

Sommaire

Table Des Matières	Pages
Liste des tableaux.....	
Liste des figures.....	
Liste des photos.....	
Liste des abréviations.....	
Introduction générale	
Introduction.....	2
Chapitre I Etudes Bibliographique	
1. Sol.....	5
1.1. Définition du Sol.....	5
1.2. Origines de la diversité des sols.....	5
1.3. Les constituants du sol.....	6
1.3.1. La fraction minérale.....	6
1.3.2. La fraction organique.....	7
1.4. Les trois fractions du sol.....	7
1.5. Texture du sol.....	8
1.5.1. Texture minérale.....	8
1.5.2. Texture organique.....	9
1.6. La structure.....	11
1.7. Les propriétés chimiques.....	12
2. Les insectes.....	13
2.1. Généralité sur les insectes.....	13
2.2. Les stades d'évolution de l'insecte.....	14
2.3. La relation entre les insectes et le sol.....	16
Chapitre II Matériels Et Méthodes	
1. Description de la région de Tlemcen.....	19
1.1. Localisation géographiques de la région d'étude.....	19

1.2. Facteurs climatiques.....	19
1.2.1. Température.....	20
1.2.2. Pluviométrie.....	21
1.3. Facteurs édaphiques.....	22
1.3.1. Facteurs hydrogéologiques et hydrographiques.....	22
1.3.2. Climagramme d'emberger.....	22
1.3.3. Pédologie.....	24
2. Analyses pédologiques.....	24
2.1. Prélèvements des sols.....	24
2.2. Traitement des échantillons de sol au laboratoire.....	25
2.3. La couleur.....	25
2.4. Paramètres physicochimiques du sol.....	25
2.4.1. Analyse physiques.....	25
2.4.1.1. La granulométrie.....	25
2.4.2. Analyse chimiques.....	27
2.4.2.1. Détermination de l'humidité.....	27
2.4.2.2. Détermination du pH.....	27
2.4.2.2.1. L'échelle de pH de sol.....	28
2.4.2.3. Détermination du calcaire totale.....	28
3. Récupération des pupes.....	29
3.1. Protocole expérimental.....	30
4. Analyses statistiques des données.....	31

Chapitre III Résultats Et Discussions

1. Résultats de l'analyse pédologique.....	34
1.1. Résultats d'analyse physiques.....	34
1.1.1. La granulométrie.....	34
1.1.2. Texture.....	35
1.2. Résultats d'analyse chimique.....	35
1.2.1. Résulta du Taux d'humidité.....	35
1.2.2. Résultat de la mesure d'analyse du pH.....	35
1.2.3. Résultats du calcaire total.....	37
2. Effet de type de sol sur l'émergence des adultes.....	38
3. Effet de profondeur sur l'émergence des adultes.....	39

4. Corrélation entre les types de sol et l'émergence des adultes.....	40
5. Discussion.....	44
Conclusion	
Conclusion.....	47
Références bibliographiques	
Annexe	

Liste des tableaux

Tableaux N° 1 : Températures mensuelles moyennes de la station Tlemcen l'année 2016.....	20
Tableaux N° 2 : Les valeurs mensuelles de la pluviométrie de la station Tlemcen l'année 2016.....	21
Tableaux N° 3 : La valeur du Q3 et étage bioclimatique de la région de Tlemcen....	23
Tableaux N° 4 : Calcaire total.....	28
Tableaux N° 5 : Classification des sols selon le pourcentage en carbone de calcium.....	29
Tableaux N° 6 : indique les résultats d'essais physiques de quatre sols différents.....	34
Tableaux N° 7 : Résultat du Taux d'humidité.....	36
Tableaux N° 8 : Résultat de l'analyse de pH	36
Tableaux N° 9 : Résultats du calcaire total	37
Tableaux N° 10 : Résultat de l'effet de type de sol sur l'émergence des adultes.....	38
Tableaux N° 11 : Résultat de l'effet de profondeur sur l'émergence des adultes.....	39

Liste des figures

Figure N° 1 : Les différents horizons d'un profil de sol.....	6
Figure N° 2 : les constituants d'un sol (Lemière et al, 2000).....	7
Figure N° 3 : Triangle des textures minérales (Gobat et al, 2010).....	10
Figure N° 4 : Représentation du cycle de développement d'un insecte holométabole.....	14
Figure N° 5 : Métamorphose complète (Holométabole) (Charabidz, 2008).....	15
Figure N° 6 : Situation géographique de Tlemcen.....	19
Figure N° 7 : graphe températures mensuelles moyennes de la station Tlemcen l'année 2016.....	20
Figure N° 8 : Graphe mensuelles de la pluviométrie moyenne de Tlemcen l'année 2016.....	21
Figure N° 9 : Le climagramme pluviométrique d'Emberger.....	23
Figure N° 10 : Diagramme des textures	35
Figure N° 11 : Régression entre la profondeur et le taux d'émergence pour le sol type 1.....	40
Figure N° 12 : Régression entre la profondeur et le taux d'émergence pour le sol type 2.....	41
Figure N° 13 : Régression entre la profondeur et le taux d'émergence pour le sol type 3.....	42
Figure N° 14 : Régression entre la profondeur et le taux d'émergence pour le sol type 4.....	43

Liste des photos

Photo N° 1 : Les échantillons de sol choisis pour l'analyse.....	25
Photo N° 2 : Etuve de séchage.....	26
Photo N° 3 : Sédimentation de nos échantillons au laboratoire.....	27
Photo N° 4 : Ph mètre.....	27
Photo N° 5 : l'agitateur.....	27
Photo N° 6 : Récolte de fruit.....	30
Photo N° 7 : Le protocole expérimental.....	31

Liste des abréviations

L.T.P.O : Laboratoire Centrale Des Travaux Public De l'Ouest

G.E.P.P.A : Groupe d'Etude Des Problèmes De Pédologie Appliquée

ANOVA: Analyse De La Variance

CFC : La Capacité D'échange Cationique

Li+ : Lithium Ion

Na+ : Un Ion Sodium

K+ : Un Ion Potassium

Mg²⁺ : Carafe Filtrante

Ca²⁺ : Un Ion Calcium

Al³⁺ : Un Ion Aluminium

U/Ha : Unité Par Hectare

C°: Degré Celsius

N° : Numéro

% : Pourcentage

Mm : Millimètre

H : Heure

INTRODUCTION

GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Introduction

En premier lieu, le sol naît de la matière minérale, issue de la lithosphère, des roches et des produits de leur altération que l'on nomme « altérites ». La pédogenèse, processus de formation et de différenciation des sols est étroitement dépendante des processus physico-chimiques qui contrôlent cette altération (weathering), dont le moteur serait l'action des agents climatiques (altération météorique). (*Camuzard, 2004*)

En deuxième lieu et parallèlement, les processus de la pédogenèse sont étroitement dépendants de l'action des êtres vivants, de leur combinaison avec l'environnement minéral (produisant le complexe organominéral d'altération) et des multiples fonctions qui en dépendent. Du fait de la présence du vivant le sol est un milieu complexe. Evolution de la matière et flux d'énergie, contrôlés par la circulation de l'information, définissent les composantes d'un système dont le fonctionnement est vital pour les écosystèmes en général et l'homme en particulier. (*Camuzard, 2004*)

Le sol, partie superficielle de la croûte terrestre, est un milieu vivant. Pour preuve : un mètre carré de sol d'une forêt de hêtres abrite environ 1 000 espèces d'invertébrés. Parmi ces habitants se rencontrent de nombreux insectes. Selon **Dajoz**, on trouverait en moyenne, dans les régions tempérées, 4 500 insectes ptérygotes par mètre carré de sol en prairie, 3 000 en forêt et 1 000 en culture. Il ne s'agit pas uniquement de quelques familles spécialisées : 95 % passent au moins une partie de leur cycle de vie dans le sol. Une partie seulement, car beaucoup d'espèces vont d'un milieu à un autre à la faveur de l'éclosion ou de la métamorphose, en passant d'une phase de leur cycle à une autre, voire en fonction du jour ou de la nuit...

Beaucoup d'insectes dans un environnement protégé. À une profondeur suffisante, le sol garantit de bonnes conditions de fraîcheur et d'humidité. Il sert d'incubateur à de nombreuses espèces. Chez les insectes diptères, la puppe est le stade intermédiaire entre l'état de larve et celui d'imago, au cours de la métamorphose. Il équivaut au stade de nymphe ou de chrysalide chez les lépidoptères. Toutefois, il faut noter une différence importante : si la chrysalide ou la nymphe se forment après une mue nymphale complète, la puppe se forme au cours d'un processus comprenant toutes les étapes de la mue, sauf l'exuviation : en effet, la pupation se réalise à l'intérieur de la cuticule du dernier stade larvaire, qui n'est pas rejetée, mais qui se durcit et devient un cocon abritant l'ensemble des transformations de la métamorphose. Avant l'exuviation de l'adulte, trois cuticules se trouvent donc emboîtées dans la puppe : à l'extérieur, l'ancienne cuticule larvaire, durcie; en dessous, la cuticule pupale proprement dite, très fine; et, dessous encore, la cuticule préexuviale de l'imago en formation.

INTRODUCTION GENERALE

Les stades de croissance par mues successives d'une mouche sont donc : œuf → généralement 3 stades larvaires → pupes → mouche.

Le présent mémoire se subdivise en troisième chapitres ;

Un premier chapitre est une synthèse bibliographique sur la problématique Abordée dans ce travail, une partie consacré aux généralités sur les sols et l'insecte, et nous avons abordé le devenir et l'impact de ce type des sols sur les pupes ; Un deuxième chapitre matériel et méthode sont consacrés a la localisation et la description de la wilaya de Tlemcen d'une manière générale (Facteurs climatiques, Facteurs édaphiques ...) et de la méthodologie utilisée pour l'étude pédologique au laboratoire et les différents dispositifs consacres aux études des pupes de la *Ceratitis capitata* (Wiedemann) . Un troisième et le dernier chapitre est consacré aux résultats obtenus et leurs discussions. Notre mémoire se terminera par une conclusion générale consistant en une synthèse de l'essentiel des résultats et des perspectives.

CHAPITRE

I

I.1. Sol

I.1.1. Définition du Sol

Le sol fait partie de la biosphère, dynamique et vivant, c'est le résultat d'une évolution lente au cours de laquelle le climat, le relief et les organismes ont participé à le façonner en altérant la roche mère et en la faisant interagir avec la matière vivante (**Soltner, 1992**).

A ce stade, le sol comporte un horizon B qui correspond à l'accumulation des niveaux lessivés (entraînement mécanique depuis la surface). Le sol constitue le support pédologique de la plante et sa base de vie et de production (**Dagadi, 2011**).

Selon (**Plamondon, 2009**), la couverture au sol est l'ensemble de débris ligneux ou bois morts, de litières, de la végétation basse constituée des espèces des sous-bois excepté les espèces de la strate arborescente se trouvant à la surface du sol. Signalons que la couverture au sol est différente de la couverture du sol du fait que cette dernière inclue les espèces de la strate supérieure.

I.1.2. Origines de la diversité des sols

Les sols résultent de transformations affectant les matériaux de l'écorce terrestre. Les climats successifs, l'activité biologique et l'homme en sont les agents directement responsables ; leur effet dépend non seulement de la nature des roches et de leurs formations dérivées, mais aussi du relief et de la migration de la matière à l'état de solution ou de suspension dans l'eau (**Mirsal, 2004**).

L'organisation originelle des matériaux géologiques disparaît pour laisser place à une organisation entièrement nouvelle d'origine pédologique. Force est de constater que les sols actuels sont essentiellement un héritage du passé.

Le processus de différenciation d'un sol au dépend d'un matériau géologique est connu sous la dénomination de pédogenèse ; les facteurs de cette pédogenèse sont ; les matériaux originels, le climat, le relief, l'occupation végétale, le facteur temps et essentiellement les influences anthropique (**Mirsal, 2004**).

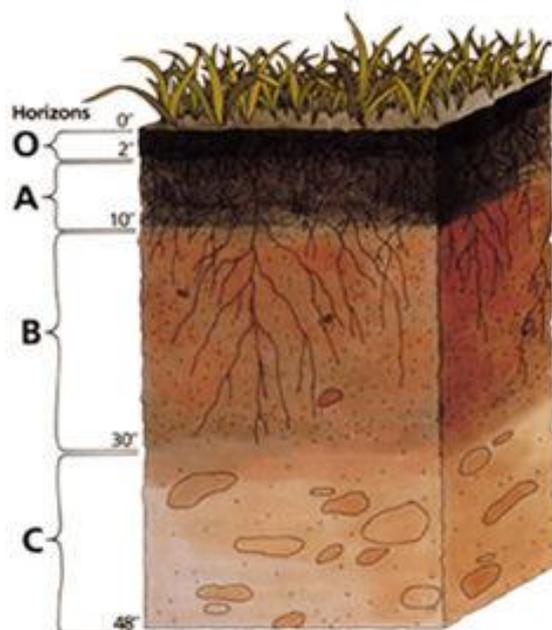


Figure N° 1: Les différents horizons d'un profil de sol

(<http://www.friendsofsylvania.org/soil.html>)

O : horizon organique, A : horizon organominérale, B : horizon illuvial (enrichi d'éléments des horizons extérieurs, C : matériau parental altéré

I.1.3. Les constituants du sol

Le sol est en majeure partie constitué en masse, comme en volume, de particules minérales de taille et de nature minéralogique différentes **figure n° 2**. Secondairement, il est formé de constituants organiques allant de fragments de végétaux ou d'animaux à des macromolécules organiques complexes (Stenggel, 2009). Le sol est un corps vivant composé de deux fractions :

I.1.3.1. La fraction minérale

La fraction minérale est principalement constituée de minéraux primaires (quartz, micas, feldspaths...) et de minéraux secondaire, les oxydes métalliques ou les argiles (Duchaufour, 2001). Mirsal (2004) rapporte que la fraction minérale n'intervient pas ou peu dans la sorption des polluants organiques sauf quand la teneur en carbone organique du sol est faible.

I.1.3.2. La fraction organique

La fraction organique est formée en grande partie de cellulose, d'hémicellulose, de lignine et de tanins en plus faibles pourcentages, venant de la matière décomposée. Cette matière organique contient également de petites quantités de protéines et des fragments d'hydrates de carbone, des composés aminés, phénoliques ou aromatiques issus de l'activité biologique (Mirsal, 2004). Gabet (2004) atteste que cette fraction intervient fortement dans la sorption des composés organiques tels que les HAP (hydrocarbure aromatique polycyclique).

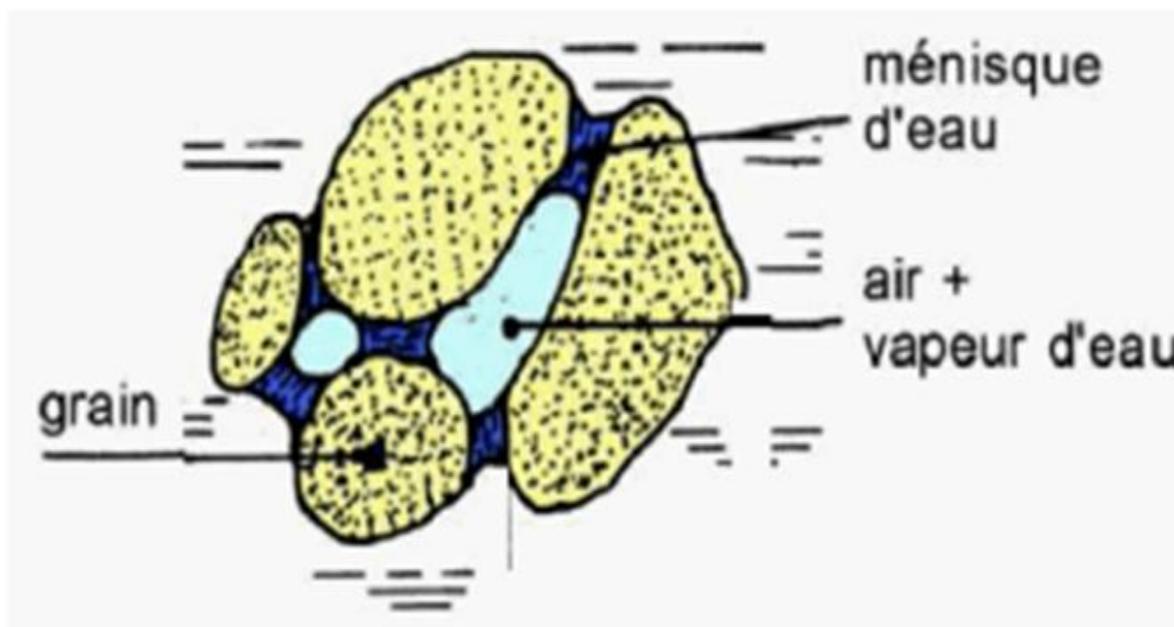


Figure N° 2 : les constituants d'un sol (Lemière et *al.*, 2000).

I.1.4. Les trois fractions du sol

Il est un mélange complexe de fragments de roches de granulométries variées, d'organismes et d'humus (ensemble complexe de résidus de matière organique partiellement décomposée et transformée) (Campbell, 2004). Pour mieux l'appréhender, on peut le décomposer en plusieurs fractions (Soltner, 1992) :

. **La fraction solide** est constituée de deux types d'éléments distincts :

Les éléments minéraux, ou « constituants mécaniques », qui proviennent essentiellement de l'altération mécanique et chimique de la roche mère. Ils se présentent sous la forme de pierres, de graviers, de sables grossiers ou fins, de limons, d'argiles, de calcaire ou encore d'oxyde de fer. Cette

fraction minérale est très dominante sur le plan quantitatif (de 80 à 99% en masse) et relativement stable en composition. Les éléments organiques, ou la matière organique du sol (MOS). Cette fraction de compositions très variables au cours du temps, peut être plus ou moins abondante dans le sol (de 0% dans les déserts à sols minéraux à plus de 95% dans les tourbières). (**Mustin, 1987**)

. **La fraction liquide**, ou la « solution du sol », représente l'eau contenue dans le sol et dans laquelle sont dissoutes les substances solubles provenant à la fois de l'altération des roches, de la décomposition des MOS et des apports extérieurs tels que les fertilisants et pesticides. Cette fraction est le lieu des réactions chimiques permanentes indispensables à l'évolution de la matière organique et à la croissance des végétaux. Il y a trois types de solutions (**Mustin, 1987**) :

- liquide libre qui s'écoule à travers le sol et qui percole par gravité ;
- liquide utilisable par les végétaux qui est retenu plus ou moins fortement par les particules du sol, il occupe les petites lacunes et imbibe les particules par capillarité ;
- liquide inutilisable par les végétaux qui est très fortement lié aux particules solides du sol.

. **La fraction gazeuse**, ou l'« atmosphère du sol », est composée des mêmes gaz que l'air aux quels s'ajoutent certains gaz provenant de la décomposition des MOS (méthane et ammoniac)

I.1.5. Texture du sol

La texture c'est la propriété du sol qui traduit de manière globale la composition granulométrique de la terre fine (**Gobat et al, 2010**). Elle reflète la part respective des constituants triés selon leur taille.

I.1.5.1. Texture minérale

Elle s'exprime par un terme, simple (ex .sableuse, argileuse) ou composé (ex. limon-sableuse, argilo-lamineuse), repéré dans un triangle des textures minérales, au sien duquel des catégories sont délimitées. **La figure 3** présente le triangle standard USDA (**Singeret Munns, 1996 ; USDA, 1999**) mais d'autres sont aussi utilisés (**Richer de Forges et al, 2008 ; Gobat et al, 2010**)

I.1.5.2. Texture organique

La texture organique est aussi déterminée dans un triangle, qui permet l'attribution de l'échantillon aux dominances fibrique, mésique ou saprique, bases de la classification des tourbes (**Gobat et al, 1991**). en plus d'indication granulométrique, elle fournit – c'est là une différence par rapport à la texture minérale – des informations sur la microstructure du matériel (**Gobat et al, 2010**). Les constituants du sol interagissent pour lui conférer ses propriétés (**Gobat et al, 2005**).

L'agencement des trois fractions décrites ci-dessus contrôle les fonctions de transfert (eau, soluté et gaz) et les propriétés mécaniques des sols (stabilité structurale, résistance à la compaction). La texture d'un sol se définit par les proportions relatives des constituants triés selon leur taille (**Gobat et al, 1998**).

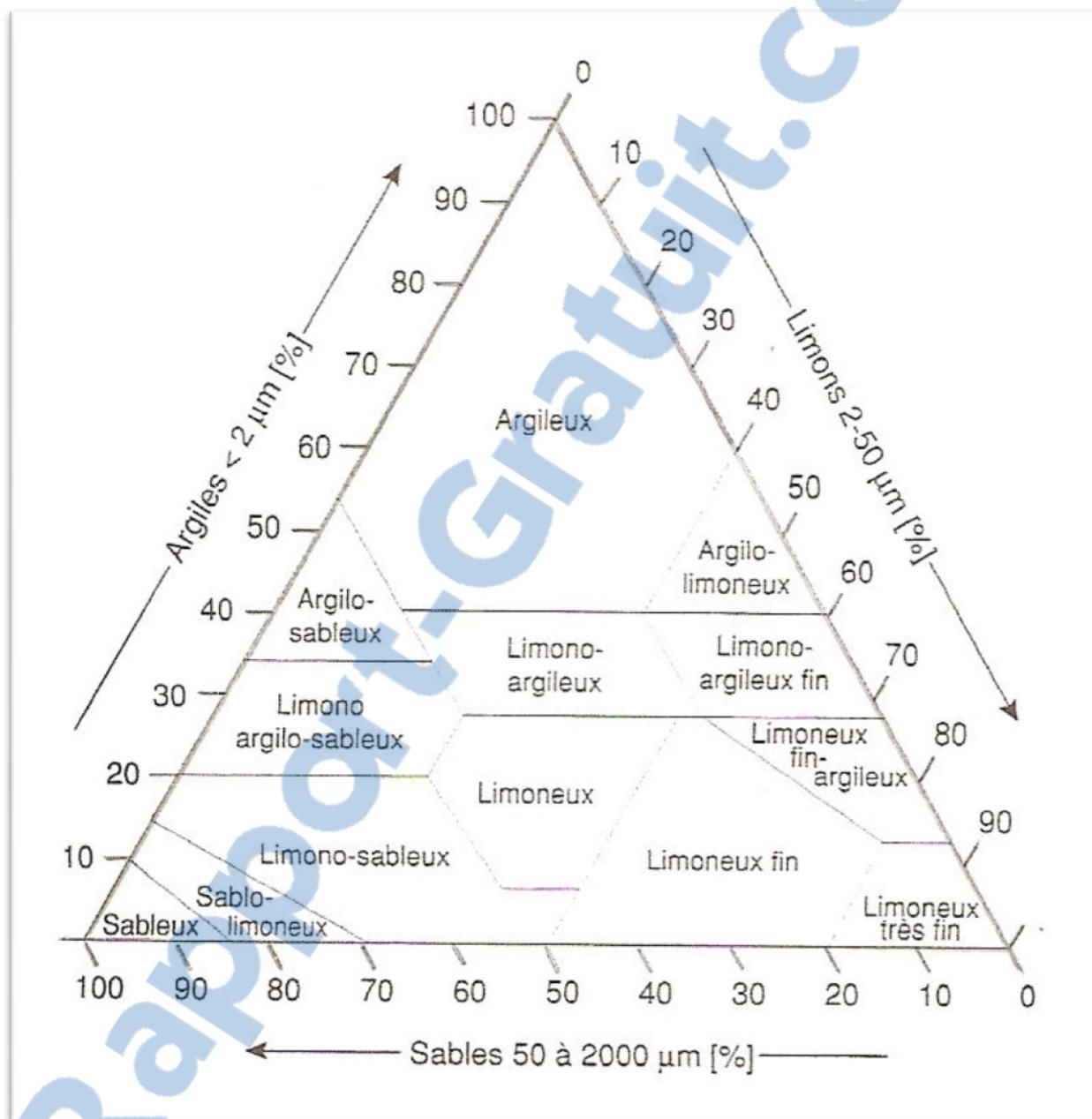


Figure N° 3 : Triangle des textures minérales (Gobat et al, 2010)

I.1.6. La structure

La structure c'est un état du sol qui varie avec le temps selon la texture mais aussi selon le taux d'humidité, l'état des colloïdes et la présence de matière organique,... (Gobat et al, 1998). La porosité qui en découle subit de nombreuses modifications : fissuration par les racines, labourage sous l'action des organismes fouisseurs et des vers de terres, fissuration suite à alternance pluie/dessèchement ou gel/dégel et enfin labourage ou compactage par le travail de l'homme (Girard et al, 2005).

-Les argiles, non au sens granulométrique mais au sens minéralogique du terme¹, jouent un rôle centrale dans le fonctionnement du sol. Grâce à leur caractère colloïdal, elles agissent sur ses propriétés physiques et aussi chimiques.

-Le colloïde se dit d'un système dans lequel les particules sont en suspension dynamique dans un liquide, c'est-à-dire « comme une colle, une gélatine ». Ces particules sont entourées d'une couche dense de charges, généralement, négatives qui attirent les ions positifs (H^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , NH_4^+). Du caractère colloïdal des argiles dépend trois propriétés essentielles (Soltner, 1992):

- Elles sont électronégatives : de cette propriété dépend la mise à disposition d'ions pour la nutrition des plantes. Localement des charges positives existent aussi sur les feuillets des argiles ce qui permet la fixation d'anions comme le phosphate (PO_4^{3-}) ;
- Elles sont hydrophiles ce qui leur permet de fixer l'eau ;
- Elles sont capables de se disperser ou de flocculer, propriété qui leur permet de se séparer facilement de l'eau et de souder les particules du sol en de solides agrégats.

I.1.7. Les propriétés chimiques

➤ Le pH

Le pH est défini comme le logarithme décimal de la concentration d'une solution en ion H⁺. Il permet d'approfondir les modalités d'interaction entre les ions et les surfaces absorbantes du sol (Mirsal, 2004).

➤ La capacité d'échange cationique (CEC)

La capacité d'échange cationique (CFC) est la capacité à fixer de façon réversible les cations échangeables (Li⁺, Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Al³⁺) (Baize, 2004). Les cations sont liés aux feuillets d'argile par des forces de nature électrostatique et possèdent la propriété d'être échangeables. Ces cations échangeables se fixent à la surface des feuillets et assurent la liaison entre eux. L'intensité de ces liaisons dépend de la valence de ces cations, qui est probablement le facteur déterminant dans la capacité d'échange ou de remplacement des cations plus élevé qui peuvent remplacer facilement les cations de valeurs plus faibles (Calvet, 2003). Par ordre de capacité de remplacement croissante, les ions se classent comme suit :



D'après cette série, le lithium est le plus facile à remplacer alors que l'aluminium est le plus difficile (Calvet, 2003).

➤ Calcaire actif

La fraction de calcaire d'un sol capable de libérer assez facilement du calcium est appelée calcaire actif. Une terre peut être riche en calcaire total et relativement pauvre en calcaire actif. L'excès de calcaire actif nuit à certaines plantes. On considère généralement que des problèmes sérieux peuvent commencer à apparaître à partir de teneurs en calcaire actif voisines de 50 pour mille (Pousset, 2000).

➤ **Matière organique (MO)**

Les classes d'appréciation de la teneur du sol en matière organique sont réalisées en fonction du taux d'argile.

En effet, la matière organique améliore la structure et diminue l'érosion du sol, a un effet régulateur sur sa température, permet au sol de stocker davantage d'eau et représente aussi un milieu de culture pour les organismes vivants, contribuant ainsi à améliorer significativement la fertilité du sol (**Mirsal, 2004**).

➤ **Phosphore assimilable**

Le phosphore (P) est un élément essentiel de tous les organismes vivants. Chez les végétaux, il joue un rôle essentiel dans de nombreux processus biologiques comme la croissance, la photosynthèse et la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique, il représente souvent un facteur limitant, par suite de sa faible concentration dans les sols (**Pousset, 2000**).

➤ **Azote**

Contrairement à la plupart des autres éléments présents dans le sol, l'azote ne provient jamais de l'altération des roches sur lesquelles se sont élaborés les sols au cours du temps. L'azote est souvent le nutriment limitant dans le sol. Il est recyclé plusieurs fois par les organismes avant son assimilation par la plante. Lorsqu'on ajoute de l'azote dans le sol, il faut le faire pour les microbes et non pour la plante. Il s'agit toujours de petites quantités (10-20 U/ha) à mettre juste avant le démarrage de l'activité des microbes (**Mirsal, 2004**).

I.2. Les insectes

I.2.1. Généralité sur les insectes

Les insectes font partie du règne animal et appartiennent à l'embranchement des arthropodes. Cet embranchement regroupe des animaux invertébrés dont le corps est composé de métamères et dont les appendices sont articulés (**Fraival et d'Aguilar, 2004 ; Leraut, 2003 ; Roth, 1980**) Les ordres principaux sont les coléoptères, les lépidoptères, les hyménoptères, les diptères, les orthoptères, les hémiptères, les isoptères et les odonatoptères.

Actuellement, environ 1 million d'espèces d'insectes ont déjà été décrites. Les entomologistes estiment qu'il en reste au moins autant à découvrir. Une trentaine d'ordres sont recensés à travers le monde mais quatre d'entre eux regroupent 80 % des espèces de la planète : les coléoptères

représentent environ 300 000 espèces, les diptères regroupent environ 150 000 espèces, puis viennent les hyménoptères avec approximativement 125 000 espèces et enfin les lépidoptères avec environ 120 000 espèces (Albouy, 2011 ; Chinery, 2005 ; Leraut, 2003).

I.2.2. Les stades d'évolution de l'insecte

La vie d'un insecte débute au stade d'œuf, puis il subit des transformations pour atteindre le stade d'adulte ou imago (l'imago correspond à l'état de l'insecte quand celui-ci a atteint sa forme définitive et qu'il est capable de se reproduire). Durant toute sa phase de croissance, l'insecte grandit mais est prisonnier de son exosquelette externe qui, lui n'évolue pas. L'insecte va ainsi subir des mues successives pour pouvoir atteindre sa forme adulte. Il existe en fonction de l'espèce deux grands types de développement : hétérométabole et holométabole (Robert, 2001).

Dans le type de développement appelé holométabole, l'insecte passe par 4 stades bien distincts : Œuf-Larve-Nymphe-Imago (Figure4). L'une des particularités de ce cycle est que la biologie de la larve est complètement différente de celle de l'adulte. La larve accumule des réserves pour se préparer au stade nymphal. Lors de ce stade nymphal, l'insecte subit des modifications et des remaniements intenses aussi bien internes qu'externes. Cette phase est une phase d'immobilité et d'absence de nourriture. L'insecte qui sort de la nymphe ne ressemble en rien à celui qu'il présentait à l'état larvaire.

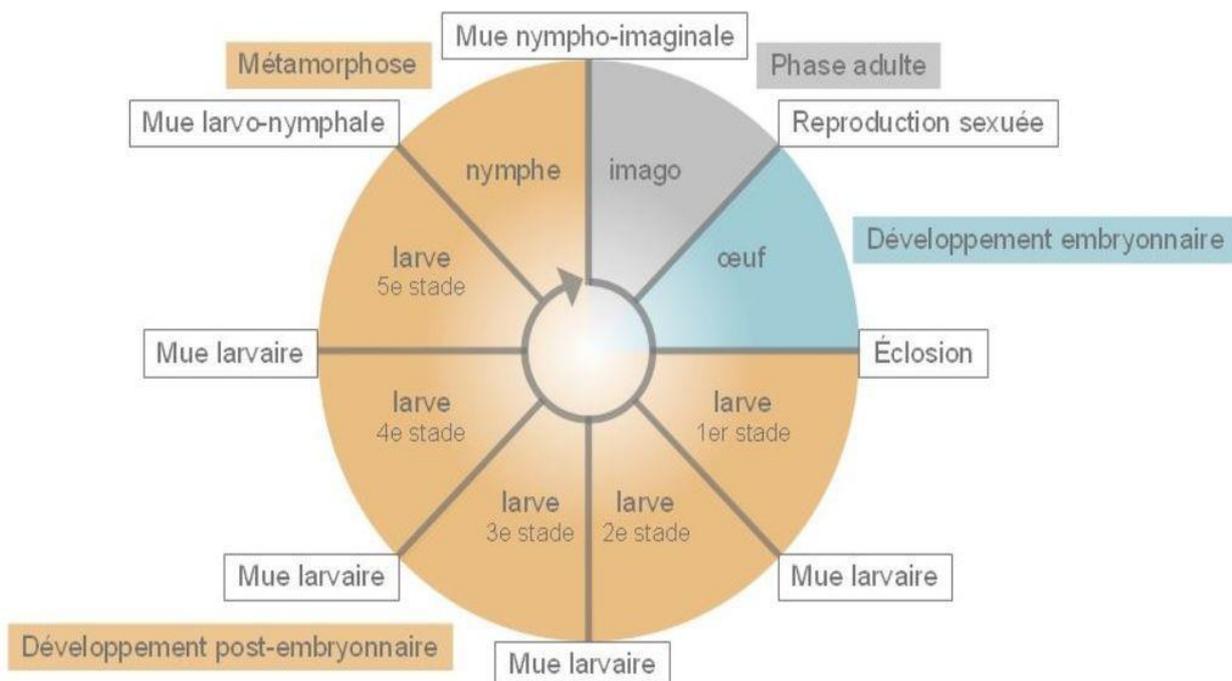


Figure N° 4 : Représentation du cycle de développement d'un insecte holométabole (Http://www.hppcodexvirtualis.fr.html, 2013).

Ce développement holométabole est retrouvé entre autres chez les coléoptères, les hyménoptères, les lépidoptères et les diptères.

Le cycle de développement d'un insecte définit les formes sous lesquelles celui-ci peut être consommé. Chez les espèces hétérométaboles (notamment criquets, grillons, termites et libellules), ce sont les stades nymphe et/ou adulte qui sont mangés, alors que chez les espèces holométaboles (telles que papillons, abeilles et mouches), ce sont les stades larve et/ou pupa qui sont consommables (DeFoliart *in* Resh et Cardé, 2003).

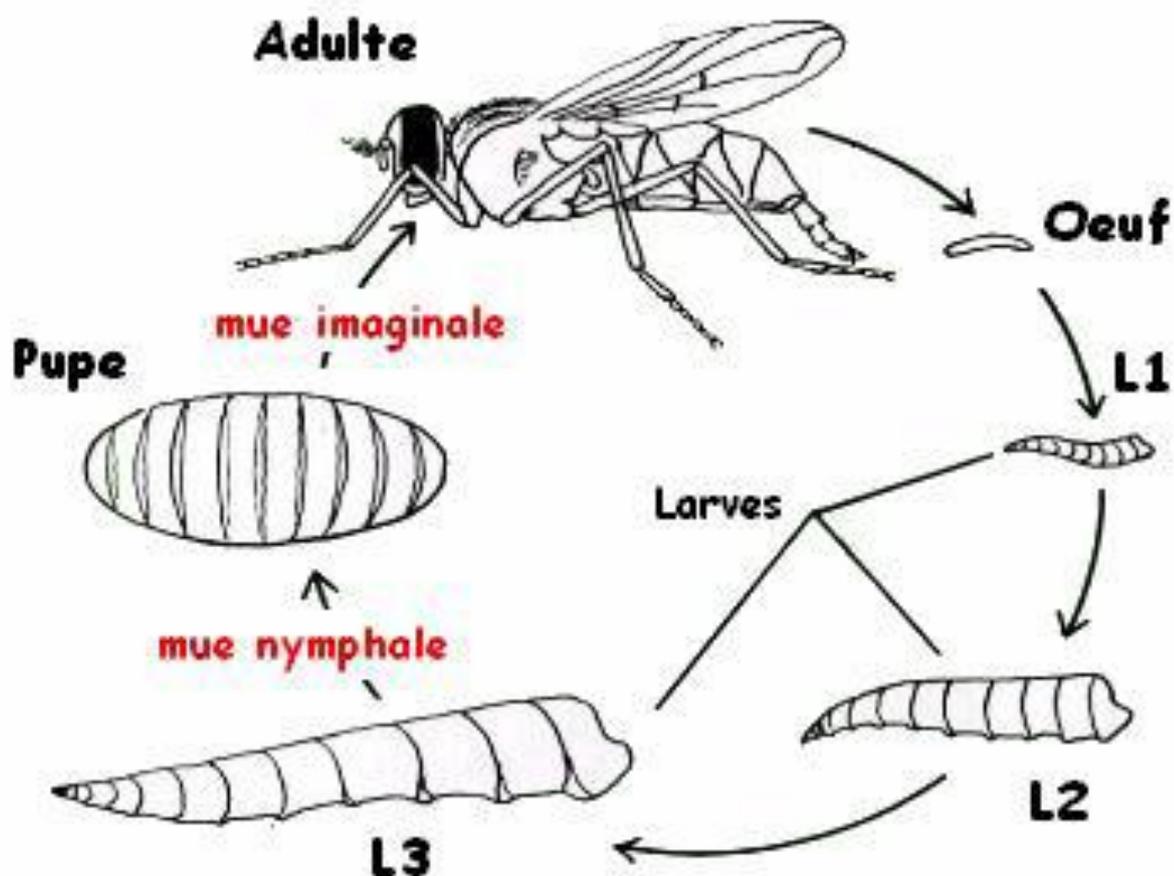


Figure N° 5: Métamorphose complète (Holométabole) (Charabidz ,2008).

I.2.3. La relation entre les insectes et le sol

L'influence de sol par ces facteurs édaphiques sur le développement des œufs, des larves et des pupes s'effectue dans les premiers centimètres du sol. Les facteurs édaphiques, qui regroupent les facteurs abiotiques appliqués spécifiquement au sol, tels la température et la teneur en eau du sol, sont bien connus pour avoir des effets marqués sur le développement et la survie des insectes qui passent une partie de leur cycle de vie dans le sol (**Brown et Gange, 1990 ; Chen et Shelton, 2007**).

L'émergence des adultes est grandement réduite dans un sol sec (**Chen et Scherm, 2007**). La teneur en eau du sol est donc très importante pour la survie à court terme des œufs et des Larves d'insectes en général, et donc un facteur déterminant de régulation de l'abondance des populations des insectes du sol.

Les sols organiques contiennent une grande quantité de matières organiques décomposées provenant de débris végétaux et animaux et proviennent généralement de tourbières. Certaines tourbières sont défrichées et assainies et deviennent alors des terres noires cultivées, leur couleur étant due à leur forte teneur en humus (**Doucet, 2001**). On observe qu'ils ont tendance à se dessécher profondément par évaporation en périodes prolongées de sécheresse et qu'ils contiennent souvent de l'eau en excès, ce qui a pour effet de rendre les sols très froids au printemps (**Doucet, 2001**). Ces conditions de fraîcheur et d'humidité sont idéales pour plusieurs insectes. En effet, les œufs et les larves peuvent survivre un certain temps immergés dans l'eau. Même si les sols organiques ne contiennent guère de colloïdes minéraux (argiles), ils peuvent facilement retenir deux à trois fois leur poids sec en eau. Les sols minéraux quant à eux, ne retiennent qu'entre le dixième et la moitié de leur poids sec en eau (**Doucet, 2001**). C'est donc en raison de leur capacité élevée de rétention d'eau que les sols organiques subissent de si importantes variations de teneur en eau.

La transformation de la pupa se déroule majoritairement dans les 10 premiers centimètres du sol (**de Guzman et coll, 2009; Pettis et Shimanuki, 2000**). Une faible proportion des pupes s'enfouit jusqu'à 11-20 cm, mais dépassent rarement une profondeur de 20 cm (**de Guzman et coll, 2009; Pettis et Shimanuki, 2000**). La pupa subit plusieurs mues avant sa transformation en adulte. La pupa est soumise aux aléas du climat et aux prédateurs. Lorsqu'ils ont élevé le en laboratoire, **de Guzman et Frake (2007)** n'ont observé des mortalités que durant le stade pupal (température de 24 à 28°C et de 34°C). **Ellis et coll (2004)** ont tous deux suggéré que les facteurs environnementaux pouvaient soit limiter ou améliorer le potentiel de reproduction.

Ce sont principalement les facteurs édaphiques qui sont en cause, notamment le type de sol, son contenu en eau et sa masse volumique, la pente du champ, le drainage, les précipitations et la température (**de Guzman et coll., 2009**). Cependant, ce seraient la température du sol (**de Guzman et Frake, 2007; de Guzman et coll, 2009; Meikle et Patt, 2011**) et de son contenu en eau (**Ellis et coll, 2004; Meikle et Patt, 2011**) qui auraient l'impact le plus marqué sur la capacité de reproduction. La présence d'humidité dans le sol est un facteur essentiel au bon développement et à la survie de la puppe (**Haque et Levot., 2005**). Par exemple, la puppe de *Cerotoma trifurcate* Foster, se dessèche et meurt lorsqu'exposée à un climat sec, tandis que les sols humides lui sont favorables.

Enfin, le type de sol ne semble pas affecter le développement de la puppe (**Ellis et coll, 2004; de Guzman et coll., 2009**) alors que sa masse volumique a des effets mitigés (**Ellis et coll., 2004**). Jusqu'à maintenant, l'effet de la température sur le développement de la puppe été étudié pour des températures variant de 21 à 35°C (**Murrle et Neumann, 2004; Ellis et coll, 2004; Haque et Levot, 2005; de Guzman et Frake, 2007; de Guzman et coll, 2009; Meikle et Patt, 2011**). Ces températures sont représentatives des conditions climatiques retrouvées en Afrique, au sud des États-Unis et en Australie. De plus, **Pettis (2003)** a observé que la puppe ne survivait pas lorsque la température est inférieure à 10°C. La puppe ne survit pas non plus sous 0°C (**Jacobson, 2005**).

CHAPITRE

II

II.1. Description de la région de Tlemcen

II.1.1. Localisation géographiques de la région d'étude

La wilaya de Tlemcen se situe à l'extrême Nord-Ouest de l'Algérie, entre le 34° et 35° de latitude Nord et le 1° et 2° de longitude Ouest. Elle occupe une position originale au sein de l'ensemble national à la fois frontière et côtière (**Figure 6**). La région est limitée géographiquement au Nord par la côte Méditerranéenne, au Sud par la wilaya de Nâama, au Nord-est par la wilaya d'Ain T'émouchent, à l'Est par la wilaya de Sidi Bel Abbès et à l'Ouest par la frontière Alger-Marocaine. En ce qui concerne les reliefs, la région est limitée au Nord par les hautes plaines telliennes et au sud par les hautes plaines steppiques, à l'Ouest par une chaîne côtière à savoir les monts de Trarase et à l'Est par l'Oued Isser. La wilaya de Tlemcen occupe une superficie de 9017 km², elle comprend 20 daïras subdivisées en 53 communes.

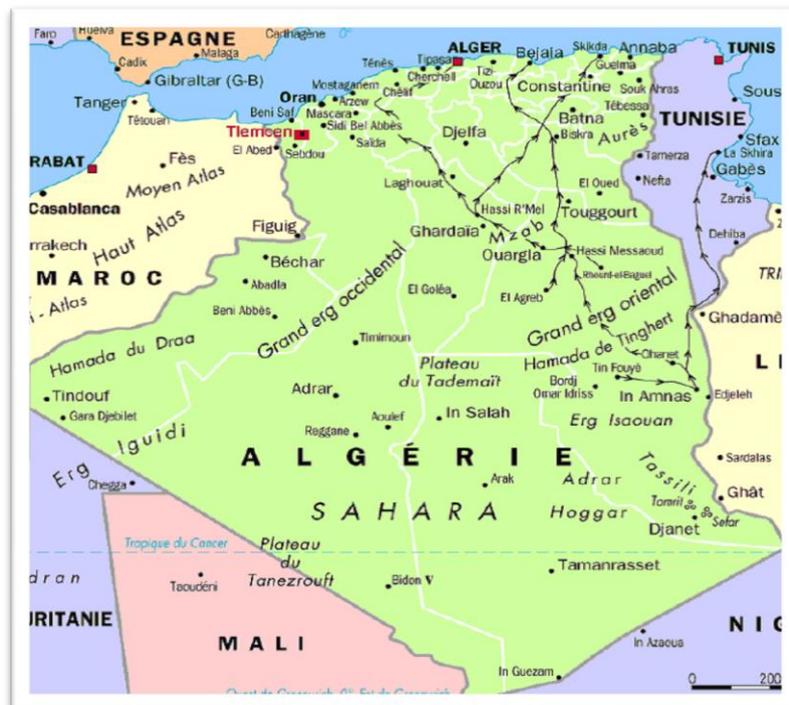


Figure N° 6 : Situation géographique de Tlemcen.

(<http://www.carte-algerie.com/carte-algerie-capital.html>)

II.1.2. Facteurs climatiques

Les facteurs climatiques sont présentés essentiellement par la température et la pluviométrie. Le climat est l'ensemble de phénomènes météorologiques (température, pression atmosphérique, vent, précipitations et évapotranspiration) qui caractérisent une région donnée pendant une période donnée. D'après **Estienne et al (1970)** le climat méditerranéen est un climat de transition entre un été chaud et sec et un à hiver doux et humide. D'après **Emberger (1955)**, la région de Tlemcen est

soumise à l'influence d'un climat typiquement méditerranéen avec deux saisons bien tranchées, une saison hivernale froide de courte durée et une saison estivale chaude et sèche de longue durée. Les facteurs climatiques sont présentés essentiellement par la température et la pluviométrie.

II.1.2.1. Température

La température est considérée comme le facteur climatique le plus important (Dreux, 1980). Elle intervient dans le déroulement de tous les processus tels que la croissance, la reproduction, et la répartition géographique des êtres vivants.

Tableaux N° 1 : Températures mensuelles moyennes de la station Tlemcen l'année 2016

(Station Zenata, 2016)

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
T°	25,2	23,5	29,9	27,3	33,2	37,6	42,9	38,7	41,2	34,4	31,7	22,5
Max												
T°	-0,1	2,6	1,9	1,2	7,3	11,4	16	16,5	8	8	4,7	0,6
Max												
T°	12,55	13,05	15,9	14,25	20,25	24,5	29,45	27,6	24,6	21,2	18,2	11,55
Moy												

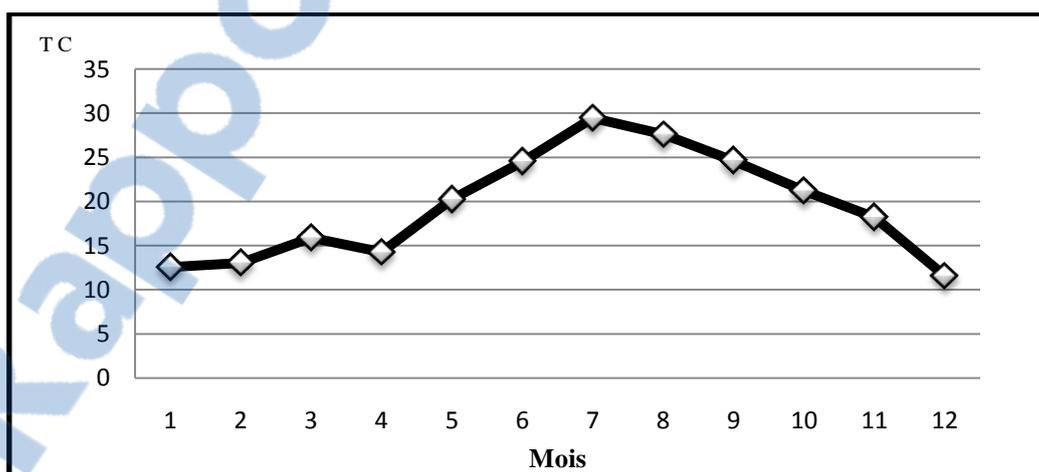


Figure N° 7 : graphe températures mensuelles moyennes de la station Tlemcen l'année 2016.

II.1.2.2. Pluviométrie

La pluviométrie est la hauteur des précipitations en un lieu, exprimée en centimètres ou en millimètres (**Dreux, 1980**). La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres, mais aussi pour certains écosystèmes limniques (**Ramade, 1984**). D'après **Djebaili (1984)** les Monts de Tlemcen sont caractérisés par des irrégularités spatio-temporelles de la pluviosité. Si la moyenne de la pluviométrie de la Wilaya se situe autour de 400 mm, ce chiffre peut atteindre 850 mm dans les Monts de Tlemcen et moins de 300 mm au Sud de Sebdou. Les valeurs mensuelles de la pluviométrie enregistrées durant l'année 2016 sont placées dans le (tableau 2).

Tableaux N° 2 : Les valeurs mensuelles de la pluviométrie de la station Tlemcen l'année 2016

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
P	6,7	19,4	15,5	24,7	9,5	4,2	néant	1,8	1,3	8,7	14,3	17,5
Max (mm)												
P	3,7	9,85	7,8	12,4	9,6	4,3	néant	1,8	0,75	8,7	7,2	8,85
Min (mm)												
P	0,7	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	néant	néant	0,2	néant	0,1	0,2
Moy (mm)												

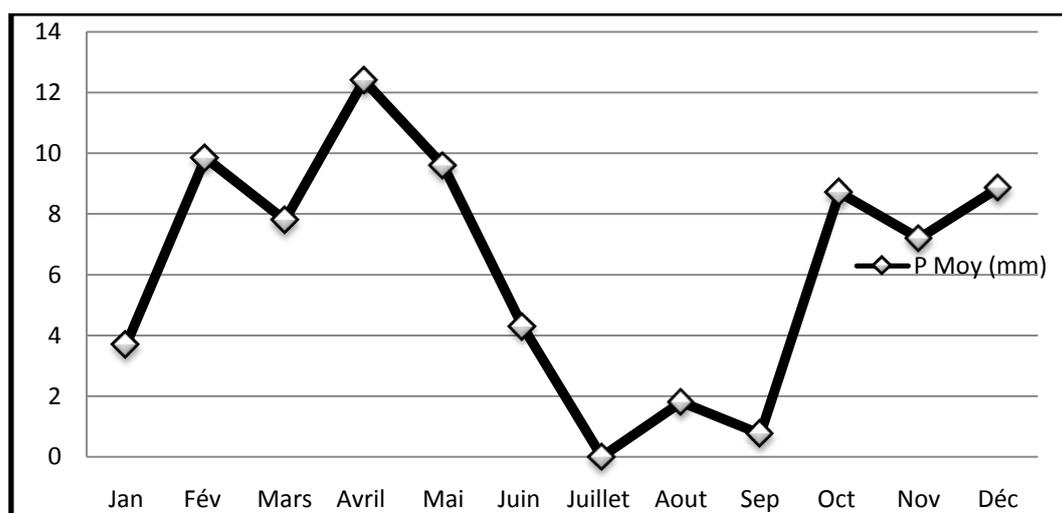


Figure N° 8 : Graphe mensuelles de la pluviométrie moyenne de Tlemcen l'année 2016.

II.1.3. Facteurs édaphiques

II.1.3.1. Facteurs hydrogéologiques et hydrographiques

Le domaine Tlemcenien est une région karstique qui tient lieu de réservoir d'eau naturelle. L'exploitation des eaux est faite par l'utilisation des sources, des cours d'eau superficiels (Ain Fouara, Ain bendou, Ain sebra,...). La recherche et le captage par forages des eaux souterraines ont été notamment développés depuis 1984, certains aquifères ont la particularité d'être limités géologiquement par des terrains imperméables (Bassin de Ghar-boumazza, bassin de Mefrouch, bassin de khémis...) (A.S.P.E.W.I.T, 2008).

D'après **Kazi tani (1995)** les cours d'eau de la région de Tlemcen se caractérisent par l'irrégularité de l'écoulement et par des manifestations hydrogéologiques brutales. Le déficit hydrique estival détermine un régime d'écoulement temporaire pour un grand nombre de petits cours d'eau. Les eaux d'irrigations sont Assur » est par les barrages d'El Mafrouche, de Sidi El Abdelli, de Beni Bahdel et celui de Boughrara, ayant pour origine les deux principaux Oueds, Tafna et Isser.

II.1.3.2. Climagramme d'emberger

Emberger (1930) a établi un quotient pluviothermique « Q2 » qui est spécifique au climat méditerranéen. Il est le plus utilisé en Afrique du Nord. Le diagramme correspondant permet de déterminer la position de chaque station météorologique et de délimiter l'aire bioclimatique d'une espèce ou d'un groupe végétale.

Ce quotient a été formulé de la façon suivante :

$$Q2 = \frac{1000p}{\frac{M+m}{2}(M-m)} \quad \text{Ou encore} \quad Q2 = \frac{2000p}{M^2-m^2}$$

Dans laquelle :

P : Moyenne des précipitations annuelles (mm)

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud (K°)

m : Moyenne des minima du mois le plus froid (K°)

Les températures sont exprimées en degrés absolus : t°K=T°C+273°K.

En Algérie, STEWART a développé une reformulation du quotient pluviothermique D'emberger :

$$Q3 = \frac{1000p}{\left(\frac{M+m}{2}\right) + 273} \times \frac{P}{M-m}$$

Pour nos stations, ((M+m)/2) est en moyenne égal à +16°C ; celles-ci peuvent être ramenées à une constante K dont la valeur pour l'Algérie et le Maroc est égale à 3.43 d'où la nouvelle formule.

$$Q3 = 3.43 \times \frac{P}{M - m}$$

STEWART a montré que les valeurs du Q3 et celles obtenues par la formule du Q2 sont très peu différentes ; l'erreur maximale est inférieure à 2% (STEWART, 1969).

Cet indice nous permet de localiser les stations d'étude parmi les étages de végétation tracés sur le climagramme d'Emberger. (Voir Figure N° 9)

Tableaux N° 3 : La valeur du Q3 et étage bioclimatique de la région de Tlemcen.

Période	Précipitations	M (°c)	m (°c)	Q3	Etage bioclimatique
(2004-2014)	363 ,10	36,58	5,97	40,69	Semi-aride inferieur à hiver doux

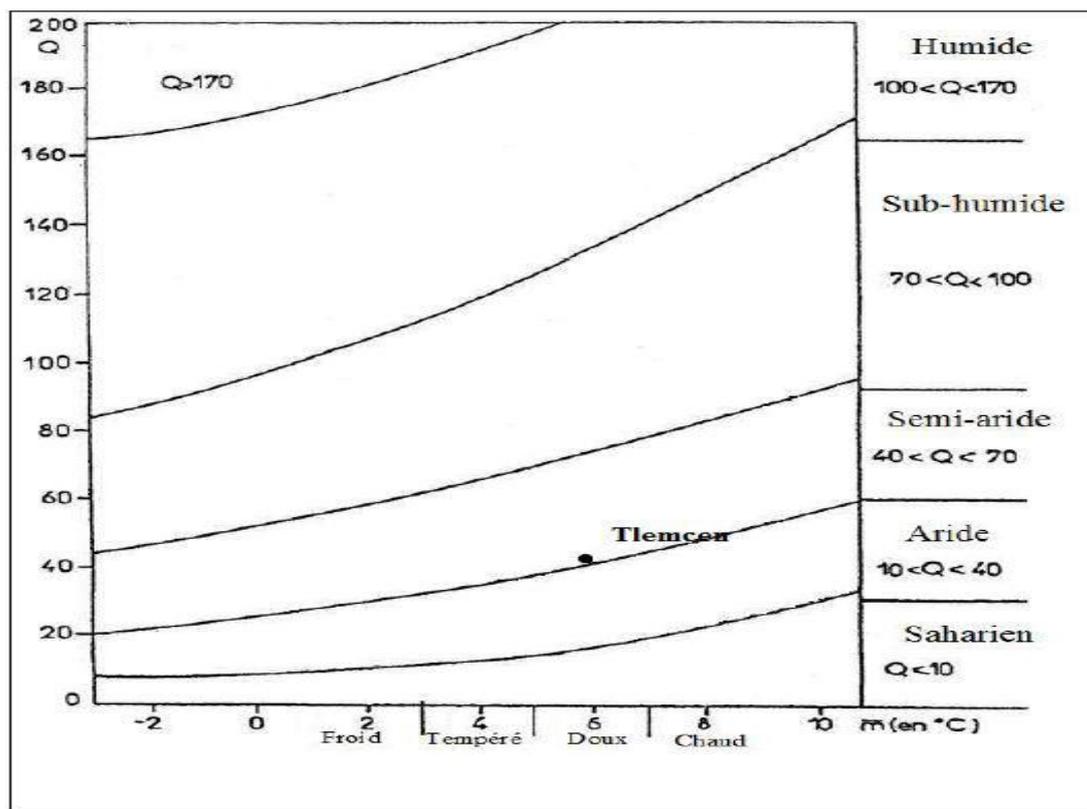


Figure N° 9 : Le climagramme pluviométrique d'Emberger.

La région de Tlemcen se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride inferieur à hiver doux. La région de Tlemcen se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride inferieur à hiver doux.

II.1.3.3. Pédologie

Selon **Gaouar (1980)** l'évolution des sols est dépendante des conditions climatiques et la végétation, la répartition des grands types de sols correspond aux grandes zones climatique du globe, mais aussi la répartition zonale de la végétation. A l'intérieur même de ses zones l'intra zonalité est caractérisée par la salinité et l'hydromorphie. Ce même auteur signale que dans les monts de Tlemcen, les sols fersiallitiques sont de deux types : fersiallitiques décarbonatés et des sols fersiallitiques secondairement carbonatés, ils sont bruns-calcaires et ils ont une teinte plus claire. Cette description est en accord avec celle de **Dahmani (1984)** qui confirme la présence des sols fersiallitiques dans les endroits les plus arrosés, des sols calcimagnésiques qui se limitent essentiellement aux marnes carbonatées qui assure leur approvisionnement en ions calcium et magnésium et les sols évolués, qui possèdent un sol rouge fersiallitique sur croûte calcaire. **Novikoff (1983)** souligne que les sols limono-sableux rouges constituent un des rares sols fertiles utilisés pour la céréaliculture ou les cultures de l'olivier.

Pour déterminer l'effet de la nature du sol sur la phase hypogée de quelques insectes et dans le but d'un choix convenable de terrain agricole pour l'arboriculture fruitière, nous avons testé au laboratoire quatre types de sol de nature différente.

II.2. Analyses pédologiques

Une grande partie des analyses pédologiques fut effectuée au niveau du laboratoire de pédologie à l'université Abou Bekr Belkaid Tlemcen. Les protocoles expérimentaux utilisés étaient soit ceux proposés par **Aubert (1978)** soit ceux empruntés de **Valla (1984)** à l'exception de l'analyse granulométrique qui fut traitées à laboratoire centrale des Travaux Public de l'Ouest (**L.T.P.O.**).

II.2.1. Prélèvements des sols

Des prélèvements de sol ont été effectués dans quatre vergers différents (pomme de terre, orange, vigne, olivier) situés dans la région de Tlemcen. Une petite quantité de 1 kg de chaque sol a été mise dans un sachet étique puis stockée dans le laboratoire des analyses pédologiques.

II.2.2. Traitement des échantillons de sol au laboratoire

Au laboratoire, les échantillons seront séchés à l'air ; ont été étalés sur du papier journal (photo n° 1).



Photo N° 1 : Les échantillons de sol choisis pour l'analyse.

II.2.3. La couleur

La couleur est un caractère physique qui peut révéler certaines conditions de pédogénèse et parfois les vocations possibles du sol considéré (Aubert, 1978).

Les couleurs sont déterminées par référence à un code international Mansell sur les échantillons secs et dans de bonnes conditions d'éclairage.

II.2.4. Paramètres physicochimiques du sol

II.2.4.1. Analyse physiques

II.2.4.1.1. La Granulométrie :

La granulométrie selon Zaatout (2011), a pour but de quantifier pondéralement les particules minérales élémentaire cristallines, groupées en classe et définir la texture ou la composition granulométrique des sols. Cette dernière est importante car elle régit les propriétés physiques d'un sol. L'essai utilise deux méthodes complémentaires :

- L'analyse granulométrique par voie sèche ; qui utilise une série de tamis emboîtés les uns sur les autres, et qui se limite au refus supérieur ou égale à 0.063 mm.
- L'analyse granulométrique par sédimentométrie ; qui utilise la décontraction de grains solides en suspension dans l'eau, cette chute est liée directement à leurs diamètre (loi de

Stock) ; cette méthode s'adresse à des échantillons de sol qui ne contiennent pas des éléments de diamètre inférieur à 100 μm ;

- L'analyse granulométrique est la détermination de la texture d'un sol après Destruction de tous les agrégats par dispersion des colloïdes flocculés ;
- Le but de cette analyse est de déterminer le pourcentage ; d'argiles, de sable et de Limons caractérisant l'échantillon prélevé.

Le but de la sédimentométrie :

Lorsque les particules ont une dimension inférieure à 80 μm , le tamisage n'est plus possible. La suspension est donc récupérée dans une éprouvette. Une lecture des densités se fait à l'aide d'un densimètre à des temps préalablement fixés. Les particules sont classées selon une échelle internationale (Oulhaci, 2001) :

- ✓ Inférieur à 0.002 mm argile ;
- ✓ Entre 0.002 et 0.2 mm limons fins ;
- ✓ Entre 0.02 et 0.05 mm limons fins ;
- ✓ Entre 0.05 et 0.2 mm sable fins ;
- ✓ Entre 0.2 et 2 mm sable grossiers ;

L'ensemble des diamètres inférieurs à 2 mm sont appelés terre fine.



Photo N° 2 : Etuve de séchage



Photo N° 3 : Sédimentation de nos échantillons au laboratoire.

II.2.4.2. Analyse chimiques

II.2.4.2.1. Détermination de l'humidité

Une mesure de chaque sol prélevé du terrain a été déposée sur du papier du journal et exposée à l'air libre pendant 48 h à l'intérieur du laboratoire.

Nous avons ensuite mesuré la différence entre le poids au début de chaque substrat moins le poids après 48 h.

II.2.4.2.2. Détermination du pH

La mesure du pH se fait à l'aide d'un pH mètre (**Photo N° 4**), nous avons mis 0.15 L d'eau distillée et 10 g du substrat dans un bécher placé sur l'agitateur (**Photo N°5**).



Photo N° 5 : l'agitateur.



Photo N° 4 : Ph mètre.

II.2.4.2.2.1. L'échelle de pH de sol :**Appréciations pH H₂O**

Fortement acide pH < 5

Acide 5 < pH < 6

Légèrement acide 6 < pH < 6,6

Neutre 6,6 < pH < 7,4

Légèrement alcalin 7,4 < pH < 7,8

Alcalin pH > 7,8

II.2.4.2.3. Détermination du calcaire total

Le calcaire joue un rôle essentiel dans la nutrition des plantes mais encore dans la pédogenèse, comme les différents éléments chimiques qui entrent dans la composition du sol. Nous avons utilisé la méthode volumétrique de **BERNARD** pour le dosage du CaCO₃ totale. La décomposition des carbonates a été effectuée par HCl à 10% en prenant comme témoin le CaCO₃ pur .la réaction totale entre l'acide chlorhydrique et le calcaire présent dans le sol produira du dioxyde de carbone selon l'équation suivante :



Cela permettra de calculer le poids de CaCO₃ de l'échantillon par la formule suivante :

$$\text{CaCO}_3 \% = \frac{p \cdot V}{P \cdot v}$$

p : poids de témoin ;

v : volume de CO₂ dégagé dans la réaction de témoin ;

P : poids de la terre fine ;

V : volume de CO₂ dans la réaction de terre fine.

Tableaux N° 4 : Calcaire total

% de carbonates	Charge en calcaire
< 0.3	Très faible
0.3 – 3.0	faible
3 – 25	moyenne
25 - 60	forte
> 60	Très forte

Une fois les résultats de l'analyse connus, nous pourrions utiliser selon **BAISE (2000)** les appréciations du tableau ci-dessous proposées par le **G.E.P.P.A** (Groupe d'Etude des Problèmes de Pédologie Appliquée).

Tableaux N° 5 : Classification des sols selon le pourcentage en carbone de calcium

Type de sol	Pourcentage en CaCo3 (%)
Non calcaire	< 1
Peu calcaire	1-5
Modérément calcaire	5-25
Fortement calcaire	25-50
Très fortement calcaire	50-80
Excessivement calcaire	> 80

Source : **BAISE, 2000**

II.3. Récupération des pupes

Les oranges, les olives, les poivres récoltés sur le terrain (**photo N° 6**) sont placées dans des passoirs, celles-ci sont déposées dans des bassines contenant une couche de sable fin qui sert à accueillir les larves du troisième stade qui se transforment en pupes. Les larves en fin du troisième stade quittent le fruit d'une brusque détente, pour s'enfoncer, à faible profondeur dans le sable, où va s'effectuer la nymphose donnant les pupes. Les passoirs sont recouvertes d'une mousseline maintenue par un élastique qui empêche l'entrée de la drosophile très attirée par les fruits en fermentation. Les mailles de la mousseline utilisée doivent être d'un diamètre inférieur à celui des larves des insectes. Les pupes formées sont récupérées par tamisage du sable.



Photo N° 6: Récolte de fruit

II.3.1. Protocole expérimental

Le dispositif expérimentale utilise sont des bouteilles en plastique sous forme de flacons, ces flacons a été recouvert avec de mousseline. Sur le terrain nous avons procédé comme suit :

- ❖ Nous avons remplis les flacons suivant les profondeurs : 0 cm, 2 cm et 5 cm, 15cm.
- ❖ Les pupes récupérées sont disposées au fond des dispositifs (8 pupes/dispositif).
- ❖ Nous avons versé le sol sur chaque dispositif en respectant les profondeurs déjà citées.
- ❖ Nous avons effectué 3 répétitions pour chacune des profondeurs considérées.
- ❖ Nous avons recouvert les dispositifs, pour éviter l'envol des adultes à leur émergence.



Photo N° 7 : Le protocole expérimental

A partir de la première émergence, le nombre d'adultes est compté afin d'estimer le taux d'émergence et taux de mortalité.

-Taux d'émergence

La mousseline utilisée dans les dispositifs a empêchées les adultes de s'en fuir ce qui a permit de les compter et de calculer le taux d'émergence selon la formule suivante :

$$\text{Taux d'émergence} = (\text{nombre d'individus émergés} / \text{nombre de pupes}) \times 100$$

II.4. Analyses statistiques des données

❖ Analyse de variance et autres tests utilisés

Une analyse de variance (Anova) et le test de Tukey (HSD) test ($p < 0,05$) ont été utilisés pour comparer nos résultats de l'effet de profondeur sur l'émergence des adultes. Bien que les données aient été transformées pour l'analyse statistique, les moyennes et les erreurs-types basées sur les données originales sont présentées dans les figures. Les calculs sont effectués à l'aide du Minitab 15.

❖ Corrélation et régression

• Coefficient de corrélation linéaire

Pour savoir s'il existe une dépendance entre le type de sol, la profondeur et l'émergence des adultes des adultes, nous avons calculé les coefficients de corrélation linéaire.

Principe : pour établir une relation d'indépendance entre deux variables X et Y , il suffit de calculer le coefficient de corrélation :

$$r = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{n\sigma_x \times \sigma_y} = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{\sigma_x \times \sigma_y}$$

r est compris entre -1 et +1

-si $r = 0$ il n'y a pas de corrélation linéaire entre les variables X et Y ;

-si $r > 0$ il existe une liaison positive entre les deux variables ;

-si $r < 0$ il existe une liaison négative entre les variables ;

-si les deux variables suivent une loi normale, on peut tester le coefficient de corrélation par rapport au zéro en calculant la quantité $t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$, qui est distribuée, sous l'hypothèse H_0 selon loi de Student à $(n - 2)$ ddl.

Si $t > t$ théorique, la corrélation entre les deux variables est jugée significative ; il existe alors une dépendance statistique entre elles.

- **Droite de régression**

S'il existe une corrélation significative entre les variables X et Y , on peut établir une droite de régression (annexe). Elle permet d'estimer des valeurs de Y connaissant certaines valeurs de X . Ce qui nous permet de prédire l'évolution ou l'effectif de l'un des stades en connaissant ceux de l'autre, si r^2 est positif.

CHAPITRE

III

Après l'analyse et les traitements des différentes données acquises sur le terrain et le laboratoire, soit par les analyses chimiques et granulométriques au laboratoire soit par les pupes de l'insecte, nous allons procéder à l'interprétation des résultats.

III.1. Résultats de l'analyse pédologique

III.1.1. Résultats d'analyse physiques

III.1.1.1. La granulométrie

Le tableau suivant indique les résultats d'essais physiques de chaque sol du verger (Oranger, Olivier, Vigne, Pomme de terre).

Tableaux N° 6 : indique les résultats d'essais physiques de quatre sols différents

SONDAGE / PUIITS		1	2	3	4	
		Sol 1	Sol 2	Sol 3	Sol 4	
NATURE APPARENTE DES ECHANTILLONS		Verger Olivier	Verger Oranger	Vigne	Pomme de terre	
ESSAIS PHYSIQUE S	Granulons & Sédiment	Argile %	7	20	9	21
		Limon %	27	18	8	23
		Sable %	55	61	82	48
		Gravier %	12	0	0	8
	Tamisât à 0,08 mm %	60	76	72	83	
Tamisât à 2 mm %	88	100	100	92		

Le sol 1 est de texture **limono-sableux** ; le sol 2 est de texture équilibrée **limono-argilo-sableuse** ; le sol 3 est de texture **sablo-limoneux** ; le sol 4 est de texture équilibrée **limono-argilo-sableuse**. (Voir l'annexe).

Le pourcentage de chaque fraction a été schématisé sur le diagramme des textures selon la classification américaine donnée par **Duchaufour (1991)**. Ce diagramme nous permet de situer nos différents sols.

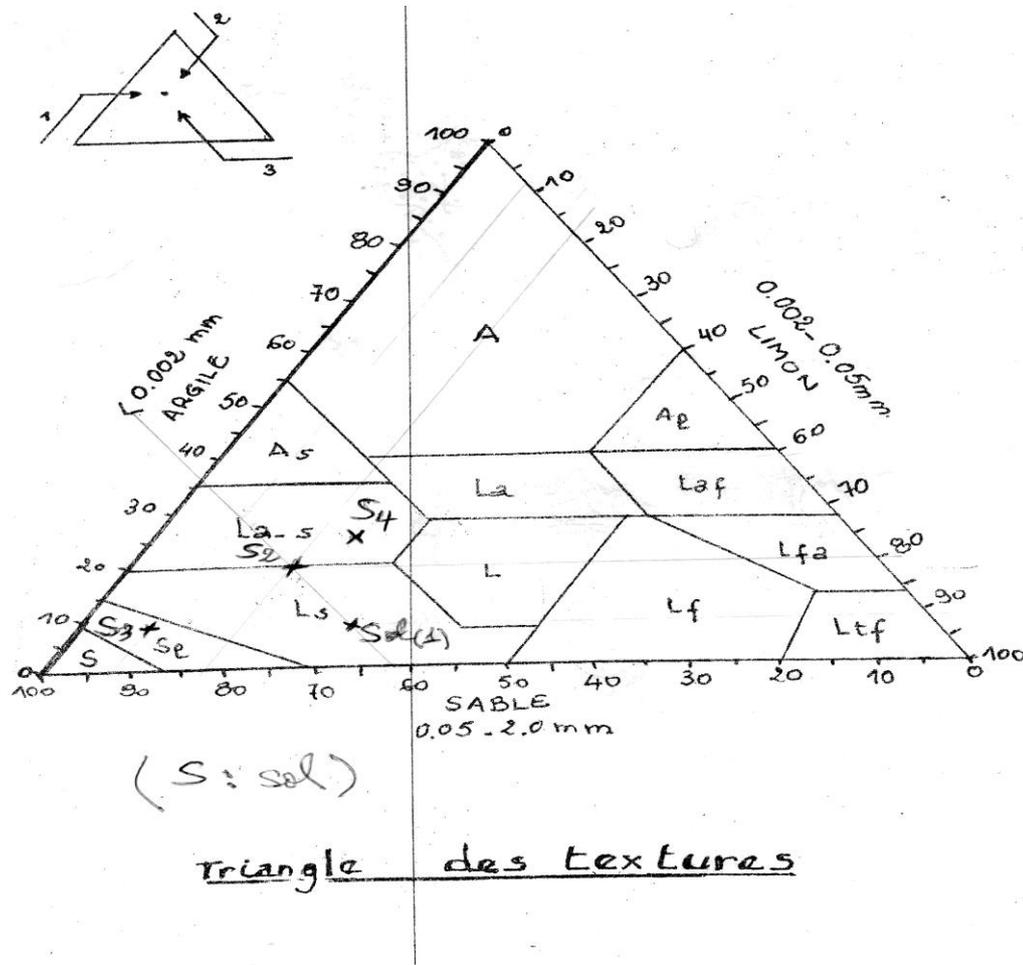


Figure N° 10: Diagramme des textures

III.1.1.2. Texture

C'est la structure et la texture du sol qui détermine la perméabilité, la capacité de rétention ainsi que la dynamique de l'eau dans le sol et son aération.

Les résultats de l'analyse granulométrique obtenus montrent que :

- Sol 1 : Type de texture **limono-sableux** ; Annexe N° 01
- Sol 2 : Type de texture **limono-argilo-sableux** ; Annexe N° 01
- Sol 3 : Type de texture **sable-limoneux** ; Annexe N° 04
- Sol 4 : Type de texture **limono-argilo-sableux** ; Annexe N° 04

-

III.1.2. Résultats d'analyse chimique

III.1.2.1. Résulta du Taux d'humidité

Après exposition de substrat pendant 48 h il s'est avéré les résultats suivants :

Tableaux N° 7 : Résultat du Taux d'humidité

Sols	Sol 1	Sol 2	Sol 3	Sol 4
Taux (%) d'humidité	0.25	0.70	1.41	0.50

- Le taux d'humidité sur le type de sol 3 est le plus élève.

III.1.2.2. Résultat de la mesure d'analyse du pH

Le Tableaux suivant (8) représente les résultats effectués au laboratoire afin de savoir le pH de Chaque type de sol.

Tableaux N° 8 : Résultat de l'analyse de pH

Sols	Sol 1	Sol 2	Sol 3	Sol 4
Ph	7.33	7.47	7.44	7.49

- Le sol 1 est de pH neutre sa valeur est comprise entre $6,6 < 7.33 < 7,4$.
- Le sol 2, 3, 4 est de pH légèrement alcalin leurs valeur est comprise entre $7,4 < \text{pH} < 7,8$.

III.1.2.3. Résultats du calcaire total

Le sol 1, 2, 3, 4 présente un taux de calcaire CaCo_3 compris entre (7 et 12) ces sols sont Modérément calcaire.

La teneur en calcaire joue un rôle important dans les comportements du sol et constitue une réserve des cations du calcium qui ont pour effet de flocculer d'argile (DURAND, 1983).

Tableaux N° 9 : Résultats du calcaire total

Sols Types	CaCo_3 (%)
Type 1	11.03
Type 2	18
Type 3	7
Type 4	12

III.2. Effet de type de sol sur l'émergence des adultes :

Les résultats obtenus pour le tableau N° 10 montrent un effet significatif de type de sol sur l'émergence des adultes. L'analyse de l'Anova à un facteur montre un effet hautement significatif pour le sol type 1 avec $F_{obs} = 2,33$ pour une probabilité $P = 0,0001$, suivi par celle de sol type 4 avec $F_{obs} = 1,21$ pour une probabilité $P = 0,0002$.

Tableaux N° 10 : Résultat de l'effet de type de sol sur l'émergence des adultes

	Taus d'émergence %
Type 1	69 ± 0.14
Type 2	41 ± 0.11
Type 3	40 ± 0.03
Type 4	43 ± 0.02

Le taux d'émergence le plus élevé est obtenu dans le sol Type 1 limono-sableux qui est de 69 % et les sols de type (2 de texture limono-argilo-sableux, 3 de texture sable-limoneux et type 4) de taux d'émergence compris entre 41 et 43 % et moins élever.

III.3. Effet de profondeur sur l'émergence des adultes :

Tableaux N° 11 : Résultat de l'effet de profondeur sur l'émergence des adultes

Type de sol	Profondeur (cm)	Taux d'émergence %
Type 1	2	72 ± 0.01
	5	57 ± 0.12
	10	29 ± 0.03
	15	13 ± 0.11
Type 2	2	58 ± 0.11
	5	32 ± 0.03
	10	21 ± 0.07
	15	9 ± 0.10
Type 3	2	55 ± 0.01
	5	36 ± 0.12
	10	19 ± 0.09
	15	7 ± 0.11
Type 4	2	61 ± 0.13
	5	41 ± 0.04
	10	22 ± 0.12
	15	7 ± 0.02
Témoin	0	54 ± 0.05

Après expérience faite, le taux d'émergence le plus élevé est obtenu dans le sol type 1 (limono-sableux). En se basant uniquement sur le facteur profondeur, nous constatons que le témoin et la profondeur 2 cm permettent les taux d'émergence les plus élevés et se trouvent dans le sol type 1 (limono-sableux) avec une valeur de 72 %. Dans le type 2 de texture limono-argilo-sableux nous retrouvons la profondeur 5 cm avec un taux d'émergence de 32 %. Et le type 3 de texture sable-limoneux nous retrouvons la profondeur 10 cm avec un taux d'émergence 19 %. Il ressort de ces résultats, que plus la profondeur augmente, plus le taux d'émergence diminue jusqu'à atteindre 7 à 15 cm de profondeur.

III.4. Corrélation entre les types de sol et l'émergence des adultes :

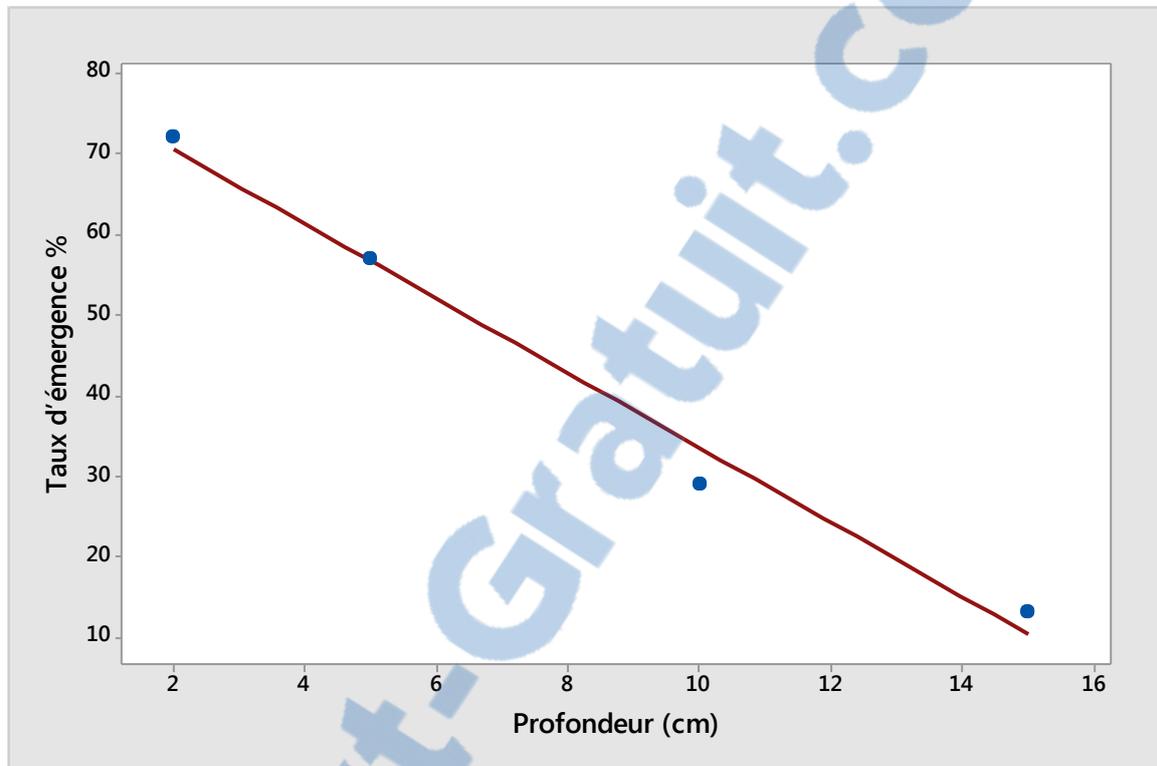


Figure N° 11: Régression entre la profondeur et le taux d'émergence pour le sol type 1.

D'après la figure N°11, il existe une bonne corrélation entre la profondeur de sol et l'émergence des adultes pour le sol type 1 avec $R^2 = 97.6\%$.

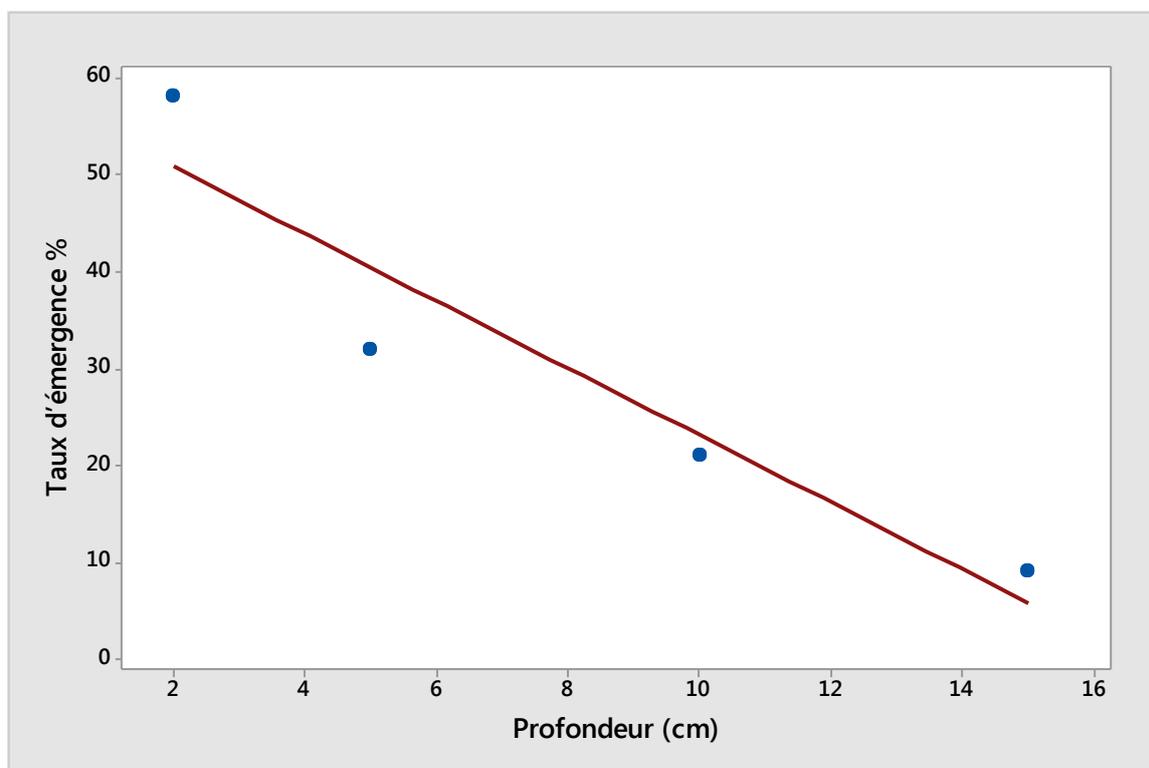


Figure N°12 : Régression entre la profondeur et le taux d'émergence pour le sol type 2.

Cette figure N°12, présente une corrélation entre la profondeur de sol et l'émergence des adultes pour le sol type 2 avec $R^2 = 73.7\%$.

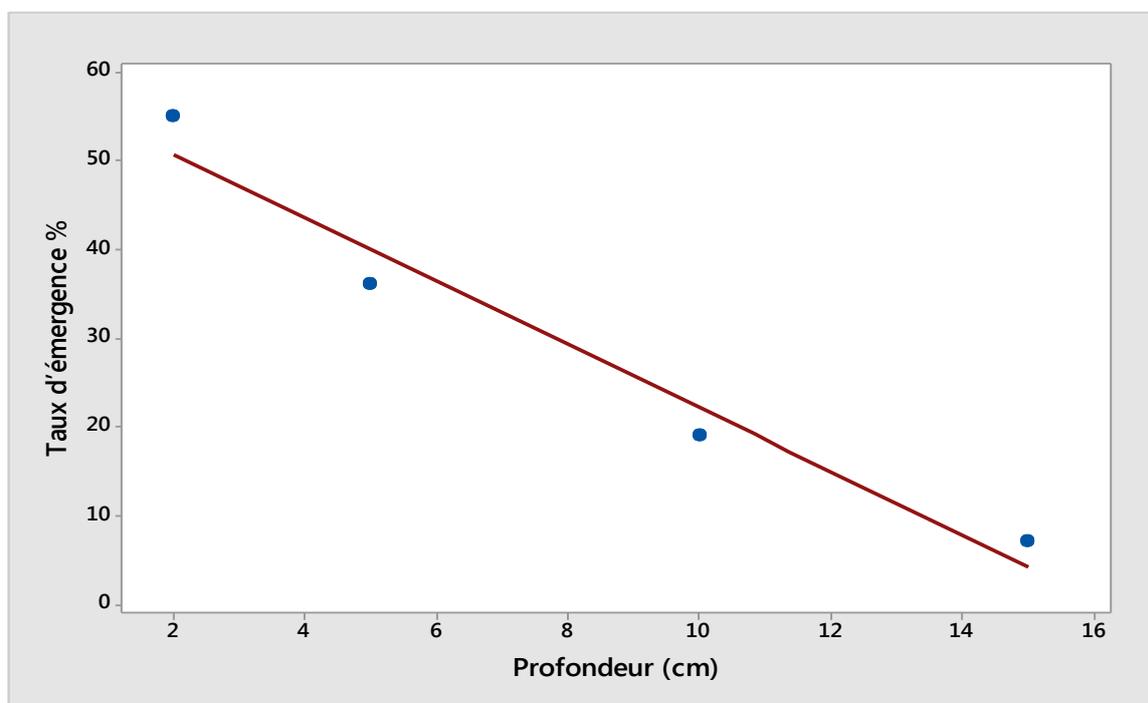


Figure N°13 : Régression entre la profondeur et le taux d'émergence pour le sol type 3.

La figure N°13, présente aussi une bonne corrélation entre la profondeur de sol et l'émergence des adultes pour le sol type 3 avec $R^2 = 93.5\%$.

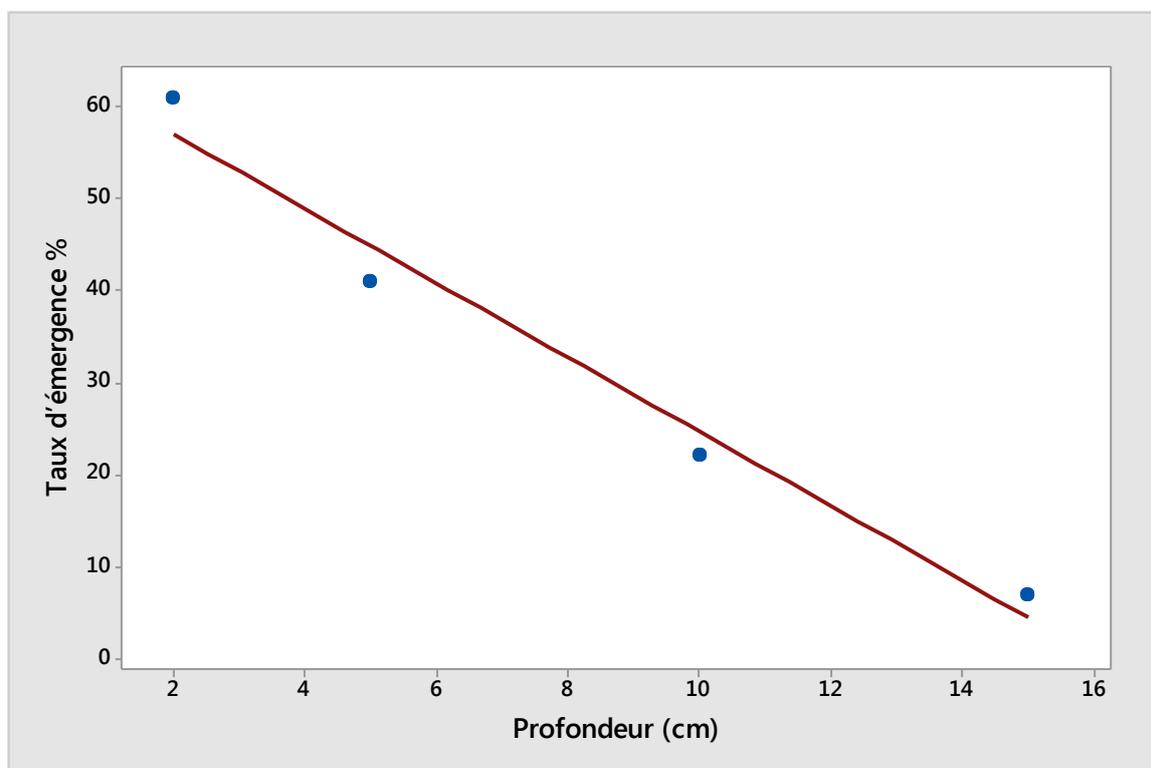


Figure N° 14 : Régression entre la profondeur et le taux d'émergence pour le sol type 4.

Cette figure N° 14 présente Une corrélation entre la profondeur de sol et l'émergence des adultes pour le sol type 4 avec $R^2= 62.3\%$.

Discussion

D'après les expériences, les analyses et les résultats obtenus les 4 sols étudiés en des texture, pH, taux d'humidité et de calcaire cela implique que leurs constations sont différents (physique et chimique).

Les résultats obtenus ont révélé le taux moyen d'émergence le plus élevé est obtenu dans le sol limono-sableux (type 1) avec de taux de 69 %. Les sols types 2 et 4 de texture limono-argilo-sableux n'ont permis que 41 % d'émergence et 43 %. Le sol type 3 de texture sable-limoneux, quant à lui, n'a permis l'émergence que de 40% de pupes.

Le pH neutre favorise le taux d'émergence et le sol de pH alcalin défavorise ce dernier. Le pH des milieux d'élevage de pupes est un facteur physico-chimique très influant lors de l'élevage massif (Vargas *et al*, 1983).

Nous avons, également, enregistré pour le sol limono-sableux, une mortalité importante à quelques centimètres de la surface alors que tous les adultes sont morts à l'émergence sur le sol sable-limoneux. Cette mortalité pourrait être due, pour le premier sol, à la taille des particules sableux qui font obstacle et empêchent les adultes d'arriver à la surface et de traverser facilement les profondeurs imposées. Dans le deuxième sol, le faible taux d'émergence est peut être dû à la mauvaise aération du sol qui rend difficile la remontée des adultes en surface. En effet, aucun adulte vivant n'a été observé pour ce sol.

L'humidité peut être un facteur négatif pour le développement des pupes. Dans le sol type 3 sablo-limoneux le taux émergence était faible possible à cause de la mauvaise aération qui empêche les pupes d'avoir une bonne respiration.

L'interaction « type de sol- température » pourrait, également, être à l'origine de la mortalité des individus de *C. capitata*. En effet, selon Hooper (1987), il n'y a pas de différence pour les pupaisons de *C. capitata* à 20 et 25 °C, mais la pupaison dans le sable à 20 °C provoque une forte mortalité tandis qu'à 25 °C le sable n'a aucun effet.

Dimou *et al* (2003) ont rapporté que la majorité des larves de *D. oleae* entrent en pupaison dans les 3 premiers centimètres et que les profondeurs de pupaison diffèrent en fonction de l'humidité et du type de sol ainsi que de l'interaction température- type de sol- humidité.

L'analyse statistique des données montre que le taux d'émergence diminue de façon très significative lorsque la profondeur d'enfouissement des larves augmente ; les taux les plus élevés, plus de 50%, ont été obtenus avec les plus faibles profondeurs (0 et 2 cm). Cavalloro & Delrio (1975) ont montré

que la pupaison se fait au niveau des cinq premiers centimètres. De même, **Rigamonti (2004)** a constaté que les pupes de *C. capitata* sont formées à une profondeur inférieure à 10 cm et que 90 % des pupes obtenues sont concentrées dans les 5 premiers centimètres, ce qui est en accord avec nos résultats. Nous constatons que c'est la profondeur 2 cm qui a donné le taux d'émergence le plus élevé, 72%.

L'influence de la température sur la durée de pupaison est rapportée par plusieurs auteurs. Ainsi, **Shoukry & Hafez (1979)** ont obtenu une durée moyenne de pupaison de 7 jours à 30°C. Elle est de 11 jours à 25°C et de 9 jours à 27°C. **Hooper (1978)** a, également, noté une durée de 9 jours à 29 ± 0,4°C. Selon ces auteurs, l'humidité n'agit pas sur la durée de pupaison. Cependant, **Feron & Sacantanis (1955)** ont constaté que la composition du milieu d'élevage des larves a une incidence sur la pupaison.

L'humidité pourrait également être à l'origine des faibles taux d'émergence observés dans les sols limoneux et limono-argilo-sableux ; ces derniers présentent des taux d'humidité plus élevés par rapport aux autres sols (Tableau n°7). La présence d'humidité dans le sol est un facteur essentiel au bon développement et à la survie de la pupa (**Haque et Levot, 2005**).

Enfin d'autres facteurs pourraient également intervenir tels que la porosité et par conséquent, la quantité d'oxygène disponible qui peuvent être des facteurs limitants pour la distribution des larves d'insectes comme l'a signalé **Dajoz (1975)**.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

Ce travail peut être une étude préliminaire sur l'effet du substrat sur le développement des pupes de quelque insecte a montré que les taux d'émergence observés diffèrent significativement. Texture sableuse : sol bien aéré, facile à travailler, pauvre en réserve d'eau, pauvre en éléments nutritifs, faible capacité d'échange anionique et cationique. Texture limoneuse : l'excès de limon et l'insuffisance d'argile peuvent provoquer la formation d'une structure massive, accompagnée de mauvaises propriétés physiques. Cette tendance est corrigée par une teneur suffisante en humus et calcium. Cette différence serait due à la texture qui diffère d'un sol à un autre car chacun a sa substrats nous avons remarque que le calcaire et le ph du sol a un effet sur les pupes. Le pH neutre favorise le taux d'émergence et le sol de pH alcalin défavorise ce dernier. De même la présence d'humidité dans le sol est un facteur essentiel au bon développement et à la survie de la pupa à savoir que les particules fines des textures sablo-limoneuse et limono-argilo-sableuse asphyxient les adultes au moment de l'émergence. La profondeur d'enfouissement des pupes agit aussi sur le taux d'émergence de la cératite. Les faibles profondeurs ont donné des taux d'émergence les plus élevés. La texture limono-sableuse favorise la pupaison ainsi que les profondeurs allant de 0 à 5 cm. La durée de pupaison varie selon la variété dans laquelle ont évoluées les larves.

Référence bibliographiques

- A.S.P.E.W.I.T., 2008.** Localisation Géographique, Géologie Et Hydrographie De La Wilaya De Tlemcen. Le Bulletin N°2, 3 Et 4, 1 P.
- Albouy, V., 2011.** *Bien Débuter En Entomologie*. Editions Glénat. 63p.
- Aubert G., 1978.** Méthodes D'analyses Des Sols. C.N.D.P. Marseille, 191 P.
Aux Interfaces (Tome 1), Edition France Agricole. 88p
- Baise D., 2000.** Guide Des Analyses En Pédologie 2éme (Ed). I.N.R.F. Paris.172 P.
- Calvet R., 2003.** Le Sol, Propriété Et Fonction, Phénomènes Physiques Et Chimiques. Tome 2. Ed. France. Agricole, 511 P
- Camuzard J. P., 2005.** Le Sol, Un Milieu Complexe Au Pouvoir Epurateur Limité. Engref Paris.
- Cavalloro R, Delrio G., 1978** .Sur la profondeur d'enfouissement de *Ceratitis capitata* Wied. Rev. Path. Veg. Agric. Fr.32: 45-49.
- Cd Rom Microsoft Encartan., 2009.**
- Charabidz D., 2008.** Étude De La Biologie Des Insectes Nécrophages Et Application A L'expertise En Entomologie Médico-Légale, Thèse Doctorat, Lille.
- Chinery M., 2005.** *Insectes De France Et D'europa Occidentale*. Editions Flammarion.320p.
- Dagadi ., 2011.** *Cours D'agriculture Durable*, G2 Isdr/Gl.
- Dahmani M., 1984.** Contribution A L'étude Des Groupements A Chene Vert (*Quercus Rotundifolia* Lamk.) Des Monts De Tlemcen. Approche Phytoécologique Et Phytosociologique . Thèse Doct 3éme Cycle, Univ. Sci .Technol . H. Boumediene, Alger, 226 P. +Ann.
- Dajoz R., 1998.** Les Insectes Et La Foret : Role Et Diversite Des Insectes Dans Le Milieu Forestier. Lavoisier Tec & Doc, 594 P.
- De Guzman L. I. And A. M. Frake., 2007.** Temperature Affects *Aethina Tumida* (Coleoptera : Nitidulidae) Development. Journal Of Apicultural Research 46(2): 88-93.
- De Guzman L. I., J. A. Prudente, T. E. Rinderer, A. M. Frake And H. Tubbs., 2009.** Population Of Small Hive Beetles (*Aethina Tumida* Murray) In Two Apiaries Having Different Soil Textures In Mississippi. Science Of Bee Culture 1(1): 4-8.
- Defoliart G., 2003.** Insects As Food. *Encyclopedia Of Insect*. 431f436. Resh, Vh Et Cardé, Rt, Academic Press.
- Dimou I., Koutsikopoulos C., Economopoulos A P., Lykakis J., 2003** .Depth of pupation of the wild olive fruit fly *Bactrocera (Dacus) oleae* (Gmel.) (Diptera, Trypetidae). J. Appl. Entomol.127 (1), 12.

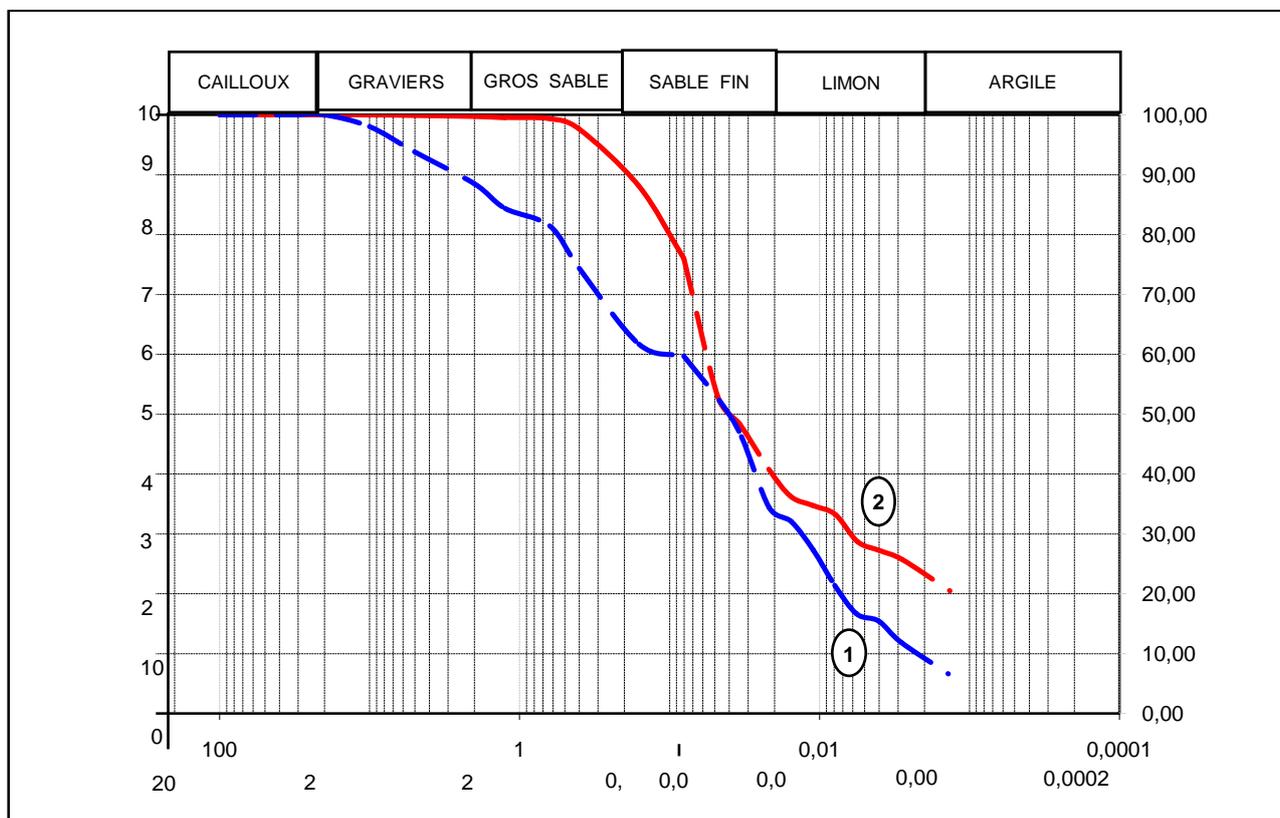
- Djebaili S., 1984.** Recherches Phytosociologiques Et Ecologiques Sur La Végétation Des Hautes Plaines Steppiques Et De L'atlas Saharien Algériens. Ed. Office Des Publ. Univ., Alger, 177 P.
- Dreux P., 1980.** Précis D'écologie. Ed. Presse Universitaire De France, Paris, 231 P.
- Duchaufour P., 1994.** Pédologie : Sol, Végétation, Environnement. Masson Editeur 120, Boulevard Saint Germain 72380 Paris Cedex 06.
- Duchaufour Ph., 1991.** Pédologie (Sol, Végétation, Environnement) Ed. Masson., Paris, Pp: 11-12.
- Ellis J. D., R. Hepburn, B. Luckman And P. J. Elzen., 2004.** Effects Of Soil Type, Moisture, And Density On Pupation Success Of *Aethina Tumida* (Coleoptera : Nitidulidae). *Environmental Entomology* 33(4): 794-798.
- Emberger L., 1930.** La Végétation De La Région Méditerranéenne. Essai D'une Classification Des Groupements Végétaux. *Rev. Géo. Bot.*, 42. Pp: 341-404.
- Emberger L., 1942.** Un Projet De Classification Des Climats Du Point De Vue Phytogéographique. *Bull.Soc.Hist.Nat Toulouse*77 :97-124.
- Emberger L., 1955.** Une Classification Biogéographique Des Climats. *Trav. Lab. Bot. Zool. Fac. Sci. Serv. Bot. Montpellier*, 7: 43 P.
- Estienne P. Et Godard A., 1970.** Climatologie. Ed. Armand Colin. Collection, Paris, 365 P.
- Feron M, Sacantanis K., 1955 .**L'élevage permanent de *Ceratitis capitata* Wied. au laboratoire. *Ann. Epiphy.* 2 : 200-214.
- Fraval, A., D'aguilar, J., 2004.** *Glossaire Entomologique*. Delachaux Et Niestlé Sa. 175p.
- Gabet S., 2004.** Remobilisation D'hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (Hap) Présents Dans Les Sols Contaminés A L'aide D'un Tensioactif D'origine Biologique. Thèse De Doctorat, Université De Limoges.
- Gaouar A., 1980.** Hypothèses Et Réflexions Sur La Dégradation Des Ecosystèmes Forestiers Dans La Région De Tlemcen (Algérie). *Pub. For. Médit. Tome Ii, N° 2* : 131-146
- Girard M C., C. Walter, J C. Remy, J. Berthelin Et J L. Morel., 2005.** Sols Et Environnement. Cours, Exercices Et Etudes De Cas. Dunod, Paris.
- Gobat J M., Argno M Et Mathey W., 2010.** Le Sol Vivant Bases De Pédologie–Biologie Des Sols (3eme Ed., Vol.1).Italie :Revu Et Augmentée Page 51-60.
- Gobat J. M., M. Aragno, W. Matthey., 1998.** Le Sol Vivant. Bases De Pédologie Biologie Des Sols. Presses Polytechniques Et Universitaires Romandes, Lausanne.
- Haque N. M. M. And G. W. Levot., 2005.** An Improved Method Of Laboratory Rearing The Small Hive Beetle *Aethina Tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae). *Journal Of General Applied Entomology* 34: 29-31.

- Haque, N. M. M. and G. W. Levot., 2005.** An improved method of laboratory rearing the small hive beetle *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae). *Journal of General Applied Entomology* 34: 29-31.
- Hooper G H S., 1978.** Effects of larval rearing temperature on the development of the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata*. *Ent. Exp. Appl.* (23) :222-226.
- Hooper G H S., 1987.** Effects of pupation environment on the quality of pupae and adults of the Mediterranean fruit fly. *Entomol. Exp. Appl.* 44 (2) :155-159.
- Ibrahim Mirsal A., 2004.** Soil Pollution. Origine, Monitoring And Remédiation. Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- Jacobson S., 2005.** Will The Small Hive Beetle Become A Problem Outside The South? *American Bee Journal* 145(9): 743-746.
- Kazi Tani C., 1995.** Possibilité D'enrichissement Par Introduction D'essences Feuillues Dans Les Monts De Tlemcen. Thèse D'ingénieur D'état En Foresterie, Fac. Sci., Tlemcen, 93 P.
- Lemière L J.J., Senguin C., Guern D., Guyonnet Ph., Baranger., 2000.** Guide Sur Le Comportement Des Polluants Dans Les Sols Et Les Nappes, Service Public Brgm, Étude N°3. 177 P.
- Leraut, P., 2003.** *Le Guide Entomologique*. Delachaux Et Niestlé Sa. 527p.
- Meikle W. G. And J. M. Patt., 2011.** The Effects Of Temperature, Diet, And Other Factors On Development, Survivorship, And Oviposition Of *Aethina Tumida* (Coleoptera: Nitidulidae). *Journal Of Economic Entomology* 104(3): 753-763.
- Murre T. And P. Neumann., 2004.** Mass Production Of Small Hive Beetles (*Aethina Tumida*, Coleoptera : Nitidulidae). *Journal Of Apicultural Research* 43(2): 144-145.
- Mustin M., 1987.** Le Compost, Gestion De La Matière Organique. Editions François Dubusc, Paris.
- Oulhaci S., 2001.** Contribution A L'étude Phytoécologique De L'écosystème Steppique De La Willaya De Tlemcen. Mém. Ing., Dép. Agro., Fac. Scien., Univ., Tlemcen. 35 P.
- Pettis J. S. And H. Shimanuki., 2000.** Observations On The Small Hive Beetle, *Aethina Tumida* Murray, In The United States. *American Bee Journal* 140(2): 152-155.
- Pettis J., 2003.** Effects Of Temperature, Moisture And Soil Type On The Survival Of The Small Hive Beetle. Abstract In Somerville, 2003.
- Plamondon A., 2009.** Bassins Versants Et Erosion : Application En Forêt Tropicale Humide, Notes De Cours, 3^{ème} Graduat Foresterie, Faculté De Foresterie, De Géomatique Et De Géographie, Université Laval, Québec, 287p
- Pousset J., 2002.** Engrais Vert Et Fertilité Des Sols, 2^{ème} Ed. Agri-Décisions, Paris.
- Ramade F., 1984.** Eléments D'écologie – Ecologie Fondamentale. Ed. Mcgraw-Hill, Paris, 397 P.

- Rigamonti I E., 2004.** Contribution to the knowledge of *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera, Tephritidae) in Northern Italy. II. Over wintering in Lombardy. Bull. Zool. Agr. Bachic.II, 36 (1); 101-11.
- Robert Pa., 2001.** *Les Insectes*. Delachaux Et Niestlé Sa. 461 P.
- Roth M., 1980.** *Initiation A La Morphologie, La Systématique Et La Biologie Des Insectes*. Editions De La Recherche Scientifique Et Technique Outre-Mer. 259 P.
- Soltner D., 1992.** Les Bases De La Production Végétale. Tome 1 : Le Sol. Collection Sciences Et Techniques Agricoles, 19è Edition, Sainte Gemmes Sur Loire.
- Stenggel P., 2009.** Le Sol. Éditorial. Institut Des Sciences De La Terre D'orléans.P 75.
- Stewart P., 1969.** Quotient Pluviothermique Et Dégradation Biosphérique. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.59. Pp : 23-36.
- Valla M., 1984.** Travaux Pratiques De Pédologie.Inst. Nat. Ens. Sup. Biol. Tlemcen, Polycopié, 1 - 45 P.
- Wingardner Duane L., 1995.** An Introduction To Soils For Environmental Professionals, Ed. Lewis Publishers, Étatsunis D'amérique.
- Zaatout F., 2011.** Cartographie Pédopaysagique De Synthèse Par Télédétection ; Cas De L'écosystème Steppique Du Sud De La Wilaya De Tlemcen. Mém.Ing .Dép.Agro.,Fac.Scién.,Univ.,Tlemcen. 46 P.

Annexes

Annexe N° 01: diagrammes de l'analyse granulométriques sol 1 et le sol 2.



Annexe N° 02: Tableaux de calcul granulométriques sol 2.

COURBE N° 02

		Poids refus	% refus cumulé	% tamisat cumulé	Diamètre (mm)			
tamisage			0,00	100,00	100			
			0,00	100,00	40			
			0,00	100,00	31,5	Poids max 900		
			0,00	100,00	20			
			0,00	100,00	10			
		1,01	0,11	99,89	5			
		2,43	0,27	99,73	2			
		4,01	0,45	99,55	1,25			
		5,85	0,65	99,35	0,63			
		21,45	2,38	97,62	0,4			
	107,07	11,90	88,10	0,16				
	215,99	24,00	76,00	0,08	const	3,97		
		Lecture	température	correc temp	lecture corrigée	% tamis 40grs	% tamis 50mm	Diamètre
						76,00	0,08	
	16,5	25	1,02	17,52	69,55	52,86	0,047	
	15	25	1,02	16,02	63,60	48,34	0,034	0,02
	12,5	25	1,02	13,52	53,67	40,79	0,022	38,53
	11	25	1,02	12,02	47,72	36,27	0,016	
	10,5	25	1,02	11,52	45,73	34,76	0,011	
	10	25	1,02	11,02	43,75	33,25	0,008	
	8,5	25	1,02	9,52	37,79	28,72	0,006	
	8	25	1,02	9,02	35,81	27,22	0,004	
	7,5	25	1,02	8,52	33,82	25,71	0,003	
	6	24	0,79	6,79	26,96	20,49	0,001	

temps (s)	h	Ht(m)	diamètre (mm)
60	0,00090	0,138464	0,047
120	0,00090	0,141164	0,034
300	0,00090	0,145664	0,022
600	0,00090	0,148364	0,016
1200	0,00090	0,149264	0,011
2400	0,00090	0,150164	0,008
4800	0,00090	0,152864	0,006
9600	0,00090	0,153764	0,004
19200	0,00090	0,154664	0,003
86400	0,00093	0,157778	0,001

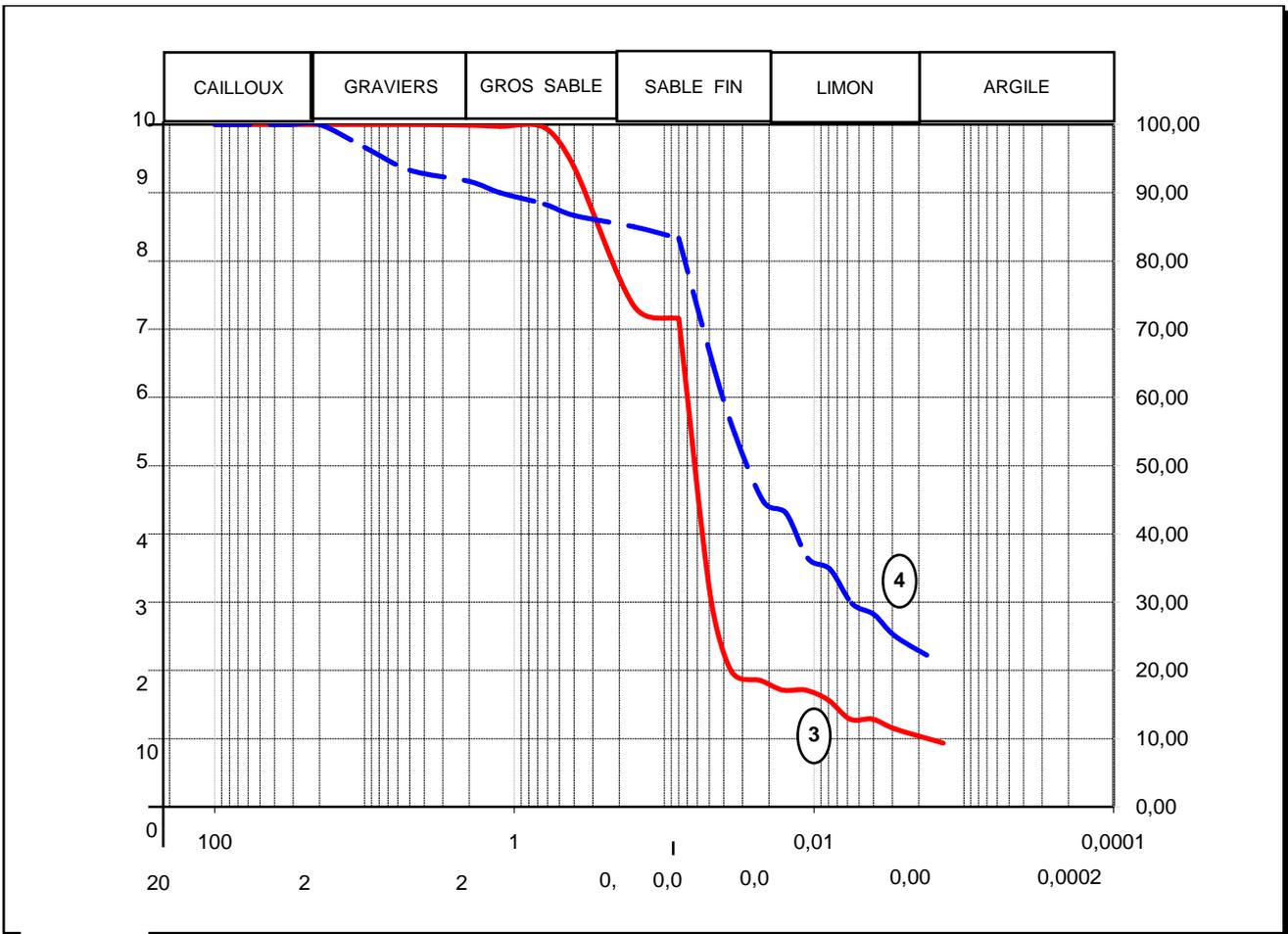
Annexe N° 03: Tableaux de calcul granulométriques sol 1.

COURBE N° 01

tamisage	Poids refus	%refus cumulé	%tamisat cumulé	Diamètre (mm)				
			0,00	100,00	100			
			0,00	100,00	40			
			0,00	100,00	31,5	Poids max 900		
			0,00	100,00	20			
		17,68	1,96	98,04	10			
		55,46	6,16	93,84	5			
		103,62	11,51	88,49	2			
		140,47	15,61	84,39	1,25			
		166,84	18,54	81,46	0,63			
	230,61	25,62	74,38	0,4				
	344,43	38,27	61,73	0,16				
	362,65	40,29	59,71	0,08	const	3,97		
Lecture	température	correc temp	lecture corrigée	% tamis 40grs	% tamis 50mm	Diamètre		
					59,71	0,08		
21	25	1,02	22,02	87,42	52,19	0,046		
18,5	25	1,02	19,52	77,49	46,27	0,033	0,02	
13,5	25	1,02	14,52	57,64	34,42	0,022	33,23	
12,5	25	1,02	13,52	53,67	32,05	0,015		
10,5	25	1,02	11,52	45,73	27,31	0,011		
8	25	1,02	9,02	35,81	21,38	0,008		
6	25	1,02	7,02	27,87	16,64	0,006		
5,5	25	1,02	6,52	25,88	15,45	0,004		
4	25	1,02	5,02	19,93	11,90	0,003		
2	24	0,79	2,79	11,08	6,61	0,001		

temps (s)	h	Ht(m)	diamètre (mm)
60	0,00090	0,130364	0,046
120	0,00090	0,134864	0,033
300	0,00090	0,143864	0,022
600	0,00090	0,145664	0,015
1200	0,00090	0,149264	0,011
2400	0,00090	0,153764	0,008
4800	0,00090	0,157364	0,006
9600	0,00090	0,158264	0,004
19200	0,00090	0,160964	0,003
86400	0,00093	0,164978	0,001

Annexe N° 04: diagrammes de l'analyse granulométriques sol 3 et le sol 4



Annexe N° 05: Tableaux de calcul granulométriques sol 4.

COURBE N° 04

tamisage	Poids refus	% refus cumulé	% tamisat cumulé	Diamètre (mm)				
			0,00	100,00	100			
			0,00	100,00	40			
			0,00	100,00	31,5	Poids max	800	
			0,00	100,00	20			
			0,00	100,00	10			
			0,00	100,00	5			
	0,87	0,11	99,89	2				
	2,07	0,26	99,74	1,25				
	3,62	0,45	99,55	0,63				
50,2	6,28	93,73	0,4					
212,4	26,55	73,45	0,16					
227,59	28,45	71,55	0,08	const	3,97			
Lecture	température	correc temp	lecture corrigée	% tamis 40grs	% tamis 50mm	Diamètre		
					71,55	0,08		
10	25	1,02	11,02	43,75	31,30	0,049		
6	25	1,02	7,02	27,87	19,94	0,036	0,02	
5,5	25	1,02	6,52	25,88	18,52	0,023	17,81	
5	25	1,02	6,02	23,90	17,10	0,016		
5	25	1,02	6,02	23,90	17,10	0,011		
4,5	25	1,02	5,52	21,91	15,68	0,008		
3,5	25	1,02	4,52	17,94	12,84	0,006		
3,5	25	1,02	4,52	17,94	12,84	0,004		
3	25	1,02	4,02	15,96	11,42	0,003		
2,5	24	0,79	3,29	13,06	9,35	0,001		

temps (s)	h	Ht(m)	diamètre (mm)
60	0,00090	0,150164	0,049
120	0,00090	0,157364	0,036
300	0,00090	0,158264	0,023
600	0,00090	0,159164	0,016
1200	0,00090	0,159164	0,011
2400	0,00090	0,160064	0,008
4800	0,00090	0,161864	0,006
9600	0,00090	0,161864	0,004
19200	0,00090	0,162764	0,003
86400	0,00093	0,164078	0,001

Annexe N° 06: Tableaux de calcul granulométriques sol 3.

COURBE N° 03

tamisage	Poids refus	% refus cumulé	% tamisat cumulé	Diamètre (mm)	Poids max 300
		0,00	100,00	100	
		0,00	100,00	40	
		0,00	100,00	31,5	
		0,00	100,00	20	
	10	3,33	96,67	10	
	20	6,67	93,33	5	
	25	8,33	91,67	2	
	30	10,00	90,00	1,25	
	35	11,67	88,33	0,63	
40	13,33	86,67	0,4		
45	15,00	85,00	0,16		
50	16,67	83,33	0,08	const 3,97	

Lecture	température	correc temp	lecture corrigée	% tamis 40grs	% tamis 50mm	Diamètre
					83,33	0,08
18,5	25	1,02	19,52	77,49	64,58	0,047
15,5	25	1,02	16,52	65,58	54,65	0,034
12,5	25	1,02	13,52	53,67	44,73	0,022
12	25	1,02	13,02	51,69	43,07	0,015
10	25	1,02	11,02	43,75	36,46	0,011
9,5	25	1,02	10,52	41,76	34,80	0,008
8	25	1,02	9,02	35,81	29,84	0,006
7,5	25	1,02	8,52	33,82	28,19	0,004
6,5	25	1,02	7,52	29,85	24,88	0,003
5,5	24	0,79	6,29	24,97	20,81	0,001

temps (s)	h	Ht(m)	diamètre (mm)
60	0,00090	0,134864	0,047
120	0,00090	0,140264	0,034
300	0,00090	0,145664	0,022
600	0,00090	0,146564	0,015
1200	0,00090	0,150164	0,011
2400	0,00090	0,151064	0,008
4800	0,00090	0,153764	0,006
9600	0,00090	0,154664	0,004
19200	0,00090	0,156464	0,003
86400	0,00093	0,158678	0,001