

# Le froid dans l'industrie chimique

Autor(en): **Traourouder, René**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Revue économique franco-suisse**

Band (Jahr): **48 (1968)**

Heft 4: **Le froid**

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-888029>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Le froid dans l'industrie chimique

**René TRAOUROUDER**

*Ingénieur en Chef  
à la Compagnie de Construction Mécanique  
Procédés Sulzer*

Le rôle du froid dans la chimie est si vaste et si varié qu'il serait une gageure de vouloir, en quelques pages, le traiter dans son ensemble.

Qu'il soit la condition même d'un processus chimique ou qu'il ait dans ce processus une action essentielle ou seulement limitée, le froid intervient si souvent dans la chimie qu'il n'est pratiquement pas possible de passer en revue toutes ses applications. Ce serait d'ailleurs fastidieux car son mode d'action se répète souvent d'un cas à un autre; aussi, nous nous limiterons à définir les principaux aspects de son rôle et des moyens de le mettre en œuvre.

## LE DOMAINE DU FROID

Des températures légèrement positives jusqu'au voisinage du zéro absolu ( $-273,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), l'étendue est considérable. Les spécialistes y ont défini deux domaines : les basses et les très basses températures sans que les avis concordent sur la frontière qui les sépare. Disons que les moyens et les techniques à mettre en œuvre pour descendre en dessous d'un niveau situé aux environs de  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , deviennent tous différents, mais jusqu'à  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  ce domaine est industrialisé et depuis si longtemps que c'est seulement entre  $-250\text{ }^{\circ}\text{C}$  et  $-273,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  que les avis sont unanimes pour appeler ce domaine très basses températures.

## DE QUELS MOYENS DISPOSE LE FRIGORISTE

Pour produire le froid, le frigoriste a besoin d'un agent frigorigène et des machines pour le mettre en œuvre : pour un domaine si vaste, les moyens disponibles devront nécessairement être très variés.

### *Les fluides frigorigènes*

Lorsqu'il possède les propriétés physiques lui permettant de jouer le rôle d'agent frigorigène, le fluide même du processus est utilisable, pour autant bien entendu qu'il en résulte un avantage technique ou économique dans la chaîne de fabrication.

Sinon, le frigoriste doit choisir dans l'éventail des agents à sa disposition celui qui présentera le plus d'avantages en fonction de toutes les considérations qui entrent en jeu et, parfois, ce n'est pas un petit problème. Ces agents frigorigènes peuvent être classifiés de différentes manières

et nous nous bornerons à en définir les principaux groupes :

— les fluides halogénés — appelés communément fréons ou foranes — désignés par la lettre « R » et différenciés entre eux par des nombres ou des lettres : R 12, R 22, R 502, R 13...

— les hydrocarbures : éthane, éthylène, propane, propylène, méthane...

— l'ammoniac,

— les fluides spécifiques du domaine des très basses températures : azote, néon, hydrogène, hélium.

Les niveaux auxquels ils sont généralement utilisés :

jusqu'à  $-40^{\circ}\text{C}$  environ : ammoniac, R 12, R 22, R 502, propane, propylène,

entre  $-40$  et  $-100^{\circ}\text{C}$  : R 13, B 1, R 13, éthane, éthylène,

entre  $-100$  et  $-200^{\circ}\text{C}$  : méthane, azote,

en dessous de  $-200^{\circ}\text{C}$  : néon, hydrogène, hélium.

Il est toujours possible et même parfois nécessaire d'utiliser deux ou plusieurs agents frigorigènes pour atteindre le niveau de froid désiré, dans des cycles dits « à cascade ».

Dans la majorité des cas, et notamment dans la chimie, c'est le fluide frigorigène qui transmet directement ses frigories « par détente directe » au point d'utilisation. Toutefois, il peut être intéressant d'utiliser un agent de transmission du froid — une saumure. Cette double transmission pèse évidemment sur l'économie de l'ensemble, mais elle peut s'avérer nécessaire pour des raisons très diverses : sécurité, irrégularité des besoins de froid nécessitant une accumulation, distribution dispersée du froid, etc.

#### Les machines frigorigères

Les machines à compression sont de deux conceptions différentes :

— machines volumétriques, en général des compresseurs à pistons lubrifiés ou secs, à petit ou grand nombre de cylindres,

— compresseurs centrifuges.

Les critères de choix du type de machines sont naturellement très variés selon le problème à résoudre mais disons, qu'en général, le compresseur polycylindrique s'appliquera aux petites et moyennes puissances, le compresseur à faible nombre de cylindres aux moyennes et grandes puissances et le compresseur centrifuge aux grandes et très grandes puissances. Il est utile de noter cependant l'intérêt de la machine « sèche », qu'elle soit rotative ou à pistons secs (voir fig. n° 1), dont l'absence d'huile évitera la pollution du produit (cas du stockage) ou l'encrassement du circuit frigorigère, ce qui améliorera d'autant les conditions d'exploitation.

Citons également la machine à absorption, bien qu'elle n'ait qu'une application assez restreinte dans l'industrie chimique.

### LES ROLES DU FROID DANS L'INDUSTRIE CHIMIQUE

Le froid intervient dans un processus chimique d'une manière directe ou indirecte selon qu'il s'intègre dans la fabrication même du produit ou qu'il se limite à conditionner l'atmosphère pour permettre ou faciliter la préparation ou la conservation de ce produit.

Il est facile d'imaginer que ces deux grands secteurs sont fondamentalement différents par les buts à atteindre et par les moyens à mettre en œuvre,

Le conditionnement d'air faisant l'objet d'un article\* dans cette même publication, nous nous contenterons de le citer et de noter, au passage, toute l'importance qu'il revêt dans l'industrie chimique et pharmaceutique pour maintenir, en permanence, des conditions définies de température, d'humidité, de pureté de l'air, du lieu de fabrication ou de conservation en vue de protéger le personnel ou le produit.

L'influence directe du froid est évidente sur les opérations fondamentales dans l'industrie chimique que sont la liquéfaction, la cristallisation, la séparation, le maintien à la température désirée. Elle est nécessaire également sur la réaction chimique même, lorsqu'il s'agit d'imposer le sens d'une réaction d'équilibre, de bénéficier des conditions favorables que procure une température négative, ou de contrôler le niveau de température auquel la réaction doit s'effectuer.

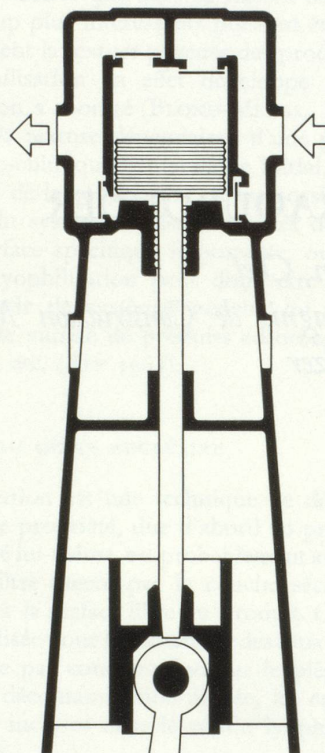


Fig. 1. Coupe d'un compresseur frigorifique Sulzer à piston sec.

#### Stockage

En raison des dimensions que prendraient les installations de stockage s'il fallait conserver à l'état gazeux les produits essentiels de l'industrie chimique que sont l'ammoniac, les gaz hydrocarbures, l'oxygène, l'azote, l'hydrogène, la conservation à l'état liquide est devenue indispensable dans bon nombre de cas pour des raisons évidentes de sécurité et d'économie.

Selon le produit stocké le niveau de température est très variable et il faut distinguer le stockage réfrigéré et le stockage cryogénique.

(\*) Voir article de M. Charles Caille : « La climatisation, exigence des temps présents ».

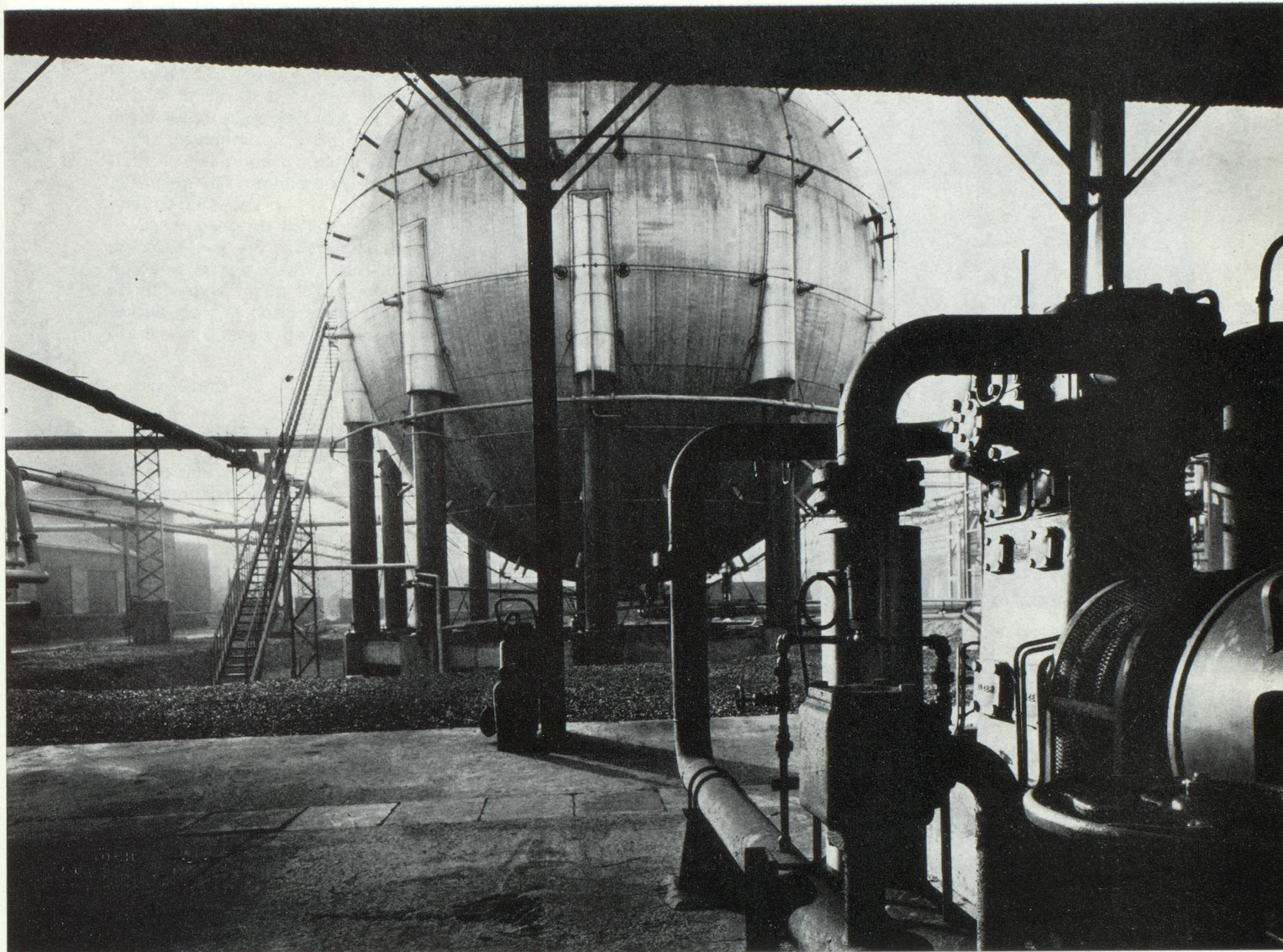


Fig. 2. Société Chimique des Charbonnages. Usines Chimiques de Mazingarbe.  
 Au premier plan : l'un des compresseurs frigorifiques à piston sec pour le maintien en froid de la sphère.

Le maintien en température du réservoir de stockage est nécessaire pour compenser les entrées de chaleur dans le récipient qui provoquent l'évaporation du gaz liquéfié. Pour ce faire, la réfrigération peut s'effectuer (fig. n° 2) soit en aspirant directement le gaz évaporé si le produit stocké est un bon réfrigérant (ammoniac, propane) et en le liquéfiant avant de le réintroduire dans le réservoir : (dans ce cas, il est important de ne pas polluer le produit stocké et le compresseur « sec » présente alors un gros avantage), soit en utilisant un fluide frigorigène qui, par évaporation dans un échangeur thermique logé dans le réservoir, maintiendra la température du liquide ou condensera le liquide évaporé, selon que l'échangeur est placé dans la phase liquide ou dans la phase vapeur.

#### *Influence sur la réaction chimique*

Les exemples sont nombreux : nous citerons le cas particulier de l'usine de production d'eau lourde (fig. n° 3)

de la Société Chimique des Charbonnages, utilisant le procédé d'échange isotopique  $\text{NH}_3\text{-H}_2$  (\*).

Dans ce procédé, il est utile de fonctionner à  $-25\text{ }^\circ\text{C}$  environ pour bénéficier de l'élévation du facteur de séparation isotopique entre l'ammoniac et l'hydrogène à basse température.

Dans cette installation, l'ammoniac enrichi en deutérium, après l'échange isotopique, est distillé à basse température ( $-33\text{ }^\circ\text{C}$ ) pour donner de l'ammoniac deutéré  $\text{ND}_3$  qui, craqué puis brûlé avec de l'oxygène, donnera de l'eau lourde.

#### *Séparation*

Là également, nombreuses et diverses sont les applications car dans cette rubrique on peut englober tous les problèmes de séparation, cristallisation, séchage ou lavage des gaz.

(\*) Procédé développé et mis au point par une Association à laquelle participent le Commissariat à l'Énergie Atomique, la Société Chimique des Charbonnages, la Société « L'Air Liquide » et la Compagnie de Construction Mécanique Procédés Sulzer.

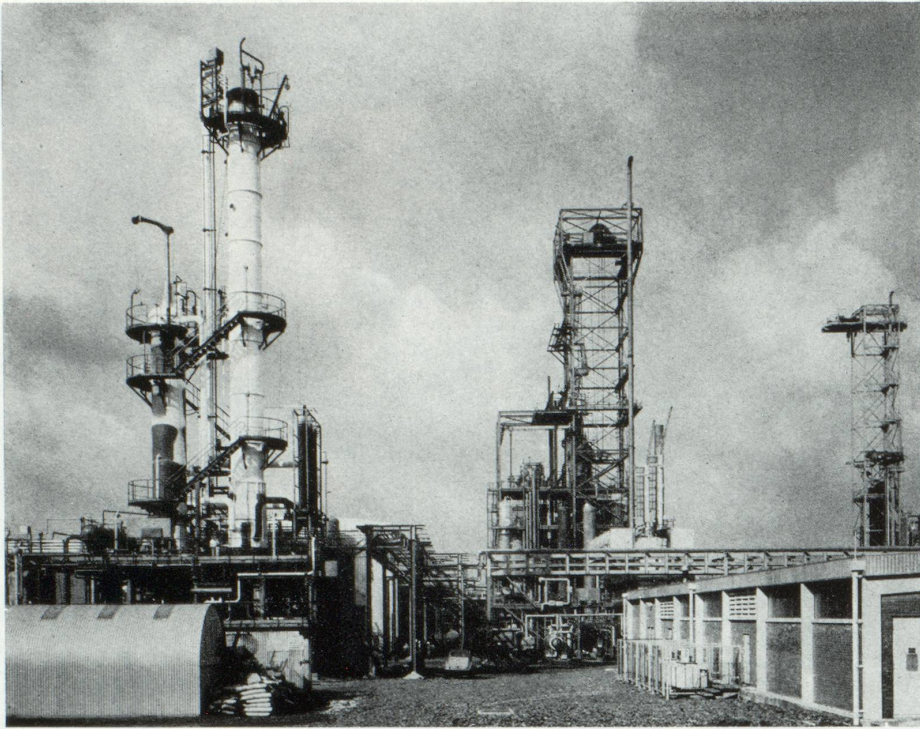
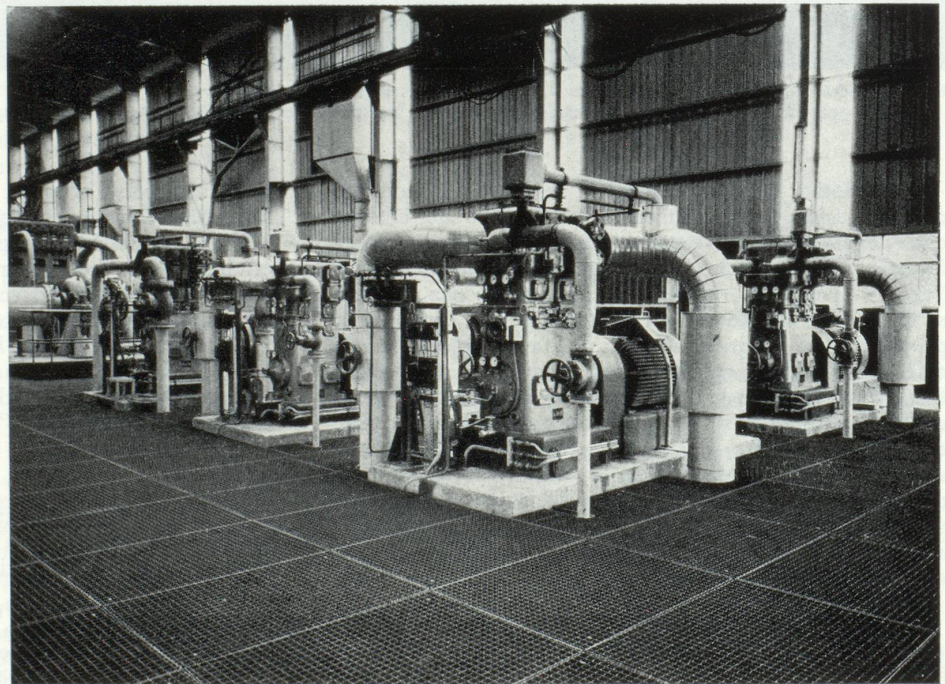


Fig. 3. Société Chimique des Charbonnages. Usine chimique de fabrication d'eau lourde de Mazingarbe.  
 Vue d'ensemble de l'usine de fabrication d'eau lourde par le procédé d'échange  $\text{NH}_3$   $\text{H}_2$ .

A gauche : les tours de finition par distillation d'ammoniac.  
 Au centre : l'échange isotopique et le dégazage.  
 A droite au fond : la tour de synthèse d'ammoniac.

Fig. 4. Usine chimique de la Grande-Paroisse. Usine de synthèse d'ammoniaque de Montoir-de-Bretagne  
 (Loire-Atlantique). Vue d'ensemble des compresseurs frigorifiques à piston sec.



Parmi les plus essentielles, citons la distillation fractionnée, c'est-à-dire la séparation à basse température des constituants de l'air et des gaz qui, par la production d'oxygène, d'azote, d'hydrogène, d'éthylène, constituent la base même de la chimie de l'ammoniac, des engrais et des matières plastiques (fig. n° 4).

Par cristallisation il est possible, par exemple, de produire de l'eau douce à partir d'eau de mer, par séparation et fusion des premiers cristaux formés au cours de la congélation.

Par séchage ou lavage, il peut tout aussi bien s'agir du séchage de gaz par condensation de l'eau qu'il contient, que son lavage à très basse température pour éliminer ses impuretés : c'est le cas notamment du lavage à l'azote liquide du gaz de synthèse d'ammoniac pour le purifier des traces d'oxyde de carbone qu'il peut contenir.

### *Liquéfaction*

C'est souvent aussi sous cette rubrique que l'on classe les procédés de séparation de gaz dont il vient d'être fait mention.

Il faut également citer la liquéfaction du chlore en

raison du rôle si important qu'il joue dans la chimie, ainsi que celle du gaz naturel pour en assurer le transport à grande distance.

Citons enfin la place prépondérante que prennent l'oxygène et l'hydrogène liquides comme combustibles de fusées.

### *Très basses températures*

Si l'on admet que le domaine des très basses températures se situe entre  $-250^{\circ}\text{C}$  et  $-273,4^{\circ}\text{C}$ , il ne concerne que les travaux d'avant-garde de la physique du solide et des plasmas, des recherches spatiales, des chambres à bulles, de la supraconductibilité.

Seuls l'hydrogène et l'hélium et, le cas échéant, le néon, peuvent produire des frigorifiques à un niveau aussi bas. La figure n° 5 montre une installation frigorifique à hélium liquide produisant du froid à  $-269^{\circ}\text{C}$  par détente dans une turbine permettant ainsi d'éviter toute nécessité de refroidissement préliminaire par un autre fluide.

L'importance que prend le froid dans les techniques futures montre que son rôle ne peut aller qu'en grandissant.

Fig. 5. Installation frigorifique Sulzer à hélium ( $4,2^{\circ}\text{K}$ )

