

X-III8

CALCIUMPHOSPHATE EQUILIBRIUM IN THE HARD WATER RIVER THE RHONE

Han.L. GOLTERMAN

Station Biologique du Valat, Camargue, Le Sambuc, Arles (France)

Two monitoring agencies analyse 2 samples of the Rhine and 1 sample of the Rhone for about 20 chemical and physical variables at 7 stations every month. Golterman (1985) analysed 916 of these data sets for their accuracy and showed important errors in the ionic balances. The data were used for a study on the solubility of the calcium/carbonate/sulphate/phosphate system after screening; only data with errors smaller than 6 % have been used in this analysis.

At all stations the water is supersaturated with CaCO_3 , the "apparent solubility product" depending on the pH. The regression line can be described by $\text{IP} = 8.73 \times 10^{-15} \cdot \text{PH}^{15.667}$.

Furthermore an acidification is seen and an increase of the sulphate concentration when going downstream. Golterman has shown that the increase in sulphate concentration is due to the disposal or erosion of gypsum. This addition of CaSO_4 influences the quotient Ca/HCO_3 . The data fit well the theoretical regression line $\text{Ca}/\text{HCO}_3 = 0.5 ([\text{SO}_4] + 0.5$

The acidification originates from the mineralization of organic matter. This acidification is reversible, e.g. when re-equilibrium with the atmosphere is re-established as happens in the delta or the coastal zone.

The six stations downstream the Lake of Geneva are saturated with hydroxy-apatite, the $-\log$ of the ionic product being 50.0 (standard error = 0.3; $N = 479$). The o-phosphate concentration does not therefore depend on the phosphate loading of the Rhone, but on the Ca concentration, the temperature and the pH. As the calcium concentration is considerably increased in the river water, in the delta and the coastal zone large amounts of CaCO_3 and apatite will therefore precipitate. For the Rhone delta this means a precipitation of about 60 tonnes/year.

Equally the disturbance of acidity and buffering capacity may influence heavy metal transport and accumulation in delta and coastal zones as well.

H.L. Golterman (1985). The geochemistry of the Rhine and the Rhone. 5, Synthesis and conclusions. *Annls Limnol.* (Toulouse), 21 (3) 191 - 201.

X-III9

L'EAU PROFONDE EN MÉDITERRANÉE SERAIT-ELLE APPARUE À LA FIN DE L'Holocène INFÉRIEUR ?

Jacques POUTIERS

Département de Géologie et d'Océanographie, I.A. CNRS 197, Université de Bordeaux I, Talence (France)

Les études sur les Ostracodes benthiques (Peypouquet et al., 1984) et Elant (1985) ont montré que pendant le Tardi-Glaciaire (jusqu'à 18 000 ans BP.) et pendant l'ère de transition qui a duré de 15 000 à 9 700 ans BP les conditions écologiques sur le fond avaient favorisé une abondante productivité. On notait en particulier une meilleure oxygénation qu'actuellement. Ces conditions auraient changé au début de l'Holocène (9 700 ans BP), et depuis 7 000 ans BP la Méditerranée aurait acquis son caractère oligotrophique. Comment un tel changement a-t-il pu être réalisé ?

Considérons les mécanismes responsables des déplacements des masses d'eau dans le sens vertical. En Méditerranée occidentale, on trouve la superposition de 3 masses d'eau; (1) l'eau superficielle d'origine atlantique, (2) l'eau intermédiaire, plus salée et relativement chaude, en provenance de la Méditerranée orientale, (3) l'eau profonde, relativement froide. Cette dernière se forme dans la partie NW du bassin pendant la fin de la période hivernale. Cette eau dense (parce que froide) s'étale à une certaine profondeur p. (Bethoux et Prieur, 1983).

Pour renouveler l'eau du fond, il faut nécessairement renouveler de l'eau profonde. Si davantage d'eau du fond était renouvelée en période glaciaire, alors (juste en dessus) davantage d'eau profonde était formée.

Bryden et Stommel (1984) ont montré que pour que de l'eau profonde se forme actuellement, la perte de flottabilité B doit être supérieur à une valeur critique B_c qui dépend du carré de la vitesse du courant sus-jacent (U i). Actuellement $B_c = 46 \text{ Kg/m}^2$. Dans le Golfe du Lion (où l'eau profonde est formée), $B = 50$ à 52 Kg/m^2 en période hivernale (froide). Cette valeur est à peine plus grande que la valeur critique. Si B est plus faible que la valeur critique, l'eau froide hivernale de surface ne s'enfoncerait que jusqu'au niveau de l'eau intermédiaire.

Cependant, lors des hivers très rigoureux, les eaux froides, denses, de surface peuvent s'enfoncer largement et atteindre les grands fonds.

Que s'est-il passé à la fin de l'époque glaciaire ? Il semble qu'alors le bassin méditerranéen était à première vue moins bien drainé qu'actuellement. Cela paraît en contradiction avec les données paléo-écologiques.

Toutefois, pendant l'ère glaciaire et le début du Post-Glaciaire, les variations saisonnières de températures étaient trop faibles pour que l'eau hivernale de surface plonge, et aille renouveler l'eau profonde. Il n'y aurait ainsi eu que 2 masses d'eaux : la superficielle (atlantique) et celle, uniforme, sous-jacente, (" méditerranéenne ").

L'eau profonde telle que nous la connaissons a pu être formée à partir de l'époque où les contrastes saisonniers ont été suffisamment marqués.

BETHOUX J.P., PRIEUR L.; 1983 - Hydrologie et circulation en Méditerranée nord-occidentale. *Pétrole et Technique*, ASS. fr. Techniciens Pétrole, et C.F.P., " ECOMED "; 13 - 22.

BRYDEN H.L., STOMMEL H.M.; 1984 - Limiting processes that determine basic features of the circulation in the Mediterranean Sea. *Oceanologica Acta*, 7; 289 - 296.

ELANT M.O.; 1985 - Les Ostracodes témoins des échanges Atlantique - Méditerranée. Th. 3c, Univ. Bordeaux I, IGBA; 230 p.

PEYPOUQUET J.P., CARALP M., DEVAUX M., ELANT M.O., FAUGERES J.C., GROUSSET F., PUJOL C., VERGNAUD-GRAZZINI C.; 1984 - 1985 - Evolution des relations hydrologiques Atlantique-Méditerranée. Résumé. *Soc. géol. France*, Paris; Séance spécial; Déc. 1984.