



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université de Larbi Tébessi –Tébessa-  
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

**Département :** Des êtres vivants

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

**Domaine:** Science de la Nature et de la Vie (SNV)

**Filière:** Ecologie et environnement

**Option:** Ecologie.

**Thème :**

**Les sols steppiques dégradés peuvent-ils contribuer à atténuer le réchauffement climatique ?**

**Présenté par:**

AOUABED Aya

BOUNIF Ilhem

**Devant le jury :**

Dr. Sonia BOUDJABI	M.C.A	Université de Tébessa	Président
Dr. Souad NEFFAR	M.C.A	Université de Tébessa	Promoteur
Mm. Karima GHDABNIA	M.A.C	Université de Tébessa	Examineur

**Date de soutenance:**

**Note :** /20

**Année 2017/2018**

## *Dédicace*

*Je dédie ce travail :*

*À ma chère mère*

*À mon père*

*À mon entraîneur Zerfaoui Mohammed*

*A mon équipe sportive*

*À toutes mes amies*

*Aya.*

## **Remerciement**

*En préambule à ce mémoire nous remercions **ALLAH** qui nous a aidé et nous a*

*Donné la patience et le courage durant ces longues années d'étude.*

*La première personne que nous tenons à remercier est notre encadreur*

***NEFFAR Souad**, pour avoir accepté de nous encadrer.*

*Nos sincères remerciements s'adressent aux membres de jury qui ont accepté de*

*Lire et de juger ce travail*

*Un grand merci à tous **les enseignants**, et le binôme Redjeb Meriem et Tichati Sana pour*

*l'esprit d'équipe qui a marqué cette année.*

*Nous remercions chaleureusement **nos familles** et surtout **nos parents** pour leur*

*Soutien moral et leurs encouragements.*

*Nous tenons à remercier toute personne qui a participé de près ou de loin à*

*L'exécution de ce modeste travail. Merci à tous nos camarades pour tous les*

*Bons moments passés, et les échanges scientifiques qu'on a partagés, leurs*

*Disponibilités et leurs compétences, merci du fond du cœur.*

## Résumé

La matière organique des sols (MOS) joue un rôle prépondérant dans la fertilité des sols et la réduction des gaz à effet de serre. L'objectif de ce travail est d'évaluer le stock de carbone dans une zone semi-aride dans l'Est algérien : Tebessa (Station de Ain Zarroug). Le choix a porté sur 3 parcelles : une oliveraie, un champ de blé labouré et une friche. Dans chaque parcelle, 5 profils sont réalisés sur une profondeur de 15cm et plusieurs paramètres sont déterminés : pH, la texture, le taux de calcaire total, la densité apparente et le taux de carbone organique. L'analyse du sol a révélé une teneur en carbone variable et statistiquement significatives entre les différentes parcelles ( $P>0.05$ ) avec respectivement 12,91tC/ha, 30,83t/ha et 32,96tC/ha pour les parcelles à olivier, le champ de blé labouré et la friche. Malgré les teneurs faibles du stock de carbone, les parcours steppiques peuvent constituer un puit de carbone et contribuer à atténuer le réchauffement climatique.

**Mots- clé** : sols steppiques dégradés, réchauffement climatique, stock de carbone



## Abstract

The soil organic matter (SOM) plays a major role in soil fertility and the reduction of greenhouse gas. The objective of this work is to evaluate the carbon stock in a semi-arid zone in eastern Algeria: Tebessa (Ain Zarroug Station). Three plots were chosen: an olive orchard, a plowed wheat field and a wasteland. In each plot, 5 profiles are made on a depth of 15cm and several parameters are determined: pH, texture, total calcareous, apparent density and organic carbon content. The soil analysis revealed a variable and statistically significant carbon content between the different plots ( $P > 0.05$ ) with respectively 12.91tC / ha, 30.83t / ha and 32.96t / ha for the olive orchard, the field of plowed wheat and the wasteland. Despite low levels of carbon stock, steppe soils can be a carbon sink and help mitigate global warming.

Key words: Degraded steppe soils, Global warming, Carbon sink.

### المخلص

تلعب المادة العضوية في التربة دورًا رئيسيًا في خصوبة التربة وفي تقليل غازات الاحتباس الحراري. يهدف هذا العمل إلى تقييم مخزون الكربون في منطقة شبه جافة في شرق الجزائر: تبسة (محطة عين زروق). تم الاختيار على 3 قطع: بستان زيتون، حقل قمح محروث، وأرض بور. في كل قطعة، تم عمل 5 مقاطع على عمق 15 سم مع تقدير المعايير التالية: درجة الحموضة، نسيج التربة، محتوى الكلس، الكثافة الظاهرية ومحتوى الكربون العضوي. كشف تحليل التربة وجود محتوى الكربون متغير وذات دلالة إحصائية بين القطع المختلفة ( $P > 0.05$ ) على التوالي 12.91 طن / هكتار و 30.83 طن / هكتار و 32.96 طن / هكتار لقطعة الزيتون، حقل القمح المحروث والأرض البور. وعلى الرغم من انخفاض مستويات مخزون الكربون، يمكن أراضي السهوب أن تكون خزانًا للكربون وتساعد على التخفيف من ظاهرة الاحتباس الحراري.

الكلمات المفتاحية: تربة السهوب المتدهورة، الاحتباس الحراري، مخزون الكربون

## Sommaire

<i>Remerciement</i> .....	<i>i</i>
<i>Résumé</i> .....	<i>ii</i>
<i>ملخص</i> .....	<i>iii</i>
<i>Abstract</i> .....	<i>iii</i>
<i>Sommaire</i> .....	<i>iv</i>
<i>Liste des figures et des tableaux</i> .....	<i>v</i>
<b>Introduction générale</b> .....	<b>1</b>
<b>Chapitre 1. Matériels et méthodes</b>	
1. Caractérisation de la zone d'étude.....	7
2. Sélection des parcelles.....	8
2.1. Prélèvement des échantillons de sol.....	8
2.2. Analyses physico-chimiques.....	10
2.2.1. Le calcaire total.....	10
2.2.2. Le pH.....	10
2.2.3. La texture.....	10
2.2.4. La densité apparente.....	10
2.2.5. Le carbone organique.....	11
2.2.6. La détermination du stock du carbone dans le sol .....	11
3. Traitement statistique.....	11
<b>Chapitre 2. Résultats et discussion</b>	
1. Caractéristiques physico-chimiques du sol des parcelles étudiées.....	13
2. Estimation du stock de carbone (tonnes/ha) dans les différentes parcelles .....	13
<b>Conclusion</b> .....	<b>17</b>
Références bibliographiques.....	19
Annexes.....	25

### Liste des figures

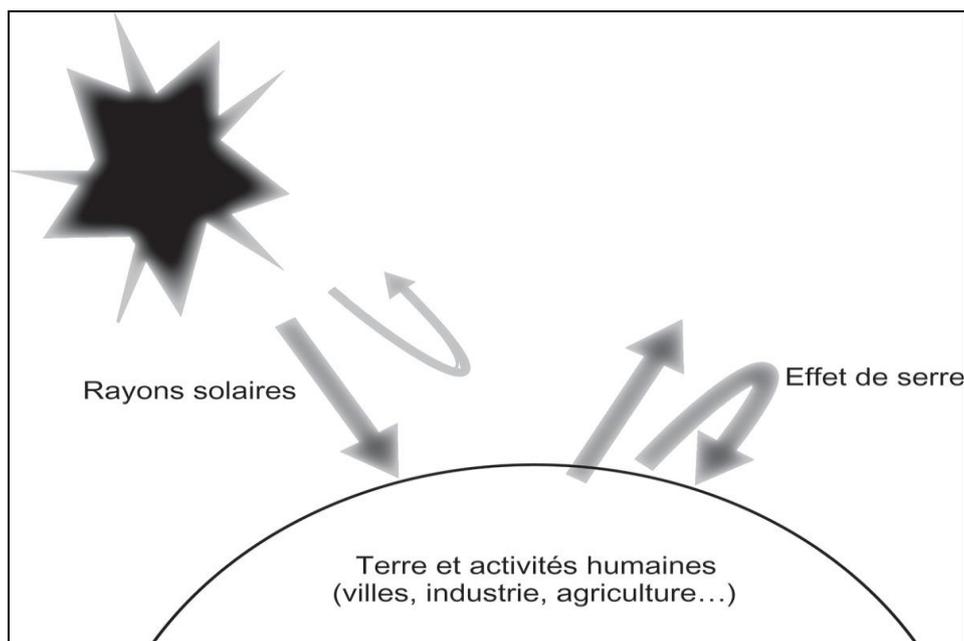
<b>Figures</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 01</b>	Schéma expliquant le réchauffement climatique	01
<b>Figure 02</b>	Estimations mondiales du carbone (Gt /an) liées à la consommation des combustibles fossiles et la déforestation	02
<b>Figure 03</b>	Les stocks de carbone terrestre (Gt	03
<b>Figure 04</b>	Stock de carbone par unité de surface dans le sol et la végétation (tonnes / ha) des principaux biomes	04
<b>Figure 05</b>	Localisation géographique de la zone et de la station d'étude (station de Ain Zarroug).	07
<b>Figure 06</b>	Diagramme ombrothermique de la zone d'étude (1972-2018).	08
<b>Figure 07</b>	parcelles experimentales (Friche (F), Champs de blé labouré (C), oliveraie (OI), (Cliché Bounif et Aouabed, 2019 à droite, Google Earth, 2019, à gauche)	09
<b>Figure 08</b>	prélèvement de sol dans la parcelle d'olivier	10
<b>Figure 09</b>	du stock de carbone (tonne/ha) dans les parcelles expérimentales (Oliveraie : OI ; Champs de blé labouré : CBL)	14

### Liste des tableaux

<b>Tableaux</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 01</b>	Quelques caracteristiques physico-chimiques des parcelles étudiées	13
<b>Tableau 02</b>	Analyse de la variance relative au stock de carbone dans les parcelles étudiées	14

Le réchauffement climatique, réchauffement planétaire, réchauffement global ou dérèglement climatique est le phénomène d'augmentation des températures moyennes océaniques et de l'air, induit par la quantité de chaleur piégée à la surface terrestre, mesurée depuis plusieurs décennies, du fait des émissions de gaz à effet de serre ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) (Beltrando, 2010). Ce terme désigne communément le réchauffement mondial observé depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle, depuis que les températures ont connu une augmentation moyenne de  $0,6 \pm 0,2$  °C (Duplessy, 2001) et atteindrait une valeur de aux environs de l'an de l'ordre de  $3,5^\circ$  à  $6^\circ$  C en 2100 au-dessus de la température moyenne à l'heure actuelle, qui est de  $16,5^\circ$  C environ (IPCC, 2004 in de Mendonça *et al.*, 2004).

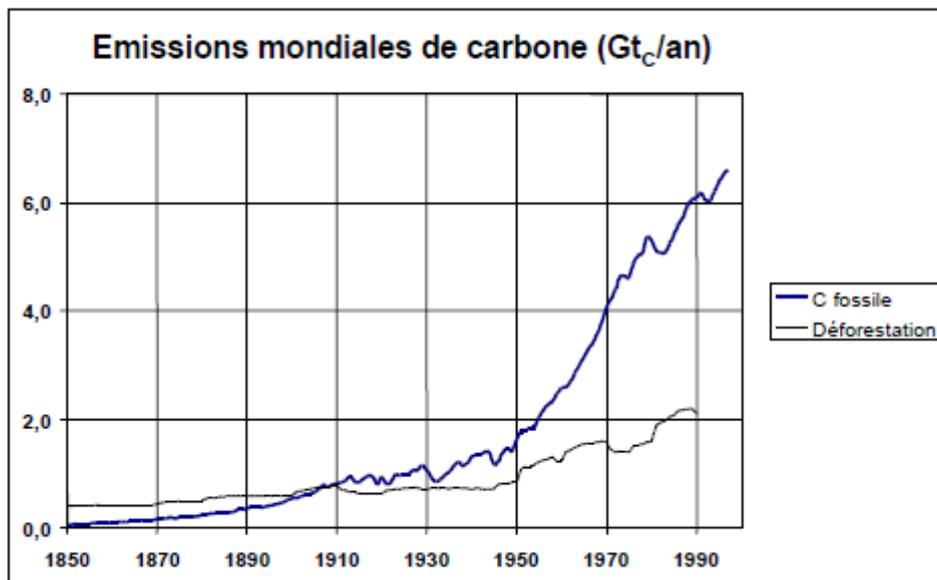
Si on prenait le cas du  $\text{CO}_2$ , en raison principalement des activités industrielles, passant de 280 ppm vers 1870 à 388 ppm en 2009. Le taux de croissance mesuré depuis 1970 est environ 500 fois plus élevé que celui observé en moyenne sur les 5 000 dernières années (Puget *et al.*, 2010).



**Figure 1.** Schéma expliquant le réchauffement climatique (Micheau, 2012).

Les principales causes de ce phénomène sont résumées sur la figure 2. Le lien entre la sequestration du carbone et le réchauffement climatique est avancé de façon simplifiée par Jolivet *et al.* (1997). Les pertes sont principalement attribuables à la mise en cultures des sols

qui accélère la minéralisation du carbone organique et augmente les émissions de CO<sub>2</sub> vers l'atmosphère. Inversement, un enrichissement en matière organique du sol (MOS) sous l'effet d'apports qui se décomposent à une vitesse plus lente que le flux d'entrée. Ainsi, le sol peut jouer un rôle de source ou de puits de carbone en interaction avec la composition de l'atmosphère.

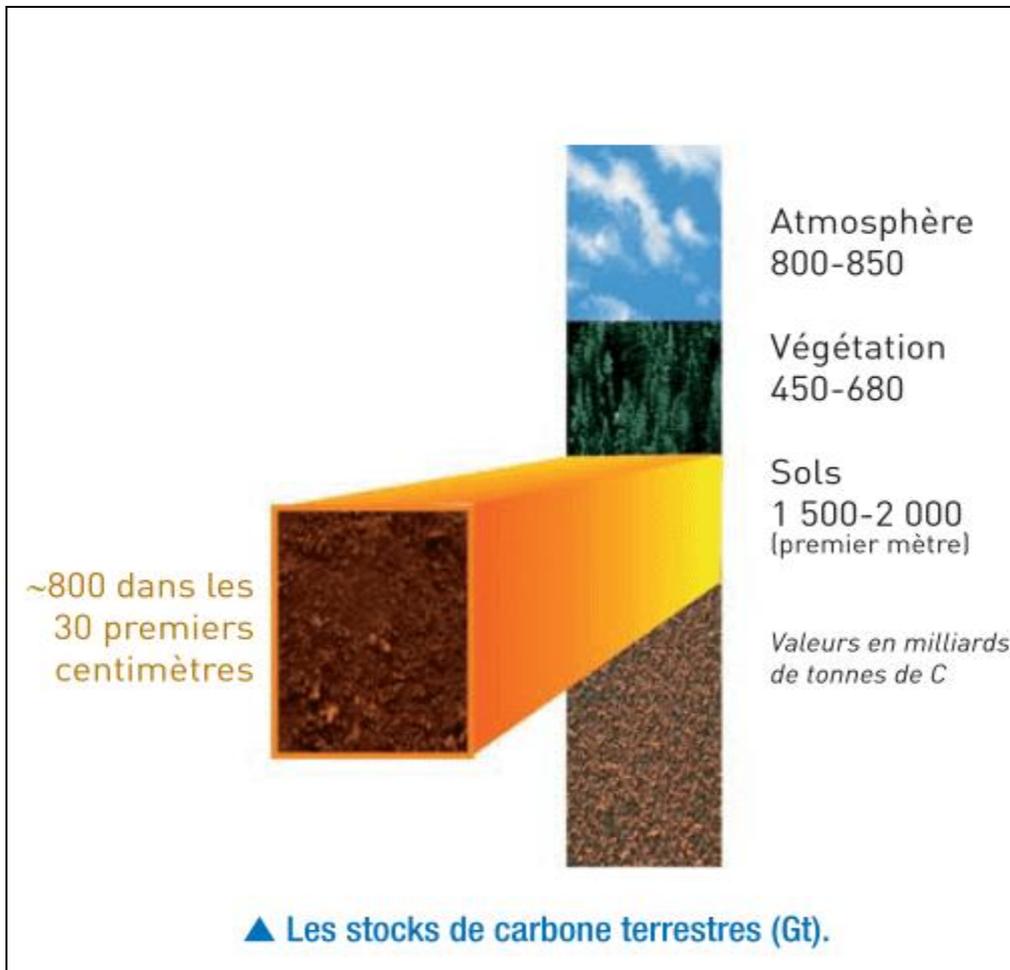


**Figure 2.** Estimations mondiales du carbone (Gt /an) liées à la consommation des combustibles fossiles et la déforestation (**Robert et Saugier, 2004**).

Selon **Houghton (1995)**, à partir de 1950, la déforestation tropicale s'est intensifiée en particulier en Amérique du Sud et en Asie 2 Gt C/an. Cette déforestation qui concerne annuellement 15 millions d'hectares environ est souvent accompagnée de brûlis de la biomasse (slash and burn) et de la minéralisation sous forme de CO<sub>2</sub> d'une bonne partie de la matière organique des sols forestiers. En Indonésie, les incendies de forêt et tourbe (**Page et al., 2002**) rejettent entre 0,81 à 2,57 GtC.

Par opposition à une source, un puit de carbone se définit comme un réservoir de carbone (un océan ou un écosystème par exemple) qui, pendant une période donnée, absorbe globalement plus de carbone qu'il n'en rejette (**Locatelli et Loisel, 2002**). Dans les écosystèmes continentaux, ce puit peut caractériser un objet physique à des échelles différentes, depuis la

parcelle forestière jusqu'à la biosphère globale. Par exemple, à l'échelle mondiale, la biosphère terrestre constitue actuellement un puits de carbone qui absorbe chaque année environ 2,3 milliards de tonnes de carbone (**Locatelli et Loisel, 2002**) (Fig.3).

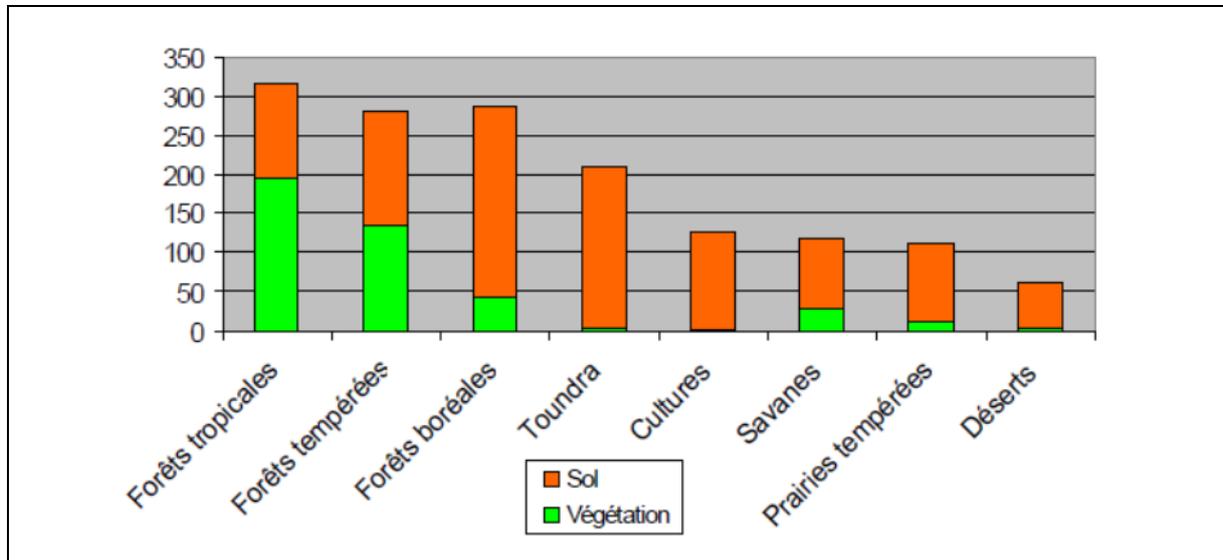


**Figure 3.** Les stocks de carbone terrestre (Gt) (**Bernoux et Chevallier, 2013**)

Les stocks de carbone estimés dans les différents écosystèmes de la planète sont révélés sur la figure 4 d'après **Lal et al. (1995)** et **Saugier et al. (2001)**.

D'après **Robert et Saugier (2004)**, les fortes valeurs de stock sont dans les hautes latitudes de l'hémisphère nord. Ce stock de carbone dépend de la production végétale qui amène au sol de la matière organique fraîche sous forme de litière aérienne et racinaire, et de la vitesse de décomposition de cette matière organique qui augmente avec la température, l'humidité et la teneur en oxygène du sol. À haute latitude, la production végétale est assez faible mais les basses températures et l'engorgement fréquent des sols en eau limitent la décomposition et

donc favorisent l'accumulation de matière organique, particulièrement dans les tourbières et les pergélisols.



**Figure 4.** Stock de carbone par unité de surface dans le sol et la végétation (tonnes / ha) des principaux biomes (Lal *et al.*, 1995 ; Saugier *et al.*, 2001).

Le stock total moyen de carbone des diverses forêts est de l'ordre de 300 tC/ha, mais sa répartition varie avec la latitude, majoritairement dans la biomasse en forêt tropicale, dans le sol pour les forêts boréales, et en parties égales dans la biomasse et le sol pour les forêts tempérées (Lal *et al.*, 1995 ; Saugier *et al.*, 2001). La biomasse d'une forêt adulte varie de 40 tC/ha pour une forêt boréale à 200 tC/ha pour une forêt tropicale, mais peut atteindre les 1000 tC/ha pour les forêts de séquoias géants de la façade Pacifique de Californie et d'Oregon. Les stocks de carbone dans les prairies et les cultures sont toujours limités, en général moins de 10 tC/ha. Le stock moyen de carbone du sol varie moins entre les biomes, passant de 50 tC/ha dans les sols désertiques à 250 tC/ha sous forêt boréale (Robert et Saugier 2004).

Il est notoire que des solutions peuvent atténuer ce réchauffement, comme le reboisement, le développement de l'agroforesterie qui comprend des systèmes mixtes culture /arbres très variés et les pratiques culturales qui peuvent être très variées. Ces dernières concernent une meilleure gestion de la matière organique des sols, soit en augmentant les apports, soit en diminuant les pertes (Robert et Saugier 2004). D'un autre côté, une meilleure gestion des pâturages et des terres de parcours offre un potentiel de séquestration (0,1 à 1t /ha)

## *Introduction générale*

---

considérable au niveau mondial si l'on considère qu'ils couvrent plus de 2 milliards d'hectares (**Lal et al., 1995**).

À côté de la prévention de l'effet de serre, on doit mettre en avant la protection des sols contre l'érosion, et l'accroissement de la teneur en matière organique qui détermine une série de propriétés (stabilité de la structure, capacité d'échange cationique) et un accroissement de l'activité biologique (en particulier de la faune). Dans les régions soumises à la désertification, ce serait un bon moyen de prévention ou de lutte.

Dans le contexte de changement climatique et de mise en place de mesures susceptibles de diminuer l'effet de serre, la question du stock de carbone du sol et des possibilités de l'augmenter pour compenser une part des émissions de CO<sub>2</sub> demeure une question d'actualité (**IPCC 2007**).

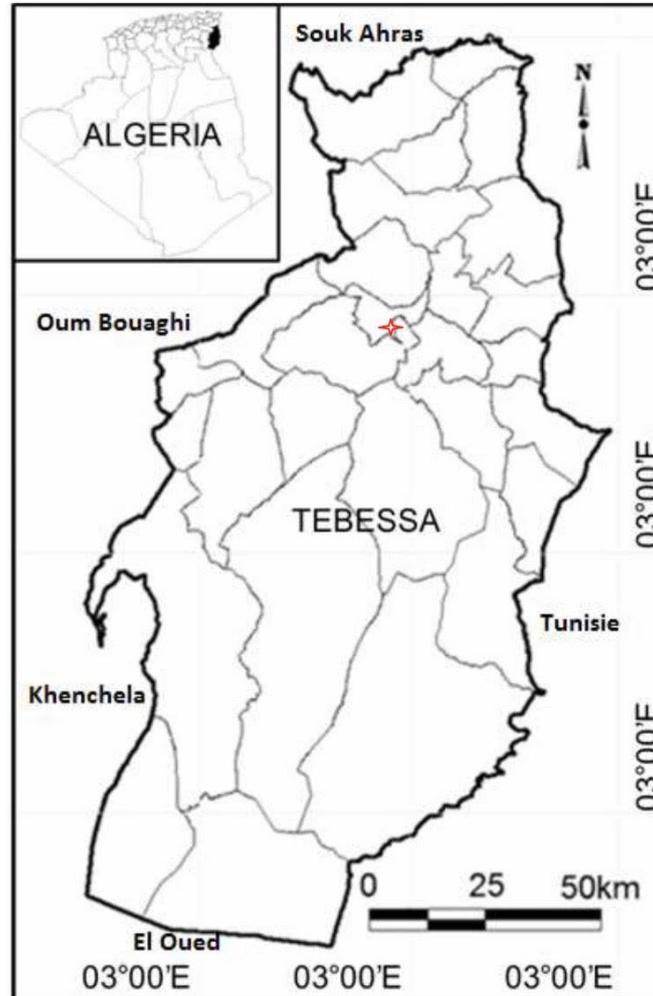
Comme la matière organique provient des résidus végétaux dont les apports et les transformations sont variables selon le type de couvert végétal, les sols et le climat (**Duchauffour, 1977**), en général les 20 premiers cm de sol concentrent plus de la moitié de carbone du premier mètre et sont le siège de 80% du flux **Metay et al. (2009)**, ce travail vise à fournir une vue d'ensemble sur le stock de carbone dans les parcours steppiques semi-arides cultivés, cas de l'oliveraie (culture avec intervention de l'homme), champs de blé (pratique du labour) et parcelle en friche.

Ce mémoire est subdivisé en une introduction générale donnant un aperçu sur le changement climatique et son rapport avec la sequestration du carbone, un chapitre présentant la zone d'étude et la méthodologie suivie pour réaliser cet essai. Un chapitre « Resultats et discussion » puis une conclusion generale pour finir par la liste des références bibliographiques et les annexes.

***Chapitre 1 :***  
***Matériels et Méthodes***

## 1. Caractérisation de la zone d'étude

Le présent travail a été effectué dans la région de Tebessa, située au nord-est Algérien. Elle est délimitée au nord par la wilaya de Souk Ahras, à l'est par la Tunisie, à l'ouest, par les wilayas d'Oum el Bouagui et Khenchela et au sud par la wilaya d'El Oued (Fig. 1).



**Figure 5 :**  
Localisation géographique de la zone et de la station d'étude (\* : station de Ain Zarroug).

La synthèse bioclimatique effectuée par Smati et Bakhouche (2018) pour une période

de 46 ans (1972- 2018) (Annexe 1), reflète un climat semi-aride (Lungu *et al.*, 2011), selon l'indice de De Martonne avec une valeur de 14,43. Le diagramme ombrothermique de la région a délimité une saison sèche du mois de Mai jusqu'à Octobre et une saison humide du mois de Novembre jusqu'au mois d'Avril (Fig.2).

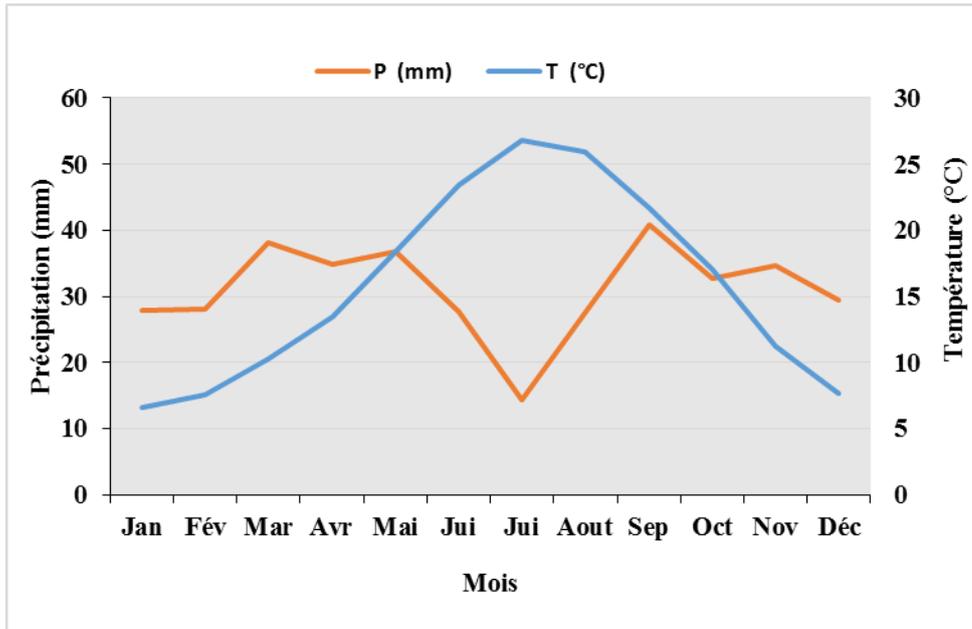


Figure 6. Diagramme ombrothermique de la zone d'étude (1972-2018).

## 2. Sélection des parcelles d'étude

### 2.1. Prélèvement des échantillons de sol

L'échantillonnage du sol a été effectué durant le mois de Janvier dans la station de Ain Zarroug où 3 parcelles différemment cultivées sont sélectionnées (Fig.3).

- une parcelle à olivier d'une superficie de 2 hectares. Ses coordonnées géographiques sont une latitude :  $35^{\circ}26'18,73''$  et une longitude :  $8^{\circ}02'01,28''$  avec une altitude de 798m. La parcelle est cultivée par une même variété d'olivier durant 30 ans, amendée régulièrement par des engrais naturels.

- une parcelle cultivée par le blé d'une superficie de 2 hectares avec une latitude  $35^{\circ}27'22,26''$  et Longitude  $8^{\circ}00'09,41''$  et une altitude de 785m. La parcelle est cultivée de blé pendant le mois de septembre, ils sont planté chaque année une fois l'orge et le blé et est amendée par des engrais naturels.

-une parcelle en friche située en face de la parcelle cultivée par le blé, d'une superficie de 1,55 hectare aux coordonnées géographiques : latitude de  $35^{\circ}27'04,15''$ , longitude  $7^{\circ}59'49,38''$  et une altitude de 792m.



**Figure7** : les parcelles experimentales (Friche (F), Champs de blé labouré (CBL), oliveraie (OI), (Cliché Bounif et Aouabed, 2019 à droite, Google Earth, 2019 , à gauche)

Dans chaque parcelle, 5 profils sont creusés à l'aide d'un piochon sur une profondeur de 15 cm. Chaque échantillon est pris séparément et mis dans un sachet étiqueté pour être analysé au laboratoire (Fig.4).



**Figure 8** : prélèvement de sol dans la parcelle d'Olivier

## **2.2 Analyses physico-chimique (Annexe 2)**

Les échantillons collectés sont séchés à l'air ambiant pour être tamisés au tamis de 2 mm afin d'obtenir la terre fine. Les analyses effectuées sont :

### **2.2.1. Le calcaire total :**

Le taux de calcaire total est réalisé par la méthode de la pesée (**Dermech *et al.* 1982**).

### **2.2.2. Le pH :**

La mesure de ce paramètre est faite dans une suspension sol –eau (1/5).

### **2.2.3. La texture :**

Le type de texture est déterminé par la méthode de saturation (**ITA, 1975**).

### **2.2.4. La densité apparente :**

La densité apparente de l'horizon ( $D_a$ ) a été mesurée sur terrain par la méthode du cylindre, où le sol est prélevé sous forme de mottes (Sol non perturbé). Ce paramètre est déduit du poids sec constant des échantillons à 105°C et le volume des cylindres des prélèvements utilisés (**Blake et Hartage, 1986**).

### 2.2.5. Le carbone organique

Le carbone est dosé par la méthode de **Walkley et Black (1934)**. Le principe est basé sur l'oxydation du carbone organique d'un échantillon avec le bichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ) en excès (en milieu acide). L'excès de bichromate non réduit par le carbone organique est alors titré par une solution de sels de Mohr (le sulfate ferreux). Ce titrage se fait en présence d'un indicateur coloré (le diphénylamine) qui vire au vert foncé lorsque l'excès de bichromate est réduit. Comme l'oxydation est incomplète (76/100), le résultat obtenu est multiplié par 1,31.

### 2.2.6 . Détermination du stock du carbone dans le sol

Pour évaluer le stock de carbone organique des sols selon la superficie, trois paramètres doivent être estimés afin de déterminer la quantité de l'élément C dans l'horizon i (**Cerri et al., 2007a**) :

$$\text{Stock du carbone (t/ha)} = \text{Epaisseur de l'horizon (E}_i\text{)} * \text{Da}(i) * \text{Ci} (\%)$$

Où,

Stock de carbone : contenu en C organique dans l'horizon i de sol (t.ha<sup>-1</sup>),

E<sub>i</sub> : épaisseur de l'horizon i (cm),

Da(i) : densité apparente dans l'horizon i (g.cm<sup>-3</sup>)

C<sub>i</sub> : taux de carbone organique dans la terre fine pour l'horizon i (%).

La quantité totale de carbone organique Q dans le sol jusqu'à la profondeur sélectionnée est la somme des quantités dans chaque horizon :  $Q = \sum q(i)$ .

## 3. Traitement statistique

La comparaison du stock de carbone entre les différentes parcelles a été testée par une analyse de la variance (ANOVA) au niveau  $\alpha = 0.05$  afin de voir l'effet du facteur étudié, qui est le mode d'occupation du sol sur le stock de carbone. L'ANOVA significative est suivie par une comparaison multiple des moyennes à l'aide du test HSD de Tukey.

***Chapitre 2 :***  
***Résultats et discussion***

Dans ce chapitre, nous allons essayer d'exposer les principaux résultats obtenus et leur interprétation. Rappelons que l'essai a été effectué dans la station de Ain Zerroug (Commune de Tebessa) où trois parcelles ont été choisies : une oliveraie, un champ de blé labouré et une friche, en vue d'estimer le stock de carbone dans des parcelles anthropisées (Intervention de l'homme) et une parcelle sans aucune intervention (une friche).

### 1. Caractéristiques physico-chimiques du sol des parcelles étudiées

D'après le tableau ci-dessous, les sols des parcelles étudiées de texture sont argilo-limoneux et limono-argileux (I.T.A, 1975) ont un pH est neutre variant dans la fourchette comprise entre 7,01 et 7,18 (Baize 2000). Le taux de calcaire est moyen entre 17% et 21% (Mathieu et Pieltain, 2003), attribué à une roche mère calcaire (Halitim, 1988). L'oliveraie et le champ labouré ont enregistré une valeur de densité apparente de 1,10 g/cm<sup>3</sup> et atteint 1,16g/cm<sup>3</sup> pour le sol de la friche. Ce qui est connu est que plus la densité apparente augmente, plus la porosité diminue et la structure du sol tend vers une structure non fragmentaire. Selon Harmand et Njiti (1998), il existe une corrélation négative entre la densité apparente et la teneur en carbone du sol, confirmant que la porosité du sol augmente avec l'incorporation de matière organique du sol. D'après le résultat, le sol est plus compact dans la friche et plus meuble dans l'oliveraie et le champ labouré. Ce résultat va dans le sens inverse de la théorie qui stipule que la densité apparente évolue dans le sens inverse que la MO.

**Tableau 1.** Quelques caractéristiques physico-chimiques des parcelles étudiées

Paramètre	Oliveraie	Champs de blé labouré	La friche
pH (1/5)	7,18±0,17	7,01±0,09	7,14±0,13
Calcaire total(%)	17,60±3,07	19,57±3,56	21,40±2,10
Densité apparente (g/cm <sup>3</sup> )	1,09±0,13	1,10±0,15	1,16±0,14
Texture	Limono-argileux	Argilo-limoneux	Limono-argileux

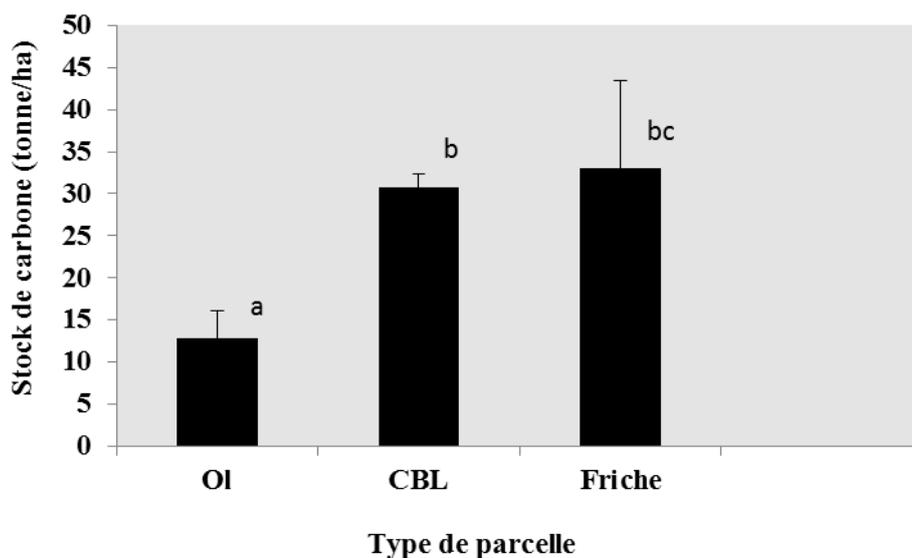
### 2. Estimation du stock de carbone (tonnes/ha) dans les différentes parcelles

Les teneurs en carbone organique total stockées dans les profils de sol sur les parcelles d'étude sont représentées dans la figure 9.

À une profondeur de 15cm, les valeurs du stock de carbone varient entre 12,91t/ha et 32, 97 t/ha. La plus faible valeur est enregistrée dans la parcelle à olivier avec une moyenne de

## Résultats et discussion

12,91t/ha et une moyenne de 32,96 t/ha dans la parcelle en friche. La parcelle labourée a enregistré une valeur de 30,83t/ha. L'analyse de la variance (Tab. xx) indique une différence significative entre les parcelles au niveau  $P= 0,001$ . La comparaison des moyennes à l'aide du test de Tukey signale une différence significative entre les 3 parcelles. La différence est évidente entre l'olivier et la friche ( $P= 0,002$ ) et entre l'olivier et le champs de blé labouré ( $P=0,004$ ) mais aucune entre le blé et la friche ( $P=0,840$ ).



**Figure 9.** Estimation du stock de carbone (tonne/ha) dans les parcelles expérimentales (Oliveraie : Ol ; Champs de blé labouré : CBL). La même lettre indiquée sur le graphe indique l'absence de différence significative au niveau  $P= 0,05$ .

**Tableau 2.** Analyse de la variance relative au stock de carbone dans les parcelles étudiées

Source de variation	SC	DDL	MC	F	P
Plante	1041,88	2	520,94	12,10	0,001
Erreur	473,27	11	43,02		

Au départ, il est important de signaler que le but de ce travail est loin d'étudier l'effet du mode d'occupation du sol sur le stock de carbone, car ce dernier lié à la matière organique est selon **Robert (2002)**, tributaire de plusieurs facteurs tels que la végétation (apport de résidus,

composition de la plante), puis les facteurs climatiques (température/ conditions d'humidité) et les propriétés des sols (texture, teneur en argile, minéralogie, acidité), bien que, **Feller et al. (1991)**, avancent que l'effet du climat est secondaire car les stocks organiques des sols, cultivés ou non, sont beaucoup plus déterminés par la texture que par le climat.

Donc vu la complexité du processus de sequestration du carbone, il est plus approprié pour un premier essai d'avoir les premières données concernant cet élément dans les parcours steppiques dégradés différemment cultivés, à savoir une oliveraie, un champs de blé labouré et une friche.

Sur la base des résultats indiqués ci-dessus, les conditions environnementales sont similaires (pH, taux de calcaire et texture), mais le stock de carbone sur une profondeur de 15 cm, a enregistré des valeurs voisines dans la friche et le champ labouré (environ 30t/ha), significativement différentes de celle observée dans l'oliveraie (12t/ha). Ces valeurs restent dans les mêmes limites trouvées par **Redjeb et Tichati (2019)** (Communication personnelle) dans les parcelles à alfa, à Atriplex et à figuier de Barbarie.

Selon **Boulmane et al. (2010)**, les sols des zones arides stockent entre 50 et 70 t/ha. Ces valeurs dépassent celles trouvées dans le présent cas, entre 12t/ha et 32t/ha. Mais si **Brahim et al. (2018)** considèrent les oasis tunisiennes comme un puit de carbone avec 9t/ha, il en serait de même pour les sols des parcelles étudiées aussi bien dans la friche que dans les parcelles cultivées.

***N'empêche que ces teneurs enregistrées induisent de la confusion*** pour la raison suivante :

Pratiquement, dans les agroécosystèmes, la tendance aux techniques de culture sans labour (TCSL) est encouragée afin de ralentir les pertes de carbone (**Metay et al. 2009**), car il a été déjà avancé par **Jolivet et al. (1997)** que ces pertes sont principalement attribuables à la mise en cultures des sols qui accélère la minéralisation du carbone organique et augmente les émissions de CO<sub>2</sub> vers l'atmosphère. Le labour, par exemple, est considéré comme défavorable au stockage de carbone par une stimulation de la minéralisation de la matière organique due à la meilleure aération du sol, et par une diminution de la stabilité des agrégats et une moindre protection physique des matières organiques du sol (**Oades,1995**), conséquence de leur dilution dans les horizons de surface par mélange avec des horizons de profondeur. L'ajout des restitutions organiques en surface ou enfouies augmentent le taux de carbone dans le sol (**Razafimbelo et al., 2003, Brahim et al., 2018**).

Dans notre cas, le résultat va dans le sens inverse de ce qui précède par le fait que la parcelle labourée a enregistré un taux de carbone (30t/ha) plus élevé que celui de la parcelle à olivier

(12t/ha) qui reçoit régulièrement des amendements organiques, selon le propriétaire de la parcelle (Communication personnelle).

Face à ce contraste, il nous est difficile d'apporter une explication même superficielle avec le nombre réduit et insuffisant des parcelles étudiées car le processus de stockage de carbone est bien complexe, régi par une multitude de facteurs naturels (climat, végétation, effets de l'altération, et plus généralement de l'ensemble des processus pédogénétiques) et anthropiques (impacts locaux des utilisations des sols) (**Bernoux et Cerri, 2006**). **Sabir et Roose (2004)** rapportent que les sols argileux stockent plus de carbone que les sols sableux, mais peut être modifié par le mode d'utilisation des terres, bien que selon, **Mrabet (2002)**, la faible couverture des terres de culture provoque un appauvrissement en matière organique surtout sur sol sableux et engendre les émissions de carbone dans l'atmosphère.

Si on prenait le labour comme exemple, en tant que technique culturale, il n'y a pas de consensus sur ses effets selon les recherches effectuées comparées à la technique de culture sans labour (TCSL). Autrement dit, cette dernière peut avoir le même effet que le labour (**Aslam et al., 2000**), supérieurs (**Hendrix et al., 1998**). Alors que selon **Alvarez et al. (1995)**, la différence des stocks de carbone entre les systèmes labourés et non labourés est en général faible et souvent non significative sur l'ensemble du profil.

## *Conclusion générale*

---

Les solutions passant par l'accroissement du carbone de la biomasse ou des sols représentent des solutions écologiques, à mieux évaluer, pouvant permettre à court ou moyen terme, de compenser une partie de l'accroissement des gaz à effet de serre, cependant, les changements de stocks de matière organique dans les sols sont difficiles à mesurer à cause de l'ordre de grandeur des stocks, qui est en règle générale nettement supérieur à celui des variations mesurables sur un pas de temps court

En guise de conclusion pour ce travail préliminaire,

- Quel que soit le type d'occupation du sol, les parcelles expérimentales (La friche, l'oliveraie et le champ labouré) stockent des valeurs comprises entre 12 et 32t/ha, leur permettant d'être considérées comme des puits de carbone.
- Les variations observées entre les différentes parcelles ne permettent pas de donner une explication suffisante à cause du nombre réduit des parcelles étudiées, car à l'échelle de la placette d'observation, l'estimation des stocks peut être réalisée avec une bonne précision à condition de multiplier le nombre de prélèvements et de mesures de la densité apparente. En raison de la corrélation fréquemment observée entre les teneurs en C des horizons de surface et leur densité apparente.

En perspective, il serait plus judicieux de multiplier le nombre de parcelles dans les parcours steppiques semi-arides pour avoir une idée plus précise sur le stock de carbone et permettre une extrapolation à l'ensemble des steppes orientales.

# *Références bibliographiques*

## *References bibliographiques*

---

- 1- **Alvarez, R., Diaz, R. A., Barbero, N., Santanatoglia, O. J. and Blotta, L. 1995.** Soil organic-carbon, microbial biomass and CO<sub>2</sub>-C production from 3 tillage systems. *Soil Tillage Res*,33:1728.
  
- 2- **Aslam T., Choudhary, M. A. et Sagggar, S. 2000.** Influence of land-use management on CO<sub>2</sub> emissions from a silt loam soil in New Zealand. *Agric. Ecosyst. Environ*,77: 257-262
  
- 3- **Baize, D. 2000.** Guide des analyses en pédologie. INRA, Paris. 257 pages.
  
- 4- **Beltrando, G. 2010.** Les géographes - climatologues français et le changement climatique aux échelles régionales, *EchoGéo* [En ligne] mis en ligne le 12 avril 2010, URL : <http://echogeo.revues.org/11816>
  
- 5- **Bernoux, M., Feller, C., Cerri, C. C., Eschenbrenner, V., & Cerri, C. E. P. 2006.** Soil carbon sequestration , *IRD* : 13-22.
  
- 6- **Bernoux, M. & Chevallier, T. 2013.** Le carbone dans les sols des zones sèches. Des fonctions multiples indispensables. Les dossiers thématiques du CSFD. N°10. CSFD/Agropolis International, Montpellier, France. 40 p.
  
- 7- **Blake, G. R., & Hartge, K. H. 1986.** Bulk density 1. *Methods of soil analysis: part 1—physical and mineralogical methods*, (methods of soil an1): 363-375.
  
- 8- **Boulmane, M., Makhloufi, M., Bouillet, J. P., Saint-André, L., Satrani, B., Halim, M., & Elantray-Tazi, S. 2010.** Estimation du stock de carbone organique dans la chênaie verte du Moyen Atlas marocain. *Acta botanica gallica*, 157(3): 451-467.
  
- 9- **Brahim, N., Ibrahim, H., Gallali, T. & Bol, R. 2018.** Spatial variability of organic carbon stock in the desert soil of Zarcine oasis-Kebili. 3<sup>rd</sup> International Conference on Integrated Environmental Management for Sustainable Development. [WWW.iciem-conference.com](http://WWW.iciem-conference.com).
  
- 10- **Cerri, C. E., Easter, M., Paustian, K., Killian, K., Coleman, K., Bernoux, M., ... & Cerri, C. C. 2007a.** Simulating SOC changes in 11 land use change chronosequences from the

## *References bibliographiques*

---

Brazilian Amazon with RothC and Century models. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 122(1) : 46-57

11-**De Mendonça, M. J. C., Diaz, M. D. C. V., Nepstad, D., da Motta, R. S., Alencar, A., Gomes, J. C., & Ortiz, R. A.** 2004. The economic cost of the use of fire in the Amazon. *Ecological Economics*, 49(1), 89-105.

12-**Dermech, Kh., Karouani, M., & El Belkhi, M.** 1982. L'essentiel en pédologie. Direction des publications universitaires, Haleb, Syrie (Manuscrit en Arabe).

13 -**Duchaufour, P.** 1977. Pédologie: Tome 1: Pédogenèse et classification. Masson.

14- **Duplessy, J.C.** 2001. État des connaissances et incertitudes sur le changement climatique induit par les activités humaines. *Compte Rendu de l'Académie des Sciences*, Paris, Sciences de la Terre et des planètes, vol. 333, p. 765-773.

15- **Feller, C.; Fritsch, E.; Poss, R. & 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). *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, vol. XXVI, n°1 : 25-36.

16-**Halitim, A.** 1988. Sols des regions arides. OPU, Algerie, 384.

17-**Harmand, J. M. & Njiti, C. F.** 1998. Effets de jachères agroforestières sur les propriétés d'un sol ferrugineux et sur la production céréalière. *Agriculture et développement*, (18) : 21-29.

18- **Hendrix, P. F.; Franzluebbbers, A. J. & McCracken, D.V.** 1998. Management effects on C accumulation and loss in soils of the southern Appalachian Piedmont of Georgia. *Soil Tillage Res.*, 47: 245-251

## *References bibliographiques*

---

- 19- **Houghton, R.A. 1995.** Changes in the storage of terrestrial carbon since 1850 pp. 45-65 in: Lal, R., Kimble, J., Levine, E., Stewart, B.A. (eds). Soils and Global Change. CRC/ Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- 20-**IPCC 2007.** Climate change 2007. The physical science basis. Cambridge University Press, UK. 1009 pp
- 21-**ITA. 1975.** Méthodes d'analyses chimiques et physiques du sol. Laboratoire du sol. ITA, Mostaganem.
- 22-**Jolivet, C. ; Arrouays, D. ; Andreux, F. & Leveque, J. 1997.** Soilorganic carbon dynamics in forested spodosols converted to maize cropping. Plant Soil, 191: 225-231
- 23- **Lal, R., Kimble, J.; Levine, E. & Stewart, B.A. 1995.** Soils and Global Change. CRC/ Lewis Publishers Eds, Boca Raton, FL.
- 24- **Locatelli, B. & Loisel, C. 2002.** Changement climatique: la vérité est-elle au fond du puits? Une analyse des controverses sur les puits de carbone. Natures Sciences Sociétés, 10(4) : 7-19.
- 25- **Lungu, M. ; Panaitescu, L. & Nita, S. 2011.** Aridity, climatic risk phenomenon in Dobrudja. Present Environment and sustainable development , 5: 179-190
- 26-**Mathieu, C., & Pielain, F. 2003.** Analyse chimique des sols: Méthodes choisies. Tec & doc.
- 27- **Metay, A.; Mary, B.; Arrouays, D.; Labreuche, J.; Martin, M.; Nicolardot, B. & Germon, J.C. 2009.** Effets des techniques culturales sans labour sur le stockage de carbone dans le sol en contexte climatique tempéré. Canadian journal of soil science, 89(5) : 623-634.
- 28-**Micheau, B. 2012.** Le changement climatique dans la presse magazine: expliquer la menace, impliquer les individus, prédire la catastrophe. Communication langages, (2) :27-51.

## *References bibliographiques*

---

- 29- **Milne, E.; Al Adamat, R.; Batjes, N. H.; Bernoux, M.; Bhattacharyya, T.; Cerri, C.C.; ... & Feller, C. 2007.** National and sub-national assessments of soil organic carbon stocks and changes: the GEFSOC modelling system. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 122(1):3-12.
- 30- **Mrabet, R. 2002.** Stratification of soil aggregation and organic matter under conservation tillage systems in Africa. *Soil and Tillage Research*, 66(2): 119-128.
- 31- **Oades, J. M. 1995.** An overview of processes affecting the cycling of organic carbon in soils. The role of nonliving organic matter in the earth's carbon cycle. Pages 293-303 dans R. G. Zepp and C. Sonntag, é.d. John Wiley and Sons, New York, NY
- 32- **Page, S.E. ; Siegert, F. ; Rieley, J.O. ; Boehm, H.DV. ; Jaya, A. & Limin, S. 2002.** The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997, *Nature* 420: 61–65.
- 33- **Puget, J. L., Blanchet, R., Salençon, J., & Carpentier, A. 2010.** Le changement climatique. Académie des sciences. Synthèse des débats sur le climat, 20.
- 34- **Razafimbelo, T., Barthes, B., De Luca, E. F., Larre -Larrouy, M.-C., Laurent, J.-Y., Cerri, C. C. & Feller, C. 2003.** Effet du paillis des résidus de canne à sucre sur la séquestration de carbone dans un sol ferrallitique argileux du Brésil. *Etude Gestion Sols*, 10: 191-200.
- 35- **Robert, M. 2002.** La séquestration du carbone dans le sol pour une meilleure gestion des terres. Rapport FAO, Rome, 72 pages.
- 36- **Robert, M. & Saugier, B. 2004.** Contribution des écosystèmes continentaux à la séquestration du carbone. *Edafologia*, 11(1): 45-54
- 37- **Sabir, M. & Roose, E. 2004.** Influences du couvert végétal et des sols sur le stock de carbone du sol et les risques d'érosion et de ruissellement dans les montagnes méditerranéennes du Rif Occidental (Maroc). *Bulletin du Réseau Érosion*, (23) : 144-154.

## *References bibliographiques*

---

- 38- **Samir, K.; Brahim, B.; Capozucca, R. & Wahab, M. A. 2018.** Damage detection in CFRP composite beams based on vibration analysis using proper orthogonal decomposition method with radial basis functions and cuckoo search algorithm. *Composite Structures*, 187: 344-353.
- 39-**Saugier B.; Roy J. & Mooney H.A. 2001.** Estimations of global terrestrial productivity: converting toward a single number ? In : *Terrestrial Global Productivity*, J. Roy, B. Saugier & H.A. Mooney Eds, Academic Press pp. 543-557
- 40- **Smati, A. & Bakhouché, F. 2018.** Les îlots de fertilité autour du figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) améliorent-ils les taux de matière organique et d'humidité dans le sol environnant? Mémoire de master en Ecologie et Environnement, Université de Tébessa. Algérie. 28 pages.
- 41- **Walkley, A. & Black , A. (1934).** An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposal modification of the chromic acid titration method. *Science*, Volume 37, p. 29-38.

# *Annexe*

## Annexe

### Annexe 01 : données climatiques de Tébessa (1972-2018)

**Tableau 1** : moyennes annuelles des précipitation (mm)Tébessa (1972-2018)

	Jan	fevr	mars	avr	mai	juin	juill	aout	sept	oct	novb	dec	Total
1972	71,9	25,1	34,9	95	26,4	47,7	11,1	8,4	36,9	99,3	11,2	34,9	502,8
1973	46	42,7	171,1	31,3	44,7	65,5	5,3	36,4	16,3	12,9	6	94,4	572,6
1974	14	28,3	29,3	50,2	10,4	24,8	4,5	12,1	27,1	37,9	18,5	14,2	271,3
1975	23,4	67,8	33,6	21,6	66,6	0	25,4	23,7	26,1	11	74,3	6,2	379,7
1976	22,4	38,2	49,1	32,4	25,8	59	27,3	39,3	25,1	23,1	134,5	10,3	486,5
1977	14,7	66	45,1	40,4	38,2	9,1	15	19,4	11,2	3,3	46,7	3,9	313
1978	3,9	54,7	102,5	23	23,9	3,9	0	50,1	5,4	26	20,4	3,6	317,4
1979	10,3	44,6	40,3	89,4	22,7	27,7	0	11,7	116,1	18,5	21,3	1,7	404,3
1980	33,7	29,8	76,8	28,1	41	4,3	2	3,4	65,8	3,7	24,1	47,5	360,2
1981	13,4	18,8	24,1	11,7	35,8	72,4	3,6	4,1	37,3	23	1,9	15,3	261,4
1982	21,8	45,6	12,4	56,2	80,1	8,5	3,7	15,5	12	58,5	50,3	24,7	389,3
1983	2,8	7,3	18,1	5,7	30,4	42,7	0,7	31,5	3,9	31,7	17,9	12,2	204,9
1984	18,9	92,4	24	24,1	4,3	6,8	0,2	15,4	27,2	26,2	19,1	51	309,6
1985	25,7	11,3	54,5	26,4	65,2	27,2	2,4	6	50,8	23,1	3,5	13,5	309,6
1986	31,1	14,3	83,1	2,5	35,8	15,2	51	13,1	24,4	28,7	44,7	20,7	364,6
1987	10,2	27,4	62,6	13,2	25,1	4,2	33,7	5	15,5	18,7	33,8	9,2	258,6
1988	23,7	4,2	35,8	31,6	55,6	62,1	8,3	6,5	21,4	20,6	35,1	35,4	340,3
1989	18,3	17,4	14	16,3	8,4	57,3	8,7	99,3	44,6	12	10,8	8,7	315,8
1990	83	0,2	34,8	43,1	66,9	17,1	15,2	136,6	53,3	22,4	99,8	64,9	637,3
1991	30,3	12,8	54	43	67,8	14,4	6,4	65,6	74,7	34,4	44,3	14,2	461,9
1992	34	29,9	24,3	43,6	82	23,2	13,4	4,5	51,2	28,4	61,6	48,4	444,5
1993	9,3	27,9	21,4	2,6	31,1	12,8	20,1	1,8	22,7	3,8	16,8	28,7	199
1994	31	23,9	19,4	23,3	41	2,4	4,5	11	7,2	66,8	0,6	6,8	237,9
1995	24,7	3	32,3	22,1	7,4	37,9	1,7	44,1	149,7	39,7	26,6	18,2	407,4
1996	24,9	72,9	56,3	49,8	30,2	38,9	13,2	30	12,4	4,1	1,2	15	348,9
1997	31,6	7,1	18,9	46,8	16,1	10,3	20,2	23,7	64	72,5	45,2	21,5	377,9
1998	22,3	10,2	28,7	29,2	16,7	31	0	15,2	78,6	36,2	55,1	14,5	337,7
1999	56,4	11,7	45,6	15,4	30,9	16,9	18,9	33,7	22,1	81,5	64,6	34,5	432,2
2000	3,7	4,1	10	14,7	86,5	76,4	21,6	18,8	51	18,3	17	13,7	335,8
2001	27,1	15,8	15,1	2,7	49,3	2,4	7,6	1,4	55	1,7	23,3	7,1	208,5
2002	17	11,8	5,2	29	40,6	13,3	58	84,7	36,5	38	76,4	30,3	440,8
2003	100,4	38,9	18	97,8	29,2	9,5	2,8	12,1	7,2	45,5	17,5	168,4	547,3
2004	20,6	3,2	72,6	29,4	39,4	91,6	16,4	44	19	26	117	66,9	546,1
2005	29,2	34	24	20,4	1,2	31,5	1,4	46,6	33,3	94,1	31,6	77,3	424,6
2006	34,9	14,4	5,5	43,6	37,6	26,9	8,4	26	6,4	12	3,7	63,2	282,6
2007	5,2	11	61	59,1	16,8	98,2	30,2	54,4	49,7	15,4	9,3	28,7	439
2008	6,1	7	36,4	28	67,4	12,9	4,3	18,7	84,9	52	12,8	47,1	377,6
2009	76,9	11,6	26,7	111,9	65,9	0	23	12,7	96,7	2	2	7	436,4
2010	38,7	3,1	13,1	79,3	35	25,9	20,2	2,4	77	17	55,1	5,5	372,3

## Annexe

---

---

2011	26,5	66,7	60,6	43,4	47,2	28,4	54,2	10,2	3	86,1	34	8,9	469,2
2012	46,4	57,2	39,4	24,1	27,8	2,1	3,5	35,5	41	51,9	13,2	2,6	344,7
2013	20,1	8,6	25	33,4	9	0,7	14,8	26,5	46,8	38,7	40	38,4	302
2014	38,7	48,4	27,9	2,3	19,9	29	22,5	8,7	49,3	7,1	43,2	39,5	336,5
2015	30,4	66,7	42,7	1,3	20,7	66	38,4	72,4	45,8	30,3	55,9	0	470,6
2016	13,4	4,3	32,3	18,1	37,7	2,7	0,8	13,6	30	49,3	18,7	65,8	286,7
2017	23,4	8,7	10,5	46,7	32,8	17,6	14,3	10	41,2	49	32,8	8,6	295,6
2018	0,7	73,2	20,3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>Moy</b>	27,94	28,17	38,16	34,85	36,84	27,79	14,32	27,52	40,8	32,66	34,64	29,42	373,11

## Annexe

**Tableau 2 : moyennes mensuelles des température de Tébessa (1972-2018)**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
1972	5,6	7,4	10	9,8	14,3	21,4	24,1	23,2	19,8	13,7	10,7	5,7	13,81
1973	4,4	4,8	5,6	10,5	19,9	23,1	26,9	23,6	21,7	17,1	9,3	6,3	14,43
1974	6,2	6,4	9,8	10 ,80	15,6	23, 50	23,9	24,1	20,8	13,3	09 ,10	5,9	14,12
1975	5,9	6	8,5	11,9	16,4	21,3	25,4	23,2	22,7	14,2	9,2	7,4	14,34
1976	5,2	6,6	7,4	11,8	16	20	23,6	23,8	19,9	15,4	7,8	8,2	13,81
1977	8	9,8	11,8	12,9	17,5	21,8	27,8	24,6	19,8	16,6	11	7,9	15,79
1978	5,1	9,8	9,2	12,7	17	23	25,5	24,6	20,4	12,6	7,9	9,8	14,8
1979	9,8	8,6	10,5	10, 20	16,7	22	26,1	25,2	18,8	17,6	8,4	7,4	15,11
1980	5,8	7,3	9	10,3	14,9	22,4	24,9	25,7	21,7	14,2	11	4,5	14,31
1981	3,9	6,3	12, 40	15,2	19	23,3	24,5	24,1	20,7	17,3	9,2	9,7	15,47
1982	7,7	7,4	9,2	11,8	17	24,2	28	25,9	21,5	15,9	10,8	5,7	15,43
1983	4,7	6,7	9,3	15,3	18,9	22,5	27,1	26	21,6	15	12,2	7,2	15,54
1984	6,1	6	8,5	13	17	23,1	26,1	25,1	20,6	14,5	12	6,4	14,87
1985	5,4	10,4	8,3	14,2	16,9	25,1	27,7	25,6	20,4	15,7	13	8	15,89
1986	6,3	8,1	9,4	13,7	19,9	22	25	26,8	21	16,6	10,2	6,4	15,45
1987	6,3	7,7	8,8	14,3	16,7	24,3	26,7	27,9	23,6	19,3	10,7	10,5	16,4
1988	8,2	7,4	9,9	14,8	20,5	22,5	28	26,7	20,6	18,2	11,6	5,8	16,18
1989	5,4	7,2	11,5	13,7	18,2	20,9	25,6	26,1	22,2	15,5	13,4	10,7	15,87
1990	6,1	10,4	10,4	12,7	17,2	25,1	24,9	22,5	24,1	20	11, 50	5,5	15,87
1991	5,5	6,8	11,6	10,4	14,2	21,9	26,3	25,6	21,8	16,7	10,6	5,5	14,74
1992	4,7	6,7	9,4	11,8	16,3	20,9	23,9	25,7	21,9	18	12,1	7,8	14,93
1993	5,2	5,6	8,7	13,9	19,2	24,8	26,8	27	22,3	19,1	11,1	7,7	15,95
1994	7,5	8,91	11,9	11,8	21,9	24,2	27	28,6	23,6	16,7	13,2	8,1	16,95
1995	5,7	10,3	9,2	12,7	20,1	22,9	27,1	24,6	21,1	16,3	11,3	9,8	15,93
1996	9,1	6,3	10,1	12,4	18,2	20,8	25,9	26,6	20,3	15	12,4	10,2	15,61
1997	8,7	9,3	9,3	12	20,4	26,6	27,5	25,2	20,5	17	11,8	8,5	16,4
1998	7,2	8,2	9,8	15,1	17,7	24,6	27,8	25,7	23,2	15	10,2	6,3	15,9
1999	7,1	5,8	10,2	14,9	22,1	25,8	26,2	28,9	23,6	19,2	11,1	7,1	16,83
2000	4,1	7,8	11,7	16,1	21	22,4	27,5	26,8	22,1	15,9	12,8	9,4	16,47
2001	8	7,5	15,6	14	19,6	25	28,4	27,1	22,3	21,1	11,8	6,8	17,27
2002	6,3	9	12,5	15	19,4	25,1	26,6	24,9	21,2	17,8	12,2	8,8	16,57
2003	6,9	6,1	10	14,1	18,9	25,2	29,2	27,4	21,5	19,6	12,3	7	16,52
2004	6,9	9,6	11,2	12,8	15,9	22,4	26,2	27	20,8	20,5	10,2	8,1	15,97
2005	4,5	4,9	11,2	14,2	21,1	23,7	28,5	25,9	21,6	17,8	12,1	6,5	16
2006	4,9	7,2	11,8	16,6	21,3	24,8	26,5	25,9	21,4	19	12,1	7,9	16,62
2007	8,8	9,2	9,7	13,5	18,5	25,3	26,5	26,7	22	17,6	10,5	6,9	16,27
2008	7	8,3	10,9	15,5	19,3	23,4	28,7	27,2	22,2	16,9	10,1	6,3	16,32
2009	11	6,4	9,7	11,5	19	24,2	28,7	26,8	21	15,7	12,4	10,7	16,43
2010	8,3	10,1	13,1	15,9	17,4	24	27,2	27,1	21,7	16,8	11,9	8,8	16,86

## Annexe

---

---

2011	7,6	6,4	9,5	14,8	17,4	22,4	27,5	27	23,5	15,7	12,3	7,9	16
2012	5,9	4,1	10,5	14,4	19,3	27,1	28,8	28,8	22,4	19,3	14,2	8,8	16,97
2013	7,2	6,7	12,9	15,7	18,8	23,1	27	25,4	22,6	21,3	10,9	7,2	16,57
2014	7,8	8,9	8,7	15,2	19	23,6	27,4	28,3	24,6	19,1	14	7,9	17,04
2015	7,1	6,1	9,8	15,1	20,2	22,5	26,5	26,3	22,7	18,3	11,8	8,3	16,11
2016	6,3	7,5	10,1	12,8	18,5	23,9	26,6	25,9	21,7	16,3	11,2	7,6	17,08
2017	5,4	9,75	12,15	13,45	20,85	25,35	32,35	28,1	22	15,7	10,7	6,8	16,88
2018	8,6	7,45	12,55	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

## Annexe

### Annexe 02 : Analyses physico-chimiques

#### 1. Dosage de carbone :

On oxyde le carbone organique d'un échantillon avec le bichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ) en excès (en milieu acide). L'excès de bichromate non réduit par le carbone organique est alors titré par une solution de sels de Mohr (le sulfate ferreux).

Ce titrage se fait en présence d'un indicateur coloré (le diphénylamine) qui vire au vert foncé lorsque l'excès de bichromate est réduit.

#### *-Mode opératoire :*

- Introduire 1 g de sol tamisé dans une erlen, y ajouter 10 ml de bichromate de potassium (8%), ajouter 15ml acide sulfurique.
- Agiter 1 minute et laisser reposer 30mn
- Transvaser dans une fiole et ajouter à 100 ml les eaux de rinçage de l'erien.
- Prélever 20ml dans un bécher et diluer à 100ml avec l'eau distillée.
- Ajouter 1 g de NaF et 3 à 4 gouttes de diphénylamine
- Titrer le sol avec le sel de Mohr (sulfate de fer et d'ammonium) à 0,2 N.
- la solution de couleur brun-noireatre virera au vert (X ml de sel de Mohr).

**Témoin (Y)** : suivre les mêmes étapes sans le sol

#### *- Calcul*

$$C (\%) = (Y-X) * 0,6mgC * 100 / \text{poids du sol}$$

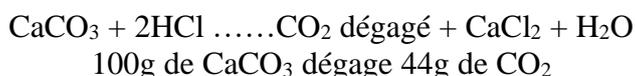
$$MO(\%) = C * 1,724$$

#### **Classification des sols selon le taux de matière organique (ITA, 1975)**

Taux e matière organique(%)	Terre
<1	Très pauvre
1-2	Pauvre
2-4	Moyenne
>4	Riche

**2. Calcaire :** On décompose le calcaire =carbonates de ça + ( $CaCO_3$ ) de poids moléculaire 100 par un acide fort (acide chlorhydrique).

On mesure le volume du  $CO_2$  (PM : 44) obtenu et on calcule le poids.



#### *-Mode opératoire :*

-prendre 10ml d'HCl dilué dans un bécher de 50 ml

## Annexe

- peser le Becher avec l'acide =P<sub>1</sub>
- prendre 10 g de terre fine, verser la terre petite à petit dans le bécher contenant l'HCl =P<sub>1</sub>
- agiter le bécher et laisser reposer quelques mn puis réagiter une ½ H.
- peser le bécher avec son contenu, agiter, laisser reposer quelques m, puis repeser. Noter le poids après la stabilisation =P<sub>2</sub>

### **-Calcul :**

Poids du CO<sub>2</sub> dégagé =Poids du bécher +acide + sol (avant la réaction) –Poids du bécher + acide + sol (après réaction)

$$\% \text{ CaCO}_3 = \frac{\text{Poids du CO}_2 \text{ dégagé} \times 2,274 \times 100}{\text{Poids du sol}}$$
$$= \frac{\text{Poids du CO}_2 \times 227,4}{\text{Poids du sol}}$$

### **Classification** (GEPPA in Baize, 2000)

- < 1% horizon non calcaire
- 1 à 5 horizon peu calcaire
- 5 à 25% modérément calcaire
- 25-50% fortement calcaire
- 50 à 80% très fortement calcaire
- > 80% excessivement calcaire

.....

### **3. pH :**

#### **- Mode opératoire**

- 1- -prendre 10 g de terre fine, ajouter 50ml d'eau distillée. Bien agiter , laisser reposer pendant 30mn.
- 2- -lire dans le surnageant

#### **Référentiel pédologique (Baize et Jabiol, 1995)**

pH	Classe
<3,3	Hyper acide
3,5-4,2	Très acide
4,2-5	Acide
5 -6,5	Faiblement acide
6,5-7,5	Neutre
7,5-8,7	Basique
>8,7	Très basique

## Annexe

---

### 4. Texture :

#### -Mode opératoire

-peser 50 g de sol (25 g au moins)

- imbiber d'eau goutte à goutte en mélangeant jusqu'à l'obtention d'une pâte qui devient luisante et glissante lorsqu'on incline le récipient, et lorsqu'on fait passer la spatule, elle ne colle pas à la surface.

- on laisse reposer 1 heure de temps : si l'eau s'accumule à la surface, ajouter de la terre et

$P_1$  = Poids de la capsule vide

$P_2$  = Poids de la pâte mouillée (+ capsule)

$P_3$  = poids de la capsule à la sortie de l'étuve = Poids de la capsule + terre sèche

#### -Calcul

$X_1 = P_2 - P_3$  = Poids de l'humidité

X1.....X2 g de sol sec

$X_2 = P_3 - P_1$  = Poids du sol sec

Y.....100g de sol sec

#### Classification (ITA, 1975)

$Y < 12\%$  Sol sableux

$24 < Y < 37,5\%$  Sable –limoneux

$37,5 < Y < 45\%$  Sol limono-sableux

$45 < Y < 75\%$  Sol argilo-limoneux

$Y > 75\%$  Sol argileux

.....

### 5. Densité apparente :

Le prélèvement de la motte de terre se fait sur place (*In situ*).

- Poids du cylindre vide
- Poids du cylindre avec le sol prélevé de chaque horizon
- Passer à l'étuve pendant 24h à 105°C

Densité apparente : Masse du solide / volume du solide

## Annexe

---

### 6. Stock du carbone par profil :

Pour évaluer le stock de carbone organique des sols selon la superficie, trois paramètres doivent être estimés afin de déterminer la quantité de l'élément C dans l'horizon  $i$  (Cerri *et al.*, 2007a) .

$$\text{Stock du carbone (t/ha)} = 0,1 \times \text{Epaisseur de la couche} \times \text{da}(i) \times \text{Ci}$$

Où Stock du carbone : contenu en C organique dans l'horizon  $i$  de sol (t.ha<sup>-1</sup>),

$E_i$  : épaisseur de l'horizon  $i$  (cm),

$Da(i)$  : densité apparente dans l'horizon  $i$  (g.cm<sup>-3</sup>)

$C_i$  : concentration de C organique dans la terre fine pour l'horizon  $i$  (g.kg<sup>-1</sup>).

La quantité totale de carbone organique  $Q$  dans le sol jusqu'à la profondeur sélectionnée est la somme des quantités dans chaque horizon :  $Q = \sum q(i)$  .