

Pressions et températures dans un stockage souterrain

À la surface du sol, la pression atmosphérique et la température ambiante déterminent les conditions de l'équilibre thermodynamique. En profondeur, les contraintes dans la roche et les pressions de fluide naturelles sont beaucoup plus élevées. Ces conditions sont favorables au stockage de grandes quantités de fluides, et surtout de gaz, qui occupent un volume qui est en raison inverse de la pression. À 500 m de profondeur, le volume occupé par la même masse de gaz est 50 fois plus petit qu'à la surface du sol.

De même la température naturelle (« géothermique ») augmente avec la profondeur. Le gradient géothermique est de l'ordre de $dT/dz = 0,03^{\circ}\text{C}/\text{m}$. A 1000 m de profondeur, la température peut être de l'ordre de 40 à 45°C. Au-delà de 800 mètres de profondeur, pression et température naturelles sont supérieures à leurs valeurs critiques pour le CO_2 (31°C et 7,4 MPa), ce qui permet de le stocker sous forme particulièrement dense.

Plus spécifiquement, un bassin sédimentaire est constitué d'une succession de couches poreuses et perméables (aquifères) et de couches moins perméables (aquitards). La pression de l'eau contenue dans les aquifères est en général proche de la pression hydrostatique comptée depuis la surface, où $\gamma_w = 0,01 \text{ MPa}/\text{m}$ est le poids volumique de l'eau. La pression géostatique, où $\gamma_T = 0,023 \text{ MPa}/\text{m}$ (typiquement) est le poids volumique moyen des terrains, ne doit en revanche jamais être excédée par les fluides stockés en raison du risque de fracturation. La pression halmostatique ($\gamma_h = 0,012 \text{ MPa}/\text{m}$) est la pression qui règne dans une colonne remplie de saumure saturée débouchant à l'atmosphère.

Les quantités notées « γ » sont appelées « **gradients** » et, par extension, on définit le gradient des produits stockés en un point spécifié en divisant la pression du fluide en ce point par sa profondeur, ce qui permet de fixer des règles indépendantes de la profondeur.

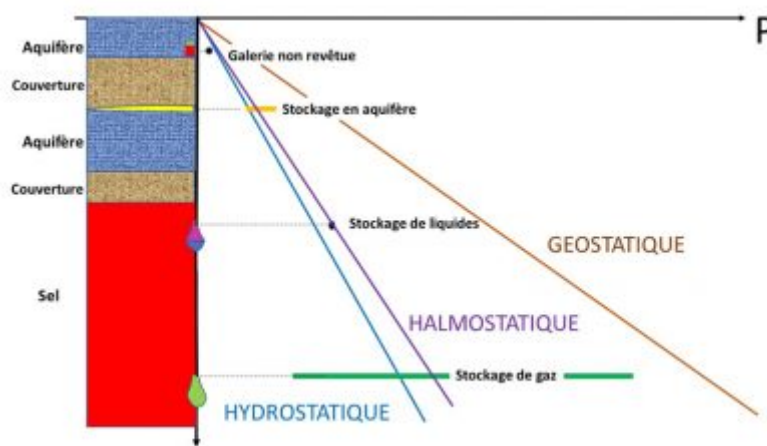


Figure 1. Pressions de stockage fonction de la profondeur et du type d'ouvrage [Source : © Pierre Bérest]

Ces conditions de température et de pression déterminent la phase et la pression du fluide dans le stockage. La pression des produits stockés à l'état biphasique dans un stockage non revêtu en galerie, qui reste constante, doit être inférieure à la pression hydrostatique, pour assurer un écoulement d'eau du massif vers l'ouvrage, ce qui fixe leur profondeur à une grosse centaine de mètres

La pression du gaz dans un stockage en aquifère varie entre la pression hydrostatique, à stock bas, et un gradient maximal de 0,015 MPa/m, à stock plein.

Dans une cavité saline de stockage de produits liquides ou liquéfiés, la pression (constante, hors essais et maintenance) est halmostatique, soit 0,012 MPa/m. Ainsi, si le propane est stocké à l'état biphasique en galerie non revêtue, il l'est en revanche à l'état liquide en cavité saline, en général plus profonde.

Dans une cavité saline pour le stockage de gaz naturel, la pression maximale est de l'ordre de 0,018 MPa/m ; la pression

minimale est de l'ordre de 0,002 à 0,006 MPa/m, suivant les circonstances locales.

Références et notes

Image de couverture. Accroissement de la pression avec la profondeur ; les plongeurs en apnée doivent être capables d'y résister. [Source : pixabay. Image libre de droits.]

L'Encyclopédie de l'environnement est publiée par l'Université Grenoble Alpes.

Les articles de l'Encyclopédie de l'environnement sont mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.
