

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Mémoire de fin d'études

En vue d'obtention du Diplôme Master II en Agronomie

Spécialité : Science du sol

**Thème : Caractérisation des sols sous
oliveraie : effet du substrat géologique**

Soutenu le 20/10/2019

Présenté par :

Mme : Ihout Karima épouse Aoun

Melle : Boughias Saida

Devant le jury :

Présidente : Mme Hedjal M.

Maitre de conférences A., UMMTO

Examinatrice : Mme Omouri O.

Maitre-assistante A, UMMTO

Promotrice : Mme Mouas-Bourbia S.

Maitre de conférences A, UMMTO

Co promotrice : Melle Belkalem L.

Doctorante, UMMTO

Remerciements

Avant tous, Nous remercions ALLAH le tout puissant qui nous a guidé tout au long de notre vie et nous a permis de nous instruire et d'arriver à ce stade d'études, qui nous a donné courage et patience pour traverser tous les moments difficiles et qui nous a permis d'achever ce travail. C'est donc avec un grand plaisir que nous tenons à exprimer notre sincère reconnaissance à tous ceux qui, d'une façon ou d'une autre, ont contribué aux résultats présentés dans ce mémoire. En premier lieu, c'est

A notre encadreur, **Mme Mouas-Bourbia Sofia, Maitre de conférences à l'UMMTO** respect et gratitude de nous avoir guidé afin de mener à bien cette étude. Ces remarques pertinentes et ces suggestions qui ont sans cesse permis l'amélioration de la qualité de ce document et notre Co promotrice **Belkalem Lydia doctorante à l'UMMTO** qui nous a motivé et encouragé tout le long de l'élaboration de ce document.

Nous remercions également tous les membres du jury qui ont accepté de s'intéresser à notre travail et de nous apporter leur jugement d'experts : **Mme Hedjal M. Maitre de conférences à l'UMMTO**, autant que présidente du jury.

Nos vives gratitude vont aussi à **Mme Omouri.O Maitre-assistant A à l'UMMTO** d'avoir accepté de juger et d'examiner ce modeste travail.

Nous remercions également tous les membres du laboratoire science du sol qui ont contribué et nous ont guidé tout le long de notre travail en particulier : **Mme Tibiche G.** pour sa gentillesse, son aide dans tous les analyse et sa confiance **et Melle Issaoun D. doctorante à l'UMMTO** qui n'a pas ménagé ses efforts pour nous aider dans les travaux d'analyses et d'interprétations des résultats et **Mr Bouahmed** qui nous a aider à l'élaboration des cartes, ainsi que les personnes qui nous ont accompagner sur terrain et tous les membre de l'administration du département d'agronomie de l'UMMTO.

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

A ma petite famille, mon très cher mari « Aoun Ali » sans lui je n'aurai rien pu faire et à mon petit garçon Aylan.

A ma chère mère qui m'a toujours soutenu et encouragé, mes sœurs, mes neveux et nièces.

A ma belle-famille, en particulier mes beaux-parents pour leurs immenses gentillesse et encouragements. A mes beaux-frères et belles sœurs.

A mes chers amis et collègues du CTH et ADE projet.

A tous mes enseignants et mes amis de la promotion

A tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail

Et à toutes les personnes qui m'aiment

Karima.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à toutes les personnes que j'aime et en particulier :

A mes parents qui m'ont toujours apporté amour et affection ;

A mes frères, leurs femmes et leurs enfants ;

A ma sœur, son mari, leur fils et sa belle-famille ;

A ma tante dite Louise et son amie **MANEL** ;

A tous les membres de ma grande famille ;

A ma chère amie IHOUT KARIMA, *son mari, son fils et sa belle-famille.*

A ma chère amie ALLILI ZAHRA, *son mari, son fils et sa belle-famille.*

A tous mes amis (es) ;

A tous mes enseignants (es)

A toute la promotion Master I et II Science du sol 2016 à 2018 ;

A mes collègues de l'A-D-E et C-T-H de Tizi Ouzou ;

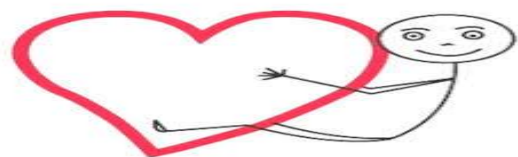
A tous ceux qui m'ont aidé, soutenue et supporter mes humeurs.

MERCI

Celle qui pense à vous,

avec un grand cœur

SAIDA BOUGHIAS



Listes des figures

Etude du milieu

Figure 01 : Commune d'échantillonnages.....	04
Figure 02 : Localisation des zones d'études et détermination du matériaux correspondant selon la carte géologique.....	07

Matériel et Méthode

Figure 03 : Dispositif d'échantillonnage (originelle, 2018).....	08
Figure 04 : Mesure du pH-eau du sol (originelle, 2018).....	10
Figure 05 : Solutions préparées pour le dosage du carbone (originelle, 2018).....	11
Figure 06 : Titration de la solution avec le sel de Mohr (originelle, 2018).....	12
Figure 07 : Titration de la solution pour le dosage du calcaire (originelle, 2018).....	14
Figure 08 : Préparation des échantillons pour l'analyse granulométrique (originelle, 2018)..	16
Figure 09 : L'analyse granulométrique pour les différentes stations. (Originelle, 2018).....	17
Figure 10 : Triangle texturale.....	19
Figure 11 : Calcul de la surface foliaire (originelle, 2018).....	20
Figure 12 : Dispositif de Kjeldahl (originelle, 2018).....	21
Figure 13 : Résultat après la titration avec de l'acide sulfurique (originelle, 2018).....	22

Résultats et Discussion

Figure 14 : pH du sol global des différentes stations d'étude au cours des deux années d'observation 2017-2018.....	24
Figure 15 : pH du sol global et du sol rhizosphérique des différentes stations d'étude année 2018.....	25
Figure 16 : Taux de matière organique du sol global des différentes stations d'étude au cours des deux années d'observation 2017-2018.....	27
Figure 17 : Taux de matière organique du sol global et du sol rhizosphérique des différentes stations d'étude année 2018.....	28
Figure 18 : Corrélation du taux de matière organique dans le sol global et dans le sol rhizosphérique année 2018.....	29
Figure 19 : Variation du taux de calcaire de chaque station d'étude.....	30
Figure 20 : Taux d'azote dans le sol global et le sol rhizosphérique des différentes stations d'étude année 2018.....	31
Figure 21 : Corrélation du taux d'azote et de la matière organique dans le sol global année 2018.....	32
Figure 22 : Variation du taux d'argile, limon et sable de chaque station d'étude.....	33
Figure 23 : Indice de sclérophylle des différentes stations d'étude année 2018.....	35
Figure 24 : Taux d'azote foliaire des différentes stations d'étude année 2018.....	37

Listes des tableaux

Etude du milieu

Tableau 01 : Température moyenne annuelle, maximale (max) et minimale (min) enregistrée pour la période 2008-2017.....	05
Tableau 02 : Précipitation totale annuelle de la wilaya de Tizi-Ouzou pour la période de 2008-2017.....	05
Tableau 03 : Température moyenne annuelle, maximale (max) et minimale (min) enregistré pour la période de 2009-2018.....	06
Tableau 04 : Précipitation totale annuelle pour la période de 2009-2018.....	06
Tableau 05 : Coordonnés des régions d'études et le matériau parent qui correspond.....	07

Résultats et Discussion

Tableau 06 : Récapitulatifs des résultats de mesure du pH pour les différentes stations années (2017-2018).....	23
Tableau 07 : Analyse de la variance du pH du sol global sur deux années d'observation (2017-2018).....	23
Tableau 08 : Analyse de la variance du pH du sol global et du sol rhizosphérique année 2018.....	24
Tableau 09 : Tableau de variation du taux de Carbon dans le sol et en cours des deux années d'observation.....	25
Tableau 10 : Analyse de la variance de la matière organique du sol global sur deux années d'observation (2017-2018).....	25
Tableau 11 : Analyse de la variance de la matière organique du sol global et du sol rhizosphérique année 2018.....	27
Tableau 12 : Tableau récapitulatif du taux de calcaire de chaque commune d'étude.....	29
Tableau 13 : Analyse de la variance du calcaire total dans chaque station d'étude année 2018.....	30

Tableau 14 : Variation du taux d'azote dans le sol global et rhizosphérique de chaque station d'étude.....	31
Tableau 15 : Analyse de la variance de l'azote du sol global et du sol rhizosphérique année 2018.....	31
Tableau 16 : Taux d'argile, limon et sable du sol de chaque station d'étude.....	33
Tableau 17 : Récapitulatif Surface foliaire moyenne de chaque site d'étude.....	35
Tableau 18 : Récapitulatif des résultats de calcul de l'indice de sclérophylle.....	35
Tableau 19 : Analyse de la variance de l'indice de sclérophylle du sol global et du sol rhizosphérique année 2018.....	35
Tableau 20 : Récapitulatif des résultats de calcul de l'azote des feuilles.....	36
Tableau 21 : Analyse de la variance de l'azote foliaire année 2018.....	36

Résumé

Notre modeste travail a pour but de caractériser les sols sous oliverais et effet du substrat géologique, c'est dans ce contexte que nous avons étudié quelques paramètres du sol « potentiel hydrogène, carbone, azote, calcaire et la granulométrie du sol » et les caractéristiques des feuilles « indice de sclérophylle et l'azote ». Etude de la variation de quelques paramètres au cours des deux années d'observations et leurs variations dans le sol global et rhizosphérique, déterminer les paramètres qui se corrélerent et qui peuvent changer dans le sol sous l'influence des caractéristiques géologiques du milieu. D'où la roche mère joue un grand rôle dans ces échanges et leurs disponibilités, au cours du temps.

Summary

Our modest work aims to characterize soils under olive and geological substrate effect, it is in this context that we have studied some soil parameters « potential hydrogen, carbon, nitrogen, limestone and the grain size of the soil » and leaf characteristics « sclerophyll index and nitrogen ». Study of the variation of some parameters during the two years of observations and their variations in the global and rhizospheric soil. to determine the parameters that correlate and that can change in the soil under the influence of the geological characteristics of the environment. Hence the mother rock plays a big role in the exchanges and their availability, over time.

Sommaire

Introduction

Etude du milieu

1) Situation géographique de la zone d'étude.....	04
2) Milieu abiotique de la zone d'étude.....	05
2-1) Le climat de la zone d'étude.....	05
2-1-1) Le climat de la wilaya de Tizi-Ouzou.....	05
a) Les Températures	05
b) Les précipitations	05
2.1.2) Le climat de la wilaya de Bejaia.....	06
a) Les Températures.....	06
b) Les précipitations	06
3) Géologie de la zone d'étude.....	07

Matériels et Méthodes

4) Echantillonnages.....	08
4.1) Echantillonnage du sol.....	08
4.2) Echantillonnage des feuilles.....	09
5) Séchage.....	09
5.1) Séchage du sol.....	09
5.2) Séchage des feuilles.....	09
6) Broyage et tamisage.....	09
7) Analyses de la qualité du sol.....	10
7.1) Paramètres chimiques.....	10
a) Potentiel Hydrogène.....	10
b) Carbon.....	11
c) Calcaire.....	13
d) Azote.....	14
7.2) Paramètre physique.....	16
a) Analyse Granulométrique.....	16

8) Caractérisation pomologique des feuilles.....	19
a) Indice de sclérophylle.....	19
a.1) Surface foliaire.....	19
b) Azote.....	20

Résultats et Discussions

9) Paramètres de la qualité du sol.....	23
9.1) Paramètres chimiques.....	23
a) Potentiel Hydrogène « pH »	23
b) Carbon « C »	26
c) Calcaire « CaCO ₃ »	29
d) Azote « N »	31
9.2) Paramètres physique	33
a) Granulométrie	33
10) Caractéristiques pomologiques des feuilles.....	34
a) Indice de sclérophylle.....	34
a.1) Surface foliaire.....	34
b) Azote « Na »	36

Conclusion

INTRODUCTION

L'origine de l'olivier se perd dans la nuit des temps, existant depuis des siècles, cité honorablement dans les 3 religions monothéistes (les religions Abrahamiques). Et de tout temps a été un emblème de force, de sagesse, d'immortalité, de richesse et d'abondance. Son histoire se confond avec des civilisations qui ont vu le jour autour du bassin méditerranéen, et ont pendant longtemps régi les destinées de l'humanité et marqué de leur empreintes la culture occidentale (COI, 2000).

L'olivier connaît une extension progressive à travers le monde. Durant les dernières années, plusieurs pays non méditerranéens ont tendance à développer cette culture. Ni au moins les pays méditerranéens, restent prédominants avec plus de 95% de la production d'huile d'olive et avec environ 90% de sa consommation. Le genre *Olea* comprend 30 espèces différentes cultivées sur 5 continents. Les plus importantes sont :

Olea Europa. L., sous-espèce euro-méditerranéen, sous-espèces *cuspidate* Vall, Cif,

Olea chrysoyphylle Lamk, Olea hochstetteri, Olea somaliensis, Olea subtrinervata.

Quoi qu'il était dit que le plus grand olivier de la méditerranée se trouve en Tunisie, « Zaytounet Lakarit » dans la région de Douiret, cet olivier géant dont le tronc est d'environ 116 cm de circonférence, est âgé d'environ 900 ans.

En Algérie Selon Samir Gani, directeur de la revue « L'olivier » et président du concours de dégustation « Apulée » de la meilleure huile d'olive, pour estimer l'âge de cet olivier, le laboratoire américain du Dr Douglas, situé à Tuscan, en Arizona, avait effectué une expertise dendrochronologique, lors d'une visite, en 1953, la veille de la célébration du 1600e anniversaire de Saint Augustin. Il avait estimé à l'époque son âge à plus de 2 900 ans. Il s'avère aujourd'hui que la plupart des pays producteurs d'huile d'olive se vantent d'avoir des oliviers millénaires, que ce soit la Grèce, la Tunisie, la Palestine, la Turquie ou encore l'Argentine et le Mexique. Mais ils sont loin de se douter que de mythiques oliviers, qui témoignent de la longue histoire de la partie Sud de la Méditerranée, se trouvent en Algérie, en général, et en Kabylie, en particulier. (Culture. Patrimoine. 20aoute 2019)

Cet arbre rustique, peu exigeant est bien adapté aux conditions difficiles des régions méditerranéennes. Très fréquemment, la culture de l'olivier a un impact positif sur l'environnement et la conservation des paysages et des sols. Elle constitue un élément essentiel dans la lutte contre la désertification, un des problèmes écologiques les plus importants des régions méditerranéennes. De plus, engendrent des zones de refuge et d'alimentations pour la

faune sauvage, les oliviers contribuent significativement au maintien de la biodiversité de ces régions. Les plantations traditionnelles comportent la valeur écologique et paysagère la plus élevée. Par leur mode de gestion généralement extensif, avec un recours minimal aux intrants externes à l'exploitation, elles enrichissent les écosystèmes concernés.

Dans les zones à pente, les plantations traditionnelles sont souvent disposées en terrasses, contribuant, ainsi à réduire les problèmes d'érosion et de perte de sol et l'équilibre de ce dernier.

La production d'huile d'olive en Algérie devrait atteindre les 80 000 tonnes durant la campagne 2017-2018, soit une hausse de 27% par rapport aux périodes précédente. Toutefois, comparativement aux pays voisins ou ceux du bassin méditerranéen, l'Algérie occupe toujours la dernière place dans le classement général.

Dans la wilaya de Tizi Ouzou, la production d'huile d'olive a atteint, au terme de la saison 2018/2019, la quantité de 10 307 400 litres, la cueillette a concerné une superficie récoltée de 33 512 ha, sur une superficie totale estimée à 38 650 ha, comptant 3 358 880 oliviers en production (**DSA**). Dans la wilaya de Béjaïa, les prévisions de production d'huile d'olive, établies initialement à 15 millions de litres, ont été revues à la hausse pour atteindre une jauge de 21,5 millions de litres soit des rendements moyens de plus de 17 litres par quintal. (**DSA**)

L'olivier, comme toutes les autres plantes, a besoin de treize éléments pour compléter son cycle vital. Ces éléments sont considérés comme essentiels car sans eux, la plante ne serait pas en mesure de compléter son cycle vital. Aucun élément ne peut en remplacer un autre et chaque élément exerce un effet direct sur la croissance ou le métabolisme.

Afin d'assurer pour l'olivier ces différents éléments, nous devons connaître la nature et la qualité de notre sol. Beaucoup de définitions sur la qualité des sols ont été proposées entre les années 1990 et 2000 (Arshad et Martin, 2002). La qualité des sols a été reliée uniquement à la production pour certains (Horrick, 1992 ; Karlen et al., 1997) et à l'environnement pour d'autres (Johnson et al., 1997 ; Warkentin, 1995). Ces deux composantes ont été intégrées par Doran et Parkin (1994) ; la qualité d'un sol est « la capacité d'un sol à fonctionner en maintenant la productivité biologique, la qualité de l'environnement et la santé des plantes et des animaux ». Cette définition est la plus citée aujourd'hui. D'autres précisions l'ont enrichie comme l'intégration de la notion de durabilité (Doran et Zeiss, 2000) et l'importance de

considérer la qualité du sol dans un contexte donné (Doran et Safley, 1997) et pour une utilisation donnée.

C'est dans cette option que s'inscrit notre travail, ou nous avons mené une étude sur la variation des paramètres de la qualité du sol sous oliverie et sous substrat géologique déterminé, pour cela que nous avons étudié la variation des différents paramètres de chaque zone d'études, la variation de ses derniers dans le sol global au cours de deux années d'observation (2017 - 2018) et la variation de ses paramètres dans sol rhizosphérique et global pour l'année 2018. Et pour compléter notre modeste travail, nous nous sommes intéressées aux caractéristiques des feuilles, ces derniers occupent une place bien déterminée sur le végétale, à diverses époques, réparties sur tout le cycle végétatif et de ce fait avoir un aperçu dynamique de l'alimentation minérale du végétale, Dont l'objectif générale est de répondre a cette hypothèse de travail : **La fertilité d'un sol et en relation avec la nature du substrat**

Pour mener à bien notre travail, nous avons opter pour un plan de travail qui est comme suit :

1- Introduction

2- Etude du milieu : qui consiste à la description de la zone d'étude à savoir situation géographique et le milieu abiotique.

3- Matériels et méthodes : c'est l'ensembles du matériels et protocoles utilisés pour la détermination des différents paramètres de la qualité du sol.

4- Discussions et interprétation des résultats : c'est l'analyse des données trouvées lors des expérimentations et les interprétations qui correspondent.

Nous avons clôturé notre modeste travail par une **conclusion**

ETUDE DU MILIEU

1) Situation géographique de la zone d'étude

La zone d'étude comprend deux wilayas d'Algérie, Tizi Ouzou et Bejaia, située au nord de l'Algérie, elles sont limitées par la mer méditerranéenne au Nord, les wilayas de Bouira et Bordj-Bou-Argeridj au sud, la wilaya de Boumerdes à l'Ouest et les wilayas de Sétif et Jijel à l'Est. Elles sont caractérisées par une grande diversité du relief qui s'étale sur une superficie de 6 262 km².

L'échantillonnage du sol nous l'avons effectué au niveau de cinq communes de Tizi-Ouzou (Fréha, Béni-douala, Makouda, Beni-zemzer et Draa-el-mizan) et une commune de Bejaia (Ifri-Ouzellaguen). Nous avons constaté au niveau de ce vergé de Ifri-Ouzellaguen une partie fertilisée par de la fiente de volaille et une autre partie non fertilisée, de ce fait nous avons considéré chaque partie comme échantillon. Cette figure 01 illustre l'emplacement géographique des différentes communes.

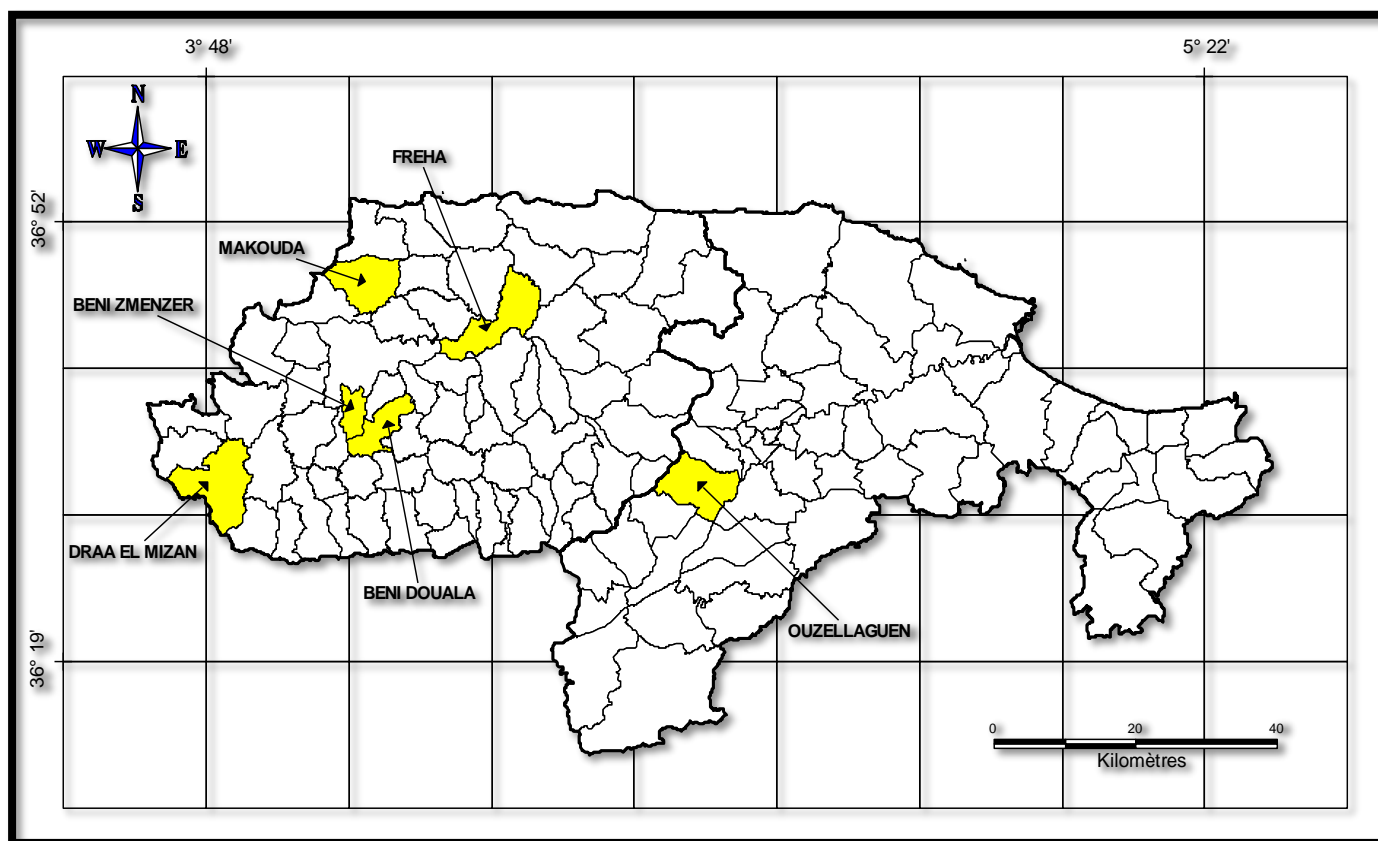


Figure 01 : Commune d'échantillonnages

2) Milieu abiotique de la zone d'étude

2.1) Le climat de la zone d'étude

2.1.1) Le climat de la wilaya de Tizi-Ouzou

Le climat de la wilaya de Tizi Ouzou relève du régime méditerranéen : étés chauds, hivers humides et froids, et pour le caractériser, nous avons utilisé les données climatiques de la station métrologique N° 603 950 sur une période de 10ans.

a) Les Températures

Nous remarquons une variation légère des températures moyennes annuelles, maximales et minimales au cours des années d'observation (tableau 01).

Années	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Température moyenne	18,2	18,6	18,2	18,6	18,6	18	19,1	19	19,2	20,6
Température maximale	24,7	25	24,5	25,2	25,4	24,2	19,1	19	19,2	20,6
Température minimale	13,3	13,6	13,2	13,8	13,6	13,3	14	13,9	13,7	13,7

Tableau 01 : Température moyenne annuelle, maximale (max) et minimale (min) enregistrée pour la période 2008-2017. (Source, tutiempo.net)

b) Les précipitations

Une irrégularité avec des fortes variations des précipitations totales annuelles ont été enregistré au cours de ces années d'observations avec une valeur maximale de 1053.58mm et une faible valeur de 648.74mm (Tableau 02)

Années	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Précipitation totale annuelle	648,74	1017,77	778,83	852,94	748,02	1053,58	777,24	694,45	700,78	671,35

Tableau 02 : Précipitation totale annuelle de la wilaya de Tizi-Ouzou pour la période de 2008-2017. (Source, tutiempo.net)

2.1.2) Le climat de la wilaya de Bejaia

Comme toutes les régions du littoral algérien, la wilaya de Bejaïa bénéficie d'un climat tempéré avec un hiver doux caractéristique des zones méditerranéennes, enregistrant une température de 15 °C en moyenne. La période estivale, rafraîchie par les vents marins, présente une température moyenne de 25 °C environ.

Sur les hauteurs, le climat est beaucoup plus rude, avec parfois des températures négatives et une neige abondante l'hiver et des étés chauds, dans la vallée de la Soummam, couloir de passage du sirocco la pluviométrie est de l'ordre de 1 200 mm/an. Elle est parmi les régions les plus arrosées d'Algérie.

a) Les températures

Après analyse des données, nous concluons que la variation des températures au cours de ces années d'observation est très faible (Tableau 04)

Années	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Température moyenne	18,3	18	18,1	18	17,7	18,6	18,3	18,7	18,4	18,2
Température maximale	23,6	23,1	23,3	23,6	22,9	24	23,7	23,8	23,2	22,6
Température minimale	13,8	13,6	13,9	13,6	13,4	14,2	13,8	14,1	14	13,8

Tableau 03 : Température moyenne annuelle, maximale (max) et minimale (min) enregistré pour la période de 2009-2018 (Source, tutiempo.net)

b) Les précipitations

Une variation importante des totaux annuelles des précipitations, avec une valeur maximale enregistrée de 1373.41mm et une valeur minimale enregistré de 509.49mm. tableau

5

Années	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Précipitation totale annuelle	1012,76	773,71	788,91	1373,41	917,13	729,98	509,49	679,45	821,72	807,24

Tableau 04 : Précipitation totale annuelle pour la période de 2009-2018 (Source, tutiempo.net)

3) Géologie de la zone d'étude

Après consultation des cartes géologiques des différentes stations d'étude nous avons pu identifier la roche mère de chaque zone d'études (Tableau 05)

Sites	Coordonnées	Altitudes	Matériaux parents
Fréha	36°44.47'59"N 4°15'26.40"E	194m	Alluvion actuelle et subactuelle
Beni douala	36°39'29.68"N 4°4'49.47"E	850m	Micaschiste
Beni zemzer	36°38'0.90"N 4°2'27.67"E	519m	Micaschiste
Makouda	36°47'26.16"N 4°3'51.91"E	458m	Grès calcaire
Draa el mizan	36°36'34.27"N 3°55'48.13"E	432m	Argile et grès
Ifri Ouzellaguen	36°32'9.72"N 4°36'24.25"E	152m	Alluvions anciennes

Tableau 05 : Coordonnés des régions d'études et le matériau parent qui correspond

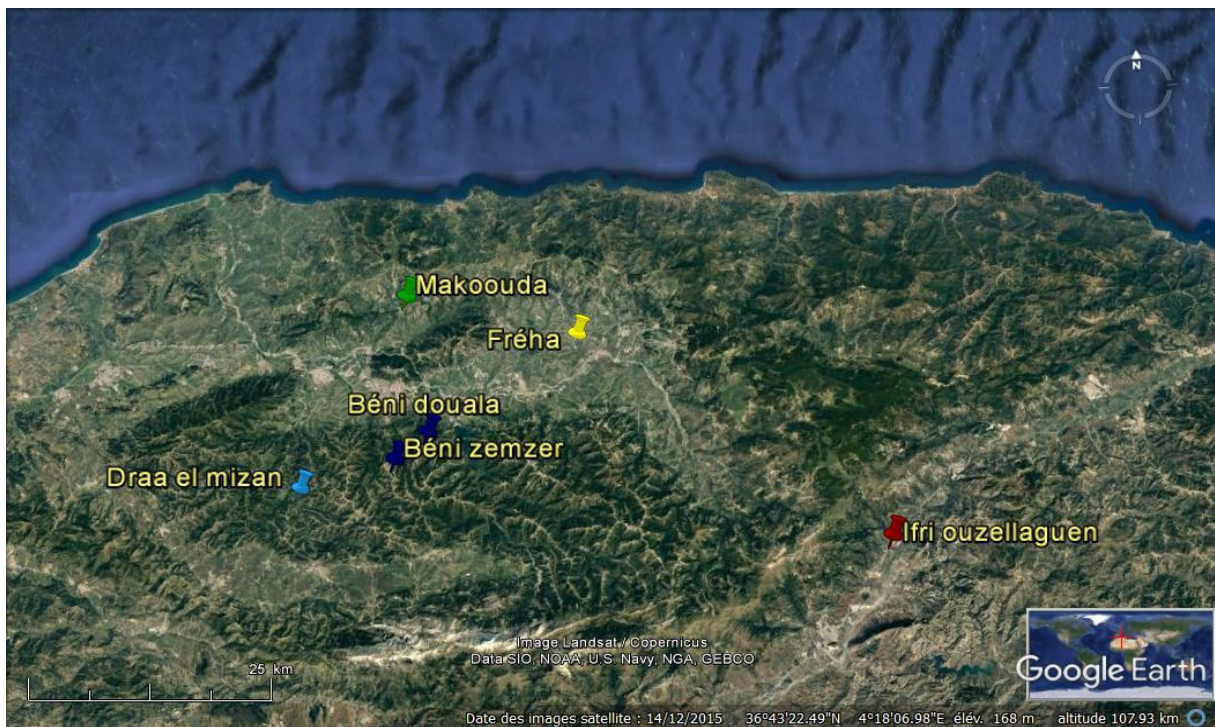


Figure 02 : Localisation des zones d'études et détermination du matériaux correspondant selon la carte géologique

MATERIELS ET METHODES

4) Echantillonnage

4.1) Echantillonnage du sol

L'échantillonnage a été effectué sur cinq communes au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou et au niveau d'Ifri-Ouzellaguen à Bejaia. La figure 03, nous montre la manière dont nous avons procédé à l'échantillonnage.

Partie 01			
Arbre01	Arbre02	Arbre03	Echantillon composite -1-
Partie 02			
Arbre01	Arbre02	Arbre03	Echantillon composite -2-
Partie 03			
Arbre01	Arbre02	Arbre03	Echantillon composite -3-



Figure 03 : Dispositif d'échantillonnage (originelle, 2018)

Nous avons partagé le verger en trois parties, dans chaque partie nous avons pris trois échantillons pour le sol global et rhizosphérique et cela à une distance de 1.5m du tronc d'arbre et à l'aide d'une pioche, nous avons creusé jusqu'à atteindre la région racinaire de l'olivier puis enlevé ces dernières avec le sol qui les entoures.

Après avoir secoué ces racines, le sol qui se détache représente le sol global et celui qui reste collé à la racine est le sol rhizosphérique, puis nous avons mélangé les échantillons de la même partie pour constituer un échantillon composite.

4.2) Echantillonnage des feuilles

De même à la même période d'échantillonnage que les sols, nous avons enlevé cent (100) feuilles aux quatre points cardinaux de l'arbre, à hauteur d'homme de chaque arbre en relation avec le sol récupéré et nous avons mélangé les trois échantillons de cent feuilles, pour constituer un échantillon composite de trois cent (300) feuilles pour chaque partie.

5) Séchage

5.1) Séchage du sol

Nous avons mis le sol global et rhizosphérique à sécher sur du papier que nous avons renouvelé tout en effectuant des retournements du sol à température ambiante.

5.2) Séchage des feuilles

Nous avons pris deux cent soixante-dix (270) feuilles des trois cents (300) que nous avons échantillonnées et nous les avons portés à séchage à température ambiante.

6) Broyage et tamisage

Pour le sol séché, nous l'avons broyé et passé au tamis de 2mm et nous avons récupéré la fraction fine à savoir le sol dont le diamètre est inférieur ou égale à 2mm puis nous les avons mis dans des boites étiquetées.

Pour les feuilles, nous les avons broyées à leur tour.

7) Analyses de la qualité du sol

Afin de réaliser un suivi de la qualité des sols, nous avons procédé à l'analyse des paramètres chimique et physique du sol.

7.1) Paramètres chimiques

Les échantillons de sol analysés sont sur deux années d'observation 2017, 2018.

a) Potentiel Hydrogène « pH »

L'acidité, la neutralité ou l'alcalinité d'une solution aqueuse peut s'exprimer par la concentration en $[H_3O^+]$. Le pH d'une solution est l'inverse du logarithme décimal de la concentration en ion H^+ , L'acidité effective se mesure avec pH mètre après contacte terre\eau déterminé. (Mathieu, Pieltain, 2003)

Pour la mesure du pH- eau, nous avons suivi le protocole suivant :

Nous avons pesé dix (10) gr de terre fine séché, puis ajouté 50ml d'eau distillé (rapport 1/5) et à l'aide d'un agitateur et pendant dix (10) minutes, nous avons brassé énergétiquement jusqu'à obtenir une suspension, puis laissé aux repos pour deux (02) heures de temps et enfin, nous avons mesuré les pH dans les suspensions avec un pH mètre.



Figure 04 : Mesure du pH-eau du sol (originelle, 2018)

b) Carbone « C »

Le dosage du carbone organique est généralement conduit par voie humide à froid, ou plutôt sous réaction exothermique naturelle, selon la méthode Walkley Black, ou à chaud, selon la méthode Anne ou encore Springer-Klee. (Clément, Pieltain, 2003)

Dans notre cas nous avons utilisé la méthode volumétrique d'Anne.

Nous avons entamé l'expérimentation par la préparation des différentes solutions indispensables pour le dosage du carbone.

Bichromate de potassium à 8% : 8g de bichromate dans 100ml d'eau distillé.

Sel de Mohr : 78.5g de sel de Mohr + 480ml d'eau distillée (bouilli puis refroidi) + 20 ml d'acide sulfurique. Puis compléter à 1 litre avec de l'eau distillée refroidi.

Diphénylamine : 0.5 g de diphénylamine dans une fiole de 100ml ajouter l'acide sulfurique.

Fluorure de sodium à 3% : 3g de de NAF dans 100ml d'eau distillée.

Nous avons pesé 0.5 gr de terre fine séché et bien nettoyé de toutes les racines, à laquelle nous avons ajoutés 15ml d'acide sulfurique et 10ml de bichromate de potassium le tout dans une fiole conique de 250ml, puis nous les avons mis à ébullition modérée pendant 5minutes et nous les avons laissés refroidir.

Ensuite, nous l'avons transvasé dans un ballon jaugé de 200ml et nous avons lavé la fiole conique avec 150ml d'eau distillée pour compléter le volume. Figure 05



Figure 05 : Solutions préparées pour le dosage du carbone (originelle, 2018)

Pour la titration nous avons prélevé 20ml de la solution préparée au préalable, à laquelle nous avons ajouté 150ml d'eau distillée, 3 à 4 gouttes de diphénylamine et 5ml de Fluorure de Sodium, enfin à l'aide du sel de Mohr nous avons titré notre solution dont la couleur passe du brun violacé au bleu vert telle que l'illustre la figure 06.



Figure 06 : Titration de la solution avec le sel de Mohr (originelle, 2018)

Nous avons préparé deux solutions témoins suivant les étapes précédentes, sans sol.

Le taux du carbone se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$C\% = \frac{(N - N') 0,615 \text{ mg} \times 10 \times 100}{P}$$

N : le témoin

N' : la lecture des volumes

P : le poids de terre on gramme

La formule pour le calcul de la matière organique :

$$\text{MO \%} = 1.72 \times C\%$$

c) Calcaire total « CaCo₃ »

Le calcaire total est la quantité de calcaire sous forme de carbonates dosée par destruction à l'acide chlorhydrique.

Dosage du calcaire total :

Il existe deux méthodes de dosage, l'une dite gazométrique et la seconde volumétrique.

Dans notre cas nous avons utilisé la seconde méthode qui consiste à la préparation des réactifs suivants :

Solution d'acide chloridrique 1N, solution de soude 1N et phénolphtaléine alcoolique à 2%.

Par suite nous avons pesé un (01) gramme de terre fine à 2mm dans un bécher de 250ml à laquelle nous avons ajouté 20ml d'acide chlorhydrique, puis nous avons ajusté le volume à 100ml avec de l'eau distillé. Par suite nous avons porté le bécher sur le bain de sable à 60°C et nous avons agité de temps à autre pendant 45minutes.

Sur une plaque chauffante nous avons porté les suspensions de terre à ébullition pendant quelques minutes, après refroidissement, nous avons filtré la solution à l'aide du papier filtre dans une fiole de 250ml.

Pour la titration nous avons prélevé 100ml de la solution que nous avons porté dans un bécher de 400ml, nous avons ajouté 3 gouttes de phénolphtaléine à 2%, puis nous l'avons titré avec de la soude jusqu'à apparition du virage dont la couleur vire au rouge violacé. Figure 07.



Figure 07 : Titration de la solution pour le dosage du calcaire (originelle, 2018)

Nous avons procédé de la même manière pour la préparation des témoins sans terre.

La formule pour le calcul du calcaire total :

$$\text{Ca \%} = (\text{T-E}) \times 12.5$$

T : le témoin

E : la lecture des volumes

d) Azote « N »

Pour le dosage de l'azote, nous avons pris du sol finement broyé et tamisé à 0.2mm, le poids du sol nécessaire pour l'analyse dépend du taux de matière organique que le sol contient.

d.1) Minéralisation de la matière organique

Pour les sols riches nous avons ajouté environ 3ml de peroxyde d'hydrogène, nous avons introduit la prise d'essai dans un matras Kjeldahl avec une bille de verre, à laquelle nous avons ajouté quelques goûtes d'eau distillé environ 1 ml puis nous avons ajouté 1 g de catalyseur et 20 ml d'acide sulfurique concentré (H₂SO₄).

Nous avons placé le matras sur le dispositif de chauffage. Ces derniers doivent être chauffés à 400°C pendant minimum 2 heures jusqu'à obtention d'une minéralisation claire, lorsque la minéralisation est terminée, nous avons laissé refroidir le matras.

Le témoin doit être préparé de la même façon que les échantillons en éliminant la prise d'essai.

d.2) La distillation de la solution minéralisée

Nous avons recueilli dans une fiole jaugée de 250ml (v) le contenu du matras et nous avons ajusté avec les eaux de rinçage.

Dans le matras de distillation, nous avons introduit 20 ml d'extrait à laquelle nous avons ajouté 20 ml de soude.

Enfin dans un erlenmeyer, nous avons introduit 10 ml d'acide borique, nous avons ajouté quelques gouttes d'indicateur coloré – 3 à 4 gouttes – et nous l'avons installé sous le collecteur du distillat puis nous avons mis en marche le distillateur et nous avons ouvert l'alimentation en eau jusqu'à l'obtention du volume du distillat.

d.3) La titration

Après distillation, nous avons récupéré l'erlenmeyer d'acide borique ensuite nous avons fait un titrage avec une solution titrante d'acide sulfurique à 0.05N (C). (Nous avons noté le résultat du titrage lorsque l'indicateur vire au rose (V1)

De même nous avons fait pour le blanc (V0)

d.4) Calcul et expression des résultats

$$N\% = (V1 - V0) \cdot C \cdot 0,140 \cdot V/A \cdot 100 / m$$

V1 : H₂SO₄ consommé pendant la titration

V0 : H₂SO₄ consommé pendant la titration du blanc en ml

A : Aliquote à distiller en ml

V : volume initial

m : Poids de la prise de terre en g

C : concentration de la solution d'H₂SO₄

7.2) Paramètre physique

a) Analyse Granulométrique

La phase solide du sol est constituée d'éléments de natures, de taille et de formes géométriques différentes, la taille de ces éléments est comprise entre l'échelle centimétrique (les cailloux) et l'échelle micrométrique. Les éléments dont la taille est supérieure à 2mm constituent la charge caillouteuse ou éléments grossiers, tandis que les éléments dont la taille est inférieure à 2mm constituent ce que l'on appelle la terre fine.

La limite de 2mm a été fixée par l'Association Internationale de la science du sol (AISS).

L'analyse granulométrique a pour but de caractériser la distribution de la taille des particules minérales contenue dans la terre fine.

Pour cette analyse nous avons procédé comme suite :

Nous avons pris 10 gr de sol global de chaque partie pour constituer un échantillon composite de 30gr pour chaque station.

Avec la méthode des quarting, nous avons pris 15 gr pour cette analyse que nous avons transvasée dans des bouteilles de 500ml (Figure 08)



Figure 08 : Préparation des échantillons pour l'analyse granulométrique (originelle, 2018)

a.1) Destruction de la matière organique

Nous avons mouillé les échantillons par un jet d'eau distillée et nous avons ajouté 50ml d'eau oxygénée à 20 volumes aux 15gr de sol par petite quantité pour éviter le débordement de la mousse, puis nous les avons laissés au repos une nuit et enfin, nous les avons portés au bain de sable pour décomposer l'eau oxygénée et jusqu'à ce que la mousse ait complètement disparue.

a.2) Dispersion

La suspension obtenue après destruction de la matière organique à laquelle nous avons ajouté 40ml d'hexa métaphosphate de sodium, puis nous les avons agités pendant 4 heures.

Nous transvasons la solution dans des colonnes de 1L et nous avons complété le volume avec de l'eau distillée. (Voir figure 09)



Figure 09 : L'analyse granulométrique pour les différentes stations. (Originelle, 2018)

a.3) Prélèvement des différentes fractions granulométrique

Nous avons commencé par le prélèvement des argiles plus limons fins, après que nous avons déterminé le temps de sédimentation selon la température lue sur le thermomètre plongé dans l'éprouvette témoin contenant l'eau et l'hexa métaphosphate de sodium (prélevé à 10cm

de profondeur après 4min15s et à température de 25°), la solution est portée dans des bécher et nous les avons mis à sécher dans l'étuve.

Pour les argiles, après avoir tout remis en suspension par agitation, nous avons déterminé le temps de sédimentation (6heures, température de 27°, profondeur 8.9 cm)

Enfin pour récupérer les sables fins et grossiers, nous avons superposé deux tamis de mailles égales à 0.2mm et 0.05mm, nous avons récupéré le contenu de chaque tamis dans des bécher et nous les avons passés à l'étuve.

a.4) Calculs

$$\% \text{ d'argile} = \frac{(P2-P3)*V*100}{\left(P-\frac{P}{100}\right)*U}$$

$$\% \text{ de limons fins} = \frac{(P1-P2)*V*100}{\left(P-\frac{P}{100}\right)*U}$$

$$\% \text{ de sable fins} = \frac{P4*100}{\left(P-\frac{P}{100}\right)}$$

$$\% \text{ de sable grossiers} = \frac{P5*100}{\left(P-\frac{P}{100}\right)}$$

$$\% \text{ de limons grossiers} = 100 - (\%A + \%LF + \%SF + \%SG)$$

P : prise d'essais (g)

P1 : poids d'argile + limons fins +hexamétaphosphate

P2 : poids d'argile +hexamétaphosphate

P3 : poids d'hexamétaphosphate de sodium

P4 : poids de sables fins

P5 : poids de sables grossiers

U : volume de la pipette de robinson

V : volume totale de la suspension

Après calculs de ces taux « argile, limon et le sable », la texture du sol est déterminée en utilisant le triangle textural (Figure 10)

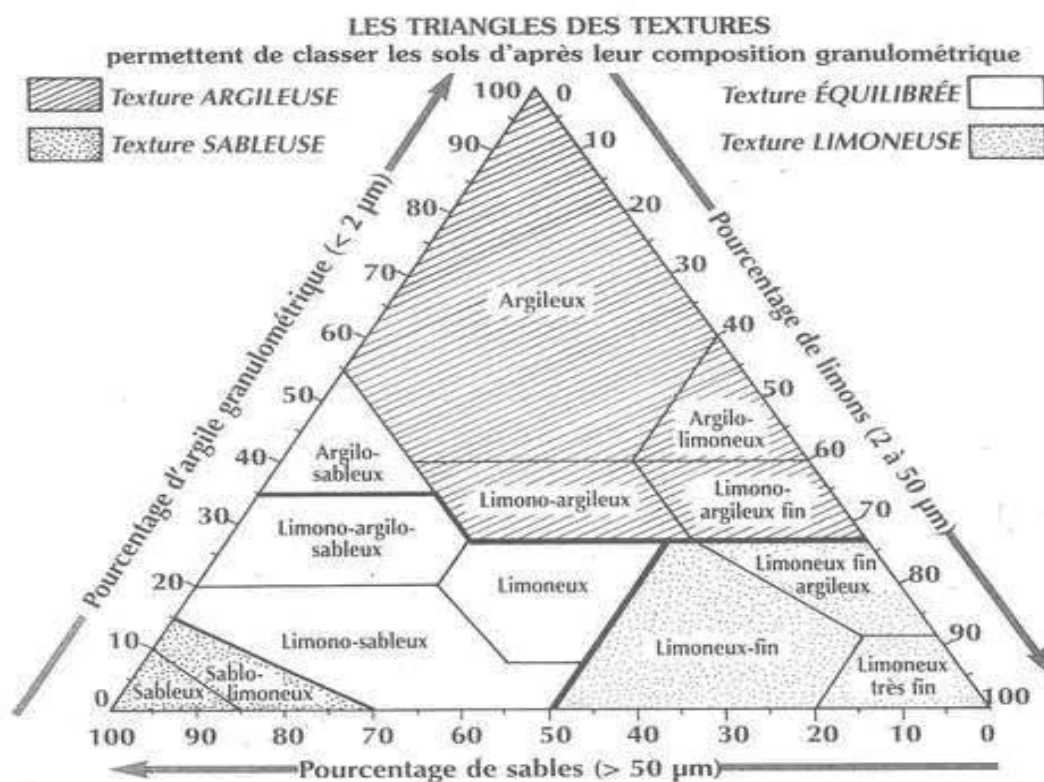


Figure 10 : Triangle texturale

8) Caractéristique des feuilles

a) Indice de sclérophylle

a.1) Surface foliaire

Nous avons collé les trente feuilles restantes de l'échantillonnage sur une feuille transparente de format A4 puis scannées,

A l'aide du logiciel Digimizer nous avons calculé les paramètres suivants : longueur et largeur et surface (Illustré dans la figure 11)



Figure 11 : Calcul de la surface foliaire (originelle, 2018)

Nous avons appliqué la formule de Ahmed F.F and morsy M.H

$$\text{Surface foliaire} = 0.53 * (\text{Longueur} + \text{Largeur}) + 1.66$$

Après avoir calculé la surface foliaire, nous avons procédé aux séchages à l'étuve à 60° pendant 72h les feuilles utilisées pour le calcul de la surface puis nous avons pesé le poids sec de ces dernières.

Calcul de l'indice de sclérophylle = **poids sec / surface foliaire**

b) Azote « N »

Pour le dosage de l'azote, nous avons pris des feuilles finement broyées et tamisées à 0.2mm.

b.1) Minéralisation de la matière organique

Nous avons introduit la prise d'essai dans un matras Kjeldahl avec une bille de verre, à laquelle nous avons ajouté quelques goûtes d'eau distillé environ 1 ml puis nous avons ajouté 1 g de catalyseur et 20 ml d'acide sulfurique concentré (H₂SO₄).

Nous avons placé le matras sur le dispositif de chauffage ces derniers doivent être chauffés à 400°C pendant minimum 3 heures jusqu'à obtenir une minéralisation claire, lorsque la minéralisation est terminée, nous avons laissé refroidir le matras (Figure 12)



Figure 12 : Dispositif de Kjeldahl (originelle,2019)

Le témoin a été préparé de la même façon que les échantillons en éliminant la prise d'essai.

b.2) La distillation de la solution minéralisée

Nous avons recueilli dans une fiole jaugée de 250ml (v) le contenu du matras et nous avons ajusté avec les eaux de rinçage. Dans le matras de distillation, nous avons introduit 20 ml d'extrait à laquelle nous avons ajouté 20 ml de soude.

Enfin dans un erlenmeyer, nous avons introduit 10 ml d'acide borique, nous avons ajouté quelques gouttes d'indicateur coloré – 3 à 4 gouttes – et nous l'avons installé sous le collecteur du distillat puis nous avons mis en marche le distillateur et nous avons ouvert l'alimentation en eau jusqu'à l'obtention du volume du distillat.

b.3) La titration

Après distillation, nous avons récupéré l'erenmeyer d'acide borique ensuite nous avons fait un titrage avec une solution titrante d'acide sulfurique à 0.05N (C). (Nous avons noté le résultat du titrage lorsque l'indicateur vire au rose (V1) (figure 13)

De même nous avons fait pour le blanc (V0)



Figure 13 : Résultat après la titration avec de l'acide sulfurique (originelle,2018)

Calcul et expression des résultats

$$N\% = (V1 - V0) \cdot C \cdot 0,140 \cdot V/A \cdot 100 / m$$

V1 : H₂SO₄ consommé pendant la titration

V0 : H₂SO₄ consommé pendant la titration du blanc en ml

A : Aliquote à distiller en ml

V : volume initial

m : Poids des feuilles en g

C : concentration de la solution d'H₂SO₄

RESULTATS ET DISCUSSIONS

9) Paramètres de qualité du sol

9.1) Paramètres chimiques

a) Potentiel Hydrogène « pH »

Après avoir passé les échantillons au pH mètre, nous avons obtenu les résultats qui sont récapitulés dans le tableau ci-dessous pour les différentes stations

		Beni douala	Fréha	Draa el mizan	Beni zemzer	Makouda	Bejaia Fertilisé	Bejaia Non Fertilisé
2017	Sol global	7,1	7,5	6,9	7,5	7,7		
2018	Sol global	7,6	7,5	7	7,2	8,2	8,6	8,6
	Sol Rhizosphérique	7,7	7,6	7,3	6,9	8,1	8,5	8,5

Tableau 06 : Récapitulatifs des résultats de mesure du pH pour les différentes stations années (2017-2018)

	S.C. E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	5,042	29	0,174				
VAR.FACTEUR 1	3,237	4	0,809	15,462	0,00001		
VAR.FACTEUR 2	0,12	1	0,12	2,299	0,1416		
VAR.INTER F1*2	0,638	4	0,159	3,048	0,04077		
VAR.RESIDUELLE 1	1,047	20	0,052			0,229	3,08%

Tableau 07 : Analyse de la variance du pH du sol global sur deux années d'observation (2017-2018)

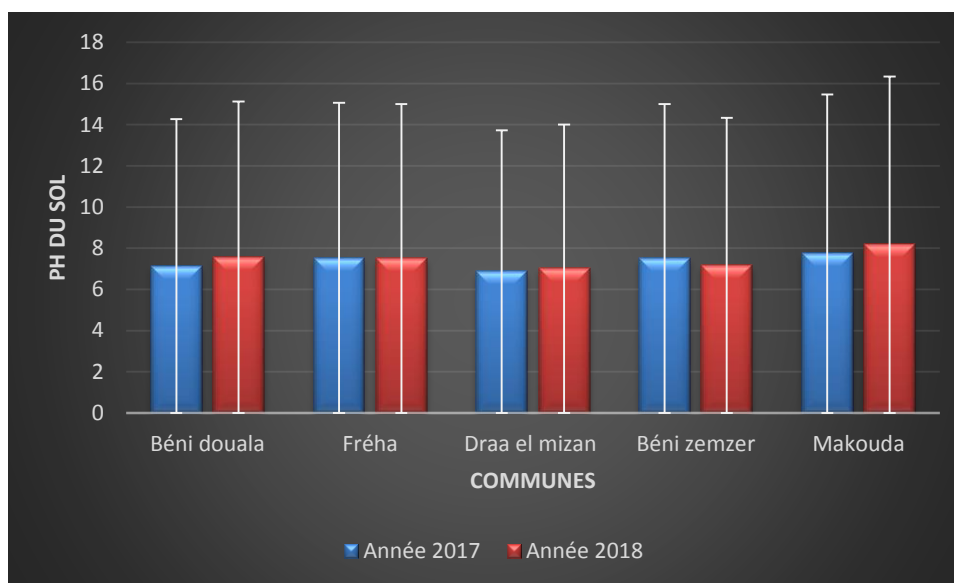


Figure 14 : pH du sol global des différentes stations d'étude au cours des deux années d'observation 2017-2018

Selon le teste de Newman-Keuls, l'analyse statistique révèle un effet station significatif ($P=0,00001$). Le pH du sol global varie selon les stations d'études.

Un effet non significatif de la variation des années d'observation sur le pH du sol global ($p=0,1416$). Le pH du sol global n'a pas varié en fonction des deux années d'observation 2017-2018.

Un effet significatif de la variation du pH du sol global et les stations d'études ($p=0,04077$), selon le teste de Newman-Keuls, qui a classé nos stations en trois groupes homogènes d'où la station de Makouda présente le pH le plus élevé avec une valeur de 7,95 et la station de Draa el mizan présente le pH le plus faible avec une valeur de 6,93 (Tableau en annexe)

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	17,09	41	0,417				
VAR.FACTEUR 1	14,465	6	2,411	27,219	0		
VAR.FACTEUR 2	0,006	1	0,006	0,067	0,79312		
VAR.INTER F1*2	0,139	6	0,023	0,262	0,94912		
VAR.RESIDUELLE 1	2,48	28	0,089			0,298	3,82%

Tableau 08 : Analyse de la variance du pH du sol global et du sol rhizosphérique année 2018

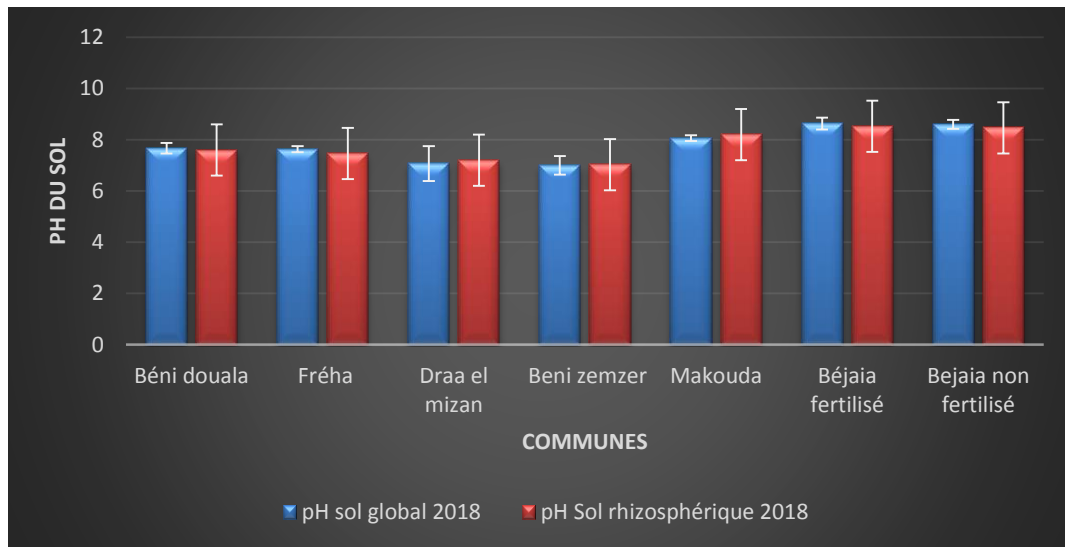


Figure 15 : pH du sol global et du sol rhizosphérique des différentes stations d'étude année 2018

L'anova a révélé un effet station significatif ($P=0$). Le pH du sol global, rhizosphérique varie selon les stations d'études.

Un effet non significatif de la variation du sol global et rhizosphérique ($p=0.79312$), donc l'activité racinaire n'influe pas sur le pH du sol.

Un effet non significatif de la variation du sol global, rhizosphérique et les stations d'études ($p=0.94912$) (Tableau en annexe)

L'olivier tolère une large gamme de pH mais c'est sur des sols avec des pH compris entre 7 et 8,5 que l'on obtient son meilleur développement (Loussert et Brousse, 1978), et nos stations d'études présentent des pH dans cette gamme sauf en ce qui concerne la station de Bejaia fertilisé et non fertilisé qui présente un pH de 8,6. Et selon les normes d'interprétation du pH nos stations présentent des pH neutre à fortement alcalin.

b) Carbone « C »

Les résultats du taux de carbone obtenus pour chaque station d'étude sont résumés dans le tableau ci-dessous

		Beni douala	Fréha	Draa el mizan	Beni zemzer	Makouda	Bejaia Fertilisé	Bejaia Non Fertilisé
2017	Sol global	16,6	22,0	11,9	24,8	7,0		
2018	Sol global	8,20	44,3	29,5	20,1	5,8	13,5	9,2
	Sol Rhizosphérique	10,5	34,4	24,6	20,1	8,6	13,9	12,3

Tableau 09 : Tableau de variation du taux de Carbone dans le sol et en cours des deux années d'observation

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	4364,744	29	150,508				
VAR.FACTEUR 1	3688,019	4	922,005	27,249	0		
VAR.FACTEUR 2	0,001	1	0,001	0	0,99		
VAR.INTER F1*2	0	4	0	0	0,99		
VAR.RESIDUELLE 1	676,723	20	33,836			5,817	20,63%

Tableau 10 : Analyse de la variance de la matière organique du sol global sur deux années d'observation (2017-2018)

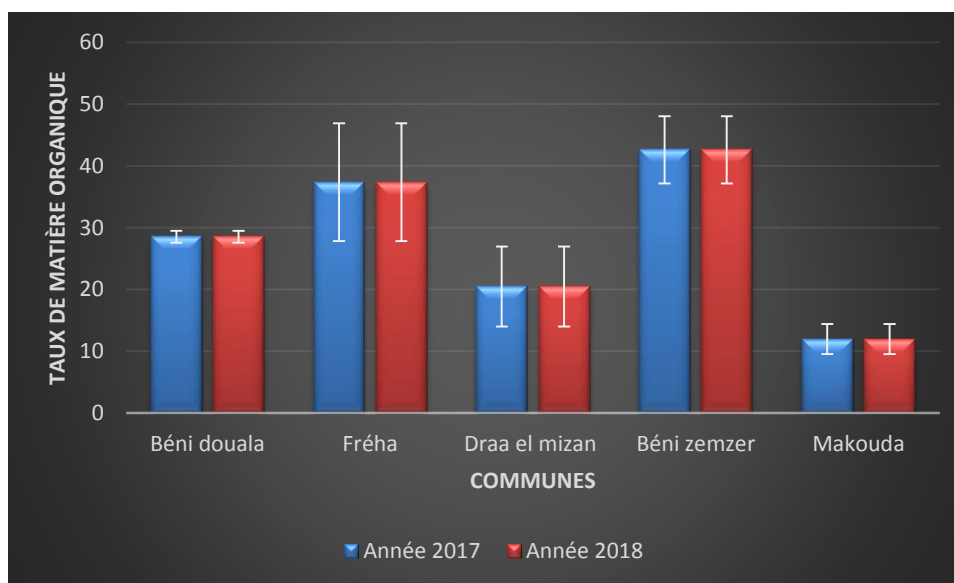


Figure 16 : Taux de matière organique du sol global des différentes stations d'étude au cours des deux années d'observation 2017-2018

L'analyse statistique révèle un effet station significatif ($p=0$). Le taux de matières organique varie en fonction des stations d'études.

Un effet non significatif ($p=0.99$) de la variation du taux de matière organique en fonction des deux années d'observation 2017-2018.

Une différence non significative ($p=0.99$) de la variation du taux de matière organique en fonction des stations d'études. Le teste de Neuman-keuls à classé la matière organique en quatre groupes homogènes avec des taux qui varie entre 42.604(g/kg) -11.983(g/kg). (Tableau en annexe)

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	18500,86	41	451,241				
VAR.FACTEUR 1	14286,45	6	2381,075	25,079	0		
VAR.FACTEUR 2	139,486	1	139,486	1,469	0,23394		
VAR.INTER F1*2	1416,509	6	236,085	2,487	0,04673		
VAR.RESIDUELLE 1	2658,419	28	94,944			9,744	31,09%

Tableau 11 : Analyse de la variance de la matière organique du sol global et du sol rhizosphérique année 2018

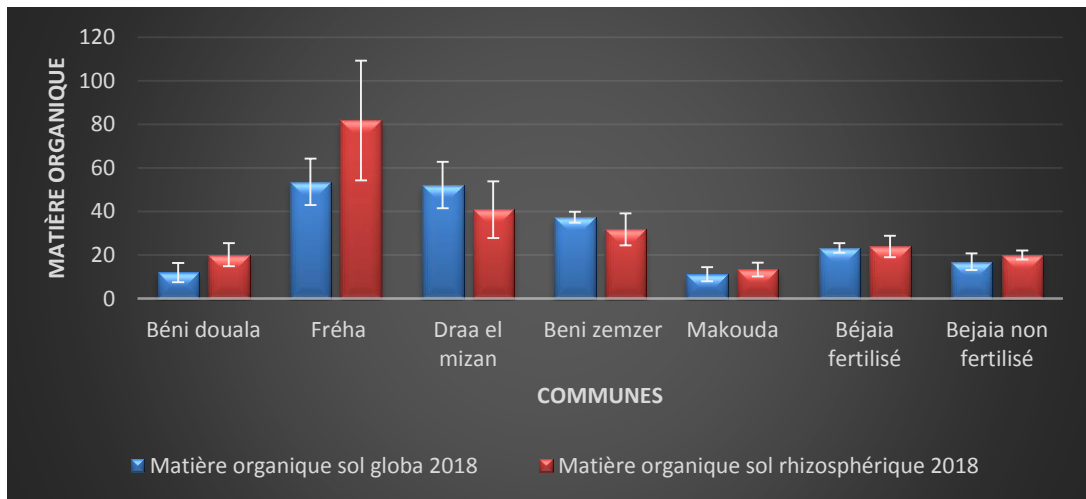


Figure 17 : Taux de matière organique du sol global et du sol rhizosphérique des différentes stations d'étude année 2018

L'analyse statistique révèle un effet significatif de station ($p=0$). Le taux de matières organique varie en fonction des stations d'études.

Un effet non significatif ($p=0.23394$) de la variation du taux de matière organique en fonction du sol global, rhizosphérique. L'activité racinaire n'influe pas sur le taux de matière organique dans le sol.

Un effet significatif ($p=0.04673$) de la variation du taux de matière organique du sol global et rhizosphérique en fonction des stations d'études. Le teste de Neuman-keuls à classé la matière organique en quatre groupes homogènes, les stations de Fréha et Draa el mizan présentent respectivement des taux de matière organique de $67.771(g/kg)$ et $46.526(g/kg)$, ces valeurs importantes sont dues à l'apport du fumier au niveau de la station de Fréha et la quasi couverture de la surface du sol par des débris végétaux pour la station de Draa el mizan. (Tableau en annexe)

Nos stations d'études présentes des taux de matière organique supérieure à 10%, et sur des sols contenant des taux de matière organique supérieurs à cette valeur que l'olivier présente un bon développement (Soyergin et al., 2002).

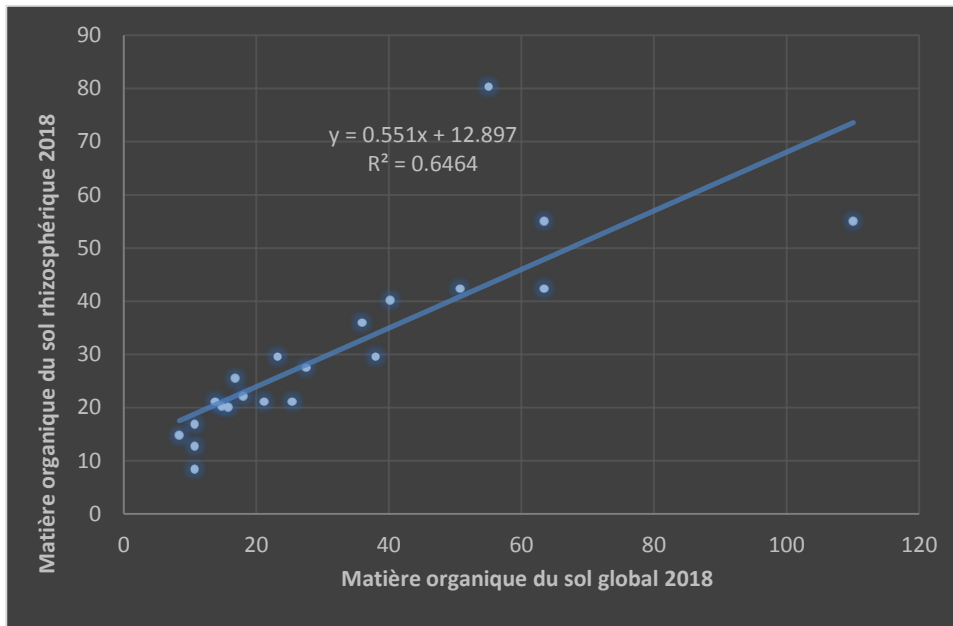


Figure 18 : Corrélation du taux de matière organique dans le sol global et dans le sol rhizosphérique année 2018.

Nous avons $N=21$ et le $DDL= 19$, selon les résultats obtenus ($y=0.551x+12.897$ et $r^2=0.6464$), le taux de matière organique du sol global et du sol rhizosphérique (2018) présente une bonne corrélation linéaire ($p \leq 0.005$).

c) Calcaire total « CaCO₃ »

Après analyse du sol et suite aux résultats de l'expérimentation nous avons obtenu ce qui suit dans le tableau 12

	Beni douala	Fréha	Draa el mizan	Beni zemzer	Makouda	Bejaia Fertilisé	Bejaia Non Fertilisé
Sol global	13,5	28,5	23,1	7,5	28,3	21,9	26,0

Tableau 12 : Tableau récapitulatif du taux de calcaire de chaque commune d'étude

Newman-Keuls test; variable Calcaire 2018 (tableau des résultats des paramètres physico chimiques du sol des région Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 38,467, df = 14,000					
Cell No.	Station d'étude	Calcaire 2018 Mean	1	2	
4	Beni zemzer	7,50000		****	
1	6 Béni douala	13,54667	****	****	
6	Béjaia fertilisé	21,88000	****		
3	Draa el mizane	23,13000	****		
7	Béjaia non fertilisé	26,04667	****		
5	Makouda	28,33333	****		
2	6 Fréha	28,54667	****		

Tableau 13 : Analyse de la variance du calcaire total dans chaque station d'étude année 2018

L'analyse statistique de la variation du taux de calcaire du sol global de l'année 2018 a révélé une différence significative de la teneur en calcaire dans les stations d'échantillonnages. Le teste de Newman-Keuls a classé nos stations en deux groupes homogènes. Le premier groupe « Fréha, Ifri Ouzellaguen, Draa el mizan, Makouda et Béni douala », le deuxième groupe « Béni zemzer, Béni douala » qui présentent de faible taux de calcaire due au type de la roche mère « Micaschiste », ces deux stations sont alimentées par leur relief qui est fortement accidenté (fortes pentes).

Pour les autres stations, le sol est alimenté par leurs roches mères ce qui explique les taux élevés de calcaire dans le sol.

De même nous avons procédé à l'illustration de la variation des taux de calcaire total dans la figure ci-dessous.

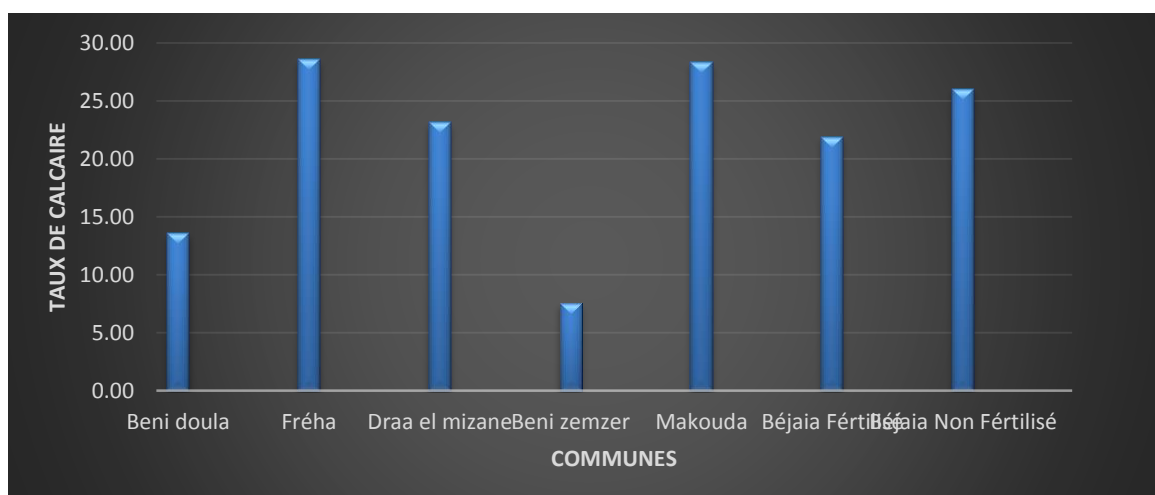


Figure 19 : Variation du taux de calcaire de chaque station d'étude

d) Azote « N »

Après calcul, nous avons obtenues les résultats suivants :

	Beni douala	Fréha	Draa el mizan	Beni zemzer	Makouda	Bejaia Fertilisé	Bejaia Non Fertilisé
Sol global	0,03	0,19	0,21	0,11	0,03	0,09	0,03
Sol rhizosphérique	0,11	0,13	0,42	0,11	0,11	0,09	0,04

Tableau 14 : Variation du taux d'azote dans le sol global et rhizosphérique de chaque station d'étude

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	44,481	41	1,085				
VAR.FACTEUR 1	33,622	6	5,604	41,016	0		
VAR.FACTEUR 2	0,625	1	0,625	4,577	0,03924		
VAR.INTER F1*2	6,408	6	1,068	7,817	0,00006		
VAR.RESIDUELLE 1	3,825	28	0,137			0,37	29,33%

Tableau 15 : Analyse de la variance de l'azote du sol global et du sol rhizosphérique année 2018

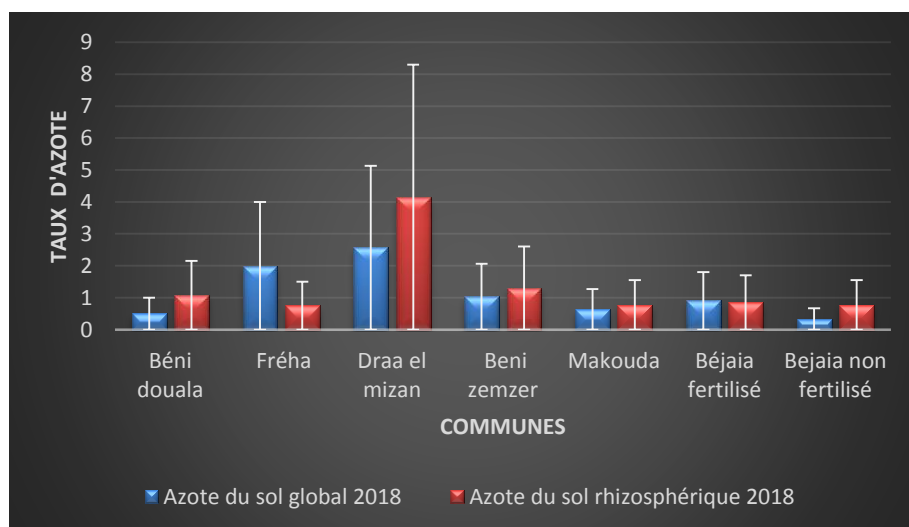


Figure 20 : Taux d'azote dans le sol global et le sol rhizosphérique des différentes stations d'étude année 2018

L'analyse statistique révèle un effet station significatif ($p=0$). En effet l'azote des sols suit cette tendance ; Draa el mizan (3.358)>Fréha (1.375)>Béni zemzer (1.167)>Bejaia fertilisé (0.875)> Béni douala (0.788)> Makouda (0.704)> Bejaia non fertilisé (0.554)

Nous avons déduit que le taux d'azote varie en fonction du taux de matière organique présent dans le sol.

Un effet significatif ($p=0.03924$) de l'activité racinaire sur le taux de l'azote dans le sol rhizosphérique. Le sol global s'appauvrit pour enrichir le sol rhizosphérique qui a son tour alimente l'olivier.

Un effet significatif ($p=0.00006$) de la variation du taux de l'azote du sol global et rhizosphérique en fonction des stations d'études. Le teste de Neuman-keuls à classé le taux d'azote en trois groupes homogènes. (Tableau en annexe)

Selon les normes d'interprétation, les stations de **Beni douala, Makouda et Bejaia non fertilisé** présentent un taux d'azote très faible, par ailleurs les deux stations **Fréha et Draa el mizan** présente des taux d'azote élevé dus à la présence de matière organique dans le sol.

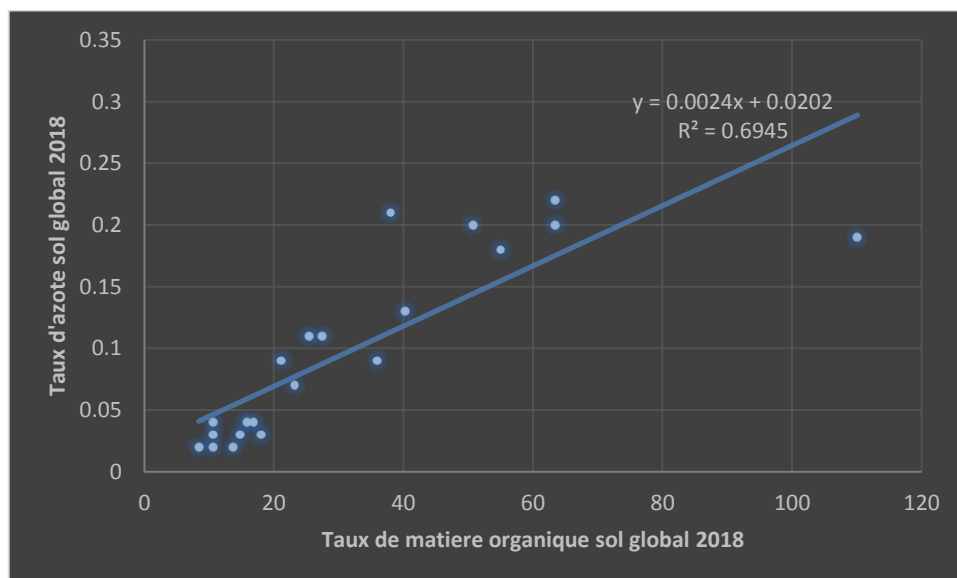


Figure 21 : Corrélation du taux d'azote et de la matière organique dans le sol global année 2018.

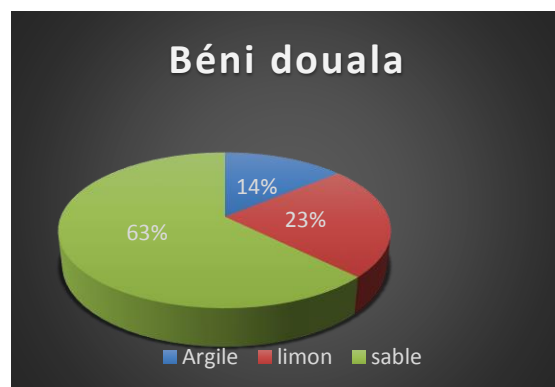
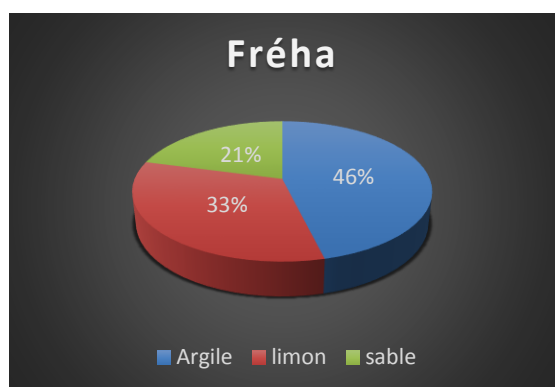
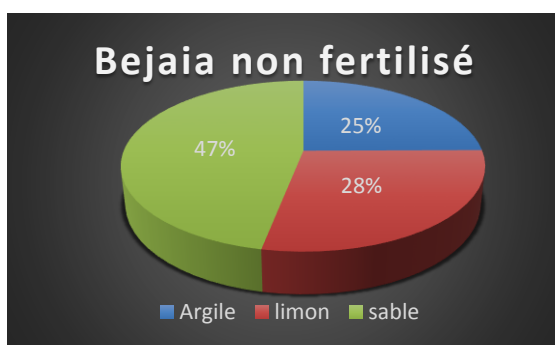
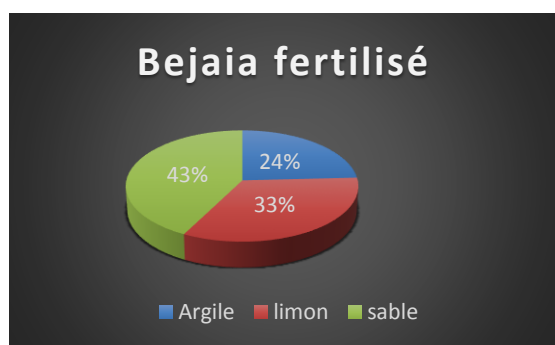
Le taux de matière organique et de l'azote présente une bonne corrélation dont l'équation linéaire $y=0.0024x+0,0202$ avec $r^2=0.6945$. ($p\leq 0.005$).

9.2) Paramètres physique

a) Granulométrie

	Argile	Limon fin	Limon grossier	Sable fin	Sable grossier	Texture	Substrat
Bejaia fertilisé	24,21	14,18	19,17	19,71	22,74	Limon	Alluvions Anciennes
Bejaia non fertilisé	24,88	21,99	6,22	24,17	22,74	Limon sablo-argileux	Alluvions Anciennes
Fréha	46,20	23,27	9,68	14,37	6,49	Argileux	Alluvion actuelle et subactuelle
Béni douala	13,97	18,69	4,71	31,78	30,85	Limon sableux	Micaschiste
Makouda	33,91	32,86	6,84	8,38	18,02	Limon argileux	Grés calcaire
Draa el mizan	24,78	20,94	15,20	21,94	17,14	Limon	Argile et grés
Beni zemzer	18,15	4,68	32,28	17,19	27,70	Limon	Micaschiste

Tableau 16 : Taux d'argile, limon et sable du sol de chaque station d'étude.



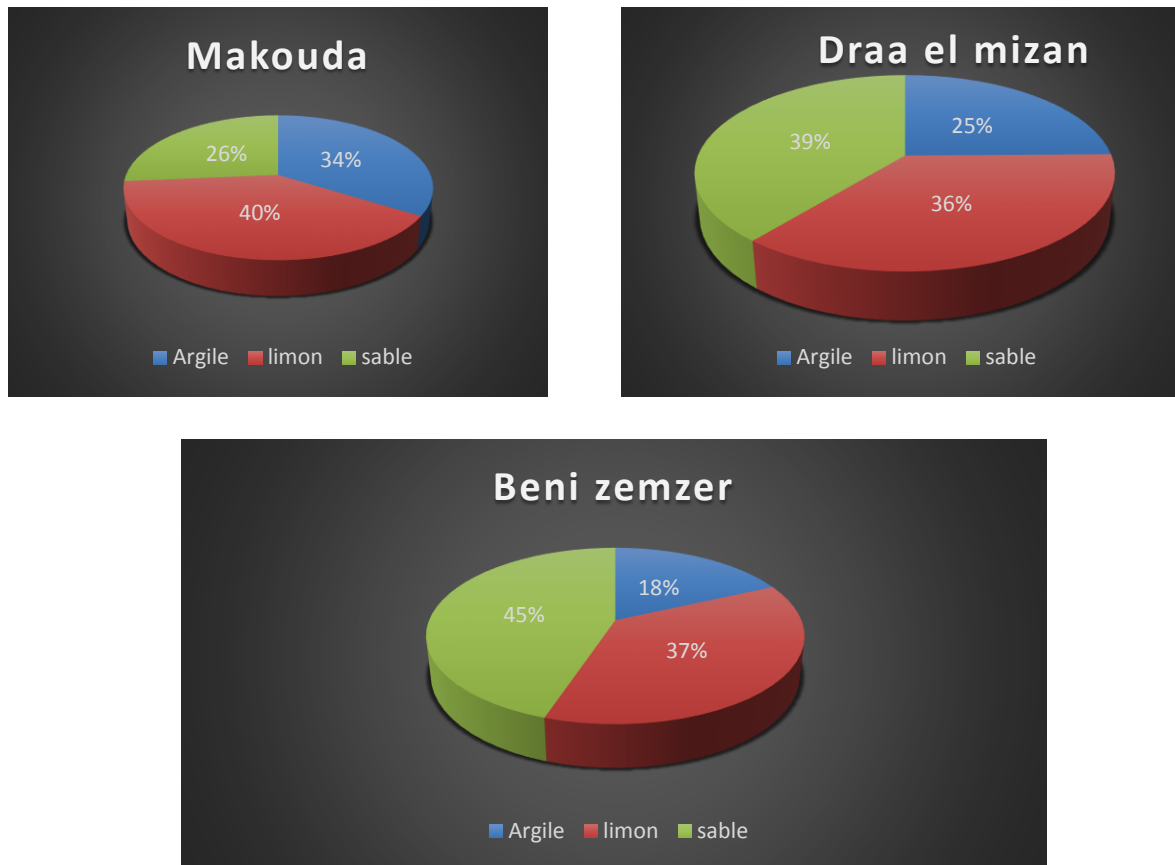


Figure 22 : Variation du taux d'argile, limon et sable de chaque station d'étude

10) Caractéristiques des feuilles

a) Indice de sclérophylle « Is »

Après avoir calculé la surface foliaire, nous avons procédé aux séchages à l'étuve à 105° pendant 48h de ces feuilles utilisées pour le calcul de la surface puis nous avons pesé le poids sec de ses feuilles.

Calcul de l'indice de sclérophylle : $Is = \text{Surface} / \text{poids sec des feuilles}$

a.1) Surface foliaire

Après utilisation du Digimizer, nous avons obtenu les résultats suivants de la surface foliaire moyenne de chaque station d'étude.

	Beni douala	Fréha	Draa el mizan	Beni zemzer	Makouda	Bejaia Fertilisé	Bejaia Non Fertilisé
Surface moyenne	3,8	4,0	4,1	3,3	4,0	3,1	3,3

Tableau 17 : Récapitulatif Surface foliaire moyenne de chaque site d'étude

	Beni douala	Fréha	Draa el mizan	Beni zemzer	Makouda	Bejaia Fertilisé	Bejaia Non Fertilisé
Indice de sclérophylle	2,6	3,5	3,1	3,3	2,2	2,5	3,5

Tableau 18 : Récapitulatif des résultats de calcul de l'indice de sclérophylle

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	6,33	20	0,317				
VAR.FACTEUR 1	4,779	6	0,797	7,191	0,00126		
VAR.RESIDUELLE 1	1,551	14	0,111			0,333	11,33%

Tableau 19 : Analyse de la variance de l'indice de sclérophylle du sol global et du sol rhizosphérique année 2018

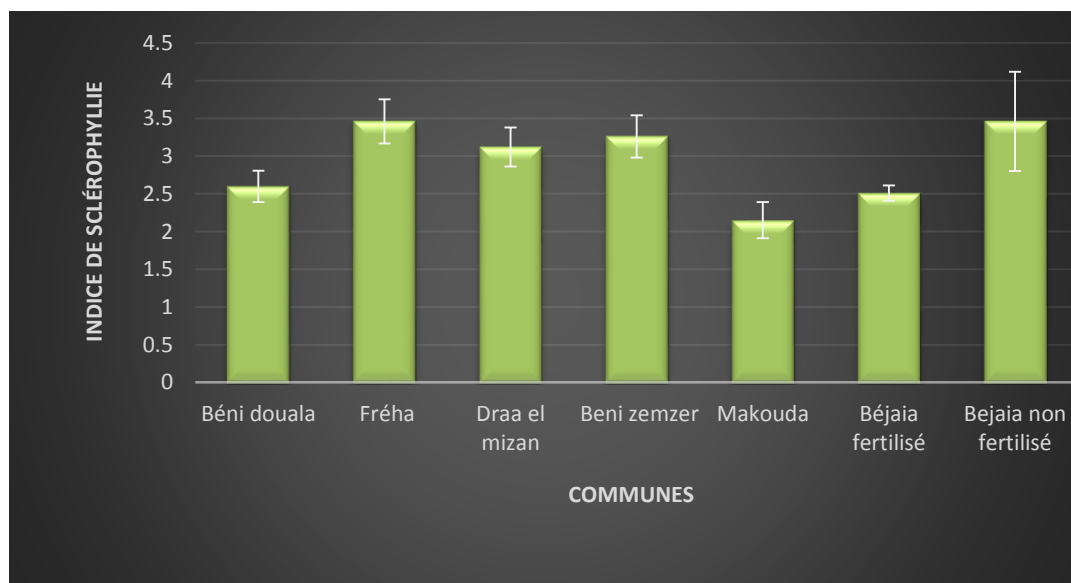


Figure 23 : Indice de sclérophylle des différentes stations d'étude année 2018

L'analyse statistique révèle un effet station significatif ($p=0.00126$). Le teste de Neuman-keuls à classé l'indice de sclérophylle en trois groupes homogènes le premier groupe comporte les stations suivantes : Fréha, Béni zemzer, Draa el mizan ces dernières se caractérisent par un taux de matière organique élevé dans le sol ce qui contribue à une bonne rétention d'eau, de ce fait il ressort un bon indice qui varie entre (3.46-3.123), de même pour la station de Bejaia non fertilisé muni d'un système d'irrigation.

Le deuxième groupes « Béni zemzer, Draa el mizan, Bejaia fertilisé et Béni douala »

Le troisième groupes « Béni douala, Bejaia fertilisé et Makouda »

b) Azote « N »

Les valeurs moyennes obtenues après calcul sont récapitulées dans le tableau ci-dessous

	Beni douala	Fréha	Draa el mizan	Beni zemzer	Makoud a	Bejaia Fertilisé	Bejaia Non Fertilisé
Azote	1,17	0,75	1,20	0,96	1,21	1,14	0,83

Tableau 20 : Récapitulatif des résultats de calcul de l'azote des feuilles

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,699	20	0,035				
VAR.FACTEUR 1	0,646	6	0,108	28,661	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,053	14	0,004			0,061	6,44%

Tableau 21 : Analyse de la variance de l'azote foliaire année 2018

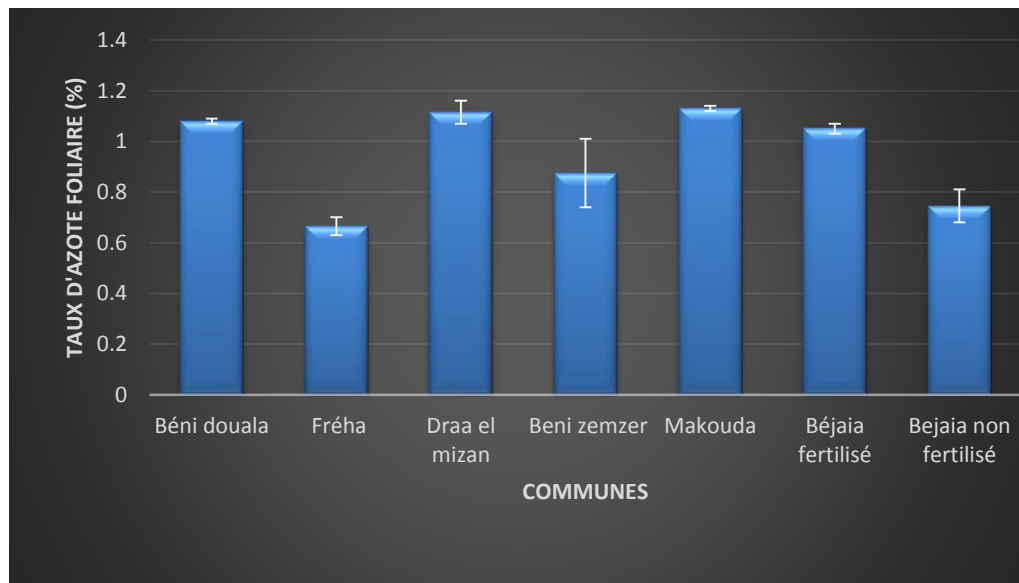


Figure 24 : Taux d'azote foliaire des différentes stations d'étude année 2018

L'analyse statistique révèle un effet station significatif ($p=0.00$) sur l'azote des feuilles. Les teneurs en azote foliaire pour toutes les stations d'études sont comprises entre 0.75 et 1,21% ces dernières sont au-dessous du seuil critique de 1,5% (Fernandez-Escobar, 1999), de ce qui précède indique que les oliviers de nos stations d'études se caractérisent par un statut nutritionnel inadéquat pour l'élément N.

CONCLUSION

Au terme de notre travail sur la caractérisation des sols sous oliveraies : effet du substrat géologique dans les régions d'études durant la campagne 2017 / 2018 et 2018/2019 nous pouvons tirer certaines conclusions.

Les échantillons étudiés montrent que le pH du sol ne varie pas en fonction des années d'observations et que la région racinaire n'influe pas sur le pH du sol. Ni au moins le potentiel hydrogène varie en fonction des stations d'études.

De même que pour la matière organique, elle présente les mêmes caractéristiques que le pH à savoir le carbone ne varie pas en fonction des années et que la région racinaire n'influe pas sur le taux de matière organique, mais le taux de matière organique du sol global et du sol rhizosphérique présente une bonne corrélation linéaire.

La variation du taux de calcaire total dans le sol est en fonction du matériau parent et du relief.

L'azote du sol global des différentes stations s'appauvrit pour enrichir le sol rhizosphérique et le taux d'azote est en relation avec le taux de matière organique présent dans le sol.

L'indice de sclérophylle dépend de la texture du sol, du taux de matière organique du sol et les pratiques agricoles telle que l'irrigation, cet indice nous renseigne sur le stress hydrique que l'olivier subit.

L'azote des feuilles nous a permis de détecter une insuffisance nutritionnelle de l'azote.

Autant qu'agronome nous apportons des recommandations, à savoir faire des apports saisonniers printaniers pour renforcer et enrichir les sols en éléments minéraux nécessaires à tous stades nutritionnels végétatifs.

Ainsi un renforcement d'irrigation en période sèche par l'établissement de fosse à un mètre (01m) de l'arbre contribue à garder le plan à l'abri de stress hydrique et renforce la qualité du fruit et de son huile.

Ni au moins la pratique de la fertilisation doit être rationnelle à savoir ; satisfaire les besoins nutritifs de l'olivier, tout en minimisant l'impact sur l'environnement, en particulier la

Conclusion

contamination du sol, de l'eau et de l'air, permettre d'obtenir une production de qualité et éviter les apports systématiques et excessifs de nutriments.

ANNEXE



Parte 03
Fe-Bo

6



Rothia
F&H



Parke 01
Friedl
2/11/2018



Portia 01
Bern Domb
26/11/2011



Partie O
Bene Joubla



Part 3
Beni Douala



Parthe 03
Hakbards



For die ce
Hakoud 3



Pandios
Makoua



Pondic-03
D.E.M



Pandanus
B.E.M



Pondic 02
D.E.H.



Panté 03
Bourkenger





Ponte de
Bom. 3 empas





Pongia 03
Béjaïa
JF



Pachira
Rayana
F

Pondix 03
Pongora
F





Pantaleo
Boforia
N.F.



Parlati
Bajaria
M.F.



Pm 10 J
Beyroun
MF

Normes d'interprétation de la réaction du sol pH

Valeur pH	Quantification
<4,5	Extrêmement acide
4,6 à 5	Très fortement acide
5,1 à 5,5	Fortement acide
5,6 à 6,75	Faiblement acide
6,75 à 7,3	Neutre
7,4 à 7,8	Légèrement alcalin
7,9 à 8,4	Moyennement alcalin
8,5 à 9	Fortement alcalin
>9,1	Très fortement alcalin

Tableau récapitulatif des normes pour la matière organique

Taux en argile en %	Taux souhaitable de matière organique en %
<10%	3-3.5%
10-15%	2.5-3%
15-20%	2-2.5%
20-25%	2.5%
25-30%	2.5-3%
30%	3-3.5%

Normes d'interprétation du taux de calcaire pour la qualification du sol

CaCO ₃	Qualification du sol
5 à 12,5	Faiblement calcaire
12,5 à 25	Modérément calcaire
25 à 37,5	Assez fortement calcaire
37,5 à 50	Fortement calcaire
Plus de 50	Très fortement calcaire

Normes d'azote dans le sol pour la qualification du sol

Azote total %	Qualification
<0,05	Très faible
0,05-0,09	Faible
0,1-0,15	Moyenne
>0,15	Elevé

1/Analyse statistique de la variation du pH du sol global au cours de deux années d'observation 2017-2018

MOYENNES FACTEUR 1 = STATION

Béni douala	Fréha	Draa el mizan	Beni zemzer	Makouda
7,35	7,517	6,933	7,333	7,95

MOYENNES FACTEUR 2 = ANNEE

Année 2017	Année 2018
7,353	7,48

MOYENNES INTER F1*2 = STATION*ANNEE

	Béni douala	Fréha	Draa el mizan	Beni zemzer	Makouda
2017	7,133	7,533	6,867	7,5	7,733
2018	7,567	7,5	7	7,167	8,167

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
5.0	Makouda	7,95	A		
2.0	Fréha	7,517		B	
1.0	Béni douala	7,35		B	
4.0	Béni zemzer	7,333		B	
3.0	Draa el mizan	6,933			C

2/Analyse statistique de la variation du pH du sol global et du Ph du sol rhizosphérique

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = STATION

Béni douala	Fréha	Draa el mizan	Beni zemzer	Makouda	Béjaia fertilisé	Bejaia non fertilisé
0,146	0,121	0,584	0,263	0,097	0,151	0,132

KHI2 = 26.946

PROB =0.00018

ECARTS-TYPES FACTEUR 2 = SOL

Sol global	Sol rhizosphérique
0,273	0,222

KHI2 = 0.832

PROB =0.36483

ECARTS-TYPES INTER F1*2 = STATION*SOL

	Béni douala	Fréha	Draa el mizan	Beni zemzer	Makouda	Béjaia fertilisé	Bejaia non fertilisé
Sol global	0,208	0,115	0,681	0,361	0,115	0,231	0,173
Sol rhizosphérique	0,1	0,153	0,624	0,208	0,1	0,058	0,115

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
6.0	Béjaia fertilisé	8,583	A			
7.0	Béjaia non fertilisé	8,533	A			
5.0	Makouda	8,133		B		
1.0	Béni douala	7,633			C	
2.0	Fréha	7,55			C	
3.0	Draa el mizan	7,133				D
4.0	Béni zemzer	7,017				D

3/ Analyse statistique de la variation du taux de la matière organique du sol global au cours de deux années d'observation 2017-2018

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = STATION

Béni douala	Fréha	Draa el mizan	Beni zemzer	Makouda
0,85	8,525	5,791	4,866	2,176

PROB =0.00061

KHI2 = 19.902

ECARTS-TYPES FACTEUR 2 = ANNEE

2017	2018
4,916	4,916

PROB =0.99

KHI2 = 0.0

ECARTS-TYPES INTER F1*2 = STATION ANNEE

	Béni douala	Fréha	Draa el mizan	Beni zemzer	Makouda
2017	0,95	9,531	6,475	5,441	2,433
2018	0,95	9,531	6,475	5,441	2,433

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
4.0	Béni zemzer	42,604	A			
2.0	Fréha	37,381	A			
1.0	Béni douala	28,518		B		
3.0	Draa el mizan	20,468			C	
5.0	Makouda	11,983				D

4/ Analyse statistique de la variation du taux de la matière organique du sol global et rhizosphérique année 2018

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = STATION

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 =
station

Béni douala	Fréha	Draa el mizan	Beni zemzer	Makouda	Béjaia fertilisé	Bejaia non fertilisé
4,359	18,681	10,613	4,906	2,854	3,365	2,744

KHI2 = 32.817

PROB
=0.00002

ECARTS-TYPES FACTEUR 2 = sol

Sol global	Sol rhizosphérique
5,308	10,235

KHI2 =
7.87

PROB
=0.00509

ECARTS-TYPES INTER F1*2 = station sol

	Béni douala	Fréha	Draa el mizan	Beni zemzer	Makouda	Béjaia fertilisé	Bejaia non fertilisé
Matière organique sol globa 2018	4,366	10,651	10,651	2,483	3,229	2,151	3,816
Matière organique sol rhizosphérique 2018	5,333	27,55	12,968	7,349	3,153	4,866	2,064

PROB
=0.00713

KHI2 = 28.779

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
2.0	Fréha	67,711	A			
3.0	Draa el mizan	46,526		B		
4.0	Béni zemzer	34,572			C	
6.0	Béjaia fertilisé	23,621			C	D
7.0	Béjaia non fertilisé	18,519				D
1.0	Béni douala	16,082				D
5.0	Makouda	12,355				D

5/ Analyse statistique de la variation du taux d'azote du sol global et rhizosphérique année 2018

MOYENNES FACTEUR 1 = station

Béni douala	Fréha	Draa el mizan	Beni zemzer	Makouda	Béjaia fertilisé	Bejaia non fertilisé
0,788	1,375	3,358	1,167	0,704	0,875	0,554

MOYENNES FACTEUR 2 = sol

Sol global	Sol rhizosphérique
1,138	1,382

MOYENNES INTER F1*2 = station sol

	Béni douala	Fréha	Draa el mizan	Beni zemzer	Makouda	Bejaia fertilisé	Bejaia non fertilisé
Azote du sol global 2018	0,5	2	2,567	1,033	0,633	0,9	0,333
Azote du sol rhizosphérique 2018	1,075	0,75	4,15	1,3	0,775	0,85	0,775

6/ Analyse statistique de la variation du taux d'azote dans les feuilles année 2018

MOYENNES FACTEUR 1 =
STATION

Béni douala	Fréha	Draa el mizan	Beni zemzer	Makouda	Béjaia fertilisé	Bejaia non fertilisé
1,08	0,665	1,115	0,875	1,13	1,05	0,745

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
5.0	Makouda	1,13	A		
3.0	Draa el mizan	1,115	A		
1.0	Béni douala	1,08	A		
6.0	Béjaia fertilisé	1,05	A		
4.0	Béni zemzer	0,875		B	
7.0	Béjaia non fertilisé	0,745			C
2.0	Fréha	0,665			C

7/ Analyse statistique de la variation de l'indice de sclérophylle année 2018

MOYENNES FACTEUR 1 =
STATION

	Béni douala	Fréha	Draa el mizan	Beni zemzer	Makouda	Bejaia fertilisé	Bejaia non fertilisé
Indice de sclérophylle	2,597	3,46	3,125	3,26	2,157	2,51	3,46

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
2.0	Fréha	3,46	A		
7.0	Béjaia non fertilisé	3,46	A		
4.0	Béni zemzer	3,26	A	B	
5.0	Draa el mizan	3,123	A	B	
1.0	Béni douala	2,597		B	C
6.0	Béjaia fertilisé	2,51		B	C
3.0	Makouda	2,157			C

REFERENCE
BIBLIOGRAPHIQUE

Références bibliographiques

A

Arshad M. A. et S. Martin, 2002. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 88, pp. 153.

AGQ, Laboratory & Technolglcal Services in Maroco

C

Conseil Oléicole International (COI) ,2000.Techniques de production en oléiculture

Culture. Patrimoine, 20aoute 2019

Clément Mathieu Françoise, Pieltain, 2003 : analyse chimique des sols p24, p25, p40

D

Doran J. W. et T. B. Parkin, 1994. Defining and assessing soil quality. Madison,WI: SSSA Spec. Publ. No. 35, Soil Sci. Soc. Am., Inc. and Am. Soc. Agron., Inc.

Doran J. W. et M. R. Zeiss, 2000. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Appl. Soil Ecol.*, 15, pp. 3.

Doran J.W. et M. Safley, 1997. Defining and assessing soil health and sustainable productivity. In *Defining and assessing soil health and sustainable productivity*, eds. C. Pankhurst, B.M. Doube et V.V.S.R. Gupta, *Biological Indicators of Soil Health*, pp. 1-28.

DSA direction des services agricoles de Tizi ouzou

F

Fernandez J.E., Moreno F., 1999. Water use by the olive tree. *J. Crop Prod.* 162.

I

Johnson D. L., S. H. Ambrose, T. J. Bassett, M. L. Bowen, D. E. Crummey, J. S. Isaacson et D. N. Johnson, 1997. Meanings of environmental terms. *J. Environ. Qual.*, 26, pp. 581.

H

Hornick S. B., 1992. Factors affecting the nutritional quality of crops. Amer. J. Alternative Agric, 7, pp. 63.

<https://fr.tutempo.net>, Météo mondiale et les prévisions météorologiques locales

M

Minia J. of Agric and Develop., (1997-105)