Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'
, de l'Économie, de la Formation et de la Recherche DEFR

Bundesamt für Landwirtschaft BLW
Domaine Recherche, innovation et évaluation

Formulaire pour le rapport intermédiaire et final d'un projet de conseil

Projekttitel / Titre du projet / [1] , max. 100 caractères / caractères / caractères	ConservaTI – Techniques culturales respectueuses du sol dans l'agriculture biologique au sud des Alpes
Schlagwörter / Mots clés / Mots clés[1] min. 3–max. 5	Sud des Alpes, semis direct, agriculture conservatrice, engrais vert, agriculture biologique
Auteur/e / Demandeur[1] Nom(s) et adresse(s) / Nome(i) e indirizzo(i)	AGRIDEA, Centrale de conseil agricole UCA, Office de conseil agricole de Bellinzone FiBL – Suisse, Institut de recherche pour l'agriculture biologique
Begleitung beim BLW / Suivi par l'OFAG / Consulenza presso l'UFAG Nom(s) et domaine(s) / Nom(s) et secteur(s) / Nome(i) e settore(i)	Mirco Plath, Mauro Ryser Secteur Recherche, innovation et évaluation Schwarzenburgstrasse 165 3003 Berne
Projektdauer / Durée du projet / Durata del progetto [1] Date de début et de fin effective / Date de début et de fin effective / Date de début / fin, effective	60 mois (5 ans) 01.02.2021-01.02.2026 (Date de fin d'activités requise 01.11.2026)
Gesamtkosten / Coûts totaux / Costi totali CHF/ effectifs / effectifs / effectifs	*479'580, - CHF* *Annexe 6* Tableau des coûts du projet
[2] CHF / en % des coûts totaux / in % dei costi totali	*126'000, - CHF* *26,27 %*
Weitere Mittel / Fonds supplémentaires / Altri fondi CHF / Institution(en) / Institution(s) / Institution(s)	

[1] Les informations seront publiées dans le système d'information ARAMIS en cas de soutien du projet de vulgarisation par l'OFAG.
Les informations seront enregistrées dans le système d'information ARAMIS en cas de soutien de l'OFAG au projet de vulgarisation.
Les informations sont publiées dans le système d'information ARAMIS si l'OFAG soutient le projet de conseil.
http://www.aramis.admin.ch/

[2] Enregistré dans ARAMIS, non rendu public.
Enregistré dans ARAMIS, non rendu public.
Enregistré dans ARAMIS, non publié.

Résumé[1]

Contexte, résultats, conclusions, principales connaissances (max. 1 500 caractères, espaces compris)

Le projet ConservaTI a pour objectif de tester des techniques de production conservatrices et respectueuses des sols dans l'agriculture biologique, en tenant compte des conditions climatiques du sud des Alpes, et d'accompagner les agriculteurs dans un processus de transition vers une agriculture plus respectueuse des ressources mais toujours productive.
Dans le cadre de ce projet, la faisabilité et l'adaptabilité de techniques telles que le semis direct, l'utilisation de couvertures végétales et les associations de cultures seront évaluées et testées en vue d'être utilisées par les agriculteurs du Tessin et d'autres régions de Suisse présentant des conditions pédologiques et climatiques similaires.
Les essais seront menés dans le cadre d'une rotation culturale de cinq ans afin de garantir une application des techniques adaptée à la pratique et de minimiser le risque d'échec. Afin de vérifier l'efficacité des techniques, les parcelles témoins seront gérées selon les techniques biologiques traditionnelles.
Le projet a débuté en 2021 et devrait s'achever en février 2026. Au cours de cette période, des journées techniques ont été organisées régulièrement à l'intention des agriculteurs, des étudiants, des professionnels du secteur et des conseillers agricoles. À l'heure actuelle, le projet et toutes ses activités sont terminés. Néanmoins, une partie de l'analyse des données et la finalisation des mesures de diffusion correspondantes doivent encore être achevées afin de pouvoir diffuser au mieux et de manière efficace la grande quantité d'informations recueillies dans le cadre de ce projet ; par conséquent, il est prévu de poursuivre ces travaux au cours de l'année 2026 (détails dans les paragraphes suivants).
Tout le matériel de conseil produit au cours du projet, tel que les rapports annuels, les présentations, les fiches techniques et les vidéos, sera mis gratuitement à la disposition du public par le biais des différents canaux de communication des partenaires participant au projet.

Liens pour plus d'informations[1]

Publications, films, sites web ou similaires

Afin d'améliorer la visibilité du projet ConservaTI, plusieurs vidéos présentant et décrivant le projet ont été publiées :

- Vidéo de l'expérience pilote « Essais de semis direct de maïs sur pois d'hiver et mélange à base de seigle au sud des Alpes » (lien).
- Vidéo « ConservaTI 1 - L'agriculture conservatrice et les objectifs du projet » (lien).
- Vidéo « ConservaTI 2 - Cultures et couvertures végétales de la première année (2021-2022) » (lien).
- Vidéo « ConservaTI 3 - Surveillance du sol, techniques et méthodes choisies » (lien).

Les documents et rapports intermédiaires sont disponibles sur les pages :

- AGRIDEA > Production végétale > Culture de plein champ (lien).
- Agripedia (lien).

Le rapport final peut être publié sur ARAMIS : Oui : ☒ Non : ☐

Le demandeur confirme que toutes les informations fournies dans le présent formulaire sont exactes.

Lieu, date : Signature :

Cadenazzo, le 31 janvier 2026

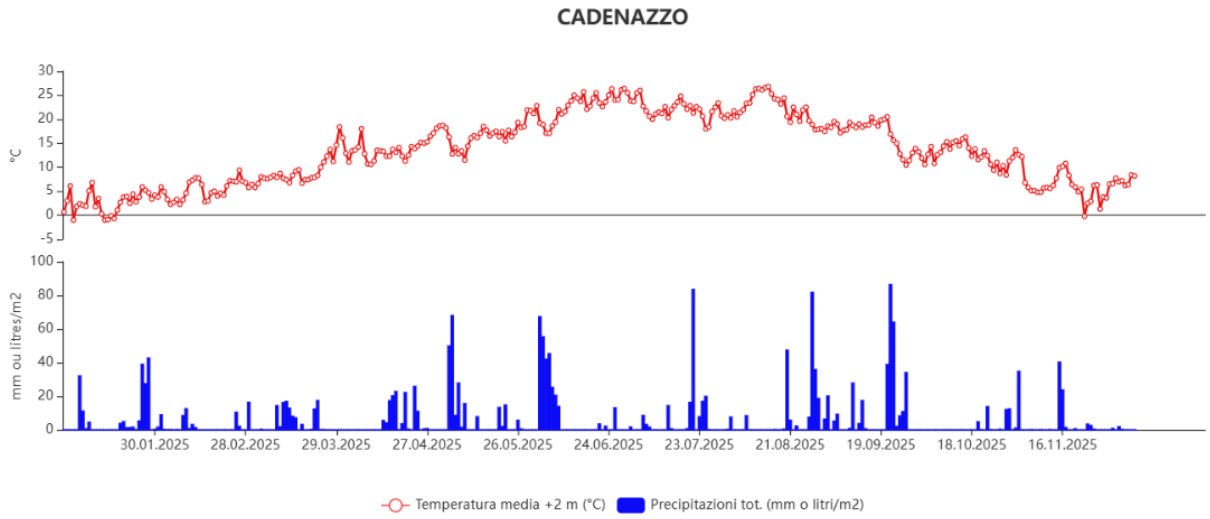


AGRIDEA
A Ramél 18
CH-6593 Cadenazzo

Rapport final pour l'année 2025-2026

1 Situation initiale

Au cours de l'année 2025, le projet ConservaTI a continué à étudier et à expérimenter des solutions visant à améliorer la durabilité de l'agriculture de conservation dans le sud des Alpes.
L'année 2025 a été caractérisée par des précipitations réparties tout au long de l'année avec des pics de forte intensité. Cette répartition des pluies a permis une disponibilité optimale en eau pour les cultures estivales telles que le maïs et le soja, mais a également créé des conditions favorables au développement de pathogènes fongiques et des difficultés logistiques liées à la praticabilité des champs pour les travaux et les opérations de semis, en particulier au printemps.



Graphique 1 : précipitations quotidiennes totales et températures moyennes en 2025, station météorologique de Cadenazzo.

En ce qui concerne les cultures, l'année 2024 s'est terminée par l'ensemencement d'une culture de couverture en prévision de l'ensemencement du maïs pour la saison 2025 dans les parcelles principales « A », « B » et « C ».

Sur la parcelle « D », le test de semis direct du soja, effectué l'année précédente sur les parcelles A, B et C, a été répété ; ainsi, à la fin de 2024, une culture de couverture hivernale a été semée en prévision du semis du soja pour la campagne 2025. Malheureusement, l'essai n'a pas donné les résultats escomptés.
L'ensemble des activités prévues et réalisées en 2025 sont répertoriées et organisées dans le calendrier suivant.

Calendrier 2025

	Échantillonnage	parcelle A	parcelle B	parcelle C (témoin)	Parcelle D	Parcelle Dt (témoin)
2025						
Octobre 2024	Opérations de décaillage et de tamisage du sol			X		
Février-mars	Surveillance des couvertures	X	X		X	
Mai	Mesure de la biomasse des	X	X		X	

	cultures de couverture					
Mai	Mesure Échantillonnage et mesures sur le sol	X	X	X		
Mai	Mesures des bioindicateurs du sol					
Mai	Roulement de la couverture et semis de maïs	X	X	Travail du sol + semis classique		
Mai	Roulement de couverture et semis de soja				X	Travail du sol + semis classique
Juin-août	Suivi des cultures	X	X	X	~~X~~	~~X~~
Octobre	Évaluation et mesure du rendement des cultures	X	X	X	~~X~~	~~X~~

2 Questions ou problèmes auxquels le projet doit apporter des réponses

Compte tenu de la situation initiale, les principaux objectifs fixés pour 2025 étaient les suivants :

- Collecter des données et des informations de base sur le développement des cultures dans les parcelles « A », « B » et « C ».
- Répéter le test de semis direct de soja dans la parcelle « D ».
- Parcelle « A » : surveiller le développement de la couverture hivernale semée en semis direct à la fin de 2024 jusqu'au semis du maïs ; surveiller la culture du maïs en semis direct jusqu'à la récolte et mesurer ses rendements.
- Parcelle « B » : surveiller le développement de la couverture hivernale semée par travail minimal du sol jusqu'au semis direct du maïs ; surveiller la culture du maïs en semis direct jusqu'à la récolte et mesurer ses rendements.
- Parcelle « C » (témoin) : travail à faible profondeur, plusieurs passages avec un cultivateur combiné à disques + ancres (profondeur 10-15 cm). Semis classique de maïs et suivi jusqu'à la mesure des rendements.
- Parcelle « D » : suivi et évaluation de la couverture hivernale, semis direct du soja, suivi et mesure des rendements éventuels.

3 Méthodes

Comme les années précédentes, pour la collecte des données, trois points de relevé ont été sélectionnés dans chaque parcelle, deux aux extrémités de chaque bande et un au centre (*image* 1).
Pour chaque point de relevé, un nombre variable d'observations a été effectué ou des échantillons ont été prélevés en fonction du type de surveillance.

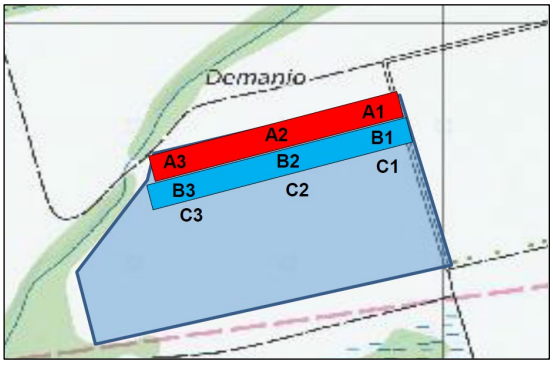


***Image* 1**
Répartition des points de relevé pour la collecte des échantillons

3.1 Monitorage du sol

En 2025, les parcelles « A », « B » et « C » se trouvaient dans des conditions différentes les unes des autres en raison des différents traitements prévus. Au cours de la dernière année d'essais, toutes les mesures effectuées les années précédentes ont été répétées afin de détecter d'éventuels changements entre les parcelles « A », « B » et « C ».
Pour constater des changements au niveau du sol, il faut attendre longtemps, c'est pourquoi

Comme l'année précédente, un échantillonnage du sol a été effectué le 15 mai à l'aide de la sonde FarmLab de la société STENON [1], qui a permis de mesurer :
azote minéral (Nmin), azote nitrique (NO3-N), azote total % (N total), phosphore (P) ; potassium (K) (bêta) humidité du sol (Moisture %), pH, charbon organique dans le sol (SOC %), matière organique du sol (SOM %), rapport C/N, magnésium (Mg), température du sol (Soil Temperature °C), température extérieure (Air Temperature °C), humidité extérieure (Humidity %), texture du sol (Soil texture class, Texture).
La sonde FarmLab a été utilisée grâce à la présence sur le territoire du projet de conseil FerTI 2024-2028 en cours. La possibilité de mettre en commun les connaissances et les compétences entre des thèmes complémentaires dans le cadre de projets parallèles constitue une opportunité et une valeur ajoutée pour les deux projets.

La méthodologie de relevé adoptée a suivi les mêmes protocoles que les années précédentes.

Échantillons de sol avec la sonde FarmLab
Pour les années 2024 et 2025, dans les parcelles A, B et C, trois échantillons de sol ont été prélevés, dans les zones d'échantillonnage habituelles. Trois mesures ont ensuite été effectuées pour chaque point de prélèvement de chaque parcelle, soit neuf mesures par parcelle.

Test à la bêche
Afin de décrire l'état du profil du sol, trois points ont été relevés dans chaque parcelle en prélevant deux profils, soit un total de 6 échantillons par parcelle.

Mesure du compactage du sol le long du profil
À l'aide d'un pénétromètre, la résistance du sol à la pénétration a été mesurée. Pour chaque point de relevé, 7 mesures ont été effectuées, soit 21 par parcelle, en enregistrant la pression (N/cm^2) tous les 5 cm de profondeur atteints. Ces données permettent de détecter la présence éventuelle de semelles de labour ou de zones compactées.

Présence de vers de terre
Les vers de terre ont été pris en considération comme bio-indicateurs pour l'évaluation de l'état du sol. Deux échantillons ont été prélevés et évalués pour chaque point de relevé, soit six pour chaque parcelle (A, B et C). L'échantillon prélevé était constitué d'un volume de sol connu (un cube d'environ 25 cm de côté), dans lequel la présence de traces de vers de terre et/ou la présence même de ceux-ci a été détectée. Les spécimens prélevés ont été classés et répartis en macro-catégories morphologiques et classes d'âge. Pour le choix de la technique d'échantillonnage, nous nous sommes référés à différentes publications sur ce sujet. [3] [7] [8] [9]

Échantillons de sol pour analyse
Pour chaque parcelle A, B et C, 3 échantillons de sol ont été prélevés afin d'être envoyés aux laboratoires d'analyse. Les résultats des analyses de ces échantillons ne sont pas encore disponibles, la comparaison sera effectuée avec les prochains échantillons à la fin du projet pour une évaluation globale.

Surveillance de la température et de l'humidité au niveau des racines.
Pendant la période estivale, tout au long du développement du maïs (culture principale) dans les parcelles « A », « B » et « C », la température et l'humidité du sol ont été surveillées à une profondeur de 10 cm. Des sondes portables ont été utilisées chaque semaine pour mesurer l'humidité et la température. Trois mesures

ont été effectuées pour chaque point de prélèvement de chaque parcelle, soit neuf mesures par parcelle chaque semaine.

3.2 Suivi des cultures

Au cours de l'année 2025, les cultures surveillées ont été les suivantes :

- Mélange de céréales et de légumineuses : avoine d'hiver, triticale d'hiver, vesce pannonique, vesce d'hiver et trèfle incarnat (nom commercial : OH-Hiverna-Fix-Legumina). Avec ajout de 50 % de pois d'hiver (variété ARKTA) ; comme culture de couverture hivernale sur les parcelles « A » et « B ».
- Maïs comme culture principale dans les parcelles « A », « B » et « C ».
- Mélange de céréales et de légumineuses : mélange de céréales d'automne et de légumineuses, composé de 55 % de triticale, 15 % d'avoine, 10 % de blé, 20 % de pois (nom commercial : OH-71-f/p-BIO) ; comme culture de couverture hivernale sur les parcelles « D ».
- Soja comme culture principale dans les parcelles « D » et « Dt » (témoin).

Pour ces cultures, en fonction des cas et des possibilités au cours de la saison, les rendements en matière sèche (MS) ont été mesurés à chaque récolte, la présence de mauvaises herbes indésirables a été relevée et le développement a été surveillé.

Mesure du rendement des cultures de couverture ou fourragères
Pour toutes les parcelles, deux échantillons ont été prélevés et pesés à chaque point de relevé de chaque parcelle. Chaque échantillon correspond à une surface de 1 m^2 située dans une zone homogène et représentative de la culture au point de relevé. L'échantillon prélevé a été pesé et séché au four pour mesurer la matière sèche.

Relevé des mauvaises herbes ou des plantes indésirables
Pour chaque échantillon prélevé, les espèces présentes ont été déterminées et leur pourcentage a été estimé en attribuant des classes d'abondance à chaque espèce relevée.

Suivi du développement des cultures
La hauteur des plantes et le stade phénologique de la culture principale ont été relevés régulièrement tous les 7 à 14 jours, en fonction du moment de croissance. Pour chaque point de relevé (trois par parcelle), trois observations ont été effectuées de manière homogène le long d'une ligne traversant la parcelle perpendiculairement (les plantes endommagées ou non représentatives ont été écartées). Malheureusement, au début du développement, nous avons interrompu les mesures en raison d'une tempête de grêle qui a complètement détruit le champ.

Mesure du rendement de la culture principale
Pour mesurer les rendements en grains de maïs dans les parcelles A, B et C, deux échantillons ont été prélevés pour chaque point de relevé à l'intérieur de chaque parcelle, soit six échantillons par parcelle. Chaque échantillon était constitué de deux transects linéaires de 2,5 mètres le long de deux rangées de maïs représentatives de la parcelle, dans lesquels le nombre de plantes et le nombre d'épis ont été comptés, toutes les plantes et tous les épis ont été récoltés et utilisés comme échantillon pour la mesure de la matière sèche, respectivement de la biomasse végétale et du grain.
Aucun protocole n'a été appliqué pour mesurer le rendement en grains de soja dans les parcelles D et Dt. Malheureusement, comme pour le test de l'année précédente, mais pour des raisons différentes, la culture n'est pas arrivée à terme.

Maladies et parasites
Au cours du suivi du développement des principales cultures, l'apparition éventuelle de maladies et/ou de parasites a été notée, puis systématiquement relevée lors de la récolte.

4 Résultats

4.1 Monitorage du sol

Au mois de mai, comme les années précédentes, les mesures ont été répétées dans les parcelles « A », « B » et « C » selon la méthode prévue et décrite précédemment.
Cette année, au moment des mesures sur les parcelles, la culture de couverture était composée de

Mesures avec la sonde FarmLab
Les données recueillies à l'aide de la sonde FarmLab ont mis en évidence certaines différences intéressantes entre les parcelles, même si elles ne sont pas excessives.
Dans les tableaux, pour faciliter la lecture, les couleurs indiquent la valeur minimale (rouge) et maximale (verte) pour chaque élément analysé entre les trois parcelles A, B et C comparées.
Les tableaux 1-a et 1-b indiquent les valeurs moyennes pour les différents points d'échantillonnage des parcelles A, B et C, respectivement pour les mesures effectuées en 2024 et en 2025, *image 2.*
La parcelle C a enregistré des valeurs plus élevées d'azote dans le sol, tant pour 2024 que pour 2025, ce qui suggère une plus grande disponibilité d'azote par rapport aux deux autres parcelles.
La parcelle B présente en moyenne le pourcentage le plus élevé de matière organique par rapport aux deux autres parcelles, dont les valeurs les plus faibles sont observées dans la parcelle C pour l'année 2024, mais pas pour l'année 2025.
Les valeurs d'humidité du sol (moisture) semblent également favoriser les parcelles avec un travail limité (A et B) par rapport à la parcelle avec un travail ordinaire (C).





Image 1.2 : points de mesure relevés avec la sonde FarmLab (à droite) de la société STENON, chaque point correspondant à trois mesures. La position des points est indicative, mais non exhaustive, car elle est relevée par le GPS interne de la sonde, qui n'offre pas une très grande

Tableau 1-a : valeurs moyennes du sol mesurées avec la sonde FarmLab 27.06.2024

Parcelle	Nmin [kg/ha]	NO3-N [kg/ha]	N total [%]	P [mg/100 g]	K (bêta) [mg/100 g]	Humidité [%]	pH	SOC [%]	SOM [%]	Rapport C/N	Mg [mg/100 g]	Température du sol [°C]	Température de l'air [°C]	Humidité [%]
A	51,0	0,0	0,2	12,1	12,4	18,5	6,5	2,1	3,6	10,8	10,3	26,1	32,0	54,5
B	45,0	0,3	0,2	10,9	12,6	18,6	6,5	2,1	3,7	10,8	10,1	25,3	32,3	52,8
C	59,3	19,7	0,2	10,5	12,1	16,1	6,5	1,9	3,3	12,7	9,6	25,5	32,3	53,0
Moyenne	51,8	6,7	0,2	11,2	12,4	17,7	6,5	2,0	3,5	11,4	10,0	25,6	32,2	53,4

Tableau 1-b : valeurs moyennes du sol mesurées avec la sonde FarmLab 15.05.2025

Parcelle	Nmin [kg/ha]	NO3-N [kg/ha]	N total [%]	P [mg/100 g]	K (bêta) [mg/100 g]	Humidité [%]	pH	SOC [%]	SOM [%]	Rapport C/N	Mg [mg/100 g]	Température du sol [°C]	Température de l'air [°C]	Humidité [%]
A	34,3	0,0	0,2	13,9	12,0	16,6	6,5	2,1	3,6	14,3	10,3	21,8	30,4	28,3
B	39,7	14,0	0,2	12,2	12,0	17,2	6,3	2,5	4,2	15,1	10,4	23,2	30,4	29,6
C	66,3	61,0	0,2	15,4	12,0	15,7	6,4	2,4	4,2	15,0	13,3	24,5	34,3	23,1
Moyenne	46,8	25,0	0,2	13,8	12,0	16,5	6,4	2,3	4,0	14,8	11,3	23,2	31,7	27,0

Test de la bêche

Le test à la bêche a été effectué au début du projet (2021), à mi-parcours (2023) et à la fin du projet (2025). D'après les premiers tests, les parcelles « A », « B » et « C » semblaient assez homogènes. La structure du sol est entre particulaire et glomérulaire, compte tenu de la texture tendant vers le sableux, les zones où la matière organique et la présence de racines améliorent clairement la structure. En général, la couleur des profils semble assez homogène dans les 20 à 30 premiers centimètres. On note un léger gradient allant d'est en ouest (orientation des bandes) où la présence de matière organique diminue (la couleur passe de plus foncée à plus claire) avec une légère augmentation de sable, de gravier et de cailloux, même de grande taille. Dans tous les échantillons, on observe une couche de sable à une profondeur variable entre 35 et 40 cm, qui alterne souvent avec des zones hydromorphes. On observe parfois une couche compactée (semelle de labour) à une profondeur d'environ 20 cm.



Image 2
Tubercules radiculaires du pois d'hiver. Parcelle « A »

Par rapport au test effectué au cours de la première année 2021, en 2023 et en 2025, la parcelle « A » présente, dans les 15 à 20 premiers centimètres de profondeur, une structure un peu plus grossière, grumeleuse, avec une plus grande présence de racines et d'agrégats stables. Dans la parcelle « B » également, les 15 premiers centimètres présentent une structure grumeleuse, mais avec moins de racines que dans la parcelle « A ».

En conclusion, les tests effectués à l'aide d'une bêche tout au long du projet montrent une amélioration au niveau de la structure et de la présence de racines dans les parcelles consacrées au semis direct et au semis sur paillis, A et B. En particulier, en 2023, les profils présentaient des signes évidents d'amélioration par rapport au début du projet. En revanche, la parcelle C n'a pas montré de changements particuliers au fil du temps, si ce n'est des différences ponctuelles en fonction de la culture présente au moment du test ; en effet, lors du dernier test effectué, elle présentait un état moins bon que les années précédentes, principalement dû aux travaux effectués avant la mesure, en particulier les opérations de décaillage réalisées pendant l'hiver. Bien que ces mesures aient été effectuées de manière ponctuelle et aient donc pu être influencées par la culture et les opérations culturales du moment, elles ont néanmoins permis d'identifier des aspects intéressants et des changements dans le sol liés aux différents types de conduite.

***Tableau* 1**
Comparaison entre les résultats du « test de la bêche » effectué en 2021 et 2023, parcelles A, B et C. Tableau continué à la page

		
Parcelle B 2021 Couleur homogène - Odeur de terre - Racines fines jusqu'à -37 cm - Peu de galeries et de vers de terre - Peu de parties non décomposées - Grosses pierres dans le profil - Couche de sable à -35 cm - Horizon hydromorphe à -35 cm (uniquement dans B2).	**Parcelle B 2023** - Humide - Odeur végétale plus prononcée - Jusqu'à -10 cm, il y a des grumeaux de SO et les racines sont plus fines que dans A1 De -10 à -20 cm, il y a encore des racines qui continuent jusqu'à -30 cm - Jusqu'à -20 cm, le sol est plus compact et uniforme que dans A1 et les agrégats sont plus petits (< 2-3 cm) - À -20/25 cm, il y a une zone compactée qui se prolonge jusqu'à -40 cm	**Parcelle B 2025** Couleur foncée jusqu'à -15 cm Jusqu'à -5 cm, agrégats fins (1,5 cm) et présence de racines, de -5 cm à -20 cm, agrégats prismatiques compacts Jusqu'à -10 cm, beaucoup de SO non décomposée (compost) De -20 à -35 cm, couche compacte avec des agrégats prismatiques de 5-10 cm Jusqu'à -30, nombreux trous laissés par les vers de terre À -35 cm, couche de sable minéral gris
		
Parcelle C 2021 - Couleur homogène (plus claire dans C3) - Odeur de terre - Présence de grosses pierres dans le profil	**Parcelle C 2023** - Couleur plus foncée au-dessus de -20 cm - Odeur végétale jusqu'à -20 cm - Jusqu'à -20 cm, on trouve des agrégats d'environ 3 cm et peu de	**Parcelle C 2025** Couleur homogène jusqu'à -20 cm Jusqu'à -15 cm, agrégats d'environ 1 cm peu stables, de -25 cm à -35 cm, agrégats prismatiques, sol sableux, très compact et absence de pierres ou de cailloux En dessous de -35 cm, on ne trouve que du sable

- Aucune matière organique non décomposée - Racines fines, surtout en surface, max -35 cm - Pas de compactage (oui en C3 à -26 cm) Faible présence de turricoles - Couche de sable à -37 cm, - horizon hydromorphe à -45 cm (uniquement en C2)	rhizobiums par rapport à la parcelle A1 - La structure est assez compacte même en surface et à partir de -20 cm, on observe une zone encore plus compacte. Jusqu'à -20 cm, il y a peu de résidus de SO Jusqu'à -20 cm, on trouve des racines fines (plus fines que dans la parcelle B1, peut-être parce qu'elles proviennent de graminées) - À partir de -20 cm, il y a peu de racines - À partir de -50 cm, on remarque une zone hydromorphe -	À partir de -15 cm, on trouve quelques résidus noirs non décomposés Trous de vers de terre jusqu'à -35 cm Horizon légèrement marbré à -35 cm En raison du travail récemment effectué (sol nu) et du décaillage, il n'y a pas de racines

***Tableau* 1**
Comparaison des résultats du « test de la bêche » effectué en 2021, 2023 et 2025, parcelles « A », « B » et « C »

Mesure du compactage du sol le long du profil

À l'aide d'un pénétromètre, il est possible de détecter la présence de semelles de labour ou de zones compactées. En répétant la mesure dans le temps, il est possible d'observer d'éventuels changements jusqu'à une profondeur d'environ 50 cm.

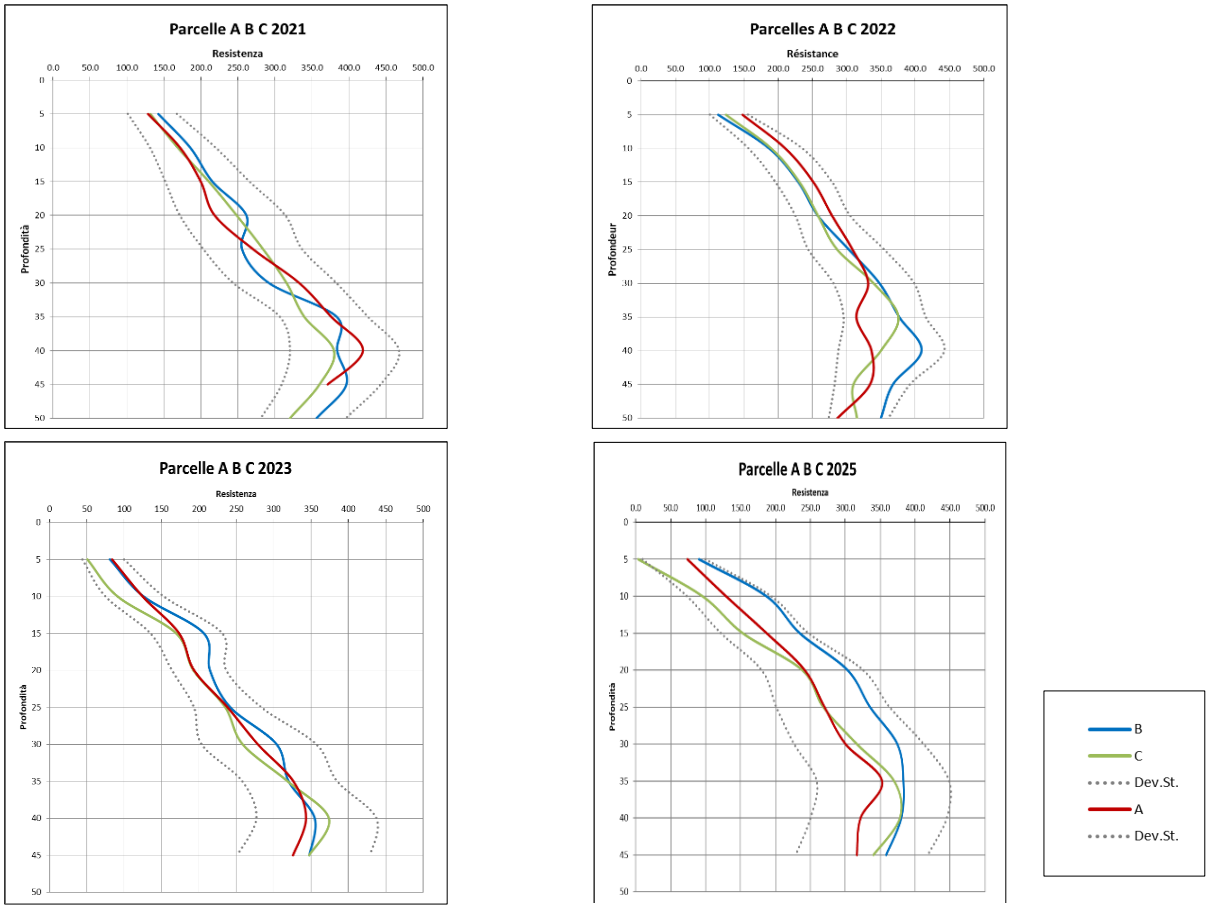
Au cours des trois années qui ont suivi le début des essais, il a été possible de constater quelques variations entre la parcelle « A », en semis direct, par rapport à « B » (semis avec travail minimal) et « C » (travail ordinaire).
Les *graphiques* 1, 2 et 3 montrent la résistance à la pénétration des parcelles « A », « B » et « C » à des profondeurs croissantes, pour les années 2021, 2022, 2023 et 2025. Chaque courbe représente la moyenne des vingt-et-une mesure effectuée dans une parcelle.
Comme pour les années précédentes, dans les 35 premiers centimètres de profondeur, dans toutes les parcelles, la résistance à la pénétration augmente progressivement à mesure que l'on descend en profondeur. En descendant plus profondément (environ 35-45 cm), on constate des variations de résistance dues à l'alternance de couches sableuses et de couches plus compactes (horizons hydromorphes).
Les mesures répétées progressivement au cours des années du projet montrent de légers changements par rapport à 2021.
D'un premier coup d'œil général (graphiques 1, 2 et 3), on constate qu'en 2023 et 2025, les valeurs de résistance des 10 premiers centimètres de profondeur sont en moyenne plus faibles que les années précédentes pour toutes les parcelles, en particulier pour la parcelle C, ce qui montre une certaine variabilité due aux conditions au moment de la mesure.
Les graphiques 4, 5 et 6 permettent de comparer les années 2021 et 2022 avec 2023 (ligne rouge continue) pour chaque parcelle.
La parcelle « A », n'ayant subi aucun travail, présente en moyenne une densité du sol plus élevée dans les 10 premiers centimètres de profondeur, et en descendant plus profondément entre 35 et 40 cm, elle semble moins compacte qu'en 2021. La parcelle « B », qui a été gérée par semis direct en 2023, est également plus compacte dans les 15 premiers centimètres de profondeur, mais la compacité moyenne à des profondeurs croissantes ne subit pas de variations notables par rapport aux années précédentes.
La parcelle « C », qui a toujours été travaillée, est en revanche plus meuble en surface, au niveau des couches travaillées, mais atteint progressivement en profondeur la compacité mesurée les années précédentes, voire plus.



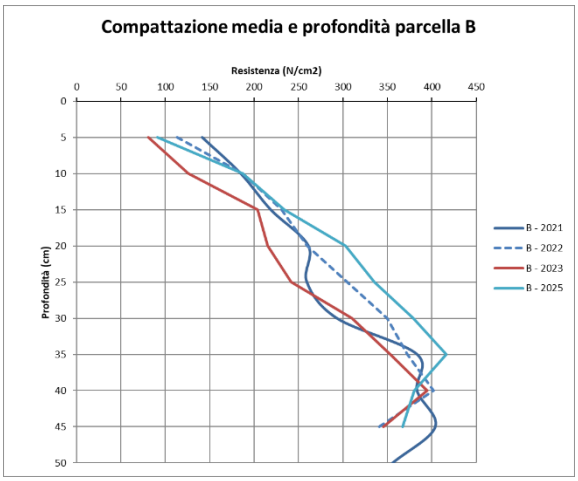
***Image* 3**
Mesure du compactage du sol à l'aide d'un pénétromètre, en collaboration avec la SPAAS (collaboratrice scientifique Valentina Togni)



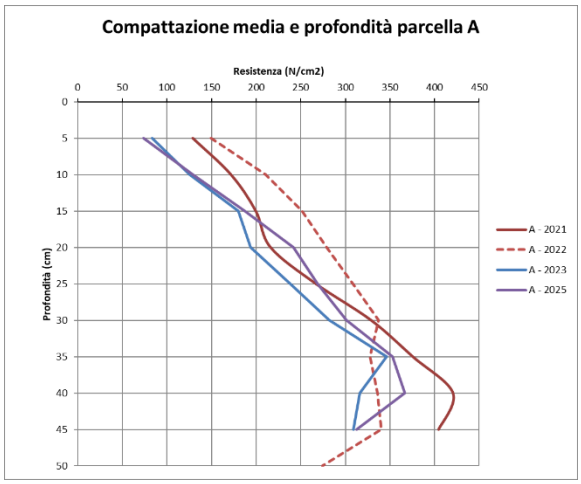
***Image* 4**
Pénétromètre analogique, mesure sur la parcelle C, sol labouré.



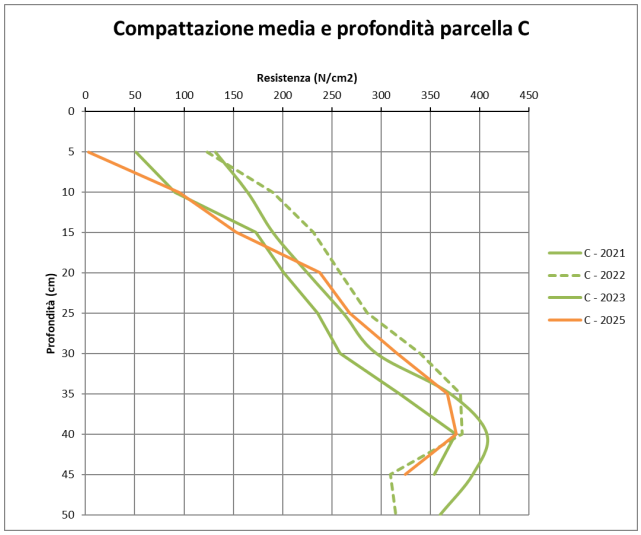
***Graphiques* 1, 2, 3 et 4**
Résistance à la pénétration du sol (N/cm2) en fonction de la profondeur parcelles « A », « B » et « C », et années 2021, 2022, 2023 et 2025



***Graphique* 4**
Résistance à la pénétration du sol (N/cm2) en fonction de la profondeur de la parcelle « B », comparaison entre les années 2021, 2022, 2023 et 2025



***Graphique* 5**
Résistance à la pénétration du sol (N/cm2) en fonction de la profondeur de la parcelle « A », comparaison entre les années 2021, 2022, 2023 et 2025

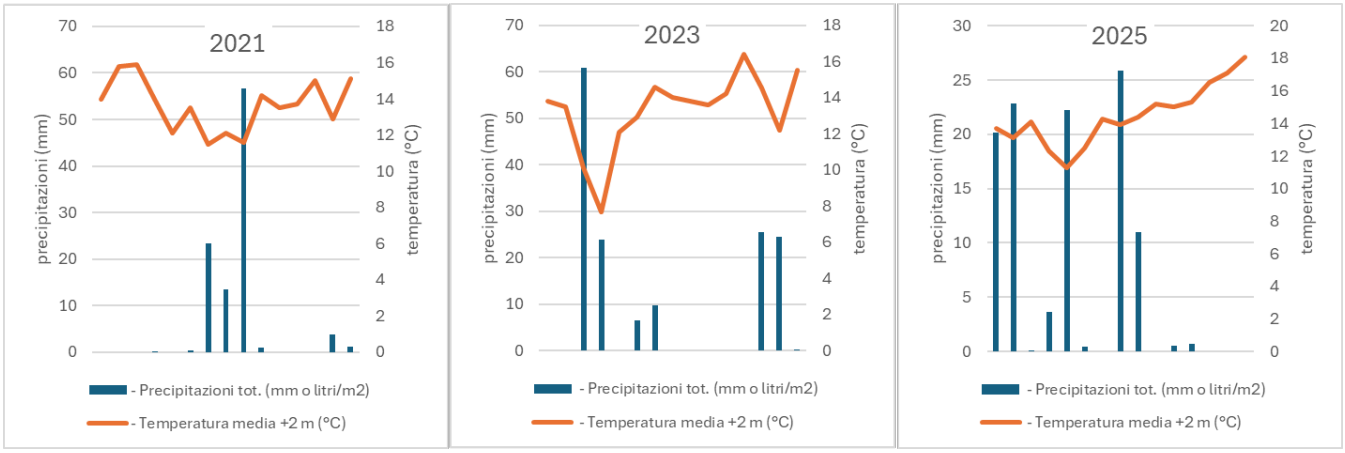


***Graphique* 6**
Résistance à la pénétration du sol (N/cm2) en fonction de la profondeur parcelle « C », comparaison entre les années 2021, 2022, 2023 et 2025

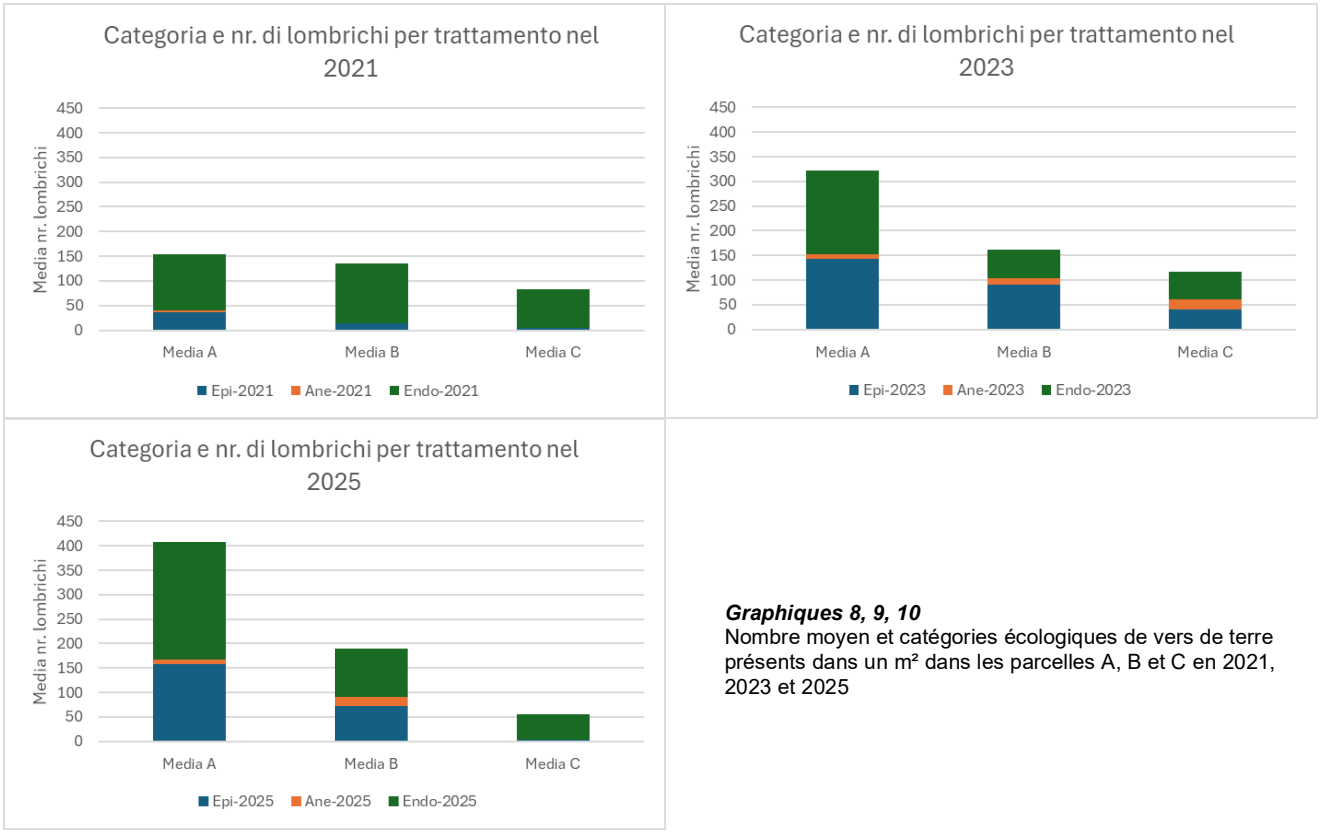
Compte tenu de la grande variabilité des valeurs mesurées et des influences possibles dues aux conditions environnementales et d'humidité liées au moment du relevé, il est difficile de corréler directement et avec certitude le compactage du sol avec les différents systèmes de gestion, mais cela constitue une première étape pour comprendre les interactions entre le sol et sa gestion. Il est évident que les conditions du moment influencent la « pénétrabilité » du sol par l'instrument de mesure et que les travaux augmentent la souplesse superficielle du sol, mais en même temps, le semis direct ne montre pas d'influence particulière sur l'augmentation du compactage, qui reste à des niveaux acceptables et cohérents avec le reste du profil du sol.
En général, la parcelle A a montré au fil du temps une diminution du compactage pour les horizons les plus superficiels, tandis que la parcelle B ne présente pas de changements particuliers dans le temps. Le compactage présente une autre variabilité d'une année à l'autre sans montrer de tendance particulière. Alors que la parcelle C montre clairement l'effet des travaux superficiels qui rendent le premier horizon complètement meuble et dépourvu de compactage mesurable, la résistance à la pénétration augmente rapidement dès que l'on se déplace vers un horizon plus profond non affecté par les travaux. En conclusion, on peut affirmer que la gestion sans travail du sol, donc en semis direct, et la gestion combinée avec un travail minimal du sol ne contribuent pas à la formation de zones excessivement compactées et maintiennent en même temps la surface du champ plus stable, avec une meilleure portance pour le passage des machines.

Présence de vers de terre

Comme déjà décrit dans le chapitre « Matériaux et méthodes », les vers de terre ont été pris en compte comme bio-indicateurs dans l'évaluation de la qualité du sol. Les individus recensés ont été répartis en catégories écologiques, chacune d'entre elles remplissant des fonctions différentes dans le sol et étant liée à certaines conditions environnement s. L'interprétation de ces informations permet d'obtenir une indication assez précise de l'état de santé d'un sol.
Les graphiques 8, 9 et 10 montrent le nombre moyen de vers de terre par mètre carré (n°/m²) qui a été mesuré dans les trois parcelles en 2021, 2023 et 2025. Le nombre d'individus recensés est plus élevé en 2023 et 2025 pour toutes les parcelles qu'en 2021. La période d'observation a été la même pour toutes les années, mais les conditions de température et d'humidité ont été légèrement différentes et ont pu contribuer à favoriser une plus grande présence de vers de terre, graphique 7. Dans les parcelles « B » et « C », l'augmentation du nombre de vers de terre par mètre carré est moindre que dans la parcelle « A », où le sol n'a plus été travaillé depuis fin 2019 (avant le début du projet).



***Graphique* 7**
Comparaison entre les années 2021, 2023 et 2025 de l'évolution des précipitations et de la température au cours des quinze jours précédant l'échantillonnage des vers de terre



Graphiques 8, 9, 10
Nombre moyen et catégories écologiques de vers de terre présents dans un m² dans les parcelles A, B et C en 2021, 2023 et 2025

Les graphiques comparent 2021 à 2023 et 2025 en termes de nombre d'individus échantillonnés et de leur répartition dans les différentes catégories écologiques observées. Parmi les trois catégories, celle des vers de terre endogés est la plus représentée. Il s'agit de vers de terre qui vivent dans les premières couches de l'horizon A, où la matière organique n'est plus reconnaissable et interagit avec la fraction minérale du sol. Les deux catégories les moins représentées sont les vers de terre épigés et, encore moins, les vers de terre anéciques. Les premiers fréquentent la couche superficielle de litière (O) et partiellement l'horizon (A) où la matière organique est encore reconnaissable. Les seconds, en revanche, sont des vers de terre de profondeur, ils fréquentent les horizons (A) et (B) et sont responsables du brassage profond du sol. Classification des horizons [3].
En 2021, le nombre d'individus par mètre carré pour les parcelles « A » et « B » dépassait 120 individus, un niveau pouvant être qualifié de « bonne abondance » (critère d'évaluation FiBL [7] [9]), tandis que la parcelle « C » n'atteignait pas ce niveau. Au cours de la saison 2023, le nombre d'individus a dépassé la valeur seuil de 120 individus dans les parcelles « A » et « B », tandis que dans la parcelle « C », le nombre d'individus s'est rapproché de la valeur seuil sans toutefois l'atteindre.
Au cours des années suivantes, 2023 et 2025, on observe une augmentation importante et constante du nombre de vers de terre par mètre carré dans les parcelles A et B, avec une augmentation de la présence des catégories initialement moins représentées ; en revanche, le nombre d'individus dans la parcelle C reste faible, avec une variabilité attribuable aux conditions climatiques et aux travaux agricoles de l'époque plutôt qu'au type de traitement, et cette affirmation reste valable si l'on s'attarde sur les différentes catégories écologiques.

Afin de décrire plus en détail l'état du sol, les données collectées ont été traitées en calculant « l'indice de qualité biologique du sol (**QBS-e**) basé sur les vers de terre et appliqué aux agroécosystèmes » [8].

Formule de l'indice :

QBS-e = (points IDR G,AD · N) + (points COP G,AD · N) + (points EPI G · N) + (points END G · N) + (points EPI AD · N) + (points END AD · N) + (points ANE G · N) + (points ANE AD · N)

Où (dans la formule) :
Points EMI : indicateur écomorphologique (*tableau 2*)
N : nombre d'individus par mètre carré (n.indiv/m^2)
IDR, COP,… : Catégories écologiques (*tableau 2*)

Cet indice permet d'identifier 5 classes de qualité du sol allant de *médiocre - 0* à *excellent - 4*.

Catégorie écologique		Stade		Points EMI
Hydrophile	(IDR)	Jeune	(G)	1
Hydrophile	(IDR)	Adulte	(AD)	1
Coprophage	(COP)	Jeune	(G)	2
Coprophage	(COP)	Adulte	(AD)	2
Épigée	(EPI)	Jeune	(G)	2,5
Endogène	(END)	Jeune	(G)	2,5
Épigé	(EPI)	Adulte	(AD)	3
Endogène	(END)	Adulte	(AD)	3,2
Anéchique	(ANE)	Jeune	(G)	10
Anecico	(ANE)	Adulte	(AD)	14,4

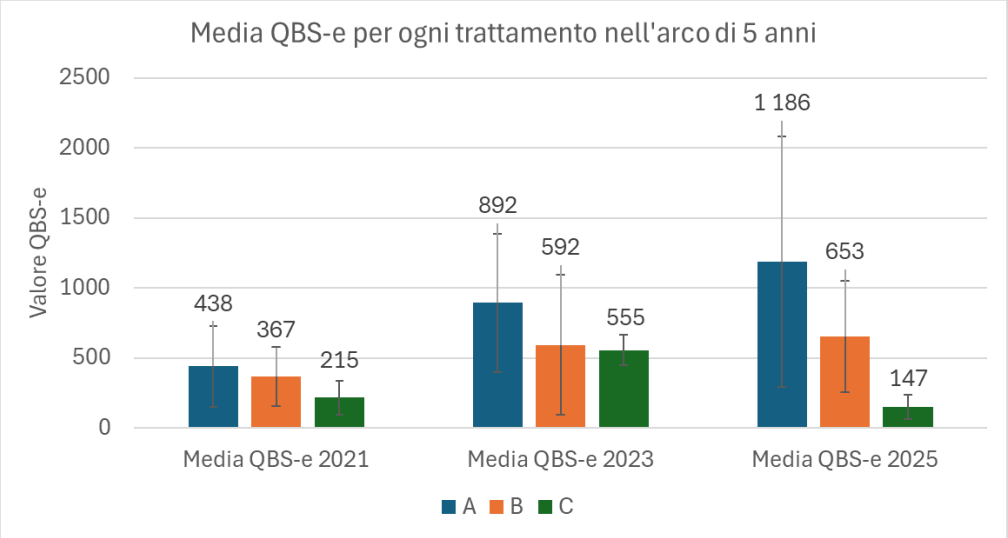
Tableau 2 : Score EMI (indicateur écomorphologique) attribué à chaque catégorie écologique [8]

Valeur Indice QBS-e (agroécosystème, environnement semi-naturel)	Classe de qualité
QBS-e > 1000	Excellent - 4
600 < QBS-e < 1000	Bonne - 3
300 < QBS-e < 600	Passable - 2
100 < QBS-e < 300	Suffisante - 1
0 < QBS-e < 100	Médiocre - 0

Tableau 3 : Correspondance entre la valeur QBS-e et les classes de qualité du sol [8]

L'indice QBS-e fournit une évaluation plus détaillée en tenant compte des différentes catégories de vers de terre auxquelles sont attribués des indices de qualité différents.

Le graphique 11 montre l'évolution de l'indice de qualité QBS-e au fil des ans pour chaque parcelle surveillée. Si l'on compare les parcelles au cours d'une même année et au cours des années suivantes, on observe une certaine tendance à la baisse allant de A à C, mais la variation positive d'une année à l'autre est nettement plus importante et e pour les parcelles A et B où des pratiques agricoles à faible impact sur le sol ont été appliquées. En revanche, la parcelle C affiche une tendance à la stagnation et à la fluctuation de l'évaluation, restant toujours autour de valeurs modestes.
Le tableau ci-dessous résume les évaluations de l'état du sol selon le seuil minimum du FiBL et l'indice biologique QBS-e.
En effet, au cours de la saison 2023, et plus encore en 2025, le terrain A passé d'une qualité « bonne » à « excellente », le terrain B passe d'une qualité « moyenne » à « bonne », tandis que le terrain C peine à dépasser la note « suffisante » (*tableau 4*).



***Graphique* 11**
Indice QBS-e de qualité du sol en fonction du nombre et de la catégorie de vers de terre et son évolution pour les parcelles A, B et C en 2021, 2023 et 2025 en comparaison.

Après cinq ans d'essai, des différences commencent à apparaître entre les parcelles. Il semble que l'augmentation de la présence des vers de terre soit directement proportionnelle à la durée pendant laquelle le travail du sol est évité. En effet, dans la parcelle « A », les vers de terre ont considérablement augmenté, tandis que dans la parcelle « B », ils ont augmenté mais dans une moindre proportion, voire diminué comme dans la parcelle « C » (témoin).

Tableau 4 : résultats des évaluations qualité écologique des sols en fonct nombre de vers de terre par mètre Évaluation FiBL et évaluation Indice Q

2021				
Parcelle	**n°/ m²**	**x FiBL n>120 = bonne abondance**	**QBS-e**	**Classe de qualité**
A	155	suffisante	438	Passable - 2
B	136	suffisant	367	Discret - 2
C	89	Insuffisant	215	Suffisant - 1
2023				
Parcelle	**n°/ m²**	**x FiBL n>120 = bonne abondance**	**QBS-e**	**Classe de qualité**
A	323	Plus que suffisante	892	Bonne - 3
B	163	Suffisant	592	Passable - 2
C	117	Presque suffisant	555	Discrète - 2
2025				
Parcelle	**n°/ m²**	**x FiBL n>120 = bonne abondance**	**QBS-e**	**Classe de qualité**
A	408	Plus que suffisante	1186	Excellent - 4
B	189	Suffisant	653	Bon - 3
C	56	Insuffisant	147	Suffisant - 1

Considérations relatives à la texture du sol :
En général, les sols principalement sableux se caractérisent par une faible présence de vers de terre [8] [10], de sorte que des valeurs QBS-e faibles doivent néanmoins être considérées comme positives. Cependant, la présence de vers de terre dans les sols sableux est fortement influencée par la

présence de matière organique qui améliore les conditions environnementales pour ces petits animaux. Le choix des vers de terre comme indicateur biologique du sol est donc bien adapté à notre cas spécifique, car il met en évidence les variations de la teneur en humus et l'état de santé du sol.

Échantillons de sol pour analyse
Pour chaque parcelle A, B et C, trois échantillons de sol ont été prélevés en 2021, 2023 et 2025 afin d'être envoyés aux laboratoires d'analyse. Les résultats de l'analyse de ces échantillons ne sont pas encore disponibles, mais dès qu'ils le seront, ils pourront être utilisés pour une évaluation globale d'un point de vue analytique. Les résultats seront publiés dans les fiches et dans le matériel d'information encore en cours d'élaboration.

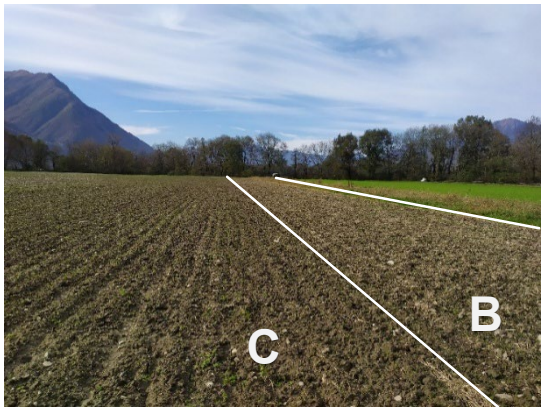
4.2 Suivi des cultures

En 2025, les rendements des cultures qui se sont succédé sur les parcelles « A », « B », « C » et « D » ont été mesurés. Pour les cultures de couverture, les rendements sont exprimés en production de matière sèche par hectare.
Pour les cultures principales (maïs), la biomasse de la plante entière (à l'exclusion de l'épi) et le rendement en grains (kg/ha) ont été mesurés.
Au cours de l'année 2025, les cultures suivies ont été les suivantes :

- Mélange de céréales et de légumineuses sur les parcelles « A » et « B ».
- Maïs comme culture principale sur les parcelles « A », « B » et « C ».
- Mélange de céréales et de légumineuses sur la parcelle « D ».
- Le soja comme culture principale dans les parcelles « D » et « Dt » (témoin)

Mesure du rendement et présence de mauvaises herbes

Parcelles « A », « B » et « C », couverture hivernale
À la fin de l'hiver 2024, une culture de couverture a été semée sur les parcelles « A » et « B », r la parcelle A n'a pas été travaillée et a été ensemencée en semis direct avec un semoir à céréales , tandis que sur la parcelle B, un travail superficiel a été effectué avec une herse à disques à environ 10 cm de profondeur, en deux passages, afin d'éliminer les chaumes et les mauvaises herbes qui s'étaient développés au cours de l'été.
Pour les deux parcelles, un mélange de céréales et de légumineuses composé d'avoine d'hiver, de triticale d'hiver, de vesce pannonique, de vesce d'hiver et de trèfle incarnat (nom commercial : OH-Hiverna-Fix-Legumina) a été utilisé. avec ajout de 50 % de pois d'hiver (variété ARKTA) à raison de 180 kg par hectare. vDans la parcelle témoin C, rien n'a été semé.
La date prévue pour les semis était la première quinzaine d'octobre, mais en raison des mauvaises conditions météorologiques qui ont ralenti toutes les autres opérations dans les champs voisins, il n'a pas été possible de semer à la date prévue et les semis ont été reportés au 6 novembre. Par la suite, les températures moyennes ont chuté, ralentissant considérablement le développement de la culture de couverture.





Images 10 et 11 **:** 06.11.2024, parcelles A, B et C au moment du semis de la couverture végétale hivernale de céréales et légumineuses.



Image 12 **:** 06.11.2024, parcelle A, semée en semis direct avec un semoir à céréales, à noter la forte présence de mauvaises herbes typiques de la fin de l'été (*Setaria spp.*

Parcelle D

Comme mentionné précédemment, afin de répéter l'expérience du semis direct du soja, un deuxième essai d'environ 2000 m²a été mis en place sur la parcelle « D » (*image 13*).
Sur la parcelle « D », un mélange de céréales d'automne et de légumineuses, composé de 55 % de triticale, 15 % d'avoine, 10 % de blé et 20 % de pois (nom commercial : OH-71-f/p-BIO), a donc été semé à l'automne 2024 comme culture de couverture hivernale.
Comme pour les parcelles A et B, en raison des mauvaises conditions météorologiques, les semis ont été effectués tardivement, le 6 novembre. Par la suite, les températures moyennes ont chuté, ralentissant considérablement le développement de la culture de couverture.



Image 13 **:** parcelle D, préparée pour tester à nouveau le semis direct du soja.

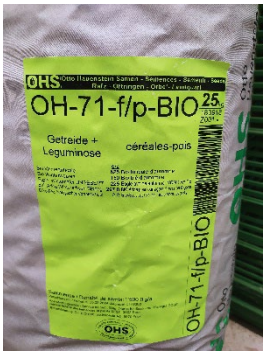


Image 13a **:** 06.11.2024, mélange de céréales d'automne et de légumineuses, composé de 55 % de triticale, 15 % d'avoine, 10 % de blé, 20 % de seigle (nom commercial : OH-71-f/p-BIO)

Image 13b **:** 06.11.2024 Semis des parcelles D et Dt avec un mélange de céréales d'automne et de légumineuses, sur un sol labouré.



À la fin de l'hiver, la culture de couverture ne présentait pas la densité attendue, avec un développement limité des légumineuses et un tallage restreint des graminées, laissant une grande partie du sol découvert. Dans ces conditions, de nombreuses plantules de mauvaises herbes ont commencé à apparaître entre les plantes.
Par conséquent, début avril, afin d'améliorer le degré de couverture et de lutter contre les mauvaises herbes avant le semis du soja, un sursemis supplémentaire de trèfle d'Alexandrie a été effectué à l'aide d'un semoir à graines pour prairies (*images 14 et 15*).

***Images 14, 15* :** parcelle D, au printemps 2025, la culture de couverture n'avait pas atteint la densité souhaitée. Un sursemis de renfort avec du trèfle d'Alexandrie a donc été effectué.





*Développement des cultures de couverture (*mélange de céréales et de légumineuses*).*

Parcelles « A », « B », « C » et « D » couverture hivernale

Le mélange de céréales et de légumineuses utilisé comme culture de couverture en prévision du semis de maïs s'est développé pendant l'hiver sur les parcelles A et B où il avait été semé, mais comme indiqué précédemment, sans atteindre une densité optimale. Dans la parcelle A, la présence de plantes herbacées vivaces a fortement concurrencé le développement de la culture, tandis que dans la parcelle B, c'est l'apparition de mauvaises herbes annuelles qui a eu un impact négatif sur la culture de couverture.

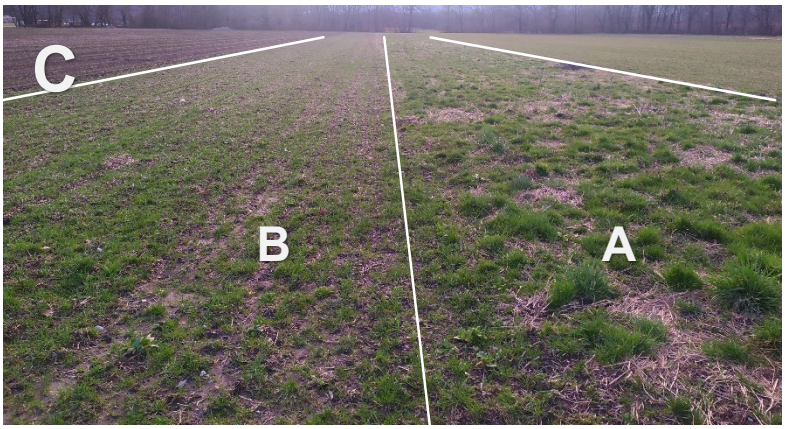


***Image 16* :** 26/02/2025, développement du mélange céréales-légumineuses. Dans la parcelle « A » en semis direct, forte présence de plantes herbacées vivaces ; dans la parcelle « B », on observe un développement plus

À la mi-mai, la culture de couverture avait atteint un stade de développement suffisant pour procéder au semis de la culture suivante, les céréales du mélange avaient atteint la floraison. Malgré cela, elles étaient peu tallées et relativement clairsemées, tout comme les légumineuses, qui n'étaient pas suffisamment développées pour assurer une couverture optimale du sol. *Image 17*

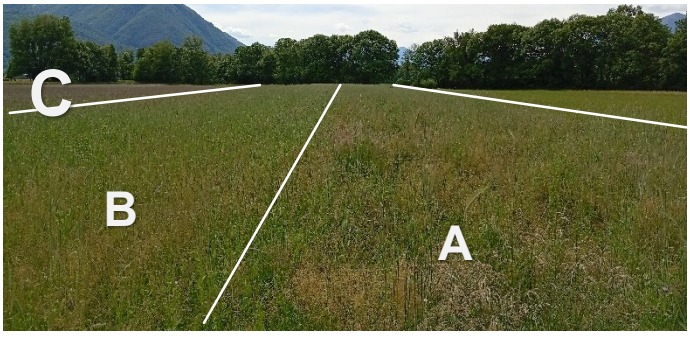


***Image 17* :** 15.05.2025, développement du mélange céréales-légumineuses. Dans la parcelle de semis direct « A », forte présence de plantes herbacées vivaces ; dans la parcelle « B », on constate un développement plus

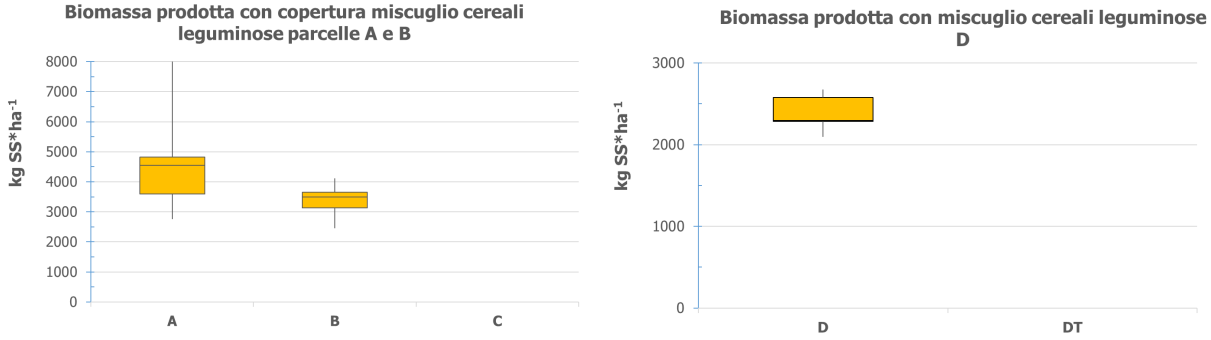
Parcelle D

Comme expliqué précédemment, une culture de couverture composée d'un mélange de céréales et de légumineuses a été semée dans la parcelle D. Ici aussi, comme pour les parcelles A et B, la culture s'est développée lentement avec un faible degré de couverture. Ces conditions sont restées inchangées jusqu'à la mi-mai, malgré le sursemis de renfort effectué début avril avec du trèfle d'Alexandrie, qui ne s'est pas suffisamment développé pour concurrencer les mauvaises herbes.
À la mi-mai, une fois atteint un niveau de développement des cultures de couverture permettant de procéder au semis direct de maïs et de soja dans les parcelles respectives, une évaluation finale a été effectuée et des échantillons de biomasse ont été prélevés.
À la fin du cycle (mi-mai), les cultures de couverture, grâce aux céréales, avaient atteint un niveau de développement et de couverture suffisant, mais présentaient une forte présence de mauvaises herbes, en particulier dans la parcelle A.



Image 18 **:** Développement de la culture de couverture dans les parcelles A et B à la mi-mai. Malgré son développement, elle présentait une forte présence de mauvaises herbes et était clairsemée à

Elles ont produit en moyenne entre 4 600 kg et 3 400 kg de matière sèche par hectare respectivement pour les parcelles « A » et « B », mais avec une présence plus importante de mauvaises herbes (de 11 à 38 %), tandis que dans la parcelle « D », malgré une présence moindre de mauvaises herbes (environ 10 %), la biomasse produite atteignait en moyenne 2 400 kg/ha. Voir les graphiques et tableaux ci-dessous.



Graphiques 12a, 12b : Biomasse produite avec un mélange céréales-légumineuses, semé sur sol non labouré parcelle A, semis sous paillis parcelle B et semis sur travail minimal du sol parcelle D.

La culture de couverture des parcelles « A » et « B » a ensuite été aplatie pour permettre le semis direct du maïs, tandis que la parcelle D a été ensemencée en semis direct avec du soja.
Malgré une production importante de biomasse, les deux parcelles présentaient tout de même une présence modérée de mauvaises herbes. La parcelle A, gérée depuis plus longtemps en semis direct, présentait en moyenne 38 % de surface couverte de mauvaises herbes, principalement des plantes vivaces telles que *Lolium perenne, Poa trivialis, Poa pratensis, Festuca pratensis et arundinacea.* La parcelle B présentait quant à elle moins de mauvaises herbes, principalement annuelles, telles que *Cerastium spp.*, *Stellaria media et Lamium purpureum.*
La faible biomasse produite et la forte présence de mauvaises herbes dans les cultures de couverture laissaient présager des difficultés possibles pour le contrôle des mauvaises herbes dans la culture suivante.

Valeurs moyennes	A	B	C	D	DT
Biomasse Kg SS /ha	4692	3379	-	2385	-
Hauteur moyenne	115	107	-	92	-
Évaluation	Faible	Moyenne	-	Faible	-
% de mauvaises herbes	38	11 %	-	10 %	-

Tableau 5 : Valeurs moyennes et caractéristiques des mélanges céréales-légumineuses utilisés comme cultures de couverture dans les parcelles A, B et D.

Suivi du développement de la culture principale, le maïs

Début juin, le maïs a été semé dans les trois parcelles d'essai « A », « B » et « C » (témoin) à l'aide d'un semoir pneumatique de précision (marque Kinze 2500) avec un inter-rang de 75 cm.
Il est clair que dans les parcelles A et B, le semis a été effectué en présence de la culture de couverture, qui a été aplatie par le passage du semoir, créant ainsi une couche de paillis organique ; tandis que la parcelle C avait été préalablement travaillée et le lit de semence préparé.
Malgré un bon démarrage de la germination sur toutes les parcelles, celles qui ont été ensemencées directement ont vu apparaître progressivement des mauvaises herbes qui occupaient l'interligne, ralentissant le développement du maïs.



Image 19 **:** Semis direct du maïs sur les parcelles A et B ; après le passage du semoir, la culture de couverture était parfaitement couchée.



Image 20 : Forte présence de mauvaises herbes dans les inter-rangs des parcelles A et B un mois après le semis du maïs.

Après le semis, le maïs a été surveillé en mesurant régulièrement sa hauteur et son stade phénologique. Parallèlement, des paramètres environnementaux, tels que l'humidité du sol et la température, ont été relevés, soit à l'aide de mesures manuelles avec des sondes portables, soit à l'aide de centrales automatiques. Malheureusement, ces dernières ont rencontré des problèmes d'enregistrement des données en raison d'une consommation excessive de la batterie qui provoquait leur arrêt périodique, empêchant la continuité des données, et en raison de dommages physiques causés par le passage d'animaux sauvages (cerfs et chevreuils) qui ont arraché plusieurs capteurs, provoquant l' t des anomalies dans les valeurs

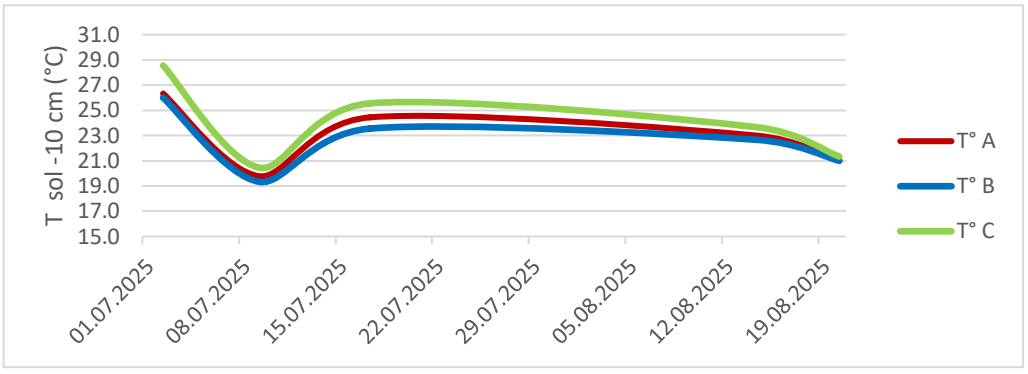
enregistrées. Par conséquent, seule une partie des données disponibles et les données collectées manuellement ont été analysées.

Malgré le nombre limité de mesures disponibles, les données relatives à la température et à l'humidité du sol permettent de formuler certaines observations descriptives. *Les graphiques 13 et 14* montrent respectivement la variation saisonnière des paramètres de température et d'humidité surveillés. Les courbes colorées représentent les variations de température ou d'humidité des trois parcelles différentes, tandis que les colonnes bleues indiquent les millimètres de précipitations cumulés pour chaque intervalle entre une mesure et la suivante. Les variations pour les deux paramètres, bien que peu élevées entre les trois parcelles, présentent de petites différences intéressantes. Les parcelles A et B ont affiché des valeurs moyennes d'humidité du sol inférieures à celles de la parcelle C, probablement en raison de la présence de mauvaises herbes actives qui absorbaient l'humidité, mais apparemment accompagnées d'une moindre amplitude thermique. La parcelle C, gérée avec un travail du sol, a en revanche montré une plus grande variabilité des valeurs mesurées, notamment en termes de température et lors des événements météorologiques. Ces différences sont cohérentes avec la gestion agronomique des parcelles et avec ce qui a été observé les années précédentes en termes de couverture du sol et de structure superficielle.

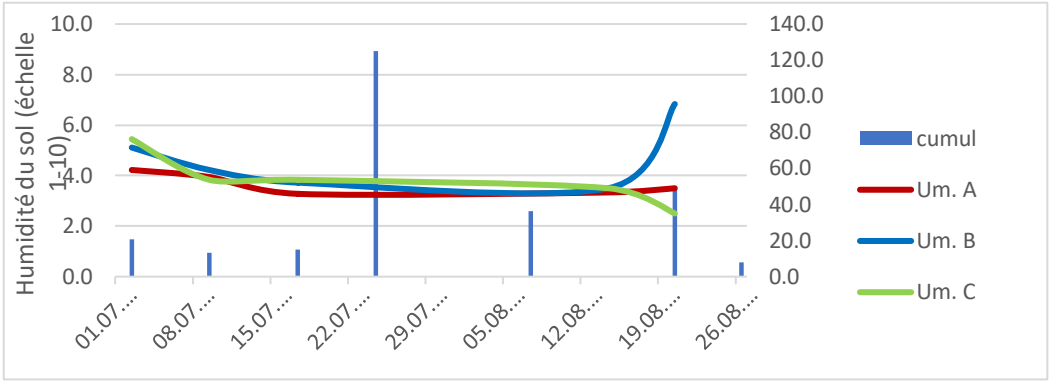


Images 21 et 22 : Mesures manuelles de la température et de l'humidité du sol et stations de mesure installées pour la mesure automatique des

Bien que ces différences entre les parcelles soient peu significatives, compte tenu du contexte de l'année, elles montrent que le sol travaillé est plus sensible aux changements brusques de température et de précipitations, mais que la présence de mauvaises herbes dans les parcelles gérées par semis direct pourrait également avoir une forte incidence sur la disponibilité en eau pour la culture.

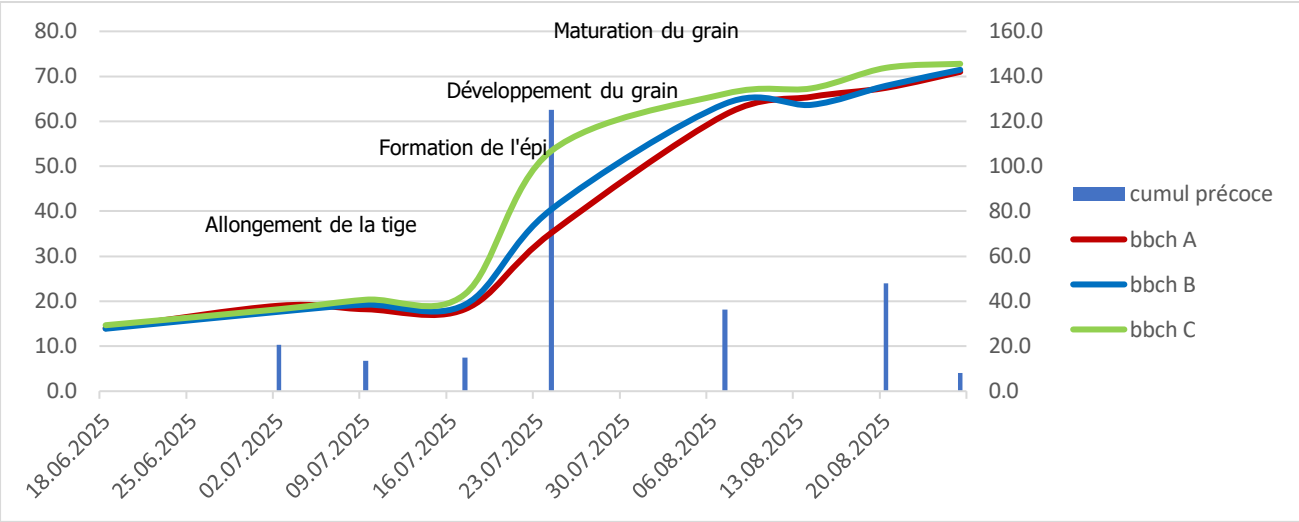


Graphique 13 : Variation de la température du sol pendant le développement du maïs dans les trois



Graphique 14 **:** Variation de l'humidité du sol pendant le développement du maïs dans les trois parcelles A, B et C

En ce qui concerne le développement phénologique, à la fin du cycle, aucune différence importante n'a été constatée entre les trois parcelles « A », « B » en semis direct et « C » en semis ordinaire avec travail du sol, les trois parcelles ayant atteint en moyenne la maturation de l'épi au même moment (*graphique 15*).
La ligne verte, qui représente la parcelle « C », montre cependant des différences par rapport aux parcelles « A » et « B ». Cela est dû à la présence importante de mauvaises herbes telles que des graminées vivaces et annuelles qui ont soumis le maïs à une forte concurrence, ralentissant son développement à certains moments, en particulier pendant la phase de formation de l'épi, et influençant considérablement la production de grains, comme nous le verrons plus loin.
Ces résultats montrent que le semis direct (parcelles « A » et « B ») a eu cette année une influence négative sur le développement phénologique du maïs qui, bien qu'il ait atteint sa pleine maturité au même moment que la parcelle « C », semée avec un travail minimal du sol, a vu son développement fortement ralenti lors de la formation des épis.
Dans *le graphique 15,* les phases du développement phénologique ont été décrites à l'aide de l'ÉCHELLE



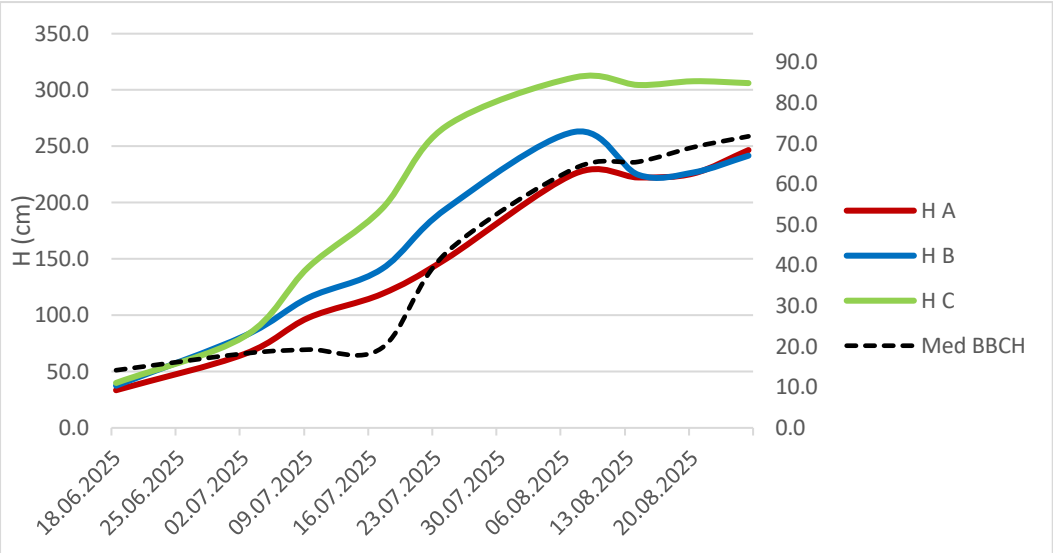
Graphique 15 **:** Développement du maïs dans les trois parcelles « A », « B » et « C », phases phénologiques BBCH. Et précipitations cumulées (colonnes bleues)

BBCH [2], qui offre un niveau de détail élevé pour la détection des différentes phases. Le *tableau 6* présente les principales phases phénologiques des céréales.

0 - 10	Germination/bourgeonnement/développement des bourgeons	50 - 60	Apparition des inflorescences (tige principale)
10	Développement des feuilles (tige principale)	60 - 70	Floraison (tige principale)
20 -30	Formation de pousses latérales/tallage	70 - 80	Développement des fruits
30 - 40	Allongement du tronc principal	80 - 90	Maturation des fruits et des graines
40 - 50	Botticella (tige principale)/développement de l'épi		

Tableau 6 **:** Échelle BBCH pour la description des phases phénologiques.

Tout comme pour le développement phénologique, le suivi de la croissance en hauteur des plantes a montré des différences entre les différentes parcelles, mises en évidence dans *le graphique 16,* où les courbes colorées représentent le développement moyen en hauteur (cm) des plants de maïs, tandis que la ligne noire en pointillés montre le développement phénologique moyen des trois parcelles. La parcelle « C » présente un développement moyen en hauteur supérieur à celui des parcelles « A » et « B ».
Cette différence s'accentue à mesure que le développement phénologique progresse.
Cela pourrait s'expliquer par la concurrence avec les mauvaises herbes présentes dans certaines zones des parcelles et/ou par une moindre disponibilité des éléments nutritifs.
La mesure des rendements et de la biomasse de la plante entière ci-dessous complétera le tableau général du développement du maïs.



Graphique 16 **:** Croissance en hauteur du maïs. Comparaison entre le semis direct (parcelles « A » et « B ») et le semis avec travail minimal du sol (parcelle « C »)

Mesure du rendement du maïs

Après le semis, le maïs a répondu par un bon taux de germination, mais le développement ultérieur a été différent entre les trois parcelles, ce qui s'est inévitablement répercuté sur la production de grains. Dans les parcelles A et B, comme décrit précédemment, outre un développement limité en hauteur, le nombre de plantes ayant atteint leur plein développement était également inférieur à celui du témoin (parcelle C). En effet, le développement en hauteur des plantes était plus important dans la parcelle « C » que dans les parcelles « B » et « A », qui présentaient une plus grande hétérogénéité au sein de la même parcelle, *image 23.*

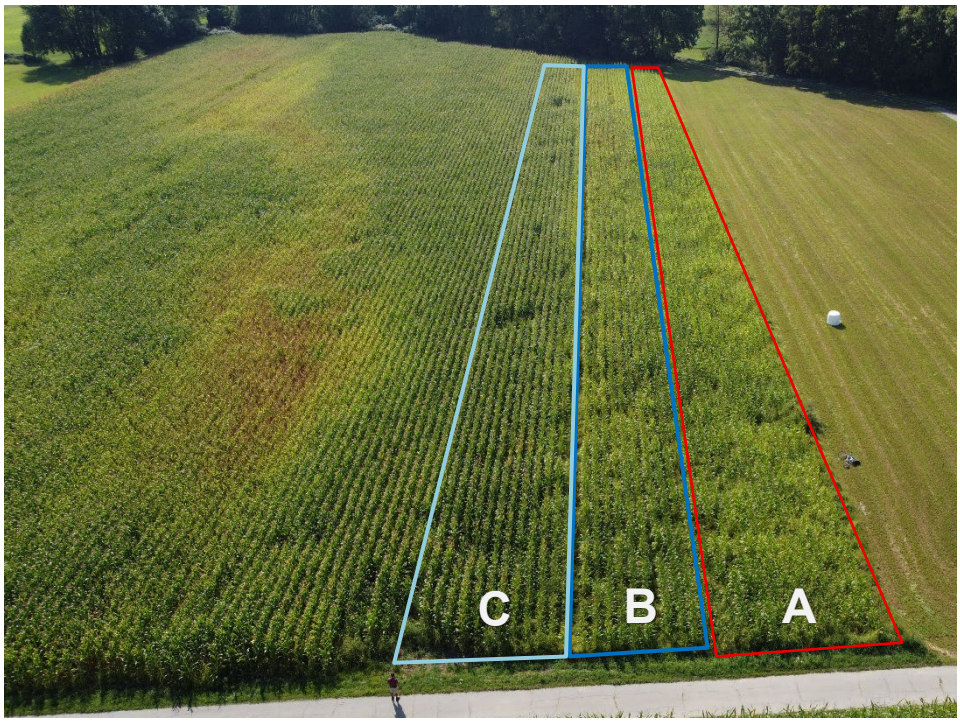
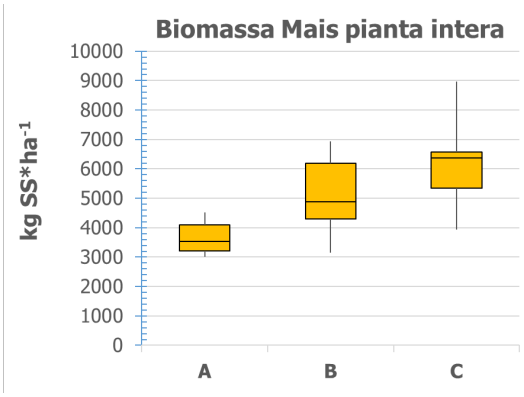


Image 23
Vue aérienne des parcelles « A », « B » et « C » pendant la pleine croissance du maïs. On remarque clairement les zones plus claires du champ où les plants de maïs ont connu un développement limité en raison de la présence de mauvaises herbes et d'un manque de nutriments

Pour mesurer le rendement du maïs, la production en grains et la biomasse produite par la plante entière ont été mesurées. La mesure de la production de biomasse de la plante entière a été comparée à la production en grains, ce qui a permis d'approfondir et de mieux interpréter les résultats du rendement en grains.

Les graphiques 17, 18 et 19 montrent respectivement, pour chacune des trois parcelles : la biomasse moyenne produite par la plante de maïs entière (à l'exclusion de l'épi) exprimée en kg par hectare, le rendement en grains en kg par hectare et le rapport entre les grains et la biomasse de la plante entière. Ce dernier paramètre exprime le nombre de kg de grains produits par 1 kg de matière sèche végétale et nous donne une indication de l'efficacité de la production de grains dans le système végétal ; il indique donc où la plante a investi son énergie, dans la production de grains ou de végétation.
Le rendement en grains pour les trois parcelles s'est avéré très hétérogène. En effet, alors qu'il était assez élevé pour la parcelle témoin C, il était nettement inférieur pour les deux parcelles en semis direct.

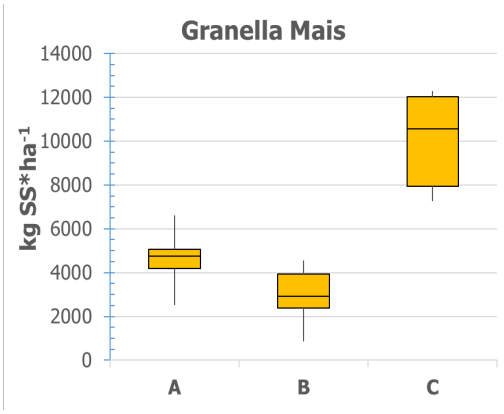
Les résultats de rendement pour les différentes parcelles (*graphique 18*) sont particulièrement intéressants et opposés aux résultats obtenus en 2023, toujours avec le maïs. En effet, malgré la grande hétérogénéité des échantillons, le témoin (parcelle « C ») a donné les meilleurs résultats, avec une production moyenne d'environ 10 000 kg/ha, contre un rendement moyen pour les parcelles « A » et « B » (semis direct) d'environ 4600 kg/ha et 2900 kg/ha respectivement. Une production tout à fait insatisfaisante par rapport au témoin. Voir *tableau 6.*
Le *graphique 19* peut aider à mieux comprendre les résultats du rendement ; en effet, il montre que le rapport grain/végétation dans la parcelle « C » est plus élevé, surtout par rapport aux parcelles « A et B » gérées avec un semis direct, ce qui permet de déduire que dans le cas de la parcelle « C » gérée de manière ordinaire, la plante a utilisé les ressources disponibles de manière plus efficace et a bénéficié d'une plus grande disponibilité en nutriments non seulement pendant tout le cycle de développement, mais aussi pendant la phase de remplissage de l'épi. Cela est facile à comprendre si l'on tient compte de la minéralisation accrue de la matière organique dans le sol causée par les travaux et les nombreux passages de sarclage effectués. De plus, ces derniers ont certainement réduit la présence de mauvaises herbes qui n'ont pas concurrencé la culture, en particulier au début de son développement.

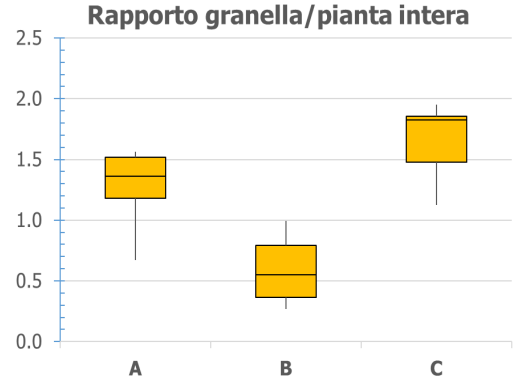


***Graphique* 17**
Production de biomasse de la plante entière de maïs. Comparaison entre les parcelles « A » et « B », semis direct sans herbicides, et la parcelle « C », semis après un travail minimal du sol et un sarclage. Cette dernière a produit en moyenne plus de biomasse



Image 24
Récolte à l'aide d'une sonde carottante d'échantillons pour mesurer la biomasse des plants de maïs.





***Graphiques* 18 et 19**
Respectivement, production de grains de maïs et rapport poids sec des grains/poids sec de la plante entière ; valeurs moyennes en kg par hectare. Comparaison entre les parcelles « A » et « B », semis direct sans herbicides, avec la parcelle « C », semis après un travail minimal du sol.



Immagine 25
Campioni di mais per la misura della resa.



Immagine 26
Evidente differenza di sviluppo in altezza e di intensità della colorazione del fogliame delle parcelle A e B rispetto al testimone C. Sintomi riflessi anche nella resa in granella.

Le tableau 7 résume les données collectées concernant la culture du maïs. Outre la mesure de la production de grains et du poids sec de la plante entière, le nombre de plantes le long des transects (nombre de plantes par rangée) de 2,5 m et le nombre d'épis récoltés dans le même transect ont été comptés. On en déduit le nombre moyen d'épis par plante. Cette donnée est plus élevée pour la parcelle « C » que pour les deux autres parcelles, et le nombre moyen de plantes par hectare est également plus élevé que pour les deux autres parcelles. On comprend ainsi quels facteurs ont conduit les parcelles en semis direct à avoir une production inférieure à celle du témoin. Un autre facteur qui a certainement influencé le rendement en grains est la présence de parasites et de maladies.

Parcelle	Plante entière	Grain	Plantes par hectare	Épis par hectare	Épi / plante	P %	F %
	kg/ha	kg/ha	N°/ha	N°/ha		%	%
A	3666,8	4635,1	72888,9	56888,9	0,8	50	64
B	5100,7	2955,1	64888,9	40000,0	0,6	60	89
C	6218,6	10041,6	71111,1	71111,1	1,0	46	49

Tableau 7
Données relatives aux échantillons de maïs pour la mesure du rendement. Les pourcentages P % et F % se réfèrent respectivement au pourcentage d'épis touchés par la pyrale et la fusariose.

Maladies et parasites

Au cours du suivi des cultures et de la collecte des données sur les rendements, des données ont été recueillies pour chaque point de relevé sur la présence de maladies, de parasites ou des dommages causés par ceux-ci. Tout au long du cycle cultural, les principaux dégâts constatés ont été causés par la pyrale du maïs qui, en attaquant l'épi, a favorisé l'apparition d'autres maladies telles que la fusariose. Lors de la récolte du maïs, pour chaque épi récolté, la présence de dégâts causés par la pyrale, la fusariose et l'intensité/l'étendue des dégâts sur l'épi ont été notées.

Comme le résume *le tableau 6* pour les trois parcelles, quel que soit le type de gestion, en moyenne 50 % des épis présentaient des dommages causés par la pyrale (P %). En entrant dans les détails, on constate une gravité des dommages différente entre les parcelles, la plus touchée étant la parcelle « B », avec 60 % des épis ; en revanche, la moins touchée est la parcelle « C », avec 46 % des épis touchés. La présence des galeries de la pyrale a favorisé l'infection par des maladies fongiques, en particulier la fusariose, qui a donc proportionnellement touché davantage la parcelle « B » avec 87 % des épis infectés, tandis que la parcelle la moins touchée était à nouveau la parcelle « C » avec 49 % des épis endommagés.

Ainsi, d'un point de vue sanitaire, la parcelle témoin affiche les meilleurs résultats, ce qui correspond aux résultats obtenus en termes de rendement en grains.



***Immagine* 25**
Pannocchia non ancora matura con segni iniziali di danni da piralide..



***Immagine* 26:**
Pannocchia danneggiata da fusariosi

<u>Suivi du développement de la culture principale, le soja</u>

Le soja a été semé dans la parcelle d'essai D en semis direct et dans la parcelle Dt (témoin) par semis classique sur sol travaillé. Le travail, bien que superficiel, a été effectué à l'aide d'une herse à disques en plusieurs passages afin de garantir un nettoyage optimal du champ.
Le semis direct sur la parcelle D a été effectué à l'aide d'un semoir pneumatique de précision, utilisé pour le maïs (marque Kinze 2500). Compte tenu de l'écartement de 75 cm entre les rangs, la surface a été labourée deux fois en décalant les rangs de semis afin d'obtenir un espacement final de 35 à 38 cm entre les rangs. La variété semée est le soja BIO PROTEIX, semi-tardif (pour le tofu), avec une densité de semis de 625 000 graines par hectare, soit 112,5 kg par hectare. Dans la parcelle témoin Dt, le semis a été effectué à l'aide d'un semoir de précision classique (de marque Gaspardo) avec un inter-rang de 45 cm, sur un sol préalablement travaillé.
Au moment du semis, un inoculant spécial pour les fixateurs d'azote a également été ajouté.



Immagini 27 e 28:
Seminatrice di precisione utilizzata per la soia nella parcella Dt.
semente di soia BIO PROTEIX,

Le semis pour les parcelles D et Dt a été effectué début juin.
Comme indiqué précédemment, le développement de la culture de couverture n'a pas été optimal et la densité n'était pas suffisante pour couvrir entièrement le sol ; en effet, dès le début du développement du soja, plusieurs mauvaises herbes sont apparues, entrant en concurrence avec le soja. Les mauvaises herbes détectées étaient principalement annuelles, généralement liées aux rotations culturales, donc, compte tenu de la période, principalement des panicules estivales et des amarantes.
Même dans la parcelle témoin, la germination du soja a démarré lentement, avec une densité de culture très clairsemée et une forte présence de mauvaises herbes, qui ont ensuite été détruites grâce à une opération de sarclage. Malgré la lutte contre les mauvaises herbes, la culture ne s'est pas densifiée et les quelques plants de soja n'ont pas réussi à couvrir le sol, laissant entrevoir une récolte plutôt maigre.

Malheureusement, au fur et à mesure de son développement, le soja, tant en semis direct dans la parcelle D qu'en semis classique sur sol labouré et sarclé, n'a pas atteint une densité suffisante pour lutter contre les mauvaises herbes ni pour atteindre le niveau minimum de production souhaité.
Le suivi a porté sur la culture depuis le semis jusqu'à la levée des plantules, puis jusqu'à l'atteinte du stade phénologique entre la troisième et la cinquième feuille, après quoi il a été interrompu car la culture n'aurait pas atteint la fin de son cycle. Par conséquent, en accord avec le gestionnaire de l'exploitation, il a été décidé d'interrompre la culture et de broyer le champ afin d'empêcher le développement des mauvaises herbes, qui avaient pris le dessus.




Immagini 29 e 30:
02.07.2025 sviluppo della soia nella parcella testimone Dt (a sinistra) e nella parcella D (a destra); nella parcella in semina diretta D anche se libera da infestanti la soia risultava molto rada e, nonostante nella parcella testimone la situazione fosse leggermente migliore, comunque la coltura era rada e aveva difficoltà a riempire il campo. In seguito, la pressione delle infestanti avrebbe preso il sopravvento su entrambe le parcelle.

Au vu des faits et de l'expérience de l'année précédente, il est évident que la culture du soja ne se prête pas facilement à un semis direct sans herbicides. Cette culture nécessite des conditions idéales pour la germination et une couverture du sol par une culture de couverture parfaitement développée et avec une biomasse suffisante pour créer une couverture organique dense qui empêche totalement le développement des mauvaises herbes jusqu'à la fermeture de la culture. En outre, le matériel de semis et le choix du moment idéal jouent un rôle fondamental, car ils contribuent à créer les conditions idéales pour la germination et le développement futur de la culture.

5 Discussion

Le projet ConservaTI, qui arrive au terme de sa cinquième année d'activité, a permis d'accumuler un patrimoine significatif de données et d'expériences pratiques sur l'application des techniques d'agriculture conservatrice dans l'agriculture biologique dans le contexte pédoclimatique du sud des Alpes. Les résultats obtenus au cours du projet montrent que l'efficacité de ces techniques dépend fortement de la culture, des conditions climatiques, de la gestion des mauvaises herbes et de la capacité à adapter les pratiques aux spécificités de l'exploitation.
Du point de vue cultural, il apparaît clairement que toutes les cultures ne se prêtent pas de la même manière au semis direct. Les cultures estivales à croissance rapide, comme le maïs, ont montré une plus grande capacité d'adaptation, tandis que des cultures comme le soja ont présenté des limites importantes, notamment en ce qui concerne la concurrence avec les mauvaises herbes et la lenteur des premières phases de développement. Les essais menés en 2024 et 2025 confirment que le semis direct du soja, en l'absence d'herbicides, nécessite des conditions extrêmement précises et s : une culture de couverture parfaitement

développée, un semis effectué à la période idéale et l'utilisation d'équipements adaptés. En l'absence de ces conditions, la culture est peu compétitive et parvient difficilement à terminer son cycle.

Les cultures de couverture restent un élément central des systèmes conservateurs, mais leur utilisation doit être soigneusement planifiée. Les résultats indiquent que le semis des cultures de couverture est plus efficace lorsqu'il est effectué sur paillis ou avec un travail minimal du sol plutôt que par semis direct pur. L'utilisation des cultures de couverture comme outil de lutte contre les mauvaises herbes s'est avérée efficace uniquement lorsqu'elles ne sont pas récoltées avant le semis de la culture principale, lorsqu'elles sont semées au bon moment et lorsqu'elles produisent une biomasse suffisante pour assurer une couverture continue du sol.

En ce qui concerne le sol, le suivi pluriannuel a mis en évidence des effets globalement positifs de la réduction du travail du sol. Les mesures de compactage, les tests à la bêche et l'observation des bioindicateurs montrent que le semis direct et le semis sur paillis n'ont pas entraîné d'augmentation significative du compactage, maintenant des valeurs compatibles avec un bon développement racinaire. Au contraire, les travaux traditionnels ont montré une plus grande souplesse en surface, mais aussi une tendance à la formation de couches plus compactes immédiatement sous l'horizon travaillé. Au fil du temps, en particulier dans les parcelles gérées avec des techniques conservatrices, on a observé une amélioration de la structure du sol et une augmentation de l'activité biologique, confirmée par la présence accrue de vers de terre.

Dans l'ensemble, les résultats du projet indiquent que le semis direct peut réduire efficacement le nombre d'opérations de travail du sol sans nuire aux rendements, à condition qu'il soit appliqué aux cultures les plus appropriées et dans un système agronomique bien planifié. Toutefois, il apparaît clairement que le travail minimal du sol est un outil complémentaire essentiel, à intégrer de manière ciblée dans la rotation des cultures, en particulier pour les cultures moins vigoureuses et pour la gestion de la pression des mauvaises herbes. Une approche flexible, combinant différentes techniques conservatrices, s'avère plus efficace que l'application rigide d'un seul système.

Un autre aspect qui ressort concerne le rôle clé des équipements et des machines modernes, spécialement conçus pour l'agriculture de conservation, qui facilitent l'adoption de ces techniques et augmentent leur fiabilité opérationnelle.

Le projet ConservaTI ayant généré une grande quantité de données hétérogènes collectées sur une période de cinq ans, toutes les informations n'ont pas encore été pleinement exploitées et synthétisées. Une partie de l'analyse intégrée des données et des activités de diffusion nécessite un délai supplémentaire par rapport à la conclusion formelle du projet, prévue début 2026. C'est pourquoi il est prévu de poursuivre en 2026 l'analyse finale des résultats, la rédaction de documents techniques et de diffusion et l'organisation d'autres moments de diffusion, afin de rendre les connaissances acquises pleinement accessibles et utilisables.

En conclusion, le projet ConservaTI a démontré que les pratiques agricoles conservatrices peuvent être intégrées dans une rotation biologique des cultures, à condition qu'elles soient adaptées aux conditions locales et appliquées avec une approche pragmatique. Les résultats obtenus fournissent des indications concrètes sur les points forts et les limites des différentes techniques, constituant une base solide pour le transfert de connaissances et l'amélioration continue des pratiques agronomiques dans le contexte du sud des Alpes.

6 Diffusion, autre utilisation, diffusion des résultats

Au cours de l'année 2025, toutes les occasions possibles ont été saisies pour présenter et faire connaître l'existence de ce projet sur le territoire tessinois. Du matériel d'information tel que des affiches et des vidéos a été préparé et des journées techniques sur le terrain ainsi que d'autres conférences et réunions de partage et d'échange d'expériences dans le domaine de l'agriculture ont été organisées. Le matériel d'information est

publié sur le site web d'AGRIDEA lien et sur d'autres canaux de communication tels que YouTube et Agripedia lien.

Les activités de diffusion pour 2025 ont été les suivantes :

01.04.2025 – Visite des élèves du « Centre de Formation Professionnelle nature et environnement de Lullier » : visites sur le terrain chez des producteurs maraîchers, campus de recherche de Cadenazzo et présentation des résultats (environ 25 participants, programme et présentation – *annexe 1*)

07.10.2025 – Organisation et présentation de la « Journée cantonale sur la fertilité des sols » présentation de nombreux thèmes à travers 8 stands, dont les résultats des projets de conseil FerTI et ConservaTi. La journée a réuni des agriculteurs, des producteurs bio, des étudiants, des techniciens et des professionnels du secteur agricole et d'autres secteurs, soit environ 150 participants (programme et présentation - *annexes 2 et 3)*.

26.11.2025 – Contribution à l'organisation de la Journée horticole 2025. À l'occasion de cet événement récurrent qui rassemble des agriculteurs, des horticulteurs, des techniciens et des acteurs du commerce de matériel agricole au niveau suisse, les résultats des projets de conseil ConservaTi et FerTI ont été présentés, ainsi qu'une multitude de sujets et de présentations d'actualité (environ 70 participants, entre intervenants et spectateurs, programme et *présentation - annexes 4 et 3*).

28.02.2025 - Le rapport final 2025 sera bientôt disponible auprès d'AGRIDEA (lien).





Immagini 31 32:
07.10.2025, “Giornata Cantonale sulla fertilità del suolo”; postazione di presentazione progetti FerTi e ConservaTI e discorso conclusivo e saluti finali con tutti i partecipanti.



Immagine 33:
26.11.2025, partecipazione alla Giornata orticola 2025.

Degré de réalisation des objectifs importants
À la fin de la dernière année du projet, l'évaluation générale est positive malgré les difficultés techniques rencontrées. Les essais ont mis en évidence à la fois les points critiques et les fragilités des techniques testées, tandis que les premiers changements dans le sol et la dynamique de la végétation commencent à apparaître. Ces résultats ont suscité des réflexions et des évaluations de la part des agriculteurs et des conseillers agricoles, renforçant ainsi l'intérêt pour le projet.
D'un point de vue organisationnel, le choix d'accompagner les trois parcelles principales (« A », « B » et « C ») de parcelles parallèles dans des parcelles présentant des conditions similaires, comme la parcelle « D », s'est avéré stratégique. Cette configuration a garanti une plus grande flexibilité dans la réalisation des essais, permettant d'obtenir des résultats plus représentatifs et applicables à la pratique agricole.
Sur le plan technique, bien que les résultats de certaines cultures aient été plutôt décevants, les essais sur le terrain ont fourni des données intéressantes. Malgré les difficultés rencontrées, des objectifs importants ont été atteints :

- Collecte de données sur les caractéristiques du sol grâce à la surveillance de différents facteurs, notamment l'utilisation de bioindicateurs tels que les vers de terre.
- Évaluation du semis direct du soja pour la deuxième fois.
- Évaluation du semis direct du maïs pour la deuxième fois.

Pour un aperçu détaillé de l'état d'avancement des activités par rapport au calendrier initial et de l'état des coûts du projet, veuillez-vous reporter respectivement aux *annexes 5 et 6*.

Activités à achever en 2026
À l'heure actuelle, certaines des activités prévues dans le projet n'ont pas encore été achevées. Une partie des données a été collectée jusqu'à la fin de 2025 et il n'a été possible de les analyser et de les interpréter qu'individuellement, sans faire d'interprétation finale tenant également compte des années passées ; en outre, les données et les expériences recueillies au cours des cinq années du projet sont nombreuses et très diverses ; il faut donc du temps pour interpréter globalement toutes les informations collectées afin d'obtenir des réponses plus synthétiques et mieux sélectionnées. De même, il n'a pas encore été possible de préparer un matériel d'information définitif qui résume complètement cette longue expérience, ni même facile et rapide à lire pour les professionnels du secteur.
En effet, voici les activités et les résultats que nous aimerions poursuivre en 2026 :

- Compléter les données sur le sol par des analyses en laboratoire des échantillons prélevés au cours des 5 dernières années
- Analyse et bilan global de toutes les interventions agronomiques réalisées avec estimation des coûts correspondants afin de procéder à une comparaison finale entre les différents modèles de production (variantes A, B et C)
- Analyse finale et calcul du bilan de toute la biomasse produite tout au long du cycle cultural suivi et comparaison entre les variantes et, si possible, utilisation de modèles pour calculer le bilan C/N ou humus dans le sol
- Rédaction de fiches techniques qui seront intégrées et publiées dans le classeur AGRIDEA sur les grandes cultures, traduit en trois langues : italien, français et allemand.
- Rédaction et distribution d'une mini-brochure résumant et décrivant l'ensemble du projet et les expériences les plus intéressantes.
- Réalisation et montage de deux ou trois vidéos (le nombre varie en fonction de la longueur du contenu) expliquant les derniers résultats partiels et les résultats finaux de l'ensemble du projet.
- Organisation d'une ou plusieurs journées techniques et présentation des résultats et du matériel publié disponible pour consultation.

7 Bibliographie

[1] https://www.stenon.io/en/

[2] AGRIDEA, 2021.
Rapporto S.O.S.A, Sovesci in Orticoltura a Sud delle Alpi
Lausanne. AGRIDEA.

[3] Brunner H. *et al.*, 2010.
Classificazione dei suoli della Svizzera
Luzern. Società Svizzera di Pedologia 94pp.

[4] Celano G. *et al.*, 2018.
LifeCarbOnFarm-Manuale autovalutazione suolo
Potenza. Alsia- Area sviluppo agricolo

[5] Daget P. & Poissonet J., 1969.
Analyse phytologique des prairies
Monpellier. Document 48. Centre National de la Recherche Scientifique B.P. 67 pp.

[6] Daget P. & Poissonet J., 1971.
Une méthode d'analyse phytologique des prairies
Annales Agronomiques 22(1): 5 – 41 pp.

[7] Fischer A. 2020.
Fiche_VDT, FiBL - Progrès-sol
Neuchâtel. Université de Neuchâtel.

[8] Paoletti *et al.*, 2013.
Indice QBS-e basato sui lombrichi e applicato agli Agroecosistemi
Padova. Biologia Ambientale, 27 (2): 25-43

[9] Singh J. *et al.*, 2018.
Eco-friendly method for the extraction of earthworms: Comparative account of formalin, AITC and *Alium cepa* as extractant
Applied Soil Ecology Vol.124: 141-145 pp.

[10] Tonin E. *et al.*, 2006.
Impiego dei bioindicatori per l'analisi di un ambiente antropizzato e in fase di rinaturalizzazione
Padova. Università di Padova.