

## EFFET DE LA SALINITE SUR LA RETENTION EN EAU DES SOLS GYPSEUX DE LA REGION DE AIN BENOUI (BISKRA)

*Effect of salinity on the retention of water by gypseous soils in Ain Benoui region (Biskra)*

HIOUANI F<sup>(1)</sup> & BENSAID R<sup>(2)</sup>

<sup>1</sup> Institut d'Agronomie – Université de Biskra, Algérie

<sup>2</sup> Institut d'Agronomie – Université de Batna, Algérie

### RÉSUMÉ

Les sols étudiés sont situés dans la séquence allant de Djebel Bougzel dans la partie amont jusqu'à la Sebkhia dans la partie aval, dans la région de Ain Benoui, commune d'El Hadjeb, dans le sud – ouest de Biskra. Cette région se caractérise par un climat aride, avec la présence d'une nappe phréatique qui est généralement salée et un matériau gypso-calcaire.

Les résultats de cette étude montrent une diminution de l'humidité avec l'augmentation de la succion dans toutes les classes étudiées. En outre, l'humidité tend à s'élever avec l'élévation de la salinité et cela en partant de la première classe (CE : 1.87 dS/m) jusqu'à la dernière (CE : 134 dS/m), avec un accroissement dans les sols à texture fine.

**MOTS CLÉS :** sols gypseux, zones arides, salinité, capacité de rétention en eau.

### ABSTRACT

The studied soils are located in the sequence going of Djebel Bougzel in the upstream part until Sebkhia in the downstream part, in the area of Ain Benoui, commune of El Hadjeb, in the south-west of Biskra. This region is characterized by an arid climate, with the presence of a ground water which is generally salted and a material gypso-calcareous.

The results of this study show a reduction in moisture with the increase in suction in all the studied classes. Moreover, moisture tends to rise with the rise in salinity and that on the basis of first class (EC: 1.87 dS/m) until last (EC: 134 dS/m), with an increase in soils with fine texture.

**KEYWORDS:** gypseous soils, arid areas, salinity, water holding capacity.

### 1 INTRODUCTION

En Algérie, les sols gypseux occupent approximativement 8000Km<sup>2</sup>, qui représentent 12.2% des sols gypseux du monde (F.A.O, 1990). La recherche sur ces sols n'est pas aussi vaste que l'on pourrait s'attendre, vue la grande proportion des secteurs arides et semi arides dans le monde occupé par eux (F.A.O, 1990). Mais à partir de la fin des années 1970, l'intérêt porté à l'étude de ces sols a considérablement augmenté (Dekkiche, 1974; Ali et West, 1983; Halitim, 1985; Al-Muktar, 1987; Herrero et Porta, 1987; Carter et Inskeep, 1988; Rosen et Warren, 1990; Yamanova, 1990; Herrero et al, 1992; Bensaid, 1999; Eckardt et Spiro, 1999; Artieda et Herrero 2003; Hatira, Benmansour, Grira et Gallali; 2005; Rouahna, 2007).

Ces études ont porté essentiellement sur les problèmes d'analyses physiques (granulométrie, teneur en eau) et chimiques (solution du sol, capacité d'échange cationique, équilibre gypse anhydrite) (Pouget, 1968; Vieillefon, 1979). En revanche, l'approche microscopique n'a connu de véritable développement que très récemment (Stoops et Ilaoui, 1981; Watson, 1985; Halitim et Robert, 1987; Poch, 1992 a, b; Hamdi Aissa et Fedoroff, 1996). En outre, il y a très peu d'études sur les propriétés physiques des sols gypseux (Vieillefon, 1979; Halitim, 1985; F.A.O, 1990; Poch et al, 1998).

De ce fait, le but de cette étude est de mieux connaître la capacité de rétention en eau des sols gypseux et sa relation avec la salinité du sol, pour une bonne gestion de l'eau

d'irrigation dans cette région qui a différents problèmes tels que la faiblesse des précipitations et la remontée de la nappe phréatique.

## 2 MATÉRIEL ET MÉTHODES D'ÉTUDE

Les sols étudiés sont situés dans la séquence allant de Djebel Bougzal dans la partie amont jusqu'à la Sebkhha dans la partie aval, dans la région de Ain Benoui, commune d'El Hadjeb, dans le sud – ouest de Biskra. Cette région se caractérise par un climat aride, avec la présence d'une nappe phréatique qui est généralement salée et un matériau gypso – calcaire.

Les travaux de terrain ont commencé par une prospection de la région d'étude, dans le but de dégager des unités physiographiques, en se basant sur la carte topographique et les photographies aériennes.

Les profils choisis sont répartis tout le long de la zone d'étude (figure 1). Une description détaillée des profils a été réalisée ; elle englobe les caractéristiques stationnelles et morphologiques. Enfin, des prélèvements de sol ont été effectués sur six profils.

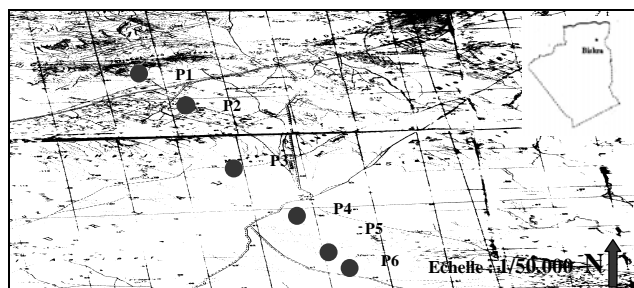


Figure 1: Carte d'implantation des profils (Extrait de la carte topographique de Biskra. Ech. 1/50.000).

## 3 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DES SOLS EFFECTUÉES AU LABORATOIRE

Dans le but de sélectionner quelques échantillons à différents taux de gypse, on a commencé par le dosage du gypse de tous les échantillons prélevés. On a choisi neuf (09) échantillons pour la réalisation de cette étude, et cela en s'appuyant sur la classification faite par Sys et Verheye in Sys et al (1991), liant l'indice de production des cultures et le taux de gypse dans le sol (Tableau 1).

Toutes les analyses de base ont été réalisées sur ces échantillons ; le pH eau avec un rapport 1/2.5, la CE avec un rapport 1/5, le calcaire total par la méthode du calcimètre de Bernard, la granulométrie par la méthode internationale de la pipette de Robinson, le dosage du

carbone organique est réalisé par la méthode Walkley et Black, qui nécessite une oxydation avec le bichromate de potassium, le dosage de gypse est effectué d'après la méthode de Richard (1954) ; par l'utilisation de l'acétone avec un rapport sol/ eau de 1/500, la densité réelle par la méthode de pycnomètre et la densité apparente par la méthode de la paraffine. Ainsi que la mesure de l'humidité à pF2.5, pF3 et pF4.2 par la marmite de Richard.

Tableau 1: Echantillons de sol sélectionnés d'après la classification Sys et Verheye in Sys et al (1991).

| Classes (Gypse %) | Indice % | Horizon      | Gypse% de l'échantillon |
|-------------------|----------|--------------|-------------------------|
| > 50              | 30       | P6H1<br>P6H2 | 64.5<br>60.2            |
| 25- 50            | 60       | P3H1<br>P5H3 | 35<br>39.56             |
| 10- 25            | 85       | P2H1<br>P4H2 | 19.35<br>25             |
| 0.3- 10           | 100      | P3H3         | 9.8                     |
| < 0.3             | 90       | P4H3<br>P1H1 | traces<br>traces        |

## 4 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Dans le but de comparer les différentes classes étudiées, on a sélectionné pour chaque classe un horizon représentatif.

- Classe 1 → < 0.3% → horizon P1H1
- Classe 2      0.3 à 10%      horizon P3H3
- Classe 3      10 à 25%      horizon P2H1
- Classe 4      25 à 50%      horizon P5H3
- Classe 5      > 50%      horizon P6H1

### 4.1 Comparaison entre les caractéristiques physico – chimiques des classes

Le pH est basique, dans toutes les classes étudiées (Tableau 2). La conductivité électrique est en élévation progressive en allant de la première classe (< 0.3% de gypse) jusqu'à la dernière (> 50% de gypse).

La texture des classes étudiées est généralement sablonneuse, mais il y a une augmentation dans le taux de la fraction limon + argile surtout dans la cinquième classe (> 50% de gypse), avec 51.54%.

La porosité totale est faible dans tous les horizons étudiés en comparaison avec ceux rapportés par Pankhanova et Yamanova, (1987) sur un matériel gypseux.

Tableau 2 : Données analytiques des horizons sélectionnés.

| Horizon | pH eau 1/2.5 | CE (1/5) dS/m (25°C) | Gypse % | Porosité % | Granulométrie % |       |       |
|---------|--------------|----------------------|---------|------------|-----------------|-------|-------|
|         |              |                      |         |            | SF              | SG    | L+A   |
| P1H1    | 8.2          | 1.87                 | traces  | 24.30      | 30.75           | 62.35 | 6.9   |
| P3H3    | 8.4          | 2.58                 | 9.8     | 39.69      | 46.02           | 38.81 | 15.17 |
| P2H1    | 8.5          | 9.41                 | 19.35   | 37.96      | 44.06           | 42.75 | 13.19 |
| P5H3    | 8.6          | 11.03                | 39.56   | 38.88      | 51.14           | 21.82 | 27.04 |
| P6H1    | 8.4          | 16.34                | 64.5    | 21.19      | 40.01           | 8.45  | 51.54 |

4.2 Comparaison entre les caractéristiques hydriques des classes

4.2.1 Effet de la succion sur l'humidité

D'après la figure 2, nous remarquons une diminution de l'humidité avec l'augmentation de la succion dans toutes les classes étudiées. En outre, un accroissement de l'humidité de la première classe (<0.3% de gypse) jusqu'à la dernière (>50% de gypse) par ordre. Cependant, on peut discerner trois ensembles distincts. Il s'agit du premier ensemble regroupant 1 et 2, du deuxième ensemble regroupant 3 et 4 et enfin le dernier ensemble avec la cinquième classe seule. Dans le premier ensemble, l'accroissement de l'humidité reste très faible, et elle devient importante dans le second ensemble puis l'accroissement devient plus important dans la cinquième classe.

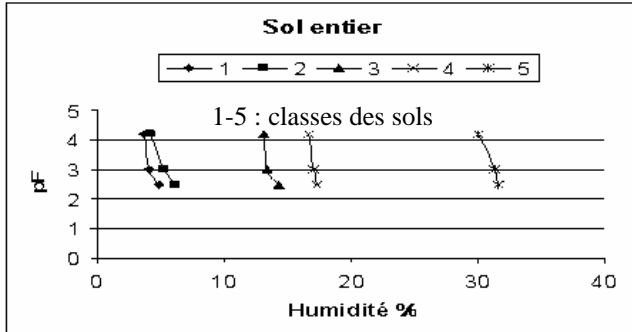


Figure 2 : Variation de l'humidité en fonction de la succion dans le sol entier.

4.2.2 Effet de la salinité sur l'humidité

La relation entre la salinité et l'humidité du sol est représentée dans la figure 3. Nous constatons que l'humidité tend à croître avec l'élévation de la salinité et cela de la première classe (< 0.3% de gypse) jusqu'à la dernière (> 50% de gypse).

Nous notons dans la première classe un taux d'humidité de 4.82% à pF2.5, 4.04% à pF3 et 3.7% à pF4.2, avec une conductivité électrique de 1.87dS/m.

Dans la deuxième classe, la croissance de la valeur de la conductivité électrique provoque une élévation de l'humidité, avec 6.12% à pF2.5, 5.30% à pF3 et 4.19% à pF4.2.

Dans la troisième et la quatrième classe, nous remarquons aussi une augmentation dans les valeurs de l'humidité, qui s'accompagne avec une élévation de la conductivité électrique.

A la cinquième classe et avec une conductivité électrique de 16.34 dS/m, nous enregistrons les valeurs les plus élevées de l'humidité par rapport aux classes précédentes. Nous notons 31.63% à pF2.5, 31.28% à pF3 et 30.07% à pF4.2.

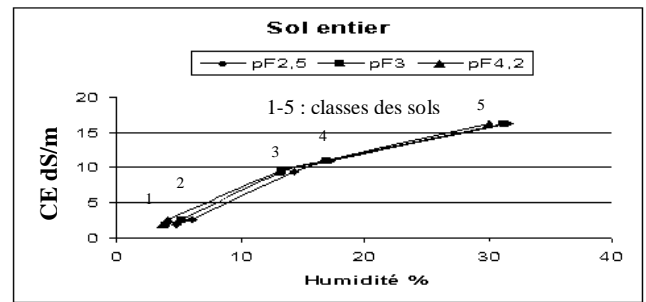


Figure 3 : Variation de l'humidité en fonction de la conductivité électrique.

Pour confirmer la validité de cette relation, on s'est orienté vers l'analyse statistique, par le calcul des coefficients de corrélation entre la conductivité électrique et l'humidité. (Tableau 3).

Tableau 3 : Matrice de corrélation entre la conductivité électrique et l'humidité.

| pF                         | pF 2.5 | pF 3 | pF 4.2 |
|----------------------------|--------|------|--------|
| Coefficient de corrélation | 0.97   | 0.98 | 0.97   |

Les coefficients de corrélation entre l'humidité et la salinité sont forts et positifs, ils varient entre 0.97 et 0.98 ; 0.97 à pF2.5 et pF4.2, et 0.98 à pF3 (Tableau 3). Donc, l'humidité tend à croître avec l'augmentation de la salinité. Ces résultats sont semblables aux résultats de Halitim (1973) et Ayers et Westcot (1988).

4.2.3 Effet de la texture du sol sur l'humidité

D'après les figures 4 et 5, nous constatons que l'augmentation du taux de sable total provoque la diminution de l'humidité, et l'accroissement du taux de

limon + argile engendre leur élévation. Cela est remarqué dans toutes les classes étudiées, à l'exception de la troisième classe, où la faible augmentation du taux de limon + argile et la diminution du taux de sable total par rapport à la deuxième classe, n'engendre pas leur accroissement.

Nous remarquons que les valeurs de l'humidité les plus élevées, sont enregistrées dans la classe possédant une texture plus fine ; c'est-à-dire la classe ayant des taux élevés d'argile et de limon et des faibles quantités de sable total. Ceci est matérialisé dans l'horizon P6H1, de la dernière classe (>50% de gypse) qui enregistre la valeur la plus élevée de la fraction argile + limon (51.54%), et une faible quantité du sable total (48.46%), par rapport aux classes étudiées.

En outre, les valeurs de l'humidité les plus faibles, sont enregistrées dans la classe possédant une texture plus grossière. Tel est le cas de l'horizon P1H1 de la première classe (< 0.3% de gypse) qui possède la plus faible quantité de limon + argile (6.9%) et la quantité la plus élevée du sable total (93.1%), par rapport aux classes étudiées.

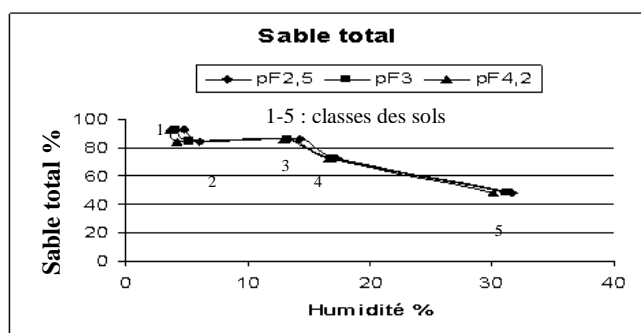


Figure 4 : Variation de l'humidité en fonction du taux du sable total.

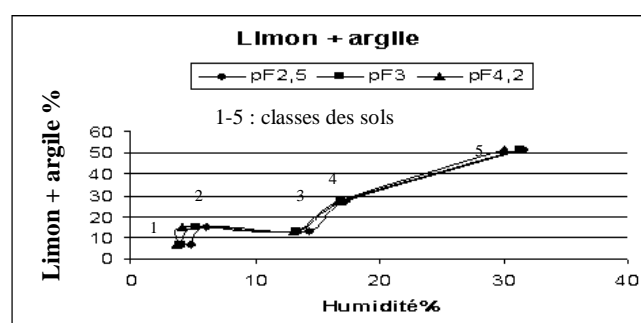


Figure 5 : Variation de l'humidité en fonction du taux du limon + argile.

On s'est orienté vers l'analyse statistique par le calcul des coefficients de corrélation entre l'humidité et le taux de sable total et entre l'humidité et le taux de la fraction limon + argile (tableaux 4 et 5).

Les coefficients de corrélation entre le taux de sable total et l'humidité sont forts et négatifs. Ils oscillent entre - 0.94 et - 0.95 ; avec - 0.95 à pF2.5 et à pF3 et - 0.94 à pF4.2

(tableau. 04). Ce qui signifie que l'augmentation du taux de sable provoque l'affaiblissement de l'humidité.

Contrairement à l'effet du taux de sable sur l'humidité, les coefficients de corrélation entre le taux de limon + argile et l'humidité (Tableau 5) sont forts et positifs. Nous enregistrons 0.95 à pF2.5 et à pF3 et 0.94 à pF4.2. Donc l'augmentation du taux de la fraction limon + argile engendre l'augmentation de l'humidité.

Tableau 4 : Matrice de corrélation entre le taux de sable total et l'humidité.

| pF                         | pF 2.5 | pF 3   | pF 4.2 |
|----------------------------|--------|--------|--------|
| Coefficient de corrélation | - 0.95 | - 0.95 | - 0.94 |

Tableau 5 : Matrice de corrélation entre le taux de limon + argile et l'humidité.

| pF                         | pF 2.5 | pF 3 | pF 4.2 |
|----------------------------|--------|------|--------|
| Coefficient de corrélation | 0.95   | 0.95 | 0.94   |

Les résultats de l'étude de Poch (1989), (1992 a), Abdesselam (1990) et Van alphen et Rios Romero (1971), sur la relation de l'humidité avec la texture dans les sols gypseux, sont similaires à nos résultats.

## 5 CONCLUSION

Au terme de cette étude, nous avons pu mettre en évidence l'effet de la salinité sur la capacité de rétention en eau des sols gypseux de la région de Ain Benoui (Biskra). D'après les résultats obtenus, nous pouvons dire qu'il y a diminution de l'humidité avec l'augmentation de la succion dans toutes les classes étudiées.

On a étudié aussi l'effet de la salinité sur l'humidité, où on a constaté que l'humidité tend à croître avec l'élévation de la salinité.

En outre, nous avons étudié l'effet de la texture du sol sur l'humidité. Les résultats obtenus confirment l'augmentation de la rétention en eau dans les sols à texture plus fine.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Abdesselam S., 1999 – Contribution à l'étude des sols gypseux au nord-est du Sahara Algérien : caractérisation et genèse. Cas des oasis de Tolga (région des Ziban). Mém. Mag. INA. 147p.
- [2] Ali YA., West I., 1983 – Relationships of modern gypsum nodules in sabkhas of loess to composition of brines and sediments in Northern Egypt. J.of Sedim. Petrol. 53 (4), pp 1151- 1168.
- [3] Al-Muktar AD., 1987- Mapping and microscopic investigation of the gypsiferous soils in the Dour and Jezira area of Iraq. Ph.D.Thesis, RUG.

- [4] **Artieda O., Herrero J., 2003**- Pedogenesis in lutitic Cr horizons of gypsiferous soils. Soil science society of America journal. Vol 67, n° 5, pp 1496-1506.
- [5] **Ayers RS., Westcot DW., 1988** – la qualité d'eau en agriculture. Bulletin F.A.O d'irrigation et de drainage. N° 29 F.A.O, Rome, 180p.
- [6] **Bensaid R., 1999** – Les sols a accumulations gypso-calcaires de la région de Ain Ben Noui (Biskra). Annales de INA El Harrach- vol. 20, N° 1 et 2, 7p.
- [7] **Carter BJ., Inskip WP., 1988** – Accumulation of pedogenic gypsum in Western Oklahoma soils. Soil Sci.Soc. Amer. J.52, pp1107- 1113.
- [8] **Dekkiche B., 1974** – Contribution à l'étude des sols du Hodna et corrélations géochimiques des eaux de la nappe. Thèse de doctorat Gent. Belgique 211p.
- [9] **Eckardt FD., Spiro B., 1999** – The origin of sulphuric gypsum and dissolved sulphate in the Central Namib Desert, Namibia. Sedimentary Geology. Volume 123, issues 3-4, pp 255- 273.
- [10] **F.A.O., 1990** – Management of gypsiferous soils. Bulletin n°62, F.A.O Rome, 81p.
- [11] **Halitim A., 1973** – Etude expérimentale de l'amélioration des sols sodiques d'Algérie. Thèse Doc. U.E.R des sciences biologiques.
- [12] **Halitim A., 1985** – Contribution à l'étude des sols des zones arides (Hautes plaines steppiques de l'Algérie). Morphologie, distribution et rôle des sels dans la genèse et le comportement des sols. Thèse doctorat, Uni .Rennes, 384 p.
- [13] **Halitim A., Robert M., 1987** – Interaction du gypse avec les autres constituants du sol: analyse microscopique de sols gypseux en zone aride (Algérie) et études expérimentales. In Fedoroff et all. (ED): soil micromorphology, AFES.pp 179-186.
- [14] **Hamdi Aissa B., Fedoroff N., 1996** – Macro and micromorphology of gypsum in desertic soils (Northern Sahara. Algérie). Proceeding of the international symposium on soils with gypsum. Lleida, Catalonia, Spain.
- [15] **Hatira A., Benmansour B., Grira M., Gallali T., 2005** - Impact des eaux d'irrigation sur l'origine les accumulations gypseuses dans les sols de l'oasis de Metouia (Tunisie). Étude et Gestion des Sols, Volume 12, 1, pages 43 à 54.
- [16] **Herrero J., Porta J., 1987** – Gypsiferous soils in the North- East of Spain. In Fédoroff et al. (Ed): « Soil micromorphology », AFES-Plaisir, France,pp 187-192.
- [17] **Herrero J., Porta J., Fedoroff N., 1992** – Hypergypsic soil micromorphology and landscape relationships in Noortheastern Spain. Soil Sci. Amer. J.56, 4, pp 1188- 1194 Madison.
- [18] **Pankhanova I., Yamnova IA., 1987** – Forms of gypsic neoformations as determining the gypsic soil melioration properties. Soviet Soil Science 6, pp 94-102.
- [19] **Poch RM., De Coster W., Stoop G., 1998** – Pore space characteristics as indicators of soil behaviour in gypsiferous soils, Geoderma volume 87, issues 1- 2, pp 87 -109.
- [20] **Poch RM., 1989** – Relation between micromorphological and physical characteristics of some gypsiferous soils of the URGELL irrigated area (N-S Spain). M. Sc. Thesis, University Gent, Belgium, 130p.
- [21] **Poch RM., 1992 a** – Fabric and physical properties of soils with gypsic and hypergypsic horizons in the Ebro Valley.phd Thesis, University Gent, Belgium, 285p.
- [22] **Poch RM., 1992 b** – Characteristics of the sand fraction of two hyper-gypsic horizons of « EIPIa d'Urgell » (N-E Spain), Egypt. J. Soil. Sci. 32, No. 4, pp 523- 535.
- [23] **Pouget M., 1968** – Contribution à l'étude des croûtes et les encroûtements gypseux de nappe dans le sud Tunisien. Cah. ORSTOM, Serie. Pedol. 6, pp 309-365.
- [24] **Rosen MR., Warren JK., 1990** – The origin and sinificance of groundwater- seepage gypsum from Bristol Dry Lake, California, USA. Sedimentology 37, pp 983- 996.
- [25] **Rouahna H.,2007** – Relation entre les nappes et la salinité dans les sols gypseux de la région de Ain Ben Noui Biskra. Thèse de mag. Univ Batna 120p.
- [26] **Stoops G., Ilaiwi M., 1981** – Gypsum in arid genesis proceeding third international soil classification workshop damascus, pp 175- 185.
- [27] **Sys C., Van ranst E., Debaveye J., 1991** – Land evaluation. Partie II, methods in land evaluation. Agricultural publication n° 7. 247p.
- [28] **Van Alphen JG., Los Rios Romero F., 1971** – Gypsiferous soils. Notes on their characteristics and management. Bulletin 12, International institute for land reclamation and improvement. Wageningen, The Netherlands, 44p.
- [29] **Vieillefon J., 1979** – Contribution à l'amélioration de l'étude analytique des sols gypseux. Cah. ORSTOM, Sér Pédol. XVII 3, pp. 195-223.
- [30] **Watson A., 1985** – Structure, Chemistry and origin of gypsum in of in southern Tunisia and in central Namib Desert. Sedimentology 32, pp 855-875.
- [31] **Yamanova IA., 1990** – Soils with gypsum in the Dzhizak Steppe in « Formation environments and meliorative properties of soils from Dzhizak steppe » Dokuchaev institut, pp 37- 39.