



Université Mohamed Khider de Biskra

Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie

Département des sciences Agronomiques

Référence/..... /

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Hydropédologie

Présenté et soutenu par :

Kelala Yacine

Le : jeudi 30 juin 2022

Thème :

Effet du compost à base de déchets de palmier dattier, sur les paramètres agronomiques de l'orge (Hordeum Vulgare), dans la région de Biskra.

Jury :

Mr. MASMUDI. A	PR, Université de Biskra	Président
Mr. GUIMEUR. K	MCA, Université de Biskra	Rapporteur
Mr BOUMARAF. B	MCA, Université de Biskra	Examineur
Mlle RAHMOUNE.H	MCB, Université de Biskra	Co- Rapporteur

Année universitaire : 2021 / 2022

Remerciements

*Avant tout nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné santé,
sérénité afin de réaliser ce modeste travail.*

*Au terme de ce travail, je tiens à remercier ma famille, mes amis et mes
collègues, qui m'ont toujours soutenu et cru en moi.*

Je voudrais particulièrement remercier

*Promoteur **Dr Guimeur***

pour avoir accepté d'encadrer

Je salue sa patience, ses conseils, ses effets et ses observations fructueuses.

Et je remercie le Professeur Boumaaraf.B et le Professeur Masmoudi.A

*Je tiens également à remercier tous ceux qui ont participé à la réalisation
de ce travail de près ou de loin.*

Dédicace

A chaque fois qu'on achève une étape

Importante dans notre vie, on fait une pose pour

Regarder en arrière et se rappeler toutes ces

Personnes qui ont partagé avec nous tous les

Bons moments de notre existence, mais surtout

Les mauvais.

Ces personnes qui nous ont aidés sans le

Leur dire, soutenus sans réserve, aimé sans

Compter, ces personnes à qui notre bonheur

Devient directement le leur, à qui un malheur en

Nous, en eux se transforme en pleur.

A toutes ces âmes, sans les citer je dédie ce travail en signe de

reconnaissance et de respect.

TABLE DES MATIERES

1	Introduction :	1
	Chapitre I : Culture de l'orge	2
2	Culture de l'orge	3
2.1	Domestication de l'orge :	3
2.2	Origine génétique et géographique :	3
2.3	Classification :	4
2.3.1	La densité des épis	6
2.4	Description de la plante :	7
2.4.1	Caractéristiques morphologiques et physiologiques :	7
2.4.2	Croissance et développement :	8
2.4.3	L'orge en Algérie	9
2.5	Valeur économique	11
2.5.1	Production nationale :	11
3	Le composte	13
3.1	Généralité	13
3.1.1	Historique :	14
3.1.2	Objectifs du compostage :	14
3.1.3	Les organismes décomposeurs	15
3.1.4	Les micro-organismes (Anonyme2, 2013)	15
3.1.4.1	Les bactéries :	15
3.1.5	Les champignons :	16
3.1.6	Les actinomycètes :	16
3.1.7	Les macro -organismes	16
3.1.8	Paramètres du compostage :	17
3.1.9	pH :	17
3.1.10	Température :	18
3.1.11	Teneur en humidité :	20
3.1.12	Apport d'oxygène :	20
3.1.13	Granulométrie :	21
3.2	Teneurs en matière organique et en carbone organique :	22
3.2.1	Teneur en azote :	23
3.2.2	Teneurs des composts de déchets verts :	23
3.2.3	Les quatre phases du compostage :	23

3.2.4	La phase mésophile :	24
3.3	Les avantages du compost :	26
3.3.1	Amélioration de la croissance des végétaux et des racines :	26
3.3.2	Amélioration du rythme de diffusion des nutriments :	26
3.3.3	Amélioration de la porosité du sol :	26
3.3.4	Amélioration de la capacité de rétention d'eau :	26
3.3.5	Elimination des maladies chez les végétaux :	26
3.4	Effet sur la structure du sol :	27
3.4.1	L'effet du compost sur sol et les plantes :	27
3.5	Conditions réglementaires de l'utilisation des composts en agriculture :	28
4	Matériels et Méthodes	30
4.1	L'objectif :	30
4.2	Matériel végétal :	30
4.3	Méthode de travail :	30
4.3.1	Dispositif expérimental :	30
4.4	Installation de l'essai :	31
4.4.1	Analyse du sol :	31
4.4.2	Analyse physico- chimiques du sol :	32
4.5	Calcul des doses d'engrais et de amendements organiques :	32
4.5.1	Engrais minéral :	32
4.5.2	Compost :	32
4.5.3	Fumier :	32
4.5.4	Calcul des doses :	32
4.5.5	Pour l'azote utilisé l'engrais urée 46% :	33
4.5.6	Pour le phosphore utilisé l'engrais TSP 46% :	33
4.5.7	Pour le Potassium utilisé K ₂ SO ₄ 51% :	33
4.5.8	Le fumier et le composte :	33
4.5.9	Epannage des engrais :	34
4.5.10	Le semis : manuel en quatre lignes	34
4.6	L'irrigation :	34
4.7	La Récolte :	35
4.8	Paramètres agronomiques mesurés pour les grains et la paille :	35
4.8.1	Paramètres agronomiques :	35
4.8.1.1	Poids de mille grains:	36
4.8.1.2	Rendement en paille:	36

4.8.1.3 Rendement en grains :.....	37
5 Résultats et discussion.....	39
5.1 Rendement en grains :.....	39
5.2 Le poids de 1000 g :.....	40
5.3 Rendement de paille :	41
5.4 phosphore des grains :.....	41
5.5 Phosphore paille :.....	42
5.6 Azote de grain (mg/g) :.....	43
5.7 Azote de paille (mg/g) :	44
5.8 Potassium (k) de grain(mg/g) :	44
5.9 Potassium (K) de paille(mg/g) :.....	45
6 Conclusion :	48
7 Références :.....	50
Annexes.....	56

Liste des tableaux

Tableau 1: Classification de l'orge transplantée.	4
Tableau 2 : Type de micro-organismes intervenants en fonction de la température (Bustamante et al., 2008).	19
Tableau 3 : Paramètres de contrôle et de suivi du procédé. (Edem Koledzi, 2011)	21
Tableau 4: Teneurs moyennes en éléments fertilisants des composts de déchets verts et fumier bovin en tas	23
Tableau 5: Analyse physico- chimiques du sol.....	32
Tableau 6: Synthèse des comparaisons multiples par paires pour Traitement	43
Tableau 7: Synthèse des comparaisons multiples par paires pour Traitement.	45

Liste des figures

Figure 1: Le croissant fertile	4
Figure 2: : Section d'orge à six rangs à gauche et d'orge à deux rangs à droite (Soltner, 2005).....	5
Figure 3 : Inflorescence, heur et pièces florales d'orge (Hordeiiiz viilgare L). (Cédric .	7
Figure 5 : Architecture d'une plantule	8
Figure 4 : Architecture d'un plant.....	9
Figure 6 : : Production nationale d'orge entre 2000 et 2009.....	11
Figure 7 : Compost : conversion de la matière organique en un produit semblable à la terre.....	13
Figure 8 : Représentation schématique de processus de compostage (CHARNAY.2005).	14
Figure 9 : Objectifs du compostage.	15
Figure 10 : Courbe théorique d'évolution de la température et du pH au cours du compostage D'après Mustin (1987).....	18
Figure 11 : : Courbe de l'évolution de la température au cours du compostage (Leclerc, 2001).....	25
Figure 12 : Présentation les parcelles de la culture de l'orge.	30
Figure 13 : Le premier processus d'irrigation de l'orge au début de janvier (original image).....	31
Figure 14 : Échantillons de sol avant la plantation (original image).	31
Figure 15 : Installer un système d'irrigation le début de décembre (original image)....	34
Figure 16 : La première vendange manuelle (original image).....	35
Figure 17 : Le nombre des grains (original image).....	35
Figure 18 : Le dernier étape avant la récolte de la culture l'orge (original image).	36
Figure 19 : Poids de la paille (original image).....	37
Figure 20: L'histogramme de rendement en grains (Com, Eng ,Fum ,Témoin)	39
Figure 21 : Le histogramme de poids des 1000 g (Com, Eng ,Fum ,Témoin)	40
Figure 22:Rondement de paille qx/ha	41
Figure 23: Phosphore grain	42

Figure 24: Phosphore paille mg/g	42
Figure 25: Phosphore paille mg/g	42
Figure 26: Le histogramme de Azote grain mg/g (Com, Eng ,Fum	43
Figure 27: Azote de paille (mg/g)	44
Figure 28: Le histogramme de Potassium (k) de grain(mg/g) (Com, Eng ,Fum ,Témoin)	45
Figure 29: Le histogramme de Potassium (K) de paille(mg/g) (Com, Eng ,Fum ,Témoin) .Tableau 10: Synthèse des comparaisons multiples par paires pour Traitement.	46
Figure 30: Le histogramme de Potassium (K) de paille(mg/g) (Com, Eng ,Fum ,Témoin)	46

Introduction

1 Introduction :

Le désert algérien est très riche en palmeraies, surtout au niveau de la wilaya du Biskra, qui est l'une des plus grandes oasis algériennes. Rappelant que le patrimoine phœnicicole de cette wilaya est plus de 4 millions de palmiers (**Kadi, S. A. et al., 2017**).

L'agriculture de palmier dattier génèrent chaque année des millions de tonnes des déchets (palmes sèches, pétioles, etc.) restent non utilisées, soit environ 50.000 tonnes (**FADHELA, M. M. (2017)**) ; d'après les statistiques du l'institut technique de développement de l'agronomie saharienne déclare que les déchets de palmier dattier sont habituellement incinèrent ou accumulée dans les palmeraies. Cela conduit à la pollution de l'environnement, ainsi qu'à la perte d'une grande richesse de matières organiques.

Pour atténuer la gravité de ce problème, on peut envisager le recyclage de ces sous-produits pour une réutilisation bénéfique.

Le compostage est la technique la plus simple, écologique, économique et bénéfique pour nous comme pour la nature, qui offre des solutions permettant de valorisée ces déchets organiques.

A la lumière de cela, notre attention est accordée à une meilleure gestion des déchets organiques. Ce travail consiste à étudier l'utilisation du compost à base de palmier dattier pour améliorer la fertilité globale du sol et leur impact sur les paramètres agronomiques de la culture d'orge .

Ce manuscrit est divisé en deux parties puis en chapitres, le premier est consacré à l'explication de ce que nous avons appris de notre étude bibliographique relative aux quelques informations générales sur l'orge et le compostage

Afin de répondre à notre étude, le travail a été structuré en quatre chapitres comme suit :

Chapitre I : Culture de l'orge.

Chapitre II : Le compost.

Chapitre III : Matériels et Méthodes.

Chapitre IV : Résultats Et Discussion.

Chapitre I : Culture de l'orge

2 Culture de l'orge

2.1 Domestication de l'orge :

L'orge est une graminée qui a été domestiquée à partir de son ancêtre sauvage *Hordeum spontaneum* C. Koch, il y a environ 10 000 ans (**Pourkheirandish et Komatsuda, 2007**). La domestication est basée sur le choix des plantes dont la culture, la récolte et la conservation correspondaient le mieux aux exigences de l'Homme.

Certaines adaptations étaient préférables pour la culture des céréales dont une bonne germination des grains, malgré un sol variable et peu adéquat à la plantation, ainsi qu'une récolte facile (**Purugganan et Fuller, 2009**). Les espèces qui répondaient à ces critères étaient cueillies et cultivées.

Les critères de domestication étant limités, les anciens agriculteurs ont cherché rapidement à améliorer les cultures en se basant sur des caractères liés au rendement et à des adaptations à l'environnement local. Une fois les critères voulus bien définis, il était important de pouvoir les conserver et aussi qu'ils soient transmis au fil des générations. Ce processus de sélection a entraîné l'amélioration des cultures et la création des variétés telles que nous les connaissons aujourd'hui avec un nombre de grains accru, une architecture différente, des changements de la taille et de l'aspect visuel des grains ainsi qu'un temps de floraison propice aux différents environnements (**Gauthier M., 2010**).

2.2 Origine génétique et géographique :

L'orge cultivée (***Hordeum vulgare* L.**), de constitution génomique diploïde ($2n=14$), est une espèce dont les origines remontent à celles de l'agriculture elle-même. L'orge à 2 rangs, datant du néolithique, 10 000 ans avant Jésus Christ, a été découverte dans le croissant fertile, au Moyen Orient.

Elle est considérée comme étant les restes les plus anciens de l'orge cultivée. L'orge est issue des formes sauvages de l'espèce *Hordeum spontaneum* que l'on trouve encore aujourd'hui au Moyen Orient, **Jestin (1992)** rapporte que *Hordeum spontaneum*. L'orge à 2 rangs, très répandue depuis la Grèce jusqu'au

Moyen orient (figure 1), est reconnu comme étant la forme ancestrale de l'orge cultivée, avec laquelle, elle est parfaitement inter-fertile.

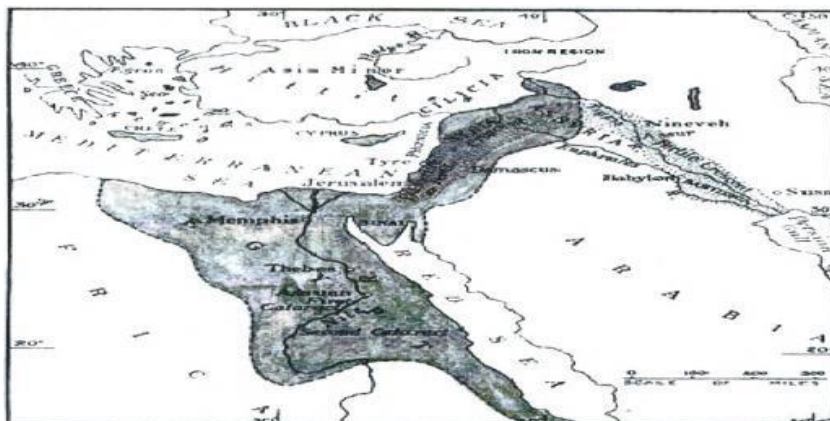


Figure 1: Le croissant fertile

Selon Nevo (1992), les formes cultivées à deux rangs à rachis non fragile sont provoquées par mutation d'*Hordeum spontaneum* aux locus Bt1 ou Bt2, et puis les formes cultivées à six rangs ont surgi, pendant la domestication, par mutation aux locus V et N respectivement.

2.3 Classification :

D'après Chadeaud et Emberger (1960), Prats (1960) et Feillet (2000), l'orge cultivée est appartenue à la classification suivante :

Tableau 1: Classification de l'orge

Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida
S/Classe	Commelinidae
Ordre	Poale
Famille	Poaceae (ex Graminées)
S/Famille	Hordeoideae
Tribu	Hordeae (1-lordées)
S/Tri bu	Hordeinae
Genre	Hordeum
Espèce	<i>Hordeum vulgare. L</i>

Liné (1755) 'in Grillot (1959), classent les orges selon le degré de fertilité desépillets et la compacité de l'épi en deux groupes :

- **Le groupe des orges à six rangs** dont les épillets médians et latéraux sont fertiles et qui se subdivise selon le degré de compacité de l'épi en:
 - ❖ *Hordeum hexastichum* L. (escourgeon) à un épi compact composé surchaque axe du rachis de 3 épillets fertiles.
 - ❖ *Hordeum tétrastichum* L. à un épi lâche composé sur chaque axe du rachis de 2 épillets fertiles.
- **Le groupe des orges à 2 rangs** dont les épillets médians seuls sont fertiles. Cesont:
 - ❖ *Hordeum disiichum* L. à un épi aplati et lâche composé de deux rangéesd'épillets fertiles, sur chaque axe du rachis, entouré de 4 épillets stériles.

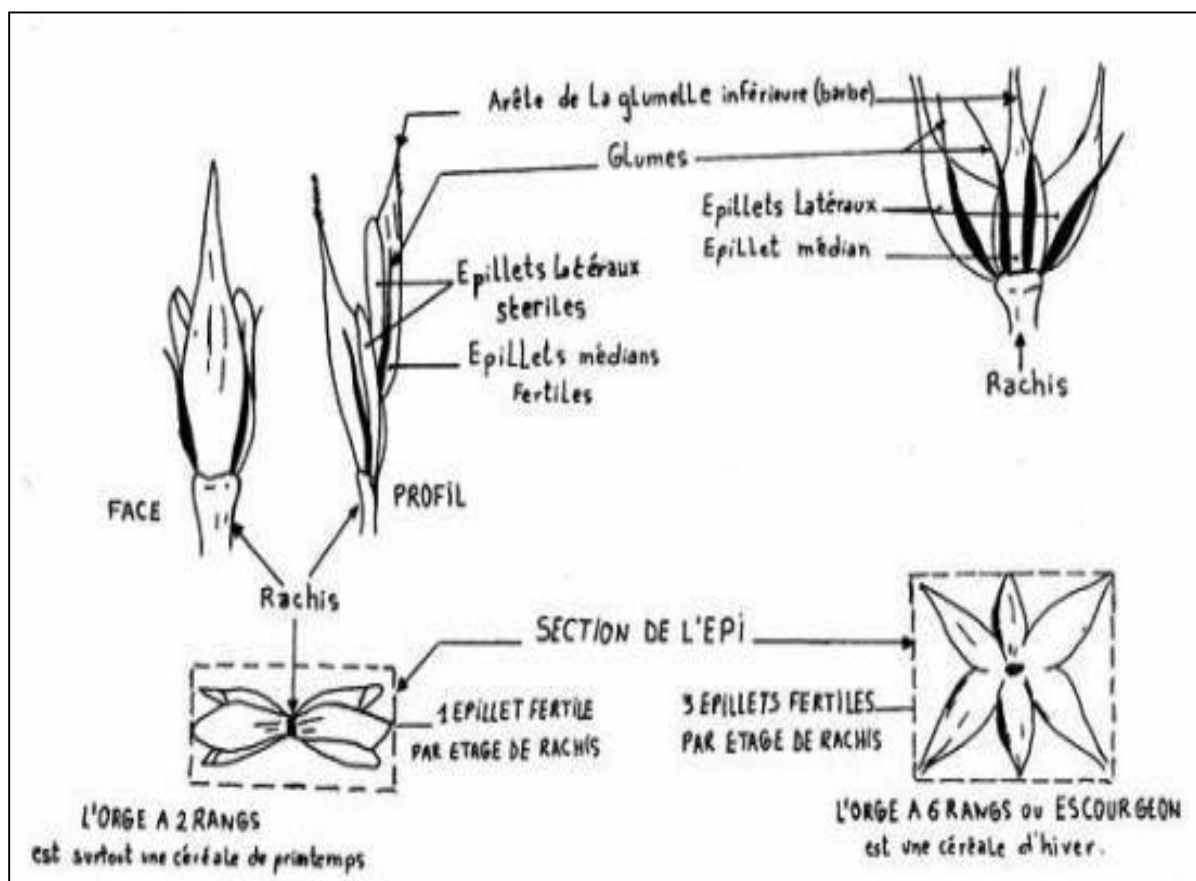


Figure 3: : Section d'orge à six rangs à gauche et d'orge à deux rangs à droite (Soltner, 2005)

Erroux (1956) distingue au niveau de l'espèce *Hordeum vulgare* L. les types Pallidum, dont l'épi est de faible densité à section rectangulaire, ce sont les orges à quatre rangs et les types Parallelum et Pyramidatum, dont les épis sont plus denses à section hexagonale dites orges à six rangs.

Vu l'importance de ce caractère en agriculture, cette variation a été définieréemment. Le gène principal qui détermine si une orge sera à deux rangs ou à six rangs est *Vrsl* et il a été cloné par **Komatsuda et al. (2007)**.

Cette même équipe avait cartographié le gène *Vrsl* sur le chromosome 2 et a démontré que la protéinecodée par ce dernier empêche le développement des épillets latéraux. Une orge qui porte l'allèle dominant (*Vrsl*) se caractérise par un épi à deux rangs. Une orgeà six rangs est porteuse de l'allèle récessif (*vrsl*) qui comporte une mutation et quioccasionnera la perte de fonction de la protéine codée.

2.3.1 La densité des épis

Chez l'orge, il y a d'autres gènes qui peuvent être en lien avec l'architecture de l'épi. Par exemple, des lignées à deux rangs ont montré une variation pour un phénotype en lien avec la densité de l'épi dans un essai au champ (**Mélanie Chapleau, 2008, données non publiées**). Un fort contraste entre des épis lâches et des épis denses a été observé. Les lignées avec épis denses portaient des épis courts avec un nombre de grains élevé. À l'opposé, les lignées avec des épis lâchesportaient des épis longs avec un nombre de grains réduit. La position du gène qui contrôle ce phénotype chez l'orge est encore inconnu (**Gauthier M., 2010**)

Soltner (2005) il classe les orges selon leur milieu de culture en trois groupes qui sont :

- **Les orges d'hiver** dont le cycle de développement varie de 240 à 265 jours, s'implantent en automne. Ces orges ont besoin pour assurer leur montaison, de température vernalisante qui manifeste un degré plus au moins élevé de résistance au froid hivernal.
- **Les orges de printemps** dont le cycle de développement est très court (environ 120 à 150 jours), s'implantent au printemps. Ces orges n'ont aucun besoin de vernalisation pour assurer leur montaison.
- **Les orges alternatives** qui sont intermédiaires au plan tolérance au froid, entre les orges d'hiver et celles de printemps.

2.4 Description de la plante :

2.4.1 Caractéristiques morphologiques et physiologiques :

Le genre *Hordeum*, auquel l'orge cultivée appartient, se caractérise par des épillets uniflores groupés par trois, avec un central flanqué de deux latéraux, disposés alternativement à chaque étage du rachis (Von Bothmer et Jacobsen 1985).

La fleur d'orge est constituée d'un verticille de trois anthères, chacune constituée d'une - anthère fixée au filet, et d'un ovaire surmonté de deux stigmates plumeux (Jestin 1992 ; Von Bothmer et al. 1995).

L'anthère représente l'organe reproducteur mâle de la fleur qui produit les grains de pollen. La floraison débute vers le tiers supérieur de l'épi puis s'étend à l'épi entier. L'orge est le plus souvent autogame, c'est à dire que les anthères émettent une grande partie de leur pollen dans leur fleur d'origine, induisant une autopollinisation (Nuutila et al. 2000).

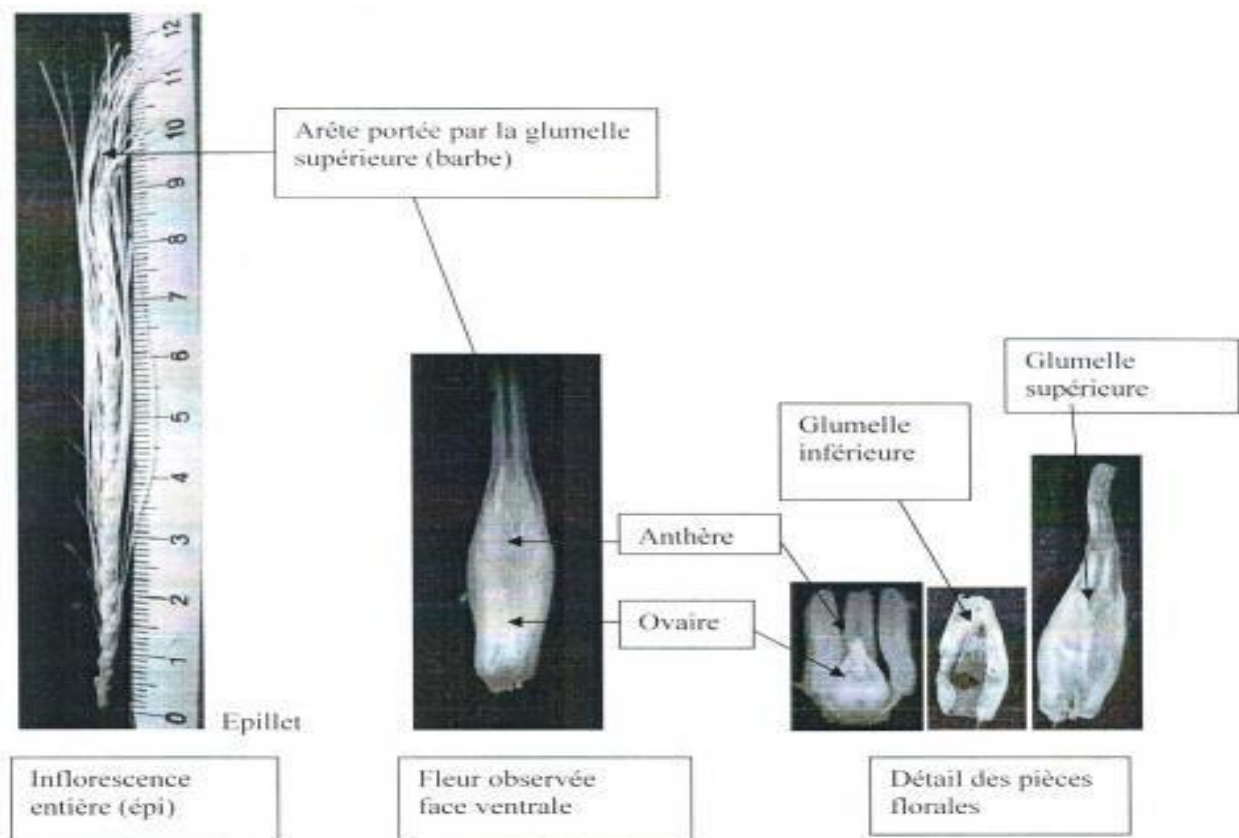


Figure 4 : Inflorescence, fleur et pièces florales d'orge (*Hordeum vulgare* L.). (Cédric

La hauteur de la plante varie de 30 à 120 cm selon la variété et les conditions. Le grain d'orge et de forme elliptique et de couleur blanc pâteux, il peut aussi être de couleur noire ou pourpre (Prats et Grandcourt, 1971).

Le système racinaire est fascicule bien que moins puissant que les autres céréales (Soltner, 2005).

Une caractéristique essentielle de l'espèce orge est son extraordinaire adaptation à des conditions extrêmes (Hadria, 2006).

2.4.2 Croissance et développement :

La plantule lève en 5-6 jours après la germination. Des talles sont produites sur la pousse principale jusqu'à l'initiation florale. Le nombre de talles par plante est influencé par la densité de plantation, le cultivar et les facteurs du milieu :

Une seule plante forme généralement 1-6 tiges, mais de faibles densités peuvent multiplier plusieurs fois ce nombre. Le moment de l'initiation florale varie selon le cultivar, mais en général l'orge fleurit plus tôt que le blé. Espèce de jours longs à réaction quantitative, l'orge fleurit plus tôt lorsque la photopériode est plus longue; mais la sensibilité photopériodique diffère d'un cultivar à l'autre, allant de très sensible à pratiquement insensible.

Les fleurs s'autofécondent largement, mais la pollinisation croisée peut atteindre les 10%. Le grain mûrit en 20-10 jours. L'orge peut mûrir dans une courte saison de 3-4 mois, ce qui est moins long que la durée requise pour les autres céréales importantes (Belay et Brink., 2006).

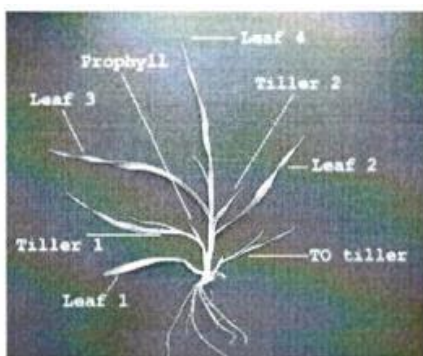


Figure 6: Architecture d'une plantule

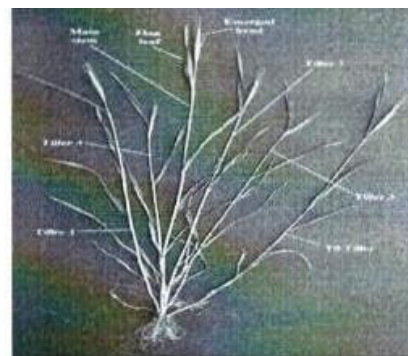


Figure 5: Architecture d'un plant

2.4.3 L'orge en Algérie

En Algérie, les troupeaux ovins transhument vers le nord et passent l'été dans les hautes plaines céréalières se nourrissant de chaumes, le plus souvent non complémentés ou complémentés avec de l'orge en grain, du gros son. Ces compléments plutôt riches en énergie sont peu appropriés pour accompagner les chaumes (**Houmani, 2007**).

La paille des céréales est ramassée après la moisson, elle est mise en botte et conservée pour être distribuée au cours de l'automne et en hiver, lorsque le froid ne permet pas une croissance suffisante de l'herbe en plein champs.

Elle contient 85 % de matière sèche, formée de 60 % de cellulose, 25 % d'hémicellulose et de 10 % de lignine. Elle contient des quantités variables de glucides (1,5 %) et des matières azotées (2 à 4 %) et des éléments minéraux en très faibles quantités 2 à 5 gf Kg de matière sèche.

La cellulose et l'hémicellulose isolées de la lignine dégradée par les enzymes du rumen, sont les principales sources d'énergie utilisable par les animaux (**A23Mossab, 2007**).

La paille qui reste après moisson sur les champs peut être rentrée à la ferme ou enfouie dans le sol. Il ne faut jamais la brûler, car on perd ainsi une matière organique précieuse, l'humus (**Gondé et Jussiaux, 1980**).

La méditerranée est aujourd'hui placée devant une série de défis stratégiques majeurs dont la sécurité alimentaire quantitative et qualitative n'est pas le moindre (**Mediterra, 2008**).

En Algérie, les conséquences du colonialisme sur l'agriculture ont été si lourdes qu'elles ont entravé l'essor de ce secteur stratégique même après l'indépendance. La céréaliculture en est bien un exemple : **Bessaoud (1999)** affirme que la colonisation française a non seulement opéré la rupture la plus radicale dans l'utilisation complémentaire des espaces agricoles et de leurs potentialités, mais elle a ruiné, dans le même temps, toute possibilité de développement d'une base paysanne en Algérie.

Malgré les efforts consentis par l'Etat algérienne pour la relance de ce secteur notamment à partir des années 2000, beaucoup d'insuffisances persistent encore parmi lesquelles les faibles rendements et productions enregistrés notamment chez les produits de première nécessité comme les céréales, les viandes et les produits laitiers, conduisant à une importation massive avec une lourde facture et mettant en péril la souveraineté alimentaire du pays. Les céréales connaissent des inhibitions à s'aligner sur une productivité adéquate ; à côté des contraintes

climatiques, la faible production est liée à d'autres facteurs comme la faible performance et la mauvaise adaptation des variétés utilisées (souvent importées) aux zones agro écologiques, des techniques de production inadaptées..., attestent beaucoup d'auteurs comme **Benlaribi et al., (1990) in Kabouche et al., (2001), Bouzerzour et Benmahammed (1993), Hanifi (1999) ...etc.**

Par ailleurs, l'Algérie demeure l'un des principaux importateurs mondiaux du lait et de la viande pour couvrir les besoins de la population. Selon Senoussi et al., (2010), la part du lait dans les importations alimentaires totales du pays représente 22%. L'Algérie se place ainsi au 3ème rang mondial en matière d'importations du lait et des produits laitiers (**Amellal, 2000**). En fait, l'alimentation du bétail en Algérie se caractérise par une offre insuffisante en ressources fourragères, ce qui se traduit par un déficit fourrager. **Selon Chehat et Bir (2008)**, l'ampleur de ce déficit a atteint les 5,2 milliards d'UF en Algérie.

La sécurité alimentaire est assurée quand toutes les personnes, en tout temps, ont économiquement, socialement et physiquement accès à une alimentation suffisante, sûre et nutritive qui satisfait leurs besoins nutritionnels et leurs préférences alimentaires pour leur permettre de mener une vie active et saine (**SMA ,1996 in FAO, 2006**).

De nouveaux indicateurs apparaissent dans le monde pouvant engendrer une crise humanitaire à l'échelle mondiale. L'insécurité alimentaire devient un risque majeur notamment pour les classes pauvres.

Selon Moulai (2008), diverses études et enquêtes récentes menées en Algérie (**CNEAP, 2005 ; PNUD, 2006**) attestent de la dégradation des conditions de vie des populations rurales. Ces enquêtes indiquent que près de deux tiers (soit 70%) de la population pauvre en Algérie vit dans le depuis les années 2000, met l'accent sur la sécurité alimentaire des ménages ruraux, le rétablissement des équilibres écologiques et l'amélioration des conditions de vie des populations rurales, considérés comme des axes prioritaires en matière de développement rural (**Naïli, 2009**). Toutefois, **selon Moulai (2008)**, les ménages vivant dans les zones reculées ainsi que les populations les plus vulnérables économiquement et socialement n'ont toutefois pas ou peu bénéficié de cette relance économique.

2.5 Valeur économique

2.5.1 Production nationale :

La culture de l'orge est pratiquée essentiellement sur les hautes plaines, en Algérie. Les superficies qui lui sont consacrées varient d'une année à l'autre avec une moyenne, sur plus d'un siècle (1901-2005), de 1 million d'hectares, une production moyenne variant de 3 à 16 millions quintaux et une moyenne de rendement en grain de 7q/ha. Parmi les pays du Maghreb, l'Algérie se classe en seconde position après le Maroc, qui produit plus de 16 millions de quintaux en moyenne (Faostat, 2008).

L'orge est une espèce très adaptée aux systèmes de cultures pratiqués en zones sèches. Cette adaptation est liée à un cycle de développement plus court et à une meilleure vitesse de croissance en début du cycle. La culture de l'orge s'insère bien dans les milieux caractérisés par une grande variabilité climatique où elle constitue avec l'élevage ovin l'essentiel de l'activité agricole (Bouzerzour *et al*, 1998 ; Abbas et Abdelguerfi, 2008 in benmahmed, 2005).

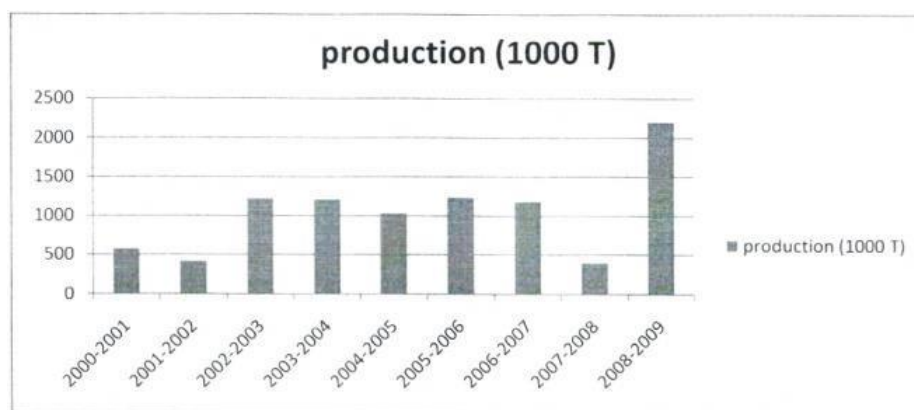


Figure 7 : : Production nationale d'orge entre 2000 et 2009.

La figure 6 montre que la production d'orge a connu une évolution remarquable en 2009 par rapport à l'an 2000, en passant de 574700 T à 2203400

T. Deux variétés locales, Saida et Tichedrett couvrent l'essentiel des superficies qu'occupent cette espèce. Des variétés nouvelles ont fait leur apparition en milieu producteur, mais elles n'occupent toutefois que des superficies limitées due à leur faible adaptabilité à l'environnement de production.

Elles sont irrégulières et produisent peu de paille sous stress (Monneveux, 1992). La sélection de nouvelles variétés relativement mieux adaptées et plus productives reste donc un important objectif de recherche dans les régions semi-arides où de faibles progrès ont été faits en la matière (Ceccarelli *et al*, 1998).

Chapitre II : Le compost

3 Le composte

3.1 Généralité

Le compostage est un processus naturel de « dégradation » ou de décomposition de la matière organique par les micro-organismes dans des conditions bien définies. Les matières premières organiques, telles que les résidus de culture, les déchets animaux, les restes alimentaires, certains déchets urbains et les déchets industriels appropriés, peuvent être appliqués aux sols en tant que fertilisant, une fois le processus de compostage terminé.

Le compost est une source importante de matière organique. La matière organique du sol joue un rôle important dans la durabilité de la fertilité, et donc pour une production agricole durable. En plus d'être une source d'éléments nutritifs pour les cultures, la matière organique améliore les propriétés biologiques et physico-chimiques du sol. Suite à ces améliorations, le sol: (i) devient plus résistant aux agressions telles que la sécheresse, les maladies et la toxicité, (ii) aide la culture à mieux prélever les éléments nutritifs, (iii) présente un cycle nutritif de bonne qualité en raison d'une activité microbienne vigoureuse.

Ces avantages se manifestent par une réduction des risques pour les cultures, des rendements plus élevés et une réduction des dépenses des agriculteurs pour l'achat d'engrais minéraux.



Figure 9 : Compost : conversion de la matière organique en un produit semblable à la terre.

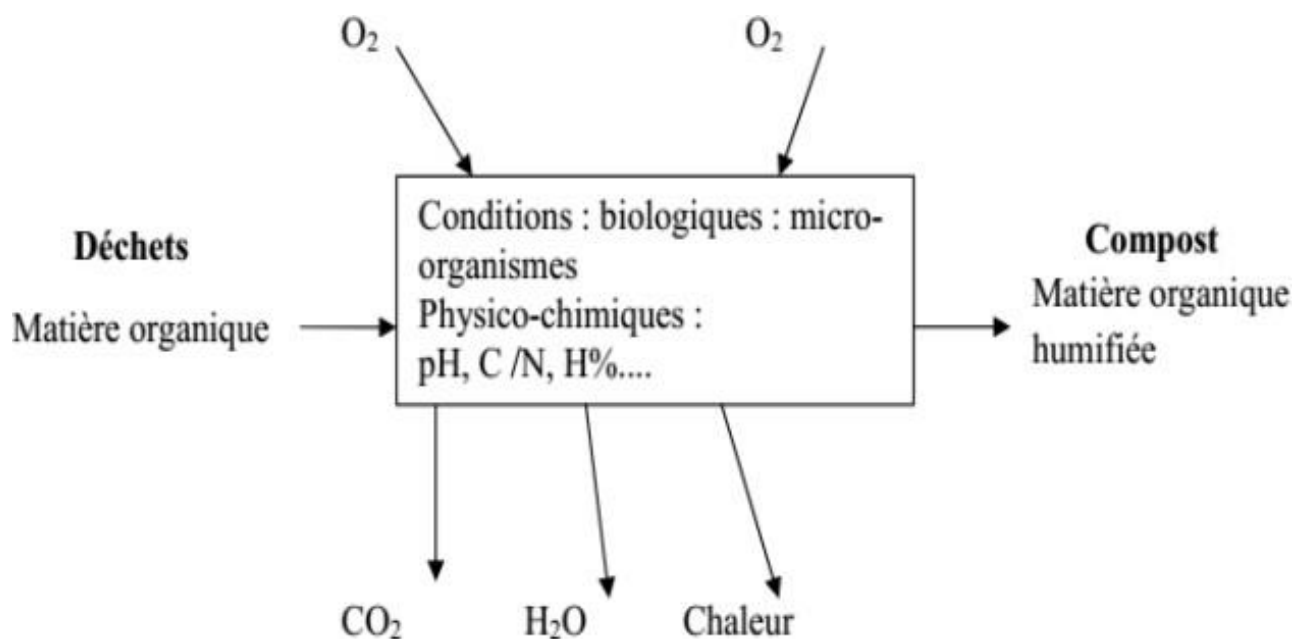


Figure 10 : Représentation schématique de processus de compostage (CHARNAY.2005).

Le compost est donc un produit organique en état de décomposition plus ou moins avancée destiné à un retour au sol (Francou, 2003).

3.1.1 Historique :

Le compostage n'est pas une technique récente mais très ancienne pratiquée dès l'antiquité. Depuis Millénaires, les chinois ont rassemblé et composté toutes les matières organiques du jardin, des champs, de la maison y compris les matières fécales au Proche-Orient par exemple, une aire de dépôt des déchets urbains était aménagée devant les portes de Jérusalem : certains déchets étaient brûlés et les autres compostés.

Aussi le mot 'compost' vient du latin 'Compositus' qui signifie 'composé de plusieurs choses', les romains appelaient ainsi les préparations légumes et de fruits avec des adjonctions d'huiles, de sel et d'autres adjuvants.

3.1.2 Objectifs du compostage :

La mise en décharge étant interdite pour de nombreux bio-déchets (sauf les déchets ultimes), leur incinération est coûteuse et peu populaire, le compostage devient de plus en plus une solution pratique et simple. Elle présente de nombreux avantages, le principal étant la valorisation des déchets pour la production d'un amendement organique stable.

En effet, le champ d'application du compostage s'est élargi avec l'évolution des techniques de compostage et la problématique de gestion collective des déchets ménagers.

Cette filière concerne tous les types de déchets organiques tels que les déchets verts, les biodéchets ménagers, les boues de stations d'épuration collectives ou industrielles, les déchets



Figure 11 : Objectifs du compostage.

3.1.3 Les organismes décomposeurs

Ils se divisent en deux groupes : les micro-organismes et les macros

-organismes : ils interagissent ensemble ou successivement selon leur fonction respective.

3.1.4 Les micro-organismes (Anonyme2, 2013)

3.1.4.1 .Les bactéries :

De tailles et de formes variables (souvent filamenteuses). Elles sont toujours présentes dans la masse des déchets organiques dès le début du processus. Elles restent actives durant tout le compostage et en particulier à haute température. Elles se multiplient très rapidement. Cette multiplication rapide associée à la diversité en espèces permet l'utilisation de résidus organiques "tout venant".

3.1.5 Les champignons :

Ils agissent surtout sur les matières qui résistent aux bactéries. Ils ont donc un rôle capital. Les champignons ne résistent pas à des températures supérieures à 50°C; ce qui explique leur localisation particulièrement en périphérie du compost. On peut voir apparaître à la surface du compost des champignons macroscopiques, mais ceux-ci ne sont que la manifestation externe du mycélium microscopique se trouvant à l'intérieur du compost. Les champignons sont également les seuls à encore pouvoir travailler dans un compost plus sec, là où les autres ont abandonné la partie.

3.1.6 Les actinomycètes :

Ils agissent plus tardivement que le reste des micro-organismes et se multiplient moins rapidement. Les actinomycètes sont actifs dans les derniers stades du compostage. Ils se sont spécialisés afin de s'attaquer aux structures plus résistantes comme la cellulose, l'hémicellulose et la lignine (constituants du bois notamment). Au côté de ces trois types de micro-organismes, on retrouve également dans le compost, des algues, des virus .

3.1.7 Les macro -organismes

Les macro- organismes sont très diversifiés dans le processus du compostage. Les lombrics du compost, par exemple, agissent au début du processus, sur des éléments peu décomposés (après la phase thermophile). Les grands lombrics quant à eux entraînent dans leurs terriers des fragments de feuilles ou même des feuilles entières. Ils intègrent ainsi un mélange de débris organiques et leurs excréments constituent un milieu idéal pour les activités microbiologiques du sol qui conduisent à l'élaboration du compost mûr.

Beaucoup d'autres macro- organismes apparaissent, surtout dans la phase de maturation du compost. Les principaux macro- organismes du compost sont les vers de compost ou de fumier (de plusieurs genres), les insectes, les acariens, les gastéropodes, les myriapodes, les cloportes, etc., des protozoaires, ex.

3.1.8 Paramètres du compostage :

Les conditions pour un bon développement des activités micro- biologiques doivent être optimisées et leur suivi est indispensable pour évaluer la bonne conduite du compostage et l'obtention d'un produit final de bonne qualité. Ces paramètres majeurs interviennent en même temps au cours du compostage et non pas séparément (**JIMENEZ et GARCIA, 1992 a; BERNAL et al, 1996**). Un procédé de compostage optimal correspond à une fermentation réalisée dans les conditions les plus propices au développement de la flore bactérienne. Pour vérifier ces conditions, les principaux paramètres à suivre pendant le procédé sont les suivants :

3.1.9 pH :

Défini comme le Potentiel Hydrogène, c'est une indication chiffrée reliée à la concentration en H_3O^+ (noté H^+ pour simplifier) d'une solution aqueuse. En solution diluée, $[H^+] = 10^{-PH}$, c'est à dire $pH = -\log [H^+]$, avec $[H^+]$ exprimé en mol. l⁻¹. Le pH baisse donc d'une unité lorsque la concentration est multipliée par 10 (un apport d'acide diminue le pH). Le pH des suspensions de solides (déchets en phase de dégradation aérobie, compost mûr) varie entre 5 et 8 et peut atteindre 9 (**Yu et al, 2009**).

Une phase acidogène se produit au début du processus de dégradation : production d'acides organiques et de dioxyde de carbone (CO_2) par les bactéries acidogènes, décomposeurs du matériel carboné complexe, provoquant ainsi une diminution du pH initial.

La seconde phase correspond à une alcalinisation : hydrolyse bactérienne de l'azote avec production d'ammoniac (NH_3) associée à la dégradation de protéines et à la décomposition d'acides organiques (**Haug, 1993; Mustin, 1987**).

Le pH optimal se situe donc vers la neutralité en fonction de la nature du substrat (**Damien, 2004**).

Le suivi du pH est un indicateur du degré de décomposition biologique et biochimique. La première phase acidogène est difficilement observable comme l'indiquent les études de **Canet & Pomares (1995)** ou celles de **Sanchez-Monedero et al. (2001)**.

Il existe différentes méthodes de mesure du pH justement parce que l'on ne sait pas mesurer le pH de la solution du sol. Il existe des méthodes normalisées. Quelle que soit la méthode de mesure du pH utilisée (pH eau, pH KCl, pH $CaCl_2$), il s'agit d'une mesure simple, peu onéreuse, robuste et avec de nombreuses références agronomiques

3.1.10 Température :

Le suivi de la température est une mesure indirecte de l'intensité des dégradations qui ont la particularité d'être exothermiques. Elle renseigne également sur la qualité du processus de dégradation (**Bustamante et al, 2008**) :

un épuisement en oxygène peut ainsi être décelé puis corrigé par des apports complémentaires (retournement). De plus, ce suivi caractérise au début du processus la qualité du mélange.

Les variations des montées en température sont fonction de l'aération et de la composition du substrat, notamment de la teneur en eau nécessaire au développement des différents microorganismes impliqués.

Le tableau indique le type de micro-organismes intervenant en fonction de la température atteinte lors du procédé. Pour obtenir l'hygiénisation du compost, l'U.S.E.P. A (1994) recommande une température de 55°C au moins pendant 15 jours en compostage à l'air libre.

Dans des réacteurs, la température doit dépasser 60°C pendant une semaine (**Ademe, 1998**). Les conditions optimales pour une hygiénisation dépendent de la nature du procédé et de la durée de maintien de la température. **Stentford (1996)** rapporte qu'une température supérieure à 55°C permet l'hygiénisation, entre 45 et 55°C, elle favorise la biodégradation et entre 35 et 40°C, elle améliore la diversité des micro-organismes. La figure 19 montre l'évolution de la température en fonction du pH. Une température voisine de 20°C ou supérieure à 82°C inhibe, voire arrête cette activité microbienne (**Lianget al., 2003**) .

Mais même avec une montée en température suffisante, il existe un risque pour le compost de réinfection due à l'action de certains agents pathogènes en état de latence (**Hamer, 2003**).

Tableau 2 : Type de micro-organismes intervenants en fonction de la température (Bustamante et al., 2008).

Type de micro organismes	Température et durée nécessaire à sa destruction
<i>Ascaris lumbricoides</i>	4h à 60°C ou 1h à 15-20 min à 60°C ou 1h à 55°C
<i>Escherichia coli</i>	15-20 min à 60°C ou 1h à 55°C
<i>Salomonella spp</i>	15-20 min à 60°C ou 1h à 55°C
<i>Shigella spp</i>	1h à 55°C
<i>Taenia saginata</i>	5 min à 71°C

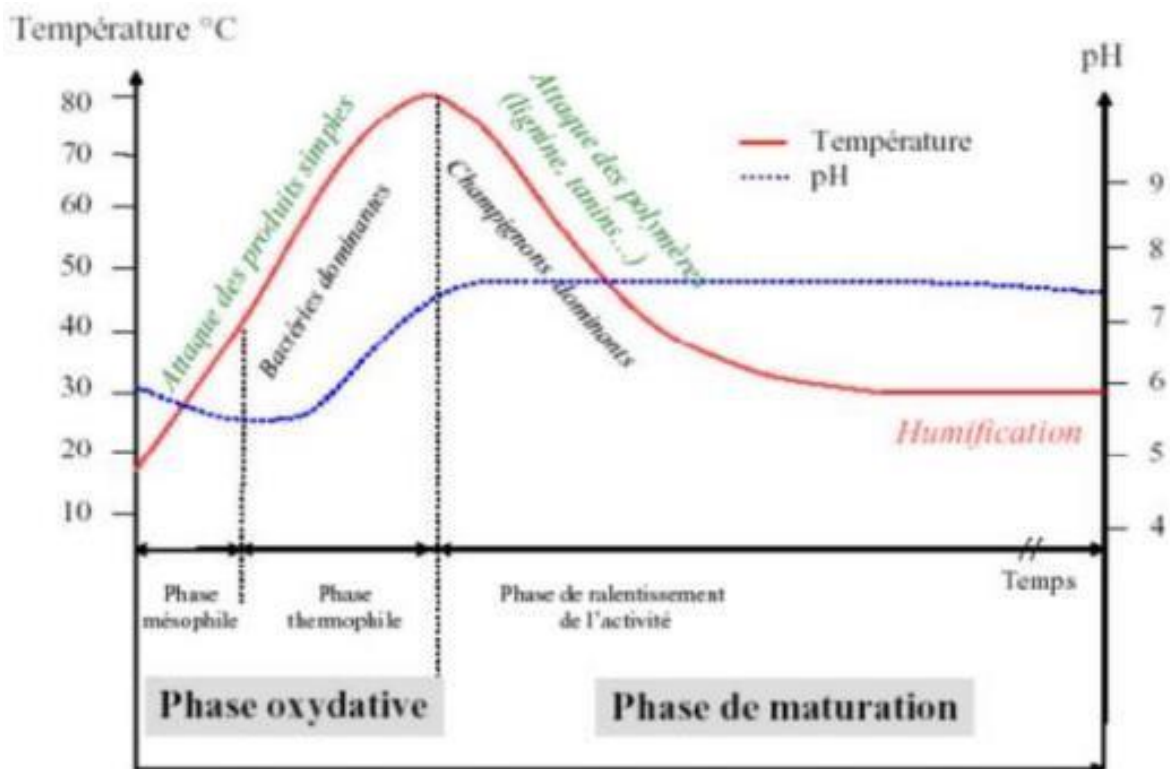


Figure 12 : Courbe théorique d'évolution de la température et du pH au cours du compostage D'après Mustin (1987).

3.1.11 Teneur en humidité :

La teneur en eau (H%) du substrat conditionne l'activité des micro-organismes. La teneur optimale dépend de la densité du milieu, qui est fonction de l'état physique et de la nature du substrat.

Elle est sensible à deux phénomènes ayant des effets complémentaires : d'une part, la dégradation de la matière organique provoquant une libération d'eau et d'autre part, une évaporation de l'eau sous l'effet de l'énergie calorifique libérée par la fermentation. La décomposition de la matière organique est inhibée si la teneur en eau baisse en dessous de 20 %.

Au contraire, si elle dépasse 70 %, l'eau commence à remplir les espaces lacunaires des déchets et empêche les échanges d'oxygène, provoquant des conditions favorables à l'anaérobiose. Selon certains auteurs (**TIQUIA et al., 1998; HAUG, 1993; MUSTIN, 1987**) l'optimum de teneur en eau se situe entre 40 % et 60 %. En fin de procédé, un produit sec ou presque facilite la finition mécanique du compost en évitant un colmatage des équipements.

Le pH, la température et l'humidité sont des paramètres interdépendants et difficilement dissociables. Les auteurs s'accordent pour donner des valeurs optimales de ces paramètres. **LIANG et al. (2003)** étudient plus spécifiquement les effets de deux paramètres, l'humidité et la température de dégradation des bio déchets. L'humidité semble être le paramètre ayant la plus grande influence.

Cela suggère un contrôle du procédé par l'humidité et non comme habituellement par la température.

3.1.12 Apport d'oxygène :

L'oxygène est utilisé par les micro-organismes comme un récepteur terminal d'électrons lors de la respiration aérobie et de l'oxydation des substances organiques (**Waas, 1996**).

La présence d'oxygène est indispensable au bon déroulement du compostage pour maintenir les conditions aérobies nécessaires à une décomposition rapide et inodore.

La teneur en oxygène lacunaire représente le pourcentage d'oxygène dans l'air des vides entre les Particules de compost. Ce taux est fonction de la granulométrie et de l'humidité des particules comme du renouvellement de l'air des lacunes.

Au fur et à mesure de la dégradation du substrat, le besoin en oxygène diminue (**MUSTIN, 1987; HAUG, 1993**). Si la teneur en oxygène est trop faible ou la masse à composter trop compacte, les conditions favorables à l'anaérobiose se mettent en place.

Ce type de fermentation aboutit à un produit stabilisé mais par le biais d'un processus plus lent avec dégagement d'odeurs nauséabondes. Les systèmes d'aération sont divers et variés :

Retournements mécaniques, aération forcée ou pilotée, avec ou sans recirculation (BARI, 2001; ILLMER & SCHINNER, 1996). L'apport d'oxygène réduit l'humidité initiale (si elle est trop forte), améliore l'homogénéité du substrat et diminue une possible élévation de température.

3.1.13 Granulométrie :

La granulométrie est un facteur qui détermine la vitesse de biodégradabilité. Plus la surface spécifique du substrat sera élevée, plus

la zone de contact entre le substrat et les microorganismes, sera étendue et meilleure sera la fermentation.

Une granulométrie trop fine induit un espace poral trop réduit et diminue l'accès puis la circulation de l'air : « étouffement » du compost. À contrario si la granulométrie est trop élevée, les apports en oxygène vont dépasser les teneurs optimales, asséchant le compost, et la montée en température se réalisera difficilement.

La granulométrie du substrat évolue au cours du processus de dégradation par fragmentation des agrégats vers des éléments fins. Elle peut être modifiée par l'emploi de broyeur ou de cribleur. L'identification des principaux paramètres physico-chimiques est nécessaire pour optimiser puis améliorer l'efficacité du procédé. De la caractérisation physico-chimique du substrat va découler l'ajustement des conditions du procédé :

Ajout d'eau, fréquences des retournements. Au cours du procédé, un contrôle des paramètres principaux permet non seulement de connaître le stade de dégradation du compost mais aussi d'avoir une idée du bon déroulement du processus. Dans la pratique, les conditions de dégradation rapides et contrôlées dépendent du système de fermentation e

Tableau 3 : Paramètres de contrôle et de suivi du procédé. (Edem Koledzi, 2011).

Paramètre	Phase initial	Compost mur
Rapport C/N	20 à 40	10-15
Humidité (%)	20 à 40	10 à 15
Température (C°)	40 à 65	35 à 45
PH	5 à 8	7 à 8.5
MO (%MS)	40 à 70	20 à 40
Granulométrie (cm)	~1 en aération forcée 3-10 sans aération forcée	Dépend du criblage

Il reste très difficile de définir avec précision les valeurs optimales pour chaque paramètre. En effet, ceux-ci dépendent de la composition intrinsèque du substrat, variant en fonction des conditions socio- économiques et du mode de vie de chaque pays.

Ces paramètres s'équilibrent au cours du procédé : le dépassement de la valeur de l'un sera compensé par la valeur de l'autre. Certains paramètres comme la température, ou l'humidité sont également fonction de la technologie du procédé.

En pratique, il est nécessaire de trouver un compromis entre la théorie et les contraintes de terrain.

3.2 Teneurs en matière organique et en carbone organique :

La matière organique est la matière spécifique des êtres vivants végétaux et animaux. En raison de sa richesse en carbone, la matière organique est appelée matière carbonée. Elle constitue l'humus. Elle est composée d'éléments principaux (C, H, O, N) et d'éléments secondaires, (S, P, K, Ca, Mg) (Mustin, 1987). On fait référence sous le terme de matière organique à la matière capable de se décomposer (ou de l'être) ou à la matière résultant de la décomposition. Il est vrai que la matière organique est bien souvent le reste d'un organisme vivant, et peut même contenir des organismes vivants. Les polymères et les plastiques, si on les qualifie de « composés organiques », ne sont généralement pas considérés comme des matériaux organiques car ils se décomposent très difficilement

3.2.1 Teneur en azote :

La majorité de l'azote contenu dans le compost est d'origine organique, et sous forme de protéines ou de peptides simples. La qualité du compost est également évaluée par le suivi de l'azote. En effet, les microorganismes nitrifient le substrat, se traduisant par une diminution de la concentration en NH_4^+ et une apparition d'ions nitrate NO_3^- .

Certains auteurs fixent la limite de stabilité d'un compost de la matière organique pour une teneur en NH_4^+ de 0,04%, soit 400 mg/kg (Bernal, 1998; Bustamante et al., 2008). Sanchez-Monedero (2001) a montré que la perte d'azote dans un compost d'ordures ménagères est proche de 40% et qu'un rapport $[\text{N} - \text{NH}_4^+] / [\text{N} - \text{NO}_3^-]$ inférieur ou égal à 0,11% correspond à un indicateur de maturité pour ce type de compost. L'azote organique des composts stabilisés, se minéralise lentement, avec une vitesse similaire à celle des sols (0,26 mg N/kg/j) sans évolution avec l'âge du compost. Pour les composts moins stables, la vitesse de minéralisation est supérieure (0,4 mg N/kg/j) (Houot, 2002).

3.2.2 Teneurs des composts de déchets verts :

Les valeurs peuvent varier fortement d'un compost à l'autre : le calcul du plan de fumure doit se baser sur les données figurant sur le bulletin de livraison fourni par le producteur.

Tableau 4: Teneurs moyennes en éléments fertilisants des composts de déchets verts et fumier bovin en tas.

		Matière sèche	Matière organique	N total	N disponible	P_2O_5	K_2O	Mg	Ca
Compost de déchets verts	kg/m ³	250	105	3.5	0.2 - 0.35	1.5	2.5	1.5	12.5
	kg/t MF	500	210	7	0.4 - 0.7	3	5	3	25
Fumier bovin	kg/t MF	190	150	4.9	1.0 - 2.0	3.2	6.6	0.8	3.7

3.2.3 Les quatre phases du compostage :

Le compostage est accompagné de production de chaleur. Il est largement admis depuis longtemps que la chaleur générée au sein du compost est essentiellement d'origine biologique, c'est à dire due à l'activité microbienne (WAKSMAN et al, 1939). Des oxydations chimiques exothermiques peuvent également prendre part à l'échauffement du compost. Mais l'origine abiotique de l'échauffement est considérée négligeable devant l'origine biologique, lorsque les températures n'atteignent pas des valeurs très convenables pour l'activité microbienne dans un domaine dépassant les 80 °C (FINSTEIN & MORRIS M.L. 1975; MILLER et al, 1989).

L'évolution de la température au sein du compost permet de définir quatre phases au cours du compostage.

Ces phases sont largement décrites dans la littérature (**LECLERC, 2001**).

3.2.4 La phase mésophile :

Est la phase initiale du compostage. Durant les premiers jours de compostage, la présence de matières organiques facilement biodégradables entraîne une forte activité microbienne (bactéries et champignons) générant une forte production de chaleur et une montée rapide de la température au cœur du compost.

- Très vite la température atteint des valeurs de 60 °C jusqu'à 75 °C. Cette phase est appelée phase thermophile car seuls les micro-organismes thermorésistants (essentiellement des bactéries) peuvent survivre à ces hautes températures. Au cours de cette phase, une part importante de matière organique est dégradée sous forme de CO₂, et un assèchement du compost lié à l'évaporation de l'eau est souvent observé.

- **Lors de la phase thermophile**, succède la phase de refroidissement. La diminution de la quantité de matières organiques facilement dégradables provoque un ralentissement de l'activité microbienne.

La chaleur générée par la dégradation microbienne est alors inférieure de deux pertes dues aux échanges surfaciques et à l'évaporation, entraînant un refroidissement du compost. **Cette phase de refroidissement** peut être très progressive ou au contraire très rapide en fonction des conditions climatiques ou de la taille du tas de compost par exemple. Au cours de cette phase, des micro-organismes mésophiles recouvrent à nouveau le compost.

Au cours de la dernière phase appelée phase de maturation, les processus d'humification prédominent, ainsi que la dégradation lente des composés résistants. Cette phase de maturation dure jusqu'à l'utilisation des composts.

La dégradation des matières organiques sont regroupées sous le nom de fermentation (du latin fermentation signifiant altération), correspondant donc à une phase de dégradation intensive de la matière organique. S'il s'agit effectivement de processus de dégradation de la matière organique, il ne s'agit pas au sens strict d'une fermentation (métabolisme énergétique au cours duquel le substrat est dégradé en anaérobiose), car par définition, le compost doit évoluer en conditions aérobies. Mais par extension, le terme fermentation définit les modifications chimiques du substrat liées à l'activité microbienne, tant en anaérobiose qu'en anaérobiose (Dictionnaire d'Agriculture – Conseil International de langue française, 1999).

Certains auteurs utilisent le terme de fermentation aérobie. Ce terme de fermentation est très utilisé dans le milieu du compostage (SUGAHARA et al ,1981).

Bien que globalement le compostage se fasse dans des conditions aérobie, plusieurs travaux ont mis en évidence la présence possible des sites anaérobies durant la phase de dégradation intensive (KIRCHMANN et al ,1994).

De tels sites peuvent s'expliquer par l'intense activité microbienne consommatrice d'oxygène et génératrice de gaz carbonique combinée à un manque d'aération du compost. Il faut signaler que cette vision des quatre phases du compostage est avant tout une vision théorique qui représente ce qui se passe au cœur du compost. L'évolution de température au sein d'un compost dépend de la production interne de chaleur et des échanges avec l'extérieur (BACH et al, 1987). Un tas de compost est un milieu hétérogène, qui a des surfaces d'échange avec le milieu extérieur, des zones de tassement, et des gradients de température et d'humidité (MILLER et al, 1989 ; FERMOR ,1993). Pour réduire cette hétérogénéité et favoriser la biodégradation, un travail du compost est souvent réalisé, généralement durant la phase de dégradation : retournement, arrosage et criblage.

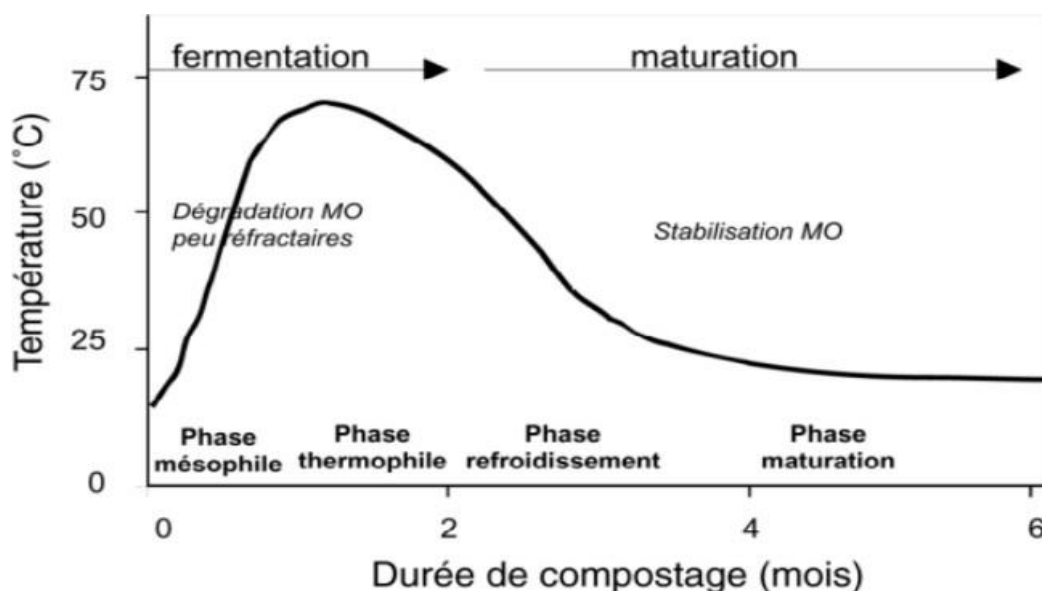


Figure 13 : Présentation les parcelles de la culture de l'orge

3.3 Les avantages du compost :

L'utilisation du compost comporte plusieurs avantages parmi lesquels on peut citer :

3.3.1 Amélioration de la croissance des végétaux et des racines :

Les végétaux se développant dans un milieu de croissance contenant du compost sont plus forts et ont un meilleur rendement.

3.3.2 Amélioration du rythme de diffusion des nutriments :

Le compost rend au sol ses nutriments prolongeant ainsi leur présence dans le sol pour nourrir les végétaux pendant une plus longue période.

3.3.3 Amélioration de la porosité du sol :

L'activité microbienne est essentielle à la porosité du sol. Les micro-organismes décomposent les matières organiques pour rendre les nutriments accessibles aux végétaux. L'amélioration de la porosité entraîne également une meilleure aération du sol et ainsi le développement de l'activité biologique.

3.3.4 Amélioration de la capacité de rétention d'eau :

La matière organique contenue dans le compost peut absorber l'eau et améliorer ainsi la capacité de rétention d'eau du sol.

3.3.5 Elimination des maladies chez les végétaux :

Il a été démontré que certains composts améliorent la résistance des végétaux vis-à-vis de certaines maladies (**Larbi, 2006**). L'effet phytosanitaire décrit la faculté fongicide du compost. D'une manière générale le compost contient des substances donnant plus de vigueur aux végétaux et augmentant ainsi leur résistance vis-à-vis de certains organismes pathogènes.

3.4 Effet sur la structure du sol :

Amélioration de la structure du sol par augmentation des agrégats. le compost de couleur foncée, augmente l'absorption des rayons solaires (réchauffement). Meilleure perméabilité à l'air et à l'eau.

Une réduction importante de l'effet du gel, de l'érosion (hydrique et éolienne) et diminution de la dessiccation par ventilation ; **(Guittonny-Larchevêque, 2004)**

3.4.1 L'effet du compost sur sol et les plantes :

SERRA-WETTLING (1995) et **SERRA-WETTLING et al, (1997)** ont révélé que l'addition de 10 % en volume de compost de fraction fermentescible d'ordure ménagères, à un sol limoneux permet de diminuer voire de supprimer le développement de la Fusariose vasculaire du lin (causée par *Fusarium oxysporum*).

Selon ZNAIDI, (2002), l'effet bénéfique du compost est dû à l'activité biologique et/ou à une modification physique du milieu. La résistance d'origine biologique est attribuée soit à l'ensemble des microorganismes du sol et du compost (c'est la résistance générale), soit à la présence de micro-organismes antagonistes des agents pathogènes (c'est la résistance spécifique).

En outre, **GILLARD (2002)** a observé que l'épandage de compost jeune de déchets végétaux, comme apport d'une source carbonée fraîche destinée à améliorer la vie microbiologique des sols, a permis d'atteindre de nombreux objectifs : l'amélioration du pH, la réorganisation d'azote, la séquestration du carbone, l'amélioration de la porosité (meilleure circulation de la phase gazeuse et meilleure rétention d'eau), la hausse de la capacité d'infiltration de l'eau et la présence d'un système à base de mycélium ont été obtenus **(GILLARD, 2002)**.

Ainsi d'une part l'apport de compost frais de déchets végétaux montre une capacité à favoriser la rétention d'eau à partir de 30 t/ha, et d'autre part, l'ajout de compost frais de déchets végétaux montre une capacité à réorganiser de l'azote dès 20 t/ha, limitant ainsi le risque de lessivage.

La valeur amendante (capacité à augmenter le stock de MO du sol) augmente avec la stabilité de la MO. L'utilisation des composts en support de culture exige qu'ils soient bien stabilisés pour éviter tout risque de phytotoxicité. L'évolution de la stabilisation de la MO des composts est étroitement dépendante des déchets compostés. Le choix du compost à utiliser en amendement organique devra donc être réfléchi en fonction des objectifs recherchés avec l'utilisation de ce type de matières fertilisantes **(HOUOT (2009))**.

3.5 Conditions réglementaires de l'utilisation des composts en agriculture :

Les composts sont essentiellement utilisés en agriculture, mais également pour la végétalisation des sites, ou comme support de culture.

Pour pouvoir être utilisés, les composts doivent faire l'objet d'une procédure d'homologation, ou répondre aux critères de spécification définis dans la norme 44-051 définissant les amendements organiques. Cette norme est d'application obligatoire pour l'utilisation de ces produits, mais est très peu contraignante en raison notamment de l'absence de critères d'innocuité (polluants et pathogènes).

Elle est actuellement en cours de révision. Les composts n'entrant pas dans le cadre de cette norme (composts de boues de station d'épuration par exemple) doivent être utilisés dans le cadre d'un plan d'épandage.

L'utilisation des composts en agriculture biologique est possible, lorsque le besoin est reconnu par l'organisme de contrôle. Les composts d'effluents d'élevage (sauf l'élevage hors sol), les composts de déchets verts et les Composts de bio déchets peuvent être utilisés en agriculture biologique. Cependant, ces derniers doivent avoir des teneurs très faibles en métaux (Leclerc, 2001).

Chapitre III : Matériels et Méthodes

4 Matériels et Méthodes

4.1 L'objectif :

Notre étude est focalisée sur la fertilité globale des sols des régions arides, on utilisant un compost local à base de déchets de palmier dattier, ce compost sera appliqué sur une plante test qui est l'orge en plein champs et de suivre les effets de composte et fumier et les engrais sur les paramètres de végétale.

4.2 Matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé est constitué d'une seule variété d'orge (Hordeum Vulgare):
Saïda: orge à 6 rangs d'origine locale, variété de bonne valeur agronomique

4.3 Méthode de travail :

4.3.1 Dispositif expérimental :

On a préparé des sous- parcelles de 4 m de long par 1.2 m de large pour une superficie de $4.8 m^2$.
Dans chaque parcelle ce qui fait 4 lignes et l'espace entre les lignes 30 cm.
Les traitements : 04 traitements et 04 répétitions le nombre total des parcelles 16.

TO: témoin.s

COM: compost.

FUM : fumier ovin.

ENG : engrais minéral NPK.

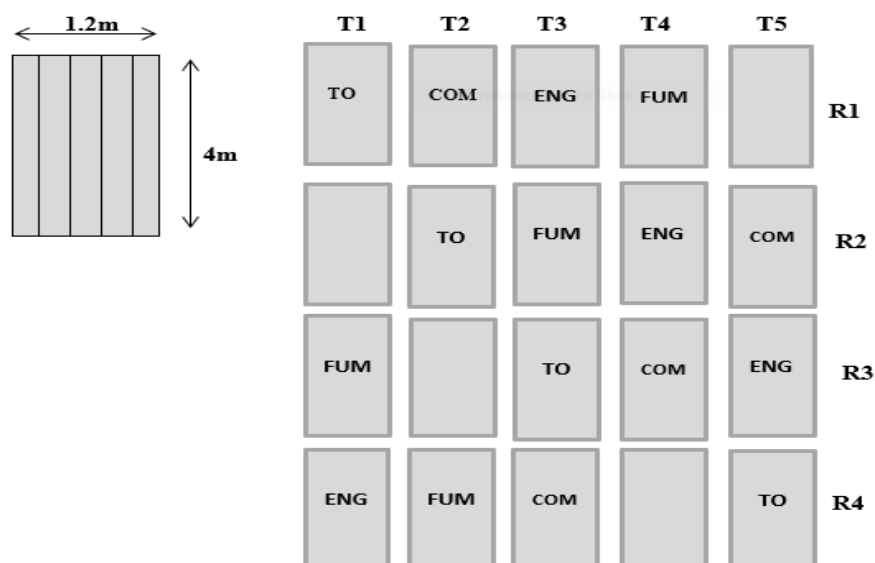


Figure 14 : Présentation les parcelles de la culture de l'orge.



Figure 15 : Le premier processus d'irrigation de l'orge au début de janvier (original image).

4.4 Installation de l'essai :

4.4.1 Analyse du sol :

L'analyse de sol se fait en trois étapes : d'abord le prélèvement de trois échantillons du sol avant la mise en place de la culture, puis l'analyse de l'échantillon afin de connaître les caractéristiques physiques et chimiques du sol, et enfin, l'exploitation des résultats pour établir l'optimum doses d'engrais.

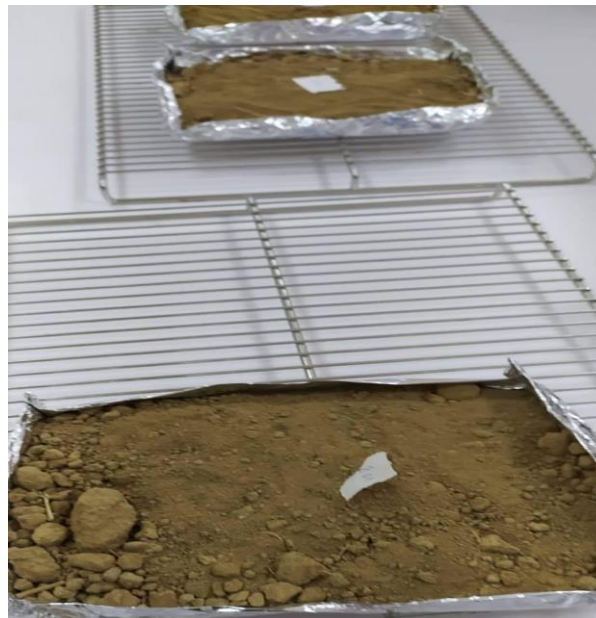


Figure 16 : Échantillons de sol avant la plantation (original image).

4.4.2 Analyse physico- chimiques du sol :

Tableau 5: Analyse physico- chimiques du sol.

L'élément	Méthode d'analyse
pH	pH métré
CE	Conductimètre
Calcaire actif	DROUINEAU-GALET
Calcaire total	Calcimètre
Carbone organique	WILKYBLAK
Matière organique	C.O * 1.72
Azote total	KJELDAHL
Phosphore assimilable	Colorimétrie
CEC	METTSO
K ⁺ ,Na ⁺	Spectrophotomètre à flamme
Ca ⁺⁺ , Mg ⁺⁺	Richards 1954(titration par EDTA)
Humidité	Marmite de richard
Densité apparente	Cylindre
Granulométrie	La sédimentation

4.5 Calcule des doses d'engrais et de amendements organiques :

Les engrais minéraux et les amendements qui sont utilisés dans notre essai :

4.5.1 Engrais minéral :

-Urée 46 % de N

-TSP 46% de P₂ O₅

-Sulfate de potasse 51 % K₂SO₄

4.5.2 Compost :

Le compostage du palmier dattier .

4.5.3 Fumier :

On a utilisé fumier du OVIN .

4.5.4 Calcul les doses :

a) La surface totale = la longueur × Largeur

$$= 4 \times 1.2 = 4.8 \text{ m}^2$$

b) Totale des exportation de l'orge :

Azote (N) : 2.5 kg/ha

Phosphore (p) : 0.7 kg/ ha

Potassium (k) : 1.7kg/ ha

c) Objectif de rendement : 50 qx/ha

d) Besoin = exportation × rendement

Azote (N) : $2.5 \times 50 = 125 \text{ kg/ha}$

Phosphore (p) : $0.7 \times 50 = 35 \text{ kg/ha}$

Potassium (k) : $1.7 \times 50 = 85 \text{ kg/ha}$

4.5.5 Pour l'azote utilisé l'engrais urée 46% :

100 kg	—————>	46 kg . N		X= 271.73 kg / ha d'urée
X	—————>	125 kg		

1 ha = 10000 m²

10000 m ²	—————>	271.73 kg		X = 130.4 g d'urée / parcelle
4.8 m ²	—————>	X		

4.5.6 Pour le phosphore utilisé l'engrais TSP 46% :

100 kg	—————>	46 kg . p		X= 76.8 kg / ha de TSP
X	—————>	35 kg		

10000 m ²	—————>	76.8 kg		X = 36.86 g de TSP / parcelle
4.8 m ²	—————>	X		

4.5.7 Pour le Potassium utilisé K₂SO₄ 51%:

100 kg	—————>	51 kg		X = 166.66 kg /ha de K₂SO₄
X	—————>	85 kg		

10000 m ²	—————>	166.66 kg		X= 80 g /parcelle
4.8 m ²	—————>	X		

4.5.8 Le fumier et le composte :

10000 m ²	—————>	27000 kg/ha		X= 12.96 kg / parcelle
4.8 m ²	—————>	X		

4.5.9 Epandage des engrais :

Nous avons ajouté le potassium et le phosphore avant le semis (**13/01/2022**).

4.5.10 Le semis : manuel en quatre lignes

Semis manuels des gaines est réalisé le (**15/01/2022**)

4.6 L'irrigation :

Dans notre travail, on a utilisé l'eau du département des sciences agronomiques de l'université de Biskra.

Nous avons appliqué l'irrigation gravitaire.



Figure 18 : Installer un système d'irrigation le début de décembre (original image).

4.7 La Récolte :

La récolte manuelle (02/06/ 2022).



Figure 20 : La première vendange manuelle (original image).

4.8 Paramètres agronomiques mesurés pour les grains et la paille :

Les paramètres agronomiques étudiés dans cette étude : poids de 1000 grains, rendement en paille, rendement en grains, exportations de l'azote des grains et pailles, exportations du phosphore des grains et paille, exportations du potassium des grains et pailles.

4.8.1 Paramètres agronomiques :



Figure 21 : Poids de mille grains (original image).

4.8.1.1 Poids de mille grains:

Le poids de mille grains est déterminé par comptage de 50 grains de chaque échantillon, pesé pour obtenir leur poids. Le poids de 1000grains est obtenu par la formule suivante :

Equation : Poids de mille grains
PMG (g) = poids de 50 grains x 20



Figure 24 : Le dernier étape avant la récolte de la culture l'orge (original image).

4.8.1.2 Rendement en paille:

Poids de la paille est déterminé par le pesage de la paille/m² de chaque échantillon, le poids de la paille par hectare est obtenu par la formule suivante :

Equation: Poids de la paille (Qx/ha)

$$\text{Poids de la paille (Ox/ha)} = \frac{\text{Poids de paille/m}^2(\text{g})}{10}$$



Figure 25 : Poids de la paille (original image).

4.8.1.3 Rendement en grains :

Le rendement est déterminé par la formule suivante :

Equation : Rendement en grains

$$\text{Rendement (Qx/ha)} = \frac{\text{Poids des grains/m}^2(\text{g})}{10}$$

Chapitre IV : Résultats Et Discussion :

5 Résultats et discussion

5.1 Rendement en grains :

Selon le (figure 26) le traitement du sol par le compost (COM) donne une moyenne de rendement le plus élevé 44.750 q/ha par rapport aux autres traitements qui sont ; (ENG) avec une moyenne de rendement de 32.625 q/ha et pour le (FUM) une moyenne de 29.875q/ha et en fin (TO) avec une moyenne de rendement de 29.625 q/ha, donc l'écart de rendement entre le (COM) et les autres traitements commence par 12.125 q/ha pour (ENG), jusqu' au 15.125 q/ha pour (TO) . L'analyse statistique a donné une différence significatif entre les moyennes des traitements d'où le test Newman-keuls (95%) a donné 02 groupes homogènes A et B , le premier groupe A avec un moyen maximale en grain de 44.750 q/ha, Alors que le deuxième groupe regroupe les traitements (ENG) , (FUM) et (TO) avec les moyenne maximale de Rendements en grain ; 32,625 q/ha (ENG) , 29,875 q/ha ,(FUM) et 29,625q/ha (TO).

Alors que, le rendement moyenne nationale en grains et pailles de l'orge est de 13 q/ha et le rendement moyenne mondial selon la FAO en grains et pailles de l'orge est situé entre 20 et 25 q/ha.

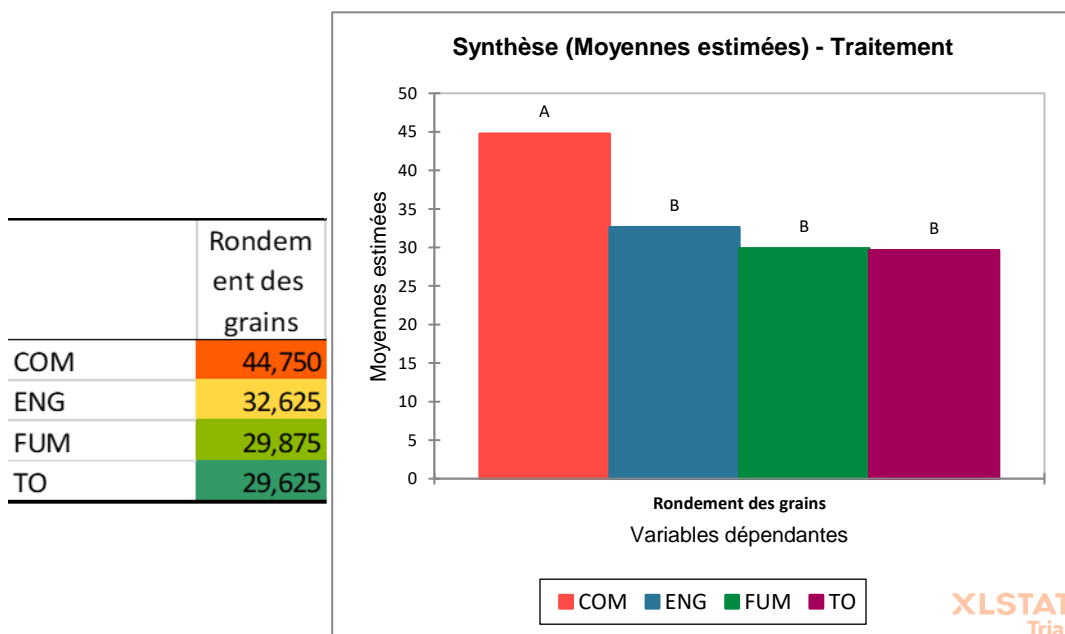


Figure 26: L'histogramme de rendement en grains (Com, Eng ,Fum ,Témoin) .

Modalité	Moyennes estimées	Erreurs standard	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)	Groupes
COM	44,750	3,246	37,677	51,823	A
ENG	32,625	3,246	25,552	39,698	B
FUM	29,875	3,246	22,802	36,948	B
TO	29,625	3,246	22,552	36,698	B

5.2 Le poids de 1000 g :

Selon le (figure 27) le traitement du sol par le compost (COM) donne une moyenne en poids de 1000g le plus élevé 48.250 g par rapport aux autres traitements qui sont ; (ENG) avec une moyenne en poids de 1000g de 43.500g et pour le (FUM) d'une moyenne de 41.500g et en fin (TO) avec une moyenne en poids de 1000g de 36.500g, donc l'écart en poids de 1000g entre le (COM) et les autres traitements commence par 4.75g pour (ENG), jusqu' au 11.75g pour (TO) .

L'analyse statistique a donné une différence significatif entre les moyennes des traitements d'où le test Newman-keuls (95%) a donné 03 groupes homogènes A et AB et B , le premier groupe A avec un moyen maximale en poids de 1000 grains de 48.250g, Alors que le deuxième groupe AB regroupe les traitements (ENG) , (FUM) avec les moyenne maximale successivement de poids de 1000g ; 43.500g (ENG) , 41.500g ,(FUM) et le troisième groupes B avec une moyenne en poids de 1000g de 36.500g (TO).

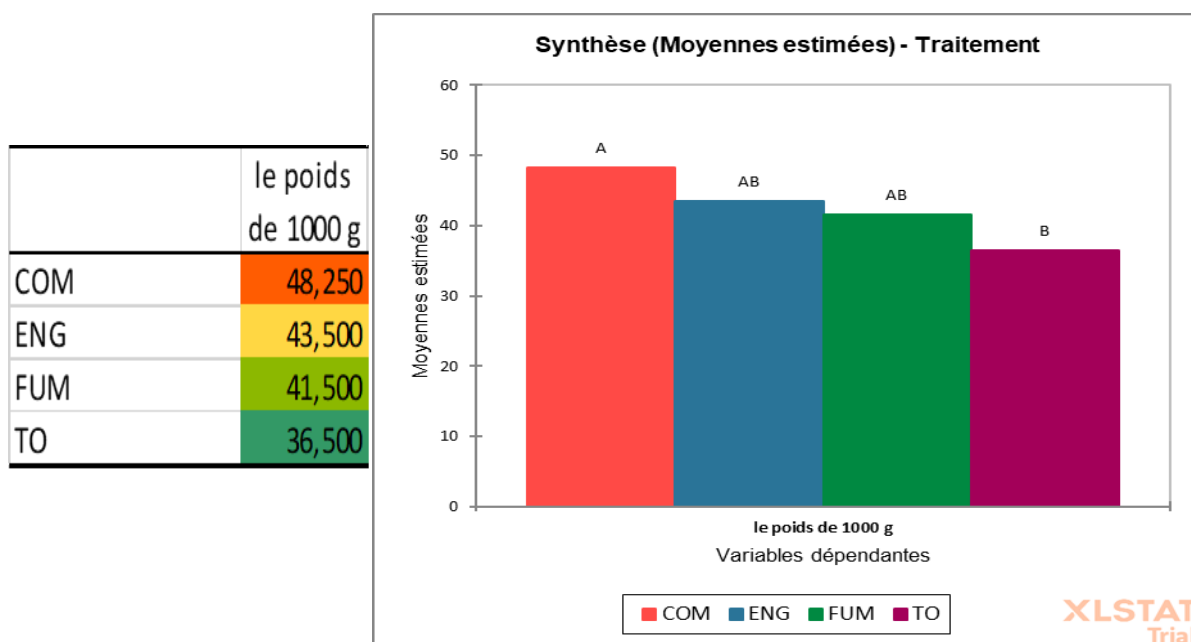


Figure 27 : Le histogramme de poids des 1000 g (Com, Eng ,Fum ,Témoin) .

Modalité	Moyennes estimées	Groupes	
COM	48,250	A	
ENG	43,500	A	B
FUM	41,500	A	B
TO	36,500		B

5.3 Rondement de paille :

L'observation du (figure 28), montre que les rendements en paille de sols traités par le (ENG) est la plus Faible 55.5 q/ha, et les rendements en paille des sols traités par le (COM) est de 66.25 q/ha après le (TO) avec une valeur de 77 q/ha, et les meilleurs rendements en paille des sols traités par le (FUM) est de 80.75 q/ha. L'ordre de l'augmentation des rendements en paille est comme suit : **(ENG) < (COM) < (TO) < (FUM)** .

Les tests de comparaisons multiples Newman-keuls (95%) n'a pas donné de signification car le ($Pr > F = 0,393$) de la faite qu'il pas de grande influence du facteur traitement.

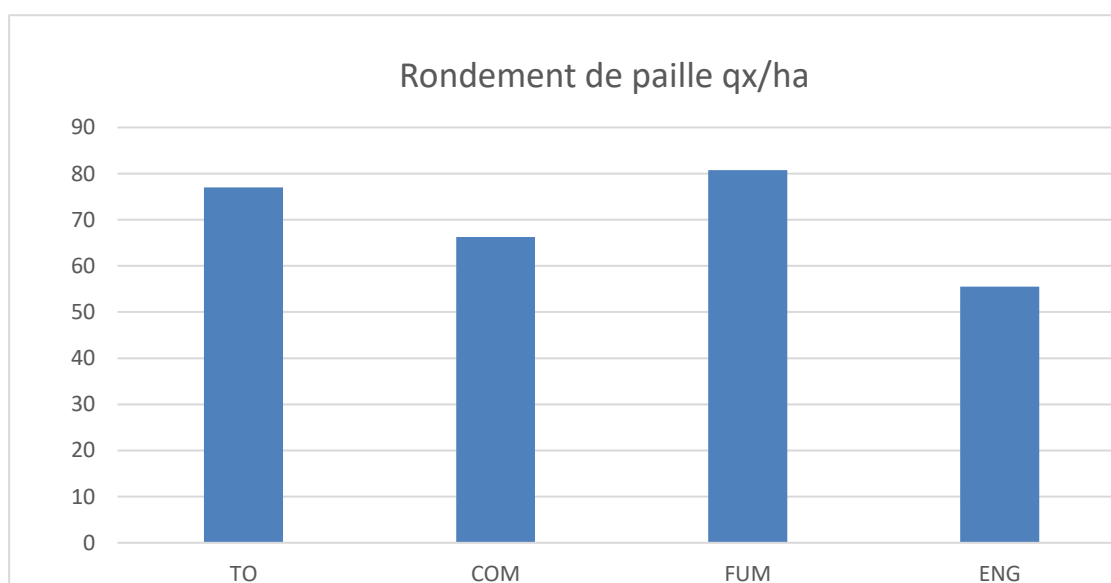


Figure 28: Rondement de paille qx/ha

5.4 Phosphore des grains :

L'observation du (figure 29), montre que la teneur du phosphore exporté par les grains pour le traitement du sol par (FUM) est la plus Faible 2,286 mg/g, et la teneur du phosphore exporté par les grains pour le traitement du sol par (TO) vienne en deuxième position avec une valeur de 2,6325 mg/g. néanmoins, la teneur du phosphore exporté par les grains pour le traitement du sol par l'engrais minéral (ENG) vienne en troisième position avec une teneur exporté de phosphore de 2,835 mg/g, par contre, les meilleurs quantités de phosphore exporté par les grains viennent du sol traité par le compost (COM) avec une teneur de 4,263 mg/g. L'ordre de l'augmentation de teneur du phosphore exporté par les grains est comme suit : **(FUM) < (TO) < (ENG) < (COM)**

Les tests de comparaisons multiples Newman-keuls (95%) n'a pas donné de signification car le ($Pr > F = 0,302$) de la faite qu'il pas de grande influence du facteur traitement.

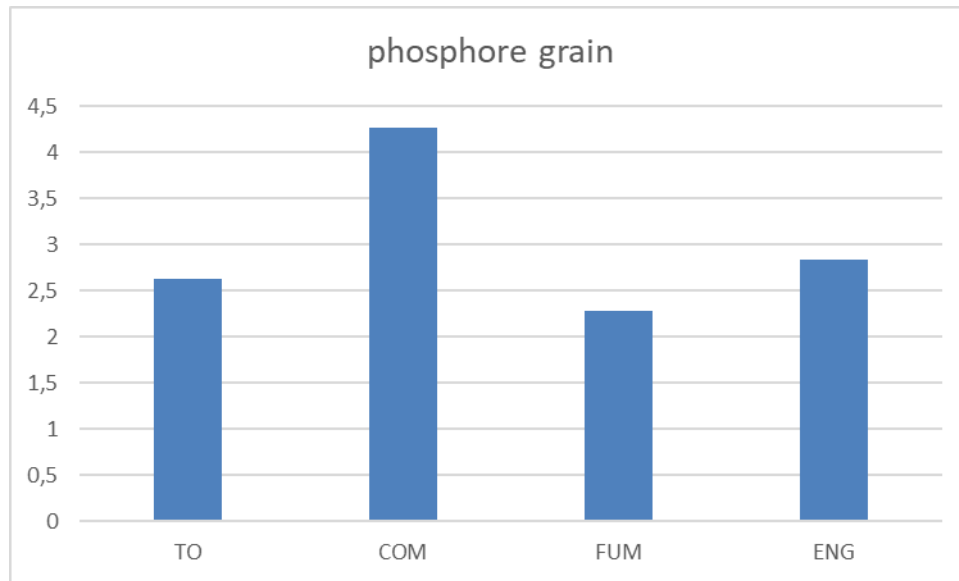


Figure 29: Phosphore grain

5.5 Phosphore paille :

D'après la (figure 30), on peut dire que la teneur du phosphore exporté par la paille pour le traitement du sol par (COM) est la plus faible 1 mg/g, et la teneur du phosphore exporté par les grains pour le traitement du sol par (TO) vient en deuxième position avec une valeur de 1,026 mg/g. néanmoins, la teneur du phosphore exporté par les grains pour le traitement du sol par l'engrais minéral (ENG) vient en troisième position avec une teneur exporté de phosphore de 1,0888 mg/g, par contre, les meilleures quantités de phosphore exporté par les grains viennent du sol traité par le compost (COM) avec une teneur de 1,2321 mg/g. L'ordre de l'augmentation de teneur du phosphore exporté par les grains est comme suit : **(COM) <(TO)< (ENG)< (FUM)** Les tests de comparaisons multiples Newman-keuls (95%) n'a pas donné de signification car le ($Pr>F = 0,941$) du faite qu'il pas de grande influence du facteur traitement.

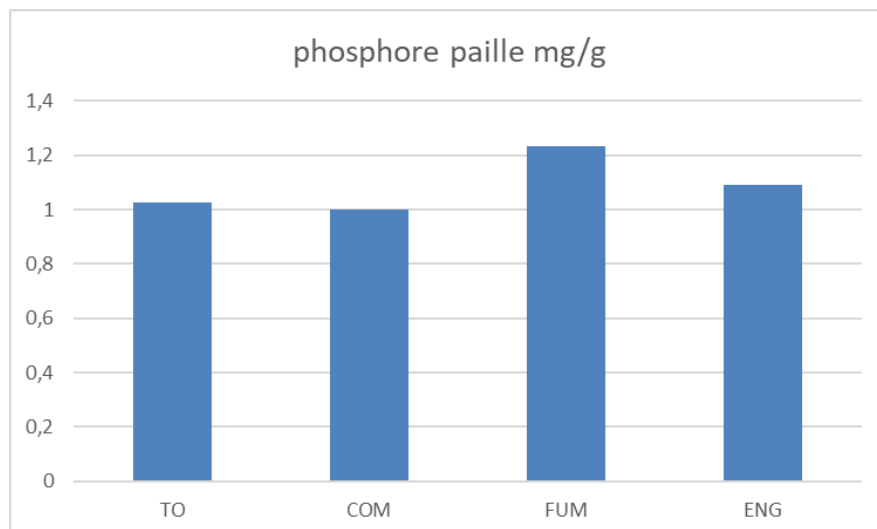


Figure 30: Phosphore paille mg/g

5.6 Azote de grain (mg/g) :

Selon le (figure 31) le traitement du sol par le compost (COM) favorise l'exportation de l'azote par la plante dans les grains avec une teneur la plus élevée de 5.670 mg/g par rapport aux autres traitements qui sont ; (FUM) avec une moyenne en azote exporté des grains de 5.093 mg/g et pour le sol traité par l'engrais minéral (ENG) avec une moyenne de 4.312 mg/g et en fin pour le sol non traité (TO) l'azote exporté par les grain est de 4.242 mg/g, donc l'écart en azote exporté par les grains entre le (COM) et les autres traitements commence par 1.358 mg/g pour (ENG), jusqu' au 1.428 mg/g pour (TO) .

L'analyse statistique a donné une différence significative entre les moyennes des traitements d'où le test Newman-keuls (95%) a donné un seul groupe homogènes A et le ($Pr > F = 0,039$), avec un ordre des exportation moyenne en Azote de grain comme suit : **(COM) > (FUM) > (ENG) > (TO)**

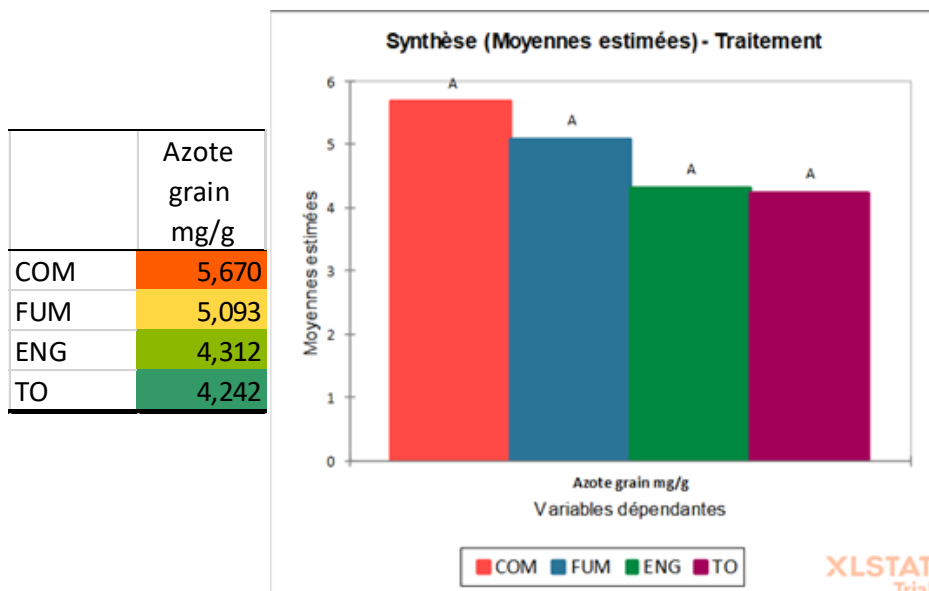


Figure 31: Le histogramme de Azote grain mg/g (Com, Eng ,Fum

Tableau 6: Synthèse des comparaisons multiples par paires pour Traitement.

Modalité	Moyennes estimées(Azote grain mg/g)	Groupes
COM	5,670	A
FUM	5,093	A
ENG	4,312	A
TO	4,242	A

5.7 Azote de paille (mg/g) :

D'après la (figure 34), on peut dire que la teneur en azote exporté par la paille pour le traitement du sol par (COM) est la plus faible 1,568 mg/g, et la teneur de l'azote exporté par la paille pour le traitement du sol par (FUM) vienne en deuxième position avec une valeur de 2,171 mg/g. cependant, la teneur d'azote exporté par la paille pour le traitement du sol par (TO) vienne en troisième position avec une teneur exporté de phosphore de 2,254 mg/g, par contre, les meilleurs quantités d'azote exporté par la paille viennent du sol traité par l'engrais minéral (ENG) avec une teneur de 2,412 mg/g. L'ordre de l'augmentation de teneur du phosphore exporté par les grains est comme suit : (COM) < (FUM) < (TO) < (ENG)

Les tests de comparaisons multiples Newman-keuls (95%) n'a pas donné de signification car le ($Pr > F = 0,524$) du faite qu'il pas de grande influence du facteur traitement.

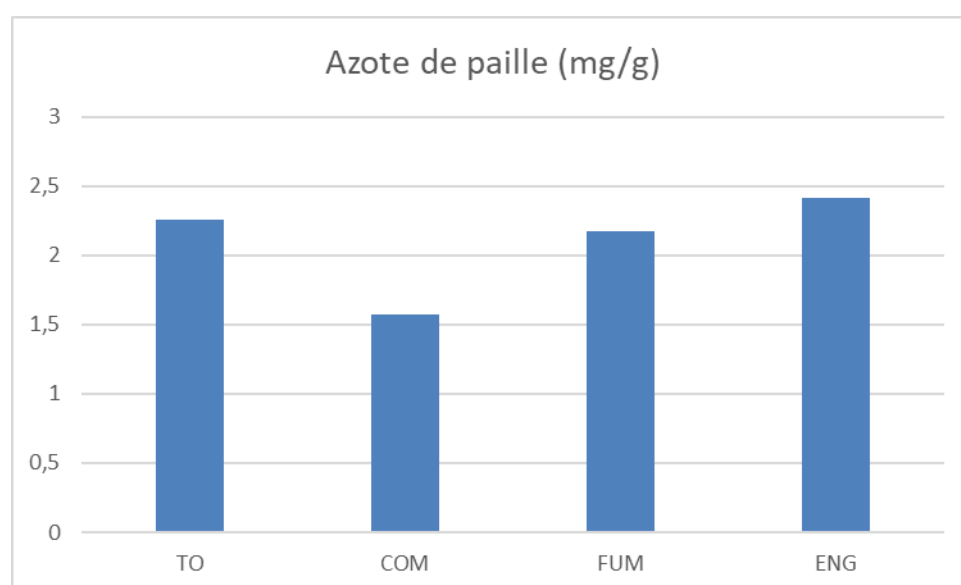


Figure 34: Azote de paille (mg/g)

5.8 Potassium (k) de grain(mg/g) :

Selon le (figure 36) le traitement du sol par engrais (ENG) donne une moyenne d'exportation en Potassium (k) de grain le plus élevé 10.382 mg/g par rapport aux autres traitements qui sont ; (COM) avec une moyenne d'exportation en Potassium (k) de grain de 9.414 mg/g et pour le (FUM) d'une moyenne d'exportation en potassium de 7.894 mg/g et en fin (TO) avec une moyenne d'exportation en Potassium (k) de grain de 7.694 mg/g, donc l'écart en Potassium (k) de grain entre le (ENG) et les autres traitements commence par 0.968 mg/g pour (COM), jusqu' au 2.688 mg/g pour (TO) .

L'analyse statistique a donné une différence hautement significatif entre les moyennes des traitements d'où le test Newman-keuls (95%) le ($Pr > F = 0,007$) est l'analyse de la variance a donné Trois groupes homogènes A et AB et B , le premier groupe A avec un moyen maximale en

Potassium (k) de grains de 10.382 mg/g (ENG), Alors que le deuxième groupe AB regroupe les traitements (COM) , (FUM) avec les moyenne maximale successivement de Potassium (k) de grain ; 9.414 mg/g (COM) , 7.894 mg/g ,(FUM) et le troisième groupes B avec une moyenne en Potassium (k) de grain de 7.694 mg/g (TO).

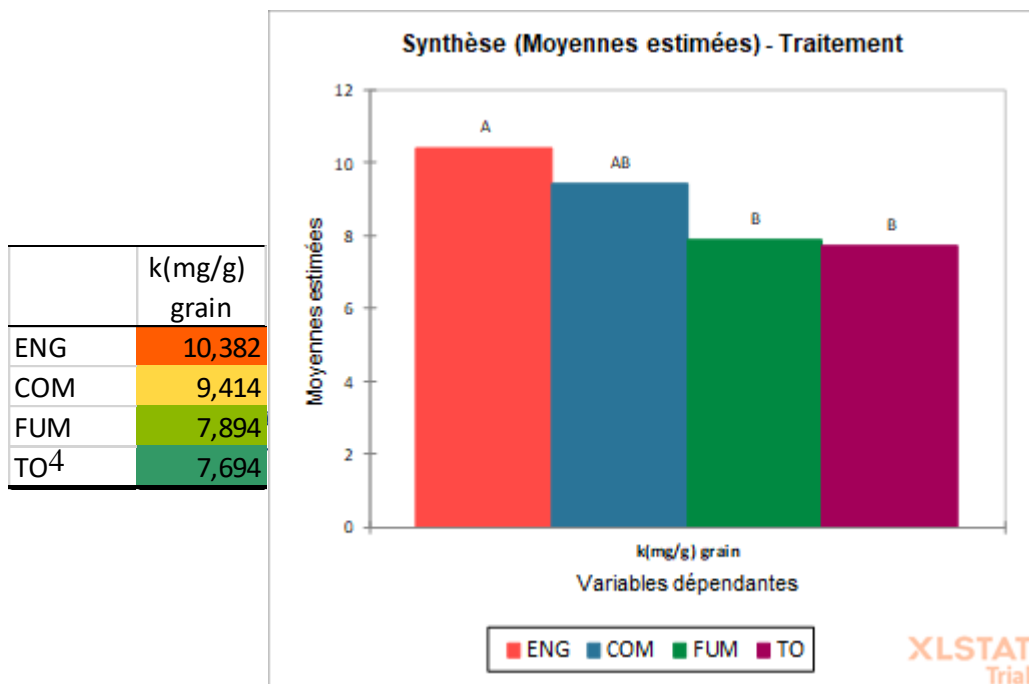


Figure 36: Le histogramme de Potassium (k) de grain(mg/g) (Com, Eng ,Fum ,Témoin)

Modalité	stimées(k(Groupes	
ENG	10,382	A	
COM	9,414	A	B
FUM	7,894		B
TO	7,694		B

5.9 Potassium (K) de paille(mg/g) :

Selon le (figure 38) le traitement du sol par engrais (ENG) donne une moyenne d'exportation en en Potassium (K) de paille le plus élevé 15.803 mg/g par rapport aux autres traitements qui sont ; (COM) avec une moyenne d'exportation en en Potassium (K) de paille de 14.362 mg/g et pour le (TO) une moyenne d'exportation en K de 11.580 mg/g et en fin (FUM) avec une moyenne d'exportation en en Potassium (K) de paille de 11.486 mg/g, donc l'écart d'exportation en Potassium (K) de paille entre le (ENG) et les autres traitements commence par 1.441 mg/g pour (COM), jusqu' au 4.223 mg/g pour (TO) .

L'analyse statistique à donner une différence hautement significatif entre les moyennes des traitements d'où le test Newman-keuls et l'analyse de la variance (95%) le (Pr>F =0,001) a donné

02 groupes homogènes A et B , le premier groupe A avec un moyen maximale en grain de 15.803 mg/g (ENG), 14.362 mg/g (COM) Alors que le deuxième groupe B regroupe les traitements (TO) , (FUM) avec les moyenne maximale en Potassium (K) de paille; 11.580 mg/g (TO) , 11.486 mg/g ,(FUM)

	K(mg/g) paille
ENG	15,803
COM	14,362
TO	11,580
FUM	11,486

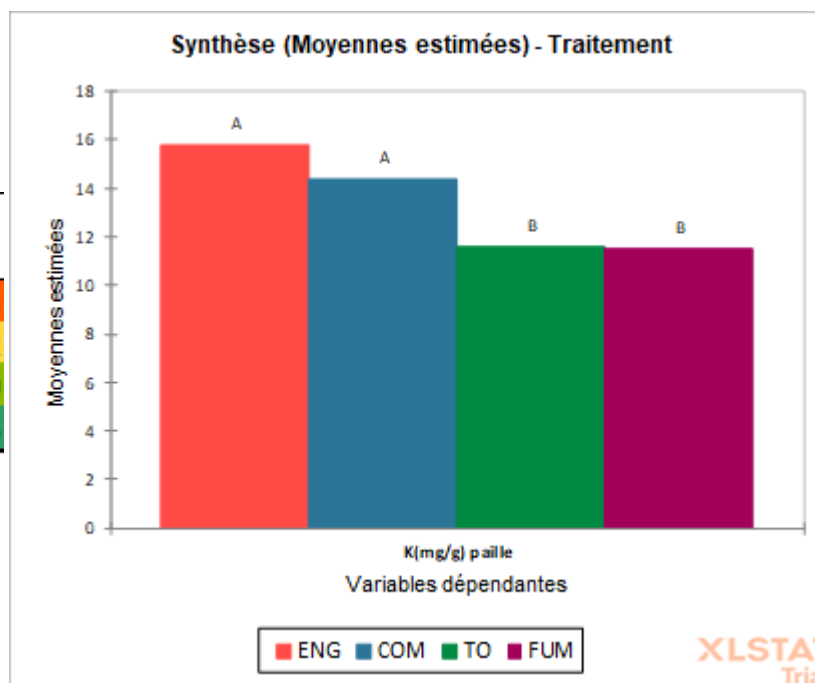


Figure 38 : Le histogramme de Potassium (K) de paille(mg/g) (Com, Eng ,Fum ,Témoin)

Tableau 7: Synthèse des comparaisons multiples par paires pour Traitement.

Modalité	Moyennes estimées(K(mg/g) paille)	Groupes
ENG	15,803	A
COM	14,362	A
TO	11,580	B
FUM	11,486	B

Conclusion

6 Conclusion :

L'effet des traitements utilisés sur le sol dans cette expérience sont comme suit :

- **Rendement en graines** ; Le meilleur rendement en grains est obtenu par le traitement du sol par le compost (COM)
- **Rendement en pailles** ; les meilleurs rendements en paille sont obtenus par des sols traités par le fumier (FUM) Contrairement au compost (COM), il s'est classé troisième
- **Poids de 1000 grains** ; Le meilleur rendement en poids de 1000 grains est obtenu par le traitement du sol par le compost (COM)
- **Exportation du phosphore par les grains** ; les meilleures quantités de phosphore exporté par les grains viennent du sol traité par le compost (COM)
- **Exporté phosphore par paille** ; les meilleures quantités de phosphore exporté par la paille viennent du sol traité par le compost (COM)
- **Exportation d'azote par les grains** ; les meilleures quantités d'azote exporté par les grains viennent du sol traité par le compost (COM)
- **Exportation d'azote par la paille** : les meilleures quantités d'azote exporté par la paille viennent du sol traité par l'engrais minéral (ENG) Contrairement au compost (COM), il s'est classé deuxième
- **Exportation du potassium par les grains** ; le traitement du sol par l'engrais minéral (ENG) donne une moyenne d'exportation en Potassium (K) de grains le plus élevé, Contrairement au compost (COM), il s'est classé dans la dernière position
- **Exportation de potassium (K) par la paille** ; les meilleures quantités de Potassium (K) exporté par la paille viennent du sol traité par l'engrais minéral (ENG), Contrairement au compost (COM), il s'est classé deuxième.

Références

7 Références :

- **ADEME, 2001.** "Déchets organiques - Essai agronomique de plein champ d'un compost des Déchets verts (résultats 8e année d'expérimentation)." Paris, France
- **ADEME, 2008.** Guide pratique sur le compostage. ADEME édition, Paris, 20 pages
- **Amellal, R. (1995).** La filière lait en Algérie: entre l'objectif de la sécurité. *Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches*, (14), 229-238.
- **Anonyme2, 2013.** Le compost : Comment ça marche ?, www.info@compostage.info.
- **Bachelier G., 1963.** La vie animale dans le sol ; article ; 279p. Paris
- **Belay G et Brink M ., 2006 :**Ressources végétales de l'Afrique tropicale 1-Céréales et légumes secs-Fondation PROTA/Backuys Publishers/CTA-p
- **Benlaribi M.et al 1990** Adaptation au déficit hydrique chez le lé dur (*Triticum durum* DesF) : Etude de caractères morphologiques et physiologiques. Thèse de doctorat d'état ISN.Université Constantine.
- **Bessaoud,. (1999).** L 'Algérie agricole: de la construction du territoire à l'impossible émergence de la paysannerie. *Insaniyat/إنسانيات. Revue algérienne d'anthropologie et de sciences sociales*, (7), 5-32.
- **Biddlestone A. J. et Gray K. R., 1976.** Le compostage au jardin, Edition Edisud, p.23.
- **Bothmer R. et Jacobsen N., 1985:** Origin, taxonomy and related species. In: D.Rasmusson (éds). *Barley, Agronomy Monograph*. 26: 19-26
- **Bouzerzour H., Dekhili M., 1995:** Heritability, gain from selection and genetic correlation for yield of barley grown in two contrasting environments. *Field Crops Res.*, 41:1 73-178.
- **Bustamante M. A., Paredes C., Marhuenda-Egea F. C., Perez-Espinosa A., Bernal M. P.et Moral R., 2008.** Co-composting of distillery wastes with animal manures: Carbon and nitrogen transformations in the evaluation of compost stability. *Chemosphere*, 72 : 551–557
- **Cadorin P., 1995.** Calendrier lunaire de l'agriculteur, Edition de Vecchi. s. a. Paris, p.140.
- **Canet R. et Pomares F., 1995.** "Changes in physical, chemical and physicochemical parameters during the composting of municipal solid waste in two plants in Valencia" *Bioresource Technology* 51 : 259-264.
- **Canet R. et Pomares F., 1995.** "Changes in physical, chemical and physicochemical parameters during the composting of municipal solid waste in two plants in Valencia" *Bioresource Technology* 51 : 259-264.
- **Ceccarlli S,Grando S ,Impiglia A.,1998:**Choise of selection strategy in breeding barley for steress environments.*Euphytica* 103-307-31 8p

- **Charnay F., 2005.** Compostage des déchets urbains dans les PED : Elaboration d'une Démarche méthodologique pour une production pérenne de compost. Thèse de Doctorat N°56. Université de Limoges.
- **Chehat, F., & Bir, A. (2008, April).** Le développement durable de systèmes d'élevage durables en Algérie: Contraintes et perspectives. In *Colloque «Durabilité du secteur des Productions Animales. Enjeux, évaluation et perspectives»*. Alger, INA-El Harrach (pp. 20-21)
- **Damien A., 2004.** "Guide du traitement des déchets, 3ème édition." Paris, France.431
- **Emberger L., 1960: et Chadeaud Prats (1960) et Feillet (2000),** Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographie .Bull.Soc.Hist.Nat.Toulouse, France, 77 ; 97-124p
- **Erroux J., 1956 :** Les céréales de l'Ouadi E! Ajal. Bu]. Soc. Hist. Nat. Afric. Nord, 43:172-183
- **FADHELA, M. M. (2017).** Activités biologiques de champignons endophytes isolés du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) (Doctoral dissertation, ENSA).
- **FAOSTAT., 2008.** <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>
- **Finstein, M. S., & Morris, M. L. (1975).** Microbiology of municipal solid waste composting. *Advances in applied microbiology*, 19, 113-151.
- **Francou C., 2003.** Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets Urbains : Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage – Recherche D'indicateurs pertinents, Thèse de Doctorat, Institut national agronomique Paris-Grignon, 289p
- **Gauthier M., 2010:** Le déséquilibre de liaison chez l'orge (*HORDEUM VULGARE* L.): Une fenêtre d'observation sur les effets de la sélection. Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval dans le cadre du programme de maîtrise en biologie végétale pour l'obtention du grade de maître es sciences (M.Se). Univ LAVAL QUÉBEC.pl -6
- **Gillard, M., Van Der Perren, C., Moguilevsky, N., Massingham, R., & Chatelain, P. (2002).** Binding characteristics of cetirizine and levocetirizine to human H1 histamine receptors: Contribution of Lys191 and Thr194. *Molecular pharmacology*, 61(2), 391-399.
- **Gobat J., Aragno M. et Matthey W., 2003.** Le sol vivant, base de pédologie. Biologie des Sols. Ed. Presses polytechniques et universitaires romands. Lausanne. 549p
- **Gondé R. et Jussiaux M., 1980 :** Cours d'agriculture moderne. 9ème édition, Ed. Maison Rustique, Paris, 628 p.*

- **Gray K. R., Sherman K. et Diddlestone A. J., 1973.** A review of composting. Part1. Process biochem. 32-36.
- **Grillot., 1959 :** La classification des orges cultivées. Au. Am. Plantes, 4 :446-486.
- **Guittouny-Larchevêque M., 2004.** Valorisation d'un compost de boues urbaines en garrigue Pour le reboisement : Comportement des jeunes arbres d'une plantation et modifications de la Dynamique de la végétation naturelle après amendement, Thèse de Doctorat, Université Paul Cézanne.
- **Hadria, R., 2006:** Adaptation et spatialisation des modèles stricts pour la gestion d'un périmètre céréalier irriguée en milieu semi aride. Thèse de doctorat. univ Cadi AYYAD Samlalia- Marrakech.
- **Hamer, G., 2003.** "Solid waste treatment and disposal: effects on public health and environmental safety." Biotechnology Advances.
- **Hanifi, L. (1999).** *Contribution à l'étude de l'hétérosis et de l'interêt des F1, F2 et lignées haploïdes doublées chez l'orge* (Doctoral dissertation, Lille 1).
- **Haug R.T., 1993.** The practical handbook of compost engineering, Boca Raton, Florida. 717
- **Heynitz K.V., 1985.** Le compost au jardin, Edition Terre vivante, paris, p.125.
- **Hoitink H.A.J. (1995).** The Composting Process. Cité par ITAB (2001). Guide des matières organiques. Tome 1. Deuxième édition 2001 .
- ***Hordeum vulgare* .** Ross, I. A. (2005). (pp. 235-261). Humana Press.
- **Houmani M., 2007 :** Complémentation des chaumes de blé avec des blocs multi nutritionnels effets sur la valeur alimentaire des chaumes et intérêt pour des brebis gestantes. Rev. Recherche Agronomique, n°19 Ed. INRA, Alger, 56-64p.
- **Houot, S., Rose, J., 2002.** « Déchets (agricoles, urbains, industriels) », Prospective SIC 2002 Synthèse de l'atelier n° 8 ; Division « Surfaces et Interfaces Continentales » ; INSU.
- **ITAB (2001).** Guide des matières organiques. Tome 1. Deuxième édition 2001 p 22-23
- **Jestin 1992 ; Von Bothmer et al. 1995.** Diversity in root aeration traits associated with waterlogging tolerance in the genus *Hordeum*.
- **Jestin., 1992 :** L'orge. In: A. Gallais and H. Bannerot Amélioration des espèces Végétales cultivées. Paris, INRA: 55-70p
- **Jimenez, E. I., & García, V. P. (1992).** Determination of maturity indices for city refuse composts. *Agriculture, ecosystems & environment*, 38(4), 331-343.
- **Kabouche, S., Bouzerzour, H., Benmahammed, A., & Hassous, M. L. (2001).** Les nouvelles variétés d'orge et les risques climatiques des hautes plaines de l'Est: Cas de région de sétif. *Céréaliculture*, 1(35), 4-12.

- **Kadi, S. A., Mouhous, A., Gani, F., Fiouane, R., & Djellal, F. (2017, October).** Caractérisation de l'élevage caprin dans la région désertique de Béchar en Algérie. In Seminar of the Sub-Network on Production Systems & Sub-Network on Nutrition. Innovation for Sustainability in Sheep and Goats. Vitoria-Gasteiz, Spain (pp. 3-5).
- **Kammoun, R., Chouayekh, H., Abid, H., Naili, B., & Bejar, S. (2009).** Purification of CBS 819.72 α -amylase by aqueous two-phase systems: Modelling using Response Surface Methodology. *Biochemical engineering journal*, 46(3), 306-312.
- **Koledzi, K. E., Baba, G., Feuillade, G., & Guy, M. (2011).** Caractérisation physique des déchets solides urbains à Lomé au Togo, dans la perspective du compostage décentralisé dans les quartiers. *Déchets Sciences et Techniques*, 59, 14-22.
- **Komatsuda T, Pourkheirandish M, He C, Azhaguvel P, Kanamori H, Perovic D, Stein N, Graner A, Wicker T, Tagiri A et al. 2007.** Six-rowed barley originated from a mutation in a homeodomain-leucine zipper I-class homeobox gene. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 104: 1424–1429.
- **Larbi M., 2006.** Influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des Plantes contre les maladies fongiques. Thèse, Institut de recherche de l'agriculture biologique FiBL, CH-Frick; l'Université de Neuchâtel. <http://orgprints.org/8935/>
- **Leclerc B., 2001.** Guide des matières organiques. eds guide technique de l'ITAB.
- **Li M ; Xiang J., Hu S., Sun L. S., Su S., Li P. S. et Sun X.X., 2004.** Characterisation of solid residues from municipal solid waste incinerator, (2004) 1397 – 1405.
- **Liang, C., Das, K.C., Mc Clendon, R.W., 2003.** "The influence of temperature and moisture Contents regimes on the aerobic microbial activity of a solids composting blend." *Bioresource Technology*.
- **Monneveux P. et Nemmar M., 1986 :** Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) et chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Etude de l'accumulation de la proline au cours du cycle de développement. *Agronomie*, 6: 583 - 590.
- **Mossab M., 2007:** Contribution à l'étude de l'exploitation à double fin de l'orge *Hordeum vulgare* L. en zones semi-arides d'altitude. Mém. Magister, Inst. Nat. Agro., El-Harrach, Alger, 126 p.
- **Moulaï, A., & Bouammar, B. (2015).** Intérêts et enjeux autour de la privatisation du foncier steppique: Cas des M'khalif de Bennana. *Accaparement, action publique, stratégies individuelles et ressources naturelles: regards croisés sur la course aux terres et à l'eau en contextes méditerranéens.*, 229.p.

- **Mustin .1987.** Le Compost, Gestion de la Matière Organique, F. Dubusc eds, , Paris.
- **Nevo E., 1992:** Origin, evolution, population genetics and resources for breeding of wild barley (*Hordeum spontaneum L.*), in the Fertile Crescent. In P.R. Shewry. Ed. Barley: Genetics, Biochemistry, Molecular Biology and Biotechnology. Éd P.R. shewry, Wailing ford, UK: C.A.B. International, the Alden Press, Oxford, pp 19-44.
- **Nuutila A., Aikasalo R., Ritala A., Kauppinen V. et Tammisola J. (2000a)** Risk assessment of transgenic barley. Innovation in the barley-malt-beer chain, Nancy (France), Institut national polytechnique de Lorraine .
- **P.et Moral R., 2008.** Co-composting of distillery wastes with animal manures: Carbon and nitrogen transformations in the evaluation of compost stability. *Chemosphere*, 72 : 551–557.
- **Peltoniemi, P., Lönnroth, P., Laine, H., Oikonen, V., Tolvanen, T., Grönroos, T., ... & Nuutila, P. (2000).** Lumped constant for [18F] fluorodeoxyglucose in skeletal muscles of obese and nonobese humans. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 279(5), E1122-E1130.
- **Pépin D., 2008.** Le compostage et paillage au jardin : recycler, fertiliser, Edition Terre Vivante.
- **Pourkheirandish Komatsuda, .2007, C., Azhaguvel, P., Kanamori, H., Perovic, & Yano, M.** .Six-rowed barley originated from a mutation in a homeodomain-leucine zipper I-class homeobox gene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(4), 1424-1429.
- **Prats, J; Grandcount, M. C. 1971 :**Les céréales 2ème éd. Coli d'enseignement Agricole.288 p.
- **Purugganan, et Fuller 2009.** & Fuller, D. Q. The nature of selection during plant domestication. *Nature*, 457(7231), 843-848.
- **Rahal-Bouziane, H. (2015).** L'orge en Algérie: passé, présent et importance pour la sécurité alimentaire face, aux nouveaux défis." *Barley in Algeria: past, present and importance for food security in the face of new challenges"*, *Recherche Agronomique*, 17(27), 07-24.
- **RAHAL-BOUZIANE, H. (2016).** *Etude de la diversité génétique et des potentialités agronomiques et fourragères de génotypes d'orge (Hordeum vulgare L.) traditionnellement cultivés en Algérie* (Doctoral dissertation, ENSA).
- **Sanchez-Monedero M. A., Roig A., Paredes C. et Bernal M. P., 2001.** "Nitrogen Transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, Ec and maturity of the composting mixtures".
- **Sangare A., 1993.** Le compostage, fiche technique. IER / SOTUBA (Bamako)

- **Serra-Wittling C., Houot S., Alabouvette C., Rouxel F. (1997).** Supressiveness of municipal solid waste composts to plant diseases induced by soilborne pathogens. Cité par ITAB (2001). Guide des matières organiques. Tome 1. Deuxième édition 2001 .
- **Soltner D., 2005:** Les grandes productions végétales. Céréales. Collection sciences et techniques agricoles. 20è édition. Paris. France, pp 21-55.
- **Stentiford, E. I., 1996.** "Diversity of composting system." In Science and Engineering of Composting, de Bertoldi et al. ed. (Blackie Academic and Professional, Bologne)
- **Waas, E., Adjademé, N., Bideaux, A., Deriaz, G., Diop, O., Guené, O., Laurent, F., Meyer, W., Pfammatter, R., Schertenleib, R., Touré, C., 1996.** "Valorisation des déchets Ménagers organiques dans les quartiers populaires des villes africaines." Genève, Suisse, SKAT.142.
- **Waksman, S. A., Cordon, T. C., & Hulpoi, N. J. S. S. (1939).** Influence of temperature upon the microbiological population and decomposition processes in composts of stable manure. *Soil Science*, 47(2), 83-114.
- **Weech, M. H., Chapleau, M., Pan, L., Ide, C., & Bede, J. C. (2008).** Caterpillar saliva interferes with induced *Arabidopsis thaliana* defence responses via the systemic acquired resistance pathway. *Journal of Experimental Botany*, 59(9), 2437-2448.
- **Weltzen H. C. (1990).** The use of composted materials for leaf disease suppression in field crops. Cité par ATTRA : Appropriate Technology Transfer for Rural Areas. (<http://www.attra.org/attra-pub/PDF/comptea.pdf>).
- **Yu H. et Huang G. H., 2009.** Effects of sodium acetate as a pH control amendment on the Composting of food waste. *Bioresour. Technol.*, 100: 2005–2011
- **ZNAÏDI I., 2002-** Etude et évaluation du compostage de différents types de matières organiques et des effets des jus de composts biologiques sur les maladies des plantes. Master of science degree mediterranien organic agriculture.

Annexes

Annexes :

Annexe 1: Analyse de la variance (Rendement en grains).

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	613,672	204,557	4,853	0,020
Erreur	12	505,813	42,151		
Total corrigé	15	1119,484			

Annexe 5: Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance Rendement des grains.

Contraste	Différence	Différence	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
COM vs TO	15,125	3,295	2,969	0,028	Oui
COM vs FUM	14,875	3,240	2,668	0,018	Oui
COM vs ENG	12,125	2,641	2,179	0,022	Oui
ENG vs TO	3,000	0,653	2,668	0,794	Non
ENG vs FUM	2,750	0,599	2,179	0,560	Non
FUM vs TO	0,250	0,054	2,179	0,957	Non

Annexe 9: Analyse de la variance le poids de 1000 g

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	284,188	94,729	4,741	0,021
Erreur	12	239,750	19,979		
Total corrigé	15	523,938			

Annexe 10: Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance le poids de 1000 g

Contraste	Différence	Différence	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
COM vs TO	11,750	3,718	2,969	0,014	Oui
COM vs FUM	6,750	2,136	2,668	0,124	Non
COM vs ENG	4,750	1,503	2,179	0,159	Non
ENG vs TO	7,000	2,215	2,668	0,109	Non
ENG vs FUM	2,000	0,633	2,179	0,539	Non
FUM vs TO	5,000	1,582	2,179	0,140	Non

Annexe 14: Analyse de la variance Rondement de paille.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	1555,250	518,417	1,083	0,393
Erreur	12	5742,500	478,542		
Total corrigé	15	7297,750			

Annexe 18: Analyse de la variance phosphore grain.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	6,322	2,107	1,358	0,302
Erreur	12	18,619	1,552		
Total corri	15	24,941			

Annexe 22: Analyse de la variance phosphore de paille.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	0,130	0,043	0,130	0,941
Erreur	12	4,010	0,334		
Total corri	15	4,140			

Annexe 26: Analyse de la variance Azote grain mg/g

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	5,555	1,852	3,837	0,039
Erreur	12	5,792	0,483		
Total corri	15	11,347			

Annexe 30: Analyse de la variance Azote paille mg/g

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	1,635	0,545	0,787	0,524
Erreur	12	8,310	0,693		
Total corri	15	9,945			

Annexe 34: Analyse de la variance Potassium k(mg/g)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	19,656	6,552	6,566	0,007
Erreur	12	11,975	0,998		
Total corri	15	31,631			

Annexe 38: Analyse de la variance Potassium K(mg/g) paille.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	54,579	18,193	12,415	0,001
Erreur	12	17,585	1,465		
Total corri	15	72,164			