

# Relation entre la pression partielle de CO<sub>2</sub> dans les pores et la concentration en HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> dans les solutions de sols.

J.M. WACKERMANN

*Laboratoire de Pétrologie-Minéralogie, Centre ORSTOM d'Ile de France,  
32 avenue H.Varagnat, 93143 Bondy Cedex, France.*

## Introduction

Une note antérieure (Wackermann, 1989) présentait le couplage entre la conductivité électrique d'une solution aqueuse et la concentration de chacun des éléments dissous, à partir d'un minéral, au contact de la solution. La dissolution d'un minéral donné dans des solutions se traduit par une relation entre les concentrations  $c$ , dans la phase liquide, d'un des éléments constitutifs du minéral, et la conductivité électrique  $\sigma$  des solutions:  $c = b \sigma^a$ . En coordonnées logarithmiques, les points représentatifs des couples de valeurs  $c$  et  $\sigma$  se placent sur une droite de pente  $a$ , positive, spécifique de l'élément. Le paramètre  $b$ , caractéristique du minéral, représente la valeur de la concentration pour une conductivité égale à la valeur 1 de l'unité de mesure. Pour un même élément, hôte de plusieurs minéraux, les points représentatifs sont situés sur des droites parallèles dont l'ordre correspond à la séquence décroissante de solubilité, de gauche à droite.

## Couplage entre concentration en HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> et conductivité électrique

Pour les ions HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> le coefficient angulaire  $a$  est égal à 1,26. Les paramètres  $b_{\text{HCO}_3^-}$  expérimentaux, décroissent depuis les carbonates jusqu'aux bicarbonates en voie de dissolution, soit pour les valeurs extrêmes:  $b_{\text{HCO}_3^-} = 1,37 \cdot 10^{-6} \text{ mol L}^{-1} \mu\text{S cm}^{-1}$ , à 25°C (magnésite) et  $b_{\text{HCO}_3^-} = 3,33 \cdot 10^{-7}$  (trona).

Les concentrations en HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> dans les eaux de surface (cours d'eau, lacs, nappes peu profondes) ou de pluie, en contact avec le gaz carbonique sous une pression partielle de  $10^{-3,5}$  atm, correspondent à une valeur de référence  $b_{\text{HCO}_3^-} = 2,63 \cdot 10^{-6} \text{ mol L}^{-1} \mu\text{S cm}^{-1}$ . D'où la relation entre la teneur de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ( $\text{mol L}^{-1}$ ) et la conductivité  $\sigma$  ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ):

$$(\text{HCO}_3^-) = 2,63 \cdot 10^{-6} \sigma^{1,26} \text{ ou } \log_{10}(\text{HCO}_3^-) = 1,26 \log_{10}(\sigma) - 5,58$$

## Relation entre concentration en HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> dans les solutions et pression partielle de CO<sub>2</sub> dans les pores de sols

En l'absence de néogénèse de carbonates ou bicarbonates, susceptible d'abaisser la teneur en HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> dans la solution, cette teneur est liée à la pression partielle de CO<sub>2</sub> dans l'air des pores du sol et à la conductivité électrique de la solution. Des analyses effectuées sur des solutions de sol sous forêt, sur un massif dolomitique, et des mesures de pression partielle de CO<sub>2</sub> dans les niveaux aquifères correspondants (Appelo and Postma, 1993; pages 306 à 308) permettent de préciser cette relation, illustrée par la figure 1. L'échantillon 1 correspond à une solution en équilibre avec l'atmosphère ( $P_{\text{CO}_2} = 10^{-3,5}$  atm), l'échantillon 5 est légèrement sursaturé vis-à-vis de la calcite ( $P_{\text{CO}_2} = 10^{-1,3}$  atm).

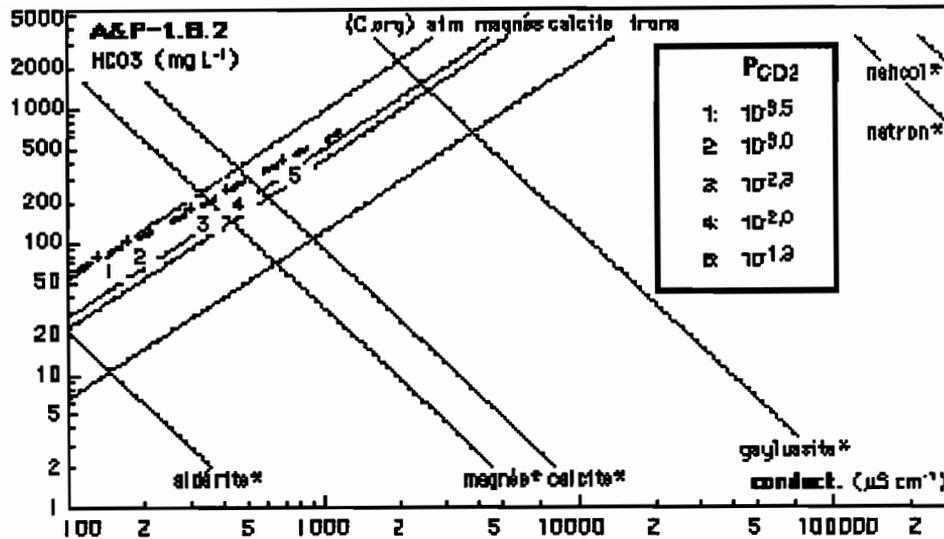


Fig. 1. Variation des concentrations de  $\text{HCO}_3^-$  en fonction de la conductivité électrique de solutions de sols sous forêt (massif dolomitique, Appelo and Postma, 1993). Dans le cartouche, les pressions partielles de  $\text{CO}_2$  dans les aquifères correspondants sont exprimées en atm.

La figure 2 montre le couplage entre les paramètres  $\text{bHCO}_3^-$  et la pression  $\text{PCO}_2$ , linéaire avec des coordonnées logarithmiques. En gardant les mêmes unités, soit  $(\text{HCO}_3^-)$  en  $\text{mol L}^{-1}$ ,  $\sigma$  en  $\mu\text{S cm}^{-1}$  (à  $25^\circ\text{C}$ ),  $\text{bHCO}_3^-$  en  $\text{mol L}^{-1} \mu\text{S cm}^{-1}$  (à  $25^\circ\text{C}$ ), la relation de régression correspondante a pour expression:

$$\log_{10}(\text{bHCO}_3^-) = -0,087 \log_{10}(\text{PCO}_2) - 5,85$$

La relation inversée permet de calculer la pression partielle  $\text{PCO}_2$  à partir du paramètre  $\text{bHCO}_3^-$  :

$$\log_{10}(\text{PCO}_2) = -11,48 \log_{10}(\text{bHCO}_3^-) - 67,17$$

et, en remplaçant  $\text{bHCO}_3^-$  par sa valeur, à partir de la concentration de  $\text{HCO}_3^-$  et de la conductivité électrique  $\sigma$  de la solution :

$$\log_{10}(\text{PCO}_2) = -11,48 \log_{10}(\text{HCO}_3^-) + 14,46 \log_{10}(\sigma) - 67,17$$

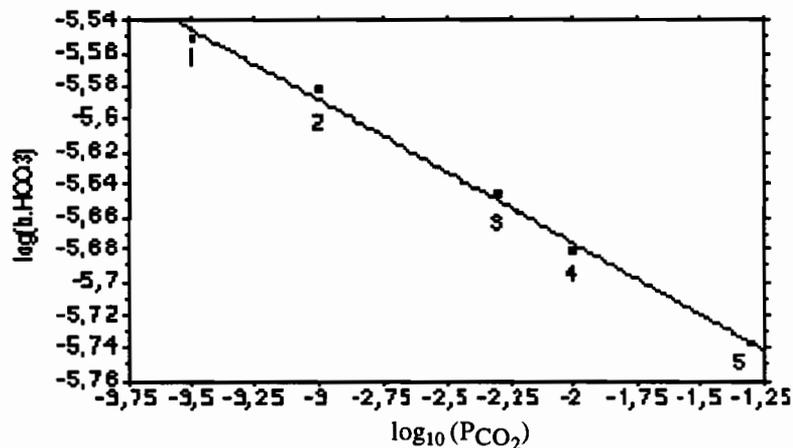


Fig. 2. Variation de  $\log_{10}(\text{HCO}_3^-)$  en fonction de  $\log_{10}(\text{PCO}_2)$ . Les données correspondent aux sols et solutions de la figure 1.

### Influence des néogénèses de carbonates et bicarbonates

Lorsque des authigénèses de carbonates ou de bicarbonates se produisent au sein des terrains aquifères, les teneurs en  $\text{HCO}_3^-$  sont abaissées par rapport à la courbe théorique correspondant à la dissolution du carbonate ou du bicarbonate constitutif de l'aquifère, ou du gaz carbonique d'origine atmosphérique. Les relations mentionnées ci-dessus ne sont alors plus valides. La figure 3 illustre ce phénomène, très accentué dans le cas de tufs superficiels soumis à une intense calcitisation (Zaihua et al., 1995).

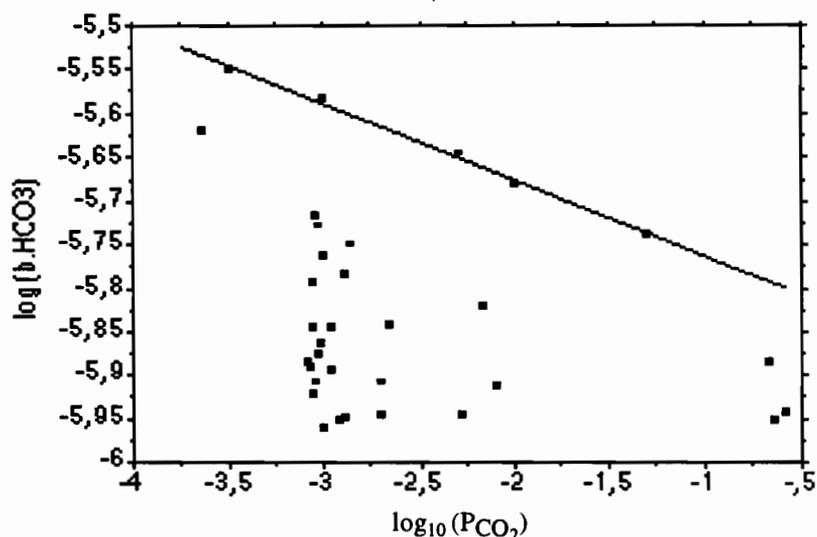


Fig. 3. Variation de  $\log_{10}(\text{HCO}_3^-)$  en fonction de  $\log_{10}(\text{PCO}_2)$  dans le cas d'aquifères (tufs) caractérisés par des néogénèses de calcite (Zaihua et al., 1995). La droite de référence correspond à celle de la figure 2.

### Conclusion

Les données bibliographiques exploitées dans le cadre de cette étude tendent à montrer que la pression partielle  $\text{PCO}_2$  du gaz carbonique présent dans l'atmosphère d'un sol peut être déterminée à partir de la concentration de  $\text{HCO}_3^-$  dans l'eau drainant le sol, et de sa conductivité électrique. Néanmoins cette méthode n'est pas applicable lorsque des processus d'authigénèse de carbonates ou de bicarbonates modifient la concentration de  $\text{HCO}_3^-$  dans la solution et la pression de  $\text{CO}_2$  dans les pores de l'aquifère.

Cette recherche est restée à un stade relativement embryonnaire car les inventaires bibliographiques disponibles ne mentionnent que très rarement, à la fois, les concentrations de  $\text{HCO}_3^-$  dans l'eau de sols, leur conductivité électrique, et la pression partielle de  $\text{CO}_2$  dans l'aquifère.

### Références

APPELO C.A.J. and POSTMA D., 1993. *Geochemistry, groundwater and pollution*. Balkema, Rotterdam, 536 p.

WACKERMANN J.-M., 1989. Propriétés électroniques des solutions aqueuses. Application aux phénomènes de dissolution. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 309, 2, 1301-1307.

ZAIHUA L., SVENSSON U., DREYBRODT W., YUAN DAOXIAN and BUHMANN D., 1995. Hydrodynamic control of inorganic calcite precipitation in Huanglong Ravine, China: Field measurements and theoretical prediction of deposition rates. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 59, 15, 3087-3097.

**DIXIEME REUNION DU GROUPE DE REFLEXION**  
**SUR L'ETUDE DE LA SOLUTION DU SOL**  
**EN RELATION AVEC L'ALIMENTATION DES PLANTES**  
**(GRESSAP)**

ORSTOM Montpellier - 10 septembre 1997