

Spatialisation Verticale Et Horizontale De La Salinité Des Terres Dans Le Nord De L'estuaire Du Saloum (Sénégal)

Bineta FAYE^{1*}, Mbagnick FAYE², Cheikh Sadibou FAYE³

¹ Laboratoire de géographie de l'Institut Fondamentale d'Afrique Noire Cheikh Anta Diop (IFANCAD),
Université Cheikh Anta DIOP, Dakar, Senegal.

² Laboratoire de Climatologie et d'Environnement (LCE) - Département de Géographie, Université Cheikh Anta
DIOP de Dakar- Sénégal.

³ Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Eau et de l'Environnement (LaSTEE), École Polytechnique de
Thiès BP A10 Thiès, Sénégal.

RESUME

Le milieu d'étude se situe au Sud de la petite côte sénégalaise. Il se particularise durant ces deux dernières décennies par une forte avancée des terres salées. L'objectif de cet article est de caractériser la variation spatiale de la salinité des terres. La démarche méthodologique est basée sur l'analyse de la conductivité électrique (CE) de 794 échantillons de sol réparties sur 182,3 ha à partir de la méthode de l'extrait dilué 1/10 et la méthode géostatistique dekrigeage ordinaire pour la spatialisation de la salinité des terres. Les résultats obtenus montrent que la salinité des sols se caractérise par une grande variation spatiale sur le plan horizontal et vertical suivant un gradient de salinité décroissant des tannes nus à proximité des cours d'eau vers les terres de culture. La salinité est ascendante. Elle croît de la profondeur (20-40 cm) vers la surface (0-20 cm). Nous notons aussi une extension des sols extrêmement salés (tannes nus), avec des conductivités électriques largement supérieures à 2 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, au détriment des sols très salés et salés.

Mots clés : Spatialisation, Salinisation, Conductivité électrique, Krigeage ordinaire, Estuaire du Saloum

ABSTRACT

The study environment is located south of the small Senegalese coast. It has been distinguished over the past two decades by a strong advance in salt lands. The objective of this article is to characterize the spatial variation of land salinity. The methodological approach is based on the analysis of the electrical conductivity (EC) of 794 soil samples spread over 182.3 ha using the 1/10 diluted extract method and the ordinary kriging geostatistical method for spatialization of salinity of the land. The results obtained show that the salinity of the soil is characterized by a large spatial variation on the horizontal and vertical plane following a decreasing salinity gradient from bare tannes near water courses to cropland. The salinity is rising. It grows from depth (20-40 cm) to the surface (0-20 cm). We also note an extension of extremely salty soils (bare tannes), with electrical conductivities well above 2,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, to the detriment of very salty and salty soils.

Keywords: Spatialization, Salinization, Electrical Conductivity, Ordinary Kriging, Saloum Estuary

Date of Submission: 28-05-2020

Date of Acceptance: 14-06-2020

I. INTRODUCTION

Le déficit pluviométrique qui a commencé à la fin des années 1960 et au début des années 1970 (Ndong, 1995 ; Dione, 1996 ; Tapsoba, 1997 ; Ndiaye et Sané, 2010 ; Faye et al. 2019) a accentué, ces dernières décennies, le processus de la salinisation des terres de l'estuaire du Saloum. Les terres salées occupent 32,2 % de la superficie du milieu d'étude (Faye, 2018). Les terres salées avancent sur les champs de cultures. Parallèlement, la population augmente. Il résulte de l'évolution de ces deux grandeurs, une insuffisance des terres de culture.

Un sol est considéré comme salé, si dans un de ses horizons situés à une profondeur inférieure à 60 cm, la conductivité électrique de l'extrait 1/10 à 25°C est supérieure ou égale à 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Mathieu, et Pieltain, 2009). La méthode de l'extrait dilué 1/10 est utilisée dans cette étude. L'objectif de cette étude est de caractériser la répartition spatiale de la salinité des sols à partir de la méthode géostatistique de krigeage ordinaire. Cette méthode a permis d'établir des cartes thématiques de la salinité des sols à une grande échelle.

II. MATERIELS ET METHODE

Présentation du milieu d'étude

Le milieu d'étude, qui occupe une partie du Sud de la petite côte sénégalaise, se localise entre les latitudes 13° 97' et 14° 32' N et les longitudes 16° 39' et 16° 20' W (fig. 1). Il couvre une superficie de 174 042,2 ha. Sur le plan géologique, le Nord de l'estuaire du Saloum fait partie du bassin Sénégal-mauritanien. Les principales formations géologiques du milieu sont la formation de Thiès qui est constituée d'argiles et de marnes, la formation éolienne composée de sables rubéfiés des dunes continentales, la formation deltaïque qui se caractérise par des vases et sables des vasières littorales.

Au point de vue géomorphologique, l'évolution paléogéographique au Quaternaire, marquée par une importante modification du climat et des variations du niveau marin, a mis en place les unités morphologiques rencontrées dans le milieu. Parmi ces unités nous avons les vasières à mangrove, les tannes et les dunes de l'intérieur modelées.

Les eaux souterraines sont représentées par le Maestrichtien qui est capté par les forages à des profondeurs variant entre 200 et 450 mètres; la nappe du Paléocène qui est exploitée par les forages à des profondeurs variant de 55 à 63 m ; l'aquifère de l'Eocène qui est capté par les forages à une profondeur de 51 m ; La nappe du Continental Terminal qui est rencontrée dans les sables entre 30 et 70 m de profondeur et la nappe phréatique qui alimente les puits à des profondeurs variant de moins 5 à 20 m. La nappe est presque partout salée avec des conductivités électriques qui varient de moins 750 à plus de 3 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Faye, 2018). Les eaux pérennes situées dans la partie australe sont la ria du Saloum et ses défluent à partir des bolongs de Djilor, Faoye et Khabak.

Les principaux types de sols rencontrés dans le milieu sont les sols ferrugineux tropicaux non ou peu lessivés (dior) qui font 36,9 % de la superficie du milieu, les sols salés qui occupent 32,2 % et les sols peu évolués d'apport qui occupent 19 %. Sur ces sols, se développe une végétation composée de mangrove de savane boisée et arbustive et d'une savane arbustive clairsemée. Le climat est de type soudanien avec une pluviométrie qui dépasse rarement 1 000 mm (Faye, 2018).

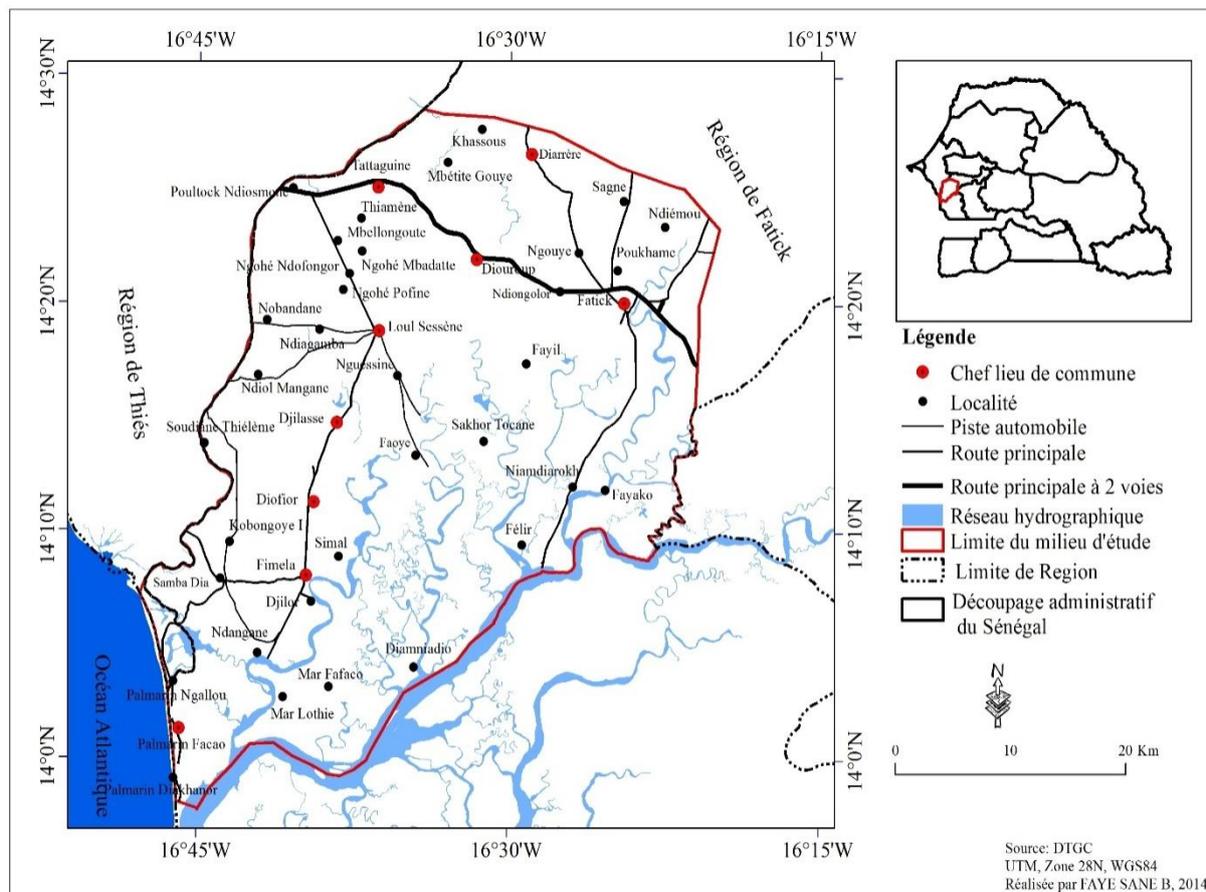


Fig. 1 : Localisation du milieu d'étude dans le Sénégal.

Matériels

Pour un meilleur choix des sites de prélèvement, nous avons effectué une prospection du terrain avec la collaboration des agriculteurs du 15 au 30 janvier 2015. Ce travail a permis d'identifier et de délimiter, à l'aide d'un GPS, des sites de prélèvement (fig. 2) ayant les mêmes unités d'occupation du sol. Dans le souci d'une bonne caractérisation de la salinité, les sites de prélèvement sont délimités suivant la toposéquence ;c'est-à-dire du tanne nu, tanne herbacé, tanne arbustif jusqu'aux terres de culture.

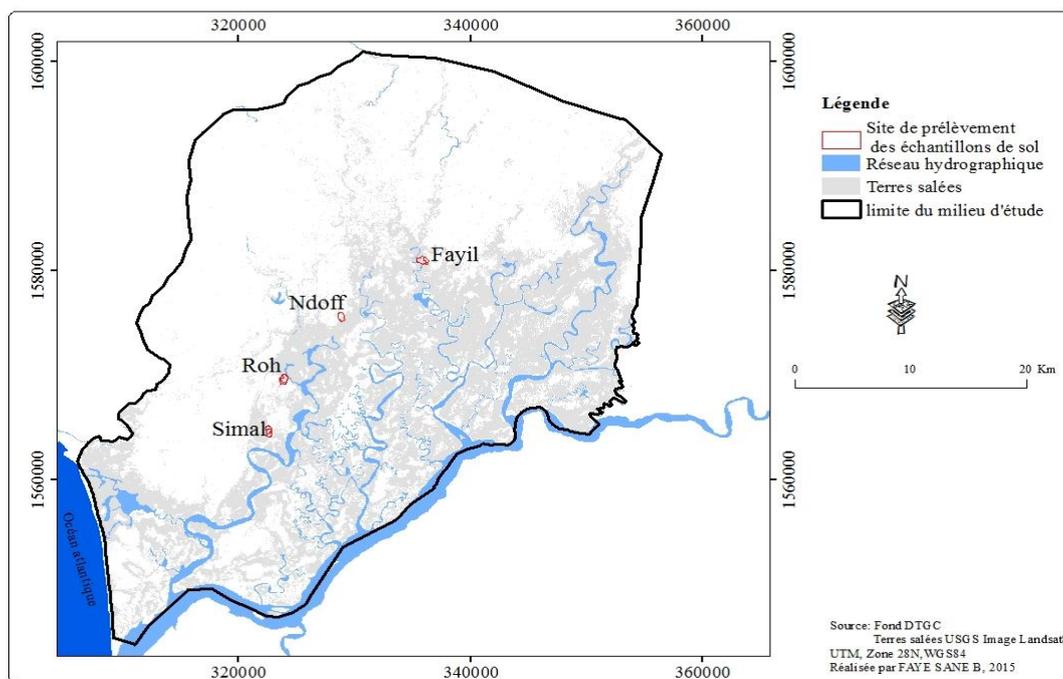


Fig. 2–Localisation des sites de prélèvement des échantillons de sol

Les sites de prélèvement de sol ainsi identifiés sont divisés en 794 unités d'échantillonnage. La détermination de ces unités dans les sites est faite de manière systématique. L'échantillonnage systématique consiste à répartir les unités d'échantillonnage suivant un maillage (fig. 3) régulier prédéterminé. Les maillages de 50 m x 50 m (fig. 3) sont utilisés dans cet échantillonnage. Ce qui permet d'établir des cartes thématiques à une échelle de $\frac{1}{5000}$.

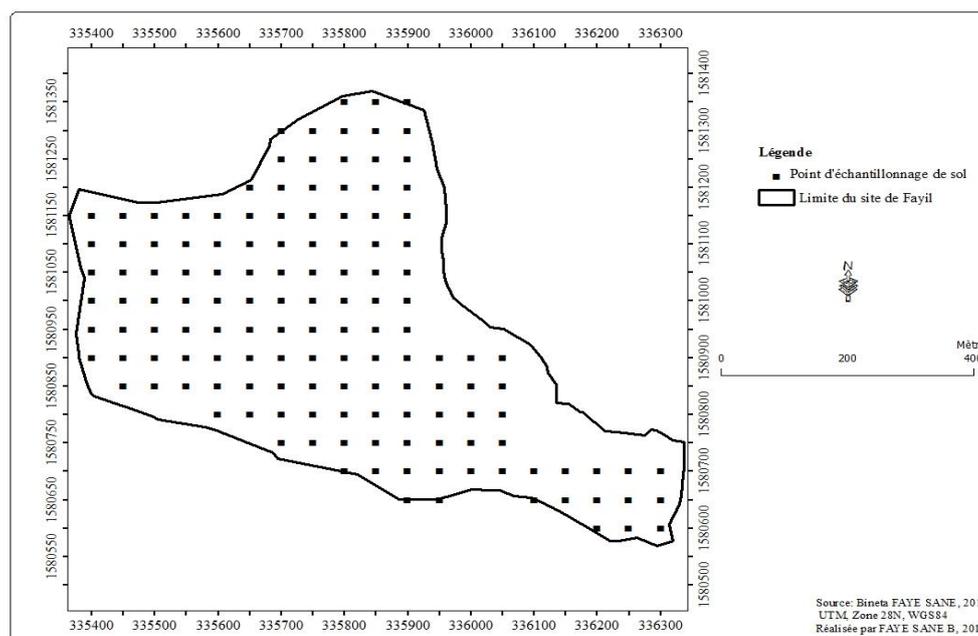


Fig. 3 –Maillage de 50 x 50 m du site de Fayil

Un échantillon d'environ de 600 g de sol est prélevé à chacune des intersections du maillage dans les horizons 0-20 et 20-40 cm à l'aide d'une tarière de type australien. Les échantillons prélevés sont mis dans des sachets plastiques étiquetés (fig. 4).



Fig. 4 – Matériels de prélèvement des échantillons de sol

Cette méthode qui se résume à une répartition uniforme des points d'échantillonnage permet de connaître précisément la répartition spatiale de la salinité et d'établir de bonnes cartes thématiques. Nous avons au total 794 unités d'échantillonnage réparties sur 186,3 ha (tableau 2). Les échantillons sont prélevés durant la saison non pluvieuse (mois de Mai, 2015). Cette période est choisie, car elle coïncide avec l'accumulation maximum de sels à la surface du sol (Bouhata *et al.* 2014).

Tableau. 1 – Répartition des unités d'échantillonnage

Commune	Site	Superficie (ha)	Nombre d'échantillons	Maillage (m)
Diouroup	Fayil	52,5	140	50 x 50
LoulSéssène	Ndoff	37,6	161	
Djilasse	Roh	51,7	127	
Fimela	Simal	44,5	130	
Total		186,3	558	

Méthode

Les échantillons sont séchés à l'air libre, broyés manuellement et tamisés avec un tamis de maille 02 millimètres pour en tirer les éléments fins. L'analyse effectuée avec ces éléments fins est la conductivité électrique. Elle est faite avec un conductimètre muni d'une électrode. Elle est déterminée à partir d'une suspension de 20 g de sol et 200 ml d'eau distillée selon le rapport de l'extrait 1/10.

Les cartes thématiques de la salinité (CE) sont faites à partir de la procédure géostatistique de krigeage. Le but du krigeage est d'estimer la valeur d'une variable aléatoire, à un ou plus de points non échantillonnés à partir d'échantillons plus ou moins clairsemés (Webster et Oliver, 2001). Elle permet d'exploiter la corrélation spatiale entre des observations voisines dans l'espace pour prédire aux endroits non échantillonnés (Bouhata et al. 2015). Le krigeage couvre une gamme de méthodes de prédiction spatiale par moindres carrés (Webster et Oliver, 2001). Cependant, le krigeage ordinaire (KO) est utilisé dans cette étude. Le choix de cette méthode repose sur la fiabilité des résultats. Il est la méthode la plus robuste et la plus utilisée (Webster et Oliver, 2001). Cette méthode a été utilisée dans beaucoup d'étude de cartographie de la variation spatiale de la salinité des sols (Christos et al. 2009 ; Schloeder et al. 2001 ; Bouhata et al. 2015).

L'application du krigeage ordinaire est réalisée à l'aide d'un logiciel de Système d'information géographique; Spatial Analyst Tools. Pour la réalisation des cartes thématiques de la salinité, nous avons reparti les valeurs de la conductivité électrique en 5 classes (tableau 2) conformément au classement adopté par l'Institut National de Pédologie du Sénégal.

Tableau 2 : Interprétation de la CE (Bocoum, 2004)

CE 1/10 (en $\mu\text{S}/\text{cm}$)	Degré de salinité du sol
>250[Non salé
[250 – 500 [Légèrement salé
[500 – 1000[Salé
[1000 – 2000[Très salé
>2000	Extrêmement salé

III. RESULTATS

Dans le site de Fayil, suivant la toposéquence à partir du bas plateau du Continental Terminal (CT) vers le bolong, les valeurs de la CE sont très élevées. La moyenne est de 3 364 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dans les horizons superficiels (0-20 cm). Les valeurs de la CE varient de 8 à 10 080 $\mu\text{S}/\text{cm}$. L'essentiel des sols du site de Fayil est extrêmement salé (fig. A). Plus de 60 % des échantillons de sols ont des CE supérieures à 2 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ces sols logent les bolongs où la salinité est supérieure à 3 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les sols très salés représentent 9,3 % du total des échantillons. Les sols salés et légèrement salés font respectivement 4,3 et 2,9 %. Les sols non salés comptent près de 23 % des échantillons (fig. 5).

La moyenne de la salinité du niveau inférieur (20-40 cm) est légèrement moins importante que celle du niveau supérieur (0-20 cm). Elle est estimée à 3 199 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les pourcentages des sols extrêmement salés et très salés diminuent en profondeur (Fig. 5). Ils représentent ensemble 67,9 %. Néanmoins, les sols extrêmement salins occupent plus de la moitié des échantillons du niveau inférieur (fig. 7 B). Par contre, la proportion des sols salés et légèrement salés est plus élevée que celle du niveau supérieur avec respectivement 6,4 et 3,6 %. Les sols non salés ont enregistré une proportion de 22,1 % des échantillons.

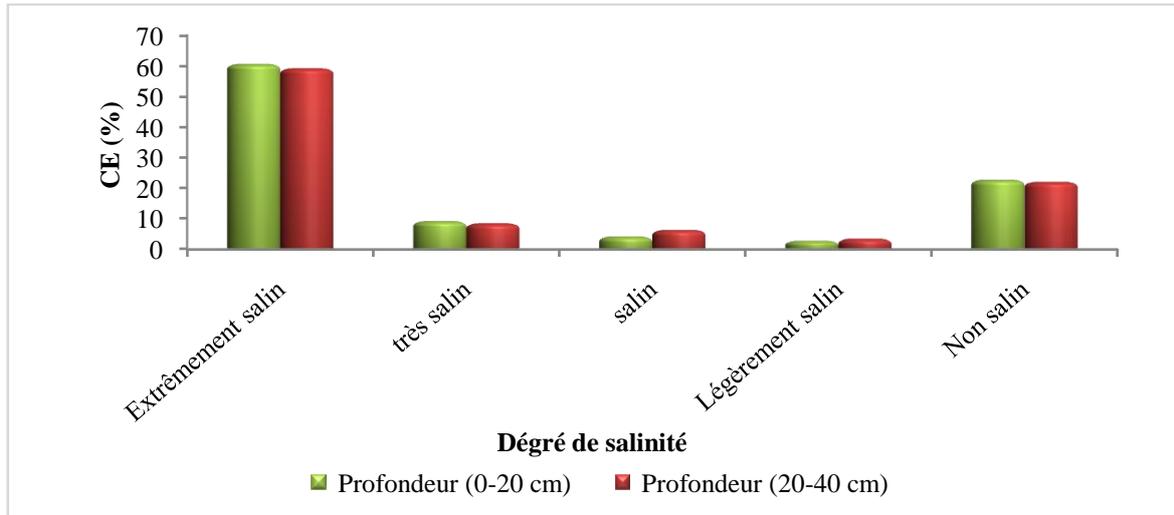


Fig. 5 – Pourcentages des classes de la conductivité électrique dans le site de Fayil

L'évolution de la salinité des sols de la séquence de Fayil à partir du plateau vers le bolong est caractérisée par un gradient vertical ascendant des horizons profonds vers la surface du sol (fig. 6). En effet, sur plus de la moitié des échantillons, la salinisation augmente graduellement de la couche inférieure (20-40 cm) jusqu'à la couche supérieure (0-20 cm). Plus de 71 % des échantillons sont plus salés en surface contre 26,9 % d'échantillons plus salés en profondeur. La conductivité électrique la plus élevée est enregistrée au niveau de la couche 0-20 cm avec 10 080 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

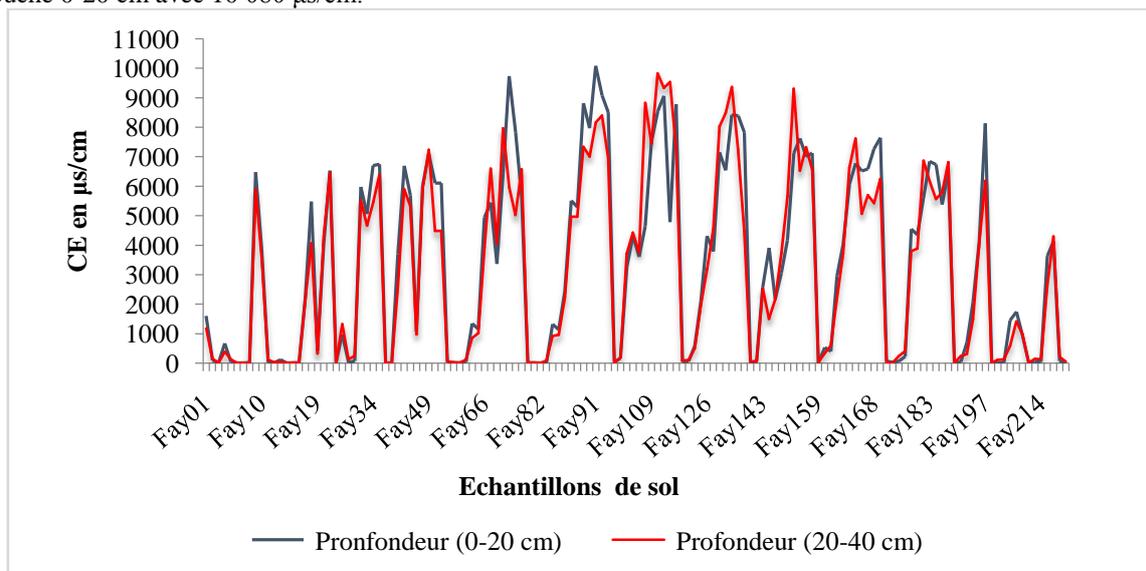


Fig. 6 – Evolution verticale de la salinité des sols du site de Fayil

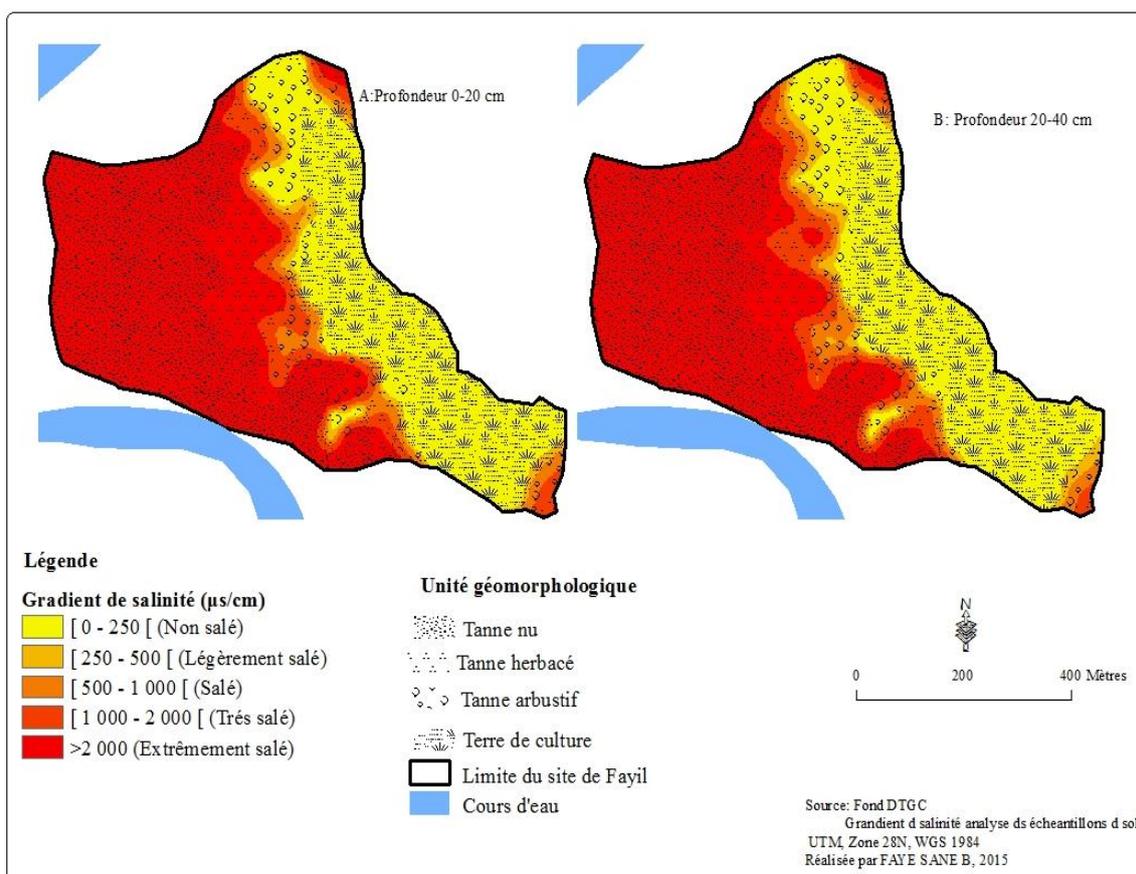


Fig.7– Variation horizontale et verticale du gradient de salinité des sols dans le site de Fayil

Dans le site de Roh, la moyenne de la salinité globale de la partie supérieure (0-20 cm) est de 2 577 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Elle varie de 19 à 11 180 $\mu\text{s}/\text{cm}$; une bonne partie du site de Roh est caractérisée par des sols extrêmement salés (fig.10 A) avec 46,5 % des échantillons. Les sols très salés viennent en deuxième position et comptent plus de 15 %. Les sols salés et légèrement salés représentent ensemble 21,3 %. Les sols non salés se chiffrent à près de 17 %.

La moyenne de la salinité globale de la partie profonde (20-40 cm) est faiblement inférieure à celle de la partie superficielle. Elle est de 2 450 $\mu\text{s}/\text{cm}$. La salinité est comprise entre 10 et 16 630 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Les pourcentages des sols extrêmement salés et très salés diminuent en profondeur avec respectivement 44,1 et 14,2 %. En revanche, les sols salés et légèrement salés dépassent modérément ceux du niveau supérieur avec des pourcentages similaires de 14,2 %. Les sols non salés représentant 13,4 %, affichent une diminution par rapport aux sols salins du niveau supérieur (fig. 8). La partie inférieure, comme celle supérieure, est dominée par les sols extrêmement salés (fig.10 B).

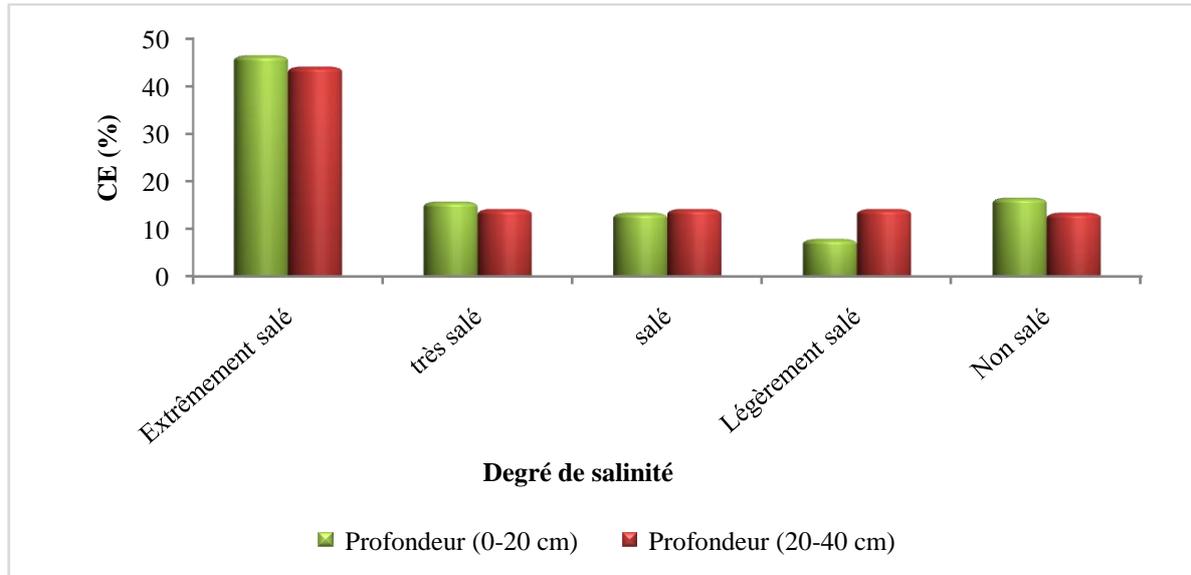


Fig.8 – Pourcentages des classes de la conductivité électrique dans le site de Roh

Tout comme Fayil, la salinité de la séquence de Roh, à partir du plateau vers le bolong est ascendante. Elle accroît de la couche inférieure à la couche supérieure (fig. 9). En effet, la salinité augmente en surface sur plus de 60 % des échantillons. Elle augmente en profondeur seulement sur moins de 38 % des échantillons. Néanmoins, la conductivité électrique la plus élevée est enregistrée au niveau de la couche profonde avec 16 630 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

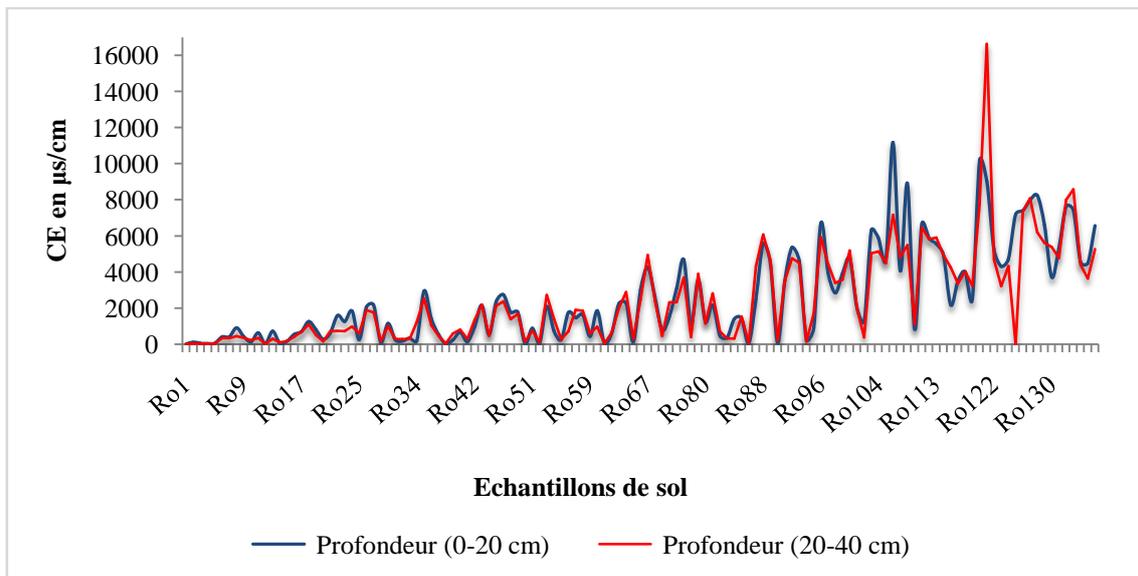


Fig.9 – Evolution horizontale et verticale de la salinité des sols dans le site de Roh

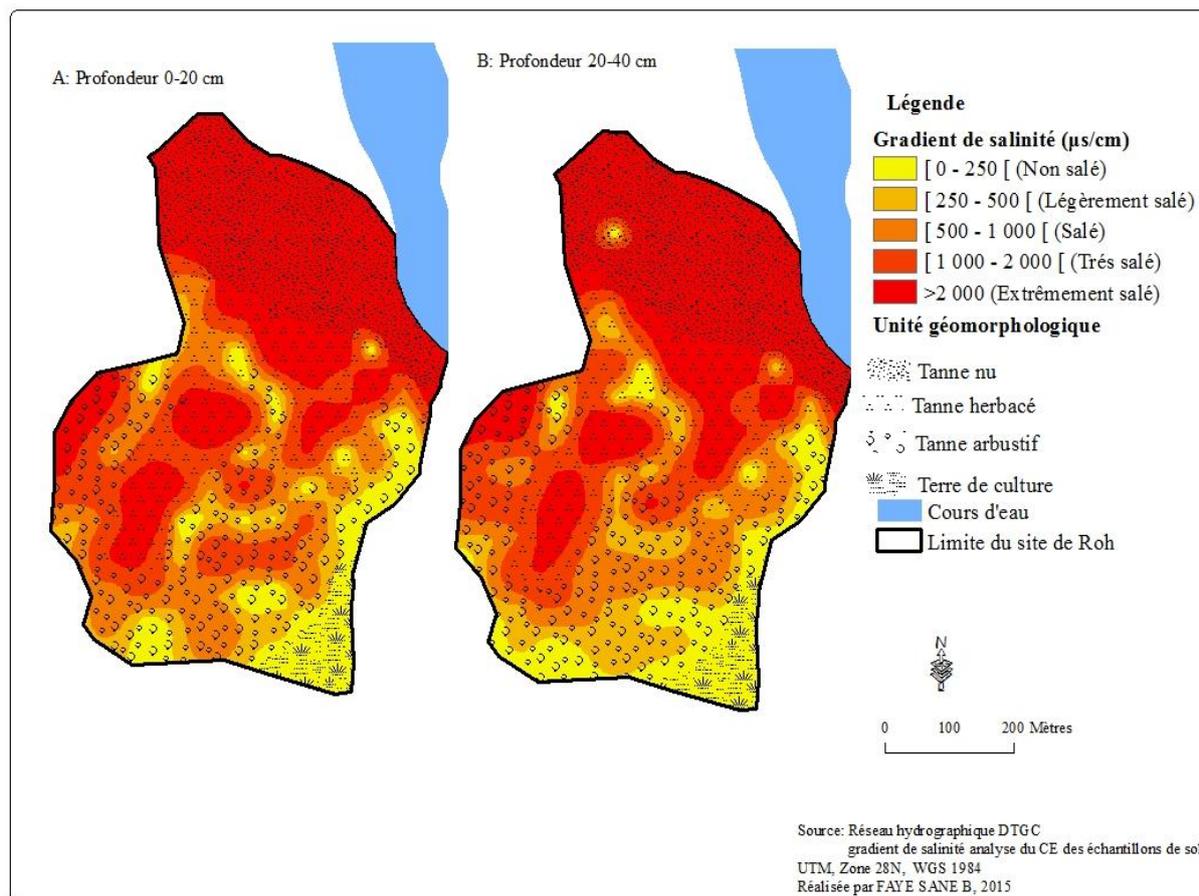


Fig. 10 – Variation horizontale et verticale du gradient de salinité des sols dans le site de Roh

A Ndoff, la moyenne de la salinité globale des horizons de surface est estimée à 4 208 µs/cm. Elle varie de 82 à 13 210 µs/cm. L'essentiel des sols du site de Ndoff est extrêmement salé (fig. 13 A) avec des conductivités électriques qui dépassent de loin 2000 µs/cm. Ils représentent 64,2 % du total des échantillons. Les sols très salés enregistrent 7,5 %. Les sols salés et légèrement salés comptent ensemble 13 %. Les sols non salés ne font que 15,7 %.

En profondeur (20-40 cm), la moyenne de la salinité dépasse de peu celle de surface (0-20 cm). Elle est de 4 274 µs/cm. Les valeurs de la conductivité électrique sont comprises entre 80 et 18 140 µs/cm. Les sols extrêmement salés ont connu une augmentation par rapport aux sols salés de surface. Ils représentent 66 % des échantillons. Tandis que, les sols très salés affichent une diminution en profondeur. Ils sont passés de 7,5 à 3,8 %. Les sols salés et légèrement salés représentent ensemble près de 14 %. La proportion des sols non salés est de 16,4 % (fig. 11). Il faut noter que l'essentiel des sols du niveau inférieur est caractérisé par une salinité extrême (fig. 13 B).

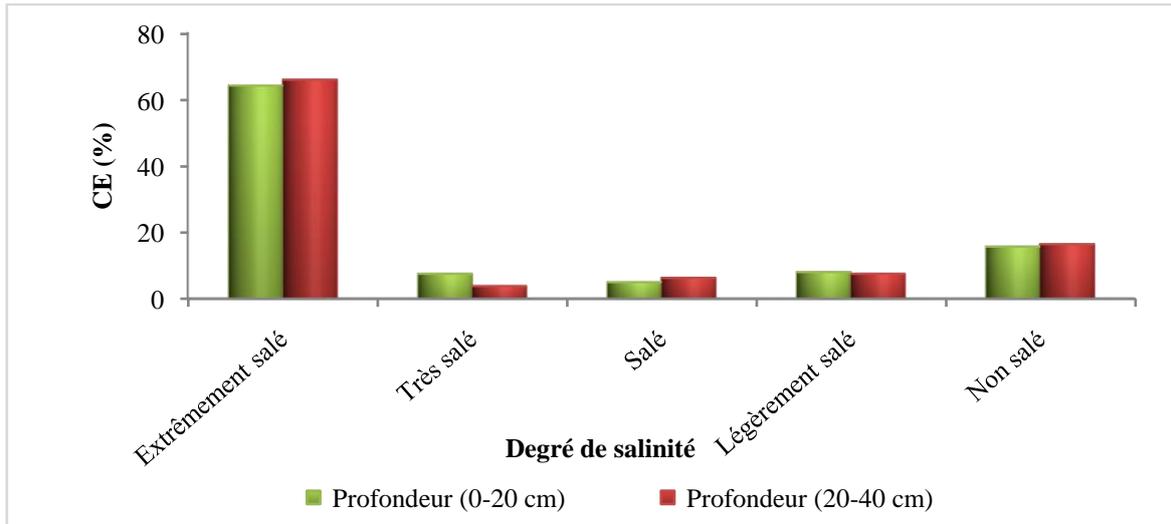


Fig.11–Pourcentages des classes de la conductivité électrique dans le site de Ndoff

Comme aux deux sites précédents (Fayil et Roh), la salinisation du site de Ndoff est marquée par un gradient vertical ascendant. La salinisation augmente de la profondeur vers la surface (fig. 12). En effet, la salinisation s'accroît de la partie inférieure (20-40 cm) vers la partie supérieure (0-20 cm) sur plus de la moitié des échantillons, soit plus de 52 %. L'accumulation du sel augmente en profondeur seulement sur 48 % des échantillons. La conductivité électrique la plus importante est notée au niveau de la partie inférieure. Elle est de 18 140 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

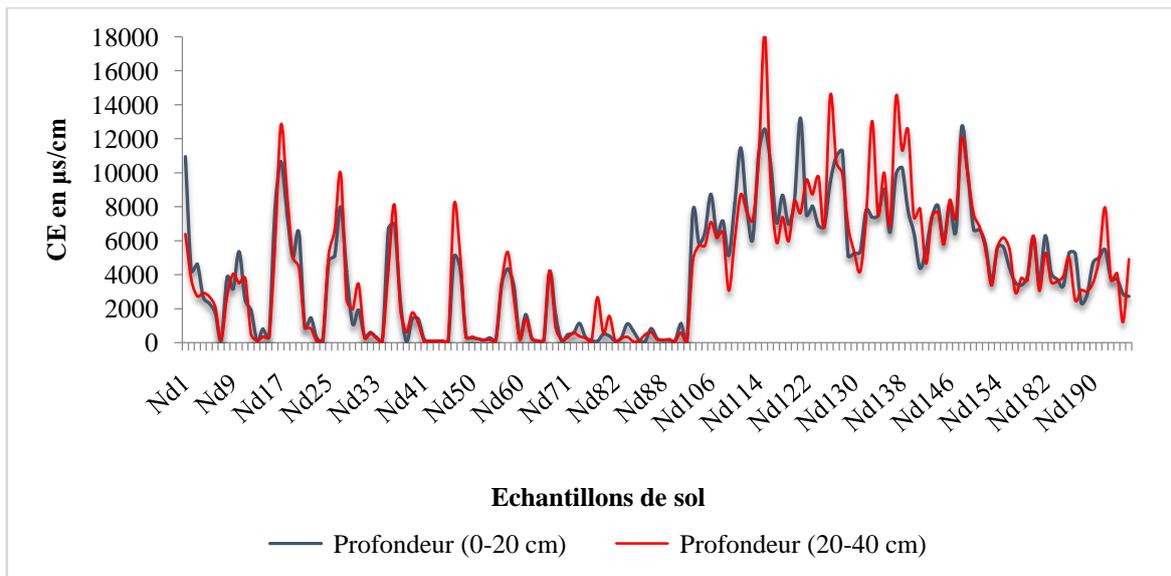


Fig.12–Evolution horizontale et verticale de la salinité des sols du site de Ndoff

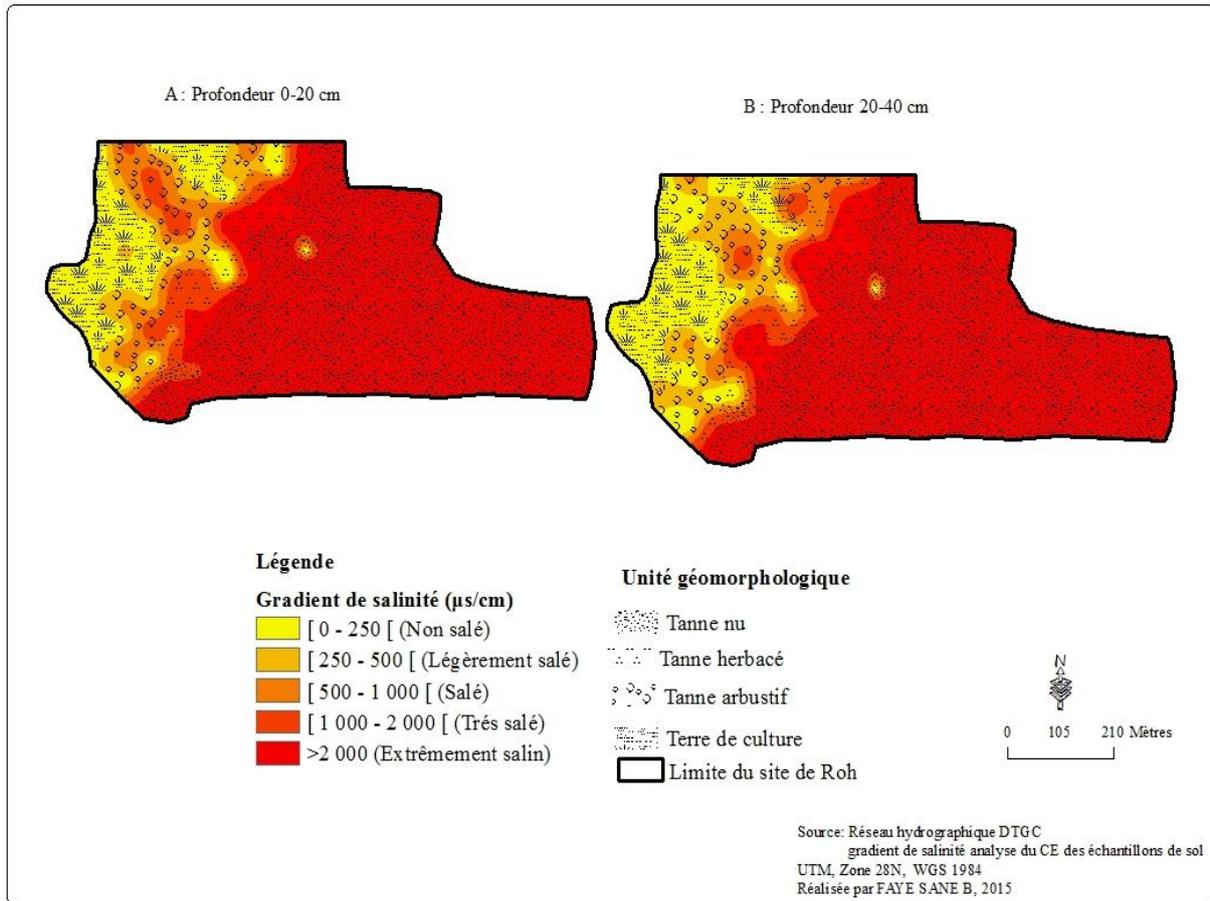


Fig. 13–Variation spatiale du gradient de salinité des sols dans le site de Ndoff

Dans le site de Simal, la moyenne de la salinité globale en surface (0-20 cm) est de 3 647 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Elle varie de 6 à 22 900 $\mu\text{s}/\text{cm}$. La majeure partie de la surface du sol du site est extrêmement salée (fig. 14 A) avec près de 65 % des échantillons. Les sols très salés représentent 10 %. Les sols salés et légèrement salés comptent ensemble 9,2 %. Les sols non salés enregistrent 16,2 %.

La moyenne de la salinité du niveau inférieur (20-40 cm) est légèrement plus importante que celle du niveau supérieur (0-20 cm). Elle est de 3 666 $\mu\text{s}/\text{cm}$. La salinité est comprise entre 7 et 17 050 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Comme la partie supérieure, plus de la moitié des sols de la partie inférieure sont caractérisés par une extrême salinité (fig. 14 B).

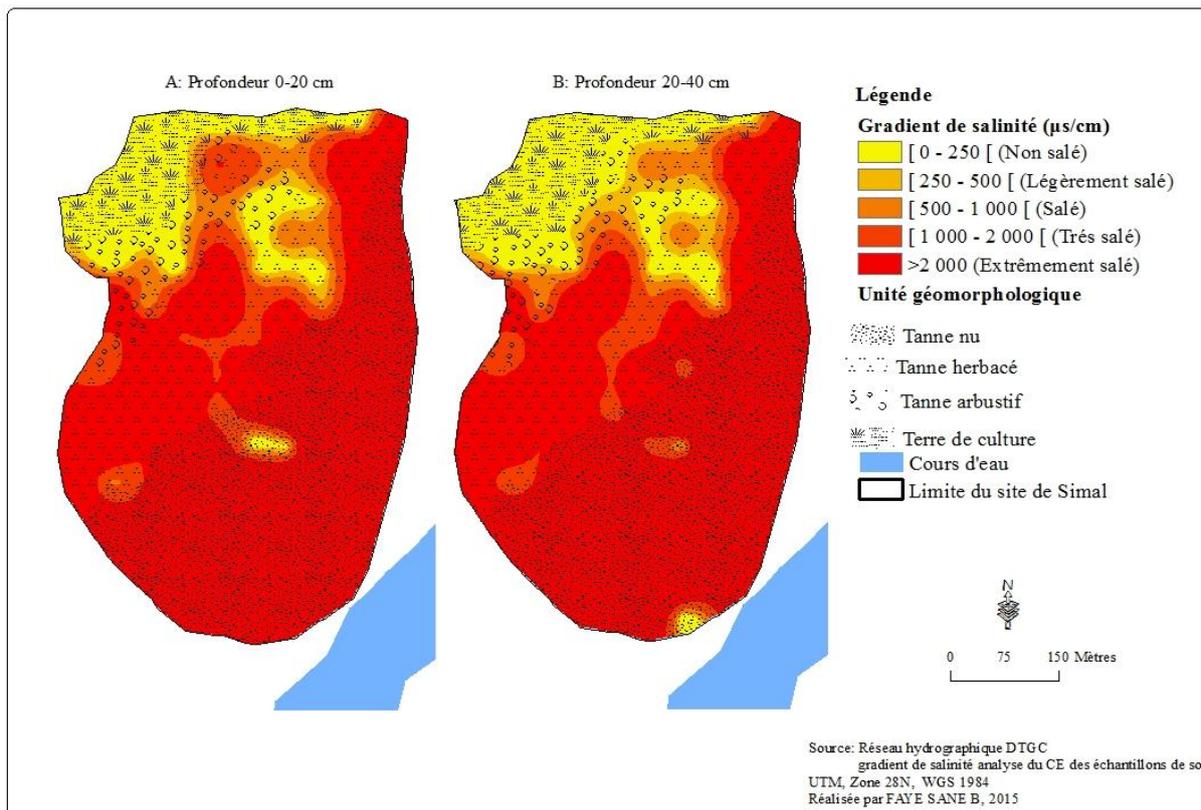


Fig. 14– Variation spatiale du gradient de salinité des sols dans le site de Simal

Les sols extrêmement salés comptent plus de 65 % des échantillons. Ils dépassent de peu les sols extrêmement salés de la surface. Les sols très salés diminuent en profondeur et comptent 7,7 %. En revanche, les sols salés et légèrement salés augmentent en profondeur avec respectivement 5,4 et 6,9 %. Les sols non salés qui représentent 14,6 % fléchissent en profondeur (fig. 15). Près de 2 % des échantillons prélevés sur les terres de culture sont salés en profondeur (20-40 cm).

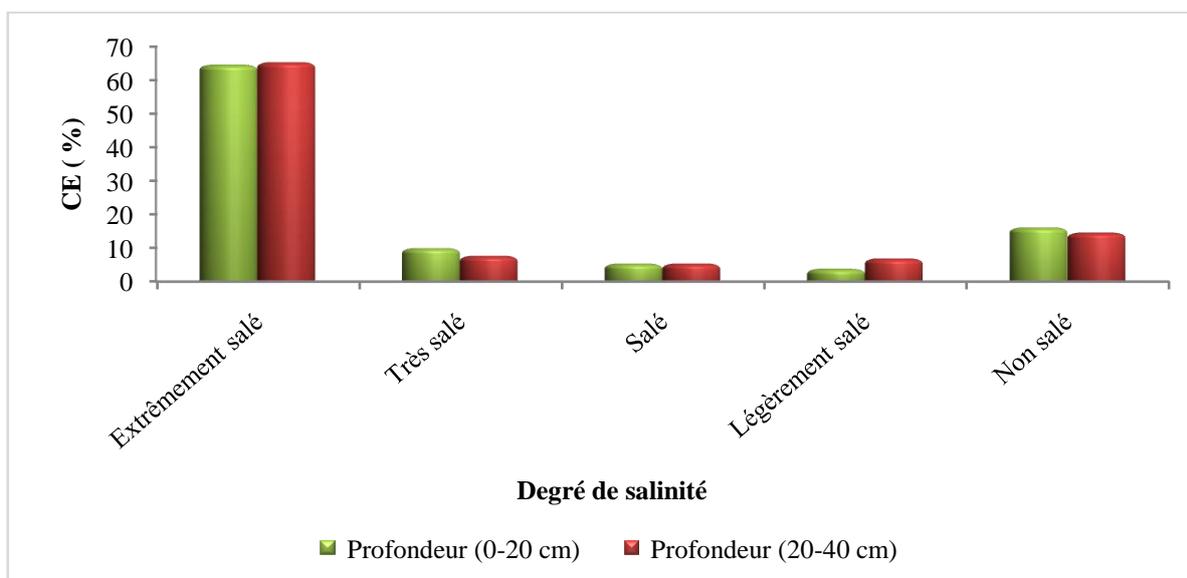


Fig.15 –Pourcentages des classes de la conductivité électrique dans le site de Simal

La figure 16 montre que la salinité de la toposéquence de Simal, à partir du plateau vers le bolong de Simal évolue de la même façon que la salinité des toposéquences de Fayil, de Roh et de Ndooff. Elle croît de la profondeur vers la surface. La partie superficielle est plus salée que la partie inférieure. Le site se distingue par un profil salé vertical ascendant. En effet, plus de 58 % des échantillons sont plus salés en surface contre moins de 42 % en profondeur.

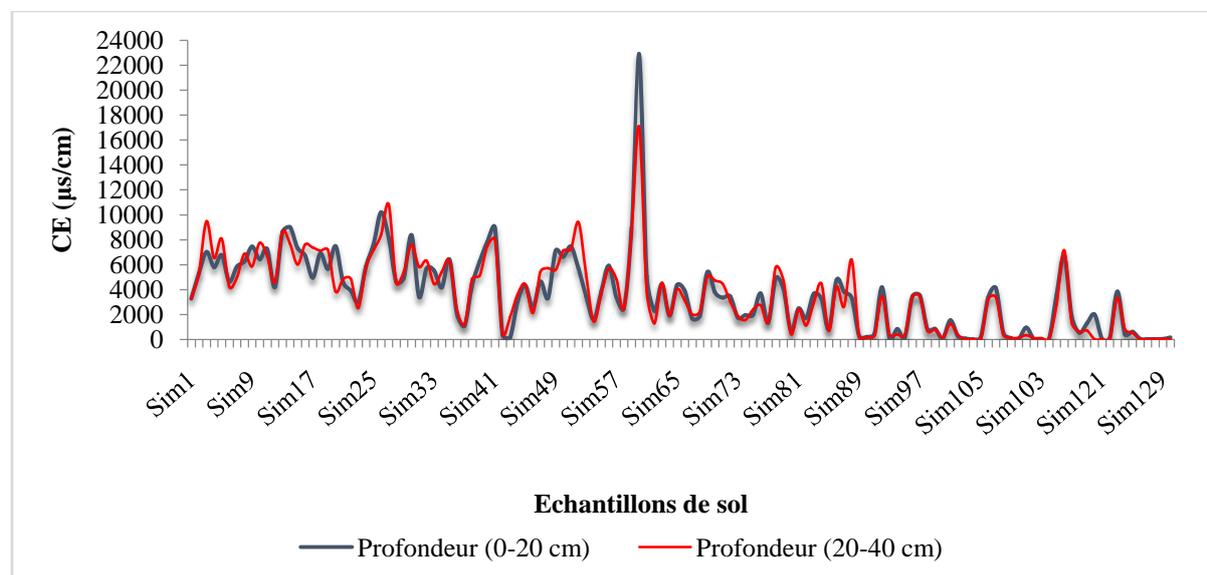


Fig.16 –Evolution horizontale et verticale de la salinité des sols dans le site de Simal

IV. DISCUSSION

En fonction des valeurs de la conductivité électrique, nous avons les sols hypersalés, les sols très salés, les sols salés, les sols légèrement salés et les sols non salés.

Les sols hypersalés se caractérisent par une conductivité électrique supérieure à 2 000 µs/cm. Cette forte salinité est due à l'inondation des sols par les eaux salées des bolongs. Ces sols se particularisent par une absence totale de végétation à cause de la concentration excessive en sels. Ce sont les tannes nus.

Les sols très salés se distinguent par une conductivité électrique comprise entre 1 000 et 2 000 µs/cm. Ces sols sont couverts d'une végétation herbacée ou localement arbustive. Ce sont des tannes herbacés.

Les sols salés ont une conductivité électrique comprise entre 500 et 1 000 µs/cm. Nous y rencontrons souvent des arbustes comme *Combretum glutinosum*, *Balanites aegyptiaca*, *Acacia seyal*, *Acacia nilotica* etc. Ce sont des tannes arbustifs.

Les sols légèrement salés se rencontrent vers le bas plateau du Continental Terminal. Ils se déterminent par des conductivités électriques comprises entre 250 et 500 µs/cm. Ces sols se caractérisent souvent par la présence d'espèces arborées comme *Paranarimacrophylla*, *Parkiabiglobosa*, etc. Ce sont des tannes arborés.

V. CONCLUSION

En Somme, la salinité des sols du Nord de l'estuaire du Saloum se caractérise par une grande variation spatiale sur le plan horizontal et vertical suivant un gradient de salinité décroissant des tannes nus à proximité des cours d'eau vers les terres de culture. Il est intéressant de noter que la salinité des sols est ascendante. Elle croît de la profondeur (20-40 cm) vers la surface (0-20 cm). Cette variabilité horizontale et verticale de la salinité obéit surtout aux facteurs, tels que la topographie, l'hydrographie et la texture du sol. Nous notons aussi une extension des sols extrêmement salés (tannes nus) au détriment des sols très salés, salés, modérément et légèrement salés.

REFERENCES

- [1]. Bocoum M. (2004). Méthodes d'analyses des sols. Institut National de Pédologie, Dakar, 55 p.
- [2]. Bouhata R., Kalla M., Driddi H., (2015). Cartographie de la variabilité spatiale de la salinité du sol dans de la zone endoréique de Gadaïne (Nord-Est algérien), Rev. Roum. Géogr./Rom. Journ. Geogr., 59, (1), pp. 63-69.
- [3]. Dione, O., (1996). Evolution climatique récent et dynamique fluviale dans les hauts Bassins des fleuves Sénégal et Gambie, Thèse et document microfichés, ORSTOM, Paris, 438 p.
- [4]. Faye B., (2018). Dynamique de la salinisation des terres de 1971 à 2010 et variabilité climatique dans le nord de l'estuaire du Saloum (Sénégal), Université cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), 347 p.

- [5]. Faye M., Fall A., Tine D., Faye C. S., Faye B. & Ndiaye A., (2019). Evolution pluvio-thermique de 1950 à 2013 au Sénégal oriental : cas de la Région de Tambacounda. *Int. J. Adv. Res.* 7(12), 270-287., DOI : <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/10152>.
- [6]. Karydas G. C., Gitas Z. L., Koutsogiannaki E., Nikolaos Lydakis-Simantiris L. N., N. Silleos N. G. (2009). Evaluation of spatial interpolation techniques for mapping agricultural topsoil properties in crete, *EARSeLe Proceedings* 8, pp 26-39.
- [7]. Mathieu, C. et Pieltain, F., (2009). *Analyse chimique des sols : méthodes choisies*, Editions TEC et DOC, Paris, 388 p.
- [8]. Ndiaye A. et Sané T., (2010). Variabilité climatique, adaptation et paupérisation dans le pays sérère », Actes du 23^e colloque de l'AIC, Rennes (France) pp. 439-445.
- [9]. Ndong, J-B. ; (1996). L'évolution du climat au Sénégal et les conséquences de la sécheresse récente sur l'environnement, Thèse de Doctorat, Université de Lyon 3 Jean Moulin, France, 514 p.
- [10]. Schloeder, C-A., Zimmerman, N-E., Jacobs, M-J., (2001). Comparison of Methods for Interpolating Soil Properties Using Limited Data. *Soil Science Society of America Journal*, vol. 65, No. 2, pp. 470-479.
- [11]. Tapsoba, D., (1997). Caractérisation événementielle des régimes pluviométriques ouest africains et leur récent changement, Thèse de doctorat de 3^e cycle, Université Paris-XI (ORSAY), 141 p.
- [12]. Webster, R. et Oliver, M. L., (2001). *Geostatistics for environmental scientists*. New York: John Wiley & Sons, 271 p.

Bineta FAYE, et. al. "Spatialisation Verticale Et Horizontale De La Salinité Des Terres Dans Le Nord De L'estuaire Du Saloum (Sénégal)." *The International Journal of Engineering and Science (IJES)*, 9(6), (2020): pp. 01-13.