Projet ConservaTI

Techniques culturales respectueuses des sols en agriculture biologique au sud des Alpes

Rapport final de synthèse, évaluation agronomique et économique de la période expérimentale de cinq ans

Parrainé par : AGRIDEA, Office de vulgarisation agricole du Tessin, FiBL (Institut de recherche en agriculture biologique)
Avec le soutien de : Office fédéral de l'agriculture (OFAG / BLW) – Projets de vulgarisation orientés vers la pratique.
Lieu de l'expérimentation : Exploitation agricole domaniale de Cadenazzo (Piano di Magadino, TI).

Contexte de la période d'expérimentation quinquennale (2021–2025)
Le projet ConservaTI a été lancé afin d'évaluer l'applicabilité et la durabilité des techniques d'agriculture de conservation (semis direct, travail minimal du sol et couverture végétale permanente) dans le contexte pédoclimatique du Tessin, caractérisé par des sols sableux à haute perméabilité et des précipitations intenses.

Le défi de l'agriculture biologique de conservation

Contexte et motivations : L'agriculture biologique repose sur le refus des engrais de synthèse et des produits phytosanitaires chimiques, en confiant la nutrition des cultures à la fertilité naturelle du sol et à la gestion de la matière organique. Cependant, la lutte contre les mauvaises herbes dans l'agriculture biologique traditionnelle repose principalement sur des travaux mécaniques fréquents (labour, hersage, sarclage). Ces travaux, s'ils sont prolongés, peuvent accélérer la minéralisation de l'humus, dégrader la structure du sol et favoriser l'érosion.

L'innovation ConservaTI : Le projet ConservaTI a testé l'intégration des principes de l'agriculture de conservation et de la méthode biologique, en combinant l'absence ou la réduction drastique des travaux du sol avec l'utilisation continue de cultures de couverture (engrais verts) et de prairies temporaires afin de protéger et de régénérer la structure du sol au sud des Alpes.

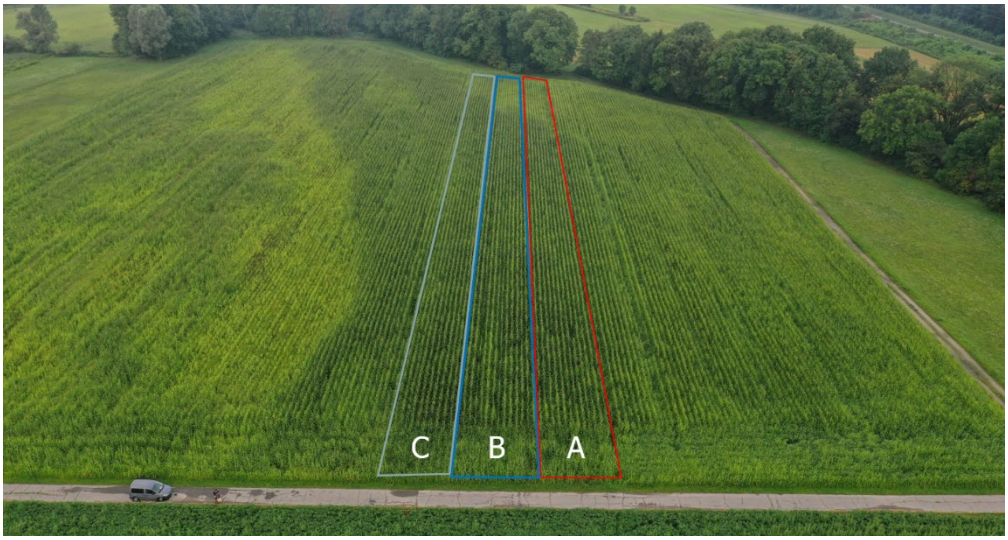


Figure 1 : Parcelles d'essai du projet ConservaTI, constituées de bandes d'environ 2 000 m² disposées dans une zone homogène au sein d'un champ

www.agridea.ch • info@agridea.ch
Lindau Eschikon 28 • 8315 Lindau • +41 52 354 97 00
Lausanne Jordils 1 • CP 1080 • 1001 Lausanne • +41 21 619 44 00
Bern Belpstrasse 26 • 3007 Bern • +41 52 354 97 00
Cadenazzo A Ramél 18 • 6593 Cadenazzo • +41 91 858 19 66

Transfert de connaissances pour l'agriculture et l'alimentation

1. Conception expérimentale et comparaison des stratégies

Localisation et conception expérimentale : L'expérimentation s'est déroulée à l'exploitation agricole cantonale de Gudo (plaine de Magadino) sur une superficie représentative de la plaine alluviale tessinoise. La conception expérimentale a permis de comparer trois variantes de gestion principales, accompagnées d'une parcelle témoin pour compléter les essais.

- **Rotation quinquennale (2021–2025) :** la succession a alterné des cultures à grains à haut rendement (maïs, blé d'hiver, soja, sorgho) avec des couvertures végétales temporaires automnales et printanières composées de graminées et de légumineuses, ainsi que des cultures de couverture ou intercalaires estivales (sorgho, guizotia).
- **Parcelle D (Flexibilité et répétition) :** Parcelle parallèle utile pour garantir la flexibilité du protocole, permettant la répétition des essais culturaux (par exemple, blé et soja) et complétant la collecte de données.

Stratégie / Variante	Intensité des travaux du sol	Caractéristiques et couverture du sol
	Semis direct prédominant (Aucun travail du sol)	Semis sur sol compact, principalement sur une culture de couverture roulée/fauchée. Couverture végétale continue.
	Travail minimal du sol (superficiels <= 10 cm)	Alternance de travaux de labour superficiels (herse à disques/ancres) et de semis direct. Cultures de couverture intermédiaires.
	Gestion traditionnelle (Travail mécanique)	Travail du sol mécanique classique (herbage, préparation du lit de semence, sarclage fréquent).

> **Le rôle clé des cultures de couverture**
> La rotation des cultures sur sol sableux a démontré que le succès du semis direct biologique dépend étroitement de la capacité à produire une biomasse importante de la culture de couverture avant le semis. La masse végétale tordue agit comme un paillis naturel, régulant la température et préservant l'humidité du sol.

2. Biologie du sol, vers de terre et structure

Suivi intégré de la fertilité : Le suivi de la qualité biologique et structurelle du sol a été réalisé en comparant les données du début de la période quinquennale (2021) avec les relevés intermédiaires (2023) et finaux (2025), en utilisant à la fois des indicateurs biologiques (population de vers de terre, indice QBS-e) et des tests diagnostiques sur le terrain (test de la bêche BodenDok, mesures pénétrométriques).

Évolution des bioindicateurs biologiques (2021–2025)

- **Population de vers de terre :** La densité moyenne de la population de vers de terre dans la variante A a doublé au cours de la période quinquennale, passant de 210 individus/m^2 en 2021 à plus de 420 individus/m^2 en 2025. Dans le témoin C, la population est restée stable à des niveaux inférieurs (205–220 ind/m^2).
- **Indice QBS-e :** L'indice de qualité biologique du sol basé sur les vers de terre classés par catégories écologiques (QBS-e) a enregistré une progression significative dans la variante A, passant d'une classe de qualité « Passable » (2021) à « Excellente » (2025), ce qui témoigne de la formation de microhabitats stables en l'absence de labour.



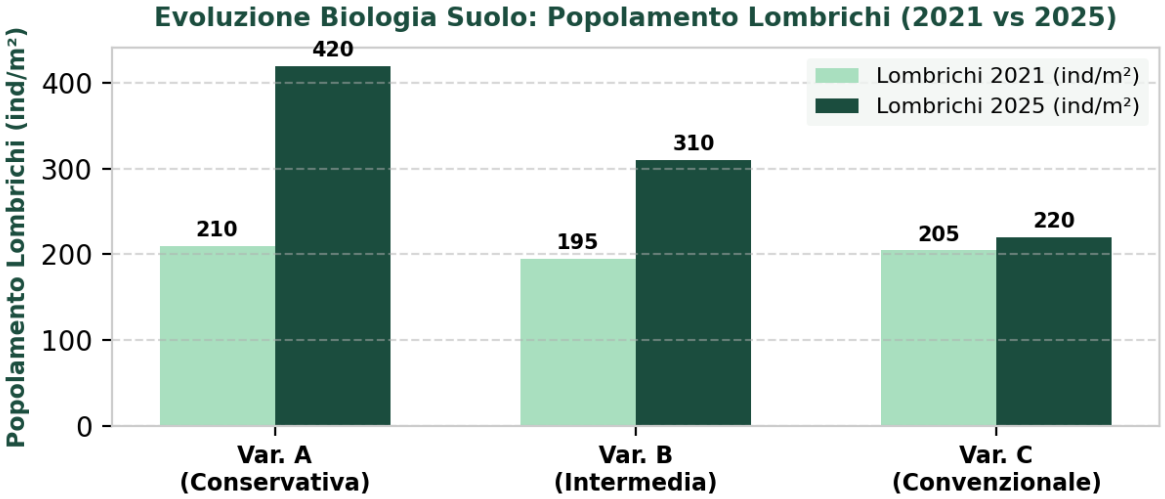


Figure 2 : évolution de la présence de bioindicateurs (vers de terre) dans le sol sur la période 2021-2025 et comparaison entre les différentes variantes de gestion.

4. Restitution de la biomasse, bilan humique et bilan carbone

Bilan carbone : la maximisation de la couverture végétale et la restitution intégrale des résidus de culture ont radicalement modifié les bilans en matière organique du système agricole.

INDICATEUR AGRONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL	VARIANTE A (CONV.)	VARIANTE B (INTERM.)	VARIANTE C (CONV.)
BIOMASSE ÉPIGÉE RESTITUÉE (T MS/HA)	28,07	27,30	12,15
RÉSIDUS RACINAIRES ESTIMÉS (T DE MATIÈRE SÈCHE/HA)	17,17	16,24	13,04
BIOMASSE TOTALE RESTITUÉE (T DE MATIÈRE SÈCHE/HA)	**45,24**	**43,54**	**25,19**
CARBONE ORGANIQUE RESTITUÉ (T C/HA)	**20,36**	**19,59**	**11,34**
ÉQUIVALENT CO_2 ASSOCIÉ (T CO_2/HA)	**74,7**	**71,8**	**41,6**

Synthèse des données : comme le montre le tableau, les variantes A et B ont restitué au sol près du double de biomasse organique et de carbone par rapport au témoin conventionnel C (+79,6 % de biomasse pour A par rapport à C). Cela se traduit par une fixation potentielle de +33,1 t de CO_2/ha supplémentaires retenues dans le sol.

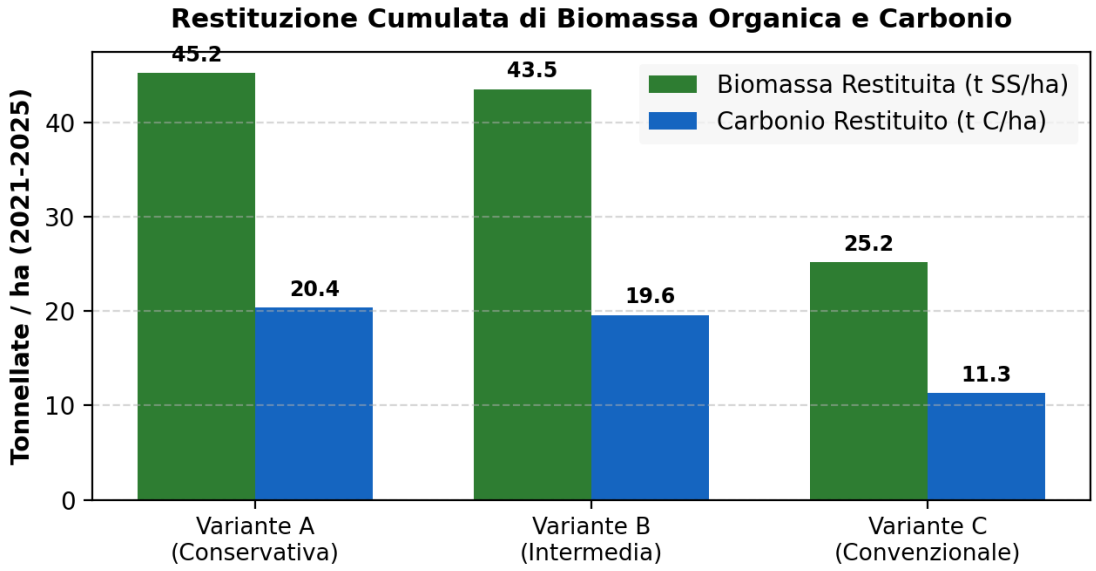


Figure 3 : Restitution cumulée de biomasse et de carbone organique sur la période quinquennale 2021–2025.

Fixation du carbone et bilan humique
L'application du modèle suisse de bilan humique (HumusBilanz / Agroscope) montre que la variante A a généré une accumulation nette de +3 600 kg d'humus/ha en 5 ans, doublant ainsi le solde par rapport à la variante C (+1 700 kg/ha). Le semis direct a en outre permis de fixer 74,7 t/ha d'équivalent CO_2 potentiel (+33,1 t CO_2 eq/ha par rapport au témoin).

4. Évolution des propriétés physico-chimiques du sol

Analyses en laboratoire (2021 vs 2025) : La comparaison entre les analyses en laboratoire des échantillons de sol prélevés en 2021 et en 2025 offre un aperçu détaillé de la dynamique chimique des sols soumis aux trois différents niveaux de travail du sol.

Matière organique (MO) et variabilité spatiale intra-parcellaire

Interprétation agronomique : Les valeurs moyennes de matière organique enregistrées en 2025 s'élevaient à 2,53 % dans la variante A, 2,30 % dans la variante B et 2,27 % dans la variante C (contre des valeurs initiales en 2021 de 2,60 % dans la variante A et de 2,20 % dans les variantes B et C). Les analyses mettent en évidence une forte variabilité spatiale intra-parcellaire (avec des variations individuelles comprises entre 2,1 % et 2,8 %). Conformément aux directives d'Agroscope, une période de cinq ans constitue un horizon temporel trop court pour détecter des variations statistiquement significatives de la teneur en matière organique totale à l'aide des analyses chimiques traditionnelles par voie humide.

Structure, compactage, capacité d'échange cationique (CEC) et réaction du sol (pH)

Structure du sol : les tests à la bêche et les relevés pénétrométriques (0–50 cm) confirment que le semis direct n'a pas généré de semelles de compactage nuisibles. Au contraire, le réseau de macropores biogéniques créés par les racines et les vers de terre a amélioré la portance et la capacité d'infiltration de l'eau.

Capacité d'échange cationique : Les analyses en laboratoire de 2025 révèlent une augmentation significative de la capacité d'échange cationique (CEC) dans les parcelles conservatrices (Variante A : 11,97 meq/100 g ; Variante B : 11,47 meq/100 g ; variante C : 10,87 meq/100 g). Cette augmentation reflète la réactivité organique accrue du sol et sa capacité renforcée à retenir les éléments nutritifs.

Stabilité du pH : les valeurs de pH sont restées stables dans une fourchette comprise entre 6,43 et 6,57 dans toutes les variantes, confirmant l'absence de phénomènes d'acidification et préservant des conditions optimales pour la nutrition du maïs, du blé et du soja.

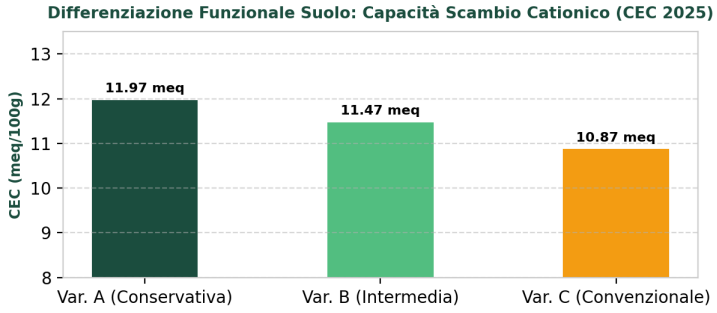


Figure 4 : à la fin de l'expérience, on a mesuré une légère différence de capacité d'échange cationique entre les différentes parcelles, directement proportionnelle à l'augmentation des pratiques de conservation.

Test de la bêche 2025, comparaison entre des parcelles gérées différemment

Parcelle A	Parcelle B	Parcelle C
		

5. Leçons agronomiques : gestion des cultures et cultures de couverture

Évaluation des cultures en rotation : l'expérience acquise au cours des cinq années du projet ConservaTI a permis de définir avec précision la faisabilité technique des principales cultures biologiques au sud des Alpes en semis direct :

CULTURE	RÉSULTATS ET EFFICACITÉ	OBSERVATIONS AGRONOMIQUES ET RECOMMANDATIONS
MAÏS BIOLOGIQUE	Excellent succès (★★★★★)	Le semis direct sur une culture de couverture roulée (par ex. vesce/avoine ou sorgho) a garanti des rendements élevés et une excellente maîtrise des mauvaises herbes grâce à l'effet de paillage.
BLÉ D'HIVER	Bon résultat (★★★★☆)	Bonne levée et bon développement en semis direct sur sol compact après des prairies ou des engrais verts. Il est important de bien régler le semoir pour sol compact afin de garantir le contact entre la graine et le sol.
SOJA BIOLOGIQUE	Risque élevé (★★☆☆☆)	C'est le principal défi. La couverture initiale lente du soja et la forte pression des mauvaises herbes estivales nécessitent un travail minimal du sol ou un peignage superficiel.

Gestion des mauvaises herbes et choix des engrais verts

Gestion des cultures de couverture : l'utilisation du sorgho à coupes multiples et des mélanges d'hiver (OH-Hiverna-Fix-Legumina + pois) a permis d'obtenir des productions de biomasse de 5,5 à 7,0 t de matière sèche/ha, tout en supprimant les mauvaises herbes annuelles et en évitant l'érosion superficielle.

Flore adventice : Alors que le semis direct contrôle très efficacement les mauvaises herbes annuelles, on observe dans les systèmes sans labour continus (variante A) une accumulation progressive de graminées vivaces. La variante B (travail minimal stratégique) s'est avérée efficace pour limiter ce phénomène tout en maintenant un excellent contrôle de la flore spontanée.

> **Recommandations pratiques pour les agriculteurs du sud des Alpes**
> 1. Maximiser la biomasse des cultures de couverture comme élément clé de la lutte biologique contre les mauvaises herbes.
> 2. Associer le semis direct à des travaux du sol minimaux et flexibles dans les cultures les plus critiques (par ex. le soja).
> 3. Valoriser les avantages économiques liés à la réduction de la consommation de carburant et du temps de travail.



Figure 2 : comparaison entre le semis direct de maïs sur une culture de couverture à base de céréales et de légumineuses (à droite) et sur un sol labouré

1.1 6. Analyse des rendements et de la viabilité économique globale

Évaluation intégrée : un aspect fondamental pour la transférabilité réelle des techniques de culture de conservation concerne la comparaison entre les rendements commerciaux obtenus et la structure des coûts de culture. Pour évaluer la viabilité globale du système, il est nécessaire de vérifier si la réduction des coûts d'exploitation liés au semis direct compense d'éventuelles baisses de production.

Production cumulée de grains (2021–2025)

VARIANTE DE GESTION	BLÉ 2022 (Q/HA)	MAÏS 2023 (Q/HA)	MAÏS 2025 (Q/HA)	TOTAL DES CÉRÉALES (Q/HA)
VARIANTE A (PRUDENTE)	16,0	87,7	46,4	**150,1 q/ha**
VARIANTE B (INTERMÉDIAIRE)	35,0	91,9	29,6	**156,5 q/ha**
VARIANTE C (CONVENTIONNELLE)	**35,0**	**61,4**	**100,4**	**196,8 q/ha**
NOTES TECHNIQUES	*Estimation des pertes dues aux mauvaises herbes dans les parcelles A*	*A et B dépassent C*	*C favorisé par le sarclage/N*	***Année 2024 : soja touché par la grêle***

Évolution des rendements : L'analyse des différentes années montre une forte fluctuation des productions : la variante C a enregistré la production cumulée la plus élevée (196,8 q/ha), tirée par le rendement exceptionnel du maïs en 2025 (100,4 q/ha), dû à une meilleure minéralisation de l'azote stimulée par les sarclages. Les variantes A et B ont en revanche affiché de meilleures performances pour le maïs en 2023, mais ont connu une baisse en 2025 en raison de la concurrence des mauvaises herbes.

Coûts mécaniques et efficacité économique « rendement net »

VARIANTE	PRODUCTION CUMULÉE (Q/HA)	COÛTS DES TRAVAUX DU SOL (CHF/HA)	ÉCONOMIE PAR RAPPORT À C (%)	RENDEMENT NET (Q / 100 CHF)
VARIANTE A (PRUDENTE)	**150,1 q/ha**	**1 550 CHF**	**-48,3 %**	**9,7 q / 100 CHF**
VARIANTE B (INTERMÉDIAIRE)	156,5 q/ha	1 950 CHF	-35,0 %	**8,0 q / 100 CHF**
VARIANTE C (CONVENTIONNELLE)	196,8 q/ha	3 000 CHF	Référence (0 %)	**6,6 q / 100 CHF**

Renversement de tendance en matière d'efficacité : en introduisant l'indicateur du « rendement net du système » (quantité de grains produite pour 100 CHF dépensés en transformation), le tableau économique s'inverse en faveur du système conservateur : la variante A génère pas moins de 9,7 q de grains pour 100 CHF de transformation, contre 8,0 q pour la variante B et seulement 6,6 q pour le témoin C (+47 % d'efficacité économique pour A par rapport à C).

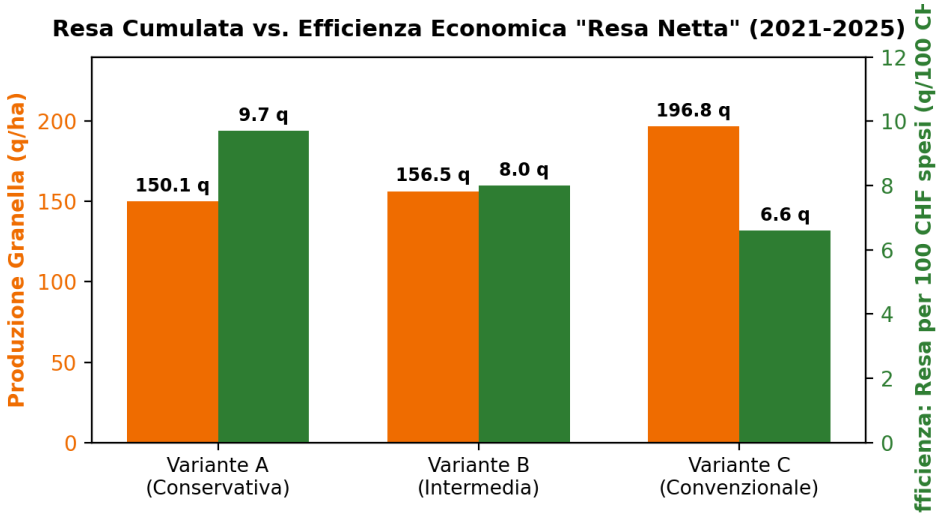


Figure 5 : Comparaison entre la production cumulée de grains et l'indice d'efficacité nette (q / 100 CHF dépensés).

7. Transfert technologique, diffusion et perspectives d'avenir

Diffusion et impact sur le territoire : Le transfert des connaissances acquises au monde agricole régional a constitué un pilier central du projet ConservaTI. Parmi les principales initiatives menées au cours de ces cinq années, on peut citer :

- **Rencontres sur le terrain :** organisation de visites périodiques pour les agriculteurs du canton du Tessin et de la Suisse centrale.
- **Collaborations pédagogiques :** implication des étudiants de la HEPIA (Genève), de Lullier et du CPV de Mezzana (Tessin).
- **Journées de vulgarisation :** journée cantonale sur la fertilité des sols et cours sur le « test de la bêche » d'Agridea.
- **Rapports intermédiaires, affiches, brochures, fiches techniques et vidéos de vulgarisation**

Le matériel d'information est publié sur Agripedia [lien].

D'autres ressources sont disponibles sur le site d'Agridea (lien) et sur d'autres canaux de communication tels que YouTube

8. Conclusions et perspectives d'avenir

Évaluation quinquennale : À l'issue de la période 2021–2025, le projet ConservaTI dresse un bilan clair et détaillé de l'adoption de l'agriculture conservatrice biologique dans le contexte du sud des Alpes :

INDICATEUR GLOBAL DU PROJET	VARIANTE A (CONSERVATRICE)	VARIANTE B (INTERMÉDIAIRE)	VARIANTE C (CONVENTIONNELLE)
MATIÈRE ORGANIQUE FINALE EN 2025 (%)	**2,53 %**	2,30 %	2,27 %
BIOMASSE TOTALE RESTITUÉE (T DE MATIÈRE SÈCHE/HA)	**45,24 t**	**43,54 t**	**25,19 t**
BILAN HUMIQUE ESTIMÉ (KG/HA)	**+3 600 kg**	**+3 100 kg**	**+1 700 kg**
COÛTS D'EXPLOITATION LIÉS AUX TRAVAUX (CHF/HA)	**1 550 CHF**	**1 950 CHF**	**3'000 CHF**
PRODUCTION CUMULÉE DE GRAINS (Q/HA)	**150,1 q**	156,5 q	196,8 q
RENTABILITÉ (Q / 100 CHF)	**9,7 q / 100 CHF**	**8,0 q / 100 CHF**	**6,6 q / 100 CHF**

Conclusion finale tirée de l'expérience ConservaTI

> *La variante C a enregistré la production cumulée de grains la plus élevée au cours de la période d'essai. Toutefois, ce résultat s'est accompagné des coûts de transformation les plus élevés et du plus faible apport de matière organique au système. Les variantes A et B ont produit des quantités totales de grains inférieures, mais ont restitué au sol environ le double de la biomasse organique, tout en présentant des coûts d'exploitation nettement réduits.*
>
> *En tenant compte à la fois de la production, des coûts de culture, du bilan humique et de la restitution de carbone, la variante A apparaît comme le système le plus efficace d'un point de vue agroécologique et économique à moyen et long terme, tandis que la variante B représente un bon compromis entre la conservation des sols et la capacité de production.*
>
> *L'expérience acquise jusqu'à présent met en évidence une large marge d'amélioration technique et technologique : en affinant le choix du matériel de semis et la gestion des apports d'engrais, il sera possible de stabiliser et d'augmenter les rendements, consolidant ainsi la viabilité économique de l'agriculture conservatrice biologique au sud des Alpes.*