

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة 08 ماي 1945

Université 8 Mai 1945 Guelma

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et l'univers

Département : Ecologie et Génie de l'environnement

Spécialité : microbiologie appliquée



جامعة 8 ماي 1945 قالمة
UNIVERSITE 8 MAI 1945 - GUELMA

**Synthèse des études de la caractérisation physico-chimiques de la
pédofaune dans le Nord-Est algérien (Souk-Ahras, El-Kala et Seraidi)**

Réalisé par :

Larami Meryam

Rouagdia Kahina

Berredai Sara

Devant le Jury:

Présidente : M^{elle} Slimani. A.....M.A.A.....Université de Guelma

Promotrice : M^{me} Ibencherif .H.....M.C.B..... Université de Guelma

Examineur: M^r Nedjah. R.....M.C.A..... Université de Guelma

Promotion : 2019-2020

Dédicace

A ma mère pour son affection et sa tendresse

A mon père pour ses sacrifices

A toute ma famille, a tous mes amis

A ceux que j'aime et m'aime, je dédie ce travail



Remerciement

Avant de vous présenter notre modeste travail, je remercie dieu de m'avoir donné la force et la volonté nécessaires afin d'arriver ou j'en suis aujourd'hui.

Nous tenons a remercié madame Slimani Atika qui a bien voulu accepter de juger notre travail.

Nous tenons a remercié monsieur Nedjah Riad qui a bien voulu accepter d'examiner notre travail.

Nous tenons aussi a remercié notre encadreur Mme IBNCHEIFF.H de nous avoir suivis durant ce travail de recherche, nous mettant à disposition les outils nécessaire pour le bon acheminement du travail accompli, mais aussi pour sa disponibilité et son écoute permanente durant toute cette période.

Sans oublier de remercie Mr BENSLAMA.M d'avoir été disponible aussi de nous guidé dans notre recherche



Résumé

Compte tenu de la situation sanitaire qui prévaut depuis décembre 2019 et les dispositions prises par l'ensemble de pays touchés, notamment l'Algérie pour endiguer cette pandémie du Covid 19 avec la fermeture des établissements, (laboratoire) pendant 7 mois et prise en vigueur des mesures barrières, distanciation sociale, port du masque.

Nous avons utilisé certains résultats fragmentaires pour étoffer ce travail de certaines stations de travaux antérieurs de certains auteurs.

Ces travaux ont été réalisés dans des régions présentent une très grande similitude tant climatiques floristique que pédologique. Il s'agit du :

Site d'OuledBechih (Souk-Ahras), Site d'El 'Kala et enfin Seraidi

La caractérisation morpho-analytique des sols des trois régions montrent une légère hétérogénéité. L'analyse physico-chimique a montré que nous sommes en présence d'un sol forestier acide, riche en matière organique humide et non salin.

La répartition des différents groupes d'organismes vivant dans le sol peut être considérée comme le reflet de la répartition des conditions optimales de survie, chaque individus se trouvent, à un moment donné, placé au niveau où il trouve la possibilité de se nourrir, se reproduire, se mouvoir si besoin est, être à l'abri des prédateurs, etc.... dans la limite de ses exigences écophysiologie.

A partir des résultats obtenus, on peut conclure que la microfaune du sol exerce sur les sols une triple action mécanique, chimique et biologique. Ces trois actions participent à la fois à la formation du sol (pédogenèse) et à l'entretien de sa fertilité.

Mots clés : pédofaune, physico-chimique, El-Kala, Seraidi, Souk-Ahras

الملخص

بالنظر الى الوضع الصحي منذ ديسمبر 2019 و التدابير التي اتخذتها جميع البلدان المتضررة, و لاسيما الجزائر لاحتواء وباء كوفيد 19 مع اغلاق المؤسسات (المخابر) لمدة 7 اسهر و دخولها حيز تنفيذ تدابير الاحتواء و المواجهة و التباعد الاجتماعي و ارتداء القناع... الخ.

لقد استخدمنا بعض النتائج المجزأة لتوضيح هذا العمل من بعض محطات العمل السابق لبعض الباحثين.

تم تنفيذ هذا العمل في مناطق ذات تماثل كبير من حيث الظروف المناخية و النباتية و البيولوجية يتعلق

الامر بموقع اولاد بيج (سوق اهراس) موقع القالة و اخيرا موقع السريدي (عناية).

يظهر التوصيف التحليلي المورفولوجي للتربة في المناطق الثلاث عدم تجانس طفيف. اظهر التحليل الفيزيائي الكيميائي اننا في وجود تربة غابية حمضية غنية بالمواد العضوية الرطبة و ليست مالحة.

يمكن اعتبار توزيع المجموعات المختلفة من الكائنات الحية التي تحيا في التربة انعكاسا لتوزيع الظروف المثلى للبقاء على قيد الحياة حيث يتم وضع كل كائن فردي في لحظة معينة في المستوى الذي يجد فيه امكانية التغذية و التكاثر و التحرك اذا لزم الامر و البقاء في مأمن الحيوانات المفترسة... الخ.

من النتائج التي تم الحصول عليها يمكننا ان نستنتج ان الحيوانات الدقيقة في التربة تمارس تأثيرا ميكانيكيا و كيميائيا و بيولوجيا ثلاثيا على التربة. تساهم هذه الإجراءات في تكوين التربة (نمو التربة) و الحفاظ على خصوبتها .

الكلمات المفتاحية: حيوانات التربة , الفيزياء الكيميائية, القالة, السريدي, سوق اهراس.

Sommaire

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction

Chapitre 1 : Généralités sur le sol	1
1.1. Définition et description	1
1.2. Les constituants du sol	1
1.2.1. La phase solide	1
1.2.2. La phase liquide	2
1.2.3. La phase gazeuse	2
1.3. Les caractéristiques du sol	3
1.3.1. Caractéristiques physiques	3
1.3.2. Caractéristiques physicochimiques	5
1.4. La solution du sol	6
1.5. Dynamique du sol	6
1.6. Les fonctions naturelles du sol	6
1.7. Les sols forestiers	7
1.8. Définition et description de la matière organique	7
1.8.1. Evolution de la matière organique	8
1.8.2. Les voies de transformation de la matière organique	9
1.8.3. Influence de la matière organique sur les propriétés du sol	11
1.8.4. Mode d'action de la matière organique sur la pédogenèse	12
Chapitre 02 : La pédofaune	14
2.1. Définition de la pédofaune	14

2.2. La classification de la faune du sol	15
2.2.1. La microfaune	19
2.2.2. La mésofaune	20
2.2.3. Le macrofaune	21
2.3. Action de la faune sur le sol.....	21
Chapitre 03 : Synthèse de certains travaux antérieurs	24
3.1. Interprétation des résultats des analyses physico-chimiques	24
3.1.1. pH.....	25
3.1.2. La conductivité électrique.....	25
3.1.3. L'humidité hygrométrique	26
3.1.4. Carbone organique	27
3.1.5. La matière organique	28
3.2. Etude de la faune.....	28

Conclusion

Référence bibliographique

Liste des tableaux

Tableau 1:les principaux constituants du sol.	3
Tableau 2:Composition des couches du sol.	5
Tableau 3: classification de la pédofaune en fonction de la taille	15
Tableau 4: Principaux groupes composant la pédofaune et leur rôle au sein de l'écosystème sol.....	16
Tableau 5: Synthèse des fonctions essentielles jouées par les organismes vivants du sol	23
Tableau 6: représente les résultats des analyses physico-chimiques	24
Tableau 7: résultats d'inventaire de la faune dans les trois régions	28
Tableau 8: l'identification des différents groupes	29

Liste des figures

Figure 1: Schéma de l'évolution de la matière organique fraîche	10
Figure 2: Un protozoaire	19
Figure 3 : Un nématode	20
Figure 4: collembole	20
Figure 5: Distribution du pHeau, dans le sol des trois régions	25
Figure 6 : Variation de la conductivité électrique dans les trois régions	26
Figure 7: Variation de l'humidité dans les trois Régions	27
Figure 8: Variation du pourcentage de carbone dans les trois régions	27
Figure 9: Variation de la matière organique dans les trois régions.....	28
Figure 10: résultats d'inventaire de la faune dans les trois régions.....	29
Figure 11: l'identification des différents groupes	30

Liste des abréviations

PH : potentiel hydrogène

MO : matière organique

CEC : capacité d'échange cationique

Introduction :

La biodiversité est actuellement un enjeu majeur de la recherche en écologie, à la fois concernant son rôle dans les écosystèmes, son déterminisme et sa valorisation dans le domaine de la préservation de l'environnement (**Anonyme 1, 1995**) et (**Solbrig *et al.* 1994**).

Le sol représente un des réservoirs les plus importants de la biodiversité. En effet, la diversité biologique des sols correspond, dans plusieurs cas, à celle observée au-dessus de la surface du sol (**Heywood, 1995**). Donc le sol est l'habitat le plus diversifié sur Terre et contient un large assemblage d'espèces, ces espèces sont nommées la faune du sol (**Andrene, 1999**).

Le sol a de nombreuses fonctions, la principale depuis la naissance de l'humanité ayant été de nourrir des hommes, il s'agit d'une fonction axée vers la production agricole. En se sent, le sol est d'abord un support de cultures, devant fournir aux plantes de l'eau, de l'air et des éléments nutritifs, tout nécessaire a une bonne fertilité de sol La faune du sol et sa diversité sont largement reconnus pour leur participation aux processus physiques, chimiques et biologique impliqué dans le fonctionnement et l'évolution des sols naturels (**Barrios, 2007**) et (**Lavelle *et al.* 2006**).

D'après (**BACHELIER 1978**), le rôle de la faune du sol est important dans la genèse et la dynamique des sols, en favorisant l'activité biologique globale du sol, comme elle favorise indirectement sa structure. Mais le nombre de ces faunes de sol peuvent aussi avoir une action plus directe sur cette structure, soit, en amalgamant intimement les débris végétaux en décomposition à la partie minérale du sol, soit, comme les autres animaux, en facilitant au cours des chaînes alimentaires la pénétration en profondeur des matières organiques.

La porosité, la structure, le pouvoir de rétention d'eau et même la nature et la saturation du complexe absorbant d'un sol peuvent être complètement modifiés par la vie animale.

Un bon équilibre air-eau n'existe dans les sols que grâce à une activité biologique capable d'en maintenir efficacement leurs qualités physiques.

Notre travail est structuré en trois parties ; la première partie comprend trois chapitres ; le premier chapitre représente des généralités sur le sol, quelques généralités sur la matière organique, le deuxième chapitre expose des éléments sur la diversité de la pédofaune. Et enfin une synthèse bibliographique surdes travaux concernant la pédofaune.

Chapitre 1

Généralités sur le sol

1.1. Définition et description

Le sol est une formation de la surface, il constitue l'élément essentiel des biotopes propres aux écosystèmes continentaux. Leur ensemble dénommé Pédosphère, résulte de l'interaction de deux compartiments biosphériques : l'atmosphère et les couches superficielles de la lithosphère. (Manneville et al, 1999).

La formation des sols présente un processus complexe consistant la transformation des roches mères par l'effet conjugué des facteurs climatiques et des facteurs biotiques (flore et faune de sol). L'altération de ces derniers commence par un phénomène de désagrégation physique provoqué par l'action des facteurs climatiques, à laquelle s'ajoute ultérieurement la fracturation du substratum rocheux par les racines des végétaux.

Un processus de décomposition chimique lui fait suite, induit par lessivage qu'effectuent les eaux d'infiltration chargées de substances dissoutes conduites à l'élaboration d'un mélange intime de la matières minérales et organiques. C'est pour cela le sol est considéré comme un réacteur biogéochimique interactif et un constituant multiphasique.

Le sol est la couche supérieure de la croûte terrestre de structure meuble et d'épaisseur variable, plus ou moins colorée par l'humus. Résultant de la transformation lente et progressive de la roche mère sous-jacente. Sous l'influence de facteurs physique, chimique et biologique. (Manneville et al, 1999).

1.2. Les constituants du sol

Selon (Buttler, 1992), un volume de sol est constitué d'éléments solides, liquides et gazeux :

1.2.1. La phase solide

Elle comporte des éléments minéraux et organiques :

Les éléments minéraux résultent directement de la désagrégation mécanique et de la décomposition chimique des roches du substratum ou des matériaux apportés, alluvions, colluvions et dépôt éoliens, en distingue ainsi : les sables (2mm-50um), les limons (50um-20um) et les argiles (<2um).

Les proportions de ces dernières définissent la texture du sol et les façons dont sont assemblées ces particules élémentaires représentent la structure.

Les éléments organiques du sol sont constitués par des débris organique : débris animaux (détritiques, cire,...), débris végétaux (feuilles, rameaux, racines tronc d'arbres) qui constituent la plus grande masse.

1.2.2. La phase liquide

C'est le volume qui remplit partiellement ou totalement les espaces libres (pores) compris entre les particules solides du sol. Il est composé d'eau et de substances minérales ou organiques soluble dans l'eau. La présence de l'eau dans le sol est une importance fondamentale pour les raisons diverses à savoir : **(Roland, 1988)**.

- L'eau est la condition obligatoire pour l'existence l'édafaune pour le ravitaillement de la végétation.
- L'eau est l'élément essentiel pour la fertilité de sol, car leur présence rend possible des réactions chimiques entre divers constituants du sol, et la naissance des néoformations des molécules soit minérales ou organiques.
- L'eau constitue l'unique solvant dans le sol et elle est l'unique transporteur de substance divers. Seul le mouvement de l'eau cause la translocation des substances tant dissoutes qu'en suspension.

1.2.3. La phase gazeuse

Elle occupe les espaces libres laissés entre les particules solide du sol et qui ne sont pas remplies par la phase liquide, la phase gazeuse est composée de gazes de même que l'air : vapeur d'eau et de O₂, CO₂, N. Ces gazes provenant de l'altération des roches, de la décomposition des matières organiques et des apports par l'homme (**tableaux N°1**).

Ces constituants du sol s'organisent, au fur et à mesure qu'on passe à des niveaux d'organisation supérieure en agrégats. **(Roland, 1988)**.

Tableau 1:les principaux constituants du sol. (Roland, 1988)

	Constituants solides		Constituants liquide	Constituants gazeux
	Minéral	organique		
Origine	Dégradation physique et altération biochimique des roches.	Décomposition des êtres vivants.	Précipitation nappes ruissellement.	Air hors sol matière en décomposition respiration.
Critères de classement	Taille granulométrie. Qualité minéralogique.	Etat (vivant, mort) Qualité chimique (original, transformé)	Origine (météorique, phréatique) Etat physique (potentiel hydrique) Qualité chimique	Origine (air, organisme) Qualité chimique
Catégorie	Selon granulométrie -squelette supérieur à 2mm -terre fine <2mm Solon minéralogie -Quartz Minéraux silicatés -min, carbonatés.	-Organismes vivants -Organismes morts -Mo héritées : cellulose, lignine, résine -Mo humifère acide fulvique, humique et humine.	-Eau -Substance dissoutes glucides, alcools, acide organique et minéraux, cation et anion.	-Gaz de l'air : N ₂ , O ₂ , CO ₂ -Gaz issu de la respiration et de la décomposition des organismes : CO ₂ , H ₂ , NH ₃ , CH ₄

1.3. Les caractéristiques du sol

1.3.1. Caractéristiques physiques

1.3.1.1. La texture

C'est la composition granulométrique du sol c'est-à-dire la proportion de chaque un de ses constituants solide qui ont des tailles différentes. Elle dépend de la nature des fragments de la

roche mère on des minéraux provenant de sa décomposition qui renferme la fraction minérale.

L'analyse granulométrique permet de distinguer des éléments grossis : caillou (supérieure à 2mm), gravier (2 à 20mm), des éléments fins : sable (2mm à 20u), la limite inférieure des sables étant aussi 50u dans certaine classification de la granulométrie et limon (entre 20um ou 50um), argile (<2u). **(Benslama-Zanache, 1998).**

1.3.1.2. La structure

C'est le mode d'organisation de différentes particules du sol. Les particules isolées une fois assemblées apparaisse comme des particules plus grosses « grumeaux » il existe plusieurs types de structures : granuleuse, anguleuse, prismatique et lamellaire. **(Benslama-Zanache, 1998).**

1.3.1.3. La porosité

La porosité d'un horizon est une notion essentielle pour tout ce qui concerne la réserve en eau, la circulation des fluides (eau et air) et les possibilités d'enracinement. Malheureusement ses composants (volume, dimension, organisation des vides) ne sont pas véritablement accessibles à la description macromorphologique sur le terrain, la porosité ne peut être approchée et quantifiée sérieusement que par des techniques physiques appropriées (mesure au laboratoire) ou par des observations et mesures sur lames minces (micro - morphologie et analyse d'image) en évitant les artefacts liés au dessèchement des échantillons. **(Benslama-Zanache, 1998).**

1.3.1.4. L'atmosphère du sol

Quand les pores ne sont pas plein d'eau, l'aire du sol est confinée, les parties solides gênant les échanges avec l'air extérieur. La porosité du sol et sa distribution conditionnent donc en grande partie, les échanges gazeux entre le sol et l'atmosphère **(tableaux N°2).**

Malgré les difficultés de sa mesure on constate que la composition de l'air du sol n'est pas la même que celle de l'air ambiant. **(Benslama, 1993).**

Tableau 2:Composition des couches du sol. (Benslama, 1993).

Constituant	Air du sol %	Atmosphère extérieur
O₂	18 à 20,5 en sol bien aéré. 10 après une pluie.	21
N₂	78,5 à 80	78
Gaz carbonique	0,2 à 3,5 5 à 10 dans la zone autour des racines.	0,03

1.3.1.5. L'aération du sol

Est un phénomène plus complexe du fait de la nature de système poreux dont les cavités sont occupées en proportion fluctuants par de l'eau et de l'air. Tant qu'une aération suffisante assure une libre circulation de l'oxygène dans le sol, une asphyxie ni des micro-organismes ni des racines à craindre, l'activité respiratoire assurée moralement. (Duchaufour, 1977).

1.3.2. Caractéristiques physicochimiques

1.3.2.1 Le pH

Le pH notion importante mesure l'acidité du sol dans une échelle de 1 à 14, un milieu est neutre quand son pH est de 7. En dessous, il est acide, au-dessus, il est basique ou alcalin. Les sols calcaires sont en général basiques, alors que les sols sableux ou très riches en matières organiques sont plutôt acides. La plupart des plantes s'accommodent d'un pH autour de la neutralité (de 6° à 7,5) certains exigent cependant une terre acide (plantes acidophiles) ou au contraire calcaire. (Duchaufour, 1977).

1.3.2.2. Le complexe absorbant

On désigne par l'expression complexe absorbant, l'ensemble de colloïdes (au sens large du terme, compose humique et argileux), dotés de charges négatives susceptible de retenir les cations sous la forme dite échangeable, c'est-à-dire pouvant être remplacés par d'autres cations, dans certaines conditions précises. (**Duchaufour, 2001**).

1.4. La solution du sol

La réserve en eau du sol assure la quasi-totalité des besoins en eau de la plante : selon les espèces végétales, il faut de 250 à 800 litres d'eau pour un kilo de matière organique sèche. Par ailleurs l'eau dissout les éléments nutritifs pour constituer la solution du sol. L'alimentation des végétales s'effectue à partir de la solution du sol.

Elle assure la lixiviation des cations lors de la pédogénèse elle est le siège de nombreux processus de solubilisation, ou d'in-solubilisation par apport aux constituants solides qui traduisent souvent une évolution à long terme. (**Benslama-Zanache, 1998**)

1.5. Dynamique du sol

La raison de la fragilité des sols est leur dynamique. En effet, loin d'être stables et immuables, les sols changent rapidement et connaissent, comme les êtres vivants trois phases dans leur dynamique : une naissance, maturité et une mort. Du fait de cette dynamique, toute action entreprise sur un sol le modifiera soit en accélérant ou en bloquant une de ces étapes. (**Duchaufour, 1970**)

1.6. Les fonctions naturelles du sol

Le sol a de nombreuses fonctions, il est un milieu biologique dans lequel se développent les êtres vivants. Ce développement va dépendre de la quantité de carbone et d'azote, et de la capacité d'échange cationique, etc. Il est aussi un acteur déterminant du cycle de l'eau « stockage et régulation » et de la qualité de cette eau « source de pollution, capacité de rétention des polluants mais aussi biodégradation de ceux-ci ». Mais le sol joue un rôle prédominant dans le cycle biogéochimique (**Duchaufour, 1977**)

- Fonction de production : rendement de haute qualité adapté au site.
- Fonction de transformation : transformation efficace des éléments nutritifs en rendements.

- Fonction de décomposition : décomposition et transformer sans entraves les résidus végétaux et animaux pour refermer le cycle des éléments nutritifs.
- Fonction d'habitat : lieu de vie pour une flore et une faune active et diversifiées.
- Fonction d'autorégulation : ne pas de tout ou ne pas durablement se laisser sortir d'eau équilibre sain. Par exemple en « digérant » de manière affient les organismes pathogènes présent dans le sol ou exprimer ceux qui arrivent.
- Fonction de filtre, de tampon et stockage : Retenir et dégrader la pollution, stoker les éléments nutritifs et le CO₂ dans le sol. **(Duchaufour, 1977)**

1.7. Les sols forestiers

Sont occupés pendant des dizaines d'années par un peuplement permanent qui rend difficiles les interventions sur ce même sol. De plus, ce même peuplement gêne la circulation des engins, et donc les apports en engrais et en amendement. Aussi il est plus facile de choisir une espèce adaptée au sol à mettre en valeur que d'adapter le sol à l'essence.

Le sol doit :

- Permettre une alimentation en eau suffisante en tout temps.
- Permettre d'avoir toujours une partie des petites racines qui ne soient pas noyées dans l'eau pendant de longues périodes.
- Avoir suffisamment d'éléments nutritifs pour nourrir la plante.
- Ne pas contenir de substances toxiques.

Ceci implique un examen du sol avant toute plantation pour vérifier si l'alimentation en eau est satisfaisante, à l'aide d'une pelle ou une tarière, par contre l'analyse chimique des sols est complexe, il faut mieux utiliser un catalogue des stations forestières pour apprécier efficacement la richesse en éléments nutritifs d'un sol. **(Duchaufour, 1977)**

1.8. Définition et description de la matière organique

La matière organique est un composant essentiel du sol. En effet, elle stocke et libère des éléments nutritifs assimilables par les végétaux, facilite l'infiltration de l'eau dans le sol, retient le carbone, stabilise le sol, réduit l'érosion et régularise l'action des pesticides **(Duchaufour, 1989)**. Les teneurs optimales en matière organique pour la production végétale varient selon le type de sol.

La matière organique du sol englobe les résidus végétaux et animaux aux divers stades de décomposition, les cellules et les tissus des organismes du sol, ainsi que les substances produites par les microbes du sol. Une fois bien décomposée, la matière organique forme l'humus. La matière organique du sol est composée de chaînes et de noyaux carbonés auxquels se fixent d'autres atomes (**Pintonet *et al.*, 1997**).

Les sols organiques des tourbières et des marécages renferment les plus forts taux de matière organique, mais leur superficie est très limitée par rapport aux sols minéraux.

Le climat, la végétation, le matériau parental, la topographie, l'utilisation des terres et les pratiques agricoles sont tous des facteurs qui influent sur la teneur optimale de la matière organique du sol (**Monrozier, *et al.*, 1983**)

1.8.1. Evolution de la matière organique

Selon (**Bariuso *et al.* 1985**), la matière organique se subdivise en deux groupes, l'un biologique relié au monde vivant ainsi que ses restes et les produits de ses activités, l'autre renferme un groupe de molécules ne se trouvant pas dans le monde vivant et qui sont d'origine biochimique et physico-chimique assez complexe dans leur composition et leur structure, il s'agit des molécules humiques.

La matière organique peut avoir deux origines, une origine exogène (pluiolessivats, déjections du méso et le macrofaune ainsi que des animaux supérieurs, l'ensemble du matériel végétal, les cadavres d'animaux) et une origine endogène (biomasse microbienne, exsudations racinaires). Le retour au sol et son enrichissement se fait par proportion inégale selon les conditions du milieu (aléas climatiques, type du matériel apporté, rythme et agent intervenant dans les processus de décomposition pédogénétiques). C'est elle qui définit le type d'humus formé en surface (**Puget *et al.*, 2000**).

Les composés organiques sont regroupés dans des structures organisées ou amorphes qui peuvent être simples ou complexes, libres ou formant des associations avec d'autres constituants du sol (**Chevallier *et al.*, 2004**).

Ces composés organiques qui sont constitués de 5 types se composent de résidus frais non décomposés, de substances organiques, de la biomasse microbienne, de substances non humiques et de substances humiques qui se répartissent en acides fulviques, acides humiques, humine et en acide humatomélamique. Les substances humiques regroupent une multitude de groupements fonctionnels qui sont en interaction avec d'autres groupements de même nature ou de nature différente. Ils peuvent être fixés directement sur le nucleus ou bien portés par les

extrémités libres des chaînes liées à la molécule du polycondensat tels que les groupements COOH, OH, CH₃O, C = O, les groupements phénoliques, NH₂ et les fonctions azotées combinées (**Bayer et al., 2002**). Ces fractions qui diffèrent entre elles par la structure, la composition élémentaire, le poids moléculaire, le degré d'encombrement et la capacité à migrer contractent avec la fraction minérale du sol (argile ou éléments métalliques) des liaisons fortes pour former des complexes organo-minéraux (**Bronick. et al., 2005**) Quand elles sont regroupées, ces fractions organiques constituent l'humus du sol qui peut être à l'état libre ou floclé. L'humus peut être subdivisé en 3 groupes distincts (**Delcour,1983**) :

- Le groupe des humus peu actifs : Il est caractérisé par un pH bas et une faible transformation (humification) et incorporation à la fraction organique. On retrouve dans ce groupe, le mor, le dysmoder et le moder.
- Le groupe des humus actifs : Ce groupe caractérise les milieux biologiquement très actifs, le pH ne s'abaisse pas au-dessous de cinq. Cet humus qui se minéralisent rapidement est représenté par les mullseutrophe, mésotrophe, oligotrophe, carbonaté, et calcique.
- Le groupe où la décomposition de la matière organique est bloquée suite à une hydromorphie du milieu ; il comprend la tourbe et l'anmoor. En plus de l'hydromorphie, le pH et l'activité biologiques sont capables de se combiner et donner des sous types d'humus (**Duchaufour, 1995**).

1.8.2. Les voies de transformation de la matière organique

Dans le sol, la matière organique subit des transformations plus ou moins poussées selon les conditions édaphiques (**Figure n°1**). Les divers types d'humus et les proportions des substances humiques issues de la diversification du rythme de l'humification sont dus à plusieurs facteurs (**Duchaufour 2001**) comme le type du matériel existant à la surface du sol, les propriétés physico-chimiques de la roche- mère, les types de végétaux et leurs exigences, l'aération du sol, les facteurs anthropiques et la texture et humidité du sol.

L'action de tous ces facteurs convergent vers l'intensité de l'activité biologique qui est responsable, pour la plus grande part, de la formation de l'humus dans le sol (**Dabin, 1980 ; Duchaufour, 2001**).

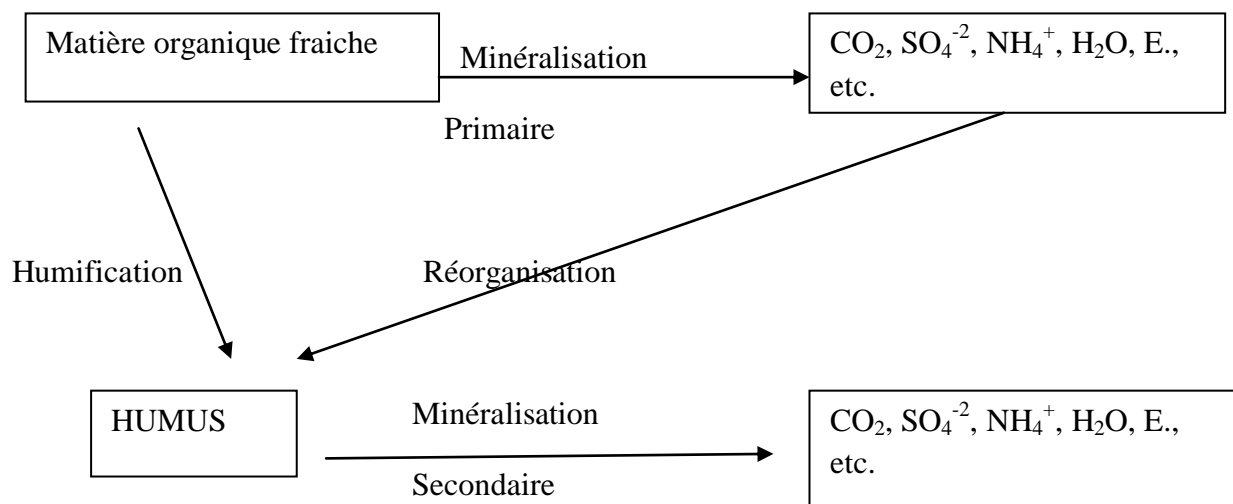


Figure n°1 : Schéma de l'évolution de la matière organique fraîche (Duchaufour, 1995)

La dynamique de la matière organique du sol revête en plus de la signification méthodologique un sens génétique particulièrement intéressant puisque le passage des acides fulviques vers les acides humiques est un accès à des classes de matière organique de plus en plus polycondensées, à poids moléculaire de plus en plus élevé, de moins en moins fonctionnalisées traduisant une maturation ou humification des matières organiques (Six *et al.*, 1999).

Les différentes transformations subies par la matière organique permettent sa répartition en plusieurs compartiments qui diffèrent les uns des autres par des propriétés physiques et chimiques. Mais ces différentes fractions peuvent passer d'un compartiment à un autre suivant un type d'évolution du sol et en fonction des conditions du milieu (enrichissement ou appauvrissement du sol, exigences des végétaux, facteurs climatiques) (Pillon, 1986).

La dynamique de la matière organique relève de son pouvoir à migrer qui, lui-même, conditionne pour une grande part sa répartition dans le sol. La répartition de la matière organique ou plus précisément de l'humus nécessite d'abord sa dispersion qui est contrôlée par une multitude de facteurs (Six *et al.*, 1999 ; Duchaufour, 1995 ; Benslama, 1993 ; Dabin, 1980 ; Turenne, 1975).

La matière organique peut se retrouver également dans le sol sans être décomposée. Ceci s'observe surtout dans les sols de cultures et en saison sèche particulièrement lors de

l'apparition des fentes de retrait dans lesquelles la paille ou autres résidus végétaux peuvent s'y introduire et restés bloqués après fermeture des fentes en saison humide.

La formation d'agrégats organo-minéraux stables indique une bonne incorporation de la matière organique à la matière minérale (**Duchaufour et Toutain, 1986**). Cette association entre la fraction minérale et la fraction organique est établie grâce à différents types de liaisons entre ces deux compartiments, liaisons qui diffèrent selon les conditions du milieu.

Cette association se fait par les liaisons hydrogène, les ponts établis par les cations échangeables et les hydroxydes qui se trouvent à la surface des argiles, les molécules électropositives (acides aminés), les forces de Van Der Waals et les silicates d'Aluminium. Selon Duchaufour (2001), la formation de complexes organo-minéraux résulte de l'action des organismes vivants sur la matière minérale et se trouve à la base de la pédogenèse.

Cela se traduit dans les différents types de sol où le degré d'incorporation et la stabilité des complexes sont liés à la nature et à l'origine des matières organiques et minérales (**Gobat, et al., 2003**). Ces complexes peuvent former des agrégats et micro agrégats de différentes tailles enveloppées ou pas par un revêtement argilo-humique.

Les matières organiques engagées dans ces agrégats peuvent être elles-mêmes humifiées ou non, d'origine bactérienne ou végétale ; la fraction minérale peut appartenir à différentes classes texturales.

D'autre type de complexe organo-minéraux peuvent se former à base de matières humiques et d'ions métalliques qui peuvent s'insolubiliser et se polymériser pour donner naissance à un horizon d'accumulation dit aliotique.

On peut également noter la formation de complexe organo-minéral représenté par des cocons argileux enrobant des colonies bactériennes ou des vestiges de leur parois ou de débris végétaux ayant pris naissance dans la phyllosphère et ramenés au sol par la pluie ou retrouvés également dans les fèces de la mésofaune (**Gobat, et al., 2003**).

1.8.3. Influence de la matière organique sur les propriétés du sol

La matière organique sous ses différents états confère au sol des propriétés particulières qui jouent généralement en faveur d'un équilibre entre le sol et la végétation. La matière organique est réputée d'être en général de couleur sombre, ce qui permet une absorption plus élevée de chaleur et de rayons solaires ce qui stimulerait l'activité biologique ainsi que les réactions physico-chimiques (**Bernoux, 2005**). La valeur élevée de la C.E.C des

ions humâtes reflètent qu'ils peuvent acquérir un grand nombre de cations ce qui assure une disponibilité en éléments nutritifs ainsi que leur minéralisation (**Bernoux, 2005**).

L'humus peut se trouver sous forme dispersée et maintenir les argiles minérales en conséquence dispersées d'où une bonne répartition de la matière organique à la surface du sol et une amélioration de la structure et de la porosité évitant ainsi le colmatage des pores par tassement des sols. Dans ce cas, l'humus protège l'argile de l'entraînement par lessivage. En revanche, l'argile stabilise l'humus et permet sa floculation en présence de faibles doses d'électrolytes. Cette floculation confère également au sol une meilleure architecture (en grumeaux, cas des rendzines) et une grande stabilité structurale (**Bernoux, 2005**).

Etant de caractère hydrophile, la matière organique assure une économie en eau et baisse les variations du taux d'humidité surtout dans les horizons de profondeur (Bachelier, 1978 ; Turenne, 1975.) Cette humidité devient parfois un facteur limitant de la croissance des végétaux, de l'activité biologique et des processus physico-chimiques (**Bernoux, 2005**).

1.8.4. Mode d'action de la matière organique sur la pédogenèse

Le niveau d'activité biologique règle le mode d'humification que ce soit au niveau des horizons superficiels ou profonds. Son influence est déterminante lors de l'humification et se poursuit au cours de la maturation. Lors de ces étapes, les constituants minéraux du sol exercent un rôle fondamental. Il s'agit essentiellement du rôle des argiles par l'intermédiaire du fer et de l'aluminium qui jouent le rôle de cations de liaison pour des agrégats argilo-humiques (**Zanache et Benslama, 2007**).

Quand les conditions sont favorables, la matière organique évolue rapidement. Le sol hérite d'une fraction organique faiblement humifiée mais directement incorporée au milieu minéral (**Souchier, 1971 et 1984 ; Duchaufour, 1995 et 2001**). Les composés solubles sont soumis à une biodégradation active dans l'horizon A et une plus faible proportion s'intègre à la fraction humique puis à l'humine par polymérisation et condensation rapide. Le bilan de ce mode d'humification indirecte s'exprime par une insolubilisation des précurseurs phénoliques et aboutit à la formation sur place d'un complexe argilo-humique stable, construit autour de la fraction argileuse fine. De ce fait, il n'y aura pas de migration profonde du complexe organo-métallique. (**Souchier, 1971 et 1984 ; Duchaufour, 1995 et 2001**)

Dans les conditions défavorables, l'humification est directe par une évolution lente de la matière organique. Ce processus n'intervient de façon importante que dans les milieux où l'activité biologique minéralisatrice est ralentie par un facteur contrariant (forte acidité, forte

teneur en calcaire actif, ...etc.)(**Duchaufour, 2001**).

Il est donc clair que les processus d'humification sont étroitement liés à la composition du milieu minéral. Les composés humiques, au fur et à mesure de leur formation, réagissent avec les silicates et les cations lourds donnant ainsi naissance à des complexes organo-minéraux qui confèrent au sol sa structure et ses propriétés.

L'étude de l'humification constitue une source d'information remarquable. A chaque formation végétale correspond un mode d'humification qui est en équilibre optimum avec l'ensemble des facteurs du milieu (bioclimat et roche mère). Plusieurs travaux ont montré que l'humus est l'élément intégrateur des divers facteurs écologiques d'une part et qu'il joue un rôle essentiel dans la genèse des sols d'autre part en soumettant les horizons minéraux soit à une altération biochimique soit à des mouvements de matière qu'il favorise (**Duchaufour, 1995, 2001**). Dans les milieux acides, la matière organique joue un rôle fondamental et moteur de la pédogenèse acide.

Cette dernière s'exprime par des critères biochimiques simples dont principalement la teneur absolue en acides fulviques dans l'horizon "B". Ce critère apparaît en concordance avec la redistribution de l'aluminium libre pour définir le degré de podzolisation. (**Souchier, 1971 et 1984 ; Duchaufour, 1995 et 2001**).

Chapitre 02

La pédofaune

2.1. Définition de la pédofaune

La pédofaune ou la faune du sol est l'ensemble de la faune réalisant tout ou une partie de son cycle de vie dans le sol. Le comportement de ces organismes répond aux contraintes imposées dans le sol, or l'intensité et la nature de ces contraintes sont intimement liées à leur taille, à l'accès à l'eau et aux nutriments. (**Benjamin, 2010**).

La faune du sol est extrêmement nombreuse. Bien que très variable d'une saison à l'autre ou d'un sol à l'autre, on peut estimer que son poids à l'hectare est en moyenne de 2.5 tonnes. Dans certains sols, soit naturellement riches en matières organiques, soit enrichis en fumier, compost ou résidus de récoltes, ce poids atteint 5 tonnes à l'hectare et même davantage(**Annonyme2**).

La faune du sol est très variée. La plupart de ses représentants sont des animaux microscopiques (quelques dixièmes de millimètres) : des protozoaires (amibes nues, amibes à thèque, flagellés, ciliés), des tardigrades, des rotifères, des nématodes, des acariens. D'autres sont des animaux qu'on attribuera à la microfaune (moins d'un centimètre) : divers insectes, surtout leurs écophases larvaires (collemboles, diptères, coléoptères, lépidoptères, etc.), des myriapodes, des isopodes, des vers enchytræidés, des pseudo-scorpions, etc. Enfin, un certain nombre d'espèces fera partie de la macrofaune (imago d'insectes, vers de terre lumbricidés, mollusques, arachnides, reptiles, micromammifères rongeurs et insectivores, etc.) (**Annonyme2**).

La faune du sol est en équilibre. Toutes les relations, plus aisément observables chez les grosses espèces terrestres ou aquatiques, existent au sein des biocénoses du sol : prédation, parasitisme, symbiose, etc. Chaque espèce occupe une niche qui lui est propre et joue donc un rôle particulier dans les échanges globaux d'énergie et de matière dans le sol.

Mais cet équilibre est fragile. Le plus souvent, ces animaux sont eurybiotes, c'est-à-dire qu'ils sont extrêmement sensibles à de faibles variations de pH, d'humidité, de température, d'aération ou de la teneur du sol en minéraux et en matières organiques. (**Annonyme2**).

2.2. La classification de la faune du sol

Une classification fonctionnelle peut être utilisée en liant les organismes à leur milieu et notamment aux ressources qu'il propose (alimentation et habitat) (Freysinel, 2007).

En effet, la pédofaune est classée en (Tableau N°3et N°4) :

Tableau 3: classification de la pédofaune en fonction de la taille (Freysinel, 2007)

« Classe »	Taille (mm)	Exemples	
Microfaune	< 0,2	Protozoaires, nématodes, rotifères, tardigrades	
Mésofaune	0,2 à 4	Enchytréides	
		Microarthropodes	Insectes aptérygotes (protoures, diploures, collemboles)
			Acariens, myriapodes (pauropodes, symphyles)
Macrofaune	4 à 100	Lumbricidés, mollusques	
		Macroarthropodes	Insectes ptérygotes, myriapodes (diplopodes, chilopodes)
			Crustacés isopodes
Mégafaune	>100	Vertébrés (rongeurs et insectivores terricoles)	

Tableau 4: Principaux groupes composant la pédofaune et leur rôle au sein de l'écosystème sol. (Freyssinel, 2007)

« Classe »	Exemples	Nombre /m ² dans sol brun tempéré (d'après plusieurs auteurs dont Bachelier, 1979)	Régime alimentaire	Productions	Classification fonctionnelle (d'après P. Lavelle et autres auteurs)
Microfaune	Protozoaires	De 100 à 1 000 millions	Des bactéries et des champignons		Microprédateurs
	Nématodes	De 1 à 20 millions	Beaucoup d'espèces sont phytoparasites ; certaines sont prédatrices d'autres Nématodes et d'Acariens ; les autres sont saprophages	Des pelotes fécales avec des fragments de 5 µm ³	microprédateurs ou transformateurs de litière
Mésafaune	Acariens	De 20 000 à 500 000	La plupart ingèrent des Bactéries, des pollens, des débris végétaux et animaux divers : ce sont des saprophages ; certains sont prédateurs	Des pelotes fécales avec des fragments de 20 µm ³	Transformateurs de litière
	Collemboles	De 20 000 à 500 000	La plupart sont saprophages ; quelques espèces sont prédatrices	Des pelotes fécales avec des fragments de 20 µm ³	Transformateurs de litière

	Enchytréides	De 10 000 à 50 000	Des débris végétaux en décomposition , les déjections des micro-Arthropodes	Des agrégats et des petites galeries	Fouisseurs et transformateurs de litière
Macrofaune	Lombrics	De 50 à 400	Des débris végétaux, qu'ils ingèrent avec de la terre	Des agrégats organo-minéraux, des galeries, des turricules	Ingénieurs de l'écosystème
	Larves de Diptères, de Coléoptères, de Lépidoptères..	Larves de Diptères : 400 larves de Coléoptères : 100	Les régimes varient selon les espèces : on trouve des saprophages, coprophages, nécrophages, prédatrices, phytophages	Les saprophages produisent des pelotes fécales, les phytophages , beaucoup de dégâts dans les cultures	Transformateurs de litière, consommateurs primaires ou prédateurs, selon les espèces
	Coléoptères adultes	Quelques-uns	La plupart sont saprophages ; certaines espèces sont parasites des fourmilières	Des pelotes fécales avec des fragments d'1 mm ³	Transformateurs de litière
	Fourmis, Termites	Très variable selon les lieux	Les fourmis sont saprophages et/ou prédatrices selon les espèces, elles ingèrent aussi du miellat sucré ; les termites sont	Des galeries ; les termites produisent des boulettes fécales organo-minérales	Ingénieurs de l'écosystème

			xylophages		
	Autres insectes	Quelques-uns	Ils se nourrissent d'une grande diversité de matières végétales et animales	Des pelotes fécales	Transformateurs de litière
	Myriapodes	250 (très variable)	Les Diplopodes sont saprophages, les Chilopodes sont tous prédateurs-chasseurs	Les saprophages produisent des pelotes fécales avec des fragments d'1 mm ³	Transformateurs de litière ou macroprédateurs
	Cloportes	100	Saprophages	Des pelotes fécales avec des fragments d'1 mm ³	Transformateurs de litière
	Araignées	Quelques-unes	Prédatrices d'autres Arthropodes		Macroprédateurs
	Limaces et Escargots	50	Ils se nourrissent de végétaux		Consommateurs primaires
Mégafaune	Taupe, marmotte, lapin, musaraigne, crapaud fouisseur, etc.		Les Mammifères Insectivores mangent des Insectes, les Rongeurs grignotent les plantes et les racines	De très gros trous qui peuvent être des habitats pour une faune ombreuse, des déjections et des cadavres sources de matière organique	Bioturbateurs (remuent le sol) et macroprédateurs

2.2.1. La microfaune

Comprend les individus qui sont généralement plus petits que 0,2mm (taille microscopique ou de forme très effilée), ce qui leur permet de pénétrer dans les capillaires du sol.

Les différentes espèces de la microfaune présentent le plus souvent des formes de résistance à la sécheresse (vie ralentie, déshydratation, enkystement). Les Protozoaires et les Nématodes constituent l'essentiel de la microfaune (**Bachelier, 1963**).

✓ Les protozoaires

Sont des organismes unicellulaires vivant en colonies (**Figure N° 2**). Ils appartiennent au règne des protistes dont le noyau est entouré d'une membrane (**Clarholm, 1985**), (**Benckiser 1997**) et (**Gobat et al., 2003**). Il existe trois grands groupes de protozoaire : les ciliés, les flagellés et les rhizopodes (**Coineau, 1974**).

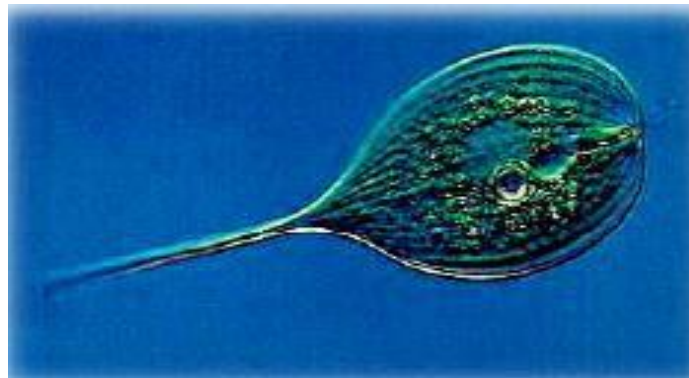


Figure 1: Un protozoaire (*DIPRINCE, 2003*)

✓ Les nématodes

Sont des vers parasites ou libres, non métamérisés, au corps d'ordinaire très allongé (**Figure N°3**). Ils sont présent dans les sols riches en matières organiques et assez humide (**Bachellier,1963**).



Figure 2 : Un nématode. (DIPRINCE, 2003)

2.2.2 La mésofaune

Dont les représentants ont une taille de 0,2 à 4mm. Les deux grands groupes de Microarthropodes qui sont les Collemboles et les Acariens forment l'essentiel de cette mésofaune, avec aussi les Enchytréides (petits vers oligochètes), les petits Myriapodes (tels les Symphytes) et les plus petits insectes ou leurs larves (**Bachellier, 1963**).

✓ Les collemboles

Sont répartis dans le sol et présentent des adaptations morphologiques à la profondeur (**Figure N° 4**). Ils se nourrissent des champignons et de la matière organique en décomposition. Ils jouent un rôle important dans la dégradation des litières par action mécanique en morcelant les aliments et par action chimique lors du passage de ces derniers dans l'intestin (**Pihan, 1986**).



Figure 3: collembole.

✓ **Les acariens**

Les acariens du sol sont des consommateurs très actifs de débris végétaux, dont certains sont des phytosaprophages et d'autres sont prédateurs et consomment des Nématodes, des Collembolés et des larves d'insectes (**Davet, 1996**) et (**Coineau, 1974**).

2.2.3. Le macrofaune

Ils sont des animaux qui mesurent entre 4 mm et 8 cm. Les lombrics (les vers de terre), qui font partie de cette catégorie, sont quasiment les seuls à vivre en profondeur. Tandis que la plupart des autres organismes de cette catégorie vivent dans la couche supérieure du sol, notamment la litière (composée de débris végétaux, et donc présente surtout en forêt).

Ils forment les larves d'insectes, les cloportes et les myriapodes (mille-pattes, scolopendres...), les limaces, les escargots, les araignées et opilions, et de divers insectes (fourmis, courtilière, diptère, coléoptère...) (**Bachelier, 1963**).

✓ **Les diptères**

Cet ordre d'insecte est caractérisé par la présence d'une seule paire d'ailes. Ils jouent le rôle de nettoyeurs. Ils maintiennent l'équilibre écologique et surtout ils exercent un rôle important dans la transformation de la MO et dans l'élimination des déchets indésirables

(**Fryssinele, 2007**).

✓ **Les coléoptères**

Les coléoptères est le plus grand l'ordre du règne animal. Ils jouent le rôle de décomposeurs de matières organiques (**Pihan, 1986**).

2.3. Action de la faune sur le sol

La microfaune du sol exerce sur les sols une triple action mécanique, chimique et biologique. Ces trois actions participent à la fois à la formation du sol (pédogenèse) et à l'entretien de sa fertilité. (**Tableaux 5**)

2.3.1. L'action mécanique

Les animaux dans le sol fragmentent les matières organiques. Les vers de terre les fragmentent grossièrement. Puis, dans l'ordre, les myriapodes, les collembolés, les acariens et enfin les nématodes procèdent à une fragmentation de plus en plus fine. Cette fragmentation a pour effet d'augmenter considérablement la surface d'attaque des matières organiques par les

bactéries et les champignons du sol.

Le passage de la matière organique dans le tube digestif de ces animaux a pour effet de la mélanger à diverses sécrétions intestinales, à des colloïdes humiques ou des gélées cytophagiennes. Il s'ensuit la formation d'agrégats stables dont les plus remarquables sont ceux que laissent les lombrics. (**Girard *et al.*, 2005**)

Tous ces animaux participent au transport actif de la matière organique dans les horizons du sol. En outre, en fouissant, ces animaux améliorent l'aération du sol ainsi que la circulation de l'eau. On estime que les vers de terre assurent à eux seuls plus de 50 % de la macroporosité dans le sol quand le travail mécanique (labour) n'en assurerait qu'à peine un quart.

3.2.2. L'action chimique

Les vers de terre ne se contentent pas de répartir les matières organiques dans le profil d'un sol. Parce que le calcium est indispensable à leur métabolisme, les vers de terre circulent aussi cet élément. On estime que ces animaux, en remontant cet élément vers les couches supérieures, s'opposent au lessivage et par voie de conséquence, à la décalcification des sols.

Les déjections des vers de terre sont très riches en potassium, en ammoniacque, en phosphore et en magnésium.

Ces éléments sont surtout mieux échangeables et mieux assimilables quand ils ont transité par leur tube digestif que lorsqu'ils sont adsorbés sur les colloïdes argilo-humiques. La faune du sol joue un rôle fondamental d'intermédiaire entre le sol et la plante. (**Girard *et al.*, 2005**)

3.2.3. L'action biologique

Tous les animaux dans le sol sont nécessairement microphytophages. La raison en est que les aliments que ces animaux consomment sont obligatoirement couverts de bactéries, de mycéliums ou de cyanobactéries.

Il est certain qu'un bon nombre de ces microorganismes sont détruits par les processus digestifs (bactéries saprophytes surtout).

Mais il est probable aussi que d'autres de ces organismes, non détruits, sont stimulés au cours de ce transit. C'est probablement le cas des organismes de la microflore humifiante puisque l'on constate que l'humus se forme plus rapidement à partir des déjections animales qu'à partir des débris végétaux n'ayant pas subi de transit intestinal. (**Girard *et al.*, 2005**)

Tableau 5: Synthèse des fonctions essentielles jouées par les organismes vivants du sol.
(Girard *et al.*, 2005)

Fonctions	Organismes impliqués
Décomposition de la matière organique	Invertébrés détritivores , champignons, bactéries, actinomycètes
Recyclage des nutriments	Principalement micro-organismes et racines, quelques invertébrés du sol et de la litière
Echanges gazeux et séquestration du carbone	Principalement micro-organismes et racines, carbone protégé dans les agrégats créés par la méso et macrofaune
Entretien de la structure du sol	Invertébrés fouisseurs , racines, mycorhizes, autres microorganismes
Régulation des processus hydrologiques du sol	Invertébrés fouisseurs , racines
Relations symbiotiques et asymbiotiques avec les plantes et leurs racines	Rhizobium, mycorhizes, actinomycètes, autres micro-organismes de la rhizosphère, fourmis
Détoxification du sol	Principalement micro-organismes
Suppression des nuisibles, des parasites et des maladies	Plantes, mycorhizes, autres champignons, bactéries, nématodes, collemboles, vers de terre, prédateurs
Sources d'aliment et de médicaments	Racines, insectes, vers de terre, vertébrés et leurs sous-produits

Chapitre 03

Synthèse de certains travaux antérieurs

Chapitre 03 : synthèse de certains travaux antérieurs

Compte tenu de la situation sanitaire qui prévaut depuis décembre 2019 et les dispositions prises par l'ensemble des pays touchés, notamment l'Algérie pour endiguer cette pandémie du Covid 19 avec la fermeture des établissements, (laboratoires) pendant 7 mois et prise en vigueur des mesures barrières, distanciation sociale, port du masque etc.

Nous avons utilisé certains résultats fragmentaires pour étoffer ce travail de certaines stations de travaux antérieurs de certains auteurs.

Ces travaux ont été réalisés dans des régions qui présentent une très grande similitude tant climatique floristique que pédologique. Il s'agit du ;

Site d'OuledBechih (Souk-Ahras), Docteur SAMAI Ibtissem (2015):

Site d'El-Kala (NERIERE Wafa, (2016) KAHOUL Moncef (2017) ; TOUNSI Raja et HANNACHI Hadjira (2015) et pour le site de Seraidi, les travaux de BOUTOUIL Manel (2017) ; ROUBEL Amina (2018).

3.1. Interprétation des résultats des analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques des sols ont permis de dresser le tableau suivant :

Tableau 6: représente les résultats des analyses physico-chimiques

Profondeur (cm)	pH _{eau}	CE (µs/cm)	H%	C%	MO%
OULED BECHIH	6.47	26	90.62	5.535	9.52
EL-KALA	6.45	29	94.38	3.075	5.28
SERAIDI	6.27	39	93.52	6.15	10.58

Interprétation des résultats

3.1.1. PH

Les résultats acquis lors de la mesure du pH_{eau} montrent que nous sommes en présence d'un sol acide quel que soit la région (pH inférieur à 6.50). (Fig. N°5)

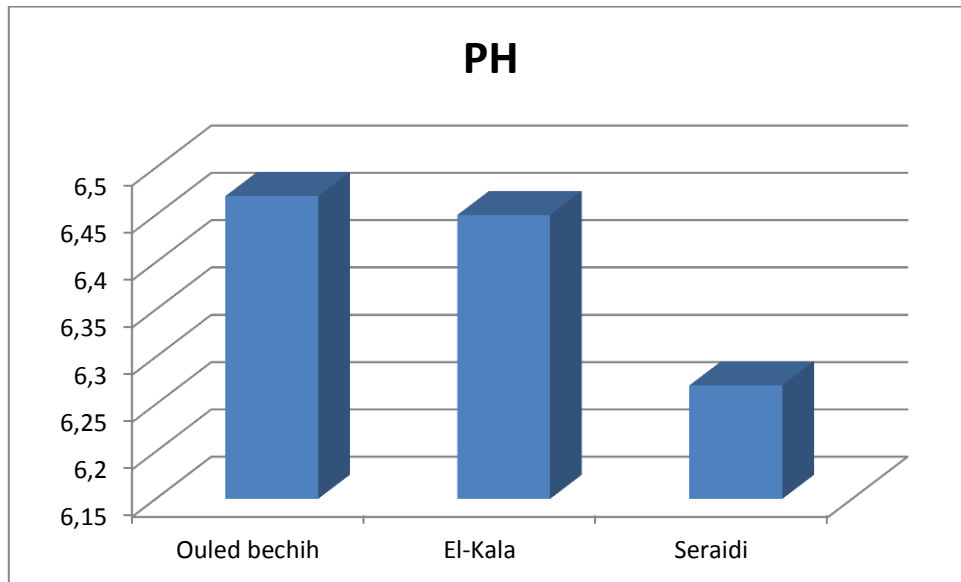


Figure 4: Distribution du pH_{eau} , dans le sol des trois régions (d'OuledBechih (Souk-Ahras), El-Kala et Seraidi)

3.1.2. La conductivité électrique

La mesure de la conductivité électrique (C.E) donne des valeurs Très faibles (Fig. N°6). D'une manière générale le sol reste non salin dans les trois régions

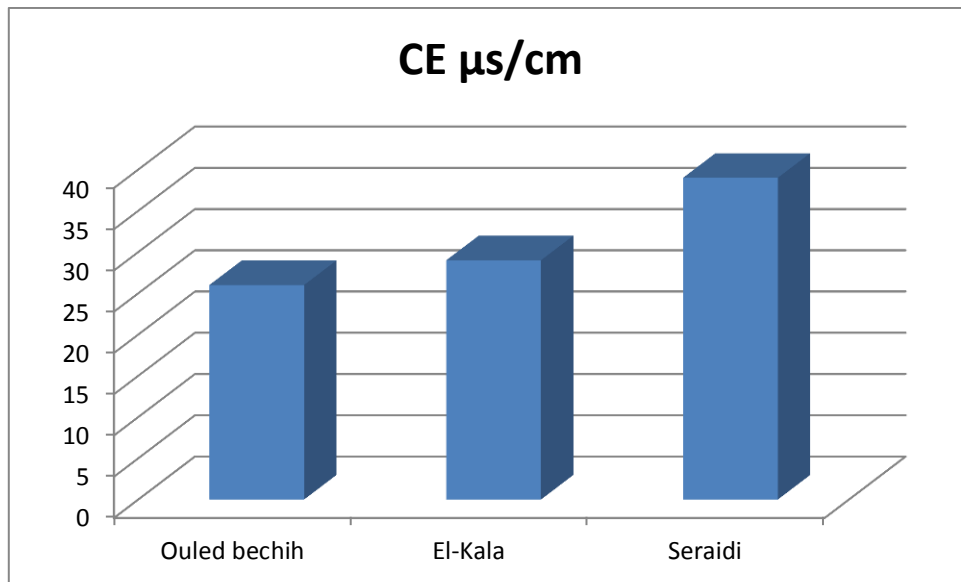


Figure 5 : Variation de la conductivité électrique dans les trois régions (d'OuledBechih (Souk-Ahras), El-Kala et Seraidi)

3.1.3. L'humidité hygrométrique

Les valeurs de l'humidité mesurées dans les trois régions montrent que les teneurs en eau sont très élevés et dépassent 90. % . **(Fig. N°7)**

Les résultats d'analyse de l'humidité montrent que les sols sont très humides

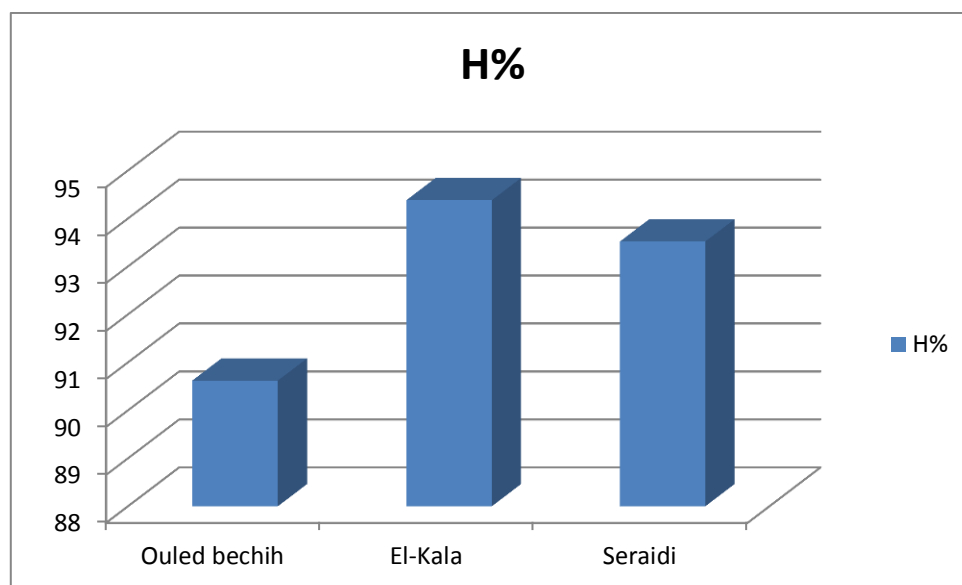


Figure 6: Variation de l'humidité dans les trois Régions (d'OuledBechih (Souk-Ahras), El-Kala et Seraidi)

3.1.4. Carbone organique

Les résultats obtenus montrent que les sols des trois régions sont très riches en carbone organique, car le taux du carbone passe de 3.075% à 6.15% d'une région à l'autre (Fig. N°8). Cette concentration de carbone est en relation étroite avec l'évolution de la litière sous l'action d'une population du sol riche et diversifiée .

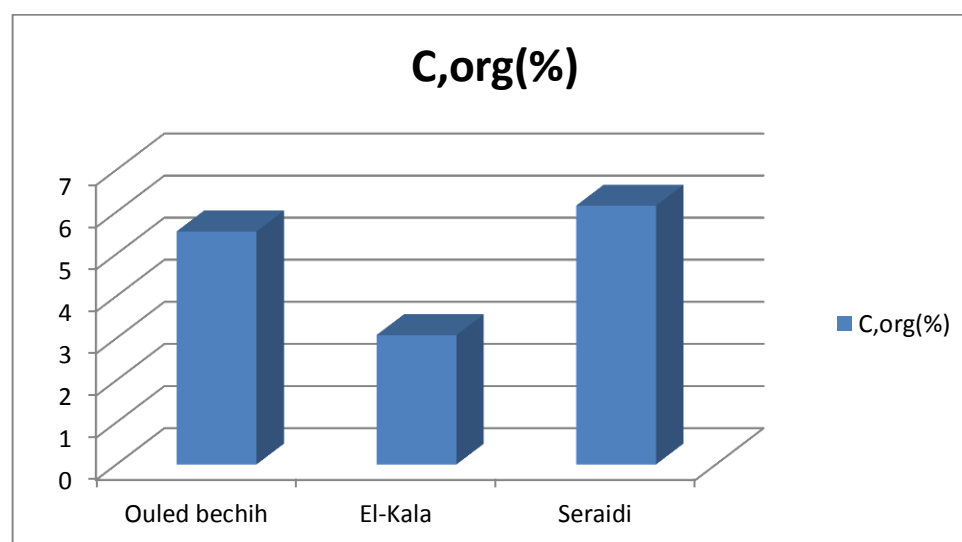


Figure 7: Variation du pourcentage de carbone dans les trois régions (d'OuledBechih (Souk-Ahras), El-Kala et Seraidi)

3.1.5. La matière organique

La matière organique est estimée à partir de l'évaluation du carbone organique. Les résultats obtenus sont hétérogènes et varient d'une station à l'autre ceci peut être lié à l'activité biologique et la vitesse de minéralisation de la matière organique (**Fig N° 9**)

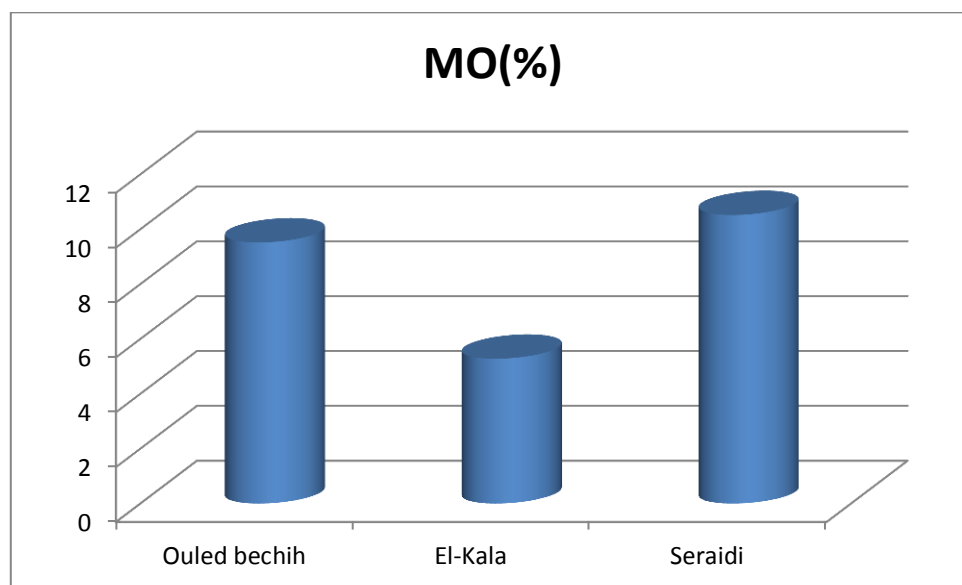


Figure 8: Variation de la matière organique dans les trois régions (d'OuledBechih (Souk-Ahras), El-Kala et Seraidi)

Conclusion

La caractérisation morpho-analytique des sols des trois régions montrent une légère hétérogénéité. L'analyse physico-chimique a montré que nous sommes en présence d'un sol forestier acide, riche en matière organique humide et non salin.

3.2. Etude de la faune

Tableau 7: résultats d'inventaire de la faune dans les trois régions

Groupe taxonomique	OULED BECHIH	EL-KALA	SERAIDI
Total	44	57	65

La lecture graphique de ce tableau (fig.N°10) permet de constater que les sols de Seraidi sont les plus riches suivis par ceux de la région d'el-kala et enfin les sols de la forêt de Ouled Bechih. Cette distribution semble être contrôlée par l'humidité qui règne dans les sols.

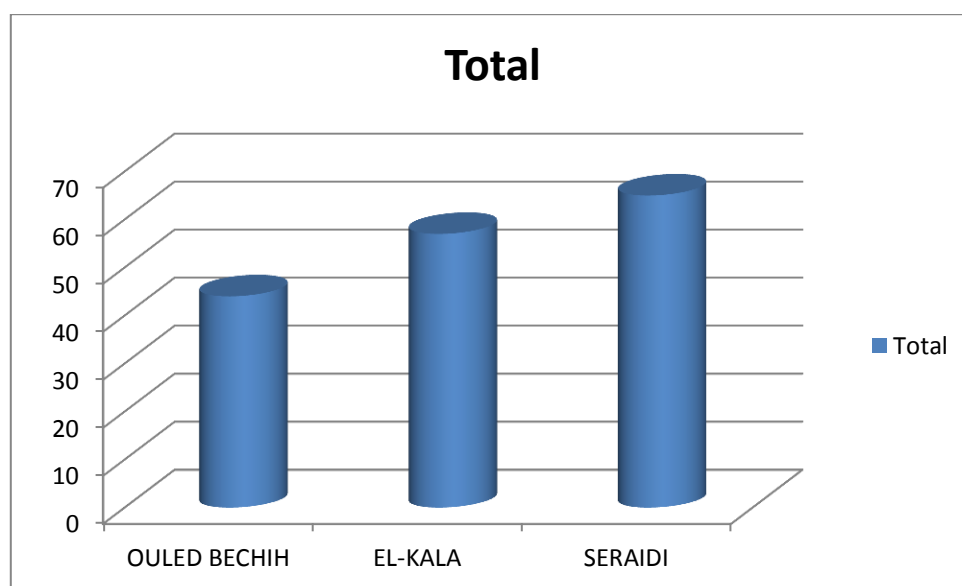


Figure 9: résultats d'inventaire de la faune dans les trois régions (d'OuledBechih (Souk-Ahras), El-Kala et Seraidi)

L'identification des différents groupes a permis de mettre en évidence la présence de huit (08) groupes fonctionnels ou Ordres (**tableau N° 8**)

L'ordre des Nématodes est numériquement le plus représenté, avec 16 individus. Les ordres de Lithobie et Gloméris sont les plus faiblement représentés. (**Figure N°11**).

Tableau 8: l'identification des différents groupes

Groupe taxonomique	OULED BECHIH	EL-KALA	SERAIDI
Nématode	16	18	16
Myriapode diplopode (lule)	4	5	7
Myriapodes (Géophile)	2	3	5
Myriapode (Lithobie)	1	2	3
Myriapode (Gloméris)	1	2	4
Larve de Coléoptère	3	5	4

Larve de Diptère	6	8	9
Vers blanc (larve dhannetonne)	4	5	7
Vers de terre (lombric)	7	9	10
Total	44	57	65

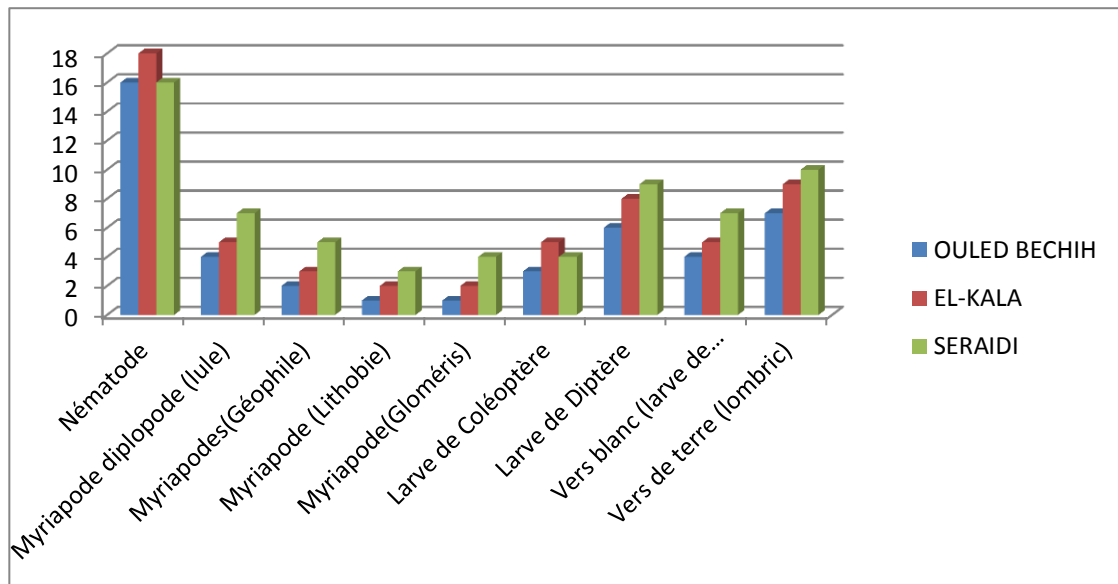
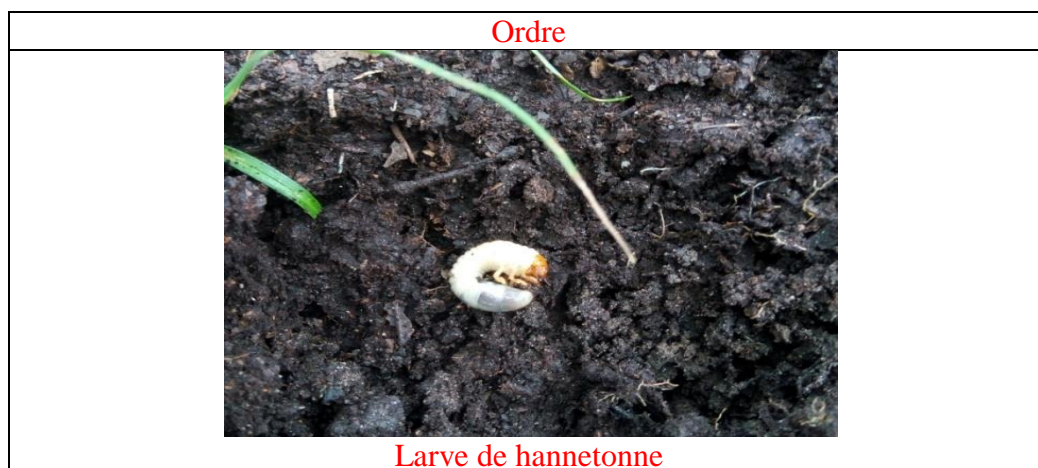


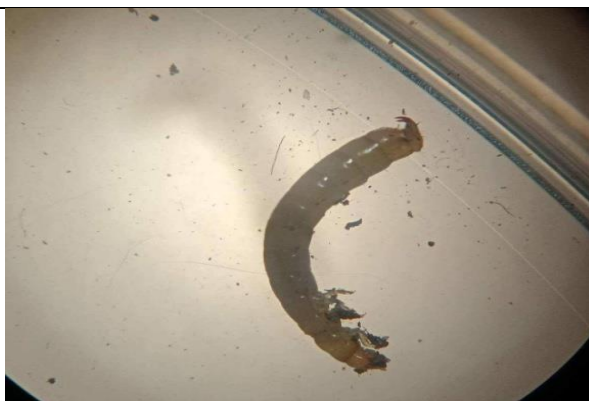
Figure 10: l'identification des différents groupes

ATLAS des taxons Présent dans les Trois Régions stations.





Géophile



Larve de Coléoptère



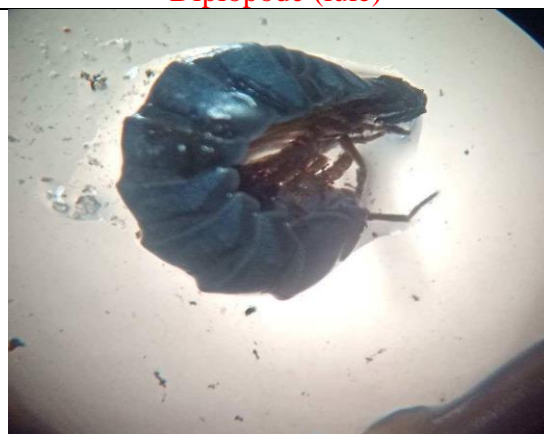
Larve de Diptère



Hémiptère



Diplopode (lule)



Gloméris



Lithobie



Nématodes

Conclusion :

La présente étude nous a permis de constater que dans le sol, vivent dans le film d'eau qui entoure les particules de sol un nombre incalculable d'individus qui jouent de multiples rôles. Ils interviennent dans les différents cycles biogéochimiques qui se déroulent dans le sol comme ils assurent une bonne organisation de la particule du sol à travers leurs mobilités assurant ainsi une bonne aération, une bonne circulation de l'eau et des nutriments et enfin favorisent le bon développement racinaire.

La répartition des différents groupes d'organismes vivant dans le sol peut être considérée comme le reflet de la répartition des conditions optimales de survie, chaque individu se trouvant, à un moment donné, placé au niveau où il trouve la possibilité de se nourrir, se reproduire, se mouvoir si besoin est, être à l'abri des prédateurs...etc. Dans la limite de ses exigences éco physiologiques.

Donc l'équilibre du sol dépend non seulement de la litière tombée des végétaux présents sur le terrain mais aussi des animaux qui l'habitent et qui transforment cette matière organique pour la recycler de manière naturelle.

Il devient alors évident que l'emploi de produits phytosanitaires comme les désherbants, et autres insecticides viennent modifier voire détruire ce bel équilibre. Pour le préserver, il sera donc important de mettre en place une lutte biologique dans son jardin afin de laisser toute sa place à la Nature !

Références bibliographiques

1. **ANDREN O** et **BALANDREAU J.**, 1999. Biodiversity and soil functioning: From black box to can of Worms. *Applied Soil Ecology* 13(2). PP 105-108. et environnement. Rapport de L'Académie des sciences n°33, Lavoisier, Paris, 88p.
2. **Aline depince 2003**. La faune du sol, diversité, méthodes d'étude, fonction et perspective le courrier de l'environnement de l'INRA n°49, PP123-138. Consulté le 15 Février 2017. En ligne à www.inra.fr/deprinc49.htm DI CASTRI 1981 .
3. **ANONYME, 1995**, Académie des sciences, biodiversité
4. **ACHELIER., 1963**. La vie animale dans le sol. Edition O.R.S.T.O.M. 278 p.
5. **BACHELIER G.**, 1978. La faune des sols Son écologie et son action. ORSTOM. 391 p.
6. **BARRIO E.**, 2007. Soil biota, ecosystem services and land productivity. *Ecological Economics* 64 (64). PP 269-295.
7. **BARRIUSO. F., PILLON. P. Et PORTAL J.M., 1985**. Méthodologie appliquée à la caractérisation des composés humiques Formation permanente. Stage initiation aux méthodes d'analyse organique des sols et des sédiments 23 – 34p.
8. **BAYER C., MIELNICZUK J., MARTIN-NETO L. ET ERNANI P. R., 2002**. Stocks and humification degree of organic matter fractions as affected by no-tillage on a subtropical soil. *Plant and Soil*, 238, 133-140.
9. **BENCKISER G., 1997**. Organic inputs and soil metabolism. In *Fauna in Soil Ecosystems* (G. Benckiser, ed.), pp 7-62. New York: Dekker
10. **BENJAMIN P., 2010**. Contribution de la faune du sol au fonctionnement et à l'évolution des technosols. Thèse doctorat en Science Agronomique. Université de Lorraine. P 303
11. **BENSLAMA. M., 1993**. Contribution à l'étude de la couverture Eco-pédologique et de la matière organique dans la différenciation des sols en milieu humide sous couvert forestier (Bassin version du lac Tonga P.N.E.K) extrême Est Algérien Th. Mag Agro INA 152p
12. **BENSLAMA-ZANACHE, H. 1998**. Contribution à l'étude de la diversité du micro-organisme (champignons Saprophytes) des sols du complexe humide d'El-Kala (Nord algérien). Cas des stations d'El-koubssi, Righia et du Lac Noir. Thèse de Magistère. Université d'Annaba. 66p.
13. **BENSLAMA-ZANACHE, H. 2007**. Evolution régressive des sols des zones humides de l'Algérie Nord Orientale (Cas de la Nechaa Righia W. El-Taref). 9^{ème} Journée nationale de l'étude des sols. (afes). 3-5 avril. 2007 Angers France.

14. **BERNOUX M., 2005.** Impacts des systèmes de culture en semis direct avec couverture végétale (SCV) sur la dynamique de l'eau, de l'azote minéral et du carbone du sol dans les cerrados brésiliens. Cahiers Agricultures, 14, 71-75.
15. **BRONICK C. J. ET LAL R., 2005.** Soil structure and management: à review. Geoderma, 124, 3-22.
16. **BUTLLER, A., 1992.** Hydrochimie de nappes des prairies humides de la rive sud de lac de Neuchâtel. Bull.Ecol., t.23 (3-4) pp 415-421.
17. **CHEVALLIER T., BLANCHART E., ALBRECHT A. ET FELLER C., 2004.** The physical protection of soil organic carbon in aggregates: a mechanism of carbon storage in a Vertisol under pasture and market gardening (Martinique, West Indies). Agriculture, Ecosystems & Environment, 103, 375-387
18. **CLARHOLM M., 1985.** Interactions of Bacteria, Protozoa and plants leading to mineralization of soil nitrogen. Soil Biology and Biochemistry. Vol 17 n°2, pp 181-187.
19. **COINEAU., 1974.** Introduction à l'étude des microarthropodes du sol et de ses annexes. Document pour l'enseignement pratique de l'Ecologie. Paris. 117 p.
20. **DAVET P., 1996.** La vie microbienne du sol et production végétale. Edition I.N.R.A. 383 p.
21. **DUCHAUFOR PH., 1977.** Pédologie : Pédogénèse et classification Ed Masson. 477 p.
22. **DUCHAUFOR, PH. ET TOUTAIN, F., 1986.** Apport de la pédologie à l'étude des écosystèmes Bull. Ecol. T.17 (1), pp. 1-9.
23. **DUCHAUFOR PH, 1989.** Pédologie et groupe écologique I : Rôle du type d'humus, et du PH., Bull Ecol , t 20 ; 1 , pp 1-6.
24. **DUCHAUFOR. PH. 1995.** Pédologie : sol, végétation, environnement. Ed. Masson, Paris.
25. **DUCHAUFOR PH., 2001.** Introduction à la science du sol, végétation, environnement, 6^{ème} édition l'abrégé de pédologie Ed. Masson. 331p.
26. **DELCOUR F. ; 1983.** Les formes d'humus : identification et description. Les naturalistes Belges, 1983, pp 64 -73.
27. **DABIN B. ; 1980.** Les matières organiques dans les sols tropicaux normalement drainés. Journée Georges Aubert Cah. ORSTOM. Ser. Pédo - Vol XVIII. N°3 - 4 pp 197 – 215.
28. **FREYSSINEL., 2007.** Etude de la diversité de la pédofaune dans les systèmes agroforesterie 2006-2008. Recherche et développement de la France, 46 p.

- 29. GIRARD M.C., WALTER C., REMY J.C., BERTHELIN J., MOREL J.L. (2005)**
Sols et Environnement. *Dunod (Ed.)*816p
- 30. GOBAT J M, ARAGNO M et MATTY W., 2003.** Bases de pédologie ; Biologie des sols :le sol vivant .2emeEdition PPUR, Edition Lausanne. 569 p.
- 31. GOBAT J.M. ; ARAGNO M. ; MATTHEY W. (2003)** - Le sol vivant : Bases de pédologie, Biologie des sols. *Pressespolytechniques et universitaires romandes (Ed)*, 528p
- 32. HEYWOOD V H., 1995.** Global Biodiversity. Assessment.Ed. United Nations Environment
- 33. LAVELLE P et DECAENS T., 2006.** Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology*. Vol 42, pp 3-15.
- 34. MANNEVILLE, O., VERGNE, V. ET VILLEPOUX, O. 1999.** Le monde des tourbières et des marais.Delachaux et Niestlé. 320p :
- 35. MONROZIER L.J, BENJOLY M., PILLON P., ANDREUXF, SOUCHIERB. ETPELET R. 1983.**Distribution of organic matter in grain - Size fractions of some recent sediments. *Organic Geochemistry* pp 323 – 327
- 36. PIHAN G., 1986.** Les insects. Edition Masson, 160 p.
- 37. PINTON, R., CESCO S., SANTI S. ET VARANINI Z. 1997.** "Soil humic substances stimulate proton release by intact oat seedlings roots." *Journal of Plant Nutrition* 20 (7-8): 857-869.
- 38. PUGET P., CHENU C. ET BALESDENT J., 2000.**Dynamics of soil organic matter associated with particle-size fractions of water-stable aggregates. *Eur. Jour..SoilSci*, 51, pp 595-605.
- 39. PILLON, P. 1986.**étude de la diagenèse organique dans un système deltaïque actuel. Le delta de la Mahakan (Indonésie), caractéristiques organo-minérales et évolution précoces des formes azotées du Kérogène. Th. Doct. Uni Nancy I 172p.
- 40. ROLLAND, P., 1988.**Le système des grandes tourbières équatoriales. *Ann. Géographie* N°97 (544).pp942-666.
- 41. SOLBRIG O T., VAN EMDEN H M., VAN OORDT P G W J. 1994.** Biodiversity and global change, IUBS, Cab International, Wallingford. 227 p.
- 42. SIX J., ELLIOTT E. T. ET PAUSTIAN K., 1999.**Aggregate and soil organic matter dynamics
- 43. SOUCHIER, B., 1971.** Evolution des sols sur roches cristallines à l'étage montagnard (vosges). Thèse doct. Etat Univ. Nancy I. 134 p

44. SOUCHIER, B., 1984. La pédologie dans ses rapports avec l'écologie. Evolution des concepts et applications. Bull A.F.E.S., 2 pp 149 - 165.