

EVALUATION DE L'ETAT DE SALINITE ET DE SODICITE DES SOLS DU NORD DE L'ALGERIE

L. TOUAF ⁽¹⁾, Y. DAOUD ⁽²⁾ et K. DJILI ⁽²⁾

1 - Institut National des Sols de l'Irrigation et du Drainage – El Harrach, Alger.

2 - Institut National Agronomique – El Harrach, Alger.

Résumé : L'objectif principal de ce travail consiste à réaliser une synthèse sur les données actuellement disponibles sur la salinité et la sodicité des sols de l'Algérie septentrionale. Les calculs sont effectués à partir de données de 2172 échantillons de sols, soit 618 profils. Les valeurs obtenues ont révélé que la conductivité électrique (C.E.) moyenne dans les sols du Nord de l'Algérie est de 4.40 dS/m, et que le taux de sodium échangeable (E.S.P.) moyen est de 8.56% avec une variabilité élevée pour les deux paramètres. Généralement, les échantillons s'avèrent salés et peu sodiques. Le profil salin moyen et le profil sodique moyen sont de type descendant. La répartition de la C.E. et de l'E.S.P. en fonction du climat (aride, semi-aride, sub-humide/humide) montre que le profil salin moyen et le profil sodique moyen sont descendant pour tous les étages climatiques. L'état de salinité moyen des sols varie en fonction du climat, les hauteurs de pluies constituent un facteur déterminant dans la répartition spatiale et verticale de la salinité et de la sodicité dans les sols du Nord de l'Algérie.

Mots clés : Salinité, sodicité, banque de données, étage climatique, l'Algérie septentrionale.

Abstract : The main objective of this work consists to achieve a synthesis currently on the information available on the salinity and the sodicity of the soils of the northern Algeria. The gotten values revealed that the electric conductivity (E.C.) average in the soils of the North of Algeria is of 4.40 dS/m and that the exchangeable sodium rate (P.S.E.) means is of 8.56% with a variability raised for the two parameters. Generally, the samples prove to be salty and little sodium. On the basis of these information, the middle saline profile and the middle sodic profile are of type descendant. The distribution of the E.C. and the P.S.E. according to the climate (aridic, semi-aridic, sub-humid/humid) watch that the middle saline profile and the middle sodium profile are downward for the all climatic floors. The state of middle salinity of soils varies in function climate, the heights of rains constitute a factor determining in the spatial and vertical distribution of the salinity and the sodicity in the soils of the northern Algeria.

Key Words : Salinity, sodicity, databank, climatic stage, North of Algeria.

INTRODUCTION

Les sols salés résultent du processus pédologique selon lequel le sol s'enrichit anormalement en sels solubles, acquérant ainsi le caractère salin (Aubert, 1976). La salinité est un état qui résulte de l'accumulation des sels solubles dans le sol. La sodicité est le caractère qui résulte d'une augmentation du taux de sodium échangeable. La salinisation est un terme généralement utilisé dans le sens de l'enrichissement du sol en sels solubles (exprimés par la conductivité électrique de la solution du sol) et éventuellement de l'augmentation du taux de sodium échangeable (E.S.P.), elle aboutit à la formation de sols salés.

Les forts taux de sodium échangeable qui accompagnent généralement l'accumulation des sels solubles dans le sol affectent considérablement de nombreuses propriétés des sols, notamment la structure et la conductivité hydraulique (Zahow et Amrhein, 1992).

Les sols salés se rencontrent dans toutes les parties du monde. Ils ont un caractère azonal (Durand, 1983). Ils se trouvent non seulement dans les milieux arides et semi-arides mais aussi dans les milieux sub-humides et même humides (Djili, 2000).

Actuellement dans le monde, sur les 280 million d'hectares irrigués, 27% sont affectés par la salinisation secondaire, et 50% en sont menacés (Chevry et Robert, 1998).

Dans les régions arides et semi-arides de la Méditerranée, les ressources en eau et en sol sont limitées et l'utilisation des eaux et des terres salées est de plus en plus imposée par des impératifs économiques. Des actions de recherche sont nécessaires pour générer de nouvelles technologies de gestion intégrée de l'eau de différentes qualités dans le but d'accroître la productivité dans le cadre d'une agriculture durable (Djili et al., 2000).

En Algérie, les sols salés occupent de grandes étendues et ils sont particulièrement localisés

dans les zones sèches (Aubert, 1975 ; Halitim, 1988 ; Daoud et Halitim, 1994 ; Djili, 2000). Bien que de nombreuses données relatives à ces sols soient disponibles, leur exploitation spécifique a fait l'objet d'une valorisation partielle (Djili, 2000).

Le présent travail a pour but de réaliser une synthèse globale des données relatives à la salinité et à la sodicité des sols de l'Algérie septentrionale.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les sols qui feront l'objet de notre travail sont localisés dans la région septentrionale de l'Algérie. Ce choix est imposé par le peu de données disponibles dans la zone saharienne en raison de son étendue et du faible volume des études qui lui ont été consacrées.

Les calculs sont effectués à partir de données portant sur 618 profils, soit 2172 horizons ou échantillons.

La conductivité électrique (C.E.) est déterminée sur l'extrait de pâte saturée. Le pourcentage de sodium échangeable (E.S.P.) est calculé selon la formule (Na^+ échangeable \times 100/capacité d'échange cationique). Les seuils de $\text{CE} = 4 \text{ dS/m}$ et de $\text{L'ESP} = 15 \%$ sont retenus comme limites inférieures pour les caractères salins et sodiques fixées par l'USSL (1954).

Les calculs statistiques descriptifs ont porté sur le calcul des moyennes, de la médiane, de l'écart-type, de la variance, du coefficient de variation et enfin du maximum et du minimum. L'étape suivante des traitements porte sur le calcul des fréquences de distribution d'un descripteur, la comparaison des moyennes entre les horizons et enfin le calcul des moyennes combinées des horizons affectés par la salinité et/ou la sodicité.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

En tenant compte des seuils fixés par l'USSS (1954), de salinité et de sodicité à, respectivement, une $CE > 4 \text{ dS/m}$ et un $ESP > 15\%$, nous

avons calculé les pourcentages des horizons affectés par la salinité et ceux affectés par la sodicité (tableau I).

Tableau I. Proportion des horizons salés et/ ou sodiques.

Paramètres Horizons	$CE > 4 \text{ dS/m}$	$ESP > 15\%$
H ₁	13,33%	6.01%
H ₂	23,59%	10.73%
H _p	32,44%	20.97%

La proportion des horizons salés ($CE > 4 \text{ dS/m}$), et des horizons sodiques ($ESP > 15\%$) augmente selon la profondeur. Il ressort que 13.33% des profils sont salés dans leurs horizons de surface. Le taux passe à 23.59% en sub-surface et à 32.44% en profondeur. La sodicité affecte 6.01% des horizons de surface, 10.73% des horizons de sub-surface et 20.97% des horizons de profondeur. Il ressort donc que la salinisation affecte davantage les sols que la sodisation .

Les résultats obtenus indiquent que les profils de distribution de la salinité et de la sodicité sont croissants selon la profondeur. Ils sont de type descendant. Les valeurs de la CE passent de 3.24 dS/m dans les horizons de surface à 4.24 dS/m dans les horizons de sub-surface et à 5.28 dS/m dans les horizons de profondeur (figure 1).

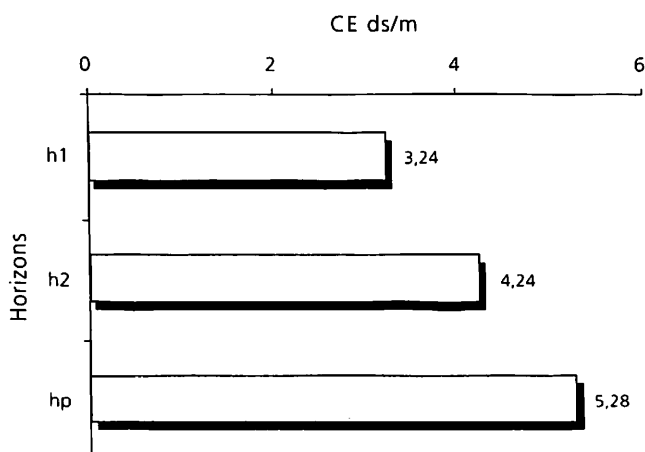


Figure 1. Profil salin moyen

Les calculs indiquent aussi que l'ESP moyen sub-surface et à 10.24% en profondeur passe de 7.12% en surface, à 7.85% en (figure 2).

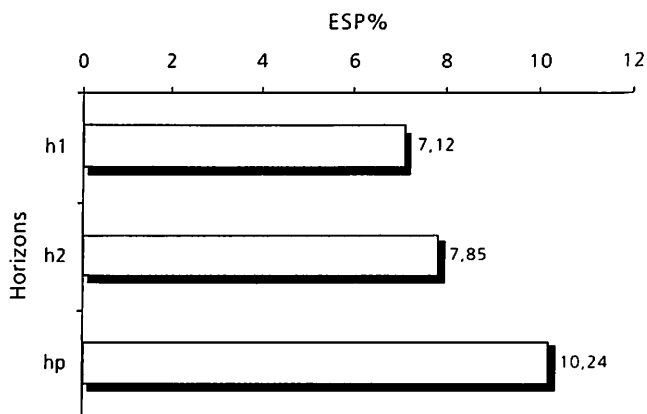


Figure 2. Profil sodique moyen

Ces profils salins et sodiques ascendants correspondent à une phase de progression des phénomènes (Servant, 1975).

seraient affectés par la salinité, par la sodicité, par la salinité et par la sodicité, et non affectés par la salinité et par la sodicité .

Dans le tableau II, nous avons essayé de rechercher le pourcentage des horizons qui

Tableau II. Fréquence des horizons selon leur caractère salin et sodique.

Paramètres Horizons	CE > 4dS/m ESP < 15%	CE < 4dS/m ESP > 15%	CE > 4dS/m ESP > 15%	CE < 4dS/m ESP < 15%
H1	9.23	2.70	2.89	85.09
H2	14.87	2.69	7.86	74.42
Hp	13.19	4.67	16.02	66.02
Fréquence moyenne	12.43%	3.35%	8.92%	75.12%

Ces résultats confirment que le phénomène de salinisation est nettement plus important que celui de la sodisation, ils suggèrent que les profils salins et sodiques soient descendants et que la salinisation affecte davantage les sols que la sodisation. Cette similitude de comportement laisse supposer que la sodicité serait en relation avec la salinité comme le suggère

Aubert (1975) pour les sols d'Afrique du Nord. Le tableau III présente l'évolution de la salinité et de la sodicité selon trois tranches pluviométriques qui correspondent à l'aride ($P < 300\text{mm}$, au semi-aride ($350 < P < 450\text{mm}$) et au sub-humide/humide ($P > 600\text{mm}$) . Ces résultats sont présentés sous forme de profils de distribution dans les figures 3 et 4.

Tableau III. Les valeurs moyennes de la CE et de l'ESP des différents horizons dans les trois tranches pluviométriques (n = nombre d'horizons)

Horizons Pluviométrie (mm)	H ₁			H ₂			H _p		
	n	CE	ESP	n	CE	ESP	N	CE	ESP
P<300	37	10.75	13.80	37	12.28	17.82	61	12.16	17.86
350<P<450	236	4.02	8.53	234	5.74	8.75	339	7.36	11.21
P>600	282	1.85	5.59	281	2.28	2.50	453	3.19	9.46

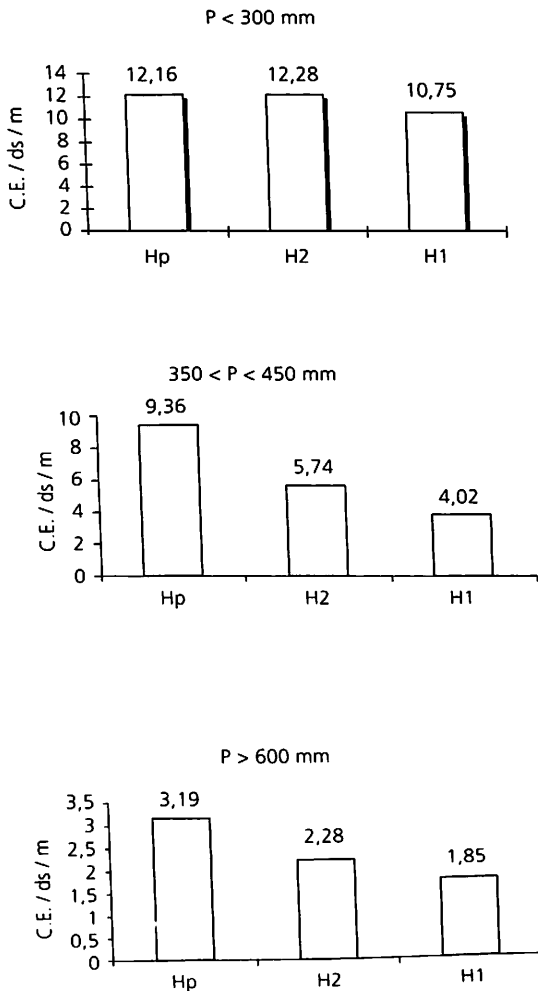


Figure 3. Les profils salins moyens dans les trois étages climatiques

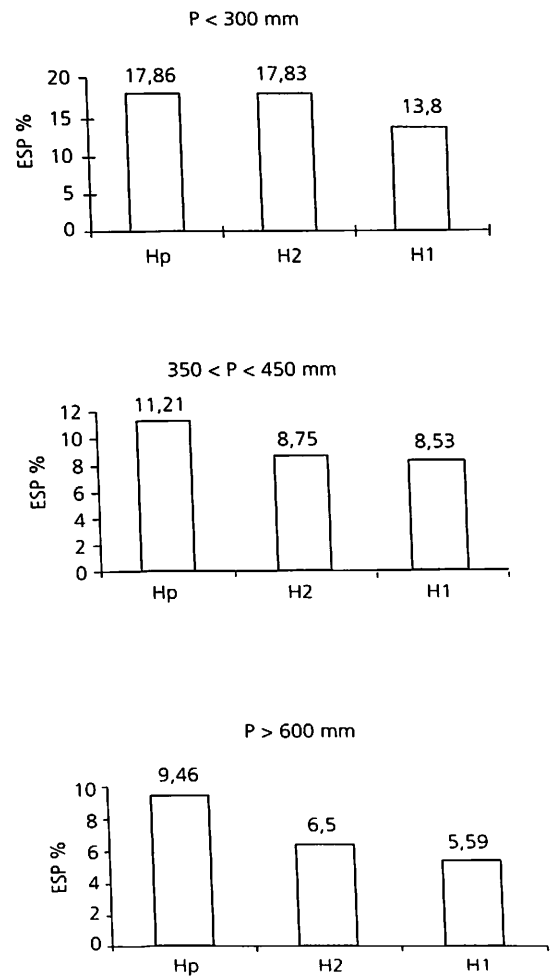


Figure 4. Les profils sodiques moyens dans les trois étages climatiques

Ces résultats suggèrent une intensification de la salinité et de la sodicité à mesure que la hauteur des pluies augmente. L'aridité du climat augmenterait le pourvoir évaporant de l'air qui intensifie la concentration de la solution du sol (Cheverry et Robert, 1998 ; Hamdy et., 1995).

Le tableau IV présente les résultats de la comparaison des moyennes entre les horizons dans les trois tranches pluviométriques; Il s'avère que dans l'aride, la différence des

moyennes de la salinité et de la sodicité est non significative entre les horizons du profil. Dans les tranches pluviométriques semi-aride et sub-humide la différence des moyennes est significative à la base du profil pour la salinité et la sodicité. Le déficit hydrique climatique observé en zone aride ne permet pas l'entraînement des sels en profondeur, leur redistribution reste relativement homogène dans le profil (Halitim, 1988 ; Daoud et Halitim, 1994).

Tableau IV. Comparaison des moyennes de la CE et de l'ESP entre les horizons pris deux à deux dans les trois tranches pluviométriques (P : Probabilité, S : Signification à 5 %, NS : pas de signification à 5%)

Etages bioclimatiques	Aride P < 300mm		Semi-aride 350 < P < 450 mm		Sub-humide/Humide P > 600mm	
	P	S	P	S	P	S
CE H1-H2	0.71	S				
CE H1-Hp	0.69	NS	0.06	NS	0.16	NS
CE H2-Hp	0.97	NS	0.0002	S	0.00001	S
ESP H1-H2	0.30	NS	0.09	NS	0.01	S
ESP H1-HP	0.22	NS	0.73	NS	0.07	NS
ESP H2-HP	0.99	NS	0.0015	S	0.0001	S
		NS	0.003	S	0.0001	S

Afin de mieux cerner l'influence des hauteurs des pluies sur la distribution de la salinité et de la sodicité dans le profil, le comportement salin et sodique de chaque catégorie d'horizons dans chacune des tranches pluviométrique a été étudiée. Il s'avère que ce comportement est spécifique à chaque horizon selon la zone pluviométrique dans laquelle il se situe. (Tableau V). En effet, le calcul statis-

tique montre bien que les différences de moyennes de la CE et de l'ESP entre les horizons de même catégorie dans les trois tranches pluviométriques (P < 300 mm, 350 < P < 450 mm et P > 600mm) sont dans tous les cas significatives (P < 0.05). Ce résultat souligne la forte dépendance de ces phénomènes avec la morphologie des sols (Szabolcs, 1994).

Tableau V. Comparaison des moyennes de la CE et de l'ESP des différents horizons selon les étages climatiques (P1 = aride , P2 = semi-aride , P3 = sub-humide + humide)

Couples	Probabilité C.E.	Probabilité E.S.P.
H ₁ P ₁ - H ₁ P ₂	0.0003	0.001
H ₁ P ₁ - H ₁ P ₃	<0.0001	<0.0001
H ₁ P ₂ - H ₁ P ₃	0.0001	<0.0001
H ₂ P ₁ - H ₂ P ₂	0.003	<0.0001
H ₂ P ₁ - H ₂ P ₃	<0.0001	0.0005
H ₂ P ₂ - H ₂ P ₃	<0.0001	<0.0001
H _p P ₁ - H _p P ₂	0.006	<0.0001
H _p P ₁ - H _p P ₃	<0.0001	0.003773
H _p P ₂ - H _p P ₃	<0.0001	

CONCLUSION

Ce travail consiste à valoriser des données relatives à la salinité et à la sodicité de 618 profils contenant 2172 horizons.

Les résultats obtenus ont montré que la salinité des sols est un phénomène plus intense que la sodicité. En considérant les seuils de salinité à 4dS/m et de sodicité à 15%, les calculs ont révélé que quelle que soit la combinaison entre ces deux paramètres, la proportion des horizons affectés par la salinité est toujours plus importante que celle de ceux affectés par la sodicité. Ainsi, les calculs révèlent qu'en moyenne 12.43 % des échantillons sont salés mais non sodiques, 3.35 % sont non salés mais sodiques, 8.92 % sont à la fois salés et sodiques. Il faut noter aussi que 75.12 % des échantillons sont non salés et non sodiques.

Les profils salins ou sodiques sont toujours descendants. Ces deux phénomènes affectent davantage les horizons de profondeur que ceux de surface et de sub-surface.

Concernant l'influence du climat sur la salinité et la sodicité, les résultats montrent que les

profils salins moyen et sodique moyen sont descendants dans les trois tranches pluviométriques retenues pour notre étude. La salinité des horizons augmente à mesure que les hauteurs de pluies diminuent. A notre échelle d'approche, il s'avère que les hauteurs de pluies constituent un facteur déterminant dans la répartition spatiale et verticale de la salinité et de la sodicité des sols de l'Algérie septentrionale.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **AUBERT G., 1975** – les sols sodiques en Afrique du Nord. Ann. I.N.A., Alger, 6(1), pp.185-195.
- **CHEVERRY C. et ROBERT M 1998** – La dégradation des sols irrigués et de la ressource en eau : une menace pour l'avenir de l'agriculture et pour l'environnement des pays au Sud de la Méditerranée. Etude et Gestion des Sols,,5, pp. 217-226

- **DAOUD Y. et HALITIM A., 1994** - Irrigation et salinisation au Sahara algérien. Secheresse N° 3, Vol.5, pp. 151-160.
- **DJILI K., 2000** - Contribution a la connaissance des sols du Nord de l'Algérie : Création d'une banque de données informatises et utilisation d'un système d'information géographique pour la spatialisation et les valorisations des données pedologiques. Thèse doct INA El Harrach, . 243p.
- **DURAND J.H., 1983** - Les sols irrigables (Etude pédologique). Paris, Presses Universitaires de France, 322p.
- **HALITIM A., 1988** - Sols des régions arides d'Algérie. Edition O.P.U., 384p.
- **HAMDY A., LASRAM M., LACIRIGNOLA C., 1995** - Les problèmes de salinité dans la zone méditerranéenne. Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France. Vol. 81, n°2, 47-60
- **SERVANT J.M., 1975** - Sur quelques aspects de la pédogenèse en milieu halomorphe : l'exemple des sols sales de la région méditerranéenne Française . Ann. de l'I.N.A., El-Harrach, Vol.VI, N° 1, pp. 225-245.
- **SZABOLCS I., 1994** - Prospects of soil salinity for the 21st century. 15th World Congress of Soil Science. Acapulco (Mexique), July 1994, Volume 1 : inaugural state of the art conferences, 123-141.
- **U.S.SALINITY LABORATORY STAFF, 1954** - Diagnostic and improvement of saline and alcali soils. U.S.D.A. Handbook, N° 60, 160p.
- **ZAHOW M.F. et AMRHEIN C., 1992** - Reclamation of a saline sodic soil using synthetic polymers and gypsum *Soil Sci. Soc. Am. J.* , 56, pp. 1257-1260.