

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES



FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

# Mémoire

**De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master**

**Domaine** : Sciences de la nature et de la vie (S.N.V.)

**Filière** : Sciences Biologiques

**Spécialité** : Biologie de la Conservation

Intitulé du thème :

**Contribution à l'étude du potentiel de séquestration  
et de la variation du stock de carbone organique  
sous oliveraies dans la région de Sidi Bel Abbes**

Présenté par : Melle BENTEKHICI Meriem

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : Mr. BACHIR-BOUIJRA S.eddine (Université Sidi Bel Abbes)

Examinateur : Mr. DJELLOULI Riad (Université Sidi Bel Abbes)

Promotrice : Mme . FARAOUN Fatiha (Université Sidi Bel Abbes)

**Année universitaire 2019 – 2020**

*Session* : « 01 »

### **Remerciements:**

*A l'issue de ce travail, Je remercie avant tout ALLAH, tout puissant, de m'avoir donné volonté, courage et patience pour accomplir ce modeste travail.*

*J'adresse mes plus sincères remerciements à mon encadreur Mme Faraoun F , pour son entière disponibilité, ses conseils judicieux et la pertinence de ses corrections, ce qui m'a permis d'achever à bien ce travail. Je voudrais également, lui témoigner ma gratitude pour sa patience et son soutien qui m'ont été très précieux pour mener ce travail à bon port*

*Mes remerciements vont aussi aux membres du jury, qui ont acceptés d'examiner ce présent travail*

*Enfin, mes remerciements s'adressent à ma famille pour leurs soutiens permanents et à toutes les personnes qui ont contribuées de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

**Résumé :**

Le carbone organique du sol est extrêmement important dans le cycle global du carbone, la séquestration du Carbone dans les écosystèmes de sol non perturbés peut être un puits de C et peuvent atténuer le changement climatique lié aux gaz à effet de serre. L'Olivier est connu du fait qu'il possède un potentiel très important en ce qui concerne la séquestration du carbone organique dans le sol, toutefois, le stockage du carbone organique est toujours sous l'influence de facteurs topographique entre autres. Cette étude vise à évaluer la variation du stock de carbone organique en fonction de la profondeur, et à déterminer quels sont les principaux influents. Les parcelles échantillonnées sont choisies selon leurs position géographique, le premier profil a pris place dans une ferme dans la commune de Sidi Lahcen et affiche une valeur cumulative de 272 t/ha, tandis que les trois autres profils ont été réalisé au niveau du mont de Tessala, leur stock cumulé en carbone varie entre 117 t/ha et 604 t/ha, soit une moyenne de 427 t/ha. Le stock de carbone a remarquablement augmenté en fonction de la profondeur, les résultats ont indiqué que les variations de stock de carbone semblaient être tributaires de la texture, la pente, la densité apparente, les éléments grossiers et l'altitude. Le taux de séquestration est principalement déterminé par les paramètres physiques du milieu.

**Mots clés :** Carbone séquestré, Olivier, Profondeur, Pente, Carbone organique, Sol

**Abstract:**

Soil organic carbon is extremely important in the global carbon cycle, Carbon sequestration in undisturbed soil ecosystems can be a C sink and can mitigate climate change related to greenhouse gases. The olive tree is known to have great potential for sequestering organic carbon in the soil, however, the storage of organic carbon is always influenced by topographical factors among others. This study aims to assess the variation of organic carbon stock as a function of depth, and to determine which are the main influences. The plots sampled are chosen according to their geographical position; the first profile took place on a farm in the town of Sidi Lahcen, and displays a cumulative value of 272t/ha, while the other three profiles were carried out at Tessala Mount, their cumulative carbon stock varies between 117t/ha and 604t/ha, so an average of 427t/ha. Carbon stock increased remarkably with depth, the results indicated that changes in carbon stock appeared to be dependent on texture, slope, bulk density, coarse elements and elevation. The rate of sequestration is mainly determined by the physical parameters of the medium.

**Key words :** Sequestered, carbon, Olive tree, Depth, Slope, Organic carbon, Soil.

## الملخص:

يعتبر الكربون العضوي للتربة مهمًا للغاية في دورة الكربون ، ويمكن أن يكون حبس الكربون في النظم البيئية للتربة غير المضطربة بمثابة بالوعة C ويمكن أن يخفف من تغير المناخ المرتبط بغازات الاحتباس الحراري. من المعروف أن شجرة الزيتون لديها إمكانات كبيرة لعزل الكربون العضوي في التربة ، ومع ذلك ، فإن تخزين الكربون العضوي يتأثر دائمًا بالعوامل الطبوغرافية من بين الأمور أخرى. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تباين مخزون الكربون العضوي كدالة للعمق ، وتحديد المؤثرات الرئيسية. يتم اختيار قطع الأراضي التي تم أخذ عينات منها وفقًا لموقعها الجغرافي ؛ تم إجراء الملف الأول في مزرعة في بلدة سيدي لحسن ، حيث سجل 272 طنًا / هكتار كمخزون الكربون المحتبس في الأرض ، بينما تم تنفيذ الملامح الثلاثة الأخرى في جبل تسالة ، ويتراوح مخزون الكربون التراكمي بين 117 طنًا / هكتارًا و 604 طنًا / هكتار. ، لذلك بمتوسط 427 طن / هكتار. زاد مخزون الكربون بشكل ملحوظ مع العمق ، أشارت النتائج إلى أن التغيرات في مخزون الكربون تعتمد على الملمس ، والانحدار ، والكثافة الظاهرية ، والعناصر الخشنة ، والارتفاع. يتم تحديد معدل الحبس بشكل أساسي من خلال العوامل الفيزيائية للوسط.

## **Liste des abréviations :**

**%** : Pour cent

**A** : Argile

**Alt** : Altitude

**C** : Carbone

**Ca** : Calcium

**Ca a** : Calcaire actif

**Ca t** : Calcaire totale

**CBD** : La convention sur la biodiversité

**CDD** : La convention pour combattre contre la désertification

**CE** : Conductivité électrique

**CH<sub>4</sub>** : Méthane

**CO** : Carbone organique

**CO<sub>2</sub>** : Carbone dioxyde

**COD** : Carbone organique dissous

**COP** : Conférence des parties

**COS** : Carbone organique du sol

**C critique** : le seuil critique en Carbone

**C sat** : Carbone saturation

**Da** : Densité apparente

**EG** : Eléments grossiers

**EP** : Epaisseur

**g / kg** : Gramme par kilogramme du sol

**g / l** : Gramme par litre

**GES** : Gaz à effet de serre

**Gt C** : Gigatonnes de Carbone

**H** : horizon

**HCl** : Acide Chlorhydrique

**ICRAF** : Centre international pour la recherche en agroforesterie

**K** : Potassium

**Kg.C ha/an** : Kilogramme du Carbone par hectare par an

**Kg / m<sup>2</sup>** : Kilogramme par mètre au carré

**L** : Limon

**LA** : Texture Limono-Argileuse

**LAS** : Texture Limono-Argilo-Sableuse

**Lg** : Limon grossier

**Lf** : Limon fin

**LS** : Limono-Sableuse

**Mg** : Magnésium

**Mm** : millimètre

**MO** : Matière organique

**MOS** : Matière organique du sol

**N** : Azote

**N<sub>2</sub>O** : Protoxyde d'Azote

**NIRS** : Near infra-red reflectance spectroscopy

**P** : Phosphore

**P<sub>(n)</sub>** : Profile

**Pg** : Pétagramme

**S** : Sable

**SPIR** : Spectroscopie proche infrarouge

**t/ha** : Tonne par hectare

**TXT** : Texture

**UNFCC** : La convention sur le changement climatique

**USDA** : Département d'agriculture américain

**UNESCO** : Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture

## **Liste des figures :**

<b>Figure 01 :</b> Diagramme ombrothermique Sidi Bel Abbes(1982-2012)(Climate-Data 16-03-2020).....	24
<b>Figure 02 :</b> Courbe de température de Sidi bel abbes (1982-2012) (Climate-data 16-03-2020).....	25
<b>Figure 03 :</b> Localisation cartographique des profils pédologiques.....	26
<b>Figure 04 :</b> Localisation cartographique du profil 1.....	27
<b>Figure 05 :</b> Localisation cartographique des profils 2 et 3 et 4.....	27
<b>Figure 06 :</b> L'utilisation du couteau pour distinguer entre les horizons (Profil1-Sidi Lahcen).....	28
<b>Figure 07 :</b> L'appréciation du Calcaire à l'aide du HCl (Profil 2-Mont Tessala).....	28
<b>Figure 08 :</b> L'emplacement du profil pédologique 1-Sidi Lahcen.....	29
<b>Figure 09 :</b> L'emplacement du profil pédologique 2- Mont Tessala.....	30
<b>Figure 10 :</b> L'emplacement du profil pédologique 3- Mont Tessala.....	31
<b>Figure 11 :</b> L'emplacement du profil pédologique 4- Mont Tessala.....	32
<b>Figure 12:</b> Le pourcentage des éléments minéraux par horizon de sol Les éléments grossiers.....	40
<b>Figure 13 :</b> Variation des paramètre chimiques au fil des horizons.....	42
<b>Figure 14 :</b> Variation de quantités totales de SCO et de CO et de MO.....	47

## **Liste des Tableaux :**

<b>Tableau 01 :</b> Teneur moyenne en carbone organique pour quelques types de sols (Classification FAO-UNESCO et WRB) (d'après Batijes ,1996).....	7
<b>Tableau 02 :</b> stades de développement en fonction de la température. (ITAF , 2015).....	12
<b>Tableau 03 :</b> Caractéristiques d'un sol jugé adéquat pour l'olivier (Masmoudi et al.2016)...	14
<b>Tableau 04 :</b> Description de la wilaya de Sidi Bel Abbes (DSA , 2017).....	24
<b>Tableau 05 :</b> La description des horizons de profil pédologique 01 .....	29
<b>Tableau 06 :</b> La description des horizons de profil pédologique 02.....	30
<b>Tableau 07 :</b> La description des horizons de profil pédologique 03.....	31
<b>Tableau 08 :</b> La description des horizons de profil pédologique 04.....	32
<b>Tableau 09 :</b> L'échelle d'interprétation de taux de Calcaire .....	33
<b>Tableau 10 :</b> L'échelle d'appréciation du Calcaire .....	33
<b>Tableau 11 :</b> L'échelle d'interprétation du pH.....	34
<b>Tableau 12 :</b> L'échelle d'interprétation de la matière organique.....	35
<b>Tableau 13 :</b> L'échelle d'interprétation des éléments grossiers .....	35
<b>Tableau 14 :</b> les résultats des analyses physiques.....	39
<b>Tableau 15 :</b> L'échelle d'appréciation de la Battance (Delaunois et al , 2013).....	41
<b>Tableau 16 :</b> Résultats des analyses des paramètres chimiques.....	42
<b>Tableau 17 :</b> Résultats des calcules des paramètres relatives au carbone organique su sol....	43
<b>Tableau 18 :</b> Les cumules totaux de carbone organique et de matière organique.....	44
<b>Tableau 19 :</b> Représentation de tous les résultats collectés.....	50

## **Table des matières :**

Remerciement

Liste des abréviations

Listes des figures

Liste des tableaux

Introduction

### **1. Généralité sur le carbone organique du sol**

1.1 Le carbone organique du sol (COS) .....	4
1.1.1. La séquestration du carbone .....	4
1.2. Facteurs abiotiques limitant la séquestration du (COS) .....	5
1.3. Technique de mesure de stock de carbone organique (SCO) .....	6
1.4. Le carbone et la couleur .....	7

### **2. Généralité sur l'Olivier**

2.1. L'Olivier.....	10
2.2. Botanique et physiologie de l'olivier .....	10
2.2.1. Classification botanique de l'olivier .....	10
2.2.2. Cycle de développement .....	10
2.3. Les exigences de l'olivier .....	11
2.3.1. Le Climat .....	11
2.3.2. Le sol .....	12
2.3.2.1. La profondeur .....	12
2.3.2.2. La texture .....	12
2.3.2.3. La pente .....	13
2.3.3. Les exigences chimiques .....	13
2.3.4. L'Eau .....	14
2.3.4. Sol jugé adéquat pour l'olivier .....	14
2.4. Symptômes de carences des principaux éléments .....	14

2.4.1. L'azote (N) .....	14
2.4.2. Potassium (K).....	14
2.4.3. Phosphore (P).....	15
2.4.4. Le calcium (Ca).....	15
2.4.5. Le bore (B) .....	15
2.4.6. Le magnésium (Mg) .....	15
2.5. Biologie de l'olivier .....	16
2.6. Le système racinaire .....	16
2.7. La séquestration de carbone dans les sols des oliviers .....	16
2.8. L'olivier et son pouvoir d'absorption des émissions de CO2 .....	17
<b>3.La séquestration du carbone dans le sol et l'environnement.</b>	
3.1.Le protocole de Kyoto .....	19
3.2. Conséquences et impacts principaux de la séquestration du carbone .....	20
3.2.1. Qualité et fertilité de sol .....	20
3.2.2. Impacts sur l'environnement .....	21
3.2.3. Biodiversité et fonctionnement biologique du sol.....	21
<b><u>Chapitre 02 : Matériel et méthodes</u></b>	
<b>1. Description de La zone d'étude</b>	
1.1. La wilaya de Sidi Bel Abbes .....	25
1.1.1. Climat .....	25
1.1.2. Température .....	26
1.1.3. L'oléiculture en Sidi Bel Abbes .....	26
<b>2.Les parcelles expérimentales.....</b>	<b>27</b>
<b>3. Méthode d'échantillonnage .....</b>	<b>28</b>
3.1. Profil pédologique 01.....	29
3.2. Profil pédologique 02.....	29
3.3. Profil pédologique 03.....	30
3.4. Profil pédologique 04.....	31

<b>4. Les analyses physico-chimiques.....</b>	<b>33</b>
4.1. Le dosage de calcaire.....	33
4.1.1. Calcaire total.....	33
4.1.2. Calcaire Actif.....	34
4.2. Mesure de Ph.....	34
4.3. Mesure de la conductivité électrique.....	34
4.4. Dosage du Carbone et la détermination du taux de matière organique.....	35
4.6. Les élément grossiers.....	35
4.7. Détermination de la texture.....	36
4.8. La densité apparente.....	36
4.9. Le taux de Carbone organique séquestré dans le sol.....	36

### **Chapitre 03 : Résultats et discussion**

<b>1. Les paramètres physiques.....</b>	<b>39</b>
1.1. La densité apparente.....	40
1.1. La battance.....	40
1.2. L'érodibilité.....	41
<b>2. Les paramètres chimiques.....</b>	<b>42</b>
<b>3. Les paramètres liés au carbone organique de sol.....</b>	<b>43</b>
3.1. Le taux de carbone organique séquestré dans le sol.....	44
<b>4. Les cumules totales de carbone organique et de matière organique.....</b>	<b>44</b>
<b>5. Discussion.....</b>	<b>45</b>

Conclusion

Référence bibliographique

Annexes

# **L'introduction**

## **L'introduction :**

L'olivier « *Olea europaea L. Ssp.europaea* » est un arbre symbolique et omniprésent dans la flore méditerranéenne depuis des millénaires à l'état sauvage (var. *Sylvestris*) ou cultivé (var. *Europaea*). Il est réputé pour sa grande rusticité, lui permettant de se développer et de fructifier sous des conditions de climat subaride et sur des sols parfois très pauvres. (Gharabi, 2018).Gomes et al, (2012), ont indiqué l'existence de plus de 805 millions d'oliviers dans le monde entier dont 98% sont concentrés sur le pourtour méditerranéen. En fait, le patrimoine génétique oléicole mondial est très riche en variétés. Il est constitué par plus de 2600 variétés différentes. En Algérie, l'olivier compte environ 32 millions d'arbres, réparties sur une superficie d'environ 328.884 ha, soit 34,09% du verger arboricole national. L'oléiculture algérienne est située principalement dans la partie nord du pays, où la plupart des vergers (80%) sont situés dans des zones montagneuses avec des sols pauvres.(Hadou 2017).

Ainsi, Les oliveraies constituent une zone de refuge et d'alimentation de certaines espèces animales, et à ce titre, l'olivier contribue au maintien de la biodiversité, ce qui à terme, devrait aboutir à une contribution positive de la filière oléicole à la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre (Abdelguerfi 2003) Les bosquets d'Olive (*Olea europaea L.*) Peuvent jouer un rôle fondamental en ce qui concerne la réduction d'impact attendu du changement climatique en raison de leur potentiel à séquestrer le carbone (C) dans le sol(Brilli 2018).Les océans, l'atmosphère et les systèmes terrestres sont les trois principaux puits qui régulent le cycle du carbone sur Terre, mais la teneur en carbone organique(CO) du sol peut être deux fois plus élevée que le C stocké dans la végétation(Lozano *et al.* 2014).

Les préoccupations sur le réchauffement global et l'augmentation des teneurs en gaz à effet de serre (GES) de l'atmosphère conduisent à s'interroger sur le rôle des sols en termes de source ou de puits de C. Les sols constituent un important réservoir de C, environ 1500 Gt C. Toute modification des conditions de milieu, peut induire des variations du stockage du carbone dans les sols. (Bernoux 2004). Ovaes et Collins (1986) ont évalué la variabilité du stock du carbone organique (SCO)dans des sols contrastés et ont conclu que la position topographique et les variations dans les propriétés du sol étaient significativement liées aux variations des stocks de carbone.

Le rôle des stocks forestiers de CO dans le cycle de carbone mondial a fait l'objet de recherches approfondies récemment, mais la distribution verticale du SCO et sa relation avec la profondeur du sol en plus de l'effet des caractéristiques topographiques sur sa dynamique ont reçu moins d'attention, surtout dans des conditions tempérées. (Bangroo *et al.*, 2016).

Dans cette perspective , et considérant la capacité importante des oliveraies à séquestrer le C dans leurs sol et la rareté des données sur la dynamique de carbone organique du sol dans ces systèmes , une étude a été conduite pour contribuer à évaluer le stock du Cdu sol sous Olivier sur l'ensemble du profil afin de définir la variation du C séquestré en fonction de la profondeur et des propriétés du sol, et ceci dans des régions de plaine et de montagne dans la wilaya de Sidi Bel Abbes , Les échantillons ont été sélectionnées pour fournir un échantillon représentatif en termes de type de sol et d'altitude , Les échantillons de sol ont été prélevés en ouvrant des fosses et en réalisant des profils pédologiques, Le nombre des échantillons prélevés dépendait du nombre d'horizons observés. Après la collecte, les échantillons ont été séchés à l'air puis traités au laboratoire pour déterminer la conductivité électrique, le pH, le calcaire total et actif, la teneur en carbone organique, la texture et les éléments grossiers, le calcul du taux de séquestration ainsi que l'appréciation des risques de battance et d'érodibilité ont été fait sur la base des résultats des paramètres physicochimiques obtenus et cités précédemment.

Les objectives de notre étude sont :

- Déterminer comment se distribue-il le taux de SCO selon la profondeur
- Déterminer les paramètres physico-chimiques du sol qui peuvent affecter sa distribution verticale naturelle
- Déterminer l'effet de l'altitude et de la pente sur le taux de SCO

La thèse comporte quatre parties successives et complémentaires qui sont :

- La première partie, est une synthèse bibliographique comprenant 3 chapitres, dont le premier aborde des généralités sur le carbone organique du sol, le deuxième aborde des généralités dur les Oliviers, et le troisième concerne la relation entre le carbone séquestré et l'environnement
- La seconde partie résume l'expérimentation qui comporte, description des profils pédologiques réalisés, et les méthodes d'analyses et les mesures adoptées dans notre travail de recherche
- La troisième partie présente les résultats obtenus
- Une Quatrième partie concernant la discussion des résultats obtenus et enfin la conclusion et les perspectives .

# **Considérations** **bibliographique**

## **1. Généralité sur le carbone organique du sol**

## **1.1. Le carbone organique du sol (COS) :**

Le grand cycle du carbone, dans lequel entre le carbone organique du sol (COS), prend en compte le cycle du carbone dans le sol, mais aussi dans la végétation, l'océan et l'atmosphère. On estime le contenu de COS à environ 1 500 PgC entre 0 et 1 mètre de profondeur. Cela représente plus de carbone que ce qui est actuellement contenu dans l'atmosphère (environ 800 PgC) et dans la végétation terrestre (500 PgC) réunis. Cette quantité phénoménale de COS n'est pas statique, mais évolue en permanence au travers de cycles entre les différentes réserves de carbone, sous des formes moléculaires diverses (Kane,2015)

Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et le méthane (CH<sub>4</sub>) sont les principaux gaz atmosphériques contenant du carbone. Dans le sol les organismes autotrophe (principalement les plantes) ainsi que les microbes photo- et chimie-autotrophe, synthétisent du CO<sub>2</sub> provenant de l'atmosphère, et produisent ainsi du matériel organique. le matériel organique mort (principalement sous forme de résidus de plantes ou exsudats) est incorporé au sol par le biais de la faune du sol. Au travers de la transformation du matériel organique par les microorganismes hétérotrophes, du carbone supplémentaire est intégré au sol. Ce processus de transformation du matériel organique résulte en une mixture biogéochimique complexe de composés de la litière des végétaux et de produits de la décomposition microbienne à différents degrés de décomposition. Ces produits peuvent être associés aux minéraux du sol ou bloqués au sein d'agrégats, permettant ainsi la persistance du COS dans le sol pendant des dizaines, des centaines, voire des milliers d'années (Schmidt *et al* ,2011)

Lorsque la matière organique du sol (MOS) est décomposée (ou minéralisé) par les microorganismes, du CO<sub>2</sub> est émis en retour dans l'atmosphère. Les exsudats racinaires qui libèrent des composés organiques à partir d'associations minérales protectrices, peuvent aussi entraîner des pertes de carbone, finalement une partie du carbone du sol est aussi exportée vers les rivières et océans sous la forme de carbone organique dissous (COD) (FAO 2017)

### **1.1.1. La séquestration du carbone :**

La séquestration du COS est un mécanisme par lequel le carbone atmosphérique est fixé et stocké dans le sol grâce aux plantes ou aux résidus organiques. A partir du CO<sub>2</sub> la séquestration du COS comporte trois étapes, Prélèvement du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère via la photosynthèse des végétaux Transfert de carbone de CO<sub>2</sub> en biomasse végétale Transfert du carbone de la biomasse végétale vers le sol dans lequel il est stocké. Sous forme de COS dans le réservoir le plus instable. Ce réservoir est caractérisé par le plus fort taux de renouvellement (de quelques jours à quelques années) et est composé de résidus de plantes

récemment incorporés et est rapidement décomposable par la faune du sol. Ce qui génère souvent conséquent, des émissions de CO<sub>2</sub> en retour dans l'atmosphère (Kane, 2015).

En général, le cycle du carbone et la séquestration du carbone sont plus actifs dans les horizons supérieurs du sol, alors que le carbone stable a un taux de renouvellement plus long, ce qui signifie qu'une plus grande proportion de COS se trouve dans les horizons de sol plus profonds, Beare et al. (2014) ont estimé que les plus grandes profondeurs de sol avaient une plus grande capacité à stocker du C supplémentaire que les horizons supérieurs car il y existe une plus grande différence entre le contenu en COS et la valeur de saturation du COS. Lorenz et Lal (2005) ont estimé que le sous-sol avait le potentiel de stocker 760 à 1 520 Pg de carbone supplémentaire.

### **1.2. Facteurs abiotiques limitant la séquestration du(COS) :**

Certains facteurs abiotiques incontrôlés comme les conditions climatiques et la texture du sol peuvent limiter le potentiel du sol à séquestrer le carbone en particulier en influençant les mécanismes du cycle du carbone conditionné par le biote du sol.

Les températures et les précipitations sont les facteurs les plus significatifs en matière de contrôle de la dynamique du COS (Deb *et al.* 2015).

Des températures plus chaudes dans les latitudes nord accélèrent la décomposition du COS. Cela s'observe par de grands flux de CO<sub>2</sub> apparaissant l'été, lorsque les mécanismes biologiques sont favorisés. Sous de telles conditions, maintenir les stocks de COS peut être un défi encore plus grand, les taux de séquestration du COS dans les sols agricoles et écosystèmes restaurés varient de 0 à 26. kgC.ha-1/an dans les climats chauds et secs, en comparaison aux 100 à 1 000 kgC.ha-1/an dans les climats frais et humides (Lal, 2001). Ceci peut s'expliquer du fait que lors des mois d'hiver ou dans les climats froids, peu de flux de CO<sub>2</sub> sont observés puisque des températures froides suppriment les mécanismes de décomposition.

L'eau influence aussi le stockage du COS selon plusieurs mécanismes. Puisque des sols bien aérés et assez humides sont optimaux pour l'activité microbienne, le taux de décomposition diminue lorsque les sols deviennent plus secs. En revanche, le taux de décomposition de la matière organique diminue dans les sols inondés, du fait d'une aération restreinte, souvent dans des sols très riches en COS (par exemple les sols tourbeux). Dans ces sols saturés en eau, d'autres propriétés abiotiques, comme les propriétés physiques telles que la profondeur de tourbière et la densité apparente influencent aussi le traitement biologique du cycle du C. Ces

propriétés contrôlent, par exemple, la disponibilité du substrat et la cadence de distribution de l'eau, des composés et du gaz tout au long du profil de la tourbière, ce qui influence au final le COS du sol (FAO, 2017)

### **1.3. Technique de mesure de stock de carbone organique(SCO) :**

Lors de l'évaluation des stocks de carbone dans le sol, on ne tient pas compte de la matière organique au-dessus de la surface du sol. Pour les sols cultivés, cela signifie que les résidus des plantes ou des cultures sont considérés comme une phase transitoire ; cependant, les résidus des cultures, les cultures de couverture ou le paillis sont des parties importantes de l'écosystème agricole. De la même façon, les détritiques des forêts peuvent atteindre 8 à 9 kg/m<sup>2</sup> pour les forêts tempérées 5 ou 6 kg pour une forêt tropicale sur un Ferrasol. Les racines sont considérées comme une biomasse de carbone et dans les prairies par exemple, ce compartiment a une importance majeure.

La méthode la plus communément appliquée consiste à déterminer le carbone organique total à différentes profondeurs ou globalement pour un ou plusieurs horizons, et de transformer les données, en tenant compte de la densité apparente du sol. Les statistiques sont calculées sur différents échantillons afin de déterminer les réserves de carbone. Le résultat peut être exprimé en total de kg/m<sup>2</sup>, t/ha ou Gt (Pg) dans des zones et à des profondeurs spécifiées.

L'échelle peut être le site ou la parcelle, le bassin hydrographique, la région, un pays ou un continent spécifique ou la zone agro-écologique. L'extension spatiale est faite à l'aide de cartes digitalisées pour les différentes unités de sol considérées. Le nombre d'analyses des profils du sol utilisés est très important, et jusqu'à présent il y a eu un manque de bonnes données pour les sites-références. (Robert , 2002)

**Tableau 01 : Teneur moyenne en carbone organique pour quelques types de sols (Classification FAO-UNESCO et WRB) (d'après Batjes 1996)**

Unité de sols		Teneur moyenne en C: kg/m <sup>2</sup>		
FAO-UNESCO	WRB	0 – 30 cm	0 – 100 cm	0 – 200 cm
Podzol	Podzols	13.6	24.2	59.1
Rendzinas	Leptosols	13.3	-	-
Lithosols	-	3.6	-	-
Chernozems	Chernozems	6.0	12.5	19.6
Nitosols	Nitosols	4.1	8.4	11.3
Xerosols	Calcisols/Cambisols	2.0	4.8	8.7
Yermosols	Calcisols/Gypsisols	1.3	3.0	6.6
Ferralsols	Ferralsols	5.7	10.7	16.9
Vertisols	Vertisols	4.5	11.1	19.1
Andosols	Andosols	11.4	25.4	31.0

Ce point est crucial lorsque l'on s'intéresse à la qualité de données obtenues sur des suivis ou des évaluations à long terme. Les méthodes de mesure dites de « combustion sèche » sont celles qui sont réputées extraire la plus grande partie du C. Les méthodes d'oxydation par voie humide comme celle de Walkley-Black ou Anne, extraient des quantités moindres qui varient selon des valeurs de 70 % (principalement pour les sols tropicaux) à des valeurs très proches de celles obtenues par combustion sèche pour les sols tempérés (95 % pour les sols sableux des Landes de Gascogne). Certains termes de passage entre les résultats de différentes méthodes ont été proposés. En tout état de cause, cette évolution liée à la technique utilisée milite en faveur d'une conservation des échantillons de façon à pouvoir les ré-analyser si cela est nécessaire.

Ce constat est d'autant plus important dans le contexte actuel du développement de nouvelles méthodologies basées sur : la spectroscopie proche infrarouge (SPIR ; plus communément admis connu sous le sigle anglais : NIRS, Near infrared reflectance spectroscopy), la spectroscopie après fusion induite par laser (LIBS ou Laser-Induced Breakdown Spectroscopy) la spectrométrie de masse couplée à une pyrolyse. Ces trois méthodologies permettent même de travailler directement sur des échantillons de sols sans préparation préalable (broyage, tamisage...) mais nécessitent un calibrage fait souvent à partir des bases de données de référence « pédothèque » (Arrouays et al. 2003)

### **1.5. Le carbone et la couleur :**

Dans les relevés pédologique la variable la plus corrélée avec la teneur en C organique de sol est sa couleur : plus le sol est foncé, plus il est riche en C organique. Cette relation est connue depuis longtemps utilisé autrefois par les agriculteurs pour identifier les sols les plus fertiles, puis décrites pour la première fois par Brown et O'neal en 1923, elle est déterminée quantitativement, en 1951 avec l'avènement de la charte de Munsell. En effet, l'utilisation de couleur étalons a permis à plusieurs chercheurs d'obtenir une corrélation significative entre la couleur du sol et son contenu en C organique.

Par la suite, Blume et Helsper ,1987, ainsi que Franzmeier 1988 ont observé que l'ajout de la texture aux paramètre de couleur améliorait le taux d'explication du modèle. De façon plus pratique Alexander 199 et Steinhardt et al 1979 ont mis au point des clés de terrain permettant de connaître la teneur en C organique de sol agricoles afin de déterminer la quantité optimale d'herbicide à y appliquer, la fiabilité de ces clés était supérieure à 90%. Toutefois l'utilisation de la charte de Munsell comporte une contrainte majeure : une grande différence de la teneur en C organique que n'entraîne qu'une faible variation de la couleur (deux à trois unités de luminosité). Par conséquent on ne peut obtenir avec la charte qu'un modèle approximative de la teneur en C organique dans le sol minéral (Trembley *et al.*1999)

## **2. Généralités sur l'olivier**

## **2.1. L'olivier :**

Le genre *Olea* L., renfermant tous les vrais Oliviers, comprend environ 60 espèces localisées dans l'Ancien Monde (Océanie comprise) dans les régions tropicales et subtropicales, principalement sur les montagnes. Il manque en Amérique. Par contre, il existe des espèces d'*Olea* en Afrique, en Asie, aux Iles Mascareignes, en Océanie et jusqu'à la Nouvelle-Zélande et la Nouvelle-Calédonie. Ce sont des arbres ou des arbustes à feuilles persistantes donnant des bois denses à grain fin. Une seule espèce *Olea europaea* L., est cultivée sur une très grande échelle dans toute la région méditerranéenne depuis la plus haute antiquité pour l'huile fournie par ses fruits. Depuis un siècle sa culture a été introduite aussi en Amérique, en Afrique du Sud et en Australie.(Chevalier 1948)

## **2.2. Botanique et physiologie de l'olivier :**

### **2.2.1. Classification botanique de l'olivier :**

La classification botanique de l'olivier selon GUIGNARD (2004), est la suivante :

Embranchement : Spermaphytes  
Sous embranchement : Angiospermes  
Classe : Dicotylédones  
Sous classe : Astéridées  
Ordre : Lamiales  
Famille : Oléacées  
Genre : Oléa  
Espèce : Oléa européa

### **2.2.2. Cycle de développement**

Période de jeunesse : C'est la période de croissance du jeune plant, elle commence en pépinière pour se terminer au verger. Elle est caractérisée par une multiplication cellulaire très active, surtout au niveau du système racinaire. Elle s'étend de la première à la septième année.

Période d'entrée en production : Elle s'étend de l'apparition des premières productions fruitières jusqu'à l'aptitude de l'arbre à établir une production régulière et importante.

Période adulte : C'est la période de pleine production, car l'olivier atteint sa taille normale de développement ; et il y'a un équilibre entre la végétation et la fructification. Période de sénescence : C'est la phase de vieillissement qui se caractérise par une diminution progressive des récoltes

Après la période de ralentissement des activités végétatives (repos hivernal) qui s'étend de novembre à février, le réveil printanier (mars-avril) se manifeste par l'apparition de nouvelles

pousses terminales et l'éclosion des bourgeons axillaires, ces derniers, bien différenciés, donneront soit du bois (jeunes pousses), soit des fleurs.

Au fur et à mesure que la température printanière s'adoucit, que les jours s'allongent et l'inflorescence se développe ; la floraison aura lieu en mai -juin.

C'est en juillet –aout que l'endocarpe se sclérifie (durcissement du noyau). Les fruits grossissent pour atteindre leur taille normale fin septembre-octobre. Suivant les variétés, la maturation est plus ou moins rapide.

### **2.3. Les exigences de l'olivier :**

#### **2.3.1. Le Climat :**

- **Température :** L'olivier craint le froid. Les températures négatives peuvent être dangereuses, si elle se produise au moment de la floraison. Naturellement comme pour les autres espèces fruitières, la sensibilité de l'olivier aux basses températures sera fonction de :
  - L'état végétatif de l'arbre.
  - La rapidité de la chute des températures.
  - La durée de ces basses températures.
  - Conditions climatiques ayant précédé cette période froide.
  - L'hygrométrie de l'air.
  - La résistance de la variété.
  - L'état sanitaire de l'arbre.

L'olivier par contre est apte à bien supporter les températures élevées de l'été si son alimentation hydrique est satisfaisante (enracinement profond nécessaire en climat présaharien). Cette adaptation à puiser l'eau par un enracinement puissant lui permet de supporter des températures de l'ordre de +40°C. Enfin, l'aspect relativement léger de sa frondaison et l'épaisse cuticule qui recouvre ses feuilles lui permettent de supporter non seulement des températures élevées, mais aussi les vents chauds desséchants soufflant du Sahara.

*Tableau 02 : stades de développement en fonction de la température. (ITAF, 2015)*

<b>Stades de développement</b>	<b>Température</b>
<b>Repos végétatif hivernal</b>	10 °C à 12 °C
<b>Réveil printanier</b>	- 5 °C à -7 °C
<b>Zéro de végétation</b>	9°C à 10 °C
<b>Développement des inflorescences</b>	14 °C à 15 °C
<b>Floraison</b>	18 °C à 19 °C
<b>Fécondation</b>	21 °C à 22 °C
<b>Arrêt de végétation</b>	35 °C à 38 °C
<b>Risques de brûlure</b>	40 °C

- **Pluviométrie** : A moins de 350 mm de pluie la culture sans irrigation ne peut être économiquement rentable.
- **Humidité atmosphérique** : Elle peut être utile dans la mesure où elle n'est pas excessive(+60%) ni constante car elle favorise le développement des maladies et des parasites.
- **Altitude** : L'altitude de culture de l'olivier dépend de l'altitude. Les limites à ne pas dépasser sont de 700 à 800 m pour les versants exposés au nord et de 900 à 1000 m pour les versants exposés au sud.
- **Brouillard** : Il est néfaste car il provoque la chute des fleurs (coulure)
- **Neige** : Elle provoque la rupture des branches
- **Grêle** : Elle détruit les jeunes rameaux (ITAF, 2015)

### **2.3.2. Le sol :**

#### **2.3.2.1. La profondeur :**

La Profondeur du sol nécessaire pour un bon développement du système racinaire de l'olivier varie de 1m à 1,5m en fonction du mode de conduite. Dans les zones présentant des nappes phréatiques proches, le développement des racines peut être entravé par la présence d'une humidité excessive.

#### **2.3.2.2. La texture :**

Une bonne texture est caractérisée par un équilibre entre les différents constituants : sable, limon et argile.

- **Les sols sableux :** - faible capacité de rétention de l'eau,
- faibles teneurs en minéraux,
- bonne aération et infiltration rapide de l'eau.

- **Les sols argileux :** - capacité de rétention de l'eau élevée et moins drainants
- parfois hydromorphes et peu aérés entravant le développement des racines.

Les sols sableux sont convenables pour l'olivier à condition qu'ils soient bien pourvus en eau et en éléments nutritifs. Les sols argileux sont convenables pour l'olivier à condition qu'ils soient bien drainés avec un taux d'argile inférieur à 35%. Sols hydromorphes et peu drainants.

### **2.3.2.3. La pente :**

Les terrains plats ou ceux caractérisés par une pente inférieure à 20% sont à privilégier pour permettre une bonne circulation des équipements. Pente avec une inclinaison de 5-10% : sols érosifs. Pente supérieure à 30-40% : recours au système de terrasses

### **2.3.2.4. Les exigences chimiques :**

L'olivier préfère les pH neutres ou basiques,

Le calcaire actif est nocif si les teneurs dépassent 40%,

Le gypse est nocif à l'olivier qu'il soit à l'état cristallisé ou diffus dans la masse du sol,

Le sel est toléré par l'olivier mais il devient nocif au-delà de 3,5 g/l. Il aggrave la sécheresse par l'augmentation de la pression osmotique des solutions du sol et réduit l'activité photosynthétique.

Le pH régule l'activité microbienne et la minéralisation de la matière organique

- Sols acides (pH < 6,5) : Libération d'ions interchangeables d'aluminium et de manganèse toxiques pour la culture, L'activité des microorganismes est réduite, Minéralisation bloquée, Carences en éléments nutritifs.
- Sols alcalins (pH → 8,9) : Précipitation des éléments minéraux phosphatés, Carences minérales. (Masmoudi *et al.*2016)

### 2.3.3. L'Eau :

Comme l'eau est un facteur important, les teneurs limites en sels sont :

De 2 g/l pour une pluviométrie supérieure à 500 mm

De 1g/l pour une pluviométrie inférieure à 500 mm

### 2.3.4. Sol jugé adéquat pour l'olivier :

*Tableau 03 : Caractéristiques d'un sol jugé adéquat pour l'olivier (Masmoudi et al.2016)*

Texture	Sable (20-75%) Limon (5-35%) Argile (5-35%)
Structure	Friable
Capacité de rétention d'eau	30-60%
Perméabilité	10-100 mm/h
PH	7-8
Matière Organique	>1 %
Azote	> 0.1%
Phosphore disponible (P2O5 )	5- 35 ppm
Potassium Echangeable	50 -150 ppm
Calcium Echangeable	1650 - 5000 ppm
Magnésium Echangeable	10 - 200 ppm

## **2.4. Symptômes de carences des principaux éléments :**

**2.4.1. L'azote (N) :** L'arbre a des besoins importants en azote pour assurer son développement végétatif (développement des jeunes rameaux, formation de nouvelles feuilles et de pousses). Dans le cas d'une carence en azote, les feuilles prennent une coloration vert pâle, plus ou moins prononcée pouvant aller jusqu'à leur chute : elles deviennent alors jaune.

**2.4.2. Potassium (K) :** Le rôle fondamental et particulier du potassium est de promouvoir l'accumulation des réserves sous forme d'amidon. Il joue aussi un rôle de catalyseur dans les réactions organo-minérales et d'activateur enzymatique de la cellule. Il intervient comme

régulateur du métabolisme hydrique de la plante dans les conditions de sécheresse (stresse hydrique). En cas de carence en K, Les symptômes apparaissent sur les feuilles et commencent par une chlorose de la partie apicale. La décoloration de la feuille progresse vers la base et donne au limbe une coloration bronzée. La chlorose apicale des feuilles peut être confondue avec une carence de bore ; cette dernière n'affecte que l'extrémité des feuilles.

**2.4.3. Phosphore (P) :** Il est indispensable dans la division des cellules, le développement des tissus méristématiques, il est également lié à l'utilisation de l'amidon et de sucre ainsi qu'à l'activité photosynthétique déployée pour la fixation du carbone. Symptômes de déficience en P: Les symptômes observés en culture hydroponique apparaissent sur les feuilles de la plante déficiente comme une coloration plus prononcée en vert sombre, voir vert pourpre. Les symptômes observés au champ par GAVALAS (1973) font apparaître une réduction de la croissance des feuilles, une réduction de l'allongement des rameaux et une chlorose foliaire d'abord localisée au sommet puis s'étend vers les bords. Les déséquilibres en phosphore peuvent provoquer des répercussions sur l'absorption d'autres éléments nutritifs (N, Mg, Ca, et B) ; un déficit en B peut être décelé lorsque la teneur en phosphore est élevé.

**2.4.4. Le calcium (Ca) :**L'olivier est réputé pour sa tolérance aux sols calcaires et de ce fait, il est particulièrement sensible aux déficiences en cet élément. Les symptômes de déficience en Ca ont été observés au Japon où les oliviers sont cultivés sur des sols pauvres en Ca et Mg, les feuilles sont petites et étroites et leur croissance est stoppée, elles se nécrosent et tombent prématurément.

**2.4.5. Le bore (B) :**L'olivier est une plante considérée comme ayant des besoins importants en bore. Il est en effet plus tolérant aux excès de bore dans la solution du sol que d'autres espèces fruitières. La disponibilité de bore dans le sol diminue dans des conditions de sécheresse et sur les sols caractérisés par un pH élevé, en particulier les sols calcaires. Les symptômes de la carence en bore sont fréquemment confondus avec les symptômes provoqués par une carence en potassium. Les premiers symptômes apparaissent en juin-juillet sur les feuilles terminales sous forme de chlorose qui commence par la pointe puis occupe les 1/3 ou 2/3 du limbe et la partie apicale de la feuille peut se nécroser.

**2.4.6. Le magnésium (Mg) :** Les arbres carencés ont un aspect chlorotique et une végétation chétive, la chlorose commence soit par la partie apicale de la feuille, soit par les bords. Dans ce dernier cas la pointe et la base de la feuille ainsi que la nervure principale reste verte.

## **2.5. Biologie de l'olivier :**

*Olea europaea* L. est un complexe formé de six sous espèces dont *Olea europaea* subsp. *europaea* qui correspond à l'olivier méditerranéen. Ce dernier comprend la forme cultivée, *O. europaea* var. *europaea* et la forme sauvage ou oléastre, *O. europaea* var. *sylvestris*. Il s'agit d'une espèce pérenne, à feuilles persistantes, caractérisée par une longue longévité (jusqu'à 2000 ans) et à pollinisation anémophile.

La forme des feuilles est souvent elliptiques, les fleurs sont petites et regroupées en inflorescences et sont hermaphrodites. Comme c'est le cas de nombreux arbres forestiers, l'olivier est une espèce allogame. Son système d'auto incompatibilité n'est pas encore clarifié. Certains auteurs comme Cuevas et Polito (1997) considèrent qu'il est de type gamétophytique; alors que d'autres considèrent qu'il est de type sporophytique comme dans le cas de *Phillyrea angustifolia* (Il existe aussi des cas de stérilité males dont certains sont sous un déterminisme nucléo-cytoplasmique. La dissémination de ses fruits (drupes) est essentiellement assurée par les oiseaux . L'olivier méditerranéen est diploïde ( $2n=2x=46$ ); mais des mutants triploïdes et tétraploïdes ont été observés chez deux variétés Frantoio et Leccino .(Gharabi , 2018)

## **2.6. Le système racinaire :**

Le développement du système racinaire de l'arbre est surtout fonction des caractéristiques physico-chimique du sol. En fait, l'olivier adaptera son système racinaire à la profondeur du sol, suivant sa texture et sa structure. Possédant un système souterrain puissant et fasciculé. Ce réseau de racines forme une souche ligneuse ; appelée la « matte », qui va permettre de puiser très grande quantité dans le sol. (Loussert et Brousse 1978).

Selon Civantos (1998), dans les sols à texture franche ; le développement en profondeur peut se situer entre 15 à 150 cm avec une concentration importante située aux environ de 80 cm. A noter que dans les sols sablonneux, les racines se développent jusqu'à 6m de profondeur. Pendant son développement en profondeur, le système racinaire est pivotant s'il est issu de plants de semis et fasciculé s'il est obtenu par bouturage.

## **2.7. La séquestration de carbone dans les sols des oliviers :**

La nécessité de réduire l'impact attendu du changement climatique, de trouver des moyens durables pour maintenir ou augmenter la capacité de séquestration du carbone (C),est l'un des défis les plus importants du XXIe siècle. (Brilli 2018) . Les systèmes végétaux ont la capacité d'absorber ce composé de l'atmosphère (le CO<sub>2</sub>) et de le stocker dans leur matériel végétal

sous forme de carbone. Toutefois, les cultures ligneuses (comme l'olivier) ont, par rapport aux cultures annuelles, un pouvoir très supérieur de captation et de stockage du CO<sub>2</sub>, sous forme de carbone dans la matière organique (Olio Nuovo Days : «L'huile d'olive à la COP22 » 07/11/2016 )

## **2.8. L'olivier et son pouvoir d'absorption des émissions de CO<sub>2</sub> :**

L'activité humaine sur terre provoque des émissions annuelles d'environ 40 gigatonnes de CO<sub>2</sub> (dioxyde de carbone). 50% de ces gaz sont concentrés dans l'atmosphère et contribuent au réchauffement climatique; tandis que l'autre moitié est absorbée et stockée par les océans et les forêts. œil aux données , On estime qu'un espace d'un kilomètre carré d'arbres génère mille tonnes d'oxygène par an et qu'un arbre d'environ 20 ans absorbe en 365 jours le CO<sub>2</sub> émis par un véhicule qui parcourt 10000 à 20000 kilomètres.

Les arbres, et en particulier les oliviers, sont de bons alliés pour lutter contre le CO<sub>2</sub>, l'une des causes du réchauffement climatique et la principale cause de l'accélération du changement climatique.

À l'échelle mondiale, des organisations internationales et nationales et des entités privées mettent en œuvre une chaîne d'actions pour réduire les émissions de ces gaz. L'une des mesures les plus efficaces est le reboisement, car les arbres ont une grande capacité d'absorption de ces gaz.

Grâce à la photosynthèse, le CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère est absorbé, le transformant en oxygène, c'est-à-dire que l'arbre obtient de l'énergie du soleil, une réaction au cours de laquelle il absorbe le CO<sub>2</sub> et expulse l'oxygène. De cette façon, le métabolisme des végétaux contribue à assainir l'atmosphère des produits de combustion, notamment du trafic routier, de la consommation d'énergie et de l'industrie.

Les cultures ligneuses telles que les oliviers jouent un rôle important dans la lutte contre le réchauffement climatique en raison de leurs longs cycles végétatifs qui ont un effet dissipateur en absorbant le CO<sub>2</sub> plus longtemps. En plus des variétés telles que le pin, le dessus ou le chêne-liège, l'olivier est très efficace pour capter le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère. De même, l'olivier ralentit la désertification et l'érosion, deux des conséquences possibles du manque de pluie causé par le changement climatique lui-même.(Aceitunas torrent 10/04/2020)

# **3.La séquestration du carbone et l'environnement**

### **3.1.Le protocole de Kyoto :**

Le Protocole de Kyoto prévoit que l'émission nette de gaz à effet de serre peut être réduite soit en diminuant le taux auquel ils sont émis vers l'atmosphère soit en augmentant le taux auquel les gaz sont retirés de l'atmosphère au travers des puits. Les sols agricoles comptent parmi les réservoirs de carbone les plus importants de la planète et leur potentiel de séquestration peut être étendu. Ils fournissent donc une solution prospective pour mitiger la concentration croissante de CO<sub>2</sub> atmosphérique. Dans le cadre du Protocole de Kyoto et des différentes discussions des COP, un grand nombre d'indications font que la séquestration de carbone des terres agricoles et forestières peut être une stratégie attractive pour mitiger les augmentations atmosphériques de gaz à effet de serre.

L'article 3.4 du Protocole de Kyoto apparaît reconnaître l'augmentation des puits liés à l'activité humaine. Les récents agréments post Kyoto considèrent les puits dans les sols, reconnaissant ainsi le potentiel substantiel des sols agricoles, de forêt ou de prairie à séquestrer le carbone et le besoin de prévision de crédits nationaux pour la mise en place d'un puits de carbone des sols agricoles.

Un certain nombre de pratiques agricoles sont connues pour stimuler l'accumulation de carbone additionnel avec une augmentation de la fertilité des sols, des effets positifs sur la productivité des terres et sur l'environnement. Leur rôle pour la gestion humaine du carbone devrait augmenter au fur et à mesure que nous apprenons plus sur leurs caractéristiques et que des nouvelles approches, par exemple les pratiques de conservation, sont introduites

L'objectif de ce programme est de mettre en avant le besoin urgent de renverser le processus de dégradation des terres lié à la déforestation et à une utilisation inadéquate des terres dans les tropiques et sub-tropiques. Il est proposé d'atteindre cet objectif en promouvant des systèmes améliorés d'utilisation et de gestion des terres qui procurent des gains économiques et des bénéfices environnementaux, une agro- biodiversité accrue, une gestion de conservation et environnementale améliorée et une séquestration plus importante du carbone. Le programme contribuera au développement régional et national en liant la Convention sur le Changement Climatique (UNFCCC)-le Protocole de Kyoto, la Convention pour Combattre la Désertification (CDD) et la Convention sur la Biodiversité (CBD), en se concentrant sur les synergies entre les trois conventions. (Robert 2002)

### **3.2. Conséquences et impacts principaux de la séquestration du carbone :**

La séquestration du carbone et une augmentation de la matière organique du sol auront un impact direct sur la qualité et la fertilité du sol. Il y aura aussi des effets positifs majeurs sur l'environnement et sur la résilience et la durabilité de l'agriculture.

#### **3.2.1. Qualité et fertilité de sol :**

la matière organique a des fonctions biologiques, physiques et chimiques essentielles dans les sols. La teneur en matière organique est généralement considérée comme l'un des principaux indicateurs de la qualité du sol, tant pour l'agriculture que pour les fonctions environnementales.

La matière organique est d'un intérêt particulier pour les sols tropicaux (excepté pour les vertisols) qui contiennent de l'argile à très faible capacité d'échange des cations. La capacité d'échange des cations augmente en général en fonction de l'augmentation de la matière organique. La biodisponibilité d'autres éléments importants, comme le phosphore, sera améliorée, et la toxicité d'autres éléments peut être inhibée par la formation de chélate ou autres liaisons, par exemple, l'aluminium complexé par la matière organique (Robert, 1996a)

En agriculture à faibles intrants en éléments nutritifs des plantes, le recyclage d'éléments nutritifs (N, P, K et Ca) par la décomposition graduelle des résidus des plantes et des cultures est d'une importance cruciale pour la durabilité. Concernant les propriétés physiques, la matière organique et les organismes vivants associés jouent un rôle dans l'agrégation du sol à différentes échelles de l'organisation du sol aux échelles micro et macro. Les processus d'agrégation et de la séquestration du carbone sont fortement associés.

De nombreuses propriétés dépendent de la structure du sol et de sa stabilité, la rétention de l'eau et sa disponibilité pour les plantes, le taux d'infiltration, enfin la résistance à l'érosion et aux autres processus physiques de dégradation. Dans le cas de l'érosion, une corrélation a été établie entre la diminution de la matière organique du sol et le développement de l'érosion mais évidemment la texture du sol intervient également. Toute la gestion des cultures pour la séquestration du carbone favorise également la couverture du sol et limite le labour prévenant ainsi l'érosion par le vent et l'eau. Ce sera la principale conséquence des nouvelles pratiques.

### **3.2.2. Impacts sur l'environnement :**

La séquestration du carbone dans les sols contrebalance le processus de la désertification par le rôle de la matière organique accrue dans la stabilité structurale (résistance à l'érosion du vent et de l'eau) et la rétention de l'eau, et le rôle essentiel de la couverture de surface du sol par les plantes, les débris de plantes ou le paillis pour prévenir l'érosion et augmenter la conservation de l'eau. La matière organique, augmente la qualité du sol, protège aussi l'environnement par la fixation des polluants (tant organiques comme les pesticides, que minéraux, comme les métaux lourds ou l'aluminium) avec, en général, une diminution de leur toxicité. La qualité de l'air est principalement concernée par la diminution de concentration de CO<sub>2</sub>, mais il faut accorder de l'attention aux autres gaz à effet de serre, en particulier le méthane et l'oxyde nitreux (CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O). Le principal facteur du sol contrôlant leur genèse est l'anaérobiose (réduction du sol), qui est généralement liée à l'hydromorphie. Quand les pâturages ou les parcours sont augmentés, l'émission de méthane par le bétail doit être également prise en considération. Dans certaines conditions et selon les conditions climatiques (zone humide), ou les propriétés du sol (teneur élevée en argile), N<sub>2</sub>O peut être formé. Par conséquent, il faut faire un bilan des émissions de gaz. La culture du riz inondée représente le système le plus complexe relatif à la séquestration du carbone. Si la matière organique est accumulée dans le sol de rizières, CH<sub>4</sub> se forme aussi. L'effet de serre du méthane est bien plus grand que celui de CO<sub>2</sub>. La stratégie habituelle pour prévenir la formation de CH<sub>4</sub> est de réduire la durée de saturation en eau de sorte que la matière organique soit moins protégée de la minéralisation en CO<sub>2</sub>. Etant donné ces effets variés, il semble très difficile pour le moment de gérer conjointement la production du riz de bas fond et la séquestration du carbone.

### **3.2.3. Biodiversité et fonctionnement biologique du sol :**

Les changements de la biodiversité sont évidents quand il y a déboisement ou lorsque l'on passe de la prairie à la culture. Lors des reboisements, ils vont dépendre du type de forêt établi. Des systèmes d'agroforesterie bien gérés impliquent aussi une biodiversité importante. Généralement la biodiversité des mammifères est préservée en référence à la forêt, mais le nombre d'espèces d'oiseaux et de végétaux diminuent respectivement de moitié et d'un tiers (420 à 300). L'ICRAF parle d'une mosaïque de zones, chacune composée de nombreuses niches qui constituent un système favorable pour la biodiversité. La plupart des systèmes de cultures intensives ont conduits dans le passé à une diminution importante de la biodiversité, ceci parallèlement à la décroissance de la matière organique par la culture et l'utilisation des pesticides. Pour les sols cultivés en permanence, l'augmentation de la biodiversité relative à

l'augmentation de la matière organique concerne principalement la biodiversité du sol. Présente une organisation hiérarchique de la biodiversité du sol qui dépend directement de l'apport de matière organique fraîche et des pratiques agronomiques. Cette biodiversité se répartit depuis le gène, les micro-organismes, la faune, jusqu'aux organismes situés au-dessus du sol. La quantité de bactéries présentes peut augmenter de plusieurs ordres de grandeur (10<sup>3</sup> à 10<sup>12</sup>) aussitôt qu'une source de matière organique est présente en abondance. En ce qui concerne l'effet sur la biodiversité microbienne, on manque encore de données, car seulement 5 à 10 pour cent des espèces de la microflore du sol sont connus. En utilisant les nouvelles techniques issues de la biologie moléculaire, il est maintenant possible d'évaluer beaucoup mieux la biodiversité spécifique ou interspécifique des micro-organismes.

Le non-labour semble favoriser le développement des champignons qui sont très actifs dans l'agrégation du sol. Quand la matière organique fraîche (paillis ou résidus des plantes) est présente à la surface du sol, il y a une augmentation dans les différentes catégories de la faune, principalement des décomposeurs. Les chaînes utilisant les détritiques alimentaires seront stimulées (bactéries champignons, micro-arthropodes, nématodes, enchytraeides, macro arthropodes). Les vers de terre, les termites et les fourmis, qui sont les principaux groupes composant la macrofaune (> 1 cm), sont souvent appelés les ingénieurs du sol à cause de leur rôle majeur dans la porosité et la structure du sol (biopores). Leur nombre augmente généralement avec une augmentation de la matière organique et une réduction des perturbations du sol (pas de labour); ils sont de bons indicateurs de la qualité biologique du sol et ils ont un rôle fondamental à jouer dans l'agriculture de conservation. Par exemple, ils sont indispensables pour assurer la distribution à travers le sol jusqu'à plus d'un mètre) de la matière organique accumulée en surface. Dans l'état actuel des connaissances, on peut dire qu'une augmentation de la séquestration du carbone entraîne une augmentation de la biodiversité opérationnelle et un fonctionnement biologique du sol plus efficace, alors qu'ils sont habituellement très bas dans la plupart des sols agricoles cultivés. La biodiversité au-dessus du sol dans les systèmes de culture (végétation, oiseaux...) dépend aussi du type de gestion, mais on manque encore de données à ce sujet.

D'une manière générale des études sont à poursuivre pour distinguer le rôle des 3 facteurs importants sur la biodiversité: l'apport de matière organique ou de résidus de culture, le labour et l'influence des traitements pesticides qui peut être parfois prépondérante. Toutes les conséquences et bénéfices de cette méthode doivent être appréciés relativement à la durabilité de l'agriculture, même relativement aux réservoirs de gènes et à la lutte biologique contre les ravageurs.

(Robert 2002)

# **Chapitre 02 :** **Matériel et méthode**

## 1. Description de La zone d'étude :

### **1.1. La wilaya de Sidi Bel Abbès :**

La Wilaya de Sidi Bel Abbès s'étend sur une superficie de 9 150,63 km<sup>2</sup> (915 133 ha). Elle se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride continental avec un été très chaud et Hiver assez rigoureux ; La pluviométrie varie entre 200 et 400 mm par an.

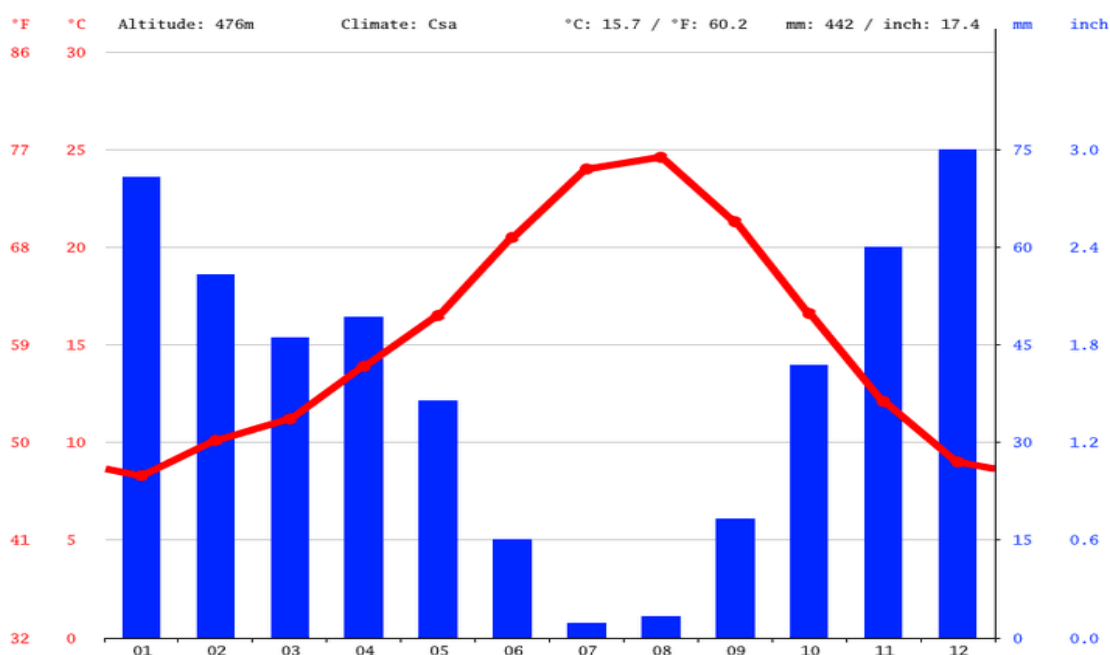
Son relief se caractérise par l'existence d'unités physiques distinctes formant une série de chaînes montagneuses et orientées d'Ouest en Est, ce qui présente une diversité d'espaces géographiques. (DSA 2017)

*Tableau 04 : Description de la wilaya de Sidi Bel Abbès (DSA , 2017)*

Longitude	Latitude	Superficie totale	Superficie Agricole Totale	Superficie Agricole Utile
-0.641389°	35.2°	915 133 ha	386 552 ha	363 191 ha

### **1.1. Climat :**

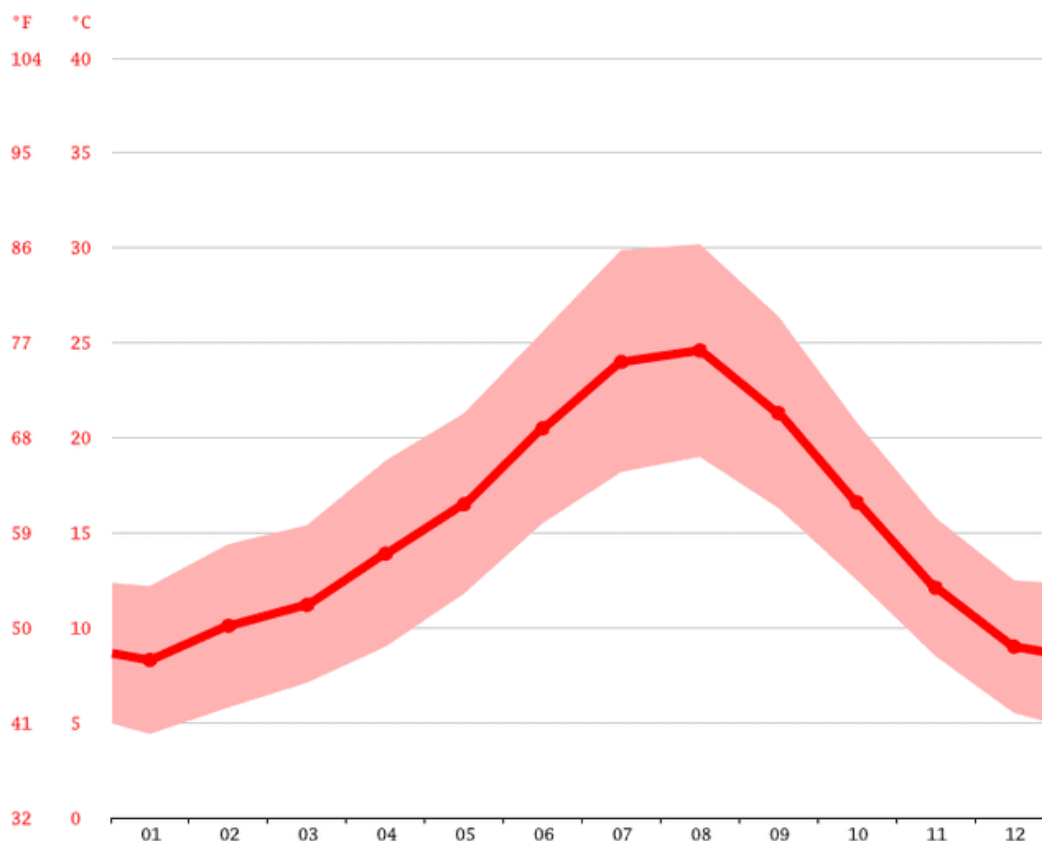
Le climat de Sidi Bel Abbès est chaud et tempéré. En hiver, les pluies sont bien plus importantes à Sidi Bel Abbès qu'elles ne le sont en été. Selon la classification de Köppen-Geiger, le climat est de type Csa. Sidi Bel Abbès affiche une température annuelle moyenne de 15.7 °C. Sur l'année, la précipitation moyenne est de 442 mm.



*Figure 01: Diagramme ombrothermique Sidi Bel Abbès (1982-2012) (Climate-data 16-03-2020)*

Le mois le plus sec est celui de Juillet avec seulement 2 mm. Les précipitations records sont enregistrées en Décembre. Elles sont de 70 mm en moyenne.

### 1.1.2. Température :



**Figure 02 :** *Courbe de température de Sidi bel abbes (1982-2012) (Climate-data 16-03-2020)*

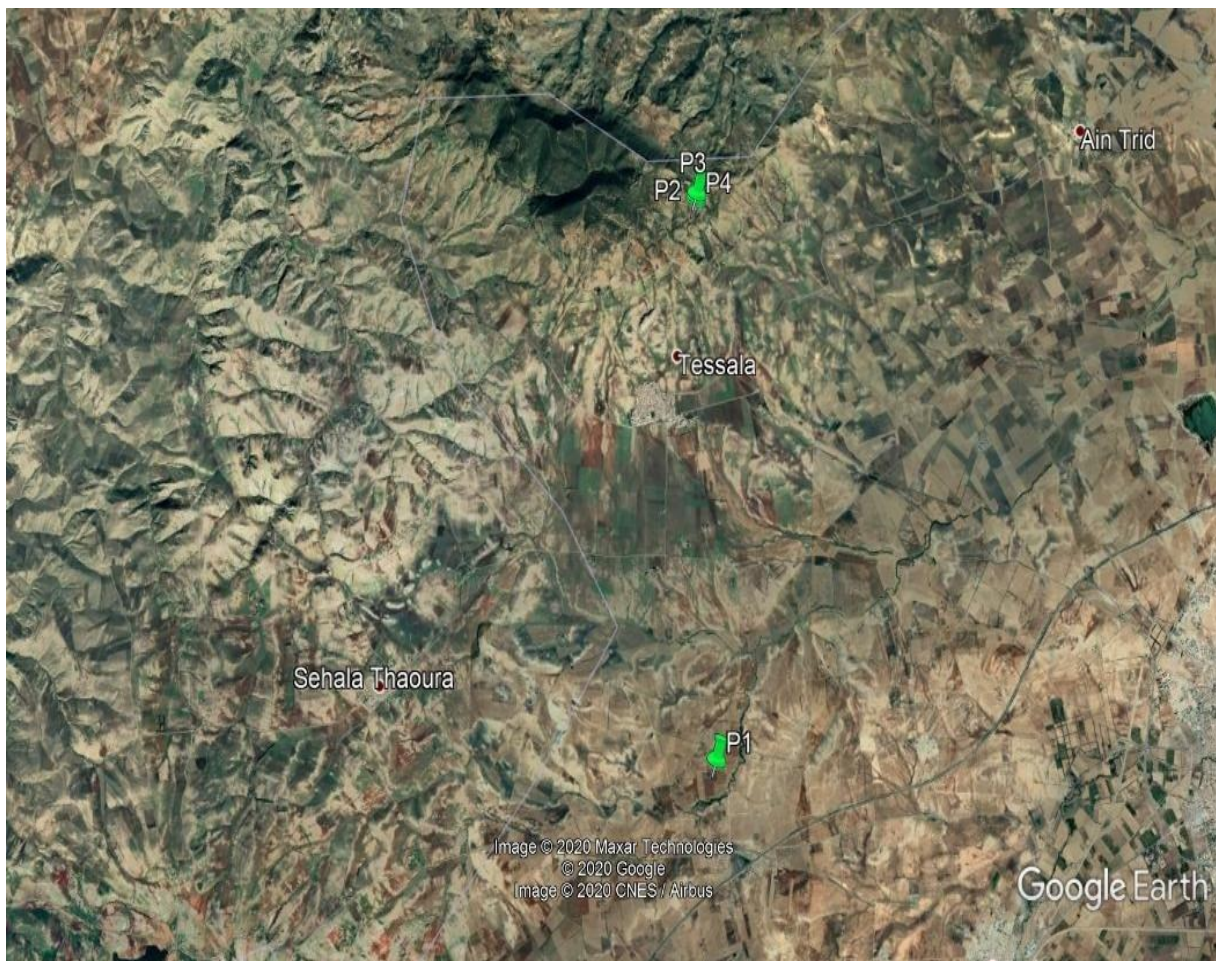
24.6 °C font du mois d’Aout le plus chaud de l’année. Le mois le plus froid de l’année est celui de Janvier avec une température moyenne de 8.3 °C

### 1.1.3. L’oléiculture en Sidi Bel Abbès :

L’oléiculture à Sidi Bel Abbès couvre environ 11300,25 ha , l’olivier sauvage est l’espèces la plus dominante , ainsi , la variété la plus cultivé est la variété « Sigoise » , elle couvre une superficie d’environ 3990,75 ha , (DSA , 2018)

## 2. Les parcelles expérimentales :

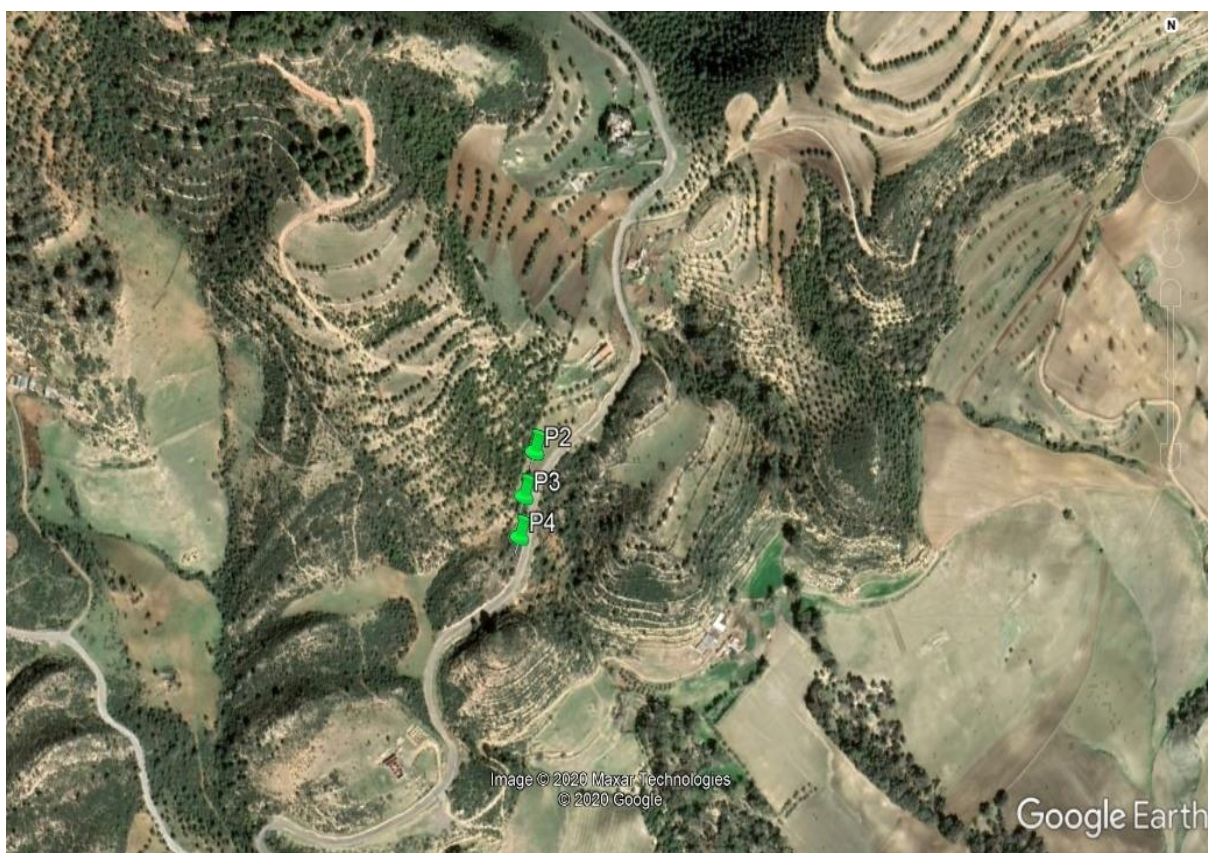
Quatre parcelles choisies pour conduire cette étude ; elles se situent dans la wilaya de Sidi bel Abbes , l'une près de la commune de Sidi Lahcen , au sein d'une ferme privée qui cultive l'olivier de la variété Sigoise , à une altitude de 514 m (Profile 1), et les autres 3 se situent au niveau du mont Tessala , aux différentes altitudes , l'une à 737 m , (Profile 2) et les 2 autres sont à 749 m (Profile 3 et 4) , Ces 3 parcelles sont caractérisées par la dominances des oliviers sauvages , l'échantillonnage était réalisé le 16 Mars 2020 , le temps était nuageux , avec une pluie fine .



***Figure 03 : localisation cartographique des profils pédologiques étudiés (Cliché Bentkichi M., 2020)***



***Figure 04 : localisation cartographique du profil pédologique 1 (Cliché Bentkichi M., 2020)***



***Figure 05 : localisation cartographique des profils pédologiques 2 et 3 et 4 (Cliché Bentkichi M., 2020)***

### 3.Méthode d'échantillonnage :

A l'aide d'une pelle, On creuse une fosse, aux parois droites de 0,80 m x 1 m, et d'1m de profondeur, juste au-dessous d'un individu d'olivier mature ,on examine attentivement l'une des parois les mieux exposées de la fosse (Surface d'observation) pour identifier les différents horizons du sol : aux limites des horizons pédologique successifs, il y a un changement de texture , on utilise un couteau qui à une extrémité non pointue pour distinguer entre les horizons, on enfonce la pointe du couteau et apprécier la consistance de la terre et la texture, on continue à refaire l'opération toute au long la surface d'observation allant de haut à bas, on prélève un échantillon de chaque horizon, puis on les met dans des sacs en plastique.



***Figure 06 : L'utilisation du couteau pour distinguer entre les horizons (Profil 1 : Sidi Lahcen) (Cliché Bentkhici M., 2020)***



***Figure 07 : L'appréciation du Calcaire à l'aide de l' HCl (Profil 2 : Mont Tessala) (Cliché Bentkhici M., 2020)***

On fait une estimation de taux de calcaire pour chaque horizon sur terrain, en utilisant l'acide chlorhydrique (HCl) : L'ajout de quelques gouttes d'HCl à quelques grammes du sol fin puis l'observation de la réaction (Effervescence / aucune effervescence).L'évaluation de la couleur était fait selon l'atlas de Munsell , appelé aussi Nuancier de Munsell, code Munsell ou charte Munsell, c'est le système d'identification des couleurs le plus largement reconnu.

### 3.1. Profil de sol 01 (Commune de Sidi Lahcen) :

La description de la pédologie des horizons est réalisée dans le tableau suivant,

***Tableau 05 : La description des horizons de profil pédologique 1***

<b>L'horizon</b>	<b>La description</b>
<b>H1 : 0-22 cm</b>	10 YR 5/8 , Structure grumeleuse, sec , non calcaire (aucune effervescence) , apparemment moyennement organique , Présence de radicelles verticales , texture : limono-sableux , Friable et très compacte
<b>H2 : 22-37 cm</b>	10 YR 4/8 , Structure grumeleuse, frais , présence de radicelles moins que le H1, non calcaire (aucune effervescence), apparemment très organique, moyennement friable, texture limono-sableuse (Nodules calcaires)
<b>H3 : 37-53 cm</b>	10YR 2/3 , Structure grumeleuse, frais , apparemment moyennement organique, non calcaire (aucune effervescence) , friable , texture limono-Sableuse .
<b>H4 : 53 cm et plus</b>	10 YR 5/8 , Structure grumeleuse , Frais, non calcaire(aucune effervescence) apparemment moyennement organique, texture limono-sableuse, très friable.



***Figure 08 :L'emplacement du profil pédologique 1 – Sidi Lahcen (Cliché Bentkhici M., 2020)***

### 3.2. Profil pédologique 02 (La montagne de Tessala ) :



*Figure 09 : L'emplacement du profil pédologique 2 – Mont Tessala (Cliché Bentkichi M., 2020)*

Le profil est fait au niveau de la montagne Tessala , à une altitude de 737 m

*Tableau 06 : Description des horizon de profil pédologique 2*

<b>Horizon</b>	<b>Description</b>
<b>H1 : 0 – 21 Cm</b>	25 Y 6/8 , Structure grumeleuse, sec , moyennement calcaire (réaction moyenne) , apparemment très organique densité moyenne de racines , présence d'une activité biologique moyenne , sol compact , , nodules calcaires ,
<b>H2 : 21-51 Cm</b>	10 Y 7/12 ,Structure grumeleuse à polyédrique , frais , moyennement calcaire (effervescence moyenne), moyennement à faiblement organique , friable , présence de taches foncé.

### 3.3. Profil pédologique 03 (La montagne de Tessala) :

50 Mètres loin de profil 02, et à une altitude de 749 m, on creuse la fosse du profil pédologique 03 .

*Tableau 07 : description des horizons de profil pédologique 3*

<b>Horizon</b>	<b>Description</b>
<b>H1 : 0- 130 cm</b>	5YR 4/4 , Structure grumeleuse à polyédrique ,sec , moyennement calcaire (effervescence moyenne), apparemment moyennement organique , friable
<b>H2 : 130 – 180 cm</b>	5YR 3/6 , Structure grumeleuse, frais , faiblement calcaire (effervescence faible à moyenne), apparemment très organique, sol compact



***Figure 10 : L'emplacement du profil pédologique 3 – Mont Tessala(Cliché Bentkhici M., 2020)***

#### **3.4. Profil pédologique 04 (La montagne de Tessala) :**

5 mètres loin de profil 3 , et à une altitude de 749 m , on creuse encore une autre fois la fosse du profil pédologique 04 ,

*Tableau 08 : description des horizons du profil pédologique 4*

<b>Horizons</b>	<b>Description</b>
<b>H1 : 0 – 33 cm</b>	5YR 1/4 , Structure grumeleuse à polyédrique, sec , moyennement calcaire (effervescence moyenne), apparemment moyennement organique. Sol compact.
<b>H2 : 33 – 55 cm</b>	5YR 2/6 , Structure grumeleuse a polyédrique, frais , non calcaire (aucune effervescence) , apparemment moyennement organique , friable
<b>H3 : 55 – 200 cm</b>	5YR 6/12 , Structure polyédrique, sec , non calcaire (aucune effervescence) apparemment moyennement organique , sol compact



*Figure 09 : L'emplacement du profil pédologique 4 – Mont Tessala (Cliché Bentkhici M., 2020)*

#### 4. Les analyses physico-chimiques :

Les échantillons des sols prélevés ont été séchés à l'air libre. Ensuite ils ont été passés à travers un tamis à mailles de 2 mm, Les sols sont soumis aux analyses de sol.

##### 4.1. Le dosage de calcaire :

Parmi les différents éléments chimiques qui entre dans la composition du sol, le calcaire, il joue un rôle essentiel non seulement dans la nutrition des plantes mais aussi dans la pédogénèse.

L'échelle d'interprétation est comme suit :

*Tableau 09 : L'échelle d'interprétation de taux de Calcaire*

Ca % < 0.3	0.3 < Ca % < 3	3 < Ca % < 25	25 < Ca % < 60	60 < Ca %
Très faible	Faible	Moyenne	Forte	Très forte

##### 4.1.1. Calcaire total :

L'appareil utilisé est le calcimètre Bernard. Le dosage est basé sur le volume de CO<sub>2</sub> dégagé par l'attaque d'un poids connu d'échantillon en présence d'acide chlorhydrique (HCl). Ce volume dépendant de la température et de la pression atmosphérique, on étalonne l'appareil avec un poids connu de CaCO<sub>3</sub> au moment du dosage des échantillons. (Dugain, 1961)

On fait d'abord une estimation de taux de calcaire à l'aide de l'HCl avant de faire le pesage de terre fine qu'on va utiliser, le choix du poids d'échantillon dépend de sa réaction.

*Tableau 10 : L'échelle d'appréciation du Calcaire*

Réaction nulle	Réaction faible	Réaction moyenne	Réaction forte
5-10 g	1 g	0.5 g	0.25 g

La formule utilisée pour calculer :

$$Ca_t = \frac{0.3 \times V(\text{dégagé}) \times 100}{P(g) - Vcaco3}$$

#### 4.1.2. Calcaire Actif :

La méthode suivie pour déterminer le taux de calcaire ( $\text{CaCO}_3$ ) Actif est la méthode de Droui , On utilise seulement les échantillon qui ont marqué un taux de calcaire total supérieur à 5% ,

Cette méthode consiste à agiter pendant une heure une solution de 10g de sol fin + 250 ml d'Oxalate d'Ammonium , puis réaliser un titrage avec  $\text{KMnO}_4$  utilisant 10 ml d'acide sulfurique + 10 ml de la solution agité .

La formule utilisé pour calculer :  $\text{Ca (a)} = (\text{N}-\text{n}) \times 1.25$

Dont (n) représente Le volume de  $\text{KMnO}_4$  nécessaire pour la persistance de la couleur rose et (N) représente le volume d'étalonnage (témoin)

#### 4.2. Mesure de pH :

Le pH régule la disponibilité des élément nutritifs dans le sol , leur toxicité éventuelle et l'activité microbiologique du sol , c'est probablement le facteur le plus important à considérer lors de l'analyse du sol (Aubert ,1978)

Pour mesurer le pH on effectue une solution d'eau distillé (25 ml) et de terre fine (10 g). on utilise l'agitateur pour agiter cette solution pendant 30 minutes et puis on mesure le pH avec le pH mètre . C'est une mesure de la quantité d'ions hydrogènes présents en solutions aqueuse du sol , il s'agit du pH mètre .

Les valeurs de pH sont exprimées. L'échelle est donnée comme suit :

***Tableau 11 :L'échelle d'interprétation du pH***

pH < 4.5	4.9 < pH < 5.9	6.0 < pH < 6.9	Ph = 7.0	7.1 < pH < 8.0
Très acide	selon une échelle allant de 0 à 14 c'est-à-dire : acide , neutre ou alcalin	Peu acide	Neutre	Alcalin

#### 4.3. Mesure de la conductivité électrique (CE) :

On détermine la conductivité sur une solution d'extraction aqueuse exprimée en milli Siemens par centimètre (mS/cm) à l'aide d'un conductimètres. On plonge le conductimètre dans une solution de 10g de sol fin + 50 ml d'eau distillé agitée pendant 30 min Cette mesure permet d'obtenir rapidement une estimation de la teneur global en sels dissous, donc la conductivité permet d'avoir la fertilité et la salinité du sol .

#### 4.4. Dosage du Carbone et la détermination du taux de matière organique :

L'évolution du sol ou pédogenèse est liées directement à la décomposition de la matière organique, celle-ci permet la formation d'humus qui joue un rôle important dans la fertilité du sol .

La détermination de la teneur en matière organique est effectuée par la méthode dite d'Anne , le carbone organique est oxydé par du bicarbonate de potassium en milieu sulfurique (Aubret , 1987), puis chauffé pour 7 à 8 min à l'aide de chauffe-Ballon , le calcul du pourcentage de carbone organique se fait par le titrage direct du bichromate de potassium avec la solution du Mohr (Sulfate double d'ammonium et de fer),

La formule pour calculer le pourcentage de carbone organique est comme suit :

$$C \% = \frac{(Y-X) \times 0.615 \times 5 \times 100}{P (m.g)}$$

La détermination de la matière organique se fait comme suit : M % = 2 C%

Afin d'interpréter les résultats on se réfère à la classification d'Aubert (1978) qui est établie comme suit :

***Tableau 12 : L'échelle d'interprétation de la matière organique***

Taux de Matière organique	<1	1 à 2	2 à 3	3 à 5	5
Quantité	Très faible	Faible	Moyenne	Forte	Très forte

#### 4.6. Les élément grossiers :

Les échantillon du sol sont pesés a l'aide d'une balance électrique, et puis ils sont tamisés vers un tamis de 2 mm , l'ensemble des élément aux diamètres supérieur à 2 mm sont appelés élément grossiers .

***Tableau 13 : L'échelle d'interprétation des élément grossiers (Delaunois 2013)***

EG %	0 à 2 %	2 à 5 %	5 à 15 %	15 à 30 %	30 à 50 %	> 50 %
Interprétation	Sans éléments grossiers	Très peu d'éléments grossiers	Peu d'éléments grossiers	Caillouteux	Très caillouteux	Très très caillouteux

#### **4.7. Détermination de la texture :**

On suit la méthode de Pipette de Robinson pour la détermination de la texture, elle consiste à quatre étapes essentielles :

La disparition ou l'élimination de la matière organique qui soude les éléments en agrégats par l'eau oxygénée.

La dispersion d'argile enrobant les particules par l'héxamétaphosphates de sodium et l'agitation mécanique.

Les prélèvements au cours de sédimentation sur une profondeur (10 cm) et un moment précis pour chaque élément :

- Prélèvement 1 : 46 secondes après l'agitation mécanique
- Prélèvement 2 : 4 min 48 secondes après l'agitation mécanique
- Prélèvement 3 : 6 heures après l'agitation mécanique ( mesurer la température)

Après le séchage des échantillons prélevés dans l'étuve à 105 °C pendant 24 heures on va peser les échantillons (Soltner, 1986) et suivre cette formule pour déterminer les proportions des différents éléments du sol :

- Poids P 1 = Argile + Limon fin + Limon grossier
- Poids P 2 = Argile + Limon fin
- Poids P 3 = Argile

Dont ( P ) représente le prélèvement, les résultats doivent être exprimés en pourcentage . La détermination de la texture se fait à l'aide de triangle de texture qui représente la classification adoptée par le département de l'Agriculture américain (USDA).

#### **4.8. La densité apparente :**

Exploitant les résultats acquis précédemment, le pourcentage de Limon, d'Argile et de Sable on identifie la densité apparente de chaque horizon en utilisant le triangle de densité apparente.

#### **4.9. Le taux de Carbone organique séquestré dans le sol :**

La formule pour calculer :

$$S.C.O = 0.1 \times C \times D.a + \text{Epaisseur d'horizon} \times (1 - \text{Element grossiers})$$

- S.C.O : exprimé en (t/ha)

- C : exprimé en (g/Kg)
- Epaisseur : exprimé en (Cm)
- Elément grossier : exprimé en (g/g sol)

Pour calculer le taux de saturation de chaque horizon :

$$T = 4.09 + 0.37 \times (\text{Argile \%} + \text{Limon fin \%})$$

Pour calculer le seuil critique de saturation de chaque horizon :

$$(C)_{\text{critique}} = \frac{0.32 \times (\text{Argile \%} + \text{Limon fin \%}) + 0.87}{10}$$

Enfin une différence entre le (C) critique et le Taux de saturation va donner le (C) déficit, Le (C) déficit doit être supérieur à (C) critique, Sinon cela signifie que le sol étudié est en voie de dégradation.

# **Chapitre 3 : Résultat** **et discussion**

## 1. Les paramètres physiques :

Les résultats des analyses physiques obtenus sont regroupés dans le tableau ci-dessous,

*Tableau 14 : les résultats des analyses physiques*

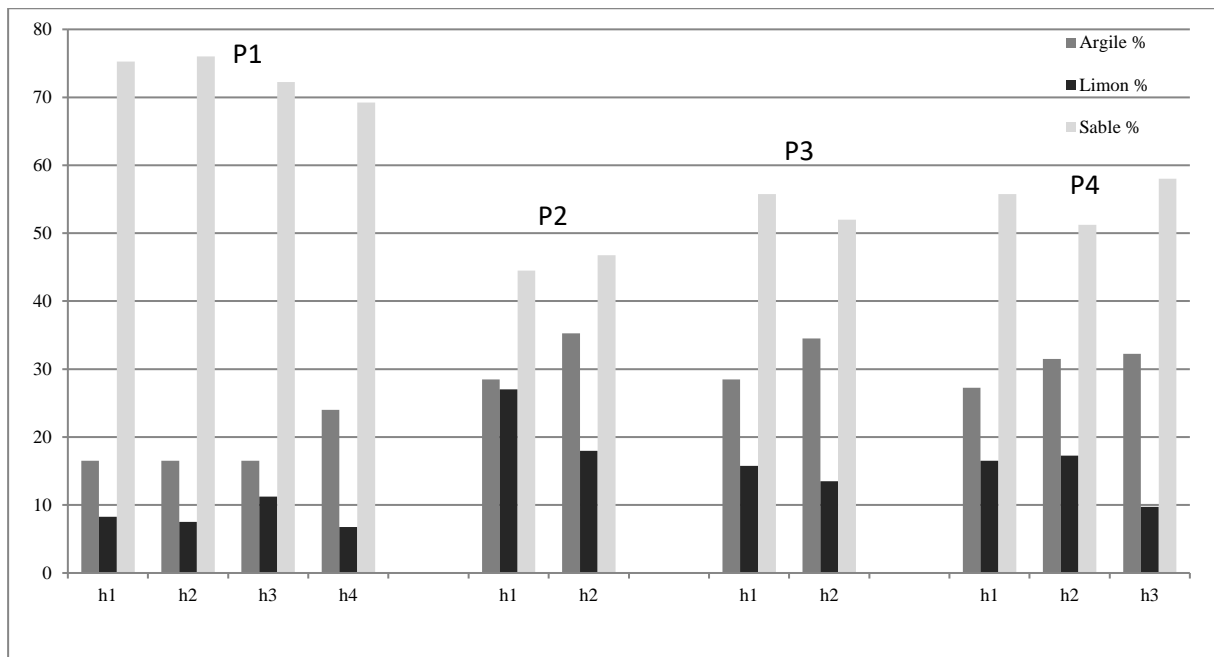
profile	H	Epaisseur (cm)	Alt (m)	Da (g.cm <sup>-3</sup> )	Battance	Texture				Erodibilité	EG %
						A %	Lf %	Lg %	S %		
P1	H1	22	514	1.6	Faible	16.5	6.75	1.5	75.25	Forte	0.78
	H2	15		1.6	Faible	16.5	6	1.5	76	Forte	0.96
	H3	16		1.6	Faible	16.5	6	5.25	72.25	Forte	0.036
	H4	47		1.6	Faible	24	3.75	3	69.25	Forte	0.29
P2	H1	21	737	1.5	Moyenne	28.5	18	9	44.5	Moyenne	14.51
	H2	30		1.5	Très faible	35.25	10.5	7.5	46.75	Faible	4.22
P3	H1	130	749	1.59	Faible	28.5	8.25	7.5	55.75	Forte	0.031
	H2	50		1.59	Très faible	34.5	9.75	3.75	52	Faible	0.14
P4	H1	33	749	1.6	Faible	27.75	9	7.5	55.75	Forte	1.72
	H2	22		1.5	Très faible	31.5	11.25	6	51.25	Faible	0.78
	H3	145		1.6	Très faible	32.25	6	3.75	58	Faible	0.314

La texture influe sur le comportement d'un sol, en particulier sa capacité de rétention des éléments nutritifs et de l'eau. (FAO , 2006)

Les résultats des analyses de la texture montrent que les horizons (H1) et (H2) et (H3) du profil pédologique (1) situé qui a été fait à une altitude de (539 m) présentent une texture Limono-sableuse , on note une forte proportion de sable et des taux d'Argile relativement faible par rapport aux autres profils , l'(H4) semble d'être différent par sa texture Limono-argilo-sableuse .

Les 2 horizons du profil pédologique (2) réalisé à une altitude de (737 m) sont dotés d'une texture Limono-argileuse , ce profil marque les plus faibles proportions de sables et les plus grandes proportions d'Argile et de Limon par rapport au autres horizons , la présence d'un équilibre entre les élément du sol est évidente , c'est le profil qui a la texture la plus équilibrée .

Les horizons des profiles (3) et (4) réalisé à (749 m) d'altitude présentent une certaine similitude, dont la texture des 5 horizons est Limono-argilo-Sableuse , le taux de sables dans les 5 horizons est supérieurs à 51 % .



**Figure 10** : Le pourcentage des éléments minéraux par horizon de sol

Les plus grandes valeurs en éléments grossiers se situent au niveau de l'H1 (14.51 %) et l'H2 (4.22 %) (Tableau 01) du profil pédologique (2) , les autres horizons présentent des valeurs inférieure de celle de profil (2) Selon l'échelle d'interprétation mentionné avant , tous les profils étudiés sont dépourvus d'éléments grossiers , mis à part le profil 2 qui en est faiblement pourvu , les éléments grossiers favorisent la portance du sol, l'aération du sol et les capacités d'infiltration mais Ils ont un effet défavorable sur la fertilité agronomique en réduisant la réserve en eau du sol .

### 1.1.La densité apparente :

Les valeurs de densité apparente marqués dans tous les horizons sont comprises entre (1.5 et 1.6)g.cm-3, ces valeurs varient aléatoirement du premier profil au quatrième, une densité apparente élevée indique soit le compactage du sol soit une forte teneur en Sable, cela indique que tous les sols étudiés sont bien compacts .

### 1.1.La battance :

La battance est en édaphologie, pédologie et écologie du paysage, le caractère d'un sol de surface tendant à se désagréger et à former une croûte en surface sous l'action de la pluie ou d'un piétinement important. C'est une des expressions de la régression et dégradation des sols qui voit la disparition des agrégats et donc des pores et la formation d'une croûte superficielle imperméable, (Delaunois , 2013)

**Tableau 15 : L'échelle de la Battance (Delaunois et al., 2013)**

<b>Evaluation</b>	<b>Signification</b>
Très Faible – Non battant	Absence de croûte : moins de 10-30 % de la surface avec une fine croûte structurale (épaisseur < 1 mm) - 70 à 100 % de la surface avec une structure grumeleuse, sans battance.
Faible – Peu battant	Fine croûte structurale (épaisseur < 1 mm) sur 30 à 70 % de la surface
Moyenne – Un peu battant	Fine croûte structurale (épaisseur < 1 mm) sur plus de 90 % de la surface
Forte – Battant	Croûte structurale épaisse (2 à 5 mm) sur plus de 90 % de la surface
Très Forte – Très battant	Croûte structurale très épaisse (5-10 mm) sur toute la surface

Tous les profils étudiés sont faiblement à très faiblement prédisposés à la battance, ce qui montre une bonne perméabilité, le seul horizon présentant un risque de battance moyenne est le H1 du second profil, et qui a donc une fine croûte structurale sur plus de 90 % de la surface

### **1.2.L'érodibilité :**

L'érodibilité du sol est définie comme étant sa sensibilité à l'érosion. Elle dépend uniquement des caractéristiques du sol qui influencent l'érosion (vitesse d'infiltration, détachabilité, transportabilité, résistance à la dispersion, ...). (Roose, 1987) plus l'érodibilité est forte plus le sol est instable, voyant les résultats conquis, de nombreuses parcelles sont instables, et plus exposées aux érosions.

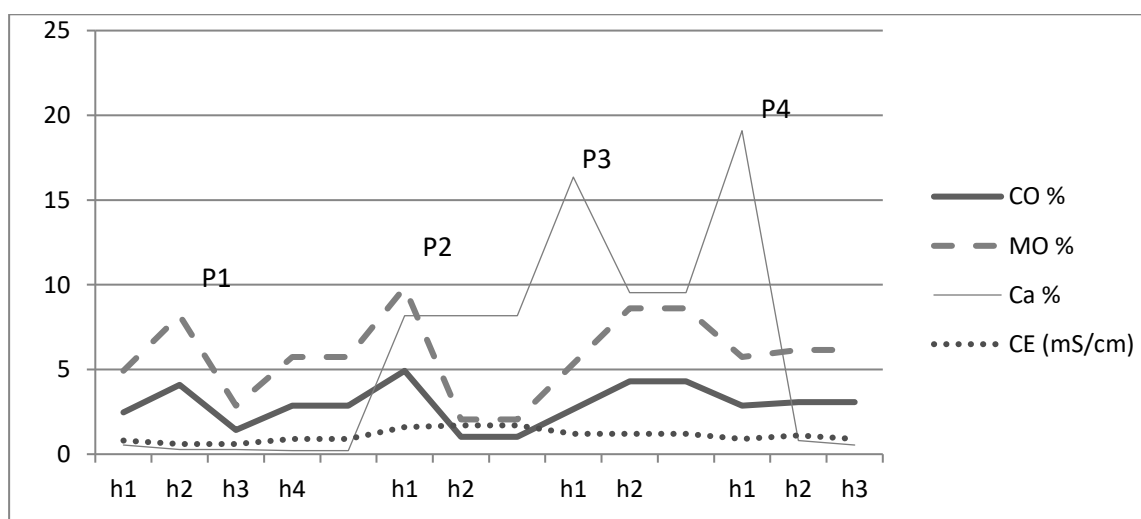
## 2. Les paramètres chimiques :

*Tableau 16 : Résultats des analyses des paramètres chimiques*

Profile	Horizon	Altitude (m)	pH	Conductivité électrique (mS/cm)	Calcaire total %	Calcaire Actif %	Carbone organique %	Matière organique %
P1	H1	514	8.5	0.08	0.54		2.46	4.92
	H2		8.6	0.06	0.27		4.1	8.2
	H3		8.5	0.06	0.27		1.435	2.87
	H4		8.4	0.09	0.21		2.87	5.74
P2	H1	737	8.4	0.16	8.18		4.92	9.84
	H2		8.6	0.17	8.18		1.025	2.05
P3	H1	749	8.6	0.12	16.36		2.665	5.33
	H2		8.5	0.12	9.54		4.305	8.61
P4	H1	749	8.7	0.09	19.09		2.87	5.74
	H2		8.6	0.11	0.81		3.075	6.15
	H3		8.6	0.09	0.54		3.075	6.15

Tous les valeurs de pH obtenues sont supérieures à 8.0 , cela signifie que tous les sols étudiés sont des sols alcalins .

Pour la conductivité électrique, et d'après l'échelle de Salure (Tableau 1.4) en fonction de la conductivité d'Aubert , tous les échantillons traités ne sont pas salés , car toutes les valeurs obtenues sont inférieure à 0.6 (mS/cm) , les échantillons qui ont les proportions de conductivité les plus élevés sont celles de profil pédologique 2 et qui sont comprises entre 0.16 et 0.17(mS/cm) .



*Figure 11 : Variation des paramètres chimiques au fil des horizons*

Cependant , Les horizons (2) et (3) et (4) ont un taux de calcaire totale très faible, inférieur à 0.3 % , les sols des profils 2 et 3 et l'horizon 1 du profil 4 sont moyennement calcaires . le reste des horizons sont faiblement calcaires. Et concernant le calcaire actif , l'ensemble des échantillons sont dépourvus .

Le taux de carbone organique trouvé dans tous les profils pédologiques varie selon la profondeur , les résultats sont relativement rapprochés, le taux de carbone organique noté dans tous les profils est important . à l'exception de l'horizon 3 du profil 1 et de l'horizon 2 de profil 2 qui ont un taux de matière organique moyen, Tous les échantillons qui ont fait l'objet des analyses ont des taux de matière organiques qui sont fort à très fort, généralement les taux de matière organique dans tous les sols étudiés sont importants.

### **3. Les paramètres liés au carbone organique de sol :**

*Tableau 17 : Résultats des calculs des paramètres relatives au carbone organique su sol*

Profile	horizon	Altitude (m)	Carbone organique (g.kg-1),	Carbone organique séquestré (t / ha)	C saturation (g.kg-1),	C critique (%)	C Déficit (g.kg-1),
<b>P1</b>	H1	514	24.6	54	127	0.83	102.4
	H2		41	61	124	0.8	83
	H3		14.35	23	124	0.8	109.65
	H4		28.7	134	143.5	0.97	114.8
<b>P2</b>	H1	737	49.2	88	213	1.6	163.8
	H2		10.25	29	210.2	1.55	199.95
<b>P3</b>	H1	749	26.65	346	177	1.26	150.35
	H2		43.05	215	205	1.5	161.95
<b>P4</b>	H1	749	28.7	93	177	1.26	148.3
	H2		30.75	67	200	1.45	169.25
	H3		30.75	444	182.4	1.3	151.65

#### **3.1. Le taux de carbone organique séquestré dans le sol :**

La quasi-totalité des parcelles étudiées enregistrent des niveaux élevés de carbone séquestré, qui dépasse 100t / ha, les sols des profils 3 et 4 semblent avoir le potentiel de séquestration le plus fort du fait qu'ils ont touché plus de 444 t / ha de carbone stocké,

L'h2 du profil 2 et h3 du profile 1 sont les horizons qui ont la plus faible quantité de carbone stocké et qui est inférieur à 30 t / ha .

Le calcul du seuil critique en carbone organique pour chaque horizon a révélé que tous les horizons du premier profil possèdent un seuil inférieur à 1 contrairement aux autres horizons qui ont un seuil supérieur à 1 % et qui est compris entre (1-2) .

Le taux de saturation du profile 1 a marqué avec tous ces horizons une valeur qui ne dépasse pas 143.5 (g.kg-1), le taux de saturation trouvé dans les trois autres profils est compris entre (177-213) (g.kg-1) .

Les différences entre les taux de saturation en C et le C actuel étaient grands dans tous les parcelles étudiés , C'est le signe que tous les sols n'ont pas encore été saturé et qu'il est possible de l'augmenter potentiellement

#### **4. Les cumules totales de carbone organique et de matière organique :**

*Tableau 18 : Les cumules totaux de carbone organique et de matière organique*

<b>Profile</b>	<b>SCO (t.ha-1)</b>	<b>CO (g.kg-1)</b>	<b>MO %</b>
<b>P 1</b>	272	108.65	21.73
<b>P 2</b>	117	59.45	11.89
<b>P 3</b>	561	69.70	13.94
<b>P 4</b>	604	90.20	18.04

Les teneurs en matière organique dans tous les profils sont importantes, par contre il y a des variations significatives concernant les quantités de carbone organiques et les taux de carbone stocké dans les sols des 4 profils.

# Discussion

## **Discussion :**

Cette étude avait pour objet l'évaluation du stock de carbone organique des sols sous oliviers sur l'ensemble du profil afin de définir la variation du carbone séquestré en fonction de la profondeur , l'étude a concerné plusieurs paramètres chimiques tel que la conductivité électrique , le pH , le calcaire total et actif , le carbone organique , en plus des paramètres physiques essentiellement la texture , le but étant de déduire quels sont les éléments qui influencent le stockage de Carbone organique . L'emplacement des profils a été choisis en fonction de 2 ensembles géographique différents, soit la plaine et la montagne .

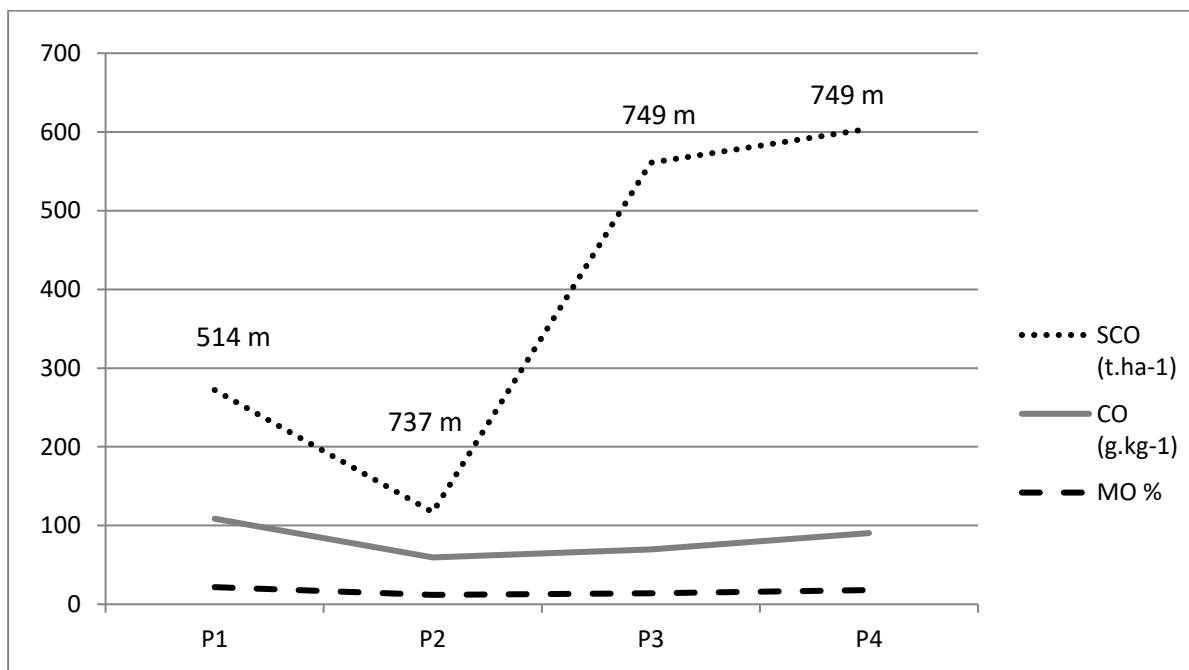
L'évaluation du pH a donné des résultats compris entre 8.4 – 8.7 (Tableau 03) , tous les sols étudiés sont alcalins ,d'après Cobo Nieto (2011) le pH le plus adapté au développement de l'olivier est proche de la neutralité mais il est tolérant à des niveaux de pH modérément alcalins , les sols alcalins indiquent la présence de calcaire , le calcaire total est présent dans tous les horizons analysés avec des proportions différentes (Tableau 03) . On note qu'au cours de la variations de calcaire , la relation entre cet élément et le taux de la matière organique et de carbone séquestré n'a présenté aucune corrélation , les plus grandes valeurs de calcaire ne sont pas trouvés dans les horizons qui possèdent les plus grands ou bien les plus faibles taux de MO , CO et SCO , et vice versa (Figure 02) ,). L'ensemble de nos sols sont dépourvus de calcaire actif, il nous a été donc impossible d'observer la variation de ce dernier par rapport au SCO. L'effet de la salinité n'apparaît pas non plus dans cette étude, vu que la totalité des sols ne sont pas salés.

En voyant les cumule du CO , de MO et celui du SCO au niveau de chaque profil (Tableau 05) , nous avons pu noter que celui qui présente les plus faibles cumuls est le profil 2 , ces faibles cumuls peuvent être dus à différents facteurs , pour identifier la raison de ces faibles valeurs marqués dans le profil 2 , on compare la quantité du SCO totale dans ce profil (117 t.ha-1 ) qui est évidemment différente de celles des profil 3(561 t.ha1) et 4 ( 604 t.ha-1 ) , sachant que les 3 profils sont réalisés au mont et que la distance entre le profil 2 et les profils 3 et 4 ne dépasse pas les 54 mètres .

D'autre part , la position des profils n'est pas la même , le terrain des 3 profils est en pente , le profil 2 est en mi-pente tandis que les profils 3 et 4 sont en bas de la pente ,Atchada (2018) a démontré que le stock de carbone le plus important est en bas de pente dans des conditions naturelles , le ruissellement des précipitation facilitent le transport de SCO vers le bas de la pente , où il s'accumule , les mêmes résultats ont été trouvés par Guo et al. (2006) qui ont montré que les stocks de carbone sont en fonction de l'inclinaison de la pente , le

positionnement du profil 2 en mi-pente pourrait éventuellement être là raison pour des faibles cumuls de SCO , tenant en compte que le premier horizon de profil 2 présente un risque de battance moyenne (Tableau 01) les sols riches en limons sont sensibles à la battance ce qui signifie que le sol a tendance à se tasser en surface sous l'effet de la pluie et à former une croûte imperméable à l'air et à l'eau (Roose , 1987) , c'est le cas de cet horizon qui est doté d'environ 27 % de Limon , ajoutant que cet horizon a une charge en éléments grossier égale à 14.75 % , Les éléments grossiers favorisent la portance du sol, l'aération du sol, les capacités d'infiltration mais ils favorisent aussi le lessivage des éléments nutritifs (Delaunois , 2013) ce qui a sans doute engendré le ruissèlement des élément nutritifs y compris le carbone organique et ce vers le bas de pente .

Les taux de SCO trouvés dans les profils 3 et 4 sont les plus élevés , tandis que le profil 1 a enregistré une fraction plus faible avec 272t.ha-1 , cette différence est probablement liée à l'altitude , Parras-Alcantara et al (2015) ont trouvé que le SCO augmente avec l'altitude , et c'est ce qui est effectivement remarqué pour nos échantillons (Figure 03)



**Figure 12 : Variation des quantités totales de SCO, de CO et de MO en fonction de l'altitude**

Comparant les résultats des quantités totales de carbone séquestré (on exclut le profil 2 de la comparaison puisqu'il subie une dégradation de ses éléments nutritifs causée par la pente) , on observe une corrélation positive entre l'altitude et les quantités de carbone stocké, (figure 03) On rejoint par conséquent les résultats Garcia B.I et al(2016) car leurs étude réalisé dans la

région méditerranéenne a conclu que l'altitude influence positivement le taux de séquestration de carbone organique sous olivier.

Au niveau des horizons , selon White et al (2016) , le stock de carbone organique augmente avec la profondeur , le SCO dans le profil 1 augmente en allant du H1 à H4 (Tableau 04) , sauf exception l'H3 , qui a un faible SCO due à un faible taux de Matière organique (2.78 %) par rapport aux autres horizons (Tableau 03), la faible teneur en matière organique peut être expliquée par la charge en éléments grossiers qui est presque absente (0.036 %) , comme cité avant , les éléments grossiers favorisent l'aération du sol (Delaunoy , 2013), l'absence de cet élément va probablement provoquer un manque d'air et en conséquence limiter l'activité de décomposition , On note aussi que le système racinaire de l'Olivier suit principalement l'aération (Masmoudi , 2016) . Les racines ont un rôle majeur dans le stockage et/ou le déstockage du C du sol , ils contribueraient très largement aux entrées de C susceptibles d'être stabilisées dans les sols (Derrien , 2016) ils déterminent aussi la rapidité avec laquelle le carbone organique est transféré aux bassins de CO du sol (Pilon , 2011)

Pour le profil 2 , le SCO a diminué avec la profondeur , cette diminution est due majoritairement au taux d'Argile et aux éléments grossiers , dans le deuxième horizon , l'Argile y est présente avec des quantités importantes (35.25%), les oliviers ne supportent pas les sols fortement argileux à cause de l'Asphyxie (Molano , 2012) , l'Olivier préfère une structure qui permet la création de voies préférentielles de circulation de l'eau, et qui permet une bonne perméabilité (Masmoudi , 2016) l'enracinement des Oliviers va suivre ces critères , dans le cas du profil 2 on suppose que le système racinaire est plus développé au niveau du premier horizon , et que l'enracinement a été entravé dans l'H2 à cause d'une mauvaise aération , ainsi , la charge en éléments grossiers dans le premier horizon est plus importante que celle du deuxième .

La présence d'Argile en grande fraction dans un sol est aussi connue pour être une cause de ralentissement de la circulation de l'eau et donc celui des éléments nutritifs et minéraux quand il y a des précipitations importantes, ce qui peut provoquer une forme de stress hydrique . Le sable qui augmente la porosité est présent dans l'horizon 2 avec une proportion qui est inférieure à 50 % , (46.75%) , ce qui ne va pas aider à résoudre cette Asphyxie rapidement , une bonne porosité va aérer le sol et corriger les problèmes liés à la circulation de l'eau et des éléments nutritifs , l'eau influence le stockage du CO selon plusieurs mécanismes. Puisque des sols bien aérés et assez humides sont optimaux pour l'activité microbienne, le taux de décomposition diminue lorsque les sols deviennent plus secs (manque d'eau). En revanche, le taux de décomposition de la matière organique diminue dans les sols inondés, du

fait d'une aération restreinte, (FAO ,2017) . La diminution du SCO dans l'H2 est dues aux facteurs qui suivent , soit la teneur en Argile et les éléments grossiers .

Le profil 3 a aussi montré une baisse du SCO du H1 au H2 (Tableau 04), ça peut être expliqué aussi par la différence de teneur en Argile , les racines préfèrent les sols bien aérés et l'Argile limite l'aération , la fraction d'Argile est plus faible dans le H1 .

Le SCO en profil 4 s'accroît avec la profondeur (Tableau 04) , bien que l'H2 a marqué un décroissement du SCO , ce décroissement est liée à la densité apparente , la densité de H1 et H3 est de 1.6 g.cm-3 alors que celle de l'H2 est égale à 1.5g.cm-3 , Parras Alcantara et al (2015) ont confirmé que ce paramètre qui indique le compactage du sol influence les taux de séquestration de carbone , l'influence est remarqué , les horizons qui ont enregistré les taux de SCO les plus élevés, ont une densité apparente commune , 1.6 g.cm-3 (il s'agit e l'H4 du profil 1 , H1 et 2 du profil 3 et H 3 du profil 4) (Tableau 01) , dont le taux de carbone séquestré a dépassé 134 t.ha-1 , les résultats sont compris entre 134 et 444 t.ha-1 , le SCO est corrélé positivement avec la densité apparente . En outre, ces horizons ont une texture Limono-argilo-sableuses, selon Feller (1991) les stocks de carbone organiques des sols sont beaucoup plus déterminés par la texture.

En général , les paramètres physiques , telle que la texture , les éléments grossiers , l'altitude , la pente , la densité apparente , la teneur en Argile et l'aération du sol sont les principaux facteurs qui semblent affecter le SCO , la variation de ces paramètres modifie les facteurs écologique environnants et donc influence les condition exigées par l'Olivier , ce qui impacte soit négativement soit positivement le processus du séquestration de carbone organique dans le sol .

L'Olivier est doté d'un grand pouvoir de séquestration du carbone dans les sols , beaucoup études en Espagne ont permis la quantification du SCO sous olivier, nous citons par exemple une étude qui a été faite à Cordoba en 2017 par Lopez et Garrido, ces derniers ont révélé des taux de SCO qui dépassent les 424 t.ha-1, une autre étude à Granada réalisée par Cobo Nieto en 2011 a donné des SCO compris entre 105 et 189 t.ha-1, on ajoute aussi une étude réalisée à Madrid par Pardos en 2010 et qui a donné des valeurs comprises entre 67 et 334 t.ha-1, ce qui montre clairement le grand potentiel de l'olivier concernant la séquestration de Carbone dans le sol.

**Tableau 19 : Résultat global des analyses de sol**

P	H	Ep (cm)	Alt (m)	pH	Cat (%)	CE (mS/cm)	MO (%)	CO (g.kg-1)	SCO (t.ha-1)	Da (g.cm-3)	C sat (g.kg-1)	Deficit (g.kg-1)	C Critique (%)	A (%)	L (%)	S (%)	EG (%)	Battance	TX (%)	GPS
P1	H1	22	512	8.5	0.54	0.08	4.92	24.6	54	1.6	12.7	-11.9	0.83	16.5	8.25	75.25	0.78	Faible	LS	N 35°16'14,364' W 0°45'28,176
	H2	15		8.6	0.27	0.06	8.2	41	61	1.6	12.4	-28.6	0.8	16.5	7.5	76	0.96	Faible	LS	
	H3	16		8.5	0.27	0.06	2.87	14.35	23	1.6	12.4	-1.92	0.8	16.5	11.2	72.25	0.036	Faible	LS	
	H4	47		8.4	0.21	0.09	5.74	28.7	134	1.6	14.35	-14.32	0.97	24	6.75	69.25	0.29	Faible	LAS	
P2	H1	21	737	8.4	8.18	0.16	9.84	49.2	88	1.5	21.3	-27.9	1.6	28.5	27	44.5	14.51	Moyenne	LA	N 35°,16'9,696" W 0°,45'53,754"
	H2	30		8.6	8.18	0.17	2.05	10.25	29	1.5	21.01	10.77	1.55	35.25	18	46.75	4.22	Très faible	LA	
P3	H1	130	749	8.6	16.36	0.12	5.33	26.65	346	1.59	17.7	-8.95	1.26	285.5	15.7	55.75	0.031	Faible	LAS	N 35°16'14,532" W 0°45'49,602"
	H2	50		8.5	9.54	0.12	8.61	43.05	215	1.59	20.5	-22.55	1.5	34.5	13.5	52	0.14	Très faible	LAS	
P4	H1	33	749	8.7	19.09	0.09	5.74	28.7	93	1.6	17.7	-11	1.26	27.75	16.5	55.75	1.72	Faible	LAS	N 35°16'14,364' W 0°45'638"
	H2	22		8.6	0.81	0.11	6.15	30.75	67	1.5	20	-10.75	1.45	31.5	17.2	51.25	0.78	Très faible	LAS	
	H3	145		8.6	0.54	0.09	6.15	30.75	444	1.6	18.24	-12.51	1.3	32.25	9.75	58	0.314	Très faible	LAS	

# **Conclusion**

## **Conclusion :**

Ce travail de recherche a été mené sur la variation du carbone séquestré en fonction de la profondeur sous oliviers. Le stock de carbone a été évalué sur des profils pédologiques entiers pour chaque individu d'Olivier choisi pour cette étude. L'étude a inclus également l'effet de différents facteurs abiotiques sur la séquestration de carbone organique dans les sols sous oliviers. Deux zones différentes ont été choisies pour l'emplacement des profils à examiner à savoir la zone de plaine et la zone de montagne afin de pouvoir observer l'effet de l'altitude et de la pente sur le SCO. Un seul profil a représenté la plaine tandis que les trois autres ont représenté la montagne. Les analyses au laboratoire ont concerné le taux de Calcaire totale et actif, la conductivité électrique, le pH, la teneur en carbone organique, les éléments grossiers et la texture. Sur la base des valeurs trouvées nous avons pu calculer et évaluer, le taux de séquestration de carbone, le déficit en C, le seuil critique en C, le taux de saturation en C, les risques de battance et d'érodibilité, et la densité apparente.

Les résultats collectés ont révélé des différences très importantes entre les taux de carbone stocké dans les quatre profils, ces différences sont probablement liées à la variation des conditions abiotiques de chacun de ces profils, soit la texture, la pente, la densité apparente, les éléments grossiers et l'altitude, ces derniers constituent les principaux paramètres qui influent le processus de séquestration du carbone, l'Olivier réuni de par ses exigences les conditions édaphiques favorables à ce processus de stockage, soit un sol poreux, bien aéré et assez humide.

Les résultats de cette étude ont montré également la grande capacité de l'Olivier à séquestrer le carbone dans le sol, tous les profils ont enregistré des quantités de carbone organique très importantes comprises entre 117 et 604 t.ha<sup>-1</sup>, cette dernière augmente en fonction de la profondeur, les horizons inférieurs ont enregistré des valeurs supérieures à la surface du sol, ce qui prouve la grande capacité de stockage de l'Olivier en général et de son système racinaire en particulier, pour cette raison, et comme perspective afin de compléter ce travail, il serait intéressant de :

- Clarifier et préciser le rôle du système racinaire de l'Olivier dans la séquestration du carbone organique dans le sol et faire des études sur ses influents.
- Rechercher des méthodes de gestion des sols sous Oliviers qui favorisent la séquestration du carbone, tenant en compte leur capacité très importante de captage de Carbone, l'Olivier peut jouer un rôle très impressionnant dans l'atténuation des gaz à effet de serre.

# **Références**

# **bibliographique**

**ABDELGUERFI A , (2003) :** “Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l’utilisation durable de la biodiversité importante pour l’agriculture” Rapport de synthèse – le ministère de l’environnement et du développement durable: la République Tunisienne: 2009 “4eme Rapport National sur la diversité”.P. 29, 34.

**ARROUAYS, D , FELLER C , JOLIVET C , SABY N , ANDREUX F , BERNOUX M , CERRI C (2003)** Estimation de stocks de carbone organique des sols à différentes échelles d'espace et de temps , *Etude et Gestion des Sols* , 10 : 347-355.

**ATCHADA.C.C , ZOFFOUN.A.G , AKPLO.T.M , AZONTONDE .A.H , TENTE.A.B , DJEGO.J.G (2018)** , Modes d’utilisation des terres et stock de carbone organique du sol dans le bassin supérieur de Magou au Bénin , *International journal of Biological and Chemical sciences* , 12(6): 2818-2829

**AUBERT . G , 1978 :** Méthodes d’analyses des sols. 2ème Edition, Centre régional de Documentation Pédagogique, CRDP Marseille, 191 p

**BANGROO S , NAJAR G.R. , RASOOL, A. (2017)** , Effect of altitude and aspect on soil organic carbon and nitrogen stocks in the Himalayan Mawer Forest Range , *CATENA*, 158 , 63-68.

**BATIJES , N. H. (1996).** Total Carbon and nitrogen in the soils of the world. *European Journal of Soil Science*, 47: 151-163.

**BEARE M.H , MC NEILLE S.J , CURTIN D , PARFITT R.L , JONES H.S , DODD M. B. & SHARP J.(2014)** , Estimating the organic carbon stabilisation capacity and saturation deficit of soils: a New Zealand case study .*Biochemistry*, 120: 71-87.

**BERNOUX M , FELLER C , ESCHENBRENNER V , CERRIE C.C , CERRIE C.E.P, eds (2004)** , Séquestration du carbone dans le sol , Piracicaba (Brésil) , Université de São Paulo , 42 p

**BLUME Hans-Peter , HELPSER Martina (1987)** , Schätzung des Humusgehaltes nach der Munsell-Farbhelligkeit , *Journal of plant nutrition and soil science* , 150(5) : 354-356

**BRILLI, L., LUGATO, E., MORIONDO , M. et al. (2018)** , Carbon sequestration capacity and productivity responses of Mediterranean olive groves under future climates and management options , *Mitig Adapt Strateg Glob Change* , 24 , 467–491

**BROWN P.E , O'NEAL A.M (1923)**, *The Color of Soils in Relation to Organic Matter Content* , bulletin de recherche n° 75 , Ames (Iowa , USA), Agricultural experiment station Iowa state college of agriculture and mechanic arts , 28p .

**CHEVALIER , Awg (1948)** , L'origine de l'Olivier cultivé et ses variations , *Revue internationale de Botanique Appliquée & D'AGRICULTURE TROPICALE* , 28 (303-304).

**CIVANTOS L, (1998)** , L'olivier, l’huile d’olive et l’olive, Ed, Conseil oléicole international, 130 p.

**CUEVAS Julian et POLITO Vito (1997)**. Compatibility relationships in 'Manzanillo' olive. *Hort Science* , 32(6): 1056-1058.

**DEB S , BHADORIA P.B.S, MANDAL B , RAKSHIT A , SINGH H.B (2015)**Soil organic carbon: Towards better soil health, productivity and climate change mitigation. *Climate change and Environmental Sustainability*, 3(1): 26-34.

**DELAUNOIS ,Yves FERRIE, Marcel BOUCHE, Carole COLIN et Cécile RIONDE , 2013**, *Guide pour la description et l'évaluation de la fertilité des sols* , Chambre d'agriculture du Tarn et INRA de Montpellier .

**DERRIEN.D , DIGNAC.M-F, I. BASILE-DOELSCH.I , BAROT.S , CECILLON.L (2016)** , Stocker du C dans les sols : Quels mécanismes, quelles pratiques agricoles, quels indicateurs ? *Étude et Gestion des Sols*, 23 : 193-223 .

**DSA 2017** : Direction des services agricoles de la wilaya de Sidi bel Abbas , Présentation de la wilaya de Sidi bel Abbas ,

**DSA 2018** : Statistiques de l'oléiculture de Sidi bel Abbas , Direction des services agricoles de Sidi Bel Abbas

**DUGAIN. F, ARIAL.G, AUDRY.P, JOUGA.J 1961** :*Les méthodes d'analyses utilisé au laboratoire de physico-chimie des sols*, Office de la recherche scientifique et technique ,Outre –Mer , Centre de pédologie de Hann-Dakara , France .

**FAO ( 2017)** , *Carbone Organique du Sol: une richesse invisible* , Rome (Italie) , Edition Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture , 77 p

**FAO (2006)** , *Guidelines for soil description* , Food and agriculture organization , fourth edition , Rome

**FELLER , C , FRITSCH.E , POSS.R et VALENTIN.C (1991)** , Effet de la texture sur le stockage et la dynamique des matières organiques dans quelques sols ferrugineux et ferrallitiques (Afrique de l'ouest, en particulier) , *Cahiers ORSTO M.Série Pédologie* ,26 (1), 25-36 .

**FRANZMEIER D.P , (1988)** , Relation of organic matter content to texture and color of Indiana soils , *Proceedings of the Indiana Academy of Science* , 98 : 463-471.

**GARCIA.B.I , ALCANTARA.L.P, BREVIK.E.C (2016)**.Impact of topographic aspect and vegetation (native and reforested areas) on soil organic carbon and nitrogen budgets in Mediterranean natural areas. *Sci. Total Environ* , 544, 963–970.

**GAVALAS.G (1973)** , A New Method of Parameter Estimation in Linear Systems , (1973) *AICHE Journal*, 19(2):214 – 222

**GHARABI (2018)** ,*"Effet du stress salin sur le comportement physiologique et morpho-biochimique de jeunes plants de variétés d'olivier cultivé (Olea-europea) locales et introduites non greffés et greffés sur oléastre "* , Thèse de doctorat , Université Djilali Liabes , Sidi bel Abbas .

**GUIGNARD J.L , DUPONT F (2004)** , *Abrégé de botanique : Systématique moléculaire*, 13ème édition , Paris , édition Masson , 271p

**GUO.G , ZHANG.H, ARAYA.K, JIA.H, OHOMIA.K, MATSUDA.J. (2006)**.Improvement of salt affected soils, Specific Heat of Salt-affected soils. *Biosystems Engineering*, 97:413-418.

**HADOU D.F (2017)** ,*L'infestation de la Teigne de l'olivier dans quelques vergers* , Mémoire de Master , Université de Tlemcen , Tlemcen .

**ITAF 2018** , *La culture de l'olivier* , Alger (Algerie) , Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne , 2018 , 37p .

**KANE Daniel (2015)** , Carbon Sequestration Potential on Agricultural Lands: A Review of Current Science and Available Practices , *National Sustainable Agriculture Coalition, Washington, DC, USA* .

**LAL R (2001)**, World cropland soils as a source or sink for atmospheric carbon. *Advances in Agronomy*, 71: 145-191

**LOPEZ PEDRO JOSE , GARRIDO BELLIDO (2017)** , *BALANCE Y HUELLA DE CARBONO EN PLANTACIONES DE OLIVAR EN EL SUR DE ESPAÑA*, These de doctorat , Cordoba ,Universidad de Cordoba .

**LORENZ K , LAL R (2016)***Soil Organic Carbon - An appropriate Indicator to Monitor Trends of Land and Soil Degradation within the SDG Framework?*, Rapport de recherche n°2413 , Dessau-Roßlau(L'Allemagne) , Centre de gestion et de séquestration du carbone, École de l'environnement et des ressources naturelles d'Ohio et l'Agence allemande de l'environnement.

**LOUSSERT R, BROUSSE G (1978)** : L'olivier. Systématique et classification botanique. G.P. Maisonneuve et La rose, Paris .

**LOZANO-GARCIA B & PARRAS-ALCANTARA L (2014)** , Variation in soil organic carbon and nitrogen stocks along a toposequence in a traditional Mediterranean olive grove , *Land Degradation & Development*. 25(3) , 297 – 304 .

**MASMOUDI-CHARFI Chiraz , MSALLEM Monji , AJMI Larbi Sai Béchir SIALA Safia , KCHAOU Monia (2016)**,*Mise en place et Conduite d'une plantation intensive d'Oliviers* ,(DVD)Sfax (Tunisie). l'Institut de l'Olivier .

**MOLANO 2012** ,*La biodiversité del Olivo (Olea europaea L.) en Colombia : estudio molecular , morfologico y fenologico ,del germoplasma local*, Thèse de doctorat , Parma (Italie) , Université de Parma .

**PARDOS JOSE ALBERTO (2010)** ,*Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbon ante el calentamiento global* , Instituto nacional de investigacion y tecnologia agrariay alimentaria INIA , Madrid .

**PARRAS-ALCANTARA.L , LOZANO-GARCIA.B , GALAN-ESPEJO.A. (2015)**Soil organic carbon along an altitudinal gradient in the Despeñaperros Natural Park, southern Spain , *Solid Earth*, 6, 125–134

**PILON REMI (2011)** , *Dynamique du système racinaire de l'écosystème prairial et contribution au bilan de carbone du sol sous changement climatique* , Thèse de doctorat , Clément Ferrand (France),Université de Blaise Pascal ,

**ROBERT Michel (2002)**, *LA SÉQUESTRATION DU CARBONE DANS LE SOL POUR UNE MEILLEURE GESTION DES TERRES* , Rapport sur les ressources en sols du monde n° 96 , Paris (France), Institut national de recherche agronomique , 71p

**ROOSE 1987** ,Erodibilité des sols, érodabilité des terrains, cartographie des risques d'érosion : introduction aux thèmes de la 4ème journée du Réseau Erosion , *Bulletin - Réseau Erosion*, (7)p. 14-17 , Montpellier .

**SCHMIDT, M . TORN , M. S , ABIVEN, S. DITTMAR, T, GUGGENBERGER, G, JANSSENS, I. A, KLEBER , M., KOGEL-KNABNER, I. LEHMANN, J, MANNING, D. A. C, NANNIPIERI , P, RASSE, D. P, WEINER, S. & E. TRUMBORE, S. E (2011)** , Persistence of soil organic matter as an ecosystem property. *Nature*, 478: 49–56.

**SOLTNER. D, 1986** : Les bases de la production végétale : le sol – le climat – la plante. Tome n° I, le sol. 14ème édition. Collection scientifique et techniques agricole. Edition : VANDER. BRUXELLE. PARIS, 464 P

**STEINHARDT G.C & FRANZMZIER D.P (1979)**Comparison of organic matter content with soil color for silt loam soils of Indiana , *Communications in Soil Science and Plant Analysis* , 10(10) : 1272-1277 .

**TIFAFI M., GUENET B., HATTE C (2018)**. Large differences in global and regional total soil carbon stock estimates based on Soil Grids, HWSD and NCSCD: Intercomparison and evaluation based on field data from USA, England, Wales and France. *Global Biogeochemical Cycles* , Volume 32, Issue 1 Pages 42–56

**TREMBLEY, S . OUMET ,R . HOULE,D (1999)** . *Modele simple pour estimer la quantité de carbone organique dans les horizons minéraux d'un sol forestier à partir de son relevé pédologique* , Note de Recherche forestier-93 , Quebec , Direction de la recherche forestier , 14p.

**WHITE.D , SWALLOW.B , MINANG.P (2011)** , *Estimación de los Costos de Oportunidad i de los Costos de Oportunidad de REDD+ Manual de capacitación de los Costos* , version 1.4 ,Banco Mundial , Washington .

➤ **Documentation électronique :**

**Aceitunas torrent :**

<https://www.aceitunastorrent.com/es/el-olivo-y-su-poder-de-absorcion-de-emisiones-co2/>

(10-04-2020)

**Climate data :**

(<https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/sidi-bel-abbes/sidi-bel-abbes-3690/>)

(13-06-2020)

**Olio Nuovo Days : «L'huile d'olive à la COP22 » :**

<https://www.olio-nuovo-day.com/lhuile-dolive-a-la-cop22/>

(17/03/2020)

# **Annexes**

## Fiche descriptive du profil pédologique 1

Date : 16 -03 - 2020

Temps : Nuageux , Pluie fine

Localisation : Commune du sidi Lahcen

Coordonnées Lambert (XxY) : N 35°,11'20,94 W 0°45'28,176

Géomorphologie :

Niveau régional : Plaine

Niveau local : Terrain Vallonné

Hydrologie : Puits à proximité

Végétation : Olivier sauvage + Sigoise

### Description des horizons :

0 à 22 cm : 10 YR 5/8 , Structure grumeleuse, sec , non calcaire (aucune effervescence) , apparemment moyennement organique , Présence de radicelles verticales , texture : limono-sableux , Friable et très compacte

22 à 37 cm : 10 YR 4/8 , Structure grumeleuse, frais , présence de radicelles moins que le H1, non calcaire (aucune effervescence), apparemment très organique, moyennement friable, texture limono-sableuse (Nodules calcaires)

37 à 53 cm : 10YR 2/3 , Structure grumeleuse, frais , apparemment moyennement organique, non calcaire (aucune effervescence) , friable , texture limono-Sableuse ,

53 cm et plus : 10 YR 5/8 , Structure grumeleuse , Frais, non calcaire(aucune effervescence) apparemment moyennement organique, texture limono-sableuse, très friable.

### Résultats des analyses au laboratoire :

Horizon	A %	Lf %	Lg %	S %	EG %	C %	MO %	Ca t %	pH	Da	SCO	Txt
H 1	16.5	6.75	1.5	75.25	0.78	2.46	4.92	0.54	8.5	1.6	54	LS
H 2	16.5	6	1.5	76	0.96	4.1	8.2	0.27	8.6	1.6	61	LS
H 3	16.5	6	5.25	72.25	0.036	1.435	2.87	0.27	8.5	1.6	23	LS
H 4	24	3.75	3	69.25	0.29	2.87	5.74	0.21	8.4	1.6	134	LAS

## Fiche descriptive du profil pédologique 2

Date : 16 -03 3 2020

Temps : Nuageux , Pluie fine

Localisation : Tessala , Versant Nord Ouest

Coordonnées Lambert (XxY) : N35°,16'9,696'' W0°,45'53,754''

Géomorphologie :

Niveau régional : Montagne

Niveau local : Versant Nord Ouest

Hydrologie : Drainage

Végétation : Olivier sauvage

### Description des horizons :

0 à 21 cm : 25 Y 6/8 , Structure grumeleuse, sec , moyennement calcaire (réaction moyenne) , apparemment très organique densité moyenne de racines , présence d'une activité biologique moyenne , sol compact , , nodules calcaires

21 à 51 cm : 10 Y 7/12, Structure grumeleuse à polyédrique , frais , moyennement calcaire (effervescence moyenne), moyennement à faiblement organique , friable , présence de taches foncé.

### Résultats des analyses au laboratoire :

Horizon	A %	Lf %	Lg %	S %	EG %	C %	MO %	Ca t %	pH	Da	SCO	Txt
H 1	28.5	18	9	44.5	14.51	4.92	9.84	8.18	8.4	1.5	88	LA
H 2	35.25	10.5	7.5	46.75	4.22	1.025	2.05	8.18	8.6	1.5	29	LA

## Fiche descriptive du profil pédologique 3

Date : 16 -03 3 2020

Temps : Nuageux , Pluie fine

Localisation : Tessala

Coordonnées Lambert (XxY) : N35°16'14,532' W0°45'49,602''

Géomorphologie :

Niveau régional : Montagne

Niveau local : Versant Nord Ouest

Hydrologie : Drainage

Végétation : Olivier sauvage

### Description des horizons :

0 à 130 cm : 5YR 4/4 , Structure grumeleuse à polyédrique ,sec , moyennement calcaire (effervescence moyenne), apparemment moyennement organique , friable

130 à 180 cm : 5YR 3/6 , Structure grumeleuse, frais , faiblement calcaire (effervescence faible à moyenne), apparemment très organique, sol compact

### Résultats des analyses au laboratoire :

Horizon	A %	Lf %	Lg %	S %	EG %	C %	MO %	Ca t %	pH	Da	SCO	Txt
H 1	28.5	10.5	7.5	55.75	0.031	2.665	5.33	16.36	8.5	1.59	346	LAS
H 2	34.5	9.75	3.75	52	0.14	4.305	8.61	9.54	8.6	1.59	215	LAS

## Fiche descriptive du profil pédologique 4

Date : 16 -03 3 2020

Temps : Nuageux , Pluie fine

Localisation : Tessala

Coordonnées Lambert (XxY) : N35°16'14,364' W0°45'638''

Géomorphologie :

Niveau régional : Montagne

Niveau local : Versant Nord

Hydrologie : Drainage

Végétation : Olivier sauvage

### Description des horizons :

0 à 33 cm : 5YR 1/4 , Structure grumeleuse à polyédrique, sec , moyennement calcaire (effervescence moyenne), apparemment moyennement organique. Sol compact

33 à 55 cm : 5YR 2/6 , Structure grumeleuse a polyédrique, frais , non calcaire (aucune effervescence) , apparemment moyennement organique , friable .

55 à 200 cm : 5YR 6/12 , Structure polyédrique, sec , non calcaire (aucune effervescence) apparemment moyennement organique , sol compact

### Résultats des analyses au laboratoire :

Horizon	A %	Lf %	Lg %	S %	EG %	C %	MO %	Ca t %	pH	Da	SCO	Txt
H 1	27.75	9	7.5	55.75	1.72	2.78	5.74	19.09	8.7	1.6	93	LAS
H 2	31.5	11.25	6	51.25	0.78	3.075	6.15	0.81	8.6	1.5	67	LAS
H 3	32.25	6	3.75	58	0.314	3.075	6.15	0.81	8.6	1.6	444	LAS

## **L'utilisation du Calcimètre de Bernard :**

### **Etape 1 : monter le calcimètre :**

Un calcimètre permet de mesurer le volume de CO<sub>2</sub> dégagé par action de l'acide chlorhydrique (HCl) sur le carbonate de calcium (CaCO<sub>3</sub>) d'un échantillon de sol ou de roche.

On peut fabriquer un calcimètre avec :

- une ampoule
- un tube gradué de 100 cm<sup>3</sup>
- un erlenmeyer de 100 cm<sup>3</sup>
- un petit tube en verre environ deux fois moins haut que l'erlenmeyer
- deux bouchons à 1 trou adaptés au tube gradué et à l'erlenmeyer
- 1,5 m de feuille anglaise

Prévoir :

- une balance à 0,01g pour peser l'échantillon.
- un portoir pour le petit tube
- une grosse pince à dissection
- un peu de pâte à modeler (non attaquée par l'acide)
- une pipette graduée
- HCl assez concentré

### **Etape 2 : Préparer la mesure :**

Préparer une solution saturée de NaCl (environ 1/4 de litre) ; la verser jusqu'à mi hauteur de l'ampoule.

Remarque : si on utilise de l'eau non salée, une partie du CO<sub>2</sub> dégagé va se dissoudre dans l'eau et le résultat sera faussé.

- Tarer la balance puis peser l'échantillon .
- Placer dans l'erlenmeyer : l'échantillon. Coller une boulette de pâte à modeler sous le petit tube. A l'aide d'une pipette, verser dans le tube de l'HCl assez concentré. A l'aide d'une grosse pince, mettre en place le tube dans l'erlenmeyer. Boucher l'erlenmeyer
- Modifier la hauteur de l'ampoule de manière à ce que l'eau salée soit au même niveau dans l'ampoule et le tube gradué.
- Le contenu de l'erlenmeyer sera alors à la pression atmosphérique.
- Noter le niveau.

Remarque : si on souhaite avoir un niveau 0 dans le tube, il faut utiliser un bouchon à 2 trous sur l'erlen ; le second trou est traversé par un petit tube en verre relié à 5 cm de feuille

anglaise portant une pince de Mohr. Ouvrir la pince de Mohr, compléter l'eau salée jusqu'au niveau 0, fermer la pince de Mohr

**Étape 3 : la mesure :**

- Incliner l'erlenmeyer afin de faire couler l'acide sur l'échantillon.
- Reposer l'erlenmeyer et attendre la fin de l'effervescence.
- La pression dans le tube gradué est alors supérieure à la pression atmosphérique.
- Il convient de rétablir la pression atmosphérique en descendant l'ampoule jusqu'à obtenir le même niveau dans l'ampoule et le tube.
- Le CO<sub>2</sub> dégagé est maintenant à pression atmosphérique : on peut faire la mesure
- Ouvrir l'erlenmeyer ; ajouter un peu d'acide sur l'échantillon. Vérifier que l'acide était bien en excès et que tout le CaCO<sub>3</sub> a été attaqué.