

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERES DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ SAAD DAHLAB DE BLIDA



FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES

MEMOIRE de master

Spécialité : PHYTOPHARMACIE ET PROTECTION DES VEGETAUX

Présenté par : Benaouda yamna et Ould-djillali fatma

Thème

Evaluation de l'effet d'engrais organique sur l'expression végétative du caroubier cas de la biomasse du romarin et pin pignon

Soutenu publiquement, devant le jury d'examen composé de:

Président	Mme Nebih D.	MCA	Université Blida 1
Examineur	Mme Baba Aissa K.	MAA	Université Blida 1
Promotrice	Mme Chaichi W.	MCA	Université Blida 1
Co- promoteur	Mr. Djazouli Z. E.	Pr	Université Blida 1

Soutenu le: **01/09/2020**

Dédicaces

Fatma

A mes Chères parents :

A mon papa, merci pour son amour, son soutien, et ses encouragements. Merci d'avoir toujours voulu ce qu'il y a de mieux pour moi.

A ma maman, pour son amour, toute l'énergie qu'elle a dépensée. Merci pour toute ma chère maman.

A Mes chers sœurs :

Leila, selma, Nesrine, Maïssa, Youssef pour leurs soutien morale.

A Mon frère : Mohamed Amine.

Mes dédicaces vont également à tous mes amis et à tous ce qui m'ont aidé du près ou du loin et à tous ceux qui me connaissent

Dédicaces

Yamna

Je dédie ce modeste travail à deux personnes les plus chers à mon cœur :

A mes très chers parents qui ont sacrifié de leur existante pour bâtir la mienne

Qui par leur précieux conseils et contients ont sa me guider ver la voix de la réussite.

A ma petite famille

A me cher frère

A mes chères sœurs

A mess très chers amis pour leur aide et encouragement pendant cette Période de thèse.

A tous ceux que j'aime et que je respecte.

Remerciements

Avant tous on remercie Dieu le tout puissant pour nous avoir données la force et le courage pour terminer ce modeste travail.

Avec tous notre respects et tous nos sentiments, On remercie notre encadreur et agréable Mme . Chaichi Wissem pour son encadrement, sa patience ses précieux conseils qui nous ont amplement aidées à réaliser ce travail.

A Mr Djarouli ZE pour ces conseils qui nous ont aidées à réaliser ce travail.

On remercie Mme. Nebih. D d'avoir acceptée de faire l'honneur de présider le jury.

On remercie Mme Baba Aissa .K d'avoir acceptée de juger ce travail.

SOMMAIRE
Résumé
Liste des figures
Liste des tableaux
Liste des abréviations
Introduction Générale

02-03

CHAPITRE I : PARTIE THEOPRIQUE

1	<i>la fertilisation Organique</i>	
1.1	Introduction	05
1.2	Généralité	05
2	<i>le Compostage</i>	
2.1	Définition	07
2.2	Les avantages du compost	07
2.3	Les types de compost	07-08
3	<i>Pinus pinea</i>	
3.1	Description	09
3.2	Généralité	10-11
3.3	Les propriétés de pomme de pin	12
4	<i>Rosmarinus Officinalis</i>	
4.1	Description	12
4.2	Origine du nom	13
4.3	Classification	13
4.4	Habitat	14
4.5	Les propriétés de déchet de romarin	14
5	<i>Ceratoniasiliqua</i>	
5.1	Introduction	15
5.2	Ecologie	16
5.3	Usage et intérêt écologique	16-17

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODE

1	Objectif	19
2	Matériel végétal	19
2.1	Pomme de pin pignon	19
2.2	Déchets de romarin (feuilles)	19
2.3	le Caroubier	19
3	Mode opératoire	19
3.1	<i>Rosmarinus officinalis</i>	19-20
3.2	Pomme du pin	20
3.3	la fermentation solide	21
3.3.1	Préparation du substrat carboné	21
3.3.2	Inoculation du milieu de culture	21
3.4	Conditions de la fermentation solide	22

CHAPITRE III : DISSCUSION

1	Fertilisation du sol	24-25
2	Evaluation des paramètres de croissance	25
2.1	Effet des doses	25-26
2.2	Effets des amendements	26-29

Conclusion	30
-------------------	----

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	31-38
------------------------------------	-------

Liste des figures :

Figure n° 1	Schéma représentative du compostage anaérobie	8
Figure n° 2	Schéma représentative du compostage aérobie	9
Figure n° 3	Arbre du Pin pignon	9
Figure n°4	Aspect morphologique des différentes parties de l'arbre	11
Figure n° 5	(a)Fleurs, (b) fruits et(c) graines du pin pignon	12
Figure n°6	Rameaux feuillées à fleurs de romarin	13
Figure n° 7	Arbre du caroubier	15
Figure n° 8	feuillage, inflorescences et fructification du caroubier	16
Figure n°9	A) Feuilles de romarin. B) Eau désilée. C) Appareil Clevenger	20
Figure n°10	Préparation de la fermentation solide du romarin	20
Figure n°11	Préparation de la fermentation Solide de la poudre de pin	21
Figure n°12	Production du thé de vermicompost fermenté	22

Liste des tableaux

Tableau 1	représentation des rôles de la matière organique dans le sol	6
Tableau 2	Classification taxonomique de Pinuspinea L.	10

Liste des abréviations

Com. Pers : communication personnel.

CEC : La capacité d'échange cationique.

Ca²⁺: calcium.

Mg²⁺: magnesium.

H⁺: hydrogène.

Al³⁺ : Aluminium.

NPK : l'azote, le phosphore et le potassium.

SO₄²⁻: sulfate.

Fe: fer.

Na: sodium.

NO₃⁻ : Nitrate.

Résumé :

Le romarin et le pin pignon sont des plantes très abondantes en Algérie, les déchets de distillation du romarin sont riches en composés bioactifs non volatils comme les polyphénols, ainsi que la pomme de pin pignon qui est également une bonne source de carbone. Ces deux plantes peuvent être de bon engrais pour la fertilité du sol et la croissance de la plante.

L'étude vise à évaluer les effets d'engrais organiques à base de végétaux sur la germination et la croissance du caroubier, elle est réalisée au niveau du laboratoire de recherche de Départements de Biotechnologie, faculté de Blida, l'expérimentation a débuté en mois de Février elle vise essentiellement les déchets du romarin récupéré après distillation par appareil de type Clevenger et les pommes de pin pignon cueillie dans la région de Mhaba, wilaya de Tipaza. Une partie des deux biomasses sera brûler Et l'autre broyer puis fermenté, ils seront par la suite utilisé comme engrais organique sur les plantes de caroubier.

Dans plusieurs études les engrais organique à base de végétaux, ont induit a une croissance supérieure de la plante et a l'amélioration des paramètres chimiques du sol, l'utilisation des végétaux comme engrais organique, est une des solutions pour la restauration de la fertilité des sols, et de cela avoir une meilleure croissance pour les plantes.

Mots clés : Compost, Engrais organique, Fertilité du sol, Pin pignon, Romarin.

Abstract:

Rosemary and pinion pine are very abundant plants in Algeria, rosemary distillation waste is rich in non-volatile bioactive compounds such as polyphenols, as well as the pinion cone which is also a good source of carbon. Both of these plants can be good fertilizers for soil fertility and plant growth.

The study aims to assess the effects of organic plant-based fertilizers on the germination and growth of the carob tree, it is carried out at the level of the research laboratory of Departments of Biotechnology, Faculty of Blida, the experiment started in months in February, it mainly targets rosemary waste recovered after distillation by a Clevenger type apparatus and pinion pine cones picked in the region of Mhaba, wilaya of Tipaza. Part of the two biomasses will be burned and the other part will be crushed and then fermented, they will then be used as an organic fertilizer on the carob trees.

In several studies, organic plant-based fertilizers have induced superior plant growth and improved soil chemical parameters, the use of plants as organic fertilizer is one of the solutions for restoring fertility. Of soils, and from this have better growth for plants.

Keywords: Compost, Organic fertilizer, Soil fertility, Pinion pine, Rosemary.

ملخص:

يعتبر إكليل الجبل والصنوبر من النباتات الوفيرة للغاية في الجزائر، كما أن نفايات تقطير إكليل الجبل غنية بالمركبات النشطة بيولوجيًا غير المتطايرة مثل البوليفينول، وكذلك مخروط الصنوبر الذي يعد أيضًا مصدرًا جيدًا للكربون. يمكن أن يكون هذان النباتان سمادًا جيدًا لخصوبة التربة ونمو النبات.

تهدف الدراسة إلى تقييم تأثير الأسمدة العضوية النباتية على إنبات ونمو شجرة الخروب، ويتم إجراؤها على مستوى معمل أبحاث أقسام التكنولوجيا الحيوية بكلية البلية، وبدأت التجربة في شهر في فبراير، استهدفت بشكل أساسي نفايات إكليل الجبل التي يتم استردادها بعد التقطير بواسطة جهاز من نوع كليفنجر وأقماع الصنوبر الترس التي تم التقاطها في منطقة ولاية تيبازة. سيتم حرق جزء من الكتلتين الحيويتين والجزء الآخر سيتم سحقه وتخميمه، ثم يتم استخدامه كسماد عضوي على أشجار الخروب.

في العديد من الدراسات، أدت الأسمدة العضوية النباتية إلى نمو فائق للنبات وتحسين المعايير الكيميائية للتربة، واستخدام النباتات كسماد عضوي، هو أحد الحلول لاستعادة الخصوبة. التربة، ومن هنا يكون النمو أفضل للنباتات.

الكلمات المفتاحية: سماد عضوي، سماد عضوي، خصوبة التربة، صنوبر ترس، إكليل الجبل.

Introduction Générale

Introduction Générale :

Au cours des dernières décennies, le phénomène de la dégradation des sols agricoles est devenu un problème mondial significatif (Mekuriaw *et al.*, 2017 ; Pham *et al.*, 2018). Étant une ressource limitée et finie pour laquelle il faut entre 200 à 1000 années pour la formation d'une couche de 2,5 cm d'épaisseur, son exploitation à des fins agricoles est fragilisée par l'augmentation de la population mondiale et le changement climatique (Ciampalini *et al.*, 2011; Pimentel *et al.*, 1995 cité par Moges et Taye, 2016).

Pourtant, il existe une solution simple pour la dégradation des sols, pour nous comme pour la nature : le compostage, qui offre des solutions permettant de transformer les déchets organiques en ressources. C'est également la solution la plus acceptable pour assainir des matières organiques fraîches (Anita, 2003), le compostage offre des solutions très intéressantes permettant de transformer en ressource les déchets organiques de l'exploitation agricole (FAO, 2005). Le rôle important des fertilisants organiques, sur diverses propriétés du sol, est largement reconnu, permettant de justifier leur utilisation (Koulibaly *et al.*, 2009).

Le romarin est l'une des plantes les plus populaires en Algérie (Zermane, 2010), le rendement de la distillation n'est que de 0,8 à 2,5 grammes d'huile essentielle pour 100 grammes de plante sèche, ce qui se traduit par une production mondiale de résidus solides ($10-20 \times 10^3$ Tm / an) qui peut entraîner des préoccupations environnementales si elle n'est pas correctement gérée (Angioni *et al.*, 2004). De plus, les résidus solides de distillation sont riches en composés bioactifs non volatils comme les polyphénols qui peuvent être exploités comme antioxydants naturels dans les denrées alimentaires et les aliments pour animaux ou comme ingrédients anti-âge dans les cosmétiques, comme composés bénéfiques pour la santé ou comme agents de protection naturels des cultures en agriculture biologique, et fournir ainsi un profit supplémentaire à la culture de manière durable (Navarrete *et al.*, 2011; Santana-Méridas *et al.*, 2012; Sánchez-Vioque *et al.*, 2013; Santana-Méridas *et al.*, 2014).

Situées en masse sur le sol de la forêt, les pommes de pin sont abondantes et faciles à trouver, peu importe la période de l'année. Ces petites choses ligneuses se présentent sous toutes sortes de formes et de tailles, qu'elles sont également très utiles puisqu'elles font office de ressource renouvelable (source économique et écologique). La pomme de pin est également une bonne source de carbone. L'humus en sera plus riche (M'barki, 2019).

Le caroubier, grâce à ses caractéristiques morphologiques et physiologiques, est capable de développer différentes stratégies pour limiter les contraintes hydriques. C'est une essence qui s'installe avantageusement dans les zones semi-arides et arides, d'où l'importance de son utilisation dans les programmes de reboisement où elle est de plus en plus recommandée (Rejeb, 1994 ; Batlle et Tous, 1997).

L'étude vise à évaluer les effets d'engrais organique à base de végétaux plus précisément les pomme de pin pignon et les déchets du romarin après distillation sur la germination et la croissance du caroubier.

Chapitre 1

Analyse Bibliographique

1. La fertilisation organique :

1.1. Introduction :

La maîtrise de la fertilisation organique est un enjeu particulièrement important en Agriculture Biologique AB, car les produits que l'on regroupe sous le terme générique de « fertilisants organiques » permettent d'apporter les différents éléments minéraux nécessaires aux cultures (Leclerc, 2009). De manière générale, l'utilisation de produits organiques pour fertiliser les cultures et/ou amender les sols est particulièrement intéressante d'un point de vue économique (hausse du prix des engrais minéraux) mais également d'un point de vue agronomique, car l'apport d'amendement organique contribue à améliorer le statut organique des sols, avec tous les effets bénéfiques qu'il entraîne (lutte contre l'érosion, maintien d'une bonne structure, stockage de carbone, augmentation de la biodiversité...). Par ailleurs, l'utilisation de déchets organiques (comme les composts de déchets verts), permet de les valoriser en les recyclant via les sols agricoles (Leclerc, 2009).

Enfin, en AB, la fertilisation organique s'intègre et se raisonne à l'échelle de la succession culturale, avec une place de choix pour les légumineuses qui permettent d'enrichir significativement le système en azote (Leclerc, 2009).

1.2. Généralité :

1. La matière organique :

La matière organique est l'ensemble des composés carbonés et azotés issus de la dégradation des produits de la faune et de la flore, de surface et du sous-sol. Elle présente une gamme de substance très différente et à des stades d'évolution très variée (Chenni et Maghlouche, 2013).

2. Le rôle de la matière organique :

La présence de la matière organique dans le sol est à l'origine de l'apparition de propriétés physicochimiques et biologiques favorisant le développement des végétaux cultivés ou naturels.

Tableau 1 : représentation des rôles de la matière organique dans le sol (Anonyme, 2013).

	Action	Bénéfice
Rôle Physique	Structure, porosité	-pénétration de l'eau et de l'air -stockage de l'eau -limitation de l'hydromorphie -limitation du ruissellement -limitation de l'érosion -réchauffement
	Rétention en eau	-Meilleure alimentation hydrique
Rôle Biologique	Stimulation de l'activité biologique (vers de terre, biomasse microbienne)	-dégradation, minéralisation, réorganisation, humification -aération
Rôle Chimique	Dégradation, minéralisation	Fourniture d'éléments minéraux (N, P, K, Oligo-éléments....)
	Capacité d'Echange Cationique	Stockage et disponibilité des éléments minéraux
	Complexation d'éléments trace métalliques (cuivre, aluminium, Plomb...)	Limitation des toxicités (Cu)
	rétention des micropolluants organiques et des pesticides	qualité de l'eau

2. Le Compostage :

2.1. Définition :

Le compostage est la transformation d'une matière organique très instable et fortement biodégradable en une matière organique stable (Leclerc, 2001). Le compostage est un processus contrôlé de dégradation des constituants organiques d'origine végétale et animale, par une succession de communautés microbiennes évoluant en condition aérobies, entraînant une montée de température, et conduisant à l'élaboration d'une matière organique humifiée et stabilisée. Le produit ainsi obtenu est appelé compost. Selon Charnay en 2005, le compostage est un mode de traitement biologique aérobie des déchets.

2.2. Les avantages du compost :

L'utilisation du compost comporte plusieurs avantages parmi lesquels on peut citer (Ademe, 2008 ; Ademe, 2001) :

1. Amélioration de la croissance des végétaux et racines
2. Amélioration du rythme de diffusion des nutriments
3. Amélioration de la porosité du sol
4. Amélioration de la capacité de rétention d'eau
5. Elimination des maladies chez les végétaux
6. Effet sur la structure du sol
7. Effet sur les caractéristiques physico-chimiques du sol
8. Effet sur la dynamique du sol et amélioration des échanges gazeux

2.3. Les types de Compost :

1. Compostage anaérobie : La décomposition se produit quand l'oxygène (O) est absent ou présent en quantité limitée. Dans ce processus, les microorganismes anaérobies dominant et élaborent des composés intermédiaires comme du méthane, des acides organiques, du sulfure d'hydrogène et d'autres substances. En l'absence d'oxygène, ces composés s'accumulent et ne sont pas métabolisés. Un grand nombre de ces composés ont des odeurs fortes et certains d'entre eux présentent une phytotoxicité. Comme le compostage anaérobie est un processus s'effectuant à basse température, les graines d'adventices et les pathogènes ne sont pas affectés. De plus, le processus nécessite souvent plus de temps que le compostage aérobie. Ces inconvénients contrebalancent les avantages de ce

processus, à savoir le peu de travail nécessaire et la perte limitée d'éléments nutritifs au cours du processus (FAO, 2005).



Figure n° 1 : Schéma représentatif du compostage anaérobie (Trifyl I., 2020).

2. Compostage aérobie : Il a lieu en présence d'une grande quantité d'oxygène. Au cours de ce processus, les micro-organismes aérobies décomposent la matière organique et produisent du gaz carbonique (CO_2), de l'ammoniac, de l'eau, de la chaleur et de l'humus, qui est le produit organique final relativement stable (FAO, 2005). Bien que le compostage aérobie puisse produire des composés organiques intermédiaires comme certains acides organiques, ceux-ci sont ensuite décomposés par des micro-organismes aérobies. Le compost ainsi obtenu, qui a une forme relativement instable de matière organique, ne comporte que très peu de risque de phytotoxicité (FAO, 2005). La chaleur générée accélère la décomposition des protéines, des graisses et des sucres complexes tels que la cellulose et l'hémicellulose et réduit la durée du processus. De plus, ce processus détruit de nombreux microorganismes, qui sont des pathogènes pour les humains ou les plantes, ainsi que les graines d'adventices, dans la mesure où la température atteinte est suffisamment élevée. Bien que les éléments nutritifs soient perdus en quantité plus importante lors du compostage aérobie, celui-ci est considéré plus efficace et utile que le compostage anaérobie pour la production agricole (FAO, 2005).

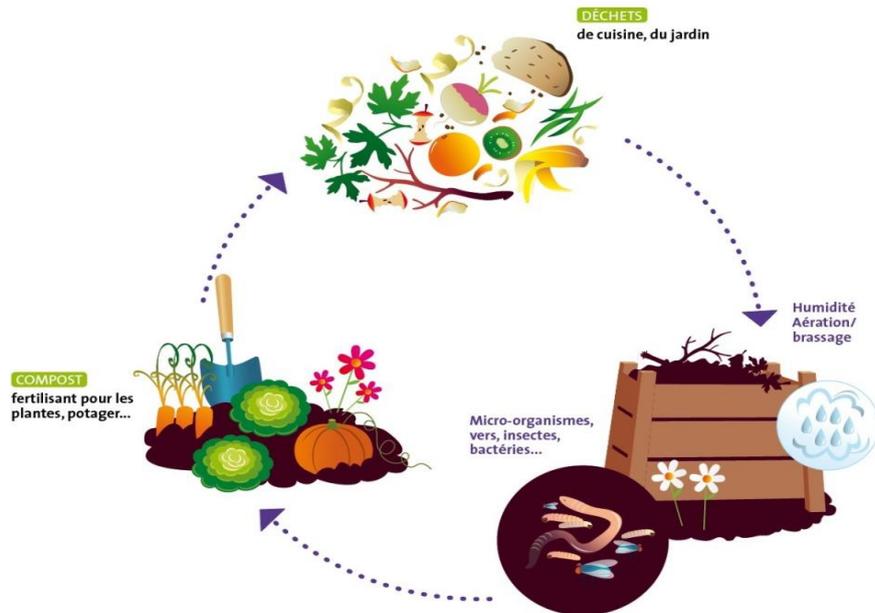


Figure n° 2 : Schéma représentatif du compostage aérobie (Ecologie Biarritz Atlantique 2015).

3. Pinus pinea (Le Pin Pignon) :

3.1. Description :

Parmi les Gymnospermes, le Pin parasol appartient à la famille des Pinacées dont onze genres reconnus et 225 espèces, ce qui en fait la plus grande famille de plantes à graines non en fleurs (Charrier, 2004 ; Gernandt et *al.*, 1999). Le genre Pinus est divisé en deux sous-genres : Strobus (l'haploxyton, ou broches souples) et Pinus (le diploxyton, ou broches dures) (Gernandt *et al.*, 2005).



Figure n° 3 : Arbre du Pin pignon (Draouet, 2015)

Le sous-genre *Pinus* est à son tour divisé en 6 sections, dont la section *Pinea* comprenant uniquement l'espèce *Pinus pinea* L. La position taxonomique du pin pignon est la suivante (Sbat et Hadjib, 2016) :

Nom botanique : *Pinus pinea* L.

Nom français : Pin pignon.

Nom Arabe : Senouber El-Tamri.

Nom berber : Azoumbi

Tableau n° 2 : Classification taxonomique de *Pinus pinea* L. (Sbat et Hadjib, 2016) :

<i>Classification</i>	
➤ Embranchement	Spermaphytes
➤ Sous Embranchement	Gymnospermes
➤ Classe	Coniféropsidae
➤ Ordre	Coniférales
➤ Famille	Pinaceae
➤ Genre	<u><i>Pinus</i></u>
➤ Espèce	<u><i>Pinea</i></u>

3.2. Généralités :

Le Pin pignon est une espèce de conifères héliophile par excellence (**figure n° 4**) et exige une pleine lumière. Sa diffusion est liée au climat chaud et lumineux des côtes méditerranéennes (Macchioni *et al.*, 2003). Le Pin pignon est un arbre à port typiquement " en parasol ". Il peut atteindre une hauteur de 30 m et plus de 6 m de circonférence. Son tronc est cylindrique, rectiligne et se divise rapidement en branches (Sbat et Hadjib, 2016). Sa longévité peut atteindre 200 à 250 ans, mais dans quelques régions elle peut dépasser 400 ans. La croissance est monocyclique avec les rameaux primaires d'un gris verdâtre. Les aiguilles, d'un vert glauque, réunies sur les rameaux sont généralement fasciculés par deux. Elles sont longues de 10 à 20 cm et épaisses de 1,5 à 2 mm (**figure n° 4**) (Charrier, 2004).



Figure n°4 : Aspect morphologique des différentes parties de l'arbre (Draouet, 2015).

Les bourgeons sont cylindriques, pointus avec des écailles réfléchies, d'un brun clair, frangées de blanc ; ils ne sont pas résineux (Draouet, 2015).

Les arbres, monoïques, forment des inflorescences cylindriques. L'époque de floraison est comprise entre mai et juin. Les chatons mâles placés à la base des rameaux de l'année sont des inflorescences cylindriques, de couleur jaune verdâtre teinté de brun. Elles sont formées d'écailles imbriquées, avec de nombreuses étamines (**figure n° 5a**) (Draouet, 2015).

Les macrosporophylles sont terminaux ou sub-terminaux. Ils prennent la forme d'un cône ligneux dans lequel les écailles qui portent les ovules et les bractées couvrantes sont indépendantes (Draouet, 2015).

Les cônes sont solitaires (rarement réunis par 2 ou 3), arrondis, ovoïdo-coniques, de 8 à 14 cm de long et de 7 à 10 cm de large. Ils possèdent des écailles en écusson renflé, à ombilic peu saillant (**figure 5b**). Les graines, grosses à coque ligneuse sont groupées par deux à la base de chacune des écailles (**figure n° 5c**). Elles mûrissent à l'automne de la troisième année, leur production est abondante seulement tous les 3 à 4 ans (Draouet, 2015).

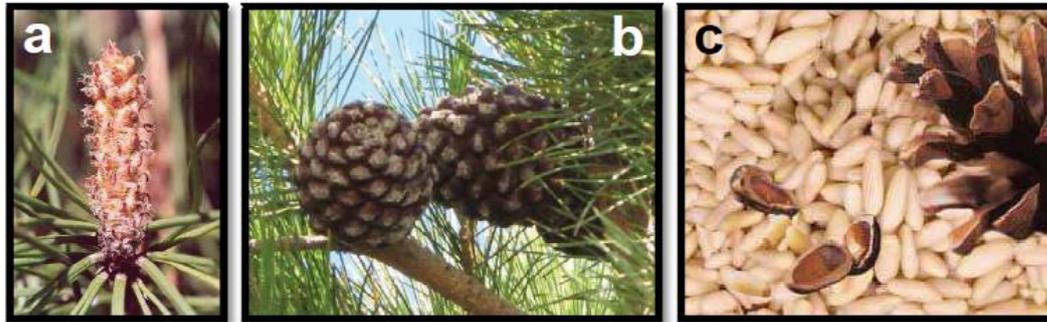


Figure n° 5 : (a)Fleurs, (b) fruits et(c) graines du pin pignon (Draouet, 2015).

3.3. Les propriétés de pomme du pin :

La pomme de pin est également une bonne source de carbone. L'humus en sera plus riche (M'barki ,2019). De plus elle réduit l'apparition des mauvaises herbes et de garder une bonne hygrométrie du sol. Il limite aussi la venue des insectes parasites tels que les limaces ou les escargots. Les pommes de pin sont une bonne base. En effet, lors de leur décomposition, elles libéreront des nutriments pour améliorer la fertilité du sol (M'barki, 2019). Et en plus, la pomme de pin résiste aux moisissures et aux champignons. Les pommes de pin apportent des nutriments à la terre en se décomposant, ce qui aide les plantes dans leur croissance (M'barki, 2019).

4. Rosmarinus Officinalis (Romarin) :

4.1. Description :

Le Romarin, plante commune à l'état sauvage, est l'une des plantes les plus populaires en Algérie (Zermane, 2010). Le romarin est un arbrisseau de la famille des labiées (Zeghad, 2009), de 50 cm à 1 mètre et plus, toujours vert, très aromatique, très rameux, très feuillé (Makhloofi, 2009). Les feuilles sont coriaces, persistantes, sessiles, linéaires, entières, enroulées sur les bords, vertes et ponctuées dessus, blanches tomenteuses à la face inférieure (Rameau et Dumé, 2008). Son écorce s'écaille sur les branches les plus âgées, et son odeur est extrêmement odorante et tenace (Makhloofi, 2009). La floraison commence dès les mois de Janvier / Février et se poursuit jusqu'en Avril / Mai (Zeghad, 2009). Les fleurs sont d'un bleu pâle ou blanchâtre (Makhloofi, 2009).

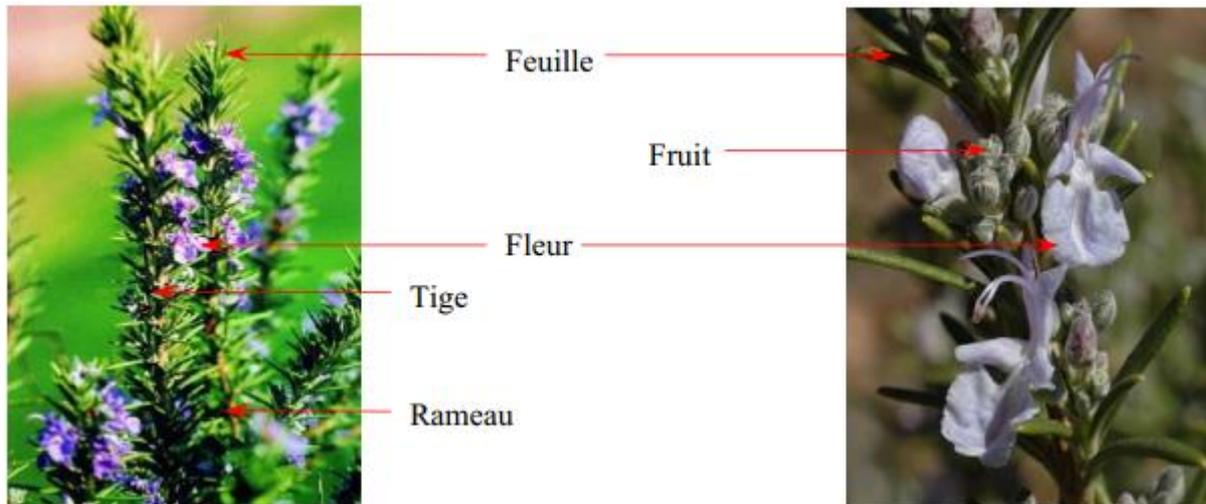


Figure n°6 : Rameaux feuillés à fleurs de romarin (Mezzian ,2014)

4.2. Origine du nom :

Le nom latin *Rosmarinus* est habituellement interprété, comme dérivé "ros" de la rosée et "marinus" d'appartenir à la mer, bien qu'elle se développe habituellement loin de la mer (Athamena, 2009).

Nom commun : Romarin

Noms arabe : Iklil Al Jabal, Klil, Hatssalouban, Hassalban, Lazir ,Azîr, Ouzbir ,Aklel, Touzala (Makhloofi, 2009).

4.3. Classification :

La classification des lamiacées selon (Delille, 2007) :

Règne : Plantae

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Ordre : Lamiales (labiales)

Sous ordre : Lamiales

Familles : Lamiaceae

Genre : *Rosmarinus*

Espèce : *officinalis* L

4.4. Habitat :

Les régions de la méditerranée représentent une zone principale d'existence des différents types de romarin ; cette plante occupe de vastes superficies du nord de l'Afrique, et du sud de l'Europe, il apprécie les climats chauds ou modérément secs (Iserin, 2001). En Algérie, onze recouvrent plus de 70000 ha du territoire national (Boukhalfa, 1991).

4.5. Les propriétés de Déchet de romarin :

La composition chimique du résidu solide de romarin était similaire à celle décrite pour d'autres extraits de *R. officinalis* (Herrero et al ., 2010;Borras-Linares et al ., 2011;Navarrete et al ., 2011;Zhang et al ., 2012;Kontogianni et al ., 2013;Santana-Méridas et al., 2014). L'acide rosmarinique, le genkwanin, le carnosol, l'épirosmanol éthyléther/méthyl éther de l'acide rosmarinique et l'acide carnosique étaient les composés les plus abondants provisoirement identifiés et représentaient entre 28 % et 48 % de la surface totale des pics dans toutes les populations (Sánchez-Vioque et al., 2015).

Les extraits de résidus de romarin ont retardé l'oxydation de l'acide linoléique, en particulier dans les stades avancés où les produits d'oxydation secondaires responsables du rancissement du mauvais goût sont générés. Certains polyphénols comme l'acide carnosique et le carnosol semblaient améliorer les activités antioxydantes et chélatantes du cuivre des extraits, tandis que la genkwanine pourrait être liée à la chélation du fer. Les extraits de *R. officinalis* ont agit comme de puissants anti-nourrissants contre *Leptinotarsa decemlineata*. Des effets anti-nourrissants faibles à modérés sur *Spodoptera littoralis* et *Myzus persicae* ont été observés. L'activité anti-nourrissante était corrélée à la teneur totale en flavonoïdes et polyphénols, suggérant des effets additifs ou synergiques et soutenant le rôle défensif possible des composés phénoliques dans les interactions plantes-insectes. La plupart des extraits, et en particulier ceux des populations cultivées à Cuenca, ont eu de forts effets stimulants sur la longueur radriculaire de *Lactuca sativa*. Un comportement controversé incluant des effets phytotoxiques et stimulants a été observé dans le cas de *Lolium perenne*, selon la population et la zone de croissance. Ces résultats fournissent des données précieuses sur le potentiel en tant que composés à haute valeur ajoutée des résidus de transformation issus de la distillation du romarin (Sánchez-Vioque et al., 2015).

5. Ceratonia siliqua (Le caroubier) :

5.1. Introduction :

Le caroubier (*Ceratonia siliqua* L., Fabaceae Césalpinoïdae) dont l'origine semble être l'Est de la méditerranée (**figure n° 7**) est domestiqué depuis 4000 ans avant J.C. ; sa culture extensive date au moins de 2000 ans avant J.C.) , sa longévité est considérable (jusqu'à 200 ans) ; il peut atteindre jusqu'à quinze mètres de hauteur (Ait Chitt et *al.*, 2007).

Il possède une cime très étalée et arrondie. Le tronc est épais, très crevassé, tortueux comme l'olivier, car le caroubier pousse aussi lentement et vit longtemps, jusqu'à 500 ans avec un tronc dont la base peut atteindre 2 à 3 mètres de circonférence. Cette espèce ligneuse a une écorce lisse et grise à l'âge juvénile et brune, rugueuse à l'âge adulte. Son bois est blanc-jaunâtre lorsqu'il est jeune et devient rose veiné puis rouge foncé et dur en vieillissant. Il est très apprécié en ébénisterie, marqueterie, armurerie, charronnage et aussi pour la fabrication du charbon (Benmahioul et *al.*, 2011). Les feuilles persistantes, de 10 à 20cm long, se caractérisent par un pétiole sillonné sur la face interne et un rachis portant 8 à 15 folioles, opposées, de 3 à 7 cm (**Figure n° 8**), elles sont coriaces, entières, ovales à elliptiques, paripennées, légèrement échancrées de couleur verte (Ait Chitt et *al.*, 2007).

Le caroubier est une espèce dioïque et rarement monoïque (Linskens et Scholten, 1980 ;Batlle et *al.*, 1988). Les fleurs groupées en grappes latérales sont de couleur pourpre et parfois rougeâtre. La morphologie florale chez cette espèce est très complexe : on peut distinguer des inflorescences mâles avec des étamines courtes ou longues, des inflorescences femelles avec des étamines rudimentaires et, occasionnellement, des inflorescences hermaphrodites (Benmahioul et *al.*, 2011).



Figure n° 7 : Arbre du caroubier (Benmahioul, 2011)



Feuilles

Fleurs

Gousses vertes

Gousses mûres

Figure n° 8: feuillage, inflorescences et fructification du caroubier (The nature conservancy, 2001)

5.2. Ecologie de *Ceratonia siliqua* L. :

Le caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) est une essence méditerranéenne très plastique, héliophile, thermophile, très résistante à la sécheresse (200 mm de pluie/an) mais pas au froid (0° C minimum). Il s'adapte à plusieurs types de sols. On le rencontre généralement sur les sols pauvres, sablonneux, limoneux lourds, rocailleux et calcaires, schisteux, gréseux et des pH de 6,2 jusqu'à 8,6, mais il craint les sols acides et hydromorphes (Baum, 1989 ; Sbay et Abrouch, 2006).

Ainsi il n'a pas d'exigence particulière vis-à-vis de la nature du sol, il peut prospérer dans les terrains les plus divers (Morton, 1987), depuis les terres d'alluvion les plus riches jusque sur les rochers les plus arides. Il ne craint pas les sols légèrement salés. Il tolère les sols pauvres, sablonneux, limoneux lourds et rocailleux, des pH de 6,2 jusqu'à 8,6 mais craint les sols acides et humides. Le caroubier préfère les sols calcaires, bien drainés et aérés et pas trop argileux. Il redoute les gelées printanières dans certaines localités. Sa croissance est d'autant plus lente qu'il est placé dans de mauvaises conditions. L'arbre fixe l'azote de l'air et résiste aux maladies et au feu (Sbay, 2008).

De plus, il a été révélé dans une étude réalisée par Correia et ses collaborateurs en (2010) que le caroubier peut tolérer et maintenir la majorité de ses processus physiologiques à une concentration de NaCl = 2,32 g/l. Ceci démontre que le caroubier peut jouer un rôle très important dans les zones salines, qui arrivent de jour en jour à gagner des terrains considérables, notamment dans le Nord-ouest de l'Algérie et particulièrement dans la région de Relizane (Mahdad ,2012).

5.3. Usages du caroubier et intérêt écologique:

Le caroubier est une essence agro-sylvopastorale offrant de nombreux avantages et intérêts socio-économiques et écologiques. Il est cultivé depuis longtemps, surtout pour ses fruits comestibles et sucrés qui sont riches en calcium, phosphore, potassium, magnésium, et pectine (Benmahioul et *al.*, 2011).

-Le caroubier est une plante mellifère : son miel est de bonne qualité. L'écorce et les racines de cet arbre sont employées en tannerie (Benmahioul et *al.*, 2011).

-La farine du fruit, est employée dans les industries agro-alimentaire et pharmaceutique, principalement contre les troubles gastro-intestinaux (diarrhée). Nous signalons aussi que la pulpe est préconisée contre la tuberculose pulmonaire (Benmahioul et *al.*, 2011).

-l'étude de Parrado et ses collaborateurs en (2008) ont démontré que la gomme de caroube, lorsqu'elle est utilisée comme biofertilisant après avoir été transformée en un extrait enzymatique, Hydrosoluble, exerce une action phyto-hormonale bénéfique et significative sur la croissance de la plante, le nombre de fleurs et le nombre de fruits par plant.

Corsia et ses collaborateurs en (2002), ont démontré la capacité extraordinaire des extraits de feuilles et de gousses à l'inhibition de la prolifération des cellules tumorales. Une étude récente menée par Sanches et ses collaborateurs en (2010) démontrent que la gousse du caroubier est une matière première appropriée à la production de bioéthanol, en raison de sa forte teneur en sucre (50%) et la facilité de son extraction.

Chapitre 2

Matériel Et Méthode

1. Objectif :

Ce travail consiste à évaluer l'effet des deux types d'engrais organique fermenté sur l'expression végétative du caroubier. Cette étude permettra de déterminer le comportement de la plante face à chaque engrais organique afin d'apporter les corrections nécessaires pour un bon développement futur.

2. Matériel végétal :

2.1. Pomme de pin :

Les pommes de pin pignon ont été collectées en mois de décembre dans la région de Mhaba Commune de Gouraya, Wilaya de Tipaza.

2.2. Déchets de romarin (feuilles) :

Après une hydrodistillation de 4h dans un appareil de type Clevenger, les résidus solide du romarin ont été séché, puis soigneusement extraites avec de l'éthanol, l'extraction des résidus solides de *R. officinalis* a donné une récupération élevée des composés solubles dans l'éthanol, allant de 20,4 à 26,2 g d'extrait-100 g-1 de matière sèche (Sánchez-Vioque et al.,2015).

3. mode opératoire :

Dans notre étude qui se base sur la réalisation d'un engrais organique à base de végétaux le matériel végétal utilise est :

-Les feuilles de romarin (*Rosmarinus officinalis*).

-Les pommes de Pin Pignon.

3.1. *Rosmarinus officinalis* :

Pour l'obtention du déchets du romarin le processus effectué est l'hydrodistillation à l'aide de l'appareil d'extraction des huiles essentielles de type Clevenger, cette technique consiste à introduire une quantité de matière végétale dans notre cas 60g de feuilles de romarin séchées dans un ballon en verre contenant une quantité d'eau distillée 300ml, le ballon contenant ce mélange est placé dans l'appareil pour une durée minimum de 3h (Zeraib, 2010).

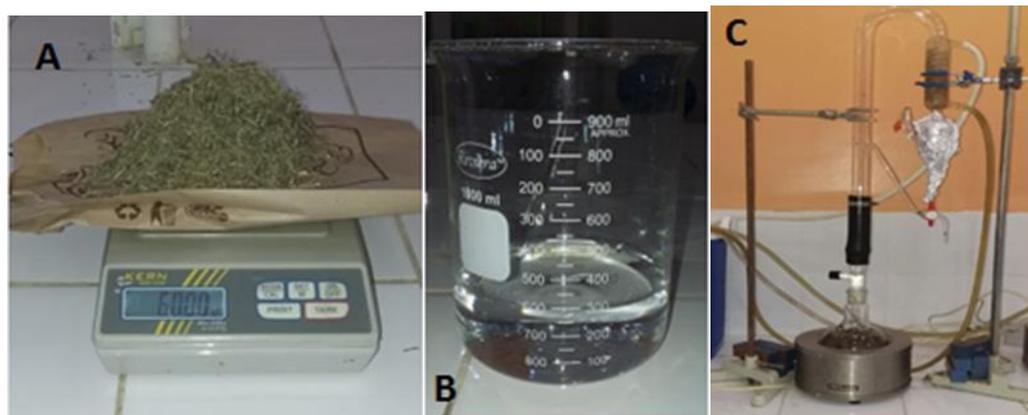


Figure n°9 : A) Feuilles de romarin. B) Eau désillée. C) Appareil Clevenger. (Originale, 2020).

Après 3h, les feuilles du romarin sont récupérées du ballon et laissée sécher pendant une semaine. Le même processus sera répété jusqu'à l'obtention d'une quantité suffisante de romarin pour notre étude.

Après avoir obtenu la quantité elle est broyée dans un broyeur électrique jusqu'à obtenir une quantité de 200g de poudre romarin qui par la suite sera humidifié avec 300ml de jus de compost, ce mélange consiste à réaliser une fermentation solide.



Figure n°10 : Préparation de la fermentation solide du romarin (Originale, 2020)

3.2. Pomme du pin:

Deuxièmement, pour le cas de pin pignon une quantité de pomme de pin est séchée au four à 180° pendant 10min pour faciliter sa décortication, après la phase de décortication une partie sera broyer dans un broyeur jusqu'à obtenir une quantité suffisante de poudre de pomme de pin en raison de réaliser une fermentation solide qui nécessite 200g de poudre du pin humidifié avec 200ml de compost.



Figure n°11 : Préparation de la fermentation Solide de la poudre de pin (Originale, 2020).

3.3. Fermentation solide :

Le recours à la fermentation du jus de lombricompost sur substrat solide vise à améliorer la productivité du jus indépendamment de l'activité directe des lombrics sur les déchets organiques. En outre, la fermentation solide présente un certain nombre d'avantages économiques et technologiques dont la faiblesse des coûts et la simplicité des équipements (Chaichi, 2018).

La fermentation solide est généralement définie comme une croissance microbienne sur des particules solides humides en l'absence d'eau libre. (Durand, 2003 ; Rahardjo *et al.*, 2006 ; Assamoi *et al.*, 2009)avancent que la fermentation solide exige trois étapes à savoir : le substrat carboné, l'inoculum du milieu de culture et les conditions de la fermentation solide. L'adaptation du principe de la fermentation solide à la fermentation du thé de vermicompost est déroulée selon le protocole ci-après (Djazouli, Com. Pers.).

3.3.1. Préparation du substrat carboné : le substrat carboné utilisé en fermentation solide du thé de vermicompost solide provient d'un substrat lignocellulosique de résidus agricoles, entre autres la pomme de pin pignon et le romarin. Ces derniers ont été transformés en poudre, à l'aide d'un mixeur électrique à hélice pour le romarin et à l'aide d'un broyeur pour les pommes de pin pignon. Le broyat est tamisé afin d'obtenir une poudre dont le diamètre des particules est inférieur à 0,09 mm (Chaichi, 2018).

3.3.2. Inoculation du milieu de culture : l'inoculation du milieu de culture se fait le plus souvent à partir d'une suspension de spores. Dans notre expérimentation 200 g de poudre de romarin et 200g de poudre de pin pignon chacun est mis dans une boîte en plastique est inoculée par imbibition au thé de vermicompost brut environ 300ml pour le romarin et 200ml pour le pin pignon jusqu'à saturation et l'obtention d'un substrat en mélasse. Le

patho-système microbien renfermé dans le thé de vermicompost brut impliquera la dégradation du substrat.

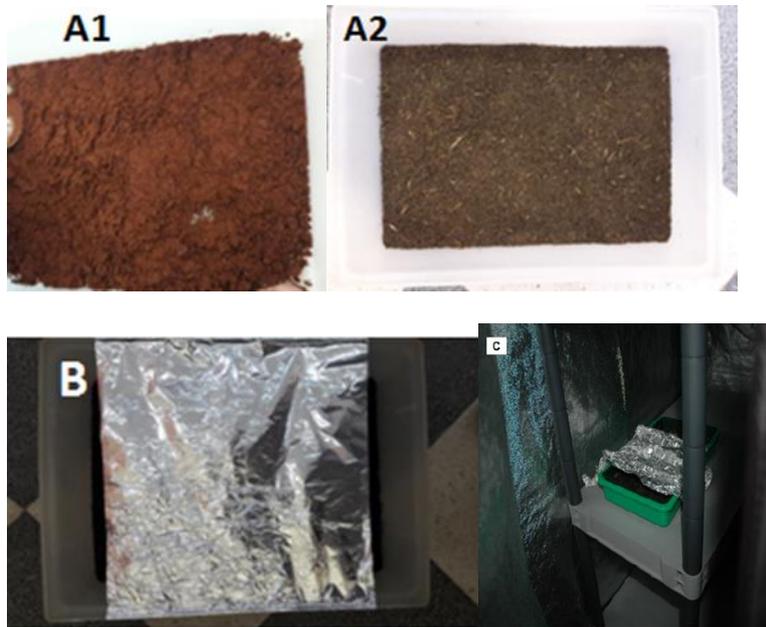


Figure n°12 : Production du thé de vermicompost fermenté (Originale, 2020).

(a) : Poudre romarin (1) et poudre de pin pignon (2) imbibé de thé de vermicompost brute ; (b) : Boite en plastique recouverte partiellement de papier aluminium pour éviter la saturation du substrat en eau ; (c) : Intérieur de l'hortibox contenant un système d'étagère afin de rentabiliser l'espace et disposer un nombre important de bac de fermentation.

3.4. Conditions de la fermentation solide :

Les boites contenant le substrat carboné et l'inoculum sont mises en phase de fermentation pendant deux semaines dans une chambre de culture (hortibox) sous conditions contrôlées de température 25 à 35 °C et d'humidité 90%. Après la phase de fermentation, le substrat solide fermenté est additionné à de l'eau de robinet. Après agitation et filtration, la phase liquide obtenue constitue le jus de lombricompost fermenté (Chaichi, 2018).

Chapitre 3

Discussion

1. Fertilisation du sol :

Selon l'étude d'Abobi et ses collaborateurs en 2014, ont démontrés des effets significatifs sur les paramètres chimiques des sols, par l'amélioration des **CEC**, du pH et des teneurs en bases, de façon proportionnelle aux doses de coques. Il a été montré ainsi que l'apport de fertilisants organiques améliore les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol (Thyries et *al.*, 2000, Useni et *al.*, 2013). Les coques de cacao, à travers leur décomposition dans les sols, assurent une grande disponibilité en éléments nutritifs, même après la mise en culture. L'accroissement de pH observé dans cette étude traduit une baisse de l'acidité du sol. L'augmentation du pH est liée aux ions Ca^{2+} et Mg^{2+} , qui, en dépit de leur prélèvement par les plants, sont en quantités suffisantes pour neutraliser les ions responsables de l'acidité du sol. Plus les quantités de Ca^{2+} et Mg^{2+} ont été fortes, plus la neutralisation des ions H^+ et Al^{3+} a été importante et, par conséquent, l'acidité a été réduite. Ceci corrobore ce qu'a rapporté Djébré (2008) qui a indiqué que les teneurs en Al^{3+} avaient significativement baissé avec les doses croissantes d'incuits de chaux et de dolomie. Les résultats ont montré une amélioration significative de la **CEC**, avec l'apport des coques de cacao, à chaque cycle de culture.

En outre l'étude de Kouadio et ses collaborateurs en 2018, montre que selon les travaux de Djeké et ses collaborateurs en 2011, étant donné que le pH permet de définir l'état du complexe adsorbant, notamment, le taux de saturation en bases (Duchaufour, 1997), son amélioration par l'apport de téguments des fèves traduit aussi celle du taux de saturation en bases. Les résultats, ainsi obtenus, sont parfaitement concordants pour authentifier l'hypothèse selon laquelle la matière organique, sous forme de téguments de fèves de cacao, est l'un des véritables moteurs de l'amélioration de la fertilité chimique du sol. Elle s'emploie à forte dose (Adden, 2004). L'analyse des données établit en tête de classement que le traitement T3 semble réaliser le meilleur résultat. Cette observation certifie que l'apport d'engrais organiques à fortes doses est indispensable pour maintenir ou accroître conjointement les stocks de carbone total et d'éléments nutritifs des sols (Thuriès et *al.*, 2000).

Ainsi Kouassi et ses collaborateurs en 2019, ont montré que l'enrichissement des fertilisants a entraîné une accélération de la décomposition de la matière organique et, par conséquent, une chute de sa teneur et celle en magnésium, au cours du compostage du fait de la stimulation de l'activité biologique par l'apport d'azote, à travers l'urée, dont la teneur a augmenté. Toutefois, les teneurs en phosphore et en potassium ont connu une hausse liée à l'enrichissement.

Les travaux de Samba en 2001 et Diallo en 2005, ont mis en exergue le rôle important de l'apport de litières dans l'amélioration des propriétés chimiques du sol. Selon ces auteurs, l'apport de litières permet un enrichissement important de l'azote minéral du sol (ammonium et nitrate) sous les litières en décomposition.

Les études d'Ayoola et Makinde en 2008 et de celles de Maman et Mason en 2013, viennent appuyer ces résultats car ils ont montré que les amendements organiques ont tendance à augmenter les propriétés chimiques du sol. En effet, le broyage aurait augmenté la surface de contact des microorganismes décomposeurs. Ce qui accélérerait la décomposition et par la même la fourniture d'éléments minéraux à la culture. A propos de l'intérêt du broyage selon l'étude de Diallo en 2005, soutient que le broyage des litières augmente la disponibilité du substrat pour les microorganismes, la colonisation des litières et l'activité microbienne.

D'autre part, l'étude d'Abobi et ses collaborateurs en 2014, indique que l'apport des coques de cacao aux sols, à la dose D5, a occasionné une amélioration de la minéralisation du C organique (64,40 %). Cette amélioration est due à une stimulation de l'activité microbienne, liée à l'augmentation du C labile, avec l'apport des coques de cacao, matière organique, support énergétique des microorganismes (Barry, 2006). L'amélioration de la minéralisation du C organique, avec l'apport des résidus organiques, a aussi été mise en évidence dans de nombreuses études (Garcia-Gomez et *al.*, 2003 ; Annabi, 2005). En revanche, la forte dose D10 a provoqué une baisse de la minéralisation de C de 70,43 %, par rapport à D0. Ceci est en accord avec les résultats d'Annabi en 2005 et de Gamouh et ses collaborateurs en 2005. Un facteur limitant la minéralisation du C apparaît avec la forte dose (Annabi, 2005). Leur action inhibitrice serait due à leurs propriétés antibiotiques sur les décomposeurs (Koné, 2009) et au fait que, complexées à des protéines, ces substances forment des composés difficilement accessibles aux microorganismes (Duguet, 2005 ; Koné, 2009). Il existe alors un seuil au-delà duquel tout apport induit une baisse de la minéralisation de C.

Ainsi Ognalaga et ses collaborateurs en 2015, ont rapporté que les teneurs en carbone organique, azote total, phosphore soluble eau sont plus élevées dans la poudre et le compost de *Chromolaena odorata* qui est une espèce tropicale et subtropicale d'arbuste à fleurs, par rapport aux valeurs obtenues avec les écumes pour les mêmes paramètres. Dans le cas spécifique du phosphore soluble dans l'eau, la teneur relevée dans la poudre de *Chromolaena odorata* est 3 fois et 250 fois plus élevée que celles observées respectivement dans le compost et les écumes de canne à sucre.

2. Evaluation des paramètres de croissance :

2.1. Effet des doses :

D'après l'étude d'Abobi et ses collaborateurs en 2014, ont montré que les valeurs des paramètres végétatifs ont été plus grandes avec la dose D5. Ces résultats corroborent ceux d'Useni et ses collaborateurs en 2013 et de Kouadio en 2007; par contre, ils contredisent ceux de Djébré en 2008. Ils montrent l'efficacité des résidus de coques de cacao, qui peut être probablement attribuée à leur décomposition pour la mise à la disposition des éléments nutritifs. Ceux-ci favorisent la rigidité des tissus végétaux et, par conséquent, la vigueur des

plantes dont les indices, obtenus avec D5, ont été, dans l'ensemble des résultats, supérieurs à ceux enregistrés avec D0, surtout au 2^e cycle.

En revanche, les plants des sols fertilisés avec D10, ont présenté des valeurs inférieures à celles obtenues avec D5. Le contraire aurait été logique, car Dorn et ses collaborateurs en 1985, ont rapporté que les doses les plus fortes fournissent plus d'éléments nutritifs pour les plantes. Les résultats ont d'ailleurs montré qu'avec D10, les teneurs des éléments nutritifs libérés ont été les plus importantes. Mais, les biomasses enregistrées avec D10 ont été faibles, ce qui suggère que le transfert des éléments nutritifs du sol aux plants de maïs, a été moins important avec cette dose. Kouadio en 2007, a aussi trouvé que les plus fortes doses ont produit un impact négatif sur la croissance des plants. Les plants des sols non fertilisés (D0) ont présenté, dans l'ensemble, les plus faibles biomasses, au terme des deux cycles de cultures. Sur ces sols, l'absence d'apports de résidus de coques de cacao s'accompagne évidemment d'une perte de matières organiques et de nutriments, d'une réduction de la biomasse et de l'activité microbienne. Ce qui contribue à la baisse de la croissance et la production de la biomasse des plants de maïs (Mulaji, 2010 ; Useni et *al.*, 2013).

Selon Ognalaga et ses collaborateurs en 2015, montrent que l'analyse des données indique qu'il suffit de fertiliser (avec D1, D2 ou D3) pour observer un nombre de ramifications qui est environ 9 fois plus important que celui des plants témoins. La croissance en hauteur nécessite un minimum de 20 t/ha d'amendement dans le sol, tandis que les croissances diamétrale et foliaire exigent la dose la plus élevée en amendements (25 t/ha) pour éviter la confusion statistique avec la dose 2. En effet, le diamètre des tiges et la surface foliaire sont plus élevés à 25 t/ha qu'avec la dose 2 (20 t/ha) des amendements organiques respectivement de l'ordre de 8% et 12%.

D'après Kouadio et ses collaborateurs en 2018, ont montré que les résultats obtenus de la vigueur des plantes de manioc avec les effets de doses croissantes de téguments de fèves de cacao sont statistiquement hautement significatif par rapport au niveau de contrôle T0 et contrairement au taux de levée. Selon les travaux d'Useni et ses collaborateurs en 2013 et Kouadio en 2007, l'efficacité des résidus de sous-produits de cacao, peut être probablement attribuée à leur décomposition pour la mise à la disposition des éléments nutritifs. Ceux-ci favorisent la rigidité des tissus végétaux et, par conséquent, la vigueur des plantes. Les valeurs moyennes de l'indice de vigueur et de la hauteur des plants de manioc ont été plus grandes avec la dose T3 (20t/ha). Les résultats très significatifs avec le traitement T3, voudraient dire qu'un apport important de fertilisants organiques accélère la croissance des plants de manioc.

2.2. Effet des amendements :

Selon Ognalaga et ses collaborateurs en 2015, ont rapporté que le compost de *Chromolaena odorata* induit une meilleure croissance d'*Hibiscus sabdariffa* quel que soit le paramètre mesuré. Ainsi, les valeurs obtenues avec le compost pour les paramètres : diamètre, hauteur

de tiges, surface foliaire et nombre de ramifications sont 3 fois, 4 fois, 7 fois et 9 fois plus élevées et significativement différentes de celles observées avec le témoin. En dehors de la hauteur des tiges, l'effet du compost est suivi, par ordre décroissant, de ceux de la poudre de *C. odorata* et des écumes de canne à sucre. Les données recueillies avec les plants non fertilisés (T0) sont de loin inférieures à celles issues des plants fertilisés, quel que soit l'amendement.

Ainsi Kouassi et ses collaborateurs en 2019, stipulent que la fumure minérale a eu les meilleurs effets sur les paramètres de croissance du soja, notamment la hauteur, le diamètre au collet et l'indice de vigueur des plantes en début de croissance. Cela s'explique par le fait que la fumure minérale, disposant d'éléments minéraux directement assimilables, aurait favorisé la croissance rapide des plantes. Mais, durant la deuxième moitié de sa durée de croissance, la fumure organo-minérale a mieux contribué à la croissance des plantes. En effet, les quarante-cinq premiers jours ont permis à la matière organique de se décomposer et de fournir aux plantes, par la suite, des nutriments en plus de ceux qui y ont été apportés pendant le compostage. La combinaison de ces deux actions a stimulé la croissance des plantes en créant un environnement racinaire favorable, non seulement à l'assimilation des nutriments, mais aussi à la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique. Cela est conforme aux résultats de plusieurs travaux, en Afrique subsaharienne, qui ont indiqué que les engrais minéraux combinés à la matière organique amélioreraient le développement des cultures (Kaho et al., 2011 ; Nyembo et al., 2012).

En suite Diaté et ses collaborateurs en 2020, ont montré que les effets des fertilisants organiques sur la croissance de la tomate varient en fonction de la dose et de la qualité de la matière organique apportée. La litière de *Boscia senegalensis* appliquée seuls ou mélangée avec du fumier et la litière *Balanites aegyptiaca* utilisée seule ont stimulé de manière significative certains des paramètres de croissance de la tomate. Toutefois, les meilleurs effets ont été induits par la litière de *B. senegalensis* aux doses de 0,5% et 0,8%. Cela laisse supposer que cette litière, appliquée 15 jours avant semis a subi une décomposition effective sous l'effet des microorganismes inféodés au substrat de culture (bactéries, champignons). L'action de ces organismes décomposeurs aurait permis la libération d'éléments nutritifs essentiels à la croissance végétale.

L'étude de Chafi en 2011 a montré qu'un effet positif de l'apport de la fiente de volaille et de farine gousse de fève au blé, il a constaté que le blé qui a reçu la farine de gousse de fève, la fiente de volaille, le fumier d'ovin et l'engrais chimique a montré un développement important par rapport au témoin traduisent la richesse de ces engrais par des éléments nutritifs très importants pour le développement de la plante. La poudre obtenue est une forme d'engrais organique végétale ou farine de gousse de fève contenant les macros éléments NPK et les micros-éléments SO_4^{2-} , Fe, Na, NO_3^- , riche en azote et éléments nutritifs qui seront facile à être absorbée par les cultures végétales.

D'après Sánchez-Vioque et ses collaborateurs en 2015, des rapports précédents ont montré les effets anti-fondation forts contre *Leptinotarsa decemlineata* et modérés contre *Spodoptera littoralis* des résidus du romarin (Santana-Méridas et al., 2014) et d'autres plantes aromatiques économiquement importantes (Santana-Méridas et al., 2012). Toutefois, à notre connaissance, il s'agit du premier rapport sur une étude de population incluant la chimie comparative et les propriétés biologiques des résidus solides de la distillation de *R. officinalis*.

Les effets anti-fourrage observés pour les extraits des populations de *R. officinalis* n'ont pas été pris en compte par leur composition chimique. Une analyse de corrélation de Pearson a été réalisée pour établir la relation entre l'activité anti-fondation et les principaux composés individuels détectés dans les extraits et aucune corrélation significative n'a été observée (données non présentées). Cependant, ils ont trouvés une corrélation positive significative entre l'activité anti-fondation contre *L. decemlineata* et la teneur totale en flavonoïdes ou la teneur totale en polyphénols, ce qui suggère que l'activité anti-fondation des extraits de romarin pourrait être expliquée par les effets additifs ou synergiques de leurs composants phénoliques individuels. Des résultats similaires ont été rapportés par Julio et al. (2014) lors de la comparaison des extraits conventionnels et supercritiques de deux populations de *Lavandula luisieri*. De même, Rojht et al. (2012) ont rapporté l'effet répulsif potentiel d'un extrait d'éthanol non toxique de la partie aérienne de *R. officinalis* contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* et de *L. decemlineata*, et proposent un effet synergique entre les composés volatils comme responsables de l'activité. Il est intéressant de noter que l'activité de chélation du cuivre a été corrélée avec l'activité anti-fondation des extraits sur *L. decemlineata*, ce qui suggère une possible altération des enzymes à base de métaux des insectes par les chélateurs de métaux (Dittmer et Kanost, 2012).

L'implication des phénoliques végétaux dans le mécanisme végétal contre les insectes et son rôle sur le comportement alimentaire des herbivores est bien connu depuis longtemps et a été récemment examiné (Lattanzio et al., 2012). Des polyphénols spécifiques, individuellement ou en combinaison, ont été associés à la défense contre les insectes herbivores chez *Quercus oleoides* (Moctezuma et al., 2014). Fornoff et Gross (2014) ont signalé l'augmentation des polyphénols comme l'un des traits de résistance et de défense induits de *Myriophyllum spicatum* pour prévenir les dommages causés par les herbivores. De même, l'activité alimentaire de certains insectes broyeurs a été corrélée avec la concentration de polyphénols et de flavonoïdes dans les tissus végétaux (Lattanzio et al., 2012).

Le potentiel allélopathique des composés phénoliques est examiné par Li et al. (2010), et certains acides phénoliques présents dans le romarin, tels que les acides rosmarinique et caféique, ont montré des effets allélopathiques sur les graines d'*Arabidopsis* (Jian et al., 2010). Plus récemment, López-Iglesias et al. (2014) ont proposé que l'amélioration de la croissance des plantes ou, au contraire, l'inhibition de la croissance des plantes, pourrait être

le résultat d'un équilibre positif ou négatif entre la concentration en nutriments et en polyphénols. Dans un travail précédent, Santana-Méridas et *al.* (2014) ont rapporté un effet stimulant des résidus de romarin sur *Lactuca sativa* et un effet phytotoxique modéré de *Lolium perenne*. Rojht et *al.* (2012) n'ont pas trouvé de différences significatives de germination entre les haricots témoins et les haricots traités avec un extrait d'éthanol de romarin, tandis que Guimarães-Araújo et *al.* (2013) ont signalé des effets hétérogènes sur la croissance des hypocotyles et de la radicule des graines de laitue et d'oignon après l'application d'un extrait d'éthanol et de fractions obtenues à partir de *R. officinalis*.

Conclusion :

D'après les résultats compilés sous l'effet des engrais organique à base de végétaux sur les différents paramètres de l'expression végétative de la plante, on remarque une croissance supérieure de la plante et une amélioration des paramètres chimiques du sol. L'apport ou la restitution de matière organique au sol constitue à la fois un amendement et un apport alimentaire pour la plante. La matière organique, une fois incorporée au sol, subit une série de transformations qui, sous l'action des micro-organismes et sous l'influence du milieu, la décomposent en humus et la minéralisent (Kouadio et *al.*, 2018).

De plus, d'après les études d'Abobi et ses collaborateurs en 2014 et d'Ognalaga et ses collaborateurs en 2015, on constate que les différentes doses d'engrais organique réagie différemment sur la croissance de la plante, pour Abobi et ses collaborateurs en 2014, la D5 a permis une meilleure croissance des plantes de maïs Tandis que, Ognalaga et ses collaborateurs en 2015, la dose la plus élevés du compost a produit la meilleur croissance.

L'effet des engrais organiques a bases de plantes et organo-minérales sur la plante se sont exprimés respectivement, dans l'étude de Kouassi et ses collaborateurs en 2019, en vue d'évaluer leurs effets sur les paramètres de croissance et de rendement du soja sur un sol peu fertile, Il ressort des résultats qu'à la dose de 10 t ha⁻¹, la fumure organo-minérale a favorisé une croissance rapide des plantes au cours de la deuxième moitié de leur cycle. La fumure organique a permis d'obtenir le meilleur nombre de gousses et la meilleure masse de 1000 graines.

A la fin cette étude, montre que l'utilisation des végétaux comme engrais organique, est une des solutions pour la restauration de la fertilité des sols, et de cela avoir une meilleure croissance pour les plantes, et que les effets des engrais organo-minérale et organiques pourrait avoir des effet similaires sur la croissance et certains paramètres du rendement.

La valorisation agronomique des engrais organiques à base de végétaux mérite d'être approfondie, car leur utilisation pourrait être une solution dans la gestion de la fertilité du sol et assurer une meilleure croissance aux végétaux pour une agriculture durable. Dans le futur, il serait intéressant de préciser la dose optimale de ces engrais organique et de déterminer leurs effets sur les sols en combinaison avec les engrais minéraux (Kouadio et *al.*,2018).

Références bibliographiques :

1. Abobi A.H.D., Angui T.K.P. et Kouadio Y.J., 2014 -Influence de la fertilisation à base des coques de cacao sur les paramètres chimiques d'un ferralisol et sur la croissance du maïs à Oumé Côte d'Ivoire, *Applied Biosciences*, vol 82, 13 p.
2. Adden A. K., 2004- évaluation quantitative des composts de biomasses diverses et leur phytotoxicité. Mémoire d'Ingénieur Agronome. Université de Lomé, 44 p.
3. Ademe, 2001-"Déchets organiques - Essai agronomique de plein champ d'un compost des Déchets verts (résultats 8e année d'expérimentation)." Paris, France.
4. Ademe, 2008-Guide pratique sur le compostage. ADEME édition, Paris, 20 pages.
5. Ait Chitt M., Belmir M. et Lazrak A., 2007. Production des plantes sélectionnées et greffées du caroubier. Transfert de technologie en Agriculture, N°153, IAV Rabat, pp : 1-4.
6. Allouache A., Aziza M.A. et Ahmed Zaid T., 2013-Analyse de cycle de vie du bioéthanol. *Revue des énergies renouvelables*, Vol.16, No2, 357-364. *Bactéries Endophytes qui lui sont Associées'*, Thèse de Doctorat, Rabat, Maroc, 2007.)
7. Annabi M., 2005- Stabilisation de la structure d'un sol limoneux par des apports de composts d'origine urbaine : relation avec les caractéristiques de leur matière organique, Thèse de doctorat de l'Institut National Agronomique, Paris-Grignon, France, 280p.
8. Anonyme, 2013. ITV France. les rôles de la matière organique.
9. Assamoi A. A., Destain J. & Thonart P., 2009 -Aspects microbiologiques de la production par fermentation solide des endo- β -1,4-xylanases de moisissures : le cas de *Penicillium canescens*. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, 290 p.
10. Athamena S., 2009- Etude quantitative des flavonoïdes des graines de *Cuminum cyminum* et les feuilles de *Rosmarinus officinalis* et l'évaluation de l'activité biologique »; mémoire de magistère ; Université d'El hadj Lakhdar de Batna.
11. Ayoola O.T. et Makinde E.A., 2008- Performance of green maize and soil nutrient changes with fortified cow dung. *Afr. J. Plant Sci.*, 2(3) : 19-22.
12. Barry Y., 2006-La transformation des apports organiques dans le sol (modèle TAO) : cas des apports riches en azote. Master Recherche CGSE : UHP, Nancy, France, 31p.
13. Batlle I. & Tous J., 1988- Lineas d'investigación sobre el algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.) en el IRTA, Cataluña (España). In: Brito De Carvalho JH, ED. I Encorto Linhas de Investigaçãode Alfarroba. AIDA, Oeiras: AIDA, pp : 92-104.
14. Batlle I. & Tous J., 1997- Carob tree. *Ceratonia siliqua* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Institute of Plant Genetic and Crops Plant Research. Gatersleben/International Plant Resources Institute. Rome. Italy.
15. Baum N., 1989- Arbres et arbustes de l'Egypte ancienne. 354p.
16. Benmahioul B., Kaid-Harche M. et Daguin F., 2011- Le caroubier, une espèce méditerranéenne à usages multiples-forêt méditerranéenne, n° 1, pp 51-58.

17. Borrás-Linares I., Arráez-Román D., Herrero M., Ibáñez E., Segura-Carretero A., Fernández-Gutiérrez A., 2011- Comparaison de différentes procédures d'extraction pour la caractérisation complète des composés phénoliques bioactifs chez *Rosmarinus officinalis* par phase inversée high- chromatographie liquide de performance avec détection par barrette de diodes couplée à la spectrométrie de masse à temps de vol par électrospray. *J. Chromatogr. A* 1218 , 7682–7690. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chroma.2011.07.021> .
18. Boukhelfa T., 1991- Apport du couplage CPG/SM ET CPG/TR. Techniques des analyses des mélanges naturels complexe exemple de l'huile essentielle de romarin. U.S.T.B.H. Alger. 126p.
19. Chafi M., 2011- vicia faba L., un engrais pour la réhabilitation des zones marginalisées (zone arides et semi-arides) algériennes, mém. doctorat, microbiologie, univ. ahmed ben bellaorane, algérie, 156p.
20. Chaichi W., 2018 - Effets des biofertilisants sur la bio-fourniture et la correction des stressés. Thèse de Doctorat, Univ. Saad Dahleb Blida, Algérie, pp : 59-60.
21. 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.
22. Charrier S., 2004- Le Pin parasol, *Pinus pinea* Linné, 1753, en Vendée, le naturaliste vendéen, 4 : 45 – 55.
23. Chenni K. et MAGHLOUCHE Y., 2013- Compostage des déchets verts : Cas de la station biocompost d'EL-KSEUR , Mémoire de master, univ. ABDRAHMANE MIRA de Bejaia, Algérie , pp 4-7.
24. Ciampalini, R., Billi, P., Ferrari, G., Borselli, L., Follain S., 2011- Soil erosion induced by land use changes as determined by plough marks and field evidence in the Aksum area (Ethiopia). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 146 (2012) : 197– 208.
25. Correia P.J., Gama F., Pestana M. & Martins-Loução M.A., 2010- Tolerance of young (*Ceratonia siliqua* L.) carob rootstock to NaCl. *Agricultural Water Management*. 97: pp 910-916.
26. Correia P.M. & Martins-Loucao M.A., 1994- Preliminary studies on Mycorrhizae of *Ceratonia siliqua* L. In New York Botanical Gardens: Mycorrhizas in integrated systems from genes to plant development. NY Bronx. Pp: 86 - 88.
27. Corsia L., Avallonea R., Cosenza F., Farina F., Baraldia C. & Baraldia M., 2002- Antiproliferative effects of *Ceratonia siliqua* L. on mouse hepatocellular carcinoma cell line. *Fitoterapia*. 73, pp: 674-684.
28. Delille L., 2007. Les plantes médicinales d'Algérie. Édition BERTI. Alger, p122.
29. Diaté B., Diallo M.D., Goalbaye T., Diédhiou S., Diallo A., Talla R., Diop A. et Guissé A., 2020- Effet de l'application de différentes doses de fertilisants organiques sur la croissance et le rendement de la tomate (*Solanum lycopersicum*), *Journal of Animal & Plant Sciences (J.Anim.PlantSci. ISSN 2071-7024) Vol.44 (1) : 7553-7566.*

30. Diallo M.D., 2005-Effet de la qualité des litières de quelques espèces végétales sahéliennes sur la minéralisation de l'azote. Thèse de Doctorat en biologie végétale. Université Cheikh AntaDiop de Dakar, 168 p.
31. Dittmer N.T.et Kanost M.R., 2012 -Insectes oxydases multicuivre: diversité, propriétés et rôles physiologiques. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 40 , 179_ 188.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ibmb.2010.02.006>
32. Djébré L.S.M., 2008- Valorisation agronomique des incuits de chaux du traitement des eaux deconsommation. Mémoire de DEA, Université NanguiAbrogoua, Abidjan, 54p.
33. Djéké D.M., Angui K.T.P., Kouadio Y.J., 2011-Décomposition des coques des cacao dansles sols ferrallitiques de la zone d'Oumé,centre-ouest de la Côte d'Ivoire : effets sur les caractéristiques chimiques des sols.
34. Djéké M.D., Kouassi P., Tehua A., et Kouadio J.Y.,2011. Décomposition des broyats decoques de cacao dans les sols ferrallitiques de la zone d'Oumé, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire : effets sur les caractéristiques chimiques des sols. Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Québec(Canada) ,10 p.
35. Dorn C.R., Reddy C.S., Lamphere D.N., Gaeuman J.V.et Lanese R., 1985-Municipal sewage sludge application on Ohio farms: Health effects.*Environ, Res.*, 38 : 332-359.
36. DRAOUEW W., 2015-Analyse dendrométrique des peuplements de Pin pignon : cas de la station Matlegue, massif de Djebel Ouahch (Constantine),Mém.master, Gestion Durable des Ecosystèmes et Protection de l'Environnement, univ.des Frères Mentouri Constantine, Algérie, pp: 2-4.
37. Duchaufour P., 1997-Abrégé de pédologie. Sol,végétation, environnement. 5^{ed}. Paris:Masson. 12 p.
38. Duguet F., 2005-Minéralisation de l'azote et du phosphore dans les sols organiques cultivés du sud-ouest du Québec. Mémoire de Maitrise, Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Québec, 45p.
39. DURAND A., 2003 –Bioreactor designs for solid-state fermentation. *Biochem. Eng. J.*, 13. pp: 113-125.
40. FAO, 2005-Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole. Documents de travail sur les terres et les eaux. 35p.
41. FAO.2005-Méthode de compostage au niveau de l'exploitation agricole. En ligne: <http://www.fao.org/3/a-y5104f.pdf>
42. Fornoff F. et brut E.M., 2014-Mécanismes de défense induite dans une angiosperme aquatique contre les insectes herbivores. *Oecologia*, 175, 173–185.
<http://dx.doi.org/10.1007/s00442-013-2880-8>
43. Gamouh A., Bensalah M., Abaadi N., Ziad A., Coste C.M. et Fournier J.C., 2005-Effets comparés et interactifs des pesticides et facteurs physiques sur la minéralisation de substrats carbonés dans le sol. *Bull. Inst. Scientifique Sci. Vie*, 26-27 : 35-38.

44. Garcia-Gomez A., Bernal M.P. et Roig A., 2003-Carbon mineralization and plant growth in soil amended with compost samples at different degrees of maturity. *Waste Management & Research*, 21: 161-171.
45. Germandt D. S., López G. G., García S. O., & Liston A., 2005-Phylogeny and classification of Pinus. *Taxon*, 54(1), pp: 29-42.
46. Germandt D. S., Vining T. F., Campbell C. S., Piñero D., & Liston A., 1999- Molecular phylogeny of Pinaceae and Pinus. In IV International Conifer Conference 615, pp: 107-114.
47. Gharnit N., El Mtili N., Toubi Ennabili A. et Ennabili A., 2001-Social characterisation and exploitation of carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) from Mokrisset and Bab Taza (NW of Morocco). *Science Letters* 3(2): 10 p.
48. Gharnit, N., El Mtili N., Ennabili A. & Sayah F., 2006. Importance socio-économique du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) dans la Province de Chefchaouen (nord-ouest du Maroc). *J. Bot. Soc. Bot. France* 33, pp : 43-48.
49. Guimarães-Araújo S., Amaral-Pinto M.E., Lucca-Silva N., Leite-dos Santos F.J., Fonsêca-Castro A.H. et Dos Santos-Lima L.A.R., 2013-Activités antioxydantes et allélopathiques de l'extrait et des fractions de *Rosmarinus officinalis*. *BBR* 2, 35–43.
50. Sbay H., 2008- Le Caroubier au Maroc : un arbre d'avenir, la Collection Maroc Nature, ed. le Centre de Recherche Forestière, p13.
51. Herrero W., Plaza W., Cifuentes A. et Ibáñez E., 2010-Procédés verts pour l'extraction des bioactifs du romarin: caractérisation chimique et fonctionnelle par chromatographie liquide ultra-performante-spectrométrie de masse en tandem et dosages *in vitro*. *J. Chromatogr. A* 1217, 2512–2520. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chroma.2009.11.032>.
52. Iserin P., 2001-Larousse Encyclopédie des plantes médicinales. Ed Larousse, pp :10-335.
53. Kaho F., Yemefack M., Tegwefou F. et Tchanthaouang J.C., 2011. Effet combiné de feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur le rendement du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au centre du Cameroun. *Tropicultura*, vol 29, pp 39 - 45.
54. Koné W.A., 2009-Qualité des sols en zone de savane humide de Côte d'Ivoire : utilisation des légumineuses herbacées comme alternative pour une valorisation des terres marginales et une agriculture durable. Thèse de doctorat : Université Nangui Abrogoua, Abidjan, 211p.
55. Kontogianni V.G., Tomic G., Nikolic I., Nerantzaki A.A., Sayyad N., Stosic-Grujicic S., Stojanovic I., Gerothanassis I.P. et Tzakos A.G., 2013-Profil phytochimique des extraits de *Rosmarinus officinalis* et *Salvia officinalis* et corrélation avec leur activité antioxydante et anti-proliférative. *FoodChem* 136, 120129. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.07.091>
56. Kouadio K. P., Yoboué K. E., Touré N., Beugré C. M., Aka K. F., Kouakou K.J. et Yao-Kouamé A., 2018-Effet des téguments de fèves de cacao sur la fertilité chimique

- d'unferralsol et quelques paramètres de croissance du manioc, à Ahoué, Sud-Est Côte d'Ivoire, *Applied Biosciences*, vol 121, pp : 12144-12156
57. Kouadio K.P., 2007-Effet du broyat de coquillages d'huître et d'escargot sur la croissance et la production du soja. Mémoire de DEA.UniversitéNanguiAbrogoua, 33p.
58. Kouassi Y.F., Gbogouri G.A., N'Guessan K.A., Bilgo A., Pascal Angui K.T et Ama T.J., 2019-Effet des fertilisants organiques et organominéral a base de dechets vegetaux et animaux sur la croissance et le rendemants du Soja (*Glycine max (L.) Merrill*) En zone de savane de cote d'ivoire, *Agronomie africaine* 31(1), pp22-32.
59. Lattanzio V., Cardinali A. et Linsalata V., 2012-Phénoliques végétales: une perspective biochimique et physiologique, dans Véronique C, Pascale SM, Quideau S (Eds.) *Progrès récents dans la recherche sur les polyphénols* . Wiley-Blackwell, Oxford (Royaume-Uni), 1–39.
60. Leclerc B., 2001- Guide des matières organiques.eds guide technique de l'ITAB.
61. Leclerc B., 2009- La fertilisation organique en agriculture biologique- En ligne : ecophytopic.fr > Agronomie_Fiche6_La fertilisation organique MD.
62. Li Z.H., Wang Q., Ruan X., Pan C.D. et Juang D.A., 2010-Phénoliques et allélopathie végétale. *Molecules* 15 , 8933–8952. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules15128933> .
63. Linskens H. & Scholten W., 1980-The flower of carob. *Potug. Acta. Bilo. (A)* XVI , pp: lkyègyèoitghy95-102.
64. Lo Gullo M.A. & Salleo S., 1988-Different strategies of drought resistance in tree Mediterranean sclerophyllous trees growing in the same environmental conditions. *New Phytol.* 108, pp: 267-276
65. López-Iglesias B., Olmo M., Gallardo A., Villar R., 2014-Effets à court terme de la litière de 21 espèces ligneuses sur la croissance des plantes et le développement des racines. *Plant Soil* 381 , 177–191. <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-014-2109-6> .
66. M'barki S., 2019- Pommes de pin, 5 façons de les utilisés au sein du jardin, revue Jardinage et bricolage. Encelade, Media groupe. 1p.
67. Macchioni F., Cioni P. L., Flamini G., Morelli I., Maccioni S., & Ansaldi M., 2003- Chemical composition of essential oils from needles, branches and cones of *Pinus*.
68. Mahdad M., 2012- Situation et perspectives d'amélioration du caroubier (*Ceratonia siliqua L.*) dans le Nord-ouest de l'Algérie. Mém. Magister, Département des Sciences de l'Agronomie et des Forêts, Univ. ABOU BEKR BELKAID-TLEMCEM, Algerie, P30.
69. Makhloofi A., 2009-« Etude des activités antimicrobienne et antioxydants de deux Plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de Bechar (matri caria : *Pubescentis (des.)* Et *Rosmarinus officinalis L*) et leur impact sur la conservation des Dattes et du beurre cru » ; thèse de doctorat ; université d'Boubaker belkaid. Pp : 11_12.
70. Maman N. et Mason S., 2013-Poultry manure and inorganic fertilizer to improve pearl millet yield in Niger. *Afr. J. Plant Sci.*, 7(5) : 162-169

71. Mekuriaw A., Heinimann A., Zeleke G. et Hurni H., 2017-Factors influencing the adoption of physical soil and water conservation practices in the Ethiopian highlands. *International Soil and Water Conservation Research* 6 (2018) 23–30.
72. Mezzian D., 2014-Extraction assistée par micro-ondes des antioxydants é partir du *Romarinusofficinalis* L. et de ses coproduits, thèse de doctorat, univ. Houari Boumediene, Algérie, pp : 32-33.
73. Moctezuma C., Hammerbacher A., Heil M., Gershenson J., Méndez-Alonzo R. et Oyama K., 2014-Des polyphénols et des tanins spécifiques sont associés à la défense contre les insectes herbivores dans le chêne tropical *Quercus oleoides* .*J. Chem. Ecol.* 40 , 458–467. <http://dx.doi.org/10.1007/s10886-014-0431-3> .
74. Moges D. M. et Taye A. A., 2017-Determinants of farmers' perception to invest in soil and water conservation technologies in the North-Western Highlands of Ethiopia. *International Soil and Water Conservation Research* 5 (2017) 56–61
75. Morton J., 1987-Carob. In: *Fruits of warm climates*. Julia F. Morton, Miami, FL. pp. 65–69.
76. Mulaji K., 2010- Utilisation des composts de biodéchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la province de Kinshasa (République Démocratique duCongo). Thèse de Doctorat, université de Liège- Gembloux Agro-Biotech, 220p.
77. Navarrete A., Herrero M., Martín A., Cocero M.J.et Ibáñez E., 2011-Valorisation des déchets solides de l'industrie des huiles essentielles.*J. Food Eng.* 104 , 196–201. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.10.033> .
78. Nyembo K. L., Useni S. Y., Mpundu M.M., Bugeme M. D., Kasongo L. E. et Baboy L. L., 2012-Effets des apports des doses variées de fertilisants inorganiques (NPKS et Urée) sur le rendement et la rentabilité économique de nouvelles variétés de Zeamays L. à Lubumbashi, Sud-Est de la RD Congo.
79. OGNALAGA M., ODJOGUI P.I., LEKAMBOU J.M.et POLIGUI R.N., 2015- Effet des écumes de canne à sucre, de la poudre et du compost à base de *Chromolaenaodorata* (L.) King R.M. & H.E. Rob sur la croissance de l'oseille de Guinée (*Hibiscus sabdariffa* L.), *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9(5) , : 2507-2519.
80. Parrado J. J., Bautista E.J., Romero A.M., García-Martínez V., Friaza and M. Tejada., 2008- Production of a carob enzymatic extract: Potential use as a biofertilizer *Bioresource Technology* Vol. 99, N°7, pp: 2312-2318.
81. Pham T. G., Degener J. et Kappas M., 2018-Integrated universal soil loss equation (USLE) and Geographical Information System (GIS) for soil erosion estimation in A Sap basin: Central Vietnam. *International Soil and Water Conservation Research* 6 (2018) 99–110.
82. RAHARDJO Y. S. P., TRAMPER J. et RINZEMA A., 2006 –Modeling conversion and transport phenomena in solid-state fermentation: a review and perspectives. *Biotechnol. Adv.* 18. pp: 161-179.
83. Rameau J-C. et Dumé G., 2008-« Flore forestière française : Région méditerranéenne » Edition Forêt privée française ; p 897.

84. Rejeb M. N., 1994-Le caroubier en Tunisie : Situations et perspectives d'amélioration. Dans: Quel avenir pour l'amélioration des plantes ? Edit. AUPELF-UREF. John LibbeyEurotext. Paris: 79-85.
85. Rojht H., Košir I.J. et Trdan S., 2012-Analyse chimique de trois extraits d'herbes et observation de leur activité contre des adultes d'*Acanthoscelidesobtectus* et de *Leptinotarsa decemlineata* à l'aide d'un système de suivi vidéo. *J. Plant Dis. Prot.* 119, 59–67.
86. Samba S.A.N., 2001-Effet de la litière de *Cordylapinnata* sur les cultures : approche expérimentale en agroforesterie. *Ann. For. Sci.*, 58: 99-107.
87. Sánchez S., Lozano L.J., Godinez C., Juan D., Pérez A. & Hernández F.J., 2010-Carob pod as a feedstock for the production of bioethanol in Mediterranean areas. *AppliedEnergy* 87, pp: 3417-3424.
88. Sánchez-Vioquea R., Izquierdo-Meleroa M.E., Polissiouc M., Astrakac K., Tarantilis P.A., Herraiz-Peñalvera D., Martín-Bejeranoa M. and Santana-Méridasa O. ,2015- Comparaison de la chimie et des propriétés biologiques des résidus solides issus de l'hydrodistillation des populations espagnoles de *Rosmarinusofficinalis*. *International journal of Fats and oils*, Vol 66, No2. [en ligne]. Disponible sur : <http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/1544/1727?fbclid=IwAR16Vc9BnhySI6zMSoXYgyeCyKr2d9qRzKqC5eJTWqSNHYk-hOnBlgf3x90>. (consulté le 04/08/2020).
89. Santana-Méridas O., González-Coloma A. et Sánchez-Vioque R., 2012-Les résidus agricoles comme source de produits naturels bioactifs. *Phytochem. Rév.* 11, 447–466. <http://dx.doi.org/10.1007/s11101-012-9266-0>
90. Santana-Méridas O., Polissiou M., Izquierdo-Melero M.E., Astraka K., Tarantilis P.A., Herraiz-Peñalver D. et Sánchez-Vioque R., 2014-Composition polyphénol, activités antioxydantes et bioplaguicides du résidu solide de l'hydrodistillation de *Rosmarinusofficinalis* L. *Ind Recadrer. Prod.* 59, 125–134. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.05.008> .
91. Sbat H., & Hadjib S., 2016-Le pin pignon : une espece de choix dans lecontextduchangementclimatique,centre de recherche forredtiere, pp : 2509-1220.
92. Sbay H. & Abrouch M., 2006-Apport des espèces à usages multiples pour le développement durable : cas du pin pignon et du caroubier. Centre de Recherche Forestière Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification. Rabat, pp :1-9.
93. Thuriès L., Arrufat A., Dubois M., Feller C., Hermann P., Larré-Larrouy M. C., Martin C., Pansu M., Rémy J. C. et Viel M., 2000-Influence d'une fertilisation organique et de la solarisation sur la productivité maraîchère et les propriétés d'un sol sableux sous abri. *Étude et gestion des sols*, 7 (1) : 73-88
94. Thyries L., Arrufat A., Dubois M., Fellrt C., HerrmannP., Larré-Larrouy M.C., Martin C., Pansu M., Remy J.C. et Viel M., 2000-Influence d'une fertilisation organique et de

- solarisation sur la productivité maraîchère et les propriétés d'un sol sableux sous abri. *Étude et gestion des sols*, 7(1) : 73-88.
95. Trifyl I., 2020-Compostage et mode d'emploi (facile ¶tique), communauté de communes Carmausin_Ségala. Labessière-candeil. 4p.
96. Useni S.Y., Chukiyabo K.M., Tshomba K.J., Muyambo M.E., Kapalanga K.P., Ntumba N.F., Kasangij A.K.P., Kyungu K., Baboy L.L., Nyembo K.L., Mpundu M.M., 2013- Utilisation des déchets humains recyclés pour l'augmentation de la production du maïs (*Zeamays L.*) sur un ferralsol du sud-est de la RD Congo. *J. Appl. Biosci.* 66:5070 – 5081.
97. Zeghad N., 2009-« Etude du contenu polyphénoliques de deux plantes médicinales D'intérêt économique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leur Activité antibactérienne » ; thèse de magistère, université de Mentouri ; Constantine, p138.
98. Zeraib A., 2010-Monographie du genre *Moricandia* D C., de l'est algérien , Magister en biologie végétale , université ferhat Abbas –Setif, Algérie. p30.
99. Zermane A., 2010-« Etude de l'extraction supercritique Application aux systèmes Agroalimentaires » ; thèse de doctorat, université de Mentouri ; Constantine, p148.
100. Zhang Y., Smuts J.P., Dodbiba E., Rangarajan R., Lang J.C., Armstrong D.W., 2012-Étude de dégradation de l'acide carnosique, du carnosol, de l'acide rosmarinique et de l'extrait de romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) évaluée par HPLC. *J. Agric. Food Chem.* **60**, 9305–9314. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf302179c>

