

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

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 quelques sols
du Parc National de Chréa (Blida).**

Présenté par :

M^{elle} Halfaoui Nadjat

M^{elle} Dahmani Houria

Jury de soutenance :

Président : Mme Djaâboub Soror M.A.A 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 Fellag Mustapha M.C.B Université de Blida

Année universitaire (2021_2022)

شكر خاص

حينما يكون الجهد مميزا والعطاء فعالا
تسمو النفوس إلى مرافئ الإبداع وترتقي
منار التميز

عندما يكون لشكر معنى ولثناء فائدة
فليرعى الله خطاك وليبارك مسعاك
بالأجر والثواب

نتقدم بخالص شكرنا وتقديرنا للأستاذ
فلاق مصطفى

اهداءات

أبي

ياصاحب القلب الكبير يا صاحب الوجه النضير ياتاج الزمان
يا صدر الحنان أنت الحبيب الغالي وأنت الأب المثالي وأنت الأمير لو
كان للحب وساما فأنت للوسام جدير أنت
معطف الأمان في ليالي العمر الباردة

أمي

يانور الفجر يا قبله الصباح يا روح المساء يا عطر المطر يا زهرة
الحياة يا جنة الأرض ويا سعادتني دمتي لقلب أنت وريده
(سنشد عضدك بأخيك) قال الله تعالى
سامي هو ذاك الجبل الذي عندما تميل الدنيا اسند نفسي عليه وعندما
تنطفئ الأنوار في وجهي يشعل أصابعه لينير طريقي
نور الدين رفيق دربي تذكر أن قلبي موصول بدعاء لك محبت
إخوتي (سليمان احمد سيرين) في عيني اليمنى ملوك وسلاطين وفي
عيني اليسرى دواء كل علة
والى فرحة العائلة مريم البتول اللهم احفظها من كل سوء والى
زوجتي أخي حفظك الله

اهداءات

باسم الله الرحمن الرحيم والحمد لله رب العالمين حمدا كثيرا، بادئا ببدء أتقدم بالشكر الجزيل إلى الأستاذ المشرف * فلاق مصطفى * الذي رافقنا في هذا النجاح ولم يبخل علينا بالنصائح والمعلومات القيمة فجزاه الله منا كل خير

إلى أعز الناس وأقربهم إلى قلبي، والداي العزيزين اللذان كانا دعما وسندا لي، وكان لدعائهما المبارك أعظم الأثر، حفظهما الله وأطال في عمرهما.

إلى من ساندني وخطت معي خطواتي وسيرت لي الصعاب، غلى أختي ورفيقتي شيما، أتمنى لها النجاح في مشوارها الدراسي وتحقيق أحلامها.

إلى إخوتي اللذين شاركوني طفولتي وأحبوني بصدق وإخلاص وتعاونوا معي لإتمام دراستي هذه (سعد- فاطمة- علي- نعيمة- يحي- محمد)، وأتمنى لهم حياة سعيدة.

إلى أزواج أخواتي خاصة صاحب العقل الراجح والفكر النير الذي اعتبره بمثابة أب لي * أستاذ سليمان *، متمنية من الله أن يحقق له ما في قلبه.

إلى زوجات إخوتي (عائشة- فطيمة- سمية)، متمنية لهم حياة هنيئة.

إلى براعم العائلة (أيمن- سرين- لؤي- أسيل- شيما- أسامة- ادم- إياد)، وإلى أعزهم إلى قلبي * كتكوتي ميدو *، متمنية لهم النجاح في مستواهم الدراسي.

إلى صديقتي ورفيقتي في مشواري هذا * حفاوي نجاة *، أتمنى لها كل الخير في حياتها.

Résumé

Le travail présent s'inscrit dans le projet de recherche portant sur la quantification du carbone organique sous d'anciennes plantations forestières, proposé par l'INRF (Bainem) et financé par la direction générale de recherches scientifiques et développement technologique, à pour objectif principal d'estimer et d'évaluer le stock du carbone organique dans des sols forestiers occupés par Le Chêne vert (*Yeuse Quercus ilex*) et le Pin d'Alep (*Pinus halepensis*), à différents horizons pédologiques.

L'étude a pu démontrer que les sols de la forêt de parc nationale Chrèa est riche en carbone, ce qui est susceptible d'atténuer l'effet des émissions de gaz à effet de serre, responsables des changements climatiques actuels.

Mots Clés : sol forestier, carbone organique, Parc national chrèa

Abstract

The present work is part of the research project on the quantification of organic carbon under old forest plantations, proposed by the INRF (Bainem) and financed by the general direction of scientific research and technological development, with the main objective to estimate and evaluate the stock of organic carbon in forest soils occupied by Eucalyptus (*Eucalyptus camadulensis*) and Aleppo pine (*Pinus halepensis*), at different soil horizons.

The study was able to demonstrate that the soils of the Chrèa National Park forest are rich in carbon, which is likely to mitigate the effect of greenhouse gas emissions, responsible for current climate change.

Key word : Organic carbon national Canon forest soil

المخلص

العمل الحالي هو جزء من مشروع البحث العلمي حول تقدير كمية الكربون العضوي في المزارع الحرجية القديمة والذي اقترحه المعهد الوطني للبحث الغابي بينام والممول من الاتجاه العام للبحث العالمي والتطوير التكنولوجي مع الهدف الرئيسي لتقدير وتقييم مخزون الكربون العضوي في تربة الغابات التي يشغلها السنديان (*Pinus halepensis*) والصنوبر الحلبي تحت الاسم العلمي (*Yeuse Quercus ilex*), الأخضر تحت الاسم في أفاق التربة المختلطة

هذه الدراسات حول الحظيرة الوطنية شريعة أثبتت أن تربة هذه الأخيرة غنية بالكربون العضوي والتي من المحتمل ان تخفف من تأثير انبعاث غازات الاحتباس الحراري والمسؤولة عن تغير المناخ الحالي.

الكلمات المفتاحية: الحظيرة الوطنية شريعة، الكربون العضوي، التربة الغابية

Table des matières	
Résumé	V
Liste des figures	IX
Liste des tableaux	X
Liste des abréviations	XI
Introduction générale	1
Chapitre 01: Généralité sur les sols forestier	
Généralités	3
1. Les Composition du sol	3
2. Le sol de forets	4
3. Le carbone dans les sols forestiers	6
4. La matière organique dans le sol	6
5. La nature de la matière organique	8
6. Importance de la Matière Organique du Sol	9
Chapitre 02: Présentation de la zone d'étude	
1. Présentation du Parc National de Chréa	10
Historique	10
2. Situation administrative et limites du parc	10
3. Géologie	11
4. Pédologie	11
5. La composante végétale	12
6. La faune	13
7. Synthèse bioclimatiques	13
7.1 Les sources climatiques	14
7.2 Les précipitations	14
7.2.1. précipitations mensuelles et annuelles	14
7.2.2. Gradient altitudinal des précipitations	15

7.2.3. les précipitations interannuelles	16
7.2.4. Régime saisonnier	16
8. Les températures	17
8.1. Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud	18
8.1.1. Gradient altitudinaux des températures	18
8.1.2. Moyenne des températures minimales du mois le plus froid	19
Chapitre 03: Matériels et méthodes	
1. Critères de choix du site	20
2. Matériels utilisés	21
3. Méthodologie	21
3.1. Protocole expérimental engagé sur terrain	21
Localisation des points	21
3.2. Protocole à suivre au laboratoire	22
3.2.1. Préparation du sol	22
3.2.2. Méthode d'analyse physico-chimique	22
a. Conductivité électrique	23
b. Le pH	23
c. Le calcaire total	23
d. Humidité hygroscopique (H)	24
e. Le calcaire total	24
f. Humidité hygroscopique (H)	24
g. Granulométrie	25
h. Matière organique (MO)	26
4. Les Essences FORESTIERES étudiées	27
4.1. 1e pin d'Alep	27
Chapitre 04: Résultat et discussion	
1. Résultat des analyses physico-chimiques du sol	31
1.1. Le potentiel hydrique pH (eau)	32

1.2. La conductivité électrique (CE)	33
1.3. La matière organique (MO)	34
1.4. carbone organique CO(%)	36
2. Discussion	36
2.1. Le potentiel hydrique pH (eau)	36
2.2. La conductivité électrique (CE)	37
2.3. La matière organique (MO)	37
2.4. La texture	38
2.4.1 La vulnérabilité des sols par rapport aux caractères physico-chimiques	38
Conclusion générale	40
Bibliographie	41
Annexe 01 : Résultats analyses _sol_Halfaoui_Dahmani_juin 22	42
Annexe 02 : RESULTATS GRANULOMETRIE_juin22	43

Liste des figures	
Figure 1: cycle relatif des compositions du sol	4
Figure 2: sol forestier	5
Figure 3: sol forestier	6
Figure 4: cycle de MO dans le sol	9
Figure 5: Situation générale du Parc National de Chréa (PNC, 2013)	11
Figure 6: Carte d'occupation du Sol « Parc National de Chréa »	13
Figure 7: Histogramme des variations des pluies mensuelles de la station de référence	15
Figure 8: Histogramme des Précipitations interannuelles de la station de Blida la période (2000-2015)	16
Figure 9: Histogrammes des Régimes saisonniers des précipitations de la station de référence	17
Figure 10: Réalisation du profil pédologique (Original, 2020)	22
Figure 11: Lecture de la CE à l'aide du conductivimètre	23

Figure 12: analyse du granulométrie	25
Figure 13: la plante de pin d'Alp	29
Figure 14: la plante de Chêne vert	30
Figure 15: Variation de potentiel hydrique pH (eau) (PH) des sols des station étudiés	32
Figure 16: Variation de la conductivité électrique (CE) des sols de s station étudiés	33
Figure 17: Variation de taux de matière organique (MO) des sols des stations étudiées	34
Figure 18: Variation de taux de carbone organique (CO) (%) des sols des stations étudiées	35

Liste des tableaux	
Tableau 1: les précipitations mensuelles et annuelles pour la station de référence	14
Tableau 2: les précipitations annuelles pour les stations de référence	15
Tableau 3: précipitations interannuelles de la station de Blida	16
Tableau 4: saisonnier des précipitations de la station de Blida	17
Tableau 5: Moyenne des températures mensuelles maximales du mois le plus chaud « M » (°C)	17
Tableau 6: Moyenne d'extrapolations des températures annuelles maximales du mois le plus chaud « M » (°C)	18
Tableau 7: Moyennes des températures minimales du mois le plus froid « m » (°C)	19
Tableau 8: Moyennes des températures minimales extrapolées « m » (°C)	19
Tableau 9: Variation de potentiel hydrique pH (eau) (PH) de la station de Chêne vert et de la station de pin d'Alp	31
Tableau 10: Variation de la conductivité électrique (CE) de la station de Chêne vert et de la station de pin d'Alp	32
Tableau 11: Variation de taux de matière organique (MO) (%) de la station de Chêne vert et de la station de pin d'Alp	33
Tableau 12: Variation de taux de carbone organique (CO) (%) de la station de Chêne vert et de la station de pin d'Alp	35

Liste des abréviations

(A) : Argile

(L) : Limon

(S) : Sable

(SG): Sable grossier

(LG): Limon grossier

(SF): Sable Fin

(LF): Limon Fin

(CO):carbone organique

MO : Matière organique

CE : Conductivité électrique

PNC: Parc nationale de chrea

I.N.R.F. : Institut National de la Recherche forestier .

Ha : Hectare

Introduction générale

Le changement climatique est un problème environnemental majeur pour le XXI^e siècle. Les préoccupations sur le réchauffement global et l'augmentation des teneurs en gaz à effet de serre (GES, en particulier CO₂, CH₄, N₂O) de l'atmosphère conduisent à s'interroger sur le rôle des sols en termes de source ou de puits de C (BERNOUX et al., 2002).

Avec le changement climatique, la dégradation des terres et la perte de biodiversité, les sols sont devenus l'une des ressources les plus vulnérables du monde. Les sols sont un réservoir majeur de carbone. Ils contiennent plus de carbone que l'atmosphère et la végétation terrestre réunis. Cependant, le carbone organique du sol (COS) est dynamique et les actions anthropogéniques sur le sol peuvent en faire un puits ou une source nette de gaz à effet de serre (GES), (FAO, 2017)

Le sol contient près de 680 milliards de tonnes de carbone dans ses premiers 30 centimètres-soit le double de ce qui est présent dans notre atmosphère. Il s'agit d'une quantité importante par rapport au carbone stocké dans l'ensemble de la végétation (560 milliards de tonnes). (FAO 2017)

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

La relation sol-végétation est souvent complexe. Elle est basée sur l'existence des échanges mutuels, ou le sol joue le rôle d'un support de végétation et c'est à partir du sol que les plantes puisent les éléments minéraux indispensables pour l'accomplissement de leur cycle vital, à la fin de cycle la plante retourne au sol sous forme de matière organique fraîche appelée litière L'importance de la décomposition des matières organiques tient au fait qu'elle joue un rôle majeur parmi l'ensemble des processus biogéochimiques. Il est donc important de rappeler brièvement les principaux compartiments et flux de carbone et d'azote dans les écosystèmes (TARDIF, 2014) .

En Afrique, les forêts denses humides fixent environ 0,63 Mg/ha/an de C, mais la déforestation tropicale mondiale, contribue à environ un cinquième du total des sol émissions annuelles des gaz à effet de serre, origine anthropique dans atmosphère (Houghton, 2005).

C'est dans cette lancée que la réflexion s'est engagée sur de nouvelles options, compensant les augmentations atmosphériques de gaz à effet de serre. En effet, la

séquestration du carbone des terres agricoles et forestières, est une stratégie attractive assez intéressante à développer Lai 2004 ; INRA 2019. Cependant dans la situation des sols algériens, les recherches menées sur les matières organiques et leur évolution, en fonction des facteurs écologiques, sont encore rares et ne concernent souvent que des caractérisations préliminaires. Or, depuis quelques années l'attention s'est portée sur le carbone des horizons plus profond. Ce carbone profond peut contribuer en partie à la fertilité des sols pour agriculture via la minéralisation d'éléments nutritifs (Bensid et al 2015 ; Dellal 1994).

Dans ce contexte les résultats de nombreuses études scientifiques pourraient permettre d'apaiser l'incertitude et les doutes de la taille du réservoir du carbone des écosystèmes forestiers. 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 du sol sous une essence forestière : Pin d'Alep (*pinus halepensis*) et Le **Chêne vert** ou **Yeuse** *Quercus ilex* dans la forêt de **Chrèa**.

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

*Chapitre 01 : Généralité sur les
sols forestiers*

Chapitre 1

Généralités

Le sol: est la partie vivante de géosphère constituant la couche la plus externe de la croûte terrestre résultant de l'interaction entre la lithosphère l'atmosphère l'hydrosphère et la biosphère .il résulte de la transformation de la couche superficielle de la roche _ mère dégradée et enrichie en apports de matières organiques par les processus vivants de pédogenèse hors des milieux marins et aquatiques d'eau douce il est ainsi à la fois le support et le produit du vivant

L'humus est la partie du sol la plus riche en matière organique.

On différencie le sol de la croûte terrestre par la présence significative de vie. Le sol est aussi un des puits de carbone planétaires, mais semble actuellement perdre une partie de son carbone, de manière accélérée depuis au moins 20 ans Il peut contenir et conserver des fossiles , des vestiges historiques et les traces d'anciennes activités humaines (anthropisation, voir aussi anthrosol, archéologie) ou d'évènements climatiques. Ces éléments influent à leur tour sur la composition floristique

Le sol est vivant et constitué de nombreuses structures spatiales emboîtées (horizons, rhizosphère, macro- et micro-agrégats, etc.). Cette dimension fractale autorise la coexistence de très nombreux organismes de tailles très diverses et fait du sol un réservoir unique de biodiversité microbienne, animale et végétale. Il est nécessaire à la grande majorité des champignons des bactéries, des plantes et de la faune. La biodiversité d'un sol est le fruit de l'action d'un ensemble de facteurs, naturels (par exemple pédogenèse) et anthropiques (occupation des sols, pratiques de gestion...) agissant sur de longues périodes.

Tous les sols qui prennent ou ont pris naissance à la surface de la lithosphère forment la pédosphère La science des sols est la pédologie. (LOISION ET NIOGRET (in BELLOULA, 2011)

1. Les Composition du sol

Le **sol** est **recouvert** de **végétation** qui lorsqu'elle va mourir, va être **décomposée** et donner la **litière** ou **horizon organique**. Lorsque l'on **étudie** cette **litière**, on retrouve des **êtres vivants** appelés **décomposeurs** et/ou **consommateurs** qui sont **responsables** de la **transformation** de la **matière organique** en **éléments minéraux** L'**horizon humifère** est

une **couche** qui apparaît **sombre** et qui est **riche en humus**. On trouve ensuite l'**horizon minéral** qui comprend des **débris minéraux** issus de l'**altération** de la **roche mère** située à la **base du sol**.

Le **sol** forme donc un **lien** entre la **biosphère** et la **lithosphère**.

Les **éléments constitutants d'un sol**

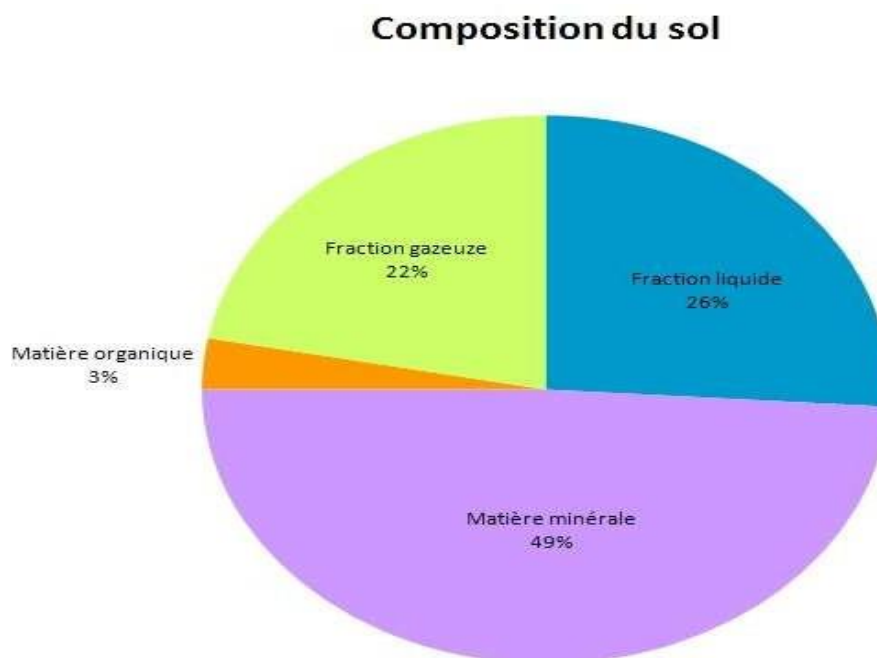


Figure 1: cycle relatif des composition du sol (<https://www.maxicours.com/>)

2. Le sol de forêts

Le sol est la couche supérieure vivante de la croûte terrestre; son épaisseur est comprise entre la surface du sol et la roche mère. Les sols forestiers naissent de l'altération chimique et physique de la roche-mère et de la transformation des composés organiques par les organismes vivants du sol.

Les feuilles, aiguilles et branches qui tombent des arbres et d'autres plantes s'accumuleraient pour former au fil du temps d'immenses montagnes, si d'infimes organismes vivants du sol n'étaient pas là pour broyer et décomposer ce matériau en humus. Une partie de cet humus est complètement décomposée et convertie sous forme minérale. Des éléments nutritifs sont alors libérés, qui peuvent ensuite être réabsorbés par les racines des plantes. La boucle est ainsi bouclée.



Figure 2: sol forestier (<https://www.rhizobiome.coop/>)

La formation d'un centimètre de sol demande jusqu'à 100 ans. La vitesse de cette pédogenèse dépend de différents facteurs intrinsèques ou ayant un impact sur celle-ci : organismes vivants, climat prévalant ou nature géologique de la roche mère notamment. Sans organisme vivant du sol, il n'y aurait pas de sol forestier intact, riche en nutriments. Contrairement à de nombreux sols agricoles, le sol forestier n'est en Suisse ni fertilisé ni labouré. Sa structure est de ce fait largement naturelle. Le matériau organique qui tombe au sol est décomposé et biodégradé différemment selon la station, puis mélangé à la matière minérale. Diverses formes d'humus telles que le mull, le moder ou le mor ou humus brut apparaissent. La décomposition de l'humus et la libération des éléments nutritifs sont des processus naturels.

Le sol forestier n'est pas une 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. Avec son réservoir d'éléments nutritifs et d'eau, le sol forestier est de surcroît un habitat pour les plantes et les animaux. Il exerce également une fonction de filtre et de tampon pour de nombreuses substances.

Beaucoup de sols forestiers en Suisse ont seulement 10 000 à 15 000 ans d'existence. La formation de ces sols n'a pu débuter qu'après la dernière période glaciaire, une fois que les glaciers s'étaient retirés et qu'ils avaient laissé derrière eux ici des roches polies, là d'épaisses moraines. (Mémento Sols et Matières Organiques - Agro-Transfert R&T et Chambres d'Agriculture de Picardie - 2007).



Figure 3: sol forestier (<https://www.waldwissen.net/>)

3. Le carbone dans les sols forestiers

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).

Ces deux processus dépendent à leur tour des conditions climatiques, principalement la température et l'humidité. Toutefois, les sols forestiers peuvent devenir une source importante de CO₂ suite à un réchauffement climatique, car ce dernier pourrait entraîner une minéralisation de la matière organique supérieure à la production primaire nette de la végétation (Liski, 1999 ; BERNOUX et al., 2005). Même de petits changements du réservoir du carbone organique dans le sol peuvent affecter significativement la concentration de CO₂ dans l'atmosphère, puisque le sol contient deux fois plus de C que celle-ci (SCHLESINGER, 1977 ; Post et al., 1982 ; WATSON et al., 1990).

4. La matière organique dans le sol

La matière organique joue un rôle primordial pour le fonctionnement des sols. En effet, elle contribue fortement à la structure du sol, sa fertilité chimique, sa capacité à retenir l'eau et constitue la source principale de matière et d'énergie pour les organismes vivants du sol (Calvet et al. 2011). De plus, la matière organique du sol, constituée à plus de 50 % de carbone, est un réservoir de carbone de première importance qui participe à l'évolution de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère. Comme l'intensité du changement climatique dépend principalement de l'évolution de la concentration en CO₂ atmosphérique, une augmentation des stocks de carbone organique des sols (COS) pourrait contribuer à atténuer

le changement climatique alors qu'inversement une baisse de ces stocks l'aggraverait inmanquablement (Lal et al., 2004).

Dans le contexte de dégradation croissante des sols et du dérèglement climatique, l'intérêt pour la thématique du COS a augmenté, cette thématique apparaissant notamment à l'agenda politique ces dernières années. Ceci s'est traduit, entre autres, par le lancement, par la France, de l'initiative 4 pour 1000 lors de la COP21 (<https://www.4p1000.org/> ; Soussana et al., 2019).

L'objectif de cette initiative est de promouvoir la mise en place d'actions concrètes visant à préserver et augmenter les stocks de carbone organique dans les sols pour contribuer à la sécurité alimentaire tout en luttant contre le réchauffement climatique. Au niveau national, les évolutions des stocks de COS des sols doivent désormais être prises en compte dans les Plans Climat-Air-Energie Territoriaux (PCAET), où sont mis les objectifs stratégiques et opérationnels des collectivités sur la lutte contre le changement climatique et l'adaptation à ses effets.

Le service de séquestration de carbone fait aussi l'objet d'une attention particulière dans les classifications des fonctions et services rendus par les écosystèmes. Il est ainsi défini comme un service de régulation du climat global .

Dans le cadre de la démarche française d'évaluation des services écosystémiques de carbone est une fonction écologique de l'écosystème. Néanmoins, son évaluation contribue également à l'évaluation du service de régulation de la composition chimique de l'atmosphère, et donc du climat. Ce rôle-clé du COS se retrouve aussi dans d'autres services écosystémiques auquel le sol contribue (Walter et al., 2015). En effet, un sol plus riche en matière organique aura généralement une meilleure résistance à l'érosion, une plus grande altérabilité, une plus grande réserve utile, une meilleure fertilité chimique et une capacité accrue à retenir les polluants. De ce fait, augmenter les stocks de COS améliore les services d'approvisionnement de régulation (de manière plus large que la seule régulation climatique) et d'auto-entretien .Pour répondre à la demande sociétale croissante d'actions d'atténuation et d'adaptation au changement climatique et d'évaluation des services écosystémiques, les scientifiques doivent fournir des méthodes opérationnelles, fiables, rapides et peu coûteuses pour évaluer le service de séquestration dans les sols. Dans cet article, nous établissons un état des lieux des approches permettant de l'évaluer au travers du niveau de stock de COS, de sa stabilité, de sa dynamique et de son potentiel d'accroissement dans les sols agricoles, forestiers et urbains.

5. La nature de la matière organique

Aldock 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 subdivisée par Theng et al. (1989) en deux groupes, la MO vivante (5 %) et morte (95 %). Les composés vivants de la MOS comprennent les racines des plantes, les macroorganismes (pédofaune) et les micro-organismes. Tandis que les composants non vivants comprennent la MO libre, MO protégé, l'humus (MO stable : 60 à 80 de la MO totale du sol) et le charbon (MO inerte).

Une des modalités les plus exhaustives est celle adoptée par Calvet (2003) est celle qui, outre les constituants vivants, subdivise les constituants morts en MO particulaire regroupant la litière, la MO grossière (dense fraction), la MO légère (light fraction) et en MO moléculaire rassemblant les substances non humiques et les humiques (acides humiques, fulviques et humines).

les constituants vivants :

- Tissus végétaux
- Corps microbiens vivants (microflore vivante, biomasse microbienne du sol).
- Animaux du sol (microfaune, mésofaune et macrofaune).

les constituants morts :

- Matière organique particulaire :
 - _ Litière
 - _ MO « grossière »
 - _ MO « légère »
- Matière organique moléculaire
 - _ substances non humiques

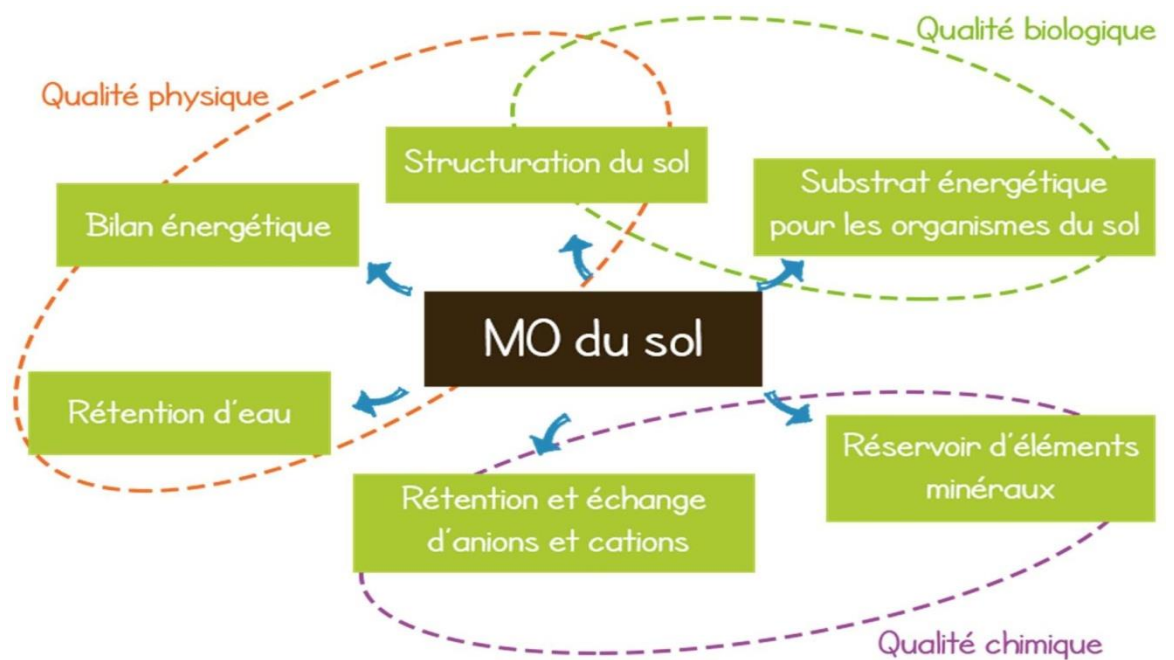


Figure 4: Cycle de MO dans le sol ([https://www.supagro.fr /](https://www.supagro.fr/))

6. Importance de la Matière Organique du Sol

- C'est le substrat de base pour le réseau trophique détritifique : les microorganismes saprophytes (composés de bactéries, d'archées et de champignons) et de nombreux organismes de la faune du sol, dont les ingénieurs du sol, se nourrissent en métabolisant les composés organiques des litières et du sol. Ces organismes saprophages servent alors de substrat pour divers organismes prédateurs et omnivores.
- C'est un réservoir d'éléments nutritifs, qui grâce à la minéralisation peuvent être libérés et rendus disponibles pour l'absorption par les plantes ou d'autres organismes du sol.
- La matière organique retient à sa surface des cations et anions adsorbés. Elle a une capacité d'échange cationique très élevée : $\sim 200 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ contre $\sim 30 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ pour une argile de type illite. Ainsi, la teneur en matière organique du sol a une forte influence sur la capacité de ce sol à retenir et restituer les éléments nutritifs, en les protégeant de la lixiviation. (Robert, 1996). (Stevenson, 1994 ; Annabi et al., 2007).

*Chapitre 02 : Présentation
de la zone d'étude*

1. Présentation du Parc National de Chréa

• Historique

C'est en 1912, sous l'impulsion de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord que fût 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.

2. Situation administrative et limites du parc :

Le PNC est situé à 50 km au sud-ouest d'Alger, il est localisé sur le massif de l'Atlas Blidéen, qui lui-même constitue la partie centrale de l'Atlas Tellien. Les versants septentrionaux surplombent la ville de Blida et la plaine de Mitidja, tandis que les versants méridionaux dominant les nombreux contreforts s'égrainant jusqu'à la ville de Médéa.

Après son extension en 1983, ce parc compte au total 26587 ha et s'étale sur une longueur de 40 Km et une largeur de 7 à 14 km (figure 8). Il englobe actuellement, en plus de la cédraie de Chréa, plusieurs massifs forestiers comme ceux de Jbel Mouzaia, à l'ouest, où se développent des formations sylvatiques uniques dans la région (Erablière, Zénaie) du Jbel Feroukha (chênaie verte) à l'est et la forêt de Takitount (Pinaie), au sud. (PNC, 2009).



Situation géographique du pnchréa



Figure 5: Situation générale du Parc National de Chréa (PNC, 2013)

3. Géologie

Selon (HALIMI, 1980), le massif de Chréa est lithologiquement très homogène constitué essentiellement de puissants dépôts de schistes répandus sur les versants septentrionaux. Il est plus ou moins argileux sans fossiles (FAUREL, 1947 in MEDDOUR, 1994).

4. 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 DUCHAUFOR (1960).

Pour RAMADE (1984) : « La pédosphère 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 sols jeunes.

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 châenaie 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 Rankers, 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.

5. La composante végétale

Au Parc National de Chréa sont recensés divers écosystèmes naturels montagneux ; maquis, matorrals, pelouses, lacustre, forêts, et différentes ripisylves (figure 9). 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. Ils sont répartis à travers les écosystèmes diversifiés, présentés par type d'habitat : habitat à cèdre de l'Atlas, habitat à chêne vert, habitat à chêne liège, habitat à chêne Zeen, habitat à pin d'Alep, habitat à thuya de Bérbérie et habitat à ripisylves.

L'analyse floristique du tapis végétal, ayant permis de mettre en évidence les différents groupes végétaux en fonction des 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 environ 950 taxons de rang d'espèces et sous-espèces. Ce qui représente 34,52% de la richesse floristique nationale. 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 reste est représenté par les lichens et les champignons.



Figure 6: Carte d’occupation du Sol « Parc National de Chréa »,
(faite par Hamraoui,2019).

La flore du Parc National de Chréa est également caractérisée par sa valeur patrimoniale représentée, entre autres, par son taux d’endémisme. D’après QUEZEL ET SANTA (1962), une cinquantaine d’espèces, sont concernées. Elles peuvent être endémiques à la Méditerranée, au Nord de l’Afrique, au Maghreb, à l’Algérie ou encore à l’Atlas Blidéen.

Les espèces protégées, par décret, sont au nombre de 15 dont 6 espèces sont des arbres tels que le Cèdre de l’Atlas (*Cedrus atlantica*), deux sorbiers (*Sorbus torminalis* et *Sorbus sp*) et l’if (*Taxus baccata*), et 6 sont des orchidées.

6. 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 :

7. Synthèse bioclimatiques

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 les vents. (ALLIOUT 2013).

7.1. Les sources climatiques

Pour réaliser notre travail, nous avons pris en considérations les informations recueillies au niveau de station de Blida (ANRH in HARIRECH & OUARTI, 2015).

7.2. 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).

7.2.1. 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 15 ans (2000 – 2015). (Tableau 01)

Tableau 01: les précipitations mensuelles et annuelles pour la station de référence.

mois station	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Années
Blida (267m)	76,16	82,78	55,94	43,01	56,26	17,56	1,46	6,70	33,85	60,94	106,44	93,44	634,54

ANRH (2000 – 2015)

D'après le tableau ci-dessus, il convient de souligner notamment, que la période la 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. (Tableau 01 ; Figure 07).

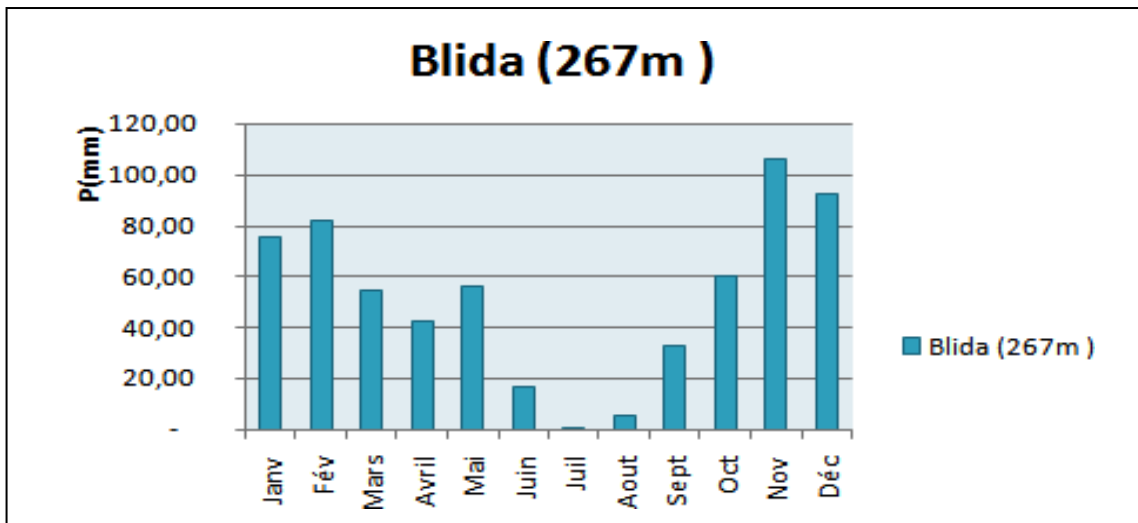


Figure 07 : Histogramme des variations des pluies mensuelles de la station de référence.

7.2.2. Gradient altitudinal des précipitations

Pour nos 02 station d'études nous avons effectuées une extrapolation à partir des données de la station de Blida en utilisant le gradient de SELTZER (1946) avec un gradient de 40mm pour 100m de dénivellation.

Selon le tableau (02) nous constatons que la valeur des précipitations augmente en fonction de l'altitude.

Tableau 02 : les précipitations annuelles pour les stations de référence.

Stations	Précipitation annuelles
Blida (267 m)	634 ,54 mm
Station 1(766 m)	834, 14 mm
Station2 (1473m)	1116 ,94 mm

7.2.3. Les précipitations interannuelles

Le tableau (03) montre que les années les plus pluvieuses sont 2010 et 2011 avec un maximum de pluie de 801 mm à 896 mm, et la moins pluvieuse c'est 2001 avec un minimum de pluie de 237 mm.

Tableau 03: précipitations interannuelles de la station de Blida.

Années	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	La moyenne
Précipitation (mm)	375	273	615	831	645	517	744	676	654	638	801	896	507	913	578	488	635

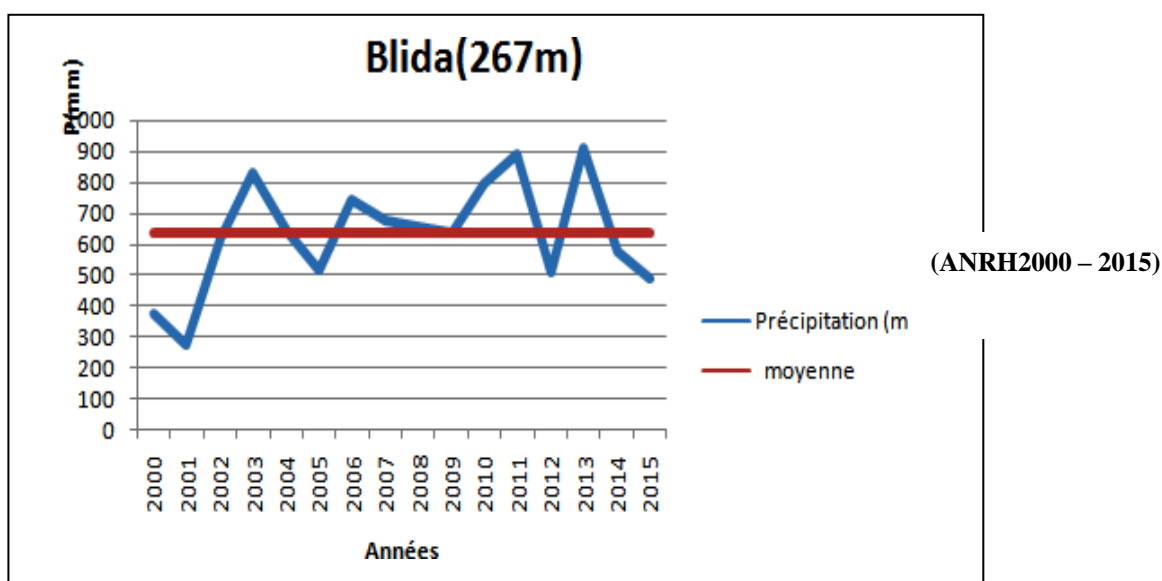


Figure 08: Histogramme des Précipitations interannuelles de la station de Blida de la période (2000-2015).

7.2.4. Régime saisonnier

Le cycle de croissance des végétaux est étroitement lié au rythme saisonnier, ce régime saisonnier donne une indication sur la répartition des pluies suivant l'ordre décroissant de pluviosité, nous obtenons «l'indicatif saisonnier» (Tableau 03 ; Figure 08).

- Printemps(P) : Mars - Avril - Mai.
- Automne (A) : Septembre – Octobre – Novembre.
- Hiver(H) : Décembre – Janvier – Février.
- Eté (E) : Juin – Juillet – Aout.

Tableau 04 : Régime saisonnier des précipitations de la station de Blida.

Précipitation (mm)	H	P	E	A	Régime saisonnier
Blida (267m)	252	155	26	201	HAPE

D'après le tableau (04), nous remarquons que le type de régime saisonnier : HAPE pour la station de Blida.

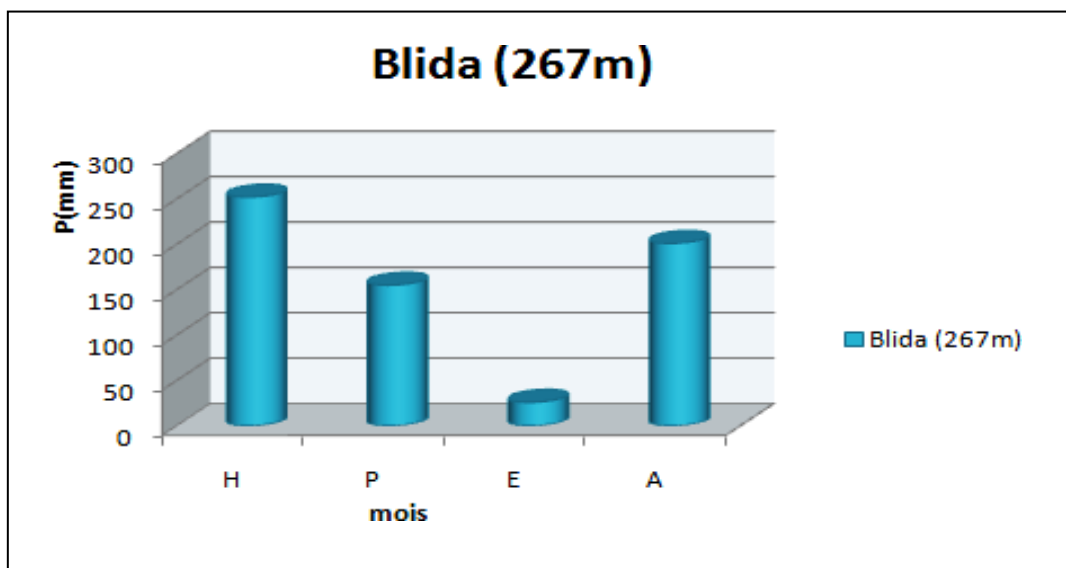


Figure 09 : Histogrammes des Régimes saisonniers des précipitations de la station de référence.

8. Les températures

Les valeurs des températures ont une influence importante sur la vie du végétal dont certains processus comme la photosynthèse et la respiration se déroulent entre deux

extrêmes thermiques assimilées à moyenne des minima « m » et des maxima « M ».

Dans l'Atlas Blidéen, les températures moyennes annuelles sont globalement comprise entre les isothermes 11° et 18° (HALIMI, 1980 ; MEDDOUR, 1994 ; BOUAOUNE, 1996).

8.1. Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud

Tableau 05 : Moyenne des températures mensuelles maximales du mois le plus chaud « M » (°C).

Mois Station	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Années
Blida (267 m)	18.85	19.46	22.91	25.48	29.91	33.82	36.81	36.81	33.38	30.01	23.78	20.48	27.60

(ANRH2000-2015)

Le tableau (05) montre qu'il y a une variation plus ou moins importante de la température. La période la plus chaude s'étale sur les 2 mois de Juillet et Août. La valeur extrême de (M) est de 36°C pour Blida.

8.1.1. Gradients altitudinaux des températures

De même que pour les précipitations nous avons estimé les valeurs de m et M à l'aide des gradients altitudinaux mis au point par SELTZER (1946) dans son étude sur le climat d'Algérie (SEDJAR, 2012). Donc on admit à la suite de SELTZER (1946) que les coefficients de décroissance moyenne de la température en fonction de l'altitude sont :

Température minima = 0.4°C

Température maxima = 0.7°C

Tableau 06 : Moyenne d'extrapolations des températures annuelles maximales du mois le plus chaud « M » (°C).

Station	M (°C)
Blida (267m)	36,8
Station1(766 m)	32,51
Station2 (1473 m)	28,36

D'après le tableau (06), nous remarquons que la moyenne des températures maximales diminue lors que les altitudes augmentent.

8.1.2. Moyenne des températures minimales du mois le plus froid

Tableau 07 : Moyennes des températures minimal du mois le plus froid« m » (°C).

La région de Blida est représentée par « m » de l'ordre de 6°C à Blida (267m).

mois station	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Années
Blida (267m)	6.26	5.92	7.36	9.94	13.15	16.86	20.55	21.98	18.44	30.79	10.14	6.97	14.03

(ANRH 2000-2015)

Tableau 08: Moyennes des températures minimales extrapolées « m » en (°C).

Stations	m (°C)
Blida (267m)	5,9
Station 1(766 m)	3,9
Station 2 (1473 m)	1 ,07

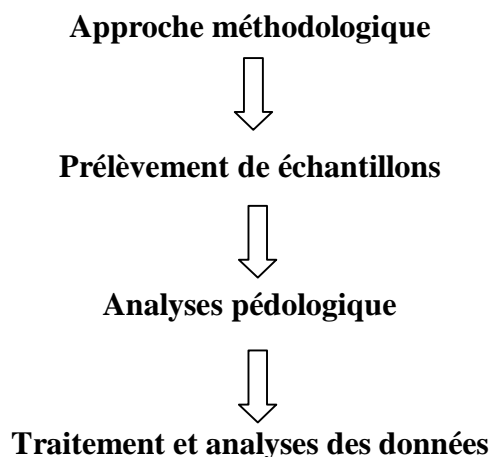
*Chapitre 03 : Matériel
et méthode*

1. Critères de choix du site

Faisant partie d'un projet de recherche à l'INRF, notre étude a ciblé des parcelles bien définies. Le choix a donc été réalisé à l'aide de l'équipe encadreuse sur le terrain. Visant ainsi à parcourir le territoire de la forêt, en effectuant une suite successive du projet de quantification du carbone organique, mis en place depuis une année, dont la durée totale s'étale sur quatre ans.

Une prospection sur le terrain a été effectuée pour délimiter les périmètres de la zone d'étude en prenant en compte différents critères, à savoir :

- La présence d'une essence résineuse (le pin d'Alep) et d'une essence feuillue (l'eucalyptus) ;
- Le respect d'une superficie représentative suffisante, répondant aux normes dictées par le protocole expérimental mis en place (50m de largeur x 100m de longueur) ;
- L'accessibilité aux parcelles choisies, en tenant compte également de la sécurité ;
- Le choix de terrain vierges, sans altération anthropique.



2. Matériels utilisés

Afin de mener à bien le prélèvement des échantillons, nous avons utilisé les outils suivants :

- _ Un GPS
- _ Un burin -Un sécateur
- _ Du Carton découpé sous forme de carré de (30x30 cm) (utilisé comme moule)
- _ Une cagette en plastique
- _ Un pinceau
- _ Des étiquettes
- _ Un Marteau
- _ Une pioche
- _ Des sacs en plastique
- _ Un marqueur indélébile

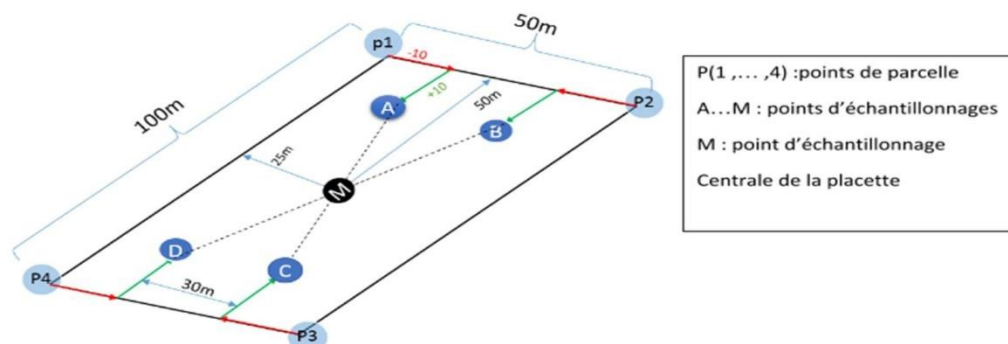
3. Méthodologie :

Sur le terrain, l'étude a été réalisée au niveau des parcelles en forme de losange (50x100 m), où s'est effectué le prélèvement des échantillons. Au laboratoire les échantillons récoltés ont été soumis aux principales analyses physico-chimiques. Ces analyses ont été réalisées au laboratoire de l'INRF .

3.1 Protocole expérimental engagé sur terrain

• Localisation des points:

Ce protocole se base sur 2 étapes primordiales : la Localisation de la parcelle et des points d'échantillonnage, suivi par les prélèvements de ces derniers. La détermination des points qui délimitent la parcelle s'est faite par coordonnées GPS (imposées par le Project).



Les prélèvements du sol se sont fait à partir de la création d'un profil pédologique avec extraction des échantillons selon trois catégories de profondeur, à savoir :

- _ de 0 cm à 10 cm
- _ de 10 cm à 20 cm
- _ de 20 cm à 30 cm

Les échantillons ont été entreposés dans des sacs en plastique étiquetés pour permettre leur identification au laboratoire.

L'étiquette établie pour chaque échantillon, doit contenir les informations suivantes :

- _ Le symbole attribué à la parcelle à étudier (exemple : EC= pour la parcelle eucalyptus).
- _ La profondeur est prélèvement (10, 20, 30 cm).
- _ La date de prélèvement.



Figure 10: Réalisation du profil pédologique (Original, 2020)

3.2 Protocole à suivre au laboratoire

3.2.1 Préparation du sol

Les échantillons ramenés au laboratoire sont pesés, séchés à l'aire libre pendant quelques jours, puis broyés et tamisés à 2mm.

3.2.2 Méthode d'analyse physico-chimique

Sur la fraction broyée et tamisée ont été effectuées les déterminations suivantes:

a. Conductivité électrique

Il s'agit d'obtenir à partir d'un échantillon de sol (10g) une solution de pâte saturée en eau distillée (50ml), soit le rapport sol/eau constant (1/5), puis prendre la mesure de la conductivité électrique (CE) à l'aide d'un conductivimètre.



Figure 11: Lecture de la CE à l'aide du conductivimètre

b. Le pH

Par définition, c'est l'unité de mesure de la concentration en ions hydrogènes permettant d'évaluer l'acidité ou la basicité d'un milieu (Dajoz, 1985). Nous avons procédé à préparation d'un mélange (sol/eau distillée) avec (20g) du sol de chaque échantillon et 50ml d'eau distillée.

c. Le calcaire total

Le calcaire total est dosé par la méthode gazométrique. Cette méthode utilise le calcimètre de Bernard. L'échantillon est attaqué à l' HCl. On mesure le volume de CO₂ dégagé ; une Mole de CO₂ correspondant à une mole de CaCO₃.



Le calcaire total sera calculé par la formule suivante :

$$\text{Calcaire total(\%)} = (\text{Ve} * 0.3 / \text{Vt} * \text{P}) * 100$$

V_t : Volume de CO₂ produit par 0.3g de Ca CO₃ pur.

V_e : Volume de CO₂ produit par g de CaCO₃ contenu dans un poids P de sol.

P : poids de la prise de terre en gramme.

d. Humidité hygroscopique (H)

L'humidité hygroscopique représente la quantité d'eau que peut retenir un sol soumis aux conditions d'assèchement naturelles. C'est la quantité d'eau retenue à la surface externe des particules du sol et en équilibre avec la pression et l'humidité atmosphérique. L'évaluation de l'humidité hygroscopique passe par la pesée de la capsule en silice vide puis avec l'échantillon(10g),qui subit un séchage dans une étuve à(105°C), pendant 48heures, après refroidissement, nous procédons de nouveau à la pesée.

e. Le calcaire total :

Le calcaire total est dosé par la méthode gazométrique. Cette méthode utilise le calcimètre de Bernard. L'échantillon est attaqué à l' HCl. On mesure le volume de CO₂ dégagé ; une Mole de CO₂ correspondant à une mole de CaCO₃.



Le calcaire total sera calculé par la formule suivante :

$$\text{Calcaire total(\%)} = (\text{Ve} * 0.3 / \text{Vt} * \text{P}) * 100$$

Vt : Volume de CO₂ produit par 0.3g de Ca CO₃ pur.

Ve : Volume de CO₂ produit par g de CaCO₃ contenu dans un poids P de sol.

P : poids de la prise de terre en gramme.

f. Humidité hygroscopique (H)

L'humidité hygroscopique représente la quantité d'eau que peut retenir un sol soumis aux conditions d'assèchement naturelles. C'est la quantité d'eau retenue à la surface externe des particules du sol et en équilibre avec la pression et l'humidité atmosphérique. L'évaluation de l'humidité hygroscopique passe par la pesée de la capsule en silice vide puis avec l'échantillon(10g),qui subit un séchage dans une étuve à(105°C), pendant 48heures, après refroidissement, nous procédons de nouveau à la pesée. selon la méthode de Walkley et Black (Duchaufour, 1991)

g. Granulométrie :

L'analyse granulométrique a été effectuée selon le protocole standardisé des fractionnements granulométriques suivant la méthode internationale de la pipette Robinson (AFNOR X31-107, 2003). Cette méthode implique la dispersion d'un échantillon en l'agitant dans une solution Alcaline ,Après dispersion, ce dernier est mis de côté pour permettre aux particules de se déposer. Cependant, le calcaire doit être détruit au préalable, il est présent dans le sol (attaque HCl), et la matière organique (agissant comme ciment) chauffée au peroxyde d'hydrogène H₂O₂ à 30% en sortie, testez 10 g de sol.

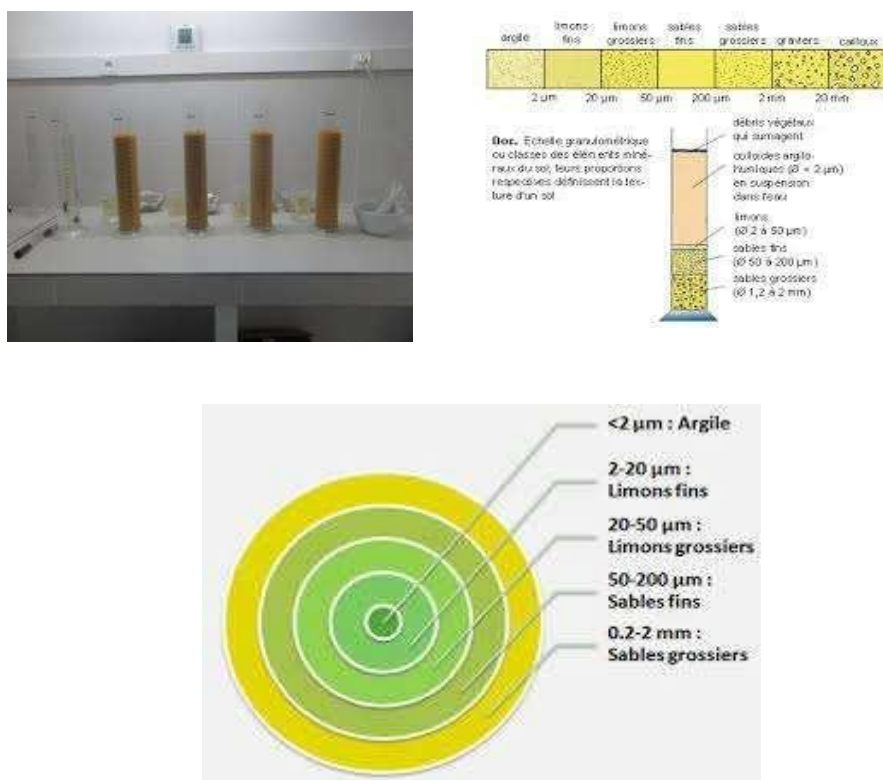


Figure 12: Analyse du granulométrie (<https://www.capinov.fr/la-granulometrie.php> et <http://vieocean.free.fr/et> (original 2022)).

Les fractions les plus fines ($\leq 50\mu\text{m}$) sont déterminées au moyen de 3 échantillons successif dans une suspension de sol lors de la sédimentation. Des aliquotes de 20 ml de suspension 0- 50 μm sont prélevés à 10cm après environ 4 minutes, puis après 8 heures pour estimer le contenu d es fractions : argiles + limons fins (0-20 μm) et argiles (0-2 μm). Les échantillons sont séchés à 105 ° C puis pesés. La dispersion finale est réalisée par ajout d'un dispersant, le pyrophosphate de sodium à 40 g / l. Les pesées après séchage des fractions sableuses permettent de déterminer les proportions des différentes classes granulométriques. (selon la norme AFNOR NF X 31- 107(2003).

Détermination du Le carbone organique Permet d'estimer le taux de matière organique ($M_o=1.72 \times C$) et avec l'azote totale (N), de calculer le rapport C/N qui est utile pour juger de la nutrition d'azote. carbone organique (la méthode d'Anne). selon la norme AFNOR NF X 31- 107 (2003).

h. Matière organique (MO) :

Le dosage de la matière organique est réalisé à partir du dosage de l'un de ses constituants: le carbone organique. Le carbone organique (**CO**) est estimé à 58% de la matière organique (**MO**) d'où :

La méthode de détermination du carbone organique est basée sur l'oxydation de ce dernier par le bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) en milieu acide sulfurique selon la méthode de Walkley et Black (Duchaufour, 1991).

Mode opératoire:

- _ Peser 0.2g de terre séchée (dans le cas des échantillons riches en matière organique, contenant plus de 2.5% de carbone, réduire la prise de terre à 0.1g).
- _ Introduire la prise d'essai dans un ballon à col large de 500ml.
- _ Ajouter 10ml de la solution de bichromate de potassium. Préparer un témoin (sans échantillon de terre pour valider la normalité de la solution de sulfate de fer).
 - Ajouter 15ml d'acide sulfurique mesuré à l'aide d'une éprouvette ; agiter le ballon et le mettre dans une plaque chauffante jusqu'à ébullition, ensuite on compte à partir de la première goutte de condensation. Laisser refroidir
 - Transférer la solution dans une fiole de 200ml en ajoutant 150 ml d'eau distillée
 - Prélever à l'aide d'une éprouvette 20ml de contenu et le traverser dans un erlenmeyer de 250ml
 - Diluer avec 150ml d'eau distillée
 - Ajouter 5 ml de solution de fluorure de sodium e et 3 à 4 gouttes de diphénylamine
 - Titrer avec la solution de Mohr 0.2N. Lorsque la couleur commence à changer du brun vers ou le bleu-verdatre, ralentir la titration. Le virage est obtenu lorsque la couleur vire vers le vert.

– La teneur en carbone du sol s'obtient ainsi :

$$\%C.O = (N-n) \times 0.615/p$$

N : Le volume de sel de Mohr utilisé pour le titrage de témoin

n : Le volume de sel de Mohr utilisé pour le titrage de l'échantillon

p : Le poids de l'échantillon en gramme

$$\%MO = \% \text{ de CO} \times 1.72$$

❖ **Les produits chimiques et Matériels utilisés**

- _ **Matériels utilisés:** tamis, Ph mètre, agitateur, Becher, éprouvettes, Chronomètre, L'étuve, les capsules, conductimètre, balance de précision, pipetes, pince, pelle, pioche. Broyeur, Calcimètre, papier filtre, entonnoir, erlenmeyer.
- _ **Matériel biologique :** Sols prélevés dans les différentes stations.
- _ **Produits chimiques et solution :** KCL, eau distillé, Solution de K₂ Cr O₇ a8%, NaF en poudre, solution de diphénylamine. Solution de Mohr a 0,2 N, le HNP, CaCO₃.

❖ **Traitement statistique:**

Les différents paramètres physico-chimiques de sol ont été analysés à l'aide du logiciel Excel 2007 et à partir de ce dernier, on a tracé ensuite divers graphiques pour chaque paramètre.

4. Les Essences FORESTIERES étudiées :

4.1 le pin d'Alep

Le **pin blanc de Provence** ou **pin d'Alep** (*Pinus halepensis*) est un conifère de la famille des Pinacées. C'est le botaniste écossais Philip Miller qui lui donna abusivement ce nom scientifique, en 1768. En effet, c'est le *Pinus brutia* qui pousse principalement dans la région d'Alep. Sa répartition géographique est essentiellement autour des côtes méditerranéennes, et plus particulièrement en Afrique du Nord et en Espagne Il est parfois appelé **pin de Jérusalem**.

• Description

Arbre d'environ 10-25 m, souvent penché et peu droit, la cime est assez écrasée, irrégulière et claire, les branches sont assez étalées. Il vit couramment 150 à 200 ans dans une majorité de son aire, et jusqu'à 250 ans au Maghreb. Les rameaux sont vert clair puis gris clair, assez fins, faisant souvent plusieurs pousses la même année sur les rameaux vigoureux (polycyclisme). Les bourgeons non résineux sont ovoïdes, aigus, bruns, à écailles libres frangées de blanc.

L'écorce est d'abord lisse et gris argenté, puis crevassée, écailleuse, gris brunâtre.

Les feuilles sont des aiguilles par deux, fines, aiguës souples, de 6 à 10 cm, vert grisâtre, appliquées le long des pousses la première année puis s'en écartant. Elles sont groupées en pinceaux à l'extrémité des rameaux faibles, dont la base est occupée par les fleurs mâles au printemps, mais sont disposées tout au long de la tige sur les rameaux forts. Elles persistent 2 à 4 ans, d'autant moins que les rameaux poussent rapidement.

Les cônes mâles sont jaunes teintés de rouge gorgés de pollen, oblongs, peu serrés ; les fleurs femelles sont pédonculées rose-violacé.

Les cônes femelles sont gros de 6 à 12 cm, à pédoncules épais de 1 à 2 cm, souvent isolés mais pouvant être groupés par 2 à 4. Leur développement se fait sur 3 années: après la floraison, ils verdissent d'abord puis deviennent gris-brun en 2 mois, et arrêtent leur croissance une première fois en début d'été, à une taille de 10 à 15 mm. Au printemps de la 2^e année, ils reprennent leur croissance en devenant vert et atteignent leur taille définitive en début d'été. Lors du 3^e printemps, ils ne grossissent plus mais mûrissent en jaunissant puis deviennent brun clair, luisants. Les graines sont prêtes à germer à partir de juin.

Les cônes vont alors suivre deux voies : soit s'ouvrir au cours de l'été avec la sécheresse, soit rester fermés durant des années pour conserver des graines à l'abri des feux. Ces derniers, dit « sérotineux », ont les écailles collées par une abondante résine. Celle-ci est détruite lors des incendies, qui permettent la libération des graines dans un milieu favorable où les jeunes pins auront peu de concurrence. Ouverts ou fermés, les cônes peuvent rester plusieurs dizaines d'années accrochés aux branches. Cependant, les écureuils s'attaquent aux cônes pour se nourrir des graines en arrachant souvent toutes les écailles et en faisant tomber les cônes. Graines gris-noir légère (poids de 1000 graines = 15 à 20 grammes), de 4 à 7 mm de long, dotée d'une aile de 15 à 25 mm facilitant sa dissémination

Caractéristiques

- Organes reproducteurs
 - _ Type d'« inflorescence » : cône
 - _ Répartition des sexes : monoïque
 - _ Type de pollinisation : anémogame
 - _ Période de floraison : avril-mai
- Graine
 - _ Type de « fructification » : cône

- _ Mode de dissémination : principalement anémochore (les fourmis stockent les graines pour s'en nourrir et contribuent aussi à la dissémination locale des graines tombées au sol).
- Habitat et répartition
 - _ Habitat type : bois méditerranéens sempervirens
 - _ Aire de répartition : méditerranéen² (Selon Khellaf (2015)).

Classification

Règne: *Plantae*

Division: *Pinophyta*

Classe : *Pinopsida*

Ordre : *Pinales*

Famille: *Pinaceae*

Sous-famill: *Pinoideae*

Genre : *Pinus*

(Desouhant, 1997).

Chêne vert

Le Chêne vert ou Yeuse *Quercus ilex* est une espèce d'arbres à feuillage persistant de la famille des Fagacées, présent sous forme de bois clairs et garrigues. Il est parfois appelé Chêne faux houx, allusion au fait que ses feuilles ressemblent à celles du houx *Ilex aquifolium*. (Pratella 1994). (Manos et al, 2001))

Caractères descriptifs :

- _ Tronc court et souvent tortueux ;
- _ Feuilles alternes, coriaces, petites (longues de 3-9 cm) de forme variable (entières, dentées ou épineuses) avec un pétiole court, vert foncé, luisantes sur le dessus, pubescentes et blanchâtres dessous
- _ Fleurs unisexuées, les mâles sont très abondantes. Ce sont des chatons pendants à la base des pousses de l'année
- _ Les glands sont bruns, de dimension variant de 1 à 3 centimètres de long. (Solignat et Chapa, 1975).



Figure 13: la plante de pin d'Alp (https://fr.wikipedia.org/wiki/Pinus_halepensis#).

- _ Ils développent un pivot ondulé portant de courtes racines latérales

Caractères biologiques

C'est un arbre de 20 à 30 mètres de haut. Selon la classification de Raunkier il fait partie des Phanérophytes (mésophanérophytes). Son feuillage est persistant. Il a une longévité de 200 à 2 000 ans. Il fait partie des plantes monoïques. La floraison s'étend d'avril à mai. Il est pollinisé spécifiquement par les insectes (entomophilie) mais les fruits sont dispersés par de nombreux autres animaux (zoochorie).

C'est une espèce postpionnière notamment utilisée pour stabiliser les dunes du littoral du golfe de Gascogne (lande mésophile). Référence *Tela Botanica* (France métro [archive]) : *Pinus halepensis* [archive]

Classification scientifique

Règne :Plantae

Sous-règne :Tracheobionta

Division :Magnoliophyta

Classe :Magnoliopsida

Sous-classe :Hamamelididae

Ordre :Fagales

Famille :Fagaceae

Genre :*Quercus*



Figure 14: la plante de Chêne vert

Prévosto Bernard, *Le pin d'Alep en France*, Quae, 2013, p. 69.« Site expérimental de Saint-Mitre-les-Remparts »

*Chapitre 04 : Résultats et
discussion*

1. Résultat des analyses physico-chimiques du sol :

L'exploitation des résultats des analyses pédologiques nous a permis de caractériser les paramètres physicochimiques du sol dans les deux stations. Les résultats obtenus sont représentés dans les tableaux suivants:

Tableau 9: Variation de potentiel hydrique pH (eau) (PH)de la station de Chêne vert et de la station de pin d'Alp

	P1(0_10cm)	P2(10_20cm)	P3(20_30cm)	
Ph eau de Chêne vert	cp1	6.2	6.09	6.06
	cp2	6.18	5.93	5.77
	cp3	6.24	6.35	6
	cp4	6	5	6.7
	cp5	5.9	6.2	7.5
Ph eau de pin d'Alp	Pp1	5.3	6	7.2
	Pp2	6.3	5.8	6.5
	Pp3	7	6.5	7
	Pp4	6.1	6.5	7
	pp5	6.9	6.7	6.8

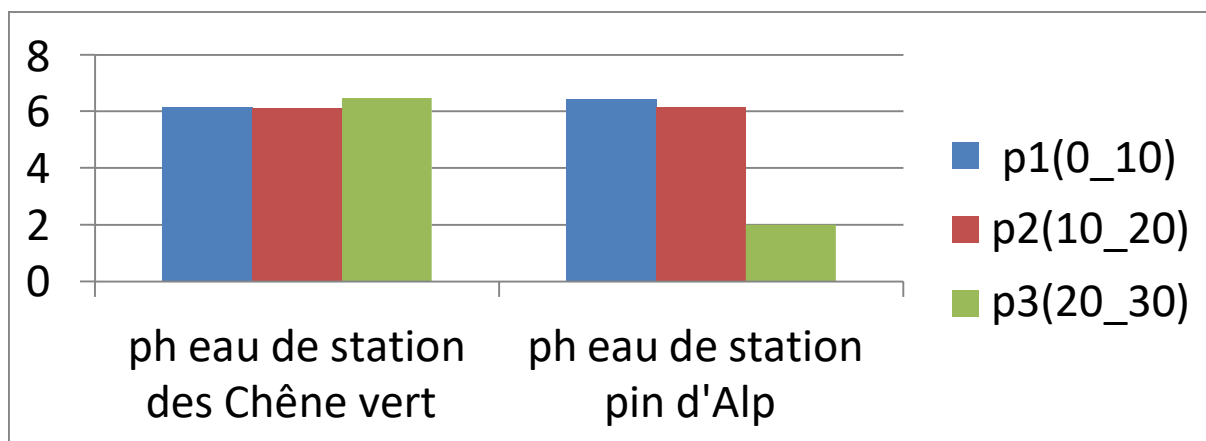


Figure 15: Variation de potentiel hydrique pH (eau) (PH) des sols des station étudiés

1.1 Le potentiel hydrique pH (eau) :

Selon le tableau (9), le pH des sols étudiés dans la station des **Chêne vert** est de 6.16 pour les premier profondeurs (0_10cm) et de 6.11 pour les deuxièmes profondeurs (10_20cm) et 6.46 pour les troisièmes profondeurs (20_30cm) donc on peut dire que notre sol est un sol acide à légèrement acide .

Et le pH des sols étudiés dans la station de **pin d'Alp** est de 6.44 pour les premier profondeurs (0_10cm) et de 6.16 pour les deuxièmes profondeurs (10_20cm) et 6.9 pour les troisièmes profondeurs (20_30cm) donc on peut dire que notre sol est aussi un sol acide à légèrement acide.

Tableau 10: Variation de la conductivité électrique (CE) de la station de Chêne vert et de la station de pin d'Alp

		P1(0_10cm)	P2(10_20cm)	P3(20_30cm)
CEdS-1 de la station de Chêne vert	cp1	0.07	0.03	0.01
	cp2	00	00	00
	cp3	0.02	0.01	0.01
	cp4	0.01	0.03	0.02
	cp5	0.01	00	0.01
CEdS-1 de la station de pin d'Alp	Pp1	0.03	0.02	0.02
	Pp2	00	0.03	00
	Pp3	0.02	00	0.03
	Pp4	0.03	0.02	0.01
	pp5	00	0.01	00

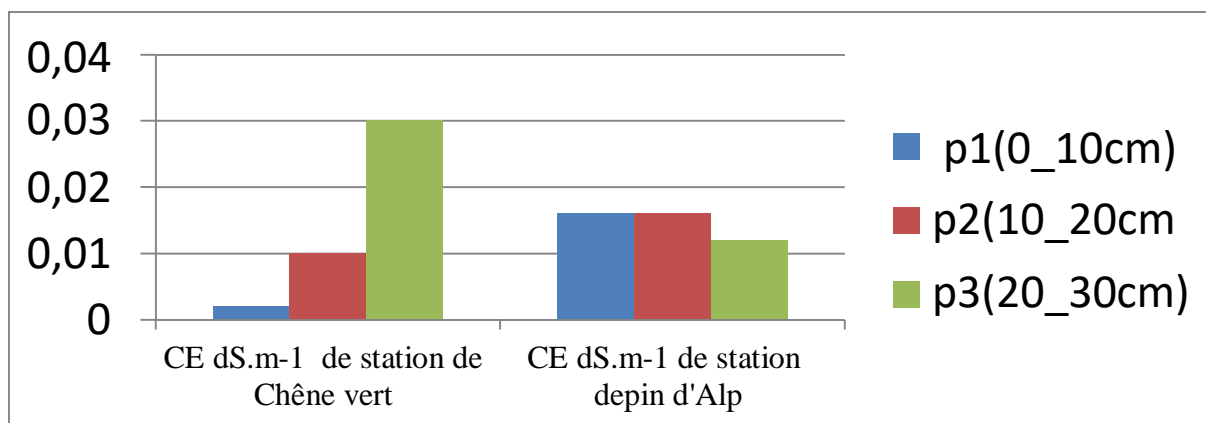


Figure 16: Variation de la conductivité électrique (CE) des sols de s station étudiés

1.2 La conductivité électrique (CE)

Selon le tableau (10) Les résultats des analyses de la conductivité électrique montrent que les valeurs s'échelonnent de à 0.022 dS.m-1 pour les premier profondeurs (0_10cm) et à 0.01 dS.m-1 pour les deuxièmes profondeurs (10_20cm et à 0.03 dS.m-1 pour les troisièmes profondeurs (20_30cm) dans tous les différents profils étudiés de ce stations. Selon **SSDS (1993)**, le sols de station de **Chêne vert** d'étude sont non salins.

Et Les résultats des analyses de la conductivité électrique de la station de **pin d'Alp** montrent que les valeurs s'échelonnent de à 0.016 dS.m-1 pour les premier profondeurs (0_10cm) et à 0.016dS.m-1 pour les deuxièmes profondeurs (10_20cm) et à 0.012 dS.m-1 pour les troisièmes profondeurs (20_30cm) dans tous les différents profils étudiés de ce stations. Selon **SSDS (1993)**, le sols de station de **pin d'Alp** d'étude sont non salins.

Tableau 11: Variation de taux de matière organique (MO) (%) de la station de Chêne vert et de la station de pin d'Alp

		P1(0_10cm)	P2(10_20cm)	P3(20_30cm)
MO (%) De la station de Chêne vert	cp1	10.70	3.17	3.70
	cp2	18.14	3.14	15.2
	cp3	21.57	3.17	3.17
	cp4	10.71	2.64	2.30
	cp5	13.93	4.2	2.64
MO (%) de de la station de pin d'Alp	Pp1	7.75	2.4	3.17
	Pp2	10.04	1.59	3.17
	Pp3	8.05	1.06	2.12
	Pp4	7.01	2.12	2.64
	pp5	6.2	0.53	2.12

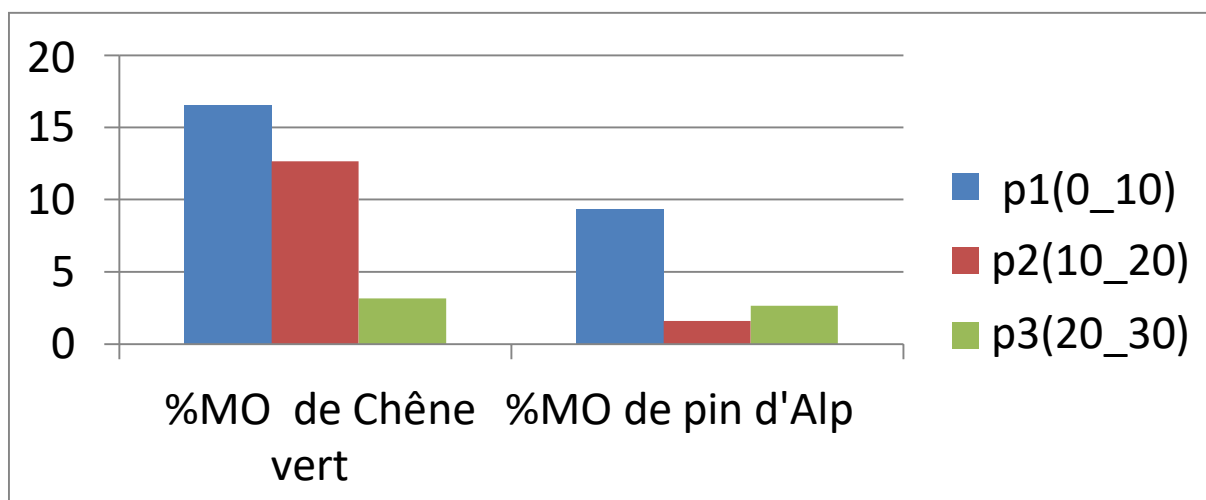


Figure 17: Variation de taux de matière organique (MO) des sols des stations étudiées

1.3 La matière organique (MO)

Selon les tableaux (11) Les résultats des analyses de La matière organique (MO) de station de **Chêne vert** montrent que les valeurs s'échelonnent de à 16.51 (%) pour les premier profondeurs (0_10cm) et à 12.65 (%) pour les deuxièmes profondeurs (10_20cm et à 3.154 (%) pour les troisièmes profondeurs (20_30cm) d. Et Les résultats des analyses de station de **pin d'Alp** montrent que les valeurs s'échelonnent de à 9.30 (%) pour les premier profondeurs (0_10cm) et à 1.57 (%) pour les deuxièmes profondeurs (10_20cm) et à 2.64 (%) pour les troisièmes profondeurs (20_30cm) Solon la figure Le sol qui contient les quantités de matière organique les plus élevés sont localisée essentiellement dans la station des **Chêne vert** qui présentent un pourcentage maximale.et en générale en observe que les premier profondeurs représente le taux le plus élever de la matière organique que les deuxièmes profondeurs dans les deux stations.

Tableau 12: Variation de taux de carbone organique (CO) (%) de la station de Chêne vert et de la station de pin d'Alp

		P1(0_10cm)	P2(10_20cm)	P3(20_30cm)
CO(%) de la station de Chêne vert	cp1	10.87	1.85	2.15
	cp2	10.55	1.85	1.00
	cp3	12.54	1.84	1.84
	cp4	1.84	6.23	1.54
	cp5	10.12	8.10	1.54
CO(%) de la station de pin d'Alp	Pp1	4.51	1.54	1.85
	Pp2	5.84	0.92	11.85
	Pp3	3.12	0.62	1.23
	Pp4	3	1.23	1.54
	pp5	5.12	0.31	1.23

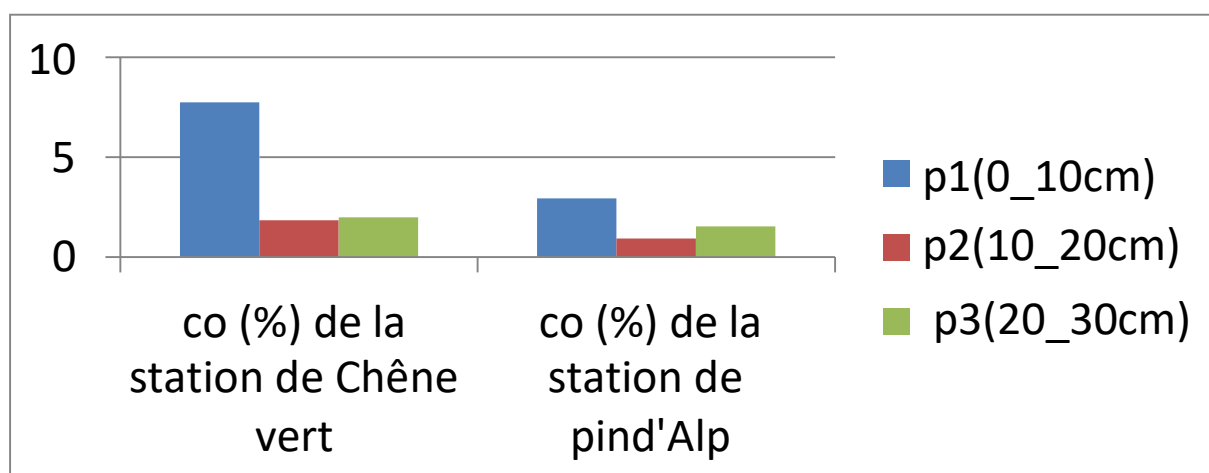


Figure 18: Variation de taux de carbone organique (CO) (%) des sols des stations étudiées

1.4 carbone organique CO(%)

Selon le tableau (12) Les résultats des analyses de La matière organique (MO) de station de **Chêne vert** montrent que les valeurs s'échelonnent de à 17.54(%) pour les premier profondeurs (0_10cm) et à 1.842(%) pour les deuxièmes profondeurs (10_20cm)et à1.98(%) pour les troisièmes profondeurs (20_30cm) d. Et Les résultats des analyses de station de **pin d'Alp** montrent que les valeurs s'échelonnent de à 2.922(%) pour les premier profondeurs (0_10cm) et à 0.924 (%) pour les deuxièmes profondeurs (10_20cm) et à 1.534 (%) pour les troisièmes profondeurs (20_30cm) Selon la figure Le sol qui contient les quantités de matière organique les plus élevés sont localisée essentiellement dans la station des **Chêne vert** qui présentent un pourcentage maximale.et en générale en observe que les premier profondeurs représente le taux le plus élevé de la carbone organique que les deuxièmes profondeurs dans les deux stations.

2. Discussion

2.1 Le potentiel hydrique pH (eau)

Le **pH** est un paramètre très important de la dynamique du sol car le degré d'acidité ou de basicité joue un rôle très important sur l'assimilation des éléments dans le sol. Il a une influence sur trois processus importants dans le sol : la biodisponibilité des nutriments, l'activité biologique et la stabilité structurale. La variation du pH dépend des variations saisonnières et du pouvoir tampon du sol (le nombre d'ions en réserve dans le complexe argilo-humique), de l'état hydrique du sol, de sa température et de la présence ou non d'une culture en période de croissance active (**Baize, 2000**).

En pédologie, dans le cas des sols acides, il est intéressant de déterminer le **pH** d'une suspension de sol dans une solution de chlorure de potassium (**pH kcl**).

Le pH de l'horizon superficiel du sol varie significativement en fonction de l'essence L'impact des essences est surtout significatif dans les dix premiers centimètres du sol (**Ovington, 1953 in AUGUSTO 1999**). Ceci est du à la proximité de ce volume de sol avec de nombreux facteurs dépendants de l'essence tels que la composition de la litière et des pluviollessivats. Le pH de l'horizon superficiel du sol varie significativement en fonction de l'essence.

Les valeurs de PH obtenue montre que le **pH**, des sols étudiés sont neutres à légèrement acide.

2.2 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, 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**).

La valeur extrême de la conductivité électrique de sol étudié est de 0.01 à 0,02 pour dans les deux stations.

L'analyse de la conductivité électrique (CE) montre qu'elle est très faible, indiquant que notre sol est non salin pour les différentes profondeurs des profils étudiées dans les deux stations.

2.3 La matière organique (MO)

La matière organique (MO) 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**). Elle représente ainsi un indicateur important de la dégradation de la qualité des sols.

Dans les échantillons de sol non calcaires, tout le carbone est celui engagé dans les molécules, de toutes dimensions, des matières organiques. Cette dernière représente un réservoir important dans le cycle du carbone. Des études récentes ont démontré l'importance de la séquestration du CO_2 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**). Les résultats obtenus montrent que les valeurs les plus élevées de la matière organique sont observés au niveau de premier horizon pour les deux stations étudiées. et généralement le taux de la matière organique est très élevé dans la station des châtaigniers en comparant avec la station des quatre bancs. Ceux-ci confirment que la teneur de Matière organique dans les sols est liée à la production de biomasse. Donc le facteur qui influence le taux de matières organiques dans le sol sont à la fois naturel et anthropique, les facteurs naturels les plus importants sont : le climat, le type de roches mères, la couverture végétale, le type de végétation, et la topographie. (**Van Wesemael, 2006**). D'après **Duthil (1973)**, le taux de matière organique est normal lorsqu'il est inférieur à 4, ce qui est le

cas des sols de la station de pin d'Alp . Les sols dépassant un taux de 4%, sont considérés humifères par le même auteur. Ce qui est le cas pour la deuxième station (**Chêne vert**).

Des études récentes ont montré que l'occupation ancienne d'une parcelle à des fins agricoles pouvait avoir une influence "positive" significative sur le fonctionnement actuel du sol (**Koerner et al, 1997**). L'impact des essences est surtout significatif dans les dix premiers centimètres du sol (**Ovington, 1953 in AUGUSTO 1999**). Ceci est dû à la proximité de ce volume de sol avec de nombreux facteurs dépendants de l'essence tels que la composition de la litière et des pluviollessivats.

Une réduction de la teneur en matière organique 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. La matière organique est considérée comme un composant vital d'un sol sain; sa réduction donne un sol dégradé. La matière organique se décompose plus rapidement à des températures plus élevées, si bien que les sols des climats plus chauds tendent à contenir moins de matière organique que ceux des climats plus frais (**S.A.S.C, 2009**).

2.4 La texture

2.4.1 La vulnérabilité des sols par rapport les caractères physico-chimique

D'après **A.D.C.S. (2009)**, La matière organique est considérée comme un composant vital d'un sol sain; sa réduction donne un sol dégradé. La perte de matière organique du sol réduit lacapacité d'infiltration de l'eau dans ce sol, ce qui augmente le ruissellement et l'érosion. L'érosion à son tour réduit la teneur en matière organique en lessivant la couche arable du sol, fertile. Une réduction de la teneur en carbone organique signifie aussi une réduction de la nourriture à disposition pour les organismes vivants présents dans le sol, et donc une réduction de la biodiversité du sol.

La propriété intéressante des sols sableux est leur porosité élevée. Par contre ils neretiennent pas du tout l'eau. Dans ces sols, ce sont les matières organiques qui vont permettre de retenir l'eau, en jouant le rôle d'éponge. (**A.D.T. 2012**)

Un sol peut se restructurer naturellement grâce au climat, c'est-à-dire l'alternance de gel/dégel ou la dessiccation, et l'activité biologique via l'enracinement des végétaux ou à l'activité des organismes du sol. La restructuration est d'autant plus rapide que le sol est riche en argile.

La fissuration des sols se produit sous l'effet du climat. Elle est effective pour les sols comportant au moins 15 % d'argiles et forte dès que ce taux dépasse 20 %. C'est le retrait des argiles lors de leur dessèchement qui laisse apparaître les larges fissures. Lors de leur réhumectation, elles gonflent à nouveau, refermant le réseau des fissures tout en permettant de parfaire l'action de fissuration naturelle des zones compactées. Ce phénomène est moins marqué au climat humide. Quelques exceptions existent, comme certains sols contenant des argiles peu gonflantes. Quant aux sols les plus battants, ils ont un faible niveau de fissuration. Leur capacité à se restructurer naturellement est donc plus lente. **(Boizard *et al*, 2013).**

Conclusion générale

Dans le cadre du projet de l'institut national de la recherche forestière (I. N.R .F), financée par la direction générale de recherches scientifiques et développement technologique, nous avons effectué une étude au niveau du parc de Chrea , qui vise à comparer les paramètres physico-chimiques du sol des parcelles à dominance Pin d'ALEP (*Pinus halepensis*) et Chêne vert (*Yeuse Quercus ilex*),

Cette recherche vise à comparer la capacité du sol à stocker le carbone organique, Un premier constat révèle qu'à l'origine, une combinaison de facteurs pédologiques, climatiques, et environnementaux permet de sélectionner les mécanismes de séquestration de carbone par ces sols forestiers, la série d'analyses pédologiques effectuées lors de cette étude donnent une vision générale des principaux paramètres physico-chimiques des sols forestiers de la zone de Chréa , il s'agit :

- ✓ D'une classe de texture argilo limoneux-sableuse pour les deux stations ;
- ✓ Un pH neutres à légèrement acide ;
- ✓ Des valeurs de CE faibles renseignant sur des sols non salin
- ✓ Un taux de calcaire très faible

Cependant le taux de la matière organique est très élevé est une preuve d'un bon stockage du carbone organique ,qui les rend favorable a un meilleur stockage du carbone organique luttant contre l'effet de serre.

Au terme de cette étude et en réponse à une partie de ce projet, les sols forestiers de Chréa sont sains et la santé des sols se répercute inévitablement sur la santé des écosystèmes forestiers et sur la productivité forestière. **(Boileau, 2007).**

Bibliographie

- **A.D.C.S. (2009)**- Réduction du taux de matière Organique. Fiche technique n°. 3: 53-49p.
- **A.D.T. (2012)**- Rôles des Matières Organiques dans le sol. Fiche N°2. 21-30p.
- **ABDESSEMEDK.**, 1981-Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le massif des Aurès et de Belezma : étude phytosociologique, problème de conservation et d'aménagement. *Thèse doct. Ing.*, Fac.St. Jérôme, Marseille.199p.
- **Abdou g. et Oukhlaf n.**, 2002 – Etude phytoécologique des formations végétales de la partie centrale du Parc National de Chréa et proposition de réhabilitation par l'étude de quelques espèces "rustiques". *Mém. Ing. Eco-Env.*, U.S.T.H.B., Alger, 43 p.
- **Abiven S., 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.
- **AFNOR.(2003).** Qualité du sol –Détermination de la distribution granulométrique des particules du sol – Méthode à la pipette. NFX 31-107. Paris (France).
- **Alatou DJ, Benderradji, Tir** (1999) les interférences entre le climat et la végétation dans l'extrême nord-est Algérien Essais d'expression cartographique au 1/200.000.55-59p.
- **Anonyme 1.** (2006)-secteur et sous-secteur biogéographique de l'Algérie Tellienne.20p
- **Aubert.** (1970)-Influence de la végétation sur le sol, Influence de la végétation sur les processus de la pédogenèse.12p.
- **AUGUSTO ., 1999.** Etude de l'impact de quelques essences forestières sur le fonctionnement biogéochimique et la végétation de sols acides. Thèse de Doct en Sciences de la Terre. Université Nancy-1.72p.
- **BAGNOULS., GAUSSEN.,** 1953-Saisons sèche set indice xero thermique. Document Pour les cartes de production végétale.Toulouse. Série généralités.T3.1953.Vol1 Art8.
- **Baize. D. (1988).** Guide des Analyses Courantes en Pédologie. INRA. (France), 172 p. ISBN: 2-7380- 0075-4.
- **Baize.D. (2000).** Teneurs totales en «métaux lourds» dans les sols français: résultats généraux du programme ASPITET. *Le Courrier de l'Environnement de l'INRA*, 40: 39–54.
- **Balesdent J., 1996.** UN point sur l'évolution des réserves organiques des sols en France. *Etude et gestion des sols*. INRA. (Afes). Vol 3 N°4. Paris. Pp 245-260.
- **Banville . (2009)**-Caractérisation des stocks de carbone de 5 types de formations végétales dans un secteur du bassin versant de la rivière eastmain, baie james. Univ du Québec à Montréal. 158p., 16 Tab., 23 fig.
- **Banville.** (2009)-Caractérisation des stocks de carbone de 5types de formations végétales dans un secteur du bassin versant de la rivière eastmain,baiejames.Univ du Québec à Montréal. 158p, 16 Tab., 23fig.

Annexe 01 : Résultats analyses _sol_Halfaoui_Dahmani_juin 22

Code echt	designation	PH	CE (µS/cm)	NT %	CO %	MO(%)	c/n
1473	cp1:0_10	6,2	0,07	0,56	10,87	18,70	19,41
1474	cp1:10_20	6,09	0,03	0,7	1,85	3,17	2,64
1475	cp1:20_30	6,06	0,01	0,42	2,15	3,70	5,13
1476	cp2:0_10	6,18	0,00	0,28	10,55	18,14	37,67
1477	cp2:10_20	5,93	0,00	0,56	1,85	3,17	3,29
1478	cp2:20_30	5,77	0,00	0,28	1,02	5,12	3,64
1479	cp3:0_10	6,24	0,02	0,42	12,54	21,57	29,86
1480	cp3:10_20	6,35	0,01	0,28	1,85	3,17	6,59
1481	cp3:20_30	6	0,01	0,56	1,85	3,17	3,29
1482	cp4:0_10	6,5	0,01	0,56	6,23	10,71	11,12
1483	cp4:10_20	6	0,03	0,42	1,54	2,64	3,66
1484	cp4:20_30	7	0,02	1,4	2,54	4,12	1,81
1485	cp5:0_10	5,9	0,01	0,98	8,10	13,93	8,26
1486	cp5:10_20	6,2	0,00	0,7	2,54	7,12	3,63
1487	cp5:20_30	7,5	0,01	0,84	1,54	2,64	1,83
1488	pp1:0_10	5,9	0,03	0,42	4,51	7,75	10,73
1489	pp1:10_20	6	0,02	0,7	1,54	2,64	2,20
1490	pp1:20_30	7,2	0,02	0,56	1,85	3,17	3,29
1491	pp2:0_10	6,3	0,00	0,28	5,84	10,04	20,85
1492	pp2:10_20	5,8	0,03	0,84	0,92	1,59	1,10
1493	pp2:20_30	6,5	0,00	0,7	1,85	3,17	2,64
1494	pp3:0_10	7	0,02	1,12	2,00	1,54	1,79
1495	pp3:10_20	6,5	0,00	0,98	0,62	1,06	0,63
1496	pp3:20_30	7	0,03	0,56	1,23	2,12	2,20
1497	pp4:0_10	6,1	0,03	0,42	1,87	8,12	4,45
1498	pp4:10_20	6,5	0,02	0,84	1,23	2,12	1,46
1499	pp4:20_30	7	0,01	0,98	1,54	2,64	1,57
1500	pp5:0_10	6,9	0,00	0,28	0,54	1,02	1,93
1501	pp5:10_20	6,7	0,01	0,42	0,31	0,53	0,73
1502	pp5:20_30	6,8	0,00	2,24	1,23	2,12	0,55

Annexe 2

Annexe 02 : RESULTATS GRANULOMETRIE_juin22

Désignation	n: ECHT	Désignation	A %	LF%	SF%	SG%	LG%
cp1:0_10	1473	1	18,8	24,9	9,95	32,8	13,56
cp1:10_20	1474	2	27,7	20,5	11,16	33,54	7,11
cp1:20_30	1475	3	14,45	25,9	7,3	42,82	9,53
cp2:0_10	1476	4	30,1	1,85	9,55	38,02	20,48
cp2:10_20	1477	5	33,5	12,65	7,47	39,74	6,64
cp2:20_30	1478	6	31,7	15,35	7,11	39,62	6,22
cp3:0_10	1479	7	25	5,5	12,75	42,01	14,75
cp3:10_20	1480	8	19,45	8,4	9,25	42,15	20,75
cp3:20_30	1481	9	12,9	29,4	8,01	43,02	6,67
cp4:0_10	1482	10	41,1	29,35	4,41	21,51	3,6
cp4:10_20	1483	11	43,15	0,35	4,4	26,14	26
cp4:20_30	1484	12	18,3	29,85	3,59	24,38	23,9
cp5:0_10	1485	13	13,2	20,65	3,07	15,86	47,2
cp5:10_20	1486	14	20,25	6	4,17	21,24	48,3
cp5:20_30	1487	15	42,4	1,7	4,05	22,25	29,6
pp1:0_10	1488	16	15,95	6,85	5,18	21,58	50,4
pp1:10_20	1489	17	5,1	21	5,64	31,56	36,7
pp1:20_30	1490	18	17,6	11,55	10,94	31,97	28
pp2:0_10	1491	19	12,75	11,05	7,22	42,7	26,3
pp2:10_20	1492	20	28,15	17,45	11,01	27,52	15,9
pp2:20_30	1493	21	16,35	28,8	14,81	26,24	13,8
pp3:0_10	1494	22	17,1	18,65	7,59	21,17	35,5
pp3:10_20	1495	23	6,95	38,35	9,12	25,12	20,5
pp3:20_30	1496	24	13,9	15,3	6,93	22,24	41,6
pp4:0_10	1497	25	18,9	3,35	13,86	25,64	38,2
pp4:10_20	1498	26	24,6	4,5	4,17	24,38	42,35
pp4:20_30	1499	27	26,65	1,55	4,05	15,86	51,9
pp5:0_10	1500	28	13,15	17,4	5,18	21,24	43,03
pp5:10_20	1501	30	12,3	21,1	5,64	22,25	38,71
pp5:20_30	1502	31	10,4	7,2	10,94	21,58	49,88