

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REpubLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة 20 أوت 1955 – سكيكدة
UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques

Option: Science du sol

Mémoire de fin d'études:

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en science du sol

Thème:

Etude comparative entre différentes méthodes d'analyse de carbone organique

Présenter par:

- ❖ Boufoula Ikrame
- ❖ Boudiba Chahra zed
- ❖ Brahim Bouneb Roumaïssa
- ❖ Boulahia Asma

Membres de jury:

Mme. Bounouara Zohra	Encadreur	Université 20 Août 1955-Skikda-
Mme. Bala Sahima	Examineur	Université 20 Août 1955-Skikda-
Mme. Larit Sabah	Président	Université 20 Août 1955-Skikda-

Année universitaire : 2022/2023

Remerciement

Nous remercions Dieu Tout-Puissant "Allah" pour nous avoir accordé la force, le courage et la persévérance, nous permettant ainsi de réaliser ce modeste travail. Nous vous remercions de nous éclairer sur le chemin du succès, et nous exprimons notre profonde gratitude à notre guide, Madame Bonoura Zahra, pour ses conseils tout au long de ce travail. Nous la remercions pour sa bonne volonté, son efficacité et l'assistance qu'elle nous a apportée en tant que formatrice. Nous remercions également le comité qui nous a honorés en approuvant notre travail. Il est évident que nous souhaitons remercier toute l'équipe du laboratoire à l'Université de Skikda, ainsi que l'ensemble du département des sciences agricoles. Nous exprimons notre gratitude envers tous les enseignants qui ont éclairé notre chemin par leur savoir et leur expérience. Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux
Tout d'abord je tiens à remercier le tout puissant de m'avoir donné
le courage et la patience pour arriver à ce stade afin de réaliser ce
travail que je dédie :

à mes chers "parents" qui ont été toujours à mes côtés et m'ont toujours soutenu tout au long
de ces longues années d'études. En signe de reconnaissance, qu'ils trouvent ici,
l'expression de ma profonde gratitude pour tout ce qu'ils ont consenti d'efforts et de moyens
pour me voir réussir dans mes études.

A mes frères: BileL ,isLam et Aymen

A mon fiancé "youcef" qui a toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager.

A toute ma famille

et A tous mes amis: selma, seLsabiLe

Et à tous Ceux qui aiment le bon travail et ne reculent par devant les obstacles de la vie.

Sommaire

Remerciements.....	/
Dédicace.....	/
Sommaire.....	/
Liste des abréviations.....	/
Introduction générale.....	01
Chapitre I :Synthèse bibliographique et présentation de la zone d'étude.....	/
Introduction.....	04
I.Définition de carbone de la matière organique.....	04
I.1.Définition de carbone.....	04
I.2.Définition de la matière organique.....	05
I.3.Différentes fractions de la matière organique.....	05
I.4.Composition biochimique de la matière organique.....	05
I.5.Influence des matières organiques sur les propriétés du sol.....	06
I.5.1.Action de la matière organique sur les propriétés physique.....	06
I.5.2.Action de la matière organique sur les propriétés chimique.....	06
I.5.3.Action de la matière organique sur les propriétés biologique.....	06
I.6.Qualité de la matière organique.....	06
I.7.Nature et source de la matière organique.....	07
I.7.1.Nature de la matière organique.....	07
I.7.2.Source de la matière organique.....	07
II.Cycle de carbone et de la matière organique.....	08
II.1.Cycle de carbone.....	08
II.2.Cycle de la matière organique.....	09
III.Minéralisation de la matière organique.....	09
III.1.Minéralisation primaire de la matière organique.....	09
III.2.Minéralisation secondaire de la matière.....	10
IV.Intérêt de la matière organique.....	10
V.Déférentes méthodes d'analyse de carbone et la matière organique.....	10
V.1.1.Méthode perte ou feu (calcination).....	10
V.2.1.Méthode walkley-black.....	11
V.2.2.Méthode ANNE.....	12
V.2.4.Méthode du carmograph.....	13

V.2.5.Méthode colorimétrique.....	14
V.2.6.Le PH.....	14
Chapitre II: matérielle méthode.....	/
I.L'objectif d'étude.....	16
II.Échantillon du sol.....	16
III.Méthodes d'analyse du sol.....	16
III.1.Méthode perte ou feu(calcination).....	16
III.2.Le PH.....	18
III3.Méthode CHN.....	18
* Conductivité électrique CE.....	19
* La granulométrie du sol.....	19
* La capacité d'échange cationique.....	19
Chapitre III : résultats et discussions.....	/
1- Caractéristiques physiques et chimiques des sols étudié.....	21
2- Model de calibration entre le taux de carbonemesuré par la méthodeperte au feu modifié et la méthode de CHN des sols de la région de Skikda.....	22
3- Model de calibration entre le tauxd'azote total et le taux de carboneorganique (perte au feu) des sols de la région de Skikda.....	23
4- Model de calibration entre la CEC et le tauxd'argile des sols de la région de Skikda.....	24
Conclusion.....	26
Références bibliographiques.....	28
Résumé.....	
Abstract	
ملخص.....	

Liste de figure

Figure 01	Cycle du carbone (source manquante)	08
Figure 02	Cycle de la matière organique	09

Liste des abréviations:

C : carbone.

C° : degrés celsius.

CO : carbone organique.

CO₂ : dioxyde de carbone.

CO₃ : sulfate.

COS :carbone organique des sols.

G : gramme.

H : horizon.

H : hydrogène

még/g: milliéquivalent par gramme

MO : matière organique.

MOF : matière organique fraîche.

MOS : matière organique des sols.

N : Azote.

NH₃ : nitrate.

O₂ : oxygène.

P : profil.

Ph : potentiel d'hygiène

V : volume.

Introduction general

Introduction générale

La Matière Organique (MO) est une composante ubiquiste des milieux terrestres (**Mac Carty, 2001**), aquatiques (**Violleau, 1999**) et eaux souterraines (**Artinger et al, 2000**) et anthropiques (stations d'épuration) (**Imai et al, 2002**), décharges (**Kang et al, 2002**), mais dont l'origine et la composition restent propres à chaque environnement. La richesse de cette répartition souligne les multiples possibilités de cette matrice organique à réagir ainsi que les nombreux mécanismes la régissant. Cependant, toute matière organique est basée sur une architecture de carbone, d'hydrogène, d'oxygène, d'azote, de soufre et de phosphore issus essentiellement de résidus végétaux et animaux et de l'activité métabolique des microorganismes. Les mêmes processus majeurs contrôlent son évolution suivant des réactions aéra/anaérobies biologiques, physiques ou chimiques qui induisent des transformations, des dégradations ou des agglomérations.

La matière organique du sol est étroitement liée au carbone organique, elle est composée en moyenne de 58% de carbone organique (Stevenson 1994). La matière organique est un facteur clé du cycle du carbone (C) mondial (Paustian et al., 1997). Lorsqu'on parle de carbone organique du sol, on parle en fait de matières organiques du sol (Cardinal, 2015), dont $MO \% = C \% * 1,72$.

Différentes méthodes sont destinées pour déterminer le carbone organique du sol, du plus anciennes aux plus récente. Parmi ces méthodes, nous citons la méthode de perte au feu, Anne, Walkly Black, Carmograph, méthode colorimétrique et la méthode de CHN. **(Jeanroy et al ; 2003)**.

L'étude des méthodes classiques de détermination de la teneur en carbone organique du sol comprend plusieurs techniques bien établies. L'une de ces méthodes est connue sous le nom de méthode WALKLEY-BLACK. Cette méthode repose sur l'oxydation chimique des matières organiques du sol en présence d'un agent oxydant puissant, tel que le dichromate de potassium. La quantité d'oxygène consommée lors de cette réaction est mesurée, ce qui permet de calculer la teneur en matière organique du sol. **(Jeanroy et al ; 2003)**.

Une autre méthode classique est la méthode ANNE, qui repose sur la combustion du sol à haute température. L'échantillon de sol est placé dans un four à combustion où il est brûlé à une température élevée. Les résidus de combustion sont ensuite pesés pour déterminer la quantité de matière organique présente dans le sol. **(Jeanroy et al ; 2003)**.

La méthode de calcination (perte au feu) est également utilisée pour estimer la teneur en matière organique du sol. Dans cette méthode, l'échantillon de sol est chauffé à une température élevée dans un four spécifique. La matière organique se décompose lors de la

calcination, laissant derrière elle des résidus inorganiques. La perte de poids pendant ce processus est utilisée pour calculer la teneur en matière organique.

Ces méthodes classiques sont couramment utilisées pour évaluer la teneur en matière organique du sol et fournir des informations précieuses sur sa fertilité et sa santé. Cependant, il convient de noter que de nouvelles techniques analytiques plus avancées sont également disponibles, offrant une précision et une sensibilité accrues dans la détermination de carbone organique du sol, tel que la méthode CHN, qui est une méthode analytique qui mesure directement les éléments carbone (C), hydrogène (H) et azote (N) présents dans le sol. Cette méthode implique une combustion du sol suivie d'une analyse des gaz émis pour déterminer les quantités relatives de ces éléments. À partir de ces mesures, la teneur en matière organique peut être déduite.

Dans cette optique que nous cherchons la méthode la plus efficace et précise pour analyser le carbone organique et estimer sa teneur dans des échantillons de sol. Cependant, deux méthodes ont été pris pour déterminer le carbone organique, la méthode de perte au feu modifié et la méthode de CHN. L'objectif principale est la réalisation d'un modèle de calibration et d'ajustement entre ses deux méthodes. Cette étude vise aussi à évaluer et comparer ces deux méthodes pour déterminer le taux de carbone organique dans le sol, en se basant sur leur validité scientifique et leur faisabilité pratique au laboratoire, afin de déterminer la méthode la plus appropriée.

Ce document s'articulera sur trois chapitres :

- Chapitre I : Synthèse bibliographique
- Chapitre II : Matériel et méthode
- Chapitre III : Résultats et discussion
- Et enfin nous terminerons par une conclusion

Chapitre I

Synthèse et bibliographique

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Introduction

Pour **Duchaufour (1977)**, la matière organique dans les sols représente l'ensemble des débris végétaux de toute nature, feuille, rameaux morts, qui tombent sur le sol et constituent la source essentielle de la matière organique du sol dès leur arrivée au sol, ces débris sont plus ou moins rapidement décomposés par l'activité biologique. La masse végétale peu transformée recouvrant le sol, a été appelée par de nombreux auteurs litière ou matière organique fraîche. **MOF (Bertelin et Toutain, 1979)**.

Au cours de sa décomposition elle donne naissance d'une part à des éléments solubles ou gazeux <<éléments biogènes>> NH₃, CO₂, nitrate, sulfate,...etc. D'autre part des composés argiles notamment entraînant la formation du complexe argilo humique (**chamayou** ses organique amorphes qui contractent des liaisons avec des éléments minéraux, 1984).

Nous entendons par humus, au sens étroit du mot, la substance organique du sol quand elle évolue par la voie de processus biologique (**Himali, 1978**).

Minéralisation de la matière organique.

La décomposition des matières organiques par les micro-organismes a été divisée en deux types de minéralisation (**Bdansi, 1996**).

La première étant une minéralisation primaire qui porte sur la matière organique fraîche non encore incorporée au sol minéral.

Le second type de minéralisation appelée minéralisation secondaire et qui concerne les composés humiques. Celle-ci a la particularité d'être lente à cause des liaisons vigoureuses entre les composés humiques et minéraux, ce qui rend d'ailleurs l'humus difficilement biodégradable.

1. Définition de carbone et la matière organique

1.1. Définition de carbone

Le charbon est une roche sédimentaire formée à partir de la dégradation partielle de la matière organique des végétaux et composée principalement de carbone, d'oxygène et d'hydrogène.

Terme générique qui désigne un ensemble de combustibles solides de compositions et de pouvoirs calorifiques très variés. Il résulte de l'accumulation de microorganismes.

La teneur en carbone des charbons croît avec l'ancienneté du gisement : 60% pour les tourbes, 65% pour lesouilles, jusqu'à 94% pour les anthracites. Le charbon est un combustible encore très employé, soit directement, soit pour produire du gaz (Exemple : production de méthane en remplacement du gaz naturel (**Inra ; 2020**)).

1.2. Définition de la matière organique

La Matière Organique (MO) est une composante ubiquiste des milieux terrestres (sols, sédiments (**Mac Carty, 2001**)), aquatiques (eaux de surface (**Violleau, 1999**) et eaux souterraines (**Artinger et al, 2000**)) et anthropiques (stations d'épuration (**Imai et al, 2002**), décharges (**Kang et al, 2002**)), mais dont l'origine et la composition restent propres à chaque environnement. La richesse de cette répartition souligne les multiples possibilités de cette matrice organique à réagir ainsi que les nombreux mécanismes la régissant. Cependant, toute matière organique est basée sur une architecture de carbone, d'hydrogène, d'oxygène, d'azote, de soufre et de phosphore issus essentiellement de résidus végétaux et animaux et de l'activité métabolique des microorganismes. Les mêmes processus majeurs contrôlent son évolution suivant des réactions aéra/anaérobies biologiques, physiques ou chimiques qui induisent des transformations, des dégradations ou des agglomérations.

1.3. Les différentes fractions de la matière organique

Les autres tels que (**Nkundikije et al 1976**) avaient suggérés de diviser la matière organique du sol en (4) fractions à savoir :

- Débris végétaux peu décomposés ayant conservés leur structure cellulaire ou fibreuse
- Produits intermédiaires, lignine, par exemple.
- Substances colloïdales.
- Composés organiques solubles transitoires : qui seront pour certains minéralisés et pour d'autres polymérisés, ce qui conduit à la formation des complexes colloïdaux.

(**Schaffer, 1976**) a divisé en deux grandes fractions, une fraction non humique à élément et caractère chimique encore reconnaissable << Cellulose, lignine, Oli osides, protéine, résine, pigments>>. Et l'autre fraction humique, amorphe, brune noire hydrophile, acidité à caractère colloïdale et poly disperse, stabilisée et chimiquement très complexe.

1.4. Composition biochimique de la matière organique

La matière organique est constituée de substances hydrocarbonées composée de 40 à 60% de carbone. 30 à 50% d'oxygène et des proportions non négligeable d'hydrogène (5%) et d'azote (4%) avec en plus du phosphate et soufre qui se trouve sous forme de grosse molécule de protéines (**Andreux, 1978**).

Les proportions de ces composés sont différentes suivant l'âge et la nature des retombées biologiques d'origine végétale. En effet, les tissus jeunes sont riches en substances complexes à évolution plus difficile et pauvre (**Soltner, 1988**).

1.5. Influence des matières organiques sur les propriétés du sol

1.5.1. Action de la matière organique sur les propriétés physique

L'application continue des matières organiques entraîne une augmentation de la teneur de sol en matière organique et amélioré généralement les propriétés physiques, en provoquant un accroissement de la stabilité structurale et amélioré la porosité du sol en provoquant un accroissement de la stabilité structurale et amélioré la porosité du sol(Payliai et AntisarI, 1993).in Djilj 2003

Wierzchos et al 1992IN Djilj 2003. Mettent l'accent sur l'action de la matière organique et des complexes organométallique sur la formation de la microstructure des sols, dans le même sens, le carbone organique et le calcium ont un effet significatif sur l'agrégation des sols. La matière organique influence l'effet de Phde électrolyte et du calcium dans la floculation(Heil et Sposito, 1993).IN Djilj 2003.

1.5.2. Action de la matière organique sur la propriété chimique

De nombreux auteurs ont étudé la relation entre la matière organique et les propriétés chimique des sols (Yuan et al, 1967). Ont signalé que la matière organique contribue de 66% en moyenne dans la capacité d'échange de quelque mollisols (wilczynskiet al, 1993).

1.5.3. Action de la matière organique sur la propriété biologique

L'apport de la matière organique en cours de décomposition permet d'améliorer l'activité biologique, la multiplication microbienne intervenant ou exerce une action directe sur l'état structurale du sol (Monnier, 1965).

Selon (Parr, 1971), cette activité est évaluée, soit par la mesure de CO₂ dégagé (test respirométrie), soit par la mesure de volume d'O₂ absorbe par la microflore du sol.

Au contact avec le substrat minéral, la matière organique à une grande valeur comme amendement humique. Elle sert d'«ensemencement microbien» et de générateur d'enzyme, et de ce point de vue, Se sont des substances qui sont presque irremplaçables (Lasnier-Lachaise, 1973).

1.6. Qualité de la matière organique

La composition chimique de la matière organique (MO) des sols influence la dynamique du carbone et des nutriments par la rapidité avec laquelle se dégradent les substances qui la composent. La MO provient principalement des apports de la végétation et par conséquent, la qualité vraie selon les espèces. La composition végétale est donc la principale responsable de la différenciation des propriétés chimiques de la matière organique contenue dans les sols. Une MO de bonne qualité est plus rapidement éliminé par les micro-organismes et à un taux de décomposition plus élevé. La concentration en lignine, le ratio lignine/ azote ainsi que le

ratio carbone/ azote sont considérés comme d'importants indicateurs du taux de décomposition et sont utilisés pour déterminer la qualité de la matière organique (**Banville, 2009**).

1.7. Nature et source de la matière organique

1.7.1. Nature de la matière organique

(**Chamayou, 1984**) Avait désigné sous le terme de matière organique, un ensemble de substance de natures et de propriétés très variés, leur seul point commun, outre leurs caractéristiques organique et qu'elle font partie de la chaîne des réactions biochimique qui jalonnent la décomposition dans le sol des débris végétaux ou animaux qui ont été incorporées, bien que la participation des cellules microbienne dans la synthèse de la matière organique n'est négligeable(**Bachelier, 1963**). En parlant de la matière organique du sol, faisait allusion à cet ensemble de réserves d'être vivants qui sont incorporés dans le sol.

1.7.2. Source de la matière organique :

D'après (**Davet, 1996**) la matière organique provient de l'activité de tous les organismes présents à la surface ou l'intérieur du sol. Une partie de cette matière organique est produite par des organismes vivants, déjection animales exsudats acinaires, et litière végétale, polysaccharides microbiens, le reste est constitué par les débris de végétaux morts, les cadavres d'animaux, les cellules microbiennes lysées.

Selon (**Deihlier, 1975**), la matière organique du sol a pour origine les déchets végétaux et animaux qui vivent aussi bien dans les sols naturels que dans les sols cultivés, la fraction d'origine végétale est dominante, mais la part des animaux et des microorganismes telluriques n'est pas négligeable. D'autre auteurs avaient émis l'idée que la matière organique d'origine animaux se décompose très vite après la mort des organismes de la faune, et que seule la matière végétale donne naissance à des composés à évolution complexe appelés substances humiques. Ce qui a été confirmé par (**Boulaine et Duchauffour, 1977 IN Dridi 2001**), ont complètement écarté, la contribution de la matière organique animale dans la constitution de la matière organique totale du sol. Ce qui a d'ailleurs été confirmé par certains chercheurs tels que (**Nkundikije et al 1976**).

2. Cycle de carbone et de la matière organique

2.1. Cycle de carbone

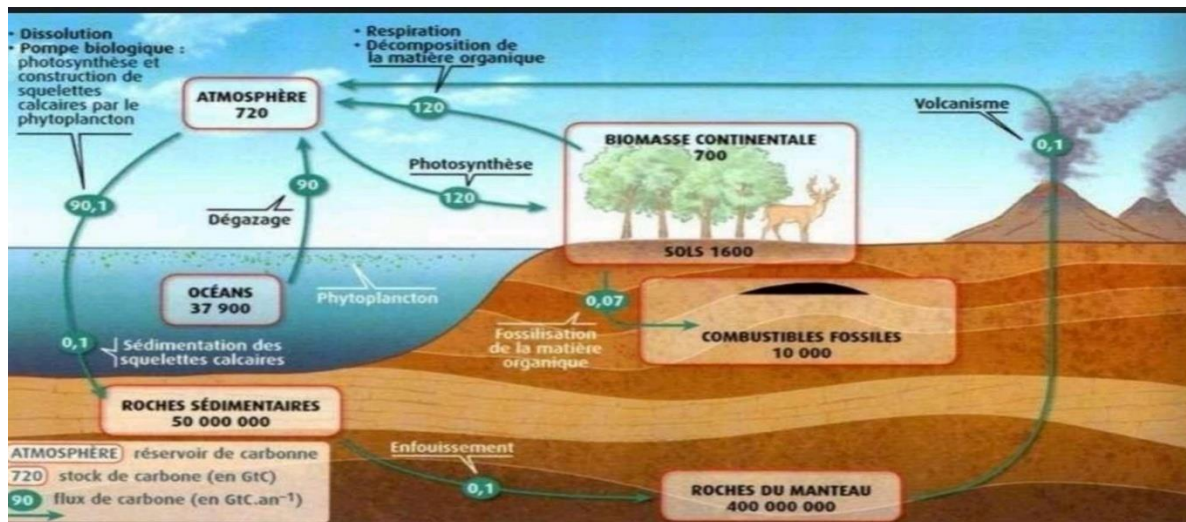


Figure 01 : Cycle du carbone (source manquante)

Le carbone est présent sur toute la planète, au sein de 4 grands réservoirs : la lithosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère et la biosphère (**Jacques et Saugier, 2008**) (**Cnrs, 2016**) C'est l'océan qui représente le plus grand réservoir de carbone, avec 3800 Gt de C. Presque tout ce carbone existe sous forme inorganique, dissous, largement comme bicarbonates ou ions carbonates, contre environ 100 Gt de C organique, sous forme de charbon, gaz et pétrole (**Lal, 2003**) (**Hpughton, 2007**). Le sol est troisième réservoir de carbone, avec une estimation de 1550 Gt de carbone organique dans le sol ; 950 Gt de carbone inorganique dans le premier mètre de sol et 840 Gt dans les 2 mètres suivants (**Jobbagy et Jackson, 2000**) (**Lal, 2004**). C'est donc le plus important levier de stockage de la carbone grâce

Dans le sol, le carbone organique est le principal constituant de la matière organique. Il représente entre 40 et 50% de la matière végétale sèche non décomposée et entre 50 et 58% de la MOS. Le sol en contient entre 0,5 et 5% dans l'horizon de surface (**Sparks, 2003**). Cette matière carbone des sols (apportée ou propre au sol) peut être répartie au sein de 4 groupes (**Beauchamp, 2008**) :

- La MO vivant, animale (faune du sol) et végétale (racines) : la biomasse en activité.
- Les débris végétaux (résidus végétaux, exsudats, lessivas) et animaux (déjections, cadavres, mucus) : la matière organique fraîche (MOF) (**Lavelle & Spain, 2001**).

- Les composés organiques intermédiaires provenant de la MOF : la matière organique transitoire (MOT).
- Les composés organiques stabilisés provenant de l'évolution de la MOT : les matières humiques. Ce sont ces matières humiques, non labiles, qui permettent le stockage du carbone à long terme dans les sols.

2.2. Cycle de la matière organique

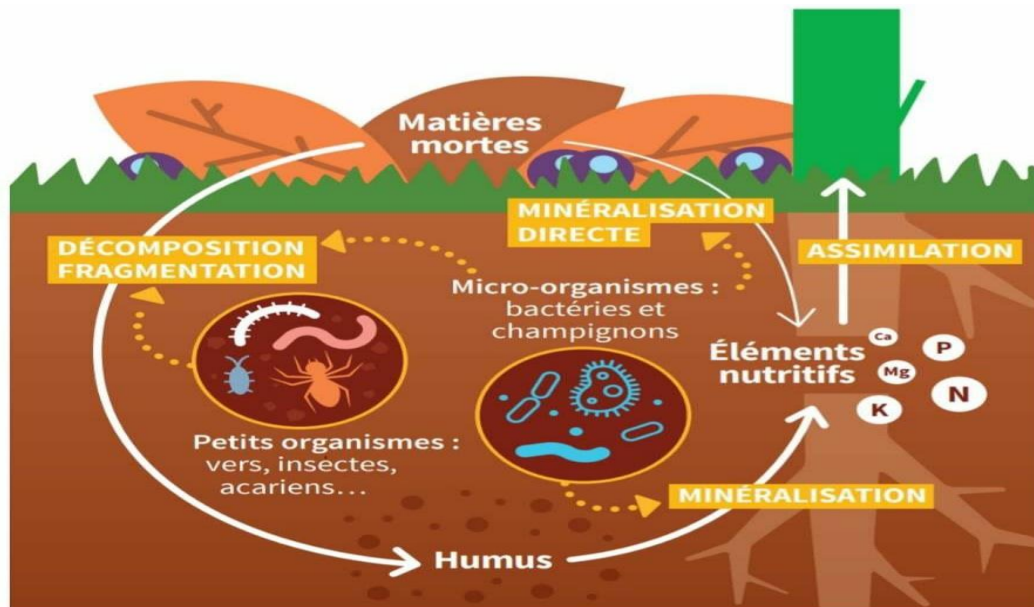


Figure 02 : Cycle de la matière organique

Descriptif détaillé du schéma « Le cycle de la matière organique »>>

Les matières mortes sont transformées en éléments nutritifs (calcium , phosphore , magnésium , azote , potassium) par : minéralisation directe sous l'action de micro - organismes (bactéries et les champignons) ; décomposition et fragmentation sous l'action de petits organismes (vers , insectes , acariens ...) et micro - organismes en devenant de l'humus . Puis l'humus est transformé en éléments nutritifs par minéralisation grâce aux micro-organismes. Ces éléments nutritifs sont ensuite assimilés par les plantes via leurs racines.

2.2.1. Processus de minéralisation

- **Minéralisation primaire de la matière organique**

La matière organique friche provenant de sous-système épice ou hypogée en soumise en tant que matière organique biodégradable à la minéralisation par voie microbienne (Schaefer, 1976).

- **Minéralisation secondaire**

C'est un processus beaucoup plus lent que le précédent, il concerne particulièrement l'humus stable, il est dû au fait que les composés humiques contractent des liaisons avec les argiles ce qui ralentit le processus de minéralisation. (**Douchauffour, 1980**).

2.2.2. Processus d'humification de la matière organique

L'humification est la transformation de la matière organique de l'état frais (feuilles, rameau, ...) à l'état d'humus sous l'effet de la faune et les microorganismes du sol.

3. Intérêt de la matière organique

La matière organique joue un rôle important dans certains processus de pédogenèse elle ne les détermine pas limitée à la partie supérieure du profil, mais elle n'intervient pas dans la formation des horizons minéraux très profonds (**Douchauffour, 1980**).

Aussi bien qu'au développement de la microflore un rôle dans la dissolution, le tellurique (**Arpin et al, 1980**), et le transport, la dissolution et la fixation dans le sol d'oligo-éléments métalliques tels que le cuivre le zinc et le manganèse (**Aplincour, 1986**).

(**Douchauffour, 1984**) la matière organique joue également un triple rôle dans la formation et l'évolution des sols :

1- Un rôle l'humification en conditionnant l'activité biologique et en grande partie le PH et cycle des nutriments.

2- Un rôle dans les mouvements de matière au sein du profil et aussi hors du profil par (pertes par drainage) (**Toutan, 1981**).

4. Différentes méthodes d'analyse de carbone et matière organique

4.1. Méthode perte au feu (Calcination)

Pour doser de la matière organique, on soumet l'échantillon de terre tamisé à 2 mm à une calcination au four électrique (500°C).

Cette méthode de calcination directe provoque :

- L'oxydation totale de la matière organique, transformée en substances volatiles (CO₂, H₂O, N₂ notamment) ;
- La destruction des carbonates : $\text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
- La perte d'eau des constitutions des argiles.

4.3. Méthode Walkley-Black

Principe

Le dosage de la matière organique est réalisé à partir du dosage de l'un de ses constituants : le carbone organique. Le carbone organique (C.O) est estimé à 58 % de la matière organique (M.O) $\% = C \% \times 1,724$ d'où La méthode de détermination du carbone organique est basée sur l'oxydation de ce dernier par le bichromate de potassium ($K_2 Cr_2O_7$) en milieu acide sulfurique (source de chaleur) (Jeanroyet *al*, 2003)

Cette méthode est appelée encore méthode ANNE modifiée dont le principe est le même, mais sans activation de l'oxydation par une source de chaleur. Ils sont laissés en repos pour refroidir directement pendant une ½ heure. Et le titrage est réalisé par le sulfate de fer ferreux après avoir additionné préalablement l'acide ortho phosphorique pur et concentré et quelques gouttes de diphénylamine. La couleur passe de noirâtre à violette et en fin la couleur finale bleu vert.

Réactifs

- Eau déminéralisée exempte de matières réductrices et ayant une conductivité inférieure à $0,5 \mu S.cm^{-1}$.
- Acide sulfurique, ($H_2 SO_4$) (95 %, $d = 1,84$)
- Bichromate de potassium p.a. ($K_2 Cr_2 O_7$)-.
- Sulfate d'ammonium - fer (II) hexahydraté ($(NH_4)_2 Fe (SO_4)_2, 6 H_2 O$) << sel de Mohr >>
- Phénantroline 1-10 ($C_{12}H_8N_2, H_2 O$)
- Solution d'acide sulfurique ($H_2 SO_4$) 0,25 mol .l – 1.
- Solution de bichromate de potassium ($K_2 Cr_2 O_7$), 0,1666 mol .l - ¹
- Solution de sulfate d'ammonium- fer (II) hexahydraté ($(NH_4)_2 Fe (SO_4)_2, 6 H_2 O$) « sel de Mohr » 0,5 mol .l– 1
- Féroïen (indicateur redox).

Mode opératoire

Pour analyser des échantillons de sol, les étapes suivantes sont réalisées : prélever et peser un poids spécifique (P) de sol broyé, séché et tamisé à 2 mm, puis le transférer dans une fiole conique. La détermination du poids P varie en fonction de la teneur en matière organique de l'échantillon. Une teneur en matière organique plus élevée entraîne une quantité de test plus faible.

Lors de la réaction de bichromate en excès avec le sel de Mohr, il est crucial que la chute de sel de Mohr dans la burette se situe entre 8 et 14 ml. Si la titration initiale donne une

chute inférieure à 8 ml ou supérieure à 14 ml de la solution de sel de Mohr, l'analyse doit être recommencée.

Pour la pesée initiale, la couleur du sol est utilisée comme indicateur. Un sol plus foncé indique généralement une teneur en matière organique plus élevée, tandis qu'un sol plus clair suggère une teneur en matière organique plus faible.

Si la chute de la burette dépasse 14 ml, cela peut entraîner des conditions de titrage défavorables. En revanche, une chute inférieure à 8 ml indique une consommation excessive de bichromate de potassium pendant la réaction, ce qui peut empêcher une réaction complète du carbone. Il est donc nécessaire de déterminer un poids P du sol qui puisse être titré dans la plage de chute de burette souhaitée, de 8 à 14 ml, en utilisant l'approche suivante : dans des conditions de précision et d'oxydation optimales, le point d'équivalence devrait se situer autour de la moyenne des limites inférieure et supérieure de chute, soit environ $(14 + 8) / 2 = 11$ ml. Cela garantit que la quantité équivalente de sel de Mohr réagissant avec le bichromate de potassium tend vers 11.

Il est important de noter que, pour chaque échantillon, la différence entre le volume initial de la burette (généralement 20 ml) et la chute est proportionnelle à la quantité de matière organique présente

4.3. Méthode ANNE

Principe

Le principe de cette méthode est le même que celui exposé dans la méthode **Walkley-Black** ; le carbone organique est oxydé par le bichromate de potassium, et on dose la quantité de bichromate non consommé en retour par le sulfate ferreux (sel de Mohr).

Les différences essentielles avec la méthode précédente sont les suivantes : le matériel ; méthode à chaud, l'oxydation de la matière organique est totale donc pas de correction comme pour la méthode à froid. (**Jeanroyet *al*, 2003**)

Réactifs

- Acide sulfurique concentré .
- Bichromate de potassium 8%.
- Transférer 80 g de bichromate de potassium dans 300 ml d'eau distillé, ajouter 25
- Acide sulfurique concentré, puis dissoudre et diluer jusqu'à 1 dans une fiole jaugée .
- Solution de sel de Mohr à 0.25 mol/L.
- Dans une fiole jaugée d'un litre transférer 300 ml d'eau déminéralisée et 25 ml d'acidesulfurique concentré .

-Ajouter 98.04 g de Sel de Mohr.

-Dissoudre et compléter à volume. –Acide

- Phosphorique concentré à 85%.

-indicateur coloré.

-Dissoudre 0.5 g de diphénylamine sulfonât de baryum dans 100 ml d'acide sulfurique Concentré, verser dans un flacon brun contenant 20 ml d'eau distillée .

Mode opératoire

- Pesée Peser p g de terre broyée, séchée et tamisée à 2 mm suivant la teneur présumée en matière organique et mettre cet échantillon dans un ballon de 100 ml.
- Peser 4,266 g de bichromate de potassium et les verser dans le ballon.
- Ajouter 20 mL d'eau déminéralisée, agiter pour dissoudre le bichromate de potassium, puis ajouter 30 mL d'acide sulfurique. (Si les échantillons sont calcaires ou s'il y a beaucoup de matière organique, ajouter l'acide très lentement tant qu'il y a effervescence) au besoin refroidir le ballon sous un courant d'eau.

4.4. Méthode du carmograph

Principe

La méthode du carmograph est une technique utilisée pour doser la matière organique dans un échantillon de terre. Le principe de cette méthode repose sur l'oxydation de la matière organique sous un courant d'oxygène dans deux fours différents. Le premier four, chauffé à 1000 °C, oxyde partiellement la matière organique, tandis que le second four, équipé d'un catalyseur en cuivre, assure une combustion complète, transformant ainsi le carbone en CO₂ .

Des pièges, tels que de la laine d'argent et de la perhydrite, sont utilisés pour éliminer certains gaz indésirables (comme le chlore et le SO₂) pouvant entraîner des erreurs dans le dosage. Si la combustion est trop rapide dans le premier four, du monoxyde de carbone (CO) peut être produit, mais il sera ensuite oxydé dans le second four.

Ensuite, le courant d'oxygène entraîne le CO₂ formé dans une cellule de mesure de l'analyseur où se produit la réaction avec de l'hydroxyde de sodium (NaOH). Une électrode mesure la conductivité de l'hydroxyde de sodium non carbonaté. La carbonatation de la soude génère une variation de conductivité proportionnelle aux quantités de CO₂ et de Na₂ CO₃ formées. Cette réaction est enregistrée quantitativement après calibration de l'appareil avec du carbonate de calcium pur.

Cette méthode présente une grande reproductibilité et une grande précision pour des quantités de carbone très faibles, de l'ordre du milligramme. Cependant, elle ne peut pas être utilisée pour les sols calcaires, comme indiqué par (**Jeanroyet al, 2003**).

Matériel

- Analyseur Carmhograph 8, GL - S - 1725 avec four MRA 177, bouteille d'oxygène et enregistreur.

4.5. Méthode colorimétrique

Principe du dosage L'échantillon de sol subit une minéralisation à chaud en milieu acide

Sulfurique concentré, (même procédé que pour « l'azote Kjeldhal ») et le dosage de l'azote total s'effectue par spectrophotométrie en présence d'un catalyseur, le sélénium et le sulfate de potassium. Le nitroprussiate de sodium, les dichloroisocyanurates et le salicylate de sodium sont utilisés pour développer une coloration. (**Jeanroyet al, 2003**)

Matériel

- Spectrophotomètre.
- Agitateur
- Bain – marie.

4.6. La méthode de CHN

Il convient de noter que de nouvelles techniques analytiques plus avancées sont également disponibles, offrant une précision et une sensibilité accrues dans la détermination de carbone organique du sol, tel que la méthode CHN, qui est une méthode analytique qui mesure directement les éléments carbone (C), hydrogène (H) et azote (N) présents dans le sol. Cette méthode implique une combustion du sol suivie d'une analyse des gaz émis pour déterminer les quantités relatives de ces éléments. À partir de ces mesures, la teneur en matière organique peut être déduite.

Chaque échantillon est pesé dans une capsule d'étain qui doit être correctement refermée avant d'être introduite dans les passeurs pour l'analyse. Pour chacun des échantillons Inconnus ainsi que pour l'étalon, acide éthylène-diamine-tétraacétique (E.D.T.A.), on entrera la masse pesée exacte dans le logiciel pour les calculs finaux de concentration. (**Giovanni et al, 2007**).

CHAPITRE II.
MATERIEL ET METHODE

1. L'objectif d'étude

L'objectif de ce travail est de comparer deux méthodes de détermination la matière organique dans le sol, voire le carbone organique total, en vue trouver un modèle de calibrage entre ces deux méthodes. Ces méthodes sont la méthode de CHN et la méthode de perte au feu modifié (disponible au laboratoire).

2. Echantillons du sol

Pour la réalisation cette étude, 33 échantillons ont été pris de la région d'Elhadaiek Skikda, séchés et tamisé à 2mm. Notant que ces échantillons ont fait l'objet d'autres études prétendantes (Bounouara, 2018). Ces échantillons ont subidéjà un dosage de Carbone par la méthode CHN au niveau de laboratoire Eco et Sol Montpellier. Nous venons d'appliquer la méthode perte au feu sur ces mêmes échantillons et autres analyses de routine.

3. Méthodes d'analyse de carbone organique du sol

3.1. Méthode perte au feu modifiée (Calcination)

Principe

Pour doser de la matière organique, on soumet l'échantillon de terre tamisé à 2 mm à une calcination au four électrique.

Cette méthode de calcination directe provoque :

- L'oxydation totale de la matière organique, transformée en substances volatiles (CO_2 , H_2O , N_2 notamment) ;
- La destruction des carbonates : $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
- La perte d'eau des constitutions des argiles.

Matériel

- Creusets.
- Balance de précision.
- Four à moufle (500°C).
- Etuve (105°C).
- Dessiccateur.

Mode opératoire

Préparation de l'échantillon

L'échantillon de sol doit être séché à l'air libre, broyé, tamisé à 2 mm pour cette Méthode.

Calcination

- Sécher l'échantillon de sol.
- Nettoyer les creusets en les chauffant à l'étuve, puis laisser refroidir au dessiccateur pendant 10 minutes.
- Prendre le poids des creusets et notée (M0).
- Prendre le poids du creuset plus le sol dans l'étuve pendant 24h à 105°C, laisser refroidir dans un dessiccateur. Noter le poids (M1).
- Calciner le sol à 250°C pendant 4h dans un four à moufle, laisser refroidir dans un dessiccateur. Noter le poids (M2).
- Calciner le sol à 450°C pendant 4h dans un four à moufle, laisser refroidir dans un dessiccateur. Noter le poids (M3).
- La matière organique se calcul comme suit :

$$MO \% = \frac{M2 - M3}{M1 - M0} * 100$$

- Le carbone organique se calcul par la formule : $MO \% = C\% * 1,72$

$$\text{Donc } C\% = \frac{MO\%}{1,72}$$



Etuve
précision



Four



Balance de



Dessiccateur



Creusets.

3.2. Méthode de CHN

La méthode de CHN peut mesurer le carbone et l'azote en même temps

Le carbone organique et l'azote total du sol ont été mesurés par combustion à sec. Les échantillons de sols à doser sont au préalable tamisés et broyés finement ($<200 \mu\text{m}$) puis séchés 24 h à l'étuve à 25°C . Une prise d'essai de 15 à 20 mg est effectuée dans une petite capsule d'étain. Les teneurs en carbone et de l'azote total a été déterminées par combustion sèche grâce à l'analyseur élémentaire FISIONS EA 1108 sous oxygène (O_2) avec comme gaz vecteur l'hélium pur à 870°C ; l'apport d' O_2 provoque une combustion totale (NF ISO 10694 et NF ISO 13878). Les gaz obtenus (N_2 et CO_2) sont alors séparés dans une colonne de chromatographie et quantifiés par un détecteur à conductibilité thermique « le catharomètre » après une calibration avec acétanilide. Les signaux obtenus sont amplifiés puis convertis en valeurs numériques en utilisant une gamme de référence. Les concentrations en carbone et en azote sont exprimées en g C kg^{-1} sol.

Les teneurs en (C) et (N) du sol ont été exprimés en g kg^{-1} de sol. Le rapport C/ N a été calculé en divisant la teneur en (C) par la teneur en (N). La présence de carbone inorganique (dont la source principale est en relation avec les carbonates de calcium) a été testée par l'effervescence à l'HCL. (Bounouara, 2018)

Appareille Utilisé :



Appareille de CHN

4. Autres méthodes d'analyses

- **Le pH**

Le pH correspond à la concentration en ions H_3O^+ dans la solution. Si le pH est supérieur à 7 la solution est basique, si le pH est égal à 7 la solution est neutre et si le pH est

inférieur à 7 la solution est acide. En effet le pH est mesuré en utilisant le rapport sol/eau 1/1,25 (Dans un bécher 10g de sol prélever 25 ml d'eau) .L'appareil est le pH-mètre.



pH mètre

Agitateur

Echantillons

- **Conductivité électrique CE**

La CE est mesurée en utilisant le rapport sol/eau 1/5 (Dans un bécher 10g de sol prélever 50 ml d'eau distillée). L'appareil utilisé est le conductimètre.

- **La granulométrie du sol**

Le but de l'analyse granulométrique est de déterminer la distribution pondérale de la taille des différentes familles de grains des matériaux étudiés. La méthode utilisée est la pipette de Robinson. Une courbe granulométrique permet d'évaluer quantitativement les différentes fractions des compositions granulométriques : argile <2 μ m < limon < 63 μ m < sable).

- **La capacité d'échange cationique**

La CEC des sols est déterminée par le méthode Metson à l'acétate d' NH_4 à pH 7, en utilisant la technique de percolation.

CHAPITRE III.
RESULTATS ET DISCUSSION

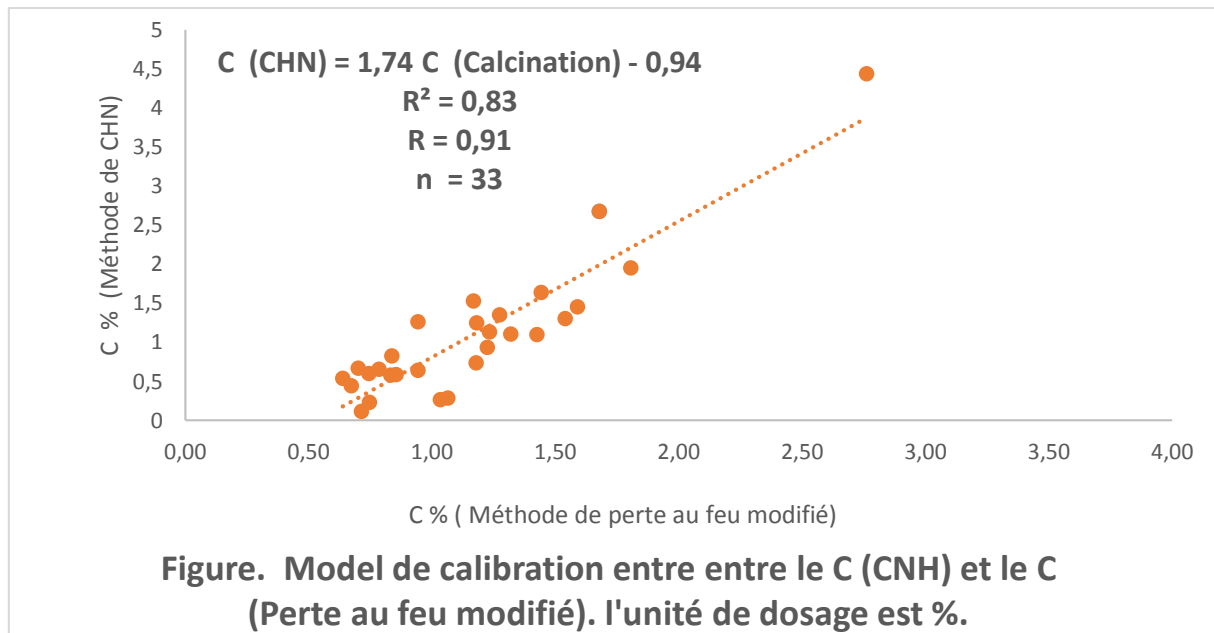
1. Caractéristiques physiques et chimiques des sols étudiés

Les échantillons du sol sont caractérisés généralement par une texture argileuse à limono-argileuse, voire sableuse. Un pH qui varie du neutre à alcalin, des fois modérément à légèrement acide. Un taux de matière organique faible à modéré, et un taux d'azote faible. La capacité d'échange cationique est faible à modéré. Ces échantillons ne sont pas salés.



Figure. Les caractéristiques des échantillons des sols étudiés

2. Model de calibration entre le taux de carbone mesuré par la méthode perte au feu modifié et la méthode de CHN des sols de la région de Skikda



La figure montre un modèle de calibration entre deux méthodes de dosage de carbone organiques, le CHN et la perte au feu modifié. L'analyse statistique des données a fait sortir un model simple de calibration à travers une régression simple par Excel stat, sous form :

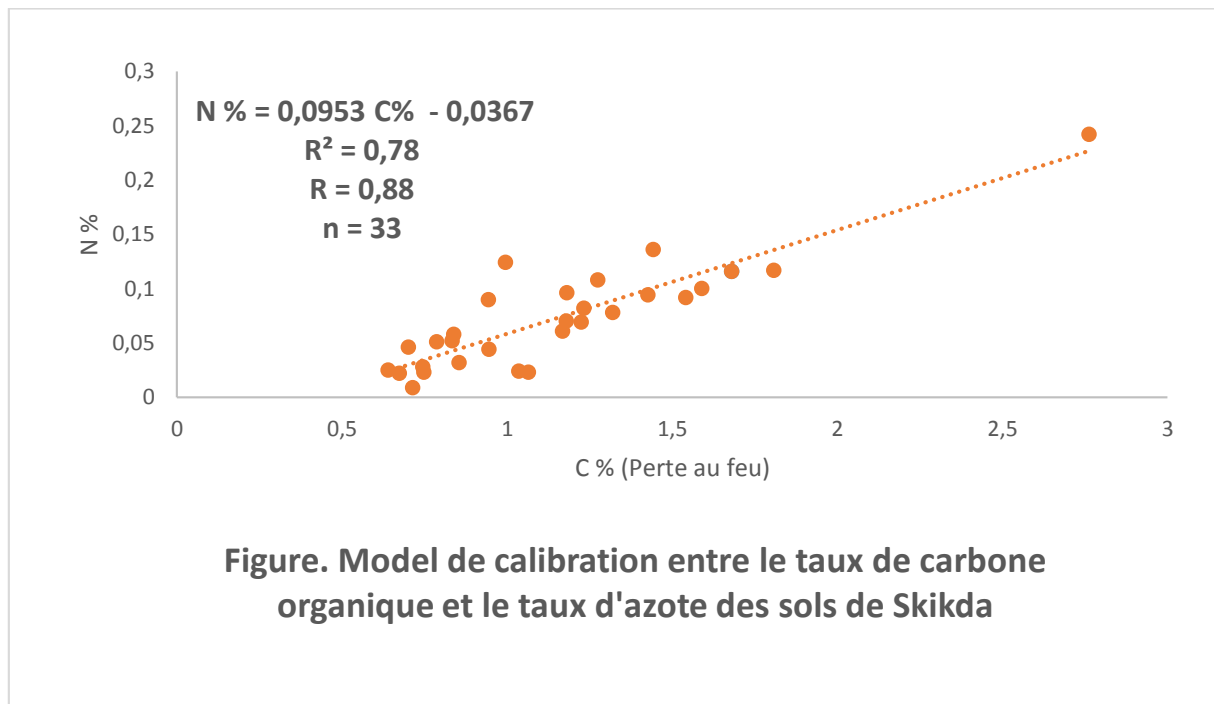
$$Y = Ax + b.$$

L'analyse a montré une très forte corrélation statistique positive et étroite entre la méthode de dosage du carbone organique perte au feu modifié et le CHN, avec un coefficient de détermination $R^2 = 0,83$. Un coefficient de corrélation $R = 91$ avec un nombre d'échantillon de 33.

Cette corrélation étroite montre bien l'efficacité du dosage de la méthode perte au feu modifié, et son rapprochement de la nouvelle méthode CHN. L'utilisation de la calcination est efficace si on utilise des attaques fractionnées des échantillons par la température (150 °C après 250°C et enfin 450°C). Cependant une petite calibration doit se faire sur cette méthode en réajustant les résultats par le model suivant trouvé :

$$C(\text{CHN}) = 1,74 C (\text{Calcination}) - 0,94$$

3. Model de calibration entre le taux d'azote total et le taux de carbone organique (perte au feu) des sols de la région de Skikda

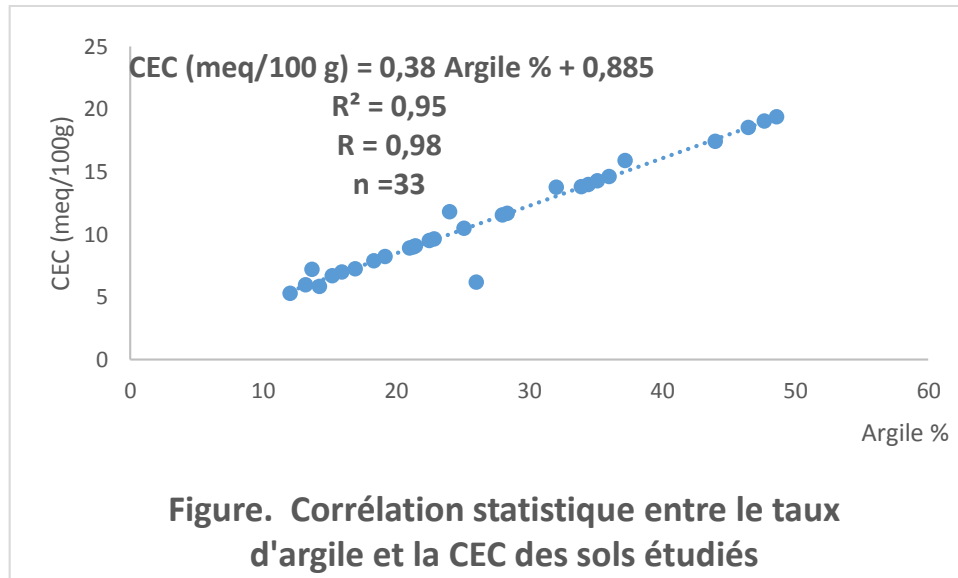


L'analyse statistique à travers une régression simple a montré une très forte corrélation statistique positive et étroite entre le taux de carbone organique (perte au feu modifié) et le taux d'azote (CHN) des sols avec un coefficient de détermination $R^2 = 0,78$. Un coefficient de corrélation $R = 88$ avec un nombre d'échantillon de 33.

Cette corrélation étroite montre bien l'efficacité du model. L'utilisation de ce modèle pour déterminer l'azote total des sols à partir des dosages du carbone organique du sol (perte au feu modifié) est efficaces pour les sols de Skikda en utilisant la formule :

$$N \% = 0,0953 C \% - 0,0367$$

4. Model de calibration entre la CEC et le taux d'argile des sols de la région de Skikda



L'analyse statistique à travers une régression simple a montré une très forte corrélation statistique positive et étroite entre le taux d'argile et la CEC des sols avec un coefficient de détermination $R^2 = 0,95$. Un coefficient de corrélation $R = 98$ avec un nombre d'échantillon de 33.

Cette corrélation étroite montre bien l'efficacité du modèle. L'utilisation de ce modèle pour déterminer la CEC des sols à partir des taux d'argile est efficace pour les sols de Skikda en utilisant la formule :

$$N \% = 0,38 \text{ Argike\%} + 0,885$$

CONCLUSION GENERALE

Conclusion

Au terme de ce travail qui a pour objectif la détermination d'un modèle de calibration entre deux méthodes de dosage de carbone organique total, la perte au feu modifié et le CHN, à partir des échantillons de sols de la région de Skikda.

L'analyse statistique a montré une très forte corrélation statistique positive et étroite entre la méthode de dosage du carbone organique perte au feu modifié et le CHN, avec un coefficient de détermination $R^2 = 0,83$. Un coefficient de corrélation $R = 91$ avec un nombre d'échantillon de 33.

Cette corrélation étroite montre bien l'efficacité du dosage de la méthode perte au feu modifié, et son rapprochement de la nouvelle méthode CHN. L'utilisation de la calcination est efficace si on utilise des attaques fractionnées des échantillons par la température (150 °C après 250°C et enfin 450°C). Cependant une petite calibration doit se faire sur cette méthode en réajustant les résultats par le model suivant trouvé :

$$C(\text{CHN}) = 1,74 C (\text{Calcination}) - 0,94$$

Référence et bibliographique

- Agronomie -Loison . M. M ; et Niogret ; 1982 . Texte annoté et commenté du montage audiovisuel , pp1-20.
- Andreux . F ; 1978 Etude des étapes initiales de la stabilisation physico chimique et biologique de l'acide humique modèles . Thèse . Docto . Etat . Université de Nancy I. 21 p.
- Andreux.F ; 1978. Etude des étapes initiales de la stabilisation physico chimique et biologique de l'acide humique modèles.
- Andreux.F ; 1978. Etude des étapes initiales de la stabilisation physico chimique et biologique de l'acide humique modèles.
- Anonyme ; 1964. Humus et enfouissement des pailles, ext. Revu. Du trait d'union auricle N°14, documentation technique des potasses d'Alsace. Agronomie.33p
- Anonyme ; 1964. Humus et enfouissement des pailles, ext. Revu. Du trait d'union agricole N°14, documentation technique des potasses d'Alsace. Agronomie.33p
- Aplincourt . M ; 1986 Sols calcimagnésiques , et matière organique , interaction des cations métshiques avec des modèles de matière organique des sols . Groupe d'étude des matières des sols (G. E. M. O. S) . 86 travaux de la station d'agronomie . INRA de chalons sur marne pp 1-3.
- Artinger R., Buckau G., Geyer S., Fritz P., Wolf M. & Kim J. (2000). Characterization of groundwater humic substances: influence of sedimentary organic carbon. Appl. Geochem., 15, 97-116.
- Bachelier . G ; 1963 Influence du climat sur les processus pédologiques de l'humification , et de la des humifications . Pp 153-163.
- -Bertelin.J ; et Toutain.F ;1979.biologie des sols in Bonneau et Souchier, pédologie T. II. Constituant et propriété des sols. Edition Masson et Cie. Paris. Pp124-160.
- -Bertelin.J ; et Toutain.F ;1979.biologie des sols in Bonneau et Souchier, pédologie T. II. Constituant et propriété des sols. Edition Masson et Cie. Paris. Pp124-160.
- Berthelin . J ; 1976 . Etude expérimentale des mécanismes d'altération des minéraux par des micro organismes hétérotrophes . Thèse . Docto . D'état . Univer . NANCYI . 198p.
- Boulain . J ; 1978 . Coure de pédologie . Paris . Grignon . 135p.
- -Boulain. J ; 1978. Coure de pédologie . Paris. Grignon. 135p.
- -Boulain. J ; 1978. Coure de pédologie . Paris. Grignon. 135p.

Référence et bibliographie

- -Chamayou.H ;1984. Notions fondamentales de science du sol.E.N.S.A de Montpellier.Pp64-103.
- -Chamayou.H ;1984. Notions fondamentales de science du sol.E.N.S.A de Montpellier.Pp64-103.
- -Christensen et al (2001). Biogeochemistry of landfill leachate plumes. Appl.
- -Cnrs, 2016. Le cycle du carbone.
- Davet . P ; 1996 . Vie microbienne du sol et de productions végétales . Edition INRA . Paris . 385p.
- -Davet. P ; 1996. Vie microbienne du sol et de productions végétales. Edition complète 427p. 385p.
- -Davet. P ; 1996. Vie microbienne du sol et de productions végétales. Edition complète 427p. 385p.
- Deihlier . G ; 1975 . Influence du climat sur les processus pédologiques de l'humification Agriculture ; 2ème édition ; J. B. BAILERE 136p.
- -Deihlier. G ; 1975. Influence du climat sur les processus pédologique de l'humification Agriculture ; 2ème édition ; J. B. BAILERE 136p.
- -Deihlier. G ; 1975. Influence du climat sur les processus pédologique de l'humification Agriculture ; 2ème édition ; J. B. BAILERE 136p.
- Djili.K ; 2003 . Contribution a la connaissance des sols de nord d'Algérie . Création d'une banque de donnes informatisé et utilisation d'un système d'information géographique pour la spatialisation et la valorisation des donnes pédologiques
- Dridi.I ; 2001 . Contribution a l'étude de l'influence du taux de la matière organique « fumier de ferme » et des calcaires sur l'évolution du pH dans le sol.pp27-34.
- Duchauffour. pH; 1977. Constitution du sol. Edition Masson T1, 372p. 1979.
- Duchauffour. pH; 1988. abbreviation of pedology; 2ème edition, Masson et Cie, pp. 7-220.
- -Duchauffour. PH ; 1977. Constitution du sol. Edition Masson T1, 372p.
- -Duchauffour. PH ;1977. Constitution du sol. Edition MassonT1, 372p.
- -Duchauffour. PH ;1977. Constitution du sol. Edition MassonT1, 372p.
- -Gaucher. G ; 1967. Traite de pédologie agricole, le sol et ses caractéristiques agronomiques. Edition Dunod, Paris, 589p.
- -Gaucher. G ; 1967. Traite de pédologie agricole, le sol et ses caractéristiques agronomiques. Edition Dunod, Paris, 589p.

- -Halitim. A ; 1978. Cours de science du sol pédologie générale et agro pédologie, T1, INA Alger
- -Halitim. A ; 1978. Cours de science du sol pédologie générale et agro pédologie, T1, INA Alger
- Imai A., Fukushima T., Matsushige K., Kim Y-H. & Choi K. (2002). Characterization of dissolved organic matter in effluents from wastewater treatment plants. *Wat. Res.*, 36(4), 859-870.
- INRA de chalons -Arpin . P ; Kilbertusg ; Ponge J - F et Vannier . G ; 1980 . Importance de la microflore , et de microfaune en milieu forestier in << actualités d'écologie forestière » in Paisson , Edition Gauthier . 127 p.
- Jeanry et al ,2003 ;analyse chimique des sols.
- -Jobbagy et Jackson, 2000 ; Lal, 2004.
- Kang K-H., Shin H.S. & Park H. (2002). Characterization of humic substances present in landfill leachates with different landfill ages and its implications. *Wat. Res.*, 36(16), 4023-4032.
- Lal, 2003 ; Hpughton, 2007.
- -Lasnier.A ; et Lachaise.L ;1973. Agronomie nouvelle. Flammarion Paris, 248p.
- -LASNIER.A ; et LACHAISE.L ;1973. Agronomie nouvelle. Flammarion Paris, 248p.
- Mac Carthy P. (2001). The principles of humic substances. *Soil Sci.*, 166(11), 738-751.
- Metallaoui . F ; 1980 . Etude de la biodégradation de la matière organique en sol sale : influence sur les propriétés de ces sols , thèse . Ing . INA , EL - HARRACH , 21p . 1965
- Ministère -Chamayou . H ; 1984 . Notions fondamentales de science du sol . E. N. S. A de Montpellier . Pp64-103.
- -Monnier. G ; 1965. Action des matières organiques sur la stabilité structurale du sol. *Annal. Agron.* Vol 16(3).471p.
- -Monnier. G ; 1965. Action des matières organiques sur la stabilité structurale du sol. *Annal. Agron.* Vol 16(3).471p.
- Nkundikije - Desseaux . D ; Halitim . Galbent ; et Ygnatov . M ; 1976 . Essai de caractérisation de la matière organique dans quelques sols du nord d'Algérie , *Annal INA* , vol N°2 , pp33-60.

- -NKUNDIKIJE-DESSEAUX. D ; HALITIM. A ; GALBENT ; et YGNATOV.M ; 1976. Essai de caractérisation de la matière organique dans quelques sols du nord d'Algérie, Annal INA, vol N°2, pp33-60.
- -RAPP.M ; 1971. Évaluation des éléments minéraux dissous dans les précipitations et les percolats du sol à travers un écosystème forestier. Anna. Science. Forest. N°33, PP175-190.
- -RAPP.M ; 1971. Évaluation des éléments minéraux dissous dans les précipitations et les percolats du sol à travers un écosystème forestier. Anna. Science. Forest. N°33, PP175-190.
- Schaefer , 1976 . facteurs de La matière organique du sol , sa dynamique liée au l'environnement , son rôle de régulation dans les écosystèmes in annale INRA - EL Harrach vol N ° 02 pp61-63.
- -Senesi et Loffrede, 1999. Interaction of environmental endocrine disrupters witch humic acids frome soils and sludges. In : proceeding of thé humic substances seminar North-eastern University Boston. USA. March22-24
- Soltner . D , 1988 . Les bases de la production végétale T.01 le sol , 14ème édition , 365p.
- Geneviève feuilade ; Thèse. Docto. Etat. Université de Nancy I. 21 p.
- Geneviève feuilade ; Thèse. Docto. Etat. Université de Nancy I. 21 p.
- -Thurman 1985. In : Développements in biochimistry : Organic géochimistry of natural waters. Nijhoff M. Et Junk W. Dordrecht
- Violleau D. (1999). Intérêt du fractionnement et de l'extraction des matières organiques naturelles d'eaux de surface pour l'étude de leurs propriétés structurales et de leur pouvoir complexant vis-à-vis du cuivre. Thèse de doctorat - Université de Poitiers.

Résumé

Après avoir effectué des recherches visant à établir un modèle de calibration entre deux méthodes de dosage du carbone organique total, à savoir la perte au feu modifié et le CHN, en utilisant des échantillons de sol de la région de Skikda, nous avons obtenu les résultats suivants : L'analyse statistique a révélé une corrélation statistique positive et étroite entre la méthode de dosage du carbone organique par perte au feu modifié et la méthode CHN, avec un coefficient de détermination $R^2 = 0,83$. Le coefficient de corrélation R était de 91, basé sur un échantillon de 33.

Cette forte corrélation démontre l'efficacité de la méthode de dosage par perte au feu modifié et sa proximité avec la nouvelle méthode CHN. L'utilisation de la calcination se révèle efficace lorsque les échantillons sont soumis à des attaques fractionnées de température (150 °C après 250 °C, puis enfin 450 °C). Cependant, une légère calibration est nécessaire pour ajuster les résultats en utilisant le modèle suivant : $C(\text{CHN}) = 1,74 C(\text{Calcination}) - 0,94$

Mots clés : modèle de calibration, dosage, carbone organique total, perte au feu modifié, CHN, échantillons de sol, région de Skikda, calcination, calibration.

Abstract

After carrying out research aimed at establishing a calibration model between two total organic carbon assay methods, namely modified loss on ignition and CHN, using soil samples from the Skikda region, we obtained the results following: Statistical analysis revealed a positive and close statistical correlation between the modified loss-on-ignition organic carbon assay method and the CHN method, with a coefficient of determination $R^2 = 0.83$. The correlation coefficient R was 91, based on a sample of 33.

This strong correlation demonstrates the efficiency of the modified loss-on-ignition assay method and its proximity to the new CHN method. The use of calcination proves to be effective when the samples are subjected to fractional attacks of temperature (150°C after 250°C, then finally 450°C). However, a slight calibration is necessary to adjust the results using the following model: $C(\text{CHN}) = 1.74 C(\text{Calcination}) - 0.94$

Keywords: calibration model, assay, total organic carbon, modified loss on ignition, CHN, soil samples, Skikda region, calcination, calibration

ملخص

بعد إجراء بحث يهدف إلى إنشاء نموذج معايرة بين طريقتين لفحص الكربون العضوي الكلي ، وهما الفقد المعدل عند الاشتعال و CHN ، باستخدام عينات تربة من منطقة سكيكدة ، حصلنا على النتائج التالية: أظهر التحليل الإحصائي وجود علاقة إحصائية موجبة وثيقة بين طريقة فحص الكربون العضوي المعدلة عند الاشتعال وطريقة CHN ، مع معامل تحديد $R = 0.83$. كان معامل الارتباط R 91 بناءً على عينة من 33.

يوضح هذا الارتباط القوي كفاءة طريقة مقايسة الخسارة عند الاشتعال المعدلة وقربها من طريقة CHN الجديدة. يثبت استخدام التكليل فعاليته عندما تتعرض العينات لهجمات جزئية لدرجة الحرارة (150 درجة مئوية بعد 250 درجة مئوية ، ثم أخيراً 450 درجة مئوية). ومع ذلك ، من الضروري إجراء معايرة طفيفة لضبط النتائج باستخدام النموذج التالي: $C(\text{CHN}) = 1.74$ درجة مئوية (التكليل) - 0.94

الكلمات المفتاحية: نموذج المعايرة ، المقايسة ، الكربون العضوي الكلي ، الخسارة المعدلة عند الاشتعال ، CHN ، عينات التربة ، منطقة سكيكدة ، التكليل ، المعايرة