

Évaluation du niveau de salinisation de quelques sols, urbaine et périurbaine sous cultures maraichères dans le Département de Korhogo au Nord de la Côte d'Ivoire

Konan Alphonse ALUI^{1*}, Koffi Célestin BALLO², N'Guessan KOUAME³ et Albert YAO-KOUAME⁴

¹ *Université Peleforo GON COULIBALY, UFR des Sciences Biologiques, Département de Géosciences, Laboratoire d'Agro-pédologie, Université Peleforo GON COULIBALY, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire*

² *Centre National de Recherche Agronomique, Direction Générale, 01 BP 1740 Abidjan 01, Côte d'Ivoire*

³ *Université Jean Lorougnon GUEDE, UFR Agroforesterie, Laboratoire d'Amélioration des Productions Végétales, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire*

⁴ *Université Felix HOUPHOUËT-BOIGNY, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Département des Sciences du Sol, Laboratoire de Pédologie, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire*

* Correspondance, courriel : alvialphonse@gmail.com

Résumé

L'objectif de cette étude était d'évaluer le niveau de salinisation des sols sous cultures maraichères dans le Département de Korhogo au nord de la Côte d'Ivoire. La démarche expérimentale a consisté à faire des prélèvements des sols sur 5 périmètres de cultures maraichères choisis dans la ville de Korhogo et aux alentours. Pour chaque prélèvement, 3 profondeurs du sol (0-20 cm, 20-40 cm et > 40 cm) ont été considérées. Les analyses de laboratoire effectuées sont la granulométrie, le potentiel hydrogène (pH) et la conductivité électrique (CE). Les résultats montrent que les sols situés en amont des ruisseaux de la ville et aux alentours ont une texture à dominance sableuse (plus de 52 g.Kg⁻¹ de sables) par rapport à ceux situés en aval (environ 50 g.Kg⁻¹ d'argile). Les valeurs moyennes de pH varient de 4,5 à 5,4 (pH, très fortement à fortement acide) pour la zone 1 ; 6,1 à 7,4 (pH, faiblement acide à neutre) ; 5,6 à 6,2 (pH, moyennement à faiblement acide) ; 5,4 à 5,8 (pH, fortement à faiblement acide) et, 5 à 5,7 (pH, fortement à faiblement acide) pour respectivement les zones 2 ; 3 ; 4 et 5. Les horizons de surface sont moins acides que ceux situés en profondeurs. La tendance générale de la valeur de la conductivité électrique sur l'ensemble du site de l'étude indique que les sols sont légèrement salin (> 300 µS.cm⁻¹). Pour une gestion efficace, il est nécessaire et important d'identifier les différents types de sols afin d'améliorer les performances de prédiction cartographique des variables discriminantes de la salinisation.

Mots-clés : *sols, salinité, cultures maraichères, Korhogo, Côte d'Ivoire.*

Abstract

Assessment of the salinization level of some soils, urban and peri-urban under market gardening in the department of Korhogo in the North of Côte d'Ivoire

The objective of this study was to assess the level of salinisation of soils under market gardening in the Korhogo Department in northern Côte d'Ivoire. The experimental approach consisted in taking soil samples from 5 selected market gardening perimeters in and around the town of Korhogo. For each sample, 3 soil depths (0-20 cm, 20-40 cm and > 40 cm) were considered. The laboratory analyses performed are particle

size, hydrogen potential (pH) and electrical conductivity (EC). The results show that the soils located upstream of the city's streams and in the surrounding area have a predominantly sandy texture (more than 52 g.Kg⁻¹ of sand) compared to those located downstream (about 50 g.Kg⁻¹ of clay). The average pH values range from 4.5 to 5.4 (pH, very strongly to strongly acidic) for zone 1; 6.1 to 7.4 (pH, weakly acidic to neutral); 5.6 to 6.2 (pH, moderately to weakly acidic); 5.4 to 5.8 (pH, strongly to weakly acidic) and, 5 to 5.7 (pH, strongly to weakly acidic) for zones 2; 3; 4 and 5 respectively. The surface horizons are less acidic than those at depth. The general trend in the electrical conductivity value over the entire study site indicates that the soils are slightly saline (> 300 $\mu\text{S.cm}^{-1}$). For effective management, it is necessary and important to identify the different soil types in order to improve the cartographic prediction performance of the salinisation discriminant variables.

Keywords : *soils, salinity, market gardening, Korhogo, Côte d'Ivoire.*

1. Introduction

Depuis plusieurs années, l'agriculture (urbaine et périurbaine) est utilisée pour répondre à la sécurité alimentaire des grandes métropoles des pays en développement. Ainsi, le maraichage apparaît comme l'une des composantes principales de l'agriculture urbaine et périurbaine ayant une importance capitale dans le développement économique des villes [1]. Les cultures maraîchères sont considérées comme une activité de souveraineté alimentaire. Elles jouent un rôle primordial dans la plupart des programmes de nutrition, de lutte contre la pauvreté et contribuent significativement aux revenus des familles [1]. Ainsi, se procurer des aliments sans devoir les acheter représente un atout pour les ménages qui font les petits jardins maraîchers surtout dans les grandes villes [2]. C'est pourquoi, l'agriculture urbaine et périurbaine, constitue une alternative sérieuse dans les stratégies de lutte contre la pauvreté vu l'importance des personnes et groupes sociaux impliqués [3]. Cependant, la production de ces légumes est limitée par de multiples contraintes biotiques et abiotiques dont la pauvreté des sols qui, affectent les rendements et les opérations post-récoltes qui en découlent. Compte tenu de l'état de pauvreté des sols, l'utilisation des intrants est nécessaire pour la production des cultures maraîchères [4]. Les intrants utilisés contribuent non seulement à la pollution des eaux souterraines qui ne sont qu'à environ 5 à 7 m par rapport à la surface des sols, mais aussi à la pollution des sols et à la dégradation des plantes [4]. En plus, le maraîchage est marqué par une fumure excessive des sols à partir des apports abondants d'engrais minéraux et organiques [5].

Parmi ces pollutions évoquées, il y a la salinisation des sols qui est à la fois naturelle (primaire) et une conséquence des processus anthropiques (secondaires). Elle est identifiée comme un processus majeur de la dégradation des terres [6]. En effet, le sol salin est l'une des principales menaces environnementales qui limitent la croissance des plantes en raison de la forte concentration en sel [7]. La salinisation des sols constitue un problème mondial de dégradation des terres. En outre, les zones touchées par le sel augmentent de 10 % par an et si le problème n'est pas résolu aujourd'hui, plus de 50 % des terres arables seraient salinisées d'ici 2050 [7, 8]. La salinité du sol impose un nombre important d'impacts négatifs sur la croissance des plantes et leur productivité [8]. En outre, la toxicité ionique dans les sols salins peut également contribuer à limiter la croissance des plantes à cause du remplacement de K⁺ par Na⁺ dans les réactions biochimiques [9, 10]. Face à ce fait le phénomène de salinisation impose une gestion efficace des sols agricoles, qui constituent une priorité pour assurer la durabilité des modes de production. Cette question concerne non seulement les préoccupations liées à la production et la qualité des produits mais également la protection de l'environnement [11]. L'objectif de cette étude est d'évaluer le niveau de salinisation des sols sous cultures maraîchères afin d'apporter des possibilités d'amélioration de leur vulnérabilité par une modélisation des effets d'apports d'amendements permettant ainsi de réduire ces contraintes et renforcer les impacts positifs de l'agriculture urbaine et périurbaine.

2. Matériel et méthodes

2-1. Situation physiographique et climatique de la zone d'étude

La zone d'intérêt est le département de Korhogo, situé au Nord de la Côte d'Ivoire, entre les longitudes 5° 15' et 6° 20' Ouest et les latitudes 8° 30' et 10° 25' Nord (*Figure 1*). Le relief de la zone est monotone avec des altitudes variant en moyenne entre 300 et 400 m. Des inselbergs granitiques culminant parfois à plus de 500 m d'altitude sont observés. La région de Korhogo est constituée de plateaux latéritiques de hauteurs variant de 0 à 3 m, témoins d'une ancienne pénéplaine. Ces plateaux sont affectés d'une pente très faible et régulière vers le fleuve Bandama. Le climat tropical humide de la région se traduit par une moyenne annuelle de précipitation fluctuant autour de 1200 mm.

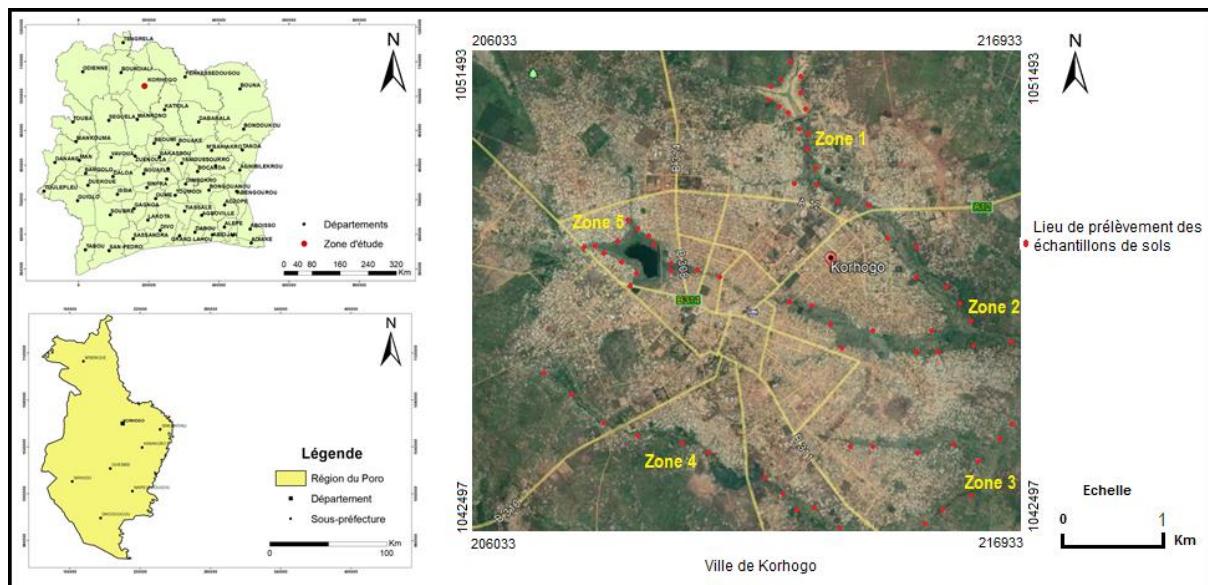


Figure 1 : Présentation de la zone d'étude

2-2. Matériel

Le matériel utilisé est constitué d'échantillons de sol prélevés dans les 5 zones choisies de l'étude. Au total 213 échantillons de sols ont été utilisés pour effectuer les diverses analyse de laboratoire.

2-3. Méthodes

2-3-1. Échantillonnage et prélèvement

Pour les cinq zones choisies, les prélèvements ont été effectués dans les sols sous cultures maraichères. Ainsi, pour chaque prélèvement trois profondeurs du sol : 0-20 cm, 20-40 cm et > 40 cm ont été considérées. L'échantillonnage du sol s'est fait aléatoirement, où les prélèvements ont été faits à l'aide des tarières à mains, puis les échantillons ont été conditionnés dans des sacs en polyéthylène solide étiquetés afin de les transporter au laboratoire pour effectuer les analyses nécessaires.

2-3-2. Analyses physico-chimiques

L'analyse granulométrique a été effectuée sur une prise d'essai de terre fine (élément < 2 mm). Elle permet de séparer les particules du sol en trois classes distinctes selon leur taille: Sable (de 2 à 0.05 mm), limons

(0.05 à 0.002 mm), argile (< 0.002 mm) [12]. Le pH a été mesuré selon les méthodes normées (AFNOR NF ISO 10-390, 2005). La conductivité électrique des différents échantillons de sol a été réalisée [13]. Un échantillon de sol est mélangé avec de l'eau dans un rapport volumique 1: 5 afin de dissoudre les électrolytes. Ainsi, 200 g de terre tamisée ont été malaxés avec une spatule tout en ajoutant de l'eau distillée jusqu'à obtenir une pâte saturée (**Figure 2**). La pâte obtenue est laissée reposer pendant 24 heures afin d'avoir un équilibre (tous les ions seront mobiles dans la solution). L'extraction de la solution de la pâte se fait en utilisant une pompe. La conductivité électrique (CE) a été mesurée à l'aide d'un conductimètre à une température de 20°C.



Figure 2 : Analyse de la pâte saturée du sol

2-3-3. Traitements statistiques des données recueillies

Les données obtenues ont été analysées avec le logiciel SPSS version 20. Ainsi, les statistiques descriptives de tendance centrale et de dispersion ont été utilisées pour appuyer l'interprétation des variables tenant compte de la corrélation et de la localisation des échantillons de sols. Une analyse de variance (ANOVA) a été utilisée (F de Fischer, cas d'un test paramétrique ou le test de Kruskal-Wallis cas d'un test non paramétrique). La normalité des données et de l'homogénéité des variances ont été vérifiées au préalable en utilisant respectivement le test de Kolmogorov-Smirnov et Shapiro-Wilk.

3. Résultats et discussion

3-1. Granulométrie des différents sols

Les résultats illustrés dans la **Figure 3** permettent d'apprécier la granulométrie des sols des différentes zones du site de l'étude. La texture du sol varie selon les zones. Ainsi, l'analyse de ces résultats montre que la teneur en argile (A) est importante dans le sol de la zone 3. Les valeurs obtenues varient de 56,47 à 59,50 g.kg⁻¹, et sont statistiquement différentes par rapport aux autres zones ($F_{cal} = 83,68^{**}$; $P_{cal} \leq 0,01$). La texture est donc de type Argilo-sablo-limoneuse. La texture de la zone 2 est à tendance équilibrée avec une teneur moyenne de 44,24 à 52,06 g.kg⁻¹ en Argile et 43,16 à 48,72 g.kg⁻¹ en sables. Les zones, 1 ; 4 et 5 ont une texture à dominance sableuse avec plus de 50 % de sables. La teneur en sables de la zone 4 varie de 61,92 à 68,04 g.kg⁻¹ contre, 52,98 à 55,41 g.kg⁻¹ pour la zone 1 et 5 ($F_{cal} = 81,04^{**}$; $P_{cal} \leq 0,01$). La teneur en limons ne dépasse pas 11 g.kg⁻¹ quel que soit la zone prospectée, cependant, elle comporte une différence significative au regard des analyses statistiques ($F_{cal} = 13,24^*$; $P_{cal} \leq 0,05$). Cette variabilité de la texture observée pourrait être due, aux opérations trop fréquentes de travail du sol, à l'inégalité de la distribution

des cultures mais surtout à la position topographique des sites. Effet, la topographie a une influence dans la répartition des sols. Cette influence se manifeste selon la forme du relief, par l'érosion, le lessivage, le colluvionnement et l'hydromorphie. Des corrélations significatives existent entre les positions topographiques et la différenciation séquentielle des sols [14].

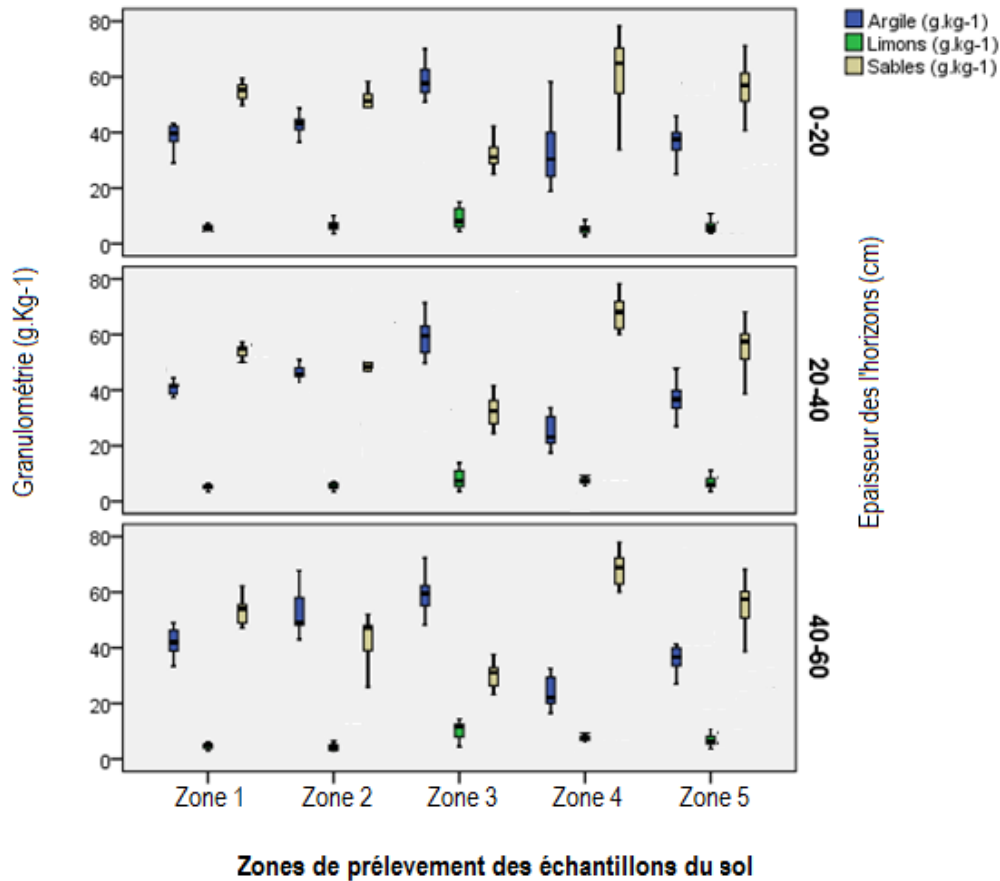


Figure 3 : Granulométrie observée au niveau des différentes zones du site de l'étude

3-2. Potentiel hydrogène (pH) des différents sols

Les valeurs moyennes de pH obtenues dans les différentes zones (*Figure 4*) diffèrent statistiquement les unes des autres ($\chi^2_{\text{cal}} = 64,22^*$; $P_{\text{cal}} \leq 0,05$). Le pH de la zone 1 a varié de 4,5 à 5,4 (pH, très fortement à fortement acide). Cette valeur est de l'ordre de 6,1 à 7,4 (pH, faiblement acide à neutre) ; 5,6 à 6,2 (pH, moyennement à faiblement acide) ; 5,4 à 5,8 (pH, fortement à faiblement acide) et, 5 à 5,7 (pH, fortement à faiblement acide) respectivement pour les zones 2 ; 3 ; 4 et 5. En considérant chaque zone, les horizons de surface sont moins acides que ceux en profondeurs. La tendance générale de la valeur de pH sur l'ensemble du site de l'étude est de l'ordre de 5,6 (*Figure 4*). Nos résultats corroborent avec ceux obtenus par certains auteurs qui stipulent que l'exploitation continue des sols notamment les pratiques culturales telles que, l'intensification des rendements (prélèvements cationiques plus poussés), la modification de la circulation de l'eau (mis en place de plan de drainage) ou l'emploi intensif de fertilisants ammoniacaux font que les sols restent sensibles à l'acidification et cela entraîne une dégradation rapide de leur fertilité [15, 16]. Cette acidité pourrait aussi être due aux phénomènes récurrents de l'érosion massive des sols au Nord de la Côte d'Ivoire [17].

3-3. Conductivité électrique (CE) des différents sols

Au niveau de l'état de la salinité des différentes zones (**Figure 5**), les résultats révèlent que la conductivité électrique des extraits de pâtes saturées pour l'ensemble des horizons diffère d'une zone à l'autre ($F_{\text{cal}} = 13,58^*$; $P_{\text{cal}} \leq 0,05$). Elle se situe entre 307 à 338,04 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ pour la zone 1 (sol légèrement salin) ; 857,63 à 923 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ pour la zone 2 (sol salin) ; 476,14 à 513,58 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ pour la zone 3 (sol salin); 242 à 284,43 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ pour la zone 4 (sol légèrement salin) et 423,37 à 482,61 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ pour la zone 5 (sol légèrement salin). Ainsi, la conductivité électrique moyenne calculée par tranche de profondeur révèle que le profil salin moyen est de type ascendant (le maximum de salinité est observé dans la partie supérieure du profil) pour les sols dont la texture est à dominance argileuse (zones : 2 et 3). Elle est de type convexe (la partie médiane du profil correspond à un maximum de salinité) pour les sols de texture sableuse (zones: 1 ; 4 et 5). Cette large gamme de valeurs signifie que les zones étudiées sont très hétérogène pour ce paramètre. La tendance générale de la valeur de CE sur l'ensemble du site de l'étude est de l'ordre de 302,90 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ (sols légèrement salin). Les valeurs aberrantes observées sur la **Figure 5** indiquent que la CE enregistrée atteint 2500 $\mu\text{S.cm}^{-1}$, surtout au niveau de la zone 2. La salinité mesurée au cours de cette étude montre que les sols sont généralement légèrement salins. Les sols dont la texture est à dominance argileuse sont plus salins dans la partie supérieure du profil tandis que c'est le phénomène contraire dans les sols dont la texture est à dominance sableuse. En effet, au niveau des sols à structure particulière liée à la texture sableuse, le processus pourrait être relayé par la pluie et les eaux de ruissellement qui peuvent laver le sol et entraîner les sels directement au niveau de la nappe phréatique [18]. Au niveau des sols à texture argileuse, l'accumulation de sels dans les horizons superficiels résulterait du mauvais drainage et aussi des eaux d'arrosage issues de la nappe phréatique qui serait elle-même enrichit par des eaux de ruissellement chargées en sels solubles [19]. Sur la base des résultats obtenus, la conductivité élevée serait liée à l'abondance des ions minéraux dans les fertilisants apportés au niveau des sols [20]. La salinisation marquée des sols pourrait s'expliquer aussi par la non utilisation de fumiers et ou du compost au détriment des engrais minéraux [21].

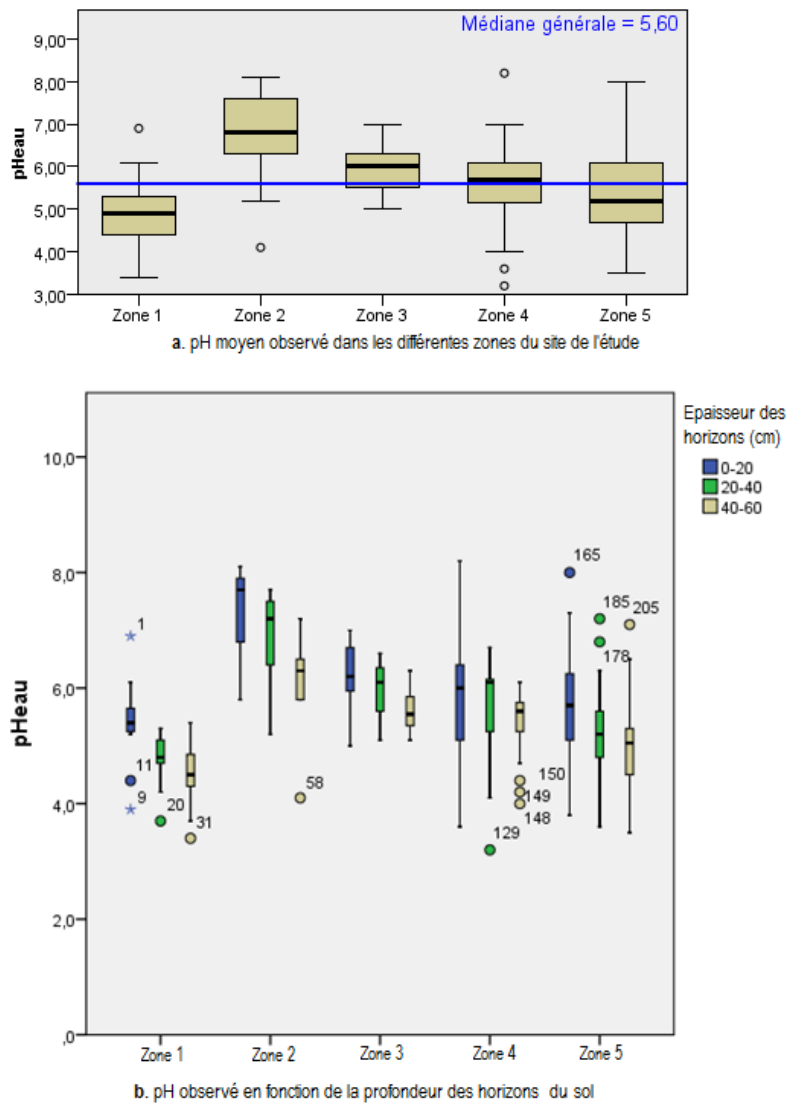


Figure 4 : Potentiel hydrogène (pH) observée au niveau des différentes zones du site de l'étude

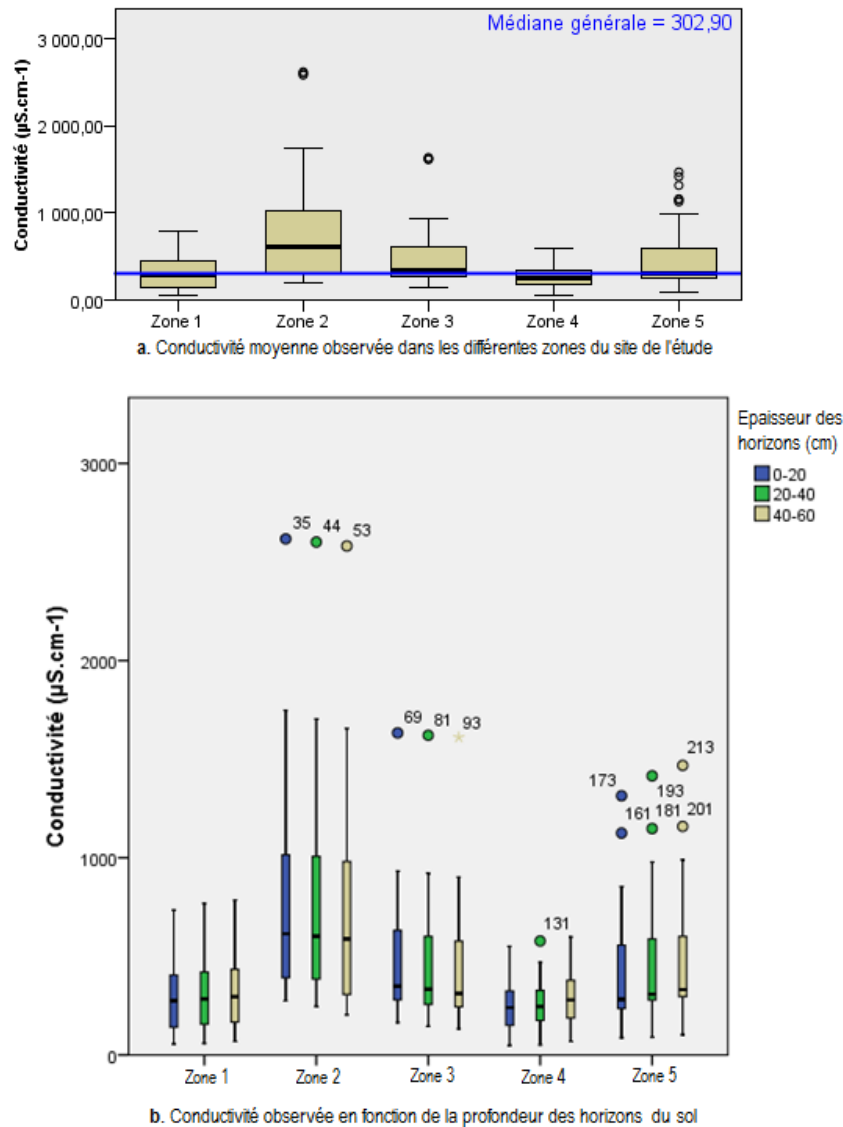


Figure 5 : Conductivité électrique observée au niveau des différentes zones du site de l'étude

4. Conclusion

Cette étude, nous a permis de caractériser l'acidité et la salinité de quelques sols, urbaine et périurbaine sous cultures maraichères dans le département de Korhogo au Nord de la Côte d'Ivoire. Les résultats de cette investigation indiquent que les sols situés en amont des ruisseaux de la ville et aux alentours ont une texture à dominance sableuse (plus de 52 g.Kg^{-1} de sables) par rapport à ceux situés en aval (environ 50 g.Kg^{-1} d'argile). La teneur en limons reste faible quel que soit la zone d'étude (moins de 09 g.Kg^{-1}). Les valeurs de pH relevées indiquent que les sols de la zone 1 (en amont) sont très fortement à fortement acide. Au niveau des zones 4 et 5 (en mi versant) les sols sont fortement à faiblement acides tandis que les zones 3 et 2 (en aval) restent moyennement ou faiblement acides à neutres. La salinité mesurée au cours de cette étude a montré que la tendance générale de la valeur de CE sur l'ensemble du site de l'étude indique que les sols pour la plus part sont légèrement salin voir plus (entre 300 et $900 \mu\text{S.cm}^{-1}$). Les sols dont la texture est à dominance argileuse sont plus salins que ceux ayant une texture sableuse.

Références

- [1] - FAO, Manuel de référence du producteur urbain, (2007) 153 p. <http://www.fao.org/3/a1177f/a1177f.pdf> (consulté le 09 Avril 2020)
- [2] - A. QUENARDEL, Des petits jardins dans un « grand jardin » Inventaire, étude et compréhension d'un phénomène jardinier furtif à Saulx-les-Chartreux, *Revue d'ethnoécologie*, (8) 2015, DOI : <https://doi.org/10.4000/ethnoecologie.2356>
- [3] - H. F. KAKAI, S.G. KAKAI et A. G. TOHOUEGNON, Agriculture urbaine et valorisation des déchets au Bénin : une approche de développement durable. [VertigO] La revue électronique en sciences de l'environnement, 10 (2) (2010) 11 p., <https://id.erudit.org/iderudit/045516ar>
- [4] - M. LAWANI, L. LAWANI, A. AKAKPO et S. DEGUENON, Rapport sur la reconnaissance pédologique sur le Littoral à Grand-Popo. Centre National d'Agro-Pédologie, Abomey-Calavi, Bénin, (2005) 26 p.
- [5] - C. S. ATIDEGLA et K. E. AGBOSSOU, Pollutions chimique et bactériologique des eaux souterraines des exploitations maraîchères irriguées de la commune de Grand-Popo : cas des nitrates et bactéries fécales. *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 4 (2) (2010) 327 - 337, DOI: 10.4314/ijbcs.v4i2.58119
- [6] - FAO and ITPS, Status of the World's Soil Resources (SWSR) - Main Report. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, (2015) 650 p., <http://www.fao.org/documents/card/fr/c/c6814873-efc3-41db-b7d3-2081a10ede50/> (consulté le 02 Juillet 2020)
- [7] - P. SHRIVASTAVA and R KUMAR. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 22 (2) (2014) 123 - 131, DOI: 10.1016/j.sjbs.2014.12.001
- [8] - A. JAMIL, S. RIAZ, M. ASHRAF and M. R. FOOLAD, Gene Expression Profiling of Plants under Salt Stress. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30 (5) (2011) 435 - 458. DOI:10.1080/07352689.2011.605739
- [9] - M. SHAHBAZ and M. ASHRAF, Improving Salinity Tolerance in Cereals, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 32 (4) (2013) 237 - 249, <http://dx.doi.org/10.1080/07352689.2013.758544>
- [10] - D. V. ASSAHA, A. M. M. MEKAWY, A. UEDA and H SANEOKA, Salinity-induced expression of HKT may be crucial for Na⁺ exclusion in the leaf blade of huckleberry (*Solanum scabrum* Mill.), but not of eggplant (*Solanum melongena* L.). *Biochem. Biophys. Res. Commun*, 460 (2015) 416 - 421, doi: 10.1016/j.bbrc.2015.03.048
- [11] - M. D. DIALLO, O. NDIAYE, M. MAHAMAT SALEH, A. TINE, A. DIOP et A. GUISSSE, Etude comparative de la salinité de l'eau et des sols dans la zone nord des Niayes (Sénégal). *African Crop Science Journal*, Vol. 23, N° 2 (2015) 101 - 111
- [12] - G. AUBERT, Méthodes d'analyses des sols. 2ème Edition, Centre régional de Documentation Pédagogique, CRDP Marseille, (1978) 191 p.
- [13] - D. L. CORWIN and S. LESCH, Application of Soil Electrical Conductivity to Precision Agriculture. *Agronomy Journal*, 95 (3) (2003) 455 - 471. DOI: 10.2134/agronj2003.0455
- [14] - L. K. KOKO, K. E. KASSIN, G. YORO, K. NGORAN, A. A. ASSIRI, A. YAO-KOUAME, Corrélations entre le vieillissement précoce des cacaoyers et les caractéristiques morpho-pédologiques dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 24 (2009) 1508 - 1519
- [15] - A. PERNES-DEBUYSER et D. TESSIER, Influence de matières fertilisantes sur les propriétés des sols Cas des 42 parcelles de l'INRA à Versailles. *Étude et Gestion des Sols*, Vol. 9, (3) (2002) 177 - 186
- [16] - J. AVAKOUDJO, I. TOKO IMOROU, A. F. KOUÉLO, V. KINDOMIHOU, G. L. AMADJI et A. B. SINSIN, Typologie des Dongas et effet de l'érosion hydrique sur l'acidité et la teneur en matière organique des sols a Karimama au Nord-Ouest de Bénin. *Revue de Géographie du Bénin*. Volume thématique, (2018) 22 - 42

- [17] - K. N'GUESSAN, N. DIARRASSOUBA, K. A. ALUI, I. J. FOFANA, A YAO-KOUAME, Indicateurs de dégradation physique des sols dans le nord de la Côte d'Ivoire: cas de Boundiali et Ferkessédougou. *Afrique Sciences*, 11 (3) (2015) 115 - 128
- [18] - L. MONTANARELLA, D. J. PENNOCK, N. MCKENZIE, M. BADRAOUI, V. CHUDE, I. BAPTISTA, ... R. Vargas. World's soils are under threat. *Soil*, 2 (1) (2016) 79 - 82, <https://doi.org/10.5194/soil-2-79-2016>
- [19] - E. BOUKA, K. K. GANYO, K. A. ABLEDE, E. E. MATHE et J. M. SOGBEDJI, Caractérisation de l'état de salinité des sols et des eaux du site maraîcher d'Atti-Apédokoe dans la préfecture de l'Avé au Togo. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)*, (2019) 162 - 174
- [20] - L. MRABET, D. BELGHYTI, A. LOUKILI et B. ATTARASSI, Etude de l'effet du compost des déchets ménagers sur l'amélioration du rendement de maïs et de la laitue. *Afrique SCIENCE*, 07 (2) (2011) 74 - 84
- [21] - O. NDIAYE, A. DIALLO, F. MATTY, A. THIAW, R. D. FALL et A. GUISSSE, Caractérisation des sols de la zone des Niayes de Pikine et de Saint Louis (Sénégal). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6 (2012) 519 - 528