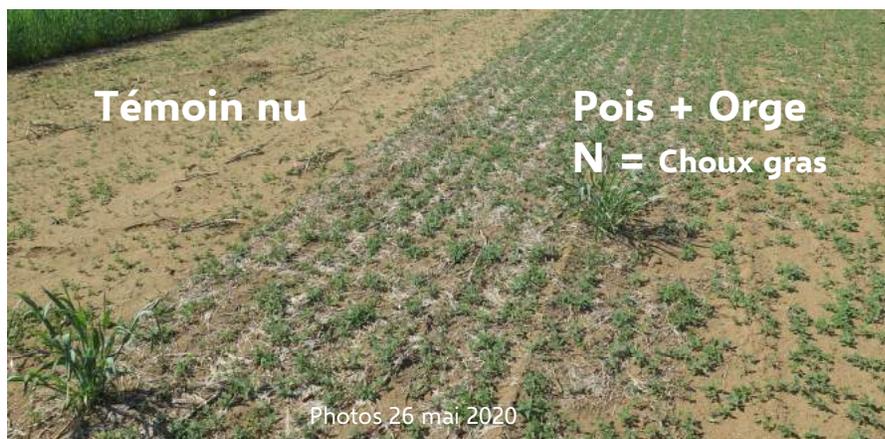
Photos 11 novembre 2019

Photos 28 mai 2020

ESSAI 1 – 2019

CULTURE DE COUVERTURE DÉROBÉE APRÈS LA PDT

- Augmentation de la levée de choux gras sur le retour d'orge et pois.



Photos 26 mai 2020

Phénomène observé l'an 1 seulement.
Champ à très forte pression de choux gras.

ESSAI 1 – 15 SEPT 2020

CULTURE DE COUVERTURE DÉROBÉE APRÈS LA PDT



- Excellente implantation de la vesce velue avec orge au 15 septembre -> reprise printanière azotée et facile à détruire.



Photos 4 mai 2021

ESSAI 1 – 15 SEPT 2021

CULTURE DE COUVERTURE DÉROBÉE APRÈS LA PDT



Vesce velue + Seigle aut.



Vesce velue + Blé aut.



Vesce velue + Triticale aut.



Vesce velue + Pois

Photo 19 nov 2021



Photo 21 avril 2022



ESSAI 1 – 15 SEPT 2021

CULTURE DE COUVERTURE DÉROBÉE APRÈS LA PDT

Photo 19 nov 2021



Vesce velue + Seigle

Vesce velue + Blé

Vesce velue + Triticale

Vesce velue + Pois

Photo 21 avril 2022



ESSAI 1 – 1 OCT 2021

CULTURE DE COUVERTURE DÉROBÉE APRÈS LA PDT

Photo 19 nov 2021



Vesce velue + Seigle aut.

Vesce velue + Blé aut.

Vesce velue + Triticale aut.

Vesce velue + Pois

Photo 21 avril 2022



Vesce velue + Seigle aut.

Vesce velue + Blé aut.

Vesce velue + Triticale aut.

Vesce velue + Pois

ESSAI 1 – 1 OCT 2021

CULTURE DE COUVERTURE DÉROBÉE APRÈS LA PDT

Photo 19 nov 2021

Vesce velue + Seigle aut.



Vesce velue + Seigle aut.



Vesce velue + Blé aut.



Vesce velue + Triticale aut.



Vesce velue + Pois



Photo 21 avril 2022

ESSAI 1 – 15 OCT 2021

CULTURE DE COUVERTURE DÉROBÉE APRÈS LA PDT



Seigle aut. pur



Blé aut. pur



Triticale aut. pur



Vesce velue pure

Photo 19 nov 2021



Photo 21 avril 2022

ESSAI 1 – 15 OCT 2021

CULTURE DE COUVERTURE DÉROBÉE APRÈS LA PDT

Photo 19 nov 2021



Seigle aut. pur

Blé aut. pur

Triticale aut. pur

Vesce velue pure



ESSAI 1 – 15 SEPT 2021 – RÉCOLTE GRAINS

CULTURE DE COUVERTURE EN DÉROBÉE APRÈS LA PDT

Vesce velue + Seigle



Vesce velue + Blé



19 juillet 2022



Témoin



Pois + Seigle aut.

Vesce velue + Triticale

ESSAI 2 – INTERCALAIRE – AN 1 - 2020



ESSAI 2 – INTERCALAIRE – AN 1 - 2020



ESSAI 2 – INTERCALAIRE – AN 2



ESSAI 2 – INTERCALAIRE – AN 3



ESSAI 2 – INTERCALAIRE – AN 3

19 juillet 2022



- Pois complètement couché dans l'entre rang de gauche
- Colonisation complète de l'entre-rang
- Plants de pdt très sains
- Rangs et entre-rangs très propres

ESSAI 2 – INTERCALAIRE – AN 3

4 juillet 2022



19 juillet 2022



15 septembre 2022



ESSAI 3 – PLEINE SAISON

TRAITER LES ENGRAIS VERTS COMME UNE VRAIE CULTURE



Semis 18 juin 2019

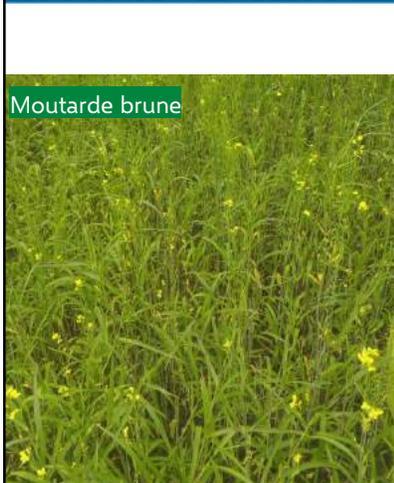


- Absence de faux semis; invasion de mauvaises herbes (digitaire)
- Équipement de semis inadéquat
- Sous-fertilisation



ESSAI 3 – PLEINE SAISON – AN 1

TRAITER LES ENGRAIS VERTS COMME UNE VRAIE CULTURE



Moutarde brune



Herbe de Soudan



Sorgho

Photo 12 août 2019

ESSAI 3 – PLEINE SAISON – AN 2 - 2020

TRAITER LES ENGRAIS VERTS COMME UNE VRAIE CULTURE



ESSAI 3 – PLEINE SAISON – AN 2 - 2020

TRAITER LES ENGRAIS VERTS COMME UNE VRAIE CULTURE



ESSAI 3 – PLEINE SAISON

RETOUR SUR 2020 – RÉSULTATS PRINTEMPS 2021

Millet + Vv

10 oct 2020



4 mai 2021



ESSAI 3 – PLEINE SAISON

RETOUR SUR 2020 – RÉSULTATS PRINTEMPS 2021

Millet + Vc

10 oct 2020



4 mai 2021



ESSAI 3 – PLEINE SAISON

RETOUR SUR 2020 – RÉSULTATS PRINTEMPS 2021

Millet + Tr. L

10 oct 2020

4 mai 2021

This collage shows the progression of a crop trial. On the left, a photo from October 2020 shows young green plants with some dry grass. In the center, a photo from May 2021 shows a person holding a plant with a large, dark soil core. To the right, another photo from May 2021 shows a dense field of green plants. Below these, there are two more photos of soil cores, one showing a thick layer of dark soil and roots, and another showing a similar core next to a yellow measuring tape.

ESSAI 3 – PLEINE SAISON – AN 3 - 2021

TRAITER LES ENGRAIS VERTS COMME UNE VRAIE CULTURE

19 août 2021

Témoin – Millet pur

19 nov 2021

This collage illustrates the results of a three-year trial. On the left, a photo from August 2021 shows a field of tall, green millet plants. In the center, a photo labeled 'Témoin – Millet pur' shows a soil core with a large amount of dark soil and roots. On the right, a photo from November 2021 shows a field of dry, brown plants. In the bottom center, there is a green thumbs-up icon inside a speech bubble, indicating a positive result.

ESSAI 3 – PLEINE SAISON – AN 3 - 2021

TRAITER LES ENGRAIS VERTS COMME UNE VRAIE CULTURE



ESSAI 3 – PLEINE SAISON

IMPLANTATION 2021

VitaliT 8000- Phacélie, Raygrass, Pois, Avoine



ESSAI 3 – PLEINE SAISON

IMPLANTATION 2021

Seigle, Mélilot, Luzerne, Tr, Tr.L, Raygrass

19 août 2021

19 nov 2021

ESSAI 3 – PLEINE SAISON

IMPLANTATION 2021

Seigle, Vc, Raygrass, Pois

19 août 2021

19 nov 2021

ESSAI 3 – PLEINE SAISON

IMPLANTATION 2021

Seigle, Vv, Raygrass, Pois

19 août 2021



19 nov 2021



ESSAI 3 – PLEINE SAISON

IMPLANTATION 2021

C4, Raygrass, Tournesol, Crotalaire, Tr

19 août 2021



19 nov 2021



ESSAI 3 – PLEINE SAISON

IMPLANTATION 2021

C4, Raygrass, Pois, Tr

19 août 2021

19 nov 2021



This collage illustrates the growth of a crop mixture (C4, Raygrass, and Peas) from August 19, 2021, to November 19, 2021. The August image shows a field of tall, green crops. The November image shows a large pile of soil with roots, indicating root growth. A thumbs-up icon is overlaid on the images, suggesting a positive outcome.

ESSAI 3 – PLEINE SAISON

IMPLANTATION 2021

C4, Vv, Raygrass, Pois

19 août 2021

19 nov 2021



This collage illustrates the growth of a crop mixture (C4, Vv, Raygrass, and Peas) from August 19, 2021, to November 19, 2021. The August image shows a field of tall, green crops with a thumbs-up icon overlaid. The November image shows a large pile of soil with roots, indicating root growth.