

# Les fluides de travail pour la production de froid

## SFGP

15 mars 2017

## HFC: le nouveau contexte international

**Didier COULOMB**

*Directeur Général*

Institut International du Froid



[www.iifiir.org](http://www.iifiir.org)

# Plan

## Introduction : l'Institut International du Froid (IIF)

- 1. Le froid est de plus en plus nécessaire partout
- 2. Les contraintes énergétiques et environnementales sont considérables
- 3. Des solutions existent

## Conclusion : vers un développement durable



# L'Institut International du Froid

- Organisation Intergouvernementale avec 58 pays membres, développés ou en développement, dont la quasi-totalité des pays européens
- Membres collectifs et individuels
- Tous usages et technologies du froid
- Outils :
  - Réseau d'experts (420)
  - Base de données Fridoc (100 000 références)
  - Site web : le Portail du froid
  - Périodiques (RIF, Newsletter)
  - Livres, guides, documents de référence (dictionnaire international ...)
  - Participation à certaines normes
  - Communiqués dans les conférences internationales
  - Conférences IIF (3-6/an), conférences parrainées (8-15/an)
  - Projets de recherche, groupes de travail...



## 1. Le froid est de plus en plus nécessaire partout

- La température est une grandeur, une variable clé de la physique, de la chimie et de la biologie
- Elle caractérise l'état de la matière, les phases liquide, solide, gazeuse
- Elle est déterminante pour la vie de chaque être

Le besoin de froid est plurimillénaire, surtout focalisé au départ sur l'alimentation

Aujourd'hui, une utilisation dans les domaines les plus divers, des secteurs traditionnels aux secteurs les plus en pointe.

- Industrie alimentaire et chaîne du froid (stockage, transport, commercialisation, consommateur)
- Cryogénie (raffinage pétrolier, aciéries, industrie spatiale, fusion nucléaire...)
- Médicaments et produits de santé (cryochirurgie, anesthésie, scanners, vaccins...)
- Conditionnement d'air (logements, bureaux, véhicules, centres de données, bio et nanotechnologies...)
- Secteur énergétique (pompes à chaleur, GNL, hydrogène liquéfié... )
- Environnement (capture et stockage du CO<sub>2</sub>, banques de gènes), travaux publics, loisirs...



- 1 600 morts/an aux USA dues aux pathogènes au moins partiellement associées à un mauvais contrôle des températures ; beaucoup plus dans les pays en développement
- Un rapport de l'OMS de 2008 montre qu'aux USA (Head PS et al, 1999), le froid et une meilleure hygiène ont réduit les cancers de l'estomac de 89 % pour les hommes et 92 % pour les femmes depuis 1930.
- Accroissement de la population mondiale, surtout en Afrique et en Asie du Sud (9-10 milliards en 2050 dont 8 dans les pays en développement : Nations Unies, 2011)
- 70 % (50 % actuellement) (FAO, Towards 2015-2030) vivront en zone urbaine (doublement dans les pays en développement) : donc croissance des besoins en chaîne du froid, modèles alimentaires occidentaux (viandes, plats préparés,...)
- 800 000 personnes sous-alimentées ; 23 % des pertes de nourriture sont dues au manque de froid dans les pays en développement (9 % dans les pays développés) : (5ème NI, IIF 2009)



- Selon une étude du MIT de 2013, la mortalité durant les jours chauds (températures supérieures à 32°C) a décru de 80% de la période 1900-1959 à 1960-2004 aux Etats-Unis et l'adoption du conditionnement d'air résidentiel en serait la principale raison. Et l'IPCC prévoit une augmentation de 75% des capacités en conditionnement d'air d'ici 2100 (populations âgées ...).
- La croissance des besoins est partout et en particulier dans les pays émergents et en développement, à cause de l'accroissement de la population et des besoins individuels.
- A noter que par exemple, actuellement, le nombre de réfrigérateurs domestiques/1000 habitants est presque 10 fois moindre dans ces pays que dans les pays développés. Il en est de même pour le volume d'entreposage frigorifique.
- Les besoins en transport frigorifique sont également énormes.
- **D'où des enjeux majeurs en termes de santé publique et de sécurité alimentaire et une croissance considérable à venir.**



## 2. Les contraintes énergétiques et environnementales sont considérables

- La technique de froid dominante, et très largement, à court et moyen terme, est le cycle à compression de vapeur, qui provoque 2 effets sur l'environnement :

- **L'émission de CO<sub>2</sub>**

17% de l'électricité mondiale sert au froid (conditionnement d'air compris); or au niveau mondial, l'électricité est produite majoritairement en brûlant des combustibles fossiles.

L'émission indirecte de CO<sub>2</sub> par les systèmes frigorifiques est la principale cause de leur effet sur le réchauffement climatique.

- TEWI, LCCP (groupe de travail IIF)

De plus, les infrastructures énergétiques manquent ou risquent de manquer dans de nombreux pays.

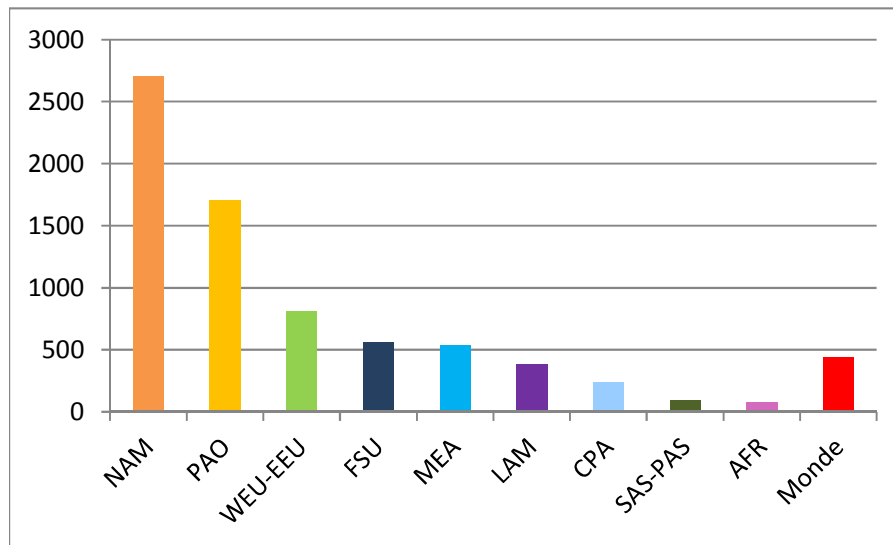
Donc 1ère priorité : l'efficacité énergétique.

Et celle-ci dépend du frigorigène utilisé, du type d'application et des conditions d'application.

Energies renouvelables quand c'est possible.



**Répartition de la consommation d'électricité du secteur du froid (kWh/an/personne) entre les régions du monde\***



NAM: Amérique du Nord  
 PAO: OCDE Pacifique  
 WEU-EEU: Europe de l'Ouest, Centrale et de l'Est  
 FSU: Etats indépendants de l'ancienne Union Soviétique  
 MEA: Moyen Orient et Afrique du Nord  
 LAM: Amérique Latine et Caraïbes  
 CPA: Asie et Chine centralisées  
 SAS-PAS: Asie du Sud – Autres pays Asie Pacifique  
 AFR: Afrique sub-Saharienne

\* suivant la définition SRES des régions du monde du GIEC<sup>(17)</sup>



- Les fuites de frigorigènes.

La découverte de trou de la couche d'ozone stratosphérique (1974) a conduit au Protocole de Montréal.

**Produits incriminés :**

- Produits chlorés (CFC, HCFC) présents dans les frigorigènes et les mousses isolantes
- Bromures (bromures de méthyle) ...
- Protocole de Montréal (1987)

**Protocole de Montréal (1987)**

| <i>Protocole de Montréal</i> | <i>Pays industrialisés</i>                                | <i>Pays en développement</i>               |
|------------------------------|---|--|
| <b>CFC</b>                   | <b>Interdiction depuis 1996</b>                           | <b>Interdiction en 2010</b>                |
| <b>HCFC</b>                  | <b>Interdiction en 2020 <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup></b> | <b>Interdiction en 2030 <sup>(1)</sup></b> |

(1) Décision prise à Montréal (MOP-19, Septembre 2007)

(2) Plusieurs pays ont adopté des réglementations plus strictes sur HCFC : Union Européenne, USA, Japon, etc.



Le Protocole de Montréal est un succès : la couche d'ozone serait rétablie au niveau initial dans une cinquantaine d'années : le problème est réglé (hors banques de frigorigènes).

- Le réchauffement climatique est dû à l'émission de gaz à effet de serre: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, PFC, SF<sub>6</sub>, CFC, HCFC et HFC (Convention de Rio 1992 et Protocole de Kyoto 1997)
  - CFC et HCFC hors Rio – Kyoto
  - HFC et CO<sub>2</sub> couverts par Rio – Kyoto
  - Les HCFC et HFC servent essentiellement (environ 80%) au froid et au conditionnement d'air, le reste étant principalement le fait des mousses isolantes aujourd'hui
  - Les HFC remplacent progressivement les HCFC alors qu'ils ont un potentiel d'effet de serre semblable, en moyenne
- ➔ Accord international de Kigali



|                 | A2 countries                       | A5 countries<br>(Group 1)**        | A5 countries<br>(Group 2)***   |
|-----------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Baseline</b> | <b>2011-2013</b>                   | <b>2020-2022</b>                   | <b>2024-2026</b>               |
| <b>Formula</b>  | <b>Average HFC<br/>consumption</b> | <b>Average HFC<br/>consumption</b> | <b>Average HFC consumption</b> |
| <b>HCFC</b>     | <b>15% or 25% baseline*</b>        | <b>65% baseline</b>                | <b>65% baseline</b>            |
| <b>Freeze</b>   | <b>-</b>                           | <b>2024</b>                        | <b>2028</b>                    |
| <b>1st step</b> | <b>2019 – 10%</b>                  | <b>2029 – 10%</b>                  | <b>2032 – 10%</b>              |
| <b>2nd step</b> | <b>2024 – 40%</b>                  | <b>2035 – 30%</b>                  | <b>2037 – 20%</b>              |
| <b>3rd step</b> | <b>2029 – 70%</b>                  | <b>2040 – 50%</b>                  | <b>2042 – 30%</b>              |
| <b>4th step</b> | <b>2034 – 80%</b>                  |                                    |                                |
| <b>Plateau</b>  | <b>2036 – 85%</b>                  | <b>2045 – 80%</b>                  | <b>2047 – 85%</b>              |

\* Belarus, Russia, Kazakhstan, Tajikistan, Uzbekistan

\*\* Group 1: Article 5 parties not part of Group 2

\*\*\* Group 2: Bahrain, Kuwait, Oman, Qatar, Saudi Arabia, United Arab Emirates, India, Iraq, Iran, Pakistan



## A souligner en complément

- Approbation orale → amendement à signer et ratifier par tous ou au moins une majorité de pays
- D'autres décisions devraient être prises en 2017 selon les engagements de Kigali:
  - Des fonds additionnels pour le Fonds multilatéral
  - De nouvelles règles pour le Fonds: efficacité énergétique, priorités sectorielles, pays/pays...
  - Cas du conditionnement d'air résidentiel et des climats chauds
  - Liens entre le Protocole de Montréal et l'ISO
  - Nouveau rapport du TEAP sur les alternatives
  - Comment suivre et éventuellement modifier les plans nationaux de réduction



## 3- Des solutions existent

### 3.1. Les technologies sans frigorigène

- Diminution des besoins de froid artificiel: isolation, froid évaporatif...
- Absorption, adsorption,
- Froid solaire
- Froid magnétique
- Froid thermoélectrique
- Cryogénie (azote, CO<sub>2</sub>),  
...
- Applications de niche, prototypes
- Problèmes de coût, d'efficacité énergétique, de capacité mais avenir probable à moyen terme: conférences, projets, notes IIF
- Impact des nouvelles technologies sur le froid : nanomatériaux, matériaux magnétocaloriques...



### 3.2. La réduction des fuites de frigorigènes

- Grande variabilité → marge de progrès,...

Avantages en matière de coût et d'efficacité énergétique

Objectif du règlement F-gaz de 2007, contrôles périodiques selon la charge ; certification des entreprises et du personnel ; suivi annuel des déclarations d'utilisation de fluides

- Problèmes de formation
- Filières de récupération des frigorigènes en fin de vie et recyclage
- Intérêt/sécurité, y compris hors gaz fluorés : inflammabilité, toxicité...

Certains HFC et mélanges, HC, ammoniac, CO<sub>2</sub>

- Evolution technique ↔ évolution réglementaire

Ex. : cas France avec ammoniac

- Frigorigènes secondaires
- Réduction de la charge en frigorigène



### 3.3. Les frigorigènes à plus faible effet de serre

- Approche secteur par secteur, climat par climat, car lien avec l'efficacité énergétique et la sécurité des frigorigènes
- Approche par régions du monde, car stratégies industrielles et pressions environnementales et sécuritaires différentes, normes et réglementations différentes

➔ Les HFC et mélanges à moindre effet de serre = fluides de transition généralement cas du R32

➔ Les HFO et mélanges HFC-HFO  
Effet de serre faible à négligeable mais inflammabilité  
mais coût, propriété intellectuelle

➔ Les fluides « naturels »

- Ammoniac
- Hydrocarbures
- CO<sub>2</sub>



## CONCLUSION : Vers un développement durable

- Le froid, avec des usages alimentaires et de conditionnement d'air en premier lieu, va continuer à se développer considérablement, en particulier dans les pays en développement.  
Le besoin d'investissement est considérable
- Les techniques doivent évoluer partout dans le monde, à un rythme rapide, à cause des contraintes énergétiques et environnementales  
Une veille scientifique, technique et réglementaire de qualité est nécessaire
- On manque de personnel qualifié pour faire face à ces défis : chercheurs, ingénieurs, techniciens...

Et bien sûr devenez membre de l'IIF !



**Visitez notre site: [www.iifiir.org](http://www.iifiir.org)**  
# refrigeration

Merci!

