
Soumis le : 09/12/2015

Forme révisée acceptée le : 17/12/2016

Auteur correspondant : youvi10@hotmail.fr

Nature & Technology

Evaluation du statut potassique des sols salés du Bas-Cheliff

Ait Mechedal Mouloud ^a, Ouamer-Ali Karim ^b, Daoud Youcef ^c

¹ Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène- faculté des Sciences de la Terre, de Géographie et de l'Aménagement du Territoire- département Géographie et de l'Aménagement du Territoire, USTHB, BP 32 El Alia , Bab Ezzouar – Alger, 16111 Algérie.

² Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie /M.A.D.R.– BP.37, Mahdi Boualem Baraki-(Algérie).

³ Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie - Département Science du sol. El-Harrach 16200 Alger (Algérie)

Résumé

Ce travail porte sur la caractérisation du statut potassique des sols salés du Bas-Cheliff. Il s'agit d'évaluer le devenir du potassium dans les sols salés au cours de leurs phases de salinisation. Les 10 échantillons des sols analysés dans cette recherche couvrent une gamme de salinité suffisamment représentée dans ces plaines alluviales semi-arides ($1.97 \leq CE \leq 47.77$ dS/m). Les principaux résultats obtenus montrent que le statut potassique des sols du Bas-Cheliff est caractérisé par une réserve potassique totale faible ($0.56 \leq K_2O \leq 0.68$ %) dont du potassium rétrogradé ($0.019 \leq K_2O \leq 0.040$ %), du potassium échangeable ($0.066 \leq K^+ \leq 0.338$ meq/100 g), et du potassium soluble ($0.003 \leq K_2O \leq 0.007$ %). La teneur en potassium total est indépendante du niveau de salinité des sols, mais elle est négativement influencée par l'augmentation de leur sodicité. Cette teneur en potassium total affecte négativement la teneur en potassium échangeable. Les teneurs en potassium rétrogradé, en potassium échangeable, et en potassium soluble évoluent indépendamment les unes des autres et indépendamment du niveau de salinité et du niveau de sodicité des sols.

Mots clés: potassium ;Bas-cheliff ; salinité ; sodicité, ; sols salés.

Abstract

This work concerns the characterization of the potassic statute of the salted soil of Bas-Cheliff. It is a question of evaluating the become of potassium in the salted soil during their phases of salinisation. The 10 samples of the soil analyzed in this research cover a range of salinity sufficiently represented in these semi-arid alluvial plains ($1.97 \leq EC \leq 47.77$ dS/m). The principal results obtained show that the potassic statute of the soil of Bas-Cheliff is characterized by a weak total potassic reserve ($0.56 \leq K_2O \leq 0.68$ %) of which retrogressed potassium ($0.019 \leq K_2O \leq 0.040$ %), exchangeable potassium ($0.066 \leq K^+ \leq 0.338$ meq/100 g), and soluble potassium ($0.003 \leq K_2O \leq 0.007$ %). The total potassium content is independent of the level of salinity of the soil, but it is negatively influenced by the increase in their sodicity. This total potassium content affects the exchangeable potassium content negatively. The retrogressed potassium contents, exchangeable potassium, and soluble potassium evolve/move independently from/to each other and independently of the level of salinity and the level of sodicity of the soil.

Key words: potassium; Bas-cheliff; salinity; sodicity,; salted Soils.

1. Introduction

Le potassium est l'un des principaux constituants chimiques des minéraux [3]. Il s'agit d'un élément majeur essentiel dans la nutrition minérale des plantes [11]. Dans le sol, le potassium se présente essentiellement sous forme minérale répartie en quatre compartiments [1]. En solution, il est à l'état d'ion K^+ pour être soit assimilé par la plante, soit adsorbé sur le complexe adsorbant. D'autre part, Il peut être fortement fixé dans la structure de certains

minéraux argileux, donnant lieu à la forme rétrogradée. Enfin, le potassium des minéraux primaires est caractéristique de la forme insoluble. En somme, c'est la distribution du potassium entre les différents compartiments qui caractérise le statut potassique du sol.

Il existe un certain état d'équilibre entre les différentes formes de potassium. Il est fait référence à un équilibre rapide entre le potassium de la solution et le potassium

échangeable, et un équilibre plus lent entre le potassium rétrogradé et le potassium échangeable [16].

Le statut potassique des sols salés reste très peu connu [5]. Il est, toutefois, possible de faire référence aux observations faites, d'une part par [10] sur la constance des teneurs en potassium soluble et en potassium échangeable en fonction des différents niveaux de salinité, d'autre part par [5] sur l'apparition d'un gradient descendant du potassium en fonction du niveau croissant de la salinité d'une eau d'irrigation. Cette cinétique régressive semble schématiser une rétrogradation du potassium par les minéraux argileux du sol.

Ce travail porte sur la caractérisation du statut potassique des sols salés du Bas-Chéliff. Les échantillons étudiés couvrent une large gamme de salinité. Il s'agit de tenter de cerner le devenir du potassium dans les sols au cours de leurs phases de salinisation.

2. MATERIEL ET METHODES.

2.1. MATERIEL D'ETUDE

Ce travail a porté sur la caractérisation de 10 échantillons de terre provenant des sols des plaines du Bas-Chéliff. Le climat est de type semi-aride, avec une pluviométrie moyenne annuelle de 350 mm répartie essentiellement entre Octobre et Mars, et une température moyenne annuelle est de 18,4°C.

Les sols du Bas-Chéliff sont souvent argileux et salés. Ils sont soit occupés par l'agriculture, soit abandonnés pour être occupés par la végétation halophyte. Sous irrigation, on y trouve surtout l'olivier et les cultures maraîchères. Les céréales se font le plus souvent en sec. Le Bas-Chéliff comporte plusieurs périmètres irrigués, dont les plus importants sont le périmètre de l'oued Rhiou, le périmètre d'Ouarizane, le périmètre de Djédouia, le périmètre de Hmadna, et le périmètre de Guerouaou [4].

Les 10 échantillons de sols utilisés ont été prélevés à partir des sept profils étudiés par [13]. Il est fait référence à trois échantillons de sols (11, 61 et 71) appartenant à des horizons de surface, deux échantillons (22 et 32) appartenant à des

2.2. METHODES D'ETUDE

Les échantillons séchés à l'air libre sont tamisés à 2 mm. Les analyses réalisées sur la terre fine portent sur la

horizons de sub-surface, et cinq échantillons (13, 34, 54, 73 et 84) prélevés au niveau des horizons de profondeur (tableau 1). Le choix de ces échantillons est justifié par la large gamme des niveaux de salinité qu'ils présentent (de 1.97 à 47.77 dS/m) (tableau 2).

Tableau 1
Origine des échantillons étudiés (Saidi, 1985)

Numéro du profil	Echantillons	Classification du sol (CPCS, 1967)
1	11	Sol peu évolué, non climatique,
	13	d'apport alluvial, modal
2	22	Sol peu évolué, non climatique,
		d'apport alluvial, hydromorphe
3	32	Sol peu évolué, non climatique,
	34	d'apport alluvial, verticale
5	54	Sol peu évolué, non climatique,
		d'apport alluvial, modal
6	61	Sol peu évolué, non climatique,
		d'apport alluvial, verticale et hydromorphe
7	71	Sol halomorphe à structure non
		dégradée salin à efflorescences salines
8	84	Sol halomorphe à structure non
		dégradée, salin à efflorescences salines

Tableau 2
Caractéristiques analytiques des échantillons (Laoufi, 2010)

Echant.	pH	CE (dS/m)	MO (%)	Na ⁺ échangeable (Cmol(+)/kg)	CEC Cmol(+)/kg
71	7.99	15.14	2.43	6.02	18.65
73	8.08	36.64	1.21	8.4	24.13
34	8.41	47.77	0.89	8.67	11.79
61	8.2	3.87	1.69	2.92	21.93
13	8.13	7.86	1.16	4.01	29.06
11	8.01	1.97	2.22	2.17	18.65
32	8.07	12.67	1.58	5.93	21.39
84	7.98	12.48	0.31	4.74	11.24
22	8.14	4.69	1.53	2.83	17
54	8.21	5.57	1.69	4.65	28.25

détermination des différentes formes de potassium. Toutes les analyses sont réalisées en 3 répétitions.

- Le potassium total : Attaque à l'acide fluorhydrique [7]. Addition de 10ml d'acide perchlorique et 20ml

d'acide fluorhydrique à 1 g de sol. Porter à ébullition pendant 15 minutes, filtrer.

- Le potassium assimilable : Extraction à l'acétate d'ammonium : 5g de terre + 50ml d'acétate d'ammonium 1 N à pH 7. On agite pendant 1 heure, on laisse reposer une nuit, on agite à nouveau pendant 5 minutes, et puis on filtre.
- Le potassium soluble : Extraction à l'eau distillée. On ajoute 50 ml d'eau distillée à 5 g de terre, on agite pendant 4 heures, on filtre.
- Le potassium échangeable : Le potassium échangeable est calculé à partir du potassium assimilable et du potassium soluble (Le potassium échangeable = le potassium assimilable – le potassium soluble)
- Le potassium extractible : Extraction à l'acide nitrique HNO₃ 1N [6]. On ajoute 50 ml d'acide nitrique 1 N à 5 g de terre, on porte à ébullition pendant 10 minutes, on laisse reposer pendant 4 heures, et on filtre.

Le potassium extrait est dosé par spectrophotométrie à flamme.

3. Résultats et discussions

3.1. Les différentes formes du potassium

3.1.1. Le potassium total

Les teneurs en potassium total varient de 7.587 à 17.445 meq/100 g de terre, soit entre 0.295 % et 0.68 % de K, ou bien entre 0.355 % et 0.820 % de K₂O (tableau 3). La moyenne est de 14.459 meq/100 g de terre, soit 0.564 % de K, ou 0.680 % de K₂O. Les coefficients de variation obtenus sont faibles (< 10 %). Les analyses réalisées présentent donc une fiabilité statistiquement acceptable [2].

Dans l'ensemble, les teneurs obtenus montrent que nos échantillons présentent une diversité dans leur réserve en potassium total. Les sols bien pourvus en potassium total ayant une teneur en supérieure à 1% [14]. Les échantillons étudiés présentent des teneurs inférieures à 1 %, ils sont donc pauvres en potassium total.

Tableau 3

Les résultats du potassium total (meq/100 g de terre).

Echantillon	La moyenne	Ecartype	CV %
71	17.445	1.478	8.472
73	13.815	0.434	3.141
34	17.351	2.034	11.722
61	14.692	0.257	1.749
13	17.314	0.244	1.409
11	7.587	0.718	9.463
32	15.938	0.610	3.827
84	13.779	0.474	3.440
22	14.209	0.366	2.575
54	12.460	0.406	3.258

3.1.2. Le potassium soluble

Les teneurs en potassium soluble varient de 0.064 à 0.14 meq/100 g de terre, soit entre 0.0025 % et 0.005 % de K, ou 0.003 % et 0.007 % de K₂O (tableau 4). La moyenne est de 0.108 meq/100 g de terre, soit 0.004 % de K, ou 0.005 % de K₂O.

Les coefficients de variation obtenus sont faibles (< 10 %) à l'exception d'un seul échantillon qui présente une valeur de CV > 10 %. Les analyses réalisées présentent donc une fiabilité statistiquement acceptable [2].

Tableau 4. Les résultats du potassium soluble (meq/100 g de terre).

Echantillon	La moyenne	Ecart-type	CV %
71	0.131	0.001	0.763
73	0.09	0.002	2.222
34	0.112	0.001	0.893
61	0.064	0.004	6.25
13	0.18	0.005	2.778
11	0.095	0.005	5.263
32	0.14	0.001	0.714
84	0.121	0.002	46.835
22	0.079	0.037	2.575
54	0.067	0.004	5.97

3.1.3. Le potassium échangeable

Cette forme de potassium est calculée par différence entre le potassium assimilable et le potassium soluble. Les teneurs en potassium échangeable varient de 0.066 à 0.338 meq/100 g de terre, soit entre 0.003 % et 0.013 % de K, ou 0.0031 % et 0.016 % de K₂O (tableau 5). La moyenne est de 0.135 meq/100 g de terre, soit 0.005 % de K, ou bien 0.006 % de K₂O. Les coefficients de variation obtenus sont faibles (< 10 %) pour la majorité des échantillons, ils sont élevés pour certains échantillons (> 10 %).

Tableau 5
Les résultats du potassium échangeable (meq/100 g de terre)

Echantillons	La moyenne	Ecartype	CV %
71	0.074	0.005	6.757
73	0.066	0.018	27.273
34	0.128	0.009	7.031
61	0.171	0.066	38.596
13	0.081	0.029	35.802
11	0.338	0.023	6.085
32	0.095	0.051	53.684
84	0.079	0.08	101.26
22	0.183	0.047	25.683
54	0.132	0.006	4.454

1.1.1. Le potassium rétrogradé

Cette forme de potassium est calculée par différence entre le potassium extractible et le potassium assimilable. Les teneurs en potassium rétrogradé varient de 0.396 à 0.853 meq/100 g de terre, soit entre 0.015 % et 0.033 % de K, ou 0.019 % et 0.040 % de K₂O (tableau 6). La moyenne est de 0.685 meq/100 g de terre, soit 0.027 % de K, ou bien 0.032 % de K₂O. Les coefficients de variation obtenus sont faibles (< 10 %) à l'exception de 3 échantillons qui présentent un CV > 10 %.

Tableau 6
Les résultats du potassium rétrogradé (meq/100 g de terre)

Echantillons	La moyenne	Ecartype	CV %
71	0.786	0.099	12.595
73	0.621	0.053	8.535
34	0.766	0.031	4.047
61	0.678	0.1	147.49
13	0.622	0.088	14.148
11	0.853	0.056	6.565
32	0.67	0.043	6.418
84	0.396	0.06	15.152
22	0.792	0.045	5.682
54	0.667	0.025	3.748

4. Les corrélations entre les différentes formes du potassium et les caractéristiques du sol :

Le test statistique de Shapiro-Wilk montre que pour toutes les variables étudiées $W > W_{critique}$ au risque de 5%, l'hypothèse de normalité est compatible avec ces données. Les calculs statistiques ont mis en évidence l'absence de corrélations linéaires entre les différentes formes de potassium des échantillons. La seule corrélation significative ($r(\text{observé}) = -0,782$; $r(\text{critique}) = 0,6319$ pour $ddl=8$) est celle qui existe entre le potassium échangeable et le potassium total (figure 1). L'équation de régression entre les teneurs en potassium échangeable et les teneurs en potassium totale est négative ($y = -0.021x + 0.447$).

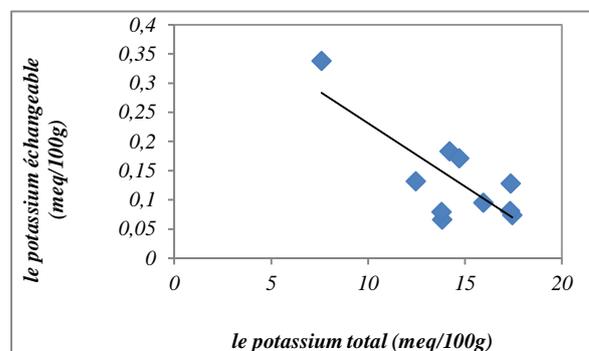


Figure 1. Relation entre le potassium échangeable et le potassium total

Les différentes formes du potassium du sol sont généralement liées par des réactions d'équilibre [9]. Or, les résultats obtenus ne confirment pas l'existence de relations d'équilibre entre les principales formes du potassium contenues dans les échantillons étudiés. Les résultats obtenus montrent que la corrélation est significative et positive entre le potassium rétrogradé et la matière organique ($y = 0.158x + 0.451$, avec $r(\text{observé}) = 0,764$ et $r(\text{critique}) = 0,6319$ pour $ddl = 8$) (figure 2). Cette relation statistique est en contradiction avec les travaux de [15] qui montrent que la matière organique semble favoriser la redistribution et la libération du potassium dans le sol.

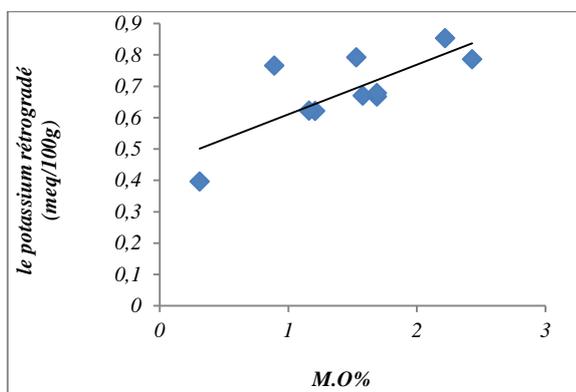


Figure 2. Relation entre le potassium rétrogradé et le taux de matières organiques

La relation entre le potassium total et le sodium échangeable est significative et négative, l'équation de régression égale à ($Y = - 0.106X + 17.47$, avec $r(\text{observé}) = - 0.685$; $r(\text{critique}) = 0.6319$ pour $ddl = 8$) (figure 3). Ce résultat semble se rapprocher des observations faites par [9, 12] qui expliquent le phénomène par la capacité du sodium à se substituer au potassium dans la structure des minéraux le rendant ainsi disponible et échangeable.

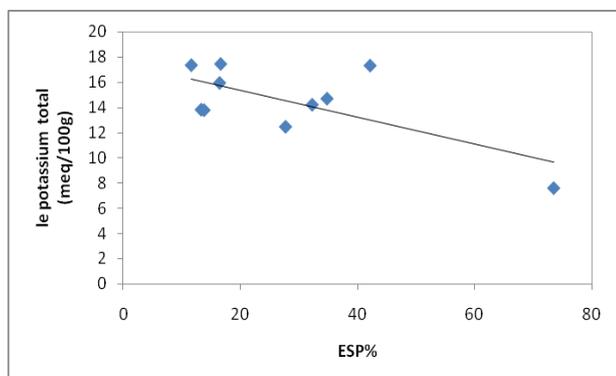


Figure 3. Relation entre le potassium total et le taux de sodium échangeable

L'évaluation de l'effet de la salinité sur les différentes formes du potassium fait ressortir une interaction non significative. Ce résultat semble confirmer les conclusions présentées par les travaux de [5].

5. Conclusion

Le présent travail a pour objectif de caractériser le statut potassique des sols salés du Bas-Cheliff. Il porte sur l'évaluation des principales formes du potassium du sol.

Les échantillons étudiés présentent un statut potassique très diversifié. En effet, les teneurs en potassium total sont faibles et inférieures à 1 %, les teneurs en potassium assimilable sont faibles à moyennes et comprises entre 6.08 et 16.89 mg/100 g, les teneurs en potassium extractible sont élevées et comprises entre 0.594 à 1.286 meq/100g.

Plus généralement, ce travail montre que la réserve potassique totale des échantillons étudiés est relativement faible. Elle est indépendante du niveau de salinité, mais elle diminue avec l'augmentation de la sodicité des échantillons. Par ailleurs, l'augmentation du taux de sodium échangeable favoriserait l'adsorption du potassium sur le complexe adsorbant.

Enfin, il s'avère que le statut potassique des sols du Bas-Cheliff serait caractérisé par une faible réserve totale, une réserve rétrogradée appréciable, et une teneur assimilable faible à moyenne.

Références

- [1] BARBER S. A. Soil nutrient bioavailability : a mechanistic approach. J. Wiley, New York. (1995).
- [2] CALOT G. Cours de statistique descriptif. Ed Dunod, Paris, (1973).
- [3] DEBLAY S. Fertilisation et amendement. Edition Educagri, Deuxième Edition, Dijon, (2006).
- [4] DOUAOUI A. HARTANI T., LAKEHAL M. La salinisation dans la plaine du Bas-Cheliff : acquis et perspectives. Deuxième atelier régional du projet Sirma, Marrakech, (2006).
- [5] FEIGENBAUM S. the volcani centre , organisation de recherche agronomique , bet dagan/Israël, institut internationale de potasse, 2 sujet 1, (1987).
- [6] HAYLOCK, O.F.A méthode for estimating the assimilability of non exchangeable potassium. Congress soil science, Paris, (1956) 403-408.
- [7] JACKSON, M.L. Soil chemical analysis. New Delhi, (1965).
- [8] JALALI M. Kinetics of non-exchangeable potassium release and availability in some calcareous soils of western Iran. Geoderma 135 (2005) 63-71.
- [9] JALALI M. Effect of sodium and magnesium on kinetics of potassium release in some calcareous soils of western Iran. Geoderma, Vol 145, Issues 3-4 (2008) 207-215.

- [10] LAOUFI, H. Les processus géochimiques de la salinisation des sols du bas-chelif. Mémoire de magister, ENSA, (2010).
- [11] MHIRI A. Le potassium dans les sols de la Tunisie. Atelier sur la gestion de la fertilisation potassique, acquis et perspective de la recherche, Tunisie, (2002).
- [12] NURSYAMSI D. Dominant soil characteristics influencing available potassium on smectitic soils. Indonesian journal of agriculture 1(2) (2008) 121-131.
- [13] SAIDI D. Etude pédologique du périmètre de la mina : évaluation des propriétés physiques des sols. Mémoire ingénieure agronomique, INA, (1985) .
- [14] SCHROEDER D. Structure and weathering of potassium containing minerals. 11th Congr. Int. Potash Inst, (1978) 43-64.
- [15] SINGH M. SINGH V. P., REDDY D. D. Potassium balance and release kinetics under continuous rice–wheat cropping system in Vertisol. Field Crops Research 77 (2002) 81–91.
- [16] SPARKS D.L., Potassium dynamics in soil. Soil science, 6 (1987) 1-61.