

## Fertilité des sols agricoles sous vigne et sous blé de la région de Mohammedia-Benslimane (Maroc)

Fatna ZAAKOUR\* et Najib SABER

*Université Hassan II, Mohammedia-Casablanca, Faculté des Sciences Ben M'Sik, Département de Géologie, BP 7955 Casablanca, Maroc*

\*Correspondance, courriel : [Zaakour-fatna@hotmail.com](mailto:Zaakour-fatna@hotmail.com)

### Résumé

L'objectif de ce travail est l'évaluation agronomique de la qualité du sol sous vigne et sous blé dans la région Mohammedia-Benslimane au Maroc, à travers les indicateurs chimiques de la qualité du sol (pH, CE, CaCO<sub>3</sub>, Carbone organique total, Azote, Phosphore et Potassium). Les résultats de cette étude montrent que les valeurs du pH sont neutres à légèrement acides dans toutes les stations alors que les taux de carbone organique total et d'azote total sont plus élevés sous blé que sous vigne dans la région de Mohammedia Benslimane. Les valeurs moyennes du phosphore semblent globalement plus importantes dans les parcelles sous vigne (33.62 ppm) que dans les parcelles sous blé (25.51 ppm) et les teneurs moyennes en Potassium sont plus faibles (58,57 ppm) dans les sols vignobles que dans les sols sous blé (63,62 ppm).

**Mots-clés :** *Mohammedia-Benslimane, fertilité, Carbone organique total, azote, phosphore, potassium.*

### Abstract

#### **Fertility of agricultural land under vine and wheat in the region of Mohammedia-Benslimane (Morocco)**

The objective of this work is the agronomic evaluation of soil quality under vine and wheat in the Mohammedia-Benslimane region in Morocco with chemical indicators of soil quality (pH, Conductivity Electrical, CaCO<sub>3</sub>, total organic carbon, nitrogen, phosphorus and potassium). The results of this study show that pH values are neutral to slightly acid in all stations while rates total organic carbon and total nitrogen are higher under wheat than under vine in the region of Mohammedia-Benslimane. The average values of phosphorus appear broadly higher in plots under vine (33.62 ppm) than in plots under wheat (25.51 ppm), and the mean levels of potassium are lower (58.57 ppm) in vineyards soils than under wheat (63.62 ppm).

**Keywords :** *Mohammedia-Benslimane, fertility, total organic carbon, nitrogen, phosphorus and potassium.*

### 1. Introduction

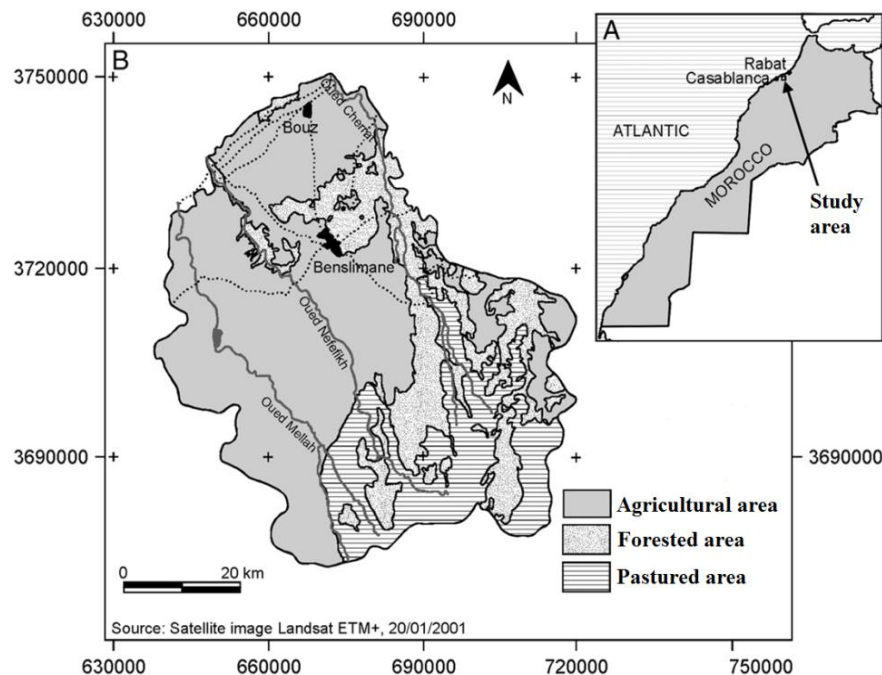
Au Maroc et précisément dans la région de Mohammedia-Benslimane, on observe une substitution au niveau de l'utilisation des terrains agricoles entre vigne et céréales (Blé). En effet, on remarque depuis une vingtaine d'années une régression des surfaces destinées à la viticulture en faveur de la céréaliculture.

Toutefois, dans les deux dernières années et dans le cadre du projet Maroc-vert lancé par le ministère de l'Agriculture, on assiste à l'introduction de nouvelles variétés de vigne dans des parcelles qui étaient autrefois destinées à la céréaliculture. La vigne dans la région de Mohammedia-Benslimane est conduite en globalité selon des pratiques conventionnelles. Ces pratiques qui ont parfois un effet défavorable sur le sol favorisant le tassement [1], l'érosion [2,3], l'accumulation du cuivre [4-6], la diminution du contenu du sol en matière organique et appauvrissent du sol en éléments nutritifs [7-11].

La céréaliculture en milieu pluvial dans la région de la Chaouia a fait l'objet de plusieurs travaux mettant en évidence l'effet du travail du sol et la rotation des cultures sur les paramètres physico-chimiques du [12-15]. L'objectif de ce travail est d'évaluer la qualité des sols viticoles de la région de Mohammedia-Benslimane par des indicateurs chimiques de la qualité des sols en les comparant avec celle des sols sous céréaliculture.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2-1. Zone d'étude



**Figure 1 :** Situation géographique de la zone d'étude

L'étude a été réalisée dans les domaines vignobles de Mohammedia et de Benslimane, sur la côte atlantique du Maroc, entre les villes de Rabat et de Casablanca (**Figure 1**). Le tracé de l'Oued N'fikh constitue une limite géographique et administrative des deux provinces. La partie située au nord de l'Oued fait partie de la province de Benslimane, celle du Sud appartient à la province de Mohammedia ; cette dernière s'étend jusqu'à Ain Harrouda.

Cette région est caractérisée par un climat méditerranéen semi-aride. La pluviométrie moyenne annuelle des 20 dernières années dans la région est de l'ordre 400 mm. On note des variations liées à l'influence océanique, au microclimat forestier et à la continentalité. Ces variations se traduisent par une augmentation pluviométrique à Benslimane par rapport au littoral. Autrement dit, la pluviométrie a tendance à diminuer

selon le gradient nord-sud. Le minimum et le maximum de température moyenne annuelle sont de 10,3 et 23,7 °C respectivement [16]. Dans cette étude cinq stations dans la région de Mohammedia Benslimane ont fait l'objet d'une campagne d'échantillonnage en juin 2012. Dans chaque station on a effectué 5 prélèvements dans l'horizon [0-20 cm]. Les stations sont choisies et classées en fonction de type de traitement de la culture de vigne. Il s'agit des stations d'Ouled Taleb et Cherrate qui sont caractérisées par un traitement traditionnel, les stations de Skhairate et Mansouria qui sont des fermes modernes et la dernière station c'est la station de Bouznika qui est considérée comme une station témoin.

## 2-2. Méthode d'analyses

L'évaluation de la qualité chimique traduit l'état des sols étudiés en termes de statut acido-basique, organique, nutritif et le diagnostic de leurs fertilités. Cette évaluation sera faite par l'interprétation des résultats de l'analyse chimique des agrégats de taille inférieure ou égale à 2 mm par le pH, le carbone organique total et les macroéléments disponibles pour les plantes (phosphore, potassium, azote total).

**Tableau 1 : Méthodes et normes utilisées pour les analyses chimiques des échantillons des Sols**

Indicateurs	Méthodes et Normes	Unité
<b>Statut acido-basique</b>		
<i>pH eau</i>	Mc Lean., 1983[17]	-
<i>CE</i>	NF ISO11256 [18]	µMohs
<i>CaCO<sub>3</sub></i>	Méthode de Bernard[19]	%
<b>Statut organique</b>		
<i>CO</i>	Walkey et Black., 1934[20]	%
<i>NT</i>	Méthode de Kjeldahl[21]	%
<b>Statut nutritif</b>		
<i>P</i>	Olsen., 1954[22]	Ppm
<i>K</i>	Lakanen, Ervio., 1971[23]	Ppm

*CE= conductivité électrique, NT= azote total, CO=carbone organique, P= phosphore et K= potassium*

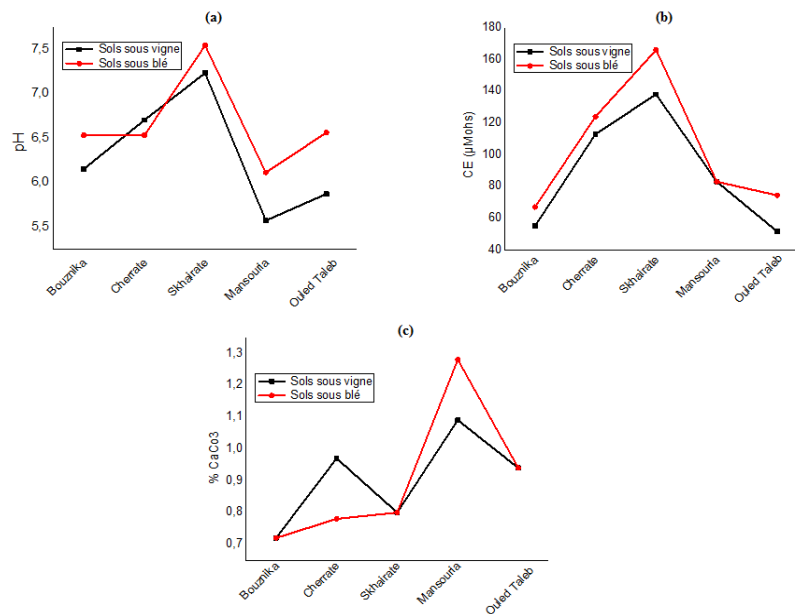
Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel statistique XLSTAT 2013. L'analyse de la variance a été utilisée pour trouver l'effet significatif des paramètres agronomiques et des parcelles d'autre part.

## 3. Résultats et discussion

### 3-1. Statut acido-basique

Les résultats de cette étude montrent que les valeurs de pH sont neutres à légèrement acides dans toutes les stations. Les valeurs de pH sont plus élevées dans les sols sous culture blé (6,11 à 7,54) en comparaison avec les sols sous culture vigne (5,57 à 7,23) (*Figure 2.a*). Ces résultats sont faibles en comparaison avec ceux signalés par [24] dans les parcelles sous céréales dans la région de Sidi El Aydi où le pH enregistre des valeurs au-delà de 7,5 sous semis direct et sous travaux conventionnels du sol. Les courbes établies montrent des comportements similaires des valeurs du pH d'une station à l'autre sous blé et sous vigne. Les mesures de la conductivité électrique révèlent des valeurs variables d'une station à une autre. Ces valeurs sont plus faibles dans les sols des stations de Bouznika (61 µMohs), Mansouria (152 µMohs) et

Ouled Taleb (63  $\mu$ Mohs) que dans les sols de Skhairate (152  $\mu$ Mohs) et Cherrate (118,5  $\mu$ Mohs). Ces mesures sont plus élevées dans les sols sous culture blé (67 à 166  $\mu$ Mohs) en comparaison avec les sols sous culture vigne (51,6 à 138  $\mu$ Mohs) (**Figure 2.b**). Les valeurs de  $\text{CaCO}_3$  sont comparables sous blé et sous vigne, dans toutes les stations et restent variables dans les stations de Cherrate (0,97 % pour les sols sous vigne et 0,78 % pour les sols sous blé) et Mansouria (1,09 % sous vigne et 1,28 % sous blé) (**Figure 2.c**).

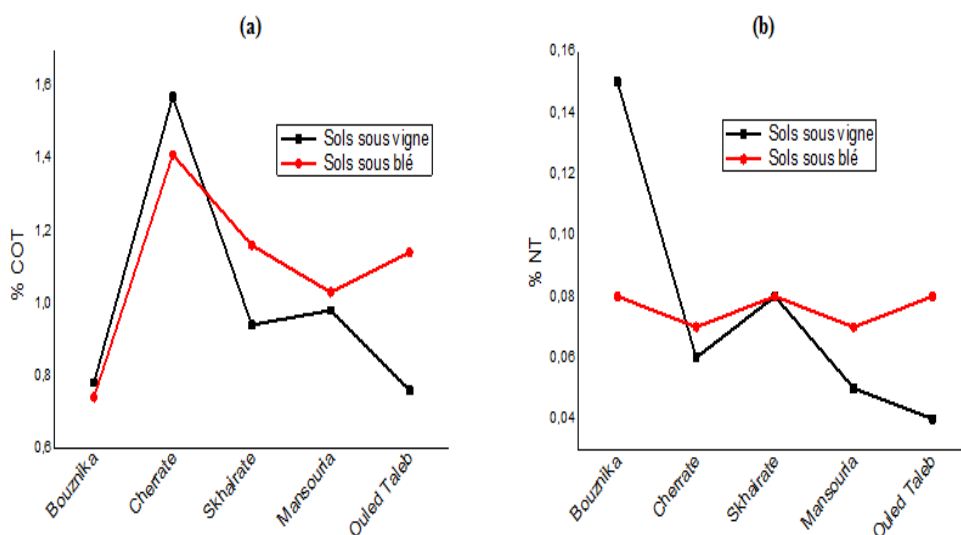


**Figure 2 :** Variation du pH,  $\text{CaCO}_3$  et CE, selon les stations

### 3-2. Statut organique

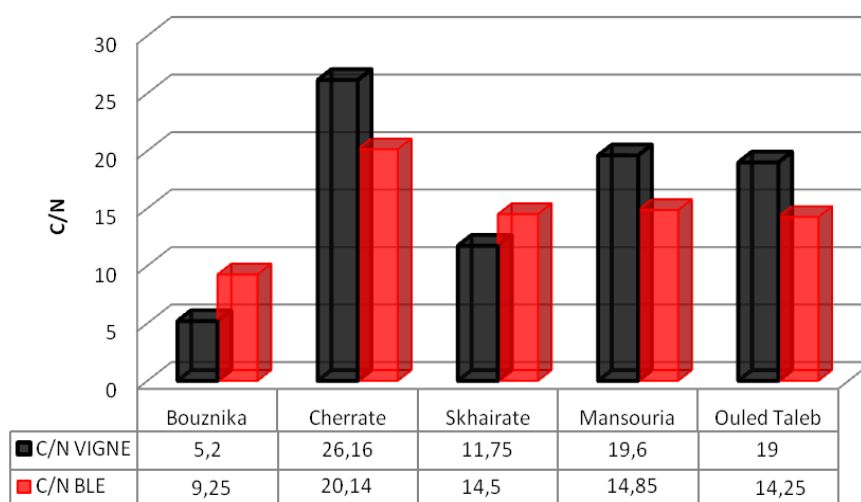
Le taux du carbone organique total est plus élevé dans la station de Cherrate sous vigne (1,57 %) et sous blé (1,41 %), le non-retournement du sol sous vigne et l'apport des résidus est responsable de l'accumulation du carbone organique à la surface du sol dans cette station. Alors que dans la station abandonnée (Bouznika) on ne distingue pas de différence significative entre les sols sous vigne (0,78 %) et sous blé (0,74 %). Les résultats comparables dans la station de Mansouria (0,98 % pour les sols sous vigne et 1,03 % pour les sols sous blé) nous permettent de conclure que la culture de vigne n'a pas de répercussions négatives sur le taux de carbone en comparant avec le blé au niveau de cette station. Dans les stations de Skhairate et Ouled Taleb, le taux de carbone organique total dans les sols présente des valeurs non comparables pour la vigne (0,94 % dans la station de Skhairate et 0,76 % dans la station d'Ouled Taleb) et comparables pour le blé (1,16 % dans Skhairate et 1,14 % dans Ouled Taleb) (**Figure 3.a**).

Les mesures de l'azote total révèlent des valeurs variables d'une station à une autre. Les concentrations en azote total sont comparables entre les sols sous vigne et sous blé dans les stations de Cherrate (0,06 % sous vigne et 0,07 % sous blé) et Skhairate (0,08 % pour vigne et blé). Alors que la station de Bouznika manifeste le taux le plus élevé d'azote total 0,15 % sous vigne et 0,08 % sous blé. D'autre part, le taux le plus faible est enregistré dans les sols sous vigne dans les stations de Mansouria (0,05 %) et Ouled Taleb (0,04 %) (**Figure 3.b**).



**Figure 3 :** Variation du carbone organique totale et azote total selon les stations

Les valeurs d'azote total augmentent suivant le type de culture dans les stations de Cherrate, Mansouria et Ouled Taleb, en général le taux d'azote total est plus faible sous vigne que sous blé, cette tendance peut être attribuée à la minéralisation de la matière organique dans le cas des sols sous blé, on peut en déduire que les résidus de récolte ayant un indice de fertilité (carbone / azote) élevé peuvent immobiliser une partie de l'azote minéral résiduel [25,26].



**Figure 4 :** Indice de fertilité des sols étudiés

La présente étude nous a permis de classer les sols de la région de Mohammedia-Benslimane selon leur pouvoir humificateur qui est proportionnel à leur teneur en carbone. On remarque que les sols sous vigne de Bouznika ont un indice de fertilité (C/N) très faible 5,2 et 9,25 pour les sols sous blé, alors que les sols sous blé et vigne de la station de Cherrate ont des valeurs de C/N très élevées (26,16 pour les sols sous vigne et 20,14 pour les sols sous blé). Le rapport C/N est comparable pour les sols sous blé dans les stations de Skhairate (14,5), Mansouria (14,85) et Ouled Taleb (14,25) et comparable pour les sols sous vigne dans les stations de Mansouria (19,6) et Ouled Taleb (19) (Figure 4).

### 3-3. Statut nutritif

Dans cette étude, les teneurs en phosphore sont également plus élevées dans les sols sous vigne dans les stations de Cherrate (50,21 ppm), Mansouria (53,36 ppm) et Skhairate (34,68 ppm) et les sols sous blé dans les stations de Cherrate (49,23) et Skhairate (49,23 ppm) (**Figure 5.a**). Ces teneurs indiquent une saturation des sols en cet élément [27]. Le potassium montre des valeurs très élevées dans les sols sous vigne (92,35 ppm) notamment à la région de Skhairate, et les sols sous blé dans les stations d'Ouled Taleb (92,1 ppm) et Skhairate (81,66 ppm). Les valeurs moyennes sont enregistrées dans la zone de Bouznika (64,46 ppm pour les sols sous vigne et 58,77 ppm pour les sols sous blé) et Cherrate (54,21 ppm pour les sols sous vigne et 52,95 ppm pour les sols sous blé). Or, les valeurs les plus faibles sont enregistrées dans la station de Mansouria (33,1 ppm pour les sols sous vigne et 26,9 ppm pour les sols sous blé) (**Figure 5.b**). Ces résultats montrent une richesse des sols étudiés en potassium [28] au niveau de l'ensemble des parcelles étudiées.

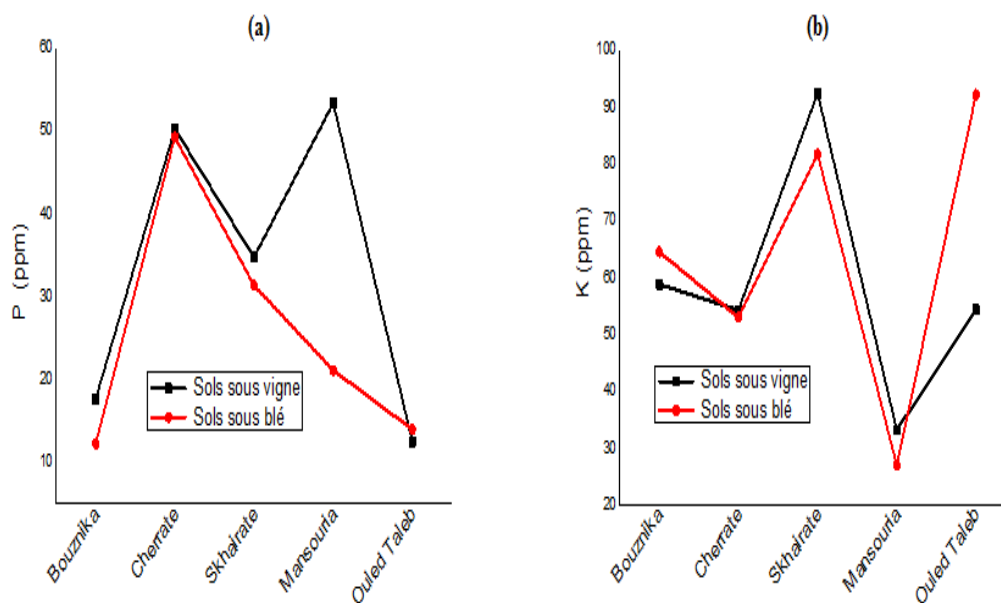


Figure 5 : Variation du phosphore et potassium selon les stations

### 4. Conclusion

Cette étude nous a permis de mettre en évidence que le pH et la conductivité électrique présentent des valeurs significativement élevées dans les sols sous blé en comparaison avec les sols sous vigne dans toutes les stations. Nous avons pu mettre en évidence que le taux de carbone organique total et d'azote total sont plus élevés sous blé que sous vigne dans la région de Mohammedia Benslimane. Cette tendance peut être influencée d'une part par la nature du résidu de culture apporté au sol et d'autre part par l'apport du fumier de ferme. L'indice de fertilité des sols calculé indique des valeurs plus élevées sous vigne dans les stations Cherrate, Mansouria et d'Ouled Taleb en comparaison avec la station témoin de Bouznika. L'évaluation des teneurs des sols sous vigne et sous blé de la région de Mohammedia-Benslimane en phosphore et en potassium montre que ces sols présentent une richesse en ces éléments au niveau de l'ensemble des parcelles étudiées.

## Références

- [1] - G. Coulouma, H. Boizard, G. Trotoux, P. Lagacherie and G. Richard, "Effect of deep tillage for vineyard establishment on soil structure: A case study in Southern France" *Soil & Tillage Research* 88 (2006), 132-143.
- [2] - Y. Le Bissonnais, D. Blavet, G. De Noni, J.Y. Laurent, J. Asseline, and C. Chenu, "Erodibility of Mediterranean vineyard soils: Relevant aggregate stability methods and significant soil variables", *European Journal of Soil Science* 58 (2007) 188-195.
- [3] - J.A. Martinez-Casanova and M.C. Ramo. "Soil alteration due to erosion, ploughing and levelling of vineyards in north east Spain". *Soil Use and Management*, (2009) 25, 183-192.
- [4] - A.M. Michaud. "Interaction entre biodisponibilité, phytotoxicité du cuivre et nutrition en fer de graminées - mécanismes physiologiques et rhizosphériques" *In Science du sol.* (2007) pp 191. Montpellier SupAgro, Montpellier.
- [5] - N.P.A. Saby, B.P. Lark, C.C. Jolivet and D. "Arrouays Robust geostatistical prediction of trace elements across France" *Geoderma* (2011) 162, 303-311.
- [6] - A. Navel "Distribution, spéciation, impact et transfert du cuivre dans un sol sous vigne: rôle de la structuration spatiale et du statut organique" *Thèse de Doctorat*, L'Université de Grenoble, (2011) 253P.
- [7] - J.W. Doran "Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage". *Soil Sci. Soc. Am. J.* (1980) 44: 765-771.
- [8] - J.L. Harvin, D.E. Kissel, L.D. Maddux, M.M. Claassen and J.H. Long, "Crop rotation and tillage effects on soil organic carbon and nitrogen". *Soil Sci. Soc. Am. J.* (1990) 53:1515-1519.
- [9] - C.W. Wood, D.G. Westfall and G.A. Peterson, "Soil carbon and nitrogen changes on initiation of no-till cropping systems", *Soil Sci. Soc. Am. J.* (1991) 55:470-476.
- [10] - D.L. Karlen, N.C. Wollenhaupt, D.C. Erbach, E.C. Berry, J.B. Swan, N.S. Eash, and J.L. Jordahl, "Crop residue effects on soil quality following 10 years of no till corn", *Soil & Tillage Research* (2011). 31, 149, 167.
- [11] - R. Mrabet and A. Bouzza, "Influence of tillage, residue management and cropping systems on wheat production in a turbulent semiarid area of Morocco" *International Crop Science Conference*, 17-22 Août 2000. Hamburg, Germany (2000).
- [12] - A. Bouzza, "Water conservation in wheat rotations under several management and tillage systems in semiarid areas". *Ph.D. Dissertation. University of Nebraska, Lincoln, NE USA.* (1990). 200p.
- [13] - M. Kacemi, "Water conservation, crop rotations and tillage systems in semiarid Morocco", *Ph.D. Dissertation. Colorado State Univ. Fort Collins, CO. USA.* (1992). 203 p.
- [14] - R. Mrabet, "Differential response of wheat to tillage management systems in a semiarid area of Morocco" *Field Crops Research.* (2000). 66: 165-174.
- [15] - N. Saber, R. Mrabet, "Impact of no-tillage and crop sequence on selected soil quality attributes of a verticillal cixeroll soil in Morocco" *Agronomie* (2002) 22:451-459.
- [16] - B. Amami, D.M. Serge, L. Rhazi, M. Rhazi, S. Bouahim, "Modern pollen-vegetation relationships within a small Mediterranean temporary pool (western Morocco)" *Review of Palaeobotany and Palynology* (2010).
- [17] - E.O. Mc Lean, "pH and lime requirements". In: Page, A.L. et al. (Eds.), *Methods of Soil Analysis, Part 2, second ed., Agronomy, vol. 9 Soil Society of America, Madison, WI,* (1982) pp. 199-244.
- [18] - ISO 11265 "Qualité du sol" Détermination de la conductivité électrique spécifique (1994).
- [19] - H. Chamley, "Guide Des techniques du laboratoire de Géologie Marine de Luminy", (1966). 198p.
- [20] - A. Walkley, and I.A. Black, "An examination of the Degtjareff method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents", *Soil Sci.* (1934) 63:251-263.

- [21] - Seal analytical, "Total Kjeldahl Nitrogen in Acid Digests", *Method No. G-188-97*, (2008), Rev. 6.
- [22] - S.R. Olsen, and al., "Estimation of available phosphorous in soils by extraction with sodium bicarbonate" *Cir. U.S. Dep. Agr.*, (1954) n° 939, 1-19.
- [23] - E. Lakanen, R. Ervio, "A comparison of eight extractions for the determination of plant available micronutrients in soils" *Acta Agr. Fenn.* (1971) 123, 223-232.
- [24] - N. Saber, R. Mrabet, "Impact of no-tillage and crop sequence on selected soil quality attributes of a verticilliferous soil in Morocco", *Agronomie* (2002) 22:451-459.
- [25] - S.L. Tisdale, et W.L. Nelson, "Soil and fertilizer nitrogen". In " *Soil Fertility and Fertilizers*" Ed. New York. McMillan. Pub Co (1966) 694 p.
- [26] - J.A. Ocio, et al. "Field incorporation of straw and its effects on soil microbial biomass and soil inorganic" *N. Soil Biol. and Bioch.* (1991) 23, 171-176.
- [27] - S.L. Tisdale, W.L. Nelson, J.D. Beaton and J.L. Havlin, "Soil fertility and fertilizers" *Fifth Edition, Macmillan Publishing Company; New York* (1993).
- [28] - A. Mhiri, "Le potassium dans les sols de Tunisie". Atelier sur la gestion de la fertilisation potassique, acquis et perspectives de la recherche. *INA Editions, Tunisie* (2002).