

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الجيلالي بونعامة بخميس مليانة

Université de DJILALI BOUNAMA KHEMIS MILIANA

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre

Département des Sciences Biologiques

Mémoire de fin d'étude En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Protection des Ecosystèmes



Thème

Contribution à la caractérisation du taux du carbone organique dans le sol sous différents types de végétation : de Haut Chélif(Ain defla).

Présenté par :

Mme : BOUBEKEUR Souhila.

Membre du jury :

Président : Mme MOSTFAOUI H.

MAA

UDBKM.

Promoteur : Mme BENAOUA L.

MAA

UDBKM.

Examineur: Mr BADACHE H.

MCB

UDBKM.

Année universitaire 2019 – 2020

Remerciement

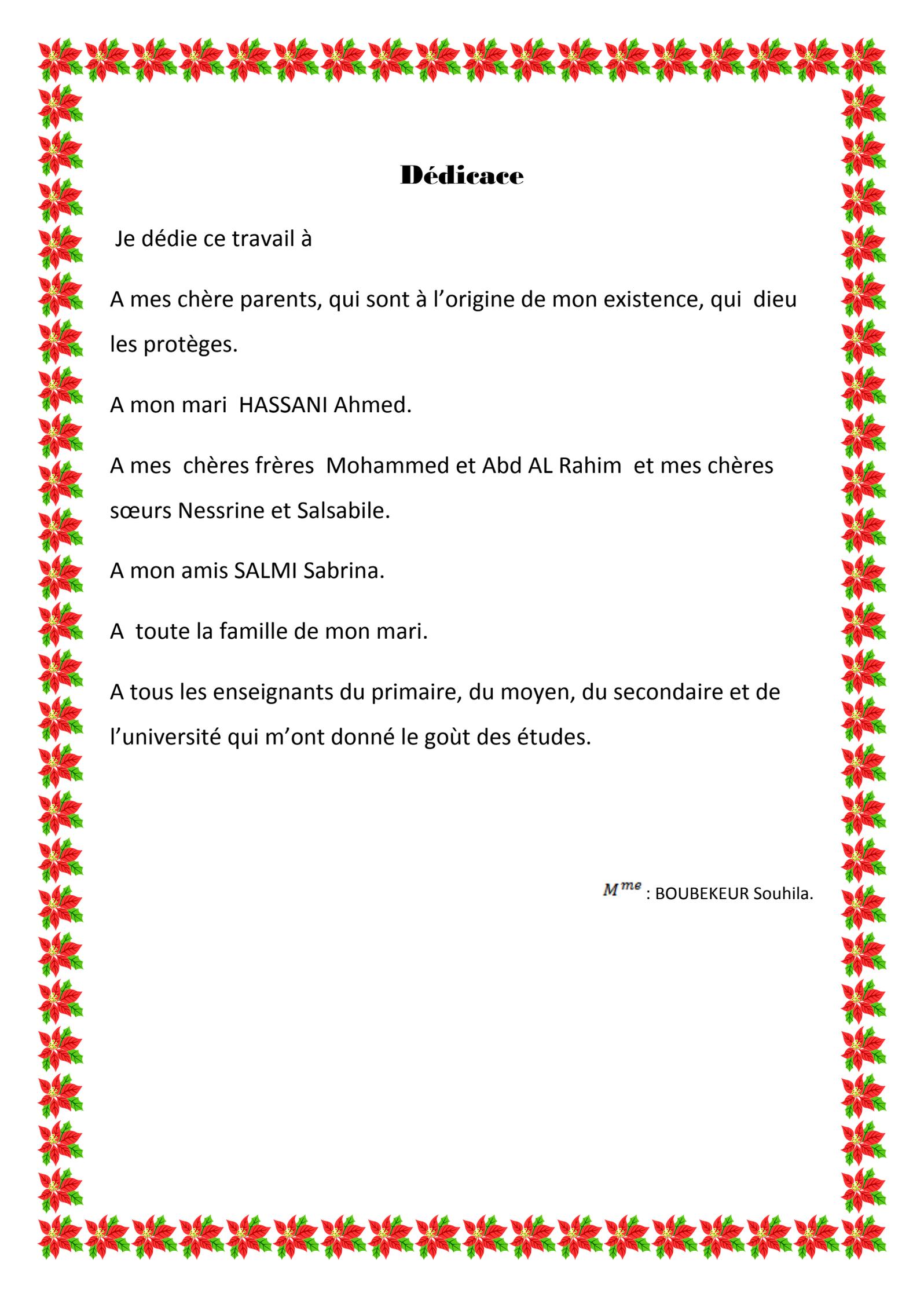
Avant tous, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir accordé la santé, le courage, et les moyens pour suivre nos études et la volonté, la patience et la chance pour la réalisation de ce travail.

Mes sincères *M^{me}* BENAOUA L. pour avoir accepté de diriger le travail, pour de grand patience, ses encouragements, ses conseils précieux.

Je remercie le membre du jury d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.

Mes remerciements vont aussi à tous mes enseignants du département des sciences biologiques, particulièrement les enseignements de spécialité Ecologie et environnement.

Nous n'oublions pas l'ANRH de Blida et la direction des forêts de la wilaya d'Ain defla.



Dédicace

Je dédie ce travail à

A mes chère parents, qui sont à l'origine de mon existence, qui dieu les protèges.

A mon mari HASSANI Ahmed.

A mes chères frères Mohammed et Abd AL Rahim et mes chères sœurs Nessrine et Salsabile.

A mon amis SALMI Sabrina.

A toute la famille de mon mari.

A tous les enseignants du primaire, du moyen, du secondaire et de l'université qui m'ont donné le goût des études.

M^{me} : BOUBEKEUR Souhila.

Liste des abréviations

- **ANRH** : Agence Nationale de Ressource Hydrique.
- **ANDI** : Agence Nationale de développement de l'Investissement.
- **CO** : Carbone Organique.
- **C** : Carbone.
- **CEC** : capacité d'échange cationique.
- **COS** : Carbone organique du sol.
- **C°** : Degré Celsius
- **DFAD** : direction des forets de la wilaya d'Ain Defla.
- **GES** : gaz effet de serre.
- **H** : Hydrogène.
- **H%** : humidité (total du sol).
- **MO** : Matière Organique.
- **MOS** : Matière organique du sol.
- **MOV** : Matière organique vivant.
- **MOF** : Matière organique fraîche.
- **MOT** : Matière organique Transformée.
- **Ms/cm** : mél siemens par centimètre.
- **N** : Azote.
- **O** : Oxygène.
- **P** : Phosphore.
- **pH** : Potentielle Hydrogène.
- **T** : Température.
- **%** : pourcentage.
- **Cm** : centimètre.
- **Cm3** : centimètre cube.
- **g** : gramme.
- **g/cm3** : gramme par centimètre cube.
- **Da** : densité apparent.

Liste des tableaux

Tableau 1: les différents constituant du sol (Schvartz et al, 2005). -----	4
Tableau 2: Les domaines de sol selon la variation de pH (Guerine, 2019). -----	5
Tableau 3: Composition de matière organique et turne over (Duparque et Rigalle, 2006). -----	8
Tableau 4: Classement en fonction du leur rapport C/N (LCA,2008).-----	9
Tableau 5: stocks en carbone t/ha sur 0 à10 cm en fonction des systèmes de gestion des sols Tlemcen (Moursli Boutkhill, 2002) -----	14
Tableau 6: Les espèces floristique dominants (DFAD, 2020). -----	19
Tableau 7: Les forêts de la wilaya d'Ain defla et leur superficie (DFAD, 2020). -----	20
Tableau 8: La température moyenne annuel de station de Harraza de 2009_2019 (ANRH, 2020).----	24
Tableau 9:Echelle de l'indice de Martonne (Mokhtari,2013). -----	27
Tableau 10:présentation des zones humides et les eaux superficielles à Ain defla (ANDI, 2015). ----	28
Tableau 11: Les coordonnées géographique des échantillons.-----	30
Tableau 12: Echelle d'interprétation du calcaire totale (Baise, 2000). -----	34
Tableau 13 : Echelle de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait dilué 1/5 (Aubert, 1978).-----	36
Tableau 14: Densité apparent du sol étudié. -----	50

Listes des figures

Figure 1 Rôle du COS dans la multifonctionnement des sols(Manyowa et al, 2014).	7
Figure 2 Carbone organique sous différentes formes dans le sol (Bernoux, 2013).	10
Figure 3 Cycle du carbone dans le sol (Chenu et al, 2014, Lehmann et Kleber, 2015).	11
Figure 4 : Le réservoir dans le cycle de carbone (Berner et al, 1996).	12
Figure 5 : Stocks de carbone mondiaux dans les compartiments terrestres (IPCC,2001).	13
Figure 6 La situation géographique d'Ain defla (source: décompage administratif de l'Algerie, monographique.....)	17
Figure 7: La carte des forets et les post de vigie de wilaya d'Ain defla (DFAD, 2020).....	21
Figure 8 : Carte des sols digitalisé de la plaine du haut Cheliff modifiée (source: Boulaine,.....)	23
Figure 9 : Variation interannuelle des précipitations de station de Harraza (2009 à 2019).	25
Figure 10 : Diagramme Ombrothermique de Gaussen de la station de Harraza(2009 à 2019).....	25
Figure 11: Climagramme d'emberger de Harraza (2009 à 2019).....	26
Figure 12: La position des zones humides dans la wilaya d'Ain defla (ANDI,2015).	29
Figure 13: Traingle texturale (source: Triangle-texture-sols.png).....	33
Figure 14: Variation de la composition granulométrique dans le sol.	45
Figure 15: Variation du ph dans le sol.	46
Figure 16: Variation de la conductivité électrique du sol.....	46
Figure 17: Variation de calcaire total dans le sol.	47
Figure 18: variation de l'humidité dans le sol.	47
Figure 19: Résultat de l'analyse de la matière organique du sol.	48
Figure 20: Variation du carbone organique du sol sous différents types de végétations.	49
Figure 21:Variation du carbone organique du sol sous différents types de végétations.	49
Figure 22: Variation du stock de carbone organique sous différent type de végétation.	50

Liste des photos

Photo 01 : La méthodologie d'échantillonnage pour la détermination de la densité apparente (Cliché par Boubekour S.).....	31
Photo 02 Méthode d'analyse granulométrie (Cliché par Boubekour. S).....	33
Photo 03 : La méthodologie de mesure l'humidité (Cliché par Boubekour. S).....	34
Photo 04 :Méthode d'analyses du calcaire total du sol (Cliché par Boubekour. S).....	35
Photo 05 :Méthode d'analyse de Ph du sol (Cliché par Boubekour. S).....	36
Photo 06 :Méthodes l'analyse de conductivité éclectique du sol (Cliché par Boubekour. S).....	37

Remerciement

Dédicace

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Plan de travail

Résumé

Introduction..... 1

Chapitre01: Synthèse bibliographie

1. Généralité sur le sol 3

1.1. Définition du sol..... 3

1.2. Différentes phases du sol 3

1.2.1. Phase liquide 3

1.2.2. Phase gazeuse du sol..... 3

1.2.3. Phase solide du sol 3

1.3. Les propriétés physiques du sol 4

1.3.1. Structure..... 4

1.3.2. Texture 5

1.3.3. Porosité 5

1.4. Propriétés chimiques du sol 5

1.4.1. PH du sol..... 5

1.4.2. La capacité d'échanges cationique du sol..... 5

2-La matière organique du sol	6
2.1. Les types de MO	6
2.1.1. Matières organiques vivantes (MOV)	6
2.1.2. Matières organiques fraîches (MOF)	6
2.1.3. Matières organiques transformée(MOT).....	6
2.2. Importance de matière organique	7
2.2.1. Fertilité physique.....	7
2.2.2. Fertilité chimique	7
2.2.3. Fertilité biologique	7
2.3 Fonction de Matière organique	7
2.4. Composition de matière organique	7
3. Le rapport C/N.....	8
3.1. Classification du sol selon le rapport C/N	9
4. Fonctions du sol.....	9
5-Formes du carbone organique dans le sol	9
6. Cycle bio-géochimie du carbone organique du sol	10
7-Les Réserves de carbone organique	11
8-Stock de carbone organique dans le monde	12
9-Stock de CO en Algérie	13
10-Estimation du stock de carbone dans le sol.....	14
11. Influence des facteurs climatiques sur le stockage de carbone organique	15
11-1Temperature	15
11-2Pluviométrie.....	15
12-Calcul le stock de carbone organique du sol	16

Chapitre02: Zone d' étude

1. Présentation de la région d'étude.....	17
1-2 Présentation et limites géographiques de la willaya d'Ain defla.....	17
2. Reliefs	18
2.1. Les Monts du Dahra Zaccar	18
2.1.1. Le Zaccar.....	18
2.1.2. Le Dahra.....	18
2.2. Les Monts des OUARSNIS.....	18
2.3. Le plaine de Cheliff	19
3. Biodiversité.....	19
3.1. La flore.....	19
3.3. Les forêts	20
4. Types de sol	21
4.1. Les sols des bordures de la plaine	22
4.2. Les sols centraux de la plaine	22
4.2.1. Sols alluviaux non évolués.....	22
4.2.2. Sols calciques.....	22
4.2.3. Sols alluviaux évolués.....	22
4.2.4. Sols colluviaux et sols alluviaux des affluents mineurs.....	22
4.2.5. Sols très évolués.....	23
4.2.6. Sols hydro-morphes	23
5. Climat.....	24
5.1. La Température	24
5.2. Précipitations.....	24
5.3. Diagramme OMBROTHERMIQUE de Gaussen	25
5.4. Climagramme pluviométrie d'Emberger(Q2).....	26

5.5. Indice de Martonne	27
6. Hydrologie	27
6.1. Eaux Souterraines.....	27
6.2. Eaux superficielles et zones Humides de la région d'Ain defla.....	28

Chapitre03: Matériels et méthodes

1-L'objectif de travail.....	30
2. Echantillonnage	31
3. Analyses au laboratoire	32
3.1. Caractéristique du sol.....	32
3.1.1. Analyses physiques.....	32
3.1.1.1 Analyse granulométrique	32
3.1.1.2. Humidité.....	33
3.1.2. Les analyses chimiques	34
3.1.2 .1. Calcaire total (CaCO ₃)	34
4. Analyses physico-chimiques.....	35
4.1. pH	35
4.1.1. pH-eau	35
4.1.2. pH-KCl.....	35
5. Conductivité électrique	36
6. La matière organique	37

Chapitre 04:Résultats et Discussion

4.1. La caractérisation des sols de la région.....	45
4.1.1. L'analyse granulométrique.....	45
2. Le pH.....	45
3. Conductivité électrique (CE)	46
4. Calcaire total.....	47
5-Humidité.....	47
6. La matière organique	48
4.2. Etude de la dynamique du carbone organique	48
4.2.1. Carbone organique	48
4.2.2. Estimation du stock du carbone dans le sol.....	49
Discussion générale	51
Conclusion générale	47
Annexe.	
Références bibliographie.	

Résumé

Les sols constituent le plus important réservoir de carbone terrestre, une forte diversité des espèces végétales peut augmenter le carbone photosynthétisé et promouvoir ainsi la production d'une biomasse plus élevée, laquelle augmente le stockage du carbone dans les sols. Ce qui peut limiter les émissions du CO₂ vers l'atmosphère et par conséquent lutter contre les changements climatiques.

Cette étude a porté sur la caractérisation de la teneur et le stock de carbone organique dans le sol de la région d'Ain defla, qui appartient à la plaine du Haut Chéiff, sous différents types de végétations.

Les résultats auxquels nous avons abouti, montrent que les sols se caractérisent par une texture limoneuse à limono-argileuse à argileuse, ils sont alcalins, le taux de la matière organique est généralement faible, non salés, les sols sont moyennement calcaires.

Les teneurs en carbone varient de 0,95 et 2,51 %. La valeur la plus élevée est enregistrée au niveau du sol occupé par une forêt. Par contre le sol sans végétation enregistre la valeur la plus faible avec une valeur de 0,95 %.

Concernant le stock du carbone organique, le sol forestier stock la quantité la plus importante de carbone organique avec 110 t/ha, suivi du sol sous prairie (végétations naturelles), avec une valeur de 66,02 t/ha. La valeur la plus faible est enregistrée au niveau du sol nu (43,32 t/ha).

Stocker du carbone dans les sols présente également d'autres intérêts, la fertilité chimique des sols, améliore la structure et la résistance à l'érosion, un filtre vis à vis des polluants tels que les pesticides ou les éléments traces métalliques.

Mots clés : Sol, Carbone organique, Végétations, stock carbone organique, Haut Chéiff, Le dioxyde de carbone.

ملخص

التربة تخزن كمية مهمة من الكربون الأرضي، ويمكن أن يؤدي التنوع الكبير في الأنواع النباتية إلى زيادة الكربون الناتج ضوئياً وبالتالي تعزيز إنتاج كتلة حيوية أعلى، مما يزيد من تخزين الكربون في التربة. يمكن لهذا التخزين أن يخدم نباتات ثنائي أكسيد الكربون في الغلاف الجوي وبالتالي يمكنها مكافحة تغير المناخ.

ركز هذا البحث على دور محتوى مخزون الكربون العضوي في منطقة عين الدفلى، التي تنتمي إلى السهول العالية، تحت أنواع مختلفة من الغطاء النباتي. تظهر النتائج التي حصلنا عليها أن التربة تتميز بقوام طيني إلى طيني حلي، فهي قلوية، ومعدلات المواد العضوية منخفضة بشكل عام، وغير ملحية، والتربة جيرية معتدلة.

تتراوح محتويات الكربون بين 0.95 و 2.51%. يتم تسجيل علاقة طردية بين محتوى الكربون في التربة والغطاء النباتي. في مناطق أخرى، فإن الأرض الخالية من الغطاء النباتي تسجل أقل قيمة بقيمة 0.95%.

فيما يتعلق بمخزون الكربون العضوي، تخزن تربة الغابات أكبر كمية من الكربون العضوي بقيمة 110 طن / هكتار، تليها التربة تحت المروج (نباتات طبيعية) بقيمة 66.02 طن / هكتار. حيث سجلنا أقل قيمة علمية بالتربة المكشوفة الخالية من النباتات (43.32 طن / هكتار).

كما أن تخزين الكربون في التربة لها اهتمامات أخرى، مثل الخصوبة الكيميائية للتربة، وتحسين البنية ومقاومة التآكل، وفلترة الملوثات مثل المبيدات الحشرية والعناصر المعدنية.

الكلمات المفتاحية: التربة، الكربون العضوي، الغطاء النباتي، مخزون الكربون العضوي، أعالي السهول، ثنائي أكسيد الكربون.

Summary

Soils are the most important store of terrestrial carbon; a high diversity of plant species can increase photosynthesized carbon and thus promote the production of higher biomass, which increases carbon storage in soils. This can limit CO₂ emissions to the atmosphere and therefore fight against climate change.

This study focused on the characterization of the content and stock of organic carbon in the soil of the Ain defla region, which belongs to the Haut Chélif plain, under different types of vegetation.

The results we have obtained show that the soils are characterized by a silty to silty-clay to clay texture, they are alkaline, the rate of organic matter is generally low, unsalted, the soils are moderately calcareous.

The carbon contents vary from 0.95 % and 2.51%. The highest value is recorded at the level of the ground occupied by a forest. On the other hand, the ground without vegetation records the lowest value with a value of 0.95%.

Regarding the stock of organic carbon, forest soil stores the largest amount of organic carbon with 110 t / ha, followed by soil under meadows (natural vegetation), with a value of 66.02 t / ha. The lowest value is recorded at bare soil level (43.32 t / ha).

Storing carbon in soils also has other interests, the chemical fertility of soils, improves structure and resistance to erosion, a filter against pollutants such as pesticides or metallic trace elements.

Keywords: Soil, Organic carbon, Vegetation, organic carbon stock, High Chélif, carbon dioxide .

Introduction

Le sol est un élément important et souvent négligé du système climatique. Il s'agit du deuxième plus grand réservoir de carbone, ou «puits», après les océans. Suivant la région considérée (EEA, 2016).

Les sols jouent un rôle majeur dans la régulation du climat. En effet, la quantité de carbone qui y est stockée (principalement dans les horizons de surface) est deux fois plus importante que celle présente dans l'air. Ainsi, une faible variation du stock de carbone dans le sol peut avoir des conséquences importantes sur la concentration en CO₂ de l'air.

Le stock de carbone dans les sols est lié à son couvert végétal. Les forêts jouent un rôle primordial dans le cycle global du carbone puisqu'elles régulent les plus importants flux de dioxyde de carbone (CO₂) l'atmosphère et la biosphère. Les stocks de carbone dans les sols forestiers évoluent plus lentement que dans les sols agricoles.

Les matières organiques rendent de nombreux services environnementaux. En premier lieu, elles constituent l'alimentation des organismes vivants du sol, micro-organismes et faune. Un sol riche en matière organique favorisera la présence de ces animaux et végétaux, nombreux et variés, et donc la biodiversité (Mousset, 2014).

Selon Chenu et al, (2014), stocker du carbone dans les sols présente également d'autres intérêts. En effet les matières organiques des sols assurent des fonctions très diverses: elles sont une composante majeure de la fertilité chimique des sols, elles augmentent la rétention d'eau par le sol et améliorent sa structure et sa résistance à l'érosion ; elle jouent un rôle de filtre vis à vis de polluants tels que les pesticides ou les éléments traces métalliques et renforcent donc le rôle de tampon que le sol a vis à vis des autres compartiments de l'environnement : l'eau, l'atmosphère et le vivant.

Les objectifs visés par ce travail sont :

La caractérisation de la teneur en carbone organique des sols de la région du Haut Chélif, sous différents types de couvert végétal (sol forestier, sol couvert par une végétation naturelle, sol occupé par une culture). Afin de mieux gérer cette ressource (le sol), précieuse et non

renouvelable et qui est menacée par les changements climatiques, dus aux mauvaises activités humaines.

Pour la réalisation de ce travail, nous avons adopté le plan de suivant :

- Le premier chapitre est consacré à la synthèse bibliographique concernant le thème de travail, généralité sur le sol et le carbone organique dans le sol.
- Le second chapitre porte essentiellement sur la présentation de la zone d'étude, il comporte la présentation de la région d'Ain defla qui fait partie de la plaine de Haut-Chéllif.
- Le troisième chapitre est réservé à une étude expérimentale, où nous avons présenté la méthodologie de travail.
- le quatrième chapitre, nous avons présenté et discuté les résultats obtenus.
- Et enfin, une conclusion générale qui résumera les principaux résultats de ce travail.

Chapitre 01 : Synthèse Bibliographique**1. Généralité sur le sol****1.1. Définition du sol**

Le sol est la couche superficielle meuble de la lithosphère terrestre présentant une épaisseur variable de quelque centimètre. Il est constitué par un mélange de matériaux minéraux et organique, qui sert de support et milieu naturel pour la croissance des plantes (glossary of soil science terms, 1965) (Legros J, 2007). Qui est dénommée couverture pédologique. Il est le résultat au cours du temps d'interaction de plusieurs facteurs :

- La roche-mère sur laquelle s'est développé.
- Environnement tels que le climat, le relief et la végétation (Duchaufour, 1984).

1.2. Différentes phases du sol**1.2.1. Phase liquide**

La phase liquide du sol désigne la solution du sol, occupe une partie plus importante de la porosité du sol est constituée d'eau où se trouve diverses substances organiques et minérales dissoutes et des particules en suspension (Duchaufour, 1984) et (Boulaine, 1989).

1.2.2. Phase gazeuse du sol

C'est la composition d'air dans le sol (Duchaufour, 1984). Dans le sol bien aéré les gaz qui règnent dans l'atmosphère du sol sont :

- Azote (78 à 80 %) ;
- Oxygène (18 à 20 %) ;
- Dioxyde de carbone (0.2 à 3 %).

1.2.3. Phase solide du sol

Elle est composée de constituants minéraux et de constituants organiques. La fraction minérale du sol est constituée en majeure partie de fragments de roches et des minéraux qui en sont issus (Duchaufour, 1984).

Tableau 1: les différents constituant du sol(Schwartz et al, 2005).

Constituant Solides		Constituant Liquide	Constituant Gazeux
Constituants minéraux	Constituants organique	Solution du sol	Air de sol
<u>Terre fine du sol :</u> Argile, Limons fins, limons grossiers, sable fine, sables grossiers	<u>Matière organique fraîches :</u> -Constituant des tissus végétales celluloses, hémicellulose -déjections animales et animaux morts	<u>Eau du sol éléments solubles dissous :</u> *substances organique (acides organique, sucres ...) *Ion dans l'eau du sol : Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} , ...	<u>Composition d l'air :</u> O_2 , N_2 , CO_2 , Gaz issus de l'activité des animaux du sol et des processus de décomposition : CO_2 , H_2 , CH_4 .
<u>Eliment grossiers :</u> Graviers, Cailloux, Pierres, Blocs.	<u>Matière Humique :</u> matière organique transformées		

1.3. Les propriétés physiques du sol

1.3.1. Structure

La structure d'un sol est l'assemblage, à un moment donnée, de ces constituants solides. La stabilité structurale dépend de la matière organique des sols.

Le complexe argilo-humique joue un rôle important dans la formation de la structure. La matière organique augment la stabilité des agrégats. Une mauvaise structure peut donc empêcher l'écoulement des eaux dans le sol, les échanges gazeux entre le sol et l'atmosphère. Une bonne structure va faciliter la circulation de l'eau (Soltner, 2004).

1.3.2. Texture

La texture du sol est à la base de toutes les autres propriétés, c'est la propriété du sol qui traduit de manière globale la composition granulométrie de la terre fine (argiles, sable, limon) (Gobat, 2010).

1.3.3. Porosité

La porosité du sol est une grandeur physique qui exprime le rapport entre le volume occupé par ses pores et son volume total (Calvet, 2003).

1.4. Propriétés chimiques du sol

1.4.1. PH du sol

Le pH traduit le degré d'acidité ou d'alcalinité d'eau en contact avec le sol. Le pH conditionne et reflète la disponibilité des éléments dans le sol, tel que les ions de Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , H^+ , P, N, Cu ...

Tableau 2: Les domaines de sol selon la variation de pH (Guerine,2019).

pH du sol	Domaine
<3.8	Hyper acide
3.8 à 4.5	Très acide
4.5 à 5	Acide
5 à 7.5	Peu acide (5à6.5) à neutre (6.5à7.5)
>7.5	Basique (7.5à8) à très basique

1.4.2. La capacité d'échanges cationique du sol

La capacité d'échanges cationique c'est la quantité de cations qu'un sol peut adsorber (pour 100g de matière sèche), elle représente le total des charges négatives du sol disponibles pour la fixation des cations.

On l'exprime en milliéquivalent (még) pour 100g de matière sèche, l'équivalent d'un corps étant le rapport masse atomique (en g)/ valence de ce corps.

Exemple : un sol qui a une CEC de 20 még pourrait retenir :

- en Ca^{++} : $20\text{m\acute{e}q} * 40/2 = 400\text{mg}$ de Ca /100g de sol.

- en Na^{+} : $20\text{m\acute{e}q} * 23/1 = 460\text{mg}$ de Na /100g de sol (Ling et al, 2006).

2-La mati\ere organique du sol

La mati\ere organique compos\ee de 58% du CO en moyen, les MOS lib\ere du CO_2 et des compos\es organiques d\ecompos\es sous l'influence du climat et des conditions ambiantes du sol, l'\evolution de MO v\eg\etal du sol et leur min\eralisation (Duparque, 2011).

2.1. Les types de MO

2.1.1. Mati\eres organiques vivantes (MOV)

Il s'agit de la forme vivante des diff\erents organismes (bact\eries, protistes, animaux, v\eg\etaux et champignons) (Delounois A, 2006).

2.1.2. Mati\eres organiques fra\iches (MOF)

D\ebbris v\eg\etaux (r\esidus v\eg\etaux, exsudats). La mati\ere organique fra\iche associ\ee aux compos\es organiques interm\ediateurs issus de l'activit\e de la mati\ere organique fra\iche, elle compose les MOF d\ecomposables environ 2 \aa 30 ans (Chaussod R, 2009).

2.1.3. Mati\eres organiques transform\ee (MOT)

La composition de la mati\ere organique fra\iche d'origine v\eg\etal, une partie, fournit directement des \el\ements min\eraux \a partir de substances facilement d\egradables (sucres, prot\eeine) apr\es attaque par les micro-organismes du sol on appelle cela la min\eralisation primaire. (Dominique Soltner, 2005).

L'autre partie de cette mati\ere organique fra\iche est transform\ee par les micro-organismes du sol en humus. Celui-ci est constitu\e des mati\eres difficiles \a d\ecomposer comme la lignine et la cellulose contenues dans les tissus v\eg\etaux. La formation d'humus s'appelle l'humification (Duparque, 2006).

2.2. Importance de matière organique

2.2.1. Fertilité physique

En particulier, en favorisant l'agrégation l'aération, la porosité, la rétention en eau, la croissance des racines et les échanges gazeux.

2.2.2. Fertilité chimique

Elle à une capacité du tampon elle régule le pH, retient les cations échangeables. Constitue une réserve de nutriment.

2.2.3. Fertilité biologique

Elle favorise l'activité microbienne et la diversité des espèces de la faune et flore du sol.

2.3 Fonction de Matière organique

Les fonctions de la matière organique sont résumées dans la figure suivante.

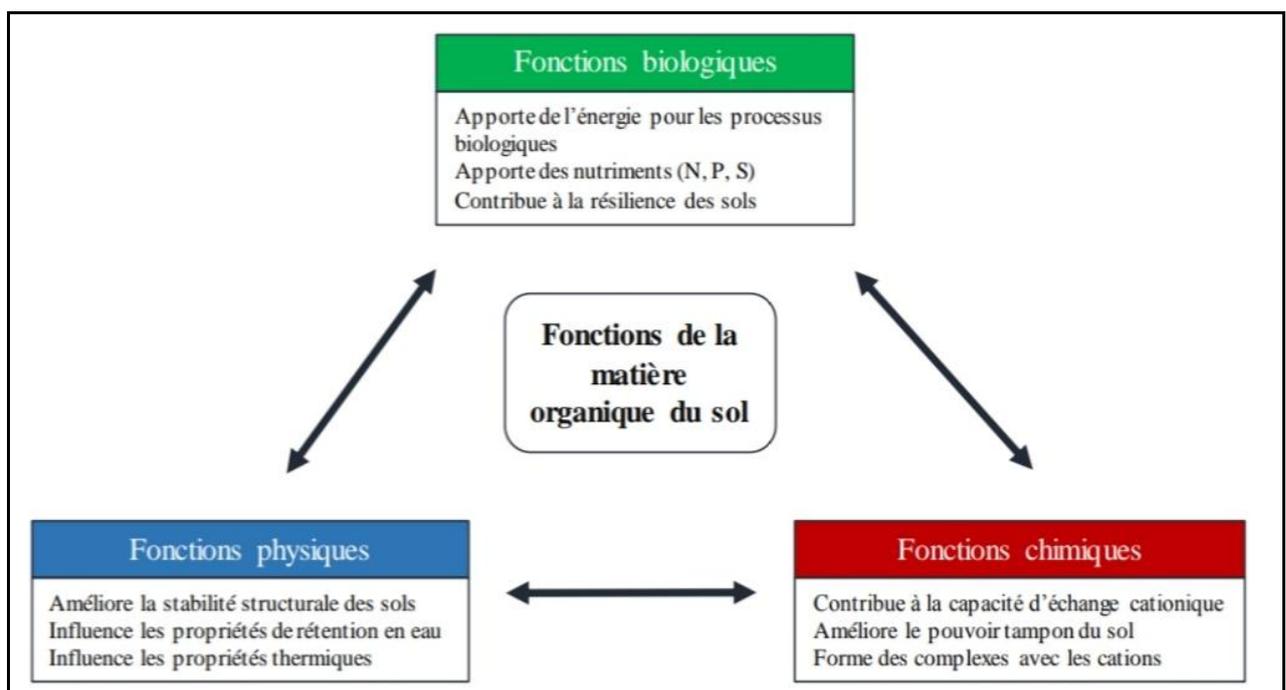


Figure 1 Rôle du COS dans la multifonctionnement des sols(Manyowa et al, 2014).

2.4. Composition de matière organique

Les principales compositions de la matière organiques sont résumées par le tableau suivant.

Tableau 3: Composition de matière organique et turne over (Duparque et Rigalle, 2006).

Composition de MOS	Type de MO	Quantité de CO/ha	Pourcentage	Turne over temps de résistance
Particules minérales MO (1 à 10%)/	Macrofaune	0.5	1%	MO vivant 6 mois à 2 ans.
	Biomasse microbienne	1 à 2	2 à 5%	
Humus 70 à 90% fraction active 10à30%.	Résidus organique frais libres	0 à 4	0 à 10%	MO facilement décomposables débris végétaux métabolites 2 à 30 ans.
	Résidus organique évolués	2 à 4	5 à 10%	
MO facilement décomposable (débris végétaux) organique vivant 20à40%.	Humus	36	90%	Mo stable humus 100 ans
	Total	40		

3. Le rapport C/N

C'est un indice d'activité biologique du sol, il indique :

- Le degré d'évolution de la MO.
- L'activité biologique.
- Le potentiel de fourniture d'azote par le sol (minéralisation).

3.1. Classification du sol selon le rapport C/N

Tableau 4: Classement en fonction du leur rapport C/N (LCA,2008).

7	8	9	10	11	12	12	14
Très faible	Faible		Normal		Légèrement élevée		Très élevée
Sol décomposition rapide de la matière organique			Bonne décomposition de la matière organique			Sol d'activité biologique réduit ramenant une décomposition lente de la matière	

4. Fonctions du sol

Le sol a de nombreuses fonctions :

- Support des cultures agricoles et forestières.
- Stockage, filtration et épuration de l'eau.
- Stockage du carbone.
- Source de matière première.
- Habitat pour la faune et flore.

5-Formes du carbone organique dans le sol

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

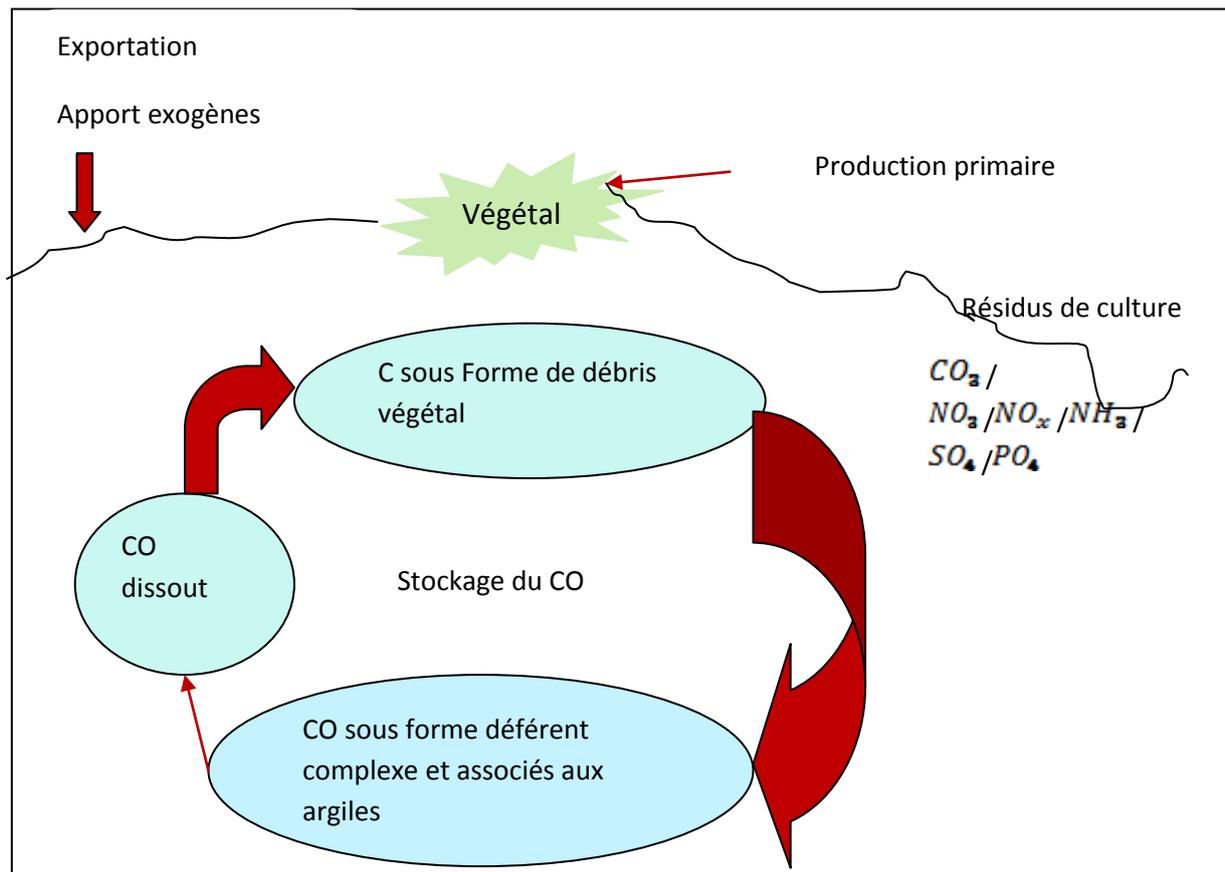


Figure 2 Carbone organique sous différentes formes dans le sol(Bernoux,2013).

6. Cycle bio-géochimie du carbone organique du sol

Le cycle de carbone organique correspond à l'entrée de carbone organique dans le sol à sa transformation et à sa dissipation. De nombre processus sont en jeu, la disposition (addition de COS à la fraction organique du sol). L'altération (la conversion du COS d'un structure chimique en une autre différente, résultat d'attaques enzymatiques ou de réactions chimique).L'assimilation (incorporation du COS dans les tissus des organismes décomposeur) et enfin la minéralisation qui correspond à la respiration des organismes du sol(Baldock J.K, 2000). La somme de ces processus aboutit à la notion de décomposition du COS.

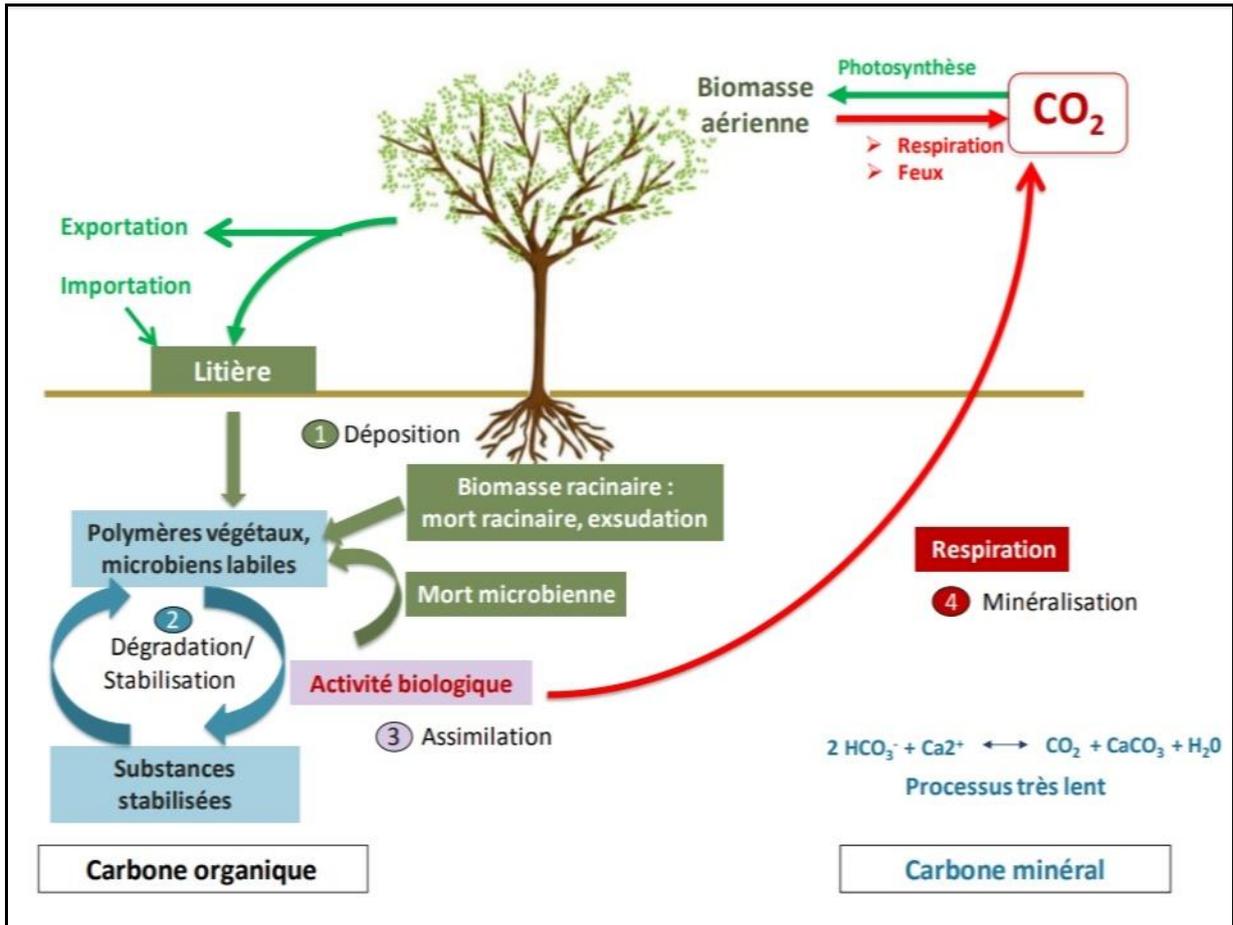


Figure 3 Cycle du carbone dans le sol(Chenu et al, 2014, Lehmann et Kleber, 2015).

7-Les Réserves de carbone organique

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

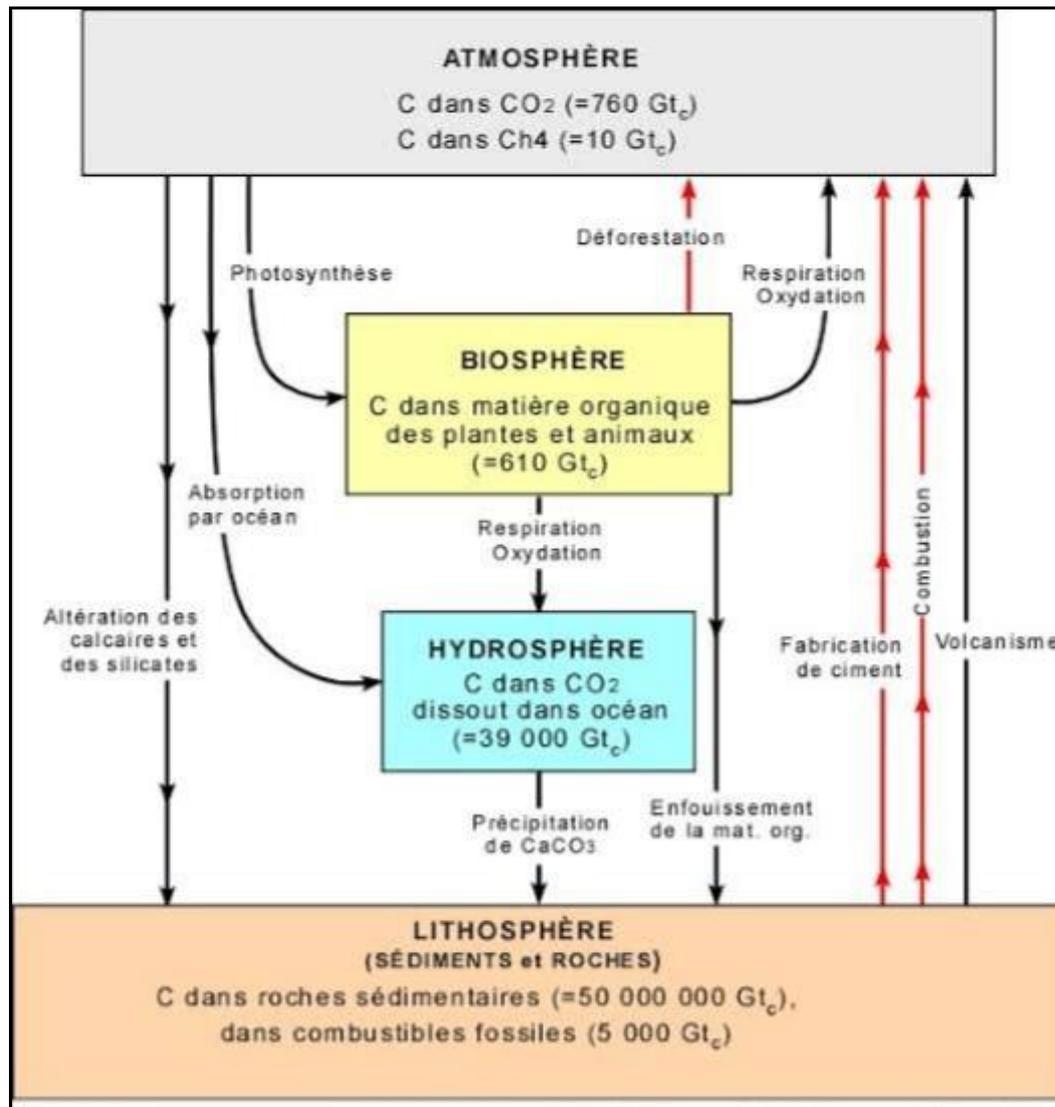


Figure 4 : Le réservoir dans le cycle de carbone (Berner et al, 1996).

8-Stock de carbone organique dans le monde

Le sol est le deuxième plus grand stock de carbone après les océans et représente le tiers du stock mondial de carbone. Les stocks mondiaux du COS ont été estimés à environ 1500GTC dans le première mètres du sol, soit supérieur à celui de l'atmosphère (800GTC) et la végétation terrestre (500GTC)(Scharleman, 2014).L'ampleur spécial et temporelles du stockage du cos est très variable et est déterminée par différents facteur biotique et abiotique, y compris le type de sol, l'utilisation de la terre et les conditions climatique. Les stocks de COS les plus importants sont situés dans des zones telles que les zones humides et les tourbières (Gougoulia, 2014)

Selon (Poissonnet et al, 2007), les sols contiennent une quantité colossale de carbone. Des travaux publiés par l'IPCC (2001) montrent qu'en 1996 les sols mondiaux (jusqu'à 1 m de profondeur) séquestrent 53% du C organique non fossile des terres émergées. Les sols forestiers mondiaux représentent un stock de 632 GtC (figure 8), soit plus que tout le C contenu dans la biomasse terrestre (610 GtC dont 80% en forêt).

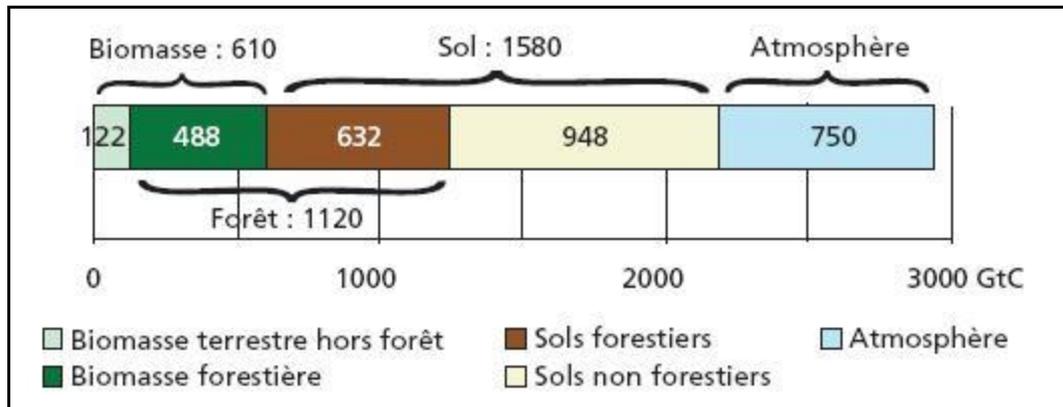


Figure 5 : Stocks de carbone mondiaux dans les compartiments terrestres (IPCC,2001).

9-Stock de CO en Algérie

Les stocks en carbones ont été évolués sur les profondeurs (0 à 10 cm) et pour 0 à 30cm pour les deux types de sol étudié à Mascara. Ceux mesurés en 1998 sur (0 à 10 cm) étaient de 13.5 à 13.8 t/ha sur le sol nu, de 14.7 à 17.6 t/ha sur le sol cultivé et s'élèveraient à 18.9 t/ha sur jachère mise en défens. Ils diminuent de la surface vers la profondeur du sol (Belkacrm et al,1998) .

Les stocks de carbone dans la région de Tlemcen varient entre 9.4 et 37.9 t/ha en fonction des différents types de sol et des systèmes de gestion(Belkacrm et al,1998) .

Tableau 5: stocks en carbone t/ha sur 0 à10 cm en fonction des systèmes de gestion des sols Tlemcen(Moursli Boutkhil, 2002)

Année	Système cultivé (Heriz) Sol bruns calcaires			Système sylvopastoral (Madjoudj) Sol bruns sur calcaire			Système pastoral(Gourai) Sols rouges		
	Sol nu	B/J trading	Blé intensif	Sol nu	Matorral pâturé	Matorral en défens	Sol nu	Matorral pâturé	Matorral en défens
1991	12.12	12.24	12.48	29.1	29.9	29.9	11.2	11.9	12.6
1992	11.04	14.04	12.36	24.6	33.6	29.7	10.4	13.5	13.5
1993	10.2	13.92	12.44	25.8	33.1	32.4	10.9	12.9	13.8
1994	10.44	12.87	12.8	23.9	32.4	33.0	10.81	12.7	13.9
1995	11.28	13.80	12.92	22.8	31.8	35.2	10.50	12.8	14.4
1996	10.12	13.68	13.14	22.38	29.2	36.9	10.20	11.3	14.1
1997	9.68	13.30	13.02	21.8	27.2	35.8	9.70	11.9	13.9
1998	10.12	12.24	13.01	21.8	25.3	37.9	10.20	11.3	13.8
1999	9.96	11.76	13.24	21.3	25.9	36.9	10.5	10.5	13.9
2000	10.8	13.20	13.48	21.4	28.56	37.5	9.5	9.8	13.6
2001	10.52	12.09	13.48	20.9	25.9	37.4	9.4	10.3	14.4

10-Estimation du stock de carbone dans le sol

Le stock de matière organique est élevé dans les forêts, les prairies et les pelouses d'altitude mais faible en aviculture, dans les zones méditerranéennes et de cultures. Pour les forêts, le stock de carbone dans la litière n'est pas pris en compte (Mousset, 2015).

La profondeur de 30 cm correspond au choix de n'estimer le stock de carbone dans les horizons susceptibles d'être significativement influencés par le travail de sols, par le changement d'usage et par les modifications du climat (Poissonnet et al, 2007).

11. Influence des facteurs climatiques sur le stockage de carbone organique

11-1 Temperature

C'est tout simplement l'effet de la T°C d'air qui a une influence sur la dynamique du sol. (Burke et al, 1989) ont montré que l'augmentation de la température stimulait l'activité biologique des sols et la dégradation de la MO (Raich et Schlesinger, 1993) ont confirmé cette hypothèse en montrant qu'une augmentation de 10°C de la température de l'air diminuait le temps de résidence de COS.

L'effet de T°C est plus prononcé sur la fraction labile que sur la fraction stable (Quideau et al, 2001) et l'augmentation de T°C diminue la biomasse microbienne et d'un COS dissout (Song et al, 2012).

11-2 Pluviométrie

Selon Burk et al, 1989 le stock de carbone organique du sol dépend des précipitations moyennes annuelles, elle augmenterait avec les précipitations jusqu'à atteindre une valeur optimale pour des précipitations annuelles à 800 mm, et se stabiliserait au-delà. Les précipitations induisent une augmentation de la production primaire par la plante et donc des apports plus importants de carbone dans le sol, la valeur seuil atteinte pour les précipitations supérieures ou égales à 800 mm correspond à un équilibre entre la vitesse de décomposition du carbone et la vitesse d'entrée des résidus végétaux dans le sol. Selon Song et al 2012. Le stock de carbone organique du sol et la fraction stable ne sont pas significativement modifiées pour une élévation, des précipitations en revanche, la taille de la fraction labile semble s'accroître avec la hausse des précipitations. Elle est influencée sur l'humidité du sol et l'activité biologique. La minéralisation serait maximale pour un degré de saturation en eau de la porosité de l'ordre de 50-75 % (Linn et Doran, 1984), (Scott et al, 1996).

L'augmentation de l'humidité peut stimuler l'activité microbienne, mais dans un contexte où l'humidité est déjà forte, son augmentation risque d'altérer la disponibilité de O₂ et d'inhiber l'activité microbienne (Balesdent et al, 2000).

12-Calcul le stock de carbone organique du sol

Les changements d'usage des sols (défrichements, boisements), l'intensité du prélèvement des biomasses en forêt, les travaux d'assainissement et le travail des sols forestiers contribuent à la dynamique de stockage (positive ou négative) des sols. En général, pendant les vingt premières années suivant un changement d'affectation des sols, le déstockage est deux fois plus rapide que le stockage. Au bout de plusieurs décennies voire plus d'un siècle, un stockage peut compenser un déstockage (Eglin, 2014).

Selon Grinand et al, (2009), le stock de carbone s'évalue pour une unité de surface donnée en multipliant la teneur en C par la masse volumique apparente du sol et par la profondeur de l'horizon (couche) du sol échantillonné. On somme ensuite les stocks de différents horizons pour avoir le stock du sol.

Chapitre 02 : Zone d'étude

1. Présentation de la région d'étude

La région d'Ain defla appartient à la plaine du Haut de Cheliff, qui se caractérise par un climat continental semi-aride avec des étés très secs ($T^{\circ}\text{C}$ moyenne interannuelle entre 13°C et 19°C , avec un maximum mensuel de plus de 30°C enregistré au mois de juillet). La pluviométrie moyenne inter annuelle varie entre 300 et 500mm, et plus concentrée dans les altitudes. Il située entre $36^{\circ}12'$ et $36^{\circ}3'$ nord de latitude, $2^{\circ}2'$ et $2^{\circ}44'$ Est de longitude (Mania, 1990).

1-2 Présentation et limites géographiques de la wilaya d'Ain defla

La wilaya d'Ain defla est située à 145 km du sud-ouest d'Alger. Elle possède de 14 daïra, qui regroupent 36 communes. Elle a une superficie de 4260km^2 . Elle a une superficie forestière $132.709,40\text{ ha}$ (DFAD, 2020).



Figure 6 La situation géographique d'Ain defla (source: décompage administratif de l'Algérie, monographique)

Notre région d'étude est limitée par 5 wilayas :

- Nord, la wilaya de Tipaza.
- Nord-est, la wilaya de Blida.
- Sud, la wilaya de Tissemsilt.
- Est, la wilaya de Media.
- Ouest, la wilaya de Cheliff.

2. Reliefs

2.1. Les Monts du Dahra Zaccar

Limité à l'est par Mitidja et l'atlas Blidéen, au nord par la mer, au sud par la plaine du Chélif et à l'ouest par la plaine HABRA. Cet ensemble se scinde en deux blocs distincts :

2.1.1. Le Zaccar

Il est formé de deux monts calcaires : le Zaccar GHARBI avec une altitude qui atteint 1576m et le Zaccar CHERGI avec une altitude la plus élevée qui atteint 1530 m. La forêt est naturellement dense.

2.1.2. Le Dahra

Il est formé d'un complexe d'altitude moyenne avoisine les 700m, c'est la partie la plus formée et la plus accidentée de l'ensemble Dahra-Zaccar. Les pentes en forêts varient entre 12% à 25 %. Les terrains sont tendres à prédominance marneuse favorisant l'érosion.

2.2. Les Monts des OUARSNIS

Au sud, on retrouve les monts de l'OUARSNIS qui restent un ensemble très important de l'atlas Tellien. Le sommet le plus haut est à 1700m, et est situé à la limite sud de la wilaya au niveau de la commune de TARIK IBN ZIAD. La formation rocheuse de cet ensemble est schiste marneuse favorisant l'érosion. Les pentes sont comprises entre 10% et 30%.

2.3. Le plaine de Cheliff

Au centre se trouve une plaine sous forme de cuvette qui reste compartimentée entre les deux reliefs infranchissables (l'OUARSNIS et le Dahra-Zaccar), il s'agit de la plaine du Cheliff et fait en moyenne 3 km de large sur 60 km de long et s'étend le long du territoire de la wilaya d'Est en ouest(ANDI, 2015).

3. Biodiversité

3.1. La flore

Les principales espèces floristiques de la région sont illustrées par le tableau ci-dessus.

Tableau 6: Les espèces floristique dominants(DFAD,2020).

Espèce	Ha	Taux(%) à la superficie forestier de la wilaya
Pins d'Alep	48024	36.2%
Chêne Vert	23646	17.8%
Thuya	14142	10.7%
Chêne Liège	5580	4.20%
Cyprès Vert	528	0.4%
Chêne Zeen	362	0.3%
Eucalyptus	280	0.2%
Cèdre	100	0.1%

Il ya autre espèces de flore tel que :

_ Nerium oleander

_ Frangula alnus

_ Marrubium vulgare

_ Prunus dulcis

_ Thymus vulgaris

_ Mûrier

_ Oxalice

_ Silybum marianum

_ Scirpus

_ Ceratonia siliqua

_ Pistacia

_ Quercus

F. Rouina	1277.4798
F. Oued khemis	5093.986
F. Berhoune	1155.2
F. Tachta	1877.81
F. Hangouf	2018.35
F. Oued kebir	1804.12
F. Bouzer	173.0325
F. Ain defla	268.87
Totale	75741.2975

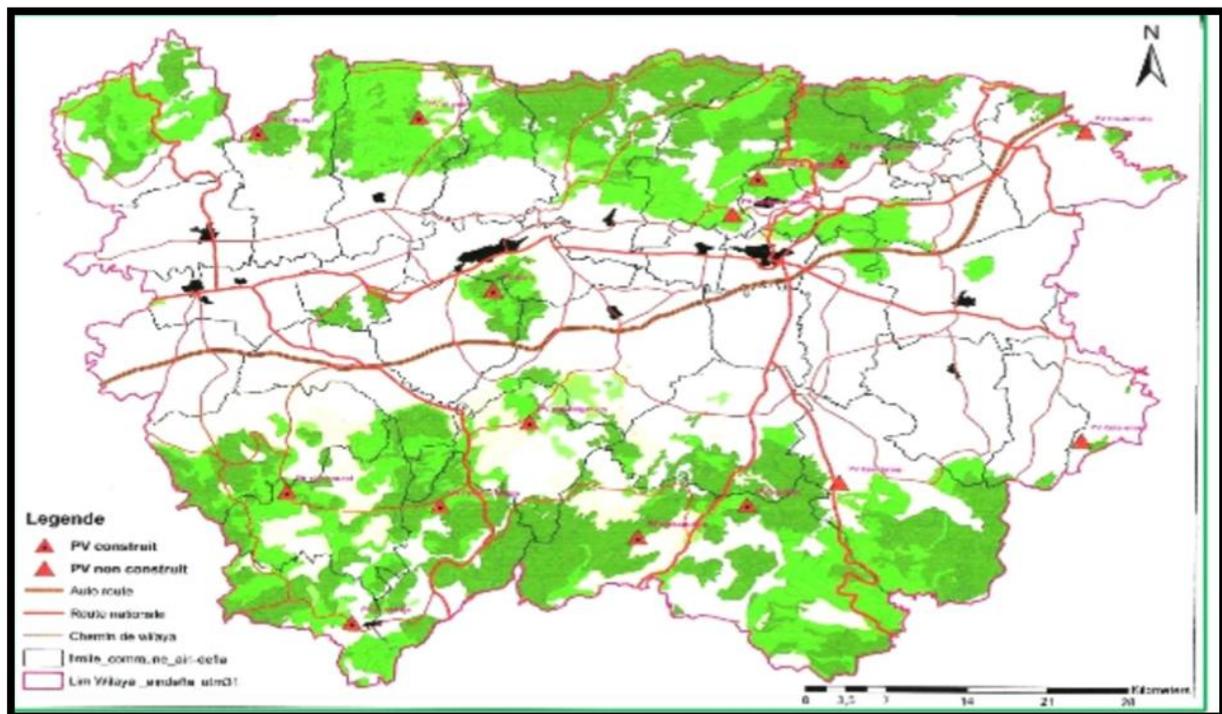


Figure 7: La carte des forets et les post de vigie de wilaya d'Ain defla (DFAD, 2020).

4. Types de sol

Les sols de Haut Cheliff ont été cartographiés par (Boulaïne, 1957), Ils comprennent deux grandes divisions des sols.

4.1. Les sols des bordures de la plaine

Ces sols sont formés par des associations de sols plus ou moins érodés et par l'altération des roches mères, qui peuvent évoluer par les calcaires du miocène et du pliocène sur les bordures de la plaine au nord, et des grés ou des marnes entre Khemis Miliana et Miliana sous forme des sols jeunes, et parfois formés sur roches mère siliceuses variées du massif du DOUI. Sont des sols colluviaux peu ou pas évolués. Ces sols sont caractérisés par une bonne structure, texture équilibrée, bonne perméabilité et par des teneurs moyennes en calcaire total.

4.2. Les sols centraux de la plaine

Ils comprennent six classes à savoir :

1.2.1. Sols alluviaux non évolués

Les caractéristique physico-chimiques de ces sols sont très variées, sols alluviaux non évolués, des dépôts sableux du lit majeur des oueds par texture sableuse fine et limoneuse plus au moins sableuse, profonds et très perméable, sols alluviaux non évolués des dépôts sableux du bourrelet des oueds par texture sableuse fine et limoneuse plus ou moins sableuse, peu épais et moins perméable.

4.2.2. Sols calciques

Les sols calciques, plus moins différenciés et présentent parfois des accumulations calcaires, et les caractéristiques physico-chimiques de ces sols sont, texture limoneuse et limons sableuse, peu épais et recouvrent une carapace calcaire.

4.2.3. Sols alluviaux évolués

Sont des sols alluviaux présentant un début de décalcification et une accumulation du calcaire et du sulfate. Ils sont caractérisés par une texture limoneuse et limons argileuse, riches profonds, perméables. Ces sols existent surtout dans les terrasses récentes des oueds.

4.2.4. Sols colluviaux et sols alluviaux des affluents mineurs

Sont des sols très variés selon des massifs existants, ces sols sont caractérisés par des sols jeunes, ils sont légèrement à moyennement limoneux sableux et limoneux et par fois plus argileux, on voit l'évolution par lessivage pour les argiles.

4.2.5. Sols très évolués

Sont des sols dont l'évolution est plus au moins élevée par l'influence partiellement décalcifiés et insaturés avec accumulation progressive, et l'accumulation de calcaire en profondeur sous forme de nodules.

4.2.6. Sols hydro-morphes

Sont des sols engorgés par des eaux en réseaux d'écoulement d'eaux superficielle ou bien par des eaux à couvert temporaire et à nappe phréatique non salées et parfois par des eaux d'inondations temporaires hivernales, ils sont caractérisés par texture humifères argileuse à très argileuse

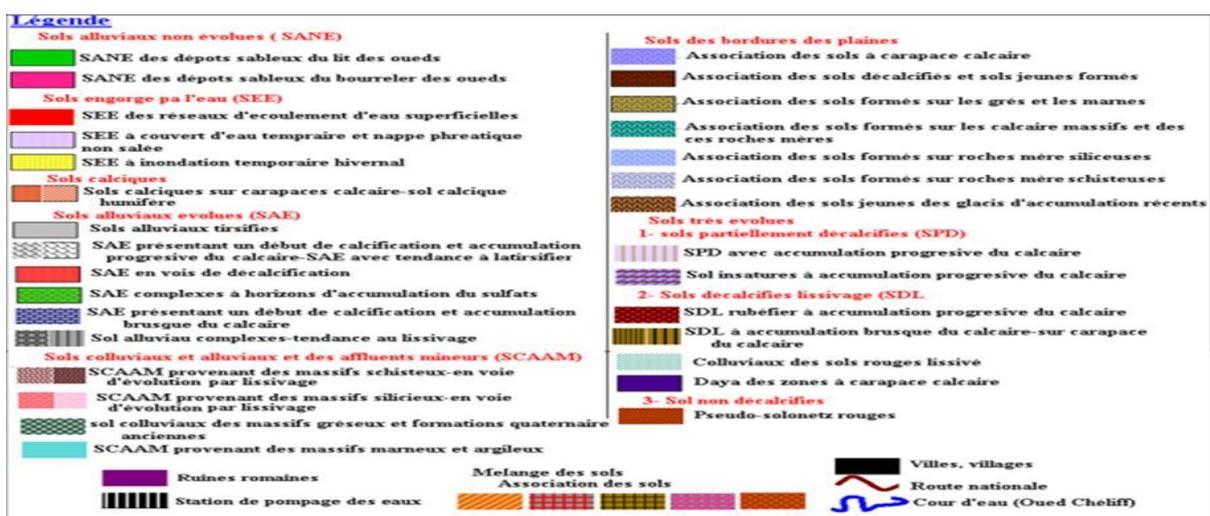
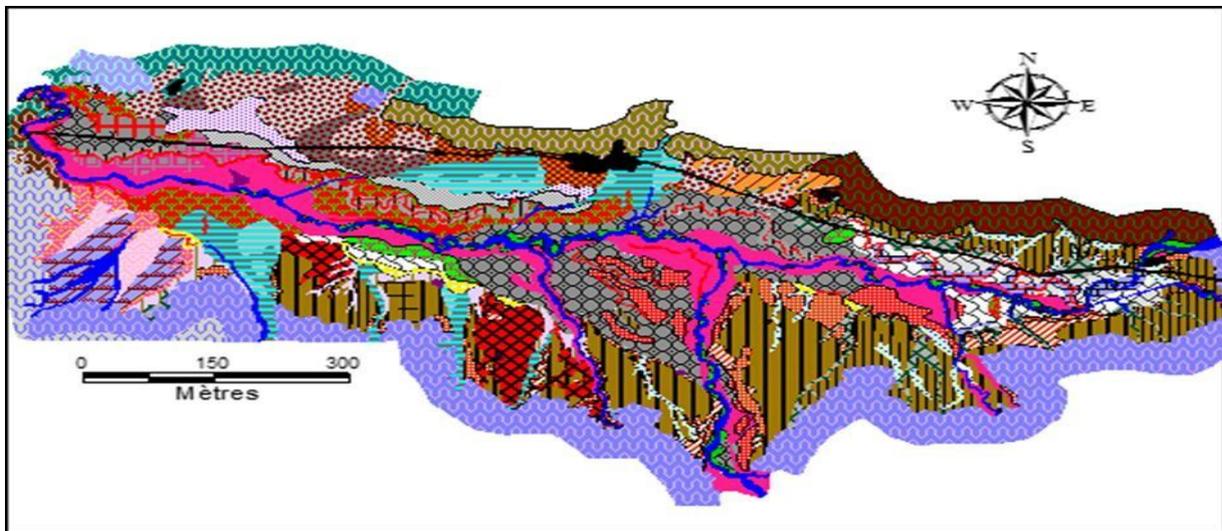


Figure 8 : Carte des sols digitalisée de la plaine du haut Cheliff modifiée (source: Boulaine, 1956).

5. Climat

Le climat d'Ain defla est caractérisé par un climat méditerranéen avec un été chaud et sec à des hivers pluvieux et froids. Cette classification des climats se base sur les données météorologiques de la station régionale d'ANRH de Blida (ANRH, 2020).

5.1. La Température

La température est un élément fondamental pour la détermination du caractère climatique d'une région. Les données existantes sont celles des stations gérées par l'agence Nationale des ressources hydriques (ANRH, 2020)

Les températures moyennes annuelles les plus élevées enregistrées dans la wilaya d'Ain defla, varient entre 14°C et 39°C.

Tableau 8: La température moyenne annuel de station de Harraza de 2009_2019 (ANRH, 2020).

mois	janv.	fév.	Mar	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	sep	oct.	Nov.	Déc.
T moy	10.75	9.95	14.05	17.95	21.25	25.7	28	21.45	26.51	21.67	17.05	13

5.2. Précipitations

Les précipitations constituent l'un des éléments les plus importants qui définissent le climat d'un lieu donné. Étant donné que la région d'étude est caractérisée par un climat semi-aride. Ils ont été au cours des dernières années à des périodes illimitées de sécheresse (Benamar, 2016).

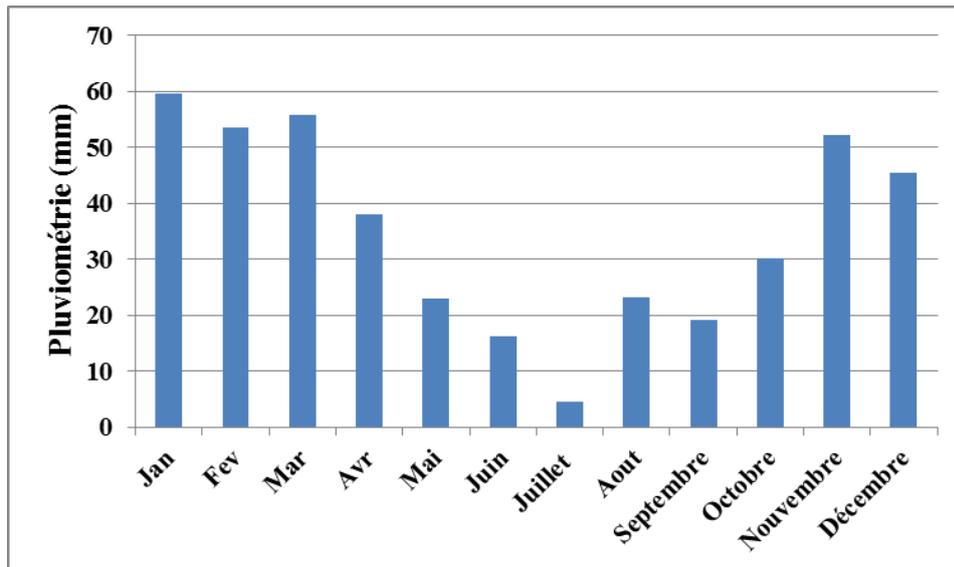


Figure 9 : Variation interannuelle des précipitations de station de Harraza (2009à 2019).

5.3. Diagramme OMBROTHERMIQUE de Gausсен

Le diagramme ombrothermique de Gausсен(1953) ou le Climagramme pluviométrique de Gausсен est une représentation graphique des variations de précipitations et de températures en fonction du temps (mois) qui nous permet de déterminer la période sèche et humide d'une région. La station de HARRAZA montre que les mois de Janvier représente le mois plus pluvieux à longue période (2009à2019) de 59.66 mm. On constant que le période sèche s'é étale du mois de Mars à mois d'Octobre. Et le mois de juillet représente le mois le plus sec, et le période humide entre le mois d'octobre au mois du mars.

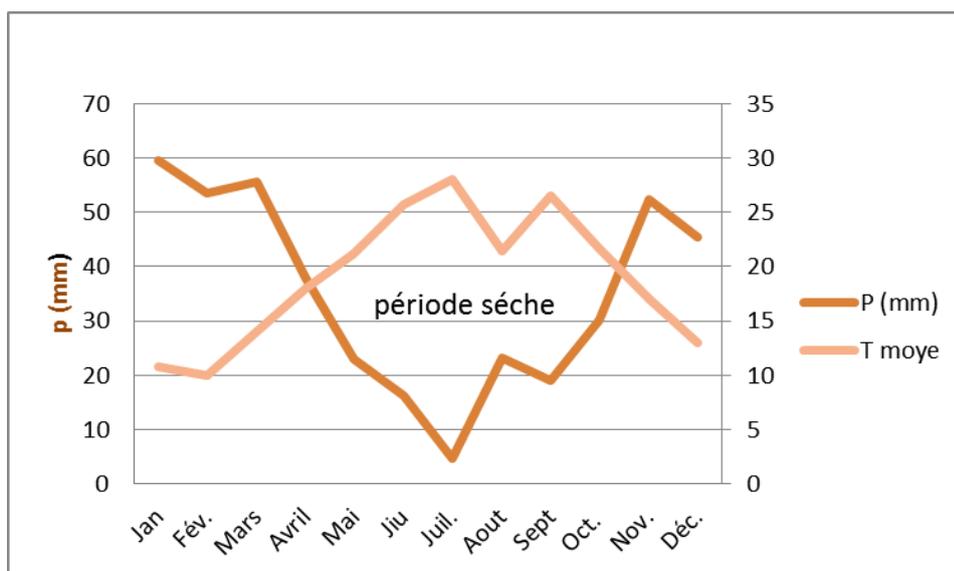


Figure 10 : Diagramme Ombrothermique de Gausсен de la stationde Harraza(2009 à 2019).

5.4. Climagramme pluviométrie d'Emberger(Q2)

Le Quotient pluviométrique d'Emberger (Q2) est spécifique au climat méditerranéen permet de connaître l'étage climatique de la région d'étude. Pour déterminer ce quotient avons utilisé la formule modifiée de STEWART(1969). Adapté pour l'Algérie, qui se présente comme suite :

$$Q2=3.43 \times P / (M-m).$$

P= Pluviométrie moyenne annuelle en (mm).

M=moyen des minima des mois les plus chauds en(°C).

m=moyen des minima des mois les plus froids en(°C).

$$P= 421.13 / M= 39.3 / m=-0.2 \text{ Donc } Q2=39.94.$$

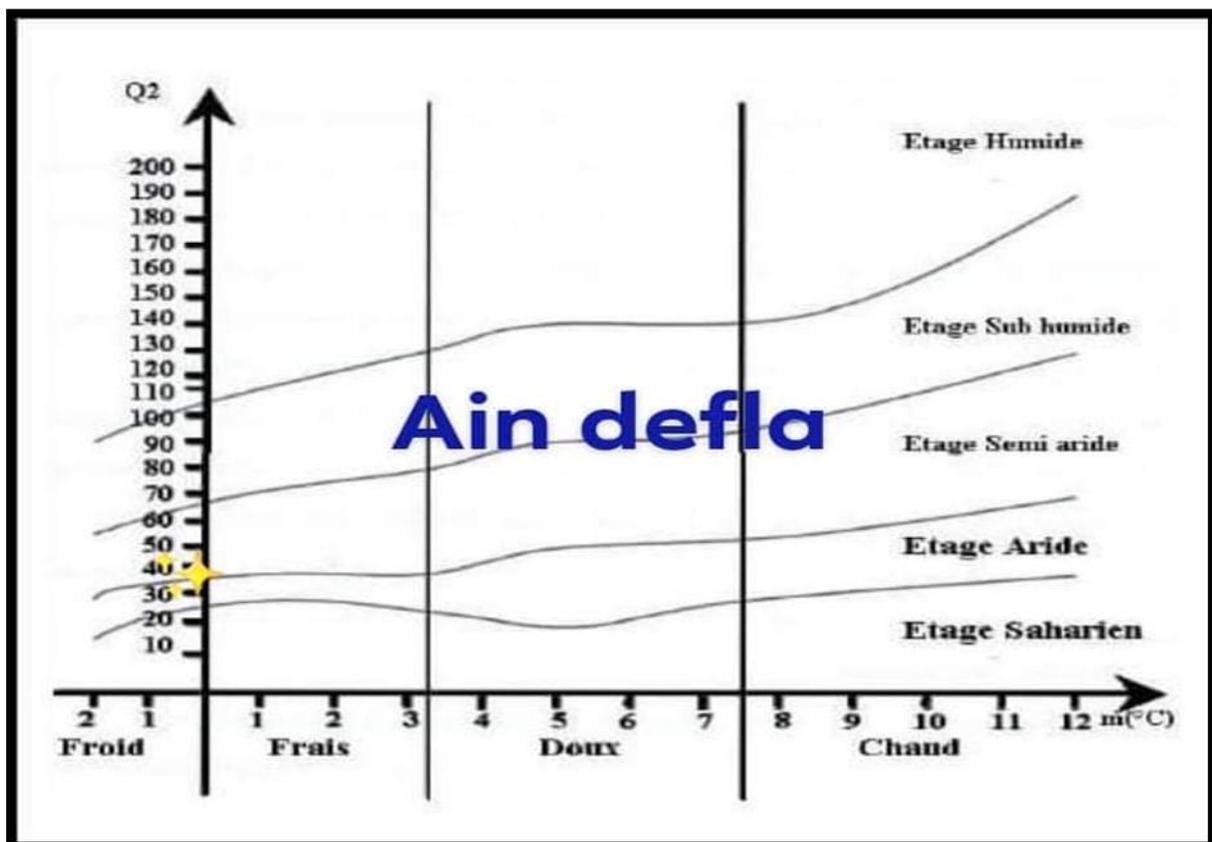


Figure 11: Climagramme d'emberger de Harraza (2009 à 2019).

5.5. Indice de Martonne

L'Indice de Martonne ou indice d'aridité (IA) est un indicateur quantitatif de degré du manque d'eau à un endroit donné, est un simple rapport pluviaux-thermiques fondé sur les hauteurs moyennes des précipitations et de la température. L'indice d'aridité annuelle de Martonne (De Martonne, 1926) est défini comme suite :

$$IA = P \text{ (mm)} / (TC^\circ + 10)$$

IA = indice d'aridité de Martonne.

P = Pluviométrie moyenne annuelle (mm).

TC°= Température moyenne annuelle en (C°).

$$P = 420.13.$$

$$T = 18.87. IA = 14.55 \text{ (mm)} / (C^\circ).$$

Le climat de la région d'étude (2009 à 2019) est semi-aride selon le tableau de l'interprétation de l'indice de Martonne.

Tableau 9: Echelle de l'indice de Martonne (Mokhtari, 2013).

Valeur d'IA	Type de climat	Type de végétation potentielle
0 à 5	Hyper aride	Désert absolu.
5 à 10	Aride	Désert.
10 à 20	Semi-aride	Steppe.
20 à 30	Semi-Humide	Prairie naturelle, forêt.
30 à 40	Humide	Forêt.
40 à 55	Humide	Forêt.

6. Hydrologie

6.1. Eaux Souterraines

La région d'Ain defla dispose de grand réserve hydrique tout souterrain que superficiel pour l'alimentation d'eau potable, On recense 152 forages et 155 puits, et plusieurs sources qui

permettant l'alimentation de la population pour une dotation journalière de 166.03l/j/hab (ANDI, 2015).

Pour ce qui est des eaux superficielles, elles sont destinées plus particulièrement à l'irrigation (ANDI, 2015).

6.2. Eaux superficielles et zones Humides de la région d'Ain defla

Tableau 10:présentation des zones humides et les eaux superficielles à Ain defla (ANDI,2015).

Les Barrages	Retenue collinaire	Les oueds
-Barrage Ghrib. -Barrage de Herraza. -Barrage sidi Mhamed ben taiba. -Barrage ouled Kelouk. -Berket Boumedfaa.	-Retenue collinaire oued Boukali. -Retenue collinaire oued sidi Bouziane. - Retenue collinaire oued talbent. -Retenue collinaire oued tighzel.	-Oued soufay. -Oued Chelef -Oued Khemis -Oued Deurdeur -Oued El Kebir -Oued Lyraa.

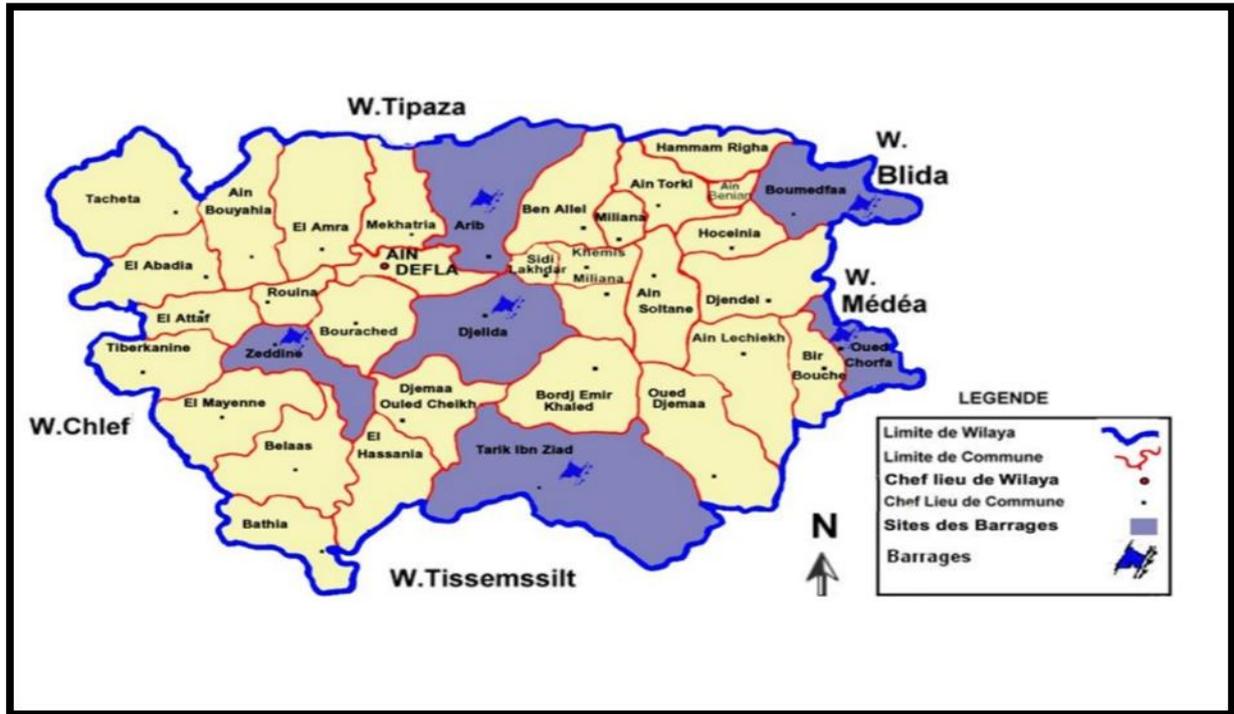


Figure 12: La position des zones humides dans la wilaya d'Ain defla(ANDI,2015).

Chapitre 03: Matériels et Méthodes

1-L'objectif de travail

L'objectif de cette recherche est l'étude de la caractérisation du taux de carbone organique dans les sols sous différents types de végétation dans la région d'Ain defla. Ce sont des sols basiques du périmètre du Haut Cheliff. Pour la réalisation de ce travail nous avons adopté la démarche suivante :

- **1^{er}** étape, sur le terrain : nous avons prélevés des échantillons du sol sur quatre sols à différentes formes de végétations dans l'horizon de surface (0 à 30 cm de profondeur). Au niveau de chaque sol, nous avons prélevés en quatre points différents (quatre répétitions) ;
- **2^{ème}** étape, nous avons procédé à une d'analyse au laboratoire dans le but d'établir :
 - Une caractérisation physico-chimique des sols de la région, les analyses ont porté sur la détermination de la texture, l'humidité, le pH, le calcaire totale et la conductivité électrique.
 - Ensuite l'analyse du carbone organique pour l'étude de la caractérisation du taux de COS des zones analysées.

Les coordonnées géographiques des échantillons sont mentionnées au tableau suivant.

Tableau 11: Les coordonnées géographiques des échantillons.

Type du sol	Numéro d'échantillon	Latitude (°)	Longitude(°)
Sol prairie	1 ^{er} échantillon	36.263980°	2.171046°
	2 ^{ème} échantillon	36.263911°	2.171014°
	3 ^{ème} échantillon	36.263922°	2.171023°
	4 ^{ème} échantillon	36.263916°	2.171029°
Sol forestier	1 ^{er} échantillon	36.100952°	2.006738°
	2 ^{ème} échantillon	36.100925°	2.006712°
	3 ^{ème} échantillon	36.100917°	2.006700°

	4 ^{ème} échantillon	36.100898°	2.006699°
Sol agricole	1 ^{er} échantillon	36.067471°	2.006594°
	2 ^{ème} échantillon	36.067491°	2.006627°
	3 ^{ème} échantillon	36.067486°	2.006614°
	4 ^{ème} échantillon	36.067467°	2.006617°
Sol nu	1 ^{er} échantillon	36.058865°	1.991110°
	2 ^{ème} échantillon	36.058862°	1.991105°
	3 ^{ème} échantillon	36.058864°	1.991089°
	4 ^{ème} échantillon	36.058862°	1.991074°

2. Echantillonnage

Nous avons prélevée les échantillons dans trois périodes différentes Octobre 2019, Janvier 2020, Avril 2020.

Les échantillons ont été prélevés par l'utilisation de la tarière, ensuite ils ont été séchés dans un endroit sec à l'air libre pendant 5 à 8 jours. Après séchage, les échantillons du sol sont tamisés à 2 mm pour séparer la terre fine de la terre grossière et conservés dans des sacs en plastique bien fermés, jusqu'au moment des analyses.

Pour la détermination de la densité apparente des différents points, les échantillons ont été prélevés par l'utilisation d'un cylindre en métal (voir figure 14).



Photo

01 :La méthodologie d'échantillonnage pour la détermination de la densité apparente (Cliché par Boubekour S.).

3. Analyses au laboratoire

3.1. Caractéristique du sol

3.1.1. Analyses physiques

3.1.1.1 Analyse granulométrique

Elle a été réalisée sur des échantillons de terre fine (diamètre des particules inférieur à 2 mm), selon la méthode internationale à la pipette de Robinson. Dont la séparation des différentes classes des particules se fait par la séparation des sables grossiers et des sables fins à l'aide de deux tamis de diamètre 0.2 mm et 0.05 mm. Les argiles et les limons sont prélevés par la sédimentation et prélèvement à des temps échelonnés (diamètre < 0.05 mm) (Aubert, 1978).

Après décarbonatation et destruction de la matière organique puis la dispersion des particules par un dispersant énergétique (Héxamétaphosphate de sodium), et par l'agitation mécanique (deux heures). Puis effectuer des prélèvements à l'aide de pipette de Robinson.

La répartition des diamètres d'après Atterberg est la suivante :

Argile $d < 0.002$ mm

Limons fins $0.002 < d < 0.02$ mm

Limons grossiers $0.02 < d < 0.05$ mm

Sable fins $0.05 < d < 0.2$ mm

Sable grossiers $0.2 < d < 2$ mm

La détermination de la texture se fait à l'aide de triangle texturale.

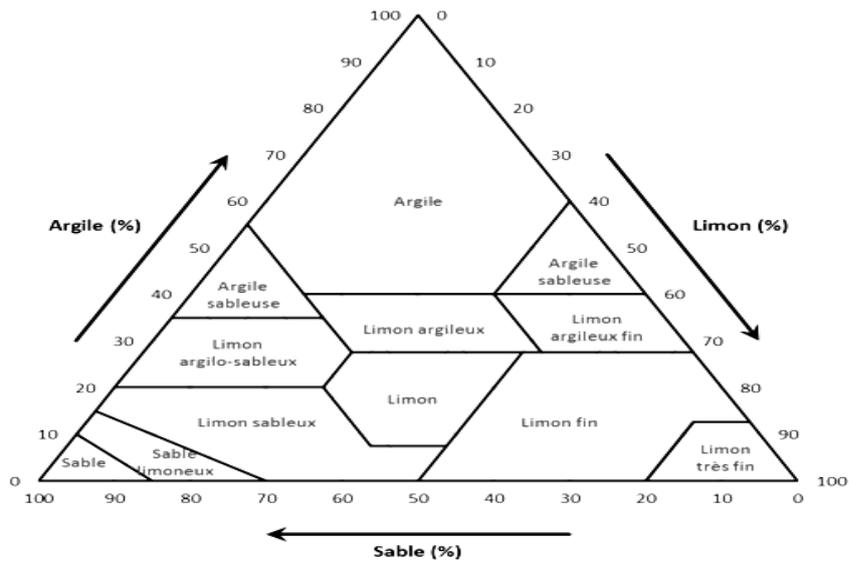


Figure 13: Traingle texturale(source: Triangle-texture-sols.png).



Photo 02 : Méthode d'analyse granulométrie (Cliché par Boubekeur. S).

3.1.1.2. Humidité

L'humidité est obtenue par différence du poids d'un échantillon du sol avant et après le séchage à l'étuve à 105° C, pendant 24 heures.



Photo 03 : La méthodologie de mesure l'humidité (Cliché par Boubekeur. S).

3.1.2. Les analyses chimiques

3.1.2 .1. Calcaire total (CaCO_3)

Il est a été déterminé par calcimétrie volumétrique à l'aide d'un calcimètre de Bernard. En utilisant la propriété du carbonate de calcium (CaCO_3) de se décomposer sous l'action d'un acide chlorhydrique(HCl).



Tableau 12: Echelle d'interprétation du calcaire totale (Baise, 2000).

CaCO_3	Sol
$\text{CaCO}_3 < 1\%$	Non calcaire
$1 < \text{CaCO}_3 < 5\%$	Peu calcaire
$5 < \text{CaCO}_3 < 25\%$	Modérément calcaire
$25 < \text{CaCO}_3 < 50\%$	Fortement calcaire
$50 < \text{CaCO}_3 < 80\%$	Très fortement calcaire



Photo 04: Méthode d'analyses du calcaire total du sol (Cliché par Boubekeur. S).

4. Analyses physico-chimiques

4.1. pH

La méthode la plus exacte pour mesurer le pH d'un sol consiste à utiliser un (pH-mètre) électrique qui donne directement la valeur du pH quand on plonge des électrodes en verre dans une solution obtenue en mélangeant une part d'échantillon du sol avec de l'eau distillée (Duchauffour, 2001).

4.1.1. pH-eau

Le travail consiste à former une suspension de 20 g de sol dans un 50 ml d'eau distillée agité pendant 1 heure. Après l'agitation la lecture des résultats se fait après 3 min de repos de la solution avec le pH-mètre.

4.1.2. pH-KCl

Il exprime l'acidité d'échange ou l'acidité potentielle. C'est un indice d'expression des degrés de saturation du complexe absorbant, ainsi que la nature chimique des ions fixés (Delcour, 1981).

Le travail consisté à former une suspension de 20 g du sol mélangée avec 50 ml de KCl 0.02N pendant 1 heure. Après l'agitation la lecture des résultats se réalise après le repos de la solution avec le pH-mètre (Delcour, 1981).

pH	Interprétations
$\text{pH} \leq 5$	Fortement acide
$5 < \text{pH} \leq 6$	Franchement acide
$6 < \text{pH} \leq 6.6$	Légèrement acide
$6.6 < \text{pH} \leq 7.4$	Neutre
$7.4 < \text{pH} \leq 7.8$	Légèrement alcalin ou légèrement basique
$\text{pH} > 7.8$	Alcalin ou Basique

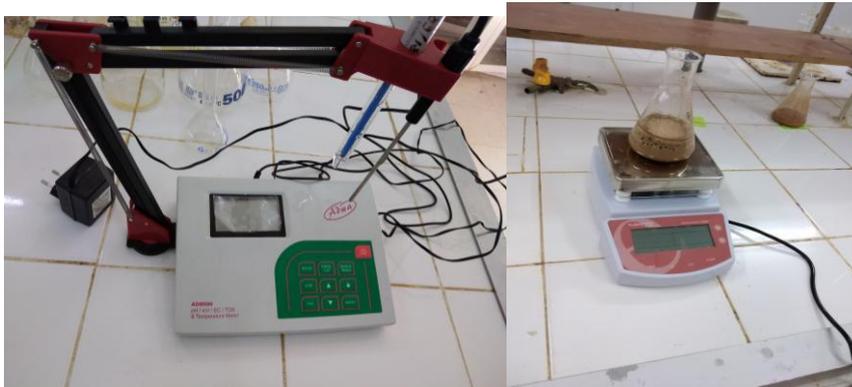


Photo 05 : Méthode d'analyse de Ph du sol (Cliché par Boubekeur. S).

5. Conductivité électrique

La conductivité électrique c'est une moyenne d'apprécier la teneur globale en sels dans la solution du sol. Elle est déterminée par le conductimètre sur un extrait avec un rapport de (sol/eau) de 1/5 à une température de 25°C (Aubert, 1978).

Tableau 13 : Echelle de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait dilué 1/5 (Aubert, 1978).

CE (ms/cm à 25°C°)	Degrés de salinité
$\text{CE} \leq 0.6$	Sol non salés
$0.6 < \text{CE} \leq 1.2$	Sol peu salés
$1.2 \text{CE} \leq 2.4$	Sol salés
$2.4 < \text{CE} \leq 6$	Sol très salés
$\text{CE} > 6$	Sol extrêmement salés



Photo 06 : Méthodes l'analyse de conductivité électrique du sol (Cliché par Boubekeur. S).

6. La matière organique

Pour déterminer le taux de la matière organique d'un sol, on procède au dosage du carbone organique, en utilisant la méthode ANNE(1945). Cette méthode consiste à oxyder à chaud le carbone de la matière organique contenue dans un échantillon de sol avec l'utilisation d'un oxydant : Bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_2$) en milieu sulfurique. L'excès de bichromate de potassium est titré par le sel de MOHR.

$$C\% = (V' - V) \times 0.615 / P$$

V' = volume de témoin.

V = Volume de l'échantillon.

P = Poids de sol (1gramme).

Le taux de matière organique est calculé en multipliant la teneur en carbone par un coefficient stable

$$MO\% = C\% \times 1.72.$$

Chapitre 04 : Résultats et Discussions

4.1. La caractérisation des sols de la région

4.1.1. L'analyse granulométrique

L'analyse granulométrique a pour but de déterminer quantitativement la distribution des particules de sol pour classer leurs diamètres.

Le triangle des textures montre que le sol étudié est situé dans la bande de la texture Limoneuse et Limon-argileuse.

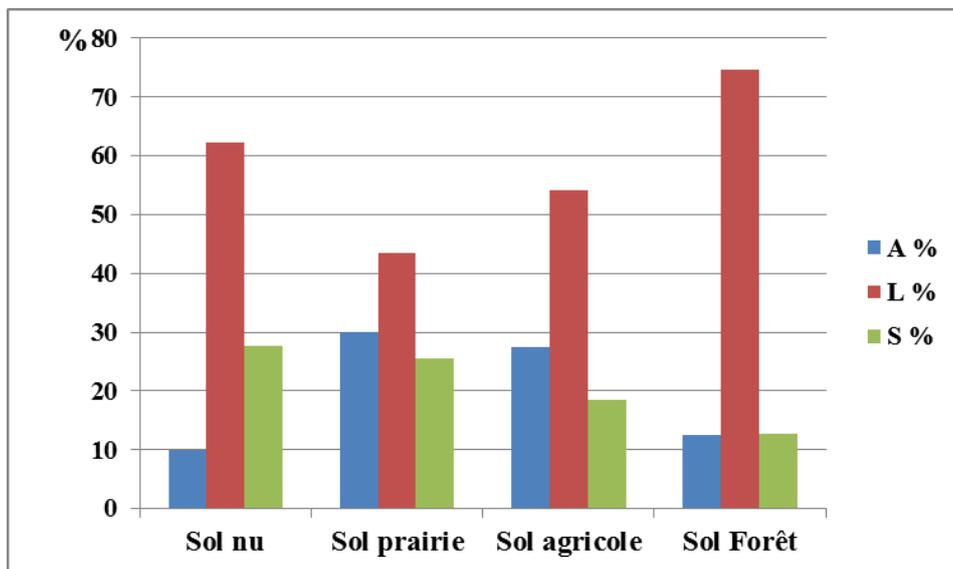


Figure 14: Variation de la composition granulométrique dans le sol.

A partir de la figure, nous remarquons que le taux des limons est très important dans les sols forestiers, par contre le taux le plus faible est enregistré au niveau du sol de prairie, qui contient le taux le plus élevé d'argile.

2. Le pH

Le pH est la quantité d'ion H^+ dissocié présents dans une solution donnée. Les valeurs de pH de notre sol sont élevées. La figure suivante nous donne les variations du pH.

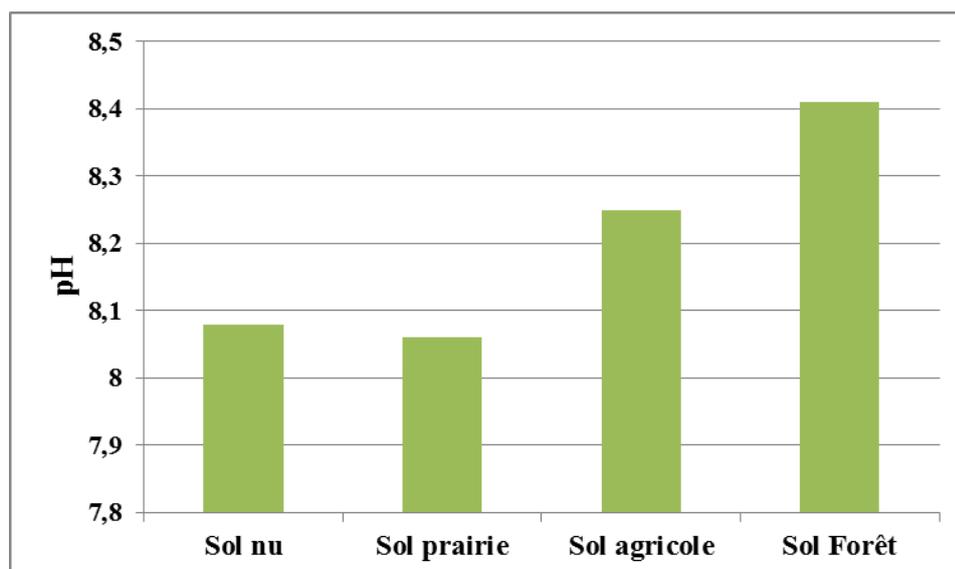


Figure 15: Variation du ph dans le sol.

3. Conductivité électique (CE)

La conductivité électrique permet de mesurer la salinité d'un sol (la teneur global en sels solubles) (Aubert, 1978).

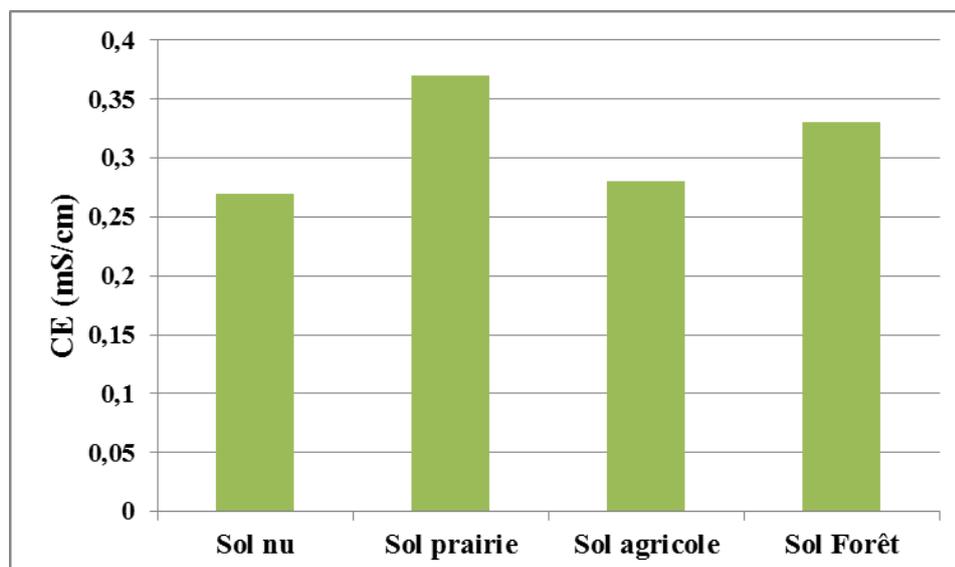


Figure 16: Variation de la conductivité électrique du sol.

A partir de la figure, nous remarquons que pour toutes les régions les sols présentant des valeurs qui se rapprochent, avec la plus grande concentration dans le sol prairie.

Les sols de la région d'étude présentent des valeurs de conductivité électrique qui varient entre une valeur min 0,270 ms/cm et une valeur max 0,372 ms/cm sont des sols non salés. Ce qui indique alors que ces sols sont propices pour la plus part des végétaux (Soltner, 2004).

4. Calcaire total

Selon la figure suivante nous remarquons que le taux de calcaire varie entre 23.3 % et 33.3 %. En générale le sol de la région d'étude est modérément calcaire (car le taux de calcaire varie entre 5 % et 25 %), à fortement calcaire (car la valeur du calcaire total varie entre 25% et 50%).

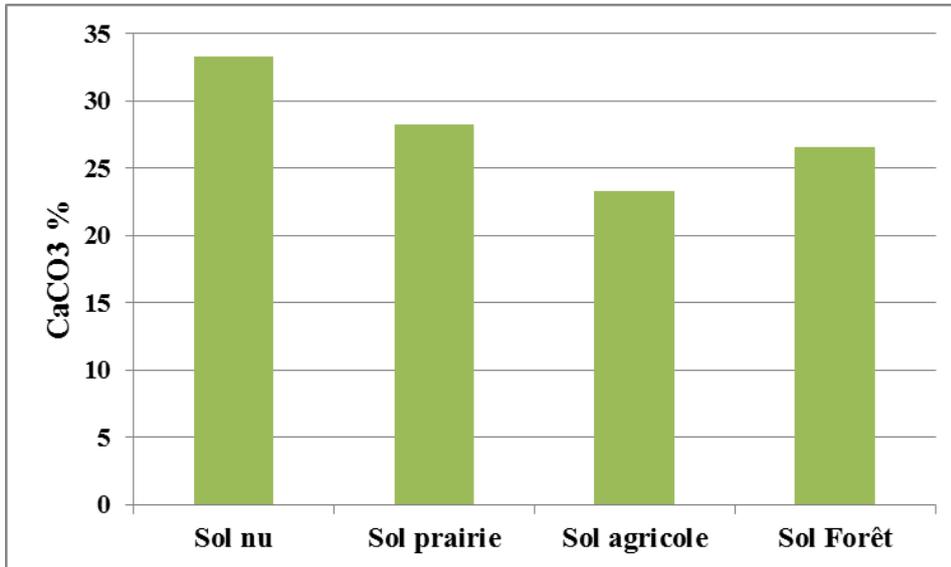


Figure 17: Variation de calcaire total dans le sol.

5-Humidité

Les résultats concernant le taux d'humidité dans le sol sont représentés par la figure 24D'après la figure nous remarquons que le sol forestier est plus humide avec une valeur 14.96 %. Le taux d'humidité le plus faible (8.38%) est enregistré au niveau du sol nu.

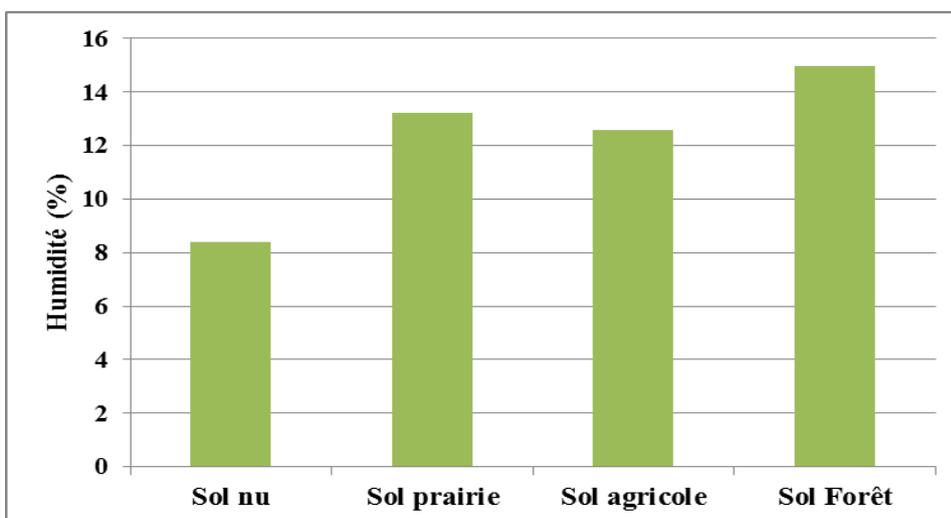


Figure 18: variation de l'humidité dans le sol.

6. La matière organique

La matière organique joue un rôle très important dans le sol. Elle est libérer les éléments nutritifs nécessaires pour le développement des plantes.

Les résultats de la teneur en matière organique de sol de la région d'étude est donnée par la figure suivante :

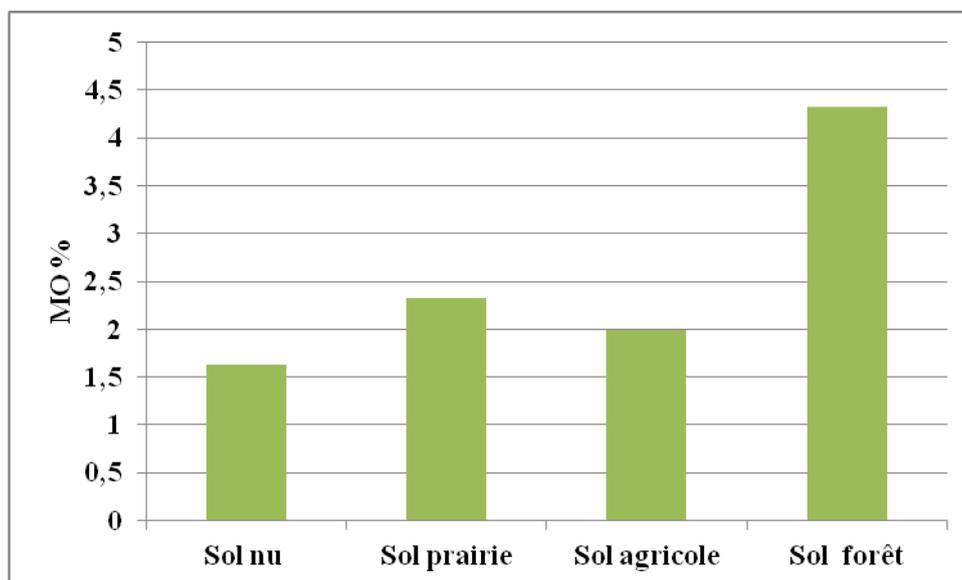


Figure 19: Résultat de l'analyse de la matière organique du sol.

La figure montre que le sol forestier est très riche en matière organique, il présente la valeur la plus élevée en MO par rapport aux autres types de sol selon la nature de végétation, avec un taux de 4,32. Cela est dû aux apports des débris des végétaux (arbres forestiers). (Tremblay et al, 2003), rapportent que les sols forestiers constituent un important réservoir de carbone organique.

La valeur la plus faible est enregistrée au niveau du sol sans végétation (sol nu) avec un taux de 1,63 %.

4.2. Etude de la dynamique du carbone organique

4.2.1. Carbone organique

La figure suivante montre que les teneurs en carbone varient de 0,95 et 2,51 %. La valeur la plus élevée est enregistrée au niveau du sol occupé par une forêt. Par contre le sol sans végétation enregistre la valeur la plus faible avec une valeur de 0,95 % (voir annexe).

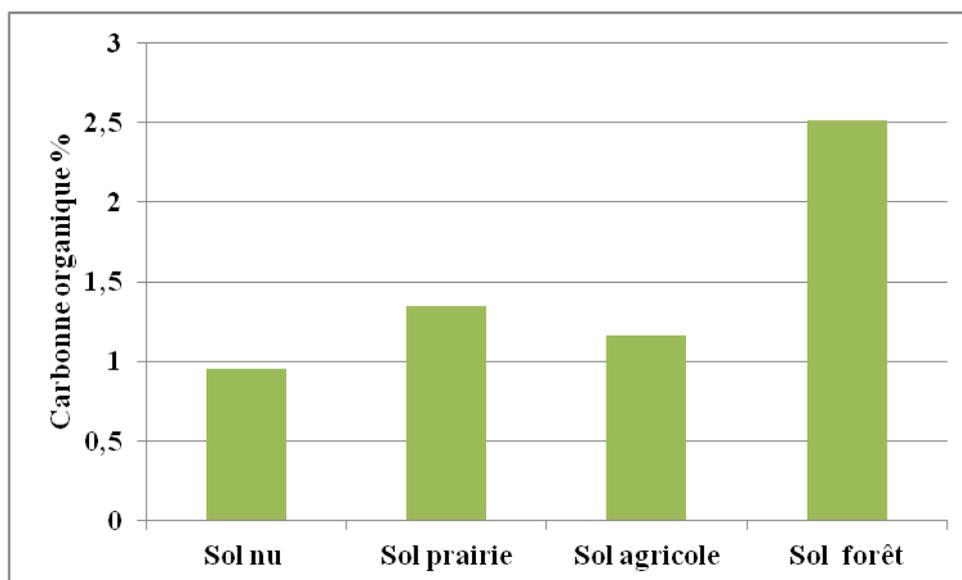


Figure 20: Variation du carbone organique du sol sous différents types de végétations.

Figure 21: Variation du carbone organique du sol sous différents types de végétations.

Selon Sleutel et al, (2003) et Van-Camp et al, (2004), l'intensification des systèmes de culture et l'augmentation des rendements ont entraîné une diminution des teneurs en carbone organique des sols cultivés, leur conférant ainsi une moindre fertilité et une sensibilité accrue à la dégradation.

4.2.2. Estimation du stock du carbone dans le sol

Selon Lefèvre et al, (2017), l'évolution du stock de carbone organique dans les sols résulte de l'équilibre entre les apports organiques au sol et la vitesse de minéralisation. D'après Tremblay et al. (1999), la méthode de calcul pour évaluer la quantité de C organique dans un sol est décrite en détail par St-Laurent et al. (1995). Brièvement, elle consiste à calculer la quantité de C organique de chaque horizon et d'additionner le tout. On calcule la quantité de C organique dans un horizon de la façon suivante :

$$q = C \times D_b \times \acute{E}_o$$

où :

q = quantité de C organique dans un horizon (t.ha⁻¹)

C = concentration de C organique dans l'horizon (%)

D_b = densité apparente de l'horizon (g.cm⁻³)

\acute{E}_o = épaisseur effective de l'horizon (cm), en excluant les pierres dont le diamètre est supérieur à 6 cm.

Chapitre 04 : Résultats et Discussions

La densité apparente est l'un des paramètres les plus importants dans les études portant sur la structure du sol. Lié à la nature et à l'organisation des constituants du sol (Chewel, 1977).

Les résultats de la densité apparente obtenus sont donnés par le tableau suivant :

Tableau 14: Densité apparent du sol étudié.

	Sol nu	Sol prairie	Sol agricole	Sol Forêt	Moyenne
Densité apparente (g/cm ³)	1,52	1,63	1,53	1,46	

A partir des résultats obtenus, nous remarquons que la valeur de la densité apparente se rapproche pour tous les types de végétations.

Le calcul de la densité apparente nous a permis de calculer le stock de carbone organique dans le sol, sur une profondeur de 20 cm (voir annexe). Les résultats obtenus sont illustrés par la figure 22.

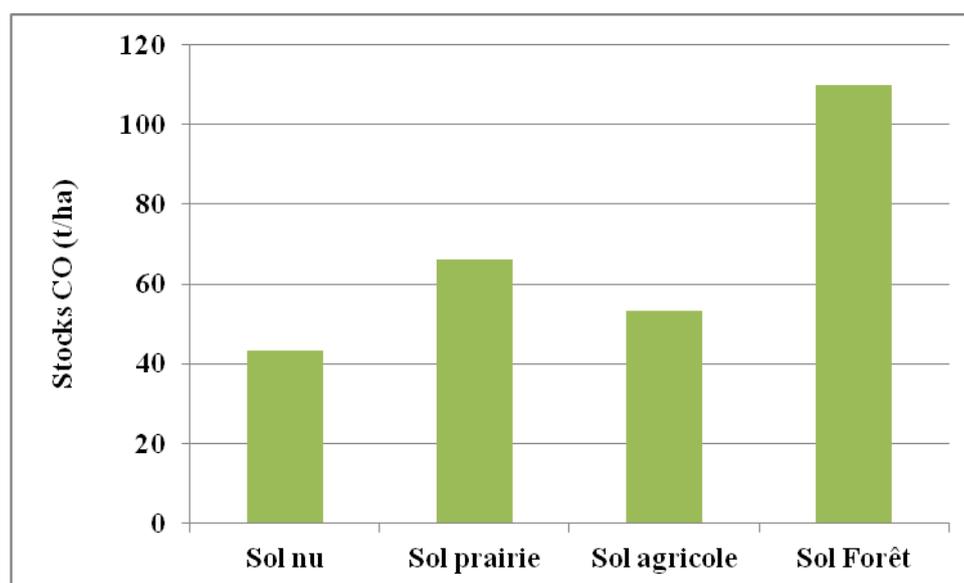


Figure 22: Variation du stock de carbone organique sous différent type de végétation.

A partir de la figure, nous remarquons que c'est le sol forestiers qui stock la quantité la plus importante de carbone organique avec 110 t/ha, suivi du sol sous prairie (végétations naturelles), avec une valeur de 66,02 t/ha. La valeur la plus faible est enregistrée au niveau du sol nu (43,32 t/ha).

Le rapport C/N selon Gagnard et al (1988), il indique l'évolution de la matière organique.

Discussion générale

Le sol étudié est développé sur les alluvions de l'oued Chélif (Hadj Miloud, 2010), notre étude s'est portée sur la caractérisation physique et chimique du sol de la région d'Ain defla suivie d'une estimation du taux du carbone organique stocké sous différents types de végétations. D'après les résultats obtenus on peut tirer les conclusions suivantes :

- Les sols de la région d'étude se caractérisent par une texture limono-argileuse.
- Les valeurs du pH indiquent que notre sol est basique, ce type de pH peut influencer la disponibilité en éléments nutritifs pour les plantes. Le pH influence la dynamique des éléments minéraux dans le sol.
- Concernant le taux de matière organique, les sols de notre zone d'étude ont des teneurs faibles à moyennes, ce qui peut influencer la fertilité de ces sols, car la matière organique constitue un facteur très important (influence la stabilité de la structure, réservoir en éléments nutritifs).
- En dosant le calcaire, les résultats montrent que notre sol est modérément calcaire à fortement calcaire.
- Pour la conductivité électrique, les sols de notre région d'étude sont des sols non salés.
- Les sols de la région étudiée ont une humidité moyenne de 8.38% à 14.96%.

Concernant l'étude de la caractérisation du stock du carbone organique dans le sol sous différent types de végétation, les résultats montrent que ce stock diffère avec la différence du couvert végétal. Selon UNIFA (2020), tous les sols ne stockent pas la même quantité de carbone selon leur nature et surtout leur utilisation.

Les résultats indiquent que le sol sous forêt stocke la quantité la plus importante du carbone organique par rapport aux autres types de végétation, UNIFA (2020), rapporte que maintenir la forêt améliore le stockage du carbone dans le sol.

Les stocks importants dans les sols forestiers s'expliquent par un flux de carbone entrant plus important (d'avantage de racines et débris, couvert permanent et plus dense au niveau du sol), une décomposition plus lente de la matière organique du sol en l'absence de labour et d'aération du sol (Arrouays et al, 2002).

Le stock du carbone diminue aussi dans le sol agricole, cela à cause des différentes pratiques qui peuvent accélérer la décomposition de la matière organique, par conséquent perte du carbone organique sous forme de CO₂. Selon Gac et al. (2010), les pratiques

Chapitre 04 : Résultats et Discussions

agricoles trop intensives (labour profond, fertilisation supérieure aux besoins des plantes ...), concourent à la perte de stock de carbone et injectent dans l'atmosphère environ 7,9 Gt C par an sous forme de CO₂.

Les quantités de carbone du sol au-dessous des prairies en zone tempérée sont estimées à 70 t/ha, ce qui est similaire aux quantités emmagasinées dans les sols des forêts (Trumbmore et al, 1995, Balesdent et Arrouays, 1999).

Conclusion générale

Ce travail de recherche est mené sur l'effet de différents types de végétation (prairie naturelle (végétations naturelles), forêt, plantes cultivées et un sol nu), sur le taux et les quantités stockées du carbone organique dans le sol de la région d'Ain de fla, sur 20 cm de profondeur.

A la lumière des résultats obtenus, il ressort que notre sol se caractérise par une texture limoneuse à limono-argileuse, pH basique. En générale le sol de la région d'étude est modérément calcaire à fortement calcaire, il est non salé. Les teneurs en matière organique sont généralement moyennes, le sol sous forêt présente est riche en matière organique.

Les résultats indiquent que le sol sous forêt stocke la quantité la plus importante du carbone organique par rapport aux autres types de végétation, cela est dû au nombre important de débris végétaux retournés au sol.

Les plantes vertes absorbent le CO₂ présent dans l'atmosphère par photosynthèse. Le carbone est stocké dans le feuillage, les tiges, les systèmes racinaires et, surtout, dans le tissu ligneux des tiges principales des arbres. En raison de la longue durée de vie de la plupart des arbres et de leurs dimensions relativement importantes, arbres et forêts sont de véritables réserves de carbone. Dans l'ensemble, les forêts emmagasinent de 20 à 100 fois plus de carbone par unité de surface que les terres cultivées et jouent un rôle déterminant dans la régulation du niveau du carbone atmosphérique (Ciesla, 1997).

Le stock du carbone diminue aussi dans le sol agricole à cause surtout du travail du sol, surtout le labour qui participe à des pertes du carbone organique du sol. Le labour consiste à ouvrir la terre à une certaine profondeur et à la retourner, cela provoque une aération très importante du sol, en l'enrichissant en oxygène, ce qui provoque une augmentation de l'activité microbienne qui décompose la matière organique du sol, donc perte du carbone organique (principale composant de la matière organique), sous forme de CO₂.

Le stock du carbone organique est faible dans les sols nus à cause du manque d'apports de débris surtout de nature végétale à ce dernier.

La gestion durable des sols constitue un enjeu majeur pour les sociétés humaines. De leur pérennité dépend notre sécurité alimentaire, notre approvisionnement en eau, en matières premières (bois, textile, ...), ainsi que l'ensemble des fonctions qui leur sont associées en

terme d'environnement et de maintien de la biodiversité. Le bon fonctionnement des écosystèmes et le maintien de la fertilité du sol, et sa protection contre les phénomènes de dégradation sont tributaires des systèmes d'utilisation des terres (la gestion des sols).

Pour préserver l'environnement, on doit surtout émettre moins de gaz à effet de serre (CO_2) à l'atmosphère, en maintenant un stock stable de carbone organique dans le sol.

Comme perspective afin de compléter ce travail, il serait intéressant de :

- Fractionner le carbone des horizons de profondeur
- Évaluer le carbone apporté par le système racinaire et les résidus.
- Pour préserver le stock de carbone dans les sols, il est préférable d'éviter de travailler le sol en le labourant, surtout à des profondeurs très importantes.
- La restitution des résidus de culture plutôt que leur exportation a un impact positif sur les stocks de carbone des sols.
- Préserver les milieux naturels, surtout les prairies naturelles

Annexes

Annexes

Annexe 01 : L'analyse granulométrie

Type du sol	Argile	Limons fin	Limon grossiers	Sable fin	Sable grossiers	Classe texture
Sol nu	10	12.5	49.85	18.35	9.3	Limons
Sol forestier	12.5	12.5	62.2	11.2	1.6	Limon fin
Sol agricole	27.5	17.5	36.55	11.25	7.2	Limon-argileux fin
Sol prairie	30	7.5	35.95	12.25	13.3	Limon-argileux

Annexe 02 : pH du sol.

Type du sol	Sol nu	Sol forêt	Sol agricole	Sol prairie
pH-eau	8.08	8.41	8.25	8.06
pH-KCl	7.28	7.31	7.14	7.31
Δ pH	0.8	1.0.81	1.11	0.75

Annexe 03 : La conductivité électrique du sol étudié.

Type du sol	Sol nu	Sol forêt	Sol agricole	Sol prairie
CE (ms/cm)	270×10^{-3}	330×10^{-3}	285×10^{-3}	372×10^{-3}
TC° de solution du sol	18C°	18C°	18C°	19C°

Annexes

Annexe 04 : humidité du sol.

Type du sol	Sol nu	Sol forêt	Sol agricole	Sol prairie
H %	8.38%	14.96%	12.56%	13.24%

Annexe 05 : la matière organique du sol

Teneurs en MO et CO du sol

Type du sol	Sol nu	Sol prairie	Sol agricole	Sol forêt
C %	0,95	1,35	1,16	2,51
MO %	1,63	2,32	1,99	4,32

Annexe06 : Stock du carbone organique.

	Sol nu	Sol prairie	Sol agricole	Sol Forêt
Stocks CO (t/ha)	43,32	66,02	53,24	110

Annexe 07 : Les données climatiques de la station de station de Harraza

Années	Par m	sep	oct.	no v.	Dé c.	Janv .	fév.	ma r.	Avri l	Mai	Juin	juil.	Out
2009-2010	T moy	25	22.1	17.7	12.9	11.8	12.7	14.2	17.7	20	26.6	32.3	29
	T min	13.5	8.5	7	4.6	2.0	0.0	2	5	5.2	15	21	19
	T	41.8	38	30.	25.	21	28.6	28.	33.6	37	39	46.2	40

Annexes

	max			8	4			6					
	P (m m)	32.4	5.8	61. 7	73. 2	67.3	105. 9	56. 4	21.8	2.3	6.4	0.0	70.7
	Eva	63.7	68.8	62. 7	40. 3	45	60.1	44. 2	45.1	52.5	62.1	83.3	52.3
2010- 2011	T moy	26.5	19.9	13. 9	10. 6	10.5	10.8	14. 3	18.1	21.2	27	21.2	29.8
	T min	14.2	4.6	4	- 2.6	0.0	2.4	1.6	8	10	13	17.6	20.5
	T max	38	39.6	25	26	23	20	26. 4	31.6	37	42	46.6	40
	P (m m)	1.4	83.7	60. 4	30. 5	55.5	67.1	21. 7	46.9	63.1	27.4	1.2	1.1
	Eva	74.7	56.4	45. 4	30. 1	21.8	25.9	54. 7	61.1	64.5	80	138. 4	288
2011- 2012	T moy	26.1	19.5	14. 6	10. 6	9.1	6.6	13. 1	14.8	22.2	29.5	30.8	16.4
	T min	15.2	7.8	7	2.2	-1.0	-3	1.2	4.4	8.4	17.6	18.2	6.5
	T max	40.2	32.8	26. 6	21	19	20	26	32	36	44.4	45	27.6
	P (m m)	28.4	30.3	82. 9	27. 8	26.2	90.9	64	106. 2	17.7	1.2	0.0	39.6 3

Annexes

	Eva	110.	78.0	47. 6	33. 1	32	27.8	57. 4	74.4	96	135. 7	203. 4	74.6
2012- 2013	T moy	26.4	21.5	15. 5	11. 7	10.2	9.4	14	16.3	18.5	33.9	16.3 4	28.7
	T min	13.4	4	5.6	1.4	1.2	-1.0	2	4.2	8.4	10.8	5.6	17.2
	T max	41.8	37.8	31. 5	25	21	20.4	26	33	33.6	41	29.4	42
	P (m m)	2.5	43.2	71. 2	4.6	79	58.6	53	78.6	49	0.0	36.6	8.7
	Eva	112. 5	88	47. 3	49	50.0	54	80. 4	103. 6	120	201. 5	102. 4	322
2013- 2014	T moy	25.2	23.8	12. 7	10. 3	11.6	11.9	12. 1	17.5	20	25.9	28.8	30.1
	T min	16	9.4	2.0	1.2	3.4	0.0	2.0	6.0	4.6	10.4	17	17
	T max	37.4	39.8	29	19. 8	21.6	24.6	24. 4	31	36	42	44	46
	P (m m)	18.2	15.2	61. 4	56. 2	50.7	36.9	72. 5	2.5	7.5	29.9	0.0	0
	Eva	152. 7	147. 6	67. 3	24	40.9	61.3	73. 8	129. 6	158. 7	197. 6	265. 6	309. 6
2014- 2015	T moy	26.7	21	16	10	9	9.1	13. 5	19.4	23.2	26	32.1	29.7

Annexes

	T min	16	7	6	1.0	0.0	0.0	2.0	7.2	7.8	13	20.6	17
	T max	34.9	36	28. 4	20	21.8	18.8	28	32.4	42	42.6	46.4	43.6
	P (m m)	14.2	20.3	37. 1	68. 9	52.2	66.2	23. 2	0.0	5.1	3	0.0	1.7
	Eva	204. 4	142. 8	88. 2	34.	37.8	39.3	81. 9	132. 8	216. 2	256. 7	252	266. 6
2015- 2016	T moy	24.3	19.7	14. 7	12. 2	11.9	12.5	12. 5	16.7	20.6	27.1	30.7	16.9
	T min	11.2	7	3.6	1.4	0.0	1.6	2.2	4.6	0.4	12	17	5
	T max	37.4	35.4	26. 6	24. 2	23.4	23.8	31. 8	33	37.4	43.2	44.4	30.5
	P (m m)	9.3	18.8	14. 3	0.0	21.9	40.5	99. 5	28.8	24.4	2.5	7.6	22.3
	Eva	186	107. 4	66. 2	50	47.3	75.8	88. 2	112. 3	176	271. 4	323. 4	125. 3
2016- 2017	T moy	25.9	22.8	14. 7	11. 5	8.3	13.1	14. 4	3.27	23.2	28.1	31.2	17.5 3
	T min	14	9	4	1.4	-1	0.4	1.0	17.2	9	13.2	14.4	5.9
	T max	41.8	36.6	31. 4	20. 2	19	22	28. 6	5	39.4	42.6	0.0	26.1

Annexes

	P (m m)	5.9	6.2	47. 7	46. 4	137. 4	1.1	23. 8	31.2	5.8	34.6	0.0	25.7 4
	Eva	195	138. 6	66. 6	24	33.9	70.0	99. 2	0.0	206	274	316. 5	112. 8
2017- 2018	T moy	24.6	20	13	9.1	9.7	8.7	12. 7	133. 8	18	24	29.7	15.4 1
	T min	12.6	8.6	2.8	0.0	-1	-2.4	1.2	15.5	7.2	12.6	18.4	5.4
	T max	38	33.5	31	20. 2	22.0	24	27	5	35.6	38.8	41.6	28.6
	P (m m)	11.2	39.2	29. 4	56. 2	32.2	49.4	120	31.8	31.3	34.6	0.0	39.7 3
	Eva	192	129	48. 2	32. 2	38.4	38.3	61	73.3	120	206	263	101. 1
2018- 2019	T moy	25.7	19.4	14. 8	11. 3	9.5	11.3	10. 3	10.3 3	10.3	10.3	32.2	10.3 3
	T min	13.8	5	3.4	22	-0.6	0.0	3.8	3.8	3.8	3.8	20.2	3.8
	T max	39	33	25. 6	25. 6	20	23	17. 7	17.7	17.7	17.7	46	17.7
	P (m m)	67	30.4	56. 6	34. 2	74.2	19.5	23	23	23	23	0.7	23
	Eva	162	95	75	36	46	60	52	52	52	52	312	52

Annexes

Annexe 08 : Les données climatiques de la station de HARRAZA dans les années 2009à2019

Nous avons utilisées ses chiffre pour les calculer les indice climatique de la wilaya d'Ain defla.

mois	T min	T max	T moye	P (mm)
Jan	0,3	21,2	10,75	59,66
Fév.	-0,2	20,1	9,95	53,61
Mars	1,9	26,5	14,05	55,7
Avril	5,3	30,6	17,95	38,1
Mai	7,3	35,2	21,25	22,9
Jiu	12,1	39,3	25,7	16,3
Juil.	17	39	28	4,6
Aout	11,7	31,2	21,45	23,26
Sept	14	39,03	26,51	19,05
Oct.	7,1	36,25	21,67	30,24
Nov.	5,5	28,6	17,05	52,27
Déc.	3,3	22,7	13	45,44

Références

- ✚ Aubert G, 1978. Méthodes d'analyse des sols. CRDP Marseille. 191p.
- ✚ ANDI, 2015: Agence nationale de développement de l'Invoisement.
- ✚ ANRH, 2020 : Agence nationale des ressources hydrique.2020.
- ✚ Arrouays A., Balesdent J., Germon JC. et Jayet PA. (2002), Contribution à la lutte contre l'effet de serre. Stocker du carbone dans les sols agricoles de France ?. Publisher: Inra Editions, Paris Editor: Claire Sabbagh, Isabelle Savini ISBN: 2-7380-1054-7.
- ✚ S Belkacem, C Nys et J L Dupouey, 1998. Evaluation des stocks de carbone dans les sols forestiers. Importance de la sylviculture et du milieu sur la variabilité. 68p.
- ✚ Baldouk. J A et Skjemstad. J O, 2000. Soil of matrix and minerals in protecting natural organic materials against biological attack. Organic geochemistry.
- ✚ Bernoux. M et Chevallier. T. 2013. Le carbone dans les sols des zones sèche. Des fonctions multiples indispensables les dossiers thématiques du CSFD. 40p.
- ✚ Boulaine J, 1956. Carte des sols des plaines du haut cheliff au 1/50.000, feuilles 1 à 5 inspection général de l'agriculture du gouvernement général de l'Algérie.
- ✚ Boulaine J, 1957. Etude des sols des plaines du cheliff. Thèse d'état de l'université d'Algérie. 582p.
- ✚ Benamar. I et Boudahri. A, 2016. Effet de l'urbanisation sur la perte de la ressource en sol dans les plaines de chéiff et de la Mitidja. Mmoire de master en ecopédologie et environnement. Université djilali bou naama. Faculté science de la nature et de la vie et des sciences de la terre. 23 – 106 pp.
- ✚ Boulaine. J, 1989. Histoire des pédologies et de la science du sol. 285p.
- ✚ Calvet. R, 2003. le sol propriété et fonctions, constituant et structure, phénomène aux interfaces. 456p.

- ✚ Chaussed R, 2009. présentation journée <<Matière organique>> Estagel. Chambre d'agriculture des Pyrénées- orientales.
- ✚ Chawel A, 1977.Recherches sur la transformation des sols ferrallitiques dans la zone tropicale à saisons contrastées .Evolution et réorganisation des sols rouges d moyenne cas amance. Université de strasbourg. 17pp.
- ✚ Chenu. C, Klumpp. K, Bispo. A, Angres. D, Conenn. C, 2014. Stock de carbone dans les sols agricoles. Evolution de leviers d'action pour la France.
- ✚ Ciesla WM. (1997), Le Changement Climatique, les Forêts et l'Aménagement Forestier: Aspects Généraux. (Etude FAO Forêts - 126), Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- ✚ Delaunois Antoine, 2006. Guide simplifié pour la description des sols.
- ✚ Delour Paul and Hazel R, 1981.Vegetation maps for easternnorth America 40.000 years to present "In geobotany". Ed Romas new yourk plenum 123-166p.
- ✚ De Martonne, 1926. Bulletin de l'association de géographes français. 3-5pp.
- ✚ Duparque .A, Rigalle.P, 2011. Composition des matières organique et turne over, Rôles et fonction des matières organique. et gestion de l'état organique des sols.
- ✚ Duchaufour, 2001. Introduction à la science du sol. 332p.
- ✚ Duchaufour, 1984. Duchaufour. P, 1984. Abrégés de pédologie. 220p.
- ✚ DFAD, 2020 : Direction de foret d'Ain defla.
- ✚ EEA, 2016. European Environnemet Agency. 2016.
- ✚ Eglin Thomas, Bardoux Gérard, Christensen Bent T, E Moyano Fernando, Barré Pierre, Lefèvre Romain, Girardin Cyril, Sabine Hoate, Katterer Thomas, Vanoort Folkert, Chenu Claire. Higer temperature sensitivity for stable than for labile soil organic carbon-evidence from in cubations of long-term bare fallow soils.

- ✚ Gac A., Agabriel J, Dollé J.-B., Faverdin P., Van Der Werf H. (2010), Le potentiel d'atténuation des gaz à effet de serre en productions bovines. *Innovations Agronomiques* 37 (2014), 67-81.
- ✚ Gobat. G M, 2010. le sol vivant à base de pedologie et biologie des sols. 150-165pp.
- ✚ Glossary of soil science terms, 1969. [http:// www. Soils. Org/ publications/ soils-glossary](http://www.Soils.Org/publications/soils-glossary).
- ✚ Gougoulias. C, Clak. J M, ET Show. L J, 2014. The roole of soil microbes in the global carbon cycle traching below-ground microbial processing of plant- derived carbon for manipulating carbon dynamics in agro cultural systéme *journal of the science of food and agriculture*.
- ✚ Grinand C., Rajaonarivo A., Bernoux M., Pajot V., Brossard M., Razafimbelo T., Albrecht A., et Le Martret H. (2009) : Estimation des stocks de carbone dans les sols de Madagascar. *Étude et Gestion des Sols*, Volume 16,1, 2009 - pages 23 à 33p.
- ✚ Hadj Miloud Samir, 2020. Morphologie et proprietes des sols.
- ✚ IPCC, 2001. The intergouvernemental panel ou climate change, the IPCC is active socially. *TAR climate change 2001: the scientific basis*.
- ✚ LCA, 2008. Guide pratique – comprendre et utiliser les analyse agro-environementales.
- ✚ Legros. J P, 2007. Grands sols du monde. Université Romandes. 574p.
- ✚ Lefèvre C., Rekik F., Alcantara V. et Wiese L. 2017. Carbone organique du sol: une richesse invisible. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. FAO, 90 p.
- ✚ Mania J, Djeda F, 1990. Hydrogéologie de la plaine alluviale du Haut cheliff de la region de khemiss Miliana. 505 – 513pp.
- ✚ Manyowa. N Meki James R, Kiniry, Kathrine D. Behrman, Meghan N. Pawlowski and Susan E. Crow. 2014. The role of simulation models in monitoring soil organic carbon storage and greenhouse cras mitigation potential in bio-energy cropping systems.

- ✚ Mokhtari N, R Lebaill Y P, Mrabet R, Bock L, 2013. Spécialisation des bioclimats, de l'aridité et des étages de végétation du Maroc. 52 – 53P.
- ✚ Moursli Boutkhal, Mazour Mouhamed Mededjel Nadjia, Halitim Amor et Roose Eric, 2002. Effet des systèmes de gestion sur l'érosion et le stock du carbone dans les monts de Tell occidental d'Algérie. 151pp.
- ✚ Mousset. Jérôme, 2014. Carbone organique des sols. Énergie de l'agro-écologie, une solution pour climats. 15p.
- ✚ Poissonnet M., Orazio C. et Carnus JM. (2007), Un réseau des zones pilotes pour la gestion durable des forêts de l'Arc Atlantique. Projet FORSEE, Rapport final régional Aquitaine Partie 2 : Matériel et Méthode, 128 p.
- ✚ Scharleman. J P, Tanner. E V, Hiederer. R et Kopos. V, 2014. Global carbon: understanding and managing the largest terrestrial carbon pool. Carbone management.
- ✚ Schwartz Christian, Decroux Jacques, Muller Jean-charles, 2005. Guide de la fertilisation raisonnée. France Agricole.
- ✚ Soltner. D, 2004. Distribution liquide et voie métabolique chez certaines bactéries gramme négative hydrocarbonoclaste. Variation en France de source de carbone.
- ✚ Soltner. Dominique, 2005. Les bases de la production végétale. 472p.
- ✚ Sleutel S., De Neve S. & Hofmann G., 2003. Estimates of carbon stock changes in Belgian cropland. Soil Use Manage., 19, 166-171.
- ✚ St Laurent S., Camr  C. et Ouimet R. (1995), Méthodologie d'échantillonnage des sols du Réseau de Surveillance des Ecosystèmes Forestiers (RESEF) et préparation des échantillons pour fins d'analyse. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière. Rapport interne n°398. 27 p.
- ✚ Sleutel S., De Neve S. & Hofmann G., 2003. Estimates of carbon stock changes in Belgian cropland. Soil Use Manage, 19, 166-171.

- ✚ Tremblay S, Oumet R. et Houle D. (2003), prédiction du carbone organique dans les sols forestiers du Québec. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles. Note de recherche N° 124. 6 p.
- ✚ Tremblay S., Ouimet R. et Houle D. (1999), Modèle simple pour estimer la quantité du carbone organique d'un sol forestier à partir de son relevé pédologique. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles. Note de recherche forestière n°93. 14 p.
- ✚ Trumbmore, S.E., Davidson, E.A., Barbosa de Camargo, P., Nepstad, D.D., Martinelli, L.A. (1995). Belowground cycling of carbon in forests and pastures of eastern Amazonia. *Global Biogeochemical Cycles* 9: 515–528.
- ✚ Van-Camp L. et al, 2004. Reports of the technical working groups established under the thematic strategy for soil protection. III: Organic matter. EUR 21319 EN/3. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 311-496.