

TITRE DU PROJET

**Sensibilisation à l'utilisation des cultures de couverture dans le contrôle des mauvaises herbes
dans des systèmes de grandes cultures biologiques intégrant le chanvre industriel au
Saguenay-Lac-Saint-Jean**

NUMÉRO DU PROJET

7347128

DURÉE DU PROJET : 01-2023 / 02-2025

RAPPORT FINAL

Réalisé par :

Dalel Abdi, Ph.D., CÉROM

Sandra Flores-Mejia, Ph.D., CÉROM

FÉVRIER 2025

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.

SENSIBILISATION À L'UTILISATION DES CULTURES DE COUVERTURE DANS LE CONTRÔLE DES MAUVAISES HERBES DANS DES SYSTÈMES DE GRANDES CULTURES BIOLOGIQUES INTÉGRANT LE CHANVRE INDUSTRIEL AU SAGUENAY-LAC-SAINT-JEAN

NUMÉRO DU PROJET : 7347128

RÉSUMÉ DU PROJET

La gestion des mauvaises herbes (MH) est un enjeu majeur en grandes cultures biologiques au Saguenay-Lac-Saint-Jean (SLSJ). Les cultures de couverture (CC) peuvent être une méthode efficace de lutte contre les MH. Cependant, leur efficacité dépend fortement du choix de l'espèce, du moment de leur intégration dans les rotations des cultures et des conditions pédoclimatiques. Le chanvre industriel destiné à la production de grains est une culture émergente dans la région du SLSJ en raison de sa rentabilité économique. Cependant, sa croissance lente et le faible arsenal d'outils de désherbage dans cette culture favorisent le développement des MH. L'objectif de ce projet de transfert de connaissance est de démontrer la faisabilité et l'efficacité de l'utilisation des CC dans le contrôle des MH dans les rotations de grandes cultures biologiques intégrant le chanvre industriel, afin de sensibiliser les producteurs agricoles à adopter cette pratique agroenvironnementale durable.

Des parcelles de démonstration ont été établies en 2023 sur cinq entreprises de grandes cultures biologiques au SLSJ intégrant le chanvre industriel dans leurs rotations. Différentes espèces de CC - en pur ou en mélange – ont été semées sur trois parcelles, soit en association avec le chanvre ou en culture dérobée, soit comme engrais verts de pleine saison, et comparées à une parcelle de référence sans CC. Les traitements étaient différents d'une entreprise agricole à l'autre en fonction du précédent cultural dans la rotation et des particularités techniques de la ferme. Des données agronomiques (taux de levée et du recouvrement du chanvre, taux du recouvrement et biomasse aérienne des CC et des MH) ont été prises au cours de la saison culturale en 2023 et en 2024, afin de suivre l'impact des CC sur les MH à l'année subséquente à leur intégration. Des visites à tous les sites ont été faites par des membres de l'équipe du projet pour évaluer l'avancement de l'établissement des CC et la présence des MH. Après la récolte du chanvre, une journée de démonstration a été organisée à deux fermes participantes (Sites A et B), lors de laquelle le projet et ses résultats ont été présentés aux participants et des visites des parcelles de démonstration ont été faites.

Les résultats de ce projet démontrent que plusieurs pratiques d'intégration des CC dans les rotations du chanvre se sont avérées efficaces dans le contrôle des MH, avec un potentiel de réduction allant jusqu'à 30% par rapport au témoin. Certaines espèces de CC ont démontré un pouvoir de répression des MH au cours de la saison culturale suivante, tel que le mélange de mélilot et de raygrass intégré en association avec le chanvre.

Selon l'analyse économique réalisée pour trois de ces sites de démonstration, une augmentation de rendement de la culture commerciale subséquente allant de 0,11 t/ha à 0,41 t/ha (selon le site) serait nécessaire pour couvrir les dépenses supplémentaires engendrées par l'intégration des CC dans la rotation culturale.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

Objectifs généraux

1. Planter des pratiques agricoles prometteuses sur des entreprises agricoles afin de démontrer la faisabilité et la performance agronomique des CC dans le contrôle des MH dans les rotations de grandes cultures biologiques intégrant le chanvre industriel en contexte pédoclimatique du SLSJ;
2. Promouvoir l'adoption de ces pratiques culturales intégrant les CC dans les rotations de grandes cultures biologiques à grande échelle au SLSJ.

Objectifs spécifiques

- a. Mettre en place des essais à la ferme afin de démontrer l'importance de l'utilisation des CC dans différents scénarios de rotation en grandes cultures biologiques intégrant le chanvre industriel dans :
 - La lutte contre les MH dans le chanvre et la culture subséquente;
 - L'amélioration des rendements et de la qualité des grains du chanvre et de la culture subséquente;
 - La rentabilité économique de ces systèmes innovateurs.
- b. Identifier les espèces de CC et leurs modes d'implantation les plus performants par type de rotation;
- c. Diffuser et vulgariser les pratiques innovantes et efficaces suite à un processus d'apprentissage par les entreprises agricoles.

Méthodologie

Trois scénarios d'intégration des CC dans les rotations culturales du chanvre industriel ont été développés par l'équipe de recherche en se basant sur les rotations les plus fréquentes au SLSJ et les espèces de CC ayant un bon potentiel compétitif aux MH. Le précédent cultural était la prairie dans le scénario 1, le chanvre industriel dans le scénario 2 et un engrais vert de pleine saison dans le scénario 3. Les CC (en semis pur ou en mélange) ont été intégrées à la première année de ce projet soit en association avec le chanvre, soit en culture dérobée après la récolte, soit sous forme d'engrais vert. Un traitement sans CC a été conduit dans chaque scénario pour un total de quatre traitements sans répétitions étant donné la nature du projet (vitrine de démonstration).

L'ensemble de ces scénarios a été proposé par la suite aux producteurs de grandes cultures biologiques de chanvre industriel de la région du SLSJ, afin de choisir le scénario le plus adapté aux conditions de leurs entreprises agricoles, pour un total de 5 fermes. Les quatre traitements conduits durant les 2 ans de ce projet sur chacun des cinq sites choisis, nommés A, B, C, D et E, sont représentés dans le Tableau 1.

Sur chaque site, des parcelles d'une largeur de deux passages de semoir et d'une longueur de 100 m, ont été implantées au début de la saison culturale de 2023. Au site A, le chanvre et les CC (pour les traitements A1 et A2, voir le **Tableau 1 - site A**) ont été semés le 10 mai 2023 avec un taux de semis du chanvre de 32 à 34 kg/ha. Au site B, les engrais verts ont été semés le 20 juillet 2023.

Les producteurs ont bénéficié d'un accompagnement technique et agronomique de l'équipe du Groupe multi-conseils agricoles (GMA). Afin de suivre l'impact des CC sur la présence des MH durant les deux ans d'essais, cinq quadrats permanents (0.75 m x 0.75 m) ont été établis sur chaque parcelle. Dans chacun de ces quadrats, le taux de levée du chanvre ainsi que son taux du recouvrement ont été déterminés dans les parcelles des sites A, C, D, et E en 2023 et le site B en 2024 (Tableau 2). Dans les mêmes quadrats, les taux de recouvrement du sol par les MH et les CC ont été déterminés à environ cinq semaines après la levée dans tous les sites et en poste-récolte dans quatre sites. En effet, les parcelles sur le site E ont été détruites après la récolte du chanvre à l'insu de l'équipe de réalisation du projet. Il n'a donc pas été possible de prendre les données de biomasse. Les espèces les plus dominantes des CC et des MH ont été identifiées dans les mêmes quadrats. Les biomasses aériennes des CC et des MH ont été récoltées aussi à partir de ces quadrats sur 3 sites en 2023 puis séchées et mesurées au Centre de recherche Agrinova à Alma. À cause du temps limité et du stress de la récolte, il n'a pas été possible pour les producteurs de déterminer le rendement du chanvre dans les parcelles de démonstration de ce projet.

Au printemps de l'année suivante (2024), les taux du recouvrement du sol par les repousses du chanvre ou des CC biennuelles ou pérennes, par les résidus de CC annuelles et par les MH ont été déterminés dans les mêmes quadrats sur les sites mentionnés dans le Tableau 2. La présence des MH a été suivie en saison de croissance et en poste-récolte. La biomasse aérienne des MH a été collectée à partir des quadrats et envoyée au CÉROM où elle a été séchée et mesurée. Le rendement de la culture principale a été quantifié pour les sites B (chanvre) et C (pois fourrager) et la qualité a été déterminée pour les sites A (blé du printemps) et C (pois) par la technologie de l'infrarouge au CÉROM.

Vu le manque de données des rendements des cultures principales sur la majorité des sites de démonstration en 2023 et 2024, il n'a pas été possible d'évaluer la rentabilité économique de l'intégration des CC dans les rotations du chanvre tel que prévu. Par contre, quoique les bénéfices des CC sur la production se manifestent généralement à moyen et court terme, l'augmentation en production nécessaire pour atteindre une rentabilité économique dans les rotations intégrant des CC par rapport aux rotations conventionnelles a été calculée pour les sites A, B et C. Pour ce faire, les opérations culturales de chacun des scénarios ont été identifiées. À partir du guide des coûts d'utilisation et des taux à forfait suggérés (CRAAQa, 2022), le coût de production avec et sans CC a été calculé pour chaque entreprise. Le coût des semences utilisées dans chaque scénario a été considéré dans le coût de production moyen. Enfin, en considérant le prix du marché de la culture principale et le rendement à la ferme, il a été possible d'identifier l'augmentation minimale du rendement à atteindre.

Tableau 1. Sommaire des différents scénarios d'intégration des cultures de couverture (CC) dans les rotations de grandes cultures biologiques sur les cinq sites de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean durant les deux ans d'essais

	Ferme	Site A	Site B	Site C	Site D	Site E
	Ville	Hébertville	Hébertville	St-Félicien	St-Prime	St-Bruno
2022	Culture principale	Prairie	Mélange cameline et lentilles noires	Engrais vert	Chanvre	Prairie
2023	Traitement 1	Chanvre (34 kg/ha) avec mélange de trèfle et luzerne annuelle (10 kg/ha)	Mélange* de vesce commune, pois autrichien, pois fourrager, trèfle incarnat, avoine ordinaire et féverole (85 kg/ha)	Chanvre CANMA (6 po, 40 kg/ha) avec mélange inter-trèfles** (Huia, Incarnat, Alsike, 8 kg/ha)	Chanvre (semis tardif, 35 kg/ha) + blé d'automne (1 mois plus tard, 200 kg/ha)	Chanvre (25 kg/ha) avec mélange inter-trèfles** (Huia + Incarnat + Alsike, 10 kg/ha)
	Traitement 2	Chanvre (34 kg/ha) avec mélange de mélilot et raygrass (8-3 kg/ha)	Mélange de seigle d'automne et de vesce velue (80-40 kg/ha)	Chanvre VÉGA (10 po, 40 kg/ha) avec mélange inter-trèfles** (Huia, Incarnat, Alsike, 8 kg/ha)	Chanvre (semis tardif, 25 kg/ha) + blé d'automne (1 mois plus tard, 200 kg/ha)	Chanvre (35 kg/ha) avec mélange inter-trèfles** (Huia + Incarnat + Alsike, 10 kg/ha)
	Traitement 3	Chanvre (34 kg/ha) suivi par un mélange de féverole, avoine fourragère, pois fourrager, moutarde et radis fourrager (35-35-35-2-2 kg/ha)	Mélange d'avoine, raygrass, vesce velue et trèfle blanc (60-3-40-5 kg/ha)	Chanvre VÉGA (10 po, 27 kg/ha) avec mélange inter-trèfles** (Huia, Incarnat, Alsike, 8 kg/ha)	NR***	Chanvre (35 kg/ha) avec luzerne annuelle et raygrass Melquatro (10-3 kg/ha)
	Traitement 4 (Témoin)	Pas de CC	Même mélange que dans le traitement B1, enfoui à l'automne (85 kg/ha)	Chanvre CANMA (6 po à 40kg/ha, sans CC)	Chanvre (sans blé d'automne)	Chanvre (35 kg/ha, sans CC)
2024	Culture principale	Blé du printemps	Chanvre	Pois fourrager	Blé du printemps	NR***

*Vitali-T azoté® de Semican : <https://www.semicanseed.com/melanges-vitali-t>, **Mélange inter-trèfles ® de Nutrinor, ***NR : Traitement non réalisé

Tableau 2. Sommaire des paramètres évalués sur les cinq sites d'essais au cours des saisons culturales 2023 et 2024

Année	2023						2024									
Site	Levée du chanvre	Taux de recouvrement			Biomasse (en post-récolte)		Taux de recouvrement (printemps)				Taux de recouvrement des MH			Biomasse des MH	Rendement	Qualité des grains
		Chanvre	CC* et MH** (en post-levée)	CC et MH (en post-récolte)	MH	CC	Chanvre	Repousse du chanvre	Résidus de CC annuelles	CC (biannuelles ou pérennes)	Printemps	Saison	Fin saison	Fin saison	Culture principale	
Site A	x	x	x	x	ND&			x	ND	x (sauf A3)	x	x	x	x	ND (blé)	x
Site B			x	x	x	x	x		x	x (sauf B1)	x	x	x	x	x (chanvre)	NA§
Site C	x	x	x		x	x		x	ND	x	x	x	ND		x (pois)	x
Site D	x	x	x	x	x	x	ND (parcelles détruites au printemps)				x	x	ND (parcelles détruites)			
Site E	x	x	x	ND (parcelles détruites à l'automne 2023)												

*CC : cultures de couverture, **MH : mauvaises herbes, [&]ND : non déterminé, [§]NA : non applicable

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

Site A : Scénario se basant sur un précédent cultural de prairie

Le premier dépistage réalisé sur ce site en post-levée a montré une levée assez uniforme du chanvre dans les quatre traitements avec un taux de recouvrement dépassant 87%, à l'exception du traitement A3 (CC dérobée, 73%), indiquant une bonne implantation en général (**Figure 1**).

Le taux moyen de recouvrement des CC était légèrement supérieur pour le mélange de trèfle et luzerne annuelle (traitement A1, 8,2%) que pour le traitement de méliot et raygrass (traitement A2, 6,2%, **Figure 1**). Cette tendance s'est maintenue au cours de la saison (**Photo 1**). Il semble que le trèfle rouge était plus présent que la luzerne, probablement dû à un phénomène d'autotoxicité induit par la luzerne du précédent cultural (prairie). En effet, il est bien documenté qu'une luzerne, vivante ou même détruite, peut libérer des toxines qui inhibent ou ralentissent la germination et la croissance des nouveaux semis de luzerne (CRAAQb, 2022). Par comparaison au traitement témoin, ces deux traitements avaient un recouvrement de MH légèrement plus faible (**Figure 1**). Par contre, la présence des MH était faible aussi dans le traitement A3 au début de cette saison de croissance.

Cinq principales espèces de MH ont été identifiées dans la plupart des parcelles, dont le chénopode blanc (*Chenopodium album*) et l'ortie (*Urtica* Sp.) étaient les espèces les plus dominantes (56%), suivis par des repousses de luzerne (26%), le radis (*Raphanus* spp, 13%) et le dactyle (*Dactylis glomerata*, 8%).

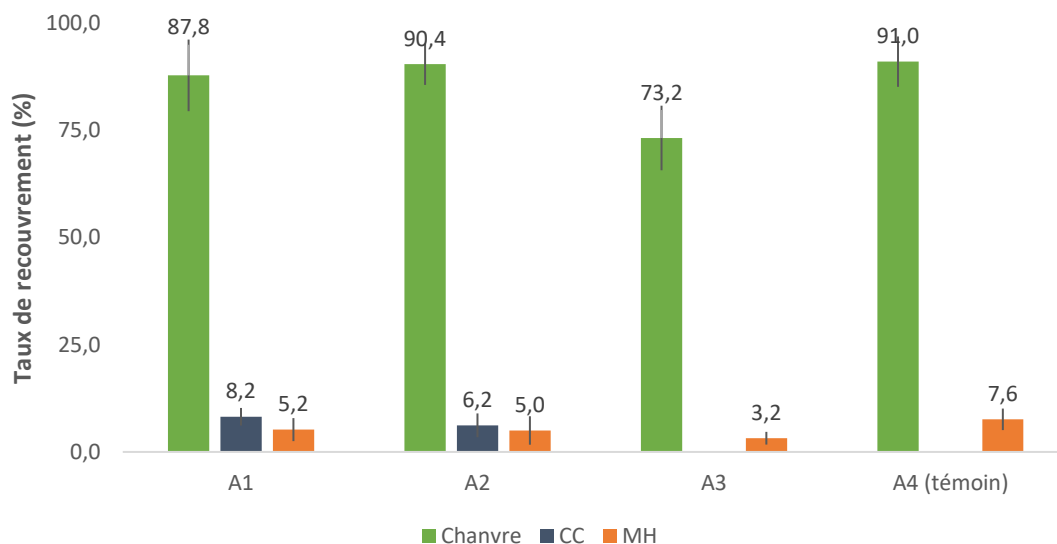


Figure 1. Taux de recouvrement moyen (%) du chanvre, des cultures de couverture (CC) et des mauvaises herbes, déterminé le 22 juin 2023 sur le site A

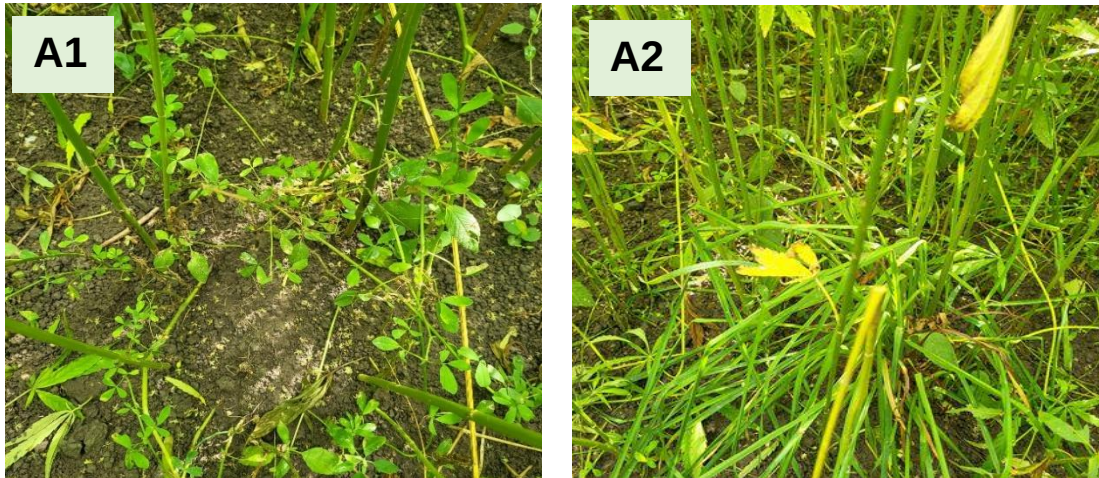


Photo 1. Parcelle de mélange de luzerne annuelle et de trèfle rouge (A1) et du mélange de mélilot et de raygrass annuel (A2), au cours de la saison de croissance (4 août 2023) (crédit : GMA)

Lors du deuxième dépistage, réalisé à l'automne 2023 (4 novembre) après la récolte du chanvre, des repousses de plants de chanvre ont été observées suite à des pertes importantes lors du battage. Les CC associées (A1 et A2) ont bien repris leur croissance et ont réduit la présence des MH d'au moins 14% par rapport au témoin, particulièrement dans le traitement A1 où la biomasse aérienne des CC était d'environ deux fois plus élevée que A2 (Figure 2 et **Photo 2A à D**). Le traitement A3 (mélange de féverole - avoine fourragère - pois fourrager - moutarde - radis fourrager en culture dérobée) s'est bien établi malgré la courte durée entre la date de semis et le premier gel et avait une biomasse aérienne (environ 100 kg/ha) équivalente au mélange A1 (**Photo 3A et 3B**).

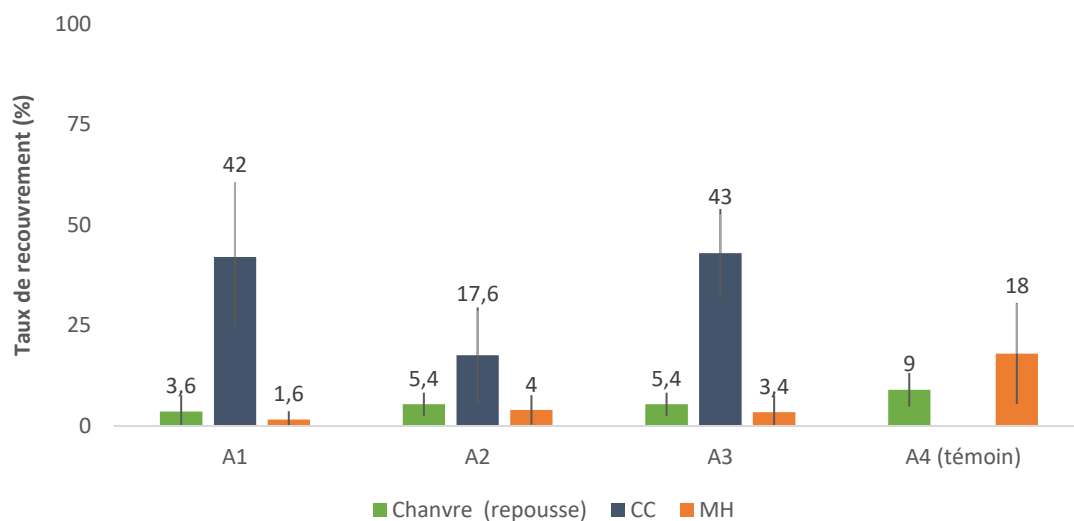


Figure 2. Taux de recouvrement moyen (%) des repousses du chanvre, des cultures de couverture (CC) et des mauvaises herbes (MH) en poste-récolte du chanvre au site A (4 novembre 2023)

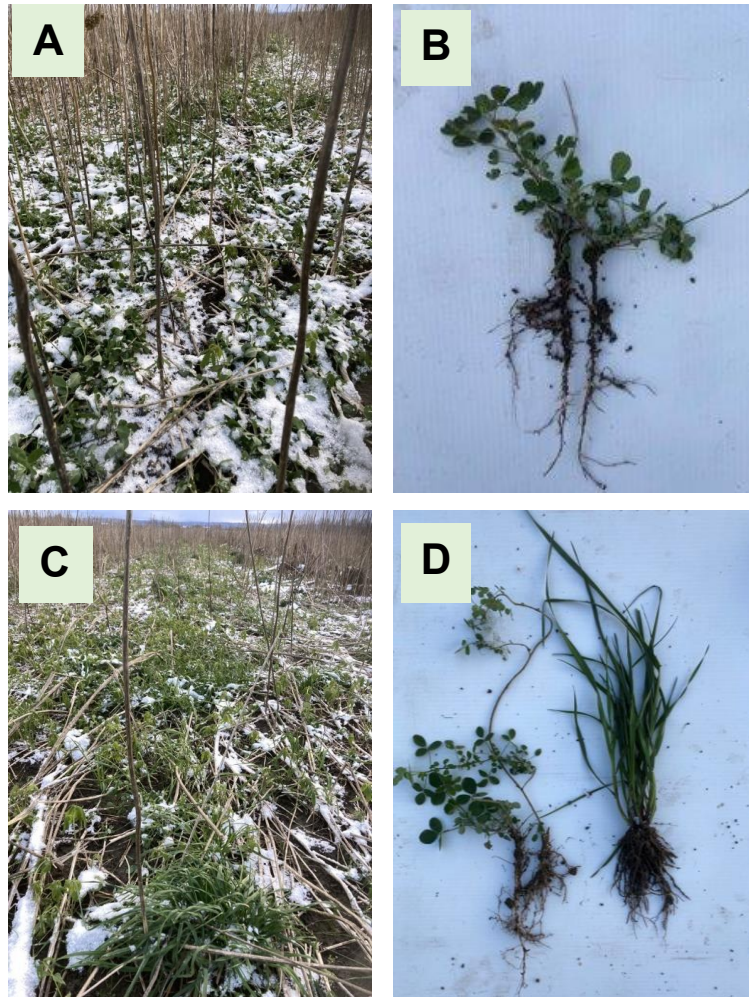


Photo 2. (A) Parcelles du traitement A1 (mélange de luzerne et trèfle rouge) et **(B)** biomasse aérienne et racinaire des espèces du traitement A1; **(C)** parcelle du traitement A2 (mélilot et de raygrass annuel) et **(D)** biomasse aérienne et racinaire de ces espèces après la récolte du chanvre (31 octobre 2023; crédit : GMA)

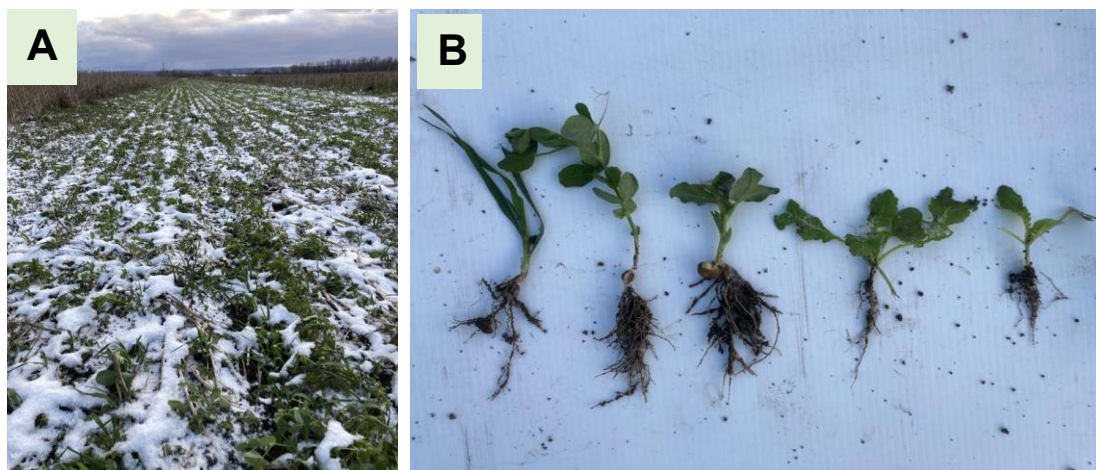


Photo 3. (A) Parcelle du traitement A3 (mélange d'avoine, pois fourrager, féverole, radis et moutarde semé en culture dérobée) et **(B)** biomasse aérienne et racinaire des cinq espèces de CC à la fin de la saison de croissance. Photos prises le 31 octobre 2023 (Crédit : GMA)

Au printemps 2024, le taux de recouvrement du sol par les repousses des CC était plus élevé dans la parcelle A1 que A2, à cause d’une reprise du mélilot plus lente que la luzerne et le trèfle rouge. La présence des MH était généralement faible dans ces parcelles au printemps, assurant des bonnes conditions d’établissement à la culture principale. Par contre, les MH étaient d’environ trois fois plus présentes en fin de saison (21 août) dans la parcelle A1 que A2 et A3, et relativement similaire au traitement témoin (**Tableau 3, Photo 4**). Les principales MH identifiées sur ces parcelles étaient le pissenlit, l’ortie, le lierre, les bardanes, le laiteron et le chou gras. Ainsi, quoique les CC dans le traitement A1 se distinguaient par le meilleur contrôle des MH pendant leur première année d’établissement, elles étaient beaucoup moins efficaces à l’année suivante par rapport au mélange de mélilot et de raygrass associé ou le mélange de CC en culture dérobée. Au niveau de la qualité des grains du blé, aucune différence n’a été remarquée entre les quatre traitements pour tous les paramètres évalués (humidité, poids de mille grains, poids spécifique, protéine, amidon, fibres et cendres).

Tableau 3. Paramètres agronomiques évalués sur les parcelles du site A au cours de la saison culturale en 2024

Traitement	Taux de recouvrement au printemps (%) (3 mai 2024)			Taux de recouvrement pendant la saison de croissance (%) (14 juin 2024)		Mesures de MH en fin de saison (21 août 2024)	
	Repousses du chanvre	Repousses des CC*	MH**	Repousses des CC	MH	Taux de recouvrement (%)	Biomasse (kg/ha)
A1 (luzerne pérenne et trèfle rouge)	2	28	2	10	3	4	82,2
A2 (mélilot et raygrass)	1	7	6	10	4	2	22,4
A3 (mélange de CC en culture dérobée)	1	NA ^{&}	7	ND [§]	4	1	26,2
A4 (Témoin)	7	NA	1	NA	7	3	70,1

*CC : cultures de couverture; **MH : mauvaises herbes; [&]NA : non applicable; [§]ND : non déterminé

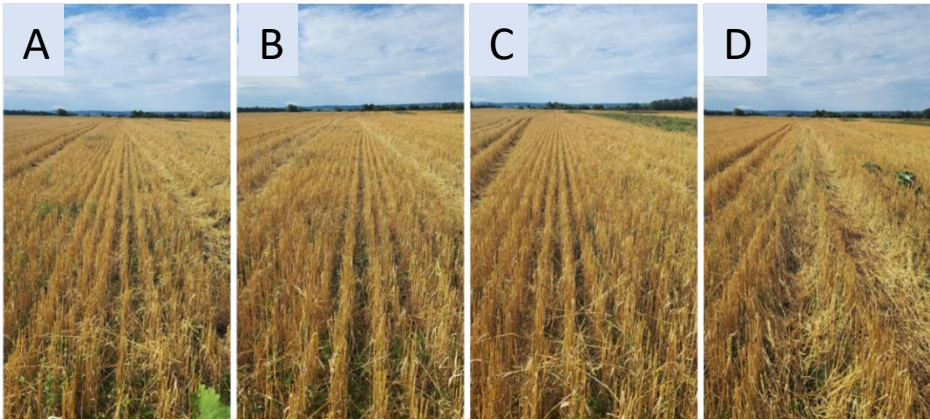


Photo 4. Parcelles après la récolte du blé (août 2024) : (A) traitement A1, (B) traitement A2, (C) traitement A3 et (D) témoin sans CC (Crédit : GMA)

Site B : Scénario se basant sur un retour d'engrais vert

Le premier dépistage effectué sur ce site en mi-août 2023 a permis d'observer une levée non uniforme des CC du mélange Vitali-T azotée (traitements 1 et 4) avec une dominance de la vesce commune, ainsi qu'une mauvaise levée des CC du traitement 2 avec une dominance de la vesce velue. Par contre, l'engrais vert du traitement 3 a montré une très bonne implantation avec un taux moyen de recouvrement de 35%. Les mauvaises herbes étaient ainsi plus présentes dans les traitements 2 et 4 avec des taux de recouvrement de 31% et 20%, respectivement (**Figure 3A**). Six espèces de MH ont été identifiées comme les plus dominantes lors de ce moment de dépistage : le galinsoga (*Galinsoga* spp), l'échinochloa pied-de-coq (*Echinochloa crus-galli*), la rénouée (*Polygonum* spp), le laiteron (*Sonchus* spp), le radis (*Raphanus* spp) et la stellaire (*Stellaria* spp). La plupart de ces espèces étaient principalement présentes dans le traitement B1 (6 espèces). Dans l'ensemble la stellaire était l'espèce la plus présente dans les quadrats lors du dépistage.

L'établissement de tous les engrais verts s'est amélioré au cours de la saison en atteignant des taux de recouvrement de 85% (B1) à 99% (B3) en automne 2023 (**Figure 3B**). Le meilleur niveau de répression des MH s'est confirmé dans le traitement 3 avec une présence de MH de moins de 1% et une biomasse aérienne de 0,1 t/ha. Il est clair que le bon établissement du mélange B3 et son importante biomasse ont permis de mieux lutter contre les MH (**Figure 4, Photo 6A à C**).

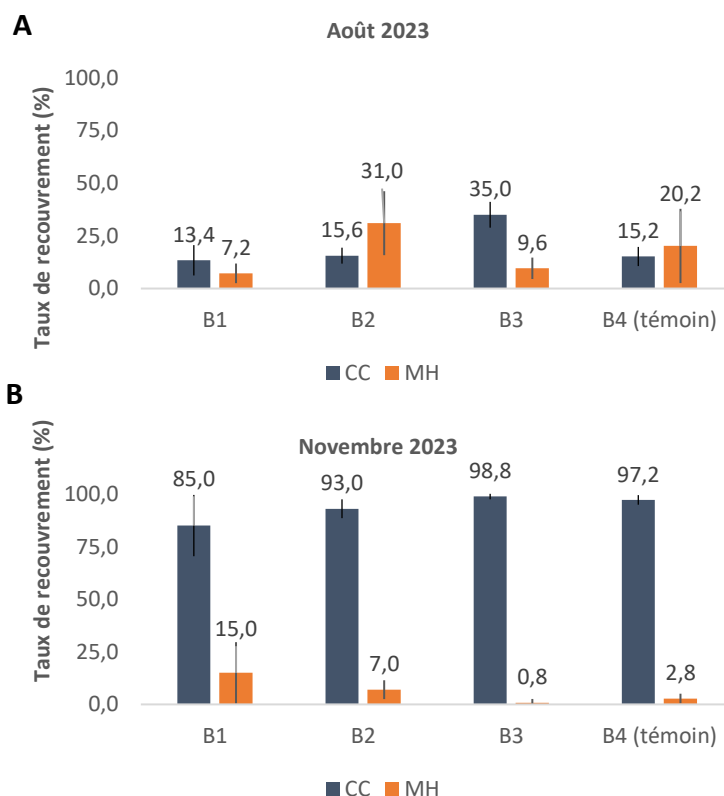


Figure 3. Taux de recouvrement (%) des cultures de couverture (CC) et des mauvaises herbes (MH) dans les traitements du site B en (A) mois d'août et (B) novembre 2023 (voir Tableau 1 pour la définition des traitements B1, B2 et B3)

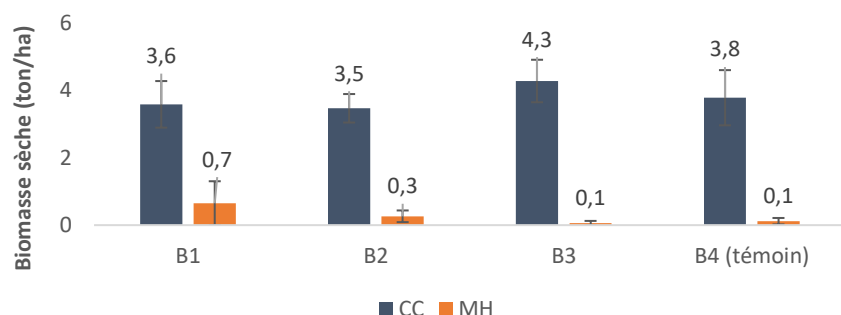


Figure 4. Biomasse sèche des cultures de couverture (CC) et des mauvaises herbes (MH) (t/ha) récoltée en automne 2023 (2 novembre)

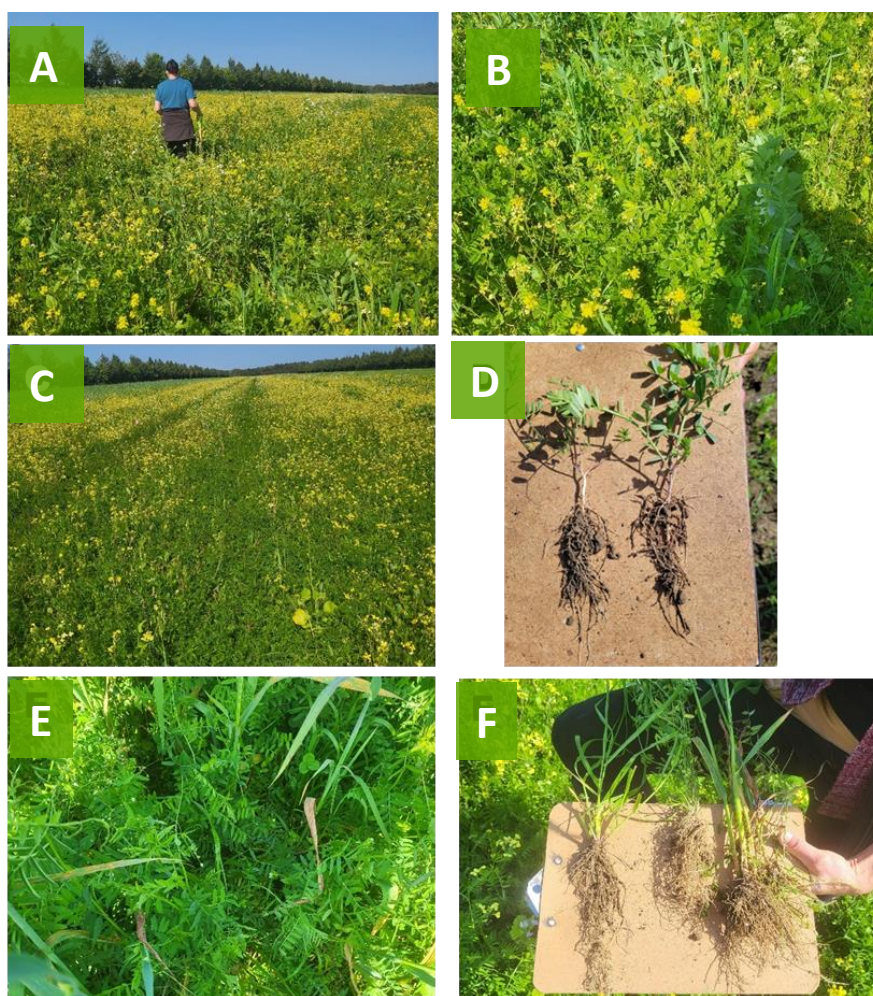


Photo 5. A et B : Parcelles du traitement B1 (Vitali-T azoté®) composé de vesce commune, pois autrichien, pois fourrager, trèfle incarnat, avoine ordinaire et féverole; C et D : Parcelle du traitement B2 (seigle d'automne et vesce velue) et biomasse aérienne et racinaire de la vesce velue de ce traitement; E et F : Parcelles et biomasse aérienne et racinaire du traitement B3 (avoine, raygrass, vesce velue et trèfle blanc). Photos prises le 28 septembre 2023 (Crédit photos: GMA)

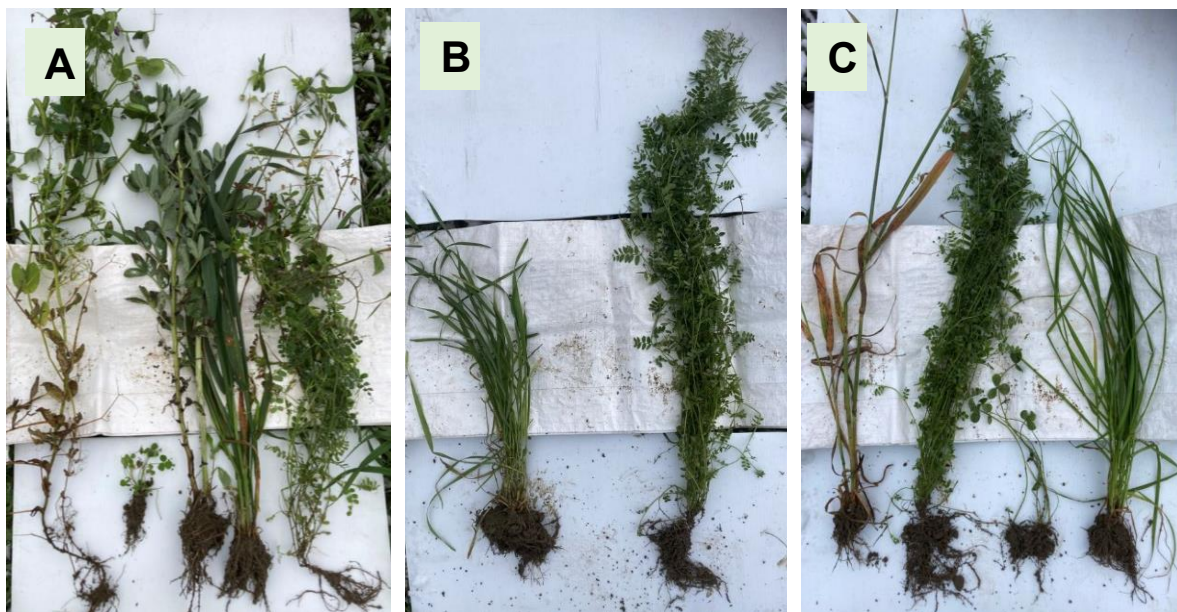


Photo 6. Parties aérienne et racinaire des espèces de différents mélanges de cultures de couverture implantés au site B : A) Traitement B1 : mélange Vitali-T azoté® (vesce commune, pois autrichien, pois fourrager, trèfle incarnat, avoine ordinaire et féverole), B) Traitement B2 : seigle d'automne et vesce velue, C) Traitement B3 : avoine, raygrass, vesce velue et trèfle blanc. Photos prises le 31 octobre 2023 (Crédit photos: GMA)

Au printemps suivant, toutes les parcelles, à l'exception de la parcelle B4 qui a été déchaumée en automne précédent, avaient une belle couverture avec les résidus des CC dépassant 90% de la superficie. Après le semis du chanvre sur ces parcelles, l'évaluation des taux de recouvrement du sol par les MH a montré une présence des MH toujours plus faible dans le traitement B3 que les autres traitements (44%, **Figure 5**). La levée du chanvre était aussi meilleure dans le traitement B3 mais généralement très variable à l'intérieur de la même parcelle (**Figure 5**).

À la fin de la saison culturale, toutes les parcelles étaient envahies par les MH avec une présence plus faible d'environ 30% dans la parcelle B3. Les MH les plus dominantes étaient le galinsoga (*Galinsoga* spp) et la stellaire (*Stellaria* spp). Aucune différence n'a été observée entre les traitements du mélange Vitali-T azotée enfoui à l'automne 2023 ou non enfoui avec des biomasses aériennes de MH de 1,8 t/ha.

La présence significative des MH sur ces parcelles signifie que l'intégration des CC en une seule saison n'était pas suffisante pour réduire la pression des MH à la saison suivante. Étant donné l'historique de présence élevée de MH sur ce site, des stratégies de contrôle de MH spécifiques seraient nécessaires.

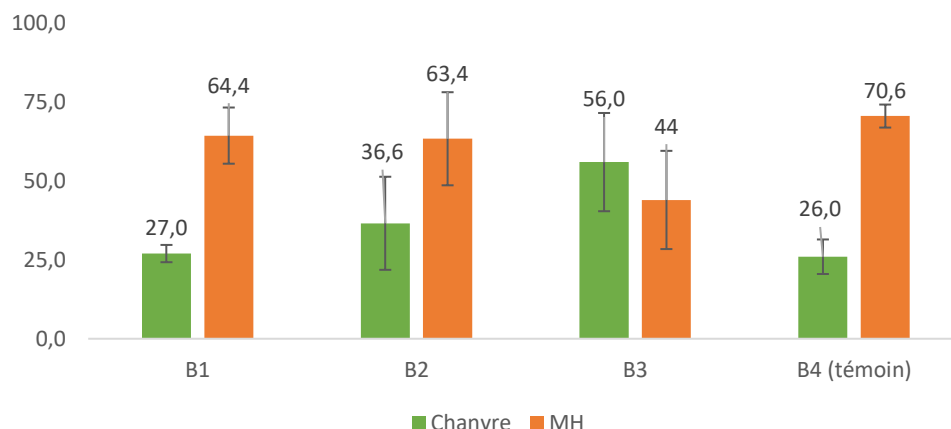


Figure 5. Pourcentage du recouvrement du chanvre et des mauvaises herbes en 5 juillet 2024

Site C : Scénario se basant sur un retour d’engrais vert à la ferme

Une levée uniforme du chanvre a été observée dans toutes les parcelles à l’exception du traitement 1 (C1). Par contre, le taux de recouvrement du chanvre (25% à 81%) et des CC (10% à 16%) était faible en général au début de la saison, ce qui a laissé assez d’espace aux MH pour recouvrir plus de 70% de la superficie du sol dans les quadrats (Photo 7). La folle avoine (*Avena fatua*), la stellaire (*Stellaria* spp), le chénopode blanc (*Chenopodium album*) et la prêle (*Equisetum arvense*) étaient les espèces les plus dominantes (**Photo 7**).



Photo 7. Des parcelles du chanvre industriel infestées par la folle avoine (22 août 2023)
(Crédit : CÉROM)

À la fin de saison, tous les traitements avaient une belle couverture du mélange inter-trèfles (**Photo 8**). La biomasse aérienne de ce mélange était plus élevée dans le traitement C3) VÉGA aux 10 po avec taux de semis réduit (671 kg/ha) que le traitement C1) CANMA au 6 po (509 kg/ha) et le traitement C2) VÉGA au 10 po avec taux de semis régulier (218 kg/ha). Ces

résultats montrent clairement que le taux de semis du chanvre a eu un effet inversement proportionnel sur la croissance des CC. L'écartement et/ou le choix du cultivar aurait eu un impact sur les CC. La biomasse des MH avait une tendance inversée à celle des CC, avec 368 kg/ha dans le traitement C2 versus 171 et 193 kg/ha dans les traitements C1 et C3 respectivement, montrant que les stratégies les plus efficaces dans le contrôle des MH sur ce site correspondaient aux traitements C1 et C3.

Au printemps suivant, le taux de recouvrement du sol par les repousses du chanvre était similaire entre tous les traitements. Par contre, les parcelles C1 et C3 étaient plus couvertes avec les repousses de CC que la parcelle C2, qui avait plus de MH. Les mesures prises au cours de la saison sur ce site (18 juin) ont démontré cependant une prolifération importante des MH dans la parcelle C1 avec un taux moyen de recouvrement de 53%, versus 43% dans le témoin, 31% dans le C2 et 38% dans le C3. La folle avoine (*Avena fatua*), la stellaire (*Stellaria* spp), la prêle (*Equisetum arvense*) et le pied de coq (*Echinochloa crus-galli*) étaient les espèces de MH les plus observées sur ces parcelles. L'enfouissement de la biomasse des CC-trèfles aurait pu stimuler la croissance des MH par une libération d'azote plus importante dans C1 et C3 que C2. En effet, plusieurs études ont démontré la réponse positive de certaines MH aux apports d'azote, notamment la folle avoine (Nelson et Kegode 2005, Khan et al. 2007, Whale et Masiunas 2003).

Avec le plus faible taux de présence de MH au cours de la saison de croissance, le traitement C2 s'est démarqué par le rendement du pois fourrager le plus élevé (3572 kg/ha) par comparaison aux traitements C1 (2094 kg/ha), C3 (2651 kg/ha) et le témoin (1938 kg/ha). Les échantillons de pois fourrager prélevés du traitement C1 avaient un taux d'humidité et une teneur en protéine nettement supérieurs aux échantillons des autres traitements.



Photo 8. Parcelles du mélange inter-trèfles dans la parcelle A) avec cultivar du chanvre Canma au 6 po, B) avec taux de semis régulier du cultivar Véga du chanvre au 10 po, et C) avec taux de semis réduit du cultivar Véga du chanvre au 10 po (3 octobre 2023) (Crédit : GMA)

Site D : Scénario se basant sur un retour du chanvre industriel :

Les deux premiers traitements ont été bien établis sur ce site. Cependant, il n'a pas été possible de semer le blé d'automne à 6 semaines après le semis du chanvre puisque les plants du chanvre étaient trop haut pour permettre l'entrée du semoir. Il est ainsi recommandé de viser plutôt un stade du chanvre de 2 à 3 paires de feuilles composées. La levée du chanvre était généralement bonne dans toutes les parcelles, mais avec une présence considérable des MH, résultante des anciennes infestations dans ce champ. Le blé d'automne semblait être jauni et affaissé au sol probablement dû à la grande quantité de pluie reçue en mois d'août. Après la récolte du chanvre, il y a eu une belle reprise du blé d'automne surtout dans les passages du semoir (**Photo 9**). Par contre, les MH proliféraient, atteignant une biomasse aérienne moyenne de 1028 kg/ha dans le traitement D2 et 592 kg/ha dans le traitement D1, ce qui dépassait le traitement témoin (352 kg/ha).

Malgré la belle reprise du blé en automne 2023, son taux de survie à l'hiver fut variable dans la parcelle et non optimale pour une bonne compétitivité aux MH. Comme l'incidence des MH était très élevée, principalement par la folle avoine et la sétaire verte, le producteur, avec son agronome, ont décidé de détruire entièrement le champ pour semer le blé de printemps, dans l'optique de mieux contrôler les MH pour les saisons à venir. Les parcelles du projet ont donc été détruites le 20 juin 2024.

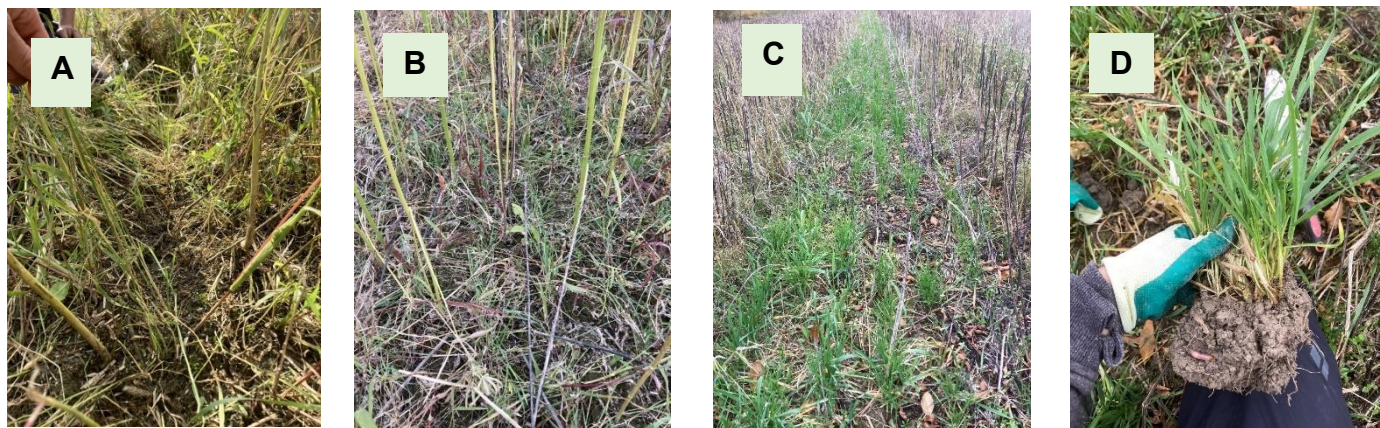


Photo 9. Blé d'automne dans du chanvre industriel dans les parcelles (A) avec taux de semis régulier du chanvre, et (B) avec taux de semis réduit du chanvre, visitées le 4 octobre 2023 puis le 24 octobre 2023 (C, D)

Site E : Scénario se basant sur un précédent cultural de prairie

Le scénario choisi par l'entreprise agricole Jacynthe et Omer Bouchard se base également sur un retour de prairie labourée à l'automne 2022. Le chanvre a été semé le 20 mai 2023 à un taux régulier (35 kg/ha, traitement 1) ou réduit (25 kg/ha, traitement 2). Les mélanges des CC ont été semés le 1^{er} juin au stade 1^{ère} paire de feuilles simples. Le semis était très superficiel à cause de la difficulté d'ajustement du semoir (Brillon 1014). Les conditions climatiques étaient chaudes et sèches lors du semis et dans les semaines suivantes. La combinaison de tous ces facteurs a résulté en une mauvaise levée de la CC et à une grande variabilité dans toutes les parcelles (**Photo 10**). Le producteur a donc décidé de déchaumer les parcelles après la récolte du chanvre sans aviser l'équipe de réalisation du projet. Par conséquent, les photos et les données de biomasse des CC et des MH à la fin de la saison sont manquantes. Il n'était plus possible alors de continuer l'essai sur ce site l'année suivante.



Photo 10. Parcelles du mélange inter-trèfles Nutrinor ou de luzerne annuelle et de raygrass annuel dans le chanvre montrant une implantation des cultures de couverture très variable (28 septembre 2023)

ANALYSE ÉCONOMIQUE

Pour différentes raisons techniques, l'effet des différents traitements sur les rendements des cultures suivant les CC n'a pas pu être évalué. Bien que les avantages de cette pratique soient nombreux, ils sont difficiles à chiffrer. Afin d'imager l'impact économique de la pratique des CC, l'augmentation de rendement de la culture suivante nécessaire pour combler les coûts supplémentaires des CC a été calculé pour ces différents scénarios en fonction des coûts moyens de production dans les trois sites du projet (Tableau 4). Pour le site A, le coût de production dans le traitement de CC associée n'était pas plus élevé que le traitement témoin sans CC. Par contre, dans le cas de l'intégration des CC dérobées, une augmentation de rendement du blé de 0,41 t/ha est nécessaire pour couvrir le coût de production supplémentaire engendré par le prix de semences de CC. Selon le mélange d'engrais vert sur le site B, l'augmentation de rendement du chanvre doit être entre 0,21 t/ha à 0,30 t/ha pour couvrir le coût de production supplémentaire. L'absence de revenu l'année de l'intégration de

l'engrais vert n'a pas été considéré dans ce calcul. Pour couvrir le coût de production plus élevé de 92 \$ dans le traitement du chanvre avec CC par rapport au témoin sur le site C, l'augmentation minimale du rendement du pois nécessaire est de 0,11 t/ha..

Tableau 4. Paramètres d'analyse de la rentabilité économique des sites A, B et C pour les deux ans d'essai (2023 – 2024)

Coûts de production (\$/ha)	Site A			Site B			Site C	
	Traitement			Traitement			Traitement	
	Chanvre avec CC associées	Chanvre avec CC dérobées	Chanvre sans CC	Vitalité azoté	Avoine-vesce velue trèfle blanc raygrass	Seigle-vesce velue	Chanvre avec CC	Chanvre sans CC
<i>Travail du sol - printemps</i>								
Fumier	102,5	102,5	102,5				102,5	102,5
Coût opération	5,1	5,1	5,1				5,1	5,1
Capacité effective	40,0	40,0	40,0				40,0	40,0
Hectare/heure	2,0	2,0	2,0				2,0	2,0
Herse (3 passages)	128,3	128,3	128,3	128,3	128,3	128,3	128,3	128,3
<i>Semis</i>								
Semoir - culture	105,1	105,1	105,1				105,1	105,1
2e semoir - EV		116,0		116,0	116,0	116,0	116,0	
Coût de la semence – Culture principale	284,0	284,0	284,0				284,0	284,0
Coût de la semence - EV	84,4*	161,7		176,3	473,1	396,4	104,0	
<i>Récolte</i>								
Moissonneuse batteuse	277,4	277,4	277,4	277,4	277,4	277,4	277,4	277,4
Wagon à grain	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7
<i>Travail du sol - automne / supplémentaire</i>								
Fumier	102,5	102,5	102,5					
Déchaumeuse / Herse à disque		128,3	128,3					128,3
Coût total de production (\$/ha)	1098,8	1420,4	1142,7	712,6	1009,5	932,8	1131,9	1040,3
Culture principale en 2024	Blé du printemps			Chanvre			Pois	
Rendement moyen (t/ha)	2,87						3,5	
Prix du marché (2023-2024) (\$/t)	680			3300	3300	3300	850,0	
Écart du coût de production (\$)	-43,9	277,7					91,7	
Augmentation nécessaire en rendement (t/ha)	-0,06	0,41		0,21	0,30	0,28	0,11	

*Coût de semences moyen des CC dans les traitements A1 et A2

ACTIVITÉ DE DÉMONSTRATION AU CHAMP

Les résultats de ce projet ont été présentés lors d'une journée de démonstration organisée le 2 novembre 2023 à Hébertville. Cet événement a commencé au site A avec une présentation du projet et des résultats obtenus par des membres de l'équipe, suivie par des visites des parcelles sur les sites A et B. Des conseillers agricoles et des producteurs de grandes cultures, dont des producteurs participants au projet, étaient présents dans cette activité qui a attiré 15 personnes. Sur les vitrines de démonstration à chaque site, le producteur a présenté sa ferme en spécifiant les différentes pratiques culturales adoptées ainsi que les travaux et les observations en lien avec ce projet. Des discussions ont été échangées par la suite sur les différents aspects de l'intégration des CC dans les rotations de grandes cultures et leurs bénéfices dans le contrôle des MH et l'amélioration de la santé de sol, appuyées par des échantillonnages de plantes et du sol. Les photos suivantes illustrent cette activité.

À la deuxième année de ce projet, les résultats ont été présentés lors des événements de transfert de connaissances suivants : Journée collective organisée par le GMA et Ecocert Canada sur la thématique des CC à la ferme Jacynthe et Omer Bouchard, Journées horticoles et de grandes cultures à Saint-Rémi et à la rencontre de la Table sectorielle des plantes bioindustrielles du Québec.



APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Ce projet a démontré la faisabilité et l'efficacité de l'intégration des CC dans des rotations de grandes cultures biologiques intégrant le chanvre industriel selon certains scénarios. Il est à souligner, d'après nos observations dans ces essais, que la technique de semis a eu un impact considérable sur l'établissement et la performance des CC. Les trois meilleures techniques de semis parmi les cinq techniques testées sont : 1. Semis avec semoir Delimbe suivi d'un passage de rouleau, 2. Semis avec semoir à céréales (semis de surface avec roues plombeuses), 3. Semis avec un vieux semoir Brillon.

Le transfert de ces résultats à la communauté agricole permettra de sensibiliser un plus grand nombre de producteurs, en régie biologique ou conventionnelle, à l'adoption de cette pratique selon le scénario le plus convenable aux particularités de leurs entreprises. Avec l'augmentation des superficies cultivées en chanvre industriel au Saguenay-Lac-Saint-Jean, en régie biologique, et au Québec en général, l'utilisation des CC pourrait être adoptée par les producteurs à plus grande échelle comme stratégie efficace de lutte contre la présence des mauvaises herbes.

Des essais d'intégration d'autres espèces ou mélanges de CC, associées ou dérobées ou engrais verts, pourraient être conduits par les producteurs pour répondre à leurs différents besoins, ce qui se traduira par une diversification des rotations et une amélioration de la qualité du sol et des écosystèmes agricoles.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Dalel Abdi, chercheuse en régie des cultures-plantes fourragères
CÉROM

740 Chemin Trudeau, Saint-Mathieu-de-Beloeil, QC J3G 0E2

Tel. : 450 464-2715 # 236

dalel.abdi@cerom.qc.ca

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

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

COLLABORATEURS AU PROJET

Audrey Bouchard, agr., GMA

Marie Bipfubusa, Ph.D., CÉROM

Denis La France, CETAB+

Julie Anne Wilkinson, agr., M.Sc., CETAB+

Alexandra Gagnon, agr., GMA

Anne-Catherine Guay, GMA

ENTREPRISES AGRICOLES PARTICIPANTES AU PROJET

M. Guillaume Dallaire, Ferme Tournevent
M. Luc Bernier, Ferme Domajo
M. Maxime Bouchard, Ferme J. & O. Bouchard
M. Olivier Milot, Ferme Taillon & Fils
M. Raphael Lepage, Ferme Natuo

BIBLIOGRAPHIE

CRAAQa, 2022. Machinerie - Coûts d'utilisation et taux à forfait suggérés, 22 pages.
CRAAQb, 2022. Guide de production Plantes fourragères, 2e édition – Volume 1.292 pages.
Nelson, E.A., et Kegode, G.O. 2005. Biennial wormwood (*Artemisia biennis*) competition with soybean (*Glycine max*). *Société de protection des plantes du Québec*, vol. 86, N°2:125-132.
Khan, I., Hassan, G., Khan, M.I., et Gul, M. 2007. Effect of Wild Oat (Affect of Wild Oat (*Avena fatua* L.) Population and Nitrogen Levels on Some Agronomic Traits of Spring Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, vol. 31, N°2: 91-101.
Whale, E.A., et Masiunas, J.B. 2003. Comparison of nitrogen use by two population densities of eastern black nightshade (*Solanum ptycanthum*). *Weed Science* 51: 394-401.