

Sables, grès et calcites de Fontainebleau, par Médard Thiry

Résumé de la conférence du 14 mars par François Giger et Michel Duchêne

Objectif : expliquer la démarche qui a permis d'établir l'état actuel des connaissances sur les sables, calcites et grès.

1) Les sables de Fontainebleau sont réputés très purs, blancs à 99,9 % de SiO_2 , et sont utilisés par les verriers, notamment ceux de Murano. Un arrêté royal de Louis XV du 2 juillet 1751 ordonne l'établissement d'une verrerie de « Bagneaux ».

Mais ces sables déposés au Stampien (33 Ma) n'étaient pas blancs, comme le montrent les connaissances récemment acquises, à partir des exploitations industrielles lorsqu'elles s'éloignent des vallées, et à partir des sondages plus éloignés des zones d'affleurement. Sous les sables blancs existent des sables plus ou moins colorés, voire noirs quand on s'éloigne des vallées.

Le mécanisme de présence de sable blanc en bord des vallées est ainsi expliqué : le faciès clair résulte de l'oxydation par l'infiltration des eaux de pluie acides : plus l'eau est acide, plus le sable est blanchi. Quand on s'éloigne des vallées, le transit des eaux de pluie à travers le niveau calcaire non érodé tamponne ces eaux qui deviennent moins blanchissantes. Les sables noyés dans la nappe phréatique restent noirs.

2) Les calcites ont toujours intrigué : De Lassone, médecin de Louis XVI, est le premier à publier sur les calcites de Belle-Croix il y a 250 ans ; 5 parties de sable pour 3 de spath. Cuvier et Brongniard (1811) ont proposé, hypothèse audacieuse, une origine superficielle pour les calcites.

Les calcites de Fontainebleau sont des rhomboèdres inverses qui peuvent former des sphérolites en structure de croissance concentrique avec des pointes de calcite vers l'extérieur. Chaque objet est un monocristal pluri-centimétrique, ce qui se voit en lumière polarisée. Ces cristaux se développent en contournant les grains de sables qu'ils rencontrent.

Il a fallu des datations précises pour déterminer le mode de dépôt de ces calcites, ainsi que leur âge : la datation au ^{14}C indique que les calcites sont très jeunes, de 30000 à 45000 ans ; leurs âges se calent sur les périodes glaciaires du Quaternaire.

Le mécanisme de formation est le suivant :

La calcite en solution $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ contient 2 CO_2 pour 1 Ca ; et CO_2 est plus soluble dans les eaux froides que dans les eaux chaudes

Pendant les périodes froides, le permafrost est gelé sur une épaisseur jusqu'à 10m, 20m ou 50m. L'eau froide qui percole au travers se réchauffe plus bas et y largue une partie de son CO_2 , ce qui forme de la calcite insoluble: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ devient CaCO_3 (1 CO_2 pour 1 Ca) + CO_2 + H_2O .

Les calcites sont donc récentes et liées au climat.

3) Les grès de Fontainebleau qui flottent au sein des sables non consolidés et forment de grands alignements E-W ont toujours intrigué les géologues=

A Fontainebleau on a longtemps pensé à un schéma de fronts de dunes : Henriette Alimen a proposé en 1936 un modèle d'encroûtement, concomitant de la formation des dunes au Stampien, par silicification au sommet du fait de l'évaporation de l'eau. Ce modèle est rapidement devenu la référence au niveau mondial. Toutefois trois difficultés de compréhension subsistent :

a) comment expliquer des couches d'épaisseur multi-métrique ? Une fois une couche de silice déposée et créant une barrière imperméable, comment imaginer d'autres apports hydriques ?

b) la chimie ? Les eaux des lacs inter-dunaires sont chargées en calcaire. Comment expliquer que de la silice se dépose par évaporation ?

c) comment expliquer des dalles superposées ?

La recherche d'un modèle explicatif plus convainquant passe par l'exploitation de 385 sondages, ce qui crée des surprises :

- la plupart des sondages ne rencontrent pas de grès ; les grès sont limités aux zones d'affleurement des sables, au maximum à 300-500 m ;
- certains sondages présentent des niveaux indurés cimentés par de la calcite, plus ancienne que la silice ;

- si les grès s'étaient formés dans les dunes du Stampien avant le dépôt de la couverture calcaire, leur distribution devrait être indépendante de la géographie actuelle, alors qu'ils sont notoirement liés aux morphologies des vallées d'âge plio-quadernaire.

La disposition horizontale des grès et la superposition de plusieurs nappes ont conduit à imaginer que leur cimentation était liée à la nappe phréatique, et à se rapprocher du mécanisme de dépôt de la calcite.

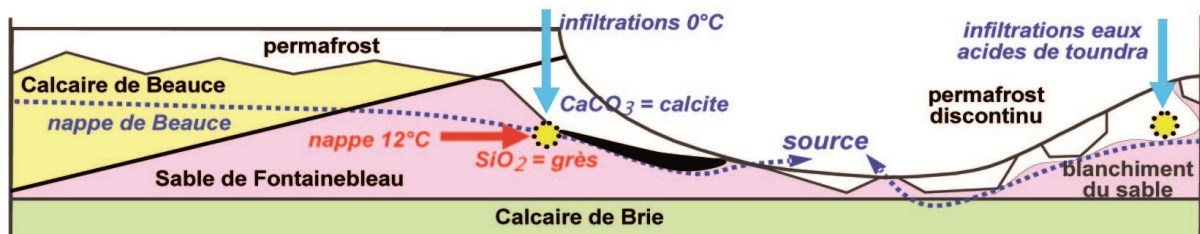
L'eau de la nappe phréatique de Beauce contient 14 à 18 ppm de SiO_2 , à une température de 10-12°C. Et la solubilité de la silice croît avec la température ; les quartz précipitent au refroidissement. Avec un débit de source à 25 m³/h, il suffirait de 13000 ans pour faire une lentille de grès de taille moyenne à partir de 7 ppm de silice.

Les lentilles de grès se forment donc par précipitation de la moitié de la silice en solution, dans la zone d'écoulement de la nappe au voisinage de l'affleurement, là où elle se refroidit autour de 1 à 2°C. Les lentilles successives se forment lentement à chaque position stabilisée de la nappe phréatique.

On a ainsi un mécanisme d'accrétion de dalles épaisses qui explique la beauté des formes silicifiées (Aigle de Darvault).

Un nouveau modèle résulte de ces réflexions et analyses, modèle de dépôts qui s'applique largement dans les régions nordiques des Etats-Unis et de l'Europe :

- 1) calcites par réchauffement des eaux froides au contact des eaux plus chaudes de la nappe,
- 2) grès par refroidissement des eaux chaudes de la nappe près des sources froides en surface,
- 3) blanchiment des sables par infiltration d'eaux acides de la toundra couvrant le massif.



Depuis 100 ans la culture géologique attribuit les silicifications superficielles à des climats chauds et secs alors que les climats du Plio-quaternaire ont été tempérés et glaciaires. Seules les meulière sont depuis longtemps reconnues de cet âge.

Les encapuchonnements des grès que l'on trouve dans le bassin parisien pourraient s'expliquer par une deuxième grésification tardive.