



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
Université Saad Dahlab - Blida1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biotechnologie et Agro écologie
Mémoire de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master II
Filière : Agronomie
Spécialiste : Sciences forestières.

Thème
Evaluation du Carbone organique dans la litière des sols du
Parc National de Chréa (Blida).

Présentée par : Berkane Ikram
Boulahraf Fatima

Jury de soutenance :

Présidente : Mme Lemiti Salima	M.C.B	Université de Blida
Encadreur : Mme Zemouri Samia	M.A.A	Université de Blida
Co Encadreur: Mme Dilmi Amel	Attachée de recherche	I.N.R.F Bainem
Examineur : Mr Ouelmouhoub Samir	M.C.B	Université de Blida

Année universitaire (2021_2022)

Remerciement

Avant tout nous tenons à remercier le bon Dieu, le tout puissant pour la volonté, la santé, le courage et la patience qu'il nous a donné pour la réalisation de ce modeste

Fait grand plaisir d'exprimer mes sincères respects et mes remerciements à l'honorable Mme Zemouri pour avoir accepté de nous superviser et pour son souci de nous guider et de nous superviser.

Nos remerciements également à tous nos professeurs qui nous ont soutenus dans notre parcours universitaire, dirigés par M. Fallag et les membres du jury, sans manquer nos remerciements également à l'Institut National des Ressources Forestières de Bainem avec tous ses cadres qui nous ont soutenu de près ou de loin, et un merci spécial à Mme Dilmi et M. Charbel merci infiniment à M Dofane.

Nous remercions **Mr: Ouelmohoub Samire, Mme Lemiti Salima**

Sans oublier la direction des forêts de l'état de Blida

Enfin, un grand merci aux parents, à la famille. Et tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à mener à bien ce travail. Nous ne saurons oublier de remercier tous ceux qui ont, de près ou de loin, contribué à la réalisation de ce travail.

Résumé

Le présent travail a été réalisé au niveau du parc national de Chrea, dans le cadre du projet de recherche de l'institut national de la recherche forestière (INRF), financé par la direction générale de la recherches scientifiques et développement technologique.

Le bût de l'étude était, la quantification et l'évaluation du carbone organique dans la litière de quelques sols forestier du parc, les résultats obtenus montrent des taux élève du carbone organique dans le sol, ce qui favorise la séquestration du carbone ; cependant la litière comporte les taux les plus important.

L'ambiance chimique qui règne est souvent favorable à la bonne activité biologique participant ainsi au stockage du carbone organique dans le sol, luttant contre l'effet de serre.

Les mots clés : Parc national de Chréa, séquestration de carbone, Litière, sol forestier, changement climatique.

Summary:

This work was carried out at the level of the Chréa national park, within the framework of the research project of the national institute of forest research (INRF), financed by the general direction of scientific research and technological development.

The purpose of the study was, the quantification and evaluation of organic carbon in the litter of some forest soils of the park, the results obtained show high rates of organic carbon in the soil, which promotes carbon sequestration; however the litter has the highest rates.

The prevailing chemical atmosphere is often favorable to good biological activity, thus contributing to the storage of organic carbon in the soil, fighting against the greenhouse effect.

Key words: Chréa National Park, carbon sequestration, litter, forest soil, climate change.

الملخص:

تم تنفيذ هذا العمل على مستوى الحظيرة التشريعية الوطنية، في إطار المشروع البحث للمعهد الوطني لبحوث العلمية (INRF) ، بتمويل من التوجيه العام للبحث العلمي والتطوير التكنولوجي.

كان الغرض من الدراسة، تحديد كمية الكربون العضوي وتقييمه في المادة العضوية الخام في تربة الغابات الحظيرة، وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها معدلات عالية من الكربون العضوي في التربة، مما يعزز كمية الكربون؛ لكن المادة العضوية الخام لديها أعلى معدلات.

غالبًا ما يكون الغلاف الجوي الكيميائي السائد مناسبًا للنشاط البيولوجي الجيد، مما يساهم في تخزين الكربون العضوي في التربة، ومكافحة تأثير الاحتباس الحراري.

الكلمات المفتاحية: الحظيرة الوطنية للتشريعية، الكربون العضوي، المادة العضوية الخام، تربة الغابات، تغير المناخ.

Dédicace

Je dédie ce travail : Á mes parents que dieu les protège et les garde pour moi : Á mon cher papa , Nour el dine, Á ma Mère Ghaniya que j'aime infiniment, et qui par ses sacrifices, ses prières et ses encouragements, j'ai Pu surmonter tous les obstacles. Á mes frères Zakaria, Bilal et ma sœur Khadija. Á mon fiancé Fouad source de mon courage je remerciement pour leur amour, soutien et conseils précieux. Á mes amies mon binôme Inas, Yasmine, Hanane, Meriem, Nadjat et Nesrine. Á tous mes collègues de la promotion 2021 -2022. A mes chères enseignantes sans aucune exception Et à tous ceux qui m'ont apporté d'aide de près ou de loin.

Je dédie ce modeste travail.

Berkane Ikram

Dédicace

Je tiens c'est avec grande plaisir que je dédie ce modeste travail :

A l'être le plus chers de ma vie, ma mère A celui qui m'a fait de moi une femme mon père
A mes très chers frères Ayoub et Omar et ma sœur Mery Oma A tous mes amis de promotion
2eme année master et spécialement ma chère Yasmina et la meilleur binôme Ikram
A toute personne qui occupe a une place dans mon cœur A tous les membres de ma famille ma
grande mère,

Je dédie ce travail à tous ceux qui ont participé à ma réussite.

Boulahraf Fatima.

Sommaire

Titre	Page
Introduction	1
Chapitre 01 : La litière forestière	
1 Généralité sur la production de litière en milieu forestier	05
2 Définition	05
3. La composition physiques et chimique de la litière	06
4 _La dégradation de la litière	06
5. Les rôles de la litière	08
Chapitre 02 : Généralité sur le carbone organique	
Partie 1 : Généralités sur le carbone	10
1.Effets du changement climatique	10
2. Formes du carbone organique dans le sol Les formes du carbone organique dansle sol sont résumées par la figure suivante	11
3.Les Réserves de carbone organique :	12
4.1. Les types de MO	14
4.2 Le rôle de la matière organique des sols	14
Séquestration du carbone	15
Chapitre 03 : La matière organique dans le sol forestière	
Définition de sol	18
<i>Les matières organiques du sol</i>	18
1. Définition de la matière organique	19
1.2. La nature de la matière organique du sol	19
1.3 Les types de la matière organique du sol	20
Le rôle matière organique	21
Relation matière organique et sole	22
Evolution de la matière organique (M.O)	22
Chapitre 04 : présentation de la zone d'étude (Chrèa)	
1. généralités sur la zone d'étude	25
Définition d'une parc national	25
Présentation de parc national de chrea	25

2. Le climat	26
3. La faune	28
4. La végétation	29
5. Géologie	30
8. Relief	30
Chapitre 05 : Matériels et méthode	31
Présentation du matériel végétal	33
1.2. Aire de répartition de l'espèce	33
1.3. Facteurs édaphiques	35
2. Présentation des stations de prélèvement	39
Choix des stations	40
3. Méthode d'échantillonnage	40
2.1 Préparation et analyse de litière	43
2.2 les analyses physique et chimiques	47
Partie II	
Chapitre 06 : Résultats et discussions	
Approche méthodologique	51
Analyses des données statistiques	51
La vulnérabilité des sols par rapport les caractères physico-chimique	63
Conclusion	66

Liste des figures :

Titre	Page
Figure 01 : Épais tapis de feuilles et du bois mort (litière) de la forêt de Chréa 2022.	05
Figure 02 : Carbone organique sous différentes formes dans le sol (Bernoux,2013).	11
Figure 03 : Schéma du cycle du carbone dans les systèmes sol-plante-animaux IRSN	12
Figure 04 : Stocks de carbone mondiaux dans les compartiments terrestres (IPCC,2001).	13
Figure 05 : Rôles et fonctions des matières organiques (DUPARQUE et RIGALLE, 2011)	15
Figure 06 : Le cycle de la séquestration de carbone	16
Figure 09: Rôles et fonction des MO (Duparque et Rigalle , 2006)	22
Figure 10: Dégradation des matières organiques dans le sol .	23
Figure 07: Localisation du parc national de chrea	26
Figure 08 : Histogramme des variation des pluies mensuelle de la station de chrea 2009	27
Figure 08: Formation forestières du PNC	30
Figure 11 : Distribution géographique du Chêne vert (Q. ilex .) en Algérie (Haichour , 2009) TUNISIE	35
Figure 12 : Aire de répartition de pin d'Alep dans la région méditerranéenne (QUEZEL , 1986 ; BOUCEDDI , 2016) .	36
Figure 13 : Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie (BENTOUATI , 2006 ; in MEZERAI , 2014	37
Figure14 : les aiguilles et le cône de pin d'Alep (originale 2022) .	14
Figure 15 : Les étapes de mesure les placettes (originale 2022 ,la forêt de Chréa	41
Figure 16 : le marquage de l'endroit de prélèvement (original 2022) .	41
Figure 17 : le séchage de la litière à l'étuve a l'origine 2022.	44
Figure 18 : le tamisage de la litière a l'origine 2022	44
Figure 19 : séchage à l'étuve 105 ° c l'origine 2022.	45
Figure 20 : Photo de four a moufle	46
Figure 21 : photo de l'agitation originale 2022	46
Figure 22 : photo de filtration des échantillons pour mesurée le pH Original 2022	47
Figure 23 : photo du PH métré originale 2022	47
Figure 24 : photo de mesuré de la conductivité électrique par le conductimètre Originale 2022.	47
Figure 25 : Les matras dans la rompe d'attaque	48
Figure N°26 : Histogramme comparatif avant et après séchage de la litière Parcelle I (Chêne vert)	51
Figure N°27 : Histogramme comparatif avant et après séchage de la litière Parcelle II (Pin d'Alep).	52
Figure 28 : La variation du pH de la litière au niveau de la parcelle A (chêne Vert)	52
Figure 29 : La variation du pH de la litière au niveau de la parcelle a Pin d'Alep	53
Figure N °30 : La variation de la conductivité électrique de la litière (μ S/cm) Au Niveau la parcelle de chêne vert.	54
Figure N° 31 : La variation de la conductivité électrique de la litière en CE (μ s/cm) Au niveau de la parcelle P de pin d'Alep	54

Figure 32 : La variation du carbone organique en (%) dans la litière de sol dans la parcelle C à dominance chêne vert.	55
Figure 33 : La variation de taux du carbone organique de la litière de parcelle de Pin d'Alep .	56
Figure 34 : La variation de la matière organique en (%) de la litière au niveau la parcelle vert.	57
Figure 35 : La variation de la matière organique en % de la litière de sol au Niveau la parcelle de pin d'Alep de chêne	57
Figure 36 : La variation d'azote de la litière au niveau de la parcelle 1 à dominance chêne vert NT %	58
Figure 37: La variation d'azote de la litière au niveau de la parcelle 2 à dominance pin d'Alp	59
Figure 38 : C/N la variation du taux de la minéralisation (rapport C/N) de la litière de parcelle de chêne vert .	59
Figure 39 : C/N la variation de taux de minéralisation (rapport) litière de la parcelle de Pin d'Alep.	60
Figure 42 : La variation de l'humidité en (%) de la litière au niveau la placette de chêne vert H%.	62
Figure 43 : La variation de l'humidité en (%) de la litière au niveau la parcelle de pine d'Alep .H%	63

Liste des tableaux :

Titre	Page
Tableau01: les précipitations mensuelles et annuelles pour la station de référence.	27
Tableau 02 : La faune présente dans la zone d'étude, source PNC (2009)	28
Tableau 03: Cèdre de l'Atlas cedrus atlantica; pin d'Alep pinus halepensis	29
Tableau 04: Surfaces forestière occupé par le chêne vert dans quelques pays	34

Introduction :

Ces dernières années, la recherche sur le changement climatique a avancé de manière remarquable (**Durot, 2013**). Certaines de ces recherches confirment que les émissions de gaz à effet de serre (GES) provenant des activités humaines, telles que l'industrialisation, le changement d'utilisation de terres et l'exploitation démesurée des ressources naturelles sont responsables du réchauffement climatique que l'on observe actuellement sur Terre (**Saidou et al ., 2012**). En général, le changement climatique a un impact sur l'environnement dans lequel vivent les humains, affectant ainsi les moyens de subsistance de nombreuses personnes et les revenus des pays (**Giec, 2013**). En effet, le CO₂ est un gaz qui permet à la terre de bénéficier d'un effet de serre naturel indispensable à la vie, puisqu'il maintient la température moyenne terrestre à 15 ° C au lieu de -18 ° C. Par ailleurs, l'augmentation de sa concentration a une influence directe sur l'efficacité de cet effet de serre en induisant le réchauffement de la planète et le changement climatique (**Muoghalu, 2014**). Ce dérèglement du climat est responsable de nombreuses catastrophes qui grossissent d'années en années le nombre de victimes en situation d'urgence humanitaire. Bien que les impacts négatifs associés aux émissions de CO₂ soient clairement reconnus et identifiés, il est fort probable que dans les prochaines décennies, ces émissions se poursuivent, voire s'intensifient (**Mbow, 2014**). Dans le bilan global de carbone, les écosystèmes terrestres sont reconnus comme jouant un rôle essentiel. Absorbant près de 30 % du CO₂ anthropique total émis (**GIEC, 2013**). Ayant pris conscience de cette réalité, la communauté internationale a placé le changement climatique au cœur de ses préoccupations. C'est dans cette optique qu'à la conférence des parties de la Convention Cadre des Nations Unies pour les Changements Climatiques (CCNUCC), la conférence des parties (COP21) à Paris en 2015 sur le climat a réuni 195 pays pour décider des mesures à mettre en place, dans le but de limiter le réchauffement climatique (**Pascal et Peter, 2015**). Un accord international sur le climat, applicable à tous les pays, est validé par tous les participants, fixant comme objectif une limitation du réchauffement mondial entre 1,5 ° C et 2 ° C, d'ici 2100 (**Frédéric, 2015**). A cet effet, l'accord, censé entrer en vigueur en 2020, devra à la fois traiter de l'atténuation (la baisse des émissions de gaz à effet de serre) et de l'adaptation des sociétés aux dérèglements climatiques existants et à venir (**Yameogo et al, 2013**). En d'autres termes, les forêts ainsi que les plantations constituent une composante importante dans le changement global parce qu'elles peuvent présenter, selon leur mode de gestion, un impact positif ou négatif du changement climatique induit par l'homme (**Ngueguim et al ., 2015 ; Bello et al, 2017**) et la quantité de C organique dans un sol forestier est le résultat de l'équilibre entre la production primaire nette de la végétation et la décomposition de la matière organique (**Liski & Westman,**

1997a, b). (**Schlesinger 1986**) a estimé qu'il y avait environ trois fois plus de carbone dans le sol que dans la végétation des écosystèmes terrestres.

Les écosystèmes forestiers jouent un rôle important dans l'atténuation de la concentration du gaz carbonique (gaz à effet de serre) en raison des fortes quantités de carbone (C) stockées dans leur végétation et le sol. Les forêts stockent plus que la moitié du carbone organique des terres émergées (1120 Gt C) et le carbone emmagasiné dans les sols des forêts représente 35 % du total du carbone présent dans les réservoirs du sol (**Robert, 2002**). La quantité de C organique dans un sol forestier est le résultat de l'équilibre entre la production primaire nette de la végétation et la décomposition de la matière organique (**Liski & Westman, 1997a, b).** (**Schlesinger 1986**) a estimé qu'il y avait environ trois fois plus de carbone dans le sol que dans la végétation des écosystèmes terrestres,

Les changements du taux de décomposition des mélanges de litière sont attribués aux changements dans l'abondance et la composition de la faune et de la microflore du sol (**Chapman et al. 1988, Williams et Alexandre 1991, Morgan et al. 1992**). Il est donc nécessaire d'étudier de nombreuses compositions de litière pour mieux décrire les interactions entre les espèces d'arbres.

C'est dans ce cadre que s'inscrit ce travail de mémoire de fin d'étude. Il porte sur la comparaison des paramètres physico-chimiques de la litière sous deux essences forestières, Pin d'Alep et chêne vert, au niveau du massif forestier de Chéra

Ce mémoire est structuré en quatre chapitres :

- ❖ Aperçu bibliographique
- ❖ Présentation de la zone d'étude
- ❖ Matériel et méthodes
- ❖ Résultats et discussion

Et nous terminerons ce travail par une conclusion générale

Synthèse Bibliographique

Chapitre 01

La litière forestière

1. Généralité sur la production de litière en milieu forestier

La litière désigne de manière générale l'ensemble de feuilles mortes et débris végétaux en décomposition qui recouvrent le sol (des forêts, jardins, sols plantés de haies, etc.). En pédologie la litière est la couche superficielle qui couvre le sol et fait partie des horizons dits (Homorganiques) (P. Bodu & J.-P. Bertrand, 2017).

La litière représente un des sentiers majeurs du flux nutritionnel. Une large proportion de la production primaire nette des écosystèmes forestiers retourne au sol annuellement. Dans le cas de forêts matures, c'est même la presque totalité de cette production La production de litière est contrôlée par des facteurs climatiques et édaphiques

, les premiers contrôlant la production au niveau régional et les seconds au niveau local. La litière ne comprend généralement pas que de feuilles, les données compilées par (Bray et Gorham ,1964) indiquent que les autres constituants (fruits, branches, écorces, etc.) comptent en moyenne pour 28 % de la masse totale des litières aériennes. La contribution de la végétation de sous - bois à la production de litière est variable selon les milieux s'élevant de 3 à 20 %. Toutefois , pour autant que le peuplement soit fermé, la production de litière est assez indépendante du nombre de tiges à l'unité de surface puis la biomasse du feuillage tend à se stabiliser après la fermeture du couvert forestier.

2.Définition

La litière prend également le nom de matière organique fraîche (Duchaufour, 1991). C'est une couche d'épaisseur variable, de feuilles mortes et de débris de végétaux (rameau ; brindilles ; racines fines ; écorce ; fleures ; fruits aiguilles), qu'on trouve souvent au pied des arbres et des arbustes, ou animaux qui recouvre le sol en forêt. C'est elle qui engendre l'humus (Duchaufour , 1991).



**Figure 01 : Épais tapis de feuilles et du bois mort (litière) de la forêt de Chréa 2022.
Source : Originale photo**

3. La composition physiques et chimique de la litière

Les constituants physiques

Constitués de débris végétaux ou animaux de toute nature (feuilles, rameaux ...) et non décomposés, reposant à la surface du sol. **Dommergues et Mangenot (1970)**. Elle est essentiellement végétale en rapport avec la proportion de la masse animale que l'on y retrouve (**Frontier et Pichot - Viale, 1993**).

La litière est constituée de deux fractions (**Dommergues et Mangenot, 1970**) :

- **La fraction hydrosoluble**, rapidement entraînée vers les horizons minéraux après la chute des feuilles et riche en substances complexâtes (processus de cheluviation).
- **La fraction non - hydrosoluble**, décomposée par la microflore et la pédofaune.

Les constituants chimiques

Connue sous plusieurs noms tels que qualité du substrat, qualité de la litière ou qualité de la ressource. On peut définir la qualité de la ressource comme la valeur d'une ressource servant de nourriture a un organisme, incluant à la fois des critères chimiques et physiques (**Swift et al, 1979**). En effet, la nourriture doit satisfaire à des besoins physiques (propriétés de surface, texture ...) et chimiques (phagostimulants. Facteurs nutritionnels) pour que l'ingestion ou la colonisation ait lieu. (**Swift et al., 1979**) distinguent donc trois groupes de composés permettant de définir la qualité de la ressource :

- Le carbone et les sources d'énergie (lipides, polysaccharides, protéines, polymères aromatiques tels que la lignine).
- Les sources de nutriments (autres que le carbone, c'est - à - dire N, P, K, Ca ...).
- Les agents modificateurs (composants chimiques présents dans la ressource). À cause de leur structure moléculaire, ils influencent l'activité ou le comportement des organismes décomposeurs . Il s'agit essentiellement des polyphénols.

4 . La dégradation de la litière

La décomposition et la dégradation de la litière est active dans la couverture morte, où les bactéries et les champignons sont, semble - t - il, les premiers colonisateurs de la litière fraîche. Ce qu'on appelle la biodégradation, d'autre part , il existe plusieurs facteurs qui surveillent ce phénomène .

4.1 Les facteurs affectant la décomposition

La vitesse de décomposition de la litière est principalement affectée par :

Climat : Au niveau du climat, la décomposition de la litière est surtout affectée par la température et l'humidité (**Facelli et Pickett, 1991 ; Berg et al., 1993 ; Moore et al., 1999**). Une faible humidité induit une diminution de l'activité métabolique (**Couteaux et al., 1995**). Aussi, le régime d'humidité joue un rôle important dans le lessivage des feuilles, de même que les alternances de gel dégel qui brisent les cellules, augmentant le taux de lessivage (**Swift et al., 1979**).

a- Composition chimique de la litière : La qualité de la ressource est une notion très importante puisqu'elle influence tous les processus de décomposition subséquents (**Heal et Dighton, 1985 ; Haynes, 1986 ; Northup et al., 1998**).

b- Les organismes décomposeurs : En fait, Le sol forestier est l'habitat d'une multitude d'organismes du sol qui présentent une grande diversité d'espèces, Parmi ces microorganismes, les champignons jouent un rôle majeur (**Swift, 1982**). Le nombre des espèces fongiques, peu important sur les végétaux vivants (*Cladosporium, Alternaria*), augmente de façon considérable au niveau des litières, de bactéries, d'insectes et de vers.

4.2 Les techniques de la décomposition de la litière

La décomposition de la litière fait appel à trois techniques principales :

-Mesure de l'évolution du bioxyde de carbone ou de l'absorption d'oxygène (**Reiners, 1968 ; Wiant Jr., 1967a 1967b ; Witkamp, 1966, Witkamp et Van Der Drift, 1961**).

-L'observation de la disparition du disque foliaire et d'un constituant Spécifique tel que cellulose et lignine (**Edwards et Heath, 1963 ; Heath et al., 1964, 1966 ; Madge, 1965**).

-Mesure de l'activité du macrofaune et de la microfaune dans les conditions particulières de substrat et de milieu écologique.

Au premier niveau, les producteurs (arbre, sous - étage, herbes. Mousses, lichens) puisent dans l'atmosphère du gaz carbonique, dans le sol de l'azote et d'autres éléments biogènes et font la synthèse de matière vivante. Celle - ci plus ou moins tôt, plus ou moins tard, directement ou non , mais de façon inéluctable, fera retour au sol sous forme d'exsudats racinaires et foliaires et sous forme de débris organisés : feuilles, rameaux, écorces, fleurs , fruits , etc. ... Dont l'ensemble constitue la litière ,

Au deuxième niveau, alimente des chaînes trophiques dans lesquelles se succèdent des décomposeurs (champignons et bactéries) et des consommateurs. Les cadavres des uns et des autres

Au troisième niveau, Les déjections des seconds ont un troisième niveau de structure analogue, et ainsi de suite jusqu'à épuisement de l'énergie des apports initiaux. Le fonctionnement de ces chaînes assure la transformation de la matière organique dans deux directions : d'une part, celle-ci est minéralisée avec retour du carbone, de l'azote et des autres éléments à l'état de molécules inorganiques (**Mangenot, Les litières forestières signification écologique et pédologique, 1980**).

Dans des conditions favorables, la litière disparaît rapidement, la fraction Minéralisée est élevée et l'humus, formé en quantités modérées, est intimement associé aux argiles.

C'est un humus doux ou mull comme on en trouve, par exemple, dans une chênaie mixte sur limon ; dans les conditions défavorables, la minéralisation est ralentie et la litière se transforme peu à peu en débris organiques noircis, formant un humus brut ou mor, juxtaposé au sol minéral, mais non associé à celui-ci. Biodégradation sera plus ou moins efficace et les microorganismes impliqués plus ou moins spécialisés (**Moukoui & al., 2006**).

5. Les rôles de la litière

La litière est un habitat essentiel pour de nombreuses espèces qui participent au cycle sylvigénétique et préparent la bonne germination de nombreuses graines et la régénération naturelle des forêts. (**P. Bodu & J.-P. Bertrand, 2017**) Elle accueille un écosystème d'organismes décomposeurs qu'elle transforme peu à peu en humus. Elle protège le sol minéral contre l'action directe de l'eau. Elle amortit les gouttes de pluie en hiver qui séparent les particules du sol. Elle prévient la compaction du sol et empêche l'entraînement des particules de terre par le ruissellement. (**Ingrig Kogel - Knabner, 2002**)

La litière fonctionne comme une énorme éponge qui stocke une partie de l'eau de pluie (jusqu'à 15 %) et la restitue lentement permettant l'infiltration en profondeur. Elle protège notamment le sol de l'érosion, de la dessiccation, des ultraviolets solaires, de la lumière (nombre des espèces de la litière sont lucifuges), et des chocs thermiques. La litière abrite et nourrit de nombreuses espèces, dont des hôtes occasionnels (**J. Roger Bray, Eville Gorham**).

Chapitre 02

Généralité sur le carbone organique.

Généralités sur le carbone

Le carbone organique du sol, principal constituant des matières organiques, est une préoccupation d'intérêt majeur en raison des enjeux agronomiques (fertilité physique, chimique et biologique des sols) et environnementaux (qualité de l'eau, stockage de carbone, etc.) qui lui sont liés.

La perte de la matière organique, donc du carbone organique, se traduit par la dégradation de la structure du sol, par une grande vulnérabilité à l'érosion et par une réduction de la fertilité des sols (Smith et al. 1995).

1.Effets du changement climatique

L'accroissement de la teneur atmosphérique en gaz à effet de serre détermine un changement climatique, mais également à une série d'effets complexes et contrastés). Tous les résultats expérimentaux démontrent qu'une augmentation de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère induit une augmentation de la biomasse ou de la production primaire nette (NPP) par un effet fertilisant du CO₂ qui joue un rôle important dans la photosynthèse et la croissance de la plante. Le gain dans la fixation de CO₂ peut être important dans le cas d'un doublement de la concentration de CO₂. L'augmentation de la production de CO₂ entraîne également une diminution de la transpiration des stomates ce qui produit une meilleure efficacité de l'eau particulièrement pour les plantes en C₄. Donc, en ce qui concerne l'eau, l'effet net de CO₂ sur la réduction de la transpiration de la plante est favorable (Grégory et al., 1998). Evidemment, pour obtenir un gain de récolte d'autres besoins de la plante nécessitent d'être satisfaits en particulier l'eau disponible et les éléments nutritifs.

En ce qui concerne le carbone, il y aura une augmentation de la séquestration de carbone par la biomasse au-dessus du sol et une augmentation corrélative dans les apports du sol provenant des résidus de végétaux et de la croissance et le dépérissement des jeunes racines. Les composés organiques des racines ont un rapport C/N plus élevé et sont plus stables (anonyme 1). Toujours en ce qui concerne la séquestration du carbone, un autre facteur, la température, qui peut augmenter sur une grande partie du globe, va jouer un rôle important. Ainsi ce réchauffement peut provoquer un taux plus élevé de minéralisation par les microbes et un taux plus élevé de la respiration des racines (anonyme 1).

Le carbone est le principal élément de la matière organique du sol et sa présence est un facteur déterminant de la qualité du sol. La perte de la matière organique, donc du carbone organique, se traduit par la dégradation de la structure du sol, par une grande vulnérabilité à l'érosion et par une réduction de fertilité (Smith et al.,1995).

2. Les formes du carbone organique dans le sol

Les formes du carbone organique dans le sol sont résumées par la figure suivante :

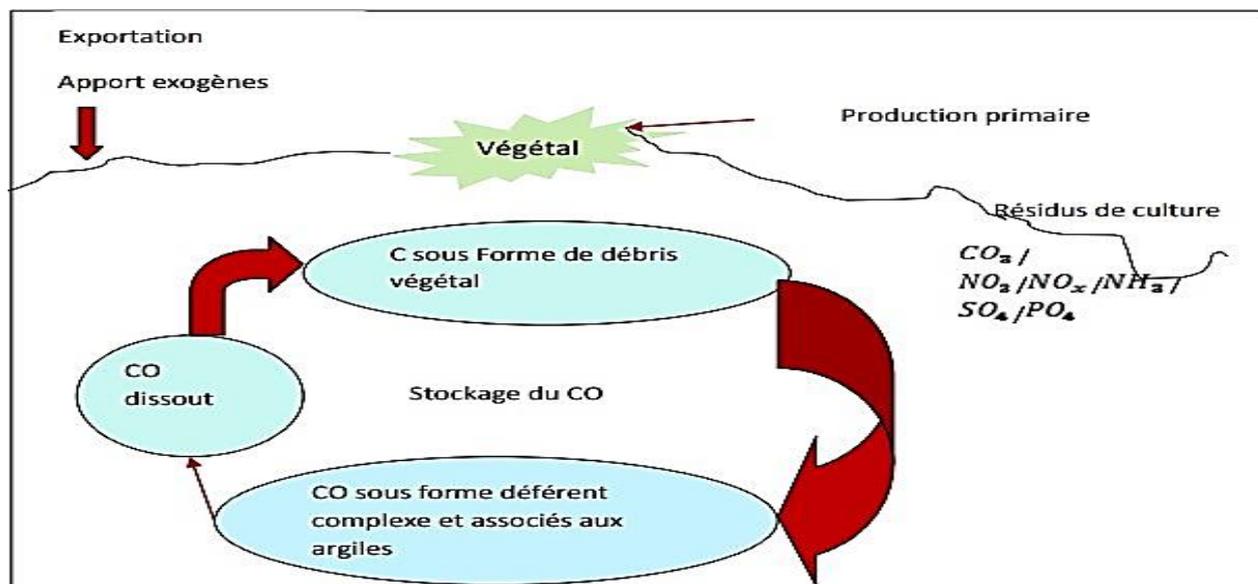


Figure 02 : Carbone organique sous différentes formes dans le sol (Bernoux,2013).

2. Le cycle du carbone

Le cycle complexe du carbone (figure 2) mène à un équilibre naturel entre les sources et les puits de C terrestre, autant sous forme minérale et organique que gazeuse. Les formes gazeuses se retrouvent dans l'atmosphère et dans la partie superficielle des sols et des océans et ont un rythme d'échange très rapide de moins de cinq ans. Le C atmosphérique peut également être absorbé par la biomasse terrestre et ainsi être séquestré dans les tissus des plantes. Celles-ci seront par la suite en partie consommées par des organismes hétérotrophes et le C sera ensuite rejeté sous forme gazeuse dans l'atmosphère ou minéralisé dans les sols (Alexandrov, 2008).

La teneur moyenne en carbone dans la matière organique des sols cultivés en France est d'environ 20 g de carbone par kg de sol sec. Le carbone dans la solution du sol peut être sous forme de CO_2 , de carbonate CO_3^{2-} ou de bicarbonate HCO_3^- , en fonction du pH et de la teneur en ions calcium. La teneur moyenne en CO_2 de la phase gazeuse des sols varie de 0,5 à 1 % et elle augmente avec la présence de plantes, du fait de la respiration racinaire (Le Dizès et al., 2009). Une émanation de CO_2 peut se produire du fait de la minéralisation de la matière organique et de la respiration racinaire et microbienne. Le flux journalier de CO_2 dégagé par le sol serait de 2 à 13 g de CO_2 par m^2 . Ce phénomène pourrait participer pour environ 10 % (voire jusqu'à 15 % en été ; Roussel-Debet, 2014) du carbone total incorporé par photosynthèse (Le Dizès-Maurel et al., 2009). L'émanation de CO_2 est cependant jugée négligeable pour les sols pauvres en matière

Organique, et pour les végétaux de taille supérieure à quelques dizaines de centimètres, hauteur de la couche d'air à la surface du sol susceptible d'être impactée (Roussel-Debet, 2014).

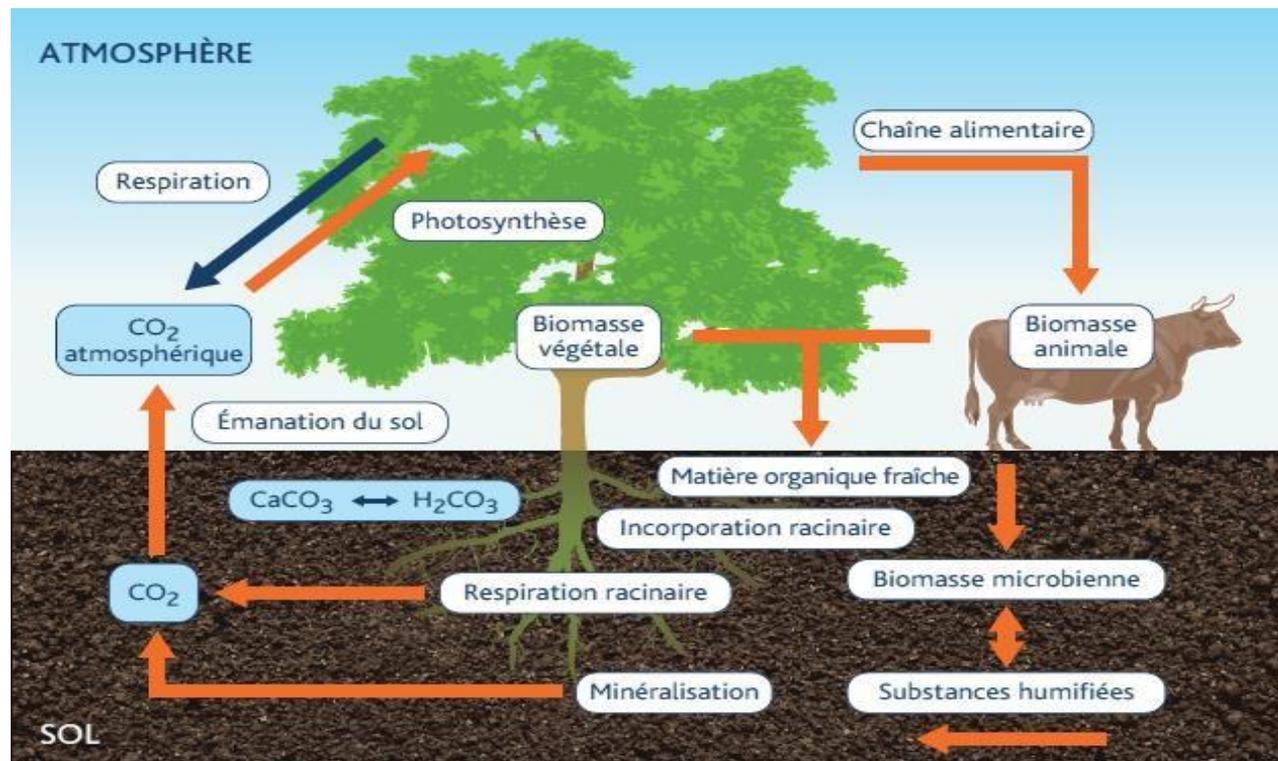


Figure 03 : Schéma du cycle du carbone dans les systèmes sol-plante-animaux
Création par IRSN

3. Les Réserves de carbone organique

Le grand réservoir de carbone est constitué par les roches sédimentaires, et les océans profonds (plus de 100 mètres).

3.1. Stock de carbone organique dans le monde

Le sol est le deuxième plus grand stock de carbone après les océans et représente le tiers du stock mondial de carbone. Les stocks mondiaux du COS ont été estimés à environ 1500GTC dans les premiers mètres du sol, soit supérieur à celui de l'atmosphère (800GTC) et la végétation terrestre (500GTC) (Scharleman, 2014).

L'ampleur spatial et temporelle du stockage du COS est très variable et est déterminée par différents facteurs biotiques et abiotiques, y compris le type de sol, l'utilisation de la terre et les conditions climatiques. Les stocks de COS les plus importants sont situés dans des zones telles que les zones humides et les tourbières (Gougoulis, 2014)

Selon (Poissonnet et al, 2007), les sols contiennent une quantité colossale de carbone. Des travaux publiés par l'IPCC (2001) montrent qu'en 1996 les sols mondiaux (jusqu'à 1 m de profondeur) séquestrent 53% du C organique non fossile des terres émergées. Les sols forestiers mondiaux représentent un stock de 632 GtC (figure3), soit plus que tout le C contenu dans la biomasse terrestre (610 GtC dont 80% en forêt).

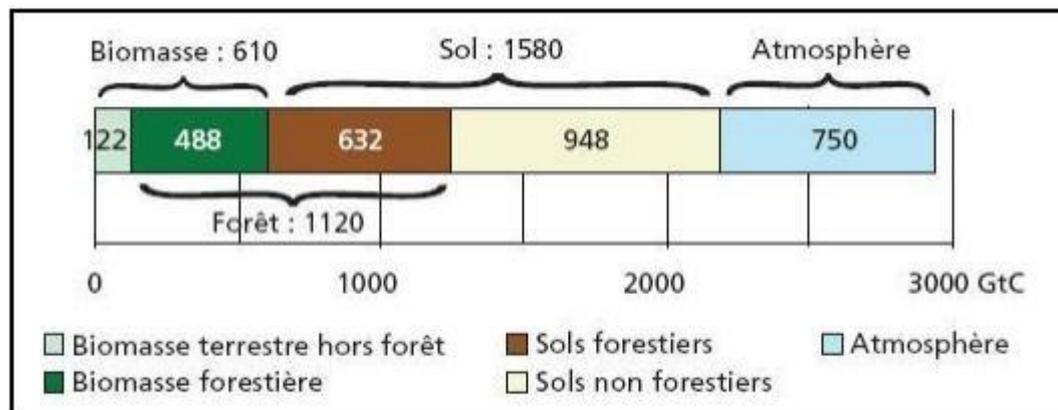


Figure 04 : Stocks de carbone mondiaux dans les compartiments terrestres (IPCC,2001).

3.2. Carbone et matière organique dans le sol

La matière organique dont les composés carbonés, d'origine végétale et animale recouvre une incroyable diversité, joue un rôle majeur dans le fonctionnement global du sol. Autrefois, bien avant l'utilisation des engrais minéraux, le fumier était le seul fertilisant employé. Cette fumure organique, chère de part son transport et le volume à épandre, à l'avantage de libérer progressivement les éléments minéraux et de stimuler l'activité du sol. L'effet terroir tant recherché dans le domaine du vin se trouve renforcé par la présence de la teneur en matière organique du sol et de la vie microbienne qui en résulte.

Si la baisse naturelle de la teneur en MO est très lente (environ 2% par an), il sera, en revanche, très long et très difficile de rehausser un sol pauvre en MO, c'est aussi pour cette raison qu'il est primordial d'intégrer cette notion dans sa stratégie de fumure d'entretien.

Pour conserver un bon taux d'humus, le viticulteur choisira de broyer ses sarments, d'enherber son vignoble de manière raisonnée (en partie ou totalité), d'utiliser des produits organiques à dose élevée et s'il peut encore en trouver, épandre du fumier !

-La matière organique du sol La matière organique composée de 58% du CO en moyen, les MOS libèrent du CO₂ et des composés organiques décomposés sous l'influence du climat et des

Conditions ambiantes du sol, l'évolution de MO végétal du sol et leur minéralisation (**Duparque, 2011**).

4. Les types de MO

Il s'agit de la forme vivante des différents organismes (bactéries, protistes, animaux, végétaux et champignons) (**Delouois A, 2006**).

4.1. Matières organiques fraîches (MOF)

Débris végétaux (résidus végétaux, exsudats). La matière organique fraîche associée aux composés organiques intermédiaires issus de l'activité de la matière organique fraîche, elle compose les MOF décomposables environ 2 à 30 ans (**Chausson, 2009**).

4.2. Matières organiques transformée (MOT)

La composition de la matière organique fraîche d'origine végétal, une partie, fournit directement des éléments minéraux à partir de substances facilement dégradables (sucres, protéine) après attaque par les micro-organismes du sol on appelle cela la minéralisation primaire. (**Dominique Soltner, 2005**). L'autre partie de cette matière organique fraîche est transformée par les microorganismes du sol en humus. Celui-ci est constitué des matières difficiles à décomposer comme la lignine et la cellulose contenues dans les tissus végétaux. La formation d'humus s'appelle l'humification (**Duparque, 2006**).

5. Le rôle de la matière organique des sols

La matière organique du sol représente l'indicateur principal de la qualité des sols, à la fois pour des fonctions agricoles (c'est-à-dire la production et l'économie) et pour les fonctions environnementales (parmi elles la séquestration du carbone et la qualité de l'air). La matière organique, est le principal déterminant de l'activité biologique. La quantité, la diversité et l'activité de la faune et des micro-organismes sont en relation directe avec la présence de la matière organique (**FAO, 2002**). La matière organique et l'activité biologique qui en découle ont une influence majeure sur les propriétés physiques et chimiques des sols (**ROBERT, 1996**). L'agrégation et la stabilité de la structure du sol augmentent avec le contenu en carbone des sols. Les conséquences directes sur la dynamique de l'eau et la résistance à l'érosion par l'eau et le vent. Le carbone des sols affecte aussi la dynamique et la biodisponibilité des principaux éléments nutritifs (**FAO, 2002**).

Selon (**Jones et wild (1975) cite par youl 2009**), la MOS a un rôle capital dans les sols tropicaux où avec les faibles teneurs et la mauvaise qualité des argiles (faible CEC), c'est elle qui contrôle

Plusieurs propriétés indicatrices de la fertilité chimique (capacité d'échange cationique, disponibilité en nutriments), physique (stabilité, agrégation, porosité) et biologique (disponibilité en énergie assimilable) des sols.

La MOS a aussi des fonctions écologiques grâce à une meilleure structuration du sol augmentant sa résistance à la dégradation (Venkatapen, 2012), et la séquestration des gaz à effet de serre (Fao, 2002).

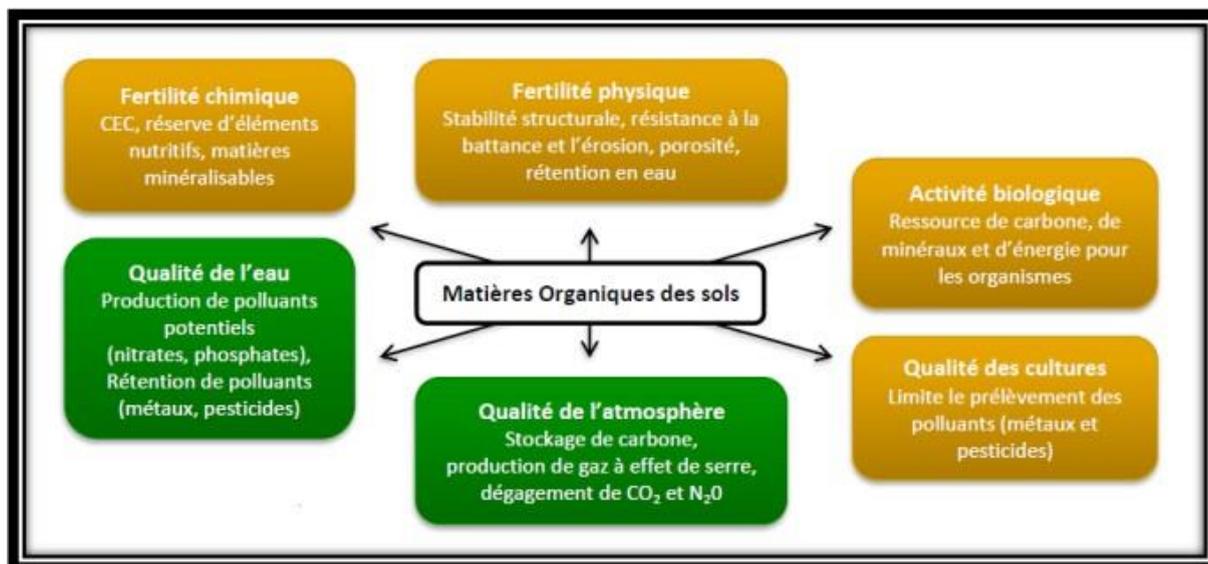


Figure 05: Rôles et fonctions des matières organiques (Duparque et Rigalle, 2011)

6. La séquestration du carbone

piégeage du CO₂ est le stockage relativement stable à long terme du carbone dans les océans, les sols, la végétation (en particulier les forêts avec la photosynthèse) et les formations géologiques. La séquestration du carbone est l'élimination du dioxyde de carbone de l'atmosphère vers un stockage dans le système terrestre.

La séquestration du carbone est une méthode qui a récemment suscité un grand intérêt auprès de nombreux chercheurs. Ce processus est étroitement lié à l'arrêt de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES), qui a été imposé par le protocole de Kyoto établi en 2004. La séquestration du dioxyde de carbone est associée au captage de ses composés dans l'environnement, ce qui réduit la progression de l'effet de serre.

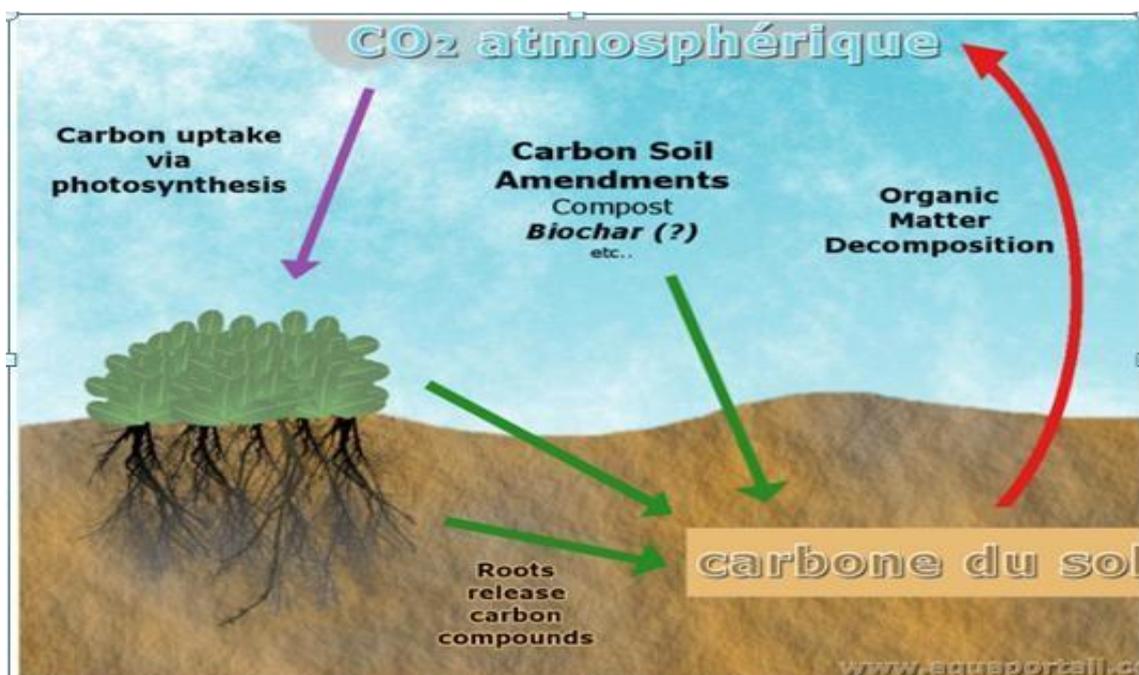


Figure 06 : Le cycle de la séquestration de carbone

Source : aquariophile a'aquaportail (2006 – 2022) pour aquarium durable

La séquestration du carbone est le processus de capture et de stockage de dioxyde de carbone atmosphérique

C'est une méthode de réduction de la quantité de dioxyde de carbone dans l'atmosphère dans le but de réduire le changement climatique mondial.

Chapitre 03

La matière organique dans le sol forestière

Introduction

Si les sols servent de support aux forêts, contribuant à nourrir et abreuver les arbres en mettant à leur disposition l'eau qu'ils emmagasinent et retiennent, ainsi que les nutriments qu'ils fabriquent par le biais de la décomposition des matières organiques, les arbres le rendent bien aux sols, qu'ils enrichissent de feuilles mortes et autres végétaux.

Cependant, la FAO l'assure, « la relation entre les sols et les forêts est beaucoup plus vaste et plus complexe. Les sols et les forêts sont intrinsèquement liés, ils s'influencent mutuellement et influent également sur l'environnement dans son ensemble. Les interactions entre les forêts et les sols forestiers contribuent à maintenir des conditions environnementales nécessaires à la production agricole. Ces effets positifs sont profonds et contribuent à garantir un système alimentaire productif, à préserver la santé de l'environnement sain et à améliorer les moyens de subsistance en milieu rural face au changement climatique.»

Les forêts permettant de contenir le changement climatique, de nourrir les sols, de gérer les besoins en eau potable et de réduire l'érosion des sols, nous devons les protéger plus encore en cette période critique. Soigner nos sols nous sera profitable.

La quantité de la matière organique dans le sol augmente à mesure que la densité de la forêt et le couvert végétal augmente. **(Bull Assoc géogr., franc,2001)**

1.Définition

Les sols forestière naissent de l'altération chimique et physique de la roche-mère et de la transformation des composés organiques par les organismes vivants du sol.

Il ne s'agit pas de masse compacte, mais un système ouvert et poreux composé de particules organiques et minérales, d'organismes vivants, de racines, d'air et d'eau. Il s'agit d'un chantier permanent où, 24 heures sur 24, du matériau est décomposé, transformé, donnant naissance à un nouveau matériau.

2.Les Matières organiques du sol

Composées de 58% de carbone organique en moyenne, les matières organiques du sol libèrent du dioxyde de carbone (CO₂) et des organiques en se décomposant sous l'influence du climat et des conditions ambiantes du sol. L'évolution du stock de carbone organique dans les sols résulte de l'équilibre entre les apports de matières organiques végétales au sol et leur minéralisation.

Le sol représente le plus grand réservoir de carbone de la biosphère continentale contenant environ deux fois le stock de carbone atmosphérique et trois fois le stock de carbone contenu dans la végétation (40tonnesparhectare (t/ha) en sols cultivés et 65 t/ha sous prairies).Une augmentation des stocks de carbone organique des sols cultivés peut jouer un rôle significatif dans la limitation des émissions nettes de gaz à effet des er revers l’atmosphère en stockant du CO2 atmosphérique dans la MO des sols.

Source :[https://occitanie.chambre-](https://occitanie.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Occitanie/guidepo_Tome1_chapitre_2.pdf)

[agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Occitanie/guidepo_Tome1_chapitre_2.pdf](https://occitanie.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Occitanie/guidepo_Tome1_chapitre_2.pdf)

2. 1. La matière organique

Le terme « matières organiques du sol » regroupe l’ensemble des constituants organiques morts ou vivants d’origine végétale, animale ou microbienne, transformé dans le sol. Elles ~~représentent~~ ^{représentent} en général 1 à 10% de la masse des sols.

Elles se répartissent en trois groupes :

Les Matières Organiques Vivantes (MOV), animale, végétale fongique et, microbienne, englobent la totalité de la biomasse en activité (racines, vers, microflore du sol...)

Les débris d’origine végétale (résidus végétaux, exsudats), animale (déjections, cadavres), fongique et microbienne (cadavres, exsudats) appelés « Matières Organiques fraîches ». Associés aux composés organiques intermédiaires issus de l’activité de la biomasse microbienne,appelés produits transitoires (évolution de la matière organique fraîche), elles composent les MO facilement décomposables.

Des composés organiques stabilisés («MO stable »), les matières humiques ou humus, provenant dede l’évolution des matières précédentes. La partie humus représente 70 à 90% du total.

3. La Nature de la matière organique du sol

La Nature des matières organiques peut être différente :

a. La Nature chimique

La nature chimique des matières organiques du sol, bien qu'extrêmement complexe, le nombrede composés rencontrés est quasiment infini. Seules les proportions de quelques molécules du vivant comme les celluloses et les glucides apparaissent et varient de manière significative. La

Matière organique du sol est riche en nutriments tels que l'azote (N). Phosphore (P). Soufre (S) Et micronutriments, composé d'environ 50 % de carbone (C).

b. Nature granulométrique

Matières organiques particulières, solubles, colloïdales.

c. Nature compartimentage

Biomasse microbienne, métabolites, matière organique stable. Cette très grande hétérogénéité chimique et particulière des matières organiques leur confère des propriétés très diversifiées.

(**Baldock et Nelson ,1999**) définissent la MOS comme étant la somme de composés organiques morts et vivants qui se trouvent dans ou à la surface du sol. Indépendamment de leur origine ou de leur stade de décomposition globalement, la MOS a été subdivisé par (**Theng et al., 1989**) en deux groupes, la MO vivante (5 %) et morte (95 %).

4.Les types de la matière organique du sol

• Les matières Organiques Vivantes (MOV)

Animale, végétale, fongique et microbienne, englobent la totalité de la biomasse en activité (racines, vers de terres, microflores du sol ...)

. • Les débris

D'origine végétale (résidus végétaux, exsudats), animale (déjections, cadavres), fongique et microbienne (cadavres, exsudats) appelés « Matières Organiques fraîches ». Associés aux composés organiques intermédiaires issus de l'activité de la biomasse microbienne, appelés produits transitoires (évolution de la matière organique fraîche), elles composent les MO facilement décomposables.

• Les composés organiques stabilisés (MO stable) : matières humiques ou humus, provenant de l'évolution des matières précédentes. La partie humus représente 70 à 90 % du total. (**Beauchamp, 2003**).Les

rôles de la matière organique

La matière organique a trois principaux rôles :

(Physique, Biologique, Chimique,)

La matière organique joue un rôle important dans le fonctionnement de l'écosystème forestier, car elle participe à la cohésion physique, ainsi qu'à l'équilibre biologique et nutritionnel des plantes (Morel, 1996) d'après (Duchaufour, 1984),

5. La matière organique joue un rôle triple dans le sol

Stimulation de l'activité microbienne du sol et en grande partie le pH et le cycle des éléments.

L'altération des substances minérales.

Les mouvements des éléments minéraux au sens du profil (perte par drainage), **Baise et Djabiol (1995)** ont attribués à cette matière organique plusieurs rôles, parmi lesquels

La formation de formation des agrégats aboutissants à la création de complexe, organo- - minéraux.

Elle est considérée comme un réservoir d'éléments minéraux plus particulièrement l'azote.

L'élaboration d'une meilleure structure des sols, de la porosité, et de ce fait une bonne aération.

La cohésion (ciment) entre les constituants de sol (sable- limon- argile).

Les teneurs optimales en matière organique pour la production végétale varient selon le type de sol.

Elles favorisent le réchauffement du sol (coloration plus sombre des matières organiques).

Elles contribuent à la perméabilité, l'aération du sol et la capacité de rétention en eau.

Elles jouent un rôle fondamental pour les autres compartiments de l'environnement en participant au maintien de la qualité de l'eau par leur forte capacité de rétention des polluants organiques (pesticides, hydrocarbures ...) et minéraux (éléments traces métalliques).

Mais elles peuvent être aussi source de polluants potentiels, comme les nitrates et les phosphates.

Elles influencent également la qualité de l'air, par le stockage ou l'émission de gaz à effet de serre.

Elles ont un rôle de puits ou d'émetteur de carbone (principalement sous forme de CO₂). Certains changements d'usage des pratiques agricoles favorisent le stockage du carbone dans les sols (conversion de cultures en prairies). Au contraire, la mise en culture de ces prairies entraîne une diminution du stock de carbone.

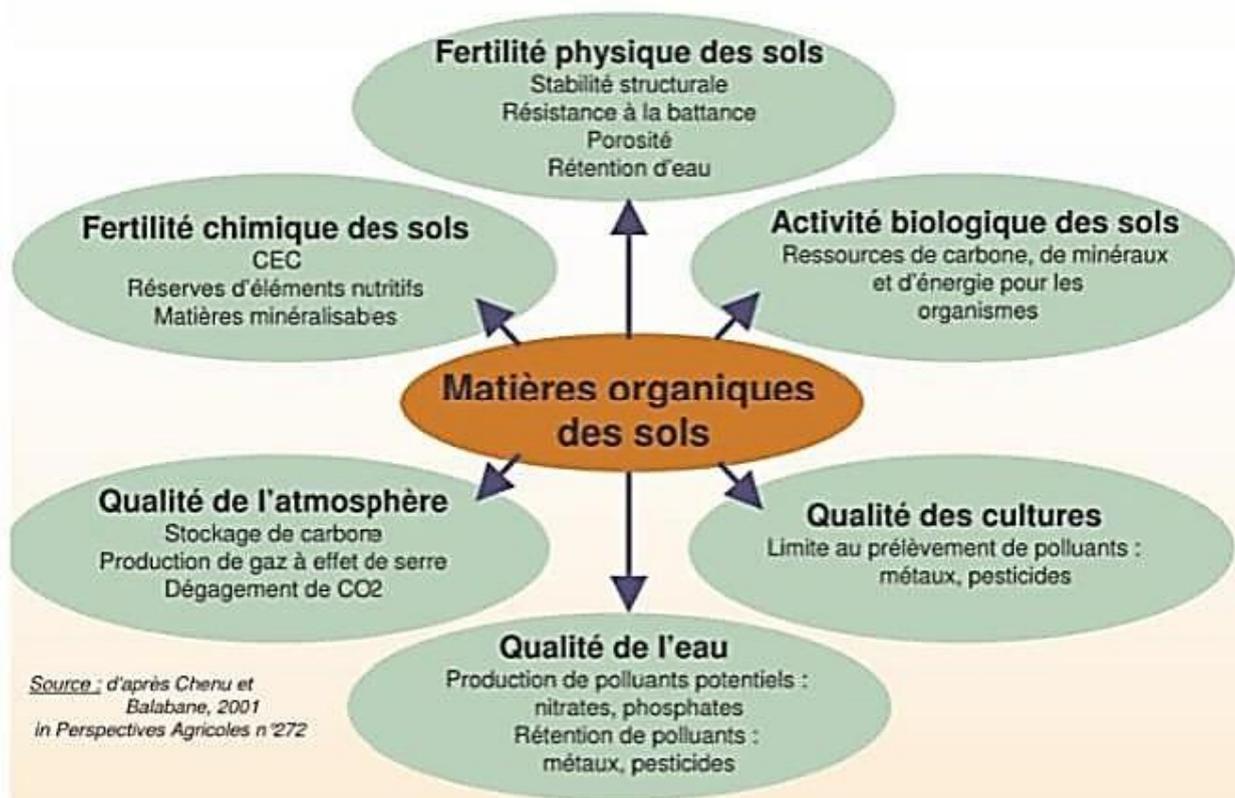


Figure 09 : Rôles et fonction des MO (Duparque et Rigalle, 2006)

6.Relation matière organique et sol

Les sols sont constitués d'un mélange intime de matière minérale et organique, sont issus de l'altération des roches sous - jacentes sous l'action du climat et des organismes vivants, Les constituants organiques du sol proviennent de la décomposition de la matière organique végétale , animale et bactérienne. Ces substances sont en constante évolution dans le sol et sont transformées par divers processus géochimiques à travers le temps.

7.Evolution de la matière organique (M.O)

La décomposition de la matière organique est définie comme étant le processus de séparation de matériaux organiques dans le sol de leurs constituants de base (Abiven, 2004).

D'après (Duchaufour ,1995), l'évolution de la matière organique fraîche (M.O.F) engendre l'humus un peu de la même façon que les minéraux primaires qui donnent naissance à l'argile. Les molécules complexes de la matière organique fraîche subissent une décomposition microbienne qui libère des composés simples le plus souvent solubles. Une partie subit le

Processus de minéralisation, c'est - à - dire la transformation en composés minéraux solubles ou gazeux : " c'est la minéralisation primaire «. Certains de ces composés peuvent d'ailleurs se réorganisent au cours de l'humification. Une partie échappe à **la minéralisation** et sert de matériau à l'édification de molécules nouvelles, de plus en plus complexe, dont l'ensemble constitue l'humus : c'est " **l'humification** «. Ces composés humiques contractent des liens plus ou moins étroits avec les composés minéraux (argiles et oxydes) puis ils se minéralisent à leur tour, mais plus lentement que la matière organique fraîche " minéralisation secondaire " .

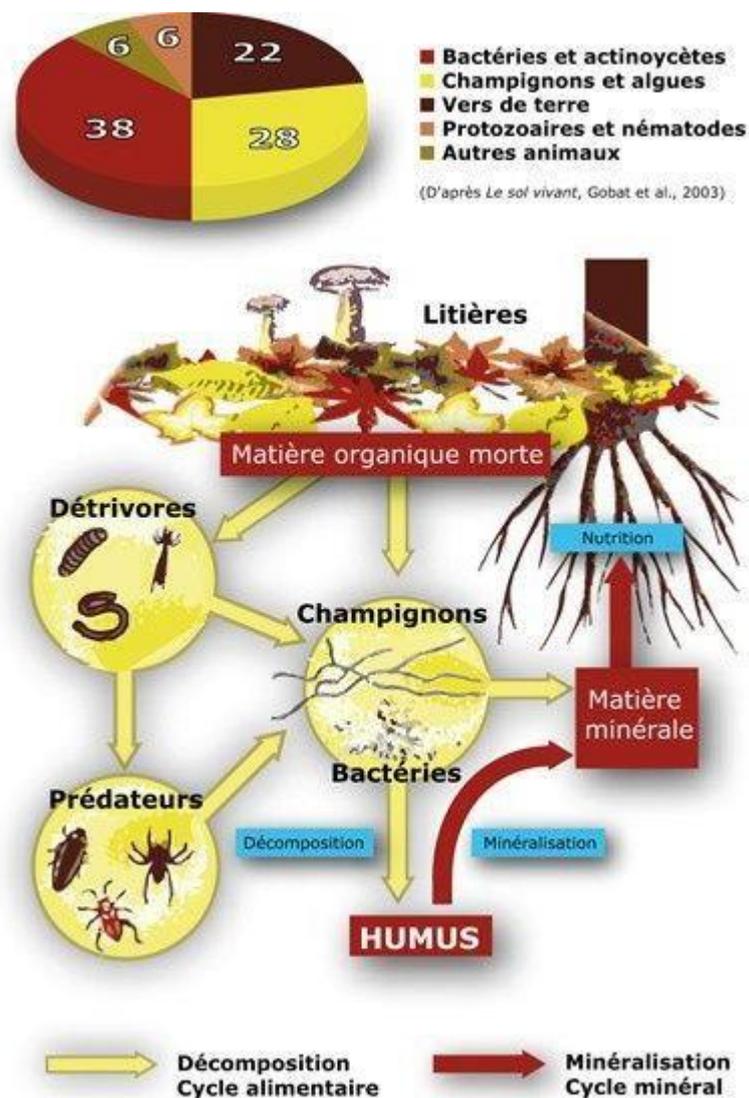


Figure 10 : Dégradation des matières organiques dans le sol.

Source : D'après le sol vivant, Gobat et al, 2003

Chapitre 04 :

Présentation de la zone d'étude(Chr ea)

1.Généralités sur la zone d'étude

Un parc national sous-entend un territoire présentant des écosystèmes uniques, la flore et la faune, rare, menacés de disparition, des ressources naturelles de grand intérêt, un patrimoine culturel exceptionnel ou des paysages prestigieux.

En Algérie, leur protection est confiée à des établissements publics à caractère administratif, composés d'équipes pluri disciplinaires et dotées de conseils d'orientation. Les parcs sont généralement circonscrits dans des zones habitées.

1.1. Présentation du parc national de Chrea

Historique

C'est en 1912, sous l'impulsion de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord que fut projetée l'idée de création du Parc National de Chréa. Le 03 septembre 1925, le Parc National de Chréa est constitué par l'arrêté gouvernemental pris en application de l'arrêté général du 17 février 1921 fixant le statut type des parcs nationaux en Algérie, afin de parer à toute dégradation et atteinte à la beauté naturelle du milieu, cela explique la superficie de 1351 ha répartie sur l'ensemble de la forêt de cèdre seulement. Vu la pression et l'ampleur de la dégradation qu'ont subi ces milieux naturels, l'idée de reclasser et d'élargir le territoire du Parc National originel fut indispensable, ce qui a été fait sur la base de la loi n°83-03 du 05

Février 1983 relative à la protection de l'environnement. Plus-tard, en application du décret n° 83-458 du 23 juillet 1983 portant statut type des parcs nationaux de l'Algérie, le Parc National de Chréa est de nouveau créé par décret n°83-561 du 23 juillet 1983 et étendu à une superficie de 26587 ha.

1.2 - Situation géographique de parc de Chréa

Le parc national de Chréa est une aire protégée qui s'étale sur une superficie de 26587 Ha. Situé à 50 km au sud-ouest d'Alger, son territoire est reparti successivement sur les hauteurs des monts de Hammam Meloune à l'est, les crêtes de Chréa au centre et Djebel Tamesguida à l'ouest. Il chevauche respectivement sur la wilaya de Blida et la wilaya de Médéa.

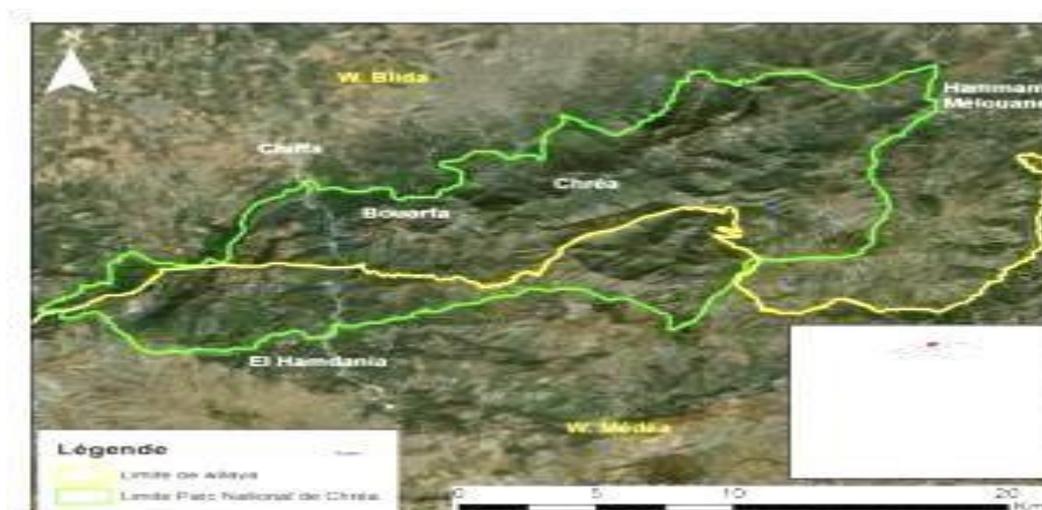


Figure 11 : Localisation du parc national de Chrea
source : (la conservation des forêts Blida)

1.3. Le climat

Le climat est un facteur déterminant de premier ordre pour une approche du milieu ; c'est un ensemble de phénomènes météorologiques qui sont principalement la température, les précipitations et le vent. (Alliout ,2013).

Pour réaliser notre travail, nous avons pris en considérations les informations recueillies au niveau des station de Blida .

1.3.1. Les précipitations

Les précipitations est un élément fondamental en écologie. Le volume annuel des pluies conditionne la distribution des espèces dans l'aire biologique (Ramade,1984).

1.3.1.1. Précipitations mensuelles et annuelles

Le présent travail est réalisé, sur la base des données enregistrées aux stations Blida, de L'ANRH, Les données recueillies s'étalent sur une période de 15ans (2000–2015). (Tableau 01)

Tableau01 : Les précipitations mensuelles et annuelles pour la station de référence.

Mois /station	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Jun	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Année
Blida (267 m)	76,16	82,78	55,94	43,01	56,26	17,56	1,46	6,70	33,85	60,94	106,44	93,44	634,56

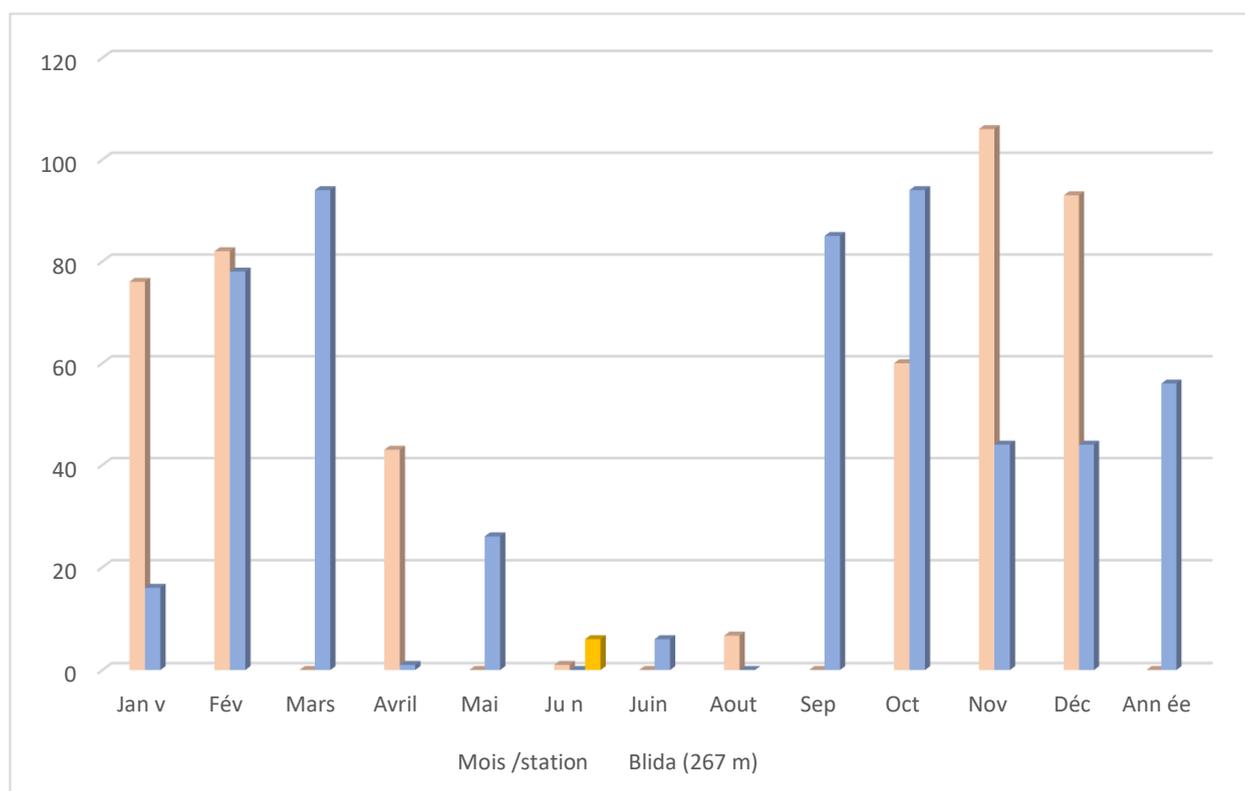


Figure 08 : Histogramme des variations des pluies mensuelle de la station de chrea 2009

ANRH (2000–2015)

D'après le tableau ci-dessus, il convient de souligner notamment, que la période la plus pluvieuse s'étale d'Octobre à Mai avec un maximum de pluie au mois de Novembre, et une période moins pluvieuse qui coïncide avec la saison chaude qui est le mois de Juin jusqu'à Septembre avec un minimum en Juillet. (Tableau0 1).

1.4. La faune

Par ailleurs, l'inventaire de la faune réalisé est aussi considérable que diversifié ; il représente une part importante par rapport à l'inventaire algérien voire 23,64% ou les mammifères représentent plus de 28%, les oiseaux dépassent les 30%, les amphibiens plus de 90% et les arthropodes 25% (PNC, 2009). Le tableau dans la page suivante résume les données retirées du PG 2009 :

Parmi cette richesse animale, un nombre important (59) d'espèces figure sur la liste des espèces protégées par décret : 9 mammifères ; 32 oiseaux ; 16 insectes ; 2 reptiles (Kerkare ,2010 ;

Arab ,1989 ; Bellatreche ,2008).

Tableau 02 : La faune présente dans la zone d'étude, source PNC (2009)

	Mammifères	Oiseaux	Arthropodes	Les reptiles	Les Amphibiens
Nombres totaux des espaces	25espèces (le singe magot , endémique au Maghreb et protéger par décret)	espèces ge 123 au (appartiennent à familles différentes ou les gé 35 rapaces sont bien représentés aux Gorge de la Chiffa) 54 % 18 % 1 % 19 % 2 % 17 %	un effectif de 490 espèces , associés à divers écosystèmes forestiers . Il se répartissent entre 22 ordres et 87 famille	13 espaces	
Insectivores	27,3 %	54%		54%	50 %
Carnivores	33,4 %	18%		15 %	30 %
Omnivores	17 ,3 %	1%		7,5 %	10 %
Herbivores	9,1 %			7,5 %	10 %
Polyphages		19%			
Charonards		2%			
Granivores		17%			
Piscivores	3 %				

Source : PNC (2009)

Parmi cette richesse animale, un nombre important (59) d'espèces figure sur la liste des espèces protégées par décret : 9 mammifères ; 32 oiseaux ; 16 insectes ; 2 reptiles (Kerkare, 2010 ; Arab, 1989 ; Bellatreche, 2008).

1.5. La végétation

La flore : 34,52% de la richesse floristique nationale. Il renferme un tapis végétal couvrant 26587Ha de son territoire soit un taux de boisement de 85%, le reste représente les terrains dénudés occupés par l'homme, par l'agriculture et ayant été irréversiblement érodés. Il composé les principalement de deux sont strass montagneux ; maquis, Matorral, pelouses, lacustre, forêts, et différentes ripisylves (figure9).

A leur niveau s'exerce une multitude de processus écologiques. Ces habitats naturels jouent un rôle prépondérant dans la vie de nombreuses espèces biologiques par le nourrissage, le refuge et la reproduction.

En effet, selon (Djemai, 2013) l'inventaire 2010 a révélé une liste qui dépasserait les 1600 eucaryotes. A travers les écosystèmes diversifiés, ils sont présents par type d'habitat : habitat à cèdre de l'Atlas, habitat à chêne vert, habitat à chêne liège, habitat à chêne Zen, habitat à pin d'Alep, habitat à thuya de Béribérie et habitat à ripisylves.

L'analyse floristique du tapis végétal, ayant permis démettre en évidence les différents groupes végétaux en fonction de situations écologiques particulières et anthropiques, révèle une flore très diversifiée à travers ses étages bioclimatiques allant de l'humide au nord vers le semi-aride au sud.

Les derniers inventaires ont permis de recenser environs 950 taxons de rang d'espèces et sous-espèces. Ce qui représente 34,52% de la richesse floristique national. Ils se répartissent dans les différentes formations végétales qui sont les habitats vitaux nécessaires à leur substance, 878 de ces espèces sont des végétaux autotrophes et le resette présenté par les lichens et les champignons.

OCCUPATION	Nature	Surface (ha)	Taux (%)
Strate Arborescente	Cèdre	1292,95	4,86%
	Chêne vert	172,80	0,60%
	Pin d'Alep	3345,02	12,58%
	Maquis arboré (à PA)	588,85	2,21%
T O T A L		5399,62	20,31%
Strate arbustive et herbacée	Maquis	16958,18	63,78%
	Reboisements (à PA et CV)	218,85	0,80%
	Pelouse	96,75	0,30%
T O T A L		17273,78	64,97%

Tableau 03 : Cèdre de l'Atlas *cedrus Atlantica*; Pin d'Alep *Pinus halepensis*

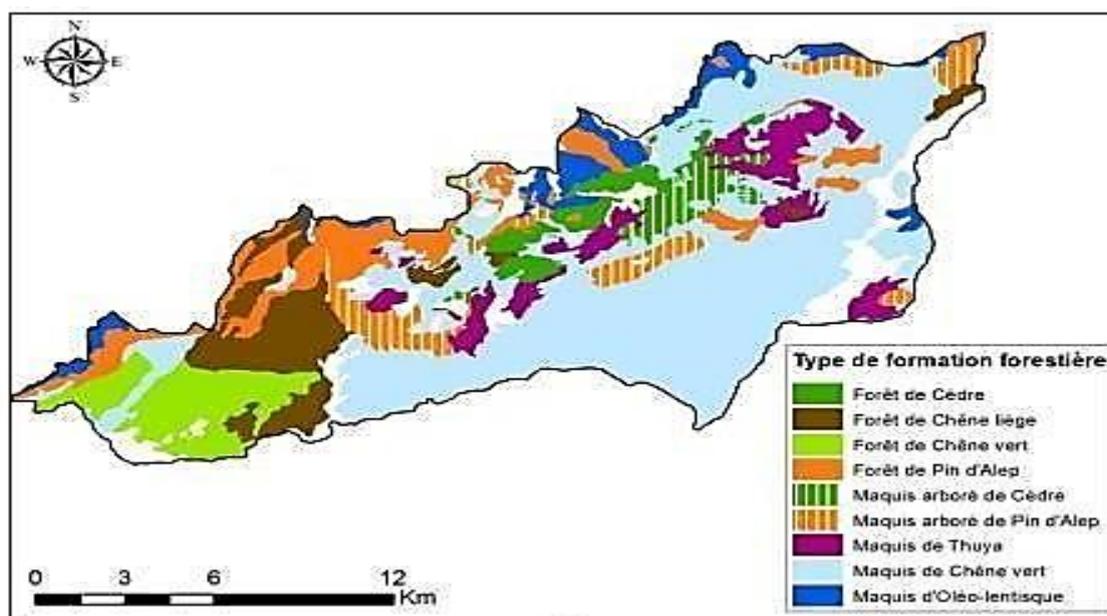


Figure 12 : Formation forestières du PNC

1.6. La géologie

La partie de l'atlas blidéen sur lequel s'étend le parc national de Chréa est homogène et est presque entièrement constitué de schistes de l'âge du crétacé supérieur sans fossile, et d'éboulis de pentes de même origine. Il est pauvre en éléments nutritifs, les roches cristallines disparaissent définitivement (Halimi, 1980).

1.7. Le sol

Les sols de la région d'étude sont constitués de schistes marneux, en alternance avec des plaquettes de quartzites (Boudani, 1989). Sur les pentes fortes, les sols sont dominés par des éléments grossiers, tel que les cailloux et les graviers. Les argiles et les limons sont présents en faible proportion. Dans les poches de ravins, ils sont très pauvres en phosphore, en calcaire et en chlore (Halimi, 1980).

1.8. La pédologie

Les facteurs écologiques essentiels qui influent sur l'évolution des sols sont : le climat, la roche mère, la topographie, la végétation et l'homme (Duchaufour 1960). Pour Ramade (1984) : « L'écosphère résulte de l'interaction de deux compartiments biosphériques, l'atmosphère et les couches superficielles de la lithosphère. Les sols résultent de l'action extrêmement intriquée et complexe des facteurs abiotiques et biotiques ».

Concernant les sols de l'Atlas Blidéen, **Halimi (1980)** souligne qu'ils sont caractérisés d'une manière générale, par l'importance des éléments grossiers due essentiellement à une action d'érosion plus intense en montagne, dont ces sols évoluent lentement en raison des basses températures. Ce qui induit des sols immatures ou solsjeunes.

Bouaoune (1996), a fait une synthèse de travaux pédologiques effectués dans la région du PNC, le confirme en montrant que cette pédologie varie en fonction de la topographie et le type de la végétation. Les différents types de sols sont différenciés en fonction de la topographie et du couvert végétal et sont qualifiés de sols jeunes et peu évolués. Selon (**Lacoste et salonon, 1981**), on distingue :

Les sols forestiers de haute altitude (1550m), sous chânaie verte et cèdre, à faible pente, ce sont des sols bruns à texture limono-argileuse et plus ou moins caillouteux, sable sous couvert. Ces sols sont riches en matière organique. > Les sols forestiers de haute altitude (1330m), à forte pente et au contact du cèdre et chêne vert, ces sols sont squelettiques de type Ranchers, peu évolués à cause des conditions situationnelles d'humidité et du froid étant développés sur roche mère siliceuse, le complexe absorbant et saturé.

Les sols dégradés des piémonts déposés en mi- pente. Ce sont des sols d'apport colluvial ou lithosol.

1.9. Le relief

Le parc national de Chréa englobe le Djebel Guerrouméne, le Djbel Ferroukha et le Djebel Mozaia (Tamasguida). Il se répartit sur les versants nord et sud de l'Atlas blidéen, qui est une région montagneuse dont les points culminants sont : le Koudiat de Chréa (1500m), Le Djebel Mozaia (1600m) et le pic de Sidi Abdelkader à 1629m (**Chekchak, 1985**). Le massif forestier se présente comme une barrière d'aspect mouvementé à fortes pentes. L'allure générale du relief de l'Atlas blidéen forme une limite entre les influences maritimes du nord et les influences continentales au sud (**Halimi, 1980**).

Chapitre 05 Matériels et méthodes

I- A perçu sur l'essence forestière a étudié

I-1- Généralité sur le chêne vert

1. 1.1. *Systématique*

Chêne vert (Quercus ilex) .

Régne : plantae .

Sou -regne : Tracheobionta .

Division : magnoliophyta .

Classe : magnoliopsida .

Sou -classe : hamamelidae .

Ordre : fagales .

Famille : fagaceae .

Genre : Quercus .

Nom scientifique : Quercus ilex .

Nom commun : chêne vert.

I-2 Aire de répartition de l'espèce

1.2.1 . Dans le monde

Le chêne vert est une espèce d'arbre dont la répartition est très vaste et que l'on trouve depuis l'Himalaya jusqu'en grande Bretagne, il occupe aussi une grande partie du bassin méditerranéen . Cette espèce constitue avec son abondance, l'un des arbres les plus importants. Il se trouve, principalement dans la pare occidentale de la région méditerranéenne (**Benia, 2010**). En Afrique du Nord, le chêne vert, figure parmi les essences les plus prépondérantes du patrimoine forestier, où il forme le fond de la forêt de montagne. Il est difficile de donner une statistique de la répartition de cette espèce parfois disséminée, parfois mélangée et souvent très dégradée (**Benia , 2010**) . C'est seulement pour le bassin occidental de la méditerranée que l'on peut avancer des chiffres, avec beaucoup de prudence notamment quand il n'y a pas d'inventaire forestier.

Pays	Surfaces
Espagne	2890,000ha
Portugal	530,000 ha
France	350,000 ha
Italie	380 ,000 ha
Tunisie	80 , 000 ha
Algérie	680 ,000 ha
Maroc	134,00 ha

Source : (Haichour ,2009).

Tableau 04: Surfaces forestière occupé par le chêne vert dans quelques pays

1.2.2 . En Algérie

Le chêne vert est l'une des essences forestières les plus importantes. Il occupe une très grande partie de la surface forestière Algérienne, près de 680.000 h. On le trouve partout, aussi bien sur l'Atlas saharien que l'Atlas tellien où il forme de belles forêts en Kabylie et sur les monts de Tlemcen. Les plus importantes chênaies sont localisées en Oranie, en peuplements purs ou mélangés avec le pin d'Alep dans la région de Tiaret et de Saïda . Il se trouve sous forme de futaies âgées dans la région de Tlemcen (**Koumiche . , 2016**) . A l'Est , on le trouve dans Djebel Aures , où il est en mélange avec le pin d'Alep , tel est le cas de la forêt de Belezma , de Bou - Arif , de Sgag et de l'Oued Fedala (**Benia . , 2010**) . Au centre du pays où il est en concurrence avec le pin d'Alep ; il recouvre les versants de l'Atlas méridjien en taillis dégradés . Il forme des taillis médiocres dans les régions de Tablat et Sour - El Ghozlan , par contre à Tenès (fig.1) , il est possible de trouver de belles futaies qu'il faut bien traiter afin de les conserver (**Haichour , 2009**).



Figure 11 : Distribution géographique du Chêne vert (*Q. ilex.*) en

Algérie (Haichour , 2009)

I-3- Facteurs édaphiques

Du point de vue édaphique, le chêne vert paraît également comme l'essence la plus plastique. Il semble être indifférent à la composition chimique du substrat, car il est présent sur tous les types de substrat, sauf sur sols compacts, asphyxiants ou saturés, où ses racines ne peuvent pénétrer (Koumiche, 2016). Ceci, semble résulter de l'absence de compétons des espèces plus dynamiques. Dans un sol profond, (fig.03) le chêne vert établit un pivot par contre dans un sol superficiel, ces racines sont traçantes et l'arbre devient buissonnant (Berrichi, 2010). En Algérie, *Quercus ilex* s'accommode de tous les types de substrat siliceux ou calcaire et de sols superficiels ou profonds. Cependant le chêne vert, comme les principales essences forestières, fuit les substrats mobiles et les sols hydro morphe (Koumiche, 2016).

1.3.1 Exigences climatiques

Le chêne vert est extrêmement plastique du point de vue climatique. Bien que xérophile, il se développe dans les étages climatiques subhumides et humides de montagne dont il prend toute son extension. *Quercus ilex* peut supporter des températures minimales comprise entre -3°C et $+7^{\circ}\text{C}$, et des températures maximales pouvant atteindre 42°C (Berrichi, 2010). Quant aux

Précipitations, il admet une tranche pluviométrique annuelle variant de 384 à 1462 mm , mais le chêne vert peut se contenter d'un minimum de 250mm (**Berrichi , 2010**) .

II. Généralité sur le Pin d'Alep

II.1 Systématique du Pin d'Alep

" *Pinus halepensis* Mill " , il appartient à :

* Embranchement : Gymnospermes .

* Classe : Conifères .

* Famille : Pinacées .

* Genre : *Pinus*

* Espèce : *Pinus halepensis* .

* Nom scientifique : *Pinus halepensis*

* Nom commun : Pin d'Alep .

II.2. Aire de répartition Dans le monde

Pinus halepensis se trouve à l'état spontané autour du bassin méditerranéen , sauf en Egypte . Il est très répandu en Afrique du Nord surtout en Algérie et Tunisie où il constitue les massifs les plus importants (**Nabal , 1986**) . Ses forêts occupent plus de 2.5 millions d'hectares (**Quézel , 2000**) réparties dans certains pays situés sur le pourtour de la méditerranée (Figure 00) :

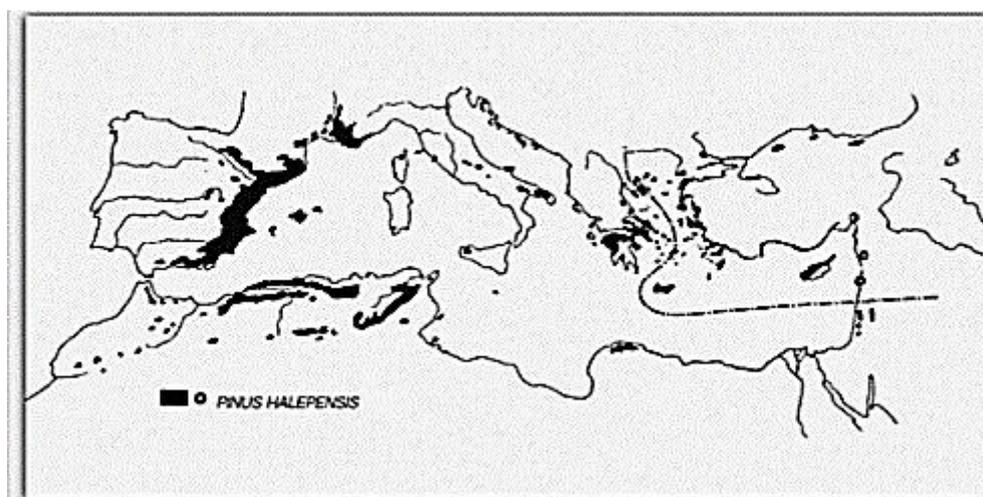


Figure 12 : Aire de répartition de pin d'Alep dans la région méditerranéenne (**QUEZEL , 1986 ; BOUCEDDI , 2016**) .

II.3. En Algérie

D'après ZENZEN (2016), le pin d'Alep est fréquent surtout sur les massifs du tell littoral et l'Atlas saharien, Il s'étend à lui seul sur près de 850.000 ha, il occupe 37 % de la surface effectivement boisée de l'Algérie (Figure 13) Il forme des peuplements dans la région de Tébessa, les plateaux constantinois et les Aurès, la région d'Alger (forêts de Médéa), à Bel Abbes, à Saida et dans l'Ouarsenis, l'atlas saharien et dans la région de Djelfa, les monts des Ouled - Nail (Mezali in Bentouati, 2006).

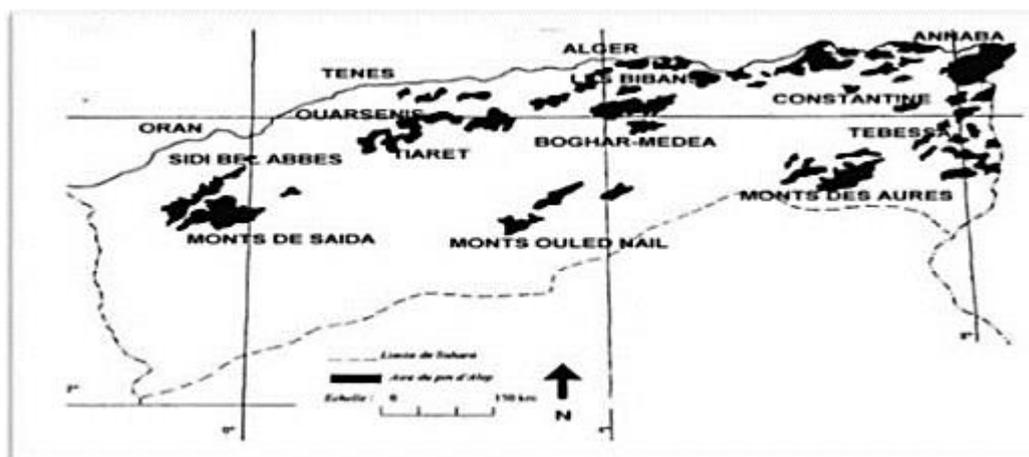


Figure 13 : Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie (BENTOUATI, 2006 ; in MEZERAI, 2014

II.4 Caractéristiques botaniques du pin d'Alep

C'est un arbre forestier résineux de deuxième grandeur qui peut parfois atteindre les 30 mètres de hauteur est souvent penché et peu droit avec une cime écrasée, irrégulière et claire mais ses branches sont assez étalées (Beker et al., 1982 ; in Boutchiche et Boutrigue, 2016).

Les aiguilles fines et souples et réunies par deux, mesurent 5 à 10 cm de long, de couleur vert jaunâtre. Le pin d'Alep est une plante à fleurs mâles et femelles séparées (monoïque) situées sur le même individu ; elles sont groupées en épis. Les fruits sont des cônes verticillés apparaissant à l'automne sur les arbres adultes. Les écailles s'écartent à maturité, libérant des graines environ 7 mm, mates, munies d'une aile 4 fois plus longue qu'elles, persistante qui permet leur dissémination rapide.



Figure14 : Les aiguilles et le cône de Pin d'Alep (originale 2022).

II.4.1 Écologie de Pin d'Alep

Le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) est une essence méditerranéenne à caractère continental de tempérament robuste et très plastique puisqu'elle s'adapte à des conditions écologiques difficiles c'est une essence aussi xérophile , thermophile et héliophile (**Letreuch , 1991**) Le pin d'Alep peut se rencontrer de la basse altitude jusqu'à 2200 m . C'est une essence qui se rencontre dans la tranche altitudinale qui va depuis le littoral jusqu'au niveau de l'Atlas Saharien (**Soltani, 2016**).

En Algérie, selon (**Kadik, 1983 ; in Bouceddi, 2016**), il prospère dans les tranches altitudinales suivantes :

- 1300-1400m : dans l'Atlas Tellien,
- 1600m : dans les Aurès,
- 2100-2200m : dans l'Atlas Saharien.

On peut le pin d'Alep trouver dans tous les étages bioclimatiques, les grandes forêts de pin d'Alep se trouvent principalement dans la zone semi - aride caractérisée par une tranche pluviométrique de 300 à 600 mm Le pin d'Alep demande une tranche pluviométrique annuelle de 400 mm et une température moyenne de 14 ° C. Il peut supporter des amplitudes thermiques très élevées et une forte sécheresse atmosphérique. Il résiste au froid, et supporte rarement des températures inférieures à 10 ° C Le pin d'Alep est une essence indifférente à la nature de la roche mère et au pH

, (Boudy, 1955). Le pin d'Alep elle supporte un taux élevé de calcaire actif surtout dans les substrats chauds et bien drainés, en particulier les sols squelettiques. Elle préfère les sols calcaires ou argilo - calcaires. Il ne tolère ni les sols sablonneux dont la perméabilité ne permet pas de retenir de l'eau, ni les bas-fonds limoneux et il comporte très mal sur les schistes et les micaschistes (Seigue, 1985 ; in Soltani, 2016). En Algérie, le pin d'Alep s'observe surtout sur les roches mères carbonatées à pH basique, il colonise les sols de texture sablo - limoneuse à limono - sableuse (Kadik, 1984).

III. Présentation des stations de prélèvement

Le parc national de chréa est situé à 50km au sud-ouest d'Alger il s'étend sur une superficie de 26585ha et il chevauche deux wilaya Blida et Médéa

Le parc national de chréa s'étend sur l'atlas blidéen qui est une région montagneuse dont les points , Koudiat Chréa à 1545m et le pie de Sidi Al Kbir à 1629m au Djebel Gueroumen le point le plus bas se trouve à sidi Bral à 175m de garages de la Chiffa ,il se caractérise par un réseau hydrographique dense et important et soumis à un climat méditerranéen d'une longueur de 39.4Km et une largeur variante de 7 à 14Km comprise entre 9 latitude nord 36° 19'/36 30° et le longitude est 2° 38' /3° 20' du Point de rue de coupage administratif et juridique le décret 91/306 du 24/8/91 portant et eau page administratif du territoire national affirme que les limites du parc national chevauchent entre les wilaya de Blida (Nord Est) Médéa (Sud) et Ain Defla (Ouest)

Travail de terrain (données de relèves de terrain)

L'Etude sur le terrain a débutée par une prospection de la zone d'étude, permettant de choisir les stations à échantillonner et des sorties de reconnaissance sur les différentes stations aux lieu-dit Hakou Feraoun et glacière (territoire du parc national de chréa) ,pour cela nous sommes basées sur les données du territoires effectuer et selon un échantillonnage bien adaptée et choisir des relevés qui seront localisés sur le terrain par l'utilisation d'un GPS (altitude), dont ce dernier fournit des coordonnées géographiques de la longitude et de là l'altitude en degrés minute et seconde et de l'altitude en mètres.

Choix des stations

La station et la surface dans laquelle a été choisie, selon les conditions écologiques recherchées (homogénéité, végétation uniforme), le choix de la station bien compte de la physionomie de la végétation (densité, espèce, composition, floristique, condition écologique, texture de sol, topographique)

Les stations choisies à étudier constituent une couverture totale permettant, de balayer presque la totalité de la superficie forestière de la zone d'étude parmi les stations choisies on distingue :

Station parcelle 1 Forêt pure de chêne vert moins dense, situé à l'amant de la route châtaignier dans la forêt de futaie exposition N 36° 44' 753 E : 002 87 079 et l'altitude 1036m constituée par d'espèce arbustes.

Station parcelle 2 Beni Ali forêt domaniale de Blida d'une superficie 504 ha, et d'une altitude de 745m a exposition N 36° 44' 984 E : 02° 84' 980, Forêt de Pin d'Alep dense (*Pinus haleuse*) mélange au chêne vert avec des espèce arbustives.

VI. Méthode d'échantillonnage de la litière

a. Sur le terrain

Choix du site L'échantillonnage de la litière a été effectué durant le mois de mars 2022, on a choisi 2 parcelles 0.5ha 100 m sur 100 m de superficie la première de chêne Vert et la seconde du Pin d'Alep, on a choisi deux transects au hasard dans chaque un nous avons échantillonné, la litière dans une surface d'un mètre, le transect est composé de 4 carrés espaces de 10 m, donc 8 échantillons par parcelle, nous avons procédé le prélèvement sur 2 couches litières fermentées, les dates de sorties sont les suivantes :

Le 02/03/2022, 09/03/2022. 23/03/2022.

Après avoir choisi la placette, on la mesure et la détermine



Figure 15 : Les étapes de mesure les placettes Ensuite, nous marquons l'endroit où l'échantillon a été prélevé.

Source : originale 2022, la forêt de Chréa



**Figure 16 : le marquage de l'endroit de prélèvement.
Source original photo 2022.**

Les étapes de prélèvement

1^{er} étape :



2 -ème étape :



3ème étape :



Source : original photo 2022.

Matériels utilisés

- GPS.
- Une tarière.
- Des sachets en plastique pour conserver les échantillons.
- Des étiquettes.
- Des raclettes.

Chapitre 05 : Matériels et Méthode

-Un carnet de terrain avec crayons.

-Feutres indélébiles.

- Carré de 1m sur 1m pour déterminer le diamètre de profile.

- L'appareil de mesure : pour évaluer l'épaisseur de profile et différents horizons.

- Balance.

Après prélèvement, les échantillons étaient mis dans des sachets en plastique avec étiquette, chaque échantillon doit être clairement identifié par une référence.

P : Pin d'Alep.

C : Chêne vert.

T : Transects.

L : la première couche de litière

F : la 2^{em} couche de litière fermenté.

- La parcelle C dominance chêne vert.
- La parcelle P dominance pine d'Alep.

N : Azote.

b) Au laboratoire

- **Préparation et analyse de litière**

Les échantillons prélevés sont acheminés rapidement au laboratoire pour effectuer 3 étapes d'analyse : Physiques, chimique et biologique.

Le séchage : il faut sécher la litière à l'étuve 65° C pendant 48 h



Figure 17 : Le séchage de la litière à l'étuve
Source : original photo 2022.

Le Broyage : après le séchage une fois les échantillons sont sac passé au le tamis de 0.2 mm avant l'analyse, ils sont par la suite conserve dans un endroit sec .



Figure 18 : Le tamisage de la litière.
Source : original photo 2022.

4 . Les analyses physiques et chimiques

A) analyses physiques

1) L'humidité (séchage à l'étuve 105 ° c)

La méthode gravimétrique, ou méthode par séchage à l'étuve à 105 ° C, consiste à prélever un échantillon de la litière et fermenté à étudier, à peser sa masse à l'état humide puis à l'état sec après passage à l'étuve à 105 ° C et d'en déduire le taux de l'humidité dans l'échantillon, en utilisant cette formule :

$$H (\%) = [\text{poids (humide)} - \text{poids (sec)}] / \text{poids (sec)}, * 100 .$$



Figure 19 : Séchage à l'étuve 105 ° c.
Source : original photo 2022.

2) La matière organique (La méthode Perte en feu)

Les échantillons humides ont été tamisés avec une malle de 0.5 mm et pesés 5 g d'entre eux pour être séchés dans une étuve à 105 ° C pendant 24 heures puis repesés après séchage. Les échantillons ont ensuite été brûlés à 600 ° C pendant 4 heures et pesés à nouveau. La perte de poids correspond à la quantité de matière organique contenue dans La litière. Les résultats sont exprimés en pourcentage déterminant le poids de MO par rapport au poids total de l'échantillon. Enfin, on applique la formule suivante :

$$MO (\%) = [(\text{poids (105)} - \text{poids (600)}) / \text{poids (105 C°)}] * 100$$



Figure 20 : Four a moufle
Source original photo 2022.

3.) Le carbone organique

On déduit le carbone à partir de matière organique par la formule :

$$\text{Donc le carbone} = \text{matière organique} / 1.72$$

B - Les analyses chimiques

1. Mesure du pH

Pour effectuer la mesure de ph en suit la méthode suivante :

- 10 g de substrat végétal humidifiée et dilué dans 50 ml de l'eau distillée, on les met dans des fioles
- On place les fioles dans un agitateur pendant 60 min
- On filtre les solutions obtenues par un papier filtre
- on mesure la concentration des H⁺ présents dans la solution à l'aide d'un pH - mètre.



Figure 21 : L'agitation des échantillons (originale 2022)

Source : original photo 2022.



Figure 22 : La filtration des échantillons du pH.
Source original photo 2022.



Figure 23 : Le PH métré (originale 2022.)
Source : original photo 2022.

2. La conductivité électrique (Mesure au conductimètre)

On mesure la conductivité électrique C.E à l'aide d'un appareil appelé conductimètre sur extrait obtenu à partir d'un échantillon de litière (10 g) sec puis dilué dans 50 ml de l'eau distillée le même Protocole que la mesure de pH et dont la valeur dépend de la concentration en sels des solutions de la litière .



Figure 24 : Mesuré de la conductivité électrique par le conctivemeter, (originale2022.)
Source : original photo 2022.

3. Dosage de l'azote total (méthode **KJEDAHL**) Olsen in Aubert (1967)

• Réactifs

-Eau déminéralisée.

-Acide sulfurique concentré H_2SO_4 et H_2SO_4 0.05.

-Acide borique H_3BO_3 : dans une fiole de 100 ml , introduire 5 ml de la solution de d'indicateur mixte et 40 g H_3BO_3 , faire dissoudre dans l'eau distillé , si cela est nécessaire ajuster le pH de cette solution , on ajoute le NAOH dilue jusqu'à l'obtention de la couleur Blue .

-Hydroxyde de so fum concenin NAOH -Sulfates de potassium K_2SO_4 .

-Cuivre sulfates $CuSO_4$.

• Solutions

-Mélange catalyseur

-Indicateurs colorés mixtes : 0.5 g de vert de bromocrésol et 0.1 g de rouge de méthyle sont dissout dans un 100 ml d'éthanol à 95 % ajuster le PH de cette solution a 4.5 avec de NAOH dilué

-Solution d'acide borique 0.05N

-Solution d'hydroxyde de sodium (NAOH) 40 % : dissoudre de 400 g de NAOH dans une fiole de 1000 ml compléter de l'eau distillé .



Figure 25 : Les matras dans la rompe d'attaque
Source : original photo 2022.

Chapitre 06 : Résultats et interprétations

Approche méthodologique

L'approche méthodologique suivie dans cette étude, consiste à prélever des échantillons de la litière des sols forestiers sous des peuplements de chêne vert et pin d'Alep, au niveau du massif forestier de Chéra (**Beni Ali**), suivie par une série d'analyses physico-chimiques de la litière échantillonnée ainsi que l'interprétation des résultats obtenus. Au départ, et en accord avec les forestiers, deux stations ont été retenues, à savoir les résultats des analyses de la litière des sols des deux stations, ont été compilés dans une base de données sur Excel afin de mieux les interpréter.

I. Analyses des données statistiques

I.1. La tenue en l'eau de la litière dans sa première forme

Nos analyses ont été effectuées sur des échantillons séchés à l'air libre, les valeurs de pertes en eau se traduisent dans la figure 26.

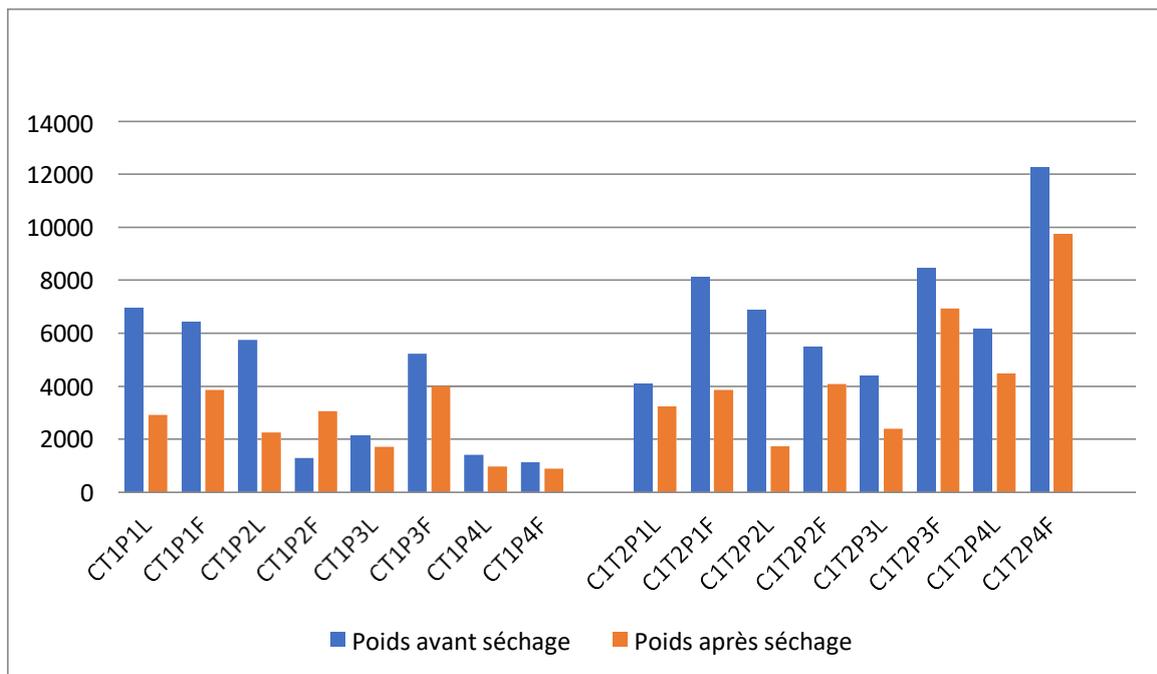


Figure N°26 : Histogramme comparatif avant et après séchage de la litière parcelle I (Chêne vert)

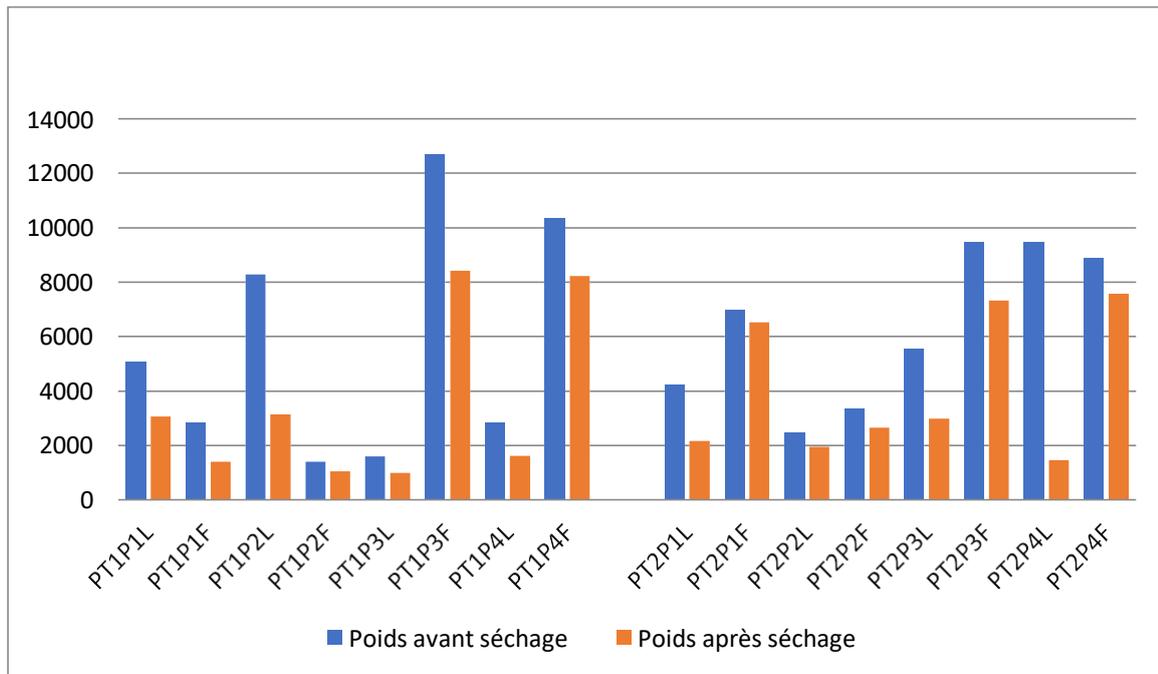


Figure N°27 : Histogramme comparatif avant et après séchage de la litière parcelle II (Pin d'Alep).

Selon les figures n° 26 et 27, nous constatons que le poids de la litière dans les deux parcelles chêne vert et pine d'Alep est très élevé lorsque la litière est très humide, par contre le poids n'est pas grand lorsque la litière est sèche.

I.2. Potentiel Hydrogène (pH)

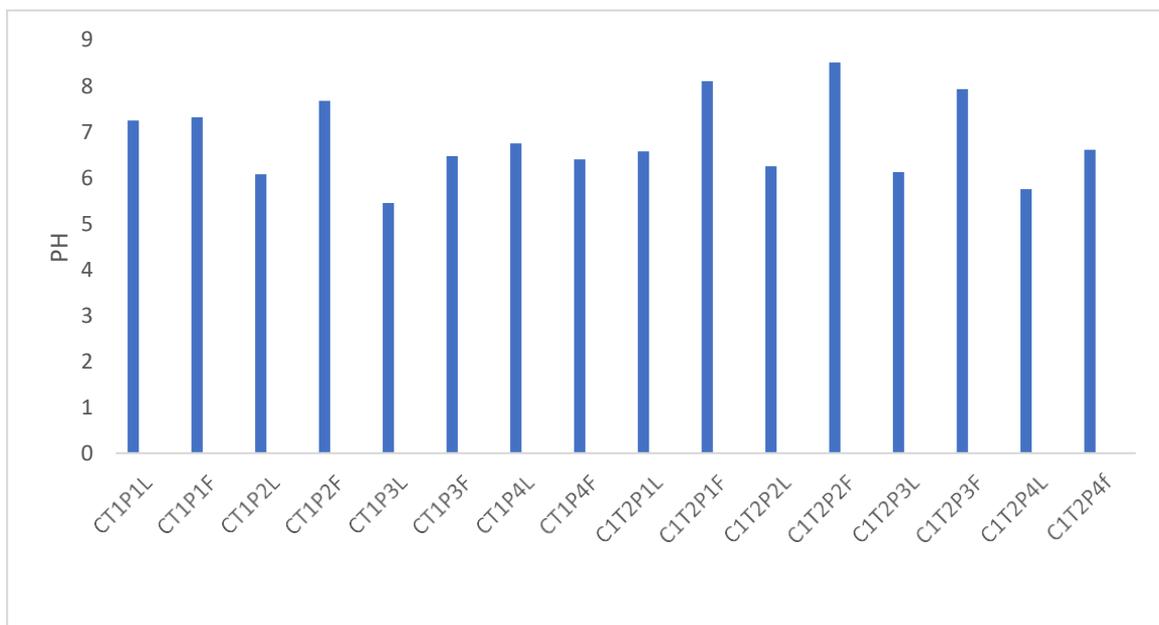


Figure 28 : La variation du pH de la litière au niveau de la parcelle A (chêne vert)

A partir des histogramme établis, nous constatons que le potentiel hydrogène de la parcelle A à dominance chêne vert est légèrement acide, pour les couches de litière de deux transects (CT1P2L,CT1P3L,CT1P4L,CT2P1L,CT2P2L,C1T2P3L,CT2P4L),du fait que le pH est inférieur à 7 ,Par contre la couche fermenté est légèrement basique

(CT1P1L, CT1PF,CT1P2F,CT2P1F,CT2P2F , C1T2P3F) avec un pH variant entre 7et 8.

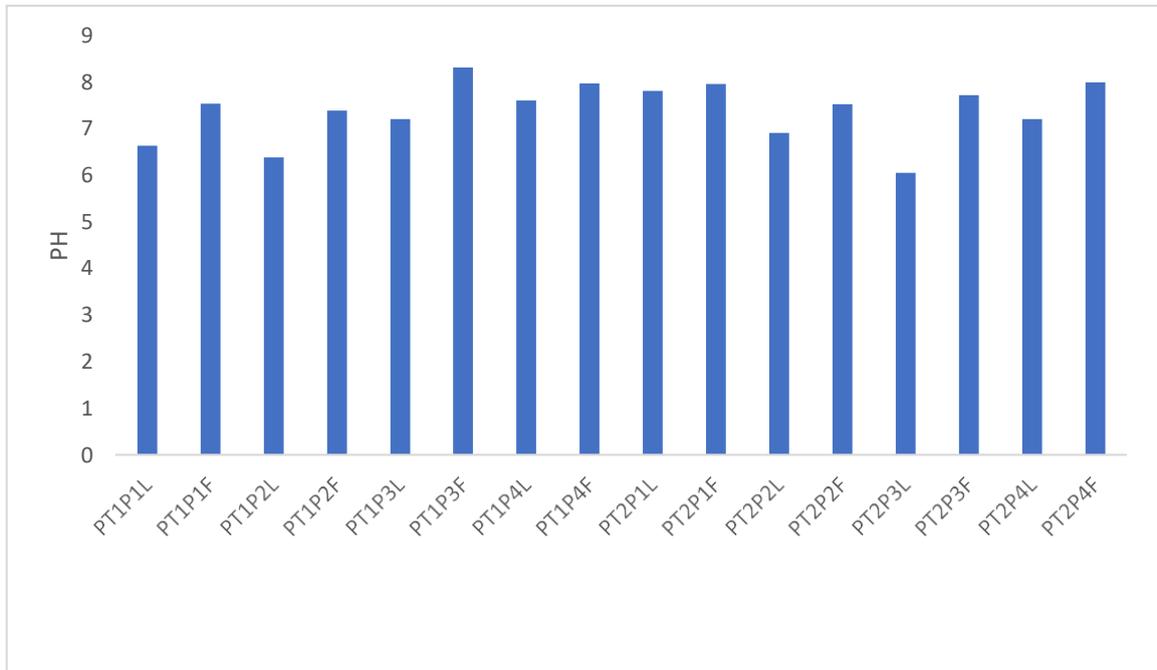


Figure 29 : La variation du pH de la litière au niveau de la parcelle a Pin d'Alep

D'autre part nous avons constaté d'après les résultats obtenus, que le pH de la litière des deux transects de la parcelle a dominance Pin d'Alep est légèrement acide (< 7), il varie pour la partie litière des deux transects respectivement entre (6,04 -6,63) par contre la partie fermenté du deux transects est légèrement alcaline (7,2 et 8,3), (**Selon Kadik 1987**), les aiguilles de pin d'Alep sont dotées d'un caractère faiblement acidifiant, pouvant contribuer à l'acidité des niveaux superficiels des sols forestiers.

Dans l'ensemble nous constatons une variation significative du pH au niveau des deux parcelles.

I .3. La conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique permet aussi de déterminer le degré de la salinité du sol. Elle définit la quantité totale en sels solubles correspondant à la salinité globale du sol,

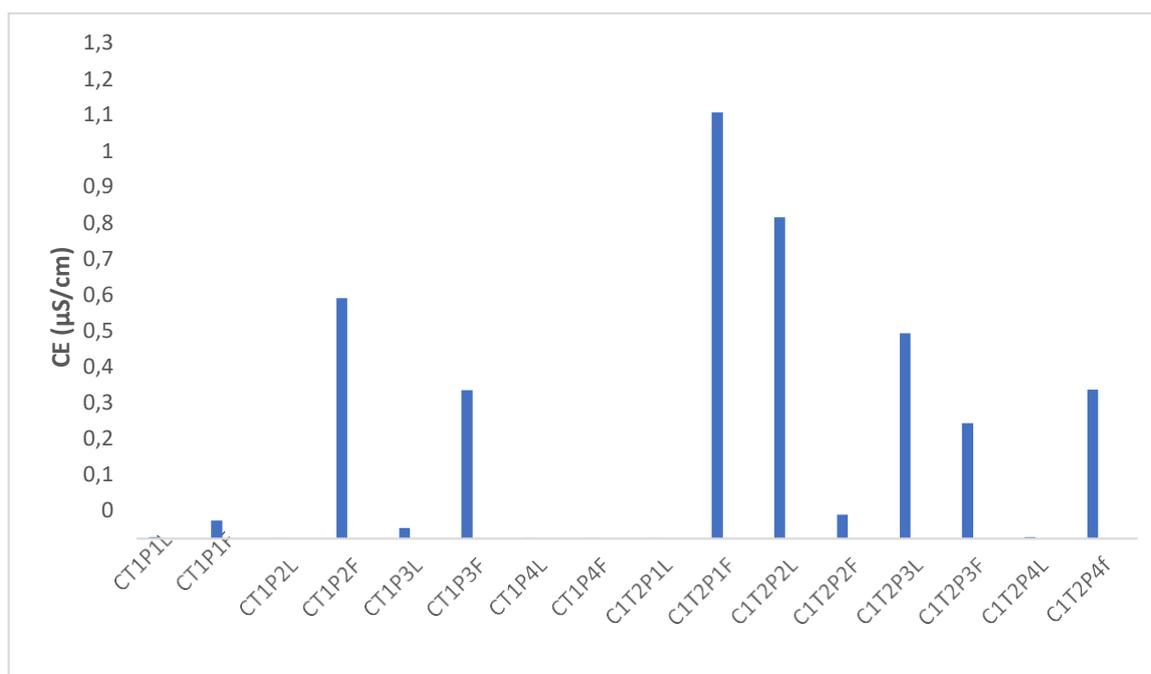


Figure N °30 : La variation de la conductivité électrique de la litière (µS/cm) au niveau la parcelle de chêne vert.

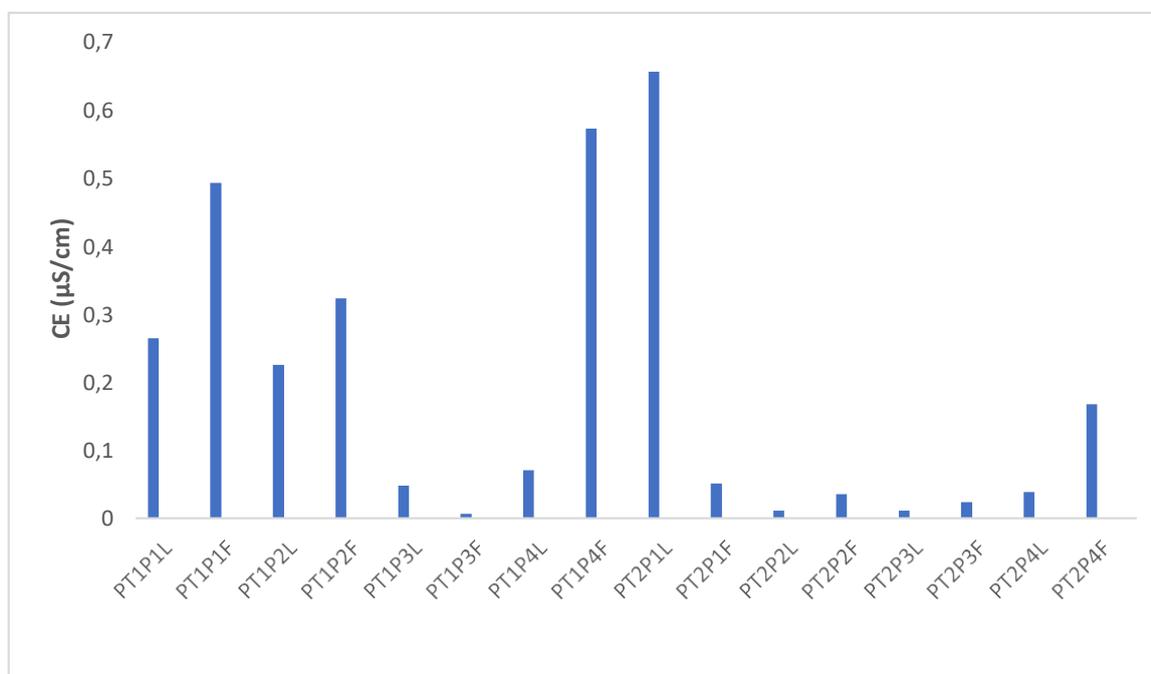


Figure N ° 31 : La variation de la conductivité électrique de la litière en CE (µS/cm) Au niveau de la parcelle Pin d'Alep.

Les résultats obtenus, nous révèlent une variation non significative au niveau des deux espèces le chêne vert et le pin d'Alp, ainsi qu'un taux de salinité très minime pour les deux d'où la CE varie entre 0.1 à 1.1-(s/cm) (Aubert ,1978).

A partir des résultats obtenus nous constatons que la valeur de la CE est faible enregistrée au niveau des deux parcelles. Elle dépend de la teneur et de la nature des sels solubles présents dans ce sol. (Guessoum ,2001), ce paramètre est en relation avec les cations Ca^{2+} et Na^{+} dus principalement à l'altération des roches sous l'influence des facteurs physiques (Girard et al. ,2005).

I .4. Le carbone organique (C%)

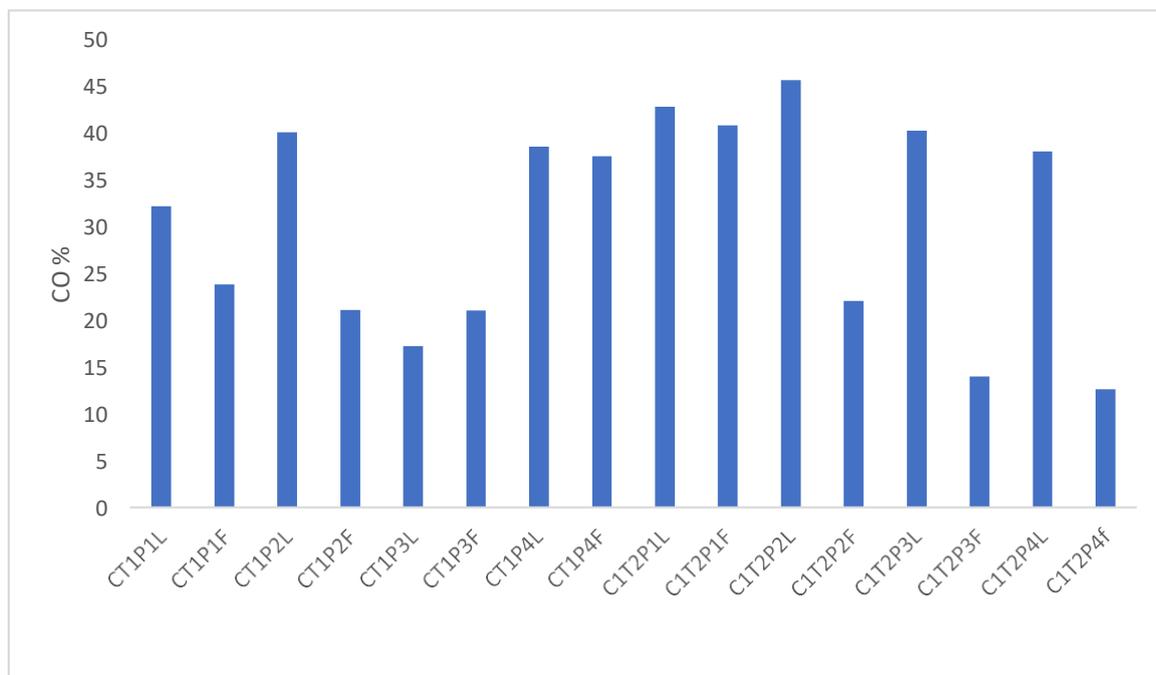


Figure 32 : La variation du carbone organique en (%) dans la litière de sol dans la parcelle C à dominance chêne vert.

Il ressort clairement des résultats obtenus ; que le taux de carbone est supérieur à la moyenne (36,52) au niveau de la partie litière 32,04 % dans le transect 1 et 41,74 % transect 2 et faible au niveau de la partie fermenté 25,97 % transect 1 et 22,39 % transect 2, (Yash et Kalra, 1998), le taux moyen du carbone au niveau d'un tissu végétal non spécifier et de 44.5 %. De même que les résultats obtenus ne présentent pas une différence significative entre les deux transects.

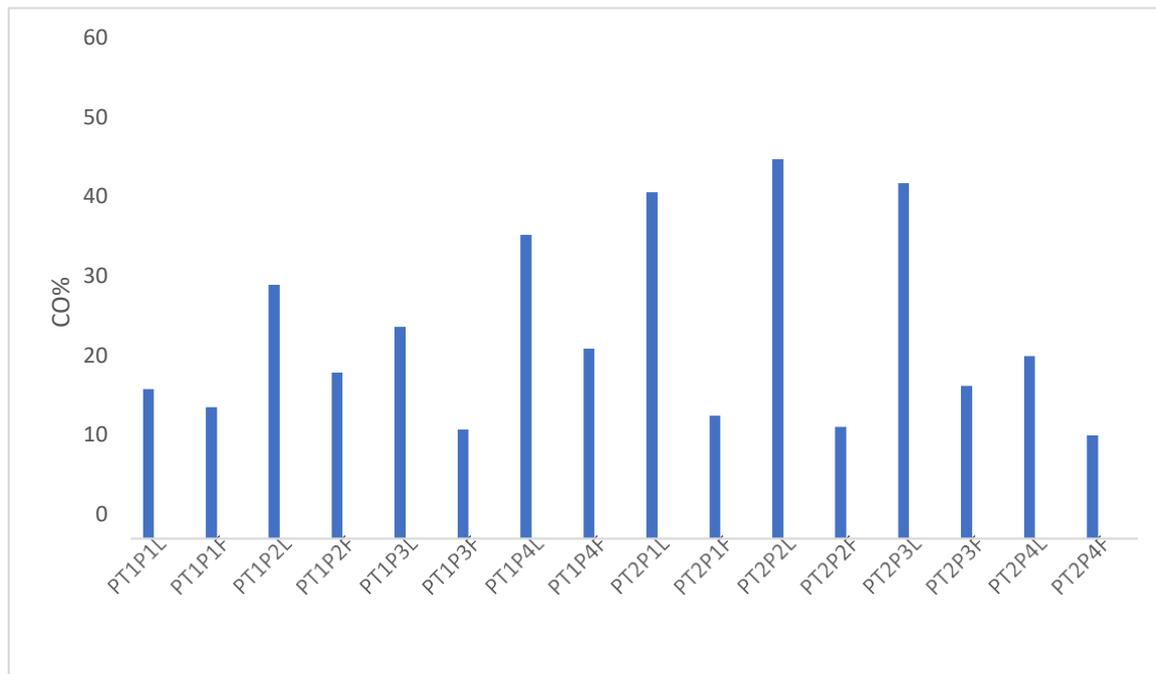


Figure 33 : La variation de taux du carbone organique de la litière de parcelle de Pin d'Alep.

Les résultats obtenus révèlent un taux de carbone supérieur à la moyenne au niveau de la partie litière et très faible au niveau de la partie fermenté des deux transect, où nous avons enregistré pour la partie litière des deux transects respectivement 18,84 – 38,22 % et 22,95 -47,73 % , cependant 13,70 – 23,88 % et 15,46 – 19 ,18 % pour le fermenté ; il y'a lieu à signaler que les résultats obtenus ne présentent pas une différence significative entre les deux transect .

Les résultats obtenus ci - dessus nous permettent de déduire que le taux de carbone pour les deux parcelles à dominance chêne vert et Pin D'Alep est approximativement similaire.

I.5. La matière organique (MO)

La matière organique du sol joue un rôle très important dans la stabilité du sol, l'augmentation de la capacité de rétention en eau du sol et la fixation des éléments minéraux. Le contenu en matière organique des sols est influencé globalement par les facteurs climatiques, la végétation, la texture du sol, les conditions topographiques, influençant le microclimat, le drainage et les pratiques culturales (**Drouet, 2010**). Cette dernière représente un réservoir important dans le cycle du carbone. Des études récentes ont démontré l'importance de la séquestration du CO₂ atmosphérique dans ce réservoir le carbone est d'abord immobilisé dans le tissu des végétaux avant d'être soit partiellement minéralisé, soit partiellement stabilisé dans le sol sous forme d'humus (**Van Wesemael, 2006**).

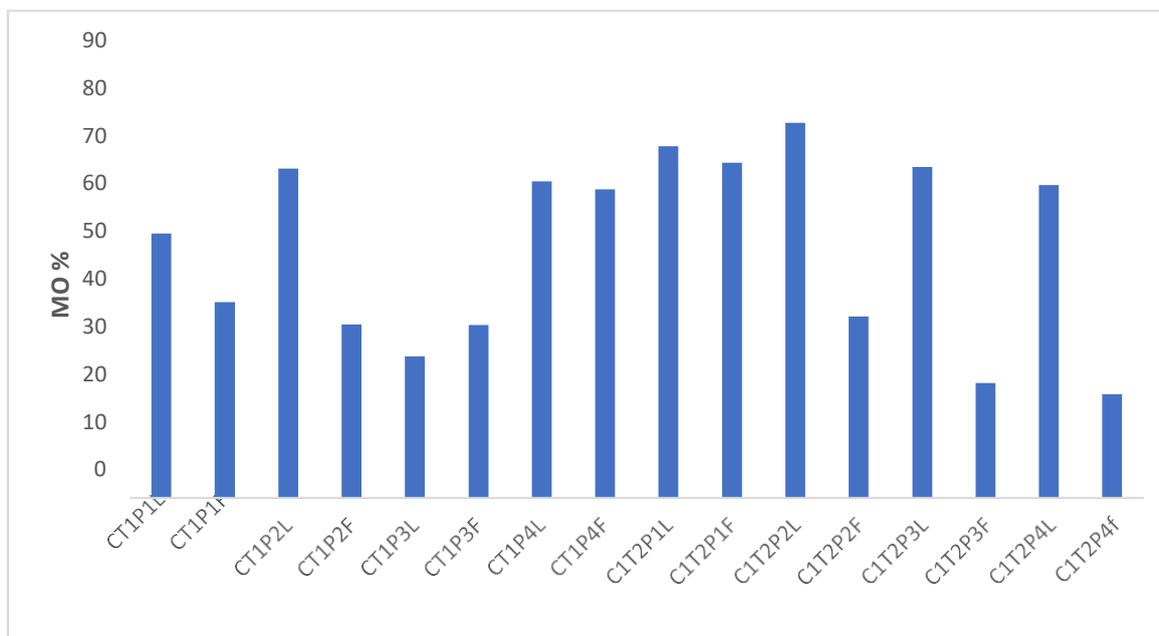


Figure 34 : La variation de la matière organique en (%) de la litière au niveau la parcelle de chêne vert.

Les histogrammes ci - dessus montre que, la matière organique plus important et remarquable au niveau de la partie litière que dans la partie fermentée pour les deux transects d'où elle varie entre 29, % et 78,61 %, cependant pour partie fermenté entre 36,25% et 70,26 %.

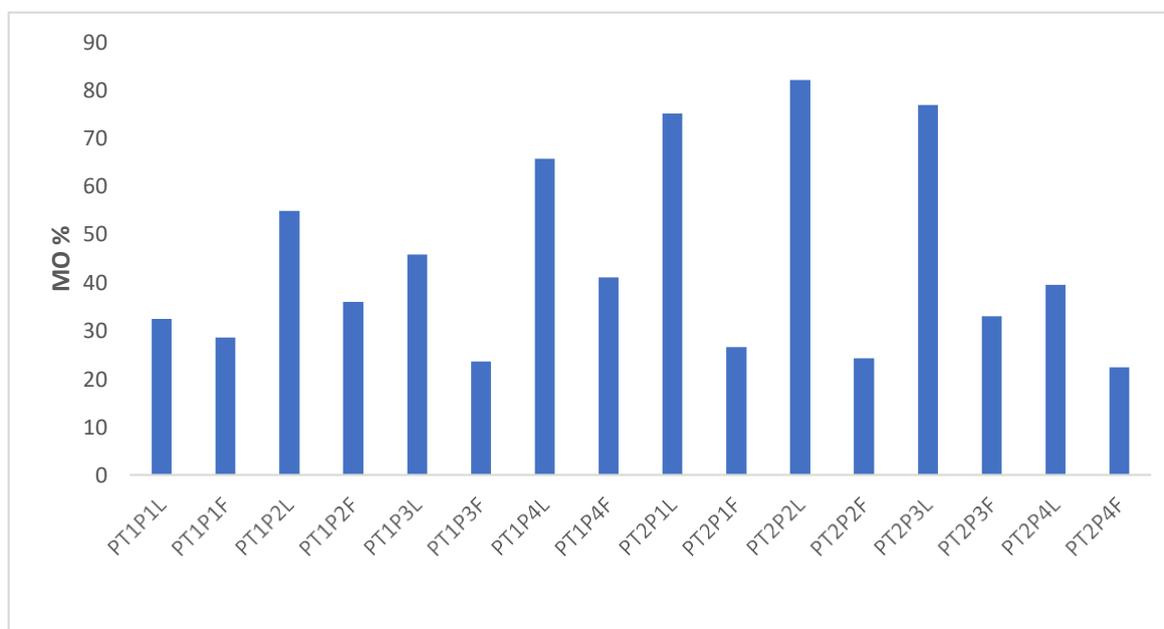


Figure 35 : La variation de la matière organique en % de la litière de sol au niveau la parcelle de pin d'Alep

Il s'est avéré que la matière organique est importante au niveau de la partie litière que dans la partie fermentée pour les deux transects, **(Baize, 2000)**, d'où elle varie respectivement entre (32,41 – 65,74 %) et (39,47 – 82 ,10) par ailleurs elle est de (28,48 -41 ,07 %) et (22,29 -26,59 %) pour la partie fermentée.

Ce qui nous amène à conclure, que pour le même paramètre les feuillus (chêne vert) et les résineux (Pin d'Alep) enregistrent des taux importants de matière organique au niveau de la litière, et des taux faibles au niveau de la partie fermenté avec une variation non significative au niveau des deux parcelles.

Le contenu en matière organique des sols est influencé globalement par les facteurs climatiques, la végétation, la texture du sol, les conditions topographiques, influençant le microclimat, le drainage et les pratiques culturales **(Drouet, 2010)**. Elle représente ainsi un indicateur important de la dégradation de la qualité des sols.

I.6. L'Azote (N %)

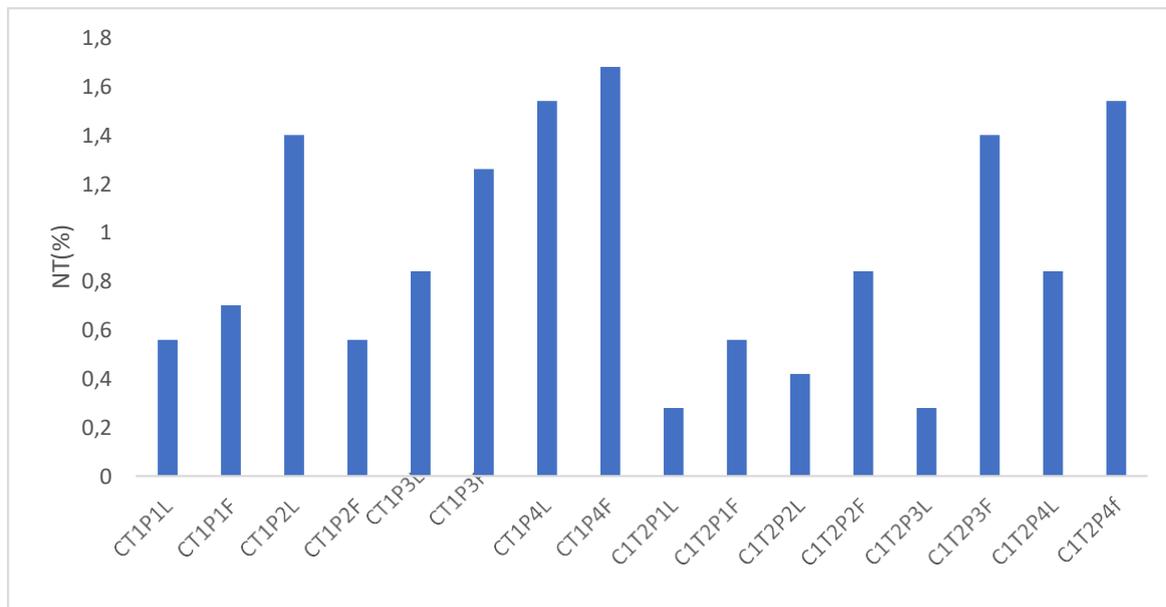


Figure 36 : La variation d'azote de la litière au niveau de la parcelle 1 à dominance chêne vert NT %

Selon la figure ci- dessus, au niveau de deux transects le taux d'azote est moyennement acceptable, il varie entre 0.3 à 1.5% pour la partie litière et de (0.5 à 1.7%) pour la partie fermentée, **(Yash Kalra ,1998)**, la concentration moyenne de l'azote au niveau des tissus végétales non spécifiée est à 2.5%.

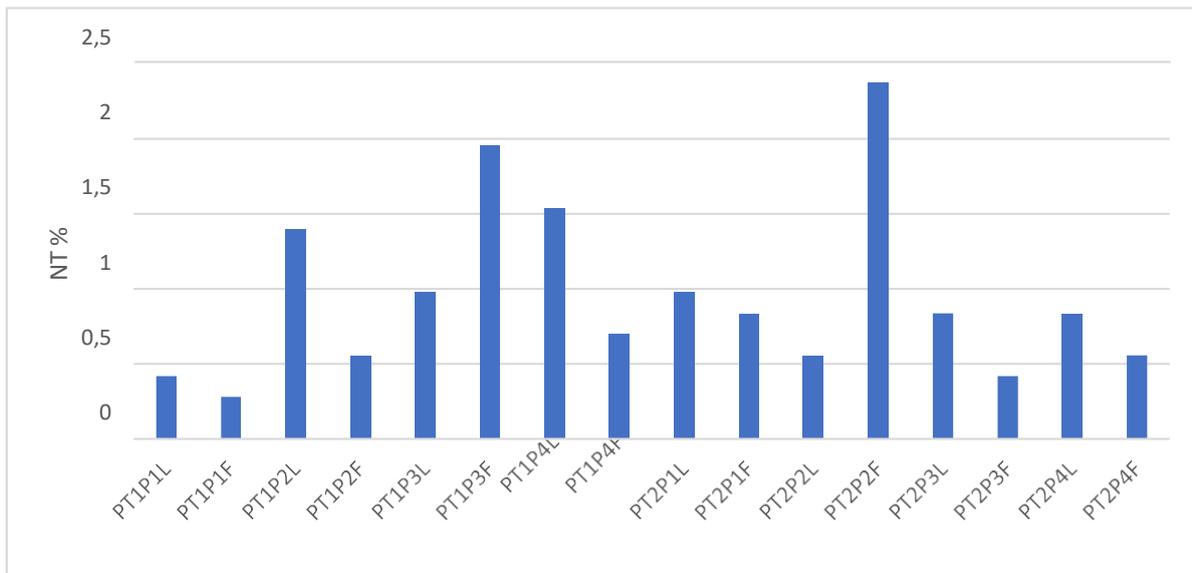


Figure 37 : La variation d'azote de la litière au niveau de la parcelle 2 à dominance pind'Alp

Il ressort des résultats obtenus, que la concentration en d'azote est moyenne a bon au niveau des deux transects, d'où la partie litière et la fermenté du transat 1, varie respectivement entre 0.4 à 1.5 % et 0.25 à 1.9 %, de même pour le transect 2, nous enregistrons au niveau de la partie litière des valeurs de 0.6 à 1 %, ainsi que 0.4 à 2.4% pour la partie fermentée.

Le taux de concentration de l'azote au niveau des deux parcelles est sensiblement identique et rapproché.

I.7. Le taux de minéralisation C/N

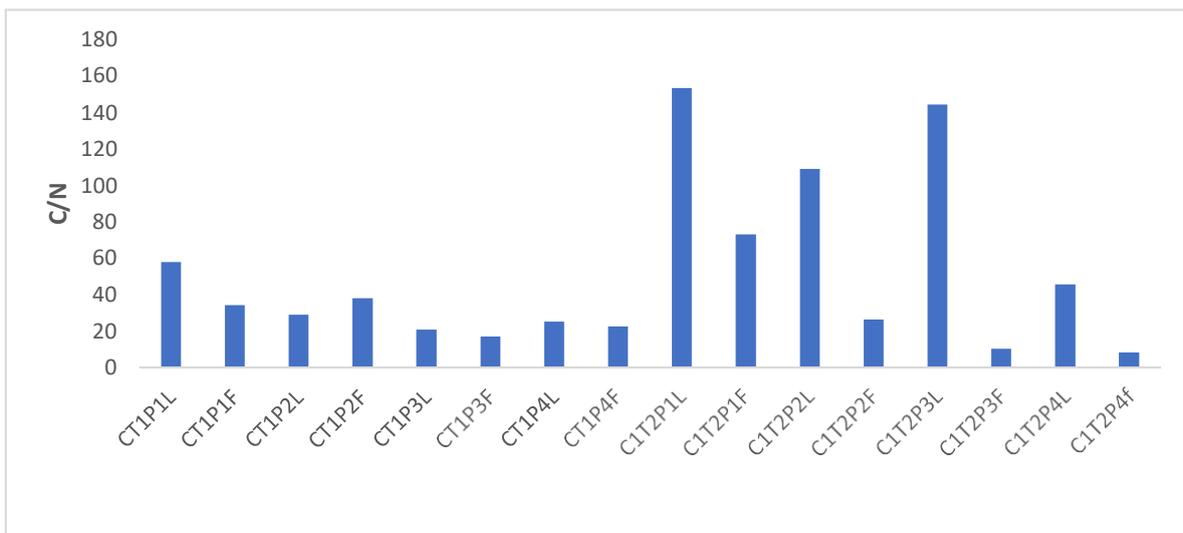


Figure 38 : C/N la variation du taux de la minéralisation (rapport C/N) de la litière de parcelle de chêne vert.

A partir des résultats obtenus nous constatons que le rapport C / N est faible au niveau du transect 1 (Litière et fermentée) les valeurs varient entre 16,53 et 57,54 et faible aussi dans la couche fermentée de transect 2, Cependant il est très élevé au niveau du transect 2 surtout au niveau de couche de litière par à port fermenté, (**CT2P1L 153,11 - CT2P2L 108,82 - CT2P3L 143,92**).

La recrudescence du rapport C / N au niveau de la litière du transect 1 et 2, indique une décroissance de l'activité biologique au niveau de cette dernière. L'abaissement du rapport C / N au niveau du fermenté des deux transect 1 et 2 reflète un accroissement de l'activité biologique, avec une meilleure minéralisation du carbone organique.

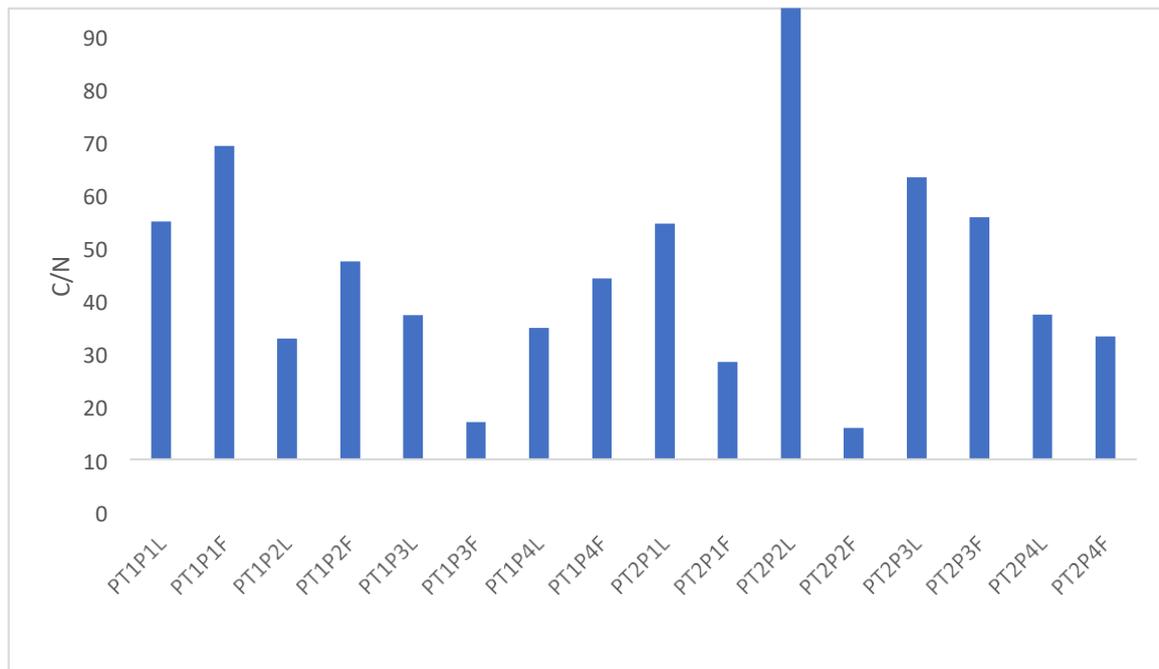


Figure 39 : C/N la variation de taux de minéralisation de la litière de la parcelle de Pin d'Alep.

Selon la figure (38), Nous constatons que le rapport C / N est élevé au niveau de la litière des transects 1 et 2, cependant il est faible au niveau du fermenté des deux transects .alors il y'a lieu à signaler que le rapport C / N de la litière du transect 2 est doublement plus grand que le rapport C / N au niveau de la litière transect 1. Toutefois la partie litière de la parcelle II, a enregistré des taux de C / N les plus élevés allant de 59,14 à 85,23 .

Une augmentation du taux de minéralisation est provoquée par une baisse du nombre d'organismes en décomposition, ou une augmentation de la vitesse de décomposition découlant de modifications de facteurs naturels ou anthropogènes. Le rapport C/N est considéré comme un indicateur vital d'un sol sain (S.A.S.C, 2009).

En se référant aux normes d'interprétation du rapport C/N, cet indicateur de la dynamique de décomposition de la matière organique du sol nous révèle qu'il y a eu une forte minéralisation de cette MO, grâce aux conditions écologiques favorables du terrain où nos échantillons ont été prélevés.

I.8. L'humidité

Parcelle A à dominance chêne vert.

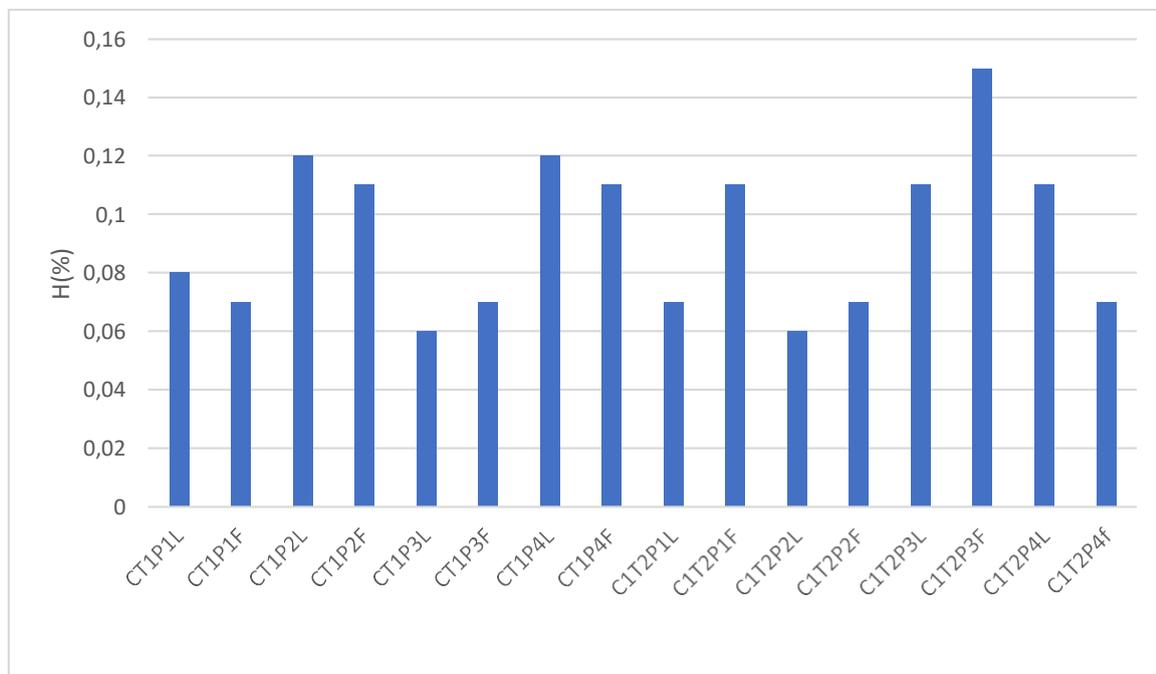


Figure 42 : La variation de l'humidité en (%) de la litière au niveau la placette de chêne vert H%.

A partir des résultats obtenus nous constatons que la teneur en eau dans la litière est élevée dans les deux transects, par rapport à celle dans le fermenté ; néanmoins que la différence n'est pas vraiment significative. Elle varie respectivement dans la partie litière entre 0,08 - 0,12 % et la partie fermentée entre 0,07 et 0,5 %. Le taux d'humidité est étroitement lié aux taux de la matière organique et la texture du sol, La perte de matière organique du sol réduit la capacité d'infiltration de l'eau dans le sol, le sol peut se s'humidifier naturellement grâce au climat.

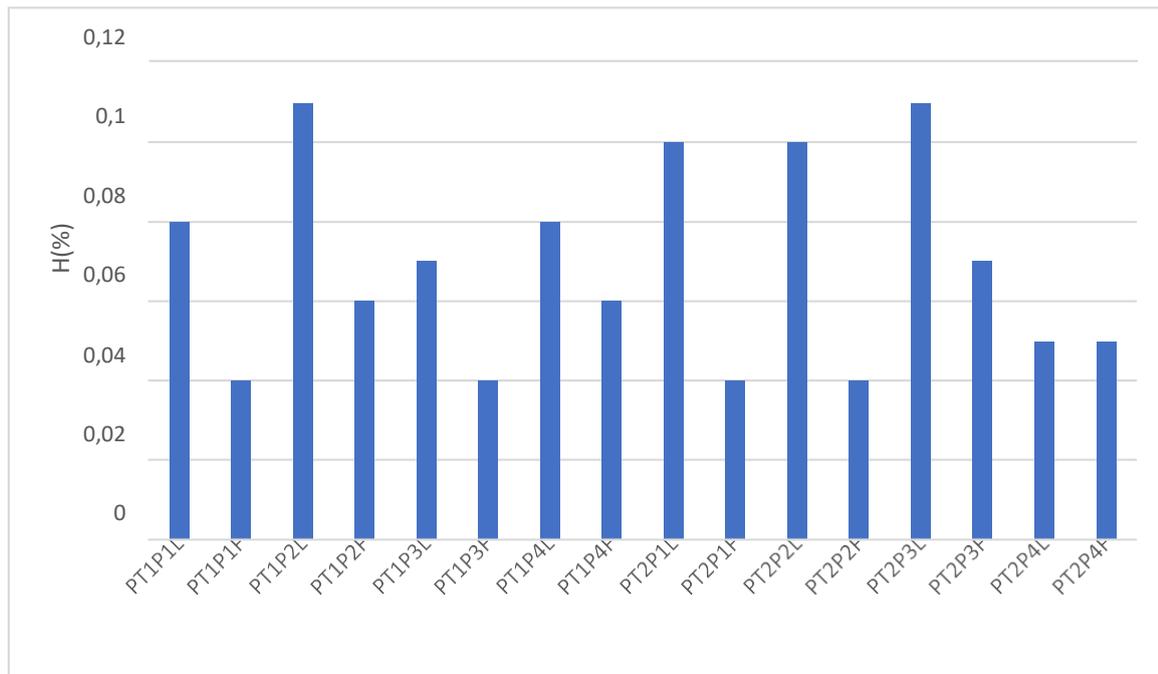


Figure 43 : La variation de l'humidité en (%) de la litière au niveau la parcelle de pin d'Alep .H%

Selon la figure ci - dessus, la teneur en eau dans la litière est importante pour les deux transects varie entre (0,08 -0,11) % et fermenté (0,04 – 0,07) %.

Conclusion

Conclusion

Cette étude menée sur la séquestration du carbone au niveau des sols du parc national de Chrea, dans le cadre d'un projet de l'institut national de la recherche forestière (I. N.R. F), financée par la direction générale de recherches scientifiques et développement technologique, qui vise à comparer les paramètres physico-chimiques de la litière au niveau des parcelles à dominance de deux essences forestières, Pin d'Alep et chêne vert.

Les résultats obtenus ont pu nous apporter des éléments intéressants, tant sur les quantités de carbone organique que sur leur variabilité au niveau des différents horizons pédologiques dans la station occupée par le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), et le chêne vert

Les résultats obtenus nous révèlent que les litières étudiées :

- ✓ Présentent des tendances de P^H balançant entre la limite de l'acidité et de la neutralité ;
- ✓ Non salés ;
- ✓ Sont très riches en matière organique, ce qui peut les rendre plus fertiles ;
- ✓ Sont très riches en azote, avec une minéralisation rapide de la matière organique.

Cependant la litière montre une grande richesse en matière organique et éléments chimiques par rapport aux sols ce qui la rend favorable à un meilleur stockage du carbone organique luttant contre l'effet de serre.

A ce titre, ce projet de séquestration de carbone est encore mené pour les deux années à venir au niveau du parc de Chrea, Afin de pouvoir apporter davantage de résultats sur le phénomène. Il serait d'ailleurs, intéressant d'étendre les investigations, sur les différents peuplements forestiers existants dans le massif forestier.

Liste des référence bibliographique

- **A.d.t.** 2012- Rôles des Matières Organiques dans le sol. Fiche N°2. 21-30p.
- **A.d.c.s.** 2009 - Réduction du taux de matière Organique. Fiche technique n°. 3: 53-49p.
- **Abiven** 2004 -Relation entre caractéristiques des matières organiques apportées, dynamique de leur décomposition et l'évolution de la stabilité structurale du sol. L'agro compagne. Rennes. INRA. 262p.
- **Alexandrov**, 2008
- **Alliout**2013
- Arab ,1989 ; bellatreche ,2008).
- **Aubert** 1978 Aubert, G. (1978) Méthodes d'analyses des sols. 2ème Edition, Centre régional de Documentation Pédagogique, CRDP Marseille, 191 p.
- **Baize**, 2000 Teneurs totales en «métauxlourds» dans les sols français: résultats généraux du programme ASPITET. Le Courrier de l'Environnement de l'INRA, 40: 39–54.
- **Baldock et nelson** 1999Beauchamp j , 2003
- **Beker et al .** , 1982 ; in boutchiche et boutrigue , 2016
- **Benia .** , 2010 . - Étude de la faune entomologique associée au chêne vert (*Quercus ilex* L.) dans la forêt de Tafat (Sétif, Nord-est d'Algérie) et bio-écologie des espèces les plus représentatives. Thèse de doctorat d'état de science, Département de biologie, Faculté des sciences, Université Ferhat Abbas, Sétif. Algérie, 250 p
- **Berrichi** , 2010 F.
- **Yalaoui , L. Amodeo , M. Mezghiche**
- Approche bi-objectif d'optimisation des colonies de fourmis pour optimiser la planification de la production et de la maintenance Informatique et recherche opérationnelle , 37 (9) (2010) , pp. 1584 – 1596
- **Boizard et al, 2013).** - Les sols ont une capacité naturelle à se restructurer.19- 21p.
- **Bouaoune, D.**, 1996. Contribution à l'étude de la végétation de l'Atlas blidéen : phytoécologie, phytosociologie et déterminisme climatique. Thèse Magister. Univ. H. Boumediene, Alger, 210 p.
- **Boudani, 1989**-Contribution à l'étude de l'influence de l'altitude, du pH et du peuplement arborescent sur l'évolution de la strate herbacée de Chréa (Versant Nord). Mémoire d'ingénieur agronome, Université Saad Dahlab de Blida, Algérie, 83 p.Boudy , 1955.
- **Bray et gorham** 1964 Production de litière dans les forêts du monde . Avancées de la recherche écologique , 2 , 101-157.
- **Bull assoc géogr,franc.**2001
- **Chapman et al .** 1988
- **Chaussod r**, 2009
- **Chekchak, 1985** Cartographie de la végétation d'une partie du parc national de Chréa (versant nord). Thèse, Institut national d'agronomie, El-Harrach, Algérie, 135 p.

- **Delounois a**, 2006
- **Denis baise et djabiol** 1995 Djemai,2013
- **Dominique soltner**,2005 Frédéric Dupont ; Annick Delelis Sciences et techniques Sainte - Gemmes - sur - Loire : agricoles ; 2005 1 vol . (304 p .) DL
- **Dommergues et mangelot** 1970)Drouet , 2010
- **Duchaufour** 1995) Abréges pédologie: sol, végétation, e
- **Nvironnement**. 4^{ème}Ed. Masson. Paris.324p.
- **Duchaufour** 1984
- **Duchaufour** 1960) Stations, types d'humus et groupements écologiques. Revue forestière française, AgroParisTech, 1960, pp.484-494 .
- **Duchaufour** , 1991 Pédologie, Sol, Végétation, Environnement.Ed.Masson, Paris (France). 289p.ISBN: 2-225-82421-5.
- **Duparque**, 2006
- **Duparque**, 2011
- **Durot** , 2013
- **Edwards et heath** , 1963 ; heath et al . , 1964 , 1966 ; madge , 1965Facelli et pickett , 1991 ; berg et al . , 1993 ; moore et al . , 1999 Fao, 2002
- Frédérick , 2015
- **Frontier et pichot** - viale , 1993Giec , 2013
- **Girard et al** . 2005Gougoulias, 2014Haichour . , 2009 Halimi, 1980 L'Atlas blidéen, climat etétages végétaux. Ed. Office des Publications Nationales, Alger, 523p.
- **Heal et dighton** 19 1985 ; haynes , 1986 ; northup et al . , 1998ingrig **kogel - knabner** , 2002)
- **J. Roger bray** , eville gorham
- **Jones et wild** 1975) cité par youl 2009)**Kadik** , 1983 ; in bouceddi , 2016
- **Kadik** , 1984
- **Kerkare** , 2010 ; arab , 1989 ; bellatreche , 2008)**Koumiche** , 2016
- **Lacoste et salonon**, 1981**Le dizès** et al., 2009
- **Le dizès-maurel** et al., 2009**Letreuch** , 1991
- **Liski & westman** , 1997a Liski & wastam 1997a 1carbon storage in forest sol of filand 1 effect of thermoclimate biogeochemistry 36:239_260
- **Liski & wastam** 1997 b 1carbon storage in forest sol of filand 2 size and regional patterns biogeochemistry 36: 261_ 274
- **Mbow** , 2014
- **Mezali in Mezali M** ., Rapport final sur le secteur forestier en algerie. Bentouati, A., 2006, Croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep (Pinus halepensis Mill.)

- dans le massif de Ouled Yakoub (Khenchela-Aures), Doctoral thesis (University of El Hadj Lakhdar of Batna). bentouati , 2006Morel , 1996
- **Moukoui & al . , 2006** Moukoui J, C munier lamy ,J berthlin & J . Ranger, 2006 - effect of tree species substitution on organic matter biodegradability and mineral nutrient availability in temperate a tapsoil. Ann. For Sci 63, 763- 771
 - **Muoghalu , 2014**
 - **Nabal , 1986**
 - **Ngueguim et al . , 2015 ; bello et al . , 2017**
 - **P. Bodu & j.-p. Bertrand 2017**Pascal et peter , 2015 Poissonnet et al, 2007
 - **Quezel p. 2000** taxonomy and biography of mediterranean(pines halepensis and pinus brutia) in ecology, biography and management of pinus halepensis and p.brutia forest ecosystems in the mediterranean bassin Eds Néeman G.,trabouds L., backhys publishers., leiden pp. 1_12Ramade,1984Ramade 1984 ,. Èlement d'ecologie: ecologie fandamantale. Mc Graw-Hill, 397p.
 - **Reiners , 1968 : wiant jr. , 1967a 1967b : witkamp , 1966 , witkamp et van der drift 1961**
 - **Robert Robert 2002**, les origines des sciences de l'infomration et de la comminication .regards croisé comminication vol 23/1 2004,169-172. ,
 - **Robert, 1996** -modified cross-polarization magic angle spinning 13 C NMR procedure for the study of humic materials. Analytical Chemistry p- 68.
 - **Roussel-debet, 2014**Roussel-debet 2014. Données utiles a l'interpretation des mesures de carbon 14 en milieu terrestre rradioprotection 49(1) ,49-54 (2014)
 - **Saïdou et al . , 2012**Scharleman, 2014
 - **Schlesinger 1986**
 - **Seigue , 1985** Seigue 1985 la forêt circummediterrannee et ses problems maissonueuve et larose ,paris ,502p. ; in soltani , 2016
 - **Selon guessoum 2001**Guessoum. A. (2001). L'effet de l'irrigation sur la salinité du sol dans la region de Saada- Biskra. Thèse ing, Agro. Université Batna. 50p.
 - **Selon kadik Selon kadik 1987** contribution a l'etude de pin d Alep (pinus halpensis Mill) en algerie ecologie dendrométrie morphologie ED OPU . Alger., 581p.
 - **Selon yash 1998**Selon yash kalra 1998 Handbook of Reference Methods for Plant AnalysisCRC-Press, 1998
 - **Smith et al. Smith et al., 1995** Smith, R. R., Winfree, R. A.; Rumsey, G. W.; Allred, A.; Peterson, M., 1995. Apparent digestion coefficients and metabolizable energy of feed ingredients for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. J. World Aquac. Soc., 26:432–437.
 - **Soltani , 2016) Soltani N., Nurse R.E., et Sikkema P.H. 2016.** Dose biologiquement efficace de glyphosate influencée par la taille des mauvaises herbes dans le maïs. Boîte. J. Usine Sci. 96 : 455–460.
 - **Swift , 1982**
 - **Swift et al . 1979** Theng et al . 1989 Van wesemael , (2006).Application de la décision 1/19 de la première réunion de la conférence des partie sur les directives technique pour la

gestion écologiquement rationnelle des déchets dangereux visé par la convention de Bale.
Rapport de secrétariat, 215p.

- Venkatapen, 2012 Yameogo et al . , 2013 Zenzen 2016

Les cite web :

- Source :https://occitanie.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Occitanie/guide_po_Tome1_chapitre_2.pdf