



Webinaire Centrale-Energie
14 Octobre 2020

La Voie À Suivre pour Réduire les Émissions Causées par le Froid

14/10/2020

Intervenant:

Samer Saab, PhD

Leader Technologie EMEA

samer.saab@chemours.com

1. Chemours en Quelques Chiffes
2. Le Froid et L'Energie
3. La Règlementation et L'impact Environnemental
4. Les Solutions Possibles
5. Conclusions

1. Chemours en Quelques Chiffes

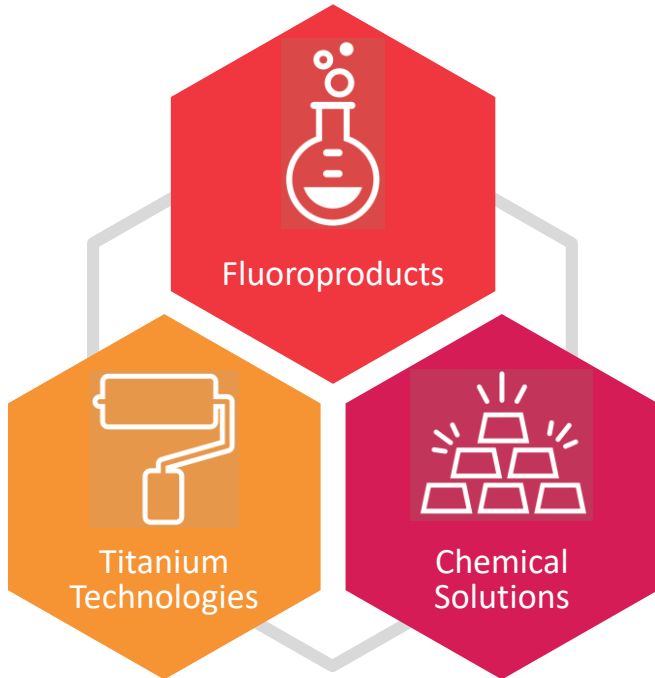
2. Le Froid et L'Énergie

3. La Réglementation et L'impact Environnemental

4. Les Solutions Possibles

5. Conclusions

Who is Chemours



Market Leader in safe production and manufacture of performance chemicals

Combining leading products, applications expertise, and market-shaping chemistry



Market Leader in manufacturing of fluoroproducts



Market Leader in titanium dioxide (TiO₂) production



Market Leader in solid sodium cyanide production across the Americas

Our Businesses:

Chemours Fluoroproducts (CFP)



Market Leader global manufacturer of fluoroproducts

80 years of experience

Segments
low global warming potential (PRG) refrigerants, specialties, industrial resins, monomers, melts, surface protection

Brands
Teflon™, Opteon™, Freon™, Krytox™, Viton™, Nafion™

First fluoropolymer
discovered in 1938

Our Global Reach



1. Chemours en Quelques Chiffes

2. Le Froid et L'Energie

3. La Règlementation et L'impact Environnemental

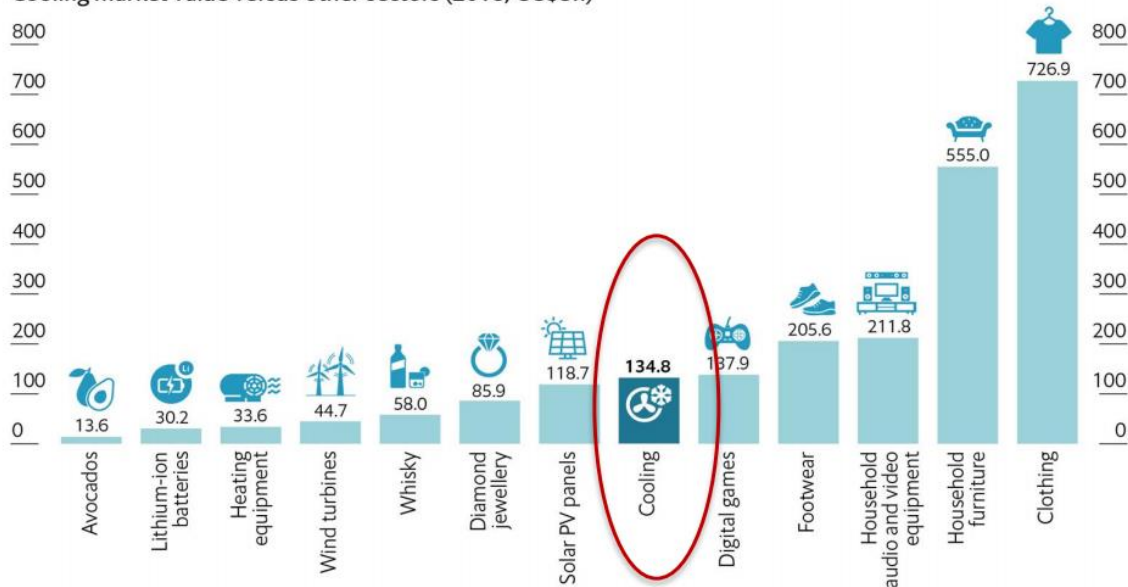
4. Les Solutions Possibles

5. Conclusions

Le Froid, Quel Rôle dans l'Economie et l'Industrie?

Cooling in comparison

Cooling market value versus other sectors (2018, US\$bn)

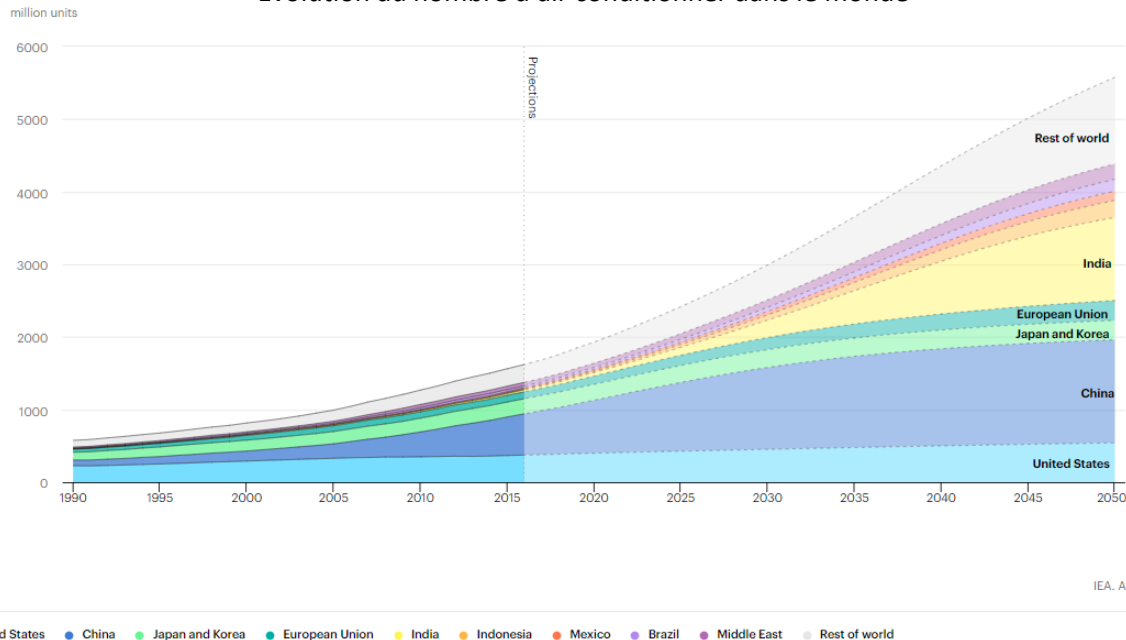


Source: EIU; Clean Cooling Landscape Assessment; Transparency Market Research; Grand View Research; Alrosa; Newzoo; Power Technology; Allied Market Research

- Le froid est important pour les secteurs de:
 - La santé et la médecine
 - Le bien-être et le confort thermique
 - La chaîne du froid et la conservation alimentaire
 - la digitalisation
 - La productivité
 - La mobilité
 - ...

Quelques Chiffres Clés

Evolution du nombre d'air conditionner dans le monde

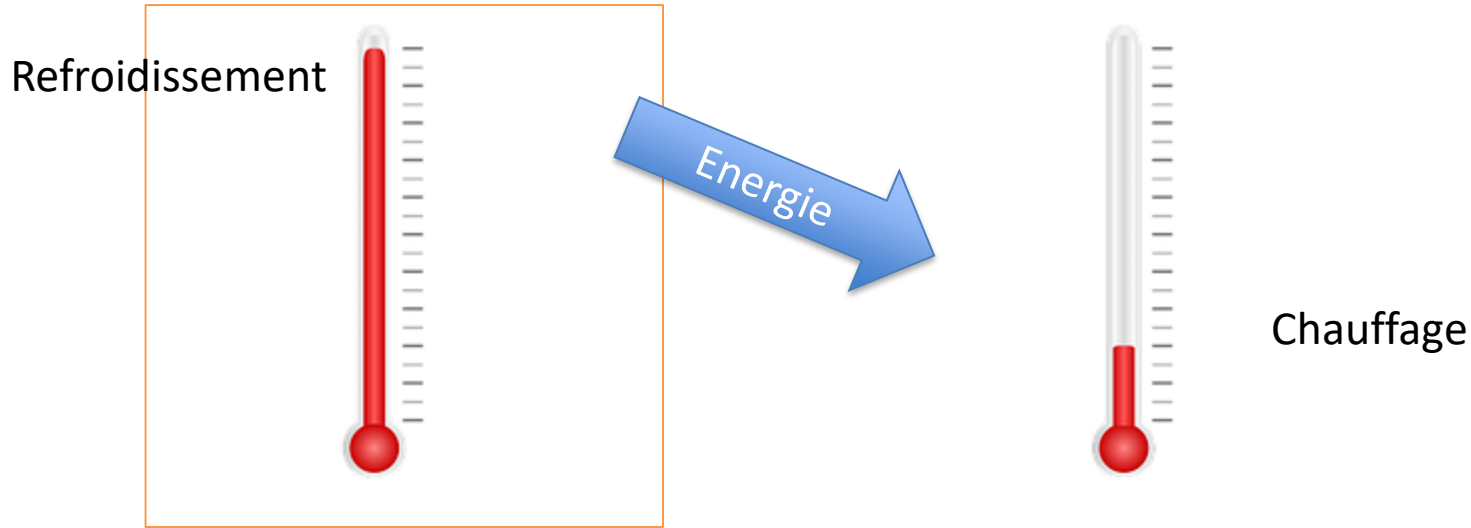


- En 2030, le nombre d'air conditionner va doubler en Europe
- En 2050, le froid consommera 16 % de l'électricité globale
- 50% de l'énergie consommée dans un supermarché est consacré pour la réfrigération
- 40% de l'énergie consommée dans un datacenter est consacré pour le refroidissement



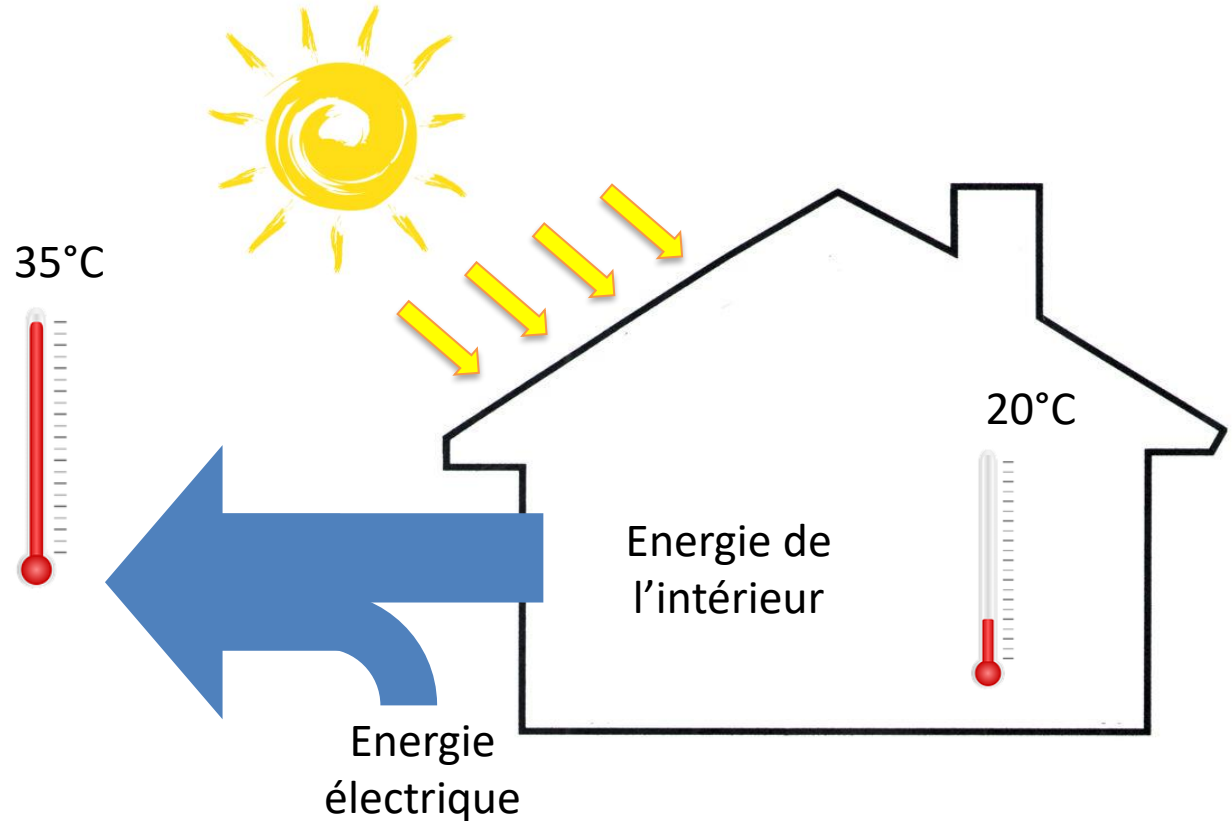
Quelle est la Différence entre Chauffage et Refroidissement

- Aucune différence thermodynamique:
 - L'énergie est transférée naturellement en fonction de la différence de température du chaud au froid.



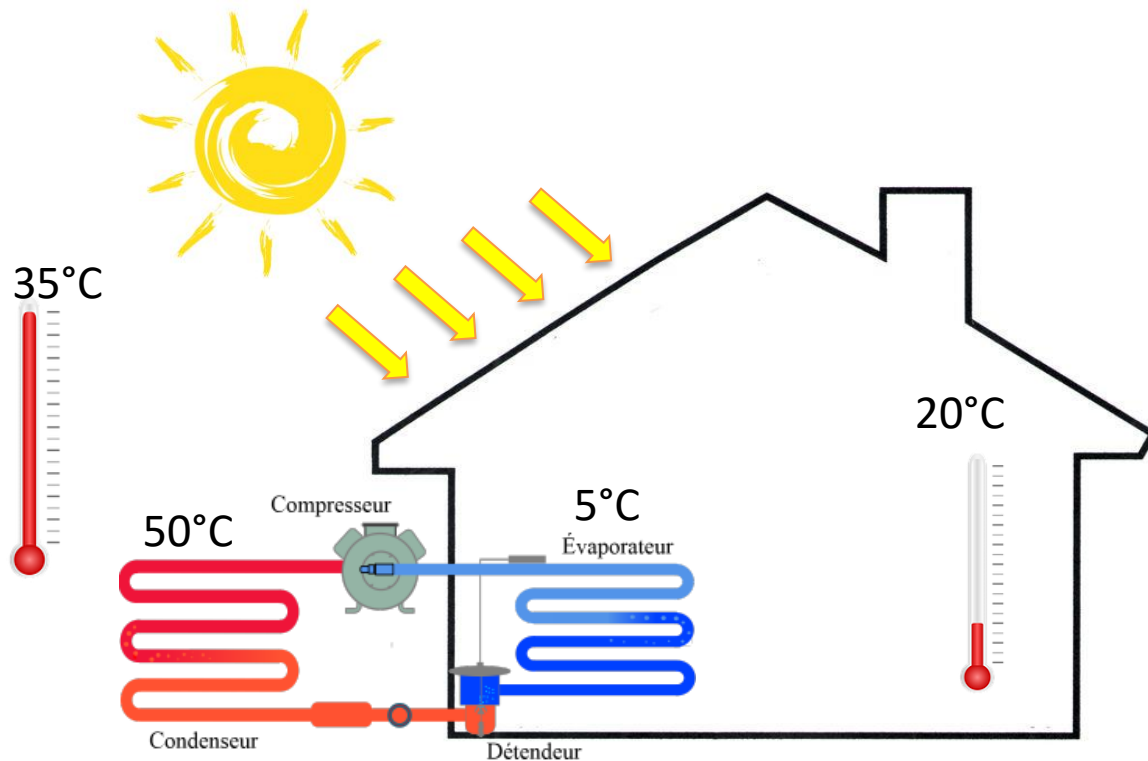
Les Systèmes Frigorifiques

- Pour la climatisation et la réfrigération, nous avons besoin d'un système de réfrigération pour inverser le transfert d'énergie



Réfrigération par Compression de Vapeur

- Les systèmes de compression de vapeur utilisent des gaz réfrigérants qui vont transférer l'énergie depuis l'intérieur vers l'extérieur.



1. Chemours en Quelques Chiffes

2. Le Froid et L'Énergie

3. La Règlementation et L'impact Environnemental

4. Les Solutions Possibles

5. Conclusions

Le Potentiel de Réchauffement Global (PRG)

- Le **potentiel de réchauffement global**, en abrégé **PRG**, est un terme utilisé pour décrire la puissance relative d'un [gaz à effet de serre \(GES\)](#), en tenant compte de la durée de temps pendant laquelle il restera actif dans l'atmosphère. (Source [Eurostat](#))

Réfrigérant	R-23	R-404A	R-410A	R-134a	R-290	R-744	R-1234yf
PRG (AR5)	12 400	3 940	1 920	1 300	3	1	<1

Les Réglementations Pour Protéger L'Environnement

1974



Rowland & Molina publient leur article citant que les CFC sont une cause majeure dans la destruction de la couche d'ozone

1987



Protocole de Montréal
sur les substances qui dégradent la couche d'ozone

1990



L'Agence Américaine de Protection de l'Environnement (EPA) publie le programme SNAP (Significant New Alternatives Program)

1991

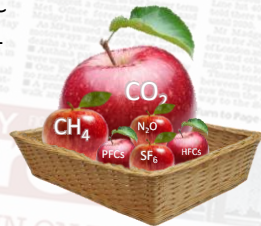


UE présente le premier règlement pour contrôler les CFC (CEE) No 594/91

1997

Protocole de Kyoto

visé la réduction des émissions des gaz à effet de serre



HFC tel que R-134a (C₂H₂F₄)
PFC tel que R-116 (C₂F₆)

2000

(CE) **2037/2000**
Définie un calendrier pour l'élimination des HCFC dans l'UE

2006

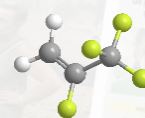


(CE) **842/2006**
Limitation de l'utilisation des HFC & **Directive 2006/40/EC**
Interdiction de l'utilisation des produits à PRG>150 dans la climatisation automobile



2014

(CE) **517/2014**
Ou F-Gaz
Réduction progressive en équivalent CO₂ des F-Gaz dans l'UE et encourageant l'utilisation des HFO à faible PRG. Tel que le R-1234yf (CH₂=CFCF₃)

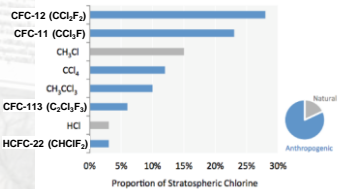


2016

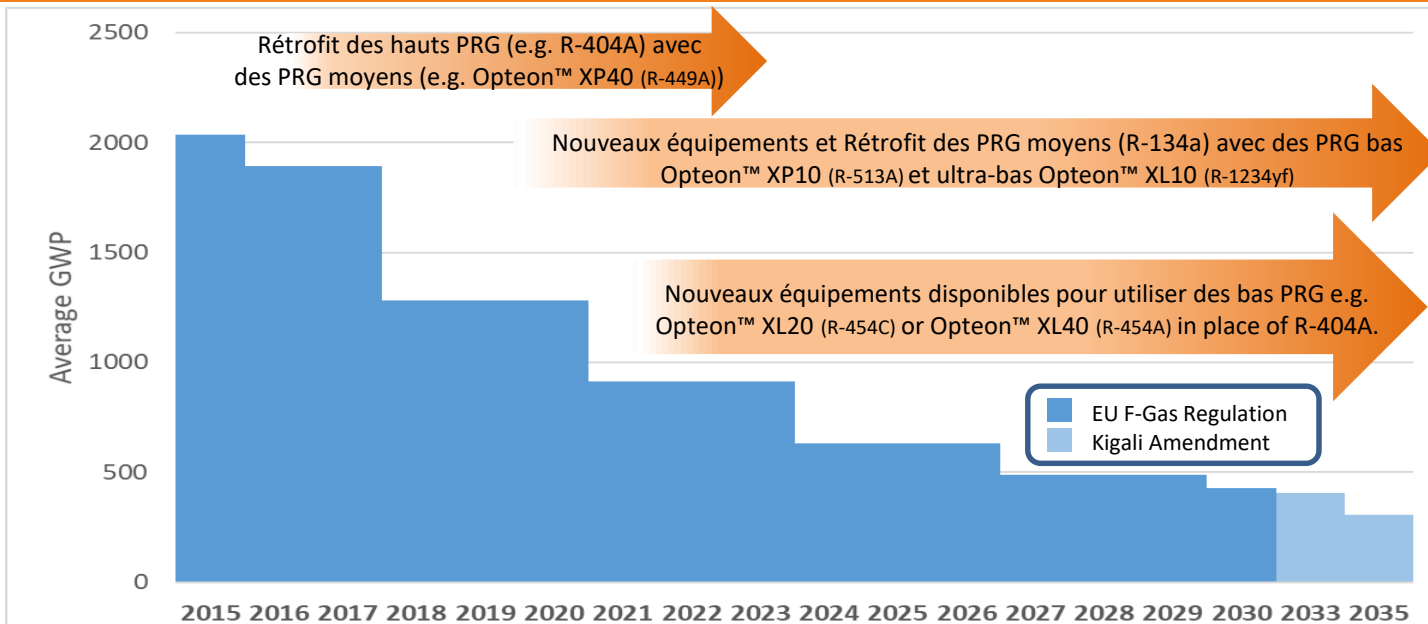


Amendement Kigali
L'amendement au protocole de Montréal (Kigali) signé par 197 pays et qui vise la réduction de 80 à 85% l'utilisation des HFC entre 2019 et 2040

Sources of Stratospheric Chlorine



La Régulation F-Gaz: Une Transition Vers Des PRG Faibles Dans La Réfrigération Commerciale



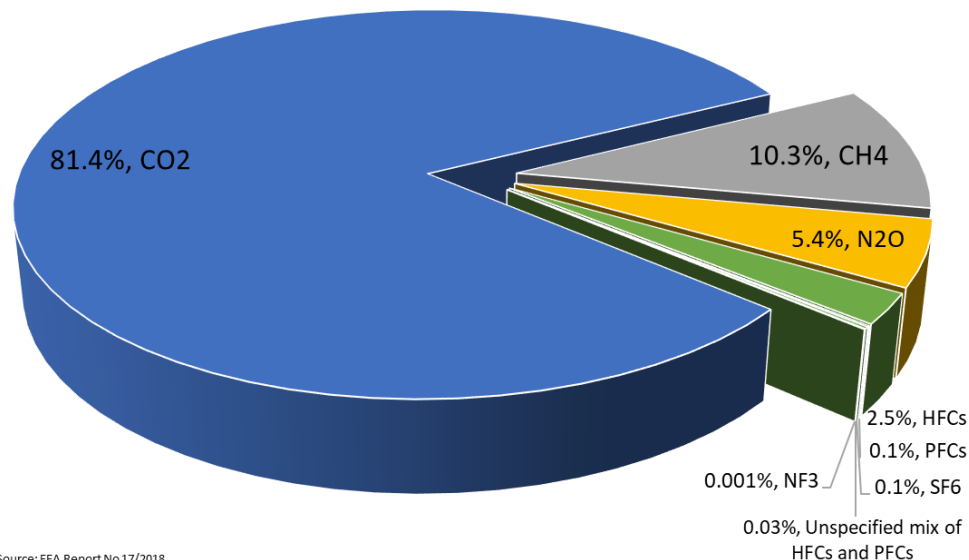
	PRG Max
Nouvelles installations	2500
Maintenance	2500 > 10kg R-404A

	PRG Max
Systèmes hermétiques & systèmes centralisés multipostes > 40kW	150
circuits primaires de réfrigération des systèmes en cascade > 40kW	1500



Les Sources De Gaz À Effet De Serre

Emissions Totales de gaz à effet de serre 2017 (EU28 + Islande)



Source: EEA Report No 17/2018

Intergovernmental Panel on Climate Change

« [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat](#) »

Dans les régions développées du monde telles que l'Union Européenne, les émissions de CO2 provenant des combustibles fossiles et des processus industriels contribuent pour plus de 80% aux émissions totales de gaz à effet de serre.

Total Equivalent Warming Impact - TEWI

BS EN 378-1:2016



BSI Standards Publication

Refrigerating systems and heat pumps — Safety and environmental requirements

Part 1: Basic requirements, definitions, classification and selection criteria

where

- $GWP \times L \times n$ is the impact of leakage losses;
- $GWP \times m \times (1 - \alpha_{\text{recovery}})$ is the impact of recovery losses;
- $n \times E_{\text{annual}} \times \beta$ is the impact of energy consumption

where

- TEWI is the total equivalent warming impact, in kg of CO₂;
- GWP is the global warming potential, CO₂-related;
- L is the leakage, in kg/y;
- n is the system operating time, in y;
- m is the refrigerant charge, in kg;
- α_{recovery} is the recovery/recycling factor, 0 to 1;
- E_{annual} is the energy consumption, in kW/y;
- β is the CO₂-emission, in kg/kWh.

$$\text{TEWI} = GWP \times L \times n + [GWP \times m \times (1 - \alpha_{\text{recovery}})] + n \times E_{\text{annual}} \times \beta$$



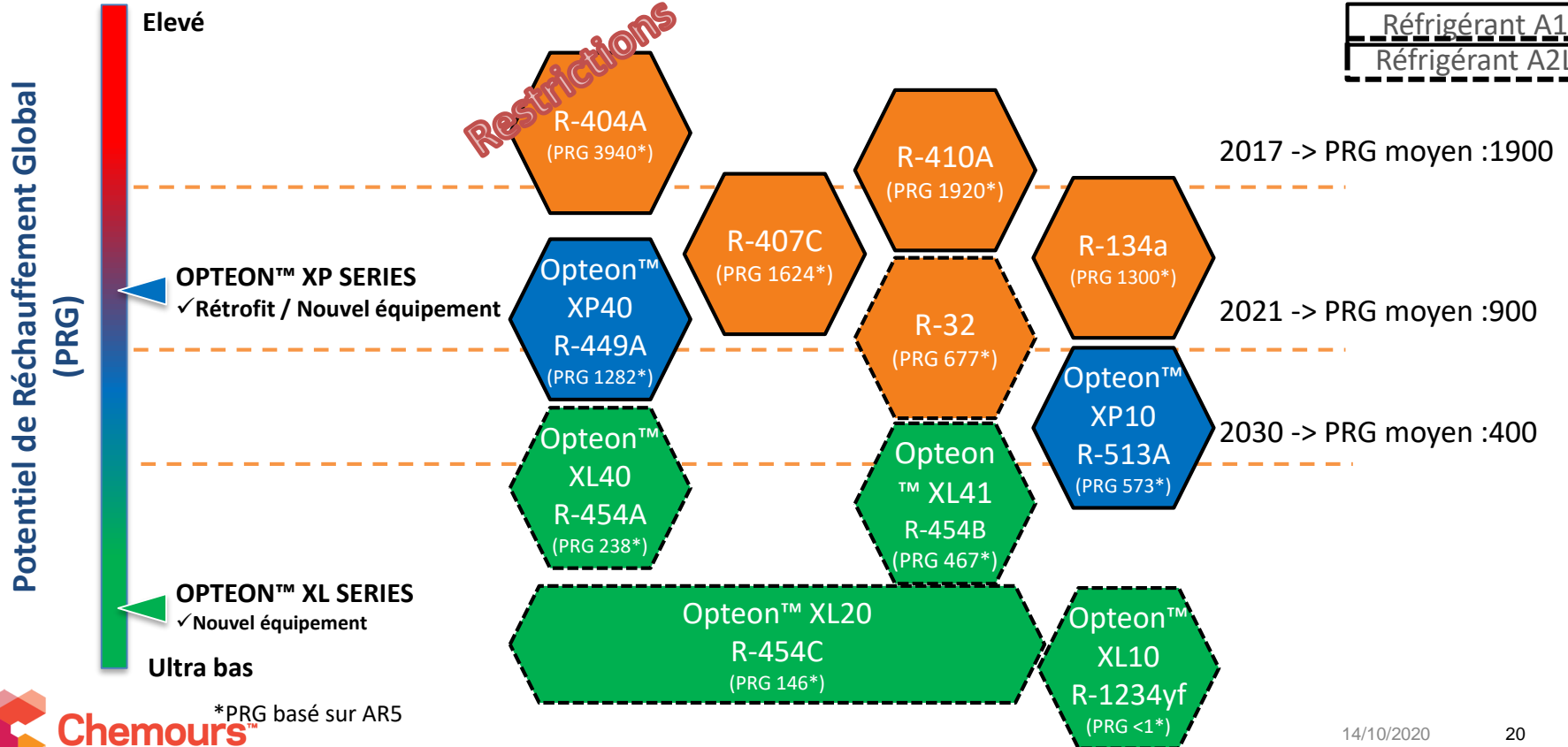
Emissions Directes
liées au réfrigérant



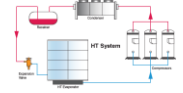
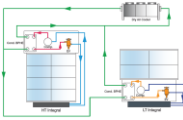
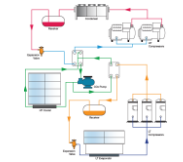
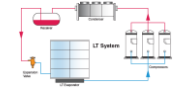

Emissions Indirectes
liées à la production
d'électricité

1. Chemours en Quelques Chiffes
2. Le Froid et L'Énergie
3. La Règlementation et L'impact Environnemental
- 4. Les Solutions Possibles**
5. Conclusions

Les Réfrigérants Opteon™ pour les Applications de Froid



Solutions Alternatives à Bas PRG Pour la Refrigeration Commerciale

Baseline	Systèmes avec un réfrigérant à PRG Moyen (<1500 PRG) ininflammable A1	
Groupes Logés	Groupes logés refroidis à eau Groupes logés refroidis à air	
Systèmes à boucle secondaire	R-290 (extérieur) / boucle de Glycol (intérieur) R-134a (extérieur) / R-744 pompé MT et subcritique en cascade BT	
HFO à bas PRG	Systèmes avec un mélange contenant des HFO à PRG bas (<150) légèrement inflammable A2L	
CO ₂	Système avec du R-744 transcritique Booster (FGB)	

Quelle est la Meilleure Solution?

Les Supermarchés ASDA



Filiale du Groupe Walmart

Plus de **165 000** salariés

Plus de **19 millions** de clients

Plus de **630 magasins** au Royaume-Uni

Plus de **£21.6 milliard** en chiffre d'affaire en 2016



Les Critères de Choix

En comparant par rapport à leur système actuel,
le nouveau système doit:



Avoir au moins la même capacité de refroidissement



Avoir au moins les mêmes performances énergétiques



Avoir le même temps d'arrêt pour maintenance tout au plus



Améliorer le Coût Total de Possession

Et Idéalement



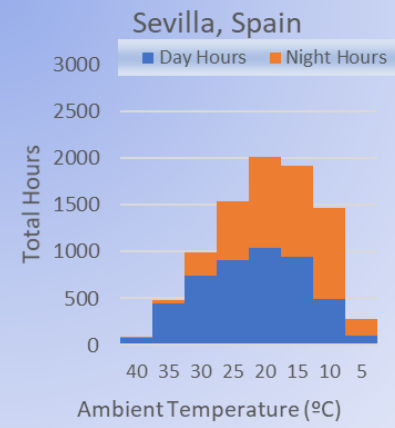
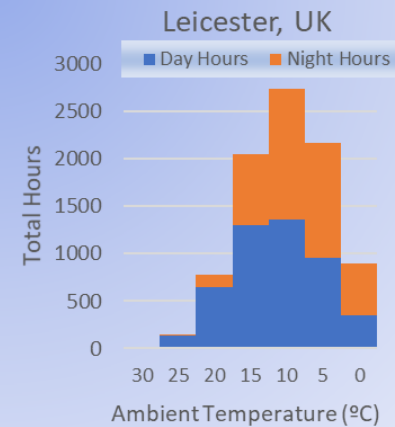
Avoir la même facilité d'installation et de maintenance

ASDA
Save money. Live better.

Part of the Walmart Group

Etude Par Taille de Magasin et Localité

Supermarché de Ville
300 - 500m² surface de vente
Équipé de 40 kW MT / 8 kW BT



L'Impact Environnemental? - TEWI

BS EN 378-1:2016



BSI Standards Publication

Refrigerating systems and heat pumps — Safety and environmental requirements

Part 1: Basic requirements, definitions, classification and selection criteria

$$TEWI = GWP \times L \times n + [GWP \times m \times (1 - \alpha_{\text{recovery}})] + n \times E_{\text{annual}} \times \beta$$

where

$GWP \times L \times n$ is the impact of leakage losses;

$GWP \times m \times (1 - \alpha_{\text{recovery}})$ is the impact of recovery losses;

$n \times E_{\text{annual}} \times \beta$ is the impact of energy consumption

where

TEWI is the total equivalent warming impact, in kg of CO₂;

GWP is the global warming potential, CO₂-related;

L is the leakage, in kg/y;

n is the system operating time, in y;

m is the refrigerant charge, in kg;

α_{recovery} is the recovery/recycling factor, 0 to 1;

E_{annual} is the energy consumption, in kW/y;

β is the CO₂-emission, in kg/kWh.



Facteurs de Production d'Electricité

Localité	Coût de l'électricité (€/kWh)	Facteur d'émission indirect (kgCO ₂ e/kWh)
Sevilla, Spain	0.152	0.309
Leicester, UK	0.153	0.3072

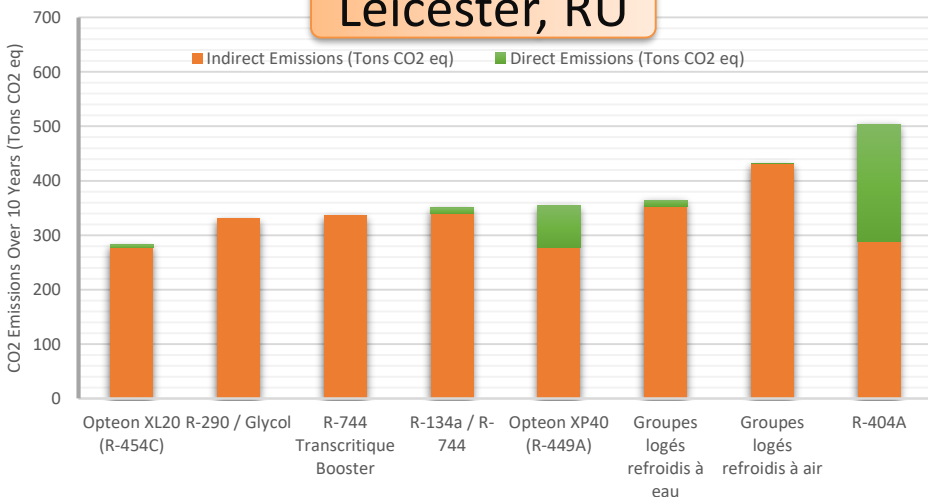
Charge en réfrigérant & Taux de fuites annuels

Technologie	PRG	Charge totale en réfrigérant quand le PRG>10 (kg)	% Taux de fuite annuel
		Supermarché de Ville	
Opteon™ XL20 (R-454C)	148	80	5.0%
R-290/Glycol	3	-	-
R-134a/R-744	1430	30	2.5%
Opteon™ XP40 (R-449A)	1397	110	5.0%
R-744 Transcritique Booster	1	-	-
Groupes logés refroidis à eau (500g)	3HT/1397 LT	8	10.0%
Groupes logés refroidis à air (500g)	3	-	-

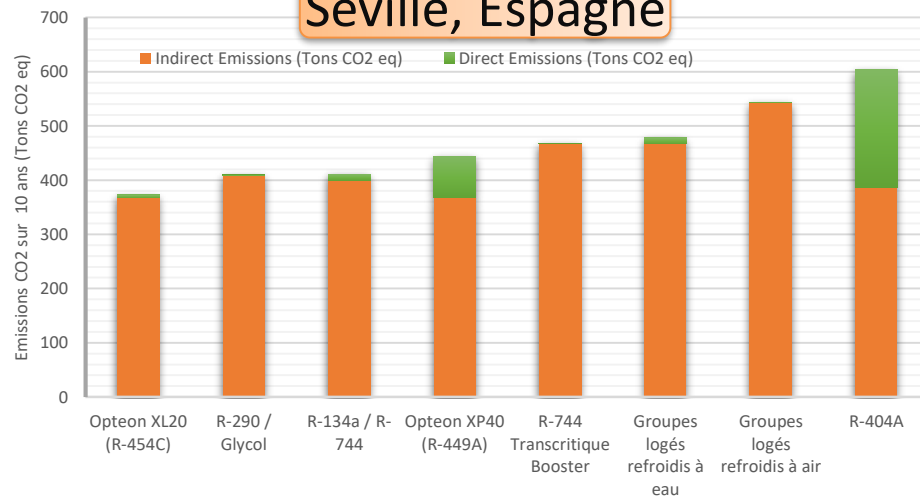
L'Impact Environnemental?

(Supermarché de Ville, 300~500m²)

Leicester, RU



Séville, Espagne



Les émissions totales sur 10 ans peuvent varier du simple au double dans les cas extrêmes.

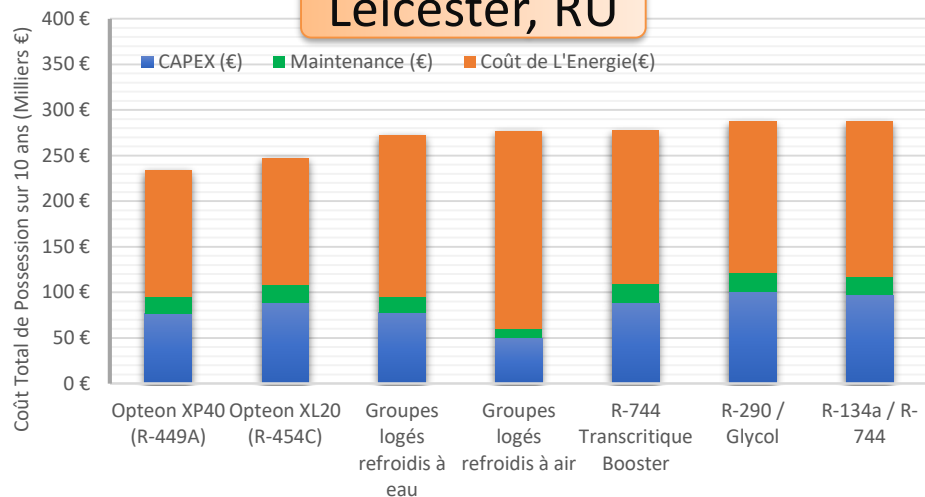
Pour les solutions utilisant un réfrigérant à faible PRG, les émissions indirectes représentent la majorité des émissions totales

Le réfrigérant Opteon™ XL20 (PRG 146) permet une réduction des émissions de 19% par rapport au R-744 transcritique (PRG 1)

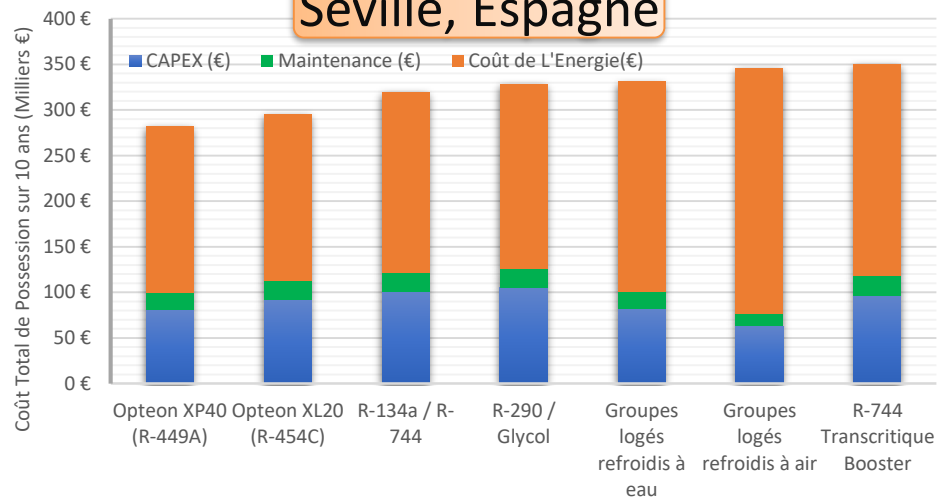
Quel Coût?

(Supermarché de Ville, 300~500m²)

Leicester, RU



Séville, Espagne



Le Coût du Cycle de Vie sur 10 ans tient compte du **CAPEX, frais de maintenance et la consommation électrique.**

La consommation électrique représente entre 57 et 78 % du coût du cycle de vie sur 10 ans.

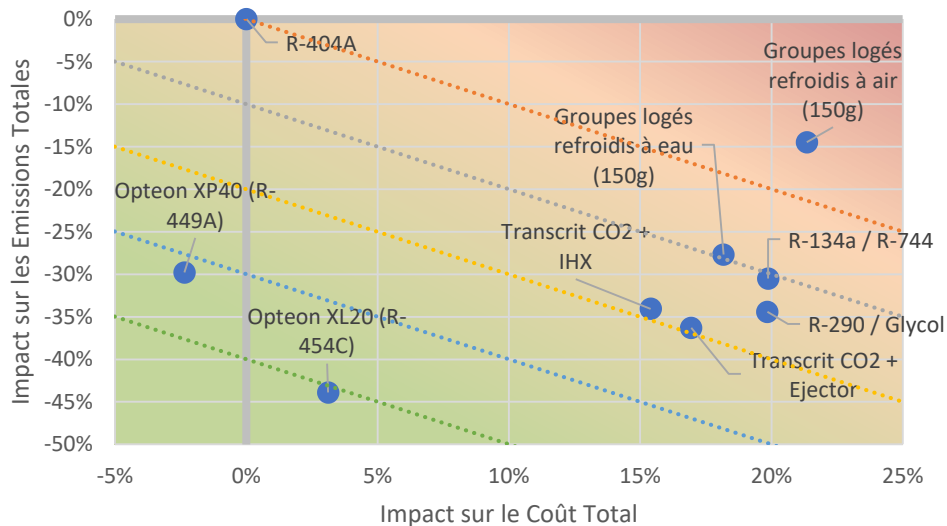
Il est important de choisir la solution qui assure **une efficacité énergétique élevée.**

Le réfrigérant Opteon™ XL20 permet d'assurer des économie entre 11-19% par rapport autres solutions

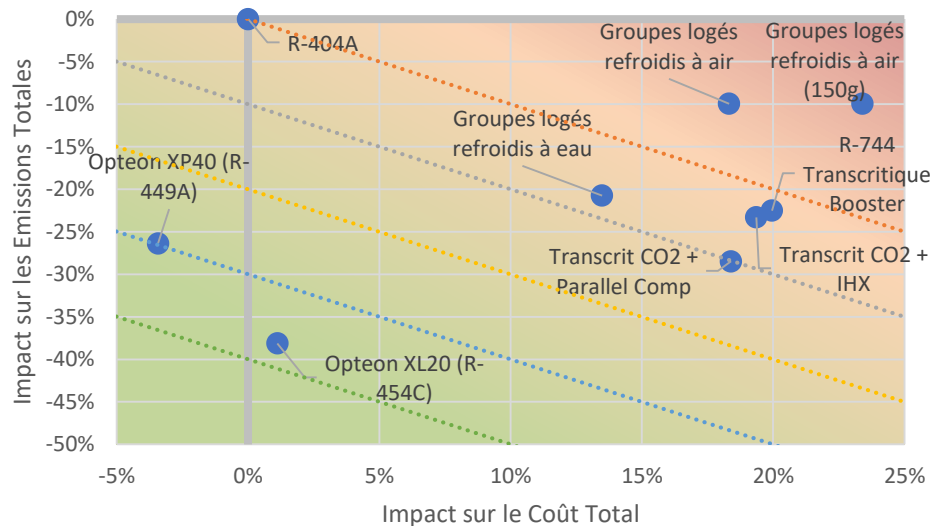


Eco-Efficience

Eco-Efficience pour un supermarché au RU



Eco-Efficience pour un supermarché en Espagne



L'eco-efficience est une corrélation entre la valeur ajoutée d'une solution et l'impact environnemental

Le réfrigérant Opteon™ XL20 est la solution la plus eco-efficiente.



Le Choix D'ASDA

- ASDA & Wave ont conclu que les réfrigérants Opteon™ XL à très bas PRG (HFO<250 GWP) offrent:
 - Le coût annuel le plus bas pour la consommation énergétique
 - Le coût de cycle de vie de plus bas sur 10 ans
 - Les émissions de CO₂ les plus faibles sur 10 ans
- La solution retenue a été implémentée sur un supermarché pilote suivi de plusieurs autres supermarchés.
- Les compteurs de consommation ont montré une réduction d'approximativement 4% en utilisant le réfrigérant Opteon™ XL par rapport à ancienne l'installation (soit l'équivalent de près de 15% par rapport au R-404A).



1. Chemours en Quelques Chiffes
2. Le Froid et L'Energie
3. La Règlementation et L'impact Environnemental
4. Les Solutions Possibles
5. Conclusions

Conclusions

- Le froid est indispensable dans notre vie de tous les jours.
- La loi européenne « F-Gaz » incite à adopter des solutions à faible PRG.
- La choix de la technologie de réfrigération est fait selon plusieurs critères (performances, maintenance, investissement, cout totale).
- Il faut considérer les émissions totales (TEWI) pour trouver une solution eco-efficente.

Merci Pour Votre Attention



Questions?

Samer Saab

samer.saab@chemours.com