



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Larbi Tébessi –Tébessa-



Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Etres vivants

MEMOIRE présenté en vue de l'obtention du diplôme de MASTER

Domaine: science de la nature et de la vie

Filière: Sciences biologiques

Option: Biotechnologie des plantes médicinales

Thème:

**ETUDE COMPARATIVE DE LA RETOMBÉE SAISONNIÈRE DE LA
LITIÈRE DANS LA RÉGION DE TÉBESSA (STATION BEKKARIA) ET
DE LA RÉGION DE GUELMA (STATION BOUHACHENA).**

Présenté par:

- ❖ Khalfallah Yahia
- ❖ Toualbia Oumayma

Devant le jury:

Neffar Souad	M.C .A	Tébessa	Président
Hioun Soraya	M.A.A	Tébessa	Examineur
Ghdabnia Karima	M.A.A	Tébessa	Rapporteur

Date de soutenance: 01/06/2017

Note :..... Mention :.....

Dédicace

Merci mon dieu de m'avoir donné la capacité d'écrire, de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout de mon rêve et de mon Bonheur.

Je dédie ce modeste mémoire:

A celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon Bonheur et ma réussite, ma mère

A mon père, école de mon enfance, qui a été mon ombre Durant toutes les années de mes études et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me soutenir et à me protéger

Que Dieu les garde et les protège

A mes chères grandes mère ZOUBIDA et ZORRA à qui je souhaite une longue et heureuse vie

A mes chères frères Mohamed Chrif, Aymen, et Achref

A mon fiancé Smail qui ma soutenue, Sa Sœur Zaineb

A Touts mes belles amies

A mes oncles et mes Tants

A mes cousines : Souad, Wafa, Amina, Romaisa, Anissa, Bouthaina, Hadia, Ghofrane, Aichaa, Douaa, Abir et Marième

A tous ceux qui m'aiment

A tous ceux que j'aime

A tous ceux qui me sont chers

A tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

OUMAJMA

Dédicace

Je dédie ce travail :

À ma chère mère « Dalila »

À mon père décédé, que Dieu bénisse son âme

À mon frère Saïf Eddine

À ma fiancée Chaima et sa famille

À ma sœur

À ma famille

À tous mes amis

À tous ceux qui me sont chers

Yahia .

Remerciements

Avant tout, nous tenons à exprimer nos remerciements et notre profonde gratitude à Dieu le Tout Puissant qui nous a donné la vigueur pour mener ce travail à terme.

*Nous tenons à remercier particulièrement notre encadreur, **M^{me} Ghedabnia Karima** pour son aide précieuse et ses conseils judicieux.*

Nous adressons nos vifs remerciements également aux membres du jury.

M^{me} Hioun Soraya. M^{me} Naffar souad

Nous tenons encore à remercier tous les enseignants de spécialité « biotechnologie végétale des plantes médicinales ».

A la fin à tous les amis de promotion, nous adressons un grand merci pour leur soutien et leur aide.

Oumaima .T

Yahia. K

Résumé

Dans le cadre de l'évaluation quantitative et qualitative de la production saisonnière de la litière de pin d'Alep (*Pinus halepensis*), nous avons choisi deux pinèdes : celle de Bouhachana (Guelma) et de Bekkaria (Tébessa). Les échantillons des parcelles (1m²) ont été prélevés chaque saison durant la période (21 juin 2016 jusqu'à 21 mars 2017).

Les résultats quantitatifs ont révélé que la production saisonnière est maximale durant la période estivale dans les deux stations avec un taux de 340 g/m² et dans la station de Guelma et un taux de 174.67 g/m² dans la station de Tébessa

Durant la période d'étude, la station de Guelma a montré une chute importante de la litière (417 g/m²) et une forte disparition (35.78%) par rapport à la station de Tébessa qui a enregistré un taux de retombée (351.67 g/m²) et un taux de perte de (9.43%).

Sur le plan qualitatif la dominance des fractions non reconnaissables est remarquable dans les deux stations.

Mots clés : litière - Guelma – Tébessa - retombée de la litière -décomposition -saison - pin d'Alep

Abstract

Within the framework of the quantitative and qualitative evaluation of the seasonal production of the litter of pine of Alep (*Pinus halepensis*), we chose two pine forests: that of Bouhachana (Guelma) and Bekkaria (Tébessa). The samples of the pieces (1m²) were taken each season during the total period (June 21st, 2016 until March 21st, 2017). The quantitative results revealed that the saisonniere production is maximum during the summer period in the two stations with a rate of 340 g/m² and in the station of Guelma and a rate of 174.67 g/m² in the station of Tébessa During the study period, the station of Guelma showed an important fall of the litter (417 g/m²) and a strong disappearance (35.78%) by report has the station of Tébessa which recorded a rate of repercussion (351.67 g/m²) and a rate of loss from (9.43%. (. On the qualitative level the predominance of the no recognizable fractions is remarkable in the two stations.

Keywords: litter - Guelma – Tébessa - repercussion of the litter - decomposition - season - pine of Alep.

الملخص

في إطار التقدير الكمي و النوعي للسقوط الفصلي للفرشة النباتية تم اختيار غابتين من الصنوبر الحلبي بمنطقة بوحشانة بقالمة و بكارية بتبسة.

تم اخذ العينات في كل فصل خلال المدة الممتدة من 21 جوان 2016 إلى 21 مارس 2017.

أظهرت النتائج الكمية أن أقصى تساقط للفرشة النباتية يكون في فصل الصيف في كل من المحطتين بنسبة 340 غ/م² في محطة قالمة و بنسبة 174.67 غ/م² في محطة تبسة.

خلال فترة الدراسة أظهرت محطة قالمة إنتاج معتبر بنسبة 417 غ/م² و تحللا هام للفرشة النباتية بنسبة (35.78%) مقارنة بمحطة تبسة التي سجلت نسبة إنتاج 351.67 غ/م² ونسبة تحلل تقدر ب (9.43 %).

الدراسة النوعية أظهرت سيادة الجزيئات غير المعروفة في كلى المحطتين.

الكلمات المفتاحية: فرشة النباتية - قالمة - تبسة - سقوط الفرشة النباتية - التحلل - الصنوبر الحلبي

TABLE DES matières

<i>Remerciements</i>	i
<i>Résumé</i>	ii
<i>Abstract</i>	iii
<i>ملخص</i>	iv
<i>Sommaire</i>	v
<i>Liste des figures</i>	viii
<i>Liste des Tableaux</i>	ix
<i>Liste des annexes</i>	x
<i>Liste des abréviations</i>	x
Introduction	1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

1. Pin D'Alep.....	2
1.1.Données générales sur le Pin D'Alep.....	2
1.2.Classification.....	3
1.3.Description de la plante.....	4
1.3.1. Les feuilles.....	4
1.3.2. Les fleurs.....	4
1.3.3. Les graines.....	6
1.3.4. L'écorce.....	6
1.3.5. Les bois.....	7
1.4.Principaux caractéristiques des Pins D'Alep.....	8
1.5.Répartition et distribution.....	9
2. Litière.....	11
2.1.Définition de la litière.....	11
2.2.Structure et composition chimique de la litière.....	11
2.3.Composition physique de la litière.....	12
2.4.Les retombées de la litière.....	12

2.5.Dynamique de la décomposition.....	13
2.6.Facteurs affectant la vitesse de décomposition.....	13
2.6.1. Climat.....	14
2.6.2. La qualité de la litière.....	14
2.6.3. Organisme du sol.....	14
2.7.Les différentes fonctions de la litière.....	15
2.7.1. La fertilité du sol.....	15
2.7.2. Confort des animaux.....	15

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Présentation de la zone d'étude.....	16
1.1.La région de Tébessa.....	16
1.1.1. Localisation géographique de Tébessa.....	16
1.1.2. Le site d'étude.....	16
1.1.3. Le climat.....	18
1.1.3.1.Précipitation et température.....	18
1.1.3.2.Le diagramme ombrothermique.....	19
1.1.3.3.Données climatiques de la région Tébessa durant le période.....	19
1.1.4. La végétation.....	20
1.2.La région de Guelma.....	21
1.2.1. Localisation géographique de Guelma.....	21
1.2.2. Le site d'étude.....	21
1.2.3. Le climat.....	23
1.2.3.1.L'indice d'aridité de De Martonne.....	23
1.2.3.2.Le diagramme ombrothermique.....	23
1.2.3.3.Donnée climatiques de la région Guelma durant le période.....	24
1.2.4. La végétation.....	25
2. Méthode d'échantillonnage.....	25
2.1.Dispositif de ramassage de la litière	25
2.2.Rythme de récolte.....	26
2.3.Méthode d'évaluation de la litière.....	26
3. Traitement statistique.....	27

Chapitre III: Résultats

1. Evaluation quantitative de la litière.....	28
---	----

1.1.La production saisonnière	28
1.2.La production durant la période d'étude.....	29
1.3.Le taux de perte durant la période d'étude	30
1.4.L'influence de la litière ancienne.....	32
2. Evaluation qualitative.....	33
2.1.L'évaluation saisonnière des constituants physique de la litière.....	34
2.2.L'évaluation de la production durant le période d'étude.....	35

Chapitre VI: Discussion générale et conclusion

Discussion générale conclusion.....	37
Références bibliographiques.....	41
Annexe.....	47

Liste des figures

Figure N°	Titre	Page
01	Le Pin d'Alep (<i>Pinus Halepensis</i>).	02
02	La feuille du Pin d'Alep.	04
03	Les cônes males du Pin d'Alep.	05
04	Les cônes femelles du Pin d'Alep.	05
05	Les graines du pin d'Alep.	06
06	L'écorce d'arbre du pin d'Alep.	06
07	Le bois du pin d'Alep.	07
08	Aire de répartition du pin d'Alep.	09
09	Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie.	10
10	Principaux facteurs contrôlant la décomposition	13
11	les faunes qui décomposé la litière.	15
12	Localisation de la site d'étude de Bekkaraia.	17
13	Le diagramme ombrothermique de la région de Tébessa.	19
14	présentation de la site d'étude de Bouhachena.	22
15	Le diagramme ombrothermique de la région de Guelma.	23
16	les parcelles de Tébessa.	26
17	les parcelles de Guelma.	26
18	Variation de la retombée saisonnière de la litière.	28
19	Variation de la retombée dans deux stations d'étude.	30
20	Taux de perte durant la période d'étude.	31
21	Le taux de la décomposition sous l'effet de la litière ancienne.	32
22	Feuilles.	33
23	Cônes.	33
24	Rameau.	33
25	Divers.	33
26	fractions non reconnaissables.	33
27	L'évaluation des constituants physiques de la litière.	34
28	Les taux de fractions de la litière durant la période d'étude.	36

Tableau N°	Titre	Page
01	Principaux caractéristiques des pins d'Alep.	08
02	Superficies du pin d'Alep en Algérie (en ha).	10
03	Moyennes mensuelles des temperatures et des précipitations de Tébessa (1980-2016).	18
04	Moyennes mensuelles des précipitations de la région Tébessa durant la periode d'étude.	20
05	Moyennes mensuelles des temperature de Tébessa durant la periode d'étude.	20
06	Moyennes mensuelles des précipitations de Guelma durant la peride d'étude.	24
07	Moyennes mensuelles des temperature de guelma durant la peride d'étude.	24

Liste des tableaux

Liste des annexes

Annexes N°	Titre	Page N°
Annexe 01	les données climatiques de la région de Tébessa.	47
Annexe 02	Classification climatique de Martonne.	49
Annexe 03	Calcul de taux de perte durant la période d'étude.	50
Annexe 04	Les analyses statistiques	51

Liste des abréviations

Abréviation	Définition
DGF	La direction générale des forêts
O	Horizons organique
OL	Organique de la litière
OF	Organique fragmentée
OH	Organique humifiée
Sd	Sans date
g	Gramme
m	Mètre
ha	Hectare
t	Tonne

Introduction

Introduction

Les pins du groupe "*halepensis*" représentent un capital forestier majeur sur le pourtour de la Méditerranée. D'après le Houërou (1980) ils occupent en effet environ 6,8 millions d'hectares. Ces pins offrent des exigences écologiques très modestes (PIERRE et MARCEL, 1992).

La forêt Algérienne fait partie des forêts méditerranéennes ou l'essence la plus rependue est le Pin d'Alep (*Pinus halepensis*). Elles couvrent plus de 850.000 hectares. Cette espèce qui est présente dans tous les étages bioclimatiques, depuis le littoral jusqu'à l'Atlas saharien, trouve son optimum de croissance essentiellement en zone semi-aride, (KHADOUMI *et al*, 2014).

Les végétaux organismes majoritairement autotrophes, font la synthèse de la matière vivante. Cette dernière selon une échelle de temps variable, retourne au sol sous forme d'exsudats racinaires et foliaires ainsi que de débris (feuilles, rameaux, fruits....) l'ensemble constitue la litière, (MANGENOT, 1980).

Le pin joue un rôle très important dans la production de la litière et l'apport au sol des éléments minéraux et l'humus :

- Les retombées de la litière variant selon les types de forêt et l'âge des arbres et elles se répartissent approximativement en fonction de l'altitude (QUEZEL, 1986).
- La décomposition de la litière est prise dans son sens large et recouvre les phénomènes provoquant la disparition de la litière, qu'ils soient dus aux microorganismes ou à d'autres agents.

L'objectif de ce travail est l'étude comparative de la retombée saisonnière de la litière dans les deux régions de Tébessa station Bekkaria et la région de Guelma station Bouhachana, et le taux de perte de la litière durant la période d'étude.

Ce mémoire comporte une introduction générale, le premier chapitre c'est la partie bibliographique qui présente des généralités sur le Pin d'Alep et la litière, puis le chapitre « Matériel et méthodes » où ont été décrits les zones d'étude et les protocoles utilisés. Et les derniers chapitres présentent les résultats obtenus et leurs discussions.

Chapitre I :
Synthèse bibliographique

1. Pin D'Alep

1.1. Données générales sur le pin d'Alep

Le pin d'Alep (*P.halepensis*) (figure 01) est une espèce typique du pourtour méditerranéen (Afrique du nord, France, Italie Espagne). Cette espèce est connue sous plusieurs appellations, le pin de Jérusalem, le pin blanc, al Sanouber al halabi. Il se développe dans les zones semi-arides à faible pluviométrie de 300 à 450 mm. Il est bien connu par sa plasticité et son adaptation à différents types de sol (MAATOUG, 1998). Le Pin d'Alep est une essence de lumière, qui supporte le découvert dès sa naissance, ses grains lui permettent de coloniser rapidement les stations les plus variées. Il appartient à la classe des vectrices qui sont aussi appelés résineux, du fait de l'existence d'un appareil sécréteur de résine, (MESSAILI, 1995).



Figure 01. Le Pin d'Alep (*Pinus Halepensis*) (MESSAILI, 1995).

1.2. Classification

➤ Classification classique

La systématique du pin d'Alep établie par FARJON (1996) se résume comme suit :

Règne : Plantae

Embranchement : Spermaphyta

Sous-embranchement : Gymnospermae

Classe : Pinopsida

Ordre : Abietales

Famille : Pinaceae (Abietaceae)

Sous-famille : Pinoïdeae

Genre : *Pinus*

Sous-genre : *Eupinus*

Espèce : *Pinus halepensis* Mill

➤ Classification phylogénétique

Règne : Archéplastides

Clade : Gymnospermes

Ordre : Pinales

Famille : Pinacées

Genre : *Pinus*

Espèce : *Halepensis*

1.3. Description de la plante

Le houppier de cette espèce est clair, souvent en forme de parasol. Son tronc est tortueux. Son écorce, de couleur gris argent, se fissure avec l'âge (KADIK, 1983).

1.3.1. Les feuilles : persistant, groupées par deux sur les rameaux courts, sont des aiguilles verts foncé, épaisses, rigides et assez piquantes de 8 à 14 cm de long et de 20 mm d'épaisseur, elles sont insérées perpendiculaire aux rameaux (figure 02) (SERRE, 1973).



Figure 02. La feuille du pin d'Alep (SERRE, 1973).

1.3.2. Les fleurs

- **Les cônes mâles** de cette espèce monoïque sont formés dès mai, les chatons mâles, ovoïde cylindriques et jaunâtres, sont groupés à la base des jeunes pousses. sont rassemblés à des jeunes pousses de l'année (figure 03) (BOGROW *et al.* 2008).



Figure 03. Les cônes mâles du Pin d'Alep (BOGROW *et al*, 2008).

- **Les cônes femelles:** sont des cônes, de 5 à 8 cm (figure 04), ovoïdes allongés, brun clair, qui arrivent à maturité au bout de deux ans, ils sont légèrement obliques, perpendiculaires aux rameaux et d'abord vert clair, l'écusson des écailles est renflé et ridé (NAHAL, 1962).



Figure 04. Les cônes femelles du pin d'Alep (NAHAL, 1962).

- 1.3.3. **Les graines** : petites, de 6 à 8mm, sont prolongées par une aile beaucoup plus longue (figure 05), (BOGROW *et al*, 2008).



Figure 05. Les graines du Pin d'Alep (BOGROW *et al*, 2008).

- 1.3.4. **L'écorce** : de couleur brun gris à brun noir, et très épaisse sur les sujets âgés. Elle est alors profondément crevassée, avec des plaques régulières et larges (figure 06) (BOGROW *et al*, 2008).



Figure 06. L'écorce d'arbre du pin d'Alep (BOGROW *et al*, 2008).

1.3.5. Le bois : est dur, avec de nombreux nœuds, riche en résine et lourd (figure 07) (BOGROW *et al*, 2008).



Figure 07. Le bois du pin d'Alep (SERRE, 1973).

1.4. Principaux Caractéristiques des Pins d'Alep

Les principes caractères du pin d'Alep sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableaux 01. les Principaux caractéristiques des pins d'Alep (KADIK, 1983, SERRE, 1973 et NAHAL, 1962).

Les critères	Caractéristiques
La végétation	Arbre monoïque
La température	jusqu'à -10°C
Le mode de multiplication	Semis et greffage
La qualité du sol	Il accepte tous les sols secs bien drainés et apprécie les terres argilo-calcaires
L'exposition	Ombre a ensoleillée
La croissance	Lente avec 10 à 20 mètres
La profondeur de plantation	Pour les semis, les graines doivent être recouvertes 2cm de terre affinée Pour les plantations, le trou doit mesurer 80 cm de diamètre et de profondeur
La période de floraison	Au mois d'avril et au mois de mai
Les couleurs des fleurs	Jaune pour les males et violacé pour les femelles
Les parasites	Buprestes, chenilles processionnaires
Les maladies	Brunissure des aiguilles, dépérissement des conifères

1.5. Répartition et distribution

Pinus halepensis, c'est une espèce largement répandue sur le pourtour méditerranéen, où son aire de répartition a été précisée par de nombreux auteurs et en particulier par (NAHAL, 1962). C'est une essence fréquente surtout en région méditerranéenne occidentale, mais qui se rencontre également en divers points du bassin méditerranéen. Ses forêts occupent sans doute au total plus de 3,5 millions d'hectares (figure 08). (QUEZEL, 1980).

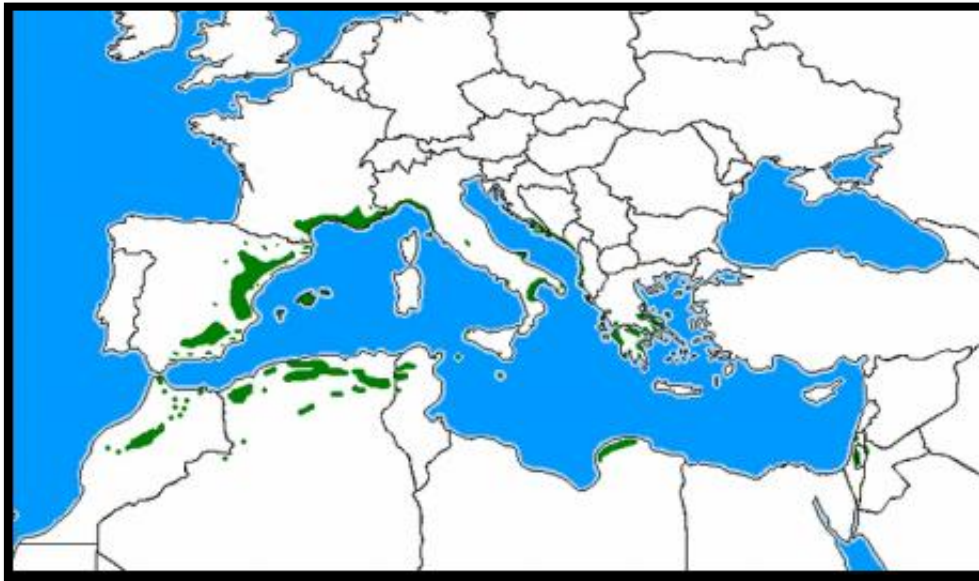


Figure 08. Aire de répartition du pin d'Alep (QUEZEL, 1980).

En Algérie (KADIK 1983), le pin d'Alep est très fréquent sur tous les massifs montagneux, du Tell littoral à l'Atlas Saharien, et s'il a souvent été fort maltraité par l'homme il en reste néanmoins de vastes peuplements en Oran (régions de Bel Abbes, Saida), dans Algérois (Medea Boghar, Monts de Bibans, Monts des Ouled Nail), et dans le Constantinois (Aurès, région de Tébessa surtout) (figure 09).

Le pin d'Alep couvre 35% des surfaces boisées de l'Algérie du Nord (MEZALI, 2003). Sur la base des différents travaux, la superficie du pin d'Alep est récapitulée dans le tableau suivant :

Tableaux 02 la Superficies du pin d'Alep en Algérie (en ha).

Années	1955 (Boudy.1955)	1985 (Seigue.1985)	1997 (Ghazi et (Lahouati.1997)	2000 (RNE.2000)	2005 (DGF.2005)
Superficie (ha)	852.000	855.000	800.000	881.000	863.858

La comparaison des données de la direction générale des forêts (2005) avec celles de (Boudy, 1955) met en évidence malgré une incertitude sur l'homogénéité des définitions, la stabilité et la progression des surfaces de pin d'Alep imputable (figure 09) pour partie a l'importance des plantations auxquelles il a donné lieu sur des centaines de milliers d'hectares au cours de ces dernières décennies. (DGF.2005)

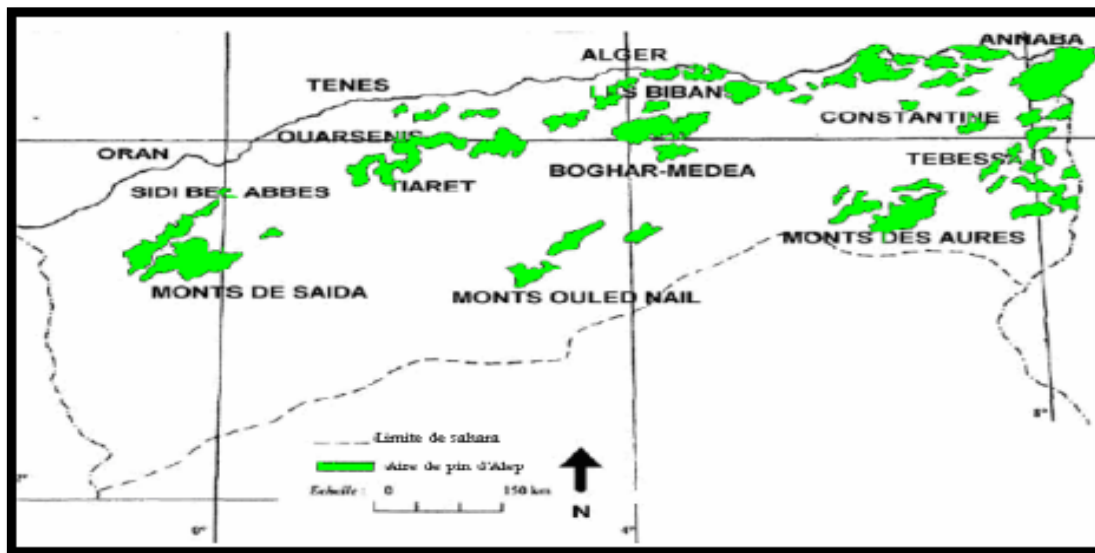


Figure 9. Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie (Seigue ,1985).

Il est présent partout, d'Est en Ouest allant du niveau de la mer aux grands massifs montagneux du Tell littoral et de L'Atlas Saharien. Son optimum de croissance et de développement se situe au niveau des versants Nord de l'Atlas saharien à il constitue des forêts importantes et l'on peut citer a l'Est, les grands massifs de Tébessa avec 90.000 hectares, celui des Aurès avec plus de 100.000 hectares constitués principalement par les pinèdes des Béni-Imloul (72.000 ha), des Ouled Yagoub et celle des Béni - Oudjana (KADIK, 1987).

2. la litière

2.1. Définition de la litière

La litière est l'ensemble des débris végétaux tombant au sol et s'accumulant dans les forêts (TOUTAIN *et al.* 1987).

La litière constitue la masse végétale provenant des feuilles, branches et tiges encore peu transformées qui recouvrent le sol (MANGENOT, 1980). Elle est importante dans les systèmes de culture en tant que source potentielle de nutriments (MUSVOTO *et al.* 2000). La litière prend aussi l'appellation de matière organique fraîche (DUCHAUFOR, 1991).

2.2. Structure et composition chimique de la litière

Dans un profil pédologique, la litière correspond aux horizons organiques « O ». La structure des litières est caractérisée par une stratification horizontale dans laquelle se distinguent des niveaux de litières récentes et anciennes. Les processus d'altération, d'humification et de différenciation aboutissent à l'apparition des couches superposées, plus ou moins distinctes, et différentes l'une de l'autre par un ou plusieurs caractères : appauvrissement ou enrichissement en certaines substances, texture, structure, etc. Différentes sous-couches sont ainsi définies selon le degré de transformation des débris végétaux, (BABEL, 1971).

- Sous-couche OL composée des feuilles plus ou moins transformées et reconnaissables.

-Sous-couche OF composée d'éléments foliaires et de matière organique fine correspondant aux boulettes fécales des enchytréides et des microarthropodes (10 à 70 % du volume total).

-Sous-couche OH composée en majorité de matière organique fine (+70 % du volume total), de boulettes fécales et de micro débris non identifiables à l'œil nu (VIGNERON, SD).

Les proportions des différents constituants chimiques organiques des litières sont variables, les plus importants étant respectivement la cellulose, les hémicelluloses, la lignine et les cires ainsi que d'autres polymères en quantités moins importantes tels que la pectine et la cutine (SATCHELL, 1974).

2.3. Composition physique de la litière

Les diverses fractions des retombées de litière constituent la composition physique de la litière dont les feuilles représentent la plus grande partie de retombées de litière (70% en moyenne) pour l'ensemble de toutes les valeurs citées par (BEOY ETGOTHAM ,1964. PESSON ,1980).

Le reste étant constitué des écailles des bourgeons des fleurs des portes fruits, des fruits des branches, des brindilles, des rameaux d'écorce et débris divers qui créent dans les litières une hétérogénéité dont les conséquences ne sont pas négligeables (BOUDAOU, 2000).

2.4. Les retombées de la litière

Dans un écosystème forestier, la chute de feuilles qu'elle soit caduque ou persistante se traduit chaque année a des périodes définies, par un apport massif de matière organique morte qui s'accumule sur le sol. (TOUTAIN.1984).

Viennent s'y ajouter d'autres composants libérés périodiquement ou non, comme les écailles des bourgeons, les fruits et les branches mortes. (BERNARD *et al* 2010).

D'après TOUTAIN (1984) Toute plante qui s'installe au sol va apporter une certaines quantité de matière organique lie soit aux parties aériennes soit aux parties souterraines.

La chute des feuilles est un phénomène qui se reproduit chaque année à la même période

Il s'agit d'un cycle normal qui s'explique de la façon suivante :

Les feuilles commencent à produire un surplus d'éthylène qui stimule la production des particules de liège pareilles à de petits bouchons dont le rôle est d'empêcher la sève de continuer à alimenter les feuilles par l'intermédiaire de leurs pédoncules.

Le mécanisme de la photosynthèse est bloqué puisque les feuilles ne reçoivent plus ni eau, ni sels minéraux. La chlorophylle ne peut plus être produite.

Quelques jours suffisent pour que les feuilles meurent, se dessèchent puis tombent. (BERG et MCCLAUGHERTY, 2008).

2.5. Dynamique de la décomposition

Le processus de décomposition se traduit par une perte de masse des litières (CHAPIN *et al.* 2002). Identifient au moins trois phases:

- **Une première phase**

Consiste au lessivage des composés cellulaires solubles. D'après (BERG et MCCLAUGHERTY, 1987), ces composés peuvent représenter 7 à 30% de la masse foliaire. Une partie de ces composés cellulaires solubles peut être lessivée dans les premières 24h, avec jusqu'à 5% de perte de masse initiale de la feuille sénescence (CHAPIN *et al.* 2000).

- **La deuxième phase**

Est moins rapide. Elle est marquée par la fragmentation de la litière par les macro- et méso-organismes et par une altération chimique par les microorganismes, cette phase dure une à quelques années.

- **La troisième phase**

Est la plus lente. Elle est caractérisée par une très lente réduction de la masse des litières, qui évoluent peu chimiquement, tout en s'incorporant au sol (MELILLO *et al.* 1989). A ce stade, les litières présentent une composition chimique très homogène, constituée essentiellement de composés très récalcitrants comme des lignines et des parois cellulaires microbiennes (ABER *et al.* 1990).

2.6. Facteurs affectant la vitesse de décomposition

La décomposition est contrôlée par trois principaux types de facteurs (Figure 10) :

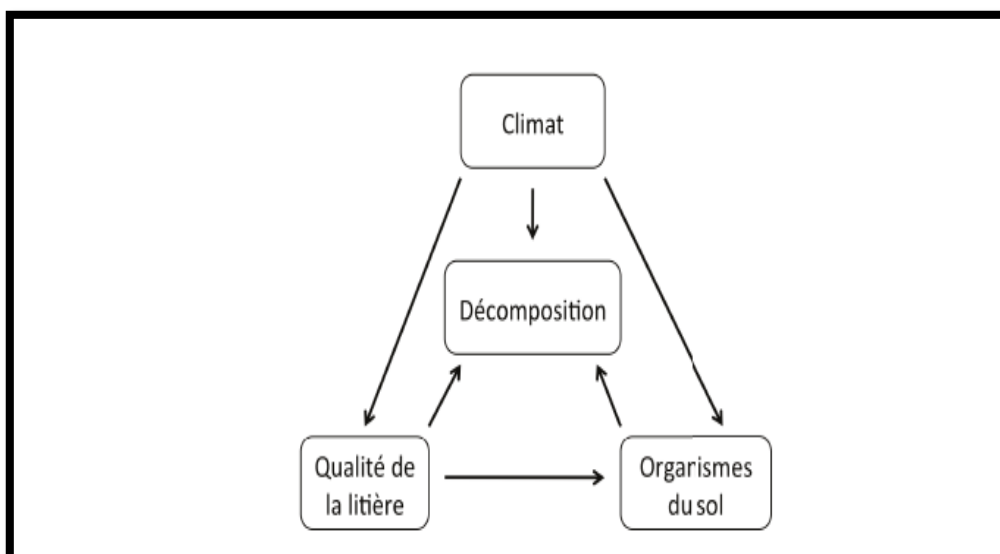


Figure 10. Principaux facteurs contrôlant la décomposition (AERTS. 2006).

2.6.1. Climat

Le climat est souvent considéré comme le premier facteur intervenant dans la vitesse de décomposition des litières (AERTS, 2006) car la disponibilité de l'eau et la température affectent fortement les principales réactions (physiques, chimiques et microbiologiques) et contrôlent indirectement la vitesse de dégradation

(YAVITT *et al.* 2004).

Les cycles de sécheresse et de ré-humidification, auxquels la matière organique des litières est soumise, contrôlent la disponibilité des ressources, leur assimilation, ainsi que la libération de déchets du métabolisme (PINNA *et al.* 2004).

Malgré l'adaptation des communautés microbiennes du sol aux variations environnementales, leur activité peut être réduite par des conditions d'humidité et de température limitantes (BERG et MCCLAUGHERTY, 2008).

D'après (BONTTI *et al.* 2009) les décomposeurs sont plus productifs en conditions chaudes et humides, dans la mesure où il y a suffisamment d'oxygène.

2.6.2. La qualité de la litière

La qualité du matériel organique produit par les plantes, c'est-à-dire sa composition chimique et physique, intervient de façon très importante sur la vitesse de décomposition des feuilles et des racines (SILVER et MIYA, 2001).

Les principaux constituants chimiques des litières ne sont pas dégradés à la même vitesse (CHAPIN *et al.* 2000). Pour ces composés, les facteurs les plus importants sont la taille des molécules, leur configuration, la force de leurs liaisons.

Selon labiles (MURPHY *et al.* 1998). Une litière riche en lignines contient une quantité importante de carbone résistant à la dégradation et, relativement, une plus petite proportion de composés. Par contre, une litière présentant une forte teneur initiale en composés labiles aura un taux de décomposition plus élevé. (CORNWELL *et al.* 2008)

2.6.3. Organismes du sol

Les organismes jouent différents rôles dans les processus de décomposition.

La macrofaune constitue les organismes ingénieurs du sol. Ils permettent l'aération du sol et l'exposition de nouvelles surfaces à l'action microbienne (action des bactéries et champignons).

La méso faune est la principale responsable de la fragmentation des litières. C'est aussi un important facteur de prolifération et de transport des micro-organismes. Enfin, et surtout, les bactéries et les champignons représentent la plus grande partie de la décomposition. Ils

constituent 80 à 90% de la biomasse des décomposeurs et de la respiration (CHAPIN *et al.* 2000) (PERSSON *et al.* 1980) ont estimé qu'ils étaient responsables d'au moins 95% de l'énergie transférée.

La macro- et la microfaune augmentent la surface foliaire par fragmentation de la litière (BROWN *et al.* 2000). Bien que les bactéries et les champignons contribuent à la dégradation de la litière dans les premiers stades de décomposition.

La décomposition est plus rapide dans les sols neutres qu'acides car les bactéries, qui sont plus rapides pour décomposer les litières que les champignons (WARDLE *et al.* 2002), sont plus sensibles aux milieux acides (Figure 11). (ROUSK *et al.* 2010).

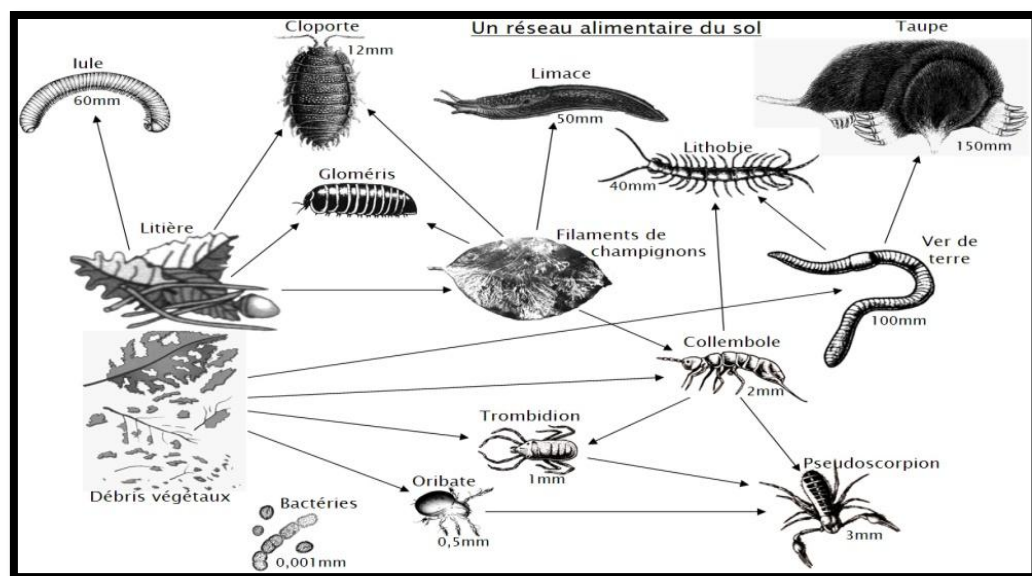


Figure 11. Les faunes qui décomposent la litière (DEPRINCE, 2003).

2.7. Les différentes fonctions de la litière

2.7.1. La fertilité du sol

La litière souterraine (mortalité des racines, turn-over des racelles) est souvent majoritaire dans les apports de matières organiques au sol par rapport à la litière aérienne (feuilles, fruits, brindilles et autres débris végétaux). En effet, la production racinaire peut atteindre 10t/ha.an dans les forêts, soit 40-70% de la production primaire nette (GOBAT *et al.* 2003).

2.7.2. Confort des animaux

La litière contribue au confort des animaux et limite l'apparition de lésions (ampoules) au niveau du bréchet. Ces lésions peuvent survenir lorsque les animaux restent au contact d'un sol trop dur, croûté et trop froid (ITAVI, 1997).

Chapitre II :
Matériel et méthodes

1. Présentation de la zone d'étude

1.1. La région de Tébessa

1.1.1. Localisation géographique de Tébessa

L'étude a été effectuée dans la wilaya de Tébessa, située à l'extrême est de l'Algérie, elle partage une frontière de 28 km avec la Tunisie à une superficie de 13878 km² (figure 12). Elle est limitée au nord par la wilaya de Souk-Ahras, au sud par la wilaya d'el-oued ; à l'est par la Tunisie et à l'ouest par la wilaya d'Oum el Bougi et kenchela.

1.1.2. Le site d'étude

La station de Bekkaria est liée à la wilaya de Tébessa par la route nationale N=°10, Ses limites approximatives sont :

- Au nord, le fossé d'effondrement de Tébessa.
- Au sud, le bassin d'El-Ma labiod.
- A l'est, bled ben Feliat (Frontière Tunisienne).
- A l'ouest, Djebel Tella et djebel Ozmor (Bendabka. 2000).

Les coordonnées géographiques de site d'étude sont : une altitude de 970 m ,8°15'13.31''E, 35°21'21.26''N (figure 12).

1.1.3. Le climat

La caractérisation climatique de notre station d'étude a été faite sur les bases des données climatiques fournies par le centre météorologique de Tébessa sur une période s'étendant sur 36 ans de 1980 à 2016 pour les précipitations et les températures .

1.1.3.1. Précipitations et température

Les variations mensuelles des températures et des précipitations de la période de 36 ans (1980-2016) (Annexe 01) (Tableau N° 03). Montrent que la température moyenne est de l'ordre de 16,12°C avec un maximum au mois de juillet avec 26,76°C et un minimum au mois de janvier avec 6,86°C. Le mois le plus pluvieux est le mois de septembre avec une moyenne mensuelle de 39,78 mm alors que le mois le moins pluvieux est juillet avec une moyenne de 14,18mm.

Tableau N°03 : Moyennes mensuelles des températures et des précipitations de Tébessa (1980-2016).

	janv.	févr.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
Précipitation (mm)	28,97	23,58	33,24	31,33	36,58	24,72	14,85	26,80	42,45	31,50	30,80	31,02
Température (°C)	6,85	7,77	10,58	13,64	18,55	23,74	26,79	26,45	22,25	17,22	11,93	8,12

➤ L'indice d'aridité de De Martonne

L'indice d'aridité permet de classer la région dans son cadre climatique , Cet indice prend en compte les précipitations moyennes annuelles et les températures moyennes annuelles selon la formule suivante :

$$I = P / (T + 10)$$

Avec :

I : indice d'aridité.

P = précipitations moyennes mensuelles (mm).

T = température moyenne annuelle (°C).

D'après la valeur de l'indice d'aridité $I = 14,40$ la région est caractérisée par un climat semi-aride (annexe 02).

1.1.3.2. Le diagramme ombrothermique

Le diagramme ombrothermique (Figure 13). Met en évidence deux périodes distinctes. Une période humide qui dure 7 mois, allant du début janvier à la fin mai et de la mi-octobre à la fin décembre et une saison sèche qui dure 6 mois, s'étalant du mois de juin à la mi-octobre.

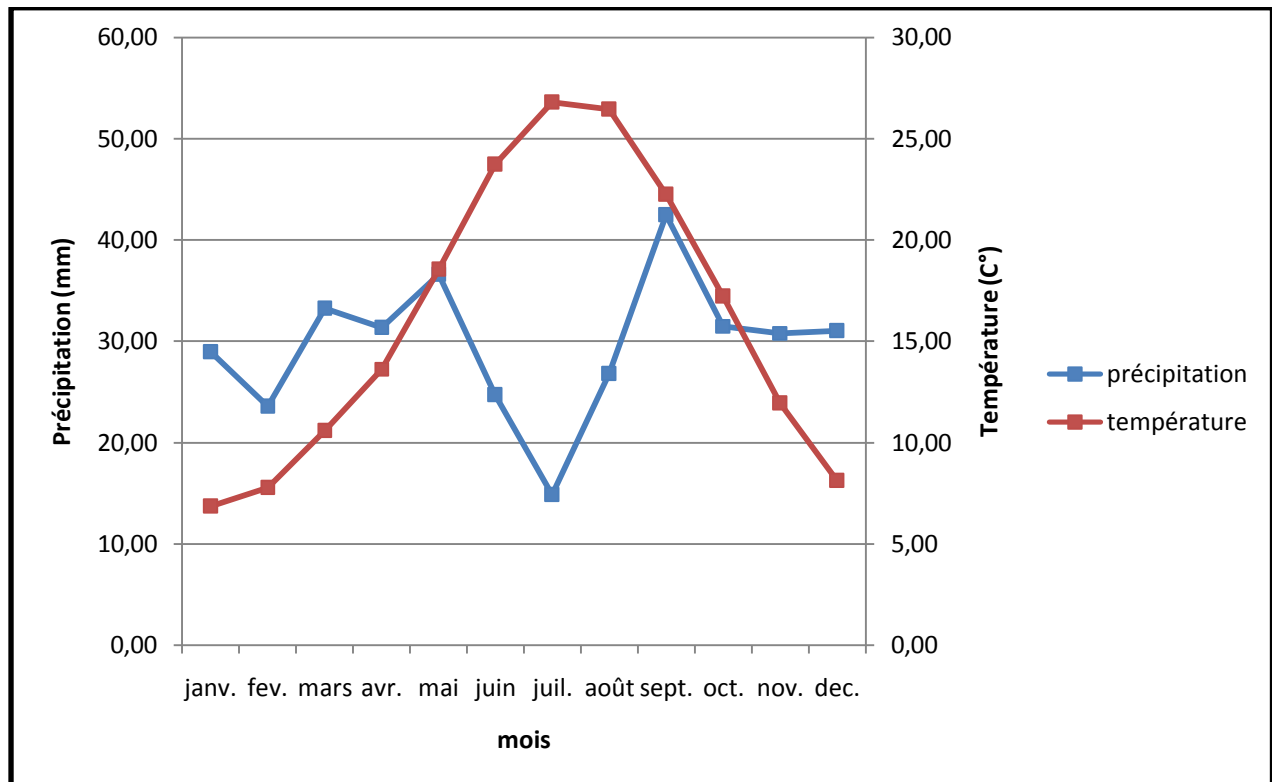


Figure 13. le diagramme ombrothermique de la region de Tébessa (1980 -2016).

1.1.3.3. Données climatiques de la région Tébessa durant la période d'étude

➤ Précipitations

Les variations mensuelles des précipitations de la période d'étude, montrent que le mois le plus pluvieux est le mois de juillet avec une moyenne mensuelle de 13mm, alors que le mois le moins pluvieux est le mois du janvier avec une moyenne de 2,1mm (Tableau n° 04).

Tableau N°04 : Moyennes mensuelles des précipitations de la région Tébessa durant la période d'étude (annexe 01).

Annee	2016							2017			
Mois	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	janv.	fév.	mars	avr.
Moyennes de P(mm)	Donnée manquante	13	4,8	9,8	3,4	7,2	Donnée Manquante	2,1	2,3	9	9

➤ Température

Les variations mensuelles des températures de la période Montrent que le mois le plus chaud est le mois de juillet avec 26,4°C et le mois le plus froid est le mois de janvier avec 5,5°C (le Tableau N° 05).

Tableau N°05 : Moyennes mensuelles des temperature de Tébessa durant la période d'étude (annexe 01).

Annee	2016							2017			
Mois	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	dec.	janv.	fev.	mars	avr.
Moyennes de T(°C)	24,2	26,4	25,2	21,4	19,6	12,4	9,1	5,5	9,8	12,2	12,2

1.1.4. la végétation

La végétation de la pinède de Bekkaria se caractérise par des espèces qui s'adaptent aux conditions pédoclimatiques de la région. Les espèces principales qui la composent correspondent à l'étage semi-aride. On y trouve le pin d'Alep (*Pinus halepensis.*), le genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea.*), le genévrier oxycedre (*Juniperus oxycedrus*), le romarin (*Rosmarinus officinalis*) et l'alfa (*Stipa tenacissima.*) l'armoise (*Artemisia herba-alba*). (Conservation des forêts Tébessa).

1.2. La région de Guelma

1.2.1. Localisation géographique de Guelma

La wilaya de Guelma (Figure 16) s'étend sur une superficie de 3.686,84km. Elle se situe au Nord-Est du pays. Elle occupe une position médiane entre le Nord du pays, les hauts plateaux et le Sud. Ces limites géographiques sont :

- Nord : Annaba ; Skikda.
- Est : Souk Ahras.
- l'Ouest : Constantine.
- Sud : Oum el Bouaghi.

1.2.2. Le site d'étude

Bouhachana est une zone touristique montagneuse de la compétence d'un Guelma administratif comporter une très belle réserve naturelle, c'est une zone de neige d'hiver, les forêts sont l'une des forêts les plus propres et de l'État comprenant des arbres de pins et de chênes.

Le Site d'étude de Bouhachena (Figure 14) est lié à la wilaya de Guelma par la route nationale N=°80, ces limites approximatives son :

- Nord : Khzara.
- Est : Ain Sandel et Nbail.
- Sud : Ain Sandel et Ain Larbi.
- Ouest : Ain Larbi.

Les coordonnées géographiques de site d'étude sont : une altitude de 548 m, 7°30'13.12''E, 36°19'48.55''N (figure N=14).

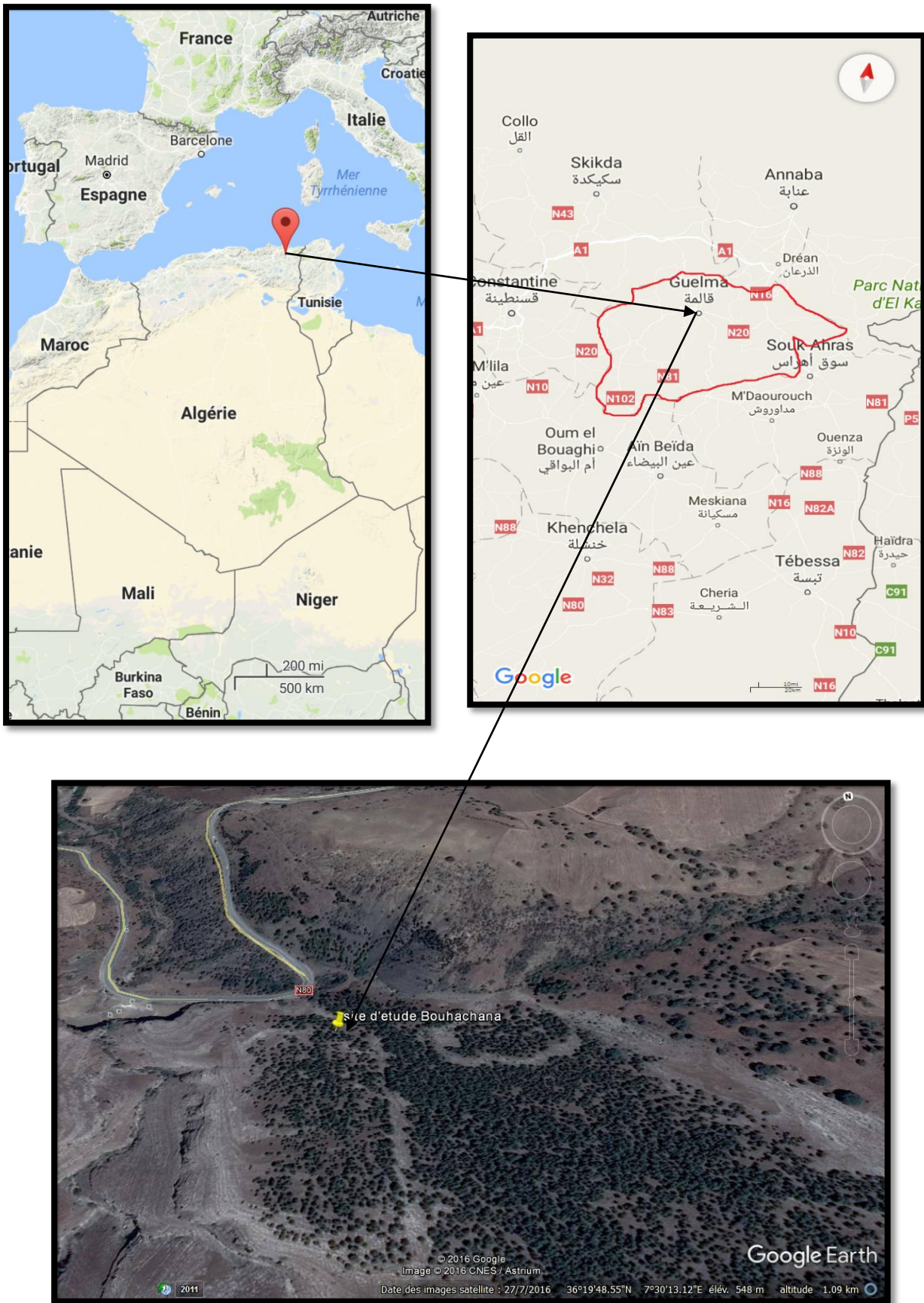


FIGURE 14. Localisation de site d'étude Bouhachena (Guelma) (google earth, 2017).

1.2.3. Le climat

1.2.3.1.L'indice d'aridité de De Martonne

D'après la valeur de l'indice d'aridité $I = 24.7$ la région est caractérisée par un climat sub-humide (annexe 02) (Medjelekh .2006).

1.2.3.2.Le diagramme ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de Guelma, fait distinguer deux périodes. La Première froide et humide où la courbe de précipitations est au dessus de celle des températures. La seconde est considérée chaude et sèche. La période humide débute d'octobre à avril et la période sèche s'étale de mai à octobre.

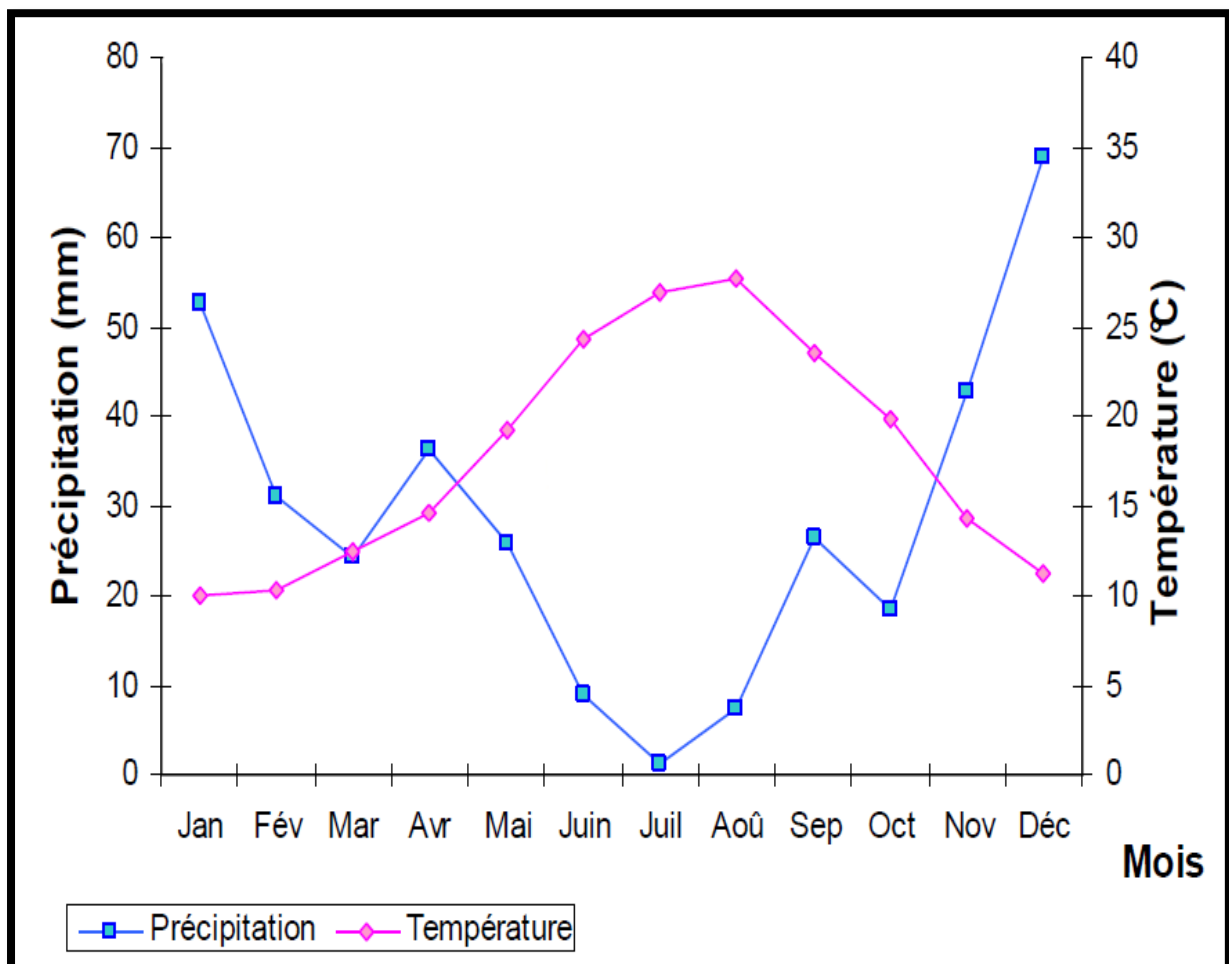


Figure 15. le diagramme ombrothermique de la région de Guelma (1995-2004)(Medjelekh ,2006).

1.2.3.3. Données climatiques de la région de Guelma durant la période d'étude

➤ Précipitations

Les variations mensuelles des précipitations de la période d'étude montrent que le mois le plus pluvieux est le mois de août avec une moyenne mensuelle de 13mm, alors que le mois le moins pluvieux est janvier avec une moyenne de 2,1mm. (Tableau N° 07).

Tableau N°06 : Moyennes mensuelles des précipitations de Guelma durant la periode d'étude (site internet 01).

Annee	2016							2017			
Mois	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	dec.	janv.	fev.	mars	avr.
Moyennes de P(mm)	3	Donnée manquante	13	4.8	9.8	3.4	7.2	2.1	2.3	9	9

➤ Temperature

Les variations mensuelles des temperatures de la période d'étude Montrent que la température moyenne avec un maximum au mois de juillet avec 26,4°C et un minimum au mois de janvier avec 5,5°C selon le (Tableau N° 08).

Tableau N°07 : Moyennes mensuelles des temperature de guelma durant la periode d'étude(site internet 01).

Annee	2016							2017			
Mois	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	dec.	janv.	fev.	mars	avr.
Moyennes de T(°C)	24.2	26.4	25.2	21,4	19,6	12,4	9,1	5,5	9,8	12,2	12,2

1.2.4. la végétation

La végétation de la pinède de Guelma se caractérise par des espèces qui s'adaptent aux conditions pédoclimatiques de la région. On y trouve le pin d'Alep (*Pinus halepensis.*), le pin maritime (*Pinus pinaster*), le chêne liège (*Quercus suber*), et le cyprès (*Cupressus*), (ANDI, 2015).

2. Méthode d'échantillonnage

2.1. Dispositif de ramassage de la litière

Deux stations ont fait l'objet de prélèvement dans la forêt de Bekkaria (Tébessa) et la forêt de Bouhachana (Guelma).

Les sorties sur terrain ont été effectuées durant 09 mois, du le mois de Juin 2016 Jusqu'au mois de Mars 2017. On a fait 4 sorties d'étude dans chaque station :

- ✓ Le 1^{ère} sortie : 21 Juin 2016.
- ✓ La 2^{ème} sortie : 21 Septembre 2016.
- ✓ La 3^{ème} sortie : 21 Décembre 2017.
- ✓ La 4^{ème} sortie : 21 Mars 2017.

Pour recueillir les retombées de litière, plusieurs dispositifs ont été utilisés Rapp. (1971) a utilisé des paniers de forme carrées ayant une surface intérieure de 0,25 m² et de 10 cm de hauteur, le fond est constitué par un grillage de laiton (maille de 2 mm) le tout est placé sur quatre pieds à 40 cm du sol.

Labadie et al, (1989) a utilisé des pieds surélevés grillages à fond de 1m².

Knockaert (1981) prélève la litière du chêne liège au Maroc dans des parcelles de forme circulaire ayant 25 m² de surface.

Pour la récolte de la litière. On a utilisé un dispositif simple Basé sur l'installation de deux stations de comparaison dans les deux sites chacun à l'intérieur d'une formation végétale forestière (forêt de pin d'Alep).

Chaque site d'échantillonnage a une surface de 16 m² répartie en 9 parcelles de 1 m² chacun, séparées entre elles par une distance, pour séparer les parcelles (figure N°=16 et 17).



Figure 16. Les parcelles de Tébéssa (cliché Khalfallah et Toulbia, 2017).



Figure 17. Les parcelles de Guelma (cliché Khalfallah et Toulbia, 2017).

2.2. Rythme de récolte

Les neuf parcelles à recueillir sont regroupé en 3 blocs dans une zone homogène.

- trois quadrats sont ramassés tous les trois mois (saisonniers) afin d'évaluer les retombées saisonnières
- trois quadrats sont ramassés au début et à la fin de période d'étude pour évaluer la quantité de la litière en surface (taux d'accumulation).
- trois quadrats sont ramassés la fin de l'expérimentation afin d'évaluer le taux de disparition de la litière et l'effet de la litière ancienne sur l'activité biologique.

2.3. Méthode d'évaluation de la litière

La litière est relevée régulièrement selon le rythme de la récolte et traitée comme suite :

- Séchage à l'air libre (température de laboratoire) pendant une semaine.
- Quantification par pesage.

Triés et subdivisées en cinq groupes :

- Les feuilles.
- Les cônes.
- Les rameaux.
- une partie dénommée « divers » rassemble les écailles de bourgeons, les fleurs, fruits, branches, morceaux d'écorce et débris divers, et des essences n'appartenant pas à espèce principale.
- Les fractions non reconnaissables.

Les résultats de chaque fraction sont exprimés en g/m^2 après séchage à l'aire libre.

3. Traitement statistique

La variation du taux de la litière dans les stations d'étude a été testée par une analyse de la variance (ANOVA) au niveau de $\alpha = 0.05$ pour voir l'influence des facteurs étudiés ; les résultats significatifs ont été suivis par une comparaison multiple des moyennes par le test HSD de Tukey au niveau $\alpha = 0.05$. Le logiciel utilisé est Statistica 10.

Chapitre III : Résultats

1-Evaluation quantitative de la litière

1-1- La production saisonnière

La figure n=18 montre que la variation du taux de la production durant les 3 saisons (Automne, hiver et été) dans les deux stations.

La station de Tébessa présente un taux de 174.67g/m² pendant l'été suivie par l'automne avec un taux de 101.60 g/m² puis l'hiver avec un taux de 112 g/m².

La station de Guelma a enregistré un taux d 340 g/m² pendant l'été suivie par l'automne à un taux de 191 g/m² par la suite l'hiver avec un taux de 118.33g/m².

On constate une chute importante de la litière pendant l'été dans les deux stations avec un taux respectivement 340 g/m² et 174.67 g/m² de Guelma et Tébessa.

On ce qui concerne la comparaison entre les deux stations, on observe que la station de Guelma a enregistré une production importante de la litière durant les trois saisons par rapport la station de Tébessa.

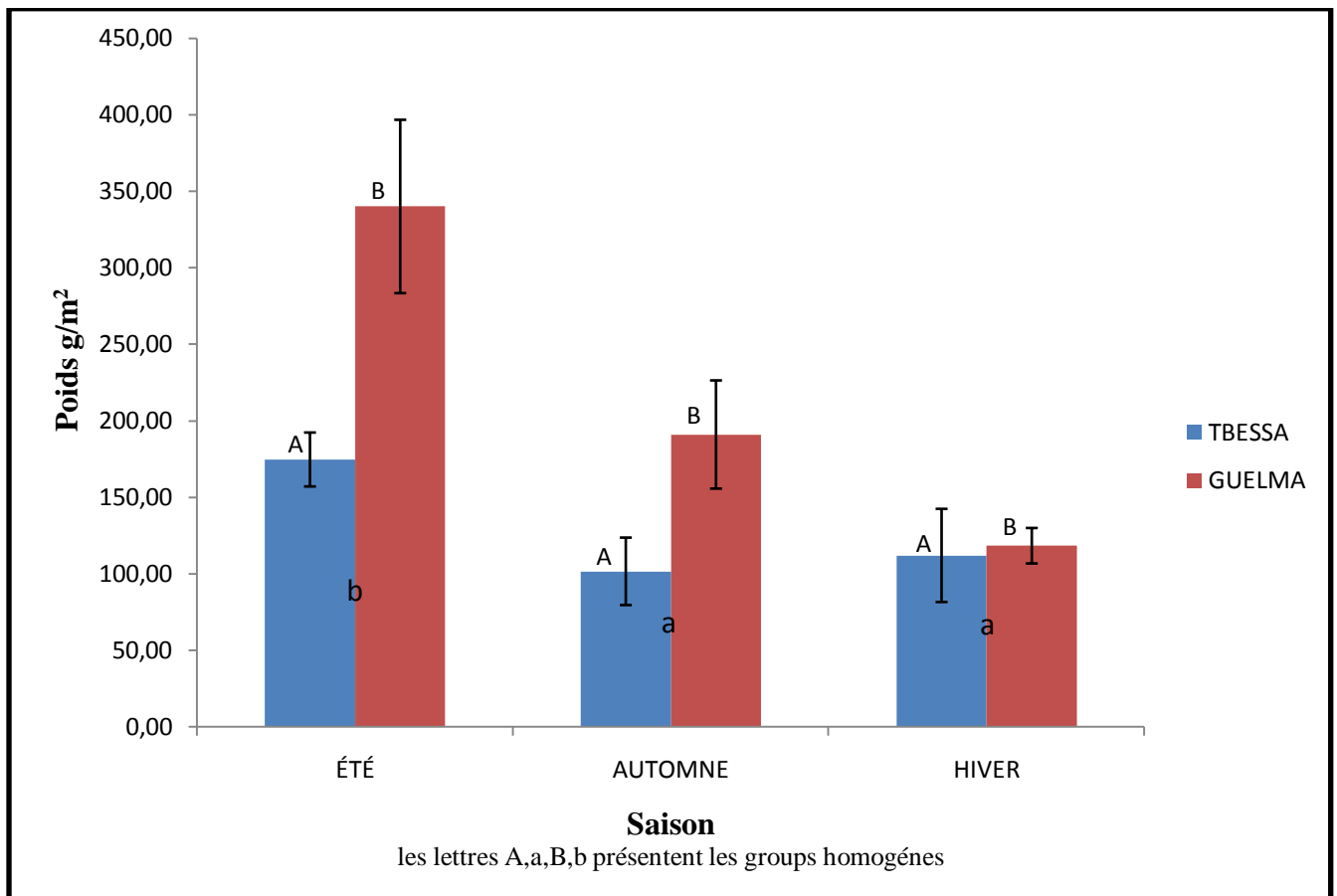


Figure 18. Variation de la retombée saisonnière de la litière.

Les résultats de l'ANOVA (Annexe 04) ont révélé des effets significatifs sur la variation du taux de Chute de la litière suivant le facteur saison au niveau de ($P < 0.05$). Les Comparaisons multiples des moyennes des taux de retombée (Tukey HSD) ont fait ressortir 2 groupes homogènes.

Le premier groupe est celui de l'automne et l'hiver avec respectivement les moyennes de 146.33 g/m^2 (a) et 115.16 g/m^2 (a) et le deuxième groupe est constitué de l'été avec une moyenne de 257.33 g/m^2 (b).

Les résultats statistiques ont montré aussi un effet significatif sur la variation de la retombée de la litière suivant le facteur station au niveau de ($P < 0.05$). Les Comparaisons multiples des moyennes des taux de retombée (Tukey HSD) ont fait ressortir 2 groupes homogènes.

Le premier groupe est celui de la station de Guelma d'une moyenne de 216.44 g/m^2 (A).

Le deuxième groupe est constitué de la station de Tébessa avec une moyenne de 129.44 g/m^2 (B).

1.2. La production durant la période d'étude

La figure n=19 montre que la variation du taux de la production durant la période d'étude (21 juin 2016 jusqu'à 21 mars 2017) dans les deux stations.

La station de Tébessa présente un taux de 351.67 g/m^2 par rapport La station de Guelma qui a enregistré un taux de 417 g/m^2 .

On constate que la station de Guelma a enregistré une chute élevée de la litière durant la période d'étude par rapport la station de Tébessa.

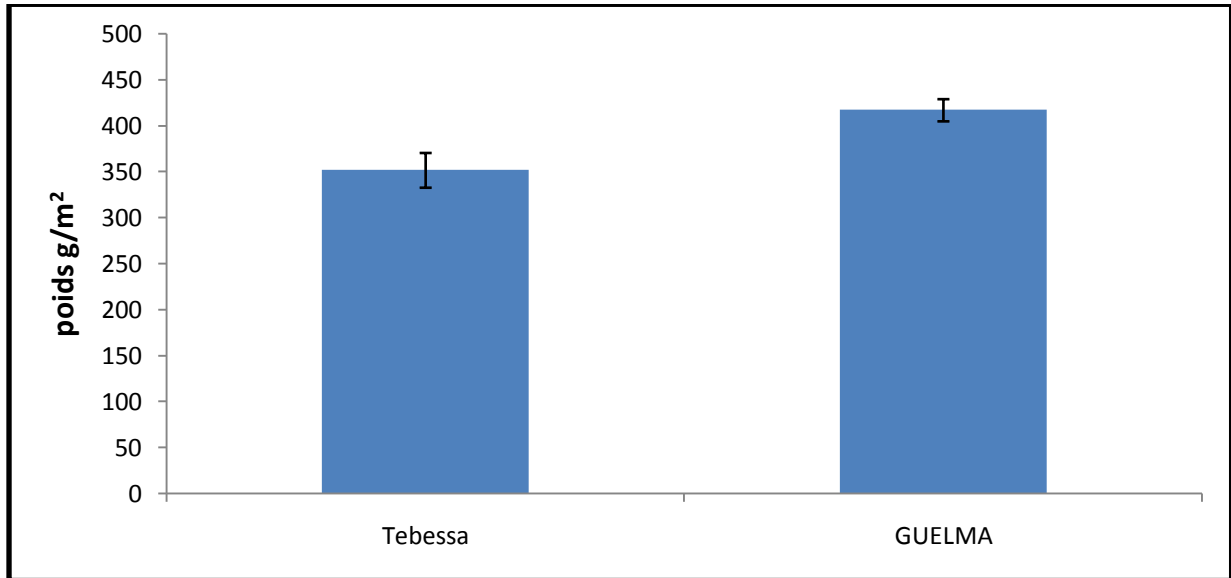


Figure 19. Variation de la retombée dans les deux stations d'étude.

Les résultats de L'ANOVA (Annexe 04) ont révélé des effets non significatifs sur la variation du taux de la retombée de la litière suivant le facteur station au niveau ($P < 0.05$).

1.3. Le taux de perte durant la période d'étude

On a calculée le taux de perte à partir de la différence entre la somme de la retombée saisonnière et la retombée durant la période d'étude (annexe 03).

La variation du taux de perte durant la période d'étude dans les deux stations (figure n=20) présente une grande perte dans la station de Guelma avec un taux de 35.78% par rapport la station de Tébéssa qui a enregistré un taux de perte 9.43%.

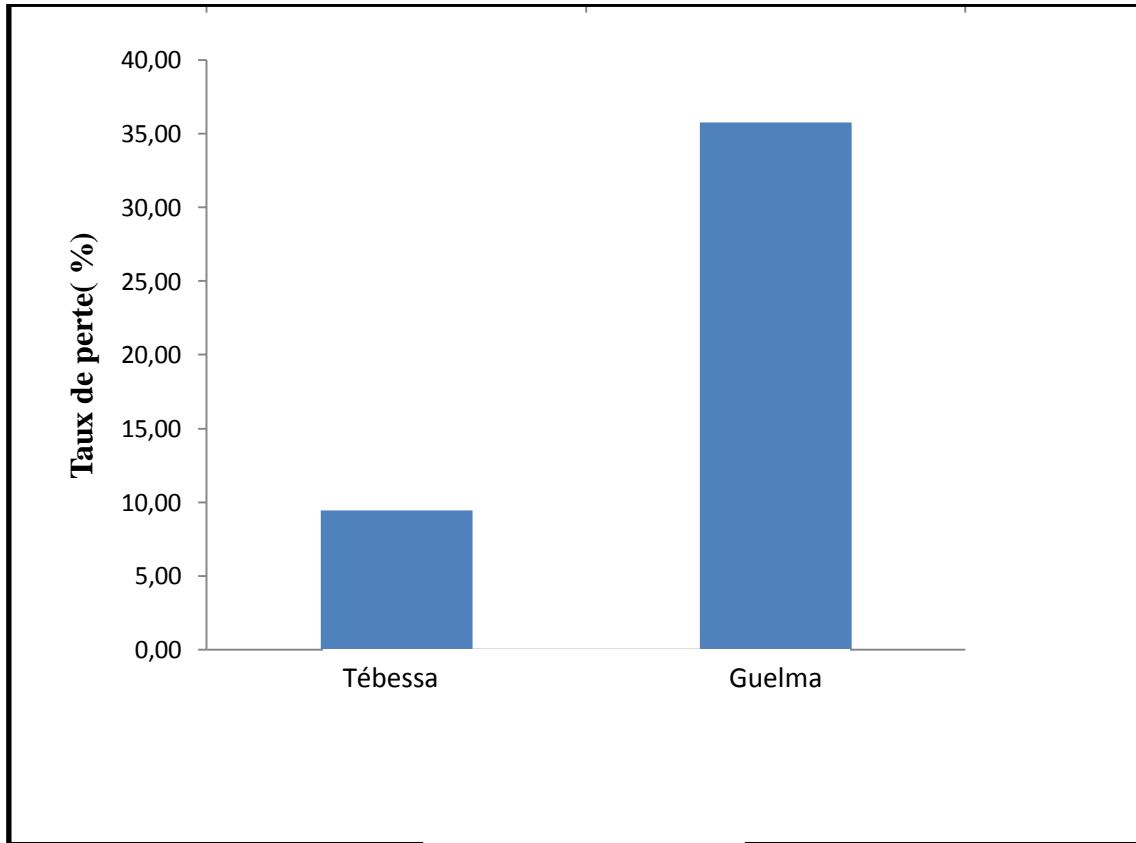


Figure 20. Taux de perte durant la période d étude.

1.4. L'influence de la litière ancienne

La quantité perdue de la litière sous l'effet de la litière ancienne est calculée comme suivant :

Taux de décomposition = (La somme de la litière ancienne + la somme des retombées saisonnières) - la retombée ramassée à la fin de l'expérimentation (annexe 03).

D'après le graphe ci-dessous, la différence de taux de décomposition dans les deux stations est bien marquée. La station de Guelma a enregistré un pourcentage de décomposition de 27.44% alors que la station de Tébessa a révélé un taux de 7.69% (figure n=21).

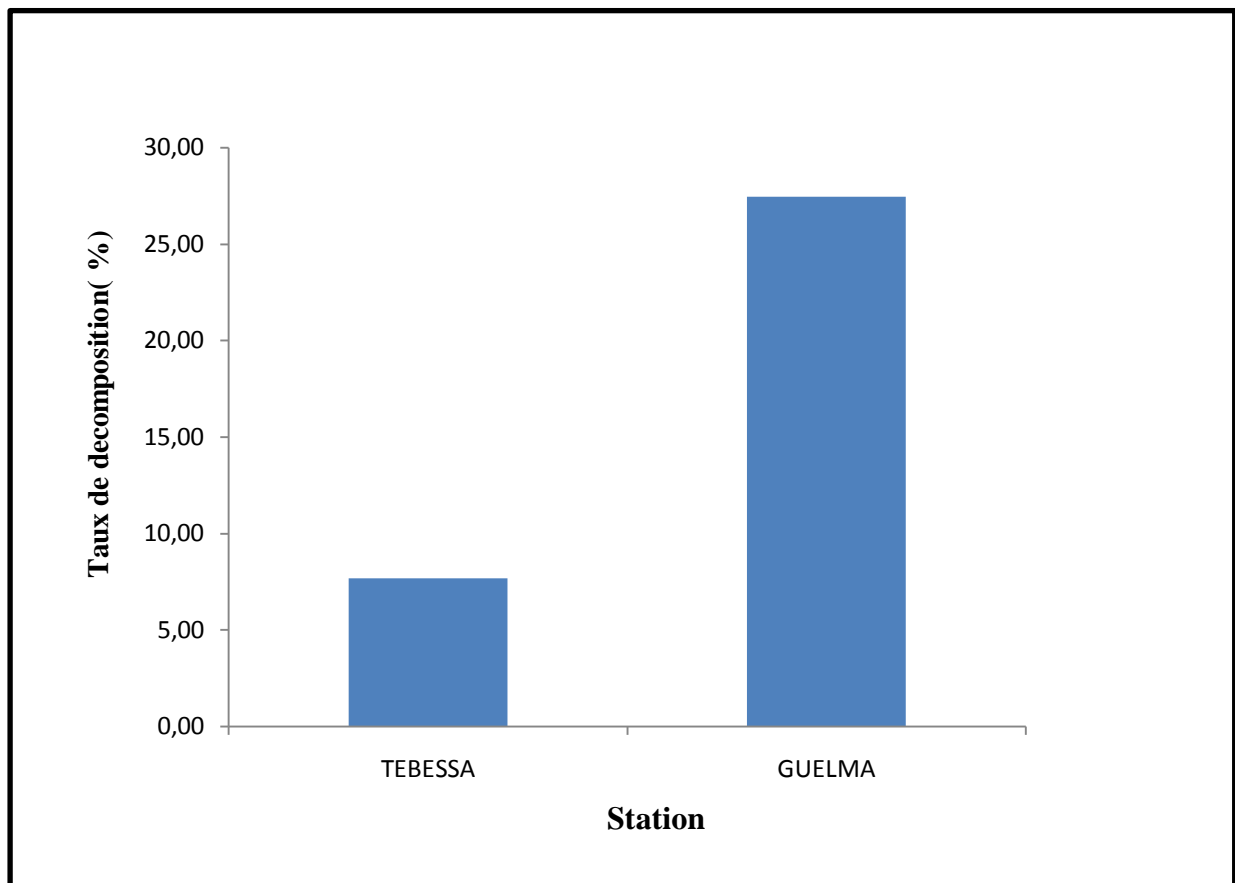


Figure 21. Le taux de la décomposition sous l'effet de la litière ancienne.

2. Evaluation qualitative

L'évaluation qualitative représente le taux de la retombée des feuilles (figure n=22), des rameaux (figure n=24), des cônes (figure n=23), le divers (figure n=25) et les fractions non reconnaissables (figure n=26).



Figure 22: les feuilles (cliché Khalfallah et



Figure 23: les cônes (cliché Khalfallah et Toualbia, 2017).



Figure 24: les rameaux (cliché Khalfallah et Toualbia, 2017).



Figure 25: Divers (Cliché Khalfallah et Toualbia, 2017).



Figure 26: fractions non reconnaissables (Cliché Khalfallah et Toualbia, 2017).

2.1. L'évaluation saisonnière des constituants physique de la litière

La figure n=27 montre la variation qualitative de la litière durant les 3 saisons (Automne, hiver et été) dans les deux stations d'études.

La dominance de la production des fractions non reconnaissables est remarquable dans les deux stations pendant l'été (36,69 g/m² TEBESSA, 33,53 g/m² GUELMA) et l'hiver (46.75 g/m² TEBESSA, 42.78 g/m² GUELMA).

On constate un taux élevé de divers durant l'automne dans les deux stations avec un pourcentage de 38.39% dans la station de Guelma et 47.08% dans la station de Tébessa.

Concernant les organes intacts (feuilles, cônes, rameaux), la dominance de la chute des feuilles est remarquable dans les deux stations et dans toutes les saisons.

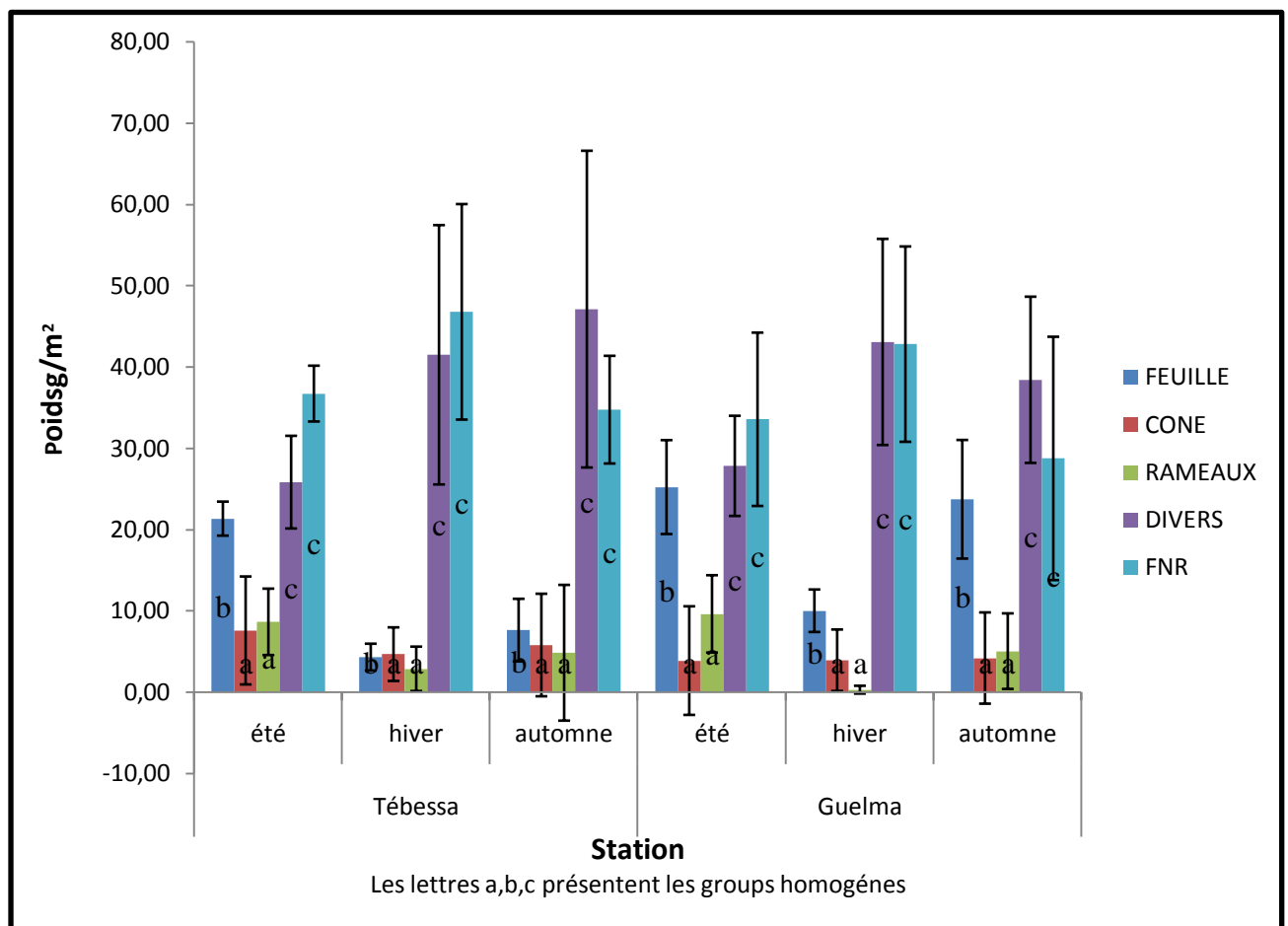


Figure 27. Évaluation des constituants physiques de la litière.

Les résultats statistiques (Annexe 04) ont révélé des effets significatifs sur la variation des retombées suivant le facteur organe au niveau de ($P < 0.05$). Les Comparaisons multiples des moyennes de pois de retombée (Tukey HSD) ont fait ressortir 3 groupes homogènes.

Le premier groupe est celui cône et rameaux avec respectivement des moyennes de 4.98 g/m² (a) et 5.19 g/m² (a).

Le deuxième groupe est constitué de feuille avec une moyenne de 15.34 g/m²(b), par contre la troisième groupe fraction non reconnaissable et divers présente à une moyenne successivement 37.20 g/m²(c) et 37.26 g/m²(c).

Les résultats statistiques ont montré aussi un effet non significatif sur la variation de la retombée de la litière suivant le facteur station et saison au niveau de ($P < 0.05$).

2.2. L'évaluation de la production durant la période d'étude

Le graphe ci-dessous (figure n=28), montre la variation qualitative du fractionnement physique de la litière durant la période d'étude dans les deux stations.

Les résultats ont enregistré un taux élevé de fractions divers dans la station de Tébessa (33.17 %) par contre dans la station de Guelma la dominance est remarquable pour les fractions non reconnaissables avec un taux de 31,51%.

on ce qui concerne les organes intacts (feuille, cône, rameaux), les feuilles ont montré une production importante avec un taux de 28.42% dans la station de Guelma et 15,21 % dans la station de Tébessa suivie par les rameaux et enfin les cônes qui représentent un taux faible de production.

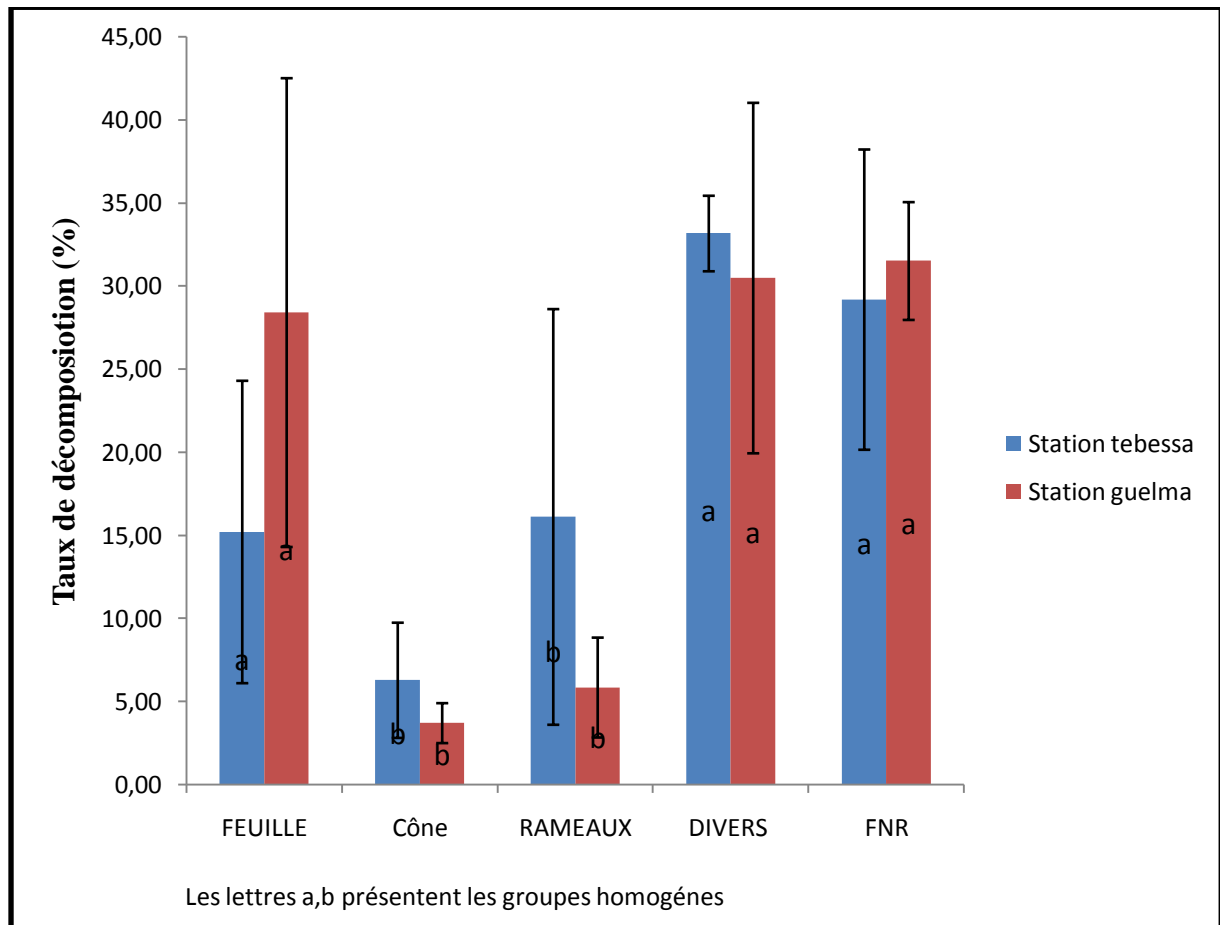


Figure 28. Les Taux de fractions de la litière durant la période d'étude.

Les résultats statistiques (Annexe 04) ont révélé des effets significatifs sur la variation de taux de décomposition suivant le facteur de organe au niveau de ($P < 0.05$). Les Comparaisons multiples des moyennes de pois de retombée (Tukey HSD) ont fait ressortir 2 groupes homogènes.

Le premier groupe est celui cône et rameaux avec respectivement des moyennes 5.73 g/m^2 (a) et 11.07 g/m^2 (a).

Le deuxième groupe est constitué des feuilles, divers et fractionnements non reconnaissables avec une moyenne successivement 25.72 g/m^2 (b), 26.43 g/m^2 (b) et 31.04 g/m^2 (b).

Chapitre iv :
Discussion générale et Conclusion

Discussion générale

L'évaluation et la caractérisation de la litière en milieu forestier constitue une information capitale dans le domaine de maintien de l'équilibre entre le sol et la végétation.

Le but de notre travail est de faire une comparaison entre deux stations : station de bekkaria (Tébessa) et la station bouhachena (Guelma). On s'est basé sur certains paramètres quantitatifs et qualitatifs tels que le taux de production saisonnière, durant la période d'étude, aussi le taux de perte et l'influence de la litière ancienne.

1. Evaluation quantitative de la litière**1.1. La production de la litière**

La variation de la chute de la litière selon le facteur saison a montré une production élevée pendant l'été suivie par l'hiver et l'automne dans les deux stations. Le taux durant la période estivale dans la station de Guelma et Tébessa est respectivement 340 g/m^2 (3.4 t/ha) et 174.67 g/m^2 (1.74 t/ha).

Nos résultats concordent avec ceux de GAUQUELIN (1992) qui ont montré que l'apport moyen de litière dans le peuplement de Pin noir est de $5029,6 \pm 542,6 \text{ kg ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$ selon une distribution saisonnière : Eté > Automne > Printemps _ Hiver.

Les résultats de la chute de la litière dans une forêt mixte secondaire du Cameroun après douze mois d'observations montrent qu'une quantité de litière totale de $10,32 \pm 2,52 \text{ t/ha}$ est récoltée au sol (BINDZI *et al* ,2017)

D'après LEBRET *et al* (2001) le pin maritime a apporté une quantité de litière saisonnière 9.61 t/ha/a , avec un maximum durant la période estivale.

Selon GLOAGUEN et TOUFFET (1974) La production de litière totale est comprise entre $2,9 \text{ t/ha/an}$ pour *Tsuga heterophylla* et $8,6 \text{ t}$ pour *Pinus murrayana*.

On ce qui concerne la comparaison entre les deux stations, on a observé que la station de Guelma a enregistré une chute importante de la litière durant les trois saisons par rapport la station de Tébessa.

De nombreuses études ont porté sur la chute des feuilles dans les écosystèmes forestiers (BRAY et GORHAM. 1964, LEBRET *et al*. 2001). La production annuelle de la litière varie en fonction d'un grand nombre de facteurs : le climat, l'altitude, la latitude, les espèces présentes, le biome, la fertilité du sol.

1.2.Le taux de perte

- La variation du taux de décomposition durant la période d'étude dans les deux stations présente une grande perte dans la station de Guelma avec un taux de 35.78% par rapport la station de Tébessa qui a enregistré un taux de décomposition 9.43%.

Généralement La décomposition est contrôlée par trois principaux types de facteurs : l'environnement physique, la qualité de la litière et l'activité des microorganismes (SWIFT et *al.* 1979, COUTEAUX et *al.* 1995). On peut également ajouter la macrofaune et la méso faune qui fragmentent la litière (CHAPIN et *al.* 2002).

Les études réalisées sur la décomposition ont révélé que les facteurs responsables de la vitesse de disparition de la litière sont en particulier l'importance de l'humidité, de la température élevée, et l'influence de la saison des pluies (BENHARD ,1972)

- Le taux de décomposition de la litière varie considérablement au cours de l'année sous les climats tempérés. Cette variation, à laquelle s'ajoutent les fluctuations de la quantité des restes frais apportés au sol à chaque moment de l'année, fait varier à un rythme saisonnier et d'une façon complexe. (ADDICOTT et LYON 1973).
- La quantité perdue de la litière sous l'effet de la litière ancienne est faible par rapport le taux de perte durant la période d'étude. La station de Guelma a enregistré un pourcentage de décomposition de 27.44% et la station de Tébessa a révélé un taux de 7.69%, d'après ces résultats, la litière semble agir comme agent néfaste de la vitesse de disparition de la litière a cause de l'acidité des feuilles de pin d'Alep. BENSLAMA (1984), a suivie les retombées mensuelles de quelques chênaies en zone humide, il constate que la litière ancienne joue un rôle important dans les stations mélange car en activant les processus de décomposition de la litière présente au sol.

2. Evaluation qualitative

2.1. La production de la litière

L'évaluation qualitative de la production de la litière durant la période d'étude dans les deux stations est très variable d'un organe à l'autre selon les saisons. Concernant les organes intacts (feuilles, cônes, rameaux), la dominance de la chute des feuilles est remarquable dans les deux stations et dans toutes les saisons.

La dominance de la production des fractions non reconnaissables est bien marquée dans les deux stations durant la période sèche ($36,69 \text{ g/m}^2$ (0.36t/h) TEBESSA, $33,53 \text{ g/m}^2$ (0.33t/h) GUELMA).

D'après DEVINEAU (1976) les études sur la litière en forêt tempérée ont montré que la masse des retombées annuelles est évaluée entre 2 et 4 t de matière sèche par hectare et par an représentées pour 50 à 80 % par les feuilles, 3 à 30 % par les rameaux et écorces et 1 à 30 % d'organes divers.

- Les études de BERNARD (1974) sur la chute de litière et ses variations dans deux forêts ombrophiles de Côte-d'Ivoire ont révélé que la production annuelle de litière totale (feuilles, fleurs, fruits et bois) varie entre 7,2 et 13,4 t/ha selon l'année et l'emplacement choisi. La défoliation a lieu principalement pendant la grande saison sèche.

Les résultats de la chute de la litière dans une forêt mixte secondaire du Cameroun ont révélé que les variations importantes de la chute en rapport avec la pluviométrie sont observées au niveau de la quantité de feuilles et de fleurs. Ainsi, une grande proportion (91%) de la quantité de litière est collectée au sol durant la grande saison sèche, (MARIE-ALAIN *et al*, 2017).

En Conclusion

- A la lumière des résultats obtenus la comparaison de l'accumulation de la litière saisonnière a révélé une production maximale durant la période estivale dans les deux stations d'étude.

La production de la litière durant la période d'étude dans la station de Guelma est supérieure à celle de la station de Tébessa, ces variations quantitatives de la chute peuvent être dues à l'âge de la forêt, les facteurs environnementaux (le climat) et l'altitude.

- La décomposition de la litière dans la station de Guelma est remarquable par rapport la station de Tébessa, cette différence peut être due aux plusieurs facteurs comme le climat, l'activité humaine, l'activité microbienne, érosion hydrique et éolien.
- La litière ancienne offre une résistance à la biodégradation à cause de l'acidité de milieu en présence de feuille de pin d'Alep.
- Qualitativement, la dominance de la production des fractions non reconnaissables et les divers sont bien enregistrées dans les deux stations, ces résultats reflètent l'impact des facteurs environnementaux (macrofaune, climat, homme) sur la vitesse de fragmentation mécanique et chimique de la litière.
- les résultats obtenus restent préliminaires et incomplets, il est utile d'envisager un bilan annuel avec plusieurs répétitions, et il est nécessaire d'étudier les facteurs qui contrôlent la retombée de la litière et sa vitesse de décomposition.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **Aber, J.D.; Melillo, J.M. & McLaugherty, C.A. 1990.** Predicting long-term patterns of mass loss, nitrogen dynamics, and soil organic matter formation from initial fine litter chemistry in temperate forest ecosystems. *Canadian Journal of Botany*, 68:2201-2208.
- **Addicot, T.F.T. & Lyon, J. 1973.** Physiological ecology of abscission. In Shedding of plant parts by T. T. Kozi.owsKY, Académie Press, New York and London, 85-124.
- **Aerts, R. 1997.** Climate, leaf litter chemistry and leaf litter decomposition in terrestrial ecosystems: a triangular relationship. *Oikos*, 79: 439-449.
- **Aerts, R. 2006.** The freezer defrosting: global warming and litter decomposition rates in cold biomes. *Journal of Ecology*, 94: 713-724.
- **ANDI, 2015.** Agence Nationale de développement de l'Investissement.
- **Babel, U. 1971.** Gliderung und beschreibung des humusprofils in mitteleuropaischen waldern. *Geoderma* 5:749-324.
- **Bendabka. 2000.** L'hydrogeologie du sous bassin d'effondrement de Bekkaria DEA en hydrologie.univ.tebessa. Pb: 14.
- **Bensalama. 1984.** Evaluation et caractérisation de la matière organique en zone humide sous couvert forestière (cas de Kablie) Mem. Ing-Agro I. N. AEI-Harach. Alger.
- **Berg, B. & McLaugherty, C.A. 1987.** Holocellulose, lignin and nitrogen levels as rateregulating factors in late stages of forest litter decomposition. *Pedobiologia*, 30:101-112.
- **Berg, B. & McLaugherty, C.A. 2008.** Plant litter: decomposition, humus formation, carbon sequestration. Berlin and Heidelberg: Springer. 2nd ed. 338 p.
- **Bernhard, F. 1974.** Étude de la litière et de sa contribution au cycle des éléments minéraux en forêt ombrophile de Côte-D'ivoire. *Centre ORSTOM dildiopodoiirné, B.P. 20, Abidjan.* Ecopll.a nt.gauthier-vairlsl b. V, P. 247-266.
- **Bindzi, M-A. M.; Endanga, D.Y-H.; Biye, E.H. & Kono, L.D. 2017.** Variations spatio-temporelles de la chute de litière dans une forêt mixte secondaire mésophile du Cameroun. *World Wide Journal of Multidisciplinary Research and Development*, Impact Factor MJIF: 4.25 e-ISSN: 2454-6615
- **Bontti, E.E.; Decant, J.P.; Munson, S.M. ; Gathany, M.A.; Przeszlowska, A.; Haddix, M.L.; Owens, S.; Burke, I.C.; Parton, W.J. & Harmon, M.E. 2009.** Litter

Références bibliographiques

- decomposition in grasslands of Central North America (US Great Plains). *Global Change Biology*, 15(5): 1356-1363.
- **Boudaoud, S. (2000).** Contribution à l'étude de la variation saisonnière de la quantité de la litière des trios groupements forestiers dans la région d'el Kala (cas du chêne liège, pin maritime et l'aulne glutineux).
 - **Boudy, P. (1955).** Economie forestière Nord africaine. Tome: 4. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie Ed. Larose, 453p.
 - **Bray, J.R. & Gorham, E. 1964.** Litter production in forests of the world, *Advances in ecological research*, 2: 101-157.
 - **Bray, J.R. & Gorham. 1964.** Litter production in forests of the world. *Adv. Ecol. Res.*, 2, 101-157.
 - **Brown, G.G.; Barois, I. & Lavelle, P. 2000.** Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains. *European Journal of Soil Biology* 36: 177–198.
 - **Chapin, F.S. III.; Zavaleta, E.S.; Eviner, V.T.; Naylor, R.L.; Vitousek, P.M.; Reynolds, H.L. 2000.** Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405: 234-242.
 - **Chapin, F.S.III.; Maston, P.A. & Mooney, H.A. 2002.** Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology. Springer-Verlag, New York.
 - **Cornwell, W.K.; Cornelissen, J.H.C. & Amatangelo, K. 2008.** Plant species traits are the predominant control on litter decomposition rates within biomes worldwide. *Ecology Letters*, 11: 1065-1071.
 - **Couteaux, M.M.; Bottner, P. & Berg B. 1995.** Litter decomposition, climate and litter quality. *Trends in Ecology and Evolution*, 10: 63-66.
 - **Deprince, A. 2003.** étude La faune du sol. Courrier de l'environnement de l'INRA n°49. P 123-126.
 - **Devineau, J.L. 1976.** Données préliminaires sur la litière et la chute des feuilles dans Quelques formations forestières semi-décidues de moyenne Côte-d'Ivoire. *Ecol. Plant.*, II (4), 375-395.
 - **DGF, 2005.** Superficies, potentialités, et bilan d'incendies des forets algériens. Rapport Février 2005. p8-9.
 - **Duchaufour, P. 1991.** pedologie: sol, vegetation, environnement. Troisième édition. Masson, Paris, 189p.

Références bibliographiques

- **Gauquelin, T.; Fromard, F.; Badri, W. & Dagnac, J. (1992).** Apports d'éléments minéraux au sol par l'intermédiaire de la litière, des pluies et des pluviostivats dans un peuplement à genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L) du Haut Atlas occidental (Maroc). *Annales des sciences forestières, INRA/EDP Sciences*, 1992, 49 (6), pp.599-614.
- **Gloague, N.J.C. & Touffe, T.J. 1974.** Production de litière et apport au sol d'éléments minéraux dans une hêtraie atlantique. *Écol. Plant.*, 9, 11-28.
- **Gobat, J.M.; Aragno, M. & Matthey, W. 2003.** Le sol vivant : Bases de pédologie, Biologie des sols. Presses polytechniques et universitaires romandes (Ed), 528p.
- **Itavi. 1997.** Les litières. *Sciences et Techniques Avicoles*, Hors-Série Septembre 1997, 43-47.
- **Jean, G. 2004.** caractérisation technologique et valorisation en bois d'œuvre du pin d'alep (*Pinus halepensis*) de la région provence –alpes –cote d'azur, cirad. page 5-6.
- **Jenny, H.; Gessel, S.P. & Bingham F.T. 1949.** Comparative studies of decomposition rates of organic matter in temperate and tropical regions. *Soil Sci.*, 68,419-432.
- **Kadik, B. 1983.** Contribution. L'étude de pin d'Alep (*Pinus halpensis* Mill.) en Algérie, écologie, dendrométrie, morphologie. Thèse de doct. en sciences, USTHB. 314p.
- **Knockaert, C. 1981.** Technologie du fumage à froid du thon. *Science et Pêche*, 310, 13-20. Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/7175/>.
- **Labadie, R.P.; Nat van der, J.M.; Simons, J.M., Kroe, B.H.; Kosasi, S.; Berg van den, A.J.J.; t' Hart, L.A.; Sluis van der, W.G.; Abeysekera, A.; Bamunuarachchi, A. & DeSilva, K.T.D. 1989.** An ethano pharma cognostic approach to the search for immune modulators of plant origin. *Planta Medica*, 55: 339-348. doi: 10.1055/s-2006-962024.
- **Laudelout, H. & Meyer, J. 1954.** Les cycles d'éléments minéraux et de matière organique en forêt équatoriale congolaise. *5 Congrès Int. Sci. Sol.*, 2, 267-272.
- **Lavelle, P.; Blanchart, E.; Martin, A.; Martin, S. & Spain, A. 1993.** A Hierarchical Model for Decomposition in Terrestrial Ecosystems: Application to Soils of the Humid Tropics. *Biotropica*, 25: 130-150.
- **LE Houerou, N. 1980.** L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne. *Forêt méditerranéenne*, II, 1 : 31-34.

Références bibliographiques

- **Lebret, M.; Nys, C. & Forgeard, F. 2001.** Litter production in an Atlantic beech (*Fagus sylvatica* L.) time sequence. *Annals of Forest Science*, 58: 755-768.
- **Madge, D.S. 1965.** Leaf fall and litter disappearance in a tropical forest. *Pedobiologia*, 5, 272-288.
- **Mangenot, F. 1980.** Les litières forestières, signification écologique et pédologique. *Rev.Forest Franç.*, Vol.32 n°4, PP 339-355.
- **Medjelekh, D. 2006.** Impact de l'inertie thermique sur le confort hygrothermique et la consommation énergétique du bâtiment cas de l'habitation de l'époque coloniale à Guelma. Thèse de magister. Sous la direction abdou saliha. Université mentouri de constantine.pp303.
- **Meentenerneyer, V. 1984.** The Geography of Organic Decomposition Rates. *Annals of the Association of American Geographers*, 74: 551-560.
- **Melillo, J.M.; Aber, J.D.; Linkins, A.E.; Ricca, A. & Fry, A. 1989.** Carbon and nitrogen dynamics along the decay continuum-Plant litter to soil organic matter. *Plant and Soil* 115: 189-198.
- **Messaili, B. 1995.** Systématique des spermaphytes, Botanique. Cours destins aux agronomes. O.P.U Alger, p19-20.
- **Mezali, M. 2003.** Rapport sur le secteur forestier en Algérie. 3éme session du forum des nations unis sur les forêts. p 9.
- **Murphy, K.L.; Klopatek, J.M. & Klopatek, C.C. 1998.** The effects of litter quality and climate on decomposition along an elevational gradient. *Ecological Application* 8: 1061-1071.
- **Musvoto, C.; Campbell, B.M. & Kirchman, H. 2000.** Decomposition and nutrient release from mango and miombo woodland litter in Zimbabwe. *Soil Biol Biochem*; 32: 1111-9.
- **Nahal, I. 1962.** Le pin d'Alep. Etude taxonomique, phytogéographique. écologique et sylvicole. *Annales de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts* 19 (4): 533-627.
- **Persson, T.; Bååth, E.; Clarholm, M.; Lundkvist, H.; Söderström, B. & Sohlenius, B. 1980.** Trophic structure, biomass dynamics and carbon metabolism of soil organisms in a Scots pine forest. *Ecol Bull* (Stockholm) 32: 419-462.
- **Pesson, P. 1980.** Atualités d'écologie forestière. Paris, Gauthier-Villars, 517 P.
- **Pinna, M.; Fonnesu, A.; Sangiorgio, F. & Basset, A. (2004).** Influence of Summer Drought on Spatial Patterns of Resource Availability and Detritus Processing in

Références bibliographiques

Mediterranean Stream Sub-Basins (Sardinia, Italy). *International Review of Hydrobiology* 89: 484-499.

- **Ponge, J.F. & Prat, B. 2011.** Les Collemboles, indicateurs du mode d'humification dans les peuplements résineux, feuillus et mélanges: résultats obtenus en forêt d'Orléans. *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol*. p.237-250.
- **Quezel, P. 1980.** Biogéographie et Ecologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. Dans : *Actualités d'Ecologie Forestière* (Ad: PESSON), Edition Gauthier Villars, Paris, p. 205-256.
- **Quezel, P. 1986.** Les pins du groupe "*Halepensis*": Ecologie, végétation, Ecophysiologie. *Options méditerranéennes. Série Etude CIHEAM* 86/1, 11-24.
- **RNE, 2000.** Rapport national sur l'état et l'avenir de l'Environnement. Ministre de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. Algérie. 253p.
- **Rousk, J.; Brookes, P.C. & Bååtha, E. 2010.** Investigating the mechanisms for the opposing pH relationships of fungal and bacterial growth in soil. *Soil Biology & Biochemistry*, 42:926-934.
- **Satchell, J.E. 1974.** Litter-interface of animate/inanimate matter. In Dickinson, C.H. and Pugh, G.J.H., editors, *Biology of plant litter decomposition*, London: Academic Press, xivxliv.
- **Schwartz, D. 1994.** Les retombes de la litière en tant que source du carbone et de l'azote du sol. Ed : PUND. 142p.
- **Seigue, A. 1985.** La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Maison neuve et larose Edition. Paris. 502p.
- **Serre, F. 1973.** Contribution. L'étude dendroclimatologique du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.).Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille III, France, 236 p.
- **Sghaier, T. 2005.** Contrôle de l'hétérogénéité spatiale dans les essais comparatifs du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) installé dans les Arboretum de Tunis. Thèse de doctorat en science agronomique. Institut national d'agronomie de Tunisie. 120p.
- **Silver, W. & Miya, R. 2001.** Global patterns in root decomposition: comparisons of climate and litter quality effects. *Oecologia*, **129**: 407-419.
- **Singh, K.P. 1969.** Studies in decomposition of leaf litter of important trees of tropical deciduous forest at Varanasi. *Trop. Ecol.* 10, 292-311.

Références bibliographiques

- **Sophie, B.; Brigitte, B.C.; Nathalie, C.; Philippe, D.; Olivier, E.; Dominique, F.; Valerie, G.; Blandine, M.; Christian, N.; Pierre-Yves, N.; Isabelle, A.; Francois, D. & Sophie, S. 2008.** Reconnaître les arbres. Ed: E/P/A-Hachette livre. P 143-144.
- **Swift, M.J.; Heal, O.W. & Anderson, J.M. 1979.** Decomposition in Terrestrial Ecosystems. Blackwell Scientific, Oxford, UK.
- **Toutain, f.; Diagne, A. F. & Le Tacon, F. 1987.** Effet d'apports d'élément minéraux sur le fonctionnement d'un écosystème forestier de l'est de La France .Revue ; d'écologie et biologie du sol 24:283.300.
- **Vagnerova, K.; Macura, J. & Catska, V. 1960.** Rhizosphere microflora of wheat. II. Composition and properties of bacterial flora during the vegetation period of wheat, *Folia Microbiol. Praha*, **5**, 311–319.
- **Wardle, D.A.; Bonner, K.I. & Barker, G.M. 2002.** Linkages between plant litter decomposition, litter quality, and vegetation responses to herbivores. *Functional Ecology*, **16**: 585-595.
- **Yavitt, J. B.; Wright, S. J. & Wieder, R. K. 2004.** Seasonal drought and dry-season irrigation influence leaf-litter nutrients and soil enzymes in a moist, lowland forest in Panama. *Austral Ecology* **29**: 177-188.
- **Site internet 01:** <http://www.infoclimat.fr/stations-meteo/climato-moyennes-records.php?staid=60403&redirect=1&from=2000&to=2017>.

Annexes

Les Annexes

Annexe 01 : les données climatiques de la région de Tébessa

Tableaux 01. Présentée les donnais climatique (température (C°)) de Tébessa.

	janv.	fev.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	dec.
1980	5,7	7,3	9	10,2	14,9	22,6	25,7	25,6	21,4	14,1	11	4,5
1981	3,9	6,2	12,4	15,2	19	23,4	23,7	24	20,7	17,2	9,1	9,3
1982	9,7	7,4	9,2	11,9	14	24,2	27,9	25,9	21,5	15,8	8	10,6
1983	4,8	6,4	9,3	15,3	18,9	22,4	27,1	25,9	21,5	15	12,1	7,2
1984	6,3	5,9	8,5	12,9	16,9	23,2	25,8	25	20,5	14,4	11,9	6,3
1985	5,3	10,8	8,2	14,1	16,9	25	27,6	25,5	20,3	15,6	12,9	8,3
1986	6,2	8,1	9,4	13,6	19,8	22	24,9	26,7	21	16,5	10,1	6,3
1987	6,3	7,7	8,8	14,2	16,6	24,2	26,6	27,8	23,5	19,3	10,7	10,4
1988	8,1	7,4	9,9	14,7	20,5	33,4	28	26,7	20,5	18,1	11,6	5,7
1989	5,4	7,2	11,5	13,7	18,1	20,9	25,5	26,1	22,5	15,4	12,7	12,3
1990	8,3	12,5	10,5	10,5	19,1	23,3	23,9		24,3	19,2	11,6	6,2
1991	6,3	6,5	10,5	10,6	13,1	19,9	25,1	26,1	23,5	18,1	12,1	6,5
1992	6,1	7,7	10,1	11,7	10,4	19,5	22,7	24,9	23	18,4	13,6	7,9
1993	5,2	5,6	8,7	13,9	19,2	24,8	27	27	22,3	19	11	7,7
1994	7,5	8,9	11,9	11,8	21,9	24,2	27	28,6	23,6	17	13	8,1
1995	5,7	10,3	9,2	12,7	20,1	22,9	27	24,6	21,1	16	11	9,1
1996	9	6,3	10,1	12,4	18,2	20,8	25,9	26,6	20,3	15	12,4	10,2
1997	8,7	9,3	9,3	1,2	20,4	26,6	28	25,2	20,5	17	12	8,5
1998	7,2	8,2	9,8	15,1	17,7	24,6	28	25,7	23,2	15	10	6,3
1999	7,1	5,8	10,2	14,9	22,1	25,8	26	28,9	23,6	19	11	7,1
2000	4,5	8,4	11,8	16,4	20,1	22,6	27	26,9	22,6	16,3	13,3	10,4
2001	8,5	8,1	16,1	13,7	18,7	24,1	28,5	26,9	23,1	21,4	12,2	7,3
2002	6,8	9,2	12,6	14,7	21,4	25,3	25,8	25,6	21,7	18,2	12,6	9,2
2003	7,2	6	10,3	14,8	19,1	24,9	29	27,4	23,2	20,1	12,8	7,3
2004	7,5	10,1	12,1	13,1	16,2	22,4	26,3	27,8	21,4	20,9	10,8	8,7
2005	5,2	5,5	11,5	14,2	21,2	24	28,5	26,4	22,1	18,7	12,6	6,6
2006	5,2	5,5	11,5	14,2	21,2	24	28,5	26,4	22,1	18,7	12,6	6,6
2007	5,2	7,6	12,1	17,1	21,4	24,7	26,6	26	21,6	19,6	12,6	8,4
2008	7,6	8,8	11,4	15,6	19,5	23,4	28,8	27,6	25,1	0	10,5	6,6
2009	7,6	7	10	11,8	18	23,8	28,4	26,7	21,5	16,1	13,1	11,1
2010	8,7	10,1	12,9	16,3	17,4	23,8	27	27	21,8	17,5	12,2	10,1
2011	8,2	7	9,7	14,7	17,9	22,3	27,5	27	23,5	16,1	12,5	8,1
2012	6,4	4,5	9,7	14,3	19,3	26,8	28,7	28,5	22,8	19,6	14,8	8,4
2013	7,4	7,5	13,8	15,6	18,8	22,6	26,9	25,6	23,1	21,7	12,4	7,5
2014	8,4	10,1	8,9	14,9	18,6	23,3	27,3	28,1	24,8	19,2	14,5	8,4
2015	7,1	6,1	9,8	15,1	20,2	22,6	26,5	26,3	22,7	18,3	11,8	8,3
2016	9	10,4	10,9	17,4	19,5	24,2	26,4	25,2	21,4	19,6	12,4	9,1
2017	5,5	9,8	12,2	12,2								

Les Annexes

Tableaux 02. Présentée les donnais climatique (précipitation (mm)) de Tébessa.

	janv.	fev.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	dec.
1980	33,7	29,8	76,8	28,1	41	4,3	0,2	3,4	65,8	3,7	24,1	47,5
1981	13,4	18,8	24,1	11,7	35,8	72,4	3,6	4,1	37,3	23	1,9	15,3
1982	21,8	45,6	12,4	56,2	80,1	8,5	3,7	15,5	12	58,5	50,3	24,7
1983	2,8	7,3	18,1	5,7	30,4	42,7	0,7	31,5	3,9	31,7	17,9	12,2
1984	18,9	92,4	24	24,1	4,3	6,8	0,2	15,4	27,2	26,2	19,1	51
1985	25,7	11,3	54,5	26,4	65,2	27,2	2,4	6	50,8	23,1	3,5	13,5
1986	31,1	14,3	83,1	2,5	35,8	15,2	51	13,1	24,4	28,7	44,7	20,7
1987	10,2	27,4	62,6	13,2	25,1	4,2	33,7	5	15,5	18,7	33,8	9,2
1988	23,7	4,2	35,8	31,6	55,6	62,1	8,3	6,5	21,4	20,6	35,1	35,4
1989	18,3	17,4	14	16,3	8,4	57,3	8,7	99,3	44,6	12	10,8	8,7
1990	83	0,2	34,8	43,1	66,9	17,1	15,2	136,6	53,3	22,4	99,8	64,9
1991	30,3	12,8	54	43	67,8	14,4	6,4	65,6	74,7	34,4	44,3	14,2
1992	34	29,9	24,3	43,6	82	23,2	13,4	4,5	51,2	28,4	61,6	48,4
1993	9,3	27,9	21,4	2,6	31,1	12,8	20,1	1,8	22,7	3,8	16,8	28,7
1994	31	23,9	19,4	23,3	41	2,4	4,5	11	7,2	66,8	0,6	6,8
1995	24,7	3	32,3	22,1	7,4	37,9	1,7	44,1	149,7	39,7	26,6	18,2
1996	24,9	72,9	56,3	49,8	30,2	38,9	13,2	30	12,4	4,1	1,2	15
1997	31,6	7,1	18,9	46,8	16,1	10,3	20,2	23,7	64	72,5	45,2	21,5
1998	22,3	10,2	28,7	29,2	16,7	31	0	15,1	78,6	36,2	55,1	14,5
1999	56,4	11,7	45,6	15,4	30,9	16,9	18,9	33,7	22,1	81,5	64,6	34,5
2000	3,7	4,1	10	14,7	86,5	76,4	21,6	18,8	51	18,3	17	13,7
2001	27,1	15,8	15,1	2,7	49,3	2,4	7,6	1,4	55	10,7	23,3	7,1
2002	17	11,8	5,2	29	40,6	13,3	58	84,7	36,5	38	76,4	30,3
2003	100,4	38,9	18	97,8	29,2	9,5	2,8	12,1	70,2	45,5	17,5	168,4
2004	20,6	3,2	72,6	29,4	39,4	91,6	16,4	44	19	26	117	66,9
2005	29,2	34	24	20,4	1,2	31,5	1,4	46,6	33,3	94,1	31,6	77,3
2006	34,9	14,4	5,5	43,6	37,6	26,9	8,4	26	6,4	12	3,7	63,2
2007	5,2	11	61	59,1	13,8	38,8	30,2	54,4	49,7	15,4	9,3	28,7
2008	6,1	7	36,4	28	67,4	12,9	4,3	18,7	84,5	52	12,8	47,1
2009	76,9	11,6	26,7	111,9	65,9	0	23	12,7	96,7	2	2	7
2010	38,7	3,1	13,1	79,3	35	25,9	20,2	2,4	77	17	55,1	5,5
2011	26,5	66,7	60,6	43,4	47,2	28,4	54,2	10,2	3	86,1	3,4	8,9
2012	46,4	57,2	39,4	24,1	27,8	2,1	3,5	35,5	41	51,9	13,2	2,6
2013	20,1	8,6	25	33,4	9	0,7	14,8	26,5	46,8	38,7	40	28,4
2014	38,7	48,4	27,9	2,3	19,9	29	22,5	8,7	49,3	7,1	43,2	49,5
2015	30,4	66,7	42,7	1	5	16,5	19,5	10	7,6	5	13,8	
2016	2,8	2	5,6	4,5	6,8	3		13	4,8	9,8	3,4	7,2
2017	2,1	2,3	9	7,8								

Les Annexes

Annexe 02 : Classification climatique de martonne

Tableaux 01. Classification climatique de De Martonne

Type de climat	Valeurs
Très aride : désertique (aride)	0-5
Aride : steppique, semi aride (semi désertique)	5-15
Semi aride	15-20
Sub-humide	20-30
Humide	30-60
Très humide	>60

Les Annexes

Annexe 03 : calcul de taux de perte durant la période d'étude

Tableaux 01: Calcul de taux de perte sous de la litière ancienne.

	Tébessa	Guelma
Litières anciennes g/m ²	798,67	705
Litières à la fin de l'expérimentation g/m ²	1095,67	982,67
Litières saisonnières g/m ²	388,27	649,33
Litières anciennes g/m ² + Litières saisonnières g/m ²	1186,94	1354,33
Taux de PERT (%)	91,27	371,66

Tableaux 02. Calcul de taux de perte durant la période d'étude.

	Tébessa	Guelma
Somme de la retombée saisonnière g/m²	388,27	649,33
Retombées durant période d'étude g/m²	351,67	417,00
perte g/m²	36,60	232,33
Taux de perte (%)	9,43	35,78

Annexe 04 : les analyses statistiques

1. La production saisonnière

Univariate Tests of Significance for POIDS (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: 47,0					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	538376,1	1	538376,1	243,405	0,000000
STATION	34060,5	1	34060,5	15,399	0,002020
SAISON	67007,4	2	33503,7	15,147	0,000522
REP	5054,8	2	2527,4	1,1427	0,351357
Error	26542,2	12	2211,9		

Tukey HSD test; variable POIDS (Spreadsheet1) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MSE = 2211,9, df = 12,000				
Cell No.	STATION	POIDS Mean	1	2
1	1	129,444	****	
2	2	216,444		****

Tukey HSD test; variable POIDS (Spreadsheet1) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MSE = 2211,9, df = 12,000				
Cell No.	SAISON	POIDS Mean	1	2
3	3	115,1667	****	
2	2	146,3333	****	
1	1	257,3333		****

Les Annexes

2. L'évaluation saisonnière des constituants physique de la litière

Univariate Tests of Significance for pourcentage (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: 9,64					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	36000,00	1	36000,00	386,6315	0,000000
station	0,00	1	0,00	0,0000	1,000000
saison	0,00	2	0,00	0,0000	1,000000
organe	19083,65	4	4770,91	51,2385	0,000000
rep	0,00	2	0,00	0,0000	1,000000
Error	7448,95	80	93,11		

Tukey HSD test; variable pourcentage (Spreadsheet1) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MSE = 93,112, df = 80,000					
Cell No.	organe	pourcentage Mean	1	2	3
2	2	4,98594	****		
3	3	5,19760	****		
1	1	15,34825			****
5	5	37,20095		****	
4	4	37,26727		****	

Les Annexes

3. L'évaluation de la production durant le période d'étude

Univariate Tests of Significance for pourcentage (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: 9,64					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	36000,00	1	36000,00	386,6319	0,000000
station	0,00	1	0,00	0,0000	1,000000
saison	0,00	2	0,00	0,0000	1,000000
organe	19083,65	4	4770,91	51,2385	0,000000
rep	0,00	2	0,00	0,0000	1,000000
Error	7448,95	80	93,11		

Tukey HSD test; variable pourcentage (Spreadsheet1) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MSE = 93,112, df = 80,000					
Cell No.	organe	pourcentage Mean	1	2	3
2	2	4,98594	****		
3	3	5,19760	****		
1	1	15,34825			****
5	5	37,20095		****	
4	4	37,26727		****	