

Etude préliminaire des rapports D/H de minéraux hydroxylés à Salau et Costabonne

par

P. TOULHOAT*

9.1. Echantillonnage et résultats bruts des analyses

Les mesures des rapports D/H effectuées à Salau et Costabonne(**) concernent les minéraux suivants :

a) Pour Salau, on ne dispose pour le moment que d'échantillons de minéraux « tardifs », correspondant à des phases d'altération postérieures à la phase majeure à pyrrhotite-scheelite, cette dernière étant très pauvre en amphibole (P. SOLER, 1977). Ces minéraux sont les suivants : de la chlorite de remplissage de veines (79-2 et 79-2'), une chlorite pseudomorphosant la biotite du granite (79-1 et 79-6), de la muscovite en veines dans le granite, accompagnée de quartz (79-19), et de la ferro-trémolite, dans des fissures tardives recoupant les skarns (79-5).

b) pour Costabonne, on a analysé les minéraux suivants : une serpentine d'altération de la forstérite des skarns (NT6, CB12), de la phlogopite associée au diopside, reprenant probablement un ancien spinelle (1053), une amphibole d'altération du pyroxène ferrifère (C40), une chlorite d'altération tardive des grenats, aux épontes de veines à quartz-pyrite recoupant les grenatites et grenato-pyroxénites (voir B. GUY, 1979).

Les résultats bruts sont consignés sur la figure 66. Nous remarquons déjà que les deux groupes correspondant à Salau et Costabonne sont nettement disjoints. Les δD des minéraux (par rapport au SMOW) se regroupent entre -30‰ et -50‰ avec une valeur à -72‰ pour Salau et entre -95‰ et -120‰ pour Costabonne.

9.2. Eléments d'interprétation : l'origine des fluides

Si l'on veut remonter au δD de l'eau en équilibre avec les minéraux lors de leur formation, ou lors du dernier rééquilibrage, il faut choisir une température et connaître leur composition, en particulier les proportions de Al, Fe, Mg en site octaédrique, qui influent beaucoup sur le fractionnement. Nous

avons choisi la température de 300°C , qui semble être compatible avec les paragenèses analysées et la situation géologique. Un écart de $\pm 50\text{°C}$ a une influence pratiquement négligeable sur le fractionnement pour les minéraux choisis et dans ce domaine de température. Les courbes de frac-

* Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne et Ecole Normale Supérieure de Paris.

** Travail effectué au C.R.P.G. de Nancy avec S.M.F. SHEPPARD, dans le cadre d'un programme de recherche financé par la Commission des Communautés Européennes (C.C.E.).

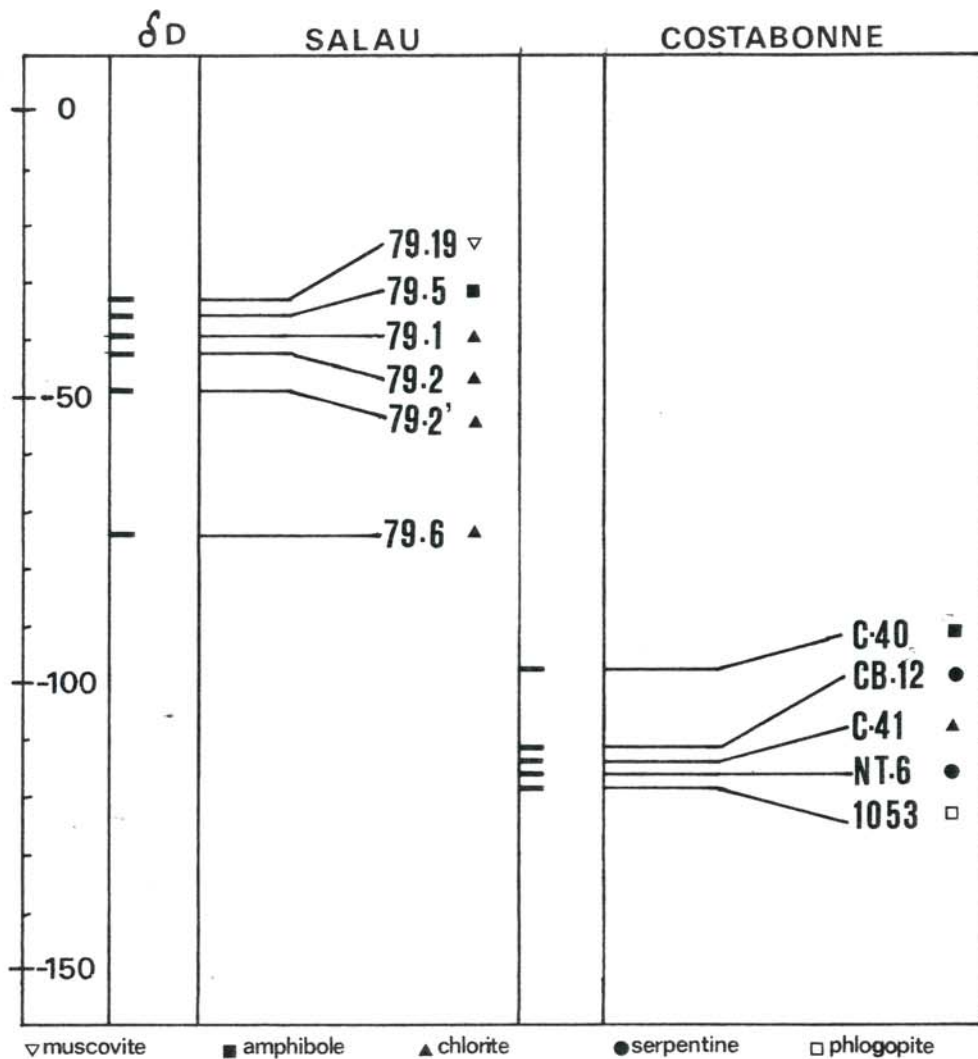


Fig. 66. — δD des minéraux en ‰ par rapport au SMOW.

tionnement utilisées sont récapitulées dans l'article de H.P. TAYLOR (1974). Les résultats obtenus ont été reportés sur la figure 67.

On obtient pour Salau des valeurs δD_{H_2O} groupées entre +4 et -3 ‰, avec une valeur à -30 ‰ (79-6), et pour Costabonne quatre valeurs groupées entre -73 et -95 ‰, avec une valeur à -55 ‰ (C40). La discussion sur l'origine des eaux doit faire aussi intervenir la valeur de δD des eaux météoriques, à l'époque de formation et d'altération des skarns. On peut penser que celles-ci avaient un δD se situant entre 0 et -30 ‰. En effet, à la fin du Carbonifère et au début du Permien, la région d'Europe où se situent les gisements étudiés subissait un climat subtropical où le δD des eaux météoriques devait se rapprocher de 0 ‰ comme

l'indiquent les observations actuelles. Ceci est attesté par des données paléogéographiques et paléomagnétiques. S.M.F. SHEPPARD (1977) a évalué d'autre part la valeur du δD des eaux météoriques à la même époque dans le Cornubian Batholith à environ -30 ‰, la paléolatitue étant dans ce cas de 10° supérieure. L'influence de l'altitude du site à cette époque est beaucoup plus difficile à évaluer.

Si donc nous estimons les δD des eaux météoriques à des valeurs comprises entre 0 ‰ et -20 ou -30 ‰, le δD_{H_2O} de Salau correspond à ces valeurs; la chlorite (79-6) à -30 ‰ est un peu isolée, ceci peut-être parce que la biotite qu'elle pseudomorphose n'a pas entièrement disparu et influe encore sur le δD en y ajoutant une compo-

sante d'origine magmatique. Pour Costabonne au contraire, on serait dans un domaine magmatique, ce dernier ayant été défini (H.P. TAYLOR, 1974) entre -50 et -185 ‰. Il faut cependant remarquer que les minéraux mesurés à Salau correspondent aux phases les plus tardives de l'histoire du

gisement, où l'on constate donc une influence météorique, qui n'exclut pas une participation d'eau « magmatique » dans les phases plus précoces, comme semble l'indiquer l'étude isotopique de l'oxygène dans les carbonates (cf. chapitre 8).

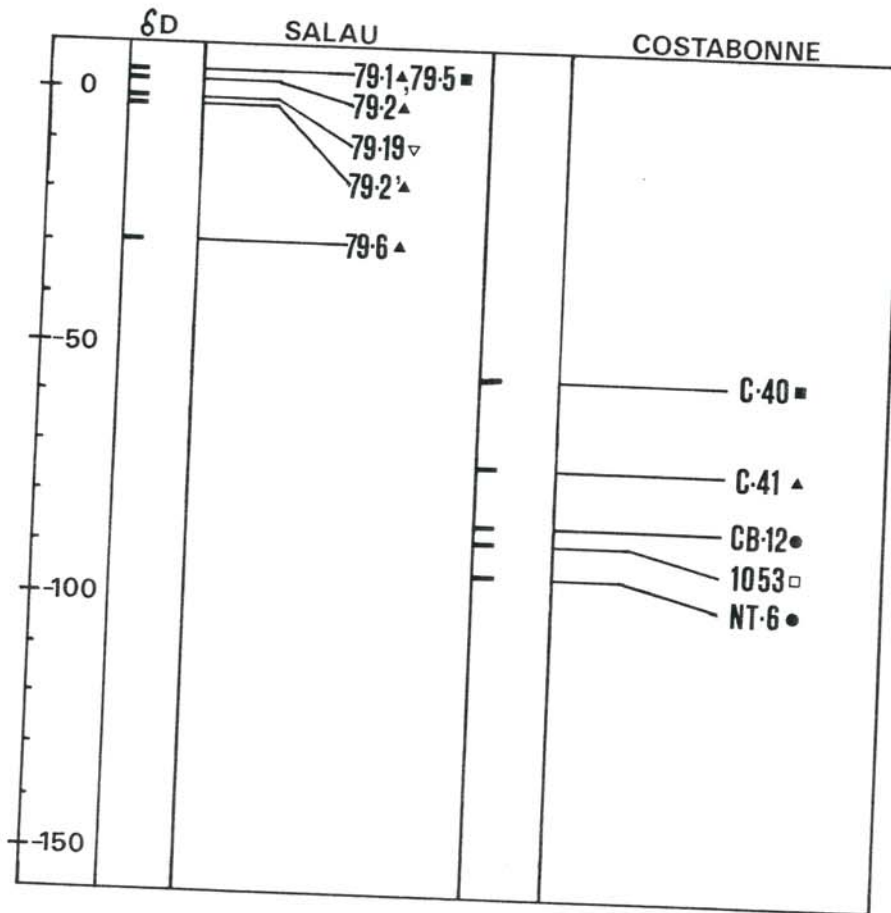


Fig. 67. — δD de l'eau en équilibre avec les minéraux à 300 °C. Voir figure 66 pour la légende des symboles.

9.3. Quelques particularités de l'évolution hydrothermale de Costabonne

Dans le cas de Costabonne, d'autres faits appellent des commentaires :

1. Le δD_{H_2O} de la chlorite tombe dans le même domaine que celui d'autres minéraux probablement antérieurs, comme la phlogopite et la serpentine.
2. Les fractionnements invoqués pour l'établissement de la figure 67 ont pour effet d'étaler

notamment l'intervalle de δD_{H_2O} pour Costabonne, éloignant sensiblement l'amphibole C40. Il est douteux que des eaux différentes soient responsables de la formation d'une amphibole aux dépens d'un pyroxène et de serpentine aux dépens de forstérite à quelques centimètres de distance, ces deux minéraux étant considérés comme synchrones.

Ces deux remarques suggèrent que l'altération des minéraux primaires à Costabonne a pu se faire en système fermé, par une auto-altération utilisant l'eau de porosité du stade antérieur à forte composante magmatique lors de la baisse de température, et ce, sans flux nouveau. Des calculs simples montrent que ceci est possible du point de vue des volumes relatifs eau/roche mis en jeu. La conséquence en serait que des minéraux divers auraient le même δD , égal au δD de l'eau de porosité, sans fractionnement. Ceci expliquerait le regroupement des valeurs de δD de minéraux que la correction étale de façon difficilement compréhensible autrement. Une réserve à cette hypothèse est la valeur faible du δD_{H_2O} , entre -120 et -95 ‰,

remettant en cause non pas le processus invoqué mais plutôt l'origine de l'eau. Ces valeurs, plutôt inférieures à -100 ‰ sont un peu faibles pour des eaux magmatiques. Ce décalage aurait pu être produit par une contamination, à un stade précoce par une eau météorique légère, bien différente de celle invoquée précédemment. Cette hypothèse reste à démontrer.

En résumé, ces études montrent que différents types d'eau ont pu intervenir dans l'évolution de Salau et Costabonne : une eau météorique de δD compris entre 0 et -30 ‰ pour les phénomènes hydrothermaux tardifs de Salau et une eau vraisemblablement magmatique pour les phénomènes hydrothermaux de Costabonne.