

Stockage de dioxyde de carbone

Le principal danger du stockage des fluides est l'explosion. Nous étudions le cas du dioxyde de carbone, dont on donne le diagramme de Clapeyron ci-dessous. La température du point critique du CO_2 est $T_c = 304 \text{ K} = 31 \text{ }^\circ\text{C}$, supérieure à la température ambiante qu'on prendra égale à $17 \text{ }^\circ\text{C}$. La bouteille en acier contenant le fluide est indéformable. Elle peut résister à une pression de 90 bar.

1) On envisage de le stocker sous forme gaz, sous 30 bar. Placer le point qui représente l'état du système dans le diagramme de Clapeyron. Que vaut le volume massique ?

2) On envisage une augmentation de température de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ (exposition au Soleil par exemple). Tracer alors l'évolution du système dans le diagramme. Quelle est la pression finale ?

Il n'y a dans ce cas pas de problème d'augmentation trop importante de pression. Mais en revanche, la masse volumique n'est pas très importante et le stockage nécessite donc un volume très important. Pour le stocker de façon compacte, on choisit une masse volumique plus importante, donc un volume massique plus faible. Toujours à $17 \text{ }^\circ\text{C}$, on envisage un stockage sous forme liquide et vapeur à la fois, représentée par le point F sur le diagramme.

3) Pour une augmentation de température de $20 \text{ }^\circ\text{C}$, tracer l'évolution du système dans le diagramme. Quelle est la pression finale ?

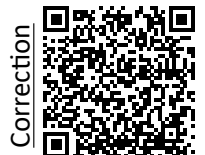
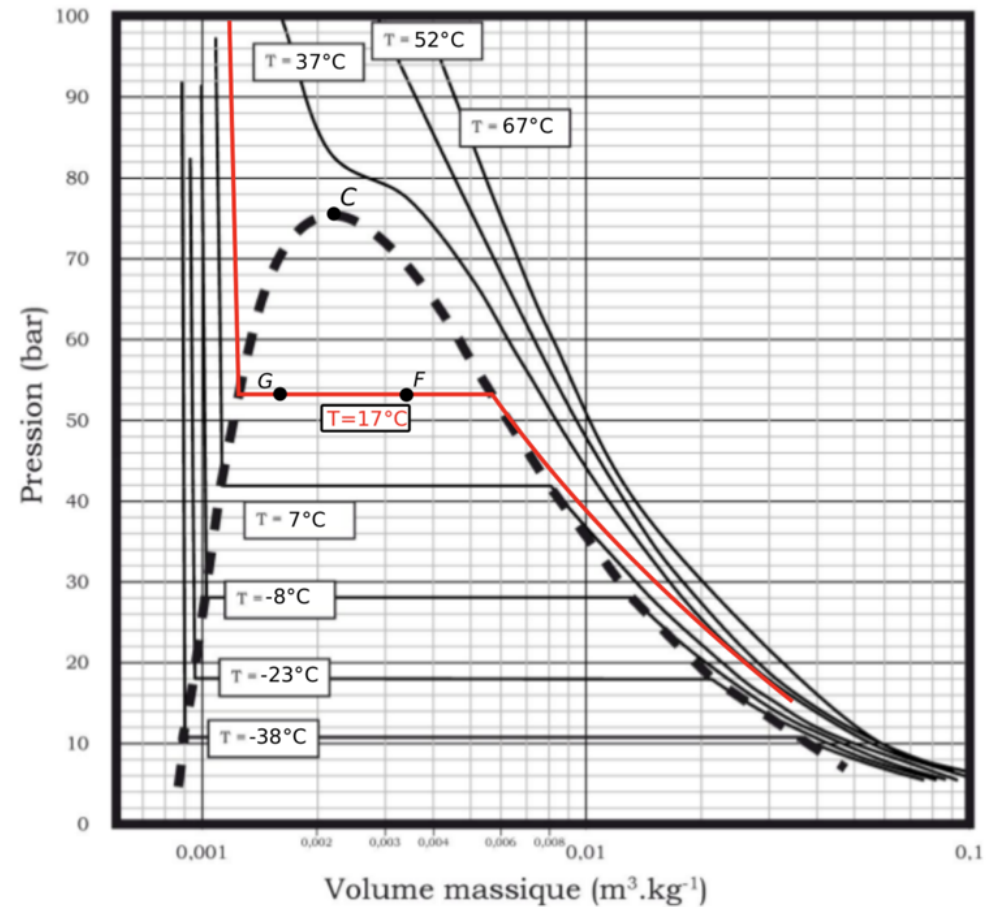
4) Même question si on choisit une proportion de liquide initiale plus importante (point G sur le diagramme).

Enfin, le plus efficace en terme de place est de le stocker sous forme entièrement liquide, à la température ambiante de $17 \text{ }^\circ\text{C}$, nous choisissons une pression de 60 bar.

5) Placer le point qui représente l'état du système dans le diagramme de Clapeyron.

6) Pour une augmentation de température de $20 \text{ }^\circ\text{C}$, tracer l'évolution du système dans le diagramme. Quelle est la pression finale ?

7) Conclure : sous quelle forme est-il plus avantageux de stocker un fluide comme le CO_2 ?

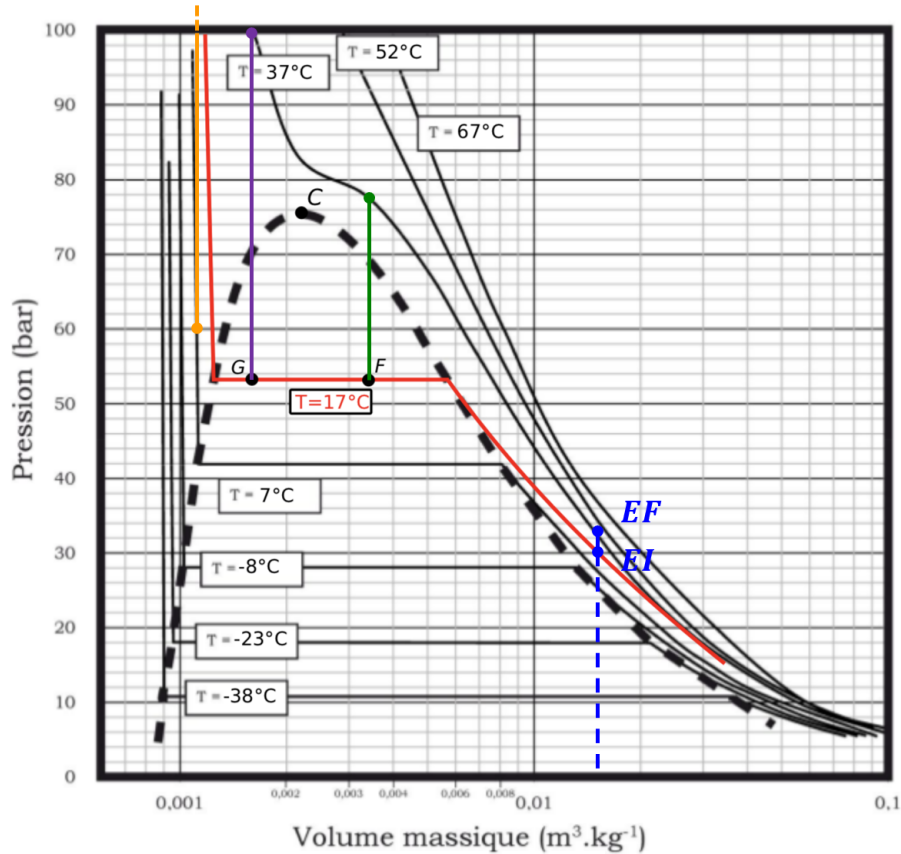


Correction

1) Le point $P = 30$ bar et $T = 17^\circ\text{C}$ possède un volume massique d'environ :

$$v = 0,014 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$$

2) Ni la masse du système, ni son volume ne peuvent changer au cours de la transformation. Le volume massique est donc constant. La transformation se traduit alors par une droite verticale. On atteint une pression finale 33 bar environ (courbe bleue).



3) Il s'agit toujours d'une droite verticale. On atteint une pression finale 78 bar environ (courbe verte).

4) Il s'agit toujours d'une droite verticale. On atteint une pression finale 100 bar environ (courbe violette).

5) Point orange.

6) Courbe orange : $P > 100$ bar sans que l'on puisse lire la valeur sur ce graphique.

7) Pour ce genre de fluide (où la température du point critique est supérieure à la température ambiante) il faut prendre optimalement un volume massique égal à celui du point critique. Cela offre un bon compromis entre faible volume massique (donc grande masse stockée pour un volume donné) et faible augmentation de pression lors d'un échauffement involontaire.