République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique

Université Yahia Farés De Médéa

Faculté de Science, diplôme de master

Département des Science de la Nature et de la Vie

Spécialité : Ecologie

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en sciences biologiques

Spécialité : Ecologie

THEME

Etude du bois raméal fragmenté en moyenne montagne Algérienne à Ouled Antar- Médéa. Influence sur la faune et la flore du sol

Présenté par :

CHABOUTI Hafsa

TALBI Samia

Président : Mr. GHANNEM Kamel	M.C.A	UYF. Médéa
Promotrice : Mme. OUZAL Farida	Chercheur	INRF
Co-promotrice : Mme. ATTAL Meriem	M.C.B	UYF. Médéa
Examinatrice : Mme. BOUDERBALA Rachida	M.A.A,	UYF. Médéa

Année universitaire 2020/2021

Remerciements

Avant tout nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné la Patience, la force et les plus sincères remerciements s'adressent à notre courage pour réaliser cette étude encadreur monsieur Mme OUZAL Farida pour ses orientations, sa rigueur scientifique et pour la confiance qu'elle nous a accordé durant cette étude. Ce travail est pour nous L'occasion de vous témoigner notre profonde gratitude.

Nous adressons nos sincères remerciements aux membres de jury de nous honoré en Acceptant de juger ce travail

Nos remerciements s'adressent à Mme ATTAL Meriem pour son aide pratique et son soutien moral et ses encouragements.

Nos remerciements s'adressent au Directeur de recherche ARABI Mourad et le Responsable de station INRF BOUROUGAA Lakhdar leur aide pratique et leur soutien moral et ses Encouragements.

Nos remerciements s'adressent également à tous nos professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et Professionnelles.

Dédicaces

A mes très chers parents, source de vie, d'amour et d'affection

A mes chers frères et leurs enfants, source de joie et de bonheur

A toute ma famille, source d'espoir et de motivation

A tous mes amis, A mon fils Abd ELRAHIM

A mon cousin Mouhamed

Résumé

Notre objectif est d'étudier l'impact de l'application des BRF sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques d'un sol maraicher par la tomate cultivée en plein champ (Ouled Sh).

Notre étude est baser sur l'application des BRF et de fumier, pour voir leur effet sur le sol et la plante .

Les résultats montrent qu'il y a des effets positifs sur la plante nous avons remarquées que l'abondance BRF permet une bonne croissance et développement des plants de tomate, à savoir la croissance en hauteur pour les deux traitements qui n'est pas identique .

Mot clé :Technique de bois raméal fragmenté BRF, caractéristiques physico-chimique.

Abstract

Our objective is to study the impact of the application of BRF on the physical, chemical and biological properties of market gardening soil by tomato grown in the field (OuledSh).

Our study is based on the application of BRF and manure, to see their effect on the soil and the plant.

The results show that there are positive effects on the plant we have noticed that the abundance of BRF allows a good growth and development of the tomato plants, namely the height growth for the two treatments which is not identical.

Key word: BRF fragmented rameal wood technique, physico-chemical characteristics.

ملخص

هدفنا هو دراسة تأثير تطبيق BRF على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لتربة البستنة بواسطة الطماطم المزروعة في الحقل (Ouled Sh).

تعتمد دراستنا على تطبيق BRF والسماد لمعرفة تأثيرهما على التربة والنبات.

أظهرت النتائج أن هناك آثارًا إيجابية على النبات لاحظنا أن وفرة BRF تسمح بنمو وتطور جيد لنباتات الطماطم ، أي ارتفاع نمو النباتات المعالجة بالسماد و BRF غير متطابقين.

الكلمات المفتاحية: BRF تقنية خشب المرمي المجزأ.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Les caractéristiques stationnaires relatives au site d'action du lieu dit OuledShil ……24

Tableau 2. Caractéristiques physiques, chimiques et physico-chimiques des échantillons de sol prélevés dans la couche 0 - 40 cm du lieu dit : " OuledShil " …….26

Tableau3.Lafichetechniquedutomate……28

Tableau4.tauxdematièreorganiqueBRFetfumierBovin……...……29

Tablea5Caractéristiques techniques du broyeur à bois *Triunfo SH 50 R* ……32

Tableau6.Caractérisationdel'espaceporal……37

Tableau7.indiquelesrelevésdelatensiondusolà30cmdeprofondeur…… 38

Tableau8.volumed'eauinfiltré (ml)enfonctiondetemps (min) ……... 39

Tableau9. Appréciation de la variation du Ph du sol…….…….41

Tableau 10.taneur en carbone et matière organique dans le sol……41

Tableau 11.les resultats obtenus sont illustrés……..42

Tableau12.appréciation du rapport carbone/azote du sol……...……42

Tableau 13. principale interventions des organismes du sol dans la dynamique des éléments nutritifs ……...……45

Tableau 14. Rendement moyen par traitement……..…..…….50

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Schéma de formation des humus naturels……..……...……..6

Figure 2. Schéma représentant le niveau d'assemblage des constituants du sol ***(Tsdall et Oades, 1982)***…….……..…….……..7

Figure 3. Morphologie d'un nématode ……..……..11

Figure 4. Le bois raméal fragmenté BRF……..……14

Figure 5. Localisation du lieu d'implantation de la technique du BRF à OuledShil…….....23

Figure 6. Disponibilité en déjections (fumier ovin)…… ……..…25

Figure 7. Echantillon de sol d'OuledShil fera l'objet d'analyses de caractérisation.……....26

Figure 8. Relation entre texture et comportement agronomique du sol…….……..…….27

Figure 9. Taux de matière organique BRF et fumier ovin.…….……29

Figure 10. Travaux de préparation physique du sol, un préalable à la mise en œuvre de la technique des bois raméaux fragmentés …….……29

Figure 11. collecte du bois raméal (Pin d'Alep)…… ……..30

Figure 12. Collecte du bois raméal de Chêne vert incluant le feuillage……..30

Figure 13. Collecte du bois raméal de Lentisque incluant le feuillage……31

Figure 14. Le broyeur à bois, *Triunfo SH 50 R.*…….*32*

Figure 15 .les constituants de BRF utilisé……...……..……...……...32

Figure 16. le dispositif expérimental qui a été mis en place…….…..……...…….33

Figure 17. Mise en place de la culture de tomate en plein champ……..……34

Figure 18. Prélèvement de sol, effectué à l'aide d'une sonde sur une profondeur de 40c…36

Figure 19 . Prélèvement de sol, effectué à l'aide d'un cylindre…….36

Figure 20 . Appréciation de la porosité totale du sol…….37

Figure 21. la procédure de relevé de la tension du sol par la sonde WATERMARK……..38

Figure 22. Mesures volume d'eau infiltré par la tomate Lycopersicumesculentum MILL,cultivée en plein champ……...……38

Figure 23 . Volume d'eau infiltré en fonction du temps……..……..39

Figure 24. Méthode de mesure de volume d'eau infiltré……...…….40

Figure 25 . Appréciation variation du pH du sol……..…….40

Figure 26. Taux de matière organique dans le sol…….……41

Figure 27 . Appréciation de la teneur en azote du sol……41

Figure 28. Appréciation rapport carbone/azote du sol……..……42

Figure 29 . Matières organiques particulaires :Hétérogéniste verticale et latérale de la surface du sol……..43

Figure30 . la variabilité des adventices……44

Figure 31. Mise en évidence de la variabilité ……..……...…….45
Figure 32. La voie de la décomposition : le BRF colonisé par le mycélium……..…...……..46
Figure 33. La pédofaune en action……..…….……..46
Figure 34. La pédofaune(les Cloportes) dans la fragmentation du matériel végétal :des Crustacées (embranchement des Arthropodes)…… …….……..46
Figure 35. Dépôt en surface du sol……..……..…….47
Figure 36.mesure hauteur des plants……..…….……47
Figure 37. Hauteur moyenne finale des plants……..…..……47
Figure 38. Mesure diamètre des tiges……..……..……48
Figure 39. Diamètre moyen final des plants……..…….48
Figure 40 . Production moyenne des fruits par plant……49
Figure 41 . Rendement moyen des différents traitements……50

LISTE D'ABREVIATION

BRF : Les bois raméales fragmentées

MO : Matière Organique

MOV : Matière Organique Vivante

MOF : Matière Organique Fraiche

M1 : Minéralisation primaire

M2 : Minéralisation secondaire

CEC : Capacité d'échange Cationique

C/N : Rapport Carbone Organique/ Azote total

ADN : Acide Désoxyribonucléique

CO_2 : Dioxyde de Carbone

pH :Potentiel d'hydrogène

BM: Biomasses Microbienne

HCO : Bicarbonate

NO_3 : Nitrate

Na : sodium

Mg^2 : le magnésium

$(Si\ (OH)_4)$: acide orthosilicique

SO_4^{2-} : ion sulfate l'anion

Cl : le chlore

K : le potassium

Ca : le calcium

O_2 : oxygèn

µm : Micron mètre

Sommaire

Résumé

ملخص

Abstract

Introduction

1er partie : Synthèse Bibliographique

Chapitre I : Les constituants du sol

I .1 Les constituants du sol ……..…….1

I .2LesCaractéristiques Fondamentales Du Sol…….…...……2

I.3les constituants organiques du sol……..……3

Chapitre II : les bois rameaux fragments (BRF)

II.1. généralités sur les bois rameaux fragments.....14

II.2. expérimentation antérieure relative a l'application du BRF 15

II.3. constituants du bois rameaux 17

2 éme partie pratique

Chapitre I Matériels et méthode

I. 1 Présentation de la région d'étude ……..……23

I. 2 Le sol…….25

I .3 L'espèce – test……...……27

I 4 Paramètre étudie……...……35

Chapitre II : résultats et discussion

II.1Diagnostic de paramètre de sol…… ..……36

Conclusion

Référence bibliographique

INTRODUCTION

Le sol assure un grand nombre de fonctions telles que des fonctions environnementales (Cycle de l'eau, cycle de la matière et du carbone, réservoirs de biodiversité, etc.), Des fonctions de production pour l'homme (alimentation et agriculture, production Energétique, etc.). La matière organique joue un rôle majeur relativement à la conservation des sols. Elle a des effets positifs en particulier sur l'activité biologique, la structure, la rétention en eau, la séquestration du carbone et la réserve en éléments nutritifs du sol. Son influence se répercute également sur la productivité et la rentabilité des cultures. Il est donc important de s'en préoccuper et de la protéger. (**ANONYME, 2012**).

Sous climat méditerranéen, le maintien de la fertilité chimique et biologique des sols cultivés est toujours difficile. Dès lors l'écosystème est détruit ou perturbé, un véritable cycle infernal s'amorce avec la destruction du couvert végétal, et la minéralisation rapide de la matière organique qui n'est plus remplacée au rythme nécessaire. Les restitutions organiques pratiquées ensuite par le système cultural ne sont plus suffisantes, qui risque, à long terme d'entrainer la dégradation irréversible du terrain.

En Algérie, sur des parcelles peu couvertes, pendant les orages d'automne, le ruissellement journalier maximal a dépassé de 19 à 32 % et jusqu'à 70 à 85 % des averses importantes en hiver sur des sols détrempés (**ARABI et ROOSE, 1989**). Les conditions climatiques engendrent une teneur en matière organique relativement faible dans les sols méditerranéens qui sont donc très sensible au processus d'érosion hydrique. Parmi les pratiques d'apport les plus courantes, on distingue l'application de fertilisants chimiques " engrais " pour maintenir la productivité des systèmes agricoles ou par l'utilisation de fumures organiques (fumier, compost, …), une pratique traditionnelle qui a fait ses preuves, malheureusement, le volume et la qualité des fertilisants produits est très souvent en dessous des besoins pour maintenir une productivité raisonnable sur l'ensemble des surfaces exploitée. Autrement dit, bien que ces fumures organiques sont de bons fertilisants, ils n'apportent qu'une faible fraction de lignine et les humus qu'ils génèrent sont beaucoup moins stables, on les appelle humus à courte durée de vie, donc l'apport de tels matériaux ne peut assurer la création massive de l'humus à longue durée de vie garant d'une stabilité à long terme. La nature de l'apport organique est donc un facteur fondamental à prendre en compte. Quantité d'essais, d'analyses et d'expériences ont prouvé que la seule matière organique pouvant faire de l'humus stable aux sols est le BRF, précurseur d'un humus stable qui accroît la matière organique dans le sol, pour une production soutenue et une agriculture durable dans une optique respectueuse de l'environnement.

L’application des BRF, à partir de matériaux basés sur le bois raméal d’eucalyptus ne dépassant pas 7 cm de diamètre préalablement broyé avec le broyeur à bois "Triunfo SH 50 R " pour permettre un établissement durable de la fertilité des sols.(**ARABI et ROOSE, 1989**).

Dans nos études nous avons fait deux parties

- La Première partie : une synthèse bibliographique contient deux chapitres

Chapitre1 : les constituants du sol

Chapitre 2 : les bois rameaux fragments (BRF)

- La deuxième partie : la pratique contient matériel, méthode, résultat, discussion et finalement la conclusion

L’objectif de notre travail est étudier l’impact de l’application des BRF sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques d’un sol maraicher par la tomate cultivée en plein champ.

Chapitre I :

Constituants Des Sols

Chapitre ISynthèse bibliographique

Le sol est constitué de trois phases : solide, liquide et gazeuse. Leurs proportions sont variables en fonction, notamment, de leur état hydrique et des contraintes mécaniques qu'ils subissent

I-1-1 La phase solide du sol

Elle est constituée par des minéraux et des matières organiques en proportions variables. On pourrait considérer les organismes vivants du sol comme une partie de la phase solide, puisqu'ils ne sont ni gazeux ni liquides (**CALVET, 2000**). On distingue deux fractions dans le sol :

I-1-1-1 Fraction minérale

Les minéraux constituent, en général, de 95 à 99% du sol. La fraction minérale est principalement constituée de minéraux primaires (quartz, micas, feldspaths…) et de minéraux secondaire, les oxydes métalliques ou les argiles (**DUCHAUFOUR, 2001**). La composition minérale dépend de la nature de la roche-mère. La nature des minéraux peut être extrêmement diverse avec des tailles granulométriques différentes :

-Sable (Ø = 2000 à 50 μm)

- Limon (Ø = 50 à 2 μm)

- Argile granulométrique (Ø < 2μm)

Les sols sont classés suivant leurs proportions relatives en particules argileuses, limoneuses et sableuses (**QUENEA, 2004**).

I-1-1-2 Fraction organique

La fraction organique d'un sol est constituée à plus de 80% de matière organique morte, résidus des plantes et d'animaux en état de décomposition naturelle (**PAUL & CLARK, 1996**). Elle est formée en grande partie de cellulose, d'hémicellulose, de lignine et de tanins en plus faibles pourcentages, venant de la matière décomposée. Cette matière organique contient également de petites quantités de protéines et des fragments d'hydrates de carbone, des composés aminés, phénoliques ou aromatiques issus de l'activité biologique (**MIRSAL., 2004**). Atteste que cette fraction intervient fortement dans la sorption des composés organiques tels que les HAP (hydrocarbure aromatique polycyclique). (**GABET, 2004**). Les sols participent aussi à un processus appelé humification qui conduit à la formation d'humus

qui est un composé complexe et majeur du cycle de la matière organique tellurique et de la fertilité du sol (**PAUL & CLARK, 1996**).

I-1- 2 La phase liquide du sol

La phase liquide du sol n'est pas de l'eau pure mais une solution dont la composition est complexe et très variable. On désignée par l'expression « solution du sol ». Elle contient de très nombreuses substances dissoutes organiques et inorganiques, ionisées et non. D'une façon générale, la solution du sol est difficile décrire et à étudier en raison de sa très grande variabilité spatiale et temporelle, de sorte qu'il n'existe pas de composition type. On peut cependant donner quelques indications générales en distinguant deux catégories de solutés :

-Les micro-éléments dont la concentration est inférieure à 1 m mol/m3, beaucoup d'éléments traces métallique entrent dans cette catégorie.

- Les macroéléments dont la concentration est supérieure à cette limite; les éléments les plus fréquents et les composés chimiques correspondants sont :C(HCO_3),N (NO_3^-), Na (Na^+), Mg (Mg^{2+}), Si ($Si(OH)_4$), S (SO_4^{2-}),Cl (Cl^-), K (K^+), Ca (Ca^{2+}) et O_2(**CALVET,2000**).

I-1- 3La phase gazeuse du sol

La phase gazeuse du sol est souvent appelée l'atmosphère du sol. Sa composition est souvent voisine de celle de l'air mais elle peut être très variable dans l'espace et dans le temps. Elle dépend principalement de deux facteurs, la proximité de l'atmosphère, c'est-à-dire le profondeur dans le sol et l 'activité biologique. L'air du sol contient en général les mêmes substances que l'air atmosphérique mais sa composition peut être très différente en raison, en particulier, de l'activité biologique. (**SOULAS, CODACCIONI & FOURNIER, 1983)**. Les sols bien aérés contiennent environ 180 à 205 ml d'O_2 par litre d'air mais cette teneur peut être abaissée à 100 ml ou moins dans les sols inondés et dans des microenvironnements alentours des racines des plantes.

La teneur en CO_2 est généralement comprise entre 3 et 30 ml par litre de sol et peut atteindre 100ml par litre d'air en profondeur ou au voisinage des racines et en milieux saturés en eau. (**CALVET, 2000**).

I-2- Les caractéristiques fondamentales du sol

I -2-1 La texture du sol

La texture du sol se définit par ses proportions relatives en argile, limon, sable fin, sable grossier. Or, ces particules plus ou moins fines interviennent sur les propriétés physiques du sol. La taille des particules détermine la texture du sol. On distingue trois types de composants : les sables, les limons, les argiles.

- ✓ Argile , Limons fins : 2µm , Limons grossiers : 20µm , Sables fins : 50µm , Sables grossiers : 200µm

  Cailloux et graviers : 2 mm

La texture influence les propriétés du sol :

- le sable : gratte ne permet pas de faire un boudin laisse facilement passer l'eau (il est perméable) sèche rapidement et garde peu d'eau à disposition des plantes retient peu les sels minéraux qui sont facilement lessivés (entraînés par l'eau) est facile à travailler

- le limon : est doux au toucher colle quand bien mouillé permet de faire un boudin, mais celui-ci se rompt lorsque l'on essaie de le plier laisse passer l'eau, mais en retient une partie importante retient bien les sels minéraux qui sont moyennement lessivés est relativement difficile à travailler

- l'argile : est également connu sous non de terre glaise, à modeler est doux au toucher généralement gorgé d'eau et très collant permet de former un boudin qui ne se rompt pas lorsque l'on essaie de le plier ne laisse pas passer l'eau (il est imperméable) retient bien les minéraux, il n'est pas facilement lessivé est difficile à travailler, est très lourd et compact. Le sol est généralement composé d'un mélange de particules différentes. C'est la proportion en sable, limon, argile qui détermine les propriétés du sol. **(GOBAT et al., 2010)**.

I -2-2 La structure du sol

La structure du sol est le mode d'assemblage des particules qui le composent. Elle conditionne une propriété, la porosité, qui est un facteur important de la perméabilité. **(GOBAT et al., 2010)**

I- 3 les constituants organiques du sol

I- 3 -1 Généralité sur les matières organiques du sol

La définition des termes humus et matière organique est loin d'être claire et concise.

Pour certains auteurs, l'humus est utilisé dans un sens très large, englobant toute la matière organique du sol, c'est à dire aussi bien les débris végétaux que les organismes du sol, vivants ou morts (**SCHNITZER, 1991**). Pour d'autres encore, proposent une définition basée sur les propriétés physico-chimiques. L'humus est ainsi défini comme étant formé d'un ensemble de composés organiques colloïdaux de couleur foncée, résultant le plus souvent de

néoformations microbiennes et ayant contracté des liaisons plus ou moins stables avec les éléments minéraux du sol (argiles, hydroxydes de fer et d'aluminium) (**DUCHAUFOUR, 1994**). La litière (matière organique fraîche) est constituée de débris végétaux ou animaux de toute nature (feuilles, rameaux, etc.) et non décomposés, reposant à la surface du sol.
L'humus, au sens large, est constitué d'humus libre (matière organique non humifiée) et d'humus lié (matière organique humifiée) (**DOMMERGUES** et**MANGENOT, 1970**) :

- L'humus libre est composé d'une fraction légère à C/N élevé, facilement biodégradable et pouvant être séparée des argiles par des moyens physiques. Cette fraction s'identifie pratiquement aux litières en cours de décomposition.

- L'humus lié est l'humus au sens strict, est composé d'une fraction dense à C/N voisin de 10, résistant plus ou moins à la biodégradation et liée aux argiles et non séparable de celles-ci par des moyens physiques. L'humus lié est composé de trois fractions humiques distinctes : les acides fulviques, les acides humiques et les humines.

I- 3 -2 Origine des matières organiques des sols

L'évolution de la matière organique du sol dépend d'un grand nombre de transformation physico-chimiques et biologiques qui affectent le devenir du carbone et de l'azote, élément qui ont une origine soit endogène (résidus de culture, exsudats racinaire) soit exogène (Amendement, organique, d'origines animales, végétales ou microbiennes. Cette matière organique est biologiquement stable (humus) soit parce qu'ellese présente sous forme de composés organique de faible dégradabilité soit parce qu'elle forme des associations avec les éléments minéraux du sol : Ca^{+2}, Mg^{+2} (**NICOLARDOT et al, 1996**). La contraction de liaison de la l'humus avec l'argile par le biais du Ca^{+2} et Mg^{+2} protègent physiquement les composés organiques de la dégradation microbienne (**CHAUSSOD et al, 1996**).ont signalé également que les êtres vivant du sol (faune et flore), regroupés sous le terme générique de biomasse microbienne est une partie importante de la matière organique du sol ; celle-ci représente 3 à 4% du carbone et 6% de l'azote total du sol.

Selon **(LOISON et NIOGRET ,1996)**, la matière organique a été subdivisée selon son origine en sept principales catégories :

- ✓ Débris végétaux (litières).
- ✓ Résidus de culture.
- ✓ Bio faune du sol.
- ✓ Micro-organismes (bactéries – champignons).
- ✓ Pluviaux-lessivas.

- ✓ Exsudats racinaires

Apports effectués par l'homme, épandage de lumière, lisier, compost, boues résiduaires et divers amendement organiques (résidus de récolte, engrais vert, etc.) **(LOISON et NIOGRET ,1996)** .

I- 3 -3 Diversité des MOS

Le terme " matières organiques du sol " regroupe l'ensemble des constituants organiques morts ou vivants, d'origine végétale, animale ou microbienne, transformés ou non, présents dans le sol. Elles représentent en général 1 à 10 % de la masse des sols.

Elles se répartissent en quatre groupes :

1-Les Matières Organiques Vivantes (MOV) : animale, végétale, fongique et microbienne, englobent la totalité de la biomasse en activité (racines, vers de terres, micropores du sol…), les débris d'origine végétale (résidus végétaux, exsudats), animale (déjections, cadavres), fongique et microbienne (cadavres, exsudats) appelés " Matières Organiques fraîches ".

Associés aux composés organiques intermédiaires issus de l'activité de la biomasse microbienne, appelés produits transitoires (évolution de la matière organique fraîche), elles composent les MO facilement décomposables.

2-Les débris d'origine végétale ou animale (matières organiques fraîches) **:**Ils correspondent aux débris d'origine végétale (résidus végétaux, exsudats) et d'origine animale (déjections, cadavres) liés aux activités de surface et au couvert végétal (forêt, prairies, culture). Ils sont composés de :

- ✓ Substances hydrocarbonées : sucres solubles, amidon, cellulose, lignine, matières grasses, résines.
- ✓ Matières azotées surtout sous forme de protéines.
- ✓ Sels minéraux libres : calcium (Ca^{2+}), magnésium (Mg^{2+}), potassium, sodium (Na^{+}), etc.
- ✓ Ces substances peuvent être faciles à décomposer et servent alors d'aliment énergétique aux bactéries : sucres, amidons, cellulose, protéines… ou elles peuvent être attaquées plus lentement et plus partiellement laissant d'importants résidus : lignine, matières grasses, tanins, etc.

3-Produits transitoires (métabolites) :Ce sont les maillons de cette chaîne de transformation partant de matières organiques fraîches à très grosses molécules et aboutissant pour la plupart, à des substances minérales simples à petites molécules : du gaz carbonique et de l'eau, des matières minérales telles les nitrates, phosphates, carbonates, sulfates, etc. Ainsi, que du potassium, du calcium, du magnésium... L'essentiel des minéraux fournis par la minéralisation des matières organiques provient des produits transitoires.

4- Les composés organiques stabilisés, MO stable (humus) : Ils comprennent les substances humiques (acides fulviques, acides humiques, et humines) d'une part, et les composés inertes d'autre part (charbon, etc.). Les substances humiques représentent 70 à 90 % des matières organiques du sol (**DUPRARQUE A. et RIGALLE P., 2011**).

I- 3 -4caractéristiques des matières organiques du sol

Suite aux expérimentations et mises en pratique des BRF, voici une petite synthèse de leurs avantages et inconvénients. Nous vous invitons à considérer ces données comme des indications de ce qui peut se produire avec les BRF.

1- Globalement , le BRF suit dans le sol l'évolution suivante :

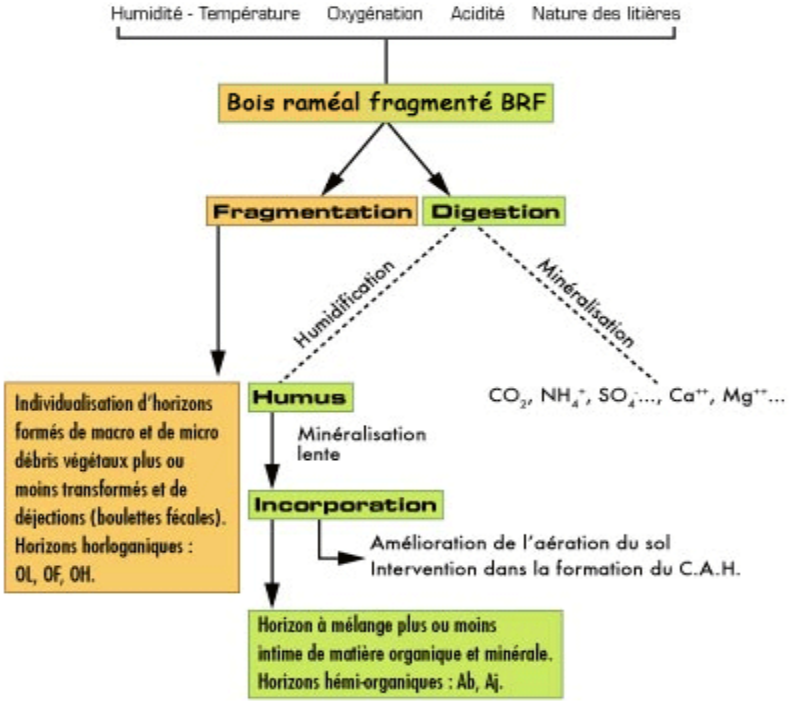


Figure 1. Schéma de formation des humus naturels

2. La stimulation des organismes du sol

En premier lieu, ce sont les populations de champignons qui fortement stimulées, suivies par de nombreux organismes de la pédofaune. Il existe deux formes de pourritures capables de modifier cette lignine :Les pourritures brunes, plutôt associées aux conifères, transforment totalement la cellulose mais que partiellement la lignine. Après leur colonisation, le bois se présente sous la forme de cubes marron et friables, composées surtout de cette dernière.Lespourriture blanches sont associées aux forêts de feuillus et transforment le bois en une masse blanchâtre composées essentiellement de cellulose. Ce sont des champignons très évolués appartenant à la division des basidiomycètes. Dans le cas de BRF-feuillus, ce sont ces dernières qui vont initier la transformation. (**CALVET ,2000)**

3. L'augmentation du taux de matières organiques : La teneur du sol en matières organiques et en particulier en humus stable augmente très vite, d'où une possibilité de séquestrer durablementdu carbone dans les sols grâce aux BRF. Ils permettent d'augmenter le taux d'humus stable de 1% en 10 ans alors qu'il faut 67 ans avec du fumier comme l'indique l'étude comparative ci-dessous (d'après la brochure « Plus de carbone pour nos sols » (**CALVET ,2000)**

4. L'amélioration de la structure du sol, sans labour, et un puissant rôle antiérosif : les premières conséquences visibles et biochimiques concernent la structure du sol. Si celui-ci est au départ compact, il est très vite décompacté. Les agrégats du sol sont généralement plus gros et plus stables. La présence des vers de terre permet le creusement d'un réseau de galeries qui aèrent le sol. Ces aspects structuraux permettent une meilleure circulation de l'eau et de l'air. Le sol est donc mieux oxygéné et l'infiltration des eaux de pluie favorisée d'où une réduction du ruissellement et donc de l'érosion.

L'organisation de la structure du sol à différents échelles, telle qu'il est possible de l'envisager d'après les publications, consiste à considérer plusieurs niveaux d'organisation repérés par leur diamètre apparent, la figure 2 montre l'association organo-minérale observé au microscope électronique.

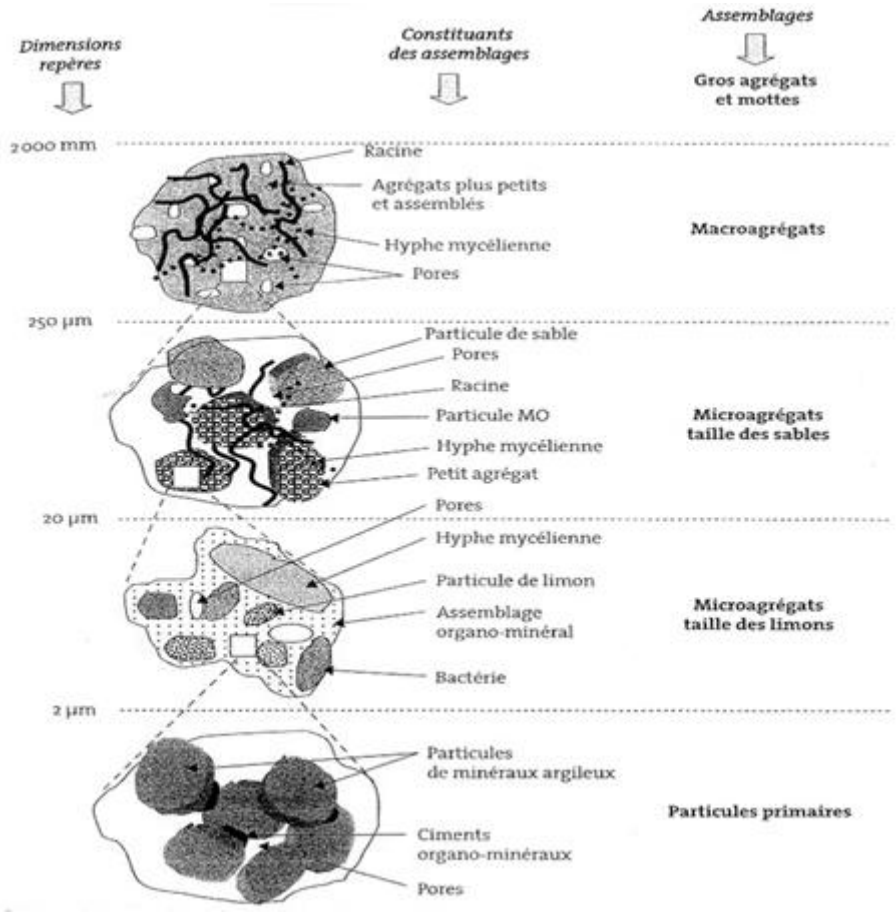


Figure 2 . Schéma représentant le niveau d'assemblagedes constituants du sol ***(Tsdall et Oades, 1982)***

5. Les matières organiques des sols assurent le maintien des conditions physiques favorables aux organismes vivants, porosité & rétention en eau :A chaque niveau d'organisation, les assemblages ne sont pas compacts mais ménagent des espaces, les pores, plus ou moins nombreux et qui constituent l'espace poral. Il est caractérisé par son volume total ou la porosité du milieu et par la répartition des pores en plusieurs catégories. Les caractéristiques de l'espace poral et la stabilité des assemblages sont deux aspects importants à considérer pour comprendre le fonctionnement physique des sols et les processus de dégradation susceptibles de les affecter. Pour ce faire, la description des assemblages à différentes échelles d'espace et l'analyse des forces qui sont à l'origine de leur cohésion permettent de comprendre la formation et l'évolution de la structure du sol.**(GAUTIER, 1987)**

6. Le BRF exerce une action directe par le développement du végétal par deux caractères : l'ameublissement et la porosité. Un sol meuble offre une résistance à l'extension des racines. La porosité facilite le drainage naturel du sol, entretien une aération nécessaire à la vie radiculaire. La porosité du sol est favorisée par la présence de fissures, de galeries de vers de terre. Ce sont, toutes choses égales par ailleurs, les structures fragmentaires de type prismatique, polyédrique et grumeleuse qui présente en première approximation la meilleure porosité **(GAUTIER, 1987)**

I- 3 -5Les organismes vivants des sols

L'activité microbienne des sols dépasse la décomposition des MO, allant bien au-delà de l'impact sur les sols et leur fertilité, par l'amélioration physique et chimique qu'elles induisent.

Les êtres vivants du sol représentent une population très nombreuse, variée et équilibre, le plus souvent peu visible sinon invisible à l'œil nu. (**ROGER PA. et Garcia J-L. ,2001**)

I- 3 -5- 1La microflore du sol

- ✓ Les bactéries

Les bactéries sont les organismes les plus anciens que l'on connaisse et les plus nombreux dans le sol. Leur taille est petite qu'il est difficile d'imaginer qu'un simple grain de poussière peut en contenir des centaines de milliers.

Elles sont des procaryotes, c'est-à-dire de forme si simple qu'elles sont souvent constituées d'une unique cellule sans organite ni même de noyau, un simple ADN contenu

dans un seul chromosome au milieu du cytoplasme. Leur paroi rigide possède des formes très diverses qui permettent de les classer.

Rôle des bactéries dans la MOS des sols

- En dépit de leur petite taille, les bactéries font partie, juste après les champignons, des décomposeurs les plus actifs et les plus importants des MO sur la terre.
- Elles sont les premières à attaquer les matières animales et végétales afin d'en absorber notamment l'azote et le carbone. Ces nutriments sont alors stockés à l'intérieur de la bactérie et ne seront libéré (minéralisés) qu'à sa mort puis sa mort puis sa décomposition ou sa digestion et son exsudation par un prédateur.
- Les bactéries attaqueront les produites de décomposition des végétaux carbonés après qu'ils aient été transformés par d'autre organismes en chaines carbonées.
- Les bactéries ont la capacité de rompre ces chaines de plus petite taille faites de sucres simples et d'acides gras et amines.
- Les bactéries sécrètent des enzymes hors de leur paroi, et l'ensemble des réactions chimiques se déroulent ainsi dans le sol avant ingestion des particules dégradées.

Après avoir longuement étudié les activités décomposantes des bactéries, les chercheurs les ont classées selon le milieu dans lequel elles vivent.(**ROGER PA. et Garcia J-L. ,2001**)

- ✓ Les champignons

Les champignons sont des êtres vivants microscopiques, généralement invisibles à l'œil nu et pour être plus pragmatique, les champignons représentent règne le plus riche en espèces de la biosphère.

Les champignons sont une composante essentielle du fonctionnement des écosystèmes par leurs capacités à recycler les matières organiques végétales et animales en éléments minéraux disponibles pour les plantes.(**ROGER PA. et Garcia J-L. ,2001**)

- Rôle des protozoaires dans la MOS des sols **:**

- Les champignons saprophytes jouent un rôle majeur dans l'écologie des milieux forestiers.
- Les champignons microscopiques des sols jouent le rôle le plus important dans les mécanismes lies à la production végétale
- ils ont la faculté à décomposer la cellulose et la lignine dont les résidus servent de base à l'élaboration des humus.
- Les champignons sont caractérises par leurs mycélium, composé de cellule reliées entre elles qui forment ainsi de longs tuyaux permettant de faire transiter les éléments captés dans le sol sur de longues distances.

- les champignons ne peuvent pas décomposer l'azote plus loin que le stade NH4 à cause de l'acidification autour de leur mycélium due à la nature de leurs enzymes. Cette forme NH4 est peu assimilable par les plantes.
- Les champignons du sol qui interviennent dans les mécanismesindispensables pour les cultivateurs sont aussi invisibles que les bactéries et nécessitent un microscope pour être vus Même les mycéliums, pourtant très longs, sont dissimulés dans la matière organique en décomposition.

Leurs contributions essentielles sont :

✓ Leur faculté à décomposer la cellulose et la lignine dont les résidus servent de base à l'élaboration des humus, la partie organique qui permet la formation des sols.

✓ Les symbioses mycorhiziennes qui permettent aux plants de mieux se nourrir, de produire des antibiotiques ou d'augmenter leur état de veille sanitaire.

✓ La formation des hyphes qui enserrent les particules du sol et assurent sa stabilité.(**ROGER PA. et Garcia J-L. ,2001**)

- ✓ Les algues

Cet ensemble regroupe des formes extrêmement variées de tailles diverses, depuis les organismes unicellulaires microscopiques jusqu'aux algues marines qui peuvent atteindre 30 m de long. Ce sont les plus simples des eucaryotes chlorophylliens. Leur classification est fondée sur la composition des pigments et de la paroi cellulaire. Les formes terrestres sont essentiellement des Chlorophycées, Euglénophycées (aussi considérées comme des protozoaires), et des Chrysophycées (Diatomées). Les cyanobactéries (ex : algues bleues ou Cyanophycées) sont désormais classées avec les bactéries mais leur comportement dans les sols et les eaux est similaire à celui des algues eucaryotes unicellulaires et filamenteuses. (**ROGER PA. et Garcia J-L. ,2001**)

I- 3 -5- 2 La faune du sol

- ✓ Les protozoaires

Les protozoaires sont des eucaryotes unicellulaires hétérotrophes qui sont capables de se déplacer dans leur habitat. Ils sont très répondus dans les milieux aquatiques et sont également retrouve dans les sols. Les protozoaires se nourrissent, entre autres, de bactéries qu'ils ingèrent par endocytose. Ils participent à la régulation des populations bactériennes dans les sols. (**GARCIA et al ,2010**).ont démontré la présence de rhizopodes testacés dans

des sols sahariens en présence de végétaux et dans divers lithosols très secs où ils peuvent résister à la dessiccation grâce à l'enkystement. La taille des protozoaires varie de quelques microns à plusieurs centimètres et est généralement plus faible dans le sol que dans l'eau**ROGER PA et GARCIA J-L (2001)**

Les protozoaires ont longtemps été classés dans le règne animal en raison de leur mobilité et de leur absence de pouvoir photosynthétique. Ce sont, en fait, des Protistes eucaryotes au même titre que les Champignons ou les Algues. Leur contribution à la dégradation ou la synthèse de la matière organique dans le sol est très mal connu.

- ✓ Les nématodes

Un nématode est un animal vermiforme, très simple. Son corps présente une siesteriez radiale bilatérale. Les nématodes (ou némathelminthes) – vers ronds forment un groupe zoologique homogène par leurs caractères anatomiques et morphologiques mais très diversifié par leurs modes de vie. Beaucoup vivent en parasites des animaux. (**PELOSI, 2008**)

Ils vivent dans des eaux pelliculaire et interstitielle en zone d'enracinement et matière en décomposition, leur taille varie de 0.2 à 4 mm, avec une abondance de 100 à 1000 ind/g de terre, se sont des phytophages et carnivores. Ils peuvent être des ravageurs ou des auxiliaires (**PELOSI, 2008**)



Figure 3. Morphologie d'un nématode (**PELOSI, 2008**)

I-3-6- Gestion agronomique de la matière organique

Pour maintenir et entretenir la matière organique du sol, deux approches agronomiques sont envisageables :

- réduire les pertes par minéralisation
- et augmenter les apports de matière organique (**AGRESTE, 2004**).

I-3-6-1 Reduire la partie de la matière organique du sol

I-3-6-1-1- Le travail du sol

L'état du sol peut être amélioré par le travail du sol, qui affecte la structure du sol, la capacité de rétention en eau, l'aération du sol, les possibilités d'infiltration, la température et l'évaporation. Le travail du sol est un facteur qui influence aussi la minéralisation de la matière organique. Il accroît l'activité des microorganismes participant à la minéralisation de la matière organique, ce qui peut rendre le sol plus susceptible aux pertes de matière organique. Afin de lutter contre une minéralisation trop intense de la matière organique, l'agriculteur peut pratiquer un travail simplifié du sol, c'est-à-dire un travail du sol moins intensif que le travail conventionnel (avec labour). Cette pratique résulte en une incorporation incomplète des résidus de culture. Le pourcentage visé de couverture par les résidus de culture doit être d'au moins 30 % (**IPCC, 2000**). Le travail simplifié conduit à une forte accumulation de matière organique dans le sol par rapport au labour (**CARTER, 1992 ; PAGLIAI et al., 2004; MCVAY et al., 2006**). Ceci est principalement lié à la modification de la répartition et du contact de la matière organique (résidus de culture) avec le sol (**LAL et al., 1998**). Le travail simplifié du sol englobe tous les systèmes de travail du sol qui diminuent les pertes du sol en matière organique par rapport aux pertes observés dans la technique conventionnel, comme le travail réduit ou superficiel et le semis direct (**LAL et al., 1998**).

Cependant, le travail simplifié du sol peut entraîner une augmentation de l'utilisation de pesticides ; des difficultés de gestion parasitaire et le ralentissement de l'assèchement du sol au printemps, ce qui oblige parfois de retarder les semis (**AGRESTE, 2004**).

I-3-6-2 Augmenter les apports de matière organique

Cette deuxième approche peut englober plusieurs pratiques agricoles :

I-3-6-2-1- Résidus de culture

Une pratique consiste à couvrir le sol par les résidus de récolte ou incorporer les résidus dans le sol. Cette pratique à un double intérêt : elle constitue une source importante de matière organique, elle diminue le ruissellement et les pertes par érosion, à la suite de l'impact érosif des pluies et, par conséquent elle empêche la formation d'une croûte de battance et contribue à l'amélioration de la structure du sol. L'enrichissement en matière organique sous l'effet du recyclage des résidus a été étudié sur diverses rotations : céréale d'hiver-blé de printemps, légumineuse, maïs-soja.(**JUMA, 1995**),

I-3-6-2-2 - Engrais verts

La culture des engrais verts est une pratique culturale qui consiste à introduire des engrais verts dans les systèmes culturaux comme plantes de couverture pendant la période où le sol

est laissé nu, et à les enfouir au sol par un travail du sol ou à les laisser en mulch à la surface avant l'installation de la culture suivante. Les avantages associés à cette pratique sont :

- une réduction des pertes d'éléments nutritifs résiduels dans les sols après les récoltes
- la fourniture à la culture suivante, après enfouissement de ces engrais verts, d'importantes quantités d'éléments nutritifs en particulier l'azote, avec pour conséquence l'augmentation des rendements
- la réduction de l'érosion
- l'amélioration de la structure du sol et l'augmentation de l'infiltration de l'eau dans le sol

La minéralisation de la matière organique apportée par les engrais verts est généralement presque complète et l'on admet habituellement que les engrais verts ont peu d'effets durables sur les teneurs en matière organique du sol (**CURTIN et al., 2000**).

Chapitre II :

les bois rameaux fragments (BRF)

II-1- Généralité sur les bois rameaux fragmente

On entend par BRF les rameaux et les petites branches vivantes (incluant ou non le feuillage) dont le diamètre ne dépasse pas 7 cm et qui ont été fragmentés. Pour plus de précision dans les termes utilisés, on définit arbitrairement, le rameau comme étant la partie de l'arbre dont le diamètre est inférieur à 3 cm et la petite branche la partie de diamètres compris entre 3 et 7 cm. Le terme branche englobe, quant à lui, tous les diamètres supérieurs à 7cm (**LEMIEUX, 1986**).



Figure 4. Le bois raméal fragmenté BRF **(CHBOUTI et TALBI, 2021)**

L'histoire du BRF a débuté dans les années 1970 au Canada lorsque la valorisation des résidus d'élagage issus des arbres situés sous les lignes à haute tension a posé question. Ces branchages ont été broyés et utilisés chez des agriculteurs en tant qu'amendement organique. Malgré les efforts de communication d'universitaires canadiens, cette technique s'est très peu répandue jusqu'à la fin des années 90, faute d'intérêt de la part des financeurs. Aujourd'hui encore cette technique est encore très peu connue en France , ou seuls quelques agriculteurs précurseurs L'utilisent fréquemment.

Selon Gilles Lemieux, le terme Bois Raméal Fragmenté, désignes les résidus du broyage de branche De diamètre inférieur à 7 cm, issues d'élagage ou de coupes enforêt. Un broyat issu de feuillus (bois durs à forte teneur en tannins tels que le chêne, le châtaignier, l'érable, le hêtre) est préférable. En effet le bois du

Tronc n'est pas utilisé en BRF car il comporte trop peu de lignine et sa valorisation pour des usages classiques, bois d'œuvre notamment, est autrement plus rentables (**LEMIEUX, 1998**)

Le bois raméal est fragmenté par différents procédés mécaniques notamment par les entreprises d'élagages (broyeurs à couteaux ou à marteaux).

Pour que le BRF ne contienne pas de feuilles, il est prélevé en période hivernale après la chute des feuilles et avant la reprise des bourgeons, lorsque la lignine est moins dure que plus tard en été.

Le BRF est stocké le moins longtemps possible, en milieu aéré, avant son épandage in situ pour éviter tout risque de fermentation. Il est en effet impératif d'éviter une augmentation de la température (démarrage du compostage) qui remettrait en cause ultérieurement le développement naturel d'une flore fongique.

Cette technique imite la pédogénèse des sols forestiers en recréant le procédé d'humification naturelle des sols à partir de la décomposition des branches par la faune et la flore du sol. Elle est différente de celle du compostage qui rend directement accessible aux plantes les éléments chimiques issus de la fermentation de la matière organique, mais sans structuration du sol.

II-2 Expérimentations antérieures relatives à l'application des BRF

Plusieurs expérimentations relatives à l'application de BRF ont été effectuées en agriculture. En appliquant des BRF de feuillus (principalement érable (Acer saccharum).bouleau (Betulasp.) et frêne (Fraxinussp)) tous les deux ans, sur un loam graveleux appartenant au sous-groupe génétique des podzols à Gley acides (pH 4,9), **N'DAYEGAMIYE ET DUBE(1986)** ont noté une forte immobilisation de l'azote dans le sol, entrainant une baisse de rendement des végétaux cultivés.des résultats semblables ont également été notés par d'autres auteurs (**BEAUCHEMIN et al.,1990**). Mais l'immobilisation de l'azote devient de moins en moins intense lors de la deuxième incorporation de copeaux et les rendements deviennent alors significativement plus élevés que chez le témoin (**N'DAYEGAMIYE ET DUBE, 1986**). **BEAUCHEMIN et al. (1990)** notent également que l'immobilisation ne persiste pas l'année suivant l'application des BRF. Ceci serait probablement du à une déminéralisation de l'azote du sol durant la deuxième année. Ainsi qu'à un début de minéralisation nette des copeaux à la fin de cette période. Pour palier au déficit azoté lors de la première année, plusieurs auteurs suggèrent d'ajouter une source d'azote (lisier ou engrais chimique) lors de l'épandage des BRF Une deuxième solution pour minimiser

l'immobilisation de l'azote serait d'augmenter la taille des fragments et le diamètre des branches.

Quant à eux, ont noté que l'introduction d'une l'légumineuse dans l'assolement peut contribuer à diminuer l'effet d'immobilisation de l'azote. Dès lors que l'on ajoute l'azote nécessaire, les rendements dans les parcelles avec BRF sont identique ou supérieurs à ceux du témoin. Cependant, **N'DAYEGAMIYE ET DUBE, (1986)** précisent que, la première année, malgré l'incorporation combinée de BRF et de lisier annulant l'effet dépressif de l'azote, les rendements restent inférieurs à ceux du témoin. Etudiant l'impact de l'incorporation des BRF sur un loam sableux initialement pauvre en phosphore, ont observé une immobilisation du phosphore par les microorganismes du sol. **PETTIGREW (1998)** note également une immobilisation du phosphore à la suite d'une application de BRF en paillis sur un sol forestier.

TREMBLAY ET BEAUCHAMP(1998) notent, à court terme, une augmentation significative du niveau de carbone organique du sol à la suite de l'application de BRF ont observé, après 9 ans , une , augmentation de la teneur en C du sol de 16 à 24 % par rapport au témoin à la suite de l'application de BRF seuls, et de 16 à 37 % par rapport au témoin à la suite de l'application de BRF complémentés d'azote. **N'DAYEGAMIYE ET ANGERS(1993)** ont noté que l'action des BRF à long terme porte majoritairement sur les fractions stables de la matière organique (fractions lourdes et humines).mais aussi sur la fraction légère, plus labile. En effet, ces auteurs ont calculé des teneurs en humine de 25 à 60% plus élevées par rapport au témoin, alors que les quantités d'acides humiques n'ont pas été modifiées. De même, les fractions lourdes, constituées de matière organique humiliée associée aux particules d'argile, ont augmenté de 17% par rapport au témoin. Les fractions légères, quant à elles, constituées de résidus de végétaux, de biomasse microbienne et de composés aliphatiques, étaient 68% plus élevées.

A court terme, l'application de BRF a significativement amélioré le contenu en eau du sol (**TREMBLAY ET BEAUCHAMP., 1998**). L'incorporation de BRF àstimulé temporairement le développement des populations de champignons alors que les populations de bactéries et d'actinomycètes sont demeurées stables. L'ajout de BRF au sol provoque aussi une augmentation des populations de la méso faune du sol **BEAUCHEMIN et al.(1992)** ont observé que les BRF inhibent significativement la germination du cresson (Lepidiumsativum).Bien que les extraits d'émondage faits présentaient un PH acide. Leur niveau d'activité ne semble pas être la cause de la phytotoxicité observée. L'existence de

substances toxiques, notamment les constituants hydrosolubles tels que les poly phénols, serait probablement à l'origine de cette phytotoxicité. cependant, en conditions au champ, aucune phytotoxicité n'a été observée sur la culture de la pomme de terre(Solanum tuberons)(Beauchemin et al.,1992a).Sur parterre forestier, **ST-AMAND et LAUZON (1995)**notent que , lorsque l'épaisseur d'épandage des BRF dépasse 7 cm , le développement des plantes herbacées et des semis ligneux est fortement inhibé.(**LAROCHELLE, 1994**).

A court terme et à long terme respectivement, **GAUSSER et al.(1995)etN'DAYEGAMIYE et ANGERS (1993)** n'ont observé aucun changement significatif dans la distribution granulométrique des agrégats stables à l'eau. **TREMBLAYet BEAUCHAMP(1998)** ne notent aucune augmentation du pH du sol après 3 ans et 4 ans respectivement, **GAUSSER et al.(1995)etN'DAYEGAMIYEetDUBE (1986**) ont noté que l'application de BRF n'a pas modifié la CEC du sol, ce qui démontre une humification lente des copeaux dans le sol.

II-3-Constituants du bois raméal

Toutcomme de bois caulinaire, le bois raméal est principalement constitué de cellulose, d'hémicelluloses, de lignine, de protéines, d'acides aminés, de sucres et d'amidon, ainsi que de métabolites secondaires comme les poly phénols, les alcaloïdes, les pigments et les régulateurs de croissance(**FENGELetWEGENER, 1984)**.cependant, la composition chimique ainsi que la concentration en nutriments du bois raméal varient considérablement par rapport à celles du bois caulinaire (**MILLER,1984 ;LEMIEUX,1986**).

II-3-1- Nutriments

II-3-1-1-Concentration en nutriments

Les branches excèdent rarement 1/5 de biomasse totale de l'arbre et les rameaux en représentent une très petite partie. Par conséquent, par rapport au contenu de l'arbre total, la fraction des nutriments dans les branches, et particulièrement dans les rameaux, est petite. Néanmoins, les rameaux (surtout la partie écorce) sont des réservoirs importants de nutriments, ces derniers devant être rapidement transportés et utilisés au printemps pour assurer la feuillaison, permettant ainsi à l'arbre d'être temporairement indépendant de l'alimentation par le sol via les racines (**VAN DEN DRIESSCHE, 1984 ; ALBAN, 1985**).

II-3-1-2-Variation des concentrations en nutriments

Les concentrations en nutriments, aussi bien dans le bois que dans l'écorce des branches, décroissent de la façon exponentielle avec l'accroissement du diamètre, exception faite pour le calcium contenu dans l'écorce et dont la concentration reste stable. Cette diminution peut être liée au processus de conservation des nutriments au sein de l'arbre, une partie de ces derniers étant recyclés pour la fabrication de nouvelles pousses. Entrainant ainsi une forte baisse de la teneur en nutriments dans le bois et l'écorce des plus grosses branches. Ce même auteur rapporte que la concentration en azote du bois selon le diamètre décroit plus rapidement chez les feuillus que chez les conifères. Toujours selon le diamètre, la concentration en nutriments diminue plus fortement dans le bois que dans l'écorce (**HENDRICKSON, 1987**).

Les concentrations en nutriments varient selon les parties de l'arbre considérées. Les teneurs en N, K, et Mg varient selon cet ordre : bois<feuillage<écorce (**HENDRICKSON, 1987**).A la suite de l'étude d'un peuplement de Douglas**. (Ranger et al.,1996)** ont trouvé que , quel que soit l'âge du peuplement, la concentration en nutriments suit toujours ce modèle :jeunes aiguilles vieilles aiguilles>jeunesrameaux>vieillesbranches>écorce de tronc> bois de tronc, sauf pour Ca, dont les concentrations sont plus élevées dans les organes plus âgés Les concentrations en nutriments varient également selon les espèces. Ainsi, dans les branches, elles sont plus élevées chez les feuillus que chez les conifères (**HENDRICKSON,1987**). Ces concentrations moindres retrouvées dans les branches des conifères sont dues au fait que le feuillage, qui peut persister plusieurs années, est un important organe de stockage des nutriments (**FILE,1991**). Le feuillage des conifères représente, en effet, une plus grande proportion de la biomasse totale de l'arbre comparativement aux feuillus.par conséquent, une plus grande proportion du contenu totale en nutriments de l'arbre se retrouve dans le feuillage des conifères (20-25%) que dans celui des feuilles (8-10%),même si la concentration en nutriments dans le feuillage des conifères est plus faible que dans celui des feuillus. Le feuillage des conifères peut persister longtemps (jusqu'à 25 ans pour l'épinette noir (Piceamariana)). Ce qui leur permet de s'établir dans des conditions de fertilité faible (**COLE et RAPP, 1981**).les concentrations en nutriments varient également au niveau des différentes parties de l'arbre selon les espèces. Ainsi, chez les feuillus, le bouleau à papier (Betulapapyrifera) possède de faibles teneurs en cations comparativement aux autres feuillus, mais sa concentrations en N est relativement élevée, surtout dans le bois. Pour sa part, le peuplier faux tremble (Populustremuloides) possèdes les concentrations en nutriments les plus élevées, particulièrement dans l'écorce ainsi que dans les composants de petits diamètres. Par contre, chez les conifères, pin rouge (Pinusresinosa)

est l'espèce ou la concentration en nutriments est la plus faible alors que chez le sapin baumier (Abies balsamea) c'est l'inverse (**HENDRICKSON et al, 1987**).

Les teneurs en nutriments dans les rameaux varient selon les saisons, les variations étant les plus importantes au printemps et à l'automne (**GRIGAL et al., 1987**).

Au printemps, chez les feuillus, on assiste à une translocation très rapide des éléments N, P,K,Ca et Mg des rameaux vers les feuilles ,alors que chez les résineux cette translocation est beaucoup plus lente (**LUXMOORE et al., 1981**). De ce fait, les concentrations des nutriments N,P et K Dans les feuilles sont les plus importantes à cette période et tendent à diminuer au cours de la saison (**CHAPIN et KEDROWSKI, 1985**), contrairement aux éléments Ca, S et Fe (**WOODWELL, 1974**). Le magnésium, quant à lui, tend à fluctuer au cours de la saison de croissance sans vraiment suivre de modèle général et sa concentration varie selon les espèces, bien qu'elle soit presque la même à la fin de la saison de végétation, indépendamment des espèces étudiées. **LUXMOORE et al. (1981)** ont observé, chez les feuillus, une translocation d'une partie du phosphore des feuilles vers les rameaux à la fin du mois de mai. D'après ces auteurs, ce cyclage interne du phosphore serait une stratégie importante pour augmenter l'efficacité d'utilisation d'une ressource limitant.

A l'automne , trois ou quatre semaines avant l'abscission des feuilles , le processus de translocation des nutriments du feuillage vers les rameaux intervient (**Miller, 1984)**. En terme de quantité, un peu plus de la moitié des éléments les plus mobiles (K, N, P, Mg et S) sont récupérés et stockés dans les rameaux. Le calcium sur la paroi cellulaire, et de l'augmentation du stockage d'oxalate de calcium dans la vacuole des cellules. Chez les résineux, contrairement aux feuillus ou les racines et le tronc sont des réservoirs nutritionnels important, la plus grande partie des nutriments est stockée dans les aiguilles sans qu'il y n'ait de translocation annuelle vers les rameaux. Cependant, à la sénescence des aguilles, cette translocation se produit.la croissance de nouvelles pousses chez les résineux entraine une diminution de la concentration en nutriments dans les plus vieilles aiguilles (**WARING et SCHLESINGER, 1985**)

Le lessivage des feuilles au cours de la saison de végétation cause une perte de nutriments significative. Le lessivage est défini comme étant l'enlèvement des substances organiques ou inorganiques des plantes par l'action de solutions aqueuses (pluie, brouillard…). Les éléments tels que K, Ca, Mg et Mn sont généralement lessivés en grande quantité, alors que N et P sont des éléments peu affectés par le lessivage. Le lessivage est

généralement plus important durant l'automne quant la cuticule des feuilles est altérée et craquelée (**TUKY, 1970**). C'est donc pendant l'automne et l'hiver que les variations en nutriments sont minimales et que les concentrations sont maximales dans les rameaux. C'est ce que l'on appelle « bois dormant » (**LEMIEUX, 1990**).

La richesse du sol influence l'absorption des nutriments par les végétaux et les concentrations en nutriments dans les tissus dépendent de la fertilité du site. **(PAQUES,1994)** a étudié le comportement de 15 peuplements artificiels de mélèzes hybrides (Larix x eurolepis) provenant de la même origine et plantés sur des sites à géologie très variable (grès, granites, gneiss…) dont le pH varie de neutre à très acide. Il a observé que les concentrations en nutriments dans les aiguilles varient fortement selon le site considéré, surtout pour Ca .Mg et P. **(NICOLAI et al.,1988)** ont trouvé que les concentrations en Ca, Mg et K reflètent les conditions locales de sol. **STAAF (1982)** a trouvé que la concentration en N dans le feuillage du hêtre (Fagussylvatica) était significativement plus élevée sur les sites à humus de type Mor. De même, **(MALIONDO et al. 1990)** ont observé que diverses espèces croissant sur des sites riches ont de plus fortes concentrations en N, P, K, Ca et Mg dans les constituants aériens que les mêmes espèces croissant sur des sites pauvre.

II-3-2- Polyphénols

II-3-2-1-Definition et structure

Le terme phénol est défini comme toute substance possédant au moins un groupement hydroxyle (OH) lié au cycle aromatique. Les composés formés de plusieurs hydroxyles phénoliques sont appelés Polyphénols (**WATRMAN et MOLE, 1994**).

Les Polyphénols ont autrefois été considérés comme déchets et, de ce fait, classifiés comme métabolites secondaires car ils n'avaient pas de rôle particulier dans le métabolisme primaire (**NORTHUP et al. 1998**). Ces métabolites secondaires, définis comme constituants non-structuraux, peuvent être extraits avec des solvants organiques neutres ou à l'eau. Ils incluent : cires, acides gras, alcaloïdes, huiles essentielles, résines, terpènes, tannins et autres substances phénoliques, et pigments (**SCHEFFER et COWLING, 1966**).

Les Polyphénols sont largement distribués dans tout le règne végétal (**HASLAM, 1998**) et toutes les plantes possèdent une fraction phénolique (**HARBONE, 1997**). Le terme tannins a longtemps été appliqué aux extraits végétaux rivhes en phénols et capables de transformer les

peaux animales en cuir (**HASLAM, 1998**). Ces composés ont donc été caractérisés plus par leur action tannante vis-à-vis des protéines que par leur structure chimique. Cependant, ce terme s'est généralisé et une certaine confusion sur son emploi est apparue. En effet, beaucoup de ces composés que l'on nomme maintenant tannins n'ont pas d'action tannante sur les peaux. **(HASLAM ,1998)** suggère donc le terme de Polyphénols végétaux en remplacement du terme tannins et il propose la définition suivante :

« Composés phénoliques solubles à l'eau, ayant un poids moléculaire compris entre 500 et 3000 daltons et outre les réactions phénoliques courantes. Ayant des propriétés spéciales comme la capacité de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et les autres protéines »

II-3-3-Lignine

II-3-3-1-Structure

La lignine occupe, parmi les constituants végétaux, la deuxième place en importance après la cellulose (**DOMMERGUES ET MANGENOT, 1971**). Elle ne se retrouve que chez les plantes vasculaires (ptéridophytes et spermatophytes) (**FENGEL ET WEGENER, 1984**).

La lignine, ou plutôt les lignines, car elles diffèrent d'un groupe systématique à l'autre, sont constituées d'un complexe de polymères aromatique de poids moléculaire élevé (entre 10 000 et 20 000 daltons, selon le degré de polymérisation), composé d'unités phényle-prpane (C6-C3) diversement substituées (**HAIDER, 1992**). Dans son état naturel, la lignine, telle qu'on la retrouve chez les végétaux, est représentée par un polymère amorphe nommé protolignine. La formation de la protolignine aurait lieu dans la zone cambiale par activation des précurseurs de la lignine, qui sont alors polymérisés dans la paroi cellulaire pour former un très gros polymère tridimensionnel (**PANSHIN et DE ZEEUW, 1980**).

La cellulose de la paroi cellulaire est physiquement agrégée en très longs brins que l'on nomme microfibrilles (**PANSHIN et DE ZEEUW, 1980**). La lignine et les hémicelluloses s'accumulent entre les mailles du réseau cellulosique et à la structure des microfibrilles, exerçant ainsi un effet protecteur à l'égard de la cellulose (**KIRK et FENN, 1982**). Cet agencement, semblable à celui d'un matériau composite, confère au bois sa rigidité et sa résistance vis-à-vis des microorganismes.

II-3-3-2- variation de la concentration en lignine

Environ 18 à 35 % Du bois est composé de lignine (**DOMMERGUES et MANGENOT, 1970**). La concentration en lignine est plus élevée chez les gymnospermes que chez les angiospermes (**FENGEL etWEGENER, 1984**). De même, cette concentration varie selon les espèces (**MELILLO et al, 1982**).

Elle est également moindre dans les branches que dans les tissus végétaux n'est pas corrélée à la fertilité du site (à moins de conditions extrêmes de disponibilité en nutriments) et montre peu de variations au sein d'une même espèce (**MULLER et al, 1987**).

II-4-4-l'impact de l'application de bois rameaux fragmentes (BRF)

Les BRF ont déjà suscité un certains intérêts en agriculture et en foresterie. Le principal problème rencontré, à la suite de l'application de BRF, est la forte immobilisation d'azote durant la première année, ce qui peut induire une réduction de la croissance et du rendement des espèces cultivées (**BEAUCHEMIN et al, 1990**). Cependant, lors de la seconde année. Cet effet s'estompe à cause d'une reminéralisation de l'azote du sol et d'un début de minéralisation nette des BRF. **N'DYEGAMIYE et ANGERS (1993)** notent que, à long terme (9ans), le carbone du sol a augmenté de 16 à 37% par rapport au témoin.

L'application de BRF devrait induire une augmentation de l'activité microbienne et une augmentation de la matière organique du sol, notamment au niveau des fractions lourdes.

2 eme Partie pratique

Chapitre I :

Matériels et méthodes

But de l'essai

L'objectif général de l'expérimentation est d'étudier l'impact de l'application des BRF sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques d'un sol maraicher par la tomate cultivée en plein champ.

I-1- Généralités sur la région d'étude

I-1- 1 Situation de la zone d'étude

La zone d'étude de OuledShilest située dans le sud du tell central, dans les monts de Ouarsenis. Elle couvre plusieurs communes et située à environ 167 km du sud - ouest d'Alger, exactement a l'ouest de la route nationale N1qui relie Alger aux wilayas du sud et à environ 90 km au sud de Médéa et à environ 21 km à l'ouest de Ksar el Boukhari et à 112 km du sud - est d'AïnDefla et à 120 km au nord - est de Tissemssilt et à 179 km au nord - ouest de Djelfa. Cet impact est limité au nord par le barrage Ghrib, à l'ouest par la plaine du Chélif (wilaya de AinDefla)et par la forêt domaniale de Boumediene (commune de Deragh et Ouled djemaa).



Figure 5. Localisation du lieu d'implantation de la technique du BRF à OuledShil

Des informations générales relatives au lieu considéré ont été évoquées dans le tableau 1
Tableau 1. Les caractéristiques stationnaires relatives au site d'action du *OuledShil*

Localisation parcelle BRF – ouledshil		
Wilaya : médéa	**Commune : ouledantar**	
Coordonnées GPS : lat .35 59 17 N	**Long 2 36 07 E Alt . 800 m**	
Données parcelle BRF – ouledshil		
Exposition : Nord		
Topographie : horizontale	**Pente : 2%**	**Charge caillouteuse 40 %**
Occupation du sol : Mise en cultures maaichéres&fruitiére		

I-1-2- cadre climatique de la zone d'etude

L'essai a été réalisé le sud du tell central, principalement au lieu ditOuledShil, dont le climat général est semi-aride à hiver froid. La région reçoit environ 486 mm de pluie par an. Les mois les plus pluvieux commence du mois septembre jusqu'au mois de juin avec des fluctuations d'une année à une autre. Les vents sont de direction sud - ouest et nord - est en hiver et de nord - sud en été. Les températures moyennes annuelles des maximas est de 21,20 °C et des minimas de 9,90 °C. La période estivale commence en mois de juin et se termine début octobre.

L'environnement physico-chimique, tel que la température, l'aération, l'humidité etc., influence grandement la décomposition du BRF (**SWIFT ET AL., 1979; RAYNER et BODDY, 1988**). Les champignons de pourriture blanche sont des mésophiles et l'optimum d'activité se situe autour de 2530°C (**DOMMERGUES et MANGENOT, 1970**).

Le climat dont l'influence se traduit par une variation saisonnière, l'action des organismes du sol présentant des maxima au printemps et en automne et des minima d'été et d'hiver. La température et l'humidité du sol sont deux causes qui peuvent être invoquées pour expliquer ces variations. La température optimum du développement de la majorité des organismes du sol se situe entre 25° et 35° et le maximum d'activité s'observe lorsque l'humidité s'élève à 60 à 80 % de la capacité de rétention (**DIEHL, 1975**), ensemble de conditions qui, sous nos climats n'ont de chances de se réaliser qu'à la fin du printemps et en automne.

L'optimum d'activité des champignons de pourriture blanche exige une somme de température, cette somme a été estimée à 2194,8°C dans nos conditions expérimentales. Dans

les conditions optimales de décomposition du BRF, l'optimum d'activité des champignons de pourriture blanche se situe autour de 2530°C. Les besoins thermiques sont ainsi satisfaits.

I - 2 Le sol

I-2-1 Historique de la parcelle

Puisque la principale contrainte de départ d'un BRF est la faim d'azote, la parcelle d'étude a été mise en culture par une légumineuse, appartenant à la famille des Fabacées, à savoir le Pois chiche *" Cicer arietinum L. "*, d'où une action inhibitrice à la faim d'azote qui doit apparaitre dans la problématique d'incorporation du bois raméal fragmenté.

Il s'agit d'éviter la faim d'azote qui suivent l'application du BRF, l'azote minéral vient à manquer dans le sol, rendant difficile la nutrition des plantes. Cela se traduit par un ralentissement, voire un arrêt temporaire de la croissance des cultures ainsi qu'un jaunissement du feuillage.

La proximité de source d'approvisionnement en fumier ovin. Un potentiel de biomasse présent à un endroit pour pouvoir l'utiliser, la ressource accessible techniquement et biologiquement. Les ressources déjections animales disponibles sont relativement importantes comme en témoignent les potentiels. L'itinéraire technique définit par le recours éventuel à l'utilisation de fumure strictement organique de fumier ovin local.



Figure 6. Disponibilité en déjections (fumier ovin)

I-2-2 Nature du sol

Les prélèvements de dix (10) échantillons de sol à une profondeur de 0 – 40 cm à l'aide d'une tarière, nous ont permis après mélange d'obtenir un échantillon représentatif de notre sol.

Les analyses physiques, chimiques et physico-chimiques effectuées au laboratoire de l'Institut National de Recherche Forestière - INRF -.

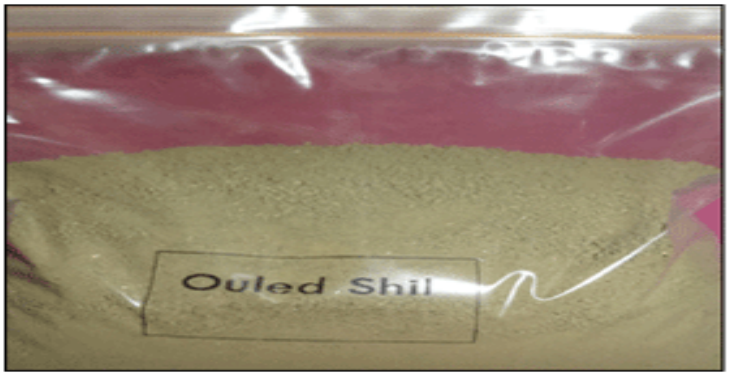


Figure 7. Echantillon de sol de OuledShil fera l'objet d'analyses de

Les résultats des analyses sont groupés dans le tableau 2.

Tableau 2. Caractéristiques physiques, chimiques et physico-chimiques des échantillons de sol prélevés dans la couche 0 - 40 cm du lieu-dit : " OuledShil "

Paramètres	Résultats	Qualifications correspondants
Granulométrie % Argile % Limons fins %}34 ,23 Grossiers % Sables fins % Grossiers % }30 ,74	35 ,1 32 2 ,23 24,41 6,64	Texture argileuse
PH eau	8,5	Basique
Carbone	1,31	Sol moyennement pourvu en MO . sol normal
Matière organique	2,25	
Calcaire total	58 ,06	Très fortement
Calcaire actif	5	Peu chlorosant
Conductivité électrique	0,9	Non salé

D'après le**tableau 2**, il est à remarquer que le sol de OuledShilest : **(1)**de texturecalcaro-argileuse, avec un taux d'argile de **53,9 %**, chimiquement riche. **(2)** Le pH (H_2O) est basique.

(3) La conductivité électrique indique que le sol est non salé, **(4)** Fortement calcaire, à un pouvoir chlorosant (0,61). **(5)** Et moyennement pourvu en MO, sol normal.

BRUAND (1986)propose un seuil de 30%d'argile au-delà duquel on observe un comportement " argileux ", probablement parce que les sables et les limons sont alors entièrement " noyés " dans la masse argileuse.

Des diagrammes illustrés au niveau de la figure 6&7, nous ne constatons que le sol présent :

- ✓ Une bonne aptitude à la fissuration.
- ✓ Très grand risque d'asphyxie.

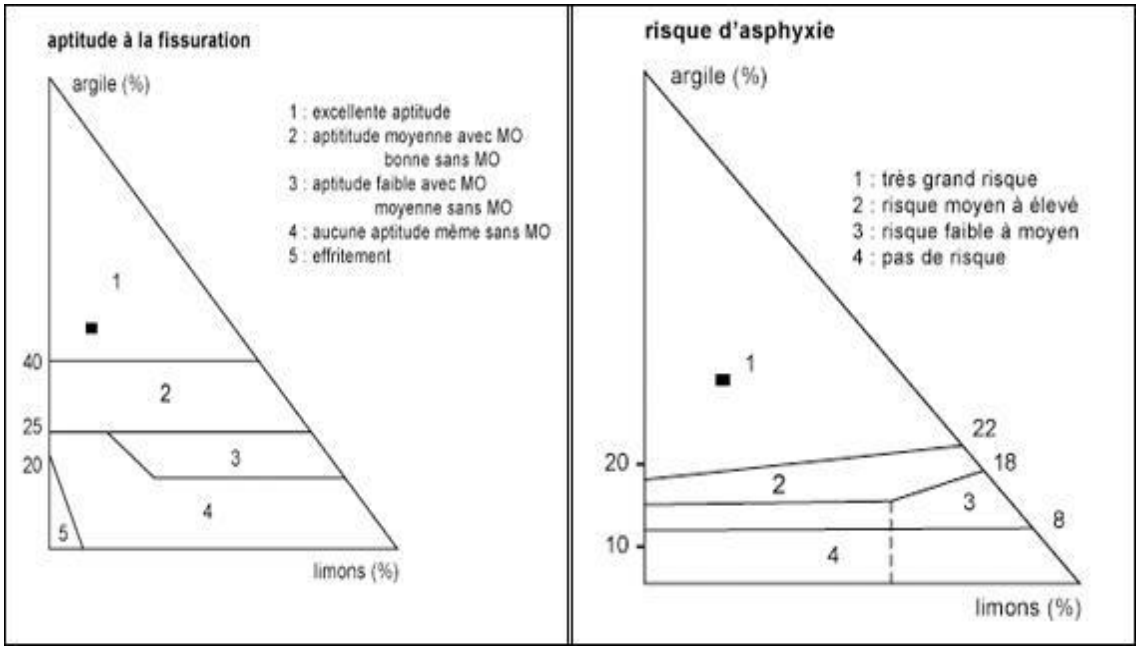


Figure 8. Relation entre texture et comportement agronomique du sol

I -3 l'espèce - test

L'espèce retenue dans l'essai est la tomate *" Lycopersicumesculentum Mill "*. La variété utilisée est la Marmande, très cultivée en Algérie. Elle est connue comme variété adaptée aux conditions Algériennes.

Selon **KOLEV (1976)**, la Marmande est une variété à croissance indéterminée, vigoureuse, à feuilles moyennes, productives, très précoce, résistante à la chaleur, moins sensible aux maladies. Les premiers fruits sont gros, aplatis, un peu côtelés, d'un rouge éclatant.

Tableau 3. Fiche technique de la tomate

Stade	**Température de l'air**			Lumière (lux)	Hygrométrie(%)
		T° atmosphérique			
	T° du sol	**Jour**	**Nuit**		
Germination	25	18-20C°	18-20C°	nulle	76
Croissance	15-20	18-20C°	15C°	10 000 à 12 000	70à80
Floraison	20-25	22-25C°	13-17C°	Trèsélevée	65à80
Fructification	20-25	25C°	18C°	50 000-16hj	60à70

Exigences pédologiques						
Texture	Les terres argilo siliceux, profondes, perméables, meubles et riches en humus sont considérées comme les meilleurs pour la culture de tomate					
Ph	Le meilleur ph se situe entre 5.8 et 6.7, légèrement acide .la tomate tolères les valeurs de ph entre 4.5et 8.2					
Salinité	La résistance de la tomate peut aller jusqu'à 10 mg/l équivalent de 8 mmbos/cm à 25 C°les stades les plus sensibles sont la germination et la levée des plantes					
Fertilisation	Le choix de l'élément fertilisant et la dose à apporter doit tenir compte de la richesse du sol pour chaque élément et les besoins de plante, ces besoins, varient aussi en fonction du mode de culture					
	En plein champ					
	Fumure	Avant plantation	Le long du cycle	N	P	K
	De fond	Organique 50T Minérale 8Q (12-18-18)		- 96	- 144	- 144
	d'entretien		-3qxd'ammonitrate 33.5-3qx sulfate de potasse 50%	100.5 -	- -	- 150

I .4 Mise en œuvre de la technique des BRF

Il importe de bien préciser que le dosage de la matière organique au niveau des deux substrats (BRF et Fumier ovin) a été effectué au laboratoire sciences du sol à l'INRF – Baïnem. Le taux de matière organique est enregistré dans le tableau 4et la figure 9.

Tableau 4. Taux de matière organique BRF et fumier ovin

	BRF	Fumier
Taux MO %	13 ,08	4,29
Qualificatif corespondant	Très riche en MO	Riche en MO

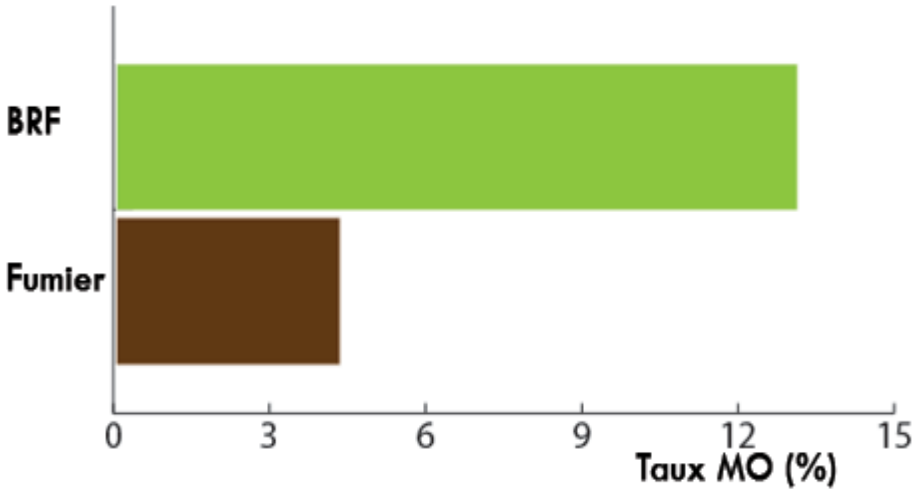


Figure 9. Taux de matière organique BRF et fumier ovin

I-4-1 démarches méthodologiques adoptées

I -4-1-1 préparation du terrain

Afin de mettre à la disposition du végétal un milieu aussi parfait que possible au triple point de vue physique , chimique et biologique, il a été impliqué un travail du sol profond mélangeant la couche sous-jacente à la couche arable sur une épaisseur allant jusqu'à 0,50m, qui est



Figure 10. Travaux de préparation physique du sol,

Évidemment recommandé dans les sols compacts. Le travail du sol permet d'agir sur le ruissellement, l'infiltration, l'aération et la pénétration des racines.

Un préalable à la mise en œuvre de la technique des bois raméaux fragmentés : Le travail du sol permet d'agir sur le ruissellement, l'infiltration et l'aération

Suite aux recommandations de mise en œuvre de la technique des BRF, le bois récupéré, est constitué de jeunes branches ou rameaux ayant, au maximum 7 cm de diamètre et contenant de la lignine en formation donc plus attaquable par les champignons et les bactéries.

I-4-2 collecte du bois raméal

Le bois raméal fragmenté ou plus communément appelé BRF, est un amendement ligneux constitué de jeunes branches ou rameaux ayant, au maximum, 7 cm de diamètre. Ces rameaux sont broyés et incorporés immédiatement dans les premiers centimètres du sol.



Figure11.collecte du bois raméal (Pin d'Alep).

A : fourniture du bois raméal Pin d'Alep. *B :* BRF de *Pin d'Alep* obtenu par le broyeur à bois – *Triunfo SH 50 R*



Figure 12. Collecte du bois raméal de Chêne vert incluant le feuillage



Figure 13. Collecte du bois raméal de Lentisque incluant le feuillage
A : Collecte de bois raméalde Lentisque .*B :* BRF de *lentisque* obtenu par le broyeur à bois

I-4-3- broyage du bois raméal

Le BRF est le résultat du broyage frais de rameaux et petites branches vertes (non desséchées) d'un diamètre inférieur à 7 centimètres, avec ou sans feuilles. Les branches sont issues d'essences d'arbres feuillus (Angiospermes dicots). Il est toutefois possible d'utiliser un peu de conifères (Gymnospermes) en mélange, à hauteur de 20%. Ce broyat est destiné a être appliqué au sol (**ASSELINEAU et DOMENECH, 2007**).

il y a lieu de noter qu'une fois il a été procédé au broyage individuel sur place du chêne-vert, du lentisque et du pind'Aleppar le broyeur *Triunfo SH 50 R*, un fort pourcentage de 98% environ de la proportion des particules broyées dont le diamètre variant de 1 mm à 4 mm environ et que le reste est extrêmement fin, néanmoins la longueur de coupe des feuilles de *Pin d'Alep* reste figurée dans le broyat.

Des photographies de chacune des observations ont été prises de manière à apprécier l'importance des informations notées.



Figure 14. Le broyeur à bois, *Triunfo SH 50 R*

Tableau 5. Caractéristiques techniques du broyeur à bois *Triunfo SH 50 R*

TRIUNFO
Type SH 50 R
Moteur ROBIN EX 17
2 couteaux de coupe
Broyage 1 ,9 m3 / heure
Diamétre maxi 50 mm
Entrainement de bloc de coupe par courroie
2 ROUES PLASTIQUES DE 200 mm
Poids 67 Kg
Puissance 4416 W



Figure 15.les constituants de BRF utilisé

A : 40% de lentisque, B : 40% et de chêne-vert C : 20% de pin d'Alep

A

B

I-5- Mise en place du protocole experimental

Le support de l'expérimentation a été délimité sur une surface de 52 mètres carrés (8 mètres sur 6 mètres 50). Il a été procédé au tracé des parcelles élémentaires " planches de culture " de1 mètre de longueur sur 1 mètre de large. Ces planches sont séparées par des passe-pieds de 0,5 mètre de large, ce qui permet de travailler aisément sans marcher dessus.
La figure 15 illustre le dispositif expérimental qui a été mis en place. Remarquons que les parcelles élémentaires vont subir des traitements différents et la répartition de ces traitements est faite d'une manière aléatoire.

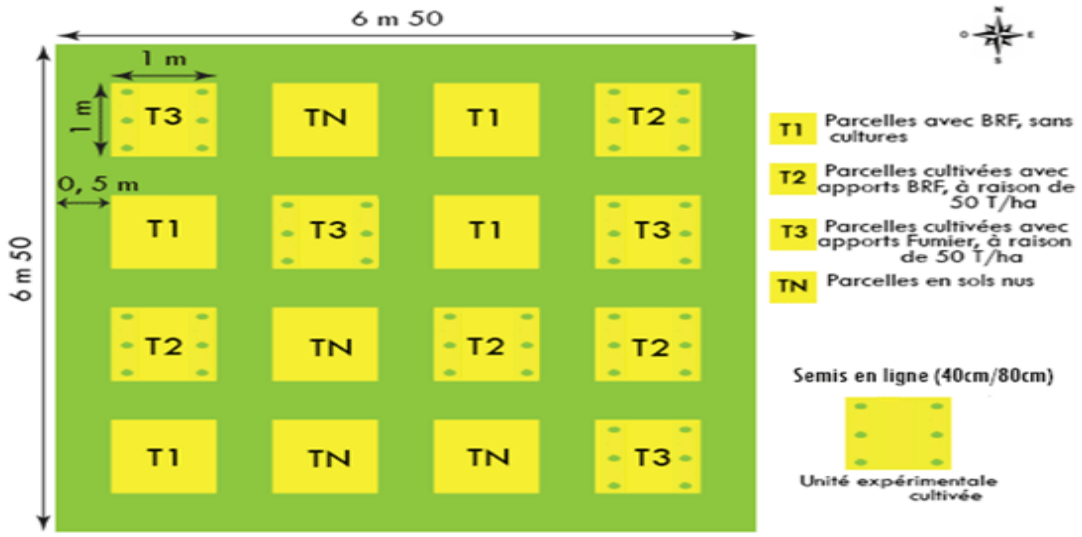


Figure 16. le dispositif expérimental qui a été mis en place

Il est important de souligner que qu'il s'agit d'un dispositif expérimental en randomisation totale qui, dans notre cas, est décrit comme suit :

- ✓ Dimension de la parcelle expérimentale :
  Longueur parcelle : 6,5 m Largeur parcelle : 6,5 m
- ✓ Dimension de la parcelle élémentaire :
  Longueur parcelle : 1m Largeur parcelle : 1m
- ✓ Nombre de facteurs étudiés : 4 niveaux (avec 4 répétitions)

I-6- Epandage du broyat

La quantité du matériau réparti d'une manière uniforme est de 50T/ha

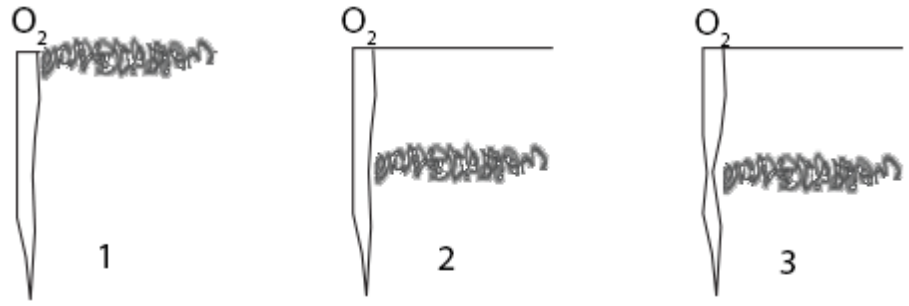
I-7- Enfouissement du brf

L'incorporation de l'amendement ligneux (BRF d'Eucalyptus frais) par griffage à 10 cmde profondeur

Il se dégage des recherches sur l'application du BRF quelques indications sur la qualité des différentes essences :

Selon **ASSELINEAUetDOMENECH (2007)** toutes les essences ne sont pas égales pour faire des BRF en raison de la diversité de leur composition chimique. Au sein d'une même espèce également, des différences sont observées, suivant la richesse du milieu d'origine. Plus le milieu d'origine du bois raméal est riche, meilleurs seront les BRF. La plupart des essences feuillues (Angiospermes dicots) demeurent utilisables, à l'exception de quelques-unes qui sont déconseillées car contenant des composés nocifs pour la pédofaune et les autres végétaux, comme les eucalyptus. En revanche, à cause de leur type de lignine, les résineux (Gymnospermes) sont déconseillés, même s'il est d'usage de les tolérer jusqu'à 20 % du volume de broyat pour les applications agricoles. Les *Populus* (peupliers, trembles) ne sont

tolérés qu'à hauteur de 15 %, en revanche les *Quercus* (chênes) sont très appréciés, entre autres pour leur apport en phosphore.



L'impact sur l'humification de l'enfouissement profond de matières organiques par le labour. La barre à gauche de l'image indique la diminution de la teneur en oxygène en fonction de la profondeur.

1 : couche de matières organiques en surface (BRF)

2 : cette couche est enfouie par un labour profond à plus de 30 cm, voire 40 centimètres de profondeur.

3 : la présence de matières organiques en profondeur stimule le développement de bactéries qui vont rapidement consommer tout l'oxygène présent dans le niveau.

Ces bactéries rendent impossible le développement des champignons et donc l'humification.

Si pour les applications sur des cultures pérennes (vergers, vignes, plantations d'arbres, vivaces d'ornement…), le paillis est généralement de mise. Certains praticiens, dans la lignée des préconisations de l'université Laval, préfèrent incorporer les BRF aux cinq ou dix premiers centimètres du sol. D'autres au contraire sont des inconditionnels du paillis qui ne perturbe pas le sol et reproduit plus fidèlement le modèle forestier.

I-8- Mise en place de la culture de tomate L'espèce retenue dans l'essai est la tomate " *Lycopersicumesculentum Mill* ". La variété utilisée est la Marmande, très enAlgérie.Elle est connue comme variété adaptée aux conditions Algériennescultivée

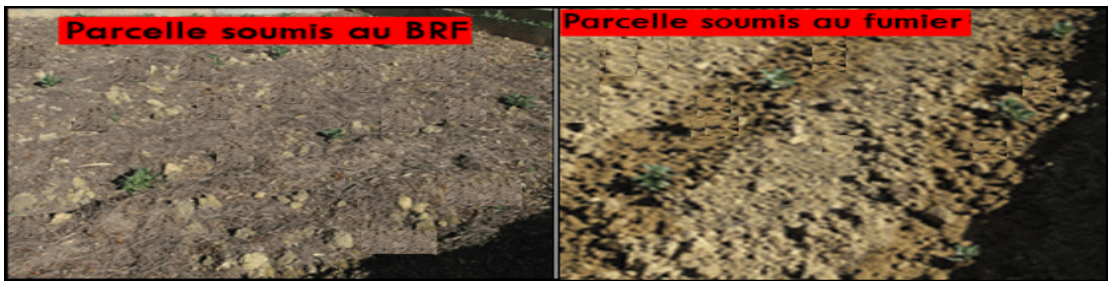


Figure 17. Mise en place de la culture de tomate en plein champ

I-9-parametres étudies

Des procédés de mesure ont été appliqués au champ et au laboratoire de sciences du sol de l'INRF - Baïnem, afin de mieux voir lesquels des traitement valorisent mieux le milieu. Les paramètres évalués sont les suivants :

De nombreux facteurs du milieu exerce une action sur les biotransformations du BRF et Fumier par leurs effets sur plusieurs processus dont elles dépendent :

- Densite et porosite du sol : L'importance de la structure est fondamentale, puisqu'elle conditionne la porosité, donc l'aération du sol, la circulation de l'eau. Des procédés de prélèvement du sol " ***spéciaux*** " et mesures physiques appliqués au champont été envisagés pour une Caractérisation de l'espace poral (porosité) par la méthode du cylindre, qui consiste à enfoncer dans le sol, puis à retirer empli de terre, le cylindre de volume connu.
- Mesure de l'humidite du sol : la mesure de l'humidité du sol se réfère aux caractéristiques physiques du sol et à la quantité d'eau libre mise à la disposition des racines. On utilise des tensiomètres ou des sondess pour mesurer l'humidité du sol en place (**GAUTIER M., 1987**). Des mesures du potentiel hydrique du sol ont été appliquées au champ. Les relevés de tension ont été réalisés par le biais de la sonde WATERMARK, qui informe sur la disponibilité en eau du sol caractérisée par sa tension exprimée en centibar. Au niveau de chaque parcelle élémentaire un tube a été placé horizontalement descendant jusqu'à 40 centimètres environ de profondeur. Le boitier mobile permet la lecture des différentes sondes mis en place.
- Cinétique d'infiltration : la caractérisation générale de la cinétique d'infiltration a été réalisée par le moyen d'un Mini Disk Infiltrometer Model S.
- Variation du pH du sol : mesuré à l'aide d'un pH mètre à éléctrode en verre sur une suspension de terre fine avec un rapport sol/eau (1/5)
- Variation du taux de carbone et de la MOS : par la méthode Anne
- Variation de taux d'azote total dans le sol
- Description distribution des MOS
- Intervention des facteurs de variabilite des adventices
- Intervention des organismes vivants dans la dynamique MOS
- Etude de la croissance et de la production de la tomate
- Parametre de croissance
- Hauteur finale des plants
- Diametre des tiges
- Parametre de production

Chapitre II :

résultats et discussion

II-1- diagnostic du parametre sol



Figure 18. Prélèvement de sol, effectué à l'aide d'une sonde sur une profondeur de 40cm

II-1-1- densite & porosite du sol

La richesse du sol en matière organique favorise l'activité biologique, augmentant la porosité du sol. En effet, la matière organique contribue à la formation d'une structure grumeleuse du sol formée d'agrégats argilo-humiques édifiés par les lombrics. Cette structure confère au sol une bonne porosité. D'autre part, l'abondance de matière organique dans le sol permet le bon développement racinaire de la végétation. Ainsi, les racines décompactent les couches du sol et améliorent la porosité du sol en surface et en profondeur.La présence des racines en grande quantité entraîne le développement de nombreuse macro pores dans le sol (**DUCHAUFOUR et al. 1994**).

La constitution physique du sol intervient également sur l'abondance de la flore du sol. Les sols aérés sont les plus favorables. Dans les sols compacts, au contraire, cette diffusion et action est plus lente ; les conditions de développement moins bonnes. Les conditions aérobies sont essentielles pour maintenir la présence des pourritures blanches. Par conséquent, plus la teneur en oxygène est élevée, plus l'activité des organismes du sol est efficace (**KIRK et FARRELL, 1987**)



Figure 19 . Prélèvement de sol, effectué à l'aide d'un cylindre

Tableau 6 . Caractérisation de l'espace poral

	T1	T2	T3	TN
densité apparente (da)	0,55	0,48	0,61	1,39
Porosité totale (P en %)	75,22	78,37	72,52	36,48

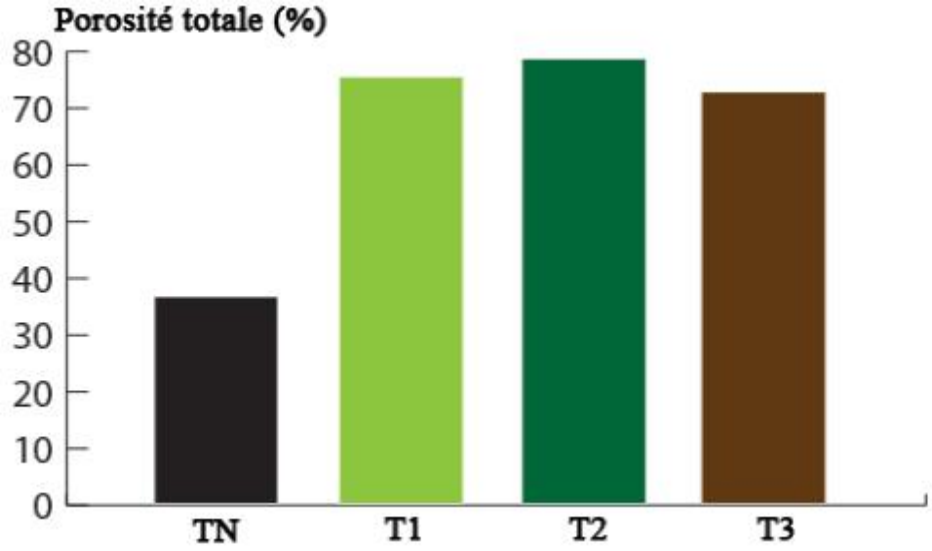


Figure 20 . Appréciation de la porosité totale du sol

L'examen du tableau 6 et la figure 18, montrent une augmentation de la porosité en fonction du taux de MOS (BRF & fumier). La porosité pour les trois traitements est très élevée ; elle varie de 75,22 % (T1) à 78,37 % (T2) ce qui montre que nous sommes en présence de sol très poreux soit à texture bien structurée. En outre, la porosité du traitement témoin TN est de 36,48 % cas limite de faible capacité en air et en eau.

II-1-2- Mesure de l'humidite du sol

La mesure de l'humidité du sol se réfère aux caractéristiques physiques du sol et à la quantité d'eau libre mise à la disposition des racines. On utilise des tensiomètres ou des sondes pour mesurer l'humidité du sol en place (**GAUTIER M., 1987**). Des mesures du potentiel hydrique du sol ont été appliquées au champ. Les relevés de tension ont été réalisés par le biais de la sonde WATERMARK, qui informe sur la disponibilité en eau du sol caractérisée par sa tension exprimée en centibar. Au niveau de chaque parcelle élémentaire un tube a été placé horizontalement descendant jusqu'à 40 centimètres environ de profondeur. Le boitier mobile permet la lecture des différentes sondes mis en place.

La figure 19 illustre la procédure de relevé de la tension du sol par la sonde WATERMARK



Figure 21. la procédure de relevé de la tension du sol par la sonde WATERMARK

Letableau7 indique les relevés de la tension du sol à 30 cm de profondeur

	T1	T2	T3	TN
Tension du sol (cbars)	15	12	8	110
Qualificatif correspondant	Confort hydrique	Sol ressuyé	Sol saturé	Niveau critique

III-1-3- cinetique d'infiltration

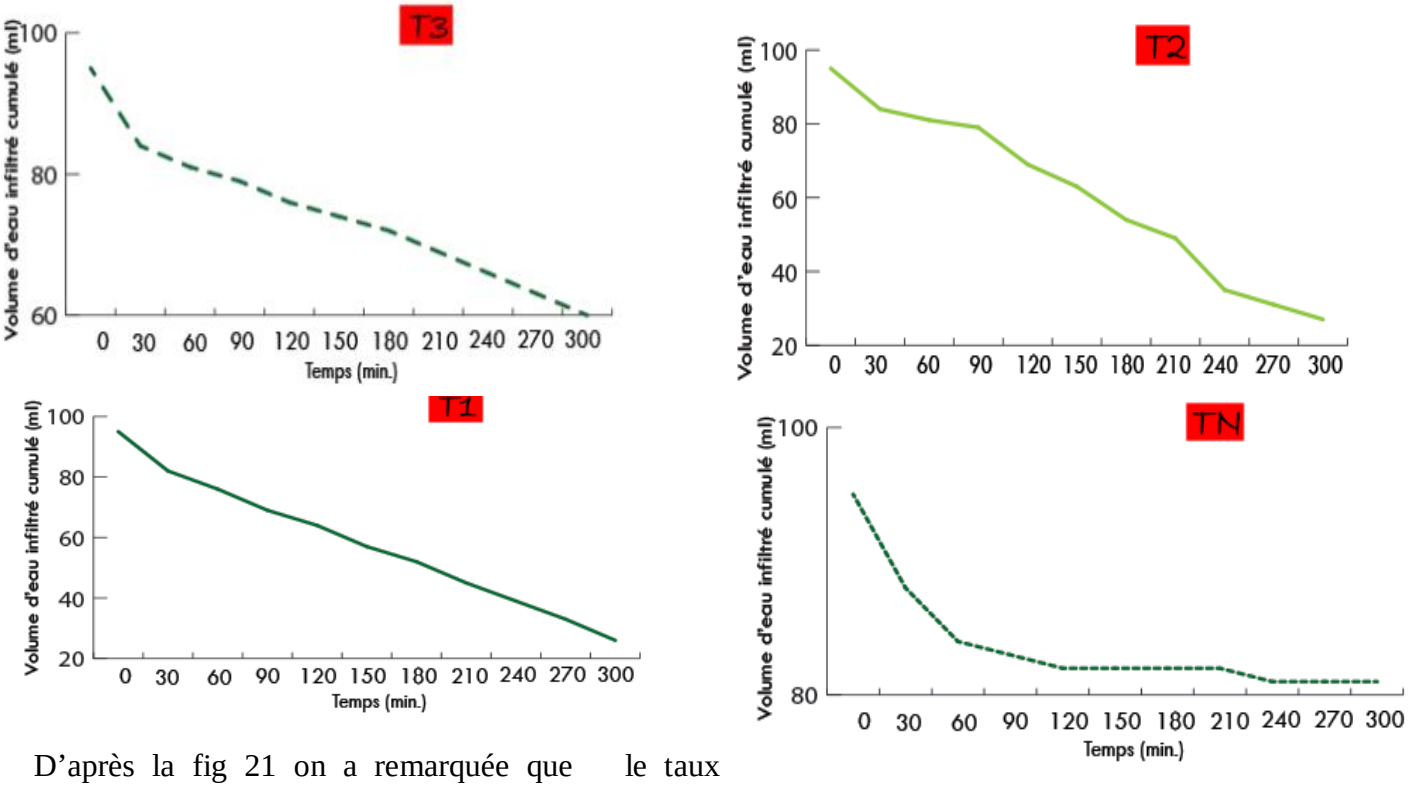
Les caractéristiques générales de la cinétique d'infiltration



Figure 22. Mesures volume d'eau infiltré par la tomate Lycopersicumesculentum MILL,cultivée en plein champ

Le tableau 8. Indique le volume d'eau infiltré dans les différents parcelles

Temps (min)	Volume d'eau infiltré (ml)			
	T1	T2	T3	TN
0	95	95	95	95
30	82	84	84	88
60	76	81	81	86
90	69	79	79	85
120	64	69	76	84
150	57	63	74	83
180	52	54	72	82
210	45	49	69	82
240	39	35	66	81
270	33	31	63	81
300	36	27	60	81



D'après la fig 21 on a remarquée que le taux d'infiltration décroît progressivement en fonction du temps. En 300 minutes, il apparaît

Figure 23 . Volume d'eau infiltré en fonction du temps

clairement que les courbes d'infiltration (entre les temps 0 et 300 minutes) montrent des allures assez similaires. Cependant, le taux d'infiltration est important T1 (69 ml), T2 (68 ml) & T3 (35 ml). Néanmoins, un ralentissement du taux d'infiltration pour le traitement TN (14 ml)



Figure 24. Méthode de mesure de volume d'eau infiltré

II-1-4- Varaition du PH du sol

Le BRF est favorable et recèle une intense activité biologique avec une tendance à la neutralisation du sol, d'où une correction du pH à la neutralité. Tandis que le fumier est associé à une acidification du sol et à un lessivage des éléments minéraux, la population microbienne y est faible.

Tableau 9. Appréciation de la variation du pH du sol

	T1	T2	T3	TN
pH du sol	8	8,2	8,4	8,5

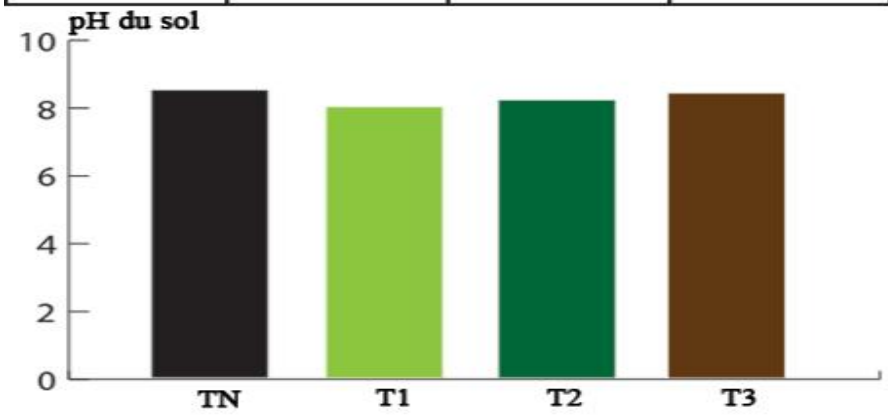


Figure 25 . Appréciation variation du pH du sol

On remarque que, , le traitement T1 et T2 soumis au BRF une diminution du pH.

II-1-5- variation du taux de carbone et de la mos

suivant le tableau 10 et de la fig **24**, montrent clairement que le taux de carbone et matière organique les plus élevé a été obtenue par les plants des traitements T1 et T2 suivi par les plants du traitement T3, alors que la plus faible a été signalée par le traitement T1.

Tableau 10. Teneur en carbone et matière organique dans le sol

	TN	T1	T2	T3
Carbone (C en %)	1,06	8,15	8,1	2,45
Taux MOS (%)	1,82	14,01	13,93	4,21

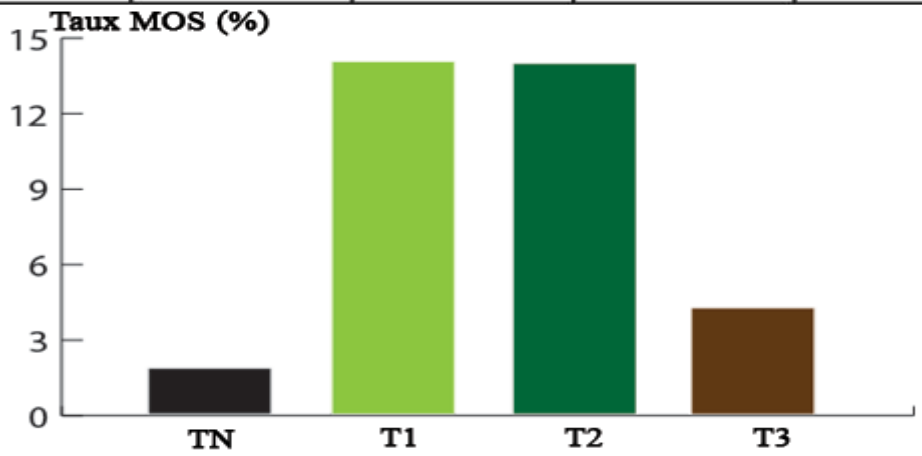


Figure 26. Taux de matière organique dans le sol

II-1-6- variation de taux d'azote total dans le sol

Tableu 11. Les résultats obtenus sont illustrés .

	TN	T1	T2	T3
Azote totale (N tot. en %)	0,62	0,70	0,59	0,56

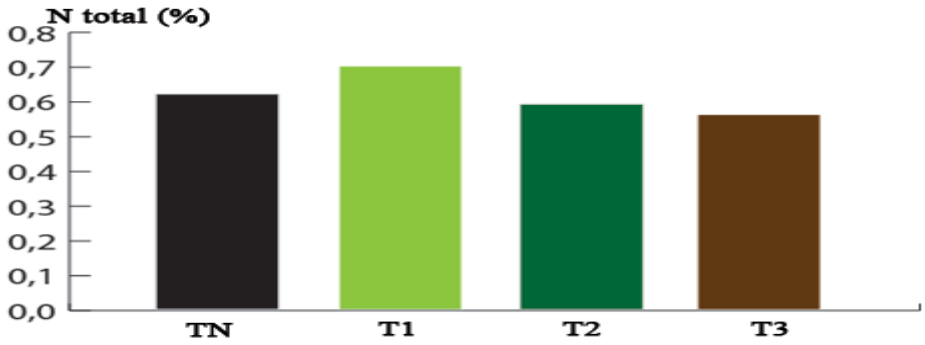


Figure 27 . Appréciation de la teneur en azote du sol

L'examen du tableau 11 et de la fig 25 , nous montre que la teneur en azote du sol la plus élevée a été obtenu par le traitement T1 suivi dans un ordre décroissant par TN, T2, T3.

II-1-7- variation du rapport C/N

Le rapport C/N est un bon indicateur de l'évolution de la matière organique du sol MOS, vers la minéralisation (C/N bas) ou vers l'humification (C/N élevé) (**DUCHAUFOUR, 1977**).

Tableau 12 . Appréciation du rapport carbone/azote du sol

	TN	T1	T2	T3
C/Ntot.	1,70	11,64	13,72	4,37

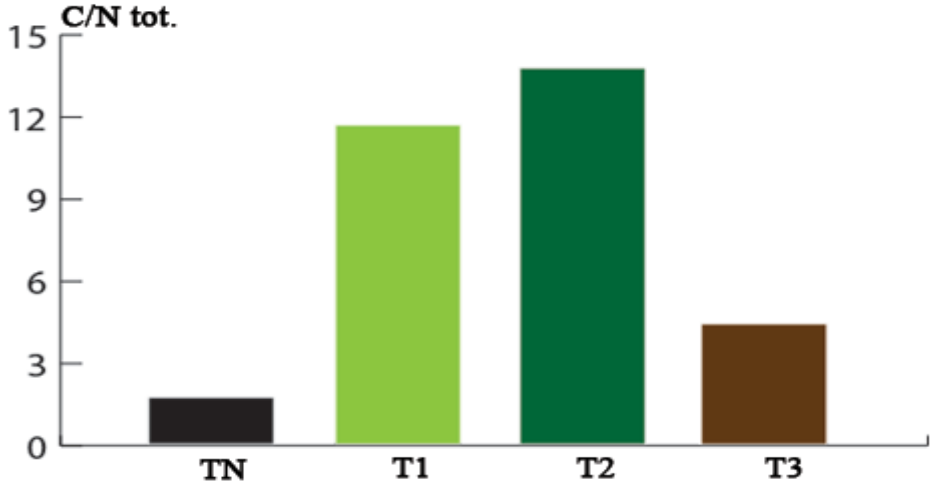


Figure 28. Appréciation rapport carbone/azote du sol

D'après le tableau 12 et la fig 26, il apparaît que le rapport C/N du traitement T2 est fort, se traduisant par l'humification (**GAGNARD et al., 1988**), alors que le faible rapport du traitement T3 et T1 conduisant à la minéralisation de la MOS.

II-2- description distribution des mos

La MOS du sol peut se reconnaître sous diverses formes, seule ou en mélange, suivant le degré d'émiettement et de décomposition du matériau ligneux accumulé en surface. Compte-tenu de ces différents aspects, les informations sur la MOS des horizons sont notées comme suit :

1. BRF identifiables, non fragmentés. Composée de BRF apparemment intacts, il est rarement pris en compte car sa présence est éphémère et liée à l'époque initiale d'apport du BRF.
2. BRF et fumier identifiables, plus ou moins fragmentés, dont les structures et l'origine sont encore reconnaissables à l'œil nu, présentant une structure à agrégats coprogènes.

On caractérise ici la régularité de la distribution de la MOS. Cette distribution peut être :

1.Régulière, la répartition est généralisée à tout l'horizon pour les traitements soumis au BRF (T2 & T1).

2.Répartition assez régulière, la répartition est localisée pour le traitement soumis au fumier (T3).

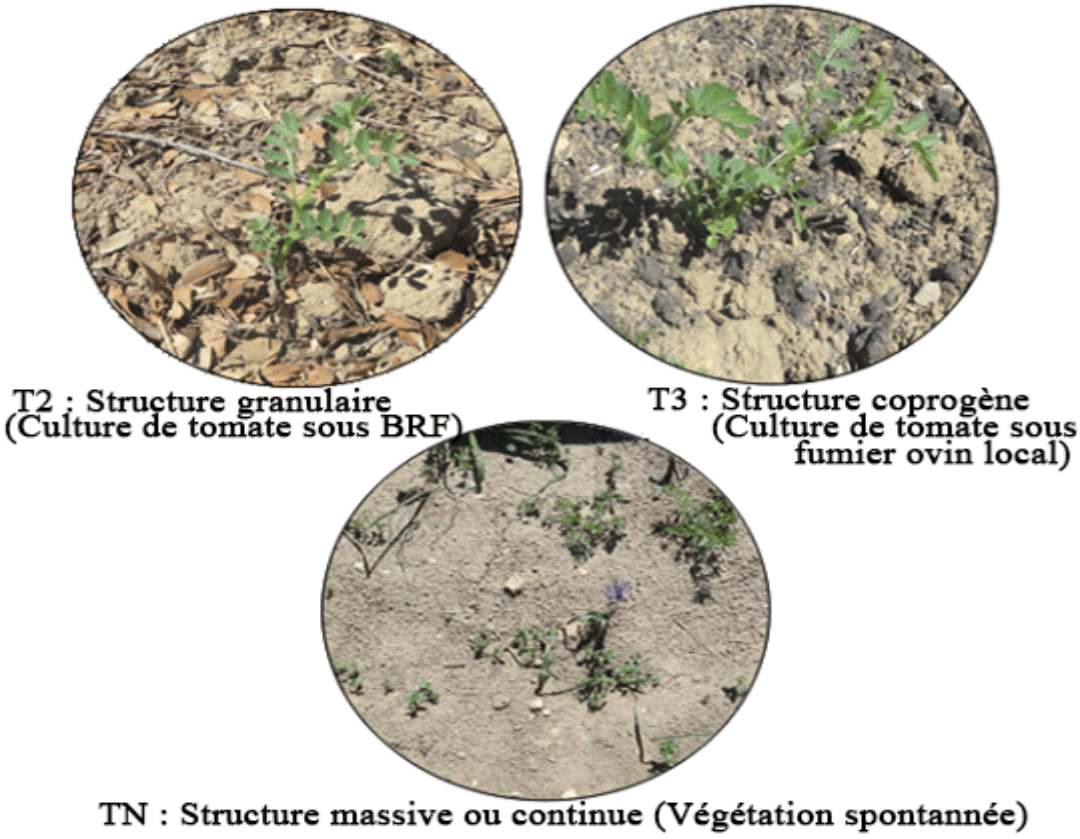


Figure 29. Matières organiques particulaires :Hétérogéniste verticale et latérale de la surface du sol.

Latéralement, l'observation permet l'étude des variations et des discontinuités horizontales quelque soit le traitement, ainsi quelle que soit la nature organique

II-3- intervention des facteurs de variabilite des adventices

En raison notamment des contingences locales (BRF, fumier), On peut indiquer que cette variable signale la présence et la nature de la couverture végétale à l'emplacement TN et T3 suivant le cas de recouvrement ci-après :

TN et T3. Couvert présent T1 et T2. Couvert absents sol découvert de végétation

Il importe de bien préciser que le sol présente une hétérogénéité de constitution physique et chimique d'origine culturale, auxquels s'ajoute l'irrégularité des interventions indispensables à la conduite de l'essai. La composition et l'épaisseur des horizons pédologiques varient de manière très importante suivant les traitements (fumier ou BRF), entre les endroits très proches les propriétés chimiques diffèrent également. Les interventions culturales, notamment

la nature organique est une source d'hétérogénéité et de l'inégale répartition des adventices : l'influence de la constitution du sol s'exerce différemment selon les traitements sous au BRF (T1, T2) ou TN et fumier. Sur la parcelle, les premières sont exemptes d'adventices; au contraire, les secondes sont caractérisées par surface totalement couverte.

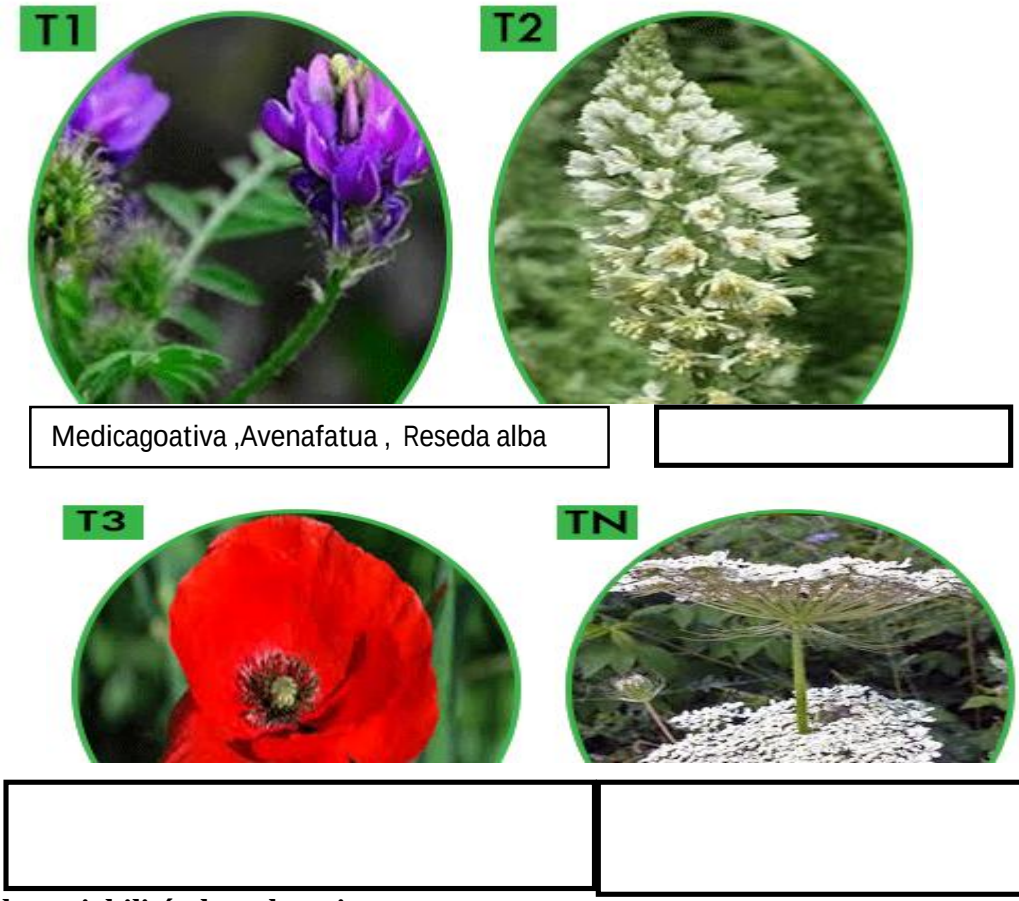


Figure 30. la variabilité des adventices

Des photographies de chacune des observations ont été prises de manière à apprécier et visualiser la distribution spatiale des adventices, traduisant l'existence de zones distinctes.

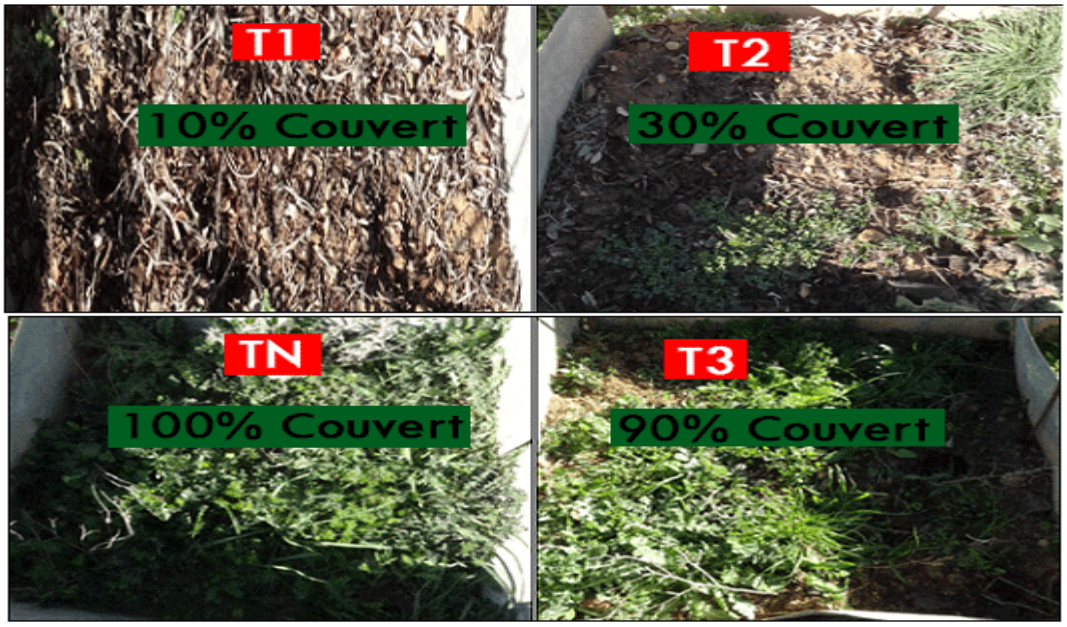


Figure 31. Mise en évidence de la variabilité

Afin de montrer concrètement l'importance de la variabilité au sein d'une parcelle, nous avons photographié.Chacune a été caractérisée par sa production moyenne. La variation des poids moyen a été calculée, sa variation donne une image de la variabilité.

II-4- intervention des organismes vivants dans la dynamique mos

Tableau 13. principale interventions des organismes du sol dans la dynamique des éléments nutritifs et dans la formation de la structure du sol (présentation adapté d'après linden et al,1994

	Dynamique des éléments nutritifs	Formation de la structure du sol
Macrofaune	Fragmentation des résidus végétaux Interractions avec l'activité des microorganismes	Mélange des matiéres organiques et des minéraux Transport des matiéres organiques Formation des pores Production de matiéres fécales



Figure 32. La voie de la décomposition : le BRF colonisé par le mycélium



Figure 33. La pédofaune en action

dans la formation et l'entretien de la fertilité du sol, la faune du sol exerce une action sur la formation d'agrégats stables et l'amélioration de la porosité, la lutte contre le lessivage et l'enrichissement en minéraux assimilables et sur la stimulation de la flore microbienne du so



Figure 34. La pédofaune(les Cloportes) dans la fragmentation du matériel végétal :desCrustacées (embranchement des Arthropodes)



Figure 35. Dépôt en surface du sol, par des fourmis de macro-agrégats organo-minéraux en forme de boulettes, de structure très lâche et de texture argileuse. Cette bioturbation permet la remontée de MOS en surface

II-5- étude de la croissance et de la production de la tomate

II-5-1- parametre de croissance

II-5-1-1- hauteur finale des plants

Les mesures ont portés sur tous les plants des traitements, ont été faites du collet jusqu'au bourgeon terminal.



Figure 36.mesure hauteur des plants

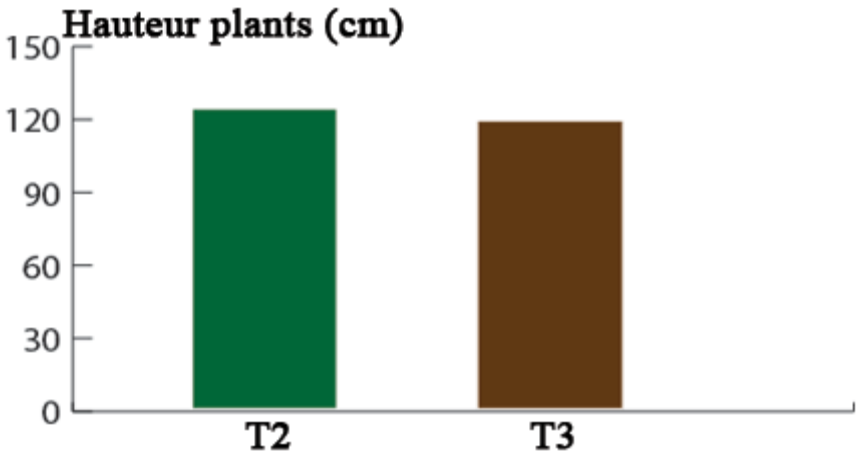


Figure 37. Hauteur moyenne finale des plants

D’après la fig 35, nous constatons que les plants les plus hauts sont observés au niveau du traitement T2 (H = 123 cm), suivi par les plants du traitement T3 (H = 118 cm).

II-5-1-2- diametre des tiges

Nous avons procédé à la mesure diamètre à l’aide du pied à coulisse. Le diamètre des tiges est représenté dans la fig 36.

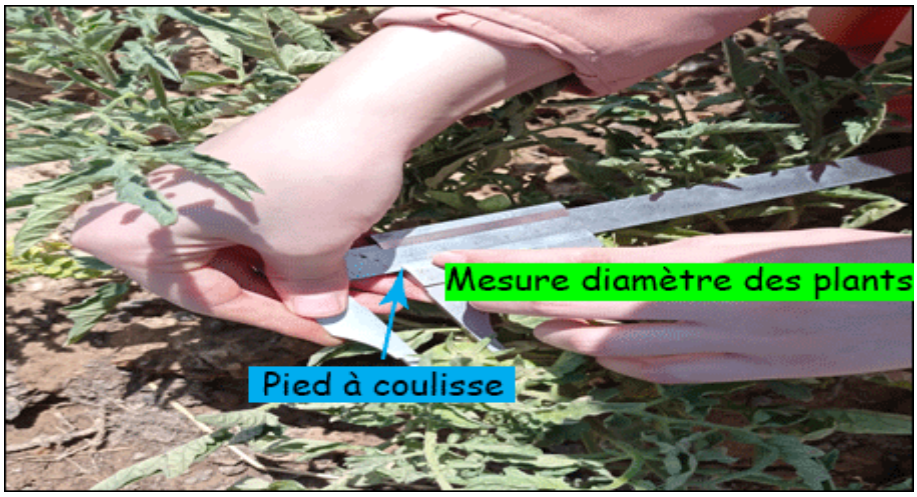


Figure 38. Mesure diamètre des tiges

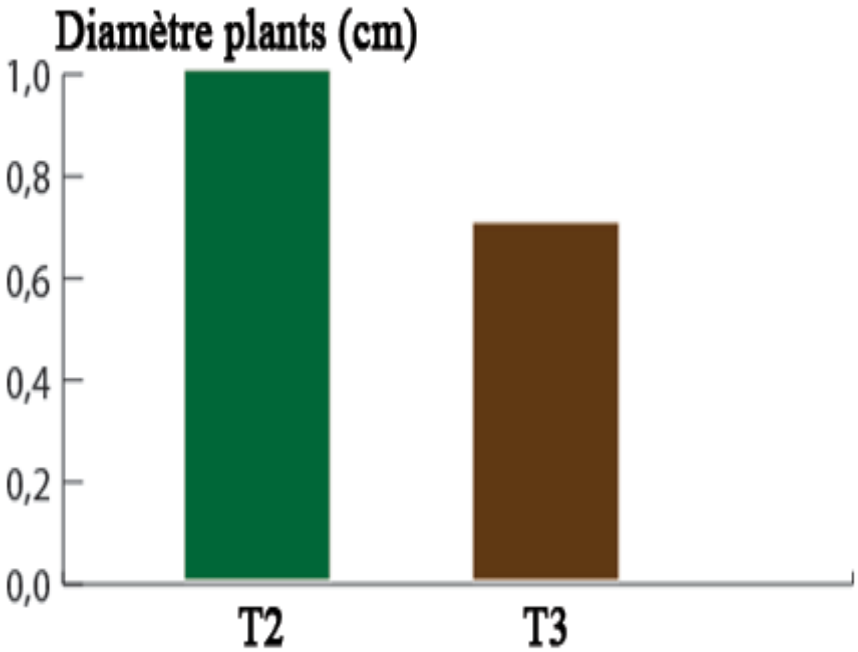


Figure 39. Diamètre moyen final des plants

La fig 37, montre que le traitement T2 donne des tiges grosse ($\emptyset = 1\ cm$) que les plants du traitement T3 ($\emptyset = 0{,}7\ cm$).

II-5-1-3- parametre de production

II-5-1-3-1- production par plant

La production par plant est le rapport de la production globale sur le nombre total de plant soumis au BRF et au fumier. Le tableau 13 présente la production par plant

Tableau 13. Production moyenne des fruits par plant

	T2	T3
Production (g)	3200	2955

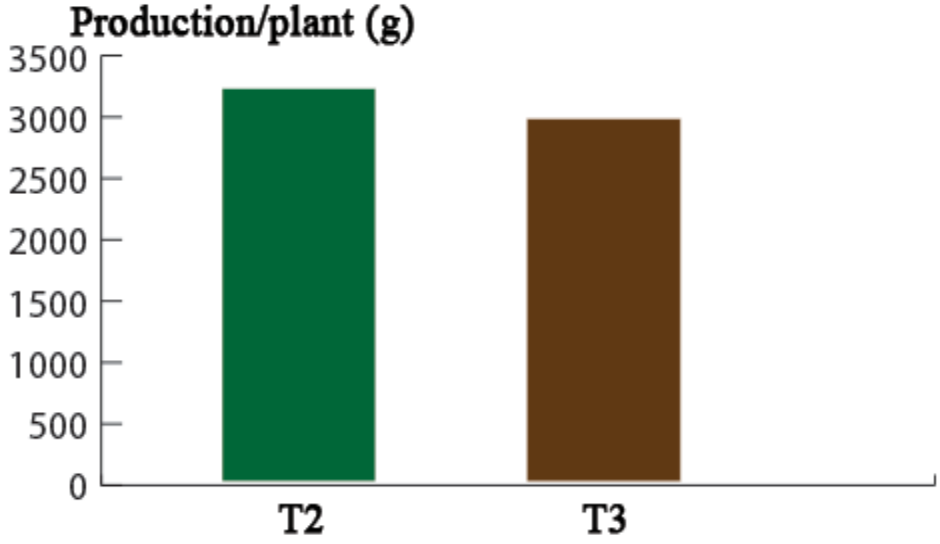


Figure 40 . Production moyenne des fruits par plant

D'après le tableau 13 et la fig 38, nous constatons que la production moyenne par plant la plus élevée est obtenue par le traitement T2 (3200 g), alors que la production des plants du traitement T2 est de 2955 g

II-5-1-3-2- rendement moyen par traitement

Le rendement par hectare est estimée d'après la production moyenne par plant qu'on multiplie par la densité de plantation par hectare, ou à partir de la production par parcelle élémentaire.Le rendement moyen est enregistré dans le tableau 14 et la figure 38.

Tableau 14. Rendement moyen par traitement

	T2	T3
Rendement (qx/ha)	853,33	788

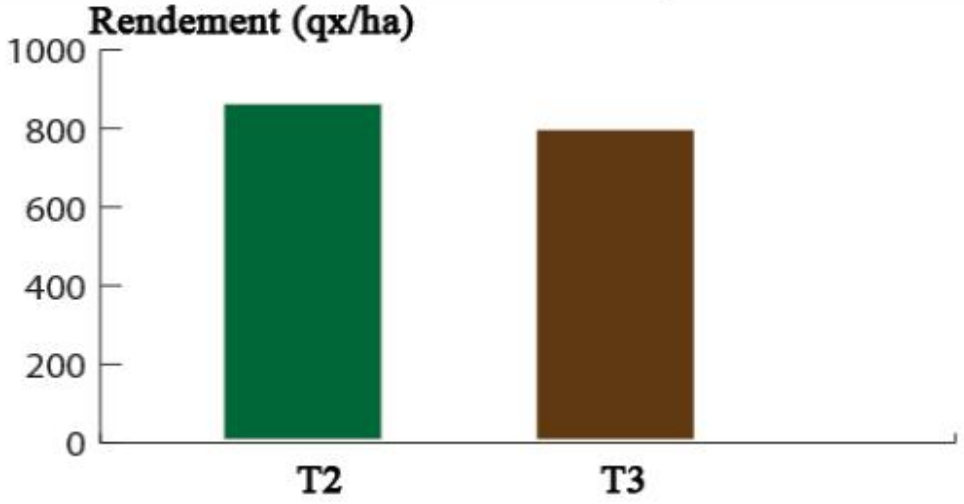


Figure 41. Rendement moyen des différents traitements

Nous remarquons du tableau 14 et de la fig 39 que le rendement élevé est enregistré par le traitement T2 (853,33 qx/ha), suivi par le traitement T3 de 788 qx/ha.

Conclusion

Conclusion

A travers cette expérimentation, nous avons étudié le bois raméal fragmenté en moyenne montagne Algérienne à Ouled Antar (Médéa).

Dans les conditions de fertilité physique défavorable, caractérisé par une excellente aptitude à la fissuration et du très grand risque d'asphyxie, définie par une perte par minéralisation de la matière organique du sol.

Les conclusions que nous formulons sur le choix du meilleur traitement dépendront des résultats obtenus La richesse du sol en BRF confère au sol une bonne porosité ; intervient également sur l'abondance de matière organique dans le sol ;la création du confort hydrique sous BRF ;

le taux d'infiltration de l'eau est très important au niveau sol soumis au BRF, ce qui permet le stockage de l'eau et la fixation des éléments minéraux indispensable à la disposition des plants ;

la correction de la réaction du sol, se traduisant par la tendance à la neutralité du pH ;

le fort rapport C/N pour les traitements soumis au BRF T1 et T2, indicateur de l'évolution du BRF qui génère la formation de l'humus par humification ; le faible taux de couverture du sol par la végétation adventice ; l'abondance dans l'intervention des organismes vivants dans le sol des traitements T1 et T2, qui exerce une action déterminante dans la décomposition du BRF, augmentant ainsi la porosité du sol ; l'abondance BRF permet une bonne croissance et développement des plants de tomate, à savoir la croissance en hauteur pour les deux traitements qui n'est pas identique, le traitement T2 présente la taille la plus haute (123 cm), il aurait ainsi tiré meilleur parti du BRF ; quand à la croissance en épaisseur des tiges, le traitement T2 a présenté le diamètre le plus important (1cm). La production est assez importante en quantité et qualité au niveau du traitement T2 également.

Nous retenons néanmoins le traitement soumis au BRF T1 et T2 qui, au vu des résultats, valoriseraient mieux le milieu.

Références bibliographique

ARABI M. et ROOSE E. 1989 – Influence de quatre systèmes de production méditerranéenne de moyenne montagne algérienne. Bulletin Réseau Erosion 9 ; 39-51

ASSELINEAU E., DOMENECH G., 2007 – De l'arbre au sol, les Bois Raméaux Fragmentés,190p. Éditions du Rouergue.

BEAUCHEMIN et al, 1990 Beauchernin S., A. N'Dayegamiye, et M.R. Laverdière, 1990. Effets d'apport d'amendements ligneux frais et humifiés sur la production de pomme de terre et sur la disponibilité de l'azote en sol sableux. Can. J. SoilSci. 70 : 555-564

CALVET, **2000**..Le sol propriétés et fonctions contribution et structure, phénomènes aux interfaces (tome 1), édition France agricole.88p.

CARTER, 1992 ; PAGLIAI et al, 2004 ; MCVAY et al –Le sol propriétés et fonctions, constitution et structure, phénomènes aux interfaces. Tome 1. Edition France Agricole. Paris (France), 83-90p.

CHAPIN et KEDROWSKI, 1985.Seasonal changes in nitrogen and phosphorus fractions and autumn retranslocation in evergreen and deciduous taiga trees. Ecology 64 : 376-3

CHAUSSOD et al (1986). Présentation journée « matières organiques », Estagel, 09 janvier 1986, Chambre d'Agriculture des Pyrénées-Orientales.

COLEetRAPP,1981–Elemental cycling in forest ecosystems. In : D.E. Reichle (éd), Oynamics Properties of Forest Ecosystems, IBP 23, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 341 -409.

DIEHL R., 1975– Agriculture générale
2ème Ed. J.B. Baillère, Paris, 34p.

DOMMERGUES Y. et MANGENNOT P., 1970– Ecologie microbienne du sol.
Ed., Masson, p 132 - 155

DUCHAUFOUR, **1994–**Introduction à la science du sol : sol, végétation, environnement.6éméédition. Dunod .paris. 331 p

DUPRARQUEA. **etRIGALLEP.,2011–** Composition des MO et turn over ; Rôles et fonctions des MO, actes du colloque « Gestion de l'état organique des sols », 27 janvier 2011, Agro transfert.

FENGELetWEGENER, **1984–** Chemistry, Ultrastructure. Reactions.Walter de Gruyter, Berlin. 613 p.

FILE,**1991–**Interaction of Douglas-fir with red alder and salal foliage litter during decomposition. Can. J. For. Res. 23 : 358-361p

GABET, 2004– Remobilisation d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

présents dans les sols contaminés à l'aide d'un tensioactif d'origine biologique. Thèse de doctorat, université delimoges.

GAUTIER M., 1987–la culture fruitière, Vol. 1 L'arbre fruitier, Ed. Lavoisier, 492p.

GOBAT J M., ARGNO M et MATHEY W., 2010. Le livre le sol vivant ; Bases de pédologie- Biologie des sols » 3° édition revue. 165 P.

GRIGALD.F. etBRANDERRB., 1987–Seasonal dynarnics of tall shrubs in Northeastern Minnesota : biomass and nutrients element changes. For. Sci. 22 : 195-208

HARBONE, 1997).**Harborne J.B., 1997–**Role of phenolic secondary metabolites in plants and their degradation in nature. In : G. Cadisch et K.E. Giller (éds.), Driven by Nature : Plant Litter Quality and Decomposition. CAB International, pp. 67-74

HASLAM,Haslam E.,1998–Practical Polyphenolics. Cambridge University Press, Cambridge, 422p

HENDRICKSONetal, **1987–**Hendrickson O-Q., D.M. Burgess, et L. Chatarpaul, 1987. Biornass and nutrients in Great Lakes - St. Lawrence forest species : implications for whole-tree and conventional hawest. Can. J. For. Res. 17 : 210-21

HENDRICKSONO.Q.,1987–Winter-branch nutrients in the northern conifers and hardwoods. For. Sci. 33 : 1 068- 1074.

KIRKT.K.,etFENNP.,1982–Kirk et. Fenn, 1982. Formation and action of the ligninolytic system in basidiomycètes.In : J.C. Frankland, J.N. Hedger et M.J. Swift (eds.), Decomposer Basidiornycetes : Their Biology and Ecology. Cambridge UniversityPress, London, pp. 67-90.

KOLEV N., 1976– Cultures maraîchères en Algérie.T1 " Légumes fruits ", pp : 143-161.

LEMIEUX G., 1998–Le bois raméal fragmenté. La clé de la fertilité du sol
2è Edit. Groupe de coordination sur les bois raméaux fragmenté

LOISON ET NIOGRET in BENSID (1996)– soil microbial biomass and in situ nitrogen mineralization after 20 years of different nitrogen fertilization and forage cropping système. European Journal of Agronomy, 3 (4), 327-332.

LUXMOORE et al., 1981–Nutrient translocation in the outer canopy and understory of an eastern deciduous forest.For. Sci. 27 : 505-51 8.

MALIONDO et al. (1990)–Distribution of biomass and nutrients in some New-Brunswick forest stands : possible implications of whole-tree hawesting. Forestry Canada - Maritimes region. Information report M-X-170E/F, 40 p.

MELILLO et al, 1982– Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. Ecology 63 : 621-626.

MILLER,1984 ; LEMIEUX,1986– Dynamics of nutrient cycling in plantation ecosystems. In : G.D. Bowen et E.K.S Nambiar (éds.), Nutrition of Plantation Forests. AcademicPress, London, pp. 53-78.

N'DAYEGAMIYE ET ANGERS (1993)–Organic matter characteristics and water-stable aggregation of a sandy loam soit after 9 years of wood-residues applications. Can. J. Soil Sci. 73 : 1 15-122.

NICOLAIetal., (**1988**)**–**Phenolic and mineral content of leaves influences decomposition in European forest ecosystems. Oecologia75 : 575-579.

NORTHUPetal. **1998–**Polyphenols as regulators of plant-litter-soi1 interactions in northern California's pygmy forest : A positive feedback? Biogeochemistry 42 : 189- 220.

PANSHINetDEZEEUW, 1980– Textbook of Wood Technology, 4' éd. McGraw-Hill Publishing Company, New York, 722p.

PAQUES (**1994**)**–**Relationship between foliar nutrient concentrations and growth of hybrid larch (Larix x eurolepis Henry).For. Ecol. Manage. 63 : 153-167

PAUL&CLARK, 1996–Soil microbiology and biochemistry. 2nd edition.
Academic Press. San Diego, Californie (USA), 34

PETTIGREW (**1998**)**–** Perte de masse anhydre et dynamique des éléments chimiques du bois raméal fragmente de tremble, Mémoire de maîtrise. Université Laval, Ste-Foy, 94 p.

SCHEFFERetCOWLING, **.Scheffer T., et E.B. Cowling, 1966–**Natural resistance of wood to microbial deterioration. Ann. Rev. Phytopatho. 4 : 147-17

SCHNITZER, 1991– Binding of humic substances by soil mineral colloids. In Interactions of soil minerals with natural organics and microbes, Eds. Huang, P.M., Schnitzer, M., 77- 101

STAAF (**1982**)**–**Plant nutrient changes in beech leaves during senescence as influenced by site characteristics. Oecol. Plant. 17 : 161 -170.

TREMBLAYETBEAUCHAMP (**1998**)**–**Fractionnement de la fertilisation azotée d'appoint a la suite de l'incorporation au sol de bois raméaux fragmentés : modifications de certaines propriétés biologiques et chimiques d'un sol cultivé en pomme de terre. Can. J. SoilSci. 78 : 275-282.

TSDALLetOADES, **1982–**Organic matter and water-stable aggregates in soils. J. SoilSci. 34 : 141-163.

TUKY, 1970–The leaching of substances from plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 21 : 305-324.

VANDENDRIESSCHE, **1984** ;**ALBAN**, **1985–**Nutrient storage, retranslocation and relationship of stress to nutrition. In : G.D. Bowen et E.K.S Nambiar (éds.), Nutrition of Plantation Forests. Acadernic Press, London, pp. 181-209.

WARINGetSCHLESINGER, 1985– Forest Ecosystems, Concepts and Management. Academic Press, 340 p.

WATRMANetMOLE, 1994–Analysis of Phenolic Plant Metabolites. Methods in Ecology, Blackwell Scientific Publications, 238 p.

WOODWELL, **1974–** Variation in the nutrient content of leaves of Quercusalba, Quercuscoccinea, and Pinusrigida in the Brookhaven forest from bud-break to abscission. Am. J. Bot. 61 : 749-75