

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

**Université de BLIDA 1**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département des Biotechnologies et Agro-écologie**



**Mémoire**

**En vue de l'obtention du diplôme de**

**MASTER**

**Option : Eau et Environnement**

**Thème**

**Méthodes de dosage du carbone du sol**

**Présenté par : Fertouti Soumia**

**Devant le jury**

- |                          |                        |                    |
|--------------------------|------------------------|--------------------|
| – <b>MmeZemouri.S</b>    | MAA Université Blida 1 | Présidente de jury |
| – <b>Mme Degui.N</b>     | MAA Université Blida 1 | Promotrice         |
| – <b>Mr. Amirouche.M</b> | MCB Université Blida 1 | Examinateur        |

**2021/2022**

## **Remerciements**

Tout d'abord, je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage et la volonté pour pouvoir réaliser ce travail.

Je remercie profondément ma promotrice Mme DEGUI N d'avoir accepté de diriger ce travail, et pour ses encouragements, orientations et précieux conseils.

Mes remerciements sont également adressés aux membres du jury ; la présidente du jury Mme ZEMOURIS et l'examineur Mr AMIOUCHE. Qui m'ont fait l'honneur d'examiner avec attention le travail.

J'adresse mes plus sincères remerciements à ma famille, mes proches et amis, qui m'ont accompagné, aidés et encouragés tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Enfin, je tiens à exprimer ma reconnaissance et mon respect à tous les enseignants du département des biotechnologies, qui ont contribué à ma formation.

## Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes plus chères personnes dans ma vie mes parents qui m'ont donné*

*Le courage et le soutien morale dans mes études*

*A mes beaux-frères Rabah, Othman, Oussama, Abd elraheman*

*A ma bonne chère sœur Roumaissa*

*A mes très chère copines Sarah, Houda, Assma*

*A tous nos enseignants, mes amies et mes collègues de première année jusqu'à la  
cinquième année universitaire*

## Résumé

Le dosage de carbone organique nécessite un degré de précision suffisant pour permettre l'évaluation de la teneur en matière organique totale du sol. Le sol peut contenir plusieurs formes de carbone organique et inorganique. Nous avons évalué la teneur en C dans une série d'échantillons de sol par trois méthodes les plus couramment utilisées pour le dosage de carbone du sol (Walkley-Black 1934 ; méthode Anne, méthode Anne modifiée) dans le but de déterminer la méthode la plus appropriée pour les sols des régions arides.

Les valeurs de carbone organique obtenus par les trois méthodes sont faibles et par conséquent les sols de la région de Biskra sont pauvres en matière organique, on peut dire que la méthode spectrophotométrique est la méthode appropriée pour le dosage de carbone organique dans les sols des régions arides.

**Mots clés :** matière organique, carbone organique, méthodes de dosage de carbone

## Summary

The determination of organic carbon requires a sufficient degree of precision to allow the evaluation of the total organic matter content of the soil. Soil can contain many forms of organic and inorganic carbon. We evaluated the C content in a series of soil samples by three methods most commonly used for the determination of soil carbon (Walkley-Black 1934; modified Anne method, spectrophotometric method) with the aim of determining the method more suitable for soils in arid regions.

The organic carbon values obtained by the three methods are low and therefore the soils of the Biskra region are poor in organic matter, it can be said that the spectrophotometric method is the appropriate method for the determination of organic carbon in the soils of the regions arid.

**Keywords:** organic matter, organic carbon, carbon determination methods

## ملخص

يتطلب تحديد الكربون العضوي درجة كافية من الدقة للسماح بتقييم إجمالي محتوى المادة العضوية في التربة. يمكن أن تحتوي التربة على العديد من أشكال الكربون العضوي وغير العضوي. قمنا بتقييم محتوى الكربون في سلسلة من عينات التربة من خلال ثلاث طرق شائعة الاستخدام لتحديد كربون التربة

(Walkley-Black), طريقة أن المعدلة، طريقة القياس الطيفي بهدف تحديد الطريقة الأكثر ملاءمة للتربة في المناطق الجافة قيم الكربون العضوي التي تم الحصول عليها من خلال الطرق الثلاثة منخفضة وبالتالي فإن تربة منطقة بسكرة فقيرة بالمواد العضوية، ويمكن القول أن طريقة القياس الطيفي هي الطريقة المناسبة لتحديد الكربون العضوي في تربات المناطق القاحلة  
**الكلمات المفتاحية:** المادة العضوية، الكربون العضوي، طرق تحديد الكربون

# SOMMIARE

<b>Introduction</b> .....	01
<b>Partie bibliographique</b>	
Chapitre 1. La matière organique du sol	
1.1. Définition, processus et caractérisation de la matière organique du sol.....	03
1.2. Accumulation et formation de la matière organique du sol.....	03
1.3. Cycle du carbone organique.....	04
1.4. Importance des matières organiques du sol dans la fertilité.....	05
1.5. Les fonctions de la matière organique du sol dans les sols.....	06
Chapitre 2. Méthodes de dosage du carbone organique dans le sol	
<b>Matériel et méthodes</b>	
1. Présentation de la région d'étude.....	15
1.1 Situation géographique.....	15
1.2. Le relief.....	16
1.3. Le climat.....	16
2. Prélèvement des échantillons de sol.....	19
3. Méthodes d'analyse.....	19
4. Dosage de la matière organique.....	20
<b>Résultats et discussion</b>	
1. Caractérisation des sols.....	24
2. Matière organique.....	24
3. Distribution de la matière organique dans le profil.....	25
4. Comparaison des trois méthodes.....	28

Conclusion.....30

**Références bibliographiques**

## Liste des figures

Figure 01:	Cycle du carbone dans le sol, (Georges, 2011).....	05
Figure02:	Rôle du carbone organique du sol dans la multifonctionnalité des sols.....	07
Figure03:	Présentation schématique du système LIBS, collecte de microplasma, détection et résolution spectrale d'un échantillon (adapté de Cremers et al, 2001).....	14
Figure04:	Différentes sections principales d'un prototype alpha de diffusion inélastique des neutrons (INS).....	15
Figure05:	Localisation de la wilaya de Biskra (Google Earth ,2021).....	16
Figure06:	Diagramme Ombrothermique de Biskra pour l'année 2021.....	18
Figure07:	Dosage de carbone organique (Méthode Walkley et Black).....	22
Figure08:	Profils de distribution de la matière organique dosée par la méthode Anne.....	25
Figure09:	profils de distribution de la matière organique dosée par la méthode Walkley& Black.....	26
Figure10:	profils de distribution de la matière organique dosée par la méthode spectrophotométrique.....	27
Figure11:	Comparaison des teneurs de matière organique obtenues par les trois méthodes dosage.....	28

## Liste des tableaux

Tableau 1 :	Températures moyennes mensuelles (°C) de la région de Biskra (l'année 2021).....	17
Tableau 2 :	Précipitations (mm) de la région de biskra (2021 .....	17
Tableau 3 :	Vitesse mensuelle moyenne des vents (m/s*10) dans la région de Biskra (2021).....	18
Tableau 4 :	La description de l'état de surface des 8 profils.....	19
Tableau 5 :	les différentes méthodes utilisées pour les analyses de caractérisation des sols.....	19
Tableau 6 :	Caractéristiques physico-chimiques des échantillons de sol.....	24



## **Liste des abréviations**

**CO** : carbone organique

**C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>**: Glucose

**FAO**: Food and Agriculture Organization

**MO** : matière organique

**INRA** : Institut National de la Recherche Agronomique

# **Introduction générale**

# Introduction générale

Les matières organiques représentent en moyenne 1 à 10 % de la masse des sols. Elles participent à la dynamique des éléments chimiques et contribuent à la stabilité de la structure des sols (Calvet, 2013).

La matière organique du sol a des effets importants sur la capacité de rétention en eau, la capacité d'échange cationique, la stabilité des agrégats et le pouvoir tampon du sol. La matière organique a également un effet sur les caractéristiques de compactage et la résistance des sols au cisaillement qui, combinées à la friabilité, peuvent déterminer la façon dont le sol réagit au travail du sol. La matière organique du sol représente également un facteur important dans l'approvisionnement en éléments nutritifs et dans leur cycle, en particulier l'azote, mais aussi des proportions significatives de phosphore, de soufre et d'autres éléments.

Les différentes fractions organiques du sol ont des propriétés différentes et variaient dans leur importance selon leurs effets sur les propriétés du sol. Il a été démontré que l'humus est la fraction la plus importante pour les fonctions nécessitant une activité chimique, telles que la capacité d'échange de cations et le pouvoir tampon du pH, et que le carbone organique est très important pour la stabilité des agrégats, le recyclage rapide des nutriments et comme source de nourriture et d'énergie pour la population microbienne du sol (Murphy, 2014).

En laboratoire, le dosage de carbone organique du sol est généralement la méthode la plus fiable et la plus simple pour estimer la teneur en matière organique du sol. Cependant, il faut convertir les valeurs de carbone organique du sol en matière organique en fonction du pourcentage supposé de carbone dans la matière organique. Ce pourcentage peut varier et la conversion peut aller de 1,72 à 2,0 selon la source de la matière organique du sol. Dans la pratique, la valeur de 1,72 est utilisée (Nelson et Sommers 1996 ; Baldock et Skjemstad 1999).

De nombreux travaux sont disponibles pour les méthodes de détermination du carbone du sol. De manière générale, les méthodes de dosage de carbone organique se dévissent entre oxydation humide, combustion sèche et ajustement spectroscopique (Maria et al, 2013)

Les sols sableux couvrent des surfaces importantes sur le territoire algérien, notamment dans les régions arides et semi-arides. Ces sols sont considérés comme pauvres sur le plan chimique en raison de leur pauvreté naturelle en matière organique ainsi que de sa minéralisation rapide sous un climat sec et chaud. De plus, l'accumulation de sels solubles, de gypse et de carbonates peuvent affecter les réserves de ces sols en matière organique.

# Introduction générale

De nombreux travaux de recherche ont été menés dans les sols des régions arides. Cependant, plusieurs difficultés ont été toujours rencontrées lors du dosage du carbone organique.

L'objectif principal de notre travail est de comparer trois méthodes de détermination du carbone organique dans le sol (méthode d'Anne, Walkley-Black et la méthode spectrophotométrique) afin de trouver la méthode la plus adéquate pour l'estimation des valeurs de la matière organique dans un contexte aride.

Ce travail est divisé en trois parties :

- Une revue bibliographique qui porte sur la définition de la matière organique ainsi que les méthodes de dosage de carbone organique dans le sol.
- La deuxième partie est consacrée à la présentation de la région d'étude et des méthodes utilisées pour le dosage de carbone organique (méthode Anne, Walkley-Black et la méthode spectrophotométrique).
- La dernière partie est consacrée à la présentation des résultats ainsi qu'à leurs interprétations.

Enfin, une conclusion dans laquelle nous avons résumé les principaux résultats tirés de cette étude.

# **Synthèse bibliographique**

## Chapitre 1. Matière organique du sol

### 1. définition, processus et caractérisation

Le terme « matière organique » regroupe un ensemble hétérogène de substances et composés carbonés d'origine végétale et animale : des débris en cours de décomposition issus de la végétation (sarments, feuilles, racines, herbe) qui constituent la litière du sol, jusqu'à l'humus stable solidement fixé aux particules d'argile (Rosalie, 2010).

La matière organique du sol, dans son sens le plus large, englobe toutes les matières organiques présentes dans les sols, indépendamment de leur origine ou de leur état de décomposition. Elle comprend les matières organiques vivantes (plantes, biomasse microbienne et biomasse faunique), les matières organiques dissoutes, la matière organique particulaire, l'humus et la matière organique inerte ou fortement carbonisée (charbon de bois et matières organiques carbonisées). La définition fonctionnelle de la matière organique du sol exclut les matières organiques dont la taille est supérieure à 2 mm (Maignien, 1980 ; Mustin, 1987).

Les processus de décomposition de la matière organique dépendent de trois facteurs principaux : les organismes du sol, l'environnement physique et la qualité de la matière organique (Brussaard, 1994).

### 2. Accumulation et formation de la matière organique du sol

Aux premiers stades, la matière organique ou litière, en grande partie végétale, est composée de glucides complexes (celluloses, polysaccharides), de protéines végétales (riches en azote), de cires et de lipides cuticulaires et de lignine (peut être difficile à décomposer). La stabilité des composants de la matière organique initiale (de la moins stable à la plus stable) est : sucres simples < acides aminés < protéines < cellulose < hémicellulose < graisses, amidons et cires < lignine et tanins (Quideau, 2002). Ces composés subissent une décomposition en libérant le dioxyde de carbone.

Le processus de décomposition produit souvent de petites particules de matières organiques partiellement décomposées. Si les glucides et certaines protéines peuvent être rapidement décomposés, les lignines sont généralement considérées comme les plus résistantes. La lignine, combinée à d'autres composés organiques partiellement décomposés, forme des

# Synthèse bibliographique

matières organiques très complexes, appelées humus, une matière organique amorphe complexe (Murphy, 2014).

Le matériau d'origine de l'humus comprend les matières incomplètement décomposées de la litière organique ainsi que les produits de l'activité microbienne. Les produits dérivés de la dégradation de la lignine ainsi que ceux synthétisés par les micro-organismes subissent une polymérisation pour former les composés de l'humus (Murphy, 2014).

L'humus est souvent fortement associé aux particules de sol individuelles et peut recouvrir les particules individuelles ou exister dans les pores entre les particules, et former des complexes avec les argiles. L'humus peut développer des propriétés colloïdales et avoir ainsi une certaine activité physicochimique, étant capable d'absorber l'eau et d'avoir une capacité d'échange de cations. L'humus a généralement une composition approximative en ce qui concerne le rapport de C:N:P:S d'environ 100:10:1:1 (Rice 2002 ; Williams et Donald 1957), bien que cela puisse varier selon la source de la matière organique (Kirkby et al, 2011 ; Poirier, 2015).

### **3. Le cycle du carbone**

L'ajout continu des résidus végétaux à la surface du sol contribue à l'activité biologique et au recyclage du carbone dans le sol. La répartition des matières organiques du sol et la croissance des racines ainsi que leur pourriture contribuent également à ces processus. Le cycle de carbone est la transformation continue du carbone inorganique et des composés organiques par les plantes et les micro-et macro-organismes entre le sol, les plantes et l'atmosphère.

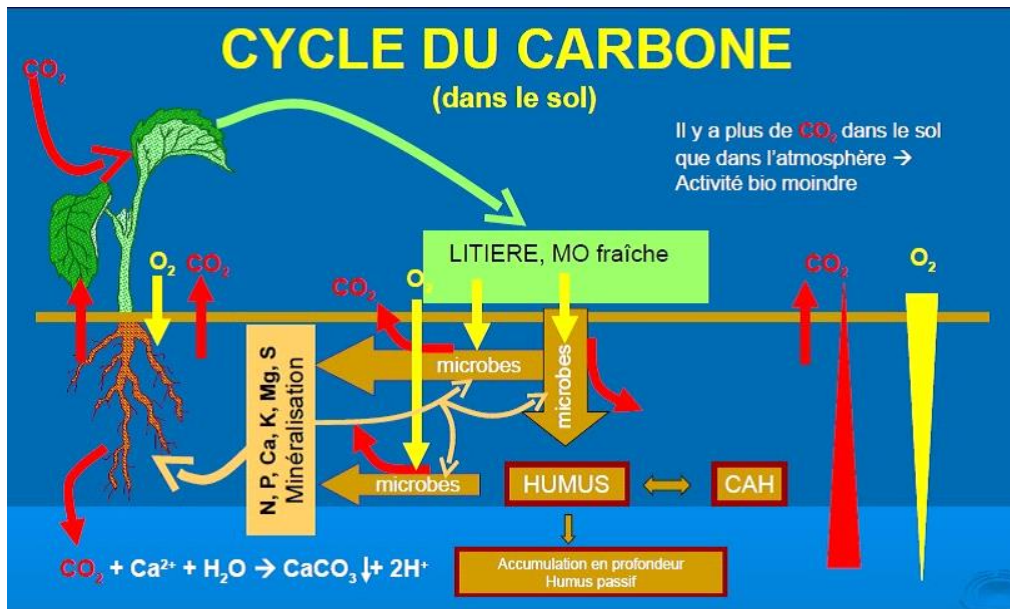


Figure 1 : Cycle du carbone dans le sol (Georges, 2011)

Au cours du processus de décomposition, différents produits sont libérés : du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), de l'énergie, de l'eau, des éléments nutritifs et des composés organiques du carbone resynthétisés. L'activité microbienne peut être évaluée en mesurant le CO<sub>2</sub> libéré par respiration. Cette mesure peut être reproduite en laboratoire par une mise en incubation du sol, le CO<sub>2</sub> libéré lors de la respiration est piégé dans une solution de soude avec un dosage de la soude en retour.

La décomposition de la matière organique dans le sol est en grande partie un processus biologique qui se produit naturellement. Sa vitesse est déterminée par trois facteurs principaux : les organismes du sol, l'environnement physique et la qualité de la matière organique (Brussaard, 1994). Une faible minéralisation traduit une situation où la MO s'intègre mal dans le sol. Peu d'énergie est transmise vers le sol ; il y a peu d'activité biologique, peu de libération de nutriments et un risque de migration des éléments.

#### 4. Importance des matières organiques du sol dans la fertilité

La fertilité du sol est sa capacité à favoriser durablement une production utile particulière. La teneur en matière organique de la plupart des terres agricoles est très étroitement fonction de leur productivité potentielle, de leur ameublissement et de leur fertilité. En effet, elle facilite l'agrégation du sol et lui confère une stabilité structurale qui aide à améliorer les rapports en air/eau et la croissance racinaire, de même, elle protège le sol contre l'érosion éolienne et hydrique. C'est une source d'éléments nutritifs pour les végétaux et, en combinaison avec des



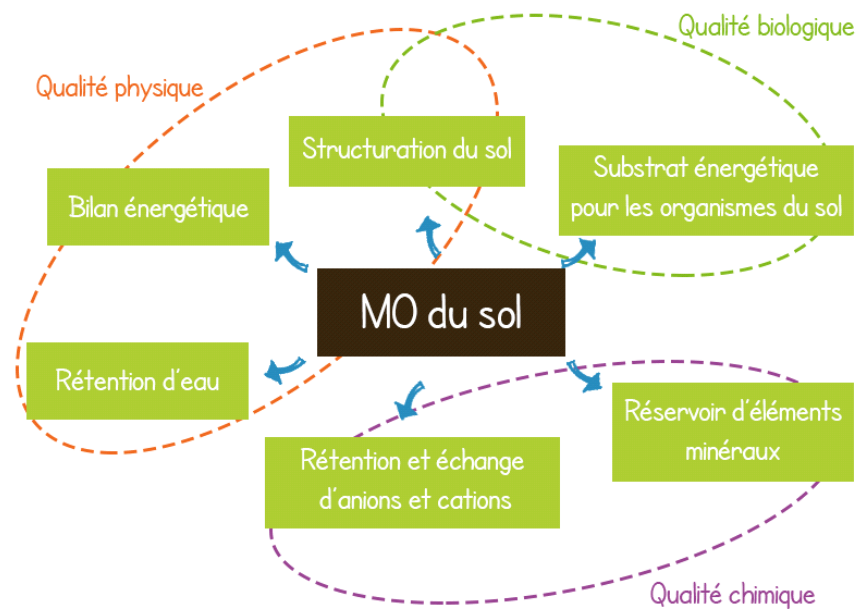
résidus de cultures, fournit à la microflore du sol du carbone qui stimule le recyclage des éléments nutritifs (Doumbia, 2007)

## **5. Les fonctions de la matière organique du sol dans les sols**

La matière organique du sol agit sur de nombreuses propriétés du sol. Elle confère au sol une couleur sombre qui facilite parfois le réchauffement dans les régions froides. Elle a aussi une capacité de rétention d'eau bien supérieure à celle de tout autre élément constitutif du sol. C'est ainsi qu'elle peut relever nettement la capacité de rétention d'eau des sols à textures grossière. Elle améliore puissamment l'apport de certains oligo-éléments aux plantes en formant des composés chimiques et des complexes stables, et favorise la capacité d'échange cationique (Doumbia, 2007).

La Matière Organique du Sol (MOS) est essentiellement localisée dans l'horizon superficiel du sol et sa teneur décroît avec la profondeur. Elle constitue un réservoir de nutriments pour les plantes grâce à divers processus chimiques, physiques et biologiques (Pallo et al, 2009 ; Benamar, 2010).

La matière organique influence également la stabilité structurale du sol en agissant comme un liant entre les particules et en modifiant les propriétés hydriques. Certaines études montrent une relation directe et positive entre la teneur en carbone total et la stabilité structurale (Dutartre et al, 1993 ; Le Bissonnais et al, 2002). Les matières organiques assurent la cohésion des autres constituants du sol entre eux et contribuent à la stabilité structurale grâce au grand nombre de liaisons électrostatiques et surtout de liaisons faibles qu'elles peuvent assurer, combinées au caractère macromoléculaire et à la conformation flexible des molécules (Balesdent, 1996).



**Figure 2** : Rôle de la matière organique du sol dans la multifonctionnalité des sols (Marsden, 2014).

Les fonctions de la matière organique du sol peuvent être résumées comme suit (d'après Baldock et Skjemstad, 1999)

## Fonctions physiques

- Amélioration de la stabilité structurale des sols à des échelles de taille allant de l'échelle des microagrégats (< 250  $\mu$ m) aux grands agrégats (> 250  $\mu$ m).
- Influence les propriétés hydrologiques du sol, notamment la capacité de rétention d'eau, les propriétés d'infiltration et les conductivités hydrauliques des couches de profondeur.
- Amélioration de la friabilité et l'ameublissement du sol
- Amélioration de l'aération
- Modification des propriétés thermiques

## Fonctions chimiques

- Contribue à la capacité d'échange cationique du sol.
- Améliore la capacité du sol à tamponner les changements de pH.
- Forme des complexes de cations et d'anions qui peuvent réduire la disponibilité d'agents toxiques tels que l' $Al^{3+}$  dans la solution du sol.

# Synthèse bibliographique

- Maintient la disponibilité d'éléments nutritifs, tel que le phosphore, sous une forme potentiellement disponible.
- Favorise la liaison de la matière organique aux minéraux du sol.
- Interagit avec les herbicides et les pesticides.

## **Fonctions biologiques**

- Fournit une source d'énergie et de nourriture pour les micro-organismes qui sont essentiels aux processus biologiques du sol.
- Sert de grand réservoir d'éléments nutritifs (surtout l'azote, mais aussi le phosphore et le soufre, ainsi que les micronutriments) qui sont essentiels pour le cycle de vie de la plante.
- Peut contribuer à la lutte biologique contre les organismes pathogènes présents dans le sol.

## Chapitre 2. Les méthodes de dosage du carbone organique du sol

### I.1) Les techniques classiques

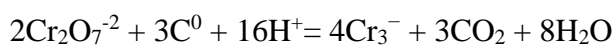
Les méthodes anciennes impliquent la collecte d'échantillons de sol représentatifs et la mesure de la concentration en carbone via des techniques de combustion sèche ou humide. Ce dernier procédé implique l'oxydation de la matière organique par un mélange acide et la mesure du CO<sub>2</sub> dégagé par des méthodes gravimétriques, titrimétries ou manométriques.

Au 19<sup>e</sup> siècle, Rogers (1848) a rapporté qu'une solution bichromate de potassium avec d'acide sulfurique pouvait oxyder des substances organiques. Après des tentatives infructueuses, Warrington et Peake (1880), Ames et Gaither (1914) ont réalisé la récupération la plus élevée des substances organiques par le mélange dichromate-sulfurique. Schollenberger (1927) a introduit la détermination titrimétrique de l'acide chromique non utilisé dans la réaction d'oxydation avec le sulfate d'ammonium ferreux en utilisant plusieurs indicateurs (diphénylamine, phénanthroline, ou acide Nphénylanthranillique (Chatterjee et al, 2009).

Walkley et Black (1934) et Tyurin (1935) ont développé une méthode complète de quantification du COS par oxydation humide sans nécessiter de chauffage externe. Cependant, Tinsley (1950) et Meibus (1960) ont proposé d'appliquer une chaleur externe pendant une période prolongée pour augmenter la récupération du Carbone organique de sol (Silfveberg, 1957).

#### I.1.1) Combustion humide

L'analyse de la teneur en COS par combustion humide a longtemps été considérée comme une procédure standard depuis que Schollenberger (1927) l'a introduite ; elle produit la plupart du temps des résultats en accord avec ceux de la technique de combustion sèche (Nelson et Sommers, 1996). La combustion humide consiste à oxyder la MOS en CO<sub>2</sub> avec une solution contenant du bichromate de potassium (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>), de l'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) et de l'acide phosphorique (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>), suivant la réaction



Cette réaction génère une température de 210°C qui est suffisante pour oxyder la matière carbonée. L'excès de Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>-2</sup> (non utilisé dans l'oxydation) est titré avec Fe (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, et le Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>-2</sup> réduit est supposé équivalent à la teneur en COS de

# Synthèse bibliographique

l'échantillon. Les calculs de la teneur en COS sont basés sur le fait que le C présent dans le sol a une valence moyenne de zéro (Chatterjee et al, 2009).

La méthode de combustion humide a subi un certain nombre de modifications liées au type et à la concentration des acides utilisés et à l'application ou non de chaleur externe.

Schollenberger (1927) a suggéré de chauffer le mélange sol- $\text{H}_2\text{SO}_4$ - $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  pour compléter l'oxydation de la MOS et ainsi augmenter la récupération. D'autres se sont vite rendu compte que la température et sa durée étaient critiques et devaient être standardisées pour assurer l'oxydation d'une proportion constante de MOS ; pour cela, une quantité constante de dichromate doit être décomposée thermiquement lors de la digestion.

Tyurin (1931) a incorporé un temps et une température de chauffage définis pour les mélanges sol-acide chromique dans un tube à essai. Cependant, Walkley et Black (1934) ont rapporté des résultats satisfaisants sans chauffage et ont suggéré d'utiliser un facteur de 1,32 (en supposant une récupération de 76 %) pour tenir compte de la digestion incomplète ; cependant, ce pourcentage est partout en fonction du type de sol, de la profondeur et de la minéralogie du sol.

Meibus (1960) a proposé de faire bouillir le mélange sol-dichromate-acide sulfurique pendant 30 min dans un erlenmeyer relié à un condenseur à reflux. Par la suite, de nombreux chercheurs ont tenté de modifier les procédures antérieures pour améliorer la récupération, comme proposé par Meibus (Nelson et Sommers, 1982).

Pour la combustion sèche, Soon et Abboud (1991) ont rapporté que les méthodes Walkley - Black, Tinsley modifié et Meibus modifié récupéraient respectivement 71, 95 et 98 % du C du sol. Ainsi, nous concluons que la chaleur externe peut améliorer le COS récupération, bien que la méthode WB soit beaucoup plus populaire que les méthodes modifiées avec chaleur externe. L'hypothèse d'une récupération de 76 % conduit souvent à surestimer ou sous-estimer la concentration de COS, selon le type de sol. Le pourcentage de récupération varie de 59 % à 88 %, et le facteur de correction correspondant de 1,69 à 1,14 (Ramamoorthi, 2018).

L'utilisation d'analyses colorimétriques plutôt que de titrages peut augmenter la précision de la méthode de combustion humide (Soon et Abboud, 1991). Il existe deux approches pour la détermination colorimétrique :

# Synthèse bibliographique

- déterminer la solution de dichromate n'ayant pas réagi qui change de couleur de l'orange au vert.
- mesurer l'absorbance du complexe de couleur (violet) produit à partir de la réaction de  $\text{Cr}^{3+}$  avec le s-diphénylcarbazine à 450 nm (Ramamoorthi, 2018).

L'ion  $\text{Cr}^{3+}$  a deux larges maxima dans le visible, l'un vers 450 nm et l'autre vers 600 nm. L'ion dichromate a également un maximum d'absorption près de 450 nm, mais pas près de 600 nm, et par conséquent, il est conseillé de déterminer l'absorbance à 600 nm.

Soon et Abboud (1991) ont mesuré l'absorbance d'une aliquote claire de surnageant de 10 ml de mélange sol-acide chromique à 600 nm par rapport à un ensemble de solutions de saccharose standard et ont obtenu une récupération de 100% par rapport à la combustion sèche comme méthode de référence. L'utilisation d'un titrage automatique ou de burettes numériques, associée au processus de digestion par voie humide, peut également améliorer la précision. Néanmoins, même si la méthode de digestion par voie humide présente des limites en raison du pourcentage de récupération variable, elle est toujours utilisée dans le monde entier pour mesurer la concentration de COS en raison de son faible coût et de ses exigences minimales.

## I.1.2) Combustion sèche

L'incinération du SOM et la décomposition thermique des minéraux carbonatés génèrent du  $\text{CO}_2$  qui est mesuré par (1) une combustion sèche suivie de la mesure des changements ou de la perte de masse au feu (PAF), et (2) de l'oxydation sèche du SOC. Les deux méthodes impliquent l'oxydation du SOC à haute température. La méthode PAF consiste à chauffer l'échantillon dans un four à moufle entre 200 et 500°C, tandis que l'oxydation sèche via un analyseur automatisé est réalisée entre 950 et 1150°C (Ramamoorthi, 2018 ; Chatterjee et al, 2009).

### A. Perte au feu (PAF)

Dans cette méthode, la MOS est évaluée en mesurant la perte de poids d'un échantillon de sol sec (séché au four à 105°C) après inflammation à haute température des composés carbonés dans un four à moufle. Trois hypothèses sous-tendent cette méthode : (a) la PAF est due uniquement à la combustion de MOS, et (b) la teneur en C de MOS est constante (Christensen et Malmros, 1982). La concentration de COS peut être calculée à partir de la relation PAF-

COS, où le COS est déterminé par un analyseur automatique ou par le facteur de multiplication de 0,58, en supposant que le SOM comprend 58 % du COS. Cependant, ce facteur de conversion (0,58) varie selon le type de sol, la profondeur d'échantillonnage et les types de composés organiques dans le COS. Le PAF ne représente généralement pas le MOS car le PAF peut décomposer les constituants inorganiques sans enflammer l'ensemble du pool de MOS. La température et la durée d'inflammation sont essentielles pour empêcher la perte de CO<sub>2</sub> des carbonates et de l'eau structurale des minéraux argileux et des matériaux amorphes (sols volcaniques), l'oxydation du Fe<sup>2+</sup> et la décomposition des sels hydratés (Chatterjee et al, 2009 ; Sato et al ,2014).

## **B .Analyseur de carbone automatisé**

L'utilisation de l'analyseur automatisé pour déterminer le C total a évolué pour devenir la méthode standard. Voici les principales étapes de détection du C dans un analyseur de CN automatisé :

- introduction automatique de l'échantillon dans une zone d'oxydation à haute température dans laquelle le C du sol est converti en CO<sub>2</sub>.
- transport du CO<sub>2</sub> par un gaz vecteur (généralement de l'hélium) et séparé des autres gaz (N<sub>2</sub>, NOX, H<sub>2</sub>O vapeur, SO<sub>2</sub>) soit par un système de chromatographie en phase gazeuse, soit par une série de pièges sélectifs pour les gaz individuels.
- la détection de la concentration de CO<sub>2</sub> principalement par des méthodes de conductivité thermique, de spectrométrie de masse ou d'analyse de gaz infrarouge (Smith et Tabatabai, 2004). La méthode de détection du CO<sub>2</sub> varie selon les fabricants et les modèles d'instruments (Ramamoorthi, 2018).

### **I.2) De nouvelles techniques plus rapides et moins onéreuses**

Les nouvelles méthodes de C du sol in situ promettent une grande précision sans autant de temps de traitement des échantillons et leur analyse ultérieure. Les méthodes in situ sont principalement basées sur la télédétection et les mesures spectroscopiques sur le terrain .Les méthodes spectroscopiques comprennent la réflectance infrarouge dans le proche infrarouge (NIR) et l'infrarouge moyen, la spectroscopie de claquage induite par laser (LIBS) et la diffusion inélastique des neutrons (INS) (Ramamoorthi, 2018).

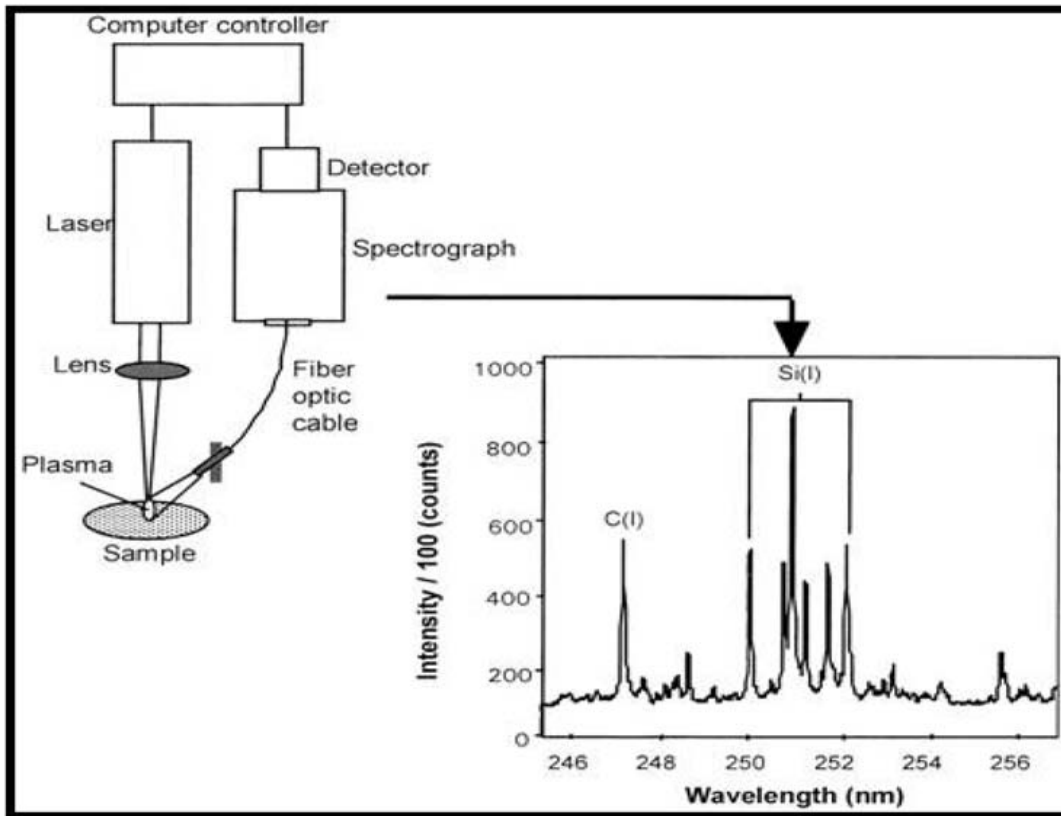
## **I.2.1) Spectroscopie de réflectance infrarouge**

La spectroscopie de réflectance infrarouge est une technique rapide pour mesurer le C du sol, elle est basée sur le rayonnement réfléchi de manière diffuse du sol éclairé (Carty et al, 2002). Dans le cadre de la spectroscopie à réflectance diffuse, la région proche infrarouge (RPI, 400–2500 nm) et la région infrarouge moyen (RIM, 2500–25000 nm) sont évaluées pour quantifier le C du sol (Moron et Cozzolino, 2002; McCarty et al, 2002 ; Russell, 2003). Le RPI utilise une détermination quantitative des composés organiques complexes, tandis que la spectroscopie RIM implique l'interprétation spectrale des structures chimiques. McCarty et al (2002) ont rapporté que les pools de C organique et inorganique peuvent être mesurés simultanément par l'analyse spectrale ; ils ont observé que des étalonnages utiles pour le C du sol peuvent être développés à l'aide de l'analyse RIM et, dans une moindre mesure, de l'analyse RPI. Le RPI est basé sur l'absorption des groupes CH, NH et OH présents dans les composés organiques. Ces absorptions sont des harmoniques et des bandes combinées de la bande d'absorption beaucoup plus forte observée dans les spectres RIM (Murray, 1993 ; Batten, 1998 ; Deaville et Flinn , 2000 ; Reeves, 2000).

## **I.2.2) Spectroscopie de répartition induite par laser (LIBS)**

LIBS (laser induced breakdown spectroscopy) est basée sur l'émission atomique ; la teneur en C du sol est déterminée en analysant la signature spectrale unique du C (à 247,8 ou 193 nm, ou les deux). La lumière émise est résolue spectralement à l'aide d'un détecteur à réseau de photodiodes intensifié par réseau. Des carottes de sol intactes ou des échantillons discrets et pressés sont utilisés pour l'analyse; les spectres sont collectés le long d'une carotte de sol ou de chaque échantillon discret. La variabilité spatiale du C dans les profils de sol s'explique par la capacité d'analyser et de faire la moyenne de plusieurs points (Sato et al, 2014).



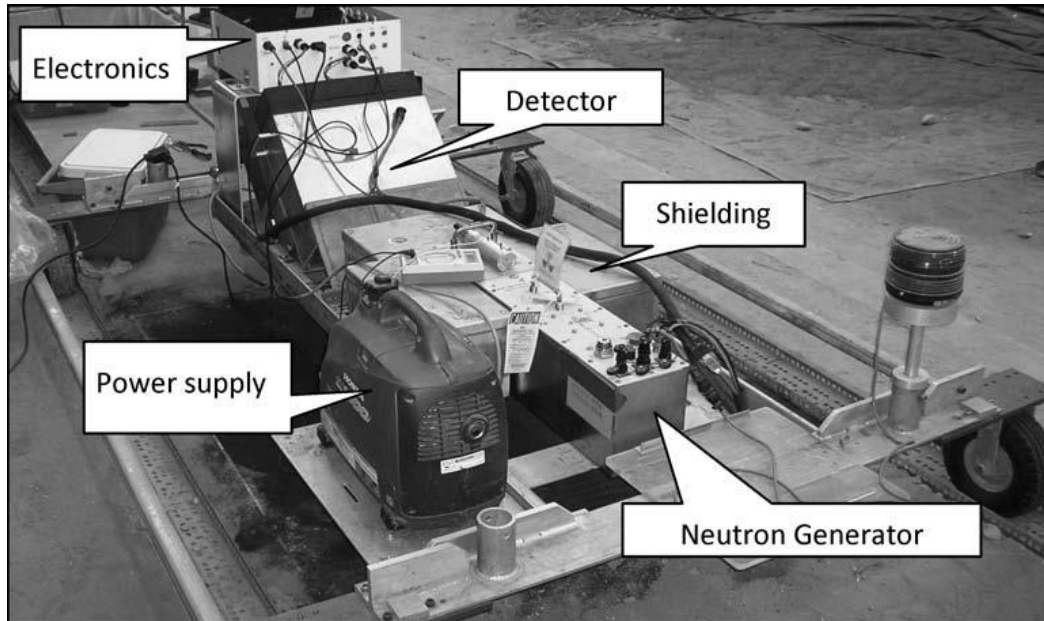


**Figure 3** : Présentation schématique du système LIBS, collecte de microplasma, détection et résolution spectrale d'un échantillon (adapté de Cremers et al, 2001).

### I.2.3) Diffusion inélastique des neutrons

Le nouveau système d'INS (Inelastic Neutron Scattering) pour l'analyse du C du sol est basé sur la spectroscopie des rayons gamma résultant de l'interaction des neutrons rapides avec les noyaux des éléments du sol. Un générateur de neutrons, qui est éteint lorsqu'il n'est pas en fonctionnement, génère des neutrons rapides qui pénètrent dans le sol et stimulent les rayons gamma qui sont ensuite détectés par un réseau de détecteurs NaI. Les aires des pics dans les spectres mesurés sont proportionnelles à la teneur en éléments du sol. Les éléments clés mesurés actuellement sont C, Si, O, N, H, Al et K. Étant donné que l'INS est basé sur des processus nucléaires très rapides, il est insensible à la configuration chimique de l'élément et peut être utilisé dans un mode balayage. La figure 4 montre les principaux composants de l'unité de terrain prototype INS alpha autonome montée sur un chariot. Après avoir placé le système INS en position, il plane à environ 30 cm au-dessus du sol ; l'acquisition de données est généralement définie pour un intervalle compris entre 30 et 60 min. L'INS analyse ensuite

les spectres acquis pour les intensités de crête spectrale (comptes) et, à l'aide d'une ligne d'étalonnage établie, rapporte les résultats instantanément (Wielopolski et al, 2008).



**Figure 4** : Différentes sections principales d'un prototype alpha de diffusion inélastique des neutrons (INS).

## I.2.4) Télédétection depuis 1960

La télédétection a été explorée comme méthode alternative non destructive pour la détermination du COS, au moins des sols de surface (Merry et Levine, 1995). La réflectance de diverses bandes spectrales a été corrélée avec les propriétés du sol, y compris la teneur en MOS (Chen et al, 2007). Des capteurs spectraux ont été développés et examinés pour mesurer la SOM (Pitts et al, 1983 ; Griffis , 1985 ; Smith et al, 1987 ; Shonk et al, 1991). Les capteurs fonctionnent généralement avec des longueurs d'onde comprises entre 0,3  $\mu\text{m}$  et 1 m et sont divisés en quatre groupes : (1) visible (0,4–0,7  $\mu\text{m}$ ), (2) infrarouge réfléchissant (0,7–3  $\mu\text{m}$ ), (3) infrarouge thermique (8 –14  $\mu\text{m}$ ), et (4) micro-ondes (1 mm–1m). Une longueur d'onde comprise entre 0,4  $\mu\text{m}$  et 2,5  $\mu\text{m}$  convient aux sols avec une teneur en MOS > 2 % (Baumgardner et al, 1970).

# **Matériel et méthodes**

## Matériel et méthodes

Notre travail ayant comme objectif de comparer les méthodes de dosage du carbone organique du sol afin de trouver la méthode la plus appropriée pour les sols des régions arides et semi-arides, 23 échantillons de sol ont été collectés sur 8 profils dans la région de Biskra d'el hadjeb vers Ourelal

### 1. Présentation de la région d'étude

#### 1.1. Situation géographique

La ville de Biskra est distante de 480 km d'Alger. Elle est limitée au Nord par la wilaya deBatna, au Nord-Ouest par la wilaya de M'sila, au Nord-Est par la wilaya de Khenchla, au Sud par la wilaya d'El oued et au Sud-Ouest par la wilaya de Djelfa (Rouahna, 2007).La wilaya de Biskra est d'une superficie de 21671 km<sup>2</sup> (monographie de Biskra) et se situe au Nord-Est du Sahara septentrional, entre les latitudes 34° 39' et 35° 24'N et les longitudes 4° 99' et 6° 79'E (A.N.A.T, 2003) et à une altitude moyenne de 124 m .

La région de Biskra est une zone de transition de point de vue morphologique et bioclimatique entre deux domaines; atlasique au Nord et saharien au Sud. Par sa position géographique privilégiée, la wilaya de Biskra se caractérise par une vocation de type sylvo- agro-pastorale. L'agriculture se distingue par une importante superficie en palmiers dattiers (phoeniculture).



**Figure 05:** Localisation de la wilaya de Biskra (Google Earth, 2021)

## 1.2. Le relief

D'après l'agence nationale de l'aménagement de territoire (2018), le Nord de la région de Biskra se caractérise par un relief assez élevé, alors que, le sud est dominé par des plateaux et des plaines.

## 1.3. Le climat

Biskra a un climat désertique chaud. La pluviométrie est faible toute l'année, l'amplitude thermique est très importante entre l'hiver, assez doux et l'été très chaud.

### a) La température

Les valeurs moyennes mensuelles des températures enregistrées par la station météorologique de Biskra pour la période 2021 sont regroupées dans le tableau 01

## Matériel et méthodes

**Tableau 01** : Températures moyennes mensuelles (°C) de la région de Biskra (l'année 2021)

MOIS	Jan	Fév	Mar	Avril	Mai	Jui	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
T (°C)	12	13	17	21	26	30	34	33	29	23	17	13

Pendant la période l'année 2021, le mois le plus froid est janvier avec une température moyenne de 12°C. Tandis que, le mois le plus chaud est Juillet avec une température moyenne de 34°C.

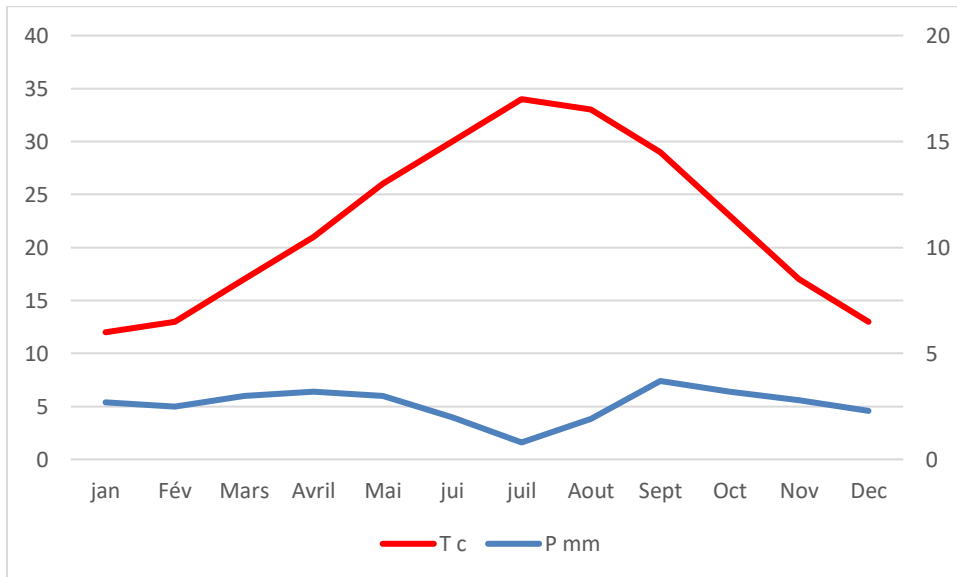
### b) Précipitations

Tableau 02 : Précipitations (mm) de la région de Biskra (2021).

MOIS	Jan	Fév	Mar	Avril	Mai	Jui	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
P (mm)	12	8	20	19	9	6	2	2	14	15	17	13

Le mois le plus pluvieux est mars avec 20 mm tandis que le moins arrosé est juillet avec 2 mm .

Le diagramme Ombrothermique de Gaussen établi sur la base des données climatiques de l'année 2021, montre que la saison sèche s'étend sur toute l'année



**Figure 06:**Diagramme Ombrothermique de Biskra pour l'année 2021

### c) Les vents

L'absence du couvert végétal naturel abondant est responsable à l'exposition de la région de Biskra à des vents forts.

**Tableau 03 :** Vitesse mensuelle moyenne des vents (km/h) dans la région de Biskra (2021)

MOIS	Jan	Fév	Mar	Avril	Mai	Jui	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Vitesse (km/h)	12	13,1	13,7	14,6	14,1	13	12	11,6	11,5	11,5	11,8	11,9

### d) Humidité

L'humidité relative est extrêmement liée à la température. Durant l'année 2021, la région de Biskra a enregistré un maximum d'humidité de 50% dans le mois de janvier

## 2. Prélèvement des échantillons de sol

La description de l'état de surface des 8 profils choisis est résumée dans le tableau 5.

Tableau 04 : La description de l'état de surface des 8 profils

Numéro de profil	Description de l'état de surface
1	Structure dégradée en pseudo sable, présence d'une croûte de gypse, présence de la végétation halophyte
2	Association d'olivier et de palmier dattier
3	Présence d'efflorescences salines, sol humide en surface
4	Accumulations éoliennes
5	Encroutement gypso-calcaire, aspect blanchâtre à la surface
6	Efflorescences salines
7	Accumulations éoliennes
8	Accumulations éoliennes + efflorescences salines

Les analyses de caractérisations ont été effectuées sur les échantillons après séchage à l'air libre, broyage et tamisage à 2 mm.

### Méthodes d'analyse

Les analyses de caractérisation qui ont été effectuées ainsi que les méthodes utilisées sont résumés dans le tableau 6.

Tableau 5 : les différentes méthodes utilisées pour les analyses de caractérisation des sols.

Type d'analyse	Méthode utilisée
pH	Mesure à l'aide du pH mètre dans l'extrait de solution (1 :2,5)
CE	Mesure à l'aide du conductivimètre dans l'extrait de solution (1 : 5)
Calcaire total	Calcimètre de Bernard



### 3. Dosage de la matière organique

Le dosage du carbone organique est effectué par trois méthodes : méthode Anne, méthode spectrophotométrique et méthode Walkley-Black. La teneur en matière organique du sol est calculée en appliquant l'équation suivante :

$$\%MO = \% \text{ de CO} \times 1.72 \text{ (Dabin, 1970)}$$

#### Méthode d'Anne

1 g de terre est placé dans un erlenmeyer, 10 ml de bichromate de potassium (8 %) avec 15 ml d'acide sulfurique concentré sont ajoutés, le mélange est porté à ébullition pendant 5 min sur une plaque chauffante après l'apparition de la première goutte de condensation, puis laissé refroidir. Après refroidissement, la suspension est transvasée dans une fiole de 200ml, ramené au trait de jauge. Un échantillon de 20 ml de la solution est prélevé et transféré dans un erlenmeyer de 250 ml, auquel sont ajoutés 150 ml d'eau distillée ainsi que 3 gouttes de diphénylamine et une pincée de Naf. Cette solution est titrée avec du sel de Mohr 0,2N jusqu'à ce que la solution vire de la couleur brun violacé à la couleur bleu verte (Graffin, 2020).

Un témoin est réalisé dans les mêmes conditions que l'échantillon, mais sans sol. La teneur en carbone organique est exprimée en % (g / 100g) de terre séchée.

On donne généralement un chiffre significatif après la virgule.

$$\% \text{ carbone organique} = (V_t - V_e) * 0,615/0.5$$

$V_t$  : volume de témoin ;  $V_e$  : volume de l'échantillon utilisé

#### Méthode spectrophotométrique

Une prise d'essai de 0,5 g est transférée dans un flacon de 250 ml ou 100 ml ou un tube de 75 ml. À l'aide d'une pipette, on ajoute d'abord 5 ml de la solution de bichromate, puis 7,5 ml d'acide sulfurique. Le tout est soigneusement homogénéisé et bouilli en moins de 3 minutes, en comptant le temps à partir de la première goutte de condensat tombant du condensateur, le chauffage est ajusté pour maintenir une ébullition franche et douce pendant exactement 5 minutes.

# Matériel et méthodes

Les tubes sont placés dans le bloc chauffant, préchauffés à  $135^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  pendant 30 minutes, puis retirés et refroidis à température ambiante à l'aide d'un bain-marie. 50 ml d'eau sont ajoutés lentement dans chaque tube, le contenu des tubes est refroidi rapidement au bain-marie et transféré quantitativement dans la fiole jaugée de 75 ml qui est remplie d'eau jusqu'au trait, le contenu est bien mélangé.

## Préparation des solutions étalons

Une gamme de solutions étalons a été préparée en dissolvant 1,25g de glucose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) dans un litre d'eau, dans une série de fioles jaugées de 100 ml, et mélangé jusqu'à dissolution complète ;

On prélève 6 ml de chacune des solutions de 1 à 6 (3, 5, 10, 15, 20, 25), on les introduit dans un tube de verre (ou éventuellement un ballon) de 250 ml ou 100 ml et on les évapore à sec à  $70^{\circ}\text{C}$ , on ajoute 5 ml de solution de bichromate et 7,5 ml d'acide sulfurique, le temps de contact est de 30min, on ajoute 25 ml d'eau, et on laisse en contact toute une nuit.

## Mesure

A l'aide d'un spectrophotomètre, l'absorbance des solutions est mesurée à 585 nm, dans l'ordre suivant : solutions standards, blanc et échantillons. Il est nécessaire de s'assurer de l'absence de contamination croisée entre les différents échantillons mesurés ;

La masse de carbone organique présente dans le blanc et dans les échantillons a été déterminée en traçant la courbe d'étalonnage.

## Méthode par Walkley-Black

- 1g de sol est placé dans une fiole conique de 250 ml, 10 ml de dichromate de potassium 1 N et 20ml d'acide sulfurique concentré sont ajoutés, le mélange est agité vigoureusement pendant 1 minute et laissé reposer pendant 30 min
- 200 ml d'eau et 3 ml d'acide orthophosphorique concentré ainsi que 2 ml de la solution indicatrice de diphénylamine sont ajoutés

## Matériel et méthodes

- La titration est faite par la solution de Mohr 0.2N. Lorsque la couleur commence à changer du brun vers ou le bleu-verdâtre, la titration est ralentie. Le virage est obtenu lorsque la couleur vire vers le vert.
- Un témoin est réalisé dans les mêmes conditions que l'échantillon, mais sans sol.

### CALCUL

Considérant que 1 ml de dichromate de potassium 1 N = 4 mg de carbone

$$\% C = \frac{\text{ml de dichromate potassium 1 N en excès} * 0,004 * 100}{\text{Poids du sol (g)}}$$



**Figure 07 :** Dosage de carbone organique (Méthode Walkley-Black)

## **Résultats et discussions**

# Résultats et discussions

## Résultats et discussions

### 1. Caractérisation des sols

Le tableau 4 regroupe les valeurs moyennes de quelques caractéristiques physico-chimiques des échantillons prélevés. D'après ce tableaux sols de la toposéquence choisie sont alcalins (pH moyen = 7,85) et calcaires (CaCO<sub>3</sub> moyen ≈ 9,5 % voir plus).

Les teneurs de la conductivité électrique de l'extrait dilué 1/5 sont fortes avec une moyenne de 6,28 ds/m. La fraction granulométrique sable est la plus dominante indiquant que les sols sont de texture sableuse. La prospection effectuéesur terrain au mois d'Avril 2021 nous a permis de remarquer la présence d'une certaine humidité dans le sol en raison de la présence d'une nappe souterraine peu profonde.

La végétation dominante est halophyte (présence de *Salsola Vermiculata* et d'*Atriplex Halimus*)

Tableau 6 : Caractéristiques physico-chimiques des échantillons de sol

Caractéristique	Moyenne
CaCO <sub>3</sub> (%)	9,4650
CE (ds/m)	6,2841
pH	7,8541
A (%)	7,3043
L (%)	18,1739
S (%)	55,1074

### 2. Matière organique

Les teneurs de la matière organique obtenus en utilisant la méthode Anne varient de 0,106 à 2,010% avec une moyenne de 0,903 %

La matière organique dosé par la méthode Walkley-Black varient de 0,268 à 0,764. % avec une valeur moyenne de 0,536%. Alors que la méthode spectrophotométrique a révélé des teneurs allant de 0,106% à 0,5 % avec une moyenne de 0,247 %

## Résultats et discussions

Les valeurs de matière organique obtenue via les trois méthodes de dosage sont faibles indiquant la pauvreté des sols de la région de Biskra et leur faible fertilité chimique.

### 3. Distribution de la matière organique dans le profil

#### Méthode Anne

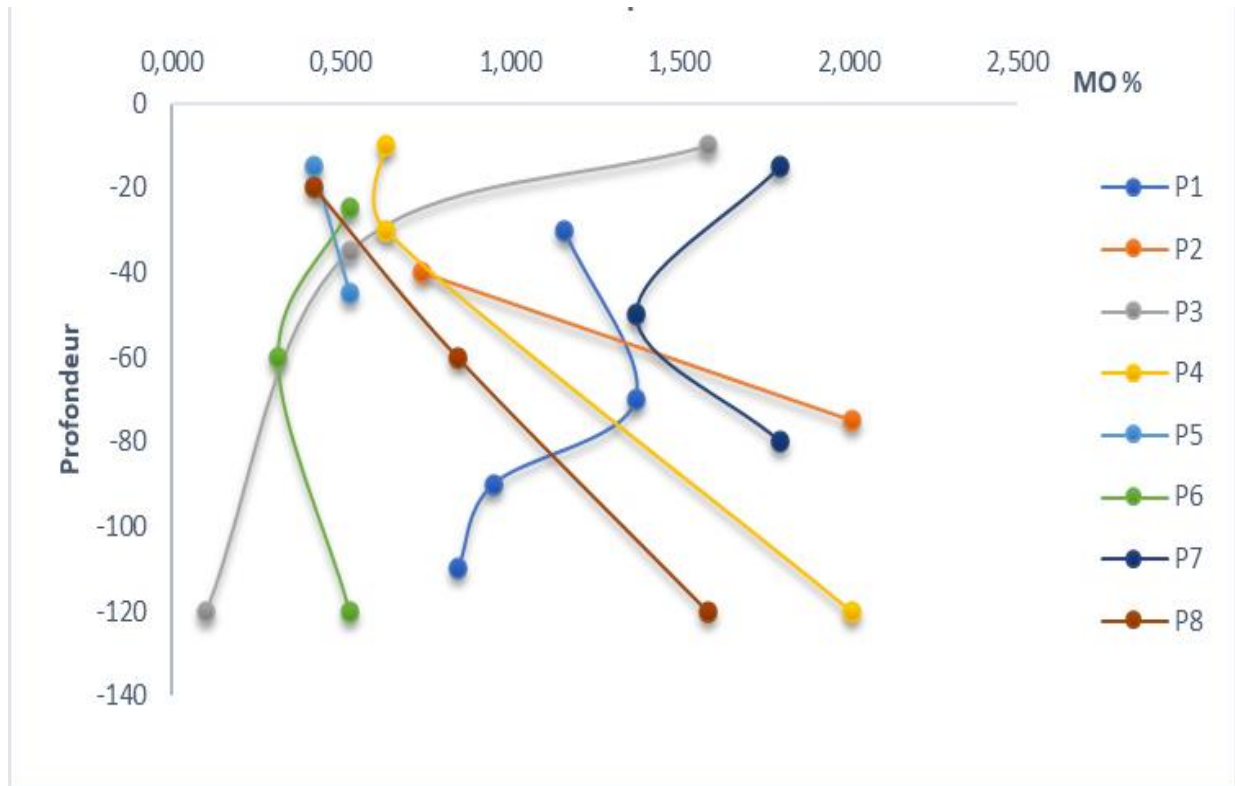


Figure 8 : profils de distribution de la matière organique dosée par la méthode Anne

Les teneurs de la matière organique obtenus à partir des teneurs en carbone organique dosé par la méthode Anne varient largement le long de la toposéquence choisie.

Les profils de distribution sont ascendants au niveau des profils 1 et 3, descendants au niveau des profils 2,4,5 et 8. Les teneurs sont presque constantes au niveau des profils 6 et 7. (figure 6)

## Résultats et discussions

### Méthode Walkley et Black

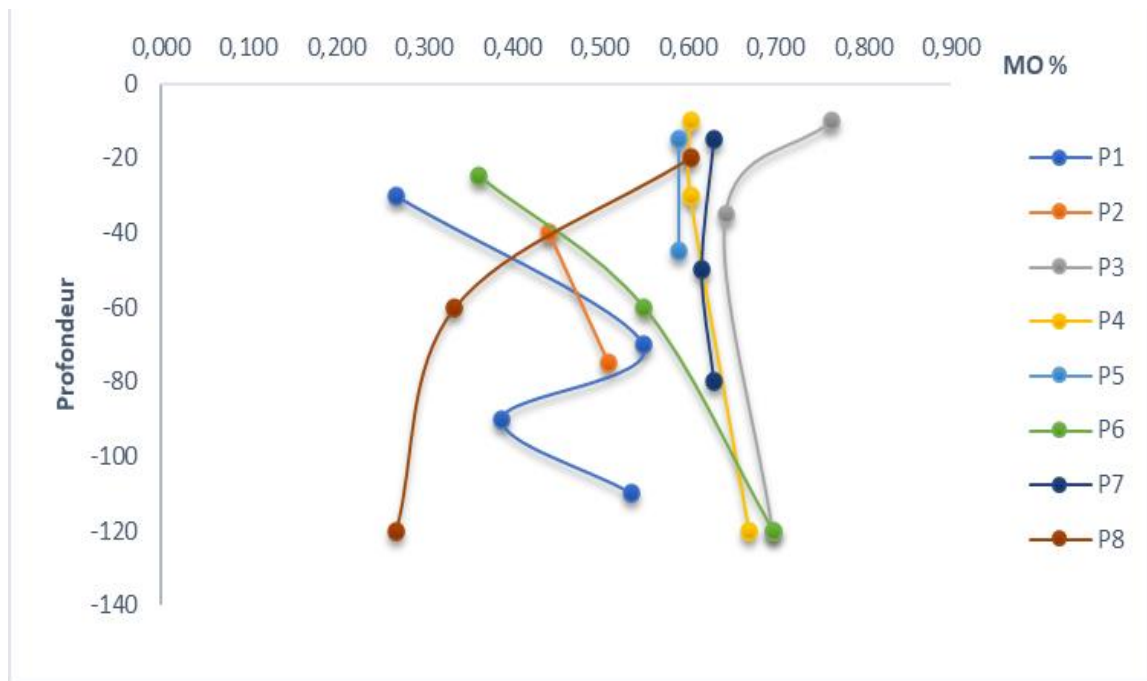


Figure 9 : profils de distribution de la matière organique dosée par la méthode Walkley-Black

Les profils de distribution représentés dans la figure 7 montrent que les valeurs de la matière organique obtenus à partir du dosage du carbone organique par la méthode Walkley & Black sont irrégulières au niveau des profils 1, 3, elles sont constantes au niveau des profils 4, 5 et 7, les profils de distribution sont descendants au niveau des points 2 et 6, et ascendants au niveau du profil 8.

## Résultats et discussions

### Méthodespectrophotométrique

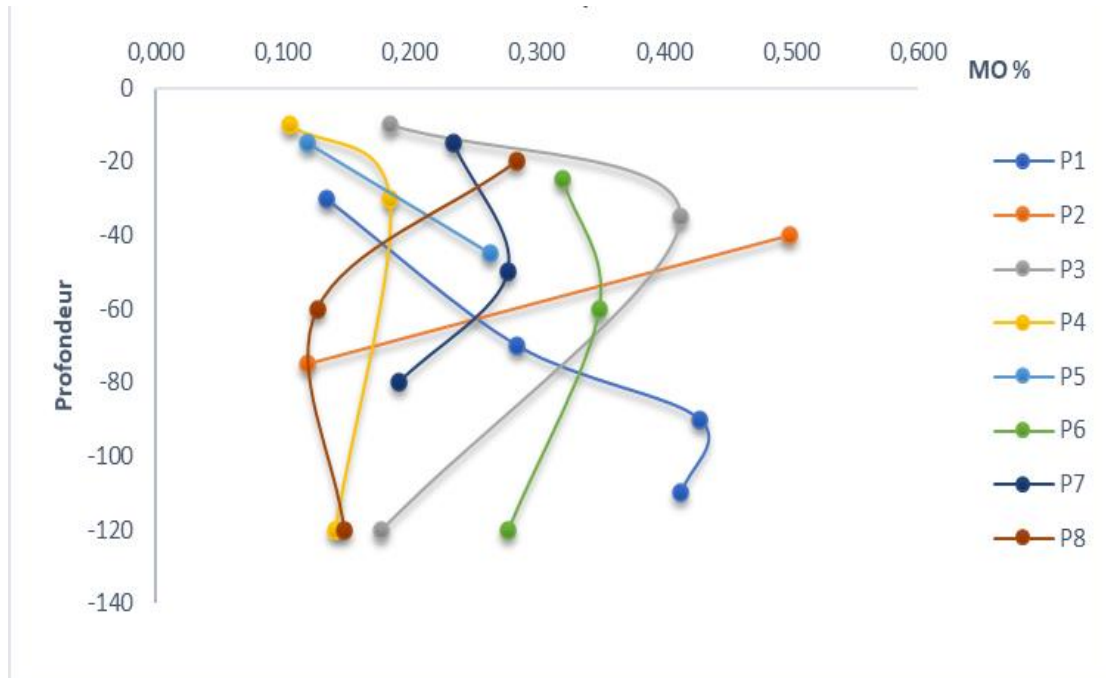


Figure10: profils de distribution de la matière organique dosée par la méthode spectrophotométrique

Les résultats de la figure 8 révèlent que les profils de distribution de la matière organique obtenus par le dosage du carbone organique en utilisant la méthode spectrophotométrique sont descendants au niveau des profils 1 et 5, ascendants au niveau du profil 2. Les profils de distribution sont irréguliers au niveau des profils 3,4,6,7 et 8

Nous remarquons que les profils de distribution diffèrent pour les trois méthodes de dosage de carbone organique, ceci peut être dû aux faibles teneurs de la matière organique dans les sols des régions arides ainsi qu'à la richesse de ces sols en sels solubles.



# Résultats et discussions

## 4. Comparaison des trois méthodes

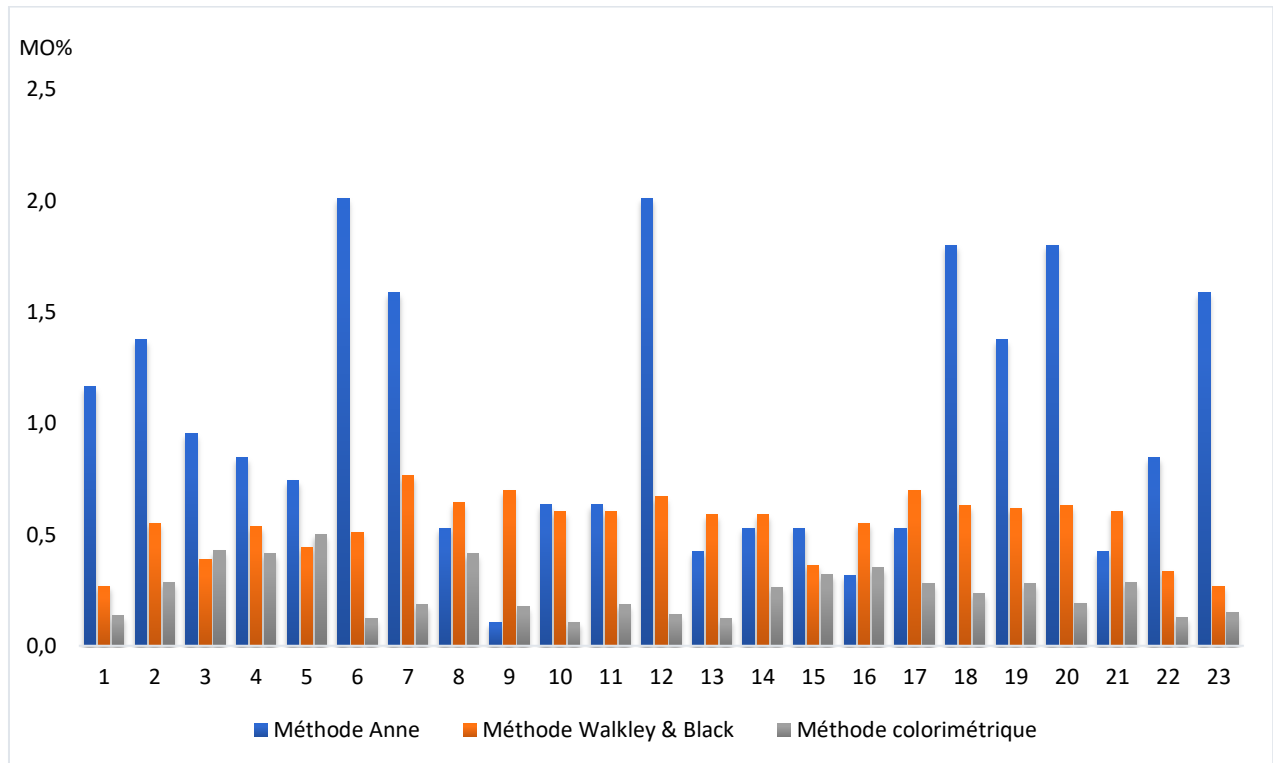


Figure 11 : Comparaison des teneurs de matière organique obtenues par les trois méthodes de dosage

Les histogrammes représentés par la figure 9 montrent clairement que les teneurs en matière organique obtenus à partir du dosage du carbone organique par la méthode Anne sont les plus élevées pour la plus part des échantillons. Tandis que les teneurs obtenus à partir du dosage de carbone organique par la méthode spectrophotométrique sont les plus faibles.

Les teneurs de matière organique obtenus par le dosage du carbone organique par les méthodes Walkley & Black et spectrophotométrique sont un peu proches.

Compte tenu du contexte climatique de la région d'étude (faibles précipitations qui ne dépassent pas 250 mm/an et forte demande climatique en eau) et de l'aspect de surface caractérisé par des accumulations de sable, de gypse, de carbonates et d'efflorescences salines ; nous pouvons dire que les valeurs obtenues par la méthode Anne sont surestimées et ne reflètent pas la réalité du terrain. En effet, plusieurs travaux de recherche (Escadafal, 2013) ont constaté la pauvreté naturelle des sols des régions arides en matière organique, ajoutant à cela la minéralisation rapide de la matière organique à cause des températures élevées.

## **Résultats et discussions**

L'absence de corrélations significatives entre les trois méthodes de dosage du carbone organique peut être due aux réactions qui peuvent se produire entre les réactifs utilisés et les ions provenant des sels solubles, en particulier avec le chauffage (méthodes Anne et spectrophotométrique), ainsi qu'aux interférences avec les ions chlorure et carbonate empêchant d'obtenir de la valeur exacte du carbone organique dans des conditions salines.

# **Conclusion**

## Conclusion

Cette étude a été menée dans l'objectif de comparer trois méthodes de dosage de carbone organique du sol d'une région aride.

Les méthodes utilisées sont : la méthode Anne, méthode chromatique et méthode Walkley-Black.

Les résultats ont montré que les teneurs de matière organique obtenues par les trois méthodes sont faibles et par conséquent les sols de la région de Biskra sont pauvres en matière organique. Les valeurs obtenues par la méthode Anne sont les plus élevées pour la plupart des échantillons. Alors que les teneurs issues de la quantification du carbone organique par la méthode spectrophotométrique étaient les plus faibles. Nous avons constaté une surestimation des teneurs en matière organique par la méthode Anne à cause de la quantification des teneurs en carbonates qui se trouvent en concentrations élevées dans les sols de Biskra

Plusieurs perspectives peuvent être envisagées pour la suite de cette étude. Dans un premier temps, la validation expérimentale doit être poursuivie en prenant en compte les paramètres hydrologiques et morphologiques. Cela oblige à élargir le champ de la recherche

Enfin, on peut dire que la méthode spectrophotométrique est la méthode appropriée pour le dosage de carbone organique dans les sols des régions arides.

## **Références bibliographiques**

## Références bibliographique

- Benamar E, 2010. Etude des processus d'adsorption et de désorption de produits phytosanitaires dans des sols calcaires, Université de Reims Champagne-Ardenne .p13.
- Caria G, 2011.Dosage du carbone organique par combustion sèche après décarbonatation automatisée des sols, Institut National de la Recherche Agronomique.8P.
- Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2003. Détermination de la matière organique par dosage du carbone organique dans les sols agricoles, MA.1010.WB1.8P.
- Chatterjee A; Lal R; Wielopolski L; Martin M; and Ebinger M ,2009.Evaluation of different soil carbon determination methods, critical reviews in plant sciences,N28,pp:164-178
- Dabin B, 1970. Analyse des matières organique dans les sols, n5490.17p.
- Bernoux M ; Chevallier T ,2013.Le carbone dans les sols des zones sèches. Des fonctions multiples indispensables, n10.44p.
- Global Soil Laboratory Network Glosolan, 2019.Soil organic carbone walkley-black method: Titration and colorimetric method, version n1.
- Graffin P ; Gwendal M ; Jeandet C, 1970. Comparaison de deux méthodes de dosage du carbone organique, appliquées à l'étude de la matière organique totale des sols ou de ses différentes fractions.10p. <https://hal.inrae.fr/hal-02730940>
- ISO 10694 ,1995 .Qualité du sol, Dosage du carbone organique et du carbone total après combustion sèche (analyse élémentaire).
- Khedim N, 2022. Dynamiques de la matière organique des sols de montagne : analyse de chronoséquences et declimatoséquences, France .263p. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-03635129>
- Lennart S, 1957.Chemical determination of soil organic matter a critical review of existing methods.Stockholm.51p.
- Maignien R, 1980. Manuel de description des sols sur terrain O.R.S.T.O.N Paris. 112p.
- Mustin M, 1987.Le composte, gestion de la matière organique, Ed. François Dubusc. Paris. 954p.
- Murphy B, 2014. Soil organic matter and soil function, review of the literature and underlying data. Department of the environment, canberra, Australia.155p.

## Références bibliographique

- Poirier V, 2006. Transformation de la matière organique dans le sol, nature et dynamique du priming effect.21p. <https://www.researchgate.net/publication/283570432>.
- Ramamoorthi V; Meena S, 2018. Quantification of soil organic carbon, comparison of wet oxidation and dry combustion methods, 8p.
- Rosalie E, 2010. Influence des plantes de couverture sur la minéralisation de l’azote sous-système bananier. 91p.
- Sato j; Cícero C, 2014.Methods of soil organic carbon determination in Brazilian savannah soils. Sci. Agric. v.71, n.4, Pp.302-308
- Iso F, 1998. Détermination du carbone organique par oxydation sulfochromique .5P.
- Doumbia N, 2007 .Diagnostice sur la fertilité des sols dans la zone cotonnière du mali études sur les matières organiques du sol.64p
- Agriculture et Territoires Chambre D’agriculture Languedoc-Roussillon. 2011. Guide des produits Organiques utilisables en Languedoc Roussillon, Tome 1, Chapitre 2 : Les matières organiques du sol. 12 p.