



**Promouvoir
une attitude
responsable**



FRIGORIGÈNES ET CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE À TRAVERS LE MONDE : ÉTAT DES LIEUX ET PERSPECTIVES

Didier COULOMB
Directeur Général
Institut International du Froid (IIF)
www.iifiir.org

COLLOQUE AFCE - 25 SEPTEMBRE 2018

afce.asso.fr

I - Introduction

- L'Institut International du Froid (IIF) est une organisation intergouvernementale d'information sur toutes les technologies et usages du froid, y compris le conditionnement d'air, les pompes à chaleur, la cryogénie...
- 58 pays membres, développés ou en développement
 - + 400 experts
 - + 500 membres individuels et collectifs (y compris l'AFCE)
- Bases de données
 - Publications
 - Conférences
 - Groupes de travail
 - Préparation de normes
 - Projets de recherche

II - Les besoins en matière de froid

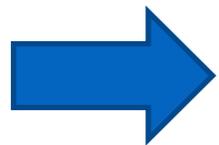
Le froid est partout



- L'industrie alimentaire et la chaîne du froid
- Le conditionnement d'air (bâtiments, centres de données, ...)
- Les procédés de refroidissement dans d'autres industries
- La cryogénie (raffinage pétrochimique, métallurgie, industrie spatiale, fusion nucléaire, ...)
- La médecine et les produits de santé (cryochirurgie, anesthésie, scanners, vaccins, ...)
- Le secteur de l'énergie (y compris les pompes à chaleur, le GNL, l'hydrogène, ...)
- L'environnement (y compris la séquestration géologique du dioxyde de carbone), les travaux publics, les activités de loisir, ...)



- 1.600 décès par an enregistrés aux États-Unis sont dus à des agents pathogènes, au moins en partie liés au contrôle de la température, et beaucoup plus dans les pays en développement.
- Croissance de la population mondiale, en particulier en Afrique et en Asie du Sud.
- 66 % (contre 54 % aujourd'hui) de la population vivra en zone urbaine en 2050 (+40 % dans les pays en développement).
- 23 % des pertes alimentaires sont dues à un manque de réfrigération (vs 9 % dans les pays développés).
- La capacité d'entreposage frigorifique est décuplée dans les pays développés



importance de la chaîne du froid alimentaire



Agriculteurs au Kirghizistan. Crédit : UNPEI

Les besoins liés à l'amélioration de la santé sont mondiaux (chaîne du froid fiable, conditionnement d'air), en raison notamment du vieillissement de la population.

Une étude récente du MIT a démontré que la mortalité durant les jours de forte chaleur (température $> 32^{\circ}\text{C}$) avait diminué de 80 % entre 1900-1959 et 1960-2004 aux États-Unis :

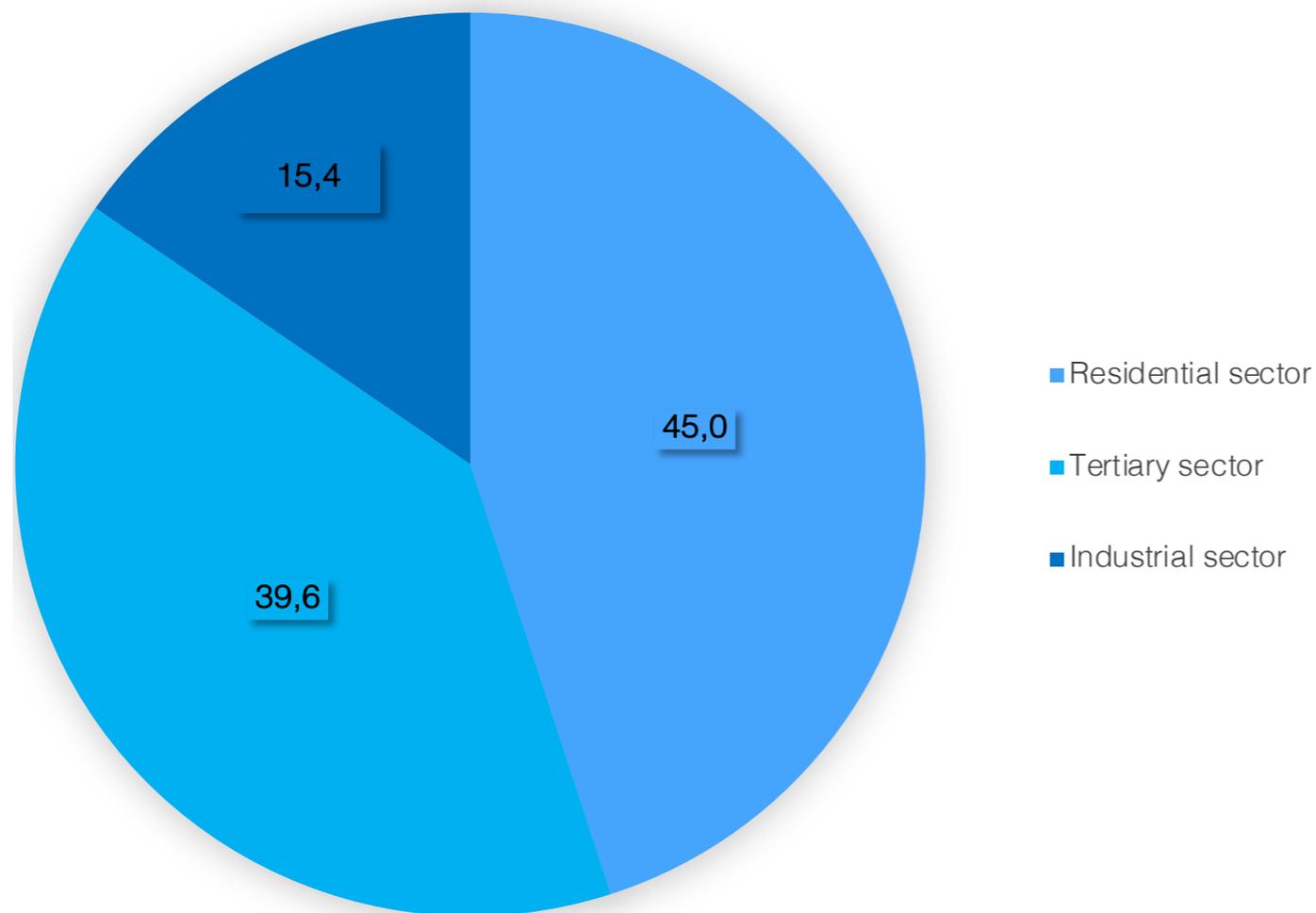
« L'adoption du conditionnement d'air résidentiel explique en grande partie la disparition de la relation de cause à effet entre température et mortalité ».

L'AIE (2018) prévoit que les 2/3 des maisons auront le conditionnement d'air en 2050, avec un accroissement considérable dans les pays émergents (moins d'1/3 actuellement) Leur consommation d'énergie serait multipliée par 3.

III – La question énergétique

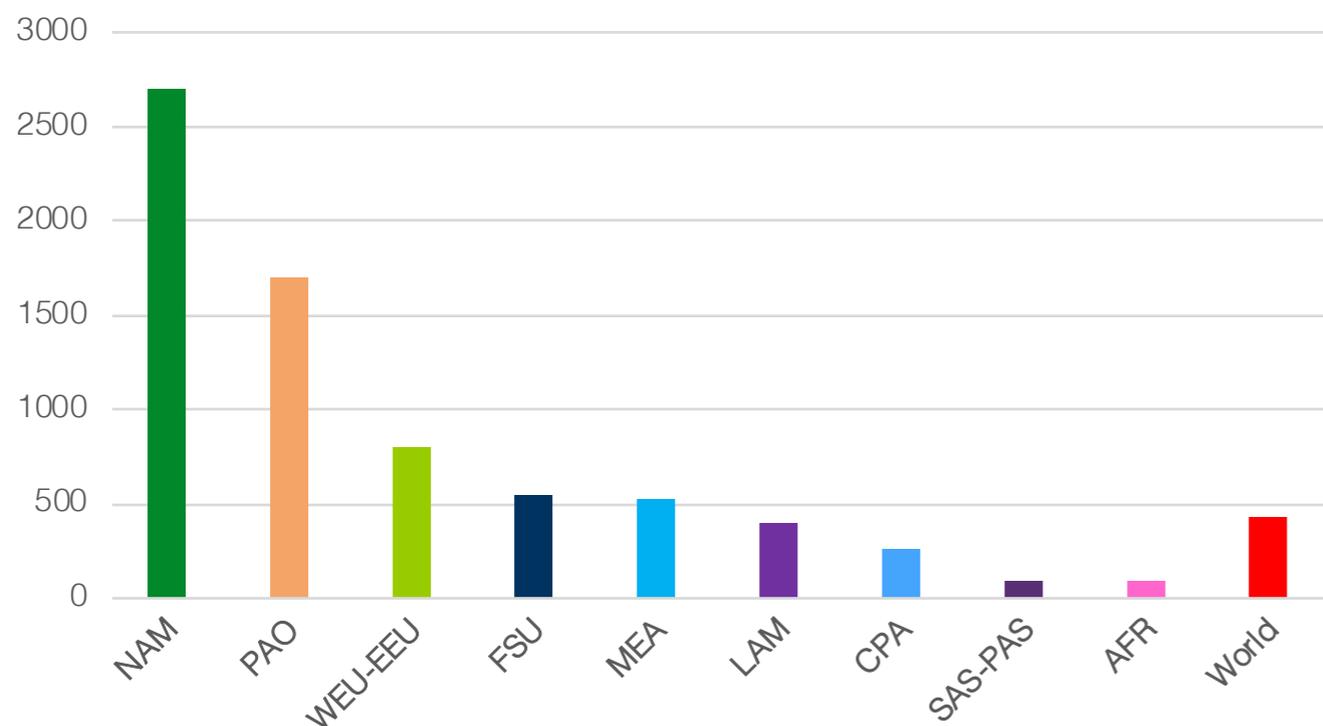
Le froid, y compris le conditionnement d'air, représente plus de 17 % de l'électricité utilisée dans le monde entier

Répartition de la consommation d'électricité du secteur du froid au niveau mondial (%)



Ce diagramme montre la répartition mondiale de la consommation d'électricité du secteur du froid entre les utilisations résidentielles tertiaires, et industrielles (estimations de l'IIF).

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



Ce diagramme met en lumière les différences de consommation d'électricité relative au secteur du froid entre les régions du monde, notamment en fonction du niveau de développement et des conditions climatiques.

Sur le plan mondial, 440 kWh sont consommés par an et par habitant pour assurer les besoins de froid ; cependant, ce chiffre varie entre 76 en Afrique subsaharienne et 2.697 en Amérique du Nord.

NAM : Amérique du Nord

PAO : OCDE Pacifique

WEU-EEU : Europe de l'Ouest, Centrale et de l'Est

FSU : États indépendants de l'ancienne Union soviétique

MEA : Moyen-Orient et Maghreb

LAM : Amérique latine et Caraïbes

CPA : Asie et Chine centralisées

SAS-PAS : Asie du Sud – Autres pays Asie Pacifique

AFR : Afrique subsaharienne

- Ce chiffre de 17 % est en constante progression
- L'électricité est principalement produite à partir des combustibles fossiles et les émissions indirectes de CO₂ ont un impact plus grand sur une perspective à long terme que les émissions de fluides frigorigènes :
63 % des 7.8 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre
(Note d'Information de l'IIF)
- Nous pouvons utiliser l'énergie renouvelable ou l'énergie perdue
- Nous pouvons améliorer l'efficacité énergétique du système
 - Isolation
 - Lien avec le frigorigène utilisé
 - Réduire les fuites de frigorigène et la charge de frigorigène
 - Labellisation ou interdiction (cf. étude AIE: les équipements dans l'UE et le Japon sont 25% plus efficaces qu'aux États-Unis et en Chine)

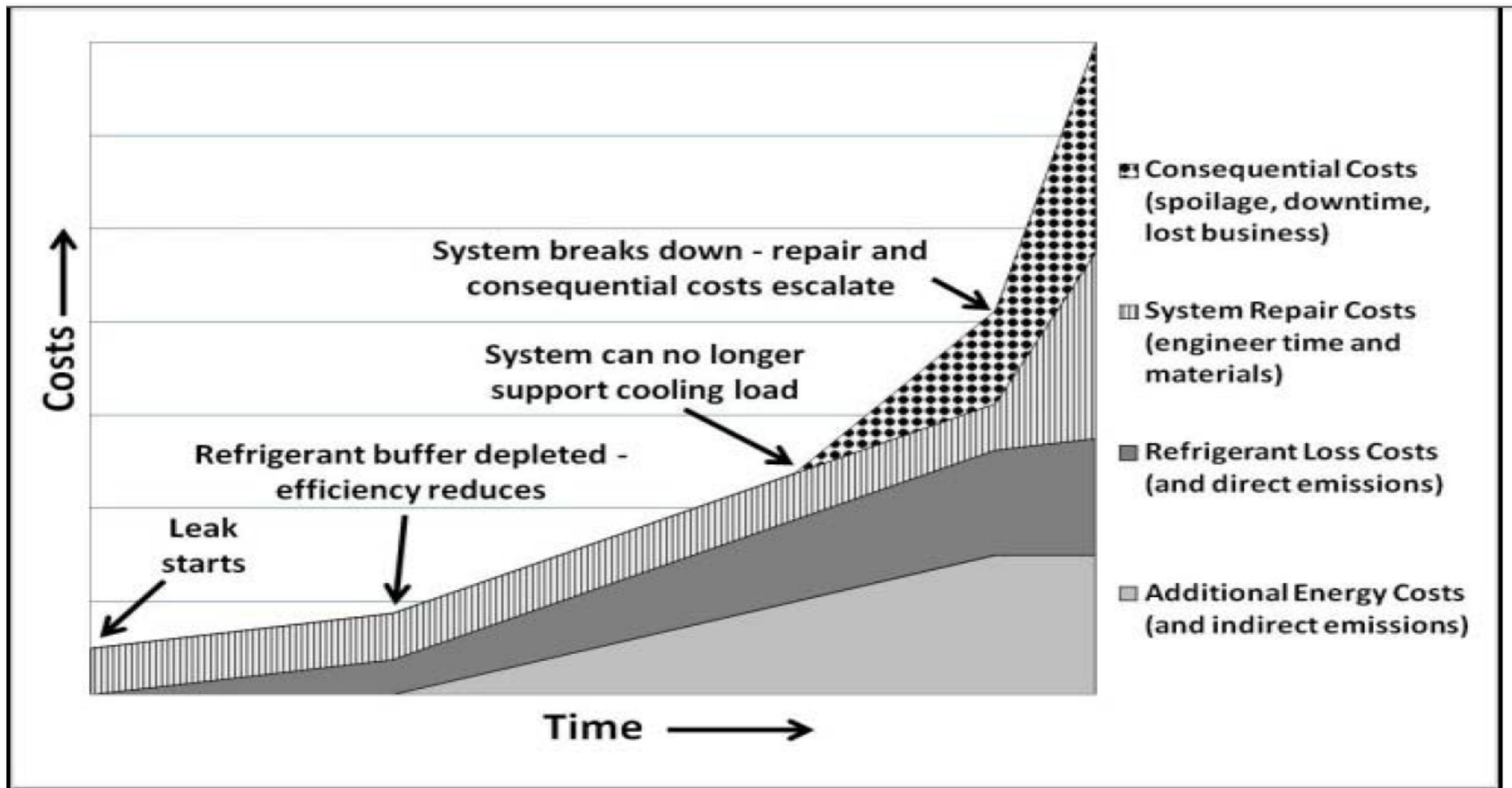
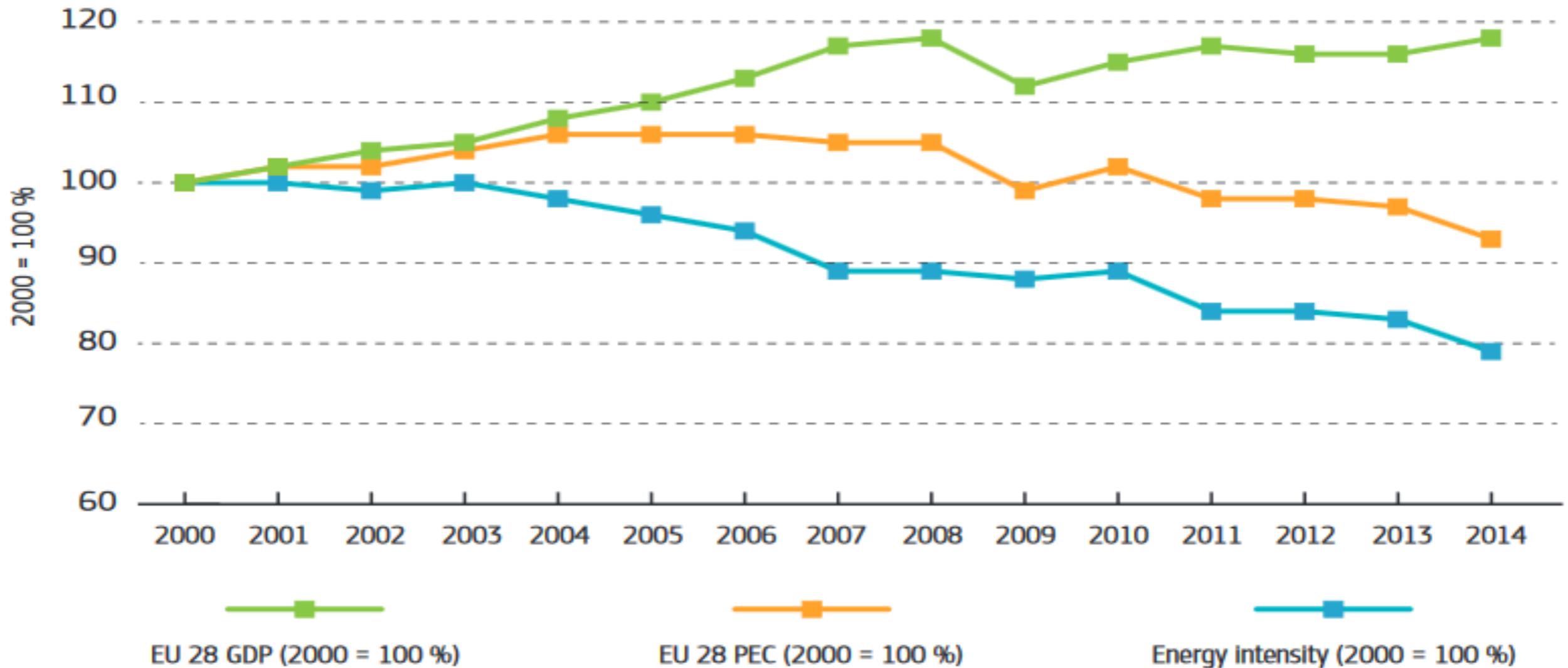


Figure 5. Escalating cost of an unchecked refrigeration system leak⁸

Figure 1: Gross Domestic Product (GDP), Primary Energy Consumption (PEC) and energy intensity in the European Union from 2000 to 2014



Source: Eurostat

(1) Energy intensity is the primary energy consumption divided by GDP.

IV - La question des frigorigènes

(la très grande majorité des équipements sont à compression de vapeur)

CFC, HCFC → Protocole de Montréal sur la couche d'ozone

La couche d'ozone est en train de se résorber, grâce essentiellement à l'élimination progressive des CFC.

En outre, les CFC sont de puissants gaz à effet de serre.

Les HCFC sont de moins puissants, mais néanmoins toujours puissants gaz à effet de serre, tout comme les HFC.

Ainsi, en raison du changement climatique, nous avons besoin de réduire progressivement l'utilisation des HFC

Le règlement F-gaz en Europe

L'amendement de Kigali pour le monde entier

	Pays A2	Pays A5 (Groupe 1)**	Pays A5 (Groupe 2)***
	2011-2013	2020-2022	2024-2026
Formule	Consommation moyenne de HFC	Consommation moyenne de HFC	Consommation moyenne de HFC
HCFC	15 % ou 25 % de ligne de base*	65 % de ligne de base	65 % de ligne de base
Gel	-	2024	2028
1er stade	2019 -10 %	2029 -10 %	2032 -10 %
2nd stade	2024 -40 %	2035 -30 %	2037 -20 %
3ème stade	2029 -70 %	2040 -50 %	2042 -30 %
4ème stade	2034 -80 %		
Plateau	2036 -85 %	2045 -80 %	2047 -85 %

* Biélorussie, Russie, Kazakhstan, Tadjikistan, Ouzbékistan

** Groupe 1 : Les parties visées à l'article 5 ne font pas partie du groupe 2

*** Groupe 2 : Bahreïn, Koweït, Oman, Qatar, Arabie Saoudite, Émirats Arabes Unis, Inde, Irak, Iran, Pakistan

4 principaux défis (1/2)

→ Les initiatives réglementaires et financières dans le domaine de l'énergie doivent accompagner celles qui concernent les HFC

Problèmes :

- ces deux questions sont gérées par des administrations différentes au niveau local, national, régional et international
- Les engagements (Accord de Paris) en ce qui concerne le changement climatique sont nationaux, sans aucun canevas international, comme c'est le cas pour l'amendement de Kigali

→ Mener de front l'élimination progressive des HCFC et la réduction progressive des HFC, réduire les fuites ou la charge des frigorigènes et remplacer les frigorigènes à GWP élevé par des frigorigènes à faible GWP

Problématiques :

- Il faut développer l'information et la formation, particulièrement dans les PME et dans les pays en développement.
- Rôle de l'IIF : Notes d'Information (NI)...
- Vieux équipements à remplacer ; frigorigènes de « transition » à plus faible GWP en remplacement immédiat dans les équipements existants (quotas + coût croissant des frigorigènes à GWP élevé)
- Application par application : pas de messages simples

4 principaux défis (2/2)

→ Exigences de sécurité

Problématiques :

- Les frigorigènes à faible GWP entraînent des risques plus élevés en termes de sécurité
- L'adoption de réglementations et de normes de sécurité, aux niveaux international, régional et national (classes A2L, A3...)
- Les difficultés futures de mise en œuvre : bâtiment, codes, usages...

→ Aider les pays en développement

Problématiques :

- L'argent (MLF) et le transfert de technologie
- Le conditionnement d'air fixe dans les climats chauds
- L'adoption de calendriers pour l'élimination progressive des HCFC et la réduction progressive des HFC
- Le froid doit continuer à se développer

Situation en Amérique du Nord

- États-Unis, Canada, Mexique : volontaristes avant Kigali
- Incertitude aux USA, peut-être différences état par état
- HFO poussés par les fabricants américains, mais fluides naturels bien présents (ammoniac notamment)

Situation en Amérique centrale et du sud

- Moyennement volontaristes
- Groupe 1
- Influence des États-Unis

Situation en Afrique

- Volontaristes mais pas de fabricants, peu de formation
- Trafics de frigorigènes ; risques industriels en Afrique subsaharienne (remplacements sans précautions avec hydrocarbures...)
- Adaptation des équipements aux pays chauds avec un coût modéré et une maintenance aisée

Situation au Proche Orient et en Asie du Sud

- Très réservés (groupe 2)
- Méfiance par rapport aux HFO
- Développement du R32 et hydrocarbures en Inde et Indonésie

Situation en Australie – Nouvelle Zélande

- Assez proches de l'Europe, avec quelques années de décalage

Situation en Extrême-Orient

- Grand développement du R32
- Place pour les hydrocarbures (Chine), pour le CO₂ (Japon)

Situation dans l'ex URSS (hors pays baltes)

- Pas moteurs
- Ammoniac maîtrisé

Conclusion pour l'Europe (1/2)

→ L'Europe est pionnière grâce au règlement F-gaz

Les entreprises européennes doivent promouvoir leurs solutions dans d'autres régions

→ La situation en Europe est encore un défi :

- La coordination entre les politiques énergétiques (éco-conception, plans nationaux...) et la réduction progressive des HFC.
- Une plus grande attention devrait être accordée à la consommation d'énergie du secteur du froid et au développement du conditionnement d'air, en favorisant la recherche de solutions respectueuses de l'environnement et plus intégrées.
- La lutte contre les trafics potentiels

Conclusion pour l'Europe (2/2)

- Nous devons rapidement éliminer les HFC à GWP élevé, en raison du règlement F-gaz et du coût croissant de ces frigorigènes.
- Autant que possible, ces frigorigènes à GWP élevé (R404, R507A à cause des interdictions, mais d'autres, comme le R410, rapidement) doivent être remplacés par des frigorigènes dont le GWP est beaucoup plus faible.
- L'objectif final devrait être un GWP d'environ 400 en moyenne à charge équivalente. Le pourcentage de frigorigènes ayant un GWP entre 0 et 10 va considérablement augmenter (CO₂, HFO, hydrocarbures...). À long terme, il y a donc certainement de la place pour les HFC à GWP modéré, tels que le R32, mais probablement peu pour le R410 ou le R134a dont le GWP est important.
- Si cela n'est pas possible (raisons de sécurité, besoin de systèmes conçus différemment), nous devons réduire les fuites et remplacer ces frigorigènes par d'autres au GWP « plus faible » (période de transition).
- Les codes dans le secteur du bâtiment doivent être adaptés à la nouvelle situation.



Merci pour votre attention

Didier COULOMB Directeur Général
Institut International du Froid (IIF)
www.iifiir.org



afce.asso.fr