

I

Cryogénie c'est quoi ?

Science des très basses températures $< 123 \text{ K}$ ($123-273 = -150 \text{ °C}$)

Cryogènes ou substances cryogéniques :

Substances d'intérêt que l'on ne peut obtenir sous forme pure qu'en utilisant la cryogénie.

Quelles sont ces substances?

Cryogène	T _{normale} (à P = 1 Atm.) d'ébullition en [K] et en °C
Méthane, CH ₄	111,67 (-161,33 °C)
Oxygène, O ₂	90,19 (-182,81°C)
Argon, Ar	87,30 (-185,7 °C)
Air (N ₂ + O ₂ + Ar)	78,6 (-194,4°C)
Azote, N ₂	77,36 (-195,64°C)
Normale H ₂	20,39 (-270,61°C)
He ₄	4,230 (-265,77 °C)

Qu'est ce que le Kelvin [K]?

C'est l'unité de l'échelle absolue des températures. « Absolue » voulant dire ne dépendant pas de la nature du fluide. L'autre échelle des températures, la plus connue, est le °C : le degré Celsius ou degré centigrade. L'échelle en degré centigrade est une échelle relative (elle a été conçue par rapport aux propriétés physiques de l'eau). En effet :

0 °C = congélation de l'eau pure à P = 1 Atm.

100 °C = évaporation de l'eau pure à P = 1 Atm.

$$T_{[^{\circ}\text{C}]} = T_{[\text{K}]} - 273,15$$

Quels sont les domaines importants de la cryogénie ?

Espace

- Propulsion par fusée où l'hydrogène liquide est utilisé comme carburant pour propulser les fusées et l'oxygène liquide est utilisé comme oxydant (ou comburant) ...etc.

Mécanique

- La séparation magnétique à l'aide d'aimants supraconducteurs (obtenues par cryogénie) assure une bonne séparation de matériaux diverses ...etc.
- Les traitements thermiques : La vie des outils, des moulages avec traitements cryogénique, est augmentée.
- Le recyclage : - transforme les déchets des matériaux en matières premières en le soumettant à des températures cryogéniques. Exemple PVC et autres plastiques...

Médecine

- La cryochirurgie est une technique nouvelle dans laquelle les tissus nuisibles sont détruits en les congelant à une température cryogénique. La cryochirurgie permet un séjour hospitalier plus court, moins de perte de sang, et un temps de récupération moindre. Elle est généralement utilisée chez les patients avec des cancers localisés de la prostate et du rein, des troubles cutanés, des problèmes rétinien, etc.

Industrie du gaz.

- Le transport des gaz à travers le monde est fait à l'état liquide. Ceci est fait en stockant le liquide à des températures cryogéniques.
- L'utilisation de gaz inertes dans l'industrie du soudage a initié une demande plus élevée pour la production de gaz dans le passé récent.
- Les cryogènes comme LOX (oxygène liquide), LH₂ (hydrogène liquide) sont utilisés dans la propulsion des fusées tandis que LH₂ est considéré comme un carburant propre pour les voitures.
- L'azote liquide est utilisé comme pré-refroidisseur dans la plupart des systèmes cryogéniques.
- Dans l'industrie sidérurgique, l'oxygène est utilisé dans la production d'acier. Dans les fours à oxygène de base (FOB) on utilise de l'oxygène à la place de l'air.
- L'azote et l'argon sont principalement utilisés pour fournir une atmosphère inerte en chimie, dans les industries métallurgiques et de soudage.

Supraconductivité :

C'est la résistance électrique diminuée au max cette propriété électrique des conducteurs est obtenue à température cryogéniques.

La RMN

- La RMN (Résonance Magnétique Nucléaire) est utilisée par l'industrie chimique et pharmaceutique pour étudier la structure moléculaire : Les appareils de RMN comportent des aimant supraconducteur (SC) de (10 T ~ 25 T) et la précision des mesures augmente avec la force du champ développée.
- L'IRM (Imagerie par résonance magnétique) en médecine les machines sont utilisées pour le balayage du corps. Les aimants

SC des machines RMN et IRM sont refroidies par de l'Hélium liquide. Lui-même obtenu par cryogénie.

LE TRAIN MAGLEV

- Le train Maglev fonctionne sur le principe de la lévitation magnétique. Où le train est levité (élevé) grâce à un rail de guidage en utilisant des forces électromagnétiques entre des aimants supraconducteurs placés sur le véhicule et des bobines sur un rail de guidage au sol. Ceci n'entraîne aucun mouvement de contact et donc pas de friction.

LES TRANSFORMATEURS ET LES GENERATEURS

Les transformateurs et les générateurs supraconducteur ont des bobines (et parfois les cœurs) qui sont maintenus à faible température pour minimiser les pertes par effet Joule dans les conducteurs en cuivre.

L'intérêt sera, ici, essentiellement porté sur le coté liquéfaction et séparation des cryogènes d'intérêt industriel. Ce sera l'objet du chapitre suivant.