



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة – الحراش – الجزائر

Ecole nationale Supérieure Agronomique El-Harrach - Alger.

THESE

En vue de l'obtention du diplôme de doctorat en Sciences Agronomiques

Spécialité : Machinisme agricole

Thème

Contribution à l'étude de l'effet de techniques culturales dans un sol sableux sur la pomme de terre dans la région d'El-oued.

Présentée et soutenue publiquement par :

ZAATER Abdelmalek

Devant le jury composé de :

MOUHOUCHE Brahim	Professeur, ENSA	Président.
KACI Ferhat	Professeur, ENSA	Directeur de thèse.
HALIS Youcef	Professeur, CRSTRA	Examineur.
GHEMAM Ammara Djilani	MCA, Univ EL Oued	Examineur.

Année universitaire : 2019/2020

Dédicaces

Je dédie ce travail en guise de reconnaissance à mes parents qui comptent beaucoup pour moi, et qui m'ont soutenu tout au long de mon cursus universitaire, et à mes frères Amara, Bachir, et surtout Slimane et mes sœurs chacune par son nom.

Je dédie aussi ce travail à ma femme, a ma fille douce et belle, que dieu leur donne santé et longue vie.

A toute ma famille.

A mes amis les plus chers Saïd, Hamoude, Baset, Lahcen, Sadek, Imad, Samir, Khaled, Ahmed, Ommar, Ali, Rachid, Bachir, Nourredinne, Ibrahim. A mes amis de l'ENSA surtout Karim, Salim et de Université d'EL Oued surtout les amis de la faculté SNV.

A toutes personnes de ma connaissances à l'ENSA, Université EL Oued et d'ailleurs.

Remerciements

Je tiens avant tout à remercier Dieu tout puissant de m'avoir donné la force et la volonté pour achever ce modeste travail.

Mes remerciements vont également à Mr KACI Ferhat, professeur à l'ENSA d'avoir accepté de m'encadrer, pour son aide, son encouragement et son soutien tout au long de la réalisation de ce travail, et aussi pour sa grande patience.

Je remercie Mr MOUHOUCHE Brahim, professeur à l'ENSA d'avoir accepté de présider le jury de soutenance.

Je remercie Mr HALIS Youcef Maître de recherche, CRSTRA de Tougouret et Mr GHEMAM Ammara Djilani Maître de conférence à l'Université D'EL Oued, d'avoir accepté d'examiner le document et faire partie du jury.

Je remercie tous les enseignants et les travailleurs du département de génie rural, et de la faculté SNV à l'Université d'EL Oued et toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Liste des figures

Figure 1 : Présentation géographique de la région d'étude	14
Figure 2: Les ressources hydrauliques sahariennes.....	21
Figure 3 : Les différents types de dégradations des sols.....	25
Figure 4: Comportement de MO dans les sols sahariens et leur évolution	27
Figure 5: Production pomme de terre sous goutte-à-goutte.	42
Figure 6: Production pomme de terre sous pivot.....	43
Figure 7: Lot avec le BRF épaisseur 3 cm.	50
Figure 8 : Lot avec le BRF épaisseur 1 cm.	50
Figure 9 : Lot témoin.....	50
Figure 10 : Présentation de coefficient et le pourcentage de germination de la plante.	51
Figure 11 : Présentation de la surface foliaire et la longueur de tige.	52
Figure 12 : Présentation des poids (frais et sec).	52
Figure 13 : Présentation de la Teneur relative en eau (%).	53
Figure 14 : Résultat de biomasse de chaque traitement de gauche à droite Ctrl, WC25, WC50, WC75, WC100.	53
Figure 15 : Résultats globaux de l'expérience (montaison).	54
Figure 16 : Dispositif expérimental.....	61
Figure 17 : Préparation de terrain.....	61
Figure 18 : La solution du sol obtenue après la filtration.....	66
Figure 19 : Présentation de coefficient et le pourcentage de germination de la plante.	67
Figure 20 : Présentation de la surface foliaire et la longueur de tige.	68
Figure 21 : Comparaison entre une plante témoin et plante de C4.....	69
Figure 22 : Présentation des poids (frais et secs).	70
Figure 23 : Présentation de la Teneur relative en eau (%).	70
Figure 24 : Présentation de la Teneur en chlorophylle ($\mu\text{g/ml}$).....	71
Figure 25 : La courbe d'étalonnage des protéines.	71
Figure 26 : Présentation de nombre des tiges et tubercules par plante.	72
Figure 27 : Présentation de rendement par plante.	72
Figure 28 : Présentation de rendement total	73
Figure 29 : Présentation de dénombrement des souches fongiques obtenues après l'ensemencement de solution du sol.	74
Figure 30 : Observation microscopique ($\times 100$) des souches fongiques (A) : Levure, (B) : mycélium. .	75
Figure 31 : Aspects microscopiques ($\times 100$) champignons des souches fongiques (D) <i>Aspergillus</i> , (C) non déterminé.....	75
Figure 32 : Présentation de dénombrement des souches bactériennes obtenues après l'ensemencement de solution du sol.....	75
Figure 33: Observation microscopique ($\times 100$) de souche bactérienne après la coloration de Gram. ...	76
Figure 34: Aspects microscopiques ($\times 100$) des colonies des bactéries après la coloration de Gram, (A') (B') Bacille et (C') Coccus.....	76

Liste des tableaux

Tableau 1: Données climatiques moyenne de la région de Souf, 2005 à 2014. (ONM ,2015)	17
Tableau 2: Prélèvements en éléments majeurs (en Kg/t). (Rousselle et al., 1996).....	41
Tableau 3: Prélèvements moyens en éléments secondaires (Kg/ha). (Rousselle et al., 1996).	41
Tableau 4: Les résultats de l'analyse physico-chimique du sol témoin.	59
Tableau 5: Composition chimique du bois raméal fragmenté utilisé.....	60
Tableau 6: Les caractères chimiques de l'eau d'irrigation.	61
Tableau 7: La longueur de tige et la surface foliaire et la surface à plat foliaire de la plante.	68
Tableau 8: Le dosage de protéine dans les feuilles.	71
Tableau 9: Effets de l'apport de BRF sur les paramètres physico-chimiques du sol	73

Liste des abréviations

- ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
- BRF : Bois Raméal Fragmenté
- C : Carbone
- C/N Rapport Carbone Azote
- CE : Conductivité Electrique
- CEC : Capacité d'échange cationique
- CI : Continental Intercalaire
- CT : Complexe Terminal
- Ctrl ou T : Contrôle ou témoin
- CV : Coefficient de Germination
- DO : Densité Optique
- DSA : Direction des Services Agricoles
- ENAGEO : Entreprise Nationale de Géophysique
- INSID : Institut National des Sols de l'Irrigation et du Drainage
- K : Potassium
- Kg/ha : Kilogramme par hectare
- Kg/t : Kilogramme par tonne
- MO : Matière organique
- N : Azote
- NPK : Azote Phosphore Potassium
- ONA : Office Nationale d'Assainissement
- ONM : Office Nationale de Météorologie
- P : Phosphore
- PF : Poids Frais
- PG : Pourcentage de Germination
- pH : potentiel hydrogène
- Ppt : Poids en pleine turgescence
- PS : Poids Sec
- TRE : Teneur Relative en Eau
- U/ha : Unité par hectare
- WC100 ou C4 : Wood Chips a 400 m³/ha de BRF ou Couche 4
- WC25 ou C1 : Wood Chips a 100 m³/ha de BRF ou Couche 1
- WC50 ou C2 : Wood Chips a 200 m³/ha de BRF ou Couche 2
- WC75 ou C3 : Wood Chips a 300 m³/ha de BRF ou Couche 3

Table des matières

Dédicace

Remerciement

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale..... 1

LA PREMIERE PARTIE: Synthèse bibliographique

Chapitre I: Présentation du sol

I. Définition du sol	5
II. Les composantes du sol	5
II.1. La partie liquide	5
II.2. La partie gazeuse	6
II.3. La partie solide	6
III. Les caractéristiques physico-chimiques du sol.....	6
III.1. Les caractéristiques physiques	6
III.2. Les caractéristiques chimiques	8
IV. Les types des sols	9
IV.1. Le sol sableux.....	9
IV.2. Le sol calcaire	10
IV.3. Le sol argileux.....	10
V. La fonction du sol.....	10
VI. Conclusion	11

Chapitre II: Contexte écologique de milieu d'étude

I. Les facteurs écologiques	12
I.1. Présentation géographique	12
I.2. Géologie et géomorphologie.....	15
I.3. Climat.....	16
I.4. La pédologie (le sol)	17
I.5. Pédoclimat.....	18
I.6. Hydrogéologie.....	18
I.6.1. La nappe phréatique	19
I.6.2. La nappe du complexe terminal	19

I.6.3. La nappe du continental intercalaire	20
II. Les facteurs abiotiques	20
II.1. La flore (Végétation)	20
II.2. La faune	22
II.3. La microflore	22
III. Problématique, destruction de fertilité de sol	23
III.1. Les différents types de dégradation du sol en milieu saharien	24
III.2. Problème de manque en matière organique.....	25
IV. Conclusion	27

Chapitre III: Le bois raméal fragmenté, concept et enjeux

I. Définition	29
II. Le principe du BRF	29
III. Les avantages	30
IV. Les plantes utilise comme BRF.....	31
IV.1. L'olivier <i>Olea europaea</i> . L.....	31
IV.1.1. L'origine et l'extension de l'olivier	31
IV.1.2. La description botanique	32
IV.2. La plante de <i>Leucaena</i>	34
IV.2.1. L'origine de <i>Leucaena</i>	34
IV.2.2. La description botanique	35
V. Conclusion.....	36

Chapitre IV: La pomme de terre

I. L'origine de la pomme de terre	37
II. Description Botanique	37
II.1. Taxonomie	37
II.2. L'Appareil aérien.....	38
II.3. L'Appareil souterrain	38
III. Cycle végétatif.....	38
III.1. La dormance	38
III.2. La germination	39
III.3. La croissance	39
III.4. La tubérisation.....	39
IV. Les exigences écologiques de la pomme de terre	40
IV.1. Les exigences climatiques.....	40

IV.1.1. La température.....	40
IV.1.2. La lumière	40
IV.2. Les exigences édaphiques	40
IV.2.1. La structure et la texture du sol	40
IV.2.2. Le pH.....	40
IV.2.3. La salinité	40
IV.3. Les exigences hydriques.....	41
IV.4. Les exigences en éléments fertilisants	41
V. Principales variétés cultivées.....	41
VI. Production de la pomme de terre à EL-oued.....	42
VII. Conclusion	43
VIII. Conclusion de la partie	44

**LA DEUXIEME PARTIE: L'effet de bois raméal fragmenté (BRF) dans un sol sableux sur la
croissance des plantes sous les conditions contrôlées**

Chapitre I : Matériels et méthodes

I. La matière végétale utilisée.....	45
II. L'expérimentation	45
II. 1. Le site de L'expérience	45
II.2. Le sol utilisé.....	45
II.3. Amendement organique utilisé BRF (bois raméal fragmenté)	46
II.4. La préparation de l'expérience	46
II.5. L'irrigation	47
III. Les paramètres étudiées.....	47
III. 1. Les paramètres morphologiques (biométriques)	47
III.1.1. La longueur de tige.....	47
III.1.2. La surface à plat foliaire	48
III.2. Les paramètres physiologiques.....	48
III.2.1. Le pourcentage de germination (PG).....	48
III.2.2. Le coefficient de germination (CV).....	48
III.2.3. Le poids frais du feuillet.....	49
III.2.4. Le poids sec du feuillet.....	49
III.2.5. La teneur relative en eau (TRE)	49
Chapitre II : Résultats et discussions	51
I. Résultats.....	51

I.1. L'effet de BRF sur le coefficient et le pourcentage de germination de la plante	51
I.2. L'effet de BRF sur les Caractéristiques de croissance végétatives de blé.....	51
I.3. L'effet de BRF sur le poids frais et sec et la teneur relative en eau des feuilles de la plantes.....	52
II. Discussion.....	55
II.1. L'interprétation de l'effet de l'apport du BRF sur les paramètres liés à la plante.....	55
II.2. L'interprétation de l'effet de BRF sur le pourcentage et le coefficient de la germination de la plante	55
II.3. L'interprétation de l'effet de BRF sur la surface foliaire et la longueur de tige de la plante.....	56
II.4. L'interprétation de l'effet de BRF sur les poids frais et secs de la plante.....	56
III. Conclusion.....	57
VI. Conclusion de la partie.....	57

TROISIEME PARTIE: Partie expérimentale

Effets de la technique d'amendement organique sur l'amélioration des caractéristiques de sol sableux

Chapitre I : Matériels et méthodes

I. Cadre général de l'étude	59
I.1. Le site de L'expérience.....	59
I.2. Le sol utilisé.....	59
I.3. Amendement organique utilisé BRF (bois raméal fragmenté).....	60
I.4. Le dispositif expérimental.....	60
I.5. L'irrigation.....	61
Chapitre II. Matériels et méthodes	62
II.1. Matériels	62
II.1.1. La Pomme de terre (var. Spunta).....	62
II.2. Méthodes.....	62
II.2.1. Les paramètres morphologiques (biométriques).....	62
II.2.2. Les paramètres physiologiques	63
II.2.3. Analyse physico-chimiques du sol.....	65
II.2.4. Analyse statistiques.....	66
I. Les résultats	67
I.1. L'effet de BRF sur le coefficient et le pourcentage de germination de la plante	67
I.2. L'effet de BRF sur les Caractéristiques de la croissance végétative de la pomme de terre.....	67
I.3. L'effet de BRF sur le poids frais et sec et la teneur relative en eau des feuilles de la plantes.....	69

I.4. L'effet de BRF sur la teneur de chlorophylle dans les feuilles de la plante	70
I.5. L'effet de BRF sur le dosage de protéine dans les feuilles de la plante	71
I.6. L'effet de BRF sur le rendement de pomme de terre.....	72
I.7. L'effet de BRF sur les caractères physico-chimiques du sol.....	73
I.8. L'effet de BRF sur l'activité microbiologique du sol	74
I.8.1. l'effet de BRF sur l'activité des champignons du sol.....	74
I.8.2. l'effet de BRF sur l'activité bactérienne du sol	75
II. Discussions	77
II.1. L'interprétation de l'effet de l'apport du BRF sur les paramètres liés à la plante.....	77
II.2. L'interprétation de l'effet de BRF sur le pourcentage et le coefficient de la germination de la plante	78
II.3. L'interprétation de l'effet de BRF sur la surface foliaire et la longueur de tige de la plante.....	78
II.4. L'interprétation de l'effet de BRF sur les poids frais et secs de la plante.....	79
II.5. L'interprétation de l'effet de BRF sur la teneur de chlorophylle et le dosage de protéine dans les feuilles de la plantes	79
II.6. L'interprétation de l'effet de l'apport du BRF sur les propriétés physico chimiques de sol	79
II.7. L'interprétation de l'effet de BRF sur l'activité microbiologique du sol	81
II.8. L'interprétation de l'effet de BRF sur le rendement de pomme de terre	81
III. Conclusion.....	83
Conclusion générale	84
Références bibliographiques	

Introduction générale

Dans les zones sahariennes, le sol présente un faible niveau de fertilité, le bilan organique est déficitaire, les réserves hydriques sont importantes, non renouvelables et diversement minéralisées, et les besoins en eau des cultures sont élevés à cause d'une forte demande climatique. Dans ces zones, les écoulements de sorties organiques dépassent largement les écoulements d'entrées (Daoud et Halitim, 1994; Halitim, 2011).

Les systèmes de production agricole connaissent une diminution progressive de la fertilité de leurs sols due entre autre à des pratiques culturales consistant à emporter les résidus de culture ou à défricher, mettre en ramassis et brûler d'importants produits ligneux et non ligneux issus des défrichements effectués lors de la préparation des champs, à l'approche de l'hivernage (Fall et Lô, 2009). La gestion conventionnelle des agro systèmes vise généralement à maintenir certains aspects physiques et propriétés chimiques dans les valeurs acceptables basées sur la maintenance de substitution (Izac et Swift, 1994) .

Les techniques culturales utilisées, le travail du sol et les engrais minéraux peuvent compenser les propriétés physiques et les pertes en éléments nutritifs du sol; toutefois, ils peuvent avoir des effets néfastes sur le plan agronomique et environnemental. Devant ces techniques, l'apport des amendements organiques est apparu comme une solution durable de conservation des sols (Manlay, 2007; Tilman *et al.*, 2002) .

Les amendements organiques se décomposent en effet très rapidement dans le sol et laissent par conséquent peu de substances humiques dans le sol. Par ailleurs, cette technique est parfois limitée par la disponibilité des essences végétales et la difficulté de contrôler la dynamique de décomposition des amendements (Gros, 1976; Kumar et Goh, 1999; Russel, 1968; Swaby, 1968).

Les régions arides et sahariennes se caractérisent par un bilan organique déficitaire, et aggravé d'autre part par la dominance du sable. En fait, le sable provoque un couvert physique de la matière organique ce qui favorise sa forte oxydation et augmentant son accessibilité aux agents physiques de dégradation au dommage des agents biologiques (Badiane *et al.*, 2001; Duchaufour, 1977; Gregorich *et al.*, 2006).

Pour que l'agriculture dans l'environnement saharien devienne un système de production durable, il doit y avoir trois objectifs principaux : assurer la qualité des produits,

diminuer les effets sur l'environnement et conserver le patrimoine du sol avec ses caractéristiques. Et pour cela, il est obligatoire d'envisager des améliorations de l'état organique du sol de façon régulière et avec des doses correctes (Chaussod *et al.*, 1996; Larney et Angers, 2012).

L'agroécologie se base sur l'éternité des écosystèmes naturels, et propose le transfert de ces derniers vers des agrosystèmes pour améliorer leur durabilité (Altieri, 2002; Ewel, 1999).

L'emploi du bois raméal comme amendement au sol a été développé au Canada depuis plus d'une vingtaine d'années, puis dans d'autres pays. Il consiste à appliquer ou à enfouir des branches de dimension inférieure à 7 cm, directement sur ou dans le sol (Lemieux, 1996). Cette technique est considérée comme une démarche d'imitation des écosystèmes arborés. Le BRF améliore l'état organique et biologique des sols afin qu'il se rapproche de celui des sols forestiers (Barthès *et al.*, 2010; Barthes *et al.*, 2015).

Dans l'ensemble, les études effectuées sur le BRF indiquent que l'application de cette technique, soit enfoui, soit utilisé comme mulch, augmente la teneur en nutriments et matières organiques du sol, stimule l'activité biologique des sols, en particulier les champignons, ce qui améliore la disponibilité des nutriments pour les cultures (Barthès, Manlay et Porte, 2010).

Le BRF peut aussi avoir un impact sur les performances des plantes, qui à un intérêt particulier pour les petits agriculteurs dans les agrosystèmes arides (De Vries *et al.*, 2012).

En effet, les études de Wezel et Bocker (1999) sur un sol sableux au Niger cultivé en mil, montrent que les branches de *Guiera senegalensis* utilisées comme mulch de 1 et 2 tMS/ha donnent une augmentation de 70-80 % du rendement des deux cultures qui suivent.

Néanmoins, il faut accentuer sur l'effet améliorant des matières organiques sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol, cet effet diffère selon la nature de la composition biochimique des produits organiques apportés au sol surtout de leur biodégradabilité (Ha *et al.*, 2008; Thuriès *et al.*, 2002).

A la lumière de tout cela, l'utilisation rationnelle avec des doses raisonnables, des apports organiques exogènes (sous forme de fumier ou de bois raméal fragmenté) comme amendements ou fertilisants s'avère être indispensable dans les pratiques agricoles visant à la

levée des contraintes posées à la mise en culture durable des sols des zones arides et sahariennes (Oustani, 2016).

L'objectif principal de cette étude se focalise sur les effets de cette technique (BRF) d'amendement organique sur les caractéristiques physico chimiques et microbiologiques, et l'étude des effets sur les paramètres de croissance de la pomme de terre utilisée comme plante test, en sol sableux dans la région saharienne.

L'approche méthodologique qui tente de répondre à cet objectif, est basée sur une stratégie organisée et logique :

Une revue descriptive sur le milieu et les conditions de l'étude,

Une expérimentation en conditions contrôlées et des expérimentations aux champs. Aussi, ce document s'articule autour de trois parties :

La première partie : Synthèse bibliographique, contient une présentation de sol, une synthèse écologique du milieu d'étude et quelques données sur la pomme de terre, ou on définit les problématiques de sol de la région d'étude. Cette partie est divisée en trois chapitres.

- 1^{er} chapitre : Présentation du sol.
- 2^{ème} chapitre : Contexte écologique du milieu d'étude.
- 3^{ème} chapitre : Le bois raméal fragmenté, concept et enjeux.
- 4^{ème} chapitre : La pomme de terre.

La deuxième partie : L'effet du bois raméal fragmenté sur l'amélioration des paramètres des plantes sous les conditions contrôlées. Cette partie est réservée pour une expérience préliminaire, de différentes doses croissantes de bois raméal fragmenté sur les paramètres de croissance des plantes dans un sol sableux. Cette partie est divisée en deux chapitres.

- 1^{er} chapitre : Matériels et méthodes.
- 2^{ème} chapitre : Résultats et discussions.

La troisième partie : L'effet de bois raméal fragmenté (BRF) sur les propriétés des sols sableux et la production de pomme de terre sous les conditions de champ dans la région

d'EL Oued, cette partie est consacrée pour l'expérimentation au champ, l'étude s'est déroulée, sur l'effet de la technique d'amendement organique, sur l'amélioration des caractéristiques de sol sableux, ainsi que sur certains paramètres de croissance de la pomme de terre (El oued). Enfin, on termine par une conclusion générale, où nous présentons l'ensemble des résultats acquis et des perspectives.

LA PREMIERE PARTIE : Partie bibliographique

Chapitre I : Présentation de sol

Les sols constituent l'élément essentiel des biotopes continentaux. Leur ensemble dénommé pédosphère, résulte de l'interaction de deux compartiments biosphériques, l'atmosphère et les deux couches superficielles de la lithosphère. C'est l'altération des roches mères, due à des forces chimiques et biologiques, qui donne naissance au régolite (manteau superficiel de débris), lui-même transformé en ce que l'on appelle sol. Les cinq principaux facteurs impliqués dans la formation du sol sont la roche mère, le climat, la topographie, l'activité biologique et le temps (Duchaufour, 1977; Stauber, 2016).

I. Définition du sol

Le sol est la partie superficielle de la croûte terrestre modifiée par les agents atmosphériques (pluie, vent, alternance de chaud et de froid, etc.) et par les êtres vivants qu'il abrite (Duchaufour, 1991). On peut définir le sol selon (Demolon, 1966), la formation naturelle de surface, à structure meuble et d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche mère sous-jacente sous l'influence de divers processus, physiques, chimiques et biologiques, au contact de l'atmosphère et des êtres vivants.

II. Les composantes du sol

II.1. La partie liquide

Très mobile, la fonction liquide du sol ou la solution du sol en est un carrefour fonctionnel important, grâce à sa capacité de transporter les substances entre, par exemple la fraction solide et les racines des plantes. Elle assure la lixiviation des cations lors de la pédogenèse, elle est le siège de nombreux processus de solubilisation ou d'in-solubilisation. Par rapport aux constituants solides, qui traduisent souvent une évolution à long terme, elle reflète le fonctionnement actuel.

L'eau se présente sous trois états principaux dans le sol et il n'est pas toujours aisé d'y retrouver la solution du sol. La teneur globale en eau d'un sol est soumise à des changements très rapides, fonctions des précipitations, de l'évapotranspiration et des remontées capillaires (Duchaufour, 1977; Gobat *et al.*, 2010).

II.2. La partie gazeuse

Si la solution du sol est parfois difficile à isoler, que dire alors de l'atmosphère du sol, quand le simple fait d'aménager une ouverture pour un prélèvement en modifie déjà la composition, les difficultés techniques d'étude font que la connaissance des gaz du sol est bien moins avancée que celle des autres constituants, malgré le rôle essentiel de ces gaz dans la régulation des échanges à l'intérieur du sol et avec l'air extérieur.

Dans le sol, l'air occupe les pores abandonnés par l'eau lors de son retrait, d'abord les plus grossiers, puis les plus fins. Sa quantité dépend ainsi d'une combinaison entre la texture, la structure et la teneur en eau. Mais il est aussi en échange avec l'atmosphère extérieure, dans des concentrations relatives différentes en gaz libres. La composition de l'air dans le sol présente des fluctuations saisonnières liées à l'activité biologique (Duchaufour, 1977; Gobat *et al.*, 1998).

II.3. La partie solide

Les constituants minéraux du sol sont primaires, hérités directement de la roche-mère, ou secondaire, issus de la transformation chimique des précédents et réunis alors dans le complexe d'altération. Celui-ci comporte des sels ou des silicates ; ces dernières sont des colloïdes, comme les hydroxydes de fer ou d'aluminium, autres minéraux secondaires. Si l'altération est "totale", elle libère des ions isolés ou des micromolécules.

Par des transformations chimiques, la composition minéralogique du complexe d'altération se différencie de celle de la roche originelle, avec des effets importants sur l'orientation de la pédogenèse. Deux processus commandent l'évolution des roches, la désagrégation et l'altération.

De la litière à la matière organique humifiée : la mort des êtres vivants, leurs déchets et sécrétions apportent au sol sa matière organique, qualifiée de fraîche avant qu'elle ne se transforme en humus (Duchaufour, 1991; Gobat, Aragno et Matthey, 2010).

III. Les caractéristiques physico-chimiques du sol

III.1. Les caractéristiques physiques

➤ La structure

Les sols fertiles ne sont ni des sables purs, ni de la tourbe ; ce sont presque toujours des mélanges entre une certaine proportion de particules minérales et une autre de matières organiques plus ou moins décomposées (Duchaufour, 1991; Pousset, 2002).

La structure représente la façon dont sont assemblées ces particules élémentaires qui constituent le sol. On comprend alors qu'un sol constitué de sable pur n'a pas de structure car les éléments qui le constituent ne sont pas liés entre eux (Duchaufour, 1991; Pousset, 2002).

➤ **La texture**

Les éléments minéraux entrant dans la composition du sol sont plus ou moins gros, on les classe en fonction de leur taille. On distingue ainsi les éléments grossiers (pierres, graviers, etc.). Dont la taille est supérieure à 2 mm et éléments fins. La composition du sol en éléments grossiers et en éléments fins est la granulométrie ; la répartition des éléments fins en sables, limons, argiles est la texture. Un sol possède toujours une granulométrie mais pas forcément une texture (s'il ne comporte pas d'éléments fins) ni une structure (si les éléments qui le constituent ne sont pas liés entre eux) (Duchaufour, 1991; Pousset, 2002).

➤ **La porosité**

La porosité, c'est-à-dire le volume des vides, exprimé en pourcentage du volume total, divisé lui-même en deux parties : capacité en air, capacité en eau, est la meilleure expression de l'état actuel de la structure ; elle donne les indications essentielles concernant les propriétés physiques, assurant à la plante son alimentation en eau et la respiration de ses racines.(Duchaufour, 2001)

➤ **La couleur**

C'est la caractéristique du sol la plus importante qui permet d'identifier le type de sol facilement. La couleur du sol dépend de la nature de ses composantes, et elle joue un rôle en détection de la fertilité de sol et leur capacité productrice (Duchaufour, 1991).

➤ **L'épaisseur**

L'épaisseur du sol varie d'un sol à l'autre, en fonction des conditions environnantes de la composition du sol (Musy et Soutter, 1991).

➤ **La rétention de l'eau**

La teneur en eau est fonction de la porosité et de la perméabilité du sol. Le volume maximal d'eau qu'un sol peut retenir est la *capacité au champ* ou capacité de rétention du sol qui dépend essentiellement de la granulométrie du sol (Beauchamp, 2006; Musy et Soutter,

1991). La teneur en air est complémentaire de la teneur en eau, puisque ces deux fluides se partagent l'espace interstitiel (Daïan, 2013).

III.2. Les caractéristiques chimiques

➤ L'acidité ou Le pH

Parmi les nombreuses propriétés chimiques qui peuvent caractériser un horizon, nous ne retiendrons ici que l'acidité, ou potentiel hydrique (pH). Cette grandeur est relativement simple à mesurer et est d'une grande importance dans la l'évolution et la formation des sols. Le pH se mesure sur une échelle allant de 0 (très acide) à 14(très basique). Un sol est dit acide lorsque son pH est inférieur à 5.5. Un sol est dit basique lorsque son pH est supérieur à 7. Et le sol avec pH entre 5.5 et 7 est dit neutre. Il permet d'approfondir les modalités d'interaction entre les ions et les surfaces absorbantes du sol (Agbenin, 2004; Duchaufour, 1977; Duchaufour, 2001).

➤ La capacité d'échange cationique (CEC)

La capacité d'échange cationique (CEC) est la capacité à fixer de façon réversible les cations échangeables (Li^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Al^{3+}) (BAIZE., 2004). Les cations sont liés aux feuillets d'argile par des forces de nature électrostatique et possèdent la propriété d'être échangeables. Ces cations échangeables se fixent à la surface des feuillets et assurent la liaison entre eux. L'intensité de ces liaisons dépend de la valence de ces cations, qui est probablement le facteur déterminant dans capacité d'échange ou de remplacement des cations plus élevé qui peuvent remplacer facilement les cations de valeurs plus faibles (Christophe, 2007).

➤ Le Calcaire actif

La fraction de calcaire d'un sol capable de libérer assez facilement du calcium est appelée calcaire actif. Une terre peut être riche en calcaire total et relativement pauvre en calcaire actif. L'excès de calcaire actif nuit à certaines plantes. On considère généralement que des problèmes sérieux peuvent commencer à apparaître à partir de teneurs en calcaire actif voisines de 50 pour mille (Duchaufour, 2001; Pousset, 2002).

➤ La Matière organique (MO)

Les classes d'appréciation de la teneur du sol en matière organique sont réalisées en fonction du taux d'argile. En effet, la matière organique améliore la structure et diminue l'érosion du sol, a un effet régulateur sur sa température, permet au sol de stocker davantage d'eau et représente aussi un milieu de culture pour les organismes vivants, contribuant ainsi à améliorer significativement la fertilité du sol (Agbenin, 2004; Duchaufour, 2001).

➤ **Le Phosphore assimilable**

Le phosphore (P) est un élément essentiel de tous les organismes vivants. Chez les végétaux, il joue un rôle essentiel dans de nombreux processus biologiques comme la croissance, la photosynthèse et la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique, il représente souvent un facteur limitant, par suite de sa faible concentration dans les sols (Duchaufour, 2001; Pousset, 2002).

➤ **L'Azote**

Contrairement à la plupart des autres éléments présents dans le sol, l'azote ne provient jamais de l'altération des roches sur lesquelles se sont élaborés les sols au cours du temps.

L'azote est souvent le nutriment limitant dans le sol, il est recyclé plusieurs fois par les organismes avant son assimilation par la plante. Lorsqu'on ajoute de l'azote dans le sol, il faut le faire pour les microbes et non pour la plante. Il s'agit toujours de petites quantités (10-20 U/ha) à mettre juste avant le démarrage de l'activité des microbes (Agbenin, 2004; Duchaufour, 2001).

➤ **Le potassium**

Le potassium joue un rôle important dans la production, le transport et le stockage des sucres dans la plante. Le potassium n'est pas très mobile dans la plante. Il joue un rôle primordial dans l'absorption des cations, dans l'accumulation des hydrates des protéines, le maintien de la turgescence de la cellule et la régulation de l'économie en eau de la plante.

C'est aussi un élément de résistance des plantes au gel, à la sécheresse et aux maladies. Il est essentiel pour le transfert des assimilés vers les organes de réserve (bulbes et tubercules). Le potassium dans le sol se trouve uniquement sous forme minérale. Il provient soit de la décomposition de la matière organique et des minéraux du sol, soit des engrais. Le potassium utilisable par les plantes est retenu à la surface des particules d'argiles et d'humus. Durant la croissance de la plante, il est libéré dans la solution du sol en fonction des besoins (Duchaufour, 2001; Martin Prével et Montagut, 1966).

IV. Les types des sols

IV.1. Le sol sableux

Les sols sableux, caractérisés par une faible capacité de fixation des éléments chimiques, ce qui les rend particulièrement sensibles à l'acidification, d'autre part, des propriétés d'infiltration rapide qui les rendent peu propices à jouer le rôle de tampon, avec en conséquence des risques de pollution des nappes en profondeur (Stengel et Gelin, 1998).

IV.2. Le sol calcaire

Ils sont les moins sensibles à l'acidification et ont un pouvoir tampon élevé. En fonction de leur granulométrie, le plus souvent argilo-limoneuse à argileuse, et de leur structuration généralement de qualité, ils sont relativement perméables et les risques de pollution des nappes sont à contrôler (Gobat, Aragno et Matthey, 2010; Stengel et Gelin, 1998).

IV.3. Le sol argileux

Les sols argileux comprennent les limons (silts) et les argiles qui sont par définition des sols à grains fins dont plus de 50 % de leur poids sec est constitué de particules inférieures à 0,075 mm. Leur consistance peut varier de très molle à dure. Ils sont caractérisés par des teneurs en eau habituellement élevées, ce qui les rend généralement compressibles, indépendamment de leur consistance. (Gobat, Aragno et Matthey, 2010; Stengel et Gelin, 1998).

V. La fonction du sol

Que l'on considère globalement son rôle dans la biosphère, ou plus précisément son rapport aux besoins des hommes, le sol assure quatre fonctions essentielles :

Une fonction biologique : Le sol est l'habitat d'une grande variété d'espèces animales et végétales. De plus, la plupart des cycles bio-géochimiques passent par le sol qui est un élément constitutif de nombreux écosystèmes : La diversité biologique des espèces terrestres est donc étroitement liée à la couverture pédologique.

Une fonction alimentaire : Le sol produit, ou contient, tous les éléments nécessaires à la vie. Il les stocke et les met à la disposition des plantes et des animaux.

Une fonction d'échange et de filtre : Le sol est un milieu poreux. Il est traversé en permanence par des flux hydriques et gazeux qui échangent leurs composants minéraux et organiques avec ceux du sol. Il est également un filtre, un système épurateur : les qualités chimiques et biologiques des eaux se modifient lorsqu'elles le traversent. Le sol, système poreux, est aussi le siège d'échanges constants avec l'atmosphère.

Une fonction mécanique : Enfin, le sol est à la fois support et matériau pour la construction (bâtiments, routes, barrages, ...) et support pour les végétaux. Ces différentes fonctions sont difficilement dissociables : le sol constitue en fait un réacteur assurant un rôle fondamental dans les grands cycles biogéochimiques, et tout usage du sol pour assurer une

production entraîne inmanquablement une modification de ces cycles (Duchaufour, 2001; Gobat, Aragno et Matthey, 2010; Stengel et Gelin, 1998).

VI. Conclusion

Le sol joue un rôle primordial dans la production agricole, il est considéré comme un support physique, chimique et biologique pour les plantes. Est un facteur essentiel de la vie sur terre. Il se décline en types nombreux. Sa structure, sa composition, les types et la quantité de minéraux qu'il contient, les organismes qu'il abrite, définissent en grande partie les végétaux qui peuvent s'y développer. Il assure plusieurs fonctions dans la biosphère.

Chapitre II : Contexte écologique du milieu d'étude

Dans ce chapitre on présente les facteurs qui influent sur notre milieu d'étude, d'une part les facteurs écologiques (géographie, géomorphologique et géologique, climat, pédologie, pédo-climat et hydrogéologie), et d'autre part les facteurs biotiques. Puis on va présenter la problématique des sols sableux.

I. Les facteurs écologiques

I.1. Présentation géographique

La région d'étude est située dans la wilaya d'El Oued, l'une des principales oasis du Sahara septentrional algérien. Elle est au sud-est du pays et au Nord-Est du grand Sahara algérien. Elle se trouve à une distance de 650 km de la capitale, et occupe une superficie de 44.586 km² ; elle est limitée par les wilayas de Biskra, Khenchela et Tebessa au nord, au nord-est par la wilaya de Djelfa, au sud et sud-est par la wilaya d'Ouargla, et à l'est par la frontière tunisienne. Traditionnellement, les limites des oasis du Souf sont l'Erg oriental jusqu'aux abords du Chott Melghir, où s'étire une masse de palmeraies limitée à l'Est par la frontière tunisienne et à l'ouest par l'immense oasis de l'Oued-Righ. Les limites de cette oasis atteignent la frontière libyenne au sud. **Figure .01** (Voisin, 2004).

Cette région se trouve à une altitude moyenne de 80 m, de longitude 05°30' et 07°00' Est de Latitude 35°30' et 37°00' Nord, accusant ainsi une diminution notable du sud au nord pour être à 25 m au-dessous du niveau de la mer dans le chott Melghir qui occupe le fond de l'immense bassin du Bas Sahara. Elle possède des dunes qui dépassent parfois les 100 m de hauteur (ANRH, 2009).

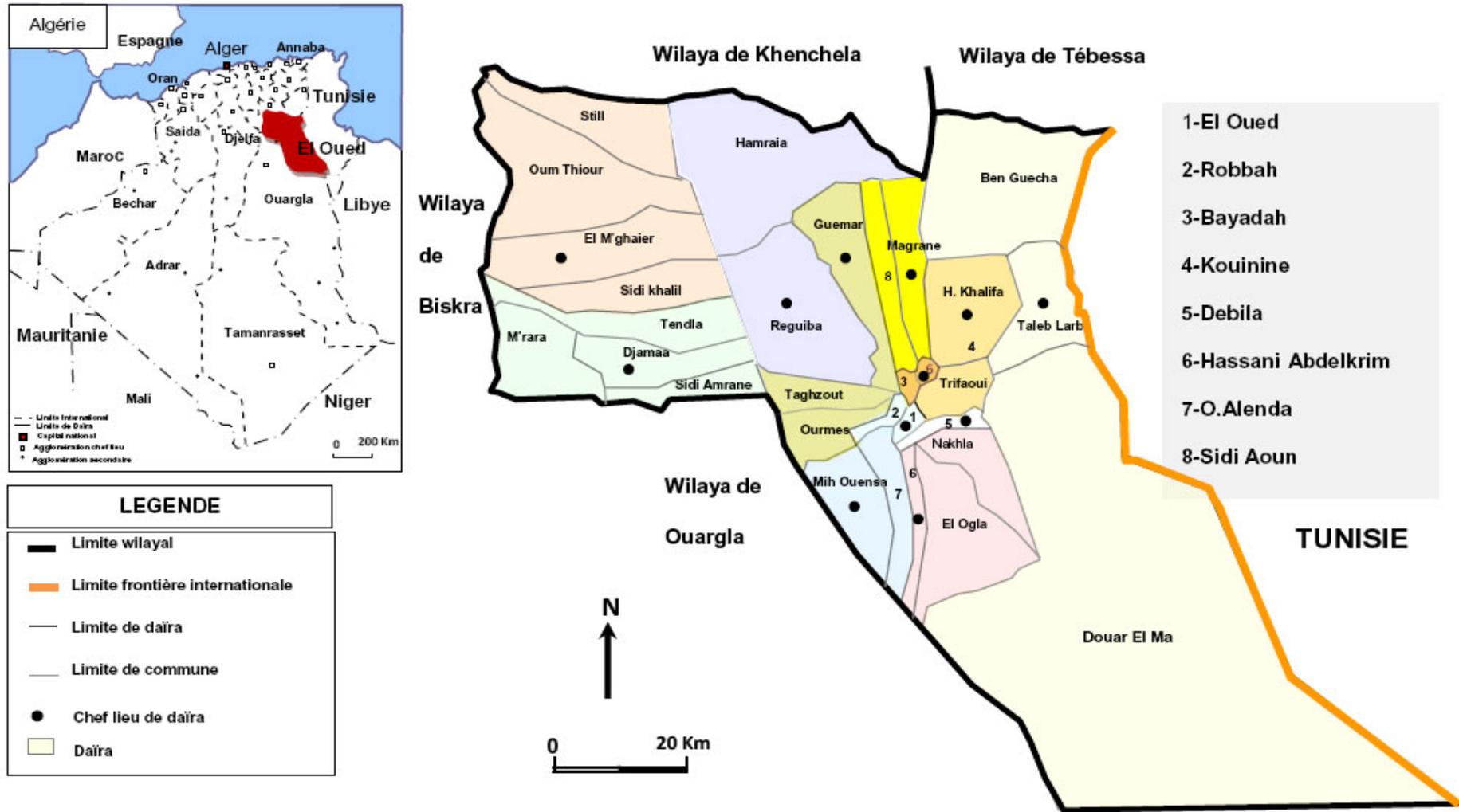


Figure 1 : Présentation géographique de la région d'étude

I.2.Géologie et géomorphologie

Les variations écologiques des communautés biologiques, influent par les agents édaphiques de la région selon (Dreux, 1980). Ces agents forment toutes les propriétés physico-chimiques d'un sol. En d'autres termes, ils concernent les caractéristiques géologiques et lithologiques qui jouent un rôle déterminant dans la pédogénèse. La région de Souf se localise dans une mer de sable, avec une couleur jaune ocre, à cause de dépôts quaternaires.

Les conditions tectoniques et paléogéographiques dans la région de Souf ont permis la mise en place d'une série sédimentaire à propriété lithologique divers et changeant avec le temps, plutôt calme, régulière et homogène dans l'espace. Ces caractéristiques ont favorisé la formation de plusieurs terrains aquifères à comportement hydrodynamique variable en fonction de leurs faciès, dans la région du Souf et dans tout le Bas Sahara (ONA, 2003).

D'après (Guendouz *et al.*, 1992), le bassin du Sahara oriental, entre la crête du Mzab et les reliefs du D'ahar, forme une formation post-turonienne généralement indépendante de Continentale Intercalaire. Les formations géologiques suivantes sont caractérisées par:

Secondaire : il est constituée de plusieurs couches dont : Barrémien, Aptien, Albien, Vraconien, Cénomaniens, Turonien et Sénonien.

Tertiaire : il est composé de deux couches Eocène et Miopliocène.

Quaternaire : il est figuré par des dunes de sable récentes. On y trouve des grès beiges ou blanchâtres, des sables fins à moyens, de couleur brun et de paillettes de gypse. Les terrains quaternaires représentent la couverture superficielle qui se localisent surtout au niveau des dépressions, et couvrent la plus grande extension au niveau du Bas Sahara, et sont formés d'un matériel alluvial et éolien. Les nappes phréatiques sont contenues généralement dans ces niveaux.

Selon l'étude des conditions climatiques et des formations géomorphologiques de cette région, le processus de formation des sols n'est pas très actif en raison des faibles précipitations et du très faible couvert végétal. Elle est fortement influencée par la nature rocheuse et des éléments sous-jacents.

La région de Souf est comprise entre deux lignes orientées est-ouest; la première au nord est la courbe des 50 m, et la seconde au sud, celle des 100 m. Une troisième ligne, joignant les points des 75 m, est parallèle à ces deux lignes en leur milieu. Les communes

Réguiba, Magrane et Hassi khalifa, se trouve au courbe de niveau des 50 m. Celle des 75 m raccordant Guemar à Z'goum, et la courbe des 100 m, Oued-Ziten, Amiche et El-Ogla (Najah, 1971; Voisin, 2004).

Cette région est caractérisée par la dominance de sable, elle est a une altitude moyenne de 80 m, possédant des dunes qui dépassent parfois les 100 m de hauteur ; et le plus « haut sommet » de Souf est une dune de 127 m située à 2 km au sud d'Amiche, accusant une diminution notable du sud au nord pour être de 25 m au-dessous du niveau de la mer dans le chott Melghir, qui occupe le fond de l'immense bassin du Bas Sahara (ANRH, 2005).

On peut différencier 4 formes géomorphologiques :

- **L'Erg** : c'est un endroit où le sable s'accumule sous forme des dunes, elle occupe les 3/4 de la surface totale de la Wilaya (Ozenda, 1991; Voisin, 2004).
- **Le Sahane** : c'est une zone plate et déprimée, formant les dépressions fermées, entourées par les dunes avec une croûte gypseuse (Ozenda, 1991; Voisin, 2004).
- **La Nebka** : c'est une petite dune, édifice du à l'accumulation de sable à la faveur d'un obstacle (roche ou végétation), avec une forme mineure et éphémère (Ozenda, 1991; Voisin, 2004).
- **Les Ghouts** : le Ghout est le plus ancien type de palmeraie connu dans la région du Souf, les Ghitanes (plusieurs Ghouts) sont installés dans l'Erg en forme d'entonnoir, au fond duquel poussent les palmiers en nombre variable (Chedala et Moulati, 2008; Voisin, 2004).

I.3.Climat

Il se caractérise par un climat hyper-aride, a été sec et un hiver doux (Khechana et Derradji, 2012) Selon les données climatiques fournies par l'Office National de Météorologie (ONM, 2015), les précipitations sont faibles, rares et oscillatoires, avec une moyenne annuelle n'excédant pas 70 mm et dépassant rarement 100 mm certaines années, tandis que l'évaporation est caractérisée par des valeurs élevées dépassant 2200 mm . L'intervalle de la température chute à un point de congélation en hiver et peut atteindre 45 °c en été, avec un taux annuel de 26 °c (Khezzani et Bouchemal, 2016).

Pour mieux illustrer les phénomènes climatiques du milieu saharien sur le terrain, nous sommes basés sur les relevés climatiques fournis par l'Office national de météorologie (ONM, 2015) à Guemar au nord de Oued Souf, qui nous ont permis d'étudier les paramètres climatiques suivants pendant la période (2005-2014). **Tableau 01.**

Tableau 1:Données climatiques moyenne de la région de Souf, 2005 à 2014. (ONM ,2015)

Mois	Paramètres climatiques							
	Températures (°C)			Humidité (%)	Vents (km/h)	Précipitations (mm)	Evaporation (mm)	Insolation (heure)
	Min	Max	Moy					
Janvier	5,23	17,61	11,42	62,44	17,27	20,88	79,06	236,29
Février	6,30	19,32	12,81	54,08	17,36	1,32	96,22	237,15
Mars	10,52	24,05	17,28	48,58	18,09	7,21	142,71	255,86
Avril	14,69	28,62	21,65	45,85	19,64	11,58	206,26	277,74
Mai	18,81	33,33	26,07	40,52	18,82	1,65	255,73	307,98
Juin	23,57	38,54	31,06	36,29	18,30	0,99	299,29	341,22
Juillet	27,09	42,15	34,62	33,42	15,60	0,16	333,95	358,89
Aout	26,64	41,06	33,85	37,35	17,73	2,65	307,93	332,93
Septembre	22,63	35,47	29,05	47,56	17,10	7,49	199,98	265,51
Octobre	17,65	30,61	24,13	53,60	15,44	7,36	146,75	251,97
Novembre	10,21	22,97	16,59	57,78	14,00	6,93	98,33	241,83
Décembre	6,05	17,92	11,98	63,42	15,27	7,73	78,65	220,06
Moyenne	15,78	29,30	22,54	48,41	17,05	75,95*	2244,85*	277,29

*Cumule annuel

I.4.La pédologie (le sol)

La région de Souf est caractérisée par des sols légers, à prédominance sablonneuse, avec une structure particulière. Ces sols présentent un faible niveau de fertilité, le bilan organique déficitaire par le faible taux de matière organique, une forte salinité, un pH alcalin et une bonne aération (Daoud et Halitim, 1994).

On distingue deux aspects, le plus dominant est l'ensemble dunaire. Ce sont de grandes accumulations sableuses.

L'autre aspect est appelé localement « Shounes » (plusieurs Sahane), où la surface du sol est parfois caillouteuse avec des croûtes gypseuses entourées par de hautes dunes (Ghroud) qui leur donnent ainsi une forme de cratère (Ozenda, 1991; Voisin, 2004).

Les résultats de l'étude géophysique de la terre de Souf permettent de caractériser quatre étages :

- Terrain superficiel, d'une épaisseur variable, allant de 30 à 50 m, correspondant aux sables dunaires ;
- Terrain ayant une épaisseur variable, allant de 50 à 80 m, correspondant aux sables argileux et aux argiles sableuses ;
- La troisième couche n'existe pas dans toute la région, son épaisseur est plus importante et varie entre 5 à 90 m, elle correspond aux argiles sableuses ;
- La quatrième couche correspond au substratum argileux (ENAGEO, 1993).

I.5. Pédoclimat

Le pédoclimat ou le climat intérieur du sol, influe en majorité sur les conditions climatiques générales, particulièrement la température et l'humidité, mais il dépend largement aussi des propriétés physiques fondamentales du sol surtout la perméabilité, la porosité et la texture (Duchaufour, 1977; Gobat, Aragno et Matthey, 1998).

Le sol est considéré comme un système ouvert, qui reçoit les informations et, en donne aussi. Selon Bonneau et Souchier (1979), il existe un autre facteur qui est indépendant de l'humidité, c'est l'oxygénation au niveau de sol. La température du sol influencée directement par le climat atmosphérique, par contre l'oxygénation et l'humidité sont influencées par la perméabilité qui change en fonction de proportion de l'occupation de l'air et l'eau et aussi la porosité de sol.

Le climat intérieur joue un rôle essentiel dans le sol. Il détermine l'effet de sol sur les cultures et aussi l'apport des matières organiques et par conséquent le temps d'évolution, tout ça agit sur les activités des microorganismes de sol, qui sont responsables à la biodégradation des matières organiques (Sánchez-Monedero *et al.*, 1999).

La particularité des sols sahariens est leur régime hydrique de type aridique. La rareté et la concentration des pluies, la fugacité de l'humidité ainsi qu'un régime thermique «hyper thermique» qui règne dans ces sols ne permettent qu'une activité biologique très limitée dans le temps et dans l'espace, d'où la faible évolution de ces sols (Oustani, 2016).

I.6. Hydrogéologie

Le Sahara algérien renferme des potentialités hydriques souterraines importantes. Ces moyens, qui seraient de cinq milliards de m³, dont 1 milliard de m³ est mobilisable, sont fossiles et donc non renouvelables (UNESCO, 1972). À El oued comme dans la plupart des oasis du Sahara, les seules ressources hydriques disponibles sont d'origine souterraine.

Il existe deux grande ensembles des formations géologiques, l'ensemble inférieur appelé le Continental Intercalaire (CI) ou "Albien", et l'ensemble supérieur appelé le Complexe Terminal (CT) (Daoud et Halitim, 1994). Pour les deux formations précédentes on ajoute une troisième formation, à moins d'importance: la nappe phréatique (Cornet, 1961). **Figure.02**

I.6.1. La nappe phréatique

L'eau phréatique existe dans la majorité de territoire de Souf. Elle repose sur le plancher argilo-gypseux du Pontien supérieur. La zone d'aération qui sépare la surface de cette eau de la surface du sol, ne dépasse pas une distance moyenne verticale de plus de 40 m de sable non aquifère (D.S.A, 2005.).

L'alimentation de cette nappe, assurée par les eaux de drainage de l'irrigation et par les eaux résiduaires urbaines, les eaux des sources, les précipitations, etc. Le sens de l'écoulement des eaux de la nappe phréatique suit celui de la nappe du Complexe Terminal, c'est-à-dire du Sud vers le Nord (Guendouz, Reghis et Moulla, 1992).

L'épaisseur de la nappe phréatique contenue dans les sables dunaires quaternaires est de l'ordre de quelques mètres (jusqu'à 40 m à El Oued), est variable selon les lieux et la saison. Dans le Souf, cette nappe est exploitée par environ 35000 puits, équipés de groupes motopompes (Khezzani et Bouchemal, 2018). C'est une source capitale pour l'irrigation dans les palmeraies et les cultures maraichères (Rouvillois-Brigol, 1975). Les eaux des nappes phréatiques sont très salées avec plus de 4 à 5 g/l de résidus secs et parfois plus (Dubost et Moguedet, 2002). **Figure.02**

I.6.2. La nappe du complexe terminal

Les formations du complexe terminal sont très hétérogènes. Elles regroupent des formations aquifères contenues dans les horizons perméables du Crétacé supérieur et du Tertiaire. En fait, il est possible d'y distinguer trois ensembles aquifères principaux, séparés localement par des horizons semi-perméables ou imperméables. Ces trois ensembles sont représentés par les calcaires et dolomites du Sénonien et de l'Eocène inférieur par des sables, des grès et des graviers du Pontien, et par les sables du Miopliocène. Cette nappe s'étend sur une superficie de l'ordre de 350 000 km² (Castany, 1982). La profondeur du Complexe Terminal est comprise entre 100 et 600 m. Elle est exploitée par 129 forages dans toute la wilaya. D'après l'inventaire des forages et les enquêtes sur les débits extraits de la wilaya

d'El-Oued (ANRH, 2005), certains d'entre-eux présentent un léger artésianisme dans la partie nord. **Figure.02**

I.6.3. La nappe du continental intercalaire

La formation du continental intercalaire est représentée par des dépôts continentaux sablo-gréseux et sablo-argileux et compris entre le Trias et le Crétacé inférieur. C'est un système aquifère multi-couches dont la profondeur moyenne est peut atteint 2000 m, Il s'étend sur plus de 600 000 km² (Castany, 1982; Cornet et Gouscov, 1952). La pression en tête de forage est de 22 à 23 bars. L'alimentation de la nappe du continental intercalaire est assuré par l'infiltration des précipitations sur les bordures du bassin, tout au long des oueds qui descendent des massifs montagneux, notamment de l'Atlas saharien au Nord-Ouest et du Dahar à l'Est. Des ruissellements en bordures des plateaux peuvent également participer à l'alimentation de la nappe sur le bord du Tademaït et sur le bord du Tinhert (Saibi, 2003). Les eaux de la nappe albienne sont caractérisées par des températures très élevées de l'ordre de 55-60 °C, par contre, elles présentent une faible salinité environ 2.8 g/l de résidus secs (Rouvillois-Brigol, 1975). **Figure.02**

II. Les facteurs abiotiques

II.1. La flore (Végétation)

La présence de végétation au Sahara représente un indicateur fidèle témoin au climat (Gardi, 1973). Les conditions climatiques extrêmes des régions sahariennes se répercutent sur la répartition de couvert végétal, et devient généralement discontinu et très irrégulier (Ozenda, 1991).

Mais dans cette région, il faut indiquer, la présence aussi d'une espèce cultivée depuis des milliers d'années au niveau des oasis et des zones cultivées et qui s'adapte bien aux conditions climatiques, édaphiques et hydriques de la région; il s'agit, du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*). Cette espèce, est considérée comme l'élément de basse de l'écosystème oasien. Elle occupe une grande place dans l'agriculture saharienne avec ses valeurs économique, écologique et sociale (Oustani, 2016).

On peut signaler aussi la présence de deux espèces introduites les dernières années à la wilaya d'El oued, et qui donne une bonne adaptation aux conditions climatiques de la région. Il s'agit du l'olivier (*Olea europaea*) et Lucena (*Lucaena leucocephala*), on peut utiliser les déchets de taillage de ces arbres comme matière organique verte ou bois raméal fragmenté, en

coupe les branches en de petits fragments pour les utiliser par la suite a l'état frais comme mulch sur le sol (Zaater A, 2018).

Selon les études de (Messaoud *et al.*, 2007; Oustani, 2011), on peut utiliser les résidus et les déchets de palmier et valoriser comme engrais vert, ce qui diminue leur cout d'élimination et améliore aussi le statut organique des sol sableux.

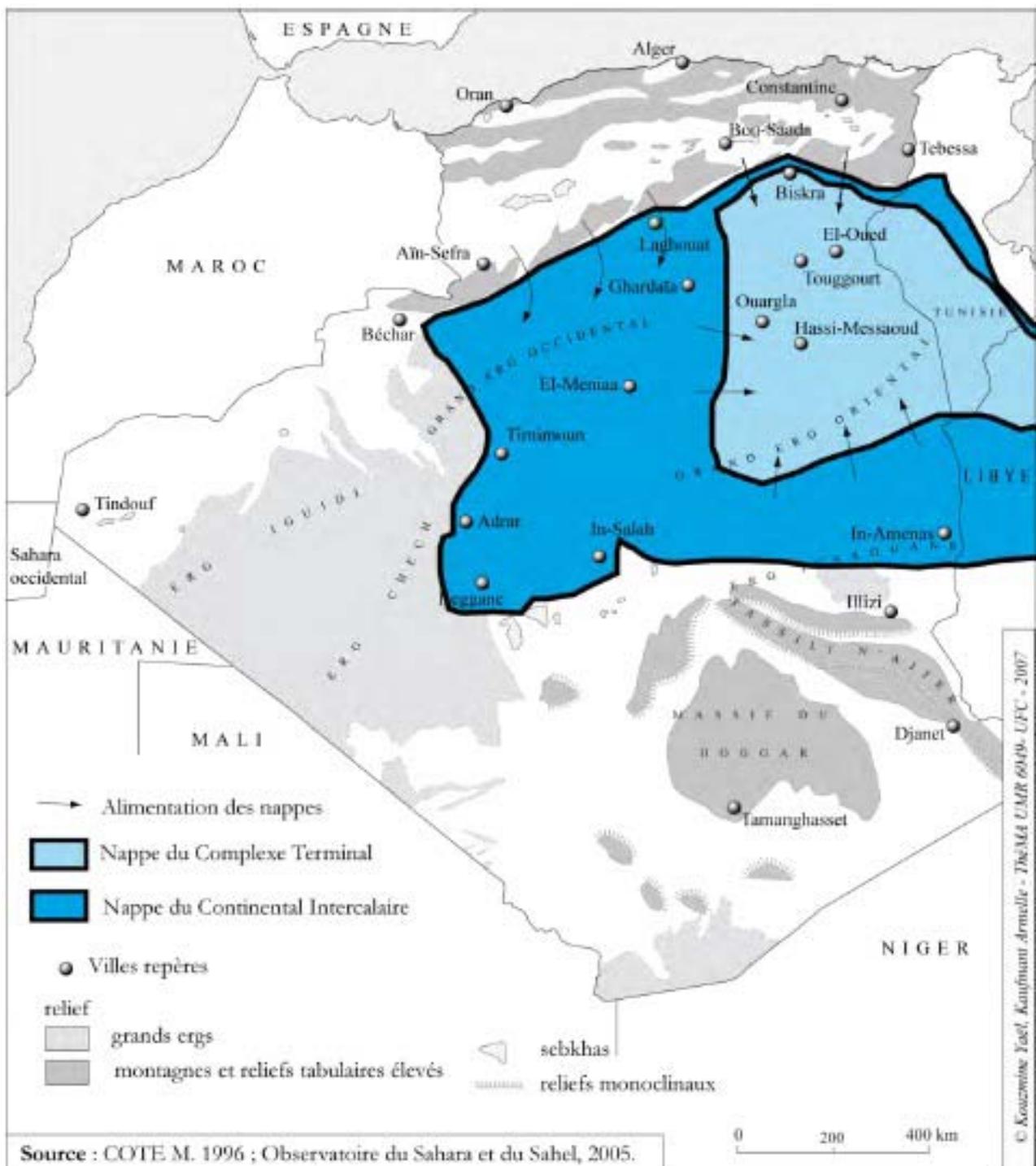


Figure 2: Les ressources hydrauliques sahariennes.

II.2. La faune

Un désert est caractérisé par un nombre d'espèces chétive, réparties par unité de surface, mais il existe une très grande variation d'animaux adaptés aux conditions désertiques (Catalisano *et al.*, 1986; Le Berre, 1990). Cette diversité au niveau de la faune du Sahara est commandée par les contraintes climatiques de l'environnement et par la disponibilité des ressources qui assurent la vie des être vivants (Le Berre, 1990).

II.3. La microflore

Le sol dans les régions arides est suivant l'opinion classique, caractérisé par l'absence ou l'extrême réduction de toute activité microbienne. D'après Sasson (Sasson, 1967), c'est en 1912 que Lipman, a publié ses premiers résultats concernant l'importance de la microbiologie des sols des terres arides. Par la suite, Killian et Feher (Killian et Fehér, 1939), ont constaté que malgré l'humidité extrêmement basse, les sols désertiques, autrefois considérés comme stériles, renferment des microorganismes à l'état de vie active. Ces sols sahariens représentent des écosystèmes assez particuliers, pouvant abriter une microflore adaptée aux conditions difficiles qui sévissent dans les régions arides (Sabaou *et al.*, 1998; Zitouni, 1995).

➤ Composition

Les microbiocénoses des sols des régions arides présentent une importance variable suivant les biotopes. Elles comprennent :

Des Bactéries, parmi lesquelles prédominent :

Des actinomycètes et des germes bacilles sporulés, en fait les sols sahariens, bien que soumis à un climat aride, sont révélés être riches en actinomycètes y compris des genres peu fréquemment ou rarement isolés dans le monde (Zitouni, 1995). D'après les même auteurs, les genres : *Nocardiopsis*, *Actinomadura*, *Microtetraspora*, *Saccharothrix*, *Streptosporangium*, *Spirillospora* et surtout ; *Planomnospora* (rare dans le monde), sont présents en quantité appréciable dans les sols sahariens. Ces résultats montrent que les sols sahariens constituent un potentiel assez riche en actinomycètes, qui peut contenir des taxons rares ou même originaux. Les Bactéries fixatrices de l'azote atmosphérique aérobies (*Azotobacter*) et anaérobies (*Clostridium*), sont relativement rares en milieu désertique et ne se prolifèrent que dans les biotopes les plus favorisés tant sur le plan de l'humidité que sur celui de l'offre de matière organique.

Des champignons, dont la résistance à la sécheresse a été maintes fois soulignée. Les champignons semblent plus résistants que les bactéries aux conditions de faibles humidités. Les genres *Penicillium* et *Aspergillus* représentent un pourcentage important de la microflore fongique désertique.

Des algues, dont la présence est caractéristique de faible évolution pédologique des milieux colonisés. Ils constituent ainsi, le stade initial de la végétation des roches et des sols minéraux infertiles : terrains salés, déserts, sols dégradés. Leur abondance a été mise en évidence, même pendant la sécheresse estivale et dans des échantillons prélevés entre 10 à 15 centimètres de profondeur (les chlorophycées prédominent en raison de leurs facultés de produire des spores (Sasson, 1967).

➤ **Densité et biodiversité**

Rivkind (Rivkind, 1929), a signalé que dans les sols sahariens, la microflore totale variait entre 12 et 22. 10^7 de germes par g de terre dans les sols cultivés, alors qu'elle n'était que de 2,8. 10^7 germes par gr de terre dans les sols incultes. D'après Dommergues et Mangenot (Dommergues *et al.*, 1970), les densités bactériennes sont faibles mais, elles tombent rarement en dessous de 10^4 à 10^5 germes par g de sol sec dans les horizons superficiels. Au sujet de la biodiversité de microflore désertique, Killian et Feher (Killian et Fehér, 1939) sont arrivés à isoler 98 espèces de Bactéries, 28 espèces de Champignons et 84 espèces d'Algues.

III. Problématique, destruction de fertilité de sol

Les écosystèmes des zones arides et surtout sahariennes, sont caractérisés par une stabilité difficile et très fragile (Oustani et Halilat, 2006). Le sol considéré comme l'élément fondamental dans notre environnement agricole, subit des destructions souvent irréversibles. Cette dégradation des ressources en sol, est due en majorité à l'effet cordonné et négatif du climat, des conditions naturelles agressives et des pratiques culturales irrationnelles pratiquées sur le sol (Lal, 2004).

Les sols de ces régions posent plusieurs problèmes durant leur exploitation, ils sont caractérisés par un faible niveau de fertilité, le bilan organique déficitaire, les réserves hydriques sont importantes, non renouvelables et diversement minéralisées, et les besoins en eau des cultures sont élevés à cause d'une forte demande climatique (Daoud et Halitim, 1994).

L'intérêt principal d'un sol, est d'assurer la nutrition des plantes. Donc du point de vue agronomique, les propriétés physiques, chimiques et biologiques de ces sols sont défavorables à la croissance des végétaux. Ils sont généralement caractérisés par une fraction minérale constituée dans la quasi totalité de sable avec une structure particulière expliquant la faible cohésion entre les particules du sol (Halilat et Tessier, 2006). Le pourcentage d'argile est très faible et ne dépasse pas en général 10 %, et même s'il existe par endroit, il se trouve à l'état

dispersé à cause de l'abondance de sodium dans la garniture ionique du complexe argilo-humique (Daoud et Halitim, 1994).

Les sols de ces régions sont caractérisés encore par un taux faible de matière organique, ce qui se répercute sur le complexe adsorbant et réduit en effet le taux en colloïdes minéraux et organiques. Ils sont caractérisés aussi par des pH alcalins, une forte salinité et une faible capacité de rétention en eau et en éléments nutritifs, expliquant la faible activité biologique régnant dans ces sols (Oustani, 2016).

III.1. Les différents types de dégradation du sol en milieu saharien

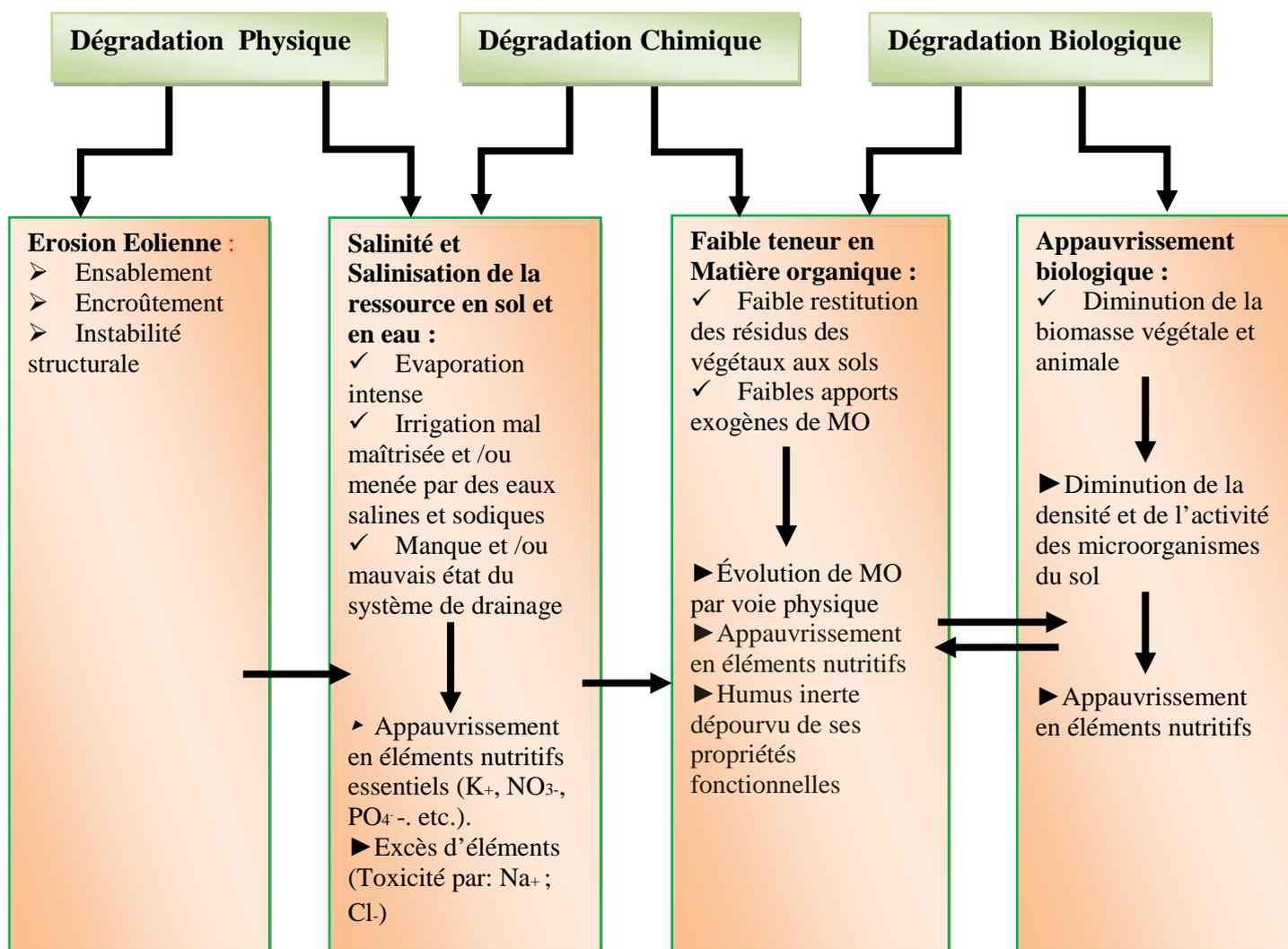
Dans les régions sahariennes on peut grouper les différents processus de dégradation des sols en trois différents types: physique, chimique et biologique.

Mais, il existe des interactions étroites entre ces processus. **Figure.03.**

Les zones sahariennes sont affectées généralement par l'érosion éolienne qui constitue le phénomène de dégradation le plus spécifique dans ces régions. Il est considéré comme un facteur géomorphologique plus que pédologique, mais ses effets sont influents directement sur le plan pédologique (Halitim, 1988).

L'agriculture dans les régions arides et spécialement les zones sahariennes, est caractérisée par une évolution dans un contexte particulièrement sévère où toutes les mesures d'intensification et d'extension sont conditionnées par ce milieu aux particularités extrêmes, à titre d'exemple, les conditions climatiques, et en particulier l'insolation. En effet, les fortes insolutions dans la région contribuent à l'augmentation considérable de l'intensité de l'évapotranspiration, justifiant des besoins en eau importants des cultures, qui doivent être comblés par l'irrigation. Ceci entraîne des risques de salinisation par concentration des solutions salines (Ben abdelhamid, 2016; Oustani, 2016).

Dans les conditions arides et sahariennes, le sol constitue un biotope à haut pouvoir difficile à l'égard des micro-organismes qui le remplissent. En effet, les fortes températures, les faibles humidités, la texture sableuse, la forte salinité et la faible teneur en éléments nutritifs influent négativement sur la biomasse végétale et animale et par conséquent, sur l'abondance et l'activité des microorganismes (Oustani, 2016).



Source : Oustani, 2016

Figure 3 : Les différents types de dégradations des sols

III.2. Problème de manque en matière organique

La matière organique est considérée comme un squelette fondamentale et indispensable, qui assure la vie biologique des sols, du fait qu'elle est la source importante de carbone, d'énergie et d'éléments nutritifs pour les microorganismes et aussi pour les plantes. Elle joue un rôle très important dans l'amélioration des propriétés chimiques et physiques du sol. Donc à cet égard un taux faible de matière organique s'accompagne généralement par la destruction des propriétés du sol sur le triple plan biologique, physique et chimique (Oustani, 2016).

Malheureusement, dans les régions désertiques et sahariennes, la fraction organique est très faible, généralement inférieure à 1% (Halitim, 1988; Robert et Varet, 1996). Dans ces régions l'assemblage des facteurs pédoclimatiques spécifiques (Températures élevées,

humidité faible, fort potentiel d'oxydation, texture grossière, etc.) favorise le phénomène de minéralisation de la matière organique et devient très rapide et intense, ce qui est en relation avec un bilan humique généralement déficitaire. En effet, l'accumulation de la matière organique semble dépendre à la fois des conditions climatiques et des caractéristiques texturales du sol (Oustani, 2016; Zaater A, 2018).

Par contre, l'humification est fortement inhibée, dans ces conditions pédoclimatiques qui favorisent la minéralisation des matières organiques. Tout ça influe directement sur le comportement des matières organiques sur deux plans, quantitatif par le manque d'accumulation et qualitatif par le blocage de la polymérisation des composés humiques formés.

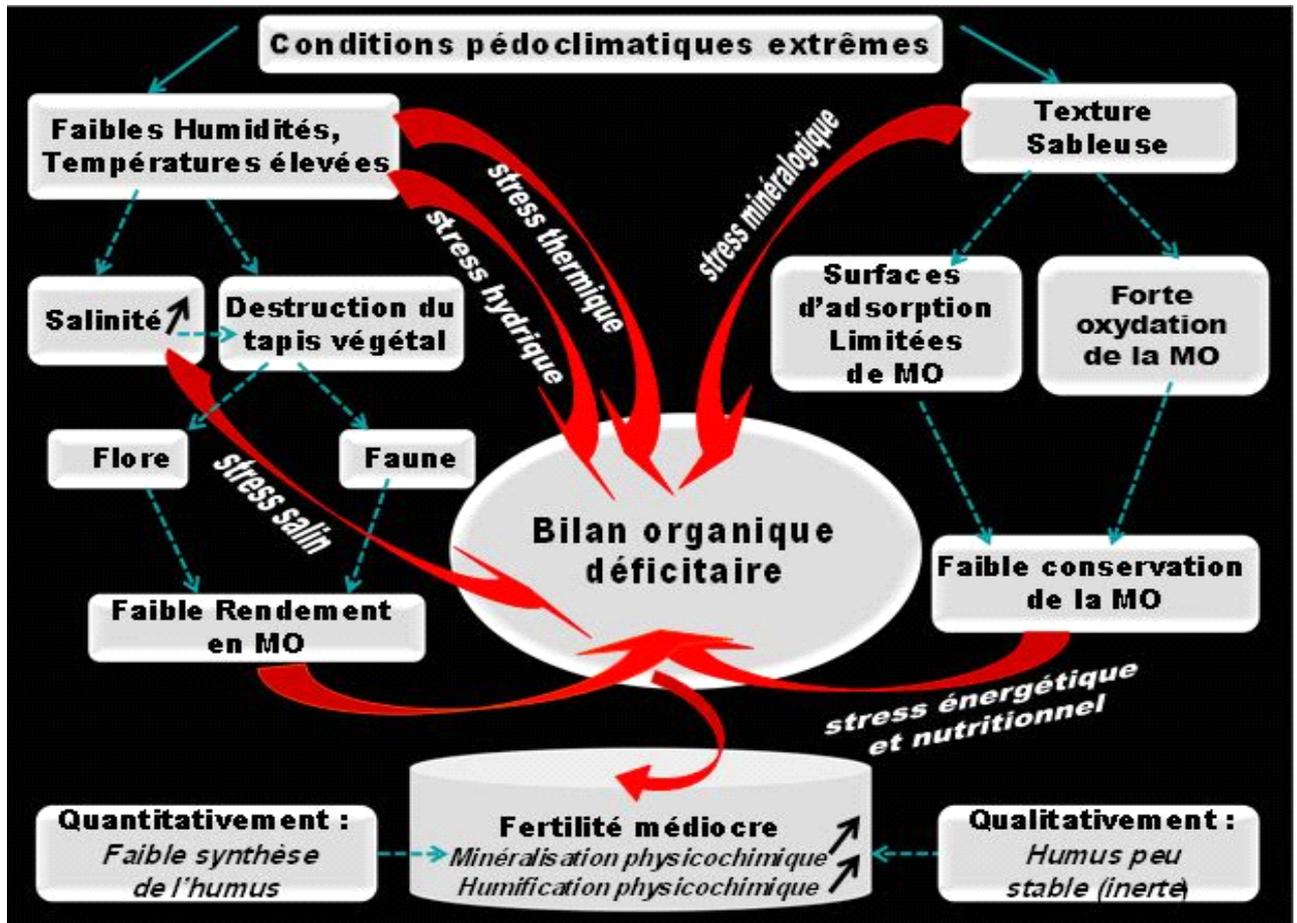
Les contraintes naturelles de ces régions, surtout la sécheresse et la salinisation des sols, engendre des effets très remarquables sur la dégradation de tapis végétale, a pour conséquences une production matière organique plus faible que dans les régions humides (Rahmoune *et al.*, 2008).

La nature sableuse des sols et leur pauvreté en éléments fins, limitent les surfaces minérales d'absorption et de stabilisation des composés organiques. Dans ces sols sableux, la perte de la matière organique est très importante, du fait qu'ils sont trop aérés et que la matière organique s'y décompose plus facilement. Ils renferment moins d'argile et sont alors moins protégés, ce qui pourrait induire une déprotection physique de cette matière organique (Feller et Beare, 1997; Oustani, 2016).

Dans les sols sableux, si les conditions climatiques et pédoclimatiques sont favorables à la minéralisation initiale, un niveau élevé de productivité, après restauration de l'amendement organique, peut être momentané et restera que de le squelette de matière organique structurelle dépourvue de ses complexes fonctionnels actifs et beaucoup plus carbonaté et azoté. Ainsi, malgré un bilan humique relativement élevé, la présence de cette matière organique n'aura aucune importance en termes de fertilité du sol. Aussi dans les sols sahariens la réaction chimique très complexe, avec un composé chimique, surtout le pourcentage des sels sous forme de gypse, de calcaire et d'autres sels, induit une évolution particulière de la matière organique (Duchaufour, 1985).

Du point de vue agronomique, ceci peut expliquer une démonstration importante de la fragilité de la structure des sols dans les régions sahariennes, car la faible teneur de la couche arable de ces sols en composés humiques polycondensés, empêche la formation des agrégats stables, qui se répercute directement sur le comportement physique, chimique et biologique de

sol. Par conséquent, la structure reste précaire (Oustani, 2016). La **figure.04** explique le comportement de MO dans les sols sahariens et leur évolution.



Source : Oustani, 2016

Figure 4: Comportement de MO dans les sols sahariens et leur évolution

IV. Conclusion

La région d'étude est située dans la wilaya d'El Oued, l'une des principales oasis du Sahara septentrional algérien. Elle est au sud-est du pays et au Nord-Est du grand Sahara algérien. Elle se trouve à une distance de 650 km de la capitale, et occupe une superficie de 44.586 km². Les variations écologiques des communautés biologiques, influent par plusieurs agents édaphiques. Cette région est caractérisée par un climat hyper-aride, a été sec et un hiver doux.

Le Sahara algérien renferme des potentialités hydriques souterraines importantes. Ces moyens, qui seraient de cinq milliards de m³, dont 1 milliard de m³ est mobilisable, sont fossiles et donc non renouvelable.

Dans les régions sahariennes on peut grouper les différents processus de dégradation des sols en trois différents types: physique, chimique et biologique. Mais, il existe des interactions étroites entre ces processus.

Les contraintes naturelles de ces régions, surtout la sécheresse et la salinisation des sols, engendre des effets très remarquables sur la dégradation de tapis végétale, a pour conséquences une production matière organique plus faible que dans les régions humides.

Chapitre III : Le bois raméal fragmenté, concept et enjeux

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. Les essais réalisés ont eu des effets plutôt encourageants. Les rendements en culture ont connu un accroissement les années suivant l'épandage de BRF. A partir de ce moment, plusieurs études ont été engagées par Gilles Lemieux, de l'université de Laval au Québec, sur des sols forestiers dégradés et sur des sols agricoles recevant du BRF. Depuis, ce dernier tente cette technique à travers le monde (Ben abdelhamid, 2016; Rey *et al.*, 2009).

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, où seuls quelques agriculteurs précurseurs l'utilisent fréquemment. Un colloque international a été organisé à Lyon en 2007 par l'association Bois Mort, Agriculture et Forêt pour tenter de mettre en relation les différents acteurs qui pourraient tirer bénéfice de cette technique (Lemieux, 1987; REY *et al.*, 2009; Rey, Breton, Meistermann et Crosaz, 2009).

I. Définition

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 cm du sol. Cette méthode d'épandage direct est complément aux techniques culturales simplifiées (Lemieux, 1987; Tissaux, 1996).

II. Le principe du BRF

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. Le processus se déroule en plusieurs étapes successives :

- ❖ L'étape de fragmentation par des moyens mécaniques humains du bois raméal est essentielle. Elle permet de rompre la barrière étanche physico-chimique constituée de cires,

de poly-phénols ainsi que de résines qui empêchent la flore fongique d'avoir un accès aux constituants du bois. Ainsi les hyphes des champignons basidiomycètes peuvent pénétrer plus profondément dans le bois pour pouvoir dégrader la cellulose puis la lignine.

- ❖ L'étape de dégradation du bois n'est pas instantanée. En effet la cellulose ne peut être dégradée que par des champignons basidiomycètes dont les spores sont déjà présentes sur les branches. Ces champignons vont se développer rapidement dans le BRF, sous forme de mycélium, parfois appelé pourriture blanche. Ils puiseront dans un premier temps l'énergie nécessaire à leur croissance dans l'azote minéral présent dans la solution du sol, parfois au détriment des autres plantes (phénomène de faim d'azote pour les cultures). Par la suite, ces champignons émettront des enzymes qui dépolymériseront la cellulose du bois en composés azotés. La dépolymérisation de la cellulose dégagera aussi des acides humiques qui vont avoir un rôle important dans l'humification du sol. Une fois la cellulose dégradée, l'accès au reste des constituants du bois (lignine, hémicellulose...) est rendu possible et leur dégradation est assurée par la microfaune édaphique et par les bactéries.
- ❖ L'étape de structuration du sol est assurée par la pédofaune qui se nourrit du mycélium, des micro-organismes contenus dans le BRF ainsi que des produits issus de la dégradation du BRF. Les arthropodes, collemboles et nématodes, entre autres, augmentent la porosité du sol, et redistribuent les minéraux à travers les différents horizons. On doit également souligner le rôle important des polysaccharides produits par la flore fongique qui lient les différents complexes argilo humiques en agrégats, et qui sont à la base d'une augmentation de la fertilité du sol (Lemieux, 1987; Rey, Breton, Meistermann et Crosaz, 2009).

III. Les avantages

Le plus grand avantage de cette technologie réside dans le fait que la régénération du sol à tous les points de vue s'effectue d'une façon naturelle. Ainsi, cette nouvelle technologie ne nécessite aucun apport d'azote supplémentaire.

- Cette technologie fait appel au potentiel énergétique du sol par le biais des poly-phénols.
- C'est dans le processus de biotransformation que cette technologie s'inscrit et elle n'a rien de commun avec la «décomposition de la matière organique». C'est ce processus qui régule la disponibilité des nutriments, la structure physique du sol et sa résistance à l'érosion. Avant tout, cette biotransformation stimule et contrôle les diverses phases de la vie animale du sol qui, avec les flores bactériennes et fongiques, sont les facteurs, sur la scène

biologique, de loin les plus importants dans la formation et le maintien des qualités du sol et de sa fertilité.

- Tout comme les composts, les BRF contribuent à augmenter la capacité de la rétention de l'eau du sol et à fixer et libérer l'azote selon les besoins des plantes tout en réduisant les sources de pollution.
- Les BRF peuvent réduire la dépendance des cultures aux divers biocides en établissant un équilibre microbologique dans la gestion des nutriments dans le milieu.
- L'application de BRF au sol ne suscite pas la mise en solution de contamination aux métaux lourds.
- La présence de lignines et de nombreux dérivés poly-phénoliques assure la stabilité de la qualité du sol.
- La pérennité d'un sol fertile est assurée à un coût peu élevé, par la culture à proximité d'arbres et d'arbustes qui assureront les BRF nécessaires à des applications subséquentes (Lemieux, 1987; Lemieux et Germain, 2001; Lemieux et Lapointe, 1990).

IV. Les plantes utilise comme BRF

IV.1. L'olivier *Olea europaea*. L

L'olivier (*Olea europaea* L.), espèce caractéristique du paysage méditerranéen appartient à la famille des oléacées, caractérisée par des fleurs hermaphrodites régulières, à feuilles opposées et à fruits charnus (Flahault, 1886; Morettini *et al.*, 1972). Le genre *Olea* regroupe 30 espèces différentes, la plupart sont des arbustes ou des arbres, originaires des régions chaudes ou les conditions de croissance sont relativement difficiles (Zohary, 1995). Ces espèces sont réparties sur les cinq continents : l'Afrique, l'Asie, l'Amérique, l'Europe et l'Australie (Tous et Ferguson, 1996).

IV.1.1. L'origine et l'extension de l'olivier

L'origine de la culture d'olivier se perd dans la nuit des temps ; son extension coïncide et se confond avec celle des civilisations qui se sont succédées dans le Bassin méditerranéen. Selon (Laussert R., 1998), cet arbre a une origine très ancienne ; son apparition et sa culture remonteraient à la préhistoire. Parmi les vestiges les plus anciens, des fossiles de feuilles d'olivier ont été trouvés dans les gisements phéocéiques de Montardino en Italie, dans les strates du Paléolithique supérieur, dans l'excargotière capsienne de Relilai (région de Tebessa

) en Afrique du Nord. Des fragments d'oléastres et des noyaux ont également été trouvés dans des sites du Néolithique et de l'âge de Bronze, en Espagne (Blazauez J M., 1997).

IV.1.2. La description botanique

L'olivier est un arbre méditerranéen par excellence, originaire d'un climat sub-tropical sec (Lavee, 1997). Il s'adapte bien à des conditions d'environnement externes telles que : la sécheresse, la salinité (Maas, 1977), la chaleur et à des basses températures (Fontanazza et Preziosi, 1969), mais il craint le gel et il s'accommode d'une pluviométrie d'environ 220 mm par an. Il son adaptation est du à l'anatomie spéciale de ses feuilles, de son système racinaire et de son haut niveau de régénération morphologique (Lavee, 1997).

L'olivier peut atteindre en moyenne 10 à 15m de hauteur et un tronc de 1.50 à 2 m de diamètre dans les régions relativement chaudes, à forte pluviométrie ou irriguées en été (Laussert R., 1998; Loussert et Brousse, 1978). Tandis que, dans les climats froids, les arbres sont généralement plus petits. A l'état naturel, il se maintient en boule compacte et épineuse.

L'olivier exige une forte luminosité pour la différenciation des bourgeons à fleurs et le développement des pousses. Dans la plupart des cultures, les fruits se retrouvent à la surface de la frondaison et sa fructification est bisannuelle dans toutes les conditions de croissance. L'olivier est une plante diploïde à des degrés d'auto-fertilité différents (Lavee, 1997).

IV.1.2.1. La système racinaire

Le développement du système racinaire dépend des caractéristiques physico-chimiques du sol, des réserves d'eau et de l'aération. Dans les sols profonds très imperméables, aérés et légers, le système racinaire est à tendance pivotant. Les racines peuvent atteindre 6 à 7 m en profondeur. En revanche, dans les sols lourds, peu ou non aérés et peu profonds, le système racinaire est à tendance fasciculé. Les racines se développent latéralement (superficiellement). Elles sont très ramifiées et portent un nombre élevé de radicelles (Loussert et Brousse, 1978).

Dans les sols à profil non uniforme, l'olivier développe un système racinaire différencié selon la compatibilité et l'aération des couches du sol. C'est-à-dire, on peut trouver à la fois la forme fasciculée et pivotante. Dans des cultures irriguées, le système racinaire est fasciculé (Lavee, 1997).

La plupart des racines se trouvent concentrées à une profondeur de 60 à 80 cm et seules quelques racines isolées peuvent descendre jusqu'à 1.5 m de profondeur. Dans les régions ou

la pluviométrie moyenne est de 200 mm, les racines peuvent aller jusqu'à 6 m de profondeur à la recherche de l'humidité (Lavee, 1997). Les jeunes plantes d'oliviers issus de semis donnent naissance à un système racinaire pivotant dominé par une racine principale centrale. Lorsque le plant est transplanté, il développe un système racinaire central (Loussert et Brousse, 1978).

Les jeunes plants produits en pépinière à partir de boutures herbacées forment dès le départ un système racinaire fasciculé à plusieurs racines principales avec un important chevelu (Yakoub Bougdal *et al.*, 2000).

IV.1.2.2. le système aérien

❖ Le tronc

Les jeunes arbres ont un tronc élancé, circulaire et celui des arbres âgés ont un aspect rugueux, tortueux ou cannelé. La hauteur du tronc est plus ou moins développée et cela en fonction des zones de culture et des cultivars (Loussert et Brousse, 1978). Actuellement, la nouvelle tendance est de réduire son développement. L'écorce et le bois sont gris brunâtre et diffèrent entre arbres irrigués et arbres non irrigués. Dans un environnement sec, le tronc développe une couche subéreuse assez épaisse, alors que chez les arabes irrigués, l'écorce est mince et les tissus sont souvent viables (Lavee, 1997).

❖ La frondaison

Elle représente l'ensemble du feuillage, les feuilles de l'olivier sont persistantes, leur durée de vie est de l'ordre de 3 ans. Elles sont disposées de façon opposée sur le rameau. Elles sont simple, entières avec des bords lisses, sans stipule, portées sur un court pétiole (Loussert et Brousse, 1978). Elles sont quelque peu concaves le long de l'axe étroit en direction dorsale inférieure (Lavee, 1997).

La forme et la dimension des feuilles varient considérablement en fonction de l'âge du plant, de sa vigueur et de son environnement. La forme peut varier d'ovale, fusiforme et allongée, lancéolée et quelque fois linéaire, de dimension de 3 à 8 cm de long et de 1 à 2.5 cm de large (Loussert et Brousse, 1978).

❖ Les inflorescences et les fleurs

La croissance des bourgeons est uniforme et toutes les parties poussent simultanément. L'inflorescence et les fleurs atteignent leurs grandeurs définitives justes avant la floraison, de mi-avril à mi-mai selon l'environnement et le cultivar (Lavee, 1997).

La plupart des fleurs se différencient en même temps, elles commencent à grandir individuellement lorsque l'inflorescence atteint 2/3 de sa longueur définitive. Quant à la morphologie de la fleur d'olivier, elle est uniforme pour toutes les espèces d'*Olea europea L.* (Lavee, 1997).

Les fleurs sont regroupées en petites grappes dressées, de 10 à 40 en moyenne, suivant la variété (Loussert et Brousse, 1978). Elles sont petites et ovales, les pétales sont de couleur blanc-jaunâtre, très légèrement odorantes, très sensibles au froid et au vent. Seulement 5% des fleurs parfaites assureront après pollinisation et fécondation la production de l'arbre (Lavee, 1997; Martin Prével et Montagut, 1966).

❖ Le fruit

Le fruit est une drupe à mésocarpe charnu, riche en lipides. Sa forme est ovoïde ou ellipsoïde. Ses dimensions sont très variables (Loussert et Brousse, 1978).

IV.2. La plante de *Leucaena*

Leucaena est une espèce de la famille des Légumineuses d'origine tropicale. Elle est connue sous le nom de *Leucaena leucocephala L.* Le nom "*Leucaena*" est celui qui est accepté internationalement pour cette espèce (Hughes *et al.*, 2002).

IV.2.1. L'origine de *Leucaena*

Leucaena est originaire d'Amérique centrale et du Mexique. Elle a été introduite du Mexique en Asie de l'ouest durant les 16^{ème} et 17^{ème} siècles par des navigateurs et elle a été aussi transportée plus loin au 19^{ème} siècle. Cette plante a d'abord été introduite dans les îles du Pacifique, aux Philippines, en Papouasie-Nouvelle-Guinée, en Malaisie, au Nord de l'Australie et en l'Afrique de l'est et de l'ouest. Aujourd'hui, *Leucaena* se trouve dans presque tous les pays tropicaux. Particulièrement dans les régions où les sols sont dérivés des îles corallifères comme les îles du Pacifique (Walton, 2003).

IV.2.2. La description botanique

❖ Le tronc

Leucaena est un non-grimpante vivace, érigée, arbuste ou petit arbre sans épines, 5-10 m (Rarement 20 m) de haut. Croissance rapide, avec un tronc 5-50 cm de diamètre, l'écorce sur les jeunes branches est mi gris-brun avec des fissures verticales oranges peu profondes, alors que plus âgé branches et bolée sont plus rugueux, gris-brun foncé avec une écorce interne rouge profond (Hughes, 1998). Les arbres peuvent vivre de 20 ans à plus de 50 (Hughes, Bailey et Harris, 2002).

❖ Les fruits

Les gousses de fruits sont à plat et mince, avec une bordure surélevée. Vert au démarrage, ils deviennent brun foncé et dur. Ils ont 11 à 19 cm de long et 1,5 à 2,1 cm de large. Dans *Leucaena leucocephala* ils se produisent en grappes bondées de 3 à 5 à 20 à 45 par tête de fleur. Les graines sont ovales, aplaties, et brun, 6,7 à 9,6 mm de long et 4 à 6,3 mm de large. Les graines de taille moyenne pèsent 15 000 à 20 000 graines / kg (Hughes, 1998; Hughes, Bailey et Harris, 2002).

❖ Les fleurs

Les fleurs individuelles sont petites de couleur blanc crème, avec dix étamines libres par fleur et anthères velues. Ces petites fleurs sont disposées 100 à 180 par dense, globe comme tête, diamètre 12 à 21 mm, à l'extrémité de longues tiges. Les fleurs sont hermaphrodites, en grande partie autofécondé et de l'auto-compatible. Les têtes de fleurs sont dans des groupes de 2 à 6. Fleurs se produisent sur de plus en plus activement les jeunes pousses, les feuilles en développement à la en même temps que les fleurs (Walton, 2003).

❖ Les feuilles

Les feuilles sont disposées en alternance le long de la tige. Feuille pétioles sont de 10-25 cm de long, avec 4 à 9 paires de pennes par feuille, et 13 à 21 paires de folioles par pennes. Cette espèce est à feuilles caduques facultatives ; ça peut être prématurément des tracts en réponse à un stress environnemental (Rosecrance, 1990).

Les folioles sont gris-vert, sessiles, 1 à 2 cm de long, à moins de 0,3 cm de large, et étroitement oblongues à lancéolées en forme. Les feuilles produisent une odeur lorsqu'elles sont écrasées. Toutes les feuilles ont des glandes sur les pétioles, appelés «pseudo-nectaires» parce qu'ils se produisent sur la feuille et le nectar secrète. La glande pétiole de *Leucaena leucocephala* se produit seuls et est en forme de coupe, sessiles (non pétiole) et concave, avec un large pore (Walton, 2003).

❖ Les racines

Le pivot est long, jusqu'à 5 m, fort et bien développé. Dans les sols peu profonds, les racines ont été observées à la branche et se développer latéralement à 30 cm, en raison de couches d'argile (Brewbaker, 1987). Les poils absorbants sont peu développèrent, et la plante semble appuyer fortement sur des associations mycorhizes pour l'absorption des nutriments, mycorhizes vésiculaire / arbuscules et nodulation avec rhizobiums, au moins pendant le développement des semis (Brandon et Shelton, 1993).

V. Conclusion

L'amendement du sol avec des branches de bois raméal, (BRF), réveille un intérêt croissant chez les agriculteurs et les services de vulgarisation, mais la validation scientifique de cette pratique est inachevée. Cette partie synthétise les avantages et les inconvénients de cette technique aussi leur principe de fonctionnement. Par ailleurs, l'apport de BRF, surtout en mulch, améliore les propriétés physique et chimique du sol et enrichit le sol en matière organique.

L'amendement organique utilisé au cours de cette étude correspond au bois raméal fragmenté (BRF) obtenu de deux espèces végétales, Lucena (*Lucaena leucocephala*) et l'olivier (*Olea europaea*) qui sont fréquemment rencontrées dans la région de Souf.

Chapitre IV : La pomme de terre

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L) est une plante vivace dicotylédone tubéreuse, herbacée, cultivée pour ses tubercules riches en amidon et possédant des qualités nutritives, originaire d'Amérique du Sud. Elle appartient à la famille des Solanacées, qui sont des plantes à fleurs, et partage le genre *Solanum* avec au moins 2 000 autres espèces, entre autres la tomate, l'aubergine, le tabac, le piment, et le pétunia (Boufares, 2012).

I. L'origine de la pomme de terre

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L) appartient à la famille des Solanacées, genre *Solanum* (Quezel *et al.*, 1962), comprend 1000 espèces dont plus de 200 sont tubéreuses (Doré et Varoquaux, 2006). On pensait autrefois que la pomme de terre était issue d'une plante sauvage unique, l'espèce *S. tuberosum*, dès 1929, les botanistes avaient montré que cette origine était plus complexe et que l'on retrouvait parmi les ancêtres des espèces de pomme de terre cultivés, des plantes sauvages différentes (Doré et Varoquaux, 2006; Rousselle *et al.*, 1996). La pomme de terre, semble avoir pris naissance et avoir vécu à l'état spontané dans les rivages d'Ouest de l'Amérique latine. Sa consommation par la population indienne date des temps immémoriaux. L'introduction en Europe, vers la deuxième moitié du 16^{ème} siècle s'est fait par les navigateurs. Et c'est l'entrée de la pomme de terre dans l'alimentation humaine a éloigné pour toujours la famine qui sévissait périodiquement (Rousselle, Robert et Crosnier, 1996).

II. Description Botanique

La plante est une espèce herbacée vivace par ces tubercules mais cultivée en culture annuelle selon (Rousselle, Robert et Crosnier, 1996). Les différentes espèces et variétés de pomme de terre ont des caractéristiques botaniques différentes. C'est pour cela qu'il est nécessaire de connaître les différentes parties de la plante (Bamouh, 1999).

II.1. Taxonomie

Selon (Boumlik., 1995), la position systématique de la pomme de terre est :

- ✓ **Règne:** Plante .
- ✓ **Embranchement:** Angiosperme .
- ✓ **Classe:** Dicotylédones .
- ✓ **Sous classe:** Gamopétales .
- ✓ **Ordre:** Polémoniales .

- ✓ **Famille:** Solanacées .
- ✓ **Genre:** Solanum .
- ✓ **Espèce:** *Solanum tuberosum L.*

II.2. L'Appareil aérien

Chaque plante est composée d'une ou plusieurs tiges herbacées de port plus ou moins dressé et portant des feuilles composées (Rousselle, Robert et Crosnier, 1996). Comme les tiges et les feuilles, le fruit contient une quantité significative de solanine, un alcaloïde toxique caractéristique du genre. Les inflorescences sont des cymes axillaires, les fleurs sont autogames : ne contiennent pas de nectar, elles sont donc peu visitées par les insectes et la fécondation croisée est presque inexistante dans la nature (Rousselle, Robert et Crosnier, 1996). Certaines fleurs sont souvent stériles. La production de fruits est généralement rare parfois nulle. On connaît des variétés de pommes de terre qui fleurissent abondamment mais qui ne fructifient pas (Soltner, 1988).

II.3. L'Appareil souterrain

L'appareil souterrain comprend le tubercule mère desséché, les stolons (tiges souterraines diagéotropes) portant éventuellement des tubercules fils dans leur région subapicale ainsi que des racines adventives (Rousselle, Robert et Crosnier, 1996). Il représente la partie la plus intéressante de la plante puisqu'on y trouve les tubercules qui confèrent à la pomme de terre sa valeur alimentaire. Cultivé pour la consommation, pour la transformation ou comme semence, le tubercule représente environ 75 à 85 % de la matière sèche totale de la plante (Rousselle, Robert et Crosnier, 1996).

III. Cycle végétatif

Le tubercule n'est pas seulement un organe de réserve, c'est aussi un organe qui sert à la multiplication végétative. Cette dernière se déroule en quatre étapes :

III.1. La dormance

Après la récolte, la plupart des variétés de pommes de terre traversent une période où le tubercule ne germe pas, quelles que soient les conditions de température, et d'humidité. Il s'agit de la période de dormance, et sa durée dépend beaucoup de la variété et des conditions d'entreposage, et surtout de la température (Polese, 2006). Pour hâter la germination, on peut traiter chimiquement les tubercules de semence ou les exposer alternativement à des températures élevées et basses (Bernhards, 1998).

III.2. La germination

D'après (Ellisseche, 2008), lorsqu'un tubercule est placé dans des conditions d'environnement favorables (16-20°C, 60-80% d'humidité relative) aussitôt après la fin de son repos végétatif, il commence à germer. Après une évolution physiologique interne les tubercules deviennent capables d'émettre des bourgeons, une évolution interne du tubercule conduit d'abord à un seul germe qui se développe lentement et dans ce cas c'est toujours le germe issu du bourgeon terminal qui inhibe les autres bourgeons : ce phénomène est la dominance apicale (Soltner, 2003). Puis un petit nombre de germes à croissance rapide se développent. Ensuite un nombre de plus en plus élevé de germes démarrent, traduisant une perte progressive de la dominance apicale. Ils s'allongent lentement, se ramifient, deviennent filiformes et finalement tubérisés (Bernhards, 1998).

III.3. La croissance

Une fois le tubercule mis en terre au stade physiologique adéquat, les germes se transforment en dessous du sol en tiges herbacées pourvues de feuilles ce qui rend la plante autotrophe dès que la surface foliaire atteint 300 à 400 cm² (Rousselle, Robert et Crosnier, 1996). Les bourgeons axillaires donnent, au dessus du sol des rameaux, et en dessous, des stolons (Soltner, 2003).

III.4. La tubérisation

Le tubercule est la justification économique de la culture de pomme de terre puisqu'il constitue la partie alimentaire de la plante et en même temps, son organe de propagation le plus fréquent. Ce phénomène de tubérisation commence d'abord par un arrêt d'élongation des stolons après une période de croissance. La tubérisation est réalisée dès que le diamètre des ébauches est le double de celui des stolons qui les portent. Outre les processus de multiplication cellulaire, le grossissement des ébauches de tubercules s'effectue par accumulation dans les tissus des substances de réserve synthétisées par le feuillage. Ce grossissement ralentit puis s'arrête au cours de la sénescence du feuillage (Bernhards, 1998). Le modèle de développement suivi par les tubercules varie considérablement entre les tubercules d'une même plante. Une hiérarchie s'établit entre ces organes de stockage qui entrent en compétition pour les nutriments : les tubercules croissant le plus vite limitent le développement des autres tubercules (Verhees, 2002).

IV. Les exigences écologiques de la pomme de terre

IV.1. Les exigences climatiques

IV.1.1. La température

Elle influence beaucoup le type de croissance. Les hautes températures stimulent la croissance des tiges ; par contre les basses températures favorisent davantage la croissance du tubercule. La pomme de terre est très sensible au gel. Le zéro de végétation est compris entre 6 et 8°C. Les températures optimales de croissance des tubercules se situent aux alentours de 18 °C le jour et 12 °C la nuit. Une température du sol supérieure à 25 °C est défavorable à la tubérisation (Bamouh, 1999).

IV.1.2. La lumière

La lumière intervient par son effet photopériodique dans l'induction de la tubérisation et par son intensité dans l'activité photosynthétique. Les photopériodes courtes sont plus favorables à la tubérisation et les photopériodes longues plus favorables à la croissance. La plupart des cultivars utilisés dans les régions à climat tempéré ont des photopériodes critiques comprises entre 13 heures et 16 heures (Rousselle, Robert et Crosnier, 1996).

IV.2. Les exigences édaphiques

IV.2.1. La structure et la texture du sol

La plupart des sols conviennent à la culture de la pomme de terre à condition qu'ils soient bien drainés et pas trop pierreux. Les sols préférés sont ceux qui sont profonds, fertiles et meubles.

En général, la pomme de terre se développe mieux dans des sols à texture plus ou moins grossières (texture sablonneuse ou sablo-limoneuse) que dans des sols à texture fine et battante (texture argileuse ou argilo-limoneuse) qui empêchent tout grossissement de tubercule (Bamouh, 1999).

IV.2.2. Le pH

Dans les sols légèrement acides (pH = 5,5 à 6), la pomme de terre peut donner de bons rendements. Une alcalinité excessive du sol peut causer le développement de la galle commune sur tubercule (Bamouh, 1999).

IV.2.3. La salinité

La pomme de terre est relativement tolérante à la salinité par rapport aux autres cultures maraîchères. Cependant, un taux de salinité élevé peut bloquer l'absorption de l'eau par le système racinaire. Lorsque la teneur en sel est élevée, le point de flétrissement est atteint

rapidement. On peut réduire la salinité d'un sol en le lessivant avec une eau d'irrigation douce (Bamouh, 1999).

IV.3. Les exigences hydriques

Les besoins en eau de la pomme de terre varient au cours du cycle végétatif. Ils sont surtout importants au moment de l'initiation des tubercules. Un stress hydrique se manifestant à ce stade peut entraîner une réduction du nombre d'ébauches formées par plante, consécutive à une réduction du nombre de stolons formés par tige (Rousselle, Robert et Crosnier, 1996).

IV.4. Les exigences en éléments fertilisants

La pomme de terre se classe parmi les plantes très exigeantes en azote, phosphore et potassium.

Tableau 2 : Prélèvements en éléments majeurs (en Kg/t). (Rousselle et al., 1996).

Eléments	Tubercules	Plante entière
Azote	3.2	3 à 4.5
Acide phosphorique	1.6	0.8 à 1.7
Potassium	6	4.1 à 8.5

L'azote est le facteur déterminant du rendement de la culture. Il favorise dans un premier temps le développement du feuillage, puis la formation et le grossissement des tubercules. L'acide phosphorique est un facteur de précocité et favorise le développement racinaire. Les besoins en calcium, magnésium et soufre sont généralement notables (Tab.2). Elle est sensible à une carence en magnésium qui se manifeste par un jaunissement entre les nervures des feuilles (Tab.3) (Rousselle, Robert et Crosnier, 1996).

Tableau 3:Prélèvements moyens en éléments secondaires (Kg/ha). (Rousselle et al., 1996).

Magnésium	15 à 30
Calcium	40 à 50
Soufre	10 à 25

V. Principales variétés cultivées

Les principales variétés cultivées

- ✓ **Les variétés à peau blanche** : Spunta, Atlas, Timate, Fabula, Arnova, Liseta, Burren, Safrane, Escort, Alaska, Arinda ;
- ✓ **Les variétés à peau rouge** : Désirée, Kondor, Bartina, Pamela, Sarpo Mira, Kuroda, Rubis (Rousselle, Robert et Crosnier, 1996).

VI. Production de la pomme de terre à EL-oued

Le développement réel de la culture de pomme de terre a débuté pendant la campagne 1997-1998 avec une superficie de 640 ha. La région de Souf connaît depuis quelques années un succès grandissant dans le domaine de la culture de la pomme de terre .Au cours de la campagne 2006-2007, la production a été estimée à 18.027 tonnes pour une surface de 7.363 ha (D.S.A, 2005.), ceci a permis d’approvisionner les wilayas limitrophes ainsi que plusieurs wilayas du nord. Cette région est classée au premier rang au niveau national dans l'année 2012, et a contribué durant l'année 2013 par 24 % de la production nationale (D.S.A, 2015). Les variétés les plus pratiquées sont: Spunta, Condor, Désire et Bartina (D.S.A, 2015). **figure.05, 06.**



Figure 5: Production pomme de terre sous goutte-à-goutte.



Figure 6: Production pomme de terre sous pivot.

VII. Conclusion

La pomme de terre a l'avantage de s'adapter à toutes les conditions climatiques et nécessite pour un cycle végétatif de 90 à 120 jours entre : 500 à 700 mm d'eau pour pousser, selon les conditions climatiques. Elle exige des sols bien drainés et bien aérés, ce qui fait que sa culture implique une bonne préparation du sol. C'est une plante à développement rapide, Il est donc important de favoriser le développement du système racinaire. En effet, 80 % des racines se localisent dans les 40 cm de la couche arable. La Wilaya d'EL oued occupe dernièrement des positions importantes dans la production de pomme de terre, grâce à des conditions favorables.

VIII. Conclusion de la partie

Les sols de la région d'étude se caractérisent par un faible taux de matière organique et dominance de sable et une faible capacité de rétention de l'eau ; toutes ces conditions défavorables, exigent l'intervention des agriculteurs pour améliorer ces conditions.

Les conditions climatiques de la région et les pratiques culturales influent directement sur le sol et sur la production elle-même, donc le maitrise du système devient très difficile (la méthode et quantité d'irrigation, la monoculture, la fertilisation et la température), et peut provoquer des dégâts des fois irréversibles. La dégradation des sols dans les zones sahariennes est conditionnée par deux facteurs : les conditions écologiques extrêmes et les activités agricoles qui aggravent l'état de dégradation de ces sols.

L'apport de BRF enrichit le sol en matière organique et en nutriments, ce qui stimule l'activité biologique, notamment fongique; cette stimulation améliore ensuite la disponibilité des nutriments pour les plantes.

La production de maraichage occupe une place importante dans la région surtout la pomme de terre, elle devient une culture stratégique dans la Wilaya d'El oued, suite à la production très élevée enregistrée ces dernières années.

LA DEUXIEME PARTIE : L'effet de bois raméal fragmenté (BRF) dans un sol sableux sur la croissance des plantes sous les conditions contrôlées

Chapitre I : Matériels et méthodes

L'objectif de notre étude est de voir l'effet de bois raméal fragmenté BRF sur la croissance de la culture de blé dur dans un sol sableux (El- Oued), cette étude a été effectuée au jardin de l'université El Oued dans les pots. Comme travaux de recherche pour voir des aperçus précis sur cette technique.

I. La matière végétale utilisée

Le blé dur (var. Simeto)

Le blé dur *Triticum durum* appartient à la famille de Graminacée. Cette variété Simeto, a couleur rouge, adaptée aux conditions arides du Sud Est, avec une précocité à l'épiaison. Son cycle de développement est court et donne une bonne qualité physique du grain: PS et PMG élevé. Peu sensible au froid et à la verse. La hauteur en végétation est assez courte.

II. L'expérimentation

II. 1. Le site de L'expérience

Cette étude a été réalisée dans la région d'El-Oued (32 ° 34 'N, 05 ° 08' E), dans le Sud-Est algérien, du grand erg oriental. Elle se caractérise par un climat hyper-aride, a été sec et un hiver doux (Khechana et Derradji, 2012), Selon les données climatiques fournies par l'Office National de Météorologie(ONM, 2015), les précipitations sont faibles, rares et oscillatoires, avec une moyenne annuelle n'excédant pas 70 mm et dépassant rarement 100 mm certaines années, tandis que l'évaporation est caractérisée par des valeurs élevées dépassant 2200 mm . L'intervalle de la température chute à un point de congélation en hiver et peut atteindre 45 ° C en été, avec un taux annuel de 26 ° C (Khezzani et Bouchemal, 2016).

II.2. Le sol utilisé

Le sol de la région d'étude est caractérisé par une texture sableuse et une fertilité médiocre, pauvre en éléments nutritifs, sa couleur est jaune et sa capacité à rétention en eau est très faible. De ce fait, le système de culture dans cette région doit se baser sur l'utilisation énorme des amendements organiques et des engrais chimiques.

Pour préparer la solution du sol, on pèse 100 g du sol de chaque bloc (le moyenne de 4 répétitions avec le BRF), on ajoute 500 ml d'eau distillé dans un erlen mayer, on mélange le tout par une spatule on laisse reposer pendant 24 h, après la filtration (par papier filtre) on récupère la solution du sol. **Figure 18.**

Le sol a été tamisé (maille de 2 mm) pour enlever les graviers et les débris végétaux de BRF. Il a été ensuite séché à l'étuve à 105 C⁰ pendant 24 heures puis déposé dans des sachets en plastique avant d'être acheminé au laboratoire régional - est- d'Oum el Bouaghi de l'institut national des sols de l'irrigation et du drainage (INSID) pour les analyses. Les analyses ont été réalisées avant l'apport du BRF.

Ainsi, des échantillons représentatifs du sol ont été prélevés à partir de chaque traitement après 80 jours de plantation, pour suivre l'évolution des principales caractéristiques physico-chimiques du sol suite à l'apport du BRF. Le pH, la conductivité électrique CE ont été mesurés à l'aide d'un pH mètre et conductivité mètre respectivement. L'azote total a été dosé par la méthode de Kjeldahl (1982), le carbone organique par l'oxydation par le bichromate de potassium dans un milieu très acide (H₂SO₄) d'après la méthode Springer-Klee (Springer U, 1954). Le rapport C/N a été déterminé après le dosage de ces deux éléments. La matière organique a été déterminée par l'équation suivante (MO % = C × 1,72) selon Allison (1975). Le phosphore selon la méthode de (Murphy J; Riley JP, 1962), le potassium échangeable selon la méthode de (Arnold, 1962).

II.3. Amendement organique utilisé BRF (bois raméal fragmenté)

L'amendement organique utilisé au cours de cette étude correspond au bois raméal fragmenté (BRF) obtenu de deux espèces végétales, Lucena (*Lucaena leucocephala*) et l'olivier (*Olea europaea*) qui sont fréquemment rencontrées dans la région de Souf. Ces substrats organiques contiennent des branches, des brindilles et des feuilles de ces espèces végétales. Le diamètre maximal à la base des rameaux était de 1,32 cm pour Lucena et 1,25 cm pour olivier. La fragmentation des rameaux a été effectuée à l'aide d'un sécateur, la taille moyenne des fragments était de 3 cm. Les deux broyats ont été mélangés à poids égale (50% Lucena et 50% olivier). Le mélange obtenu a été appliqué à l'état frais et manuellement à la surface du sol (comme Mulch) avant plantation.

II.4. La préparation de l'expérience

Le dispositif expérimental adopté est composé de 5 lots, chaque lot comporte 10 pots (16 cm de diamètre et 30 cm d'hauteur avec un volume de 5 litres, on réalise 5 trous en bas de

chaque pot pour assurer le drainage de l'eau). Puis on remplit les pots par du sable (sol purement sableux) jusqu'à la moitié et on irrigue chaque pot jusqu'à la saturation.

On sème dans chaque pot 20 grains de blé avec une trajectoire semi circulaire de la périphérie vers le centre.

Le dispositif comprend cinq (5) traitements, en quatre (4) répétitions. Les traitements consistent en l'apport de quatre doses différentes de bois raméal fragmenté (25, 50, 75 et 100 m³/ha). A ces quatre traitements s'ajoute un témoin sans apport de BRF. Les cinq traitements retenus sont :

- ✓ Le premier lot, on ajoute 1 cm de BRF qui correspond à une dose de : 100 m³/ha.
- ✓ Le deuxième lot, on ajoute 2 cm de BRF qui correspond à une dose de : 200 m³/ha.
- ✓ Le troisième lot, on ajoute 3 cm de BRF qui correspond à une dose de : 300 m³/ha.
- ✓ Le quatrième lot, on ajoute 4 cm de BRF qui correspond à une dose de : 400 m³/ha.
- ✓ Le cinquième lot, sans BRF considéré comme témoin.

Après le semis qui eu lieu le 18 février 2015 (18/ 02/ 2015) à la faculté de SNV d' El Oued, on a choisi une place pour déposer notre expérience à une façon qu'il reste bien exposé au soleil pour nous approcher un peu des conditions climatiques réelles.

II.5. L'irrigation

L'eau utilisée à cet effet provient d'un forage creusé dans les couches de surface au niveau de l'université El Chahid Hamma Lakhder El Oued (faculté des sciences et technologies). Elle est caractérisée par un pH de 7,7 et une conductivité électrique de 3,42 µs/cm.

III. Les paramètres étudiés

III. 1. Les paramètres morphologiques (biométriques)

III.1.1. La longueur de plante

La mesure de longueur de plante s'effectue après 45 jours de semis. Nous avons mesuré d'une tige de chaque répétition pour chaque bloc et calculé la moyenne des quatre mesures (pour minimiser les erreurs).

III.1.2. La surface à plat foliaire

Pour calculer la surface foliaire, on mesure la longueur et la largeur d'une feuille de chaque répétition pour chaque bloc après 56 jours de la plantation.

- **La surface de feuillet** = longueur × largeur × coefficient de forme pour le feuille de blé (0.75) (Bonhomme *et al.*, 1982; Bonhomme et Varlet-Grancher, 1978)

Pour calculer la surface à plat foliaire (cm²/ plante), on dénombre les feuilles et les feuillets.

- **La surface à plat foliaire** = la moyenne de surface de feuillet × nbr des feuillets × nbr des feuilles (Sakalova, 1979).

III.2. Les paramètres physiologiques

III.2.1. Le pourcentage de germination (PG)

Le taux de germination est exprimé par le rapport de nombre des graines germées sur le nombre total des graines. Le taux de germination se calcule selon (Dedi et Allou, 2015) :

$$PG(\%) = \frac{L}{S} \times 100$$

L : nombre des graines germées.

S : nombre total des graines.

III.2.2. La coefficient de germination (CV)

Elle est exprimée par le rapport de nombre des graines germées sur le nombre total des graines germées par jour. Le coefficient de germination se calcule selon (Kotowski, 1926).

$$C.V = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}{A_1 T_1 + A_2 T_2 + A_3 T_3 + \dots + A_n T_n}$$

A: nombre des graines germées durant le temps T.

A × T: nombre des graines germées durant les jours entre le T₁ et T₂.

III.2.3. Le poids frais du feuillet

On enlève un feuillet de chaque répétition dans le même bloc. On pèse les poids de chaque répétition avec une balance analytique on détermine la moyenne et calculez le moyen (Barr et Weatherley, 1962).

III.2.4. Le poids sec du feuillet

On met les feuillets frais dans l'étuve pendant 24h à 85C° pour le séchage, après on détermine le poids sec de chaque feuillet et calcule le moyenne (Barr et Weatherley, 1962).

III.2.5. La teneur relative en eau (TRE)

On détermine le poids frais (PF) d'une feuille. Après l'immersion d'une feuille dans l'eau distillé pendant 24 h, elle est récupérée et rincée avec un papier hygiénique et on détermine le poids en pleine turgescence (Ppt). Le poids sec (PS) est déterminé après le séchage de la feuille dans l'étuve pendant 24 h à 85C°. La teneur relative en eau se calcule selon la formule suivant :

$$\text{TRE} = \frac{\text{PF} - \text{PS}}{\text{Ppt} - \text{PS}} \times 100$$

PF : le poids frais de feuille.

PS : Le poids sec de feuille.

Ppt : le poids en pleine turgescence de feuille (après 24 h dans l'eau distillée). méthode de (Barr et Weatherley, 1962; Dedi et Allou, 2015).



Figure 7 : Lot avec le BRF épaisseur 3 cm.



Figure 8 : Lot avec le BRF épaisseur 1 cm.



Figure 9 : Lot témoin.

Chapitre II : Résultats et discussions

I. Résultats

I.1. L'effet de BRF sur le coefficient et le pourcentage de germination de la plante

Les résultats obtenus (**figure 10**) montrent qu'il y a une augmentation proportionnelle du coefficient et le pourcentage de germination, avec l'augmentation de l'épaisseur de couche de BRF utilisé.

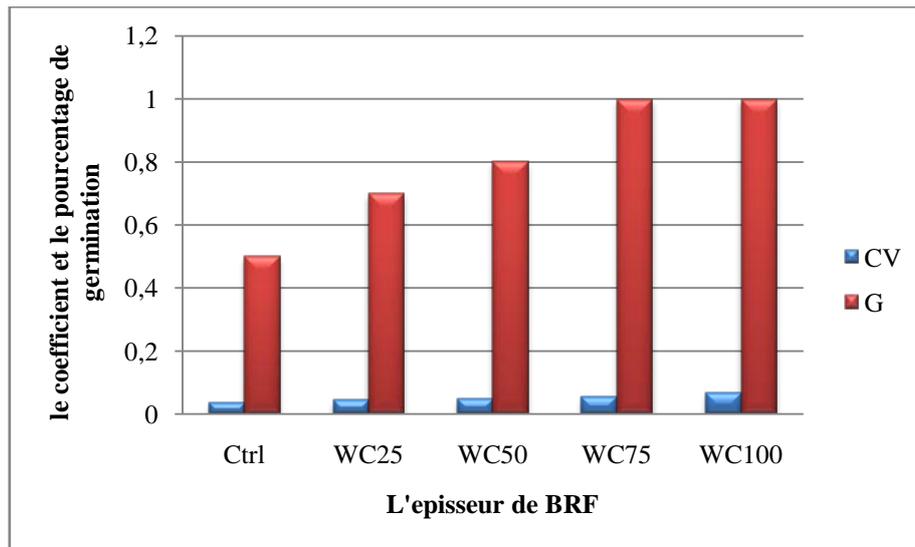


Figure 10 : Présentation de coefficient et le pourcentage de germination du la plante.

I.2. L'effet de BRF sur les Caractéristiques de croissance végétatives de blé

Les caractéristiques de la croissance végétatives sont considérées parmi les indicateurs forts de croissance de la plante comme l'augmentation de longueur de la tige et la surface foliaire et la surface à plat foliaire, qui montre la disponibilité des éléments nutritifs et les conditions environnementales favorables pour le développement de la plante.

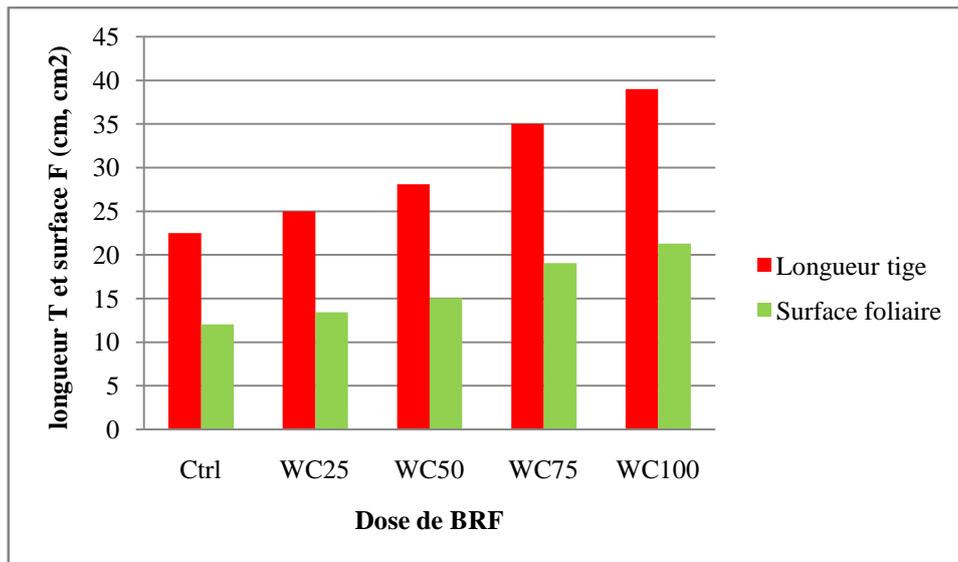


Figure 11 : Présentation de la surface foliaire et la longueur de plante.

Les résultats obtenus (figure 11) montre qu'il y a une différence dans la surface foliaire et la longueur de plante de blé, selon l'épaisseur de couche de BRF, l'augmentation de la surface de feuille en parallèle avec l'augmentation de l'épaisseur de couche BRF.

I.3. L'effet de BRF sur le poids frais et sec et la teneur relative en eau des feuilles de la plantes

On remarque que les poids (frais et sec) augmentent proportionnellement avec l'augmentation de l'épaisseur de la couche du BRF (figure 12.13). Ainsi que la teneur relative en eau augmente avec l'augment de l'épaisseur de couche de BRF.

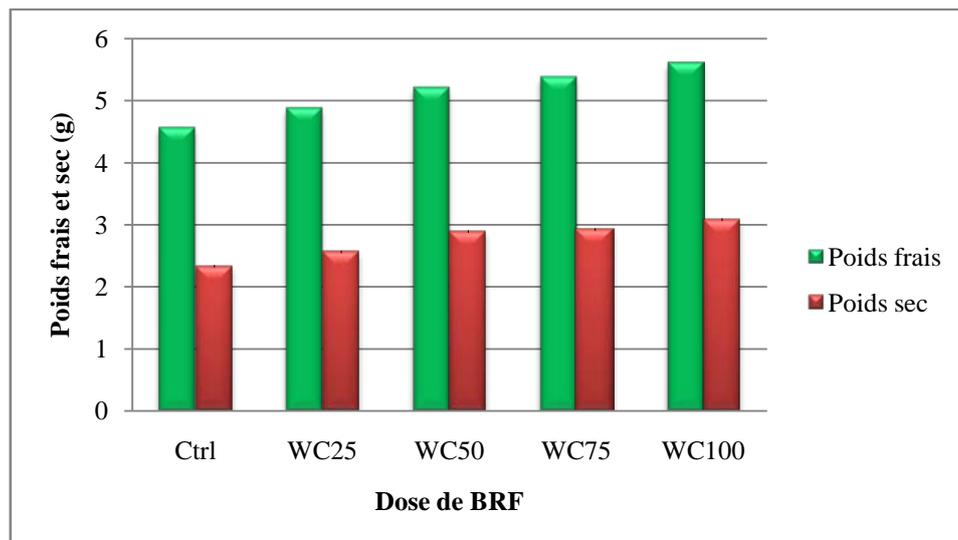


Figure 12 : Présentation des poids (frais et sec).

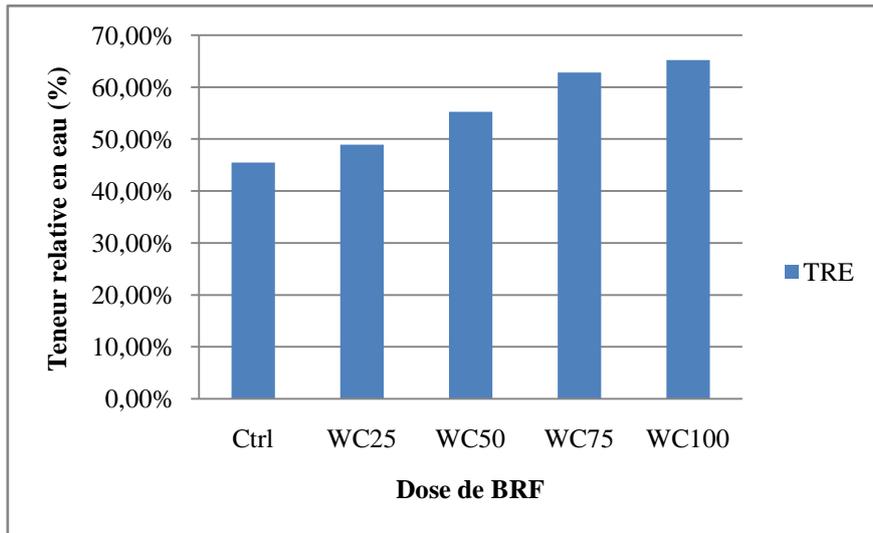


Figure 13 : Présentation de la Teneur relative en eau (%).



Figure 14 : Résultat de biomasse de chaque traitement de gauche a droit Ctrl, WC25, WC50, WC75, WC100.



Figure 15 : Résultats globale de l'expérience (montaison).

II. Discussion

II.1. L'interprétation de l'effet de l'apport du BRF sur les paramètres liés à la plante

L'augmentation du coefficient et du pourcentage de germination dans les différents traitements du BRF de 0,038 pour Ctrl jusqu'à 0,068 pour WC100 et de 50% pour Ctrl jusqu'à 100% pour WC100 est due à la conservation du taux d'humidité et de la capacité du sol à retenir l'eau (Greenly et Rakow, 1995; van Donk *et al.*, 2012), qui sont les deux facteurs indispensables de la germination en plus de l'aération et de la température appropriée. Ces conditions influent sur l'augmentation de pourcentage et le coefficient de germination (Asselineau *et al.*, 2007).

On remarque une hausse de longueur de la tige plus de 100% entre le traitement Ctrl et WC100, et l'augmentation de la surface foliaire de 12,03 cm² pour le traitement Ctrl à 21,31 cm² pour le traitement WC100. Le poids frais augmente aussi de 4,56g pour le traitement Ctrl à 5,61g pour le traitement WC100, le poids sec de 2,33g pour le traitement Ctrl à 3,08g pour le traitement WC100.

Les copeaux de bois raméale fragmentés sont principalement composés de cellulose, d'hémicelluloses, de lignine, de protéines, de sucres et d'acides aminés ainsi que de métabolites secondaires comme les polyphénols (Lemieux, 1987; Tissaux, 1996).

L'amendement en BRF surtout en mulch améliore généralement les propriétés physiques et hydriques du sol par rapport au témoin (Barthès, Manlay et Porte, 2010). D'après (Asselineau, Domenech et André, 2007). Le BRF augmente la synthèse des composants organiques (protéine, lipides, glucides...) par l'amélioration des processus de photosynthèse et de la respiration.

II.2. L'interprétation de l'effet de BRF sur le pourcentage et le coefficient de la germination de la plante

On interprète l'augmentation dans le pourcentage et le coefficient de germination dans les différentes épaisseurs de BRF en raison d'augmenter le taux d'humidité et la capacité du sol à retenir l'eau, qui sont des importants facteurs pour la germination en plus de l'aération et température appropriée, ces conditions permettent la stimulation des hormones au niveau des tubercules. Ces hormones activent les enzymes responsables de lancer le processus de germination, ce qui conduit finalement à l'augmentation du pourcentage de germination (Asselineau, Domenech et André, 2007).

Ainsi que ces résultats est conforme avec les résultats de test de germination sur des laitues en comparant avec une terre ayant reçu de BRF. Au bout de 5 jours, 70% des graines ont germé avec BRF contre seulement 30% sur témoin (BENOIT ; 2005 in ELEA et GILLES., 2007).

II.3. L'interprétation de l'effet de BRF sur la surface foliaire et la longueur de tige de la plante

Le BRF est un amendement vert très riche en matière organique qui favorise l'augmentation d'azote assimilable pour la plante, cette augmentation accélère l'activité de l'auxine et gibbérelline et la synthèse des protéines impliquées dans la division cellulaires. Le résultat final de tout cela est l'augmentation de longueur de tige et la surface foliaire de la plante (Kandeel *et al.*, 1991).

La disponibilité d'azote a un effet positif aussi sur l'intensité de la photosynthèse et la concentration en chlorophylle et sur les processus métaboliques de la composition des composés organiques dans les plantes, allongement et division cellulaire (Soleymani et Shahrajabian, 2012). Ce qui implique une augmentation significative de la hauteur de la plante, du système racinaire, de l'expansion de la feuille, du nombre total de feuilles et de l'accumulation de la matière sèche et de la teneur en Protéines dans les feuilles (Smith *et al.*, 1993).

II.4. L'interprétation de l'effet de BRF sur les poids frais et secs de la plante

La plus grande partie de la masse de la plante vient de l'atmosphère qui est composée des éléments chimiques tels que l'azote. Les mycobiziens qui existent d'une partie au niveau des racines des plantes et en partie dans le sol, ces champignons améliorent la fixation d'azote atmosphérique, et les bactéries symbioses assimilent l'azote par la dégradation de matière organique. En plus, le technique de BRF augmenté l'humidité de sol et la fixation du CO₂. Le BRF augmenté aussi la synthèse des composants organiques (protéine, lipides, glucides...) par l'amélioration des processus de photosynthèse et respiration (Asselineau, Domenech et André, 2007), tous ca répercute positivement sur le poids frais de la plant.

III. Conclusion

Les résultats obtenus ont montré que cette technique de BRF a un effet positif sur la croissance de blé. Cet effet a été évalué par les paramètres suivants : Pour la dose numéro 4 de $100 \text{ m}^3 / \text{ha}$, le coefficient et le pourcentage de germination de blé ont atteint 100 %, la longueur de tige et la surface foliaire atteint les valeurs 39 cm, et $21,31 \text{ cm}^2$, respectivement, le poids frais et sec aussi enregistre une augmentation considérable atteint les valeurs 5,61 g et 3,08 g respectivement, la teneur relative en eau atteint 65,20%.

VI. Conclusion de la partie

En raison des problèmes du sol sableux dans la pauvre en éléments nutritifs nécessaires à la croissance des plantes et l'assimilabilité freinée de ces derniers, les rendements se trouvent limités.

Le bois raméal fragmenté est un amendement ligneux constitué de jeunes branches ou rameaux ayant au maximum 7 centimètres de diamètre. Ces rameaux sont broyés et incorporés immédiatement dans les premiers centimètres du sol. Cette méthode d'épandage directe est complémentaire aux techniques culturales simplifiées. Le principe de fonctionnement se déroule en plusieurs processus et étapes successives, permet au sable de bénéficier de plusieurs avantages, surtout l'enrichissement par des matières organiques, la conservation de l'eau et la régulation thermique. On peut utiliser plusieurs plantes en tant qu'essences de BRF comme l'Oliver et *Leucaena* à cause de la richesse en azote.

L'objectif de notre étude est de voir l'effet de bois raméal fragmenté BRF sur la croissance de blé dur Siméto dans un sol sableux (El- Oued), notre étude s'effectue au niveau de l'université d'El Oued dans des pots en conditions réelles. Pour cela on a appliqué 4 doses différentes de BRF $25 \text{ m}^3/\text{ha}$, $50 \text{ m}^3/\text{ha}$, $75 \text{ m}^3/\text{ha}$, $100 \text{ m}^3/\text{ha}$ et $0 \text{ m}^3/\text{ha}$ comme témoin, pour voir les effets physiologiques et morphologiques de blé.

Les résultats obtenus montrent que les effets sont positifs, on note, une augmentation dans : la longueur de tige, la surface foliaire, le pourcentage et coefficient de germination le poids frais et sec des feuilles et la teneur relative en eau dans les feuilles de blé.

TROISIEME PARTIE: Partie expérimentale

Effets de la technique d'amendement organique sur l'amélioration des caractéristiques de sol sableux

Chapitre I : Matériels et méthodes

L'agriculture est l'un des principaux axes pour le développement du pays, elle participe fortement à la formation de l'économie de pays, car elle est considérée comme la première source de toute activité industrielle. Pour cela le pays met en œuvre des politiques, plans et Programmes visant son développement.

Dans les zones arides et semi arides, l'augmentation de la production agricole réside essentiellement dans l'aménagement des écosystèmes existants et la mise en œuvre de techniques appropriées de culture en sec. En condition sahariennes, des écosystèmes entièrement artificiels sont créés par l'irrigation des terres, seule alternative permettant de produire et de stabiliser les rendements des cultures. Mais l'agriculture saharienne évolue dans un contexte particulièrement sévère où toutes les mesures d'intensification et d'extension sont conditionnées par ce milieu aux caractéristiques extrêmes et par des paramètres socio-économiques à caractère traditionnel (Daoud et Halitim, 1994).

À l'instar de cette dynamique d'exploitation des terres sahariennes par la mise en valeur, les agriculteurs de la région ont recours à l'introduction de la matière organique sous différentes formes (fumure, fiente ...) pour améliorer les propriétés des sols sableux, pauvres en éléments fertilisants.

Cette anthropisation peu savante de l'écosystème saharien a rapidement engendré des limites et des répercussions sur l'agrosystème oasien en particulier et par suite sur l'écosystème saharien en général (Duchaufour, 2001).

Vu que le sol est un système vivant synchronisé avec l'écosystème dont il appartient, il a une vie biologique bien édifiée, qui doit être bien maîtrisée (Duchaufour, 2001).

Le BRF est présenté comme une alternative innovante en matière d'amélioration de la vie du sol et pour remédier aux problèmes posés par l'amendement traditionnel non rationnel (Asselineau, Domenech et André, 2007).

L'importance de l'activité biologique se justifie par le rôle de la vie, dans la définition et le maintien des équilibres pédologiques et des caractéristiques physicochimiques (Razika, 2013).

Dans le contexte du Souf et de crainte que l'usage massif de fumure et fertilité influence négativement les ressources naturelles sahariennes, des interrogations sont posées à propos de ces pratiques incontrôlées (Razika, 2013).

I. Cadre général de l'étude

I.1. Le site de L'expérience

Cette étude a été réalisée dans la région d'El-Oued (32 ° 34 'N, 05 ° 08' E), dans le Sud-Est algérien, du grand erg oriental. Elle se caractérise par un climat hyper-aride, a été sec et un hiver doux (Khechana et Derradji, 2012). Selon les données climatiques fournies par l'Office National de Météorologie (ONM, 2015), les précipitations sont faibles, rares et oscillatoires, avec une moyenne annuelle n'excédant pas 70 mm et dépassant rarement 100 mm certaines années, tandis que l'évaporation est caractérisée par des valeurs élevées dépassant 2200 mm . L'intervalle de la température chute à un point de le quel congélation en hiver et peut atteindre 45 ° C en été, avec un taux annuel de 26 ° C (Khezzani et Bouchemal, 2016).

I.2. Le sol utilisé

Le sol de la région d'étude est caractérisé par une texture sableuse et une fertilité médiocre, pauvre en éléments nutritifs, sa couleur est jaune et sa capacité à rétention en eau est très faible. De ce fait, le système de culture dans cette région doit se baser sur l'utilisation énorme des amendements organiques et des engrais chimiques. **Tableau 04**

Tableau 4: Les résultats de l'analyse physico-chimique du sol témoin.

Paramètre	Résultat
PH	7,82
Conductivité ms/cm	1,7
K₂O(mg/Kg)	2,96
P₂O₅ (mg/Kg)	15,06
Ammonium (mg/Kg)	156,71
Nitrate NO₃ (mg/Kg)	28,30
MO %	0,06

I.3. Amendement organique utilisé BRF (bois raméal fragmenté)

L'amendement organique utilisé au cours de cette étude correspond au bois raméal fragmenté (BRF) obtenu de deux espèces végétales, Lucena (*Lucaena leucocephala*) et l'olivier (*Olea europaea*) qui sont fréquemment rencontrées dans la région de Souf. Ces substrats organiques contiennent des branches, des brindilles et des feuilles de ces espèces végétales. Le diamètre maximal à la base des rameaux était de 1,32 cm pour Lucena et 1,25 cm pour olivier. La fragmentation des rameaux a été effectuée à l'aide d'un sécateur, la taille moyenne des fragments était de 3 cm. Les deux broyats ont été mélangés à poids égale (50% Lucena et 50% olivier). Le mélange obtenu a été appliqué à l'état frais et manuellement à la surface du sol (comme Mulch) avant plantation. La composition chimique du bois raméal fragmenté utilisé est présentée dans **Tableau 5**.

Tableau 5 : Composition chimique du bois raméal fragmenté utilisé

Composition chimique	Résineux	Feuillus
Cellulose	42 ±2%	45 ±2%
Lignine	28 ±3%	20 ±4%
Hémicellulose	27 ±2%	30 ±5%
Extractibles	3 ±2%	5 ±3%

I.4. Le dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est en bloc complètement randomisé, subdivisé en petites parcelles de 3 m² (1.5 m × 2 m), chaque parcelle contient trois rangées de pommes de terre avec un espacement de 50 cm entre lignes et 30cm entre plants. Un espace de 1m a été laissé entre les blocs. La profondeur de plantation est de 10 cm.

Le dispositif comprend cinq (5) traitements, en quatre (4) répétitions, distribuées aléatoirement **Figure 16 et 17**. Les traitements consistent en l'apport de quatre doses différentes de bois raméal fragmenté (25, 50, 75 et 100 m³/ha). A ces quatre traitements s'ajoute un témoin sans apport de BRF. Les cinq traitements retenus sont :

- ✓ Ctrl (control) : T : sans ajout de BRF.
- ✓ WoChpA25 : C1 : 100 m³/ha de BRF.
- ✓ WoChpA50 : C2 : 200 m³/ha de BRF.
- ✓ WoChpA75 : C3 : 300 m³/ha de BRF.
- ✓ WoChpA100 : C4 : 400 m³/ha de BRF.

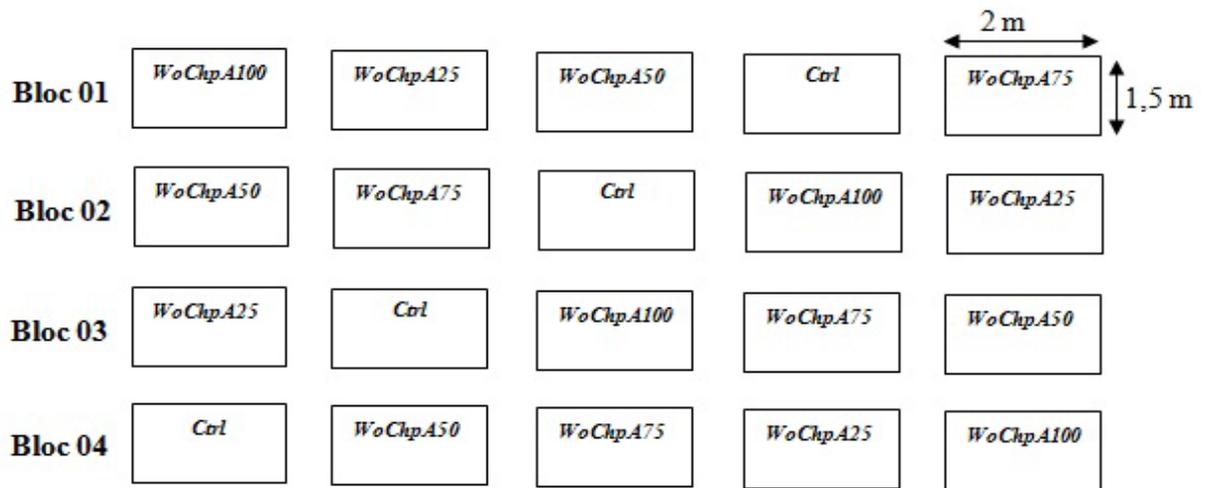


Figure 16 : Dispositif expérimental



Figure 17 : Préparation de terrain.

La plantation des tubercules, est déroulée le 28 janvier 2016 sur tous les blocs avec une dose de 30 quintaux/ hectare c'est l'équivalent par $0,3 \text{ kg} / \text{m}^2$

I.5. L'irrigation

La plante de pomme de terre a été irriguée avec de l'eau. On a irrigué notre expérience par l'eau de l'université, tableau.6 (faculté des sciences et technologies), qui a la caractéristique suivant :

Tableau 6 : Les caractères chimiques de l'eau d'irrigation.

Le pH	La conductivité
7,7	3,42 $\mu\text{s}/\text{cm}$

Chapitre II. Matériels et méthodes

II.1. Matériels

II.1.1. La Pomme de terre (var. Spunta)

Le tubercule de la pomme de terre de la variété Spunta, caractérisé par un gros calibre est allongé, présente une peau jaune, lisse, la chair jaune pâle et des yeux très superficiels. La plante est de taille haute, la structure du feuillage est de type intermédiaire, tige port semi-dressé à dressé, coloration anthocyanique moyenne ; les feuilles sont de couleur vert franc. La maturité est mi-précoce, Repos végétatif moyen et floraison assez abondante, de couleur blanche partiellement pigmentée. C'est une variété qui a une bonne résistance au mildiou du feuillage et sensible au mildiou du tubercule (Boufares, 2012).

II.2. Méthodes

II.2.1. Les paramètres morphologiques (biométriques)

II.2.1.1. La longueur de tige

La mesure de longueur de tige s'est effectuée le jour 55 de la plantation. Nous avons mesuré une tige de chaque répétition pour chaque bloc et calculé le moyenne des quatre mesures (pour minimiser les erreurs).

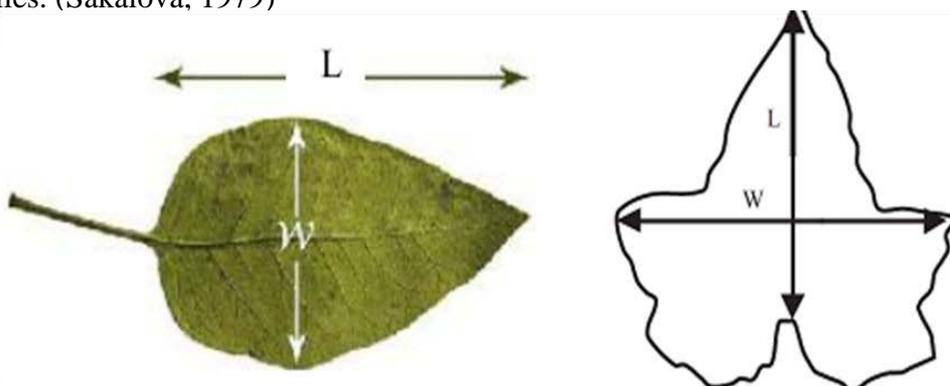
II.2.1.2. La surface à plat foliaire

Pour calculer la surface foliaire, on mesure la longueur et la largeur d'une feuille de chaque répétition pour chaque bloc après 56 jours de la plantation.

- **La surface de feuillet** = longueur \times largeur \times coefficient de forme pour le feuillet de pomme de terre (0.674) (Sakalova, 1979)

Pour calculer la surface à plat foliaire (cm²/ plante), on dénombre les feuilles et les feuilletts.

- **La surface à plat foliaire** = la moyenne de surface de feuillet \times nbr des feuilletts \times nbr des feuilles. (Sakalova, 1979)



II.2.2. Les paramètres physiologiques

II.2.2.1. Le pourcentage de germination (PG)

Le taux de germination est exprimé par le rapport du nombre des graines germées sur le nombre total des graines. Le taux de germination se calcule selon (Kotowski, 1926).

$$PG(\%) = \frac{L}{S} \times 100$$

L : nombre des graines germées.

S : nombre total des graines.

II.2.2.2. La coefficient de germination (CV)

Elle est exprimée par le rapport de nombre des graines germées sur le nombre total des graines germées par jour. Le coefficient de germination se calcule selon (Kotowski, 1926).

$$C.V = \frac{A_1+A_2+A_3+\dots\dots\dots+A_n}{A_1T_1+A_2T_2+A_3T_3+\dots\dots\dots+A_nT_n}$$

A: nombre des graines germées durant le temps T.

A × T: nombre des graines germées durant les jours entre le T₁ et T₂.

II.2.2.3. Le poids frais du feuillet

On enlève un feuillète de chaque répétition dans le même bloc. On pèse les poids de chaque répétition par une balance analytique et on calcule la moyenne (Barr et Weatherley, 1962).

II.2.2.4. Le poids sec du feuillet

On met les feuillets frais dans l'étuve pendant 24h à 105C° pour le séchage, après on mesure le poids sec de chaque feuillet et calculez le moyen (Barr et Weatherley, 1962).

II.2.2.5. La teneur relative en eau (TRE)

On prend une feuille et détermine le poids frais (PF). Après l'immersion de la feuille dans l'eau distillé pendant 24 h, elle est récupérée et rincée avec un papier hygiénique et on détermine le poids en pleine turgescence (Ppt). Le poids sec (PS) est déterminé après le séchage de la feuille dans l'étuve pendant 24 h à 105C°. La teneur relative en eau se calcule selon la formule suivante :

$$\mathbf{TRE} = \frac{\mathbf{PF} - \mathbf{PS}}{\mathbf{Ppt} - \mathbf{PS}} \times 100$$

PF : le poids frais de feuille.

PS : Le poids sec de feuille.

Ppt : le poids en pleine turgescence de feuille (après 24 h dans l'eau distillée). méthode de (Barr et Weatherley, 1962).

II.2.2.6. La teneur en Chlorophylle

La détermination de la teneur en Chlorophylle est effectuée par l'acétone selon la méthode suivante :

On pèse 1g des feuilles, puis on broie les feuilles par haoin contenant 25ml de l'acétone (concentré 80%) et on ajoute une petite quantité de carbonate de calcium Ca CO₃, pour faciliter le broyage du tissu végétal. Après on filtre la solution est on pose dans un flacon sombre pour éviter oxydation de la chlorophylle. On fait la lecture de concentration de la chlorophylle par l'appareil de spectrophotomètre dans longueur d'onde 645nm et 663nm. La teneur de chlorophylle (a + b) est déterminée selon la méthode (Saieed, 1990). Elle est calculée par la formule suivante :

$$\mathbf{Chl (a+b)} = 8,02 \times \mathbf{D.O 663} + 20,20 \times \mathbf{D.O 645}.$$

D.O : La densité optique des ondes 633 nm et 645 nm.

II.2.2.7. Le dosage des protéines

La teneur en protéines a été déterminée par la méthode de (Bradford, 1976).

- L'extrait protéique a été préparé par le mélange de 250 mg de poudre de la plante avec 5 ml de NaOH dans des tubes de 5 ml, les tubes sont mis dans une centrifugeuse pendant 10 min.

- La solution de NaOH utilisée est un mélange de 20 g de NaOH avec 1L d'eau distillé.

- Le réactif de bleu de comassie est préparé par le mélange de 50 mg de la poudre de cette dernière avec 25 ml de Méthanol puis on procédé à une agitation pendant 2h, après on ajoute

50 ml de H_3PO_4 à 85%, on complété le volume jusqu'à 500 ml, le mélange est filtré puis conservé à 4°C.

II.2.2.8. Paramètres de rendement

II.2.2.8.1. Nombre de tubercules par plant

On détermine pour chaque plant le nombre de tubercules, puis on détermine le nombre moyen de tubercules par plant.

II.2.2.8.2. Rendement par plant

Le rendement par plant a été déterminé en pesant les tubercules de chaque plant, puis on a procédé au calcul du rendement moyen par plant. Ce paramètre a été déterminé en utilisant une balance électrique (± 0.1 g).

II.2.2.8.3. Rendement total ($t\ ha^{-1}$)

Le rendement ($t\ ha^{-1}$) a été déterminé sur trois plants par parcelle élémentaire. Le rendement est estimé en rapportant le rendement moyen par plant à la population végétale par hectare.

II.2.3. Analyse physico-chimiques du sol

La fertilité chimique du sol est déterminée à partir de la caractérisation physico-chimique de la solution du sol (dosage des éléments nutritifs NPK, pH, conductivité).

Pour préparer la solution du sol, on pèse 100 g du sol de chaque bloc (le moyenne de 4 répétitions avec le BRF), on ajoute 500 ml d'eau distillé dans un erlen mayer, on mélange le tout par une spatule on laisse reposer pendant 24 h, après la filtration (par papier filtre) on récupère la solution du sol. **Figure 18.**

Le sol a été tamisé (maille de 2 mm) pour enlever les graviers et les débris végétaux de BRF. Il a été ensuite séché à l'étuve à $105\ C^0$ pendant 24 heures puis déposé dans des sachets en plastique avant d'être acheminé au laboratoire régional - est- d'Oum el Bouaghi de l'institut national des sols de l'irrigation et du drainage (INSID) pour les analyses. Les analyses ont été réalisées avant l'apport du BRF.

Ainsi, des échantillons représentatifs du sol ont été prélevés à partir de chaque traitement après 80 jours de plantation, pour suivre l'évolution des principales caractéristiques physico-chimiques du sol suite à l'apport du BRF. Le pH, la conductivité électrique CE ont été mesurés à l'aide d'un pH mètre et conductivité mètre respectivement. L'azote total a été dosé par la méthode de Kjeldahl (1982), le carbone organique par l'oxydation par le

bichromate de potassium dans un milieu très acide (H_2SO_4) d'après la méthode Springer-Klee (Springer U, 1954). Le rapport C/N a été déterminé après le dosage de ces deux éléments. La matière organique a été déterminée par l'équation suivante ($MO \% = C \times 1,72$) selon Allison (1975). Le phosphore selon la méthode de (Murphy J; Riley JP, 1962), le potassium échangeable selon la méthode de (Arnold, 1962).

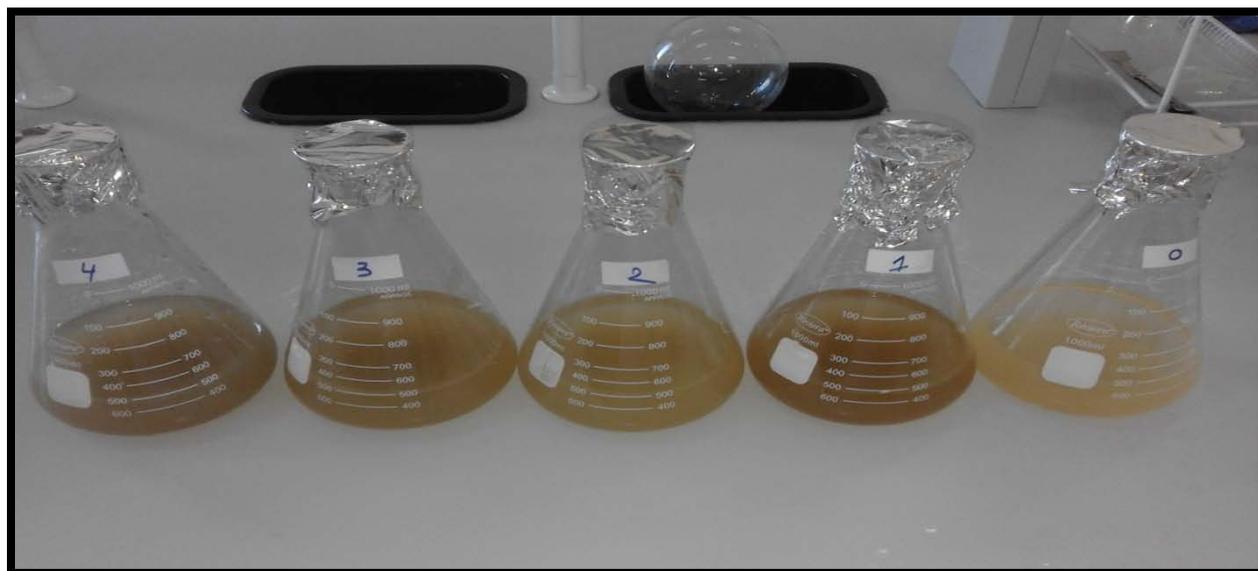


Figure 18 : La solution du sol obtenu après la filtration.

II.2.4. Analyse statistiques

Les analyses statistiques ont été effectuées par le logiciel STATISTICA 6,0. Avant d'analyser les résultats obtenus on vérifie leur normalité, si les résultats sont normaux, les données obtenues ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) à un facteur pour identifier la présence ou non de différences significatives (au seuil de 5%) entre les moyennes des traitements, en fonction de variables étudiées. Si les résultats ne sont pas normaux, on applique le teste de Kruskal-wallis et voir la présence de différences significatives (au seuil de 5%) pour identifier le traitement significativement différent selon la variable considéré.

Chapitre II : Résultats et discussion

I. Les résultats

I.1. L'effet de BRF sur le coefficient et le pourcentage de germination de la plante

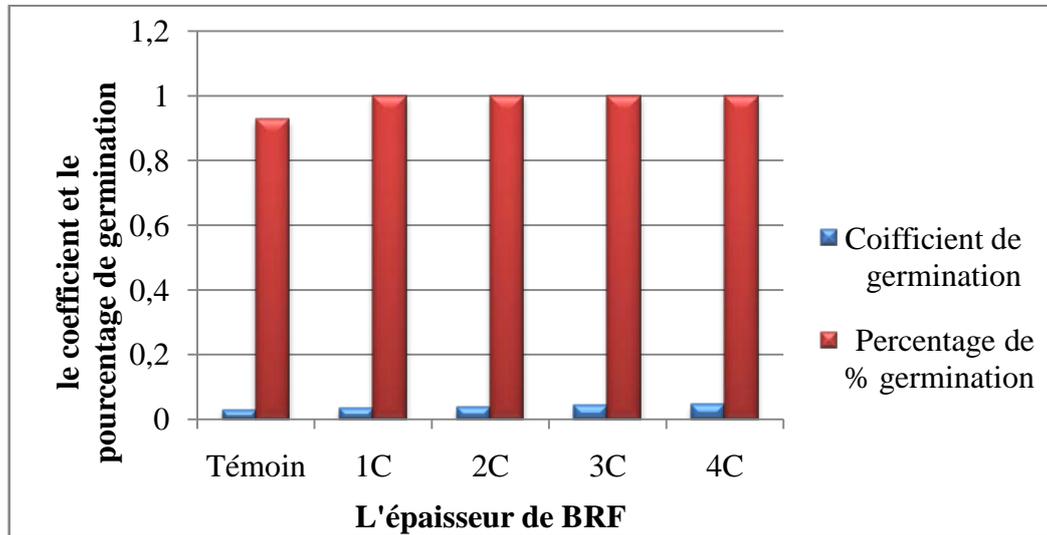


Figure 19 : Présentation de coefficient et le pourcentage de germination du la plante.

Les résultats obtenus (**Figure 19**) montrent qu'il y a une augmentation proportionnelle du coefficient et le pourcentage de germination, avec l'augmentation de l'épaisseur de couche de BRF utilisé.

Le coefficient de germination de (T, C1, C2, C3, C4) sont les suivants (0,028, 0,035, 0,040, 0,045, 0,048) respectivement et le pourcentage de germination (T) est (92,9%) et le (C1, C2, C3, C4) sont égales (100%).

I.2. L'effet de BRF sur les Caractéristiques de la croissance végétative de la pomme de terre

Les caractéristiques de la croissance végétative sont considérées parmi les indicateurs forts de croissance de la plante comme l'augmentation de la longueur de la tige, la surface foliaire et la surface à plat foliaire, qui montrent la disponibilité des éléments nutritifs et les conditions environnementales favorables à la plante.

Tableau 7 : La longueur de tige et la surface foliaire et la surface à plat foliaire de la plante.

Les plantes	Longueur de tige	Surface foliaire cm ²	Surface à plat foliaire cm ²
Témoin	9,17	9,72	2549,01
C1	11,87	12,48	3796,36
C2	15,17	14,88	4424,53
C3	17,12	19,52	10093,57
C4	18,5	24,32	18762,49

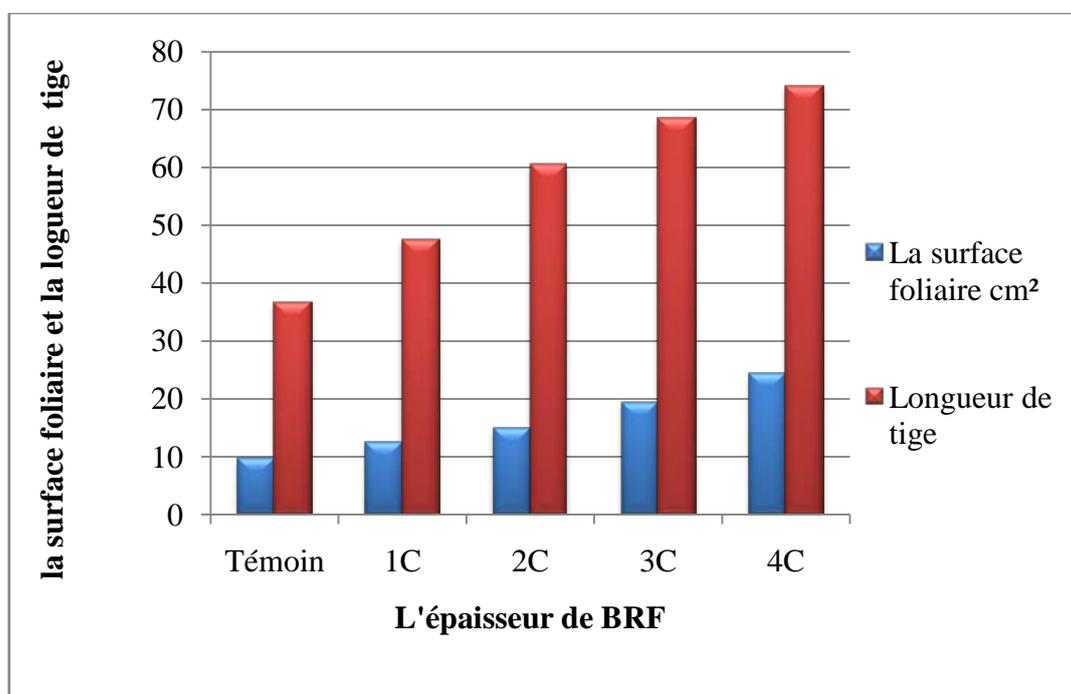


Figure 20 : Présentation de la surface foliaire et la longueur de tige.

Les résultats obtenus (**Figure 20, tableau 7**) montrent qu'il y a une différence dans la surface foliaire et la longueur de tige de la plante selon l'épaisseur de couche de BRF, l'augmentation de la surface de feuille en parallèle avec l'augmentation de l'épaisseur de couche BRF et les résultats sont (9,72 ; 12,48 ; 14,8 ; 19,52 ; 24,32 cm²) dans (T ; C1 ; C2 ; C3 ; C4) respectivement. Et on remarque une augmentation dans la longueur de tige de la plante, les longueurs sont (9,17 ; 11,87 ; 15,17 ; 17,12 ; 18,5 cm²) dans (T ; C1 ; C2 ; C3 ; C4) respectivement.

Dans (**figure 21**) on observe qu'il y a d'une différence dans la couleur et la forme des feuilles entre les plantes témoin T et la dernière concentration C4 ; dans C4, les feuilles sont plus aplatés et leurs surfaces sont plus grandes (bien exposer), avec une couleur vert foncé. Mais dans le témoin T, les feuilles sont de petites surfaces et non aplatés, et la couleur est vert claire.

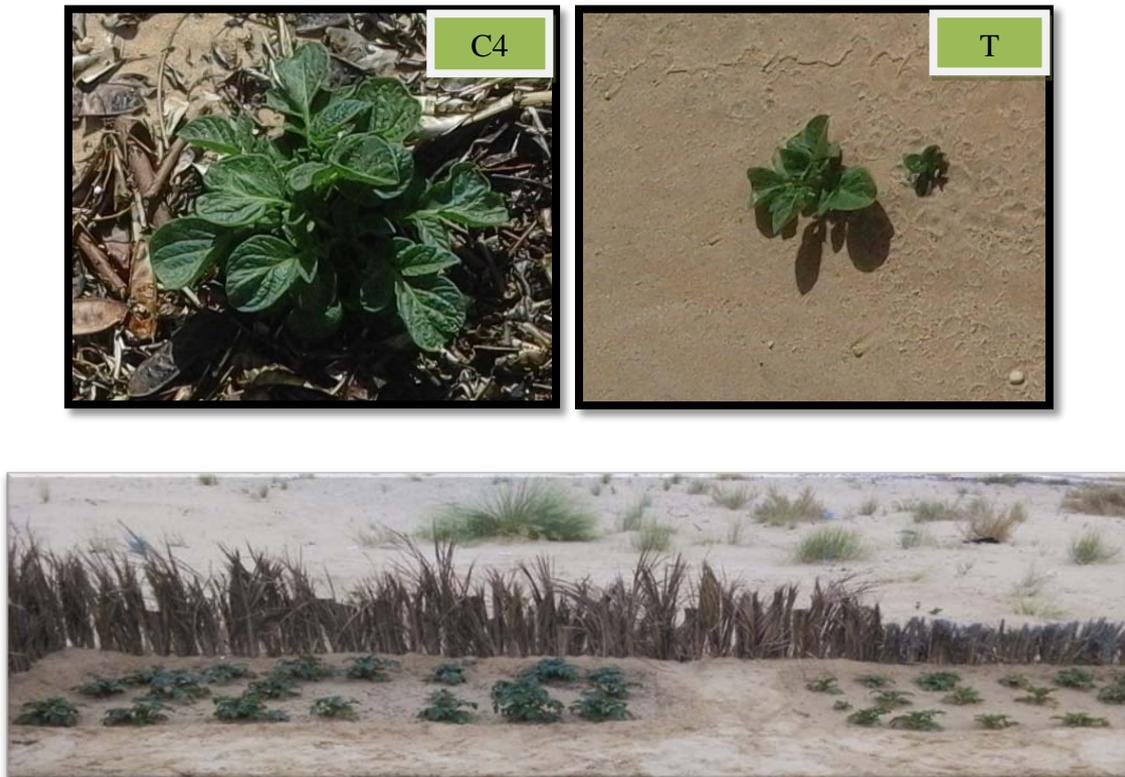


Figure 21 : Comparaison entre une plante témoin et plante de C4.

I.3. L'effet de BRF sur le poids frais et sec et la teneur relative en eau des feuilles de la plantes

On remarque que les poids (frais et sec) augmentent proportionnellement avec l'augmentation de l'épaisseur de la couche du BRF. On a enregistré les poids frais suivants (0,291 ; 0,561 ; 0,843 ; 1,121 ; 1,301g) et les poids secs (0,122 ; 0,184 ; 0,283 ; 0,475 ; 0,62 g) dans les concentrations (T; C1; C2; C3; C4) respectivement. (Figure 22).

Ainsi que la teneur relative en eau augmente avec l'augment de l'épaisseur de couche de BRF, les résultats sont (48,58 ; 56,46 ; 65,74 ; 69,83 ; 74,93%) dans les concentrations (T ; C1 ; C2 ; C3 ; C4) respectivement. (Figure 23).

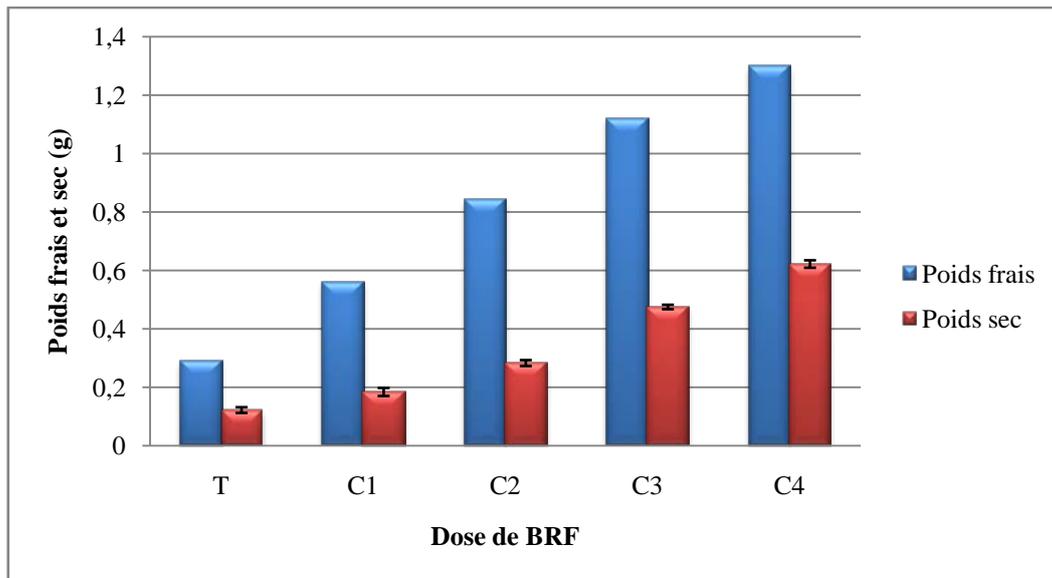


Figure 22 : Présentation des poids (frais et secs).

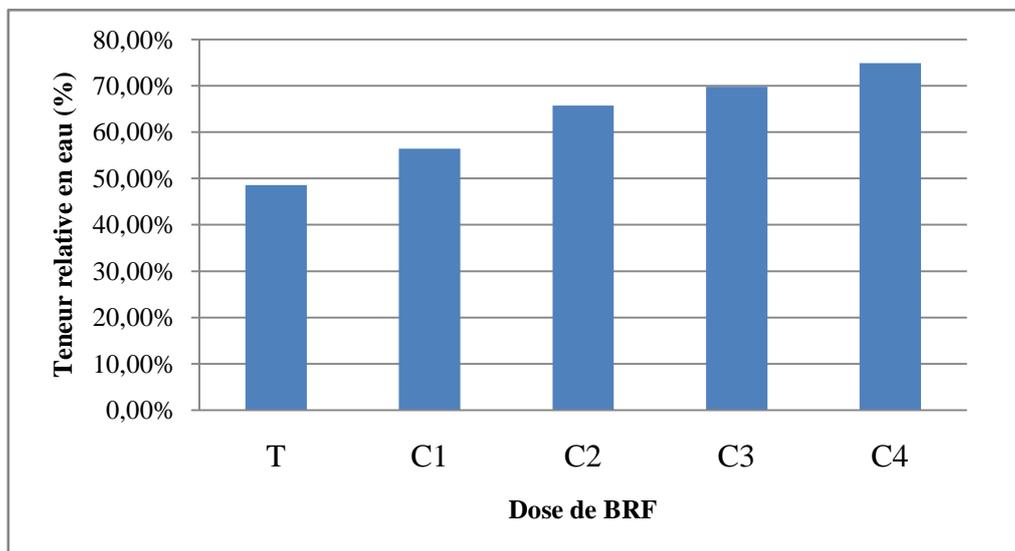


Figure 23 : Présentation de la Teneur relative en eau (%)

I.4. L'effet de BRF sur la teneur de chlorophylle dans les feuilles de la plante

Les résultats obtenus (**figure 24**) montrent qu'il y a une augmentation de la teneur de chlorophylle après le 46^{ème} jour de la culture, on a enregistré le taux le plus élevé dans C4 (52,87 µg/ml), et dans les autres concentrations (T ; C1 ; C2 ; C3) sont (28,41 ; 37,12 ; 43,32 ; 47,68 µg/ml) respectivement. Aussi la teneur de chlorophylle après 56 jour de la culture il reste toujours élevé dans la concentration C4 avec un taux de (63,50 µg/ml) par rapport au témoin (31,20 µg/ml), et dans (C1; C2; C3) les taux sont (45,86; 49,80 ; 56,26 µg/ml) respectivement.

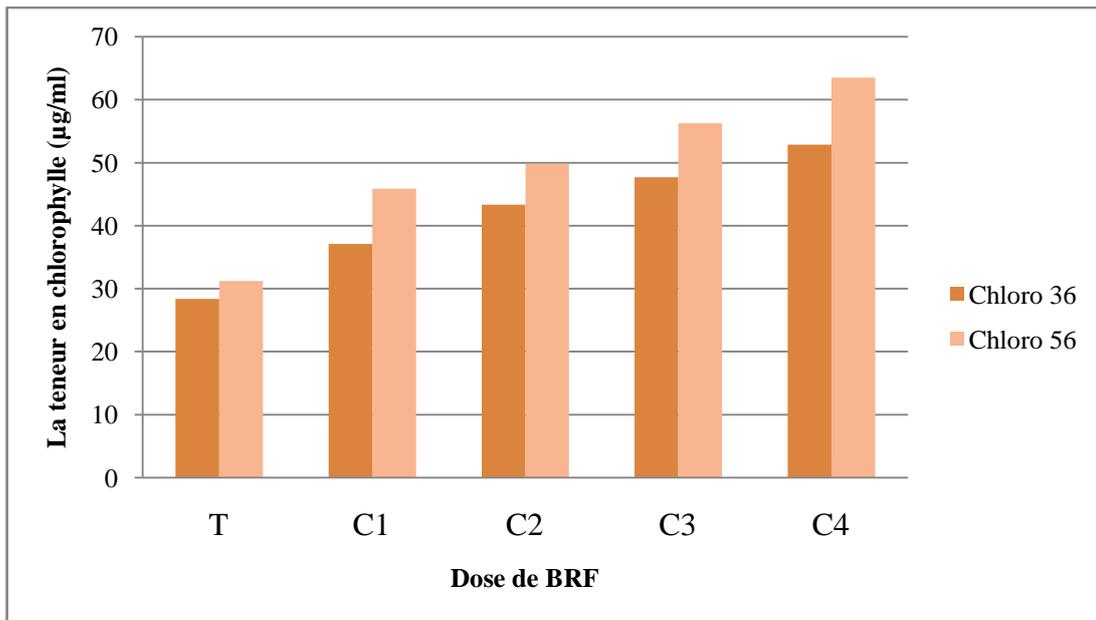


Figure 24 : Présentation de la Teneur en chlorophylle (µg/ml)

I.5. L'effet de BRF sur le dosage de protéine dans les feuilles de la plante

Les résultats obtenus (**figure 25, tableau 8**) montrent qu'il y a une augmentation remarquable des doses de protéine dans les feuilles de la plante avec l'augmentation de l'épaisseur de la couche de BRF, les résultats sont (0,26 ; 0,31 ; 0,39 ; 0,42 ; 0,51 µg/ml) respectivement aux épaisseurs (T ; C1 ; C2 ; C3 ; C4).

Tableau 8 : Le dosage de protéine dans les feuilles.

	Témoin	C1	C2	C3	C4
Dosage de protéine µg/ml	0,26	0,31	0,39	0,42	0,51

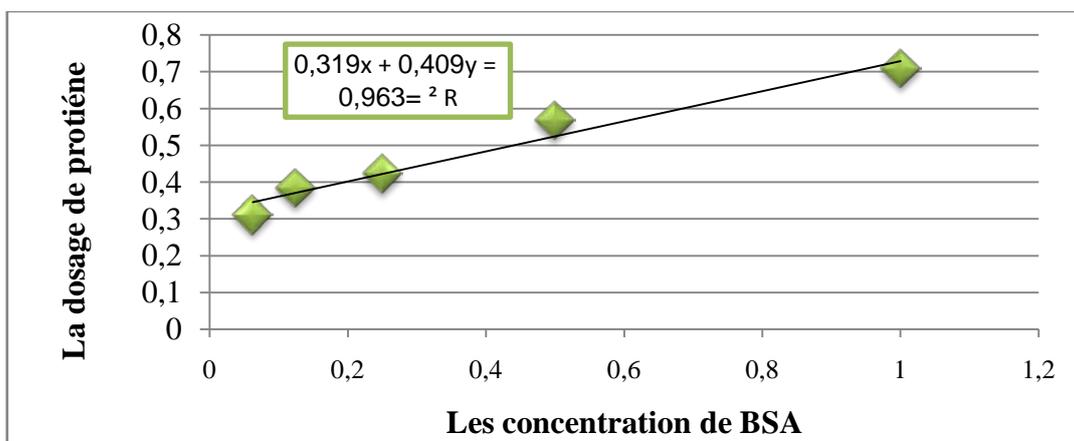


Figure 25 : La courbe d'étalonnage des protéine.

I.6. L'effet de BRF sur le rendement de pomme de terre

Les résultats obtenus ont indiqué que l'apport croissant de BRF a significativement augmenté tous les paramètres de rendement mesurés par rapport au témoin. Toutefois, l'application de la dose 100 m³/ha de BRF enregistre les moyennes les plus élevées pour tous les paramètres de rendement étudiés.

Les moyennes enregistrées par cette dose sont 6,1 tubercules par plant, 0,889 kg par plant pour le rendement par plant et 29,89 t/ha pour le rendement total, soit une augmentation de 20,78 t/ha par rapport au témoin (Figure 26, 27, 28).

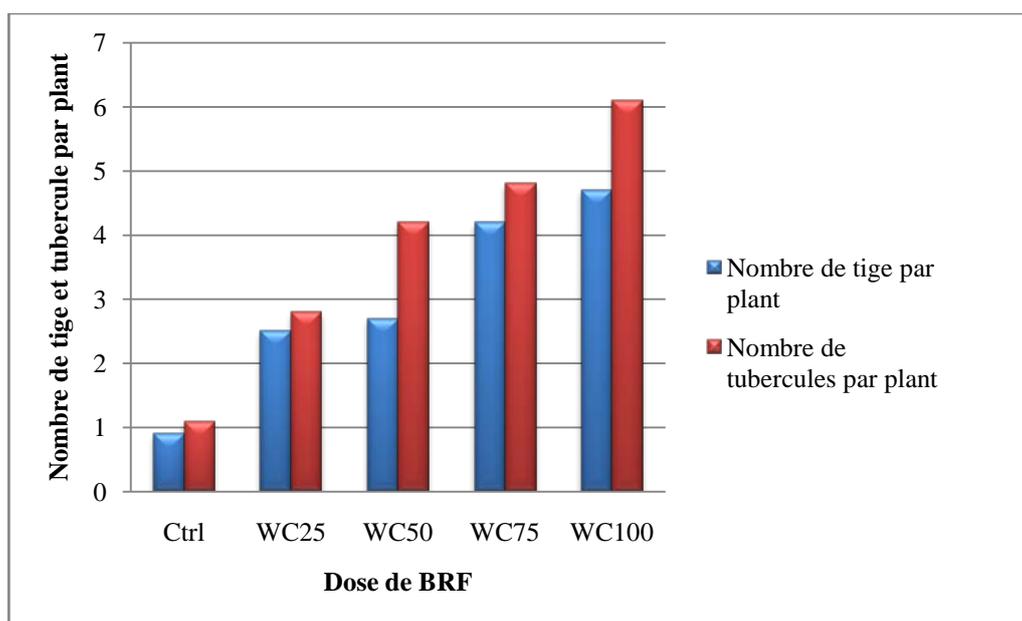


Figure 26 : Presentation de nombre des tiges et tubercule par plant.

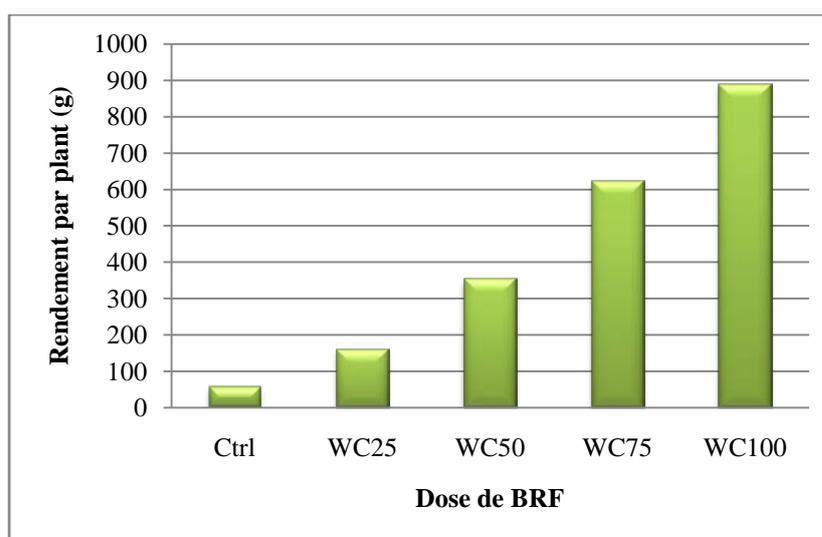


Figure 27 : Presentation de rendement par plant.

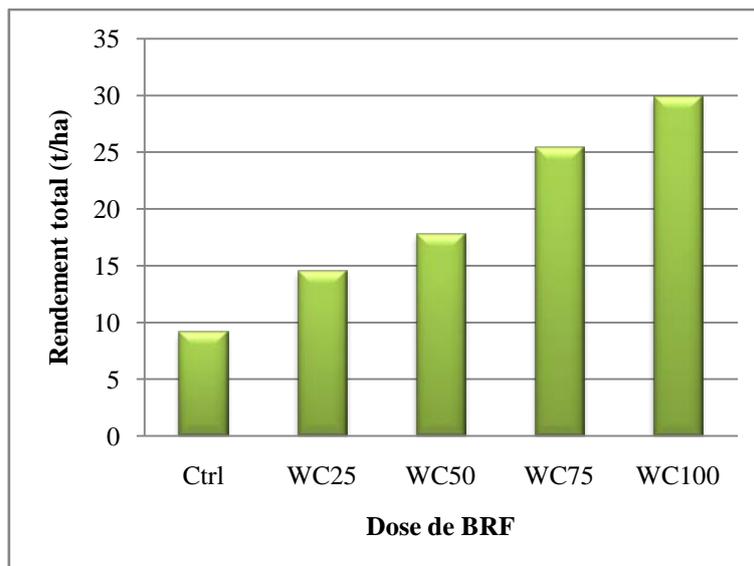


Figure 28 : Presentation de rendement total .

I.7. L'effet de BRF sur les caractères physico-chimiques du sol

Les résultats de l'apport du BRF sur les paramètres physico-chimiques après 80 jours de la plantation sont présentés dans le **tableau 9**.

Ces résultats montrent que:

Tableau 9: Effets de l'apport de BRF sur les paramètres physico-chimiques du sol

Paramètres	CE	pH	K (mg.kg ⁻¹)	P (mg.kg ⁻¹)	Nt(mg.kg ⁻¹)	MO(%)	C(%)	C/N
Traitements	μs/cmà25°							
Ctrl	0,648	7,7	156,61	10,74	18,06	0,06	0,034	19,30
WoChpA25	0,713	7,37	174,47	15,75	38,62	0,07	0,04	10,50
WoChpA50	1,261	7,14	192,93	28,50	90,36	0,10	0,058	6,43
WoChpA75	1,601	6,93	214,17	54,14	145,15	0,11	0,064	4,40
WoChpA100	1,832	6,8	275,53	90,38	201,4	0,12	0,07	3,46

La conductivité du sol augmente proportionnellement à l'augmentation de la dose du BRF. Les valeurs obtenues oscillent entre une conductivité de 0,648μs/cm pour le traitement Ctrl et une conductivité 1,832μs/cm pour le traitement WoChpA100.

La mesure de pH du sol montre une diminution de ce paramètre en réponse à l'apport croissant de BRF. Le pH devient légèrement acide pour le traitement WoChpA100 avec valeur de 6,8 et de 7,7 pour le traitement Ctrl.

Pour la mesure de Nt, P et K, on remarque une augmentation pour tous les traitements, avec l'augmentation de dose de BRF. Les résultats obtenus sont de 275,53 mg.kg⁻¹. 90,38 mg.kg⁻¹. 201,4 mg.kg⁻¹. 0,12(%) et 0,07(%) respectivement pour potassiums K, phosphore P, azote totale Nt, matière organique (MO) et carbone C.

La matière organique et le carbone organique augmentent également avec l'augmentation de dose du BRF, les valeurs obtenues pour le traitement Ctrl et de 0,06(%) et 0,034(%), et pour le traitement WoChpA100 les valeurs obtenues sont des 0,12(%) et 0,07(%) respectivement à la matière organique et du carbone. Par contre le rapport C/N diminue avec la dose de BRF, avec une valeur de 3,46 pour le traitement WoChpA100.

Les résultats obtenus après 80 jours de plantation ont montré que les différents traitements appliqués au sol ont un effet hautement significatif pour tous les paramètres étudiés : Conductivité électrique CE, pH, potassium K, Phosphore P, azote total Nt, MO et C avec ($p = 0,000 < 0,05$) par rapport au témoin. Toutefois, aucun effet significatif n'a été mis en évidence pour le rapport C/N ($p = 0,158 > 0,05$).

I.8. L'effet de BRF sur l'activité microbiologique du sol

I.8.1. l'effet de BRF sur l'activité des champignons du sol

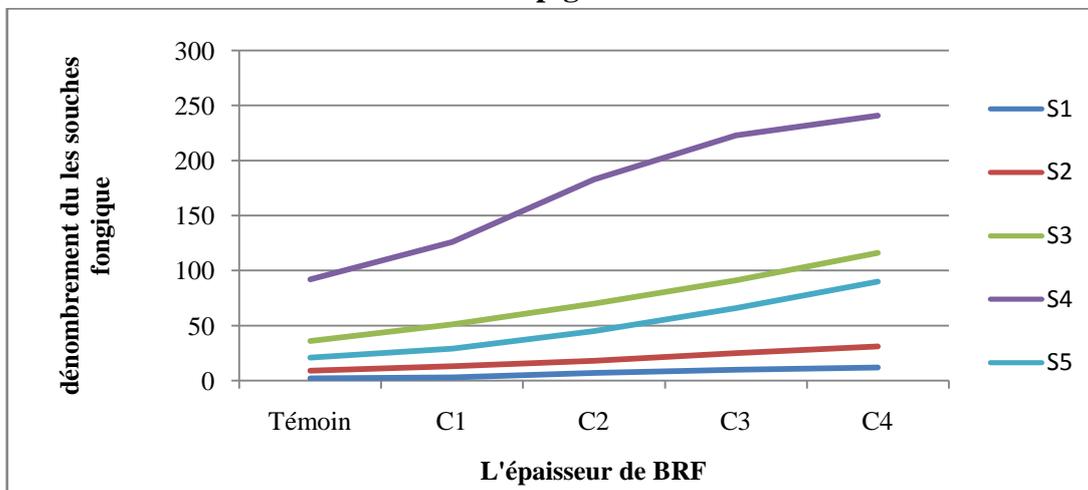


Figure 29 : Présentation de dénombrement des souches fongiques obtenues après l'ensemencement de solution du sol.

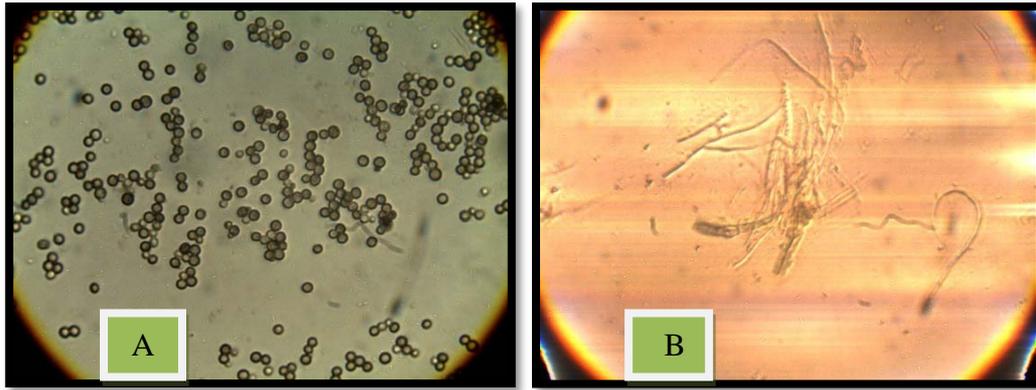


Figure 30 : Observation microscopique ($\times 100$) des souches fongique (A) : Levure, (B) : mycélium.

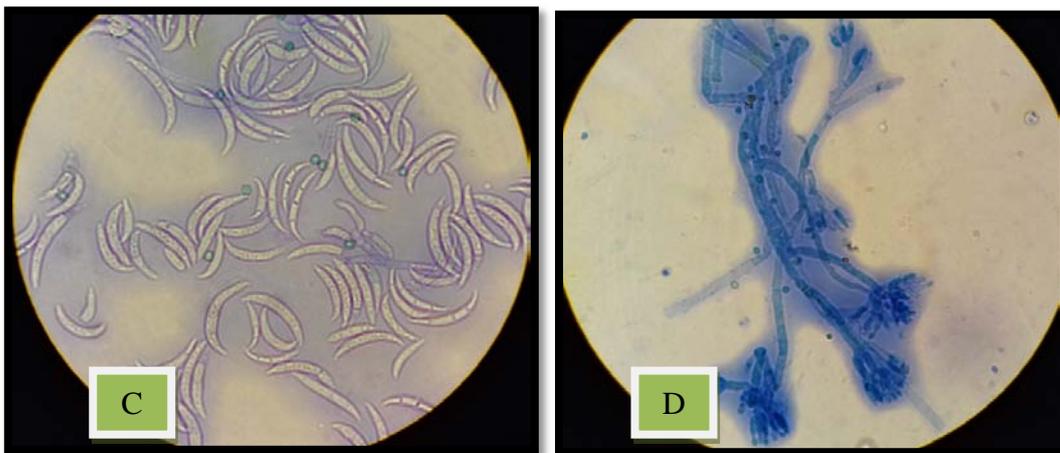


Figure 31 : Aspects microscopique ($\times 100$) champignon des souches fongique (D) *Aspergillus*. (C) non déterminé

I.8.2. l'effet de BRF sur l'activité bactérienne du sol

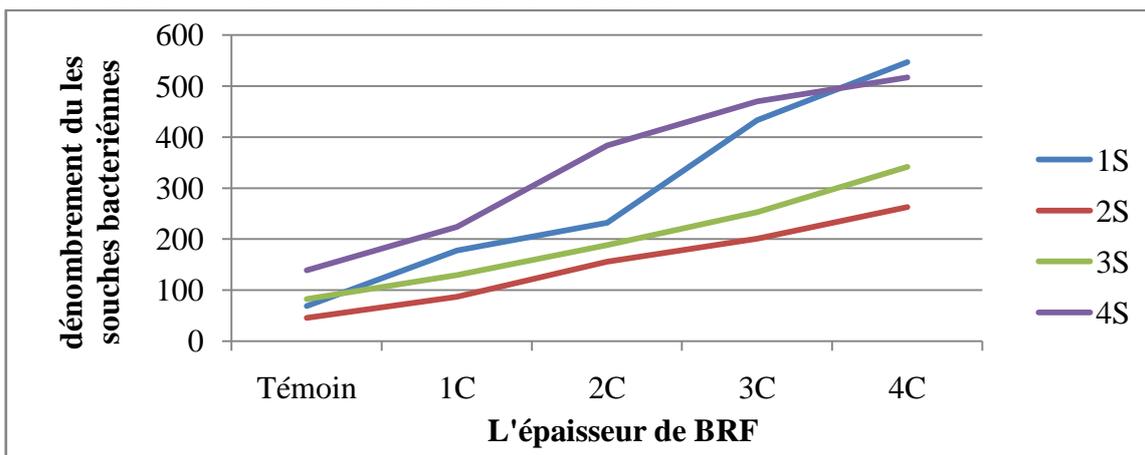


Figure 32 : Présentation de dénombrement des souches bactériennes obtenues après l'ensemencement de solution du sol.

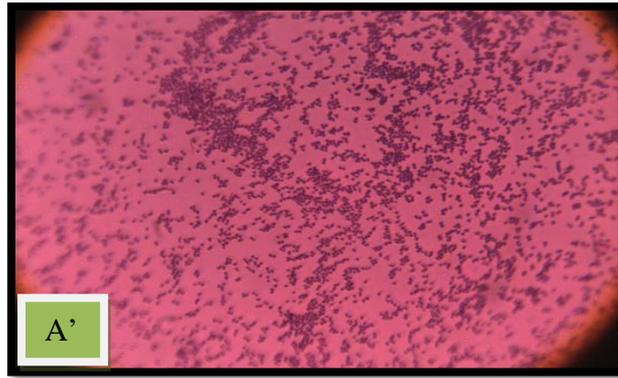


Figure 33: Observation microscopique ($\times 100$) de souche bactérienne après la coloration de Gram.

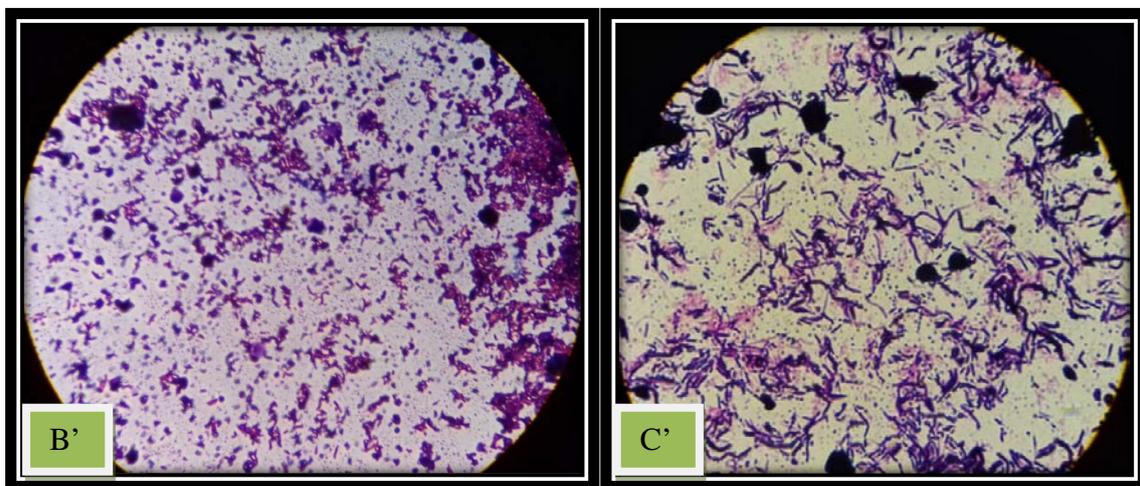


Figure 34: Aspects microscopique ($\times 100$) des colonies des bactéries après la coloration de Gram , (A') (B') Bacille et (C') Cocus.

On remarque dans les **figures 29 et 32**, qu'il y a 5 souches fongique (S1 ; S2 ; S3 ; S4 ; S5) qui ont des nombres élevés en parallèle avec l'augmentation de l'épaisseur de couche de BRF. Et pour les souches bactériennes, il y a 4 souches, leurs nombres augmentent aussi avec l'augmentation de l'épaisseur de couche de BRF. Les **figures 30, 31, 33 et 34** montrent l'aspect microscopique des champignons et des bactéries.

II. Discussions

II.1. L'interprétation de l'effet de l'apport du BRF sur les paramètres liés à la plante

L'augmentation du coefficient et du pourcentage de germination dans les différents traitements du BRF de 0,028 pour Ctrl jusqu'à 0,048 pour WoChpA100 et de 92,9% pour Ctrl jusqu'à 100% pour WoChpA100 est due à la conservation du taux d'humidité et de la capacité du sol à retenir l'eau (Greenly et Rakow, 1995; van Donk, Lindgren, Schaaf, Petersen et Tarkalson, 2012), qui sont les deux facteurs importants de la germination en plus de l'aération et de la température approprié. Ces conditions permettent la stimulation des hormones au niveau des tubercules ce qui active les enzymes responsables du lancement du processus de germination et d'augmenter finalement le pourcentage et le coefficient de germination (Asselineau, Domenech et André, 2007).

On remarque une augmentation de longueur de la tige de 100% entre le traitement Ctrl et WoChpA100, et l'augmentation de la surface à plat foliaire de 73,6 % de 2549,01 cm² pour le traitement Ctrl à 18762,49 cm² pour le traitement WoChpA100.

Le poids frais augmente aussi de 0,291g pour le traitement Ctrl à 1,301g pour le traitement WoChpA100, le poids sec de 0,122g pour le traitement Ctrl à 0,622g pour le traitement WoChpA100.

Les copeaux de bois raméal fragmenté sont principalement composés de cellulose, d'hémicelluloses, de lignine, de protéines, de sucres et d'acides aminés ainsi que de métabolites secondaires comme les polyphénols (Lemieux, 1987; Tissaux, 1996). L'approvisionnement en azote constitue le facteur principal de la production de pomme de terre suite à l'apport de matières ligneuses (Beauchemin *et al.*, 1990; Beauchemin *et al.*, 1992; Lemieux, 1987). Cette augmentation d'azote conduit à l'accélération de l'activité d'auxine et gibbérelline et de la synthèse des protéines impliquées dans la division cellulaire. Le résultat final de tout cela est l'augmentation de la longueur de la tige et la surface foliaire qui se répercute sur le poids frais et sec de la plante (Kandeel, Hussein et Farghaly, 1991). Cet effet positif sur la plante et sur le rendement a été aussi observé dans les travaux de (Miyasaka *et al.*, 2001; Obiefuna, 1991; Salau *et al.*, 1992). après un apport de BRF (mulch de copeaux) dans des sols moins sableux de la première culture. Ces résultats, obtenus en conditions tropicales, doivent être confirmés en climat saharien aride.

La disponibilité de l'azote a un effet positif aussi sur l'intensité de la photosynthèse et la concentration en chlorophylle et sur les processus métaboliques de la composition des composés organiques dans les plantes, allongement et division cellulaire (Soleymani et Shahrajabian, 2012). Ce qui implique une augmentation significative de la hauteur de la plante, du système racinaire, de l'expansion de la feuille, du nombre total de feuilles et de l'accumulation de la matière sèche et de la teneur en Protéines dans les feuilles (Smith, Papendick, Bezdicek et Lynch, 1993).

L'amendement en BRF surtout en mulch améliore généralement les propriétés physiques et hydriques du sol par rapport au témoin (Barthès, Manlay et Porte, 2010). D'après (Asselineau, Domenech et André, 2007). Le BRF augmente la synthèse des composants organiques (protéine, lipides, glucides...) par l'amélioration des processus de photosynthèse et de la respiration.

II.2. L'interprétation de l'effet de BRF sur le pourcentage et le coefficient de la germination de la plante

On interprète l'augmentation dans le pourcentage et le coefficient de germination dans les différentes épaisseurs de BRF en raison de l'augmenter au taux d'humidité et la capacité du sol à retenir l'eau, qui sont des facteurs importants pour la germination en plus de l'aération et à la température approprié ; ces conditions permettent la stimulation des hormones au niveau des tubercules. Ces hormones activent les enzymes responsables de lancer le processus de germination, ce qui conduit finalement à l'augmentation du pourcentage de germination (Asselineau, Domenech et André, 2007).

Ainsi que ces résultats sont conformes avec les résultats de test de germination sur des laitues en comparant avec une terre ayant reçu de BRF. Au bout de 5 jours, 70% des graines ont germé avec BRF contre seulement 30% sur témoin (BENOIT ; 2005 in ELEA et GILLES., 2007).

II.3. L'interprétation de l'effet de BRF sur la surface foliaire et la longueur de tige de la plante

Le BRF est un engrais vert riche en matière organique qui produit une augmentation d'azote assimilable pour la plante, cette augmentation conduit à l'activité de l'auxine et gibbéréline et synthèse des protéines impliquées dans la division. Le résultat final de tout cela est l'augmentation de longueur de tige et la surface foliaire de la plante (Kandeel, Hussein et Farghaly, 1991).

II.4. L'interprétation de l'effet de BRF sur les poids frais et secs de la plante

La plus grande partie de la masse de la plante vient de l'atmosphère et est composée des éléments chimiques tels que l'azote. Les mycobiziens vivant en partie dans les racines des plantes et en partie dans le sol, ces champignons améliorent la fixation d'azote atmosphérique, et les bactéries symbioses assimilent l'azote par la dégradation de matière organique. En plus, la technique du BRF augmente l'humidité de sol et la fixation du CO₂. Le BRF augmente la synthèse des composants organiques (protéine, lipides, glucides...) par l'amélioration des processus de photosynthèse et respiration (Asselineau, Domenech et André, 2007).

II.5. L'interprétation de l'effet de BRF sur la teneur de chlorophylle et le dosage de protéine dans les feuilles de la plantes

On interprété l'augmentation de la teneur de chlorophylle et le dosage des protéines dans les feuilles de la plante en raison d'ammonification d'azote organique de BRF (matière organique fraîche) et la fixation d'azote atmosphérique à l'aide des tes microorganismes vivants dans le sol ; l'azote est très important pour la synthèse des chlorophylles et l'assimilation de cet élément améliore les processus de photosynthèse et la respiration, ce qui conduit à augmenter la synthèse des protéines au niveau des feuilles (Bojović et Stojanović, 2005; Rady, 2012).

II.6. L'interprétation de l'effet de l'apport du BRF sur les propriétés physico chimiques de sol

L'apport de BRF enrichit le sol en matière organique et en nutriments, ce qui stimule l'activité biologique et améliore ensuite la disponibilité des nutriments pour les plantes (Barthès, Manlay et Porte, 2010).

Les résultats obtenus montrent que la conductivité électrique augmente de 0,648 µs/cm pour le traitement de contrôle à 1,832 µs/cm et pour le traitement WoChpA100. L'augmentation de la conductivité électrique est due à la minéralisation de ce substrat organique dans le sol. Par ailleurs, les résultats obtenus en fin de l'essai montrent que le BRF apporté au sol permet d'équilibrer le pH en acidifiant le sol sableux de 0,9 unités ce qui provoque la solubilisation des éléments nutritifs et augmente leur disponibilité à la plante.

Quant aux teneurs en éléments nutritifs potassiums K, phosphore P, azote totale Nt, matière organique (MO) et carbone C, les résultats obtenus montrent que l'apport de BRF augmente significativement la teneur de ces éléments dans le sol toutefois, les meilleurs résultats ont été enregistrés au niveau du traitement WoChpA100.

L'augmentation de potassiums K après l'apport de BRF, a été confirmée par les résultats des travaux de (Soumare *et al.*, 2002), dans la culture de tomate suivant une application de BRF dans un sol sableux du Sénégal. Cet auteur a observé une augmentation significative de la CEC et de la teneur en K après l'apport de cet amendement.

Pour l'augmentation de la teneur en phosphore P, ces résultats ont été confirmés par les travaux d'Obifuna (1991) concernant des mulchs de copeaux. Sur sol sablo-argileux du Nigeria cultivé par une culture d'ananas fertilisée, qui observe que la teneur en P est significativement plus élevée dans la parcelle traitées par le mulch de copeaux. Aussi les travaux de Kwabiah et al. (2003) sur sol argilo-sableux du Kenya Cultivé en maïs, dans lequel la teneur en P assimilable augmente positivement avec l'apporte BRF, quelques mois après l'application de cet apport ligneux sur le sol. Mais ces résultats sont contredits par les travaux de Tremblay et Beauchamp (1998) (Tremblay J et CJ, 1998) Sur sol sableux cultivé en pomme de terre avec fertilisation complète après l'ajout de BRF la teneur en phosphore P diminue significativement dans le sol, qu'ils attribuent a son immobilisation par la microflore.

Pour l'azote total, la minéralisation biologique se produit simultanément dans un sol amendé qui a reçus des apports en résidus ligneux qui ont des rapports C/N élevés. Au cours de la minéralisation de la matière organique du sol, une partie de l'azote libéré est utilisée par la microflore pour la synthèse de nouvelles cellules, qui influent sur la teneur en azote dans le sol (Allison, 1973). Les résultats obtenus par Obiefuna(1991) confirment nos résultats, concernant des mulchs en copeaux sur sol sablo-argileux du Nigeria portant une culture d'ananas observe une teneur en NO₃⁻ significativement supérieure par rapport au témoin. Ces résultats ont été contredits, par les travaux de Salau et al.(1992), sur un sol plus argileux cultivé en bananier, l'effet du mulchs n'a pas été significatif sur la teneur en azote. Les travaux de Lalande et al.(1998) sur un sol sablo-limoneux cultivé en oignon, montrent un effet significatif de la teneur en azote après l'application du BRF (Lalande *et al.*, 1998) .

Pour la matière organique MO, la teneur en carbone C et le rapport C/N, on explique l'augmentation de la teneur de carbone par la vitesse très élevée de la décomposition du BRF (vert) à cause des conditions favorables à la biodégradation (température, humidité et sol sableux) qui par la suite provoque la minéralisation du carbone. La nature du BRF (taux en lignine) aussi joue un rôle important dans la vitesse de la biodégradation. Tout ça stimule l'activités biologique du sol et devient très active et le rapport C/N diminue (Allison, 1973).

II.7. L'interprétation de l'effet de BRF sur l'activité microbiologique du sol

Le sol compose sous l'influence des facteurs physiques, chimiques et biologiques, il a une partie minérale qui effectuée par l'altération de la roche mère, avec une autre partie qui consiste dans la matière organique dans leurs différents stades de décomposition, en plus de l'eau, l'air et les organismes vivants (Davet, 1996).

Il y a une relation entre la fraction organique du sol et les microorganismes vivants qui dégradent la matière organique, ce qui améliore la fertilité chimique du sol. Et l'augmentation de matière organique conduit à l'augmentation le dénombrement des microorganismes.

La pédofaune joue un rôle de premier plan dans la décomposition initiale de la matière organique fraîche en assurant la fragmentation des tissus végétaux, Les transformations ultérieures, de nature enzymatique, sont assurées par l'activité microbienne et fongique. Les champignons assurent généralement avec les actinomycètes la minéralisation des résidus végétaux les plus résistants (Drouet, 2010).

L'application du BRF favorise la réinstallation de l'activité biologique de sol. En effet d'après Temblay et Beauchamp (1998), l'incorporation de BRF a stimulé temporairement le développement des populations de champignons alors que les populations des bactéries et d'actinomycètes sont demeurées stables. Par ailleurs, Larochelle (1994) a observé que la mésofaune est plus abondante avec le BRF (jusqu'à 23 fois).

II.8. L'interprétation de l'effet de BRF sur le rendement de pomme de terre

L'application du fumier organique notamment le BRF au sol dans les conditions hyperarides de la région saharienne induit une forte amélioration des paramètres de rendement de la pomme de terre par rapport au témoin, indépendamment du niveau de la salinité, au niveau des sols des sites expérimentaux (Oustani et Halilat, 2006).

Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par les travaux sur un sol sableux du Niger en culture continue de mil, (Wezel et Böcker, 1999) qui montrent qu'un mulch de 1 et 2 t MS/ha de branches de *Guiera senegalensis* permet une augmentation de 70-80 % du rendement des deux cultures suivantes. Et les travaux sur un sol limono-argileux du Vietnam, (Fagerström *et al.*, 2001) mesurent un rendement en riz pluvial plus élevé avec un mulch de BRF de *Tephrosia candida* (legumineuse).

Les autres travaux aussi concernent des mulchs de copeaux de bois. Sur un sol sablo argileux du Nigeria cultivé en ananas avec apport d'engrais NPK, (Obiefuna, 1991) note que le rendement est significativement plus élevé avec des copeaux de bois.

Sur sol sablo-argileux du Nigeria sous bananier avec apport d'engrais NK, Salau et al. (1992) montrent qu'un mulch de 50 t MS/ha de copeaux permet d'augmenter les récoltes successives de 26 et 40 % (significatif la seconde année) par rapport au témoin sans mulch et avec mulch de paille l'augmentation est plus forte (65-82 %) et significative dès la première récolte.

L'amélioration des paramètres de rendement en réponse à l'apport de bois raméal fragmenté, peut être due à la libération rapide et continue de nutriments (Azote, potassium, phosphore et oligo-éléments) à partir de cet apport, ce qui a permis de satisfaire les besoins nutritionnels de la pomme de terre durant tous les stades de son cycle productif (Oustani et Halilat, 2006; Tissaux, 1996).

Les BRF sont principalement constitués de cellulose, d'hémicelluloses, de lignine, de protéines, de sucres et d'acides aminés ainsi que de métabolites secondaires comme les polyphénols (Fagerström, Van Noordwijk, Phien et Vinh, 2001; Haider, 1992; Larochelle *et al.*, 1993; Lemieux, 1987). Cependant, leur composition, ainsi que leur concentration en nutriments, varient considérablement par rapport au bois caulinaire (Larochelle, Pagé, Beauchamp et Lemieux, 1993; Miller, 1984).

La décomposition de BRF est un phénomène complexe influencé par l'activité et la demande en nutriments des hétérotrophes, par les conditions environnementales régulant ces activités et par des différences dans la sapidité et le contenu en nutriments des tissus selon les espèces, ainsi que par la mobilité des éléments nutritifs (Gosz *et al.*, 1973).

Après un apport de matière organique en général ou BRF, le processus de décomposition est enclenché. Il en résulte une explosion biologique et les besoins en azote sont très importants pendant les premiers jours (Allison, 1973).

Le ratio C/N diminue en fonction du temps. Le carbone est perdu régulièrement (CO₂) mais l'azote est immobilisé dans les tissus des micro-organismes. Si le ratio C/N est trop élevé, les micro-organismes puisent alors dans les réserves en azote du sol, rentrant ainsi en compétition avec les plantes, car cet élément n'est plus disponible pour leur croissance. Suivant l'évolution, la communauté initiale meurt et l'azote ainsi libéré est assimilé par les populations suivantes ou par les plantes (Allison, 1973).

La minéralisation nette apparaît quand le ratio C/N de la matière organique chute à un niveau pour lequel la concentration en azote n'est pas limitée, c'est-à-dire au niveau du ratio C/N des micro-organismes (Swift *et al.*, 1979). Le ratio critique C/N se situe autour de 20-25. Un substrat à C/N faible favorise donc la minéralisation nette alors qu'un autre à C/N élevé

favorise l'immobilisation nette (Dommergues, Mangenot et Yvon Dommergues, 1970; Swift, Heal, Anderson et Anderson, 1979).

III. Conclusion

L'objectif de cette partie de notre travail était d'optimiser l'utilisation de bois raméal fragmenté comme matière organique de la culture de la pomme de terre (variété Spunta) par l'étude des effets de doses croissantes de bois raméal fragmenté sur certains paramètres biométriques et physiologiques (paramètres de croissance végétative et de rendement).

Cet objectif s'inscrit dans le contexte scientifique de la compréhension de la réponse morphologique, physiologique et biochimique de la pomme de terre à des techniques culturales basées sur l'amendement en bois raméal fragmenté en conditions sahariennes.

Les résultats obtenus ont montré une augmentation significative des paramètres de croissance végétative et ceux du rendement en présence des doses croissantes du bois raméal fragmenté par rapport au témoin. L'effet de la dose WC100 (100 m³/ha) a montré les meilleures performances en termes de croissance, de rendement, d'état nutritionnel et des contenus foliaires en protéine et en chlorophylle. Cela signifie que la technique de bois raméal fragmenté appliquée sur la pomme de terre de façon significative encourage la capacité des plantes à produire de vigoureux caractères végétatifs.

Sur le plan agronomique, les résultats obtenus nous permettent de recommander la dose de 100 m³/ha de bois raméal fragmenté, comme une dose optimale dans les conditions des régions sahariennes. Toutefois, pour bien exploiter ces résultats et maximiser la rentabilité du bois raméal fragmenté sur la culture de la pomme de terre, une étude économique est donc indispensable afin de déterminer l'optimum économique et de rentabiliser l'utilisation de ce type de déchet comme amendement organique en agriculture saharienne.

Néanmoins, il faut souligner certains problèmes qui limitent l'utilisation de cette technique surtout sur le plan environnemental de la région d'étude. La disponibilité de l'essence de bois raméal fragmenté est rare, puisque dans cette étude on utilise deux espèces d'arbres *Lucena* (*Lucaena leucocephala*) et l'olivier (*Olea europaea*). Par ailleurs, il faut signaler que dans les grandes superficies des cultures, on peut enregistrer l'insuffisance de ces sources qu'on peut remplacer par d'autres arbres disponibles surtout les légumineuses.

Conclusion générale

Cet travail qui correspond à l'amélioration des propriétés physico-chimiques et microbiologiques du sol sableux, ainsi que sur les paramètres de croissances des plantes dans les conditions des régions sahariennes a travers l'utilisation des techniques culturales de bois raméal fragmenté, nous a permis de comprendre un certain nombre de points concernant l'importance des amendements en bois raméal pour l'amélioration de la productivité du sol sableux et de participer à combler le manque permanent en matière d'études pédo-biologiques et agronomiques dans ces régions.

L'ajout de BRF enrichit le sol en matière organique et en nutriments qui stimulent l'activité biologique, en particulier l'activité fongique. Cette stimulation améliore ensuite la disponibilité des nutriments pour les plantes. Mais le BRF peut provoquer la mobilisation de N et de P. De plus, en particulier en mulch, le BRF a un effet positif sur les propriétés physiques et hydrauliques du sol.

De nombreux facteurs modifient ces effets avec des proportions inconnues: espèces utilisées, diamètre des branches, dimension des fragments, dose, etc.

Cette étude montre que l'apport de bois raméal fragmenté a un effet hautement significatif sur les propriétés physico-chimiques du sol pour ce qui est de la conductivité électrique CE : 1,832 $\mu\text{s}/\text{cm}$, le pH: 6,8, le potassium K: 275,53 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, le phosphore P: 90,38 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, l'azote total Nt: 201,4 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, la matière organique MO: 0,12% et le carbone C: 0,07%, et un effet significatif pour le rapport C/N : 3,46. Et aussi sur les paramètres de croissance de la pomme de terre, ainsi que sur certains paramètres physiologiques de la plante nous avons enregistré des évolutions significatives au niveau du coefficient de germination 0,048 et de pourcentage de germination 100%, dans la longueur de la tige : 18,5 cm et de la surface à plat foliaire : 24,32 cm^2 , ce qui se répercute sur le poids frais des feuilles : 1,30 g et le poids sec : 0,622g et de la teneur relative en eau: 74,93%. Et sur les paramètres microbiologiques de sol, l'application du BRF favorise la réinstallation de l'activité biologique et augmente le nombre des populations des champignons et des bactéries.

En conclusion de notre travail de recherche, nous jugeons utile de rappeler l'objectif scientifique primordial de cette étude, qui consiste à apporter une contribution à l'étude des possibilités d'utilisation de bois raméal fragmenté comme substitution de la méthode traditionnelle et conventionnelle basée sur les matières organiques d'origine animale, pour

l'amélioration de la caractéristique physico-chimique, microbiologique et la production de la plante en conditions sahariennes.

Principaux résultats de cette étude

Les résultats obtenus ont montré une richesse de bois raméal fragmenté en éléments fertilisants. En effet, l'intérêt agronomique pour ce bois raméal porte essentiellement sur l'apport de la matière fertilisante.

Les résultats proportionnels de la composition biochimique ont montré des teneurs en cellulose et en lignine élevée dans ce bois raméal fragmenté.

Cette étude confirme l'effet favorable de produits organiques testés sur l'ensemble des paramètres physiques et physico-chimiques étudiés du sol sableux.

Concernant l'essai au champ, les résultats obtenus ont révélé une augmentation significative et proportionnelle de la plupart des paramètres de croissance végétative, de rendement, de l'état nutritionnel et de la teneur en protéine et chlorophylle de la pomme de terre étudiée (biométriques, physiologiques et biochimiques) en réponse à la dose croissante de bois raméal fragmenté par rapport au témoin.

Limites et perspectives de recherches de cette étude

Les résultats obtenus à l'issue de cette étude sont très intéressants et encourageants notamment dans le domaine de l'amélioration des techniques culturales de fertilisation organique qui reste mal connu, par suite des rares travaux qui ont abordé cette thématique surtout le bois raméal fragmenté dans le contexte saharien. Néanmoins, cette étude présente certaines limites permettant ainsi de proposer des perspectives à ce travail et d'ouvrir la voie vers la poursuite et l'approfondissement de ces premières expériences.

Sur le plan agronomique et écologique

Ce travail apporte des solutions au problème de fertilité des sols sahariens, et corrige la pratique actuelle dans ces sols. La gestion de ces dernières et la maîtrise de l'approvisionnement en intrants constituent donc des facteurs clés de l'intensification des cultures des sols sahariens (milieu aride) pour arriver à une augmentation de la production.

Il faut dire aussi que les amendements en matière organique ou en engrais induisent des phénomènes économiques et sociaux sur le développement de l'agriculture, et l'optimisation de l'utilisation des produits organiques et les effets secondaires sur le sol et sur

la culture elle-même nécessite des campagnes de vulgarisation et de communication avec les agriculteurs directement sur la base des travaux et des résultats scientifiques.

Pour assurer une bonne production végétale, il est important d'ajouter les apports organiques (BRF), il reste à assurer leurs disponibilités et le coût engendré par leur utilisation. Les doses économiques optimales pour lesquelles l'utilisation de BRF est rentable dépendent surtout de la disponibilité des «essences» en arbre. À ce titre, il est intéressant d'entamer des études économiques détaillées afin de rentabiliser l'utilisation de BRF comme des fertilisants organiques en agriculture saharienne.

L'amendement de BRF en mulch provoque une action indirecte sur la croissance de la pomme de terre, en favorisant l'évolution des propriétés physiques et chimiques par l'augmentation de l'assimilabilité des éléments nutritifs au niveau du sol sableux.

En conclusion de ce modeste travail, nous proposons de poursuivre les travaux sur cette technique de BRF avec:

Une étude à long terme pour statuer sur le temps de séjour de BRF dans le sol avant la mise en place de la culture, la période d'épandage mais surtout sur les effets résiduels.

Des recherches doivent aussi être menées pour évaluer le contenu fibretiques des essences utilisées de BRF et voir les effets sur la phytotoxicité de pomme de terre (var. Spunta), mais également identifier et quantifier les composés phénoliques impliqués.

Enfin, les résultats obtenus à l'issue de cette étude sont encourageants et ouvrent la voie vers la poursuite et l'approfondissement de ces premières expériences.

Références bibliographiques

1. Agbenin J, 2004. *Mirsal, IA Soil Pollution: Origin, Monitoring, Restoration*. Springer Verlag, Heidelberg,. *European Journal of Soil Science* 55: 634-635.
2. Allison FE, 1973. *Soil organic matter and its role in crop production*. Elsevier, p.
3. Altieri MA, 2002. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 93: 1-24. doi:10.1016/S0167-8809(02)00085-3.
4. ANRH, 2005. Inventaire des forages d'eau de la wilaya d'El Oued. La Direction régionale Ouargla. Algérie. In: Editor ed^eds, *Book Inventaire des forages d'eau de la wilaya d'El Oued*. La Direction régionale Ouargla. Algérie. p.
5. ANRH, 2009. Inventaire des forages d'eau de la wilaya d'El Oued. La Direction régionale Ouargla. Algérie. In: Editor ed^eds, *Book Inventaire des forages d'eau de la wilaya d'El Oued*. La Direction régionale Ouargla. Algérie., p.
6. Arnold PW, 1962. The potassium status of some English soils considered as a problem of energy relationships. *Proc. Fertiliser Soc No.* 72: 25-43.
7. Asselineau É, Domenech G, André J, 2007. De l'arbre au sol: les bois raméaux fragmentés. Rouergue, p. 190.
8. Badiane NNY, Chotte J-L, Pate E, Masse D, Rouland C, 2001. Use of soil enzyme activities to monitor soil quality in natural and improved fallows in semi-arid tropical regions. *Applied soil ecology* 18: 229-238.
9. Bamouh H, 1999. Technique de production la culture de pomme de terre, bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA. N 58: 1-15.
10. Barr H, Weatherley P, 1962. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. *Aust J Biol Sci* 15: 28. doi:10.1071/BI9620413.
11. Barthès BG, Manlay RJ, Porte O, 2010. Effets de l'apport de bois raméal sur la plante et le sol: une revue des résultats expérimentaux. *Cahiers Agricultures* 19: 280-287 (281). doi:10.1684/agr.2010.0412.
12. Barthes BG, Penche A, Hien E, Deleporte P, Clermont-Dauphin C, Cournac L, Manlay RJ, 2015. Effect of ramial wood amendment on sorghum production and topsoil quality in a Sudano-Saharan ecosystem (central Burkina Faso). *Agroforestry Systems* 89: 81-93. doi:10.1007/s10457-014-9759-5.
13. Beauchamp J, 2006. L'eau et le sol. Univ. Picardie Jules Verne Available at u-picardie.
14. Beauchemin S, Laverdiere MR, N'dayegamiye A, 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. *Canadian journal of soil science* 70: 555-564. doi:10.4141/cjss90-058.
15. Beauchemin S, Laverdière MR, N'dayegamiye A, 1992. Effets d'amendements ligneux sur la disponibilité d'azote dans un sol sableux cultivé en pomme de terre. *Canadian journal of soil science* 72: 89-95. doi:10.4141/cjss92-008.
16. Ben abdelhamid F, Zaater, Abdelmalek, 2016. Enquête d'évaluation de l'impact des produits phytosanitaire sur l'Environnement (Cas des pesticides dans la Vallée de Oued Souf). Univ. Ghardaïa.
17. Bernhards U, 1998. *La pomme de terre Solanum tuberosum L*. Institut National Agronomique Paris-Grignon, Paris.
18. Blazauz J M., 1997 *Origine et diffusion de la culture*. Encyclopédie mondiale de l'olivier COI (Ed.): pp.19-58.
19. Bojović BM, Stojanović J, 2005. Chlorophyll and carotenoid content in wheat cultivars as a function of mineral nutrition. *Archives of Biological Sciences* 57: 283-290.
20. Bonhomme R, Ruget F, Derieux M, Vincourt P, 1982. Relations entre production de matière sèche aérienne et énergie interceptée chez différents génotypes de maïs. *Comptes rendus des seances de l'Academie des Sciences. Serie III. Sciences de la Vie*.
21. Bonhomme R, Varlet-Grancher C, 1978. Estimation of the gramineous crop geometry by plant profiles including leaf width variations. *Photosynthetica*.

22. Boufares K, 2012. Comportement de trois variétés de pommes de terre (Spunta, Désirée et Chubaek) entre deux milieux de culture substrat et hydroponique.
23. Boumlik., 1995 Systématique des spermaphytes. In: Editor ed^eds, Book Systématique des spermaphytes. Edition Office des Publications Universitaire. Ben Aknoun. (Alger), p. p80.
24. Bradford MM, 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical biochemistry* 72: 248-254.
25. Brandon N, Shelton H, 1993. The role of mycorrhizas in establishment of leucaena. In: Editor ed^eds, Book The role of mycorrhizas in establishment of leucaena. p.
26. Brewbaker JL, 1987. Leucaena: a multipurpose tree genus for tropical agroforestry. *Agroforestry: a decade of development*: 289-323.
27. Castany G, 1982. Bassin sédimentaire du Sahara septentrional (Algérie-Tunisie)—Aquifères du continental intercalaire et du complexe terminal. *Bull. BRGM* 2: 127-147.
28. Catalisano A, Massa B, de Pass J, 1986. Le désert saharien. Larousse, p.
29. Chaussod R, Breuil M, Echairi A, Nouaïm R, Nowak V, Ranjard L, 1996. La qualité biologique des sols. Évaluation et implications, *Étude et gestion des sols* 3: 261-278.
30. Chedala S, Moulati H, 2008. Contribution à l'étude de l'impact de la remontée de la nappe phréatique à Oued-Souf sur la composition floristique des Ghoutes. *Mémoire Ing. Univ Ouargla*.
31. Christophe N, 2007. La libération de composés organiques par les racines (rhizodéposition): modélisation et impact sur la biodisponibilité des éléments minéraux pour les plantes.
32. Cornet A, 1961. Initiation à l'hydrogéologie saharienne. Cours ronéoté destiné aux officiers du cours préparatoire aux Affaires sahariennes. SES Birmandreis, Alger, 108p.
33. Cornet A, Gouscov N, 1952. Les eaux du Crétacé inférieur continental dans le Sahara algérien. Nappe dite "Albienne")-1952-26 pages-La géologie et les problèmes de l'eau en Algérie. XIXe Congrès géologique international 2.
34. D.S.A, 2005. Direction des services agricoles, EL Oued.
35. D.S.A, 2015. Direction des services agricoles, EL Oued
36. Daïan J-F, 2013. Equilibre et transferts en milieux poreux.
37. Daoud Y, Halitim A, 1994. Irrigation et salinisation au Sahara algérien. *Science et changements planétaires/Sécheresse* 5: 151-160.
38. Davet P, 1996. Vie microbienne du sol et production végétale. Editions Quae, p.
39. De Vries FT, Liiri ME, Bjornlund L, Bowker MA, Christensen S, Setälä HM, Bardgett RD, 2012. Land use alters the resistance and resilience of soil food webs to drought. *Nature Climate Change* 2: 276. doi:10.1038/nclimate1368.
40. Dedi J, Allou K, 2015. Etude du pouvoir germinatif de quatre variétés de riz que sont GIZA 178, WAB 56-50, LOHININI, DANANE et identification des champignons présents sur les grains en germination. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie* 11: 161-171.
41. Demolon A, 1966. Dynamique du sol. Dunod, p.
42. Dommergues Y, Mangenot F, Yvon Dommergues FM, 1970. Ecologie microbienne du sol. In: Editor ed^eds, Book Ecologie microbienne du sol. Masson, p.
43. Doré C, Varoquaux F, 2006. Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Editions Quae, p.
44. Dreux P, 1980. précis d'écologie—Ed. Presse universitaire de France, paris p231.
45. Drouet T, 2010. Pédologie. In: Editor ed^eds, Book Pédologie. BING-F-302. Ed. Lagev, 140p, p.
46. Dubost D, Moguedet G, 2002. La révolution hydraulique dans les oasis impose une nouvelle gestion de l'eau dans les zones urbaines. *Méditerranée* 99: 15-20.
47. Duchaufour P, 1977. Pedology. 1. Pedogenesis and classification. Masson SA, p.
48. Duchaufour P, 1985. La fertilité du sol: le point de vue du forestier. Le point de vue de
49. l'agronome. In: Editor ed^eds, Book La fertilité du sol: le point de vue du forestier. Le point de vue de
50. l'agronome. *Comptes Rendus des Seances de l'Académie d'Agriculture de France.*, p.
51. Duchaufour P, 1991. Pedology: soil, vegetation, environment. Masson, p.
52. Duchaufour P, 2001. Introduction à la science du sol.
53. Ellisèche D, 2008. Production de pomme de terre; quels défis pour aujourd'hui et pour demain.
54. ENAGEO, 1993. Entreprise nationale de géophysique, division exploitation sismique. Extension de l'étude géophysique par sondage électrique de la région du Souf. 66p.

55. Ewel JJ, 1999. Natural systems as models for the design of sustainable systems of land use. *Agroforestry Systems* 45: 1-21. doi:10.1023/A:1006219721151.
56. Fagerström MH, Van Noordwijk M, Phien T, Vinh NC, 2001. Innovations within upland rice-based systems in northern Vietnam with *Tephrosia candida* as fallow species, hedgerow, or mulch: net returns and farmers' response. *Agriculture, ecosystems & environment* 86: 23-37.
57. Fall A, Lô M, 2009. Etude de référence sur les céréales: mil, sorgho, maïs et fonio au Sénégal, in. Etude de référence du programme sur la productivité agricole au Sénégal dans le cadre du projet WAAPP, Dakar 138.
58. Feller C, Beare M, 1997. Physical control of soil organic matter dynamics in the tropics. *Geoderma* 79: 69-116.
59. Flahault R, 1886. L'olivier. *Ann. Ecole Nat. Agric. Montpellier* 2.
60. Fontanazza G, Preziosi P, 1969. L'Olivo e le basse temperature. *Osservazioni su* 37: 737-745.
61. Gardi R, 1973. Sahara. Paris: Kummerly et Frey, p. 49-51.
62. Gobat J-M, Aragno M, Matthey W, 1998. Le sol vivant, base de pédologie, biologie des sols. Presses polytechniques et universitaires romandes. Collection gérer l'environnement 14.
63. Gobat J-M, Aragno M, Matthey W, 2010. Le sol vivant: bases de pédologie, biologie des sols. PPUR Presses polytechniques, p.
64. Gosz JR, Likens GE, Bormann FH, 1973. Nutrient release from decomposing leaf and branch litter in the Hubbard Brook Forest, New Hampshire. *Ecological monographs* 43: 173-191.
65. Greenly KM, Rakow DA, 1995. The effect of wood mulch type and depth on weed and tree growth and certain soil parameters. *Journal of Arboriculture* 21: 225-225.
66. Gregorich E, Beare M, McKim U, Skjemstad J, 2006. Chemical and biological characteristics of physically uncomplexed organic matter. *Soil Science Society of America Journal* 70: 975-985.
67. Gros A, 1976. Engrais: guide pratique de la fertilisation. France: La Maison Rustique, Paris, p. 430 PP.
68. Guendouz A, Reghis Z, Moulla A, 1992. Etude hydrochimique et isotopique des eaux souterraines de la cuvette de Ouargla. Rapport n1, 65 p, Rapport n2, 30p.
69. Ha K, Marschner P, Bünemann E, 2008. Dynamics of C, N, P and microbial community composition in particulate soil organic matter during residue decomposition. *Plant and Soil* 303: 253-264.
70. Haider K, 1992. Problems related to the humification processes in soils of temperate climates. *Soil biochemistry* 7: 55-94.
71. Halilat MT, Tessier D, 2006. Amélioration de la rétention en eau de matériau sableux par ajout de bentonite. *Cahiers Agricultures* 15: 347-353 (341).
72. Halitim A, 1988. Sols des régions arides d'Algérie. Ed. OPU, Alger, 384p. xpérimentale de sable additionné d'argile. Thèse Doc. INA Paris.
73. Halitim A, 2011. L'aridoculture et le développement durable.
74. Hughes CE, 1998. *Leucaena: A genetic resources handbook*. Oxford Forestry Institute, University of Oxford, p.
75. Hughes CE, Bailey CD, Harris SA, 2002. Divergent and reticulate species relationships in *Leucaena* (Fabaceae) inferred from multiple data sources: insights into polyploid origins and nrDNA polymorphism. *American Journal of Botany* 89: 1057-1073.
76. Izac AN, Swift MJ, 1994. On agricultural sustainability and its measurement in small-scale farming in sub-Saharan Africa. *Ecological economics* 11: 105-125. doi:10.1016/0921-8009(94)90022-1.
77. Kandeel N, Hussein H, Farghaly M, 1991. Effect of different NPK applications on growth, yield and quality of two potato cultivars. *Assiut Journal of Agricultural Sciences (Egypt)*.
78. Khechana S, Derradji E-F, 2012. Management of water resources in a hyper-arid area: strategy and issues (Case of Oued-Souf Valley-South Eastern of Algeria). *Journal of Water Resource and Protection* 4: 922. doi:10.4236/jwarp.2012.411108.
79. Khezzani B, Bouchemal S, 2016. A study of epidemic of typhoid fever in the Souf oasis (Eastern South of Algeria). *Res J Pharm Biol Chem Sci* 7: 1299-1307. doi:10.1016/j.actatropica.2016.11.012.

80. Khezzani B, Bouchemal S, 2018. Variations in groundwater levels and quality due to agricultural over-exploitation in an arid environment: the phreatic aquifer of the Souf oasis (Algerian Sahara). *Environmental Earth Sciences* 77: 142.
81. Killian C, Fehér D, 1939. Recherches sur la microbiologie des sols désertiques; es.
82. Kotowski F, 1926. Temperature relations to germination of vegetable seed. p.
83. Kumar K, Goh K, 1999. Crop residues and management practices: effects on soil quality, soil nitrogen dynamics, crop yield, and nitrogen recovery. *Advances in agronomy* 68: 197-319. doi:10.1016/S0065-2113(08)60846-9.
84. Lal R, 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *science* 304: 1623-1627.
85. Lalonde R, Furlan V, Angers DA, Lemieux G, 1998. Soil improvement following addition of chipped wood from twigs. *American journal of alternative agriculture* 13: 132-137. doi:10.1017/S0889189300007815.
86. Larney FJ, Angers DA, 2012. The role of organic amendments in soil reclamation: A review. *Canadian Journal of Soil Science* 92: 19-38.
87. Larochelle L, Pagé F, Beauchamp CJ, Lemieux G, 1993. Rôle de la mésosofaune dans la dynamique de transformation de la matière ligneuse appliquée au sol.
88. Laussert R. BG, 1998. L'olivier techniques et productions méditerranéenne. (Ed.), Maisonneuve et Larousse, Paris, France, p. 480 p.
89. Lavee S, 1997. L'Olivier: Encyclopédie Mondiale de l'Olivier. Conseil oléicole international, Madrid.
90. Le Berre M, 1990. Faune du Sahara. 2. Mammifères. Paris: Lechevalier, R. Chabaud 360.
91. Lemieux G, 1987. Bois raméal et les mécanismes de fertilité du sol . In: Editor ed^eds, Book Bois raméal et les mécanismes de fertilité du sol . Gouvernement du Québec , Ministère de l'énergie et des ressources, Direction ..., p.
92. Lemieux G, 1996. Cet univers caché qui nous nourrit: le sol vivant. In: Editor ed^eds, Book Cet univers caché qui nous nourrit: le sol vivant. p.
93. Lemieux G, Germain D, 2001. Le bois raméal fragmenté: la clé de la fertilité durable du sol. Groupe de coordination sur les bois raméaux, Université Laval, p.
94. Lemieux G, Lapointe A, 1990. Le bois raméal et la pédogénèse: une influence agricole et forestière directe. Université Laval, Faculté de foresterie et de géomatique, Dép. des sciences forestières, p.
95. Loussert R, Brousse G, 1978. L'olivier. Maisonneuve & Larose, p.
96. Maas E, Hoffman. GJ, 1977. Crop salt tolerance—Current Assessment. *J. of the Irrigation and Drainage Division, American Society of Civil Engineering* 7: 115-134.
97. Manlay RJF, Christian ; Swift MJ, 2007. Historical evolution of soil organic matter concepts and their relationships with the fertility and sustainability of cropping systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 119: 217-233.
98. Martin Prével P, Montagut G, 1966. Essais sol-plante sur bananiers. Fonctions des divers organes dans l'assimilation de P, K, Ca, Mg. *Fruits* 21: 395-416.
99. Messaoud R, Abdelmoumein B, Fattoum L, 2007. Valorisation des sous produits du palmier dattier comme amendement des sols.
100. Miller H, 1984. Dynamics of nutrient cycling in plantation ecosystems. *Nutrition of plantation forests*/edited by GD Bowen, EKS Nambiar.
101. Miyasaka S, Hollyer J, Kodani L, 2001. Mulch and compost effects on yield and corm rots of taro. *Field Crops Research* 71: 101-112. doi:10.1016/S0378-4290(01)00154-X.
102. Morettini A, Bini G, Bellini E, 1972. Comportamento di alcune cultivar di olivo da tavola francesi e spagnole nella Maremma toscana. *Rivista di ortoflorofrutticoltura italiana*: 3-19.
103. Murphy J; Riley JP, 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal Chim Acta* 27: 31-36. doi:10.1016/S0003-2670(00)88444-5.
104. Musy A, Soutter M, 1991. Physique du sol. PPUR presses polytechniques, p.
105. Najah A, 1971. Le Souf des oasis.
106. Obiefuna J, 1991. Establishment of pineapple orchards and soil loss control systems for erodible tropical ultisols of southeastern Nigeria. *Fruits* 46: 145-151.
107. ONA, 2003. Office National de l'Assainissement. Etudes d'assainissement des eaux résiduaires pluviales et d'irrigation: Mesures de lutte contre la remontée de la nappe phréatique Ouargla. In:

- Editor ed^eds, Book Office National de l'Assainissement. Etudes d'assainissement des eaux résiduaires pluviales et d'irrigation: Mesures de lutte contre la remontée de la nappe phréatique Ouargla,. p. 42p.
108. ONM, 2015. Données climatologiques de la région d'El-Oued. In: Editor ed^eds, Book Données climatologiques de la région d'El-Oued. Office National de Météorologie, p. 13 p.
 109. Oustani M, 2011. A Pilot Study to Evaluate the Use of Date Palm Residues (Leaves, Lif, Kornav) as Organic Fertilizer in the Desert Areas. In: Editor ed^eds, Book A Pilot Study to Evaluate the Use of Date Palm Residues (Leaves, Lif, Kornav) as Organic Fertilizer in the Desert Areas. p. 117-124.
 110. Oustani M, 2016. Influence des fertilisants organiques sur la réactivité physico-chimique et le fonctionnement microbiologique d'un sol sableux non salé et sableux salé en conditions d'irrigation par des eaux chargées en sels. Doctorat ès sciences en Agronomie Saharienne, UNIVERSITE KASDI MERBAH - OUARGLA.
 111. Oustani M, Halilat MT, 2006. Contribution à l'étude de l'influence des amendements organiques (fumier de volailles et fumier de bovins) sur l'amélioration des propriétés microbiologiques des sols sableux non salés et salés dans les régions Sahariennes (Cas de Ouargla).
 112. Ozenda P, 1991. Flora and vegetation of the Sahara. CNRS, p.
 113. Polese J-M, 2006. La culture des pommes de terre. p.
 114. Pousset J, 2002. Engrais verts et fertilité des sols. France Agricole Editions, p.
 115. Quezel P, Santa S, Schotter O, 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales-v. 1-2.
 116. Rady M, 2012. A novel organo-mineral fertilizer can mitigate salinity stress effects for tomato production on reclaimed saline soil. South African journal of botany 81: 8-14.
 117. Rahmoune C, Maalem S, Kadri K, Bennaceur M, 2008. Etude de l'utilisation des eaux fortement salées pour l'irrigation des plantes du genre *Atriplex* en zones semi arides. Revue des régions arides: 924-929.
 118. Razika D, 2013. Dénombrement de la biomasse microbienne des sols arides exemple d'un sol salé sous deux types de cultures.
 119. Rey F, Breton V, Meistermann S, Crosaz Y, 2009. Le bois raméal fragmenté (BRF) en végétalisation pour la lutte contre l'érosion de surface.
 120. REY F, BRETON V, MEISTERMANN S, CROSAZ Y, 2009. Le bois raméal fragmenté (BRF) en végétalisation pour la lutte contre l'érosion de surface. In: Editor ed^eds, Book Le bois raméal fragmenté (BRF) en végétalisation pour la lutte contre l'érosion de surface. p.
 121. Rivkind L, 1929. Etude des terres du Sahara. Arch. Inst. Pasteur Algérie 7: 88-93.
 122. Robert M, Varet J, 1996. Le Sol: interface dans l'environnement: ressource pour le développement. Elsevier Masson, p.
 123. Rosecrance R, 1990. Leaflet drop in the *Leucaena* genus. *Leucaena Research Reports* 11: 118-120.
 124. Rousselle P, Robert Y, Crosnier J-C, 1996. La pomme de terre: production, amélioration, ennemis et maladies, utilisations. Editions Quae, p.
 125. Rouvillois-Brigol M, 1975. Le Pays de Ouargla, Sahara algérien: variations et organisation d'un espace rural en milieu désertique. Département de géographie de l'Université de Paris-Sorbonne, p.
 126. Russel EW, 1968. The role of organic matter in soil productivity. In: Editor ed^eds, Book The role of organic matter in soil productivity. Oxford, U.K.: Report of the FAO/IAEA Technical Meeting, p. Pages 3-19.
 127. Sabaou N, Boudjella H, Bennadji A, Mostefaoui A, Zitouni A, Lamari L, Bennadji H, Lefèbvre G, Germain P, 1998. Les sols des oasis du Sahara algérien, source d'actinomycètes, rares producteurs d'antibiotiques. *Science et changements planétaires/Sécheresse* 9: 147-153.
 128. Saibi H, 2003. Analyse qualitative des ressources en eau de la vallée du souf et impact sur l'environnement, région aride à semi-aride d'El Oued.
 129. Saieed NT, 1990. Studies of variation in primary productivity, growth and morphology in relation to the selective improvement of broad-leaved tree species. University College Dublin.
 130. Sakalova M, 1979. Foliage calculation method. *Z. Sci. Agr. Research (TCXA)*: 40-42.

131. Salau O, Opara-Nadi O, Swennen R, 1992. Effects of mulching on soil properties, growth and yield of plantain on a tropical ultisol in southeastern Nigeria. *Soil and Tillage Research* 23: 73-93. doi:10.1016/0167-1987(92)90006-W.
132. Sánchez-Monedero M, Roig A, Cegarra J, Bernal M, 1999. Relationships between water-soluble carbohydrate and phenol fractions and the humification indices of different organic wastes during composting. *Bioresource Technology* 70: 193-201.
133. Sasson A, 1967. Recherches écophysiologicals sur la flore bactérienne de sols de régions arides du Maroc. Travaux de l'institut scientifique cherifien et de la faculté des sciences, p.
134. Smith J, Papendick R, Bezdicsek D, Lynch J, 1993. Soil organic matter dynamics and crop residue management. *Soil Microbial Ecology*, Marcel Dekker, New York: 65-95.
135. Soleymani A, Shahrajabian MH, 2012. Effects of different levels of nitrogen on yield and nitrate content of four spring onion genotypes. *Int J Agric Crop Sci* 4: 179-182.
136. Soltner D, 1988. Les grandes productions végétales, phytotechnie spéciale, 16ème édition, 1988. Collection Sciences et techniques agricoles, Sainte-Gemmes-sur-Loire/ANGERS.
137. Soltner D, 2003. Phytotechnie générale: les bases de la production végétale: le sol, le climat, la plante. Le sol et son amélioration. Sciences et techniques agricoles, p.
138. Soumare M, Mnkeni P, Khouma M, 2002. Effects of *Casuarina equisetifolia* composted litter and ramial-wood chips on tomato growth and soil properties in Niayes, Senegal. *Biological agriculture & horticulture* 20: 111-123.
139. Springer U KJ, 1954. Prüfung der Leistungsfähigkeit von einigen wichtigeren Verfahren zur Bestimmung des Kohlenstoffs mittels Chromschwefelsäure sowie Vorschlag einer neuen Schnellmethode. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 64: 1-26. doi:10.1002/jpln.19540640102.
140. Stauber M, 2016. Le sol et la semence: perspectives juridiques sur la sécurité alimentaire à long terme. Université de Lausanne, Faculté de droit, des sciences criminelles et d
141. Stengel P, Gelin S, 1998. Sol: interface fragile. Editions Quae, p.
142. Swaby RJ, 1968. Cultivation practices in relation to soil organic matter levels. In: Editor ed^eds, Book Cultivation practices in relation to soil organic matter levels. Oxford, U.K., p. Pages 21-31.
143. Swift MJ, Heal OW, Anderson JM, Anderson J, 1979. Decomposition in terrestrial ecosystems. Univ of California Press, p.
144. Thuriès L, Pansu M, Larré-Larrouy M-C, Feller C, 2002. Biochemical composition and mineralization kinetics of organic inputs in a sandy soil. *Soil Biology and Biochemistry* 34: 239-250.
145. Tilman D, Cassman KG, Matson PA, Naylor R, Polasky S, 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418: 671. doi:10.1038/nature01014.
146. Tissaux J-C, 1996. Une revue bibliographique des principaux mécanismes pédogénétiques pour caractériser le rôle du bois raméal fragmenté, BRF, dans le processus d'humification. In: Editor ed^eds, Book Une revue bibliographique des principaux mécanismes pédogénétiques pour caractériser le rôle du bois raméal fragmenté, BRF, dans le processus d'humification. p.
147. Tous J, Ferguson L, 1996. Mediterranean fruits. In progress in New crops. Janick, J. In: Editor ed^eds, Book Mediterranean fruits. In progress in New crops. Janick, J. Atlas press, p.
148. Tremblay J, CJ B, 1998. Fractionnement de la fertilisation azotée d'appoint à 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. *Canadian journal of soil science* 78: 275-282. doi:10.4141/S96-065.
149. UNESCO, 1972 Etude des ressources eau du Sahara Septentrional (Etude ERESS). Rapport Technique 6-44 pp.
150. van Donk SJ, Lindgren DT, Schaaf DM, Petersen JL, Tarkalson DD, 2012. Wood chip mulch thickness effects on soil water, soil temperature, weed growth and landscape plant growth. *Journal of Applied Horticulture* 13: 91-95.
151. Verhees J, 2002. Cell cycle and storage related gene expression in potato tubers. p.
152. Voisin P, 2004. le Souf. Ed. EL-WALID.
153. Walton CS, 2003. *Leucaena (Leucaena leucocephala)* in Queensland. Land Protection, Department of Natural Resources, Mines, and Energy, p.

154. Wezel A, Böcker R, 1999. Mulching with branches of an indigenous shrub (*Guiera senegalensis*) and yield of millet in semi-arid Niger. *Soil and Tillage Research* 50: 341-344. doi:10.1016/S0167-1987(99)00008-2.
155. Yakoub Bougdal S, Semadi A, HAMLAT M, Louerguioui A, Bonaly J, 2000. RHIZOGENESE DES MICROBOUTURES DE L'OLIVIER (*Olea europea* L., var. Chemlal). *Sciences & Technologie. A, sciences exactes*: 129-133.
156. Zaater A KF, Mehda S, Belmessaoud R, Ouastani M. , 2018. Effects of the rameal wood technique on sandy soil grown in potatoes in souf (Algerian Sahara). *J. Fundam. Appl. Sci* 10(3): 193-208.
157. Zitouni A, 1995. Les genres *Nocardopsis* et *Saccharothrix* (Actinomycetales) dans les sols sahariens: taxonomie numérique, extraction, purification et caractérisation de quelques antibiotiques synthétisés. Magister de microbiologie, ENS de Kouba, Algeria.
158. Zohary D, 1995. Olive. *Olea europaea* (oleaceae). *Evolution of crop plants*, ed 2: 379-382.

Résumé

Le travail réalisé dans le cadre de cette thèse vise à évaluer l'effet des différentes doses d'amendement de bois raméal fragmenté BRF sur les caractéristiques physico-chimiques d'un sol sableux dans la région du Souf et d'étudier les effets sur les paramètres de croissance de la pomme de terre.

Cette étude montre que l'apport du bois raméal fragmenté a un effet hautement significatif sur les propriétés physico-chimiques du sol pour ce qui est de la conductivité électrique CE : 1,832 $\mu\text{s}/\text{cm}$, pH: 6,8, potassium K: 275,53 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, phosphore P: 90,38 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, azote totale Nt: 201,4 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, matière organique MO: 0,12% et carbone C: 0,07%, et un effet significative pour le rapport C/N : 3,46. Et aussi sur les paramètres de croissance de la pomme de terre, ainsi que sur certains paramètres physiologiques de la plante, nous avons enregistré des évolutions significatives au niveau du coefficient de germination 0,048 et pourcentage de germination 100% et dans la longueur de la tige : 18,5 cm et surface à plats foliaire : 24,32 cm^2 , qui se répercute sur le poids frais des feuilles : 1,30 g et poids sec : 0,622g et de la teneur relative en eau: 74,93%.

L'amendement de BRF en mulch provoque une action indirecte sur la croissance de la pomme de terre, en favorisant l'évolution des propriétés physiques et chimiques par l'augmentation de l'assimilabilité des éléments nutritifs au niveau du sol sableux.

Mots clés :

Bois raméal, technique cultural, sol sableux, pomme de terre, El Oued, Algérie.

Summary

The work done in this thesis aims to evaluate the effect of the different doses of WCF fragmented wood chips amendment on the physico-chemical characteristics of a sandy soil in the Souf region and to study the effects on the parameters, of growth of the potato.

This study shows that the contribution of fragmented wood chips has a highly significant effect on the physico-chemical properties of the soil with regard to electrical conductivity. CE: 1,832 $\mu\text{s} / \text{cm}$, pH: 6,8, potassium K: 275,53 mg.kg^{-1} , phosphorus P: 90.38 mg.kg^{-1} , total nitrogen Nt: 201.4 mg.kg^{-1} , organic matter MO: 0.12% and carbon C: 0.07%, and one significant effect for the C / N ratio: 3,46. And also on the parameters of growth of the potato, thus on certain physiological parameters of the plant we recorded significant evolutions at the germination coefficient 0.048 and percentage of germination 100% and in the length of the stem: 18, 5 cm and flat leaf area: 24.32 cm^2 , which reflects on the fresh weight of the leaves: 1.30 g and dry weight: 0.622 g and the relative water content: 74.93%.

The amendment of WCF in mulch causes an indirect action on the growth of the potato, by promoting the evolution of the physical and chemical properties by the increase of the assimilability of the nutrients at the level of the sandy soil.

Keywords:

Raméal wood, cultural technique, sandy soil, potato, El Oued, Algeria.

المخلص

الهدف من هته الدراسة هو تقييم تأثير تقنية الخشب الغصني المجزأ بكميات مختلفة BRF على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة الرملية في منطقة سوف ودراسة التأثيرات على خصائص نمو وإنتاج نبات البطاطا.

توضح هذه الدراسة أن هته التقنية الخشب الغصني المجزأ لها تأثير ايجابي كبير على الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة فيما يتعلق بالناقلية الكهربائية CE: 1,832 $\mu\text{s} / \text{cm}$ ، درجة الحموضة: 8,6 ، البوتاسيوم 275,53 mg.kg-1 ، K ، الفسفور 90,38 mg.kg-1 ، P ، النيتروجين 201,4 Nt: 201,4 mg.kg-1 ، الهادة العضوية MO: 0,12 % والكربون 0,07 % C و نسبة الكربون على النتروجين C / N: 3,46 وكذلك تأثير ايجابي على خصائص نمو البطاطس ، وبالتالي على بعض المعايير الفسيولوجية للنبات سجلنا تطورات مهمة في معامل الإنبات 0,048 ونسبة الإنبات 100% وفي طول الساق: 18,5 سم ومساحة الأوراق المسطحة: 24,32 سم 2 ، وهو ما يعكس على الوزن الطري للأوراق: 1,30 جم والوزن الجاف: 0,622 جم والمحتوى المائي النسبي: 74,93%.

يؤدي تطبيق تقنية الخشب الغصني المجزأ BRF على شكل مهاد بطريقة غير مباشرة الى زيادة نمو البطاطس ، من خلال تحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة عن طريق زيادة امتصاص المواد المغذية على مستوى التربة الرملية.

كلمات البحث:

الخشب الغصني ، التقنيات الفلاحية ، تربة رملية، بطاطا ، الوادي، الجزائر