



Formulaire pour le rapport intermédiaire et final du projet de vulgarisation

| | |
|--|--|
| Projekttitel / Titre du projet / Titolo del progetto ¹ max. 100 Zeichen / caractères / caratteri | ConservaTI – Techniques culturelles préservant le sol en agriculture biologique au sud des Alpes |
| Schlagwörter / Mots clés / Parole chiave ¹ min. 3–max. 5 | Sud des Alpes, semis direct, agriculture de conservations, engrais vert, agriculture biologique |
| Autor/in / Auteur-e / Richiedente ¹ Name(n) und Adresse(n) / Nom(s) et adresse(s) / Nome(i) e indirizzo(i) | AGRIDEA, Centrale de vulgarisation agricole UCA, Ufficio della consulenza agricola Bellinzona FiBL – Suisse, Institut de recherche de l'agriculture biologique |
| Begleitung beim BLW / Suivi par l'OFAG / Consulenza presso l'UFAG Name(n) und Bereich(e) / Nom(s) et secteur(s) / Nome(i) e settore(i) | Mirco Plath, Mauro Ryser Settore Ricerca, innovazione e valutazione Schwarzenburgstrasse 165 3003 Berna |
| Projektdauer / Durée du projet / Durata del progetto ¹ Start- / Enddatum, effektiv / Date de début et de fin effective / Data di inizio / fine, effettiva | 60 mois (5 années) |
| Gesamtkosten / Coûts totaux / Costi totali CHF/ effektiv / effectifs / effettivi | 646 315 CHF |
| Beitrag BLW / Contribution de l'OFAG / Contributo dell'UFAG ² CHF / in % der Gesamtkosten / en % des coûts totaux / in % dei costi totali | 126 919 CHF (19.64%) |
| Weitere Mittel / Fonds supplé- mentaires / Altri fondi CHF / Institution(en) / Institution(s) / Istituzione(i) | |

¹ Die Angaben werden im Falle einer Unterstützung des Beratungsprojekts durch das BLW im Informationssystem ARAMIS veröffentlicht.
Les informations seront enregistrées dans le système d'information ARAMIS en cas de soutien de l'OFAG au projet de vulgarisation.
Le informazioni sono pubblicate nel sistema d'informazione ARAMIS se l'UFAG sostiene il progetto di consulenza.
(<http://www.aramis.admin.ch/>)

² In ARAMIS erfasst, nicht veröffentlicht.
Enregistré dans ARAMIS, non rendu public.
Registrato in ARAMIS, non pubblicato.

Résumé

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

Le projet ConservaTI a comme objectif de tester des techniques de production agricole de conservations et respectueuses du sol en agriculture biologique, en relation avec les conditions climatiques du Tessin, et d'accompagner les agriculteurs dans un processus de passage à une agriculture plus respectueuse des ressources mais toujours productive.

Grâce au projet, la faisabilité et l'adaptabilité de techniques telles que le semis direct sous couvert végétal, l'utilisation de couvertures végétales et les associations, seront évaluées et testées pour être appliquées par les agriculteurs du Tessin et d'autres régions de Suisse présentant des conditions pédologiques et environnementales similaires.

Les essais seront réalisés dans le cadre d'une rotation des cultures sur 5 ans afin de garantir que les techniques soient appliquées de manière concrète et de minimiser les risques d'échec. Afin de vérifier l'efficacité des techniques, les parcelles témoins seront gérées avec des techniques biologiques traditionnelles.

Le projet s'étendra sur cinq ans, de 2021 à février 2026. Au cours de cette période, des journées techniques régulières seront organisées pour les agriculteur-trice-s, les étudiant-e-s, les professionnel-le-s et les conseiller-ère-s agricoles.

Tout le matériel consultatif produit au cours du projet, tels 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 du projet.

Lien pour plus d'informations¹

Publications, films, sites Web ou similaires

Afin d'améliorer la visibilité du projet ConservaTI, plusieurs vidéos ont été publiées qui présentent et décrivent le projet :

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

Les documents et rapports intermédiaires sont disponibles sur les pages :

- AGRIDEA > Production végétale > Culture en plein champ ([lien](#)).
- Agripédia ([lien](#)).

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

L'auteur/e certifie que toutes les informations qu'il/elle a données dans le présent formulaire sont exactes.

Lieu/Date:

Cadenazzo, 31.01.2024

Signature:



AGRIDEA
A Ramél 18
CH-6593 Cadenazzo

Rapport intermédiaire pour l'année 2023

1 Situation initiale

L'année 2022 s'est terminée avec la récolte du sorgho fourrager multicoupes et le semis ultérieur d'une culture de couverture en prévision des semis de maïs de la saison 2023 en ce qui concerne les parcelles principales «A», «B» et «C». Le maïs grain a été semé en 2023, suivi d'un couvert hivernal de céréales et de crucifères en vue des semis de soja l'année suivante (2024).

Sur la parcelle «D», dédiée à la répétition du cycle prairie temporaire (PT) > Sorgho > Blé d'hiver, pour les années 2023-2024, en 2023, il y avait un mélange fourrager de courte durée de céréales-légumineuses, qui a été récolté à la fin du printemps, laissant la place aux semis de sorgho fourrager en plusieurs fauches pendant la période estivale et enfin suivis des semis de blé d'hiver.

Calendrier 2023-2024

| | Échantillonnage | parcelle A | parcelle B | parc C (témoin) | Parcelle D |
|--------------------------|--|------------|------------|------------------------------------|-------------------------------|
| 2023 | | | | | |
| Mars | | évaluation | évaluation | évaluation | |
| Mai | Echant. Compactage du sol, échantillons d'analyse et vers de terre | X | X | X | |
| Mai | Couverture et fond roulant. Maïs direct | X | X | Travail du sol et semis classiques | Fauchage du mélange fourrager |
| Juin | Sorgho en semis direct | | | | X |
| Juin Juillet | Suivi du maïs et du sorgho | X | X | X | |
| Septembre octobre | Echant. MS cultures (Maïs, Sorgho) | X | X | X | X |
| Oct.-nov. | Semis de mélange céréales-brassicacées | X | X | | |
| Oct.-nov. | Semis du blé (sem. direct) | | | | X |
| Décembre | évaluation | X | X | X | X |
| 2024 | | | | | |
| Mars | évaluation | X | X | X | X |
| Mai | Taille Compactage du sol | X | X | X | |
| Mai | Roulage de couverture et semis de soja | X | X | Travail du sol et semis classiques | |

2 Questions ou problèmes auxquels le projet doit apporter des réponses

Sur la base de la situation initiale, les principaux objectifs fixés pour 2023 étaient :

- Recueillir des données et des informations de base sur le développement des cultures dans les parcelles «A», «B» et «C».
- Répéter le cycle Prairie temporaire (PT) > Sorgho > Blé d'hiver, pour les années 2023-2024 sur la parcelle «D».
- Parcelle «A» : surveiller le développement du couvert hivernal jusqu'au semis du maïs; suivre la culture du maïs en semis direct jusqu'à la récolte et mesurer les rendements. Ensuite, semez directement une culture de couverture hivernale en prévision du semis direct de soja en 2024.
- Parcelle «B» : surveiller le développement du couvert hivernal jusqu'au semis du maïs; suivre la culture du maïs en semis direct jusqu'à la récolte et mesurer les rendements. Ensuite, semez directement une culture de couverture hivernale en prévision du semis direct de soja en 2024.
- Parcelle «C» (témoin) : enfouissement du couvert (pois d'hiver) travail à profondeur réduite, passages multiples avec bineur à disques + ancres (profondeur 10-15 cm). Semis de maïs et suivi jusqu'à mesure des rendements.
- Parcelle «D» : répéter la rotation PT-sorgho-blé d'hiver, puis suivre et mesurer les rendements d'un mélange céréales-légumineuses en alternative à la prairie temporaire, semis, suivi et rendements du sorgho fourrager multi-fauché et enfin semer. de blé d'hiver pour les mesures de rendement 2024.

3 Méthodes

Comme les années précédentes, pour la collecte des données, trois points d'enquête ont été sélectionnés dans chaque parcelle, deux aux extrémités de chaque bande et un au centre (*image 1*).

Pour chaque point d'enquête, un nombre variable d'observations ont été réalisées ou des échantillons ont été prélevés selon le type de suivi.

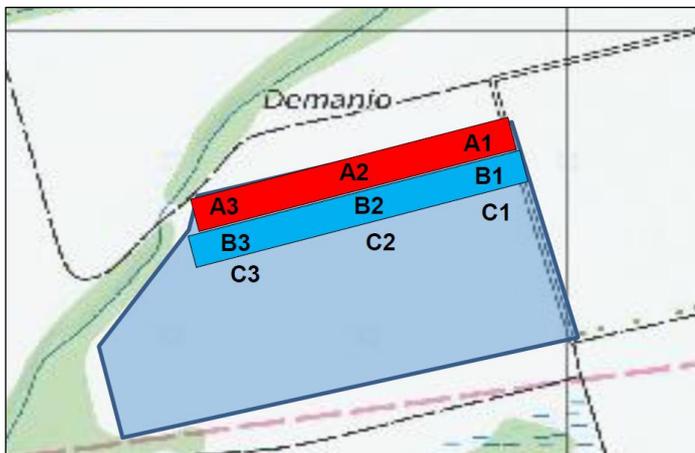


Image1
Répartition des points d'enquête
pour la collecte d'échantillons

3.1 Monitoring du sol

Courant 2023, les parcelles « A », « B » et « C » étaient dans des conditions différentes les unes des autres en raison des différents traitements envisagés. Il faut beaucoup de temps pour remarquer des changements au niveau du sol. Puisqu'il s'agissait de la troisième année d'essais, toutes les mesures effectuées au cours de la première et de la deuxième année ont été répétées afin de constater d'éventuels changements entre les parcelles «A», «B» et «C».

La méthodologie d'enquête adoptée a été la même que les années précédentes.

Test à la bêche

Pour décrire l'état du profil du sol, trois points ont été détectés dans chaque parcelle en prélevant deux profils pour un total d'échantillons par parcelle.

Mesure du compactage du sol le long du profil

A l'aide d'un pénétromètre, la résistance du sol à la pénétration a été mesurée. Pour chaque point de relevé, 7 mesures ont été réalisées, soit 21 pour chaque parcelle, en enregistrant la pression (N/cm²) tous les 5 cm de profondeur atteinte. Ces données permettent d'identifier la présence d'éventuelles 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 des sols. 2 échantillons ont été prélevés et évalués pour chaque point d'enquête, soit 6 pour chaque parcelle (A, B et C). L'échantillon prélevé était constitué d'un volume connu de sol (un cube d'environ 25 cm de côté), dans lequel la présence de traces de vers de terre et/ou la présence même de vers de terre a été détectée. Les individus collectés ont été distingués et divisés en macrocatégories morphologiques et classes d'âge. Pour le choix de la technique d'échantillonnage, référence a été faite à diverses publications relatives à 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 pour être envoyés aux laboratoires d'analyses. Les résultats des analyses ne sont pas encore disponibles pour ces échantillons, la comparaison aura lieu avec les prochains échantillons en fin de projet pour une évaluation globale.

Monitoring de la température et de l'humidité au niveau des racines.

En 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 réalisées 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 2023, les cultures suivies ont été :

- Mélange de céréales et légumineuses : avoine, triticales, vesce de Pannonie, vesce d'hiver, trèfle rouge + pois d'hiver (50%) (OH Hiverna Fix Legumina + pois d'hiver EFB 33) ; comme culture de couverture hivernale sur les parcelles «A» et «B».
- Le maïs grain comme culture principale dans les parcelles «A», «B» et «C».
- Mélange de céréales et de crucifères (orge, triticales, seigle et chou de Chine à racine profond, variété BUKO)
- Pois d'hiver (EFB 33) comme culture de couverture hivernale et engrais vert dans la parcelle «C» (témoin).
- Mélange fourrager céréales-légumineuses à courte durée (avoine, triticales, vesce pannonienne, vesce hivernale, trèfle rouge (OH Hiverna Fix Legumina)) dans la parcelle «D», comme alternative à l'enherbement temporaire dans la rotation des cultures testée sur les parcelles «A», «B» et «C» au cours de la période 2021-2023.
- Sorgho fourrager multicoupe (variété HERMES) utilisé en culture intercalaire ou de couverture d'été, semé en semis direct dans la parcelle «D».
- Blé, semé en semis direct dans la parcelle «D».

Pour ces cultures, les rendements en matière sèche (MS) ont été mesurés à chaque récolte, la présence de mauvaises herbes indésirables a été détectée et le développement a été suivi via la vitesse de croissance et le stade phénologique.

Mesure du rendement des cultures de couverture ou fourragères

Pour toutes les parcelles, deux échantillons ont été prélevés et pesés pour chaque point d'enquête de chaque parcelle. L'échantillon est constitué d'une surface de 1 m² positionnée dans une zone homogène et représentative de la culture en correspondance avec le point d'enquête. L'échantillon collecté, pesé et séché au four pour la mesure de la matière sèche.

Relève des mauvaises herbes ou des plantes indésirables

Pour chaque échantillon collecté, les espèces présentes ont été déterminées et le pourcentage a été estimé en attribuant des classes d'abondance pour chaque espèce détectée.

Suivi du développement des cultures

La hauteur de la plante et le stade phénologique du maïs ont été enregistrés tous les 7 à 10 jours en fonction de la période de croissance. Pour chaque point d'enquête (trois par parcelle), trois observations ont été réalisées, réparties de manière homogène le long d'une ligne traversant perpendiculairement la parcelle (les plants endommagés ou non représentatifs ont été écartés).

Mesure du rendement des cultures principales

Pour mesurer les rendements en grains de maïs, deux échantillons ont été prélevés pour chaque point d'enquête au sein de chaque parcelle, soit six échantillons pour chaque parcelle. Chaque échantillon était constitué de deux transepts linéaires de 2,5 mètres le long de deux rangées de maïs représentatifs de la parcelle, dans lesquels le nombre de plantes et le nombre de épi ont été comptés, 5 plantes entières et les épi ont été collectées puis utilisées comme échantillon et pour mesurer la matière sèche, respectivement de la biomasse végétale et des grains.

Maladies et ravageurs

Lors du suivi du développement du maïs, la présence d'éventuelles pathologies et/ou parasites a été constatée à chaque détection et pour chaque observation réalisée.

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 il y avait une culture de couverture composée d'avoine, triticale, vesce de Pannonie, vesce d'hiver, trèfle rouge + pois d'hiver (50%) (OH-Hiverna-Fix Legumina + EFB33), en semi direct pour les parcelles A et B, tandis que sur la parcelle C il y avait un couvert de pois d'hiver.

Test à la bêche

Des tests à la bêche effectués dans les parcelles « A », « B » et « C », il ressort que les trois parcelles sont assez homogènes. La structure du sol est entre particulaire et glomérulaire, en tenant compte de la texture tendant vers la sableuse et des zones où la substance organique et la présence de racines améliorent la structure. Par rapport au test réalisé au cours de la première année 2021, en 2023 la parcelle « A » apparaît dans les premiers 15-20 cm de profondeur avec une structure gomérulaire légèrement plus grossière et avec une plus grande présence de racines. Également dans «B», les 15 premiers cm apparaissent avec une structure gomérulaire mais avec moins de racines que dans la parcelle «A». Dans les deux parcelles «A» et «B», il y avait une forte présence de tubercules de racines de pois d'hiver développés par des rhizobiums fixateurs d'azote (*image 2*). Dans la parcelle «C», le test à la bêche de 2023 révèle un profil qui a peu changé par rapport à 2021. Là aussi, on a constaté la présence des tubercules racinaires du



Image 2
Tubercules racinaires de pois d'hiver. Parcelle «A»

pois d'hiver, mais beaucoup plus limitée que dans les deux autres parcelles, malgré le fait que dans cette parcelle le pois a été semé en pureté et non mélangé avec des céréales comme pour les parcelles « A » et « B ».

En général, la couleur des profils apparaît assez homogène dans les 20 à 30 premiers cm. On note un léger gradient qui va d'Est en Ouest (orientation des bandes) où la présence de matière organique diminue (la couleur passe du plus foncé au plus clair) accompagnée d'une légère augmentation de sable et de gravier. Dans tous les échantillons, on retrouve une couche de sable à une profondeur variant entre 35 et 40 cm, qui alterne souvent avec des zones hydromorphes. Il existe parfois une couche compactée (semelle de labour) à une profondeur d'environ 20 cm.

| | |
|--|---|
|  |  |
| <p style="text-align: center;">parcelle A 2021</p> <ul style="list-style-type: none"> - Couleur uniforme - Odeur terreuse - Pas de matière organique non décomposée - Racines fines et régulières jusqu'à -25 cm - Il n'y a pas de vers de terre et il n'y a pas des turriculés. - Pas de compactage - Couche de sable à -38 cm - horizon hydromorphe à -35/-40cm | <p style="text-align: center;">parcelle A 2023</p> <ul style="list-style-type: none"> - Couleur homogène - Odeur terreuse - Jusqu'à -15 cm de macro-agrégats de 5 à 10 cm, structure glomérulaire, aucun résidu non décomposé et racines abondantes - De -15 à -25 cm le sol est moins cohérent et plus bloc - De -25 cm à -30 cm on retrouve une semelle plus compacte - De -30 à -35 cm on trouve des racines fines - Humide - Couche hydromorphe à -35/-40 cm |
|  |  |
| <p style="text-align: center;">parcelle B 2021</p> <ul style="list-style-type: none"> - Couleur homogène - Odeur terreuse - racines fines jusqu'à -37 cm - Peu de tunnels et de vers de terre - Peu de pièces non décomposées - Grosses pierres de profil - Couche de sable à -35 cm - Horizon hydromorphe à -35 cm (uniquement en B2). | <p style="text-align: center;">parcelle B 2023</p> <ul style="list-style-type: none"> - Humide - Odeur végétale plus prononcée - Jusqu'à -10 cm il y a des caillots de SO et les racines sont plus fines qu'en 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 A1 et les granulats sont plus petits (< 2-3 cm) - A -20/25 cm il y a une zone compactée qui continue jusqu'à -40 cm |

Tableau 1

Comparaison entre les résultats du Test à la bêche réalisé en 2021 et 2023, parcelles «A», «B» et «C». Suite du tableau page

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p style="text-align: center;">parcelle C 2021</p> <ul style="list-style-type: none"> - Couleur homogène, (plus claire en C3) - Odeur terreuse - Présence de grosses pierres dans le profil - Pas de matière organique non décomposée - Racines fines, surtout en surface, max -35 cm - Pas de compactage (oui en C3 à -26 cm) - Rare présence des turriculés - Couche de sable à -37 cm, - horizon hydromorphe -45 cm (uniquement en C2) | <p style="text-align: center;">parcelle C 2023</p> <ul style="list-style-type: none"> - Couleur plus foncée au-dessus de -20 cm - Odeur végétale jusqu'à -20 cm - Jusqu'à -20 cm, il y a des agrégats d'env. 3 cm et peu de rhizobiums par rapport à la parcelle A1 - La structure est assez compacte même en surface et à partir de -20 cm vers le bas il y a une zone encore plus compactée. - Jusqu'à -20 cm il y a peu de résidus de SO - Jusqu'à -20 cm il y a des racines fines (plus fines que B1 peut-être car elles envoient des graminées) - A partir de -20 cm de profondeur il y a peu de racines - A partir de -50 cm une zone hydromorphe est visible |

Tableau 1

Comparaison entre les résultats du Test à la bêche réalisé en 2021 et 2023, parcelles «A», «B» et «C»

Mesure du compactage du sol le long du profil

En utilisant un pénétromètre, il est possible d'identifier la présence de surfaces de labour ou de zones compactées. En répétant la mesure au fil du temps, il est possible d'observer des changements jusqu'à une profondeur d'environ 50 cm.



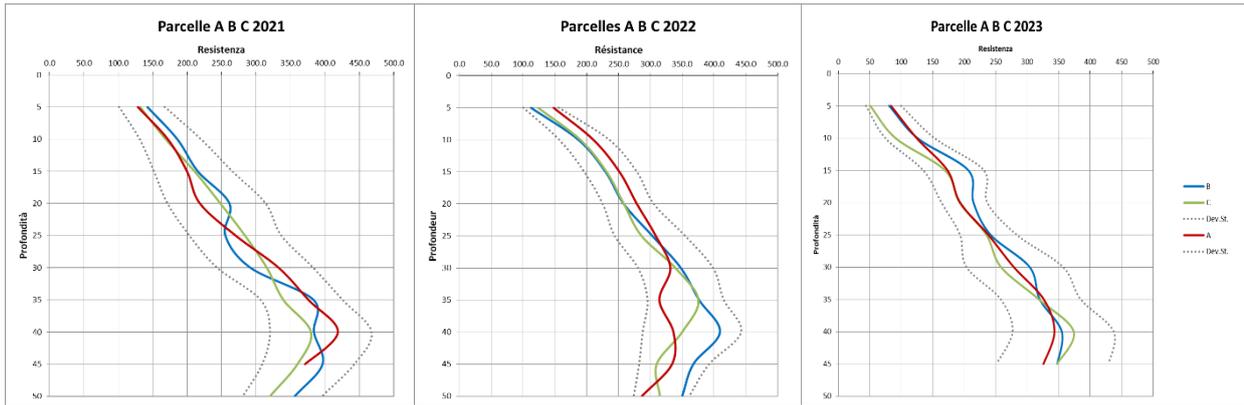
Image3

Détection du compactage du sol à l'aide d'un pénétromètre, en collaboration avec SPAAS (collaboratrice scientifique Valentina Togni)



Image4

Le pénétromètre analogique, un outil très utile pour interpréter la santé des sols agricoles



Graphiques 1, 2 et 3

Résistance à la pénétration du sol (N/cm2) en fonction de la profondeur des parcelles «A, B et C», années 2021, 2022 et 2023

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 la parcelle «B» (semis avec minimum travail du sol) et «C» (ordinaire). Les graphiques 1, 2 et 3 montrent la résistance à la pénétration des parcelles «A», «B» et «C» à profondeur croissante, pour les années 2021, 2022 et 2023. Chaque courbe représente la moyenne de l'ensemble des 21 mesures effectuées dans une parcelle.

Comme les années précédentes, dans les 35 premiers cm de profondeur, dans toutes les parcelles, la résistance à la pénétration augmente au fur et à mesure que l'on s'enfonce. En allant plus en profondeur (environ 35-45 cm), on observe des variations de résistance dues aux couches sableuses qui alternent avec des couches plus compactes (horizons hydromorphes).

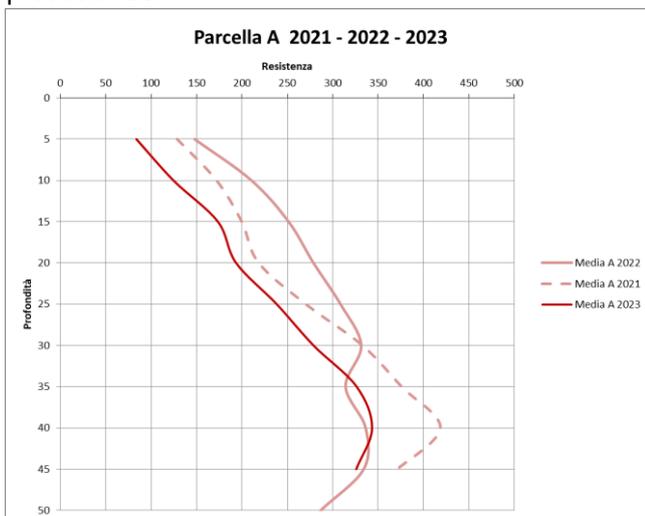
Des mesures répétées au printemps 2022 et 2023 montrent peu de changement par rapport à 2021.

D'un premier regard général, (graphiques 1, 2 et 3) on constate qu'en 2023 les valeurs de résistance de toutes les parcelles sont plus faibles que les années précédentes, cela montre une certaine variabilité due aux conditions au moment de l'enquête.

Dans les graphiques 4, 5 et 6, il est possible de comparer les années 2021 et 2022 avec 2023 (ligne continue rouge) pour chaque parcelle.

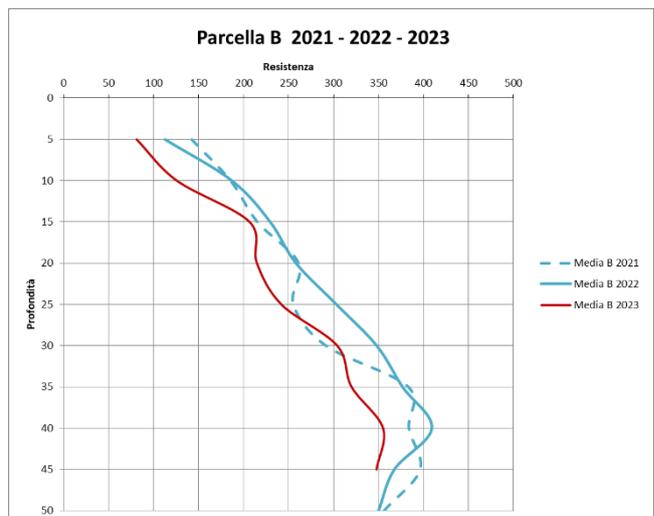
La parcelle «A», n'ayant subi aucun travail du sol, présente en moyenne une plus grande densité du sol dans les 10 premiers cm de profondeur, et en s'enfonçant entre 35 et 40 cm elle apparaît moins compacte qu'en 2021. Parcelle «A» également «B», qui en 2023 a été cultivé avec semis direct, est plus compacte dans les premiers 15 cm de profondeur, mais la compacité moyenne à des profondeurs croissantes ne subit pas de variations évidentes par rapport aux années précédentes.

La parcelle «C», qui a toujours été travaillée, est cependant plus douce en surface, en correspondance avec les couches travaillées, mais en profondeur elle atteint progressivement la densité mesurée les années précédentes.



Graphique 4

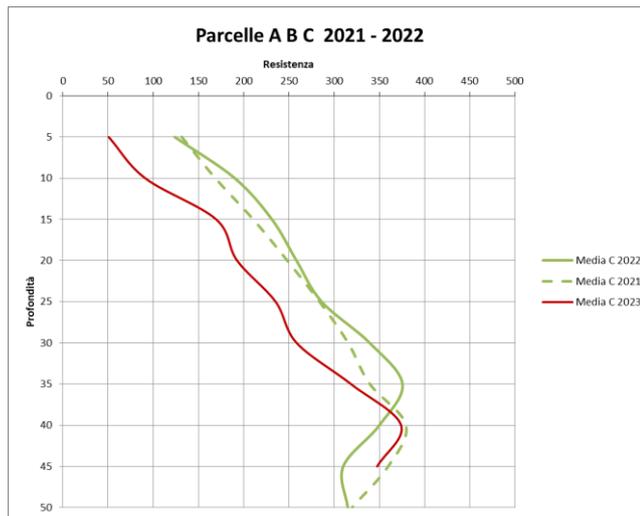
Résistance à la pénétration du sol (N/cm2) par rapport à la profondeur de la parcelle «A», comparaison des années 2021, 2022 et 2023



Graphique 5

Résistance à la pénétration du sol (N/cm2) en fonction de la profondeur de la parcelle «B», comparaison 2021, 2022 et 2023

Graphique6
Résistance à la pénétration du sol (N/cm²) en fonction de la profondeur de la parcelle « C », comparaison des années 2021, 2022 et 2023

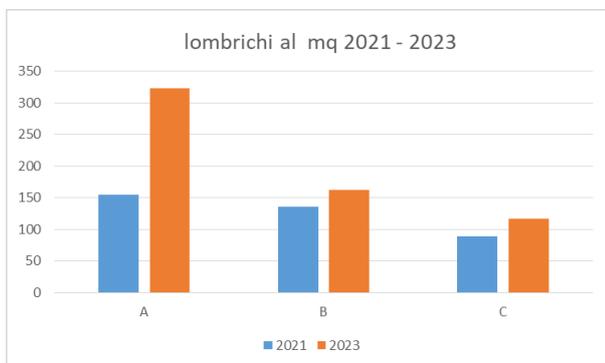


Les changements mesurés jusqu'à présent ne suffisent pas à tirer des conclusions, mais ils constituent un premier pas vers la compréhension des interactions entre les sols et leur gestion. Il est clair que les conditions actuelles influencent le compactage du sol et que le travail du sol augmente la 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 répétant les mesures de densité des sols dans les années à venir, il sera possible de comprendre si une tendance émergera expliquant une influence de la gestion sur le compactage des sols.

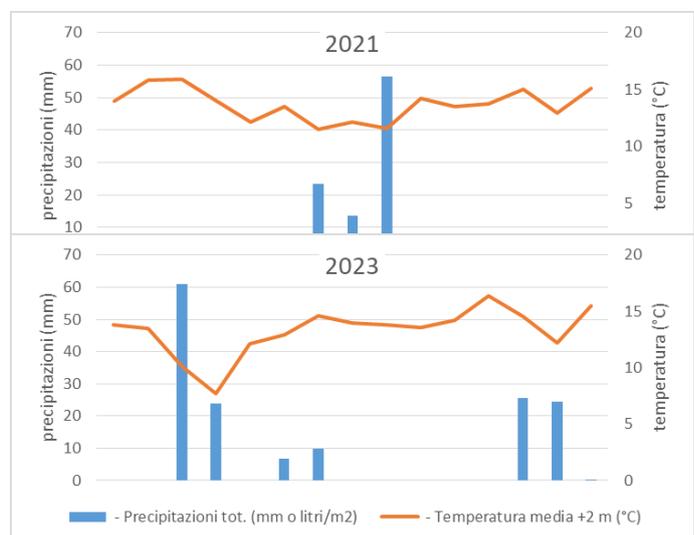
Présence de vers de terre

Comme déjà décrit dans le chapitre « matériels et méthodes », les vers de terre ont été pris en compte comme bio-indicateurs dans l'évaluation des sols. Les individus détectés ont été répartis en catégories écologiques, chacune remplissant des fonctions différentes dans le sol et étant liée à certaines conditions environnementales. L'interprétation de ces informations permet d'avoir une indication assez précise de l'état de santé d'un sol.

Le graphique 7 montre le nombre moyen de vers de terre par mètre carré (n°/m²) qui ont été mesurés dans les trois parcelles en 2021 et 2023 en comparaison. Le nombre d'individus trouvés a été plus élevé en 2023 pour toutes les parcelles qu'en 2021. La période de échantillonnage était la même entre les deux années, les conditions de température et d'humidité étaient légèrement différentes et ont pu contribuer à favoriser une plus grande présence de vers de terre en 2023. dans les parcelles «B» et «C», l'augmentation du nombre de vers de terre par mètre carré est plus faible que dans la parcelle «A», dans laquelle le sol n'a plus été travaillé depuis fin 2019 (avant le début du projet).



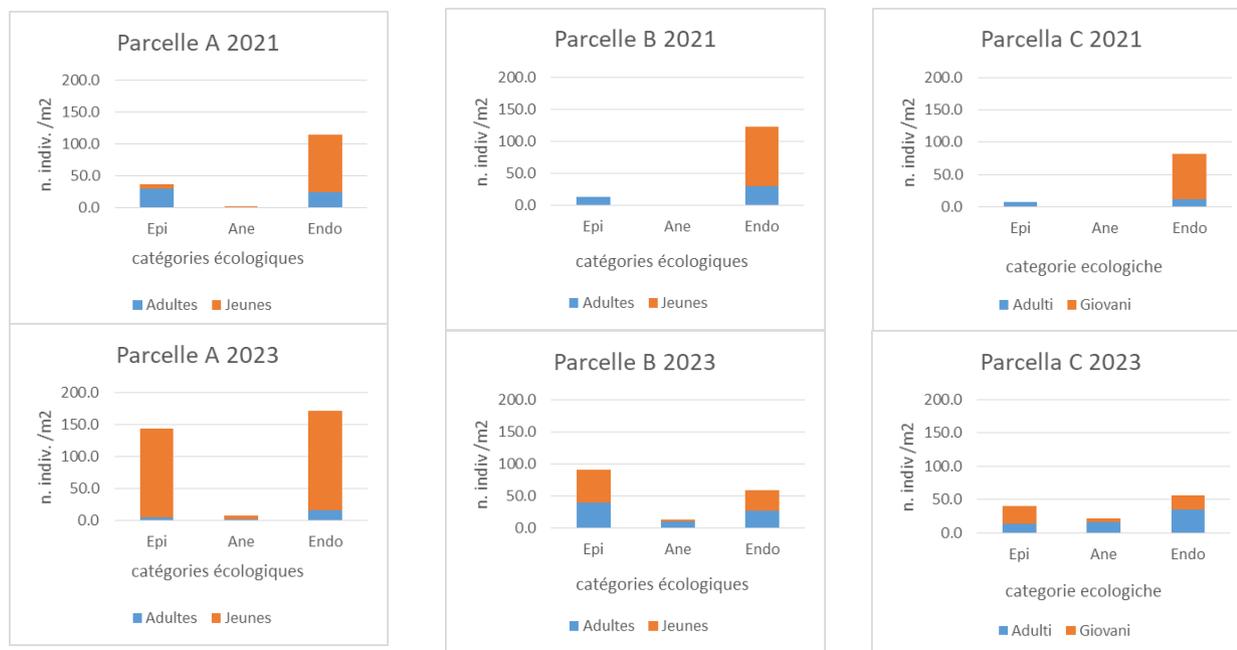
Graphique 7
Nombre moyen de vers de terre par mètre carré trouvés début mai 2021 et 2023 comparés



Graphique 8

Comparaison entre 2021 et 2023 de l'évolution des précipitations et de la température dans les quinze jours précédant le prélèvement des vers de terre

Les trois paires de graphiques ci-dessous comparent 2021 à 2023 en nombre d'individus échantillonnés et leur répartition dans les différentes catégories écologiques retrouvées. Parmi les trois catégories, les vers de terre endogènes sont les plus représentés, ce sont des vers de terre qui vivent dans les premières couches de l'horizon A, là où la matière organique ne se distingue plus et interagit avec la fraction minérale du sol. Les deux catégories les moins représentées sont les vers de terre épigés et anéciques. Les premiers fréquentent la couche superficielle de litière (O) et partiellement l'horizon (A) où la matière organique est encore reconnaissable. Ces derniers sont cependant des vers de terre des grands fonds, ils fréquentent les horizons



Graphiques 9, 10, 11: Comparaison entre 2021 et 2023 du nombre de vers de terre par mètre carré retrouvés dans les parcelles A, B et C, répartis en catégories écologiques

(A) et (B), et sont responsables du brassage profond des sols. Classification des horizons [3].

En comparant les années 2021 et 2023 à la réduction générale du nombre de vers de terre par mètre carré, on peut constater une proportion différente entre les formes adultes et jeunes, notamment dans la parcelle «A» où l'on constate une plus grande présence de jeunes, notamment de la catégorie épigée, active dans la couche de litière superficielle. Tandis que dans la parcelle «B» et «C», on constate une réduction des jeunes endogènes au profit de l'apparition de jeunes adultes épigés et anéciques.

En 2021, le nombre d'individus par mètre carré pour les parcelles «A» et «B» dépassait 120 individus, un niveau définissable comme « bonne abondance » (critère d'évaluation du 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 approché de la valeur seuil mais sans l'atteindre.

Pour décrire plus en détail l'état du sol, les données collectées ont été traitées en calculant «l'Indice de Qualité Biologique des Sols (QBS-e) basé sur les Vers de Terre et appliqué aux Agroécosystèmes » [8].

Formule d'indice :

$$\text{QBS-e} = (\text{points IDR G,AD} \cdot \text{N}) + (\text{points COP G,AD} \cdot \text{N}) + (\text{points EPI G} \cdot \text{N}) + (\text{FIN points G} \cdot \text{N}) + (\text{points EPI AD N}) + (\text{points END AD N}) + (\text{points ANE G N}) + (\text{points ANE AD N})$$

Où (dans la formule) :

Points EMI : Indicateur écomorphologique (tableau 2)

N : nombre d'individus par mètre carré (n.indiv/m²)

IDR, COP,... : Catégories écologiques (tableau 2)

Cet indice permet d'identifier 5 classes de qualité des sols allant de médiocre - 0 à excellent - 4.

| Catégorie écologique | | Stade | | Points EMI |
|----------------------|--------|--------|-----|------------|
| Hydrophile | (IDR) | Jeune | (G) | 1 |
| Hydrophile | (IDR) | Adulte | (À) | 1 |
| Coprophage | (FLIC) | Jeune | (G) | 2 |
| Coprophage | (FLIC) | Adulte | (À) | 2 |
| Épigéen | (PEV) | Jeune | (G) | 2.5 |
| Endogène | (FIN) | Jeune | (G) | 2.5 |
| Épigéen | (PEV) | Adulte | (À) | 3 |
| Endogène | (FIN) | Adulte | (À) | 3.2 |
| Anécique | (ANE) | Jeune | (G) | 10 |
| Anécique | (ANE) | Adulte | (À) | 14.4 |

Tableau 2:
Score EMI (EcoMorphological Indicator) attribué à chaque catégorie écologique [8]

| Catégorie de qualité de valeur de l'indice QBS-e (agroécosystème, milieu semi-naturel) | |
|--|---------------|
| QBS-e > 1000 | Excellent - 4 |
| 600 < QBS-e < 1000 | Bonne - 3 |
| 300 < QBS-e < 600 | Moyen - 2 |
| 100 < QBS-e < 300 | Suffisant - 1 |
| 0 < QBS-e < 100 | Mauvais - 0 |

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

Le tableau ci-dessous synthétise les évaluations de l'état des sols en fonction du niveau minimum du FiBL et de l'indice biologique QBS-e.

L'indice QBS-e apporte une plus grande précision dans l'évaluation en prenant en compte les différentes catégories de vers de terre auxquelles sont attribués différents indices de qualité. En effet, sur la saison 2023, la parcelle A est de qualité « Bonne », la parcelle B reste de qualité « Passable » et la parcelle C passe de « Suffisante » à « Moyen » (tableau 4).

Après trois ans de tests, on commence à remarquer des différences entre les parcelles. Il apparaît que l'augmentation de la présence des vers de terre est directement proportionnelle au temps pendant lequel le travail du sol est évité. En effet, dans la parcelle « A » les vers de terre ont augmenté de manière significative, tandis que dans la parcelle « B » et également dans « C » (témoin), ils ont augmenté mais dans une proportion plus faible.

| 2021 | | | | |
|----------|-------------------|-------------------------------|-------|-------------------|
| Parcelle | N°/m ² | x FiBL n>120 =bonne abondance | QBS-e | Classe de qualité |
| A | 155 | Suffisant | 438 | Moyen - 2 |
| B | 136 | Suffisant | 367 | Moyen - 2 |
| C | 89 | Insuffisant | 236 | Suffisant - 1 |
| 2023 | | | | |
| Parcelle | N°/m ² | x FiBL n>120 =bonne abondance | QBS-e | Classe de qualité |
| A | 323 | Plus que suffisant | 892 | Bonne - 3 |
| B | 163 | Suffisant | 592 | Moyen - 2 |
| C | 117 | Presque suffisant | 555 | Moyen - 2 |

Tableau 4: résultats des évaluations de la qualité écologique des sols basées sur le nombre de vers de terre par mètre carré. Évaluation FiBL et évaluation de l'indice QBS-e, comparaison des années 2021 et 2023

Considérations relatives à la texture du sol :

En général, les sols à prédominance sableuse se caractérisent par une faible présence de vers de terre [8] [10], c'est pourquoi les faibles valeurs QBS-e doivent encore être évaluées positivement. Cependant, la présence de vers de terre dans les sols sableux est fortement influencée par la présence de substance organique qui améliore les conditions environnementales de 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 des sols.

4.2 Suivi des cultures

Mesure du rendement et étude de la composition botanique

Parcelles «A», «B» et «C»

En 2023, les rendements ont été mesurés pour les cultures mélange céréales-légumineuses+pois, pois purs et maïs, qui se sont succédées sur les parcelles «A», «B» et «C». Pour les cultures de couverture, les rendements sont exprimés en production de matière sèche par hectare.

Pour les principales cultures (maïs), la biomasse de la plante entière (excepté épi) et le rendement en grains (kg/ha) ont été mesurés.

A la fin de l'hiver 2022, un couvert constitué d'un mélange céréales-légumineuses a été semé sur les parcelles « A » et « B » : avoine, triticale, vesce de Pannonie, vesce d'hiver, trèfle rouge (nom commercial : OH-Hiverna-Fix Légumineuse) + Pois (50%) (EFB33).

La parcelle «A» en semis direct et la parcelle «B» sèment après un travail minimal du sol avec une herse à disques (semis en litière). Le sorgho était encore présent sur cette parcelle (semé après le blé de 2022), mais compte tenu de son développement limité et irrégulier, il n'a pas été récolté mais posé en culture de couverture en vue du semis direct du mélange céréales-légumineuses.

Un engrais vert constitué de pur pois d'hiver a été semé sur la parcelle « C » après un travail minimal du sol.



Image 5

26.10.2022 Semis direct du mélange céréales-légumineuses sur la parcelle A, à droite ; et semis en planches dans la parcelle B à gauche

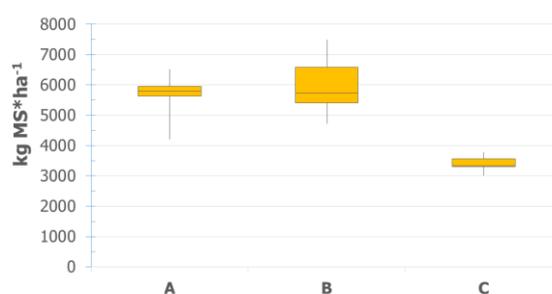
Développement de cultures de couverture (mélange de céréales-légumineuses+ pois et pois purs)

Les cultures intermédiaires ont été semées le 26 octobre 2023 dans les parcelles « A » et « B », tandis que dans la parcelle «C» une semaine plus tard. Ce retard dans le semis du pois d'hiver (parcelle C) a eu un impact négatif sur le développement printanier.

En fin de cycle (mi-mai), les couverts végétaux avaient atteint un bon niveau de développement et de couverture. Produisant en moyenne 5500-6000 kg de matière sèche par hectare pour le mélange céréales-légumineuses+pois dans les parcelles «A» et «B», alors qu'environ 3000 kg de matière sèche/ha pour le pois d'hiver pur dans la «parcelle » C», graphique 12.

Une fois que l'enherbement des parcelles « A » et « B » a atteint le stade de maturation laiteuse-cireuse du grain de céréale, il a été déposé et semé en maïs à l'aide d'un semoir hors-sol.

La parcelle «C» a été travaillée, l'engrais vert de pois d'hiver incorporé au sol puis semé de maïs.



| | A | B | C |
|----------------|------|------|------|
| moy MS (kg/ha) | 5650 | 5972 | 3399 |
| moy H (cm) | 84 | 90 | 50 |

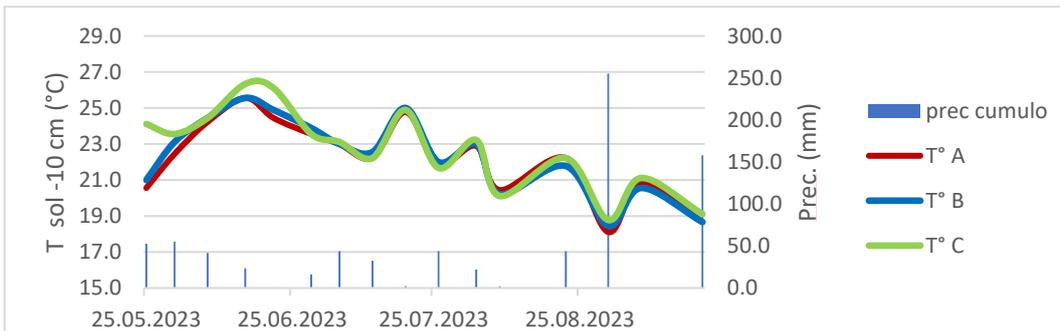
Graphique 12: Biomasse produite avec un mélange de céréales-légumineuses + pois, (A et B) et pois (C)

Suivi de l'évolution de la culture principale du maïs

Le maïs a été semé dans les trois parcelles tests « A », « B » et « C » (témoin), son développement a été suivi par des mesures régulières de sa hauteur et de son stade phénologique. Parallèlement, des paramètres environnementaux ont été détectés, tels que l'humidité et la température du sol.

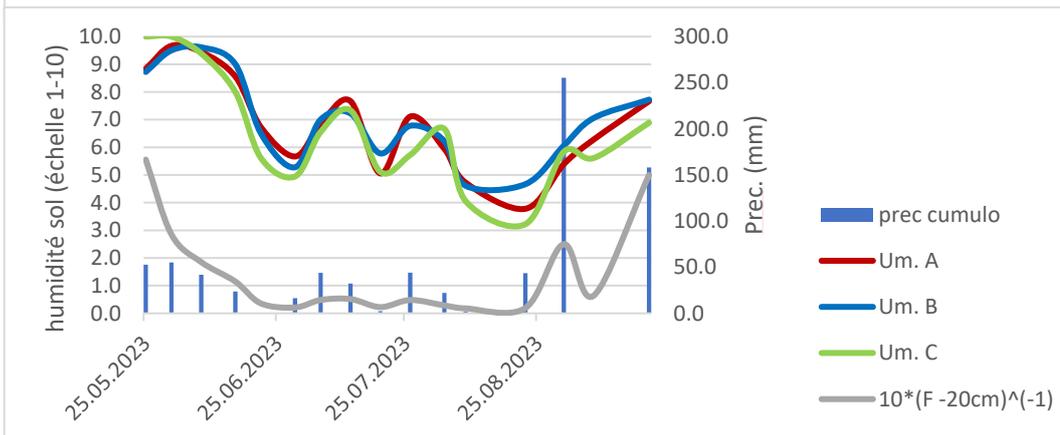
Les graphiques 13 et 14 montrent respectivement l'évolution au cours de la saison des paramètres de température et d'humidité surveillés. Les courbes colorées représentent les variations de température ou d'humidité des trois parcelles différentes, tandis que les colonnes bleues indiquent les millimètres de précipitations accumulés pour chaque intervalle entre une mesure et la suivante. Les variations des deux paramètres, bien que peu élevées entre les trois parcelles, montrent de petites différences intéressantes. En effet, la parcelle « C », ensemencée en labour (ligne verte dans les graphiques), se distingue des deux autres parcelles « A » et « B », ensemencées en semis direct, en correspondance de pics de température ou de pluviométrie. Le graphique des températures montre les trois parcelles avec une tendance très similaire, surtout après la fin juin, lorsque la culture avait atteint un développement suffisant pour couvrir le sol et donc le protéger du radiation solaire et également concomitant avec la suspension des interventions de sarclage, notamment pour la parcelle « C ».

Dans le graphique d'humidité, c'est toujours la parcelle "C" qui a, quoique légèrement, des valeurs généralement inférieures aux deux autres parcelles et, de plus, elle semble subir des variations plus brusques en correspondance avec les précipitations. Même si ces différences entre parcelles ne sont pas très significatives, compte tenu du contexte du millésime 2023 caractérisé par des précipitations plutôt régulières, ces petits écarts mettent en évidence que les sols travaillés sont plus sensibles aux changements brusques de température et de pluviométrie, et ce, dans une année défavorable. Avec une sécheresse accentuée, cela pourrait s'avérer risqué pour les cultures.



Graphique 13:

Variation de la température du sol au cours du développement du maïs dans les trois parcelles A, B et C



Graphique 14:

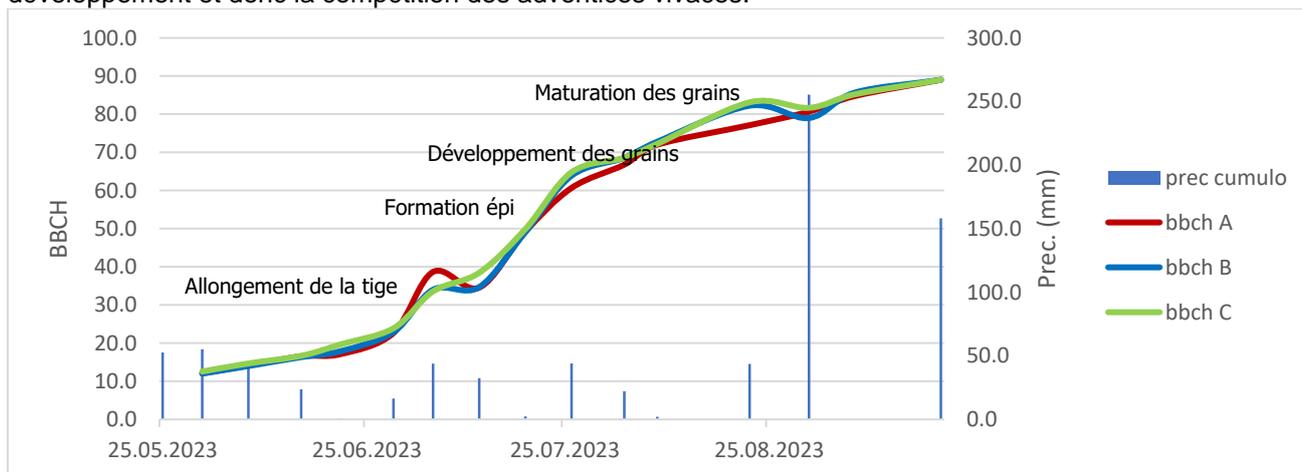
Variation de l'humidité du sol au cours du développement du maïs dans les trois parcelles A, B et C

*note sur le graphique 14 ; la ligne grise représente la mesure de l'humidité du sol enregistrée par la station météorologique la plus proche de l'essai (environ 500 m à vol d'oiseau) à 20 cm de profondeur. L'unité de mesure de cette ligne diffère de celle de l'axe des x du graphique, car elle a été détectée avec des instruments de mesure différents par rapport aux sondes utilisées dans les parcelles de suivi « A, B et C », et est exprimée en pression négative en centibars. Nous avons donc procédé à la multiplication par un facteur de conversion qui permettrait d'afficher la ligne dans le graphique uniquement pour vérifier que la tendance des mesures effectuées avec un suivi à l'aide de sondes portables était en accord avec les variations d'humidité mesurées dans la météo officielle. Ces valeurs servent donc uniquement de référence à interpréter de manière relative et non absolue.

En ce qui concerne le développement phénologique, il n'y a pas de différences importantes entre les trois parcelles « A », « B » en semis direct et « C » en semis ordinaire avec travail du sol, les trois parcelles ont en moyenne atteint le développement de l'épi au même moment (graphique 15).

La ligne rouge qui représente la parcelle «A» montre de petites différences par rapport aux parcelles «B» et «C», ceci est dû à la présence de zones dans la parcelle «A» avec une présence importante de graminées vivaces qui ont soumis le maïs à une concurrence importante, ralentissant par endroits son développement, même si en fin de développement le stade atteint était le même que celui des deux autres parcelles.

De ces preuves, nous comprenons que le semis direct (parcelles «A» et «B») n'a pas influencé de manière significative le développement phénologique du maïs, qui a atteint sa pleine maturation dans la même période par rapport à la parcelle «C» semé avec minimum travail. Si quoi que ce soit indirectement le semis direct pourrait influencer négativement le développement de la culture si cette technique permettait le développement et donc la compétition des adventices vivaces.



Graphique15h :Développement du maïs dans les trois parcelles « A », « B » et « C », phases phénologiques BBCH. Et précipitations cumulées (colonnes bleues)

Dans le graphique 15, les phases du développement phénologique ont été décrites à l'aide de l'ÉCHELLE BBCH [2] qui offre un niveau de détail élevé pour détecter les différentes phases. Le tableau 5 présente les principales phases phénologiques des céréales.

| | | | |
|---------|--|---------|--|
| 0 - 10 | Germination/bourgeonnage/développement des bourgeons | 50 - 60 | Émergence de l'inflorescence (tige principale) |
| 10 - 20 | Développement des feuilles (tige principale) | 60 - 70 | Floraison (tige principale) |
| 20 -30 | Formation de pousses latérales/labourage | 70 - 80 | Développement des fruits |
| 30 - 40 | Allongement de la tige principale | 80 - 90 | Maturation des fruits et des graines |
| 40 - 50 | Gonflement (tige principale)/développement de l'épi | | |

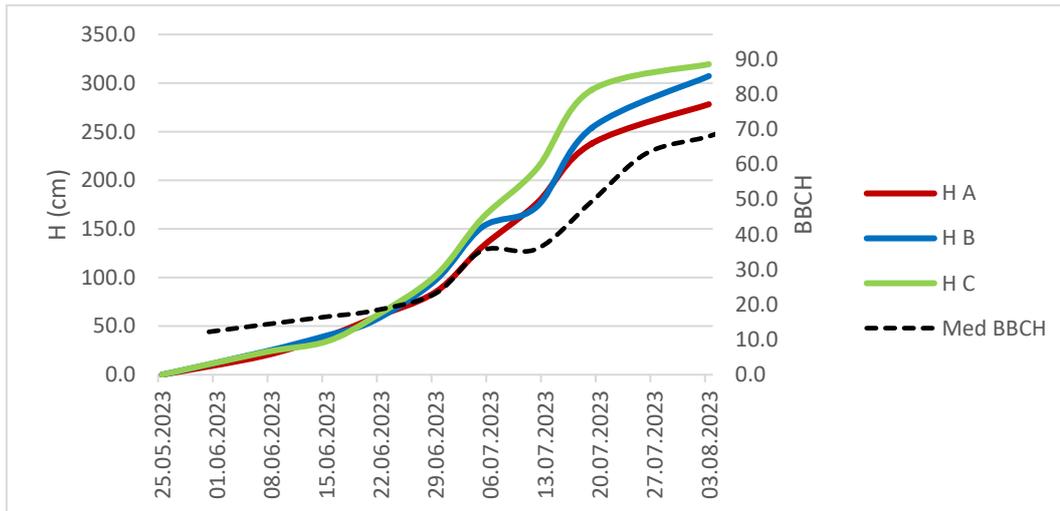
Tableau 5 : Échelle BBCH pour la description des phases phénologiques.

Contrairement à la phénologie, le suivi de la croissance en hauteur des plants 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 pointillée noire montre le développement phénologique moyen des trois parcelles. La parcelle «C» montre un développement en hauteur moyen plus important que les parcelles «A» et «B».

Cette différence s'accroît à mesure que le développement phénologique progresse.

Ceci pourrait être dû à une concurrence avec des graminées indésirables présentes dans certaines zones des parcelles et/ou à une moindre disponibilité des éléments nutritionnels.

La mesure des rendements et de la biomasse végétale plante entière ci-dessous complètera le cadre général du développement du maïs.



Graphique16 :
Croissance en hauteur du maïs. Comparaison entre le semis direct (parcelle «A» et «B») et le semis avec travail minimal du sol (parcelle «C»)



Mesure du rendement du maïs

Au cours de la campagne, le maïs s'est relativement bien développé dans les trois parcelles, avec toutefois quelques différences. En effet, la croissance en hauteur des plantes était plus importante dans la parcelle «C» par rapport à «B» et «A», qui présentaient une plus grande hétérogénéité au sein d'une même parcelle, image 6.

Pour mesurer le rendement du maïs, la production de 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 de grains, de cette manière il a été possible d'étudier et de mieux interpréter les résultats du rendement en grains.

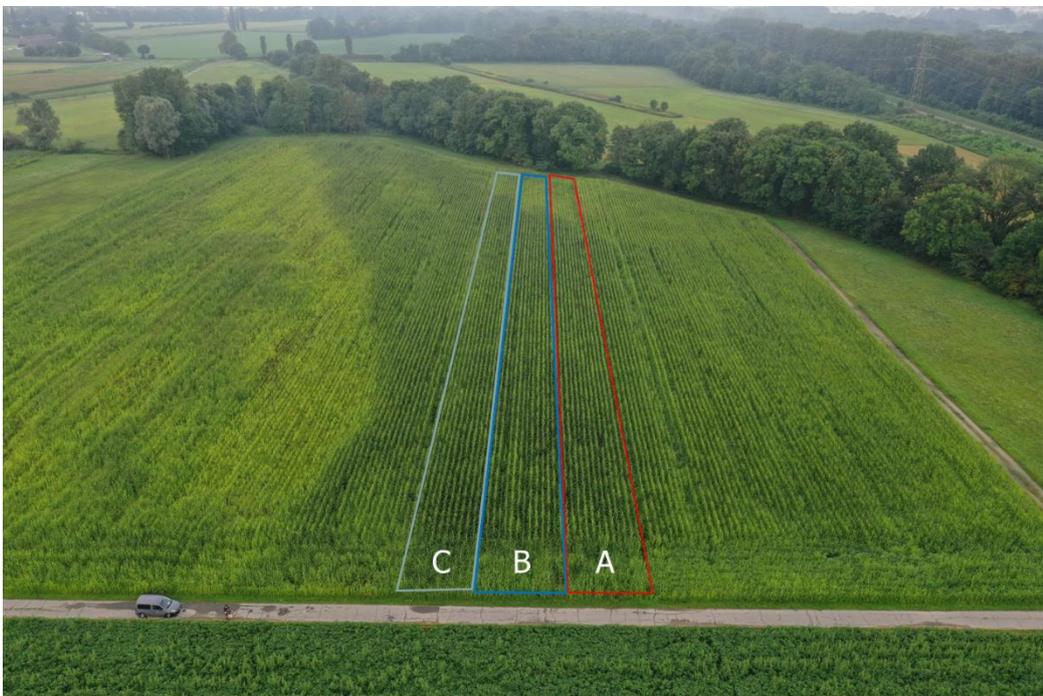


Image 6
Vue de dessus des parcelles «A», «B» et «C», en plein développement du maïs. Il y a des zones plus claires du champ où les plants de maïs ont un développement limité en raison de la présence de mauvaises herbes et d'un sol plus superficiel manquant de nutriments.

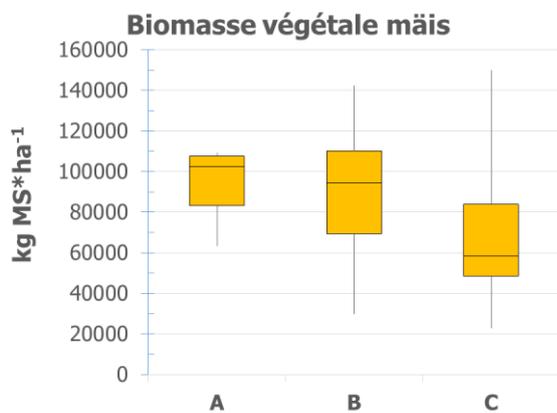
Les graphiques 17, 18, 19 montrent respectivement, pour chacune des trois parcelles : la biomasse moyenne produite par le plant de maïs entier (excepté épi) exprimée en kg par hectare, le rendement en grains en kg par hectare et le rapport entre grains et biomasse végétale. Ce dernier paramètre exprime combien de kg de grains sont produits à partir de 1 kg de matière sèche de végétation et nous donne une indication de

l'efficacité de la production de grains dans le système végétal, donc là où la plante a investi son énergie, dans la production de grains ou végétation.

En général, le rendement en grains des trois parcelles était assez élevé, surtout si l'on tient compte du contexte agricole dans lequel se situe l'essai. Les conditions pédologiques de l'exploitation de l'État, et en particulier le manque de disponibilité d'engrais agricoles d'origine animale, conditionnent grandement les rendements des cultures céréalières, qui peinent souvent à atteindre des niveaux élevés.

Malgré une certaine hétérogénéité au sein de chaque parcelle, les résultats de rendement des parcelles (graphique 18) sont particulièrement intéressants et inattendus puisque le témoin (parcelle «C») a donné les résultats les plus faibles, avec un rendement moyen d'environ 6000 kg/ha, contre un rendement moyen pour les parcelles «A» et «B» (semis direct) d'environ respectivement 8700 kg/ha et 9100 kg/ha.

Le graphique 19 peut aider à mieux comprendre les résultats du rendement, en effet on peut voir que le rapport grain/végétation dans la parcelle «C» est en moyenne similaire aux autres mais avec une grande variabilité par rapport aux parcelles «A» et «B» gérées en semis direct, on peut en déduire que dans les parcelles «A» et «B» la plante a utilisé les ressources disponibles de manière plus efficace, en préférant le développement du fruit à celui de la végétation. En outre, il faut tenir compte du fait qu'avec le semis direct, toutes les opérations de sarclage ont été évitées. Par conséquent, dans ces conditions, le système de production sans labour s'est avéré plus efficace que le système ordinaire.

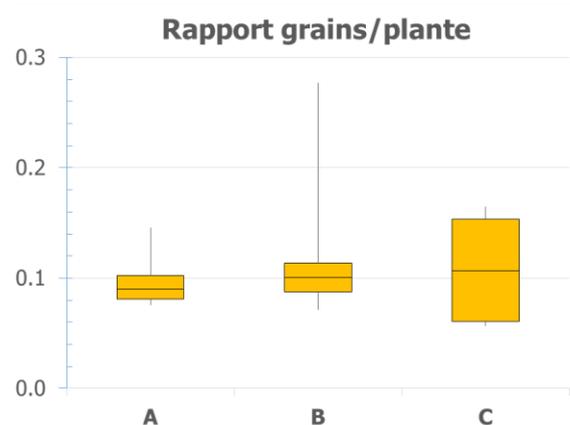
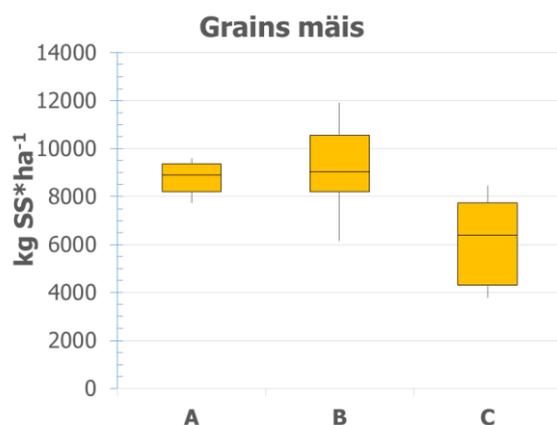


Graphique17

Production de biomasse végétale entière de maïs. Comparaison des parcelles « A » et « B », semis directs sans herbicides, avec la parcelle « C », semis après un travail minimal du sol. Cette dernière a produit en moyenne moins de biomasse que les deux autres. La parcelle «A» présente moins de variabilité que la parcelle «B».



Image 7
Prélèvement d'échantillons à l'aide d'une sonde carottée pour mesurer la biomasse des plants de maïs.



Graphiques 18 et 19

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



Image 8
Échantillons de maïs pour mesure du rendement.



Image 9
Pour chaque point d'enquête, les panicules des plantes présentes le long de deux transects ont été collectées et comptées. 2,5 mètres de long disposés sur deux rangées représentant la parcelle.

Le tableau 6 résume les données recueillies concernant la culture du maïs. En plus de mesurer la production de grains et le poids sec de la plante entière, le nombre de plants le long des transects d'enquête (nombre de plants sur le rang) de 2,5 m et le nombre d'épi récolté dans ce même transept ont été comptés. De là, nous pouvons déduire le nombre moyen de épi par plante, ce chiffre pour la parcelle C est inférieur à celui des deux autres parcelles, et en même temps le nombre moyen de plantes pour hectare est également inférieur à celui des deux autres parcelles. De là, nous pouvons comprendre quels facteurs ont conduit le témoin à avoir une production moindre des parcelles conduites en semis direct. Un autre facteur qui a certainement eu une influence sur le rendement en grains est la présence de ravageurs et de maladies.

| parcelle | Plante entière | Grains | Plantes pour hectare | Épi pour hectare | Épi / plante | P% | % PP | F % |
|----------|----------------|--------|----------------------|------------------|--------------|------|------|-----|
| | kg/ha | kg/ha | N°/ha | N°/ha | | % | % | % |
| A | 93855 | 8768 | 68444 | 69333 | 1.0 | 100% | 26% | 16% |
| B | 89528 | 9188 | 70222 | 72889 | 1.0 | 100% | 18% | 22% |
| C | 71241 | 6139 | 56889 | 53333 | 0.9 | 100% | 43% | 47% |

Tableau 6

Données relatives aux échantillons de maïs pour la mesure du rendement. Les pourcentages P%, PP% et F% se réfèrent respectivement au pourcentage d'épi affectées par : le foreur ; pyrale du maïs avec épi courbé vers le bas; fusariose.

Maladies et parasites

Lors du suivi de la culture et lors de la collecte des données sur les rendements, pour chaque point de mesure, des données ont été collectées sur la présence de maladies, de parasites ou de dommages causés par ceux-ci. Tout au long du cycle de culture, les principaux dégâts détectés ont été causés par la pyrale du maïs qui, en s'attaquant à l'épi, a ensuite favorisé l'entrée d'autres maladies comme la fusariose. Lors de la

récolte du maïs, pour chaque épi récolté, la présence de dégâts causés par la pyrale du maïs, la ; fusariose et l'intensité/extension des dégâts sur l'épi a été notée.

Comme le résume le tableau 6 pour les trois parcelles, quel que soit le type de gestion, 100 % des épi présentait des dommages causés par la pyrale du maïs (P %). Dans le détail, la gravité des dégâts diffère selon les parcelles : la plus touchée est la parcelle « C », avec 43 % des épis courbées vers le bas et risquant de se détacher de la plante (PP%) ; en revanche, la moins grave (ou plutôt la moins pire) semble être la parcelle « B » avec 18 % d'épis pliés. La présence des galeries de foreurs a favorisé l'infection par des maladies fongiques, en particulier la fusariose, qui a touché majoritairement la parcelle «C» avec 47% de épi atteintes, tandis que la parcelle la moins touchée est «A» avec 16% de dégâts.

Donc en général, également du point de vue sanitaire, les parcelles les moins endommagées ont été « A » et « B » conduites en semis direct.



Image 8 – Épi endommagée par la fusariose

Image 9
Épi fortement endommagé par la pyrale du maïs. Le rachis de l'épi se plie et risque de se détacher de la plante, augmentant les pertes de rendement lors de la récolte.



Culture de couverture d'hiver

Après la récolte du maïs, les tiges et les résidus de culture ont été broyés, de manière à laisser une couverture organique homogène sur toute la surface, puis ont procédé au semis d'un couvert hivernal dans les parcelles « A » et « B ».

Un mélange de céréales et de brassicacées composé de triticale, d'orge, de seigle et de chou de chine à racine profond a été choisi comme culture de couverture. Les légumineuses ont été évitées dans la composition du mélange car elles précéderont les semis de soja lors de la saison 2024.

Le mélange a été semé à la mi-novembre 2023, dans les parcelles « A » et « B » avec un semoir direct pour céréales espacés de 17 cm et un débit de semis de 200 kg par hectare.

Dans la parcelle «C», aucun couvert n'a été semé, afin de labourer le sol avant de semer le soja.

Fin janvier 2023, le mélange céréales-brassicacée avait atteint le développement de la troisième feuille et les rangs étaient bien visibles sur les parcelles « A » et « B ». Il sera surveillé jusqu'aux semis de soja.



Image 10 matière organique issue du broyage des résidus de récolte de maïs. Restez au sol en le protégeant

Image 11
Mélange céréales-brassicacée obtenu en coupant les résidus de culture du maïs. Parcelle «A», 30.01.2023



Parcelle D

Comme mentionné précédemment, afin de collecter des données plus précises sur la culture du blé par semis direct, un deuxième essai d'environ 1500 m² a été mis en place sur la parcelle « D » pour réitérer l'expérience de 2022 avec le blé (image 10).

En 2022, la prairie temporaire était sur la parcelle « D », donc en suivant la rotation il sera possible de répéter la séquence de cultures testées sur la parcelle « A » en semis direct, soit : prairie temporaire (2022) > sorgho fourrager (2023).) > blé (2023/2024).

Fin 2022, la prairie temporaire a été travaillée avec un minimum de travail du sol et réensemencée avec un mélange céréales-légumineuses de courte durée.

Prairie temporaire (mélange céréales-légumineuses)

Le mélange choisi est un mélange céréales-légumineuses composé d'avoine d'hiver, de triticale d'hiver, de vesce de Pannonie, de vesce d'hiver et de trèfle rouge (nom commercial : OH-Hiverna-Fix-Legumina). Cette composition permet à la fois une exploitation comme couverture et comme fourrage, avec l'avantage que toutes les espèces présentes ne vivent pas longtemps et ne constitueront donc probablement pas un problème pour les cultures ultérieures.

Le mélange a été semé le 15 septembre après un travail du sol avec une herse combinée à des disques et des ancrs, sans labour ; le taux de semis était de 110 kg/ha, légèrement supérieur à celui recommandé (90 kg/ha). Parallèlement, en témoin « Dt », un mélange fourrager standard triennal a été réensemencé dans le reste de la parcelle.

La culture s'est immédiatement bien développée, en conservant les bonnes proportions entre graminées et légumineuses. Une fois l'hiver atteintes, le couvert était dense et bien développé, les graminées étaient bien implantées et développées (images 11 et 12).

En mai 2023, des échantillons ont été collectés pour une utilisation idéale comme fourrage et le calcul de la biomasse produite.

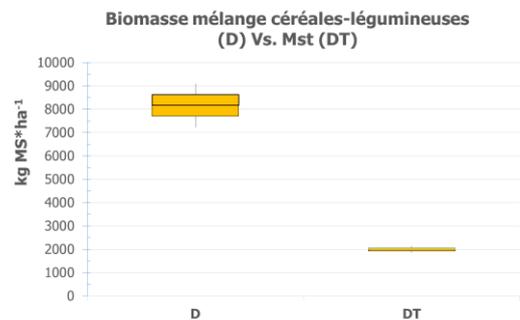
L'évolution du mélange s'est bien poursuivie également au cours du printemps, produisant une quantité de matière sèche intéressante, par rapport au témoin «Dt», respectivement environ 8000 kg/ha contre environ 2000 kg/ha, graphique 10.

En raison de problèmes logistiques de l'entreprise qui héberge l'expérimentation, la récolte a eu lieu à la mi-juillet.



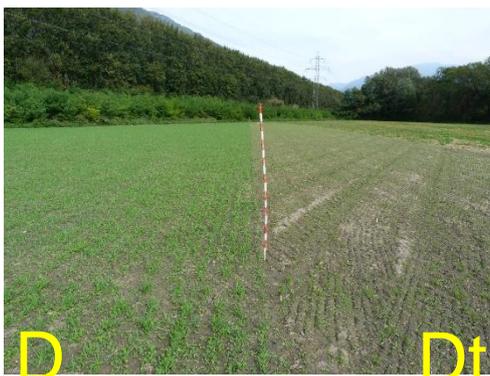
Image 10

La parcelle «D», non loin des autres parcelles et présentant des conditions pédologiques similaires, permet de répéter l'essai sur blé. Un mélange de céréales et de légumineuses à vie courte a donc été semé.



Graphique 20

Comparaison entre la biomasse produite par un mélange céréales-légumineuses éphémères « D » et un Mst « Dt » triennal lors de la première (et unique)



Images 11 et 12
Parcelle «D»,
04.10.2022 et 25.10.2022
Mélange céréales-
légumineuses parfaitement
développé, avec une
excellente couverture et
protection du sol (à gauche) ;
La parcelle témoin «Dt» avec
le mélange standard triennal
(à droite)





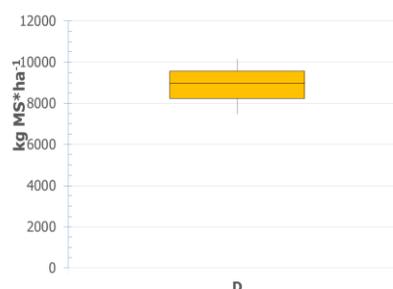
Image13

Comparaison entre la biomasse produite par un mélange céréales-légumineuses éphémères « D » à gauche et un Mst « Dt » triennal à gauche, lors de la première (et unique) fauche de printemps.

Sorgho fourrager plusieurs fauches

Par la suite, un semis direct de sorgho fourrager multicoup (variété Hermès) a été réalisé sur la parcelle « D ». Dans le reste de la parcelle, donc le témoin « Dt », le sol a été travaillé avec un labour minimal en vue du semis direct des céréales d'hiver (blé). Le sorgho semé fin juin a bien germé, mais son développement a été limité par la forte pression des adventices estivales, principalement *Echinochloa crus-galli*. Puis, environ un mois après le semis, une coupe de nettoyage a été réalisée. Cette dernière intervention a été décisive et a redonné de l'espace et de la vigueur au Sorgho qui a produit en moyenne 9000 kg sec/ha lors de sa récolte à la mi-octobre, Graphique 11, images 14, 15 et 16.

Biomasse Sorgho multicoup



Graphique 20

Biomasse produite à partir de sorgho fourrager multifauté en semis direct, après une période de développement de trois mois, parcelle « D »



Images 14, 15 et 16

Succession de développement du sorgho :

Germination 05.07.2023 >> nettoyage paillage (90% adventices) 03.08.2023 >> reprise du développement 07.09.2023

Après la récolte du sorgho qui a eu lieu à la mi-octobre, le blé a été semé en semis direct dans la parcelle « D » et dans la parcelle « Dt » avec semis classique sur lit de semence travaillé. En raison des conditions météorologiques et des conditions logistiques de l'entreprise, les semis de blé ont eu lieu à la mi-novembre. Malgré le retard des semis, grâce à un hiver plutôt doux, le blé a germé et a commencé son développement. Fin janvier 2024, le blé avait développé la troisième vraie feuille tant dans la parcelle « D » que dans le témoin, image 17. La parcelle « D » présente une présence d'adventices diffusée et de pousses de la culture précédente. de la parcelle, jusqu'à l'évaluation des rendements en blé. Dans le suivi 2024, l'évolution des conditions de la parcelle sera vérifiée, jusqu'à l'évaluation des rendements en blé.



Image 17

Janvier 2024, développement du blé. Comparaison entre le semis direct, parcelle « D » (à gauche), et le semis classique avec travail minimal du sol, témoin « Dt » (à droite)

5 Discussion

D'une manière générale sur l'ensemble de l'année 2023, les données sur les cultures ont été collectées dans le respect des délais prévus.

Il a été possible de fixer la succession des cultures sur la parcelle « D » pour répéter l'essai de semis direct du blé 2024, respectant l'objectif manqué de 2022. Heureusement, le schéma d'organisation permet une certaine élasticité.

Le suivi des bio indicateurs a donné des résultats intéressants, cohérents avec les pratiques adoptées.

Revenons aux principaux objectifs pour 2023 :

- Le cycle Prairie Temporaire (PT) >> Sorgho >> Blé d'hiver, sur la parcelle « D » a été mis en place. Afin d'améliorer la réussite du cycle, la prairie temporaire a été remplacée par un mélange céréales-légumineuses de courte durée, ce qui a donné d'excellents résultats en termes de production fourragère, par rapport au témoin «Dt», où un mélange fourrager standard a été semé. de moyenne durée. Il a également laissé les terres libres, permettant ainsi le succès des semis directs de sorgho. Le sorgho a également donné une excellente production fourragère, protégeant le sol jusqu'au semis des céréales d'hiver. Finalement, le blé semé en fin d'automne après la récolte du sorgho a germé et s'est développé comme le témoin. Le suivi de son développement suivra 2024.
- Parcelle « A », « B » et témoin « C » : le développement du couvert hivernal a donné de bons résultats, couvrant le sol et réduisant la pression des adventices jusqu'au semis du maïs et, enfin et surtout, apportant une grande quantité de substance au sol. organique; Le semis direct du maïs a été un succès et son développement s'est déroulé sans problème jusqu'à la récolte. Les rendements ont été mesurés et des données ont été collectées sur les maladies et parasites semés, soulignant que le semis direct a permis d'atteindre une plus grande efficacité de production, dépassant même les résultats du contrôle. Ces résultats doivent toujours être interprétés en fonction du contexte de l'exploitation et de la saison météorologique de l'année en cours. En effet, dans l'exploitation où s'est déroulé l'essai, bien que les conditions de croissance ne soient pas toujours idéales pour les cultures, cette année le régime des pluies a été favorable et il n'y a pas eu de moments de stress hydrique élevé. Il convient donc de rappeler que lorsque les conditions de production de l'exploitation ne sont pas favorables, qu'elles influencent négativement les rendements et que les marges sont encore plus réduites, il devient extrêmement utile de disposer d'un système de production qui optimise au maximum les ressources disponibles, en réduisant les inputs au minimum.
- Parcelle « A » et « B » : le semis direct d'un couvert hivernal en prévision du semis direct de soja en 2024 a été réussi, son développement est attendu dans le courant du printemps.

6 Diffusion, autre utilisation, diffusion des résultats

Au cours de l'année 2023, toutes les opportunités possibles ont été saisies pour montrer et faire connaître l'existence de ce projet dans la région tessinoise. 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 pour partager et échanger des expériences dans le domaine agricole ont été organisées. Le matériel d'information est publié sur le site d'AGRIDEA [lien](#) et sur d'autres canaux de communication tels que YouTube et Agripedia [lien](#).

Pour donner de la visibilité au projet, la création de vidéos s'est poursuivie, décrivant chaque étape franchie et permettant de reconstituer toute l'histoire. Cela donnera au public l'opportunité de connaître et d'approfondir ces questions qui seront présentées lors des journées techniques de terrain organisées au fil des années.

Les activités de diffusion pour 2023 étaient :

- 22.03.2023 - Présentation en ligne au symposium des groupes d'intérêt sur le sorgho organisé par l'équipe Agroscope Reckenholz de Jurg Hiltbrunner (15 participants)
- 15.04.2023 – Publication de la fiche technique culture fourragère APF-AGRIDEA « 11.9.2- Prairies et pâturages permanents associés aux cultures fourragères de courte durée – Sorgho fourrager multi-fauches » (une partie des données collectées a servi à l'élaboration de la fiche)
- 16.11.2023 – Cours AGRIDEA-BioTicino - Test à la bêche standardisé « BodenDok » (num. 23.357) ; présentation des résultats et partage d'expériences avec les participants (campus de recherche Cadenazzo).
- 15.02.2024 - Rapport intermédiaire 2023, sera disponible chez AGRIDEA



Images 18, 19

16.11.2023 – Cours AGRIDEA-BioTicino - Test à la bêche standardisé « BodenDok » (num. 23.357) ; présentation des résultats et partage d'expériences avec les participants (campus de recherche Cadenazzo).

Pour le rapport intermédiaire : degré d'atteinte des objectifs importants

Arrivé au terme de la troisième année du projet, le bilan général est positif, les tests font ressortir tous les points critiques et fragilités des techniques testées, à la fois quelques changements sur le sol et sur la dynamique de la végétation. Commencent à se faire jour, stimulant la réflexion et l'évaluation d'une partie des agriculteurs et des conseillers agricoles.

Les agriculteurs et les techniciens du secteur ont manifesté un intérêt particulier pour le sujet, c'est pourquoi les vidéos et informations diffusées dans les médias et magazines spécialisés se combinent parfaitement avec l'organisation de journées techniques sur le terrain, pour voir physiquement les tests et pouvoir échanger des opinions avec les agriculteurs.

La structure organisationnelle des parcelles, donc le choix d'avoir, en plus des trois parcelles principales « A », « B » et « C », également des parcelles « parallèles » situées dans d'autres parcelles de l'entreprise aux conditions similaires, telles que la parcelle « D » s'est révélée idéale, permettant une plus grande flexibilité dans la réalisation des tests et l'obtention de résultats réellement applicables à la pratique

D'un point de vue technique, les tests sur le terrain ont donné des résultats intéressants, mais il n'est pas possible de faire des évaluations complètes, ce n'est qu'au cours du projet qu'il sera possible de collecter les informations pour une évaluation globale.

En pièce jointe 4 il est possible de consulter l'avancement des activités par rapport au calendrier général prévu au début du projet.

7 Bibliographie

- [1] AGRIDEA APF/ADCF, 2021.
Fiche 9.2.1 - «Mélanges standards pour cultures fourragères 2021-2024»
Lausanne. AGRIDÉE.
- [2] AGRIDÉA, 2021.
Rapport SOSA, Engrais verts en horticulture au sud des Alpes
Lausanne. AGRIDÉE.
- [3] Brunner H. et al., 2010.
Classification des sols en Suisse
Lucerne. Société Suisse de Pédologie 94pp.
- [4] Celano G. et al., 2018.
Manuel d'auto-évaluation LifeCarbOnFarm-Soil
Pouvoir. Alsia - Zone de développement agricole
- [5] Daget P. & Poissonet J., 1969.
Analyse phytologique des prairies
Montpellier. Document 48. Centre National de la Recherche Scientifique BP 67 pp.
- [6] Daget P. & Poissonet J., 1971.
Une méthode d'analyse phytologique des prairies
Annales Agronomiques 22(1) : 5 – 41 p.
- [7] Fischer A. 2020.
Fiche_VDT, FiBL - Progrès-sol
Neuchâtel. Université de Neuchâtel.
- [8] Paulettiet *coll.*, 2013.
Indice QBS-e basé sur les vers de terre et appliqué aux agroécosystèmes
Padoue. Biologie environnementale, 27(2) : 25-43
- [9] Singh J. et coll., 2018.
Méthode écologique d'extraction des vers de terre : compte rendu comparatif du formol, de l'AITC et de l'*Alium cepa* comme extractant
Écologie appliquée des sols Vol.124 : 141-145 pp.
- [dix] Tonin E. et al., 2006.
Utilisation de bioindicateurs pour l'analyse d'un milieu anthropisé et renaturalisant
Padoue. Université de Padoue.