Propriétés des hydrocarbures et stockage souterrain

Un corps simple (H_2, CO_2, O_2, alcanes C_nH_{2n+2}) est caractérisé par une équation d'état, par exemple une relation entre la pression, P, le volume massique, v, et la température absolue, T. Pour un gaz, $Pv = rT$ est une approximation passable de l'équation d'état et de même, pour un liquide, $v/v_0 = 1 + \alpha(T-T_0) - \beta(P-P_0)$. Le long d'une ligne isotherme dans le plan (v, P), ces deux états sont séparés par un domaine de transition, dit biphasique, entre les points v_L et v_G de la Figure 1. Dans ce domaine la pression est constante et les deux phases coexistent dans des proportions variables. Lorsqu'on augmente la température, le segment de l'équilibre biphasique devient de plus en plus étroit jusqu'à se réduire à un point, défini par la pression, la température (T_c) et le volume **critiques**.

On peut aussi tracer les lignes d'équilibre biphasiques (liquide-gaz, liquide-solide, solide-gaz) dans le plan P, T, Figure 1 en haut à droite. La ligne d'équilibre liquide-gaz commence au point triple (Tr) et s'achève au point critique (C). Au-delà se trouve le domaine supercritique où les deux états ne se distinguent plus, on a affaire à un liquide léger ou un gaz lourd.

Ces données physiques déterminent l'économie du transport et du stockage des hydrocarbures. On a tracé la température d'évaporation à la pression atmosphérique des alcanes (composants principaux des hydrocarbures) en fonction de leur indice n, (Figure 1 en bas à droite). Le rapport v_G / v_L des volumes occupés pour une même température par la phase gaz et la phase liquide est de 350 pour le propane à 15°C et 0,8 MPa, et de 600 pour le méthane à -162°C et 0,1 MPa : c'est un écart considérable, et le volume nécessaire pour stocker les hydrocarbures qui sont liquides ($n > 4$) dans les conditions ordinaires (0,1 MPa, 15°C) est bien plus réduit. Ceci explique le succès exceptionnel au 20e siècle des hydrocarbures liquides, et la difficulté à leur substituer d'autres formes d'énergie : ils sont faciles à transporter, à distribuer et à stocker, même pour l'utilisateur final (réservoir d'essence). Cela vaut aussi pour les produits gazeux dans les conditions ordinaires mais faciles à liquéfier en les comprimant ou les refroidissant quelque peu (propane, $n = 3$ et butane $n = 4$), point A (0,1 MPa, 15°C) de la Figure 1: on peut les stocker dans les briquets ou les bleuets de camping. Les alcanes gazeux, plus difficilement liquéfiables (méthane composant le gaz naturel, $n = 1$ ou éthane, $n = 2$) ne présentent pas les mêmes avantages, leurs distribution et stockage sont nécessairement centralisés (même si le gaz naturel se stocke parfois sous forme biphasique à 0,1 MPa et -162°C en bateau méthanier). Le développement de leur production et de leur utilisation a été plus lent que ceux des hydrocarbures liquides et, pour leur stockage en grande masse, la solution souterraine sous forte pression est pratiquement la seule.

D'autres produits peuvent être stockés en souterrain sous forme hypercritique, lorsque leur température critique est inférieure à la température naturelle des terrains (éthylène, propylène). C'est aussi le cas de CO_2, supercritique au-delà de $T_c = 31$°C et $P_c = 7{,}4$ MPa, des conditions qu'on trouve naturellement au-delà de 800 m de profondeur.

Références et notes

Image de couverture. Dans une grotte la présence des stalactites et de la rivière souterraine met en évidence les échanges continuels entre les phases solide, liquide et gazeuse. [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.