

COMPORTEMENT DU MAGNESIUM DANS LES SOLS DES PLAINES DU
CHELIFF ET ROLE DANS LA SOLUBILITE DE LA FRACTION CAR-
BONATEE.

par Y. DAUD

Département des Sciences du Sol

Institut National Agronomique .- Alger .-

خلاصة :

تحتوي اراضي سهول منطقة الشلف على نسبة كبيرة من كربونات الكالسيوم ، نتائج هذا العمل اظهرت ان ذوبان كلسيت التربة ا على ذوبان الكالسييت الصافي هذا الذوبان يرتفع مع الضغط الجزئ لغاز الكربون . كالسييت التربة تحتوي على نسبة تتراوح بين 22 و 30 % من المغنزيوم الذي هو عامل من العوامل المسؤولة على قوة ذوبان كلسيتهدة التربة .

Résumé

Les sols des plaines du Chélif sont riches en carbonate de calcium. L'étude expérimentale réalisée dans ce travail sur la solubilité des carbonates d'un échantillon de sol montre que la solubilité de la calcite du sol est supérieure à celle de la calcite pure ; la solubilité de la calcite augmente avec la pression partielle de gaz carbonique ; cette calcite du sol contiendrait 22 à 30% de magnésium qui se serait substitué au calcium et qui serait l'un des facteurs responsables des fortes solubilités de la calcite de ce sol.

INTRODUCTION

Les sols salés occupent de grandes étendues en Algérie (BOULAINÉ, 1957, DURAND, 1958 ; AUBERT, 1975 ; DAUD, 1983 ; HALITIM, 1985). Les plaines du Chélif constituent un exemple où le développement de l'agriculture est confronté à la salinisation des sols. Dans ces plaines, dont la superficie est de l'ordre de 60.000 Ha, les principaux facteurs responsables de la salinisation des sols et de la remontée des nappes d'eau salée sont l'aridité du climat (le déficit hydrique annuel ETP-P est supérieur à 1000 mm), les caractéristiques géologiques (ces plaines sont des bassins subsidents comblés par des alluvions argileux à limono-argileux et parfois salés) et les techniques culturales utilisées (irrigations à l'eau salée dont la conductivité électrique varie entre 1 et 3,5 dsm^{-1} , doses d'arrosage non respectées, absence de réseau de drainage fonctionnel.)

L'une des caractéristiques particulières de ces sols est la présence de fortes teneurs de magnésium échangeable (qui peut occuper jusqu'à 50p.100 de la C.E.C.) et soluble (il représente souvent plus de 20 p.100 de la somme des cations de la solution du sol) (BOULAINÉ, 1957 ; PETERS et GHOU, 1972 ; DAUD, 1983).

La présence de fortes teneurs en magnésium dans les sols pourrait jouer un rôle important dans l'orientation de certaines paragenèses salines vers les formes magnésiennes (BERNER, 1975 ; RIEU, 1978). En outre, bien que l'effet du magnésium sur la structure du sol soit encore peu connu, il provoque, dans certains cas une dégradation des propriétés physiques des sols (DURAND, 1956 ; ROWELL et SHAINBERG, 1979.)

Le but de ce travail est de présenter quelques données sur les teneurs en magnésium des sols des plaines du Chéouiff et de déterminer le rôle du magnésium dans la solubilité de la fraction carbonatée du sol.

MATERIEL ET METHODES

1.- Echantillons étudiés : pour la détermination des teneurs en magnésium échangeable et soluble, 21 échantillons sont prélevés des sols peu évolués non climatiques d'apport alluvial et des sols halomorphes à structure non dégradée salins. Les sols sont carbonatés, argileux à limono-argileux, la conductivité électrique de l'extrait de pâte saturée est comprise entre 1 et 20 dsm^{-1} , le taux de sodium échangeable varie entre 5 et 25 p. 100 de la capacité d'échange cationique. Pour l'étude expérimentale l'échantillon utilisé provient de l'horizon de surface d'un sol peu évolué non climatique d'apport alluvial. Ses principales caractéristiques sont présentées dans le tableau I.

Tableau I.- Caractéristiques de l'échantillon utilisé dans l'étude expérimentale

| Granulométrie | | | C % | CaCo ₃ % | C.E.C. meq/100 g | Surface spécifique $\frac{\text{m}^2}{\text{g}}$ |
|---------------|-----|----|-----|---------------------|---------------------|--|
| A* | L % | S | | | | |
| 54,5 | 45 | 11 | 1,5 | 4,4 | 17,9 | 557 |

* La fraction inférieure à 2μ est constituée d'environ 50% d'illites 22% de smectites, 14% de kaolinite et chlorites, 10% d'hydroxydes.

2.- Méthodes utilisées

Les analyses physiques et chimiques réalisées sont celles préconisées par l'U.S.S.L. (1954) pour les sols salés et celles présentées par JACKSON (1968) pour les autres analyses habituelles.

La solubilité de la fraction carbonatée est déterminée à partir d'une suspension (rapport terre/eau = 1/3) agitée pendant 24 heures sous une pression partielle de CO_2 connue et contrôlée par une colonne de mercure, à une température de $18 \pm 1^\circ\text{C}$. A la fin de l'agitation, le pH est mesuré et le bilan ionique est réalisé.

RESULTATS

1.- Variation des teneurs en magnésium des sols

Le magnésium soluble représente, en moyenne, 20% de la somme des cations de l'extrait de pâte saturée, et ceci pour toutes les valeurs de la conductivité électrique comprise entre 1 et 20 dsm^{-1} . En outre, la concentration en magnésium de la solution du sol augmente de façon proportionnelle avec la conductivité électrique (Fig.1). Ce résultat suggère que les phénomènes de précipitations de minéraux ne semblent pas jouer un rôle important sur le contrôle de la concentration

de cet élément dans la solution du sol (DROUBI, 1976). Par contre, le taux de magnésium échangeable est relativement indépendant de la conductivité électrique et, donc du taux de salinité du sol. Les fixations les plus importantes de magnésium échangeable auraient eu lieu le premier stade de salinisation (Fig.2). L'existence de ces taux élevés de magnésium échangeable limite la fixation de sodium échangeable, la tendance globale est une évolution opposée des formes échangeables de ces deux cations (Fig. 3).

Ces teneurs élevées en magnésium dans les plaines du Chélif confirment celles déjà signalées par DURAND (1956) et BOULAIN (1957) et posent le problème du rôle du magnésium sur les propriétés des sols.

Solubilité de la fraction carbonatée

La solubilité des carbonates est contrôlée par les équilibres du système carbonaté $\text{CO}-\text{H}_2\text{O}$. La valeur du produit de solubilité d'une calcite pure est souvent différente de celles obtenues sur les carbonates du sol. Plusieurs paramètres sont souvent évoqués pour expliquer les différences de solubilité obtenues dont les plus importantes semblent être la granulométrie des carbonates et leur degré de pureté (GRAS, 1974, SUAREZ, 1977). La présence de magnésium (substitution d'une partie de Ca par Mg) est l'un des facteurs qui modifient la solubilité des carbonates (BERNER, 1975).

L'objectif de cette étude expérimentale est de mettre en évidence le rôle du magnésium dans la solubilité des carbonates du sol sous différentes pressions partielles de CO_2 .

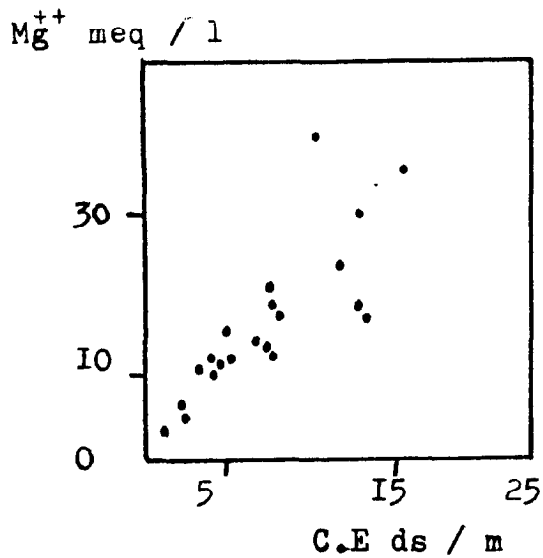


Fig. 1.- Evolution de la concentration en magnésium de la solution du sol en fonction de la conductivité électrique.

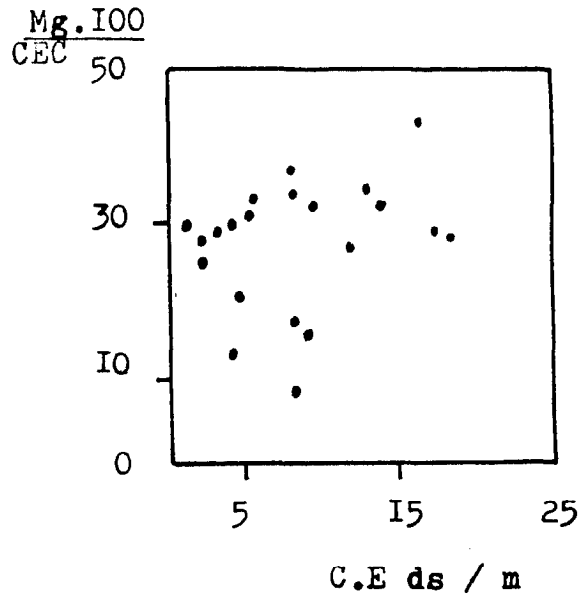


Fig.2.- Variation du taux de magnésium échangeable en fonction de la conductivité électrique

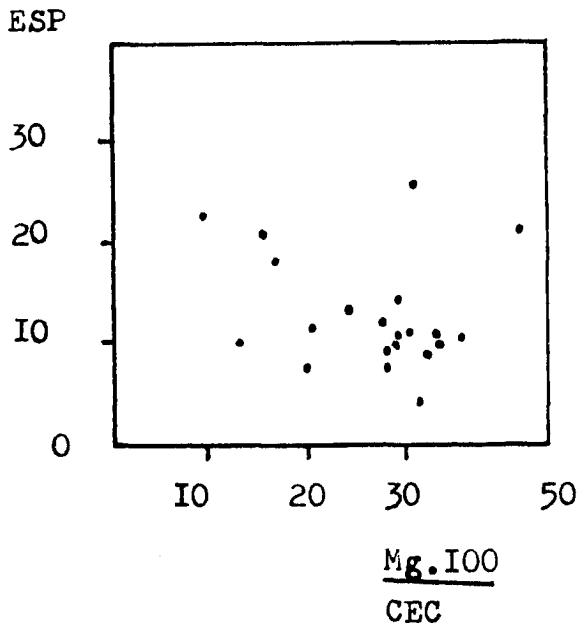


Fig.3.- Relation entre le taux de sodium échangeable et le taux de magnésium échangeable.

Les résultats (Fig.4) donnent des corrélations suivantes :

$$\text{Log Ca}^{++} = 0,25 \log p\text{CO}_2 + 2,53 \quad r = 0,99$$

$$\text{Log Mg}^{++} = 0,27 \log p\text{CO}_2 + 2,0 \quad r = 0,98$$

$$\text{pH} = 0,46 \log p\text{CO}_2 + 6,16 \quad r = 0,98.$$

Ces corrélations montrent que les quantités de calcium et de magnésium soluble augmentent de façon proportionnelle à la pression partielle de CO_2 . La solubilité de cette calcite est supérieure à celle de la calcite des sols carbonatés du Liban (GRAS,1974) sous une pression partielle de CO_2 de 10^{-2} atm et à 23°C , les solubilités, exprimées en mg Ca/l sont les suivantes :

- Calcite des sols calcaires du Liban (GRAS,1974) : 92 mg/l
- Calcite de l'échantillon étudié : 100 mg/l.

Les résultats montrent que le magnésium représente une fraction notable de la solution d'équilibre. Il représente environ 30% de la concentration en calcium (Fig.5). Sans préjuger des autres formes d'origine possible ; ce résultat permet d'affirmer que le carbonate dissous contient du magnésium et si ces valeurs en solution sont le reflet du minéral carbonaté, la calcite du sol étudiée contiendrait, environ 30% de magnésium. Dans ce cas, il ne s'agit plus d'une espèce minérale mais d'une phase minérale dont la formation est envisagée comme celle d'une solution solide au moins partielle, entre les pôles CaCO_3 et MgCO_3 (BENER,1975). Si la solution solide est considérée idéale, les fractions molaires représentent les activités des pôles dans cette solution solide (FRITZ, 1975) :

Ca , Mg mg/l

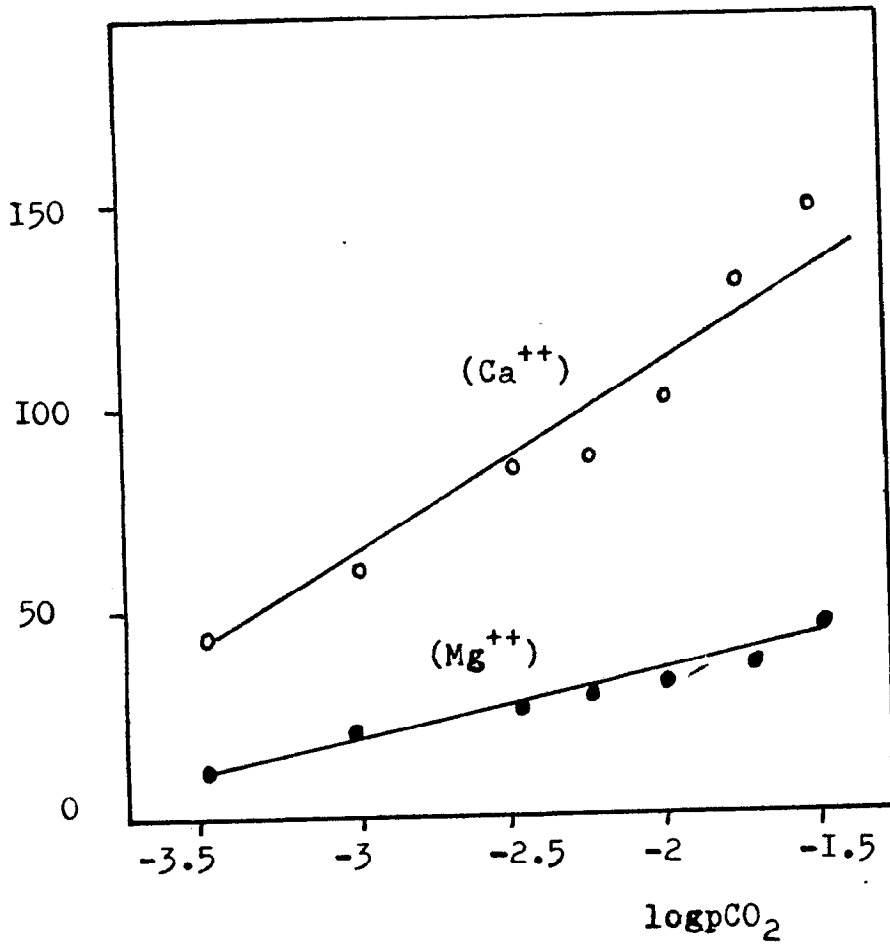


Fig.4.- Variation de la concentration en calcium et en magnésium en fonction de la pression partielle de CO₂

Ca mmole/l

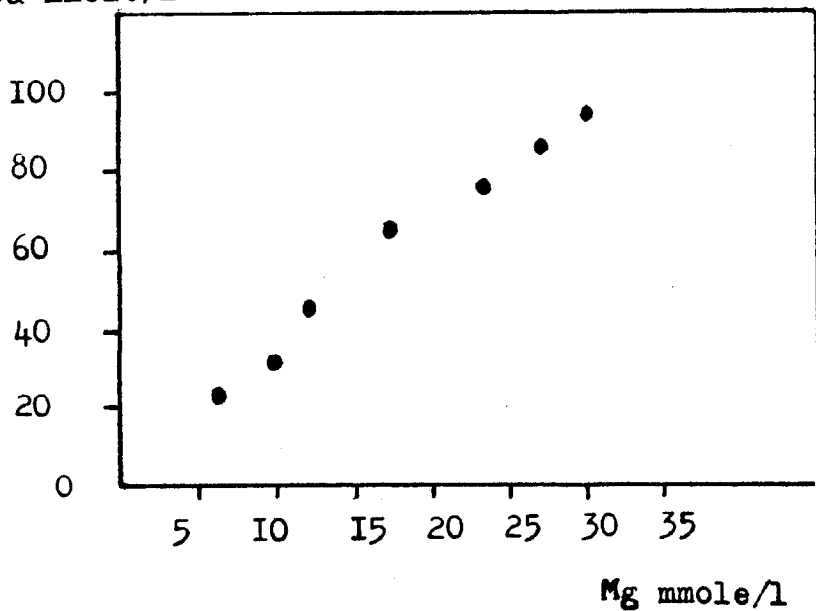
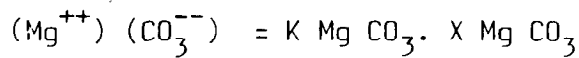
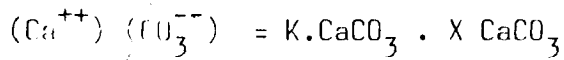
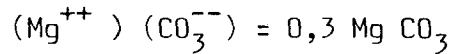
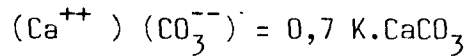


Fig.5.- Proportions de calcium et de magnésium dans les solutions d'équilibre.



soit, dans notre cas, avec $XCaCO_3 = 0,7$ et $X Mg CO_3 = 0,3$

on obtient :



() : activités calculées par l'équation de DEBYE-HUCKEL (1923).

La formation des paires d'ions est négligée dans ce calcul .

$$\text{et } \log Q(\text{phase}) = 0,7 \log Q_{CaCO_3} + 0,3 \log Q MgCO_3$$

Le test de saturation des solutions d'équilibre obtenues par rapport à la calcite, à la magnésite, et à une solution solide calcite magnésite (Fig.6) montre que :

- aucune solution n'est saturée par rapport à la calcite ou à la magnésite
- une seule solution (équilibre sous $\log p CO_2=1,2$) a son point représentatif sur la courbe de saturation de la solution solide calcite-magnésite dont les fractions molaires sont :

$$X CaCO_3 = 0,78 \quad \text{et} \quad X Mg CO_3 = 0,22$$

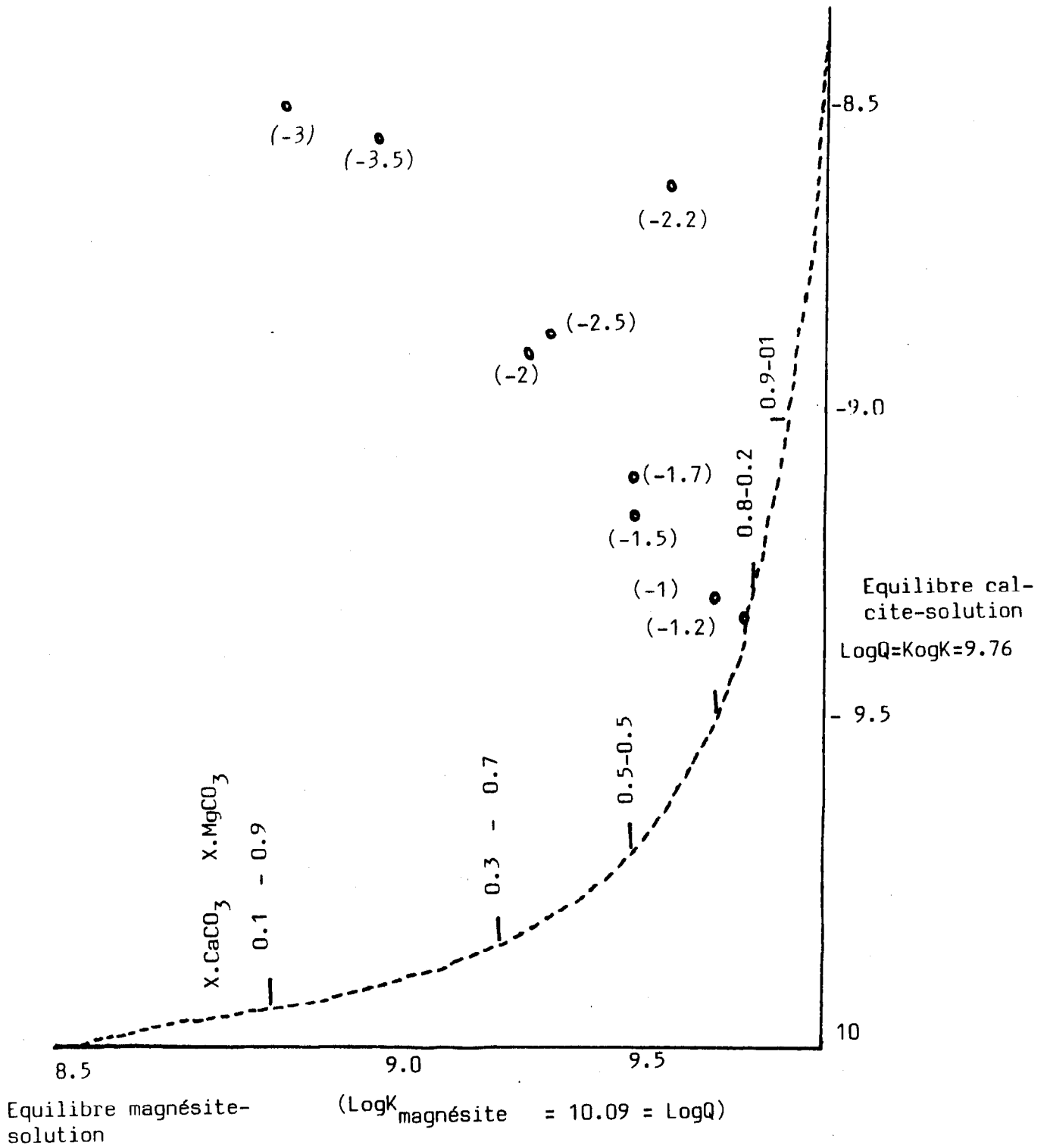


Fig.6.- Etat de saturation des solutions vis à vis d'une solution solide idéale calcite-magnésite (-3.5) = $\text{log}f\text{CO}_2$.

CONCLUSION

Le comportement physico-chimique du magnésium dans les sols des plaines du Chélif leur induit certaines caractéristiques importantes. En effet, les principaux résultats montrent que le magnésium :

- est un cation important dans la solution du sol et sur le complexe adsorbant des sols.
- peut se substituer au calcium dans la composition de la calcite des sols.

Plus généralement, il s'avère que le magnésium joue un rôle important dans les sols des plaines du Chélif.



BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT G., (1975) .- Les sols sodiques en Afrique du Nord.
Annales de l'I.N.A. Alger n°6 pp ; 185-195.
- BERNER R.A., (1971).- Principales of chemical sedimentology
Mac Graw Hill, New-York, 240 p.
- BOULAIN S., (1957).- Les sols des plaines du Chélif.
Thèse Doct. Etat, Université d'Alger.
- DAOUD Y., (1983) .- Contribution à l'étude de la dynamique des
sols dans un sol irrigué du périmètre du
Haut Chélif (Algérie).
Thèse Doc.Ing.Université E.N.S.A. RENNES
194 p.
- DURAND H.H., (1958).- Les sols irrigables. Etude pédologique
S.E.S. Alger, 193 p.

- DURAND J.H., (1956).- Contribution à l'étude des solonetz magnésiens. Bull. de l'A.F.E.S. n°77, pp 508-513.
- DROUBI A., (1976).- Géochimie des sols et des solutions concentrées par évaporation/modèle thermodynamique de simulation. Application aux sols salés du Tchad. Thèse Doct.Ing.Université de Strasbourg, 177 p.
- DUFFEY J.E., STMOU M., GALLEZ A. (1981).- Dessalage et desodification d'un sol marocain irrigué. Agronomie 1 (4) , pp. 265-272.
- FRITZ B, (1975) .- Etude thermodynamique et simulation des réactions entre minéraux et solutions. Application à la géochimie des altérations et des eaux continentales. Thèse Doc. Ing. Université de Strasbourg, 152 p.
- GALINDO G.G., BINGHAM F.T., (1977).- Homovalent and heterovalent exchange equilibria in soils with variable charge Jour. Soil.Sci.Am.Proc. 5. p. 833-886.
- GRAS F. (1974) .- Application d'une méthode expérimentale à la détermination du pH et de la solubilité du carbonate de calcium dans les sols calcaires. Science du Sol , n°1, pp 33-48.
- HALITIM A., (1985) .- Contribution à l'étude des sols des zones arides (hautes plaines steppiques d'Algérie). Morphologie, distribution et rôle des sols dans la genèse et le comportement des sols. Thèse Doc. d'Etat. Université de Rennes. 383 p.
- JACKSON M.L., (1968).- Soils chemical analysis Prentice Hall Inc. New Jersey, U.S.A.
- LAUDELOUT H., (1968).- Thermodynamics of heterovalent cation exchange reactions in amontmorillonite clay. Trans of the Faraday Soc. 546 pp. 1477-1488.
- PETER J., GHOUL S.A. (1972).- Etude agropédologique du périmètre irrigué de la mina. I.N.R.H. Alger.

- RIEU M. (1978) .- Eléments d'un modèle mathématique de production de la salure dans les sols irrigués.
Application aux polders du Tchad.
Thèse Doc. Ing.Univer. Toulouse, 136 p.
- ROWELL D.L., SMAINBERG I. (1979).- The influence of magnesium and easily weathered minerals on hydraulic conductivity changes in a sodic soil .
J.Soil. Sci. 30, pp. 719-726.
- SUAREZ D.L. (1977).- Ion activity products of CaCO_3 in waters below root zone.
Soil . Sci. Soc. Am. J. Vol. 41, n°2 , pp.234-241.
- U.S. SALINITY LABORATORY STAFF (1954).- Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.
U.S.D.A. Handbook n°60 , 160 p.