

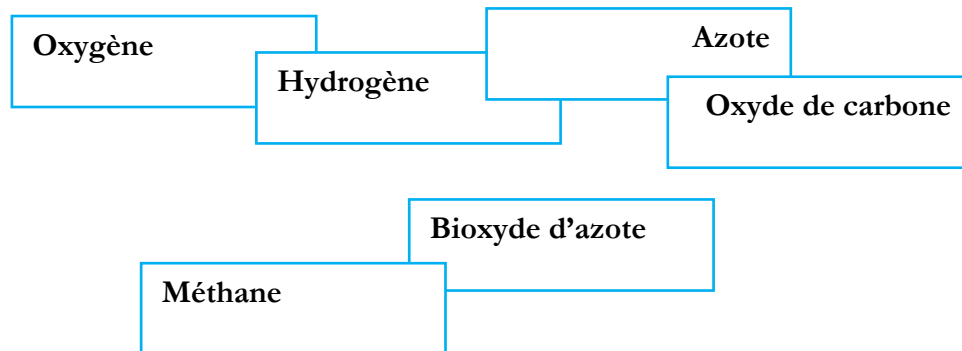
Chapitre 3 :

3^{ème} Séance

Procédés de liquéfaction des gaz permanents

3. Liquéfaction des gaz permanents*

Comme il a été vu précédemment, presque tous les gaz ont été liquéfiés en utilisant les toutes premières méthodes de liquéfaction, mais **6 gaz** avaient présenté une résistance avec aucune trace de condensation, même à -110 °C et sous des pressions variant de 27 à 50 atmosphères. Ces 6 gaz, qui avaient reçu pour cette raison le nom de **gaz permanents**, sont :



Quelques tentatives faites en vue d'utiliser la pression seule, sans le secours du froid, n'avaient pas été plus heureuses !

Les différentes méthodes de liquéfaction déjà vues sont :

- Liquéfaction par le refroidissement seul
- Liquéfaction par la pression seule
- Liquéfaction par pression et refroidissement
- Emploi de la pression du gaz

En outre, une quatrième méthode a été utilisée :

Emploi de la pression mécanique

En **1845**, dans une deuxième série d'expériences, **Faraday** a employé la pression mécanique associée avec un refroidissement intense. Le gaz, bien sec, traversait successivement deux pompes, qui élevaient sa pression d'abord à 16 ou 20 atm, puis, au besoin, jusqu'à 40 atm, et s'accumulait dans un tube en U, renfermant un petit manomètre à air comprimé : ce manomètre se composait d'un simple tube capillaire divisé, rempli d'air, fermé par un bout et bouché à l'autre par un index de mercure ; le tube en U était entouré d'un mélange réfrigérant d'acide carbonique solide et d'éther (mélange de Thilorier). Dans certains cas, l'appareil était recouvert d'une cloche où l'on faisait le vide afin d'abaisser la température jusque vers -110 °C .

La plupart des gaz furent liquéfiés ou même solidifiés avec ce dispositif !

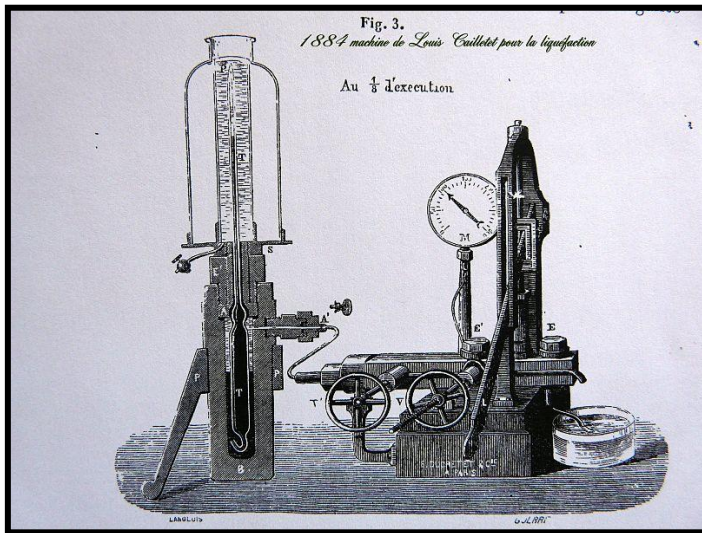
* Ref : Julien Lefèvre, 'Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire : La liquéfaction des gaz et ses applications' (1899), Iris - Lilliad - Université Lille 1 - Gauthier - Villars & Masson et C^{ie}, Éditeurs.

Liquéfaction des gaz permanents par Cailletet et par Pictet

C'est en s'appuyant sur les considérations relatives au point critique que **Cailletet** et **Pictet** sont parvenus simultanément, et par des méthodes distinctes, à **liquéfier les gaz permanents**, en 1877.

Cailletet a employé le refroidissement seul ; mais ce qui caractérise sa méthode, c'est le procédé ingénieux par lequel il a obtenu la température très basse qui était nécessaire.

La figure ci-dessous montre la forme définitive donnée à l'appareil.



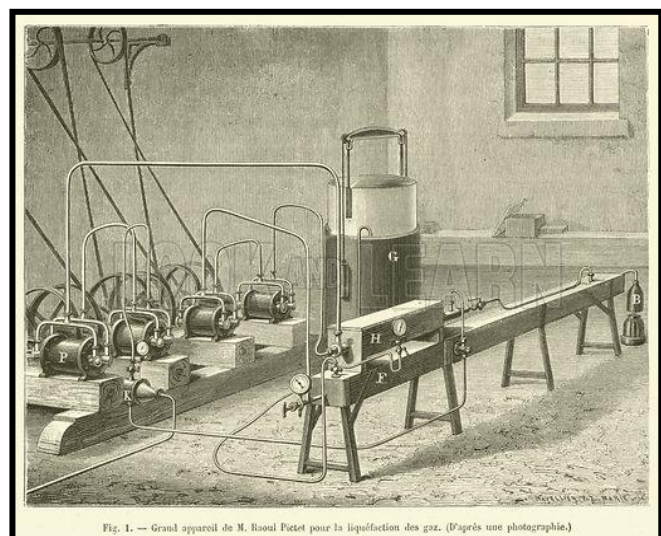
L'appareil de liquéfaction de **Cailletet** est composé des éléments suivants :

- Une pompe hydraulique de 0-300 bars.
- Une cuve à mercure.
- Un tube de liquéfaction avec son système de refroidissement.
- Un manomètre.

Appareil de Cailletet

(Source : https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c6/Deuxième_machine_de_liquéfaction_de_Louis_Cailletet.jpg/800px-Deuxième_machine_de_liquéfaction_de_Louis_Cailletet.jpg)

Grand appareil de Pictet pour la liquéfaction des gaz



(Source : <https://www.lookandlearn.com/history-images/M508862/Grand-appareil-de-M-Raoul-Pictet-pour-la-liquefaction-des-gaz?t=4&c=27&n=149821>)

La température finale T est donnée, en admettant qu'il n'y ait pas liquéfaction, par l'équation* :

$$\frac{T}{T_0} = \left(\frac{P}{P_0}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

En partant de 0 °C et 300 atm, on trouve – 233 °C.

Le refroidissement peut donc être évalué à 200 °C environ.

Tous les gaz permanents furent ainsi liquéfiés par détente :

- Le **bioxyde d'azote** avait été porté d'abord à – 11 °C et 104 atm.
- L'**oxygène** et l'**oxyde de carbone** – 29 °C et 300 atm.
- L'**azote** comprimé à 200 atm à la température de 13 °C, puis subitement détendu, se condensait de la manière la plus nette en produisant d'abord une masse semblable à un liquide pulvérisé, en gouttelettes d'un volume appréciable ; puis le liquide disparaissait peu à peu, des parois vers le centre du tube, en formant à la fin une sorte de colonne verticale dirigée suivant l'axe du tube lui-même.
- L'**hydrogène**, comprimé vers 300 atm, puis brusquement détendu, donna un brouillard excessivement fin et subtil qui remplit le tube et disparut subitement,
- Le **méthane**, l'**air** dépouillé de vapeur d'eau et d'anhydride carbonique se comportèrent d'une manière analogue.

Le jour même où la découverte de **Caillelet** était communiquée à l'Académie des Sciences, **Pictet** annonçait, de son côté, qu'il était parvenu à **liquéfier l'oxygène** et l'**hydrogène** par un procédé tout différent, le 22 décembre 1877.

* Équation donnée par la thermodynamique en appelant γ le rapport des deux chaleurs spécifiques des gaz.