



République Algérienne Démocratique et populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERY, Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques

Département des Sciences Agronomiques

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de MASTER en sciences agronomiques

Spécialité : Science du sol

Thème

L'effet d'une incorporation des couverts végétaux sur quelques paramètres d'un sol de vignobles dégradé (Nord d'Algérie)

Déposé le : 13_07_2023

Réalisé par : LAMINE SONIA.

TALEB SARAH.

Jury

Présidente : Mme BOUTEBTOUB W.

MCB

UMMTO

Examineur : Mr MERROUKI K.

MCB

UMMTO

Encadreur : M^{me} BOURBIA MOUAS S.

PROFFESEUR

UMMTO

Co-encadreur : Mme IHOUTE K.

DOCTARENTE

UMMTO

2022- 2023

Remerciements

À l'issue de cycle de notre formation nous tenons à remercier Dieu le tout puissant.

Au terme de ce travail, il m'est agréable d'exprimer ma profonde reconnaissance et ma gratitude aux personnes qui ont contribué à faciliter notre travail

Nous tenons à remercier sincèrement notre promotrice Mme Bourbia .S d'avoir accepté de nous encadrer dans la conception et l'élaboration de ce travail, et aussi pour le dévouement manifeste malgré toutes ses nombreuses occupations

Nos remerciements s'adressent aussi à Mme ihoute Co-promotrice pour leur suivis durant tout notre travail et leur conseil précieux.

Mes vifs remerciements vont aux membres de jury pour avoir accepté de juger notre présent travail.

On n'oublie pas nos parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours encouragés au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous et à toute.

Dédicace

Suivant la volonté du Dieu tout puissant, j'ai pu achever ce travail que je dédie :

A mes chers parents, mon père Slímane et ma mère Salíha qui m'ont soutenu pendant toute ma vie et mes études, qui m'ont épaulé le long de ma scolarité, leur sacrifice pour mon éducation et la confiance et l'amour qu'ils m'ont toujours accordé, je vous dis merci pour vos aides et encouragement depuis mon existence. Que dieu vous protège et vous accorde le bonheur, la santé et une longue vie.

A mes frères Kouciéla et Anís et ma sœur Lamís, auxquels j'exprime ma gratitude et reconnaissance.

A mon fiancé Ali pour son amour son assistance morale et ses conseils et pour le soutien dont il a fait preuve pendant toute ce travail et a qui je voudrais exprimer mes affection et mes gratitudes.

A la famille de mon fiancé (ma belle mère Ouíza et beau père Rabah, Aníssa et son mari Karím).

A ma grande mère Baya que dieu nous protège.

A toute ma famille en générale et toutes mes amies spécialement : Hízía, Chahínez, Raouía, Míma, Nadía Souad, Kamília . Síheme . Kahína, Ouíza, .

A toute ma famille Lamíne et Idres et Slímani pour leur soutien et affection.

Et a ma binôme Sarah et sa famille.

Je veux surtout dédier ce travail à mes très chers camarades de promotion Master 2 avec lesquels j'ai passé des moments précieuses et inoubliable, je vous souhaite tous une vie plein de joie et de bonheur et une carrière pleine de succès et que vous achevez tout ce que vous désirez dans la vie.

Dédicace

Je dédie ce travail

A Ma mère, pour son soutien, ses encouragements et ses sacrifices

A Mon père, pour son soutien, son affection et la confiance qu'il m'a accordé.

A Mes sœurs sabrina ,katia,roza,tinhinane et mon frere jugurta qui m'avez toujours soutenu et encourage durant ces années d'études.

A Mes oncles aussi et plus spécifiquement tontonboukhalifa et ma grande mère. Que dieu leur donne une longue et joyeuse vie

A mon bras droit et mon trésor et l'amour de ma vie Kamel

A tous les cousins, les voisins et les amis que j'ai connus jusqu'à maintenant.

Sans oublier ma binôme Sonia pour son soutien morale, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

Liste des figures

Figure 1 : schéma récapitulatif des objectifs des couverts végétaux	4
Figure 2 : Cycle de restitution de la matière organique (Briat,2020).	6
Figure 3 : cycle de la matière organique	6
Figure 4 : schéma récapitulatif des impacts économiques des couverts végétaux	8
Figure 5 : les différents types de fertilités du sol (Demarle, 2020).....	9
Figure 6 : carte géographique Tadmait.	16
Figure 7 : Schéma d'une série de terrasse alluviale (Sahnoun, 2022)	17
Figure 8 : Dispositif expérimentale dressé sur le terrain. (Sahnoun,2022).....	21
Figure9 : Couvert 01 (Orge+féverole) (original 2022)	22
Figure 10 : Couvert 02 (Triticale+féverole) original (2022)	22
Figure 11 : Couvert 03 (Seigle +féverole) (original,2022).....	22
Figure 12 : Solution préparé pour le dosage du carbone (originelle, 2023)	24
Figure 13 : Titration de la solution avec le sel de Mohr (originelle, 2023)	25
Figure 14 : Fumigation des échantillons de sol au chloroforme (originelle,2023).....	26
Figure 15 : Extraction de la solution pour la titration (originelle, 2023).....	27
Figure 16 : Représentation graphique du carbone organique dans les sols étudiés	28
Figure 17 : Représentation graphique de la biomasse microbienne ou le carbone microbien dans les sols étudiés exprimée	29
Figure 18 : Corrélation entre le carbone organique du sol et du carbone microbien.....	30

Liste des tableaux

Tableau 1 : granulométrie du sol de Tademaït (Iardjani, 2022).....	17
Tableau 2 : Température moyenne annuelle, maximale (max) et minimale (min) enregistrée pour la période 20012-2022. (Source, tutiempo.net)	18
Tableau 3 : Précipitation totale annuelle de la wilaya de Tizi-Ouzou pour la période de 2012-2022. (Source, tutiempo.net).....	18
Tableau 4 : Caractéristiques du sol étudié.	19
Tableau 5 : Doses de semis des différents couverts (Lardjani, 2022)	19
Tableau 6 : Poids sec moyen de la biomasse racinaire par plant (Ihout et al.,2022)	23
Tableau 7 : Poids moyen de la biomasse aérienne sèche par mètre carré (Ihout et al., 2023)....	23

Liste des abréviations

COS : Carbone organique du sol.

MO : Matière Organique.

MOS : Matière Organique du sol.

BM : La biomasse microbienne.

CO : Carbone organique.

CV : Couvert végétal.

CaCo₃ : Carbonate de calcium.

CO₂ : Dioxyde de carbone.

Da : Densité apparente.

PH : Potentiel Hydrique.

H : Humidité.

Table de matière

Introduction.....	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique	
I.1 Histoire des couverts végétaux	3
I.2 Définition d'un couvert végétal	3
I.3 Avantages et contraintes des couverts végétaux.....	3
I.3.1 Avantages des couverts végétaux.....	3
I.3.1.1 Amélioration de l'état sanitaire du sol et des cultures.....	4
I.3.1.2 Stimulation de la vie dans le sol	4
I.3.1.3 Amélioration et stabilisation de la structure du sol	5
I.3.1.4 Restitution de la matière organique	5
I.3.1.5 Pièges et sources d'éléments nutritifs.....	6
I.4 Contraintes des couverts végétaux	7
I.5 Impacte économiques des couverts végétaux	7
I.5.1 Sécurisation des rendements	8
I.5.2 Fertilité chimique du sol.....	8
I.5.3 Fertilité physique.....	8
I.5.4 La fertilité biologique.....	9
I.5.5 Réduction des couts de protection.....	10
I.5.6 Economie de mécanisation.....	10
I.5.7 Economie de fertilité	10
I.5.8 Economie des ressources en eau	10
I.5.9 Economies des produits phytosanitaires.....	11
I.6 Carbone organique du sol	11
I.6.1 Carbone et matière organique du sol.....	11
I.6.2 La mesure du carbone organique des sols.....	12
I.6.3 Pratiques agricoles et stockage de carbone dans les sols.....	13
I.7 Biomasse Microbienne	14
I.7.1 Facteurs influençant les caractéristiques de la biomasse microbienne dans le sol... 14	
I.7.1.1 Facteurs physiques.....	14
I.7.1.1.A Structure.....	14

I.7.1.1.B Texture	15
I.7.1.2 Facteurs biologiques	15
I.7.1.3 Facteurs chimiques	15
I.7.1.3.A Réaction du sol	15
I.7.1.3.B Salinité du sol	15
I.8 Influence des techniques de travail du sol sur la biomasse microbienne du sol	16

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1 ETUDE DU MILIEU	17
II.1.1 Présentation du site expérimental	17
II.1.2 Situation géographique de Tadmaït	17
II.2 Caractéristiques du sol de Tadmaït	18
II.2.1 Nature du sol de Tadmaït	18
II.2.2 Nature géologique du sol :	18
II.2.3 Le climat de la zone d'étude	19
II.2.3.1 Les températures	19
II.2.3.2 Les précipitations :	19
II.3 Les caractéristiques du sol étudié	20
II.3.1 La densité de semis	21
II.3.2 La parcellisation et semis	21
II.4 Caractérisation du couvert	24
II.5 Echantillonnage du sol	24
II.5.1 Carbone organique	25
II.5.1.1 Titration	25
II.6 Biomasse microbienne	26
II.6.1 Fumigation	27
II.6.2 Extraction	27
II.6.3 Titration	28

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1 Le carbone organique total du sol :	29
III.2 Biomasse microbienne	29
Conclusion	33
Reference bibliographique	34

Résumé.....38

Introduction

Introduction

La vigne appartient à la famille des vitacées. Les plantes de cette famille sont des arbrisseaux grimpants comme des lianes à tige souvent sarmenteuse mais parfois herbacée ; possédant des vrilles opposées aux feuilles. La culture de la vigne a débuté il y a 5 à 6 millénaires avant J.C à partir des refuges de Transcaucasie et d'Iran où les hommes se sont sédentarisés et ont découvert l'intérêt alimentaire de cette plante. **(Reynier,2011)**.

La vigne est conduite en grande majorité selon des pratiques conventionnelles qui ont parfois un effet défavorable sur le sol favorisant le tassement **(Coulouma et al.,2006)**, l'érosion **(Le Bissonais et al.,2007)**, l'accumulation du cuivre **(Saby et al.,2011)** et la diminution de la biomasse microbienne **(Dequiedt et al.,2011)**.

La culture continue de vigne dégrade le sol par appauvrissement du stock de matière organique, cette dernière disparaît des sols des vignobles au rythme d'environ 2% par an. Cette disparition constitue à terme un risque grave d'altération des potentialités des sols pauvres en argile ainsi que des sols en pentes, sensibles à l'érosion. De plus, cette méthode de culture épuise les réserves en éléments minéraux. Elle peut dans des sols naturellement peu fertiles, contribuer à épuiser les réserves en éléments minéraux comme le potassium ou le magnésium. La fertilisation est tout à fait à même de remédier à ce type de situation. **(Delas, 2010)**.

Les systèmes viticoles comptent parmi les systèmes de culture les plus exigeants en termes de protection des plantes et d'opération de gestion des sols et de la canopée. La viticulture conventionnelle est pointée du doigt sur l'utilisation abondante de pesticides. **(Renaud-Gentié et al ., 2019)**.

L'entretien des sols est un élément important dans la mise en œuvre d'une viticulture durable. D'où l'application des couverts végétaux, pratique ancestrale abandonnée par l'agriculture moderne, revient actuellement à la mode et devient une pratique incontournable dans les systèmes de production durables. Les couverts végétaux ont une action bien connue de protection du sol en automne. La couverture végétale agit de manière mécanique en améliorant la stabilité structurale des sols sous l'effet de la décomposition de la matière organique fraîche. Cela retarde l'apparition de la croûte de battance qui intervient dans les sols affinés et nus, associés à la forte pluviométrie hivernale. De plus, la présence d'un couvert végétal améliore l'infiltration de l'eau **(Follain, 2018)**.

La restitution des couverts végétaux sont d'importantes sources d'éléments minéraux pour les cultures. Pour optimiser la disponibilité des éléments, leur minéralisation doit coïncider avec les besoins des cultures (**Archambeaud, 2021**). D'après Guichon (2020), 30 % du carbone que contiennent les couverts végétaux sont intégrés à la matière organique du sol. Selon (Guichon, 2020), « On ne crée pas de nouvelles ressources en cultivant des couverts végétaux mais on rend biodisponibles, les éléments présents dans le sol ».

Parmi les espèces végétales qui sont utilisées dans les couverts végétaux, on distingue essentiellement les graminées et les légumineuses. Les graminées apportent de la matière organique au sol (carbone) quant aux légumineuses, elles apportent une fixation importante de l'azote atmosphérique engendrant une biomasse importante (**Piaud, 2018**)

C'est dans cette thématique que s'inscrit notre travail qui a pour objectif la restauration d'un sol de vigne dégradé du Nord de l'Algérie de la wilaya de Tizi Ouzou, commune de Tademaït. Pour cela, nous allons comparer l'effet de l'incorporation de quatre couverts végétaux au sol sur le carbone organique total et la biomasse microbienne du sol.

Notre travail s'articule autour de quatre parties ; la première partie sera consacrée à la présentation d'une revue bibliographique, la deuxième partie sera réservée à matériel et méthodes utilisées. La dernière partie sera réservée aux résultats et discussion. Enfin, une conclusion générale vient clore notre travail.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

I.1 Histoire des couverts végétaux

L'utilisation des couverts végétaux entre les cultures est probablement née en Chine, il y a 3000 ans, avec le début des installations des systèmes agricoles sédentaires. L'utilisation en inter culture d'engrais vert a rendu la production plus extensive. En 1700, les paysans utilisaient déjà les engrais verts comme le pois fourrager et le trèfle grâce notamment à leur capacité à fixer l'azote atmosphérique. Ces plantes permettaient d'améliorer la fertilité du sol pour les cultures suivantes (Joffe, 1955).

Les engrais verts sont particulièrement utilisés en Allemagne, en Chine et au Japon, où ils sont intégrés dans les rotations, plus particulièrement sur les sols sableux qui sont moins fertiles (Sarrantonio, 1961).

I.2 Définition d'un couvert végétal

Un couvert végétal ou engrais vert est un matériel incorporé dans le sol, après le stade de maturité, afin d'améliorer la fertilité du sol (Brown, 1965). Il s'agit de toutes sortes de matériel végétal. Les résidus de récolte sont exclus, selon (Allison, 1973), car ils n'apportent aucune matière extérieure au champ. De nos jours, les engrais verts sont insérés dans les plannings de rotation en tant qu'interculture. Ceci a pour but de créer une couverture végétale sur le sol jusqu'à leur destruction par broyage ou gel et leur enfouissement (Pousset, 2011).

I.3 Avantages et contraintes des couverts végétaux

Un couvert végétal peut avoir plusieurs avantages et certains inconvénients.

I.3.1 Avantages des couverts végétaux

Les couverts végétaux sont appliqués selon les objectifs recherchés. Parmi les avantages que peut apporter un couvert végétal (Figure 1) :

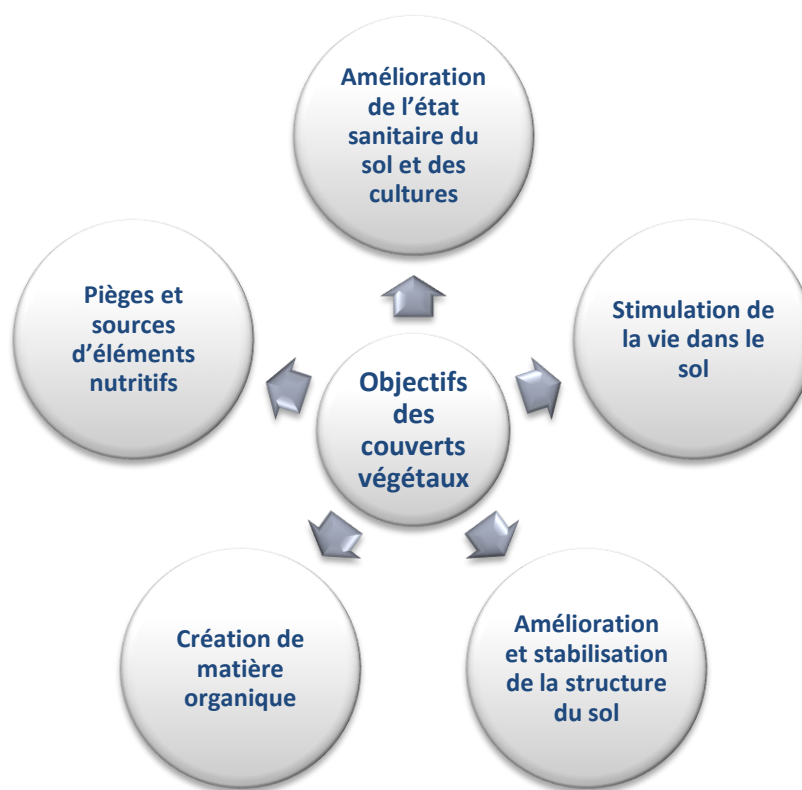


Figure 1 : schéma récapitulatif des objectifs des couverts végétaux

I.3.1.1 Amélioration de l'état sanitaire du sol et des cultures

Une mise en place d'engrais verts permet de casser le cycle cultural en intercalant une espèce d'une famille botanique différente. Ceci a pour effet de stopper le développement des agents pathogènes. Ils permettent aussi une meilleure croissance de la culture, par la suite, en améliorant la structure du sol. Une meilleure croissance des plantes signifie un meilleur état sanitaire et donc une meilleure résistance aux maladies (Englebert, 2014). De plus, les couverts végétaux favorisent la biodiversité, permettant ainsi la propagation des auxiliaires de cultures.

Les couverts végétaux peuvent participer à la maîtrise des bioagresseurs. Certains couverts montrent des effets biocides sur quelques maladies. Par exemple, le sorgho libère l'acide cyanhydrique pendant sa dégradation : c'est une molécule qui a des propriétés fongicides (Goillon, 2011).

I.3.1.2 Stimulation de la vie dans le sol

Lorsque les débris végétaux atteignent le sol, ils sont rapidement colonisés par des bactéries et des champignons, ce qui attire d'autres acteurs lamidfaune du sol. Les engrais verts

stimulent la vie du sol en apportant de la matière organique. Pour de meilleurs résultats, les plantes doivent être enterrées au printemps ou en été lorsque l'activité biologique est à son apogée (Brown, 2000).

I.3.1.3 Amélioration et stabilisation de la structure du sol

Les engrais verts comme l'herbe ont des systèmes racinaires qui décomposent le sol et augmentent sa porosité. Dans les sols à texture fine comme les sols sablonneux, les engrais verts peuvent agglomérer le sol, le rendant moins compact (Allison, 1973). Les bactéries et autres organismes dégradent la matière organique et sécrètent un exsudat. Ceux-ci décompactent les particules du sol et créent des micro-agrégats qui vont donner au sol une structure volumineuse et augmenter la perméabilité du sol (Renaud, 2009). Si l'apport de matière organique n'est pas renouvelé, les micros agrégats disparaissent car les populations bactériennes utilisent le peu de matière organique restant pour les entretenir.

En stabilisant la structure du sol, les engrais verts contribuent à la protection contre l'érosion en fixant la couche superficielle du sol (Allison, 1973). L'ombre produite par les feuilles protège la surface des sols du dessèchement et des impacts de la pluie. Cela réduit donc la formation d'une croûte (Allison, 1973).

I.3.1.4 Restitution de la matière organique

Le couvert végétal favorise l'enrichissement en matière organique du sol en augmentant le rendement annuel de la biomasse et en la restituant au sol. En effet, les plantes de couverture absorbent les éléments minéraux du sol, qui sont stockés sous forme organique en associant des chaînes carbonées plus ou moins longues (lignine, cellulose). Ces éléments carbonés sont ensuite digérés par des processus biologiques et restitués progressivement au sol (Arino, 2007) (Figure 2). La disponibilité des éléments nutritifs est obtenue en permanence en décomposant et en minéralisant les organismes du sol qui se nourrissent de la biomasse sèche des plantes. La couverture a également la capacité d'intercepter les gouttes de pluie. La végétation protège les sols du rayonnement solaire et favorise la stabilité thermique valorisée par l'activité biologique (Archambeaud, 2016).

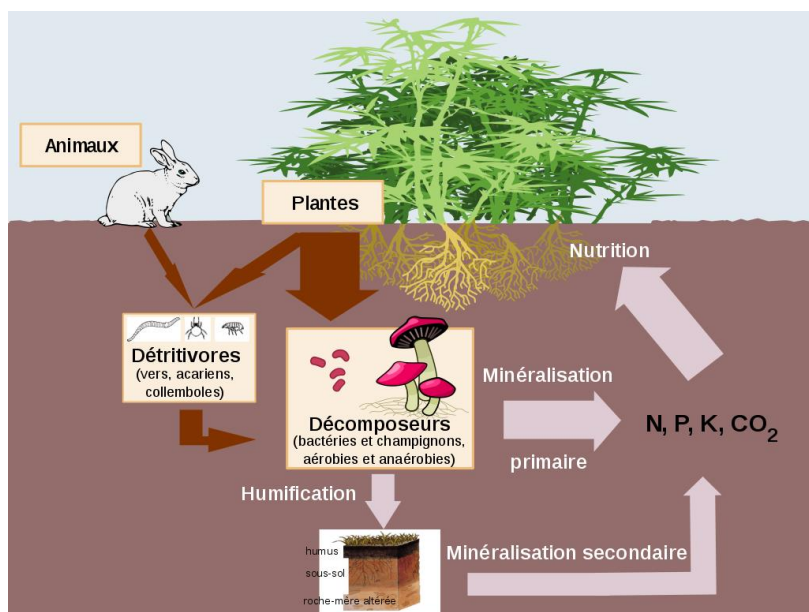


Figure 2: Cycle de restitution de la matière organique (Briat,2020)

I.3.1.5 Pièges et sources d'éléments nutritifs

L'engrais vert entre dans la rotation culturale d'un producteur. Les engrais enfouissent les éléments profondément dans le sol et les ramènent à la surface, ce qui les rend plus faciles à absorber pour les cultures suivantes. Par exemple, les légumineuses captent d'abord l'azote du sol puis de l'atmosphère (Ghesquière, 2012). La juxtaposition de plusieurs essences optimisera la mobilisation de toutes les réserves du sol. De plus, chaque plante utilise préférentiellement des éléments et induit le **développement** des on activité biologique caractéristique. (Jobin, et al., 2010)

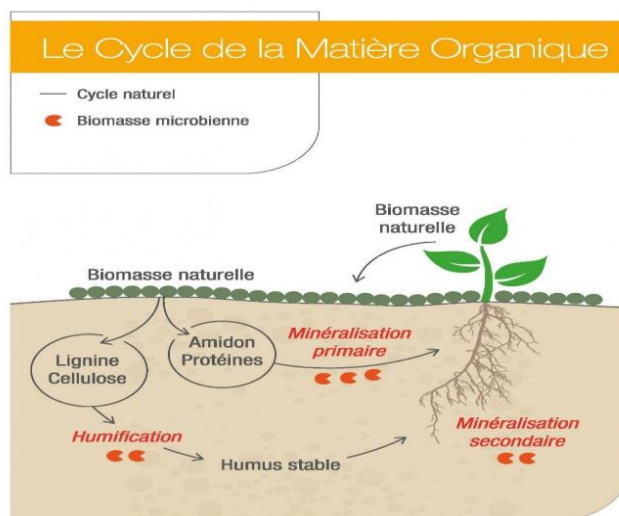


Figure 3: cycle de la matière organique

I.4 Contraintes des couverts végétaux

Un couvert végétal ne peut qu'accroître la quantité de carbone et d'azote dans le système, il ne peut améliorer la disponibilité des autres éléments présents dans le sol. Le couvert ne compensera pas les éléments exportés dans les grains ou les fourrages et ne corrigera jamais une vraie carence (Thomas *et al.*, 2000).

La plupart des inconvénients attribués aux engrais verts proviennent d'erreurs dans les techniques culturales (Labreuche, 2009) :

- Enfouissement en profondeur d'un engrais vert ce qui conduit à des fermentations anaérobies qui perturbent la vie du sol et qui sont néfastes au développement de la culture suivante : risque de phytotoxicité, de carence en azote ...
- En cas de forte densité du couvert et s'il y a présence de beaucoup d'adventices vivaces, il conviendrait de renoncer à l'engrais vert pour laisser le sol nu et pratiquer des binages répétés en condition sèches afin d'éliminer l'adventice.
- Risque d'apparition de l'engrais vert lors de la culture suivante, soit en raison d'une montée à graines due à un broyage trop tardif, ou en cas de drageonnage (phacélie) ou de tallage (graminées).
- Ressources en eau insuffisantes pour l'engrais vert qui entre, par conséquent, en concurrence avec les autres cultures de l'exploitation.
- Dans certaines situations, il y a développement des ravageurs. Dans ce cas, il est préférable de ne pas réaliser d'engrais vert.
 - En cas de forte infestation de taupin, il est préférable de laisser le sol nu et sec en période estivale. Cette technique permettra de limiter les pontes ;
 - De même en présence de fortes populations de campagnols. Le maintien d'un sol nu et des opérations régulières de travail du sol pourraient s'avérer préférable à un engrais vert ;
 - En cas de forte infection de limaces dans la parcelle, la culture d'engrais vert est généralement déconseillée car elle favorisera leur conservation.

I.5 Impacte économiques des couverts végétaux

Les impacts économiques des couverts végétaux sont nombreux (figure 4) dont :

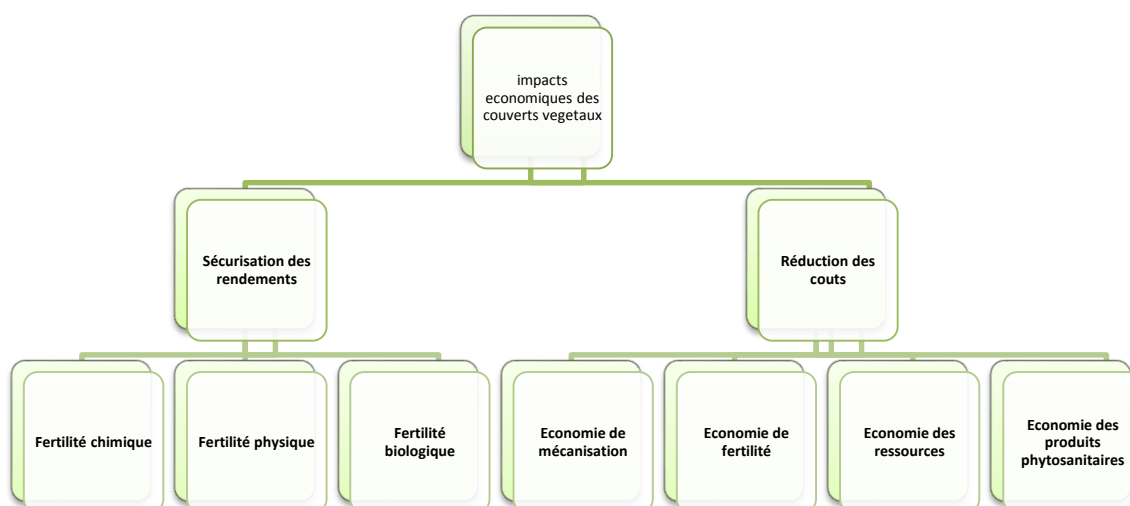


Figure 4 : schéma récapitulatif des impacts économiques des couverts végétaux (Original, 2022)

I.5.1 Sécurisation des rendements

Le couvert végétal protège durablement les ol et améliore sa structure, favorise l'activité biologique et augmente le taux de matière organique (Robin, 2007). Par conséquent, cela augmente la fertilité chimique, physique et biologique du sol (Figure 5), assurant ainsi les rendements.

I.5.2 Fertilité chimique du sol

La végétation améliore progressivement la fertilité des sols en captant et en recyclant de grandes quantités d'azote et de divers éléments minéraux. Si les premières années peuvent conduire à une immobilisation et parfois à des baisses de rendement, des méthodes de gestion, des élections des espèces, de datation et de destruction doivent être mises en place dans le système pour limiter ce risque tout en augmentant progressivement le « volume propre - fertilité ». L'activité biologique apporte des avantages quantitatifs, de flux et qualitatifs à la fertilité du sol (Arino, 2009).

I.5.3 Fertilité physique

L'intégration de pratiques adaptatives (paillage intercalaire, rotation des cultures, traitements phytosanitaires, etc.) peut augmenter la teneur en matière organique, améliorer le stockage et la redistribution de l'eau, mais aussi améliorer la qualité et la profondeur de

l'organisation structurale du sol. Ainsi, une meilleure utilisation du milieu par les plantes de couverture peut augmenter l'autonomie des cultures pour atteindre leur plein potentiel de production et mieux résister aux différents stress. Les sols fonctionnels peuvent être cultivés sans la bourse partielle avec des taux d'apport et d'irrigation considérablement réduits (Bonnot, 2012).

I.5.4 La fertilité biologique

Le développement d'une vie biologique dense et diversifiée favorise l'équilibre écologique, grâce au fait que les ravageurs sont principalement contrôlés par leurs prédateurs. De plus, accepter de vivre avec certains prédateurs clés est parfois nécessaire pour atteindre cet équilibre. Plus fondamentalement, une vie du sol riche et diversifiée est la garantie d'une nutrition efficace des cultures. En effet, les plantes ne se nourrissent que partiellement de la multitude d'organismes vivants de la rhizosphère en échange d'énergie sous forme d'exsudats racinaires. La pratique du couvert végétal est donc l'un des piliers fondamentaux de pratiques agricoles efficaces et respectueuses de l'environnement (Deschamps et al., 2021).

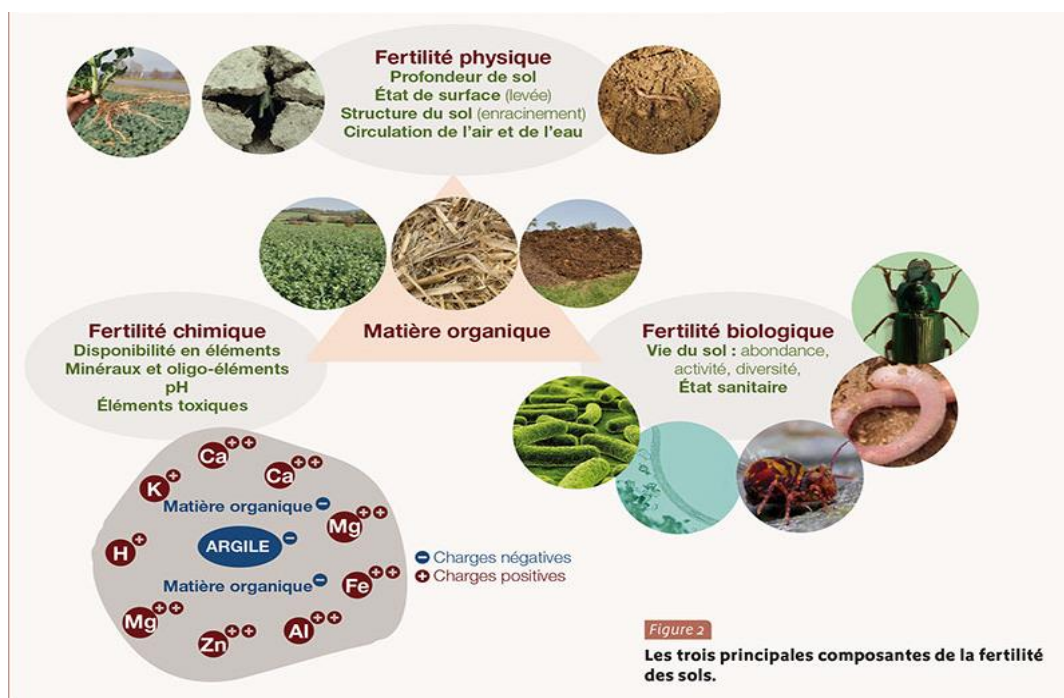


Figure 5: les différents types de fertilités du sol (Demarle, 2020)

I.5.5 Réduction des coûts de protection

Développer des sols performants à l'aide d'un couvert végétal est d'abord un coût, mais ce coût est en partie compensé par la garantie des rendements. Le couvert réduit également les charges en donnant au système « sol-plante » plus d'autonomie de fonctionnement et moins de perte élémentaire. Ces économies sont réalisées en amont de l'exploitation (engrais, irrigation, produits phytosanitaires, etc.) et en aval dans les infrastructures et les réseaux collectifs (nettoyage des réseaux, assainissement de l'eau, etc.). Ils sont directs, mais ils évoluent dans le temps et sont souvent difficilement quantifiables, ce qui complique l'évaluation. (Spotfarm, 2020)

I.5.6 Economie de mécanisation

L'économie de mécanisation est autorisée par une structuration efficace du sol, tout au long de l'année, par les racines des cultures et des couverts ainsi que par les organismes du sol. Un sol performant, moins compact et plus riche en matière organique se travaille mieux et plus facilement. Les couverts sont alors une ouverture vers la simplification du travail du sol et l'agriculture de conservation (Mur, 2019).

I.5.7 Economie de fertilité

*En raison de la teneur élevée en matière organique et de la forte activité biologique, le recyclage efficace des **nutriments** peut économiser la quantité de fertilisation. Avec les légumineuses en place du **paillassage végétal**, le risque de carence en azote des cultures **ultérieures** a progressivement disparu, et le développement des **virages auto fertiles** a favorisé l'économie d'engrais chimiques. L'accès au volant d'auto fertilité débouchera sur une agriculture respectueuse (agriculture biologique et de conservation) (Wild, 2019).*

I.5.8 Economie des ressources en eau

L'économie de l'eau est obtenue grâce à une meilleure réception des précipitations hivernales (ruissellement réduit et amélioration de l'infiltration), un stockage accru de l'eau, un racinement plus profond et un compactage accru en raison de l'activité dynamique des racines et de l'activité biologique grâce à une irrigation réduite (Floy Allemagne, 2005).

I.5.9 Economies des produits phytosanitaires

Le développement d'un contrôle biologique des adventices, des ravageurs et des maladies permet une économie de produits phytosanitaires, directement par l'utilisation des propriétés de certains couverts (concurrence, allopathie...), et indirectement par le développement de la biodiversité dans les parcelles (meilleur équilibre écologique) (Archambeaud, 2016)

I.6 Carbone organique du sol

Le carbone organique du sol se compose de plusieurs composés, des molécules simples aux molécules plus complexes qui peuvent avoir une stabilité différente (Deb et al., 2015). Étant donné que les changements induits par les pratiques du sol sont souvent difficiles à détecter par la mesure du COS total (Haynes, 2005), la mesure des pools de COS à évolution rapide, tels que les pools de carbone labile, pourrait être plus formatif pour évaluer la qualité du sol (Awale et al., 2017; Gregorich et al., 1994; Quanying et al., 2014; Wander, 2004).

Le carbone organique du sol (COS) est l'un des indicateurs de qualité du sol les plus largement utilisés avec le pH et le P et K disponibles (Bünemann et al., 2018). Il affecte diverses propriétés chimiques, physiques et biologiques du sol et joue un rôle primordial dans de multiples fonctions du sol dans les sols agricoles, telles que le cycle des éléments nutritifs, la formation d'agrégats du sol, la rétention d'eau et la fourniture d'habitats pour la biodiversité (Reeves)

I.6.1 Carbone et matière organique du sol

La végétation des écosystèmes absorbe du CO₂ lors de la photosynthèse. La matière organique (MO) produite constitue la biomasse de la végétation, celle-ci étant progressivement intégrée à la litière, puis au sol. Le stock de carbone d'un sol est souvent confondu avec celui des MO. En effet, 50 à 55 % de la MO sont constitués de carbone.

On parle alors de carbone organique des sols (COS). Le COS est donc le résultat de la décomposition d'apports organiques, soit des végétaux (racines, litières de feuilles, résidus de culture) laissés au sol, soit du compost ou des fumiers. Le COS a plusieurs formes. Ce sont des « restes » de la décomposition ou des produits microbiens issus de la décomposition et associés aux particules minérales du sol (MILTNER *et al.*, 2012 ; KALLENBACH *et al.*, 2016). Les matières de plus grandes tailles, généralement supérieures à 50 µm, sont plus ou moins

reconnaissables à l'œil nu ou à la loupe binoculaire. Ce sont des « squelettes » de feuilles, des débris millimétriques de racines ou de feuilles. On appelle ce carbone organique, ou cette matière organique, des matières particulaires (*particulate organic matter* en anglais). Les matières organiques de plus petites tailles, inférieures à 50 μm , sont des matières amorphes intégrées à la matrice minérale du sol. Le stock de carbone organique est dynamique, d'autant plus dans les environnements chauds et humides favorables à l'activité biologique des sols, puisqu'il est sans cesse en renouvellement par des apports organiques réguliers et des pertes par minéralisation ou par décomposition.

La minéralisation du COS, via la décomposition des MOS, libère du CO_2 issu de l'activité biologique hétérotrophe, essentiellement microbienne et fongique. Elle participe également au recyclage des éléments nutritifs – azote, phosphore, potassium – indispensables à la croissance des plantes. Les sols émettent donc du CO_2 lors des processus de décomposition de la matière organique mais, globalement, le bilan est négatif : ils captent plus de carbone qu'ils n'en rejettent et sont ainsi considérés comme des puits de carbone. L'essentiel du carbone terrestre (2 000-3 000 Gt C¹) est ainsi localisé dans les sols, 1 500 à 2 400 Gt C se situant dans le premier mètre des sols, contre 830 Gt C dans l'atmosphère et 450-650 Gt C dans la biomasse végétale (CIAIS *et al.*, 2013). Issu des apports organiques de surface transformés par l'activité biologique, le carbone organique des sols est alors plus important en quantité en surface qu'en profondeur.

I.6.2 La mesure du carbone organique des sols

Selon les études, les données de stocks peuvent être exprimées en carbone total, carbone organique, MO, voire en C- CO_2 stocké. Lorsque l'étude est centrée sur l'impact des usages des sols ou des pratiques agricoles sur les bilans de carbone (dans une optique de lutte contre le changement climatique), on s'intéresse aux stocks de carbone total ou de carbone organique exprimés en méga grammes ou tonnes par hectare, ou encore en kilogrammes par m^2 ($\text{Mg C}\cdot\text{ha}^{-1}$, $\text{t C}\cdot\text{ha}^{-1}$, $\text{kg C}\cdot\text{m}^{-2}$) sur une profondeur donnée, généralement 0-30 cm telle que recommandée par les lignes directrices du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2006). Lorsque le sujet est centré sur la qualité ou la fertilité des sols, on s'intéresse plutôt à la teneur – ou concentration – de MO dans les sols, exprimée en gramme de MO par kilogramme de sol ($\text{g MO}\cdot\text{kg}^{-1}\text{sol}$), en général dans la couche superficielle du sol (0-10 ou 0-20 cm de profondeur).

Pour comparer les résultats de différentes études, il faut dès lors faire attention à l'unité et à la profondeur de sol considérée. Il existe un rapport de conversion couramment utilisé entre carbone organique et MO, le « coefficient de van Bemmelen » ($MO/COS = 1,72$). Néanmoins, ce rapport varie selon les types de MO. Une synthèse bibliographique de 2010 indique qu'un rapport MO/COS de 2 serait plus adapté dans la plupart des cas (**PRIBYL, 2010**).

Pour mesurer un stock de carbone d'un sol sur une épaisseur donnée, il faut tout d'abord connaître la teneur en carbone du sol (en $g\ C.kg^{-1}$ sol), la densité du sol et la proportion de graviers ($> 2\ mm$) qui s'y trouvent (en $kg.dm^{-3}$). Les teneurs en carbone sont mesurées sur des échantillons de sol de petites quantités. Les deux principales méthodes d'analyse sont destructives. Ce sont en effet des méthodes d'oxydation par voie humide (**WALKLEY et BLACK, 1934**) et une méthode par combustion sèche (à une température de $900\ ^\circ C$) avec dosage du CO_2 produit lors de la combustion (par analyseur élémentaire CHN). Ces méthodes sont réalisées sur des échantillons de petites tailles (quelques milligrammes pour la combustion). Elles nécessitent de préparer les échantillons de sol (avec un broyage fin $< 250\ \mu m$) et de s'assurer de la représentativité de ces échantillons ; elles peuvent être polluantes (oxydation) ou coûteuses (combustion). Des méthodes alternatives se développent comme la spectrométrie infrarouge de laboratoire ou de terrain (**par exemple BARTHES et al., 2006 ; VISCARRA ROSSEL et al., 2016 ; CAMBOU et al., 2016**).

Ces méthodes d'analyse ainsi que la connaissance des déterminants de la variabilité des stocks de carbone (types de sols, usages des sols) sont des préalables à l'extrapolation des données sur des territoires plus vastes (partie I de l'ouvrage).

I.6.3 Pratiques agricoles et stockage de carbone dans les sols

Les facteurs qui influencent les stocks de carbone organique sont naturels (climat, type de végétation, type de sol) et anthropiques (usages des sols, pratiques agricoles). Les stocks de carbone dans les sols résultent du bilan entre trois processus : les apports organiques (litières aériennes et racinaires, amendements), la décomposition de ces apports par les activités biologiques des sols et la stabilisation de la MO par la matrice minérale des sols (particules d'argiles, oxydes) (**DERRIEN et al., 2016**). Les usages des sols et les pratiques agricoles qui augmentent les apports organiques sont ceux qui permettent un stockage de carbone additionnel (**FUJISAKI et al., 2018a**).

I.7 Biomasse Microbienne

Le concept de la biomasse microbienne fait référence à la fraction vivante de la matière organique considérant l'ensemble des micro-organismes comme un tout (bactéries, les champignons...) (**Baise ,2000**).

Le carbone microbien (C microbien) et l'azote microbien (N microbien) sont les composants élémentaires primaires de la biomasse microbienne (**Cleveland et Liptzin, 2007 ; Sterner et Elser,2002 ; Yange et al .,2014**), bien que le C microbien et le N microbien ne représentent que des petites quantités de matière organique du sol, ils jouent un rôle clé dans la décomposition de la litière dans les sols (**Flakowski et al.,2008 ;Fierer et al.,2011 ;Xu et al.,2014**).

Bien que le carbone est la source énergétique principale des microorganismes du sol (**Bacyé, 1993 ; Thiombiano et al., 1999;Sawamoto et al., 2000; Gobat et al., 2010**). Les micro-organismes du sol constituent eux-mêmes un "pool" labile de la matière organique Totale du sol (**Jenkinson et Ladd, 1981**). La part de la biomasse microbienne dans la matière organique est diversement appréciée par des auteurs. Elle représente en moyenne 2 à 4% du carbone organique et 4 à 8% de l'azote total du sol (**Girard et al.,2011**). **Duchaufour (1991)** l'avait mesuré entre 2 et 5% du carbone organique, et 2 à 10 % de l'azote total

I.7.1 Facteurs influençant les caractéristiques de la biomasse microbienne dans le sol

I.7.1.1 Facteurs physiques

I.7.1.1.A Structure

La qualité structurale du sol est fortement influencée par la valeur du pouvoir d'oxydoréduction de ce sol. Cette valeur oriente la nature et l'intensité de la population microbienne. De la formation et de la rupture des agrégats résultent deux actions possibles, opposées quant à leurs conséquences :

-L'inclusion des substances organiques à l'intérieur d'un agrégat, le rend temporairement inaccessible aux microorganismes.

-La rupture des agrégats par broyage stimule la minéralisation rendue d'autant plus aisée que la dimension des agrégats est plus grande (**MOREL, 1989**)

I.7.1.1.B Texture

La texture du sol intervient de deux façons :

-Façon directe, par l'action de différentes fractions minérales

-Façon indirecte, par son rôle majeur dans la genèse de la structure du sol (**Maameri, 2007**)

La texture fine du sol (< 50 µm) aurait un effet de protection sur la biomasse microbienne totale, due à la plus forte proportion de micropores par rapport à un sol sableux et par la limitation du développement des prédateurs de microorganismes (**ITAB, 2002**)

La texture du sol a un rôle réglementaire dans les processus biologiques du sol et donc affecte la structure de la communauté microbienne du sol (**Sessitsch et al.,2001**)

I.7.1.2 Facteurs biologiques

Les microorganismes interviennent de manière plus ciblée dans les interactions directes ou indirectes entre eux et avec les autres organismes du sol (**Gobat et al., 2003**)

I.7.1.3 Facteurs chimiques

I.7.1.3.A Réaction du sol

Le développement des bactéries est meilleur entre pH 6 et pH 7.5. Les actinomycètes qui ont un rôle antagoniste vis-à-vis des champignons sont particulièrement sensibles à l'acidité ils préfèrent des pH 6 à 7.5 (Soltner, 2003)

I.7.1.3.B Salinité du sol

Le taux de salinité a une grande influence sur l'évolution de la microflore du sol l'augmentation de la quantité fait diminuer le nombre de microorganismes (Maameri, 2007). L'inhibition de l'activité biologique par les sels se traduit par une forte teneur en composés hydrosolubles très mobiles au détriment des composés plus polys condensés.

I.8 Influence des techniques de travail du sol sur la biomasse microbienne du sol

Le travail du sol agit sur l'environnement physique et biotique des microorganismes du sol (température, aération, humidité, répartition des résidus de culture) et modifie en retour la quantité, l'activité et la répartition de la biomasse microbienne dans le profil de sol. De nombreuses références sont disponibles sur ce thème et montrent que dans les systèmes de travail du sol de conservation, la biomasse microbienne présente une forte densité. **(Baize, 2000)**.

Chapitre II

Matériel et méthodes

II.1 ETUDE DU MILIEU

II.1.1 Présentation du site expérimental

L'Entreprise Régionale du Génie Rural Djurdjura de Tizi-Ouzou (ERGR), installée à Tadmaït depuis quelques années, développe ses activités en occupant un grand espace au bord de la RN12 juste à l'entrée de Tadmaït. Cette entreprise est spécialisée dans l'implantation de différentes qualités d'arbres et de plantes (fruitières et ornementales).

II.1.2 Situation géographique de Tadmaït

Tadmaït est une commune de la wilaya de Tizi-Ouzou dans la région de Grande-Kabylie en Algérie, située à 18 km à l'ouest de Tizi-Ouzou et à 85 km à l'est d'Alger. La commune de Tadmaït est entourée au nord-ouest par la wilaya de Boumerdes, au nord-est par la commune de Sidi-Namane, est par la commune de Draa Ben Khedda et au sud par la commune Yahia-Moussa. (Figure 6).

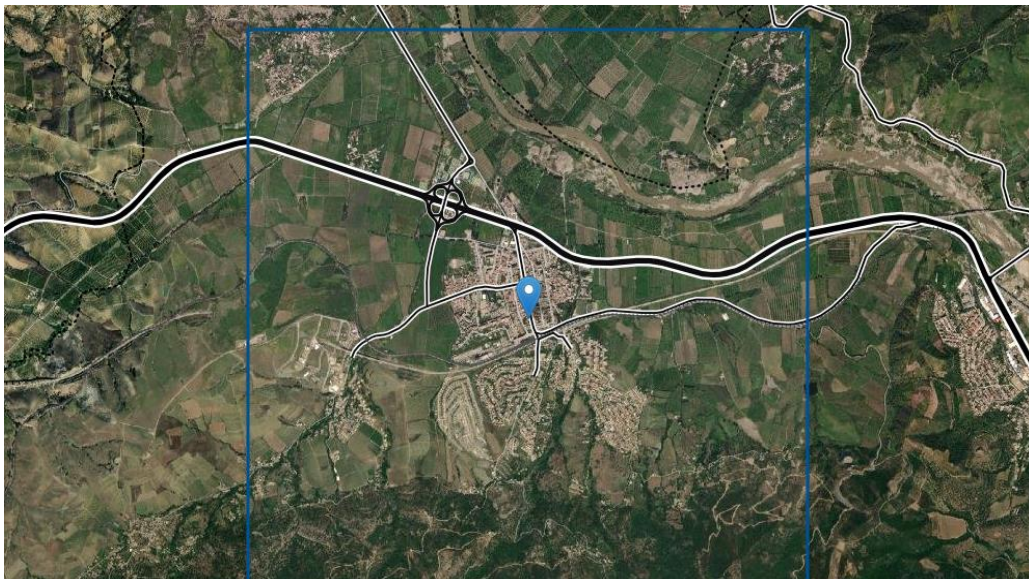


Figure 6 : carte géographique Tadmaït.

II.2 Caractéristiques du sol de Tadmaït

II.2.1 Nature du sol de Tadmaït

Le sol de Tadmaït se caractérise par une granulométrie limoneuse sableuse.

Tableau 1 : granulométrie du sol de Tadmaït (Iardjani, 2022)

Texture du sol	
% Argile	17,51
% limons fins	11,11
% limons grossier	15,07
% sable fins	30,07
% sable grossier	26,24

II.2.2 Nature géologique du sol :

La nature géologique du sol de Tadmaït est une terrasse alluviale qui est une zone plane située sur les versants d'une vallée fluviale constituée d'alluvions déposés par le cours d'eau.

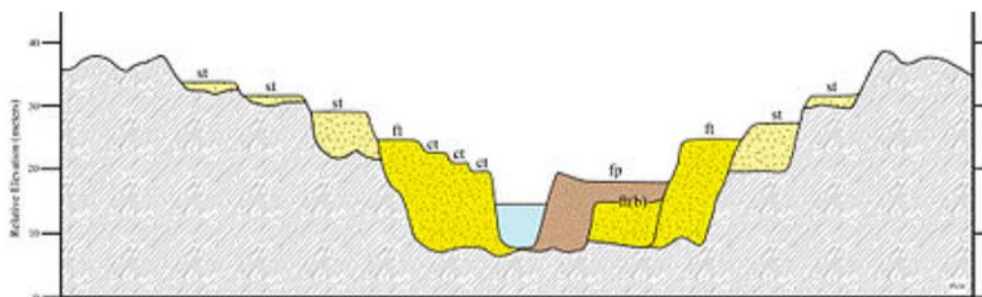


Figure 7 : Schéma d'une série de terrasses alluviales (Sahnoun, 2022)

II.2.3 Le climat de la zone d'étude

II.2.3.1 Les températures

Nous remarquons une variation légère des températures moyennes annuelles, maximales et minimales au cours des années d'observation (tableau 02).

Années	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Température moyenne	18.6	18.0	19.1	19.0	19.2	20.6	-	20.1	20.7	21.1	21.4
Température maximale	25.4	24.2	25.6	25.5	25.3	25.0	-	24.1	25.0	25.3	26.3
Température minimale	13.6	13.0	14.3	13.9	13.7	13.7	-	13.9	14.1	15.0	14.9

Tableau 02 : Température moyenne annuelle, maximale (max) et minimale (min) enregistrée pour la période 20012-2022. (Source, tutiempo.net)

II.2.3.2 Les précipitations :

Une irrégularité avec des fortes variations des précipitations totales annuelles ont été enregistré au cours de ces années d'observations avec une valeur maximale de 1053.58mm et une faible valeur de 488.67mm (Tableau 03)

Années	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Précipitation totale annuelle	748.02	1053.58	777.24	694.45	700.78	700.78	-	723.59	656.80	656.80	488.67

Tableau 03 : Précipitation totale annuelle de la wilaya de Tizi-Ouzou pour la période de 2012-2022. (Source, tutiempo.net)

Si les tableaux affichent des champs sans valeurs avec le symbole (-), cela veut dire que la moyenne n'a pas été effectuée, ce qui est le cas lorsqu'il manque des données pour la calculer (l'année 2018).

II.3 Les caractéristiques du sol étudié

Il a été procédé à l'échantillonnage du sol au niveau du vignoble en date de 05/10/2021 afin de déterminer certaines caractéristiques physico-chimiques dans le but de dresser une fiche technique caractéristique du sol.

Tableau 4 : Caractéristiques du sol étudié. (Lardjani, 2022)

Caractéristiques	Normes	Taux en %	Qualification
pH	7,9 à 8,4	7,98	Sol moyennement alcalin
MO	0,7 à 1,5	1,34	Sol pauvre
H (g/m³)		10,63	
Da (g/cm³)		1,43	
CaCo₃	12,5 à 25	14	Sol modérément calcaire

II.3.1 La densité de semis

La densité de semis est égale au nombre de grains semé par m² elle peut aussi s'exprimer en kg de semences/ ha, sur notre vignoble il a été semé trois couverts mixtes en date de 31/12/2021. (Tableau N°05)

Tableau 5 : Doses de semis des différents couverts (Lardjani, 2022)

Couverts mixtes		Densité de semis Kg/ha	Pourcentage dans le mélange%	Taux de germination %	Poids de semis Gr
Couvert 01	Orge	100	60	100	90
	Féverole	180	30	71	105.3
	navet	4	10	100	0.6
Couvert 02	Triticale	120	60	100	108
	Féverole	180	30	71	105.3
	navet	4	10	100	0.6
Couvert 03	Seigle	80	60	100	72
	féverole	180	30	71	105.3
	navet	4	10	100	0.6

II.3.2 La parcellisation et semis

Dans notre expérimentation, il a été semé 1 rang sur 2 ; un total de 7 rangs et dans chaque rang il a été disposé 9 parcelles de dimensions (1.5×10 m) espacé de 2m. (Voir figure 08)

Dans chaque parcelle, il a été semé une variété de céréale qui a été choisis aléatoirement avec de la Fèverole et le Navet. Il a été disposé donc 63 parcelles au total, dont :

- 27 parcelles semées avec le CV n° 01 ;
- 27 parcelles semées avec le CV n° 02 ;
- 6 parcelles semées avec le CV n° 03 ;
- 3 parcelles témoins.

Cette figure nous montre la disposition aléatoire des parcelles élémentaires sur le terrain

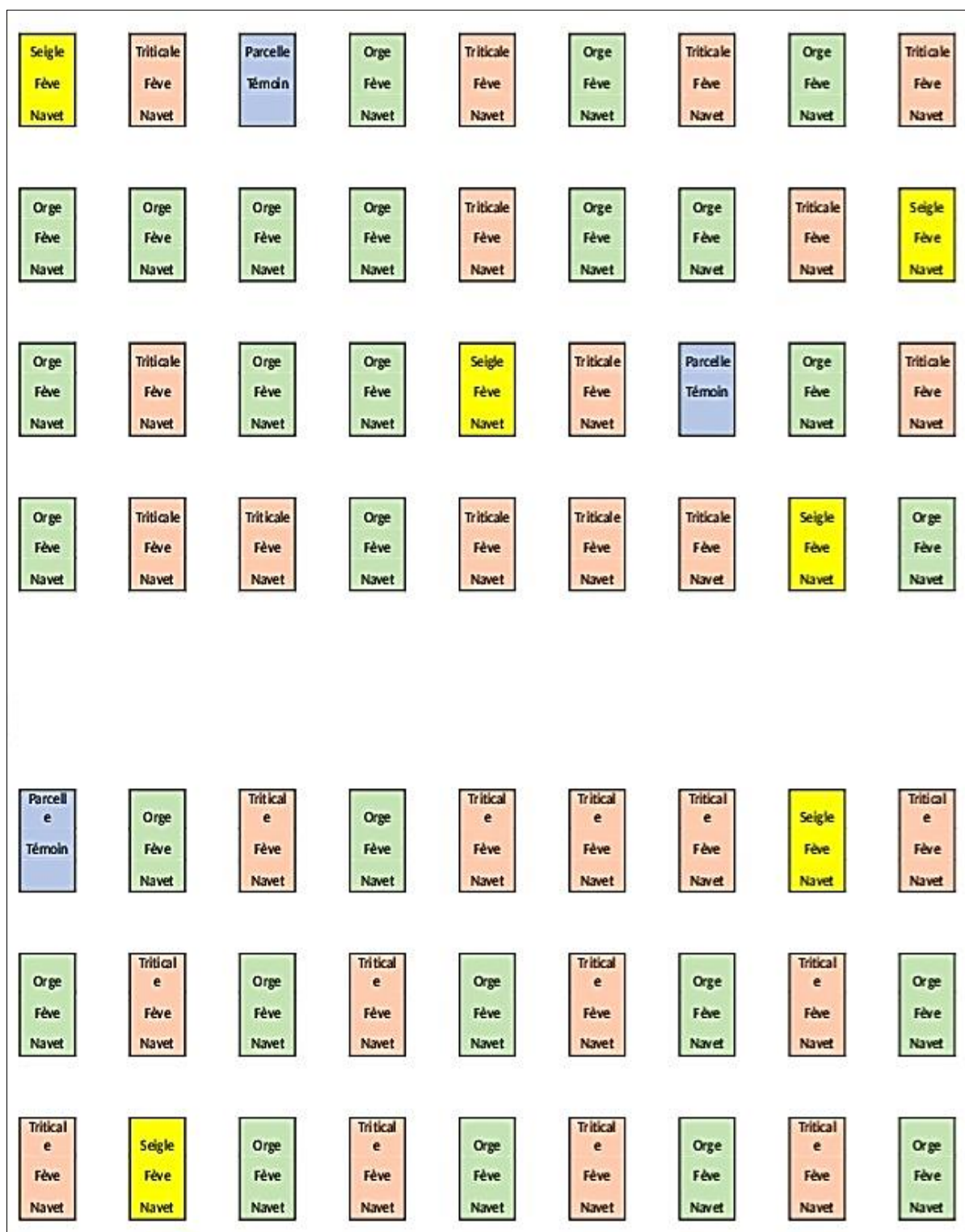


Figure 8 : Dispositif expérimentale dressé sur le terrain. (Sahnoun,2022)



Figure9 : Couvert 01 (Orge+féverole) (original 2022)



Figure 10 : Couvert 02 (Triticale+féverole) original (2022)



Figure 11 : Couvert 03 (Seigle +féverole) (original,2022)

II.4 Caractérisation du couvert

Il a été procédé à l'échantillonnage en mois d'avril 2022 pour caractériser les couverts végétaux semés et mesurer la biomasse racinaire moyenne par plant (tableau 6), la biomasse aérienne par mètre carré pour chaque couvert (tableau 7).

Tableau 6 : Poids sec moyen de la biomasse racinaire par plant (Ihout et al.,2022)

	Types des couverts		
	Seigle	Triticale	Orge
Poids sec moyen de la biomasse racinaire par plant (mg)	152	89	117

Tableau 7 : Poids moyen de la biomasse aérienne sèche par mètre carré (Ihout et al.,2023)

	Types des couverts			
	Seigle	Triticale	Orge	Végétation spontanée
Poids moyen sec de la biomasse aérienne par m2 (g)	450	404	386	109

II.5 Echantillonnage du sol

L'échantillonnage du sol a été effectué en mois de Mai 2023 au niveau du vignoble se trouvant à la pépinière de l'ERGR, commune de Tademaït de la wilaya de Tizi-Ouzou, pour évaluer le carbone organique du sol et la biomasse microbienne.

II.5.1 Carbone organique

Le dosage du carbone organique est généralement conduit par voie humide à froid, ou plutôt sous réaction exothermique naturelle, selon la méthode Walkley Black, ou à chaud, selon la méthode Anne ou encore Springer-Klee. (Clément, Pieltain, 2003).

Dans notre cas nous avons utilisé la méthode volumétrique d'Anne. Nous avons entamé l'expérimentation par la préparation des différentes solutions indispensables pour le dosage du carbone de vignoble sous les couverts végétaux.

Par la suite, nous avons pesé 0.5 gr de terre fine tamisée à 2mm séché et bien nettoyé de toutes les racines, à laquelle nous avons ajoutés 15ml d'acide sulfurique et 10ml de bichromate de potassium le tout dans une fiole conique de 250ml, puis nous les avons mis à ébullition modérée pendant 5minutes et nous les avons laissés refroidir. Ensuite, nous l'avons transvasé dans un ballon jaugé de 200ml et nous avons lavé la fiole conique avec 150ml d'eau distillée pour compléter le volume.



Figure 12 : Solution préparé pour le dosage du carbone (originelle, 2023)

II.5.1.1 Titration

Nous avons prélevé 20ml de la solution préparée au préalable, à laquelle nous avons ajouté 150ml d'eau distillée, 3 à 4 gouttes de diphenylamine et 5ml de Fluorure de Sodium, enfin à l'aide du sel de Mohr nous avons titré notre solution dont la couleur passe du brun violacé au bleu vert.



Figure 13 : Titration de la solution avec le sel de Mohr (originelle, 2023)

Nous avons préparé deux solutions témoins suivant les étapes précédentes, sans sol. Le taux du carbone se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$C\% = (N - N') \times 0,615mg \times 10 \times 100 / P$$

N : le témoin

N' : la lecture des volumes

P : le poids de terre on gramme La formule

Pour le calcul de la matière organique :

$$MO \% = 1.72 \times C\%$$

II.6 Biomasse microbienne

La biomasse microbienne est déterminée par **la méthode de fumigation/extraction** (Vance et al., 1987). L'exposition de la biomasse microbienne du sol à une atmosphère uniquement composée de **chloroforme gazeux** provoque sa mort par lyse cellulaire. Elle permet une évaluation, du carbone microbien, lequel est ensuite converti en quantité de biomasse (Pelletier, 1992). Le chloroforme est utilisé comme **fumigeant** du fait, qu'il est un biocide efficace et qu'il ne solubilise pas la matière organique non microbienne du sol, ou ne la rend pas plus facilement décomposable (Jenkinson, 1976).

Détermination du $C_{\text{microbien}}$ par la méthode fumigation - extraction

II.6.1 Fumigation

Nous avons placé 50g de sol humide de chaque échantillon, avec un bécher contenant 75 ml de chloroforme pur dans un dessiccateur sous vide pendant 24h à l'obscurité.

À l'issue de la fumigation, retirer le bécher contenant le chloroforme et le papier filtre du dessiccateur. Éliminer les vapeurs du chloroforme du sol par mise sous vide répétée du dessiccateur (6 fois de 02 min chacune). Les échantillons sont prêts pour l'extraction.



Figure 14 : Fumigation des échantillons de sol au chloroforme (originelle,2023)

II.6.2 Extraction

Pour extraire le carbone, transférer quantitativement le sol dans des flacons tout en ajoutons 200ml de sulfate de potassium de 0.5N, nous avons agité ensuite les flacons à l'aide d'un agitateur horizontal à 200tr/min pendant 30 min, puis nous les avons filtrés et extraits la solution des sol fumigé et non fumigé.

La mesure de la biomasse microbienne est en suivant cette réaction :

Biomasse à partir du carbone = (le taux de carbone organique extrait d'un sol fumigé – le taux de carbone organique extrait d'un sol non fumigé) / K (K=0,38).



Figure 15 : Extraction de la solution pour la titration (originelle, 2023)

II.6.3 Titration

Pour la titration nous avons prélevé 20ml du filtrat, 10 ml de bichromate de potassium et 15ml d'acide sulfurique dans une érlenmeyer que l'on va porter dans un bain de sable jusqu'à apparition de la boule de condensation sur le verre de montre.

Nous les avons transvasés dans une fiole de 200ml et complétés jusqu'au trait de jauge, puis nous avons ajouté 3 à 4 gouttes de diphénylamine et 5ml de Fluorure de Sodium, enfin à l'aide du sel de Mohr nous avons titré notre solution dont la couleur passe du brun violacé au bleu vert bouteille.

Chapitre III

Résultats et discussion

III.1 Le carbone organique total du sol :

Le carbone organique total (Corg) est le principal constituant des matières organiques du sol.

Les résultats des teneurs en carbone organique total sont présentés au niveau de la figure 16.

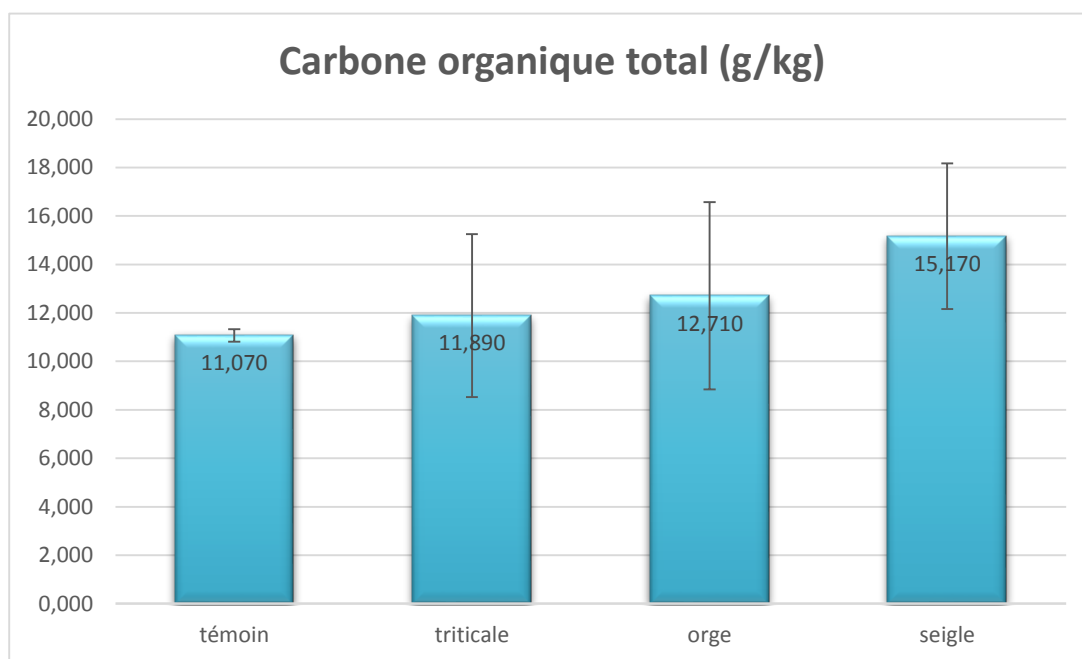


Figure 16 : Représentation graphique du carbone organique dans les sols étudiés

Les résultats obtenus du carbone organique total ont fortement varié entre les quatre modalités de couvert végétal semées. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées dans les sols sous couvert végétal comparativement au sol témoin (enherbement naturel).

Le taux de carbone le plus élevé est mesuré sous le CV3 avec une valeur moyenne de 15.70g/kg suivie du CV1 avec 12.71 g/kg, 11.89 g/kg pour le CV2 et la valeur la plus faible est enregistrée sous enherbement naturel (témoin) avec 11.07g/kg. Le carbone organique des sols étudiés suit la tendance suivante :

$$\text{CorgCV3} > \text{CorgCV1} > \text{CorgCV2} > \text{Corg Témoin}$$

III.2 Biomasse microbienne

Les résultats de la biomasse microbienne sont présentés au niveau de la figure 17.

La biomasse microbienne du sol est évaluée par une mesure du carbone organique de cette dernière, appelé aussi carbone microbien MCorg. La biomasse microbienne (BM) est un attribut essentiel de la qualité de la matière organique du sol car elle fournit une indication de la capacité d'un sol à stocker et recycler les nutriments et l'énergie.

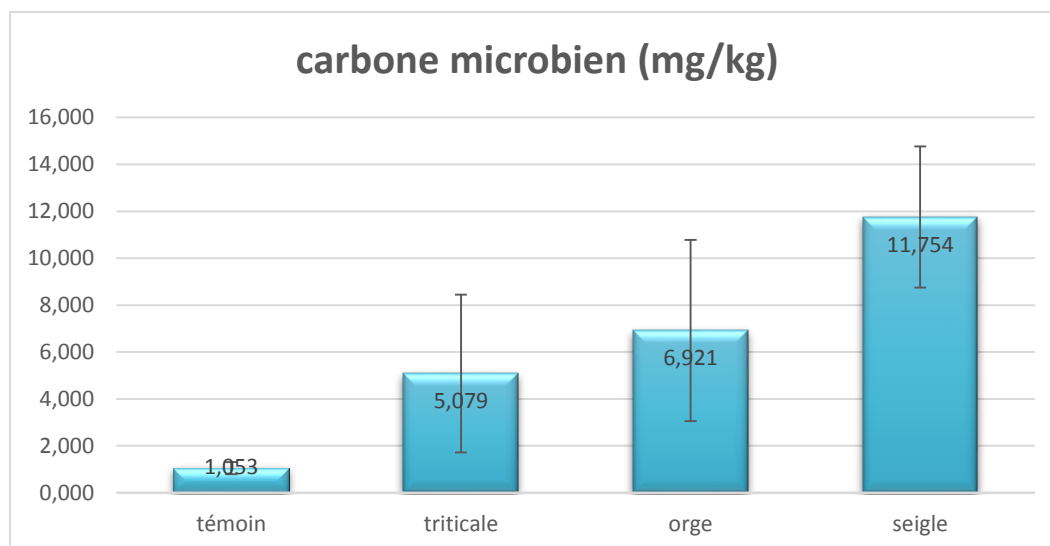


Figure 17 : Représentation graphique de la biomasse microbienne ou le carbone microbien dans les sols étudiés exprimée

De même que pour les teneurs en carbone organique total, le carbone microbien variait entre les quatre modalités appliquées. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées sur les sols sous couvert végétal comparativement au sol témoin.

Les teneurs en carbone microbien restent très faibles comparativement à celles du carbone organique total.

Le taux du carbone microbien le plus élevé est mesuré sous le CV3 avec une valeur moyenne de 11.754mg/kg suivie du CV1 avec 6.921mg/kg, 5.079 mg/kg pour le CV2 et la valeur la plus faible est mesurée sous enherbement naturel (témoin) avec 1.053mg/kg.

Les valeurs du carbone microbien des sols étudiés suit la tendance suivante

$$\text{MCorg CV3} > \text{MCorgCV1} > \text{MCorgCV2} > \text{MCorg Témoin}$$

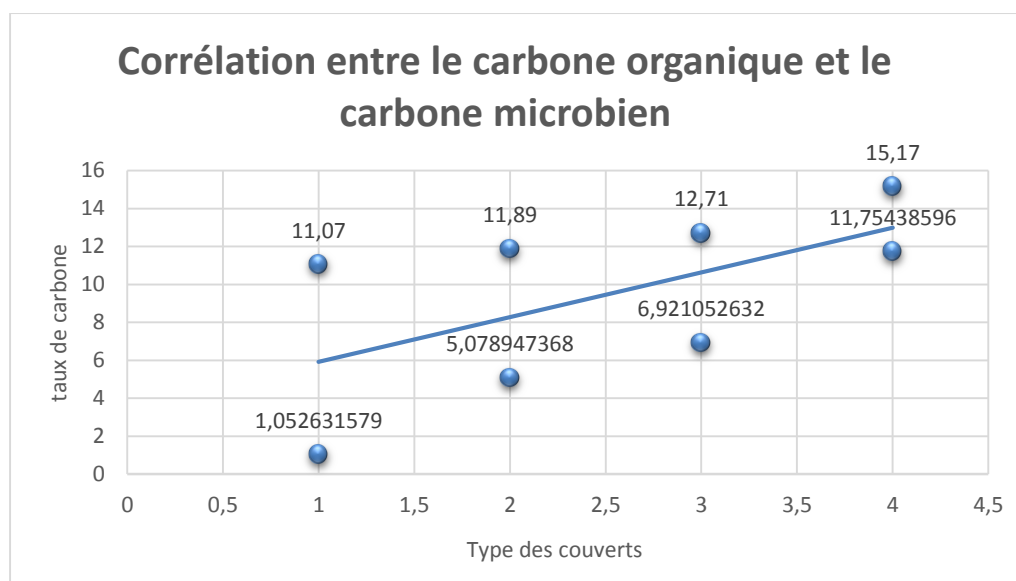


Figure 18 : Corrélation entre le carbone organique du sol et du carbone microbien

La faible teneur en carbone microbien de l'ensemble des sols étudiés comparativement au carbone organique total ne diminue en rien le rôle primordial que joue cette fraction de carbone dans les sols. En effet, Flakowski et al.,(2008);Fierer et al., (2011) et Xu et al., (2014) soulignent que mais ce dernier joue un rôle clé dans la décomposition de la litière dans les sols.

La teneur la plus basse en carbone microbien mesurée sous enherbement naturelle pourrait s'expliquer par les pratiques agricoles utilisées pour conduire ce verger. **Dequiedt et al., (2011)** indiquent que l'agriculture conventionnelle est responsable de la diminution de la biomasse microbienne. Il s'agit principalement du travail intensif du sol. La non restitution des résidus(bois de taille), et l'utilisation excessive des herbicides, fongicides et insecticides.

Il est intéressant de noter que de façon générale les sols sous couverts végétaux ont affiché des teneurs en carbone organique total et microbien nettement plus élevées que celles du témoin, malgré un itinéraire technique identique aux parcelles témoins. Les couverts végétaux ont permis de modérer les effets néfastes de l'agriculture conventionnelle appliquée à ce vignoble.

L'amélioration du taux carbone organique et microbien du sol la plus élevée important sous le couvert 03 à base de seigle et de féverole peut être expliqué par le taux de biomasse aérienne et racinaire importantes apportées par le CV3 comparativement aux autres couverts (Ihout et al., 2022 ;Ihout et al.,2023). En effet, selon Drut(2018)le seigle est l'une des espèces

de céréales qui enrichie le mieux les fractions du carbone organique du sol principalement en raison de sa forte biomasse aérienne et de son système racinaire bien développé. Toujours selon cet auteur, le seigle est une espèce à conseiller pour son effet bénéfique sur la qualité des sols. De plus, la diversification des rhizodépôts en introduisant une céréale et une légumineuse pourrait expliquer la stimulation des communautés microbiennes qui utilisent les exsudats racinaires comme leur principale source de carbone. Il semblerait que le CV3 constitué de seigle et de féverole, serait l'association la plus performante pour améliorer la teneur en carbone organique total et microbien de ce sol dégradé sous vigne conduite en conventionnel.

Nous pouvons aussi dire que plus le sol est riche en carbone organique plus le taux de carbone microbien est important vu l'existence d'une forte corrélation entre ces deux paramètres avec une valeur de $r=0.975$. De même selon les deux auteurs (Bacyé, 1993 ; Thiombiano et al., 1999) ont confirmé l'existence de cette corrélation positive

Conclusion

Conclusion

L'incorporation des couverts végétaux dans le sol est une pratique agro-environnementale de grande valeur pour protéger les sols, réduire les impacts négatifs sur les sols nus et améliorer leurs qualités physiques, chimiques et biologiques.

Les données obtenues nous permettent de conclure qu'il y a bien une différence des propriétés chimique et biologique entre le sol avec des couverts végétaux incorporée ceux conduis par leur pratique culturale, et ces derniers donnent quelques solutions et perspectives en faveur de l'amélioration du taux de carbone organique et microbien du sol.

Au terme de ce travail, et en se référant aux résultats préliminaires, on peut conclure que les amélioré par l'incorporation du couvert végétale à base de seigle et de féverole.

Les couverts végétaux constituent une alternative importante aux apports chimiques qui polluent le sol, l'eau et l'atmosphère. Leur application constitue une voie introductrice à une viticulture durable et plus respectueuse de l'environnement.

Reference bibliographique

Allison, F.E. 1973. *Soil Organic Matter and its Role in Crop Production.* Washington, D.C. : s.n., 1973.

Allison, F.E. 1973. *Soil Organic Matter and its Role in Crop Production.* Washington, D.C. : s.n., 1973.

Allison, F.E. 1973. *Soil Organic Matter and its Role in Crop Production.* Washington, D.C. : s.n., 1973.

Archambeaud, Matthieu. 2016. *les sols agricoles: comprendre, observer, diagnostiquer.* paris : Edition france agricole, 2016.

Archambeaud, Matthieu. 2016. *les sols agricoles: comprendre, observer, diagnostiquer.* paris : Edition france agricole, 2016.

Arino, J. 2007. *compte rendu des tests d'engrais verts en agriculture biologique.* 2007.

Arino, J. 2009. *tests d'engrais verts en AB.* 2009.

Arino, J. 2009. *tests d'engrais verts en AB.* 2009.

BACYE B., 1993. Influence des systèmes de culture sur l'évolution du statut organique et minéral des sols ferrugineux et hydromorphes de la zone soudano- sahélienne (Province du Yatenga, Burkina Faso). Thèse de Doctorat en Sciences, Université de Droit, d'Economie et des Sciences d'Ex Marseille, France, 243 p

BAISE D., 2000- Guide Des Analyses En Pédologie. INRA, Edit : Paris, 257 P.

Bonnot , Sabine. 2012. *couverts vegetaux, techniques superficielles, agriculture biologique et agroforesterie.* 2012.

Brown, George. 2000. *Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains.* 2000.

Brown. 2000. *Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains.* 2000.

CIAIS P., SABINE C., BALA G., BOPP L., BROVKIN V., CANADELL J., CHHABRA A., DEFRIES R., GALLOWAY J., HEIMANN M., JONES C., QUÉRÉ C. L., MYNENI R. B., PIAO S., THORNTON P., 2013

« Carbon and other biogeochemical cycles ». In Stocker T.F., Qin D., Plattner G.-K., Tignor M., Allen S. K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V., Midgley P. M. (éd.) : *Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of working group to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge, United Kingdom & New York, NY, USA, Cambridge University Press.

Delas. J, (2010). Fertilisation de la vigne, 2ème édition 2010 Féret –Bordeaux.165p.

DERRIEN D., DIGNAC M.-F., BASILE-DOELSCH I., BAROT S., CECILLON L., CHENU C., CHEVALLIER T., FRESCHET G. T., GARNIER P., GUENET B., HEDDE M., KLUMPP K., LASHERMES G., MARON P.-A., NUNAN N., ROUMET C., BARRE P., 2016
Stocker du carbone dans les sols : quels mécanismes, quelles pratiques agricoles, quels indicateurs ? *Étude et Gestion des Sols*, 23 : 193-223.

Deschamps, Thibaud et Labouche, Jérôme . 2021. *les couverts participent a la fertilité des sols.* 2021.

Englebert , Philippe. 2014. *Prefiguration de la mise en oeuvre des certificats d'economie de produits phytosanitaires .* 2014.

FUJISAKI K., CHAPUIS-LARDY L., ALBRECHT A., RAZAFIMBELO T., CHOTTE J.-L., CHEVALLIER T., 2018b Data synthesis of carbon distribution in particle size fractions of tropical soils: implications for soil carbon storage potential in croplands. *Geoderma*,

Ghesquière J., Cadillon A. 2012. *Choisir et réussir son couvert végétal pendant l'interculture en AB.* 2012.

GIRARD M .C ., WALTER C ., REMY J .C., BERTHELIN J. & MOREL J.I., 2011.
Sol et environnement, 2ème édition, DUNOD: pp. 61-864.

GOBAT J ,ARAGNO M , MATTHY W ,R ., 2003 –le sol vivant 2émé Edition, presses polytechnique universitaires romandes, p568.

Goillon, Dufils et. 2011. 2011. **ITAB., 2002.** Activités Biologique Et Fertilité Du Sol, 27p .

JENKINSON D.S. & LADD J. N., 1981. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: Soil Biochemistry. Paul E. A. et Ladd J. N. (Ed), New York, 5: p. 415-471.

Jobin , Pierre et Douville , Yvan . 2010. *engrais verts et cultures intercalaires*. 2010.

joffe, J.S. 1955. *les engrais verts vus par un pédologue*. Paris : s.n., 1955.

KARABI M., HAMDI AISSA B., ZENKHRI S, KEMASSI A., BOURAS N., 2015. Seasonal variations affect microbiocenose arid soils in the Ouargla basin (Algerian Sahara). *Ciência e técnica vitivinícola*, Vol. 30 ,n. 8, 176-187p.

Labreuche , Jerome . 2009. *engrais vert: atouts et contraintes en grandes cultures biologiques* . 2009.

Labreuche , Jerome . 2009. *engrais vert: atouts et contraintes en grandes cultures biologiques* . 2009.

MAAMERI M., 2007. Caractérisation microbiologique des sols sous conditions semi-arides. (KsarChellala) mém.ing.agro.université IBN KHALDOUN, Tiaret.24-34p

MAAMERI M., 2007. Caractérisation microbiologique des sols sous conditions semi-arides. (KsarChellala) mém.ing.agro.université IBN KHALDOUN, Tiaret.24-34p.

MOREL.1989. Les sols cultivés. Tech et Doc .Lavoisier, paris, 272p

Mur, Baptiste . 2019. *couvert vegetaux: en faire une surface d'intéret* . Ariège : s.n., 2019.

pourquoi intege

Pousset, Joseph. 2011. *Engrais vert et fertilité des sols*. Paris : France agricole, 3e edition, 2011.

PRIBYL D., 2010 A critical review of the conventional SOC to SOM conversion factor. *Geoderma*, 156 : 75-83.

Renaud, Bertrand et. 2009. *le génie du sol vivant*. s.l. : Terran Edition, 2009.

Reynier, A. (2011). Manuel de viticulture: guide technique du viticulture. Lavoisier.

Robin, Paul. 2007. *Histoire et agronomie: entre reapture et durée*. Paris : IRD Edition, 2007.

SESSITSCH A., WEILHARTER A., GERZABEK M H., KIRCHMANN H.,KANDELER E., 2001. Microbial Population Structures In Soil Particle Size Fractions Of a Long-Term Fertilizer Field Experiment. *Appl. Environ. Microbiol.* 67, 4215–4224 p.

SOLTNER D., 2003. Les Bases De La Production Végétale, Le Sol Et Son Amélioration. Tome I, Edit Collection Science Technique Agricole, 472 p.

Spotifarm, Alexandre . 2020. *pourquoi intégrer des couverts vegetaux dans sa rotation?* 2020.

The Use of High Tunnels to Produce Fruit and Vegetable Crops. **Sarrantonio, M. 1961.** 1961, Agricultural Sciences.

Thomas, Frédéric et Waligora , Cécile . 2000. *Le portail de l'agriculture de conservation.* 2000.

WALKLEY A. J., BLACK I. A., 1934 Estimation of soil organic carbon by the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37 : 29-38.

Wild, Melanie. 2019. *les principes de la fertilité des sols .* 2019.

(Ihout et al., 2022 ;Ihout et al.,2023)

Résumé

L'agriculture conventionnelle consiste à des apports importants d'engrais et de produits phytosanitaires associés à un travail intense du sol afin de satisfaire les besoins alimentaires de la population mondiale, conduisant à la non-durabilité de notre actuel système agro alimentaire. C'est le cas des sols sous vigne, souvent dégradés par ces pratiques. Pour une gestion durable de ses sols de vignoble, nous avons tracé un itinéraire technique qui vise à réduire les intrants, la protection et l'amélioration de la qualité des sols, qui consiste au semis de couverts végétaux en inter-rang. L'objectif de notre travail était d'évaluer l'effet de l'incorporation des couverts végétaux sur le taux de carbone organique et microbien du sol une année après. Trois couverts végétaux multi espèce à base de légumineuse et de graminée ont été incorporé au sol. Chaque couvert comprenait une association de graminée et de légumineuse : couvert 1(CV1) : orge-féverole ; couvert 2 (CV2) : triticale-féverole et le couvert 3(CV3) : seigle-féverole. Le taux de carbone organique et microbien ont été évaluées. Le sol du vignoble est un sol alluvial calcaire de texture limoneux sableux. Le taux de carbone organique et microbien ont été plus important sous le couvert3 comparativement à ceux du CV1, CV2 et au sol témoin. L'utilisation de couverts végétaux à base de seigle et féverole pourrait être une solution durable à la restauration des sols sous vignoble dégradé.

Mots clés : Les couverts végétaux (Orge, Triticale, Seigle). Le sol .La vigne. Le Carbone organique et microbien.

Abstract

Conventional farming consists of contributions important of fertilizer and of products phytosanitary associated with a hard work of the ground in order to satisfy dietary needs of the world population ,leading to unsustainability of our current system agri-food .it 's the case of the floors under-vine ,often degraded by thes practices .for a management sustainble of these soil vineyard ,we have traced technical itinerary who aims to reduce inputs ,the protection and improvement soil quality ,who consiste atswing the plant cover in inter-row .

The objective of our work was devalue the effect incorporating plant cover on the rate of organic carbone and soil microbial a year later.three plant cover multi species made from legumes and of grass have been incorporated at floor .each cutlery included an association of grass and legumes ;covred 1[cv1] ;barley-faba bean ;covred 2 [cv2] ; triticale-faba bean ; and the covred 3 [cv3] ; rye-faba bean.the rate of organic carbone and microbial heve been evaluated .the soil of vineyards is alluvial limestone soil of loamy-sandy texture . the rate of organic carbone and microbial have been more important under plant cover 3 compared to those of cv 1,cv 2 and of control soil .the use of plant cover made from rye and faba been could be a lasting solution to the restauration of soils under vineyards.

Keys words : Les couverts végétaux (Orge, Triticale, Seigle).Le sol .La vine, Le carbone organique et microbien.