
Le choix d'un réfrigérant et solutions techniques

Conférence techniques du 20 novembre 2018

Frédéric Rosiello – Chargé de projets en Réfrigération



Semaine wallonne

Air-Climat-Énergie

Du 17 au 25/11 2018



FACILITATEUR
URE



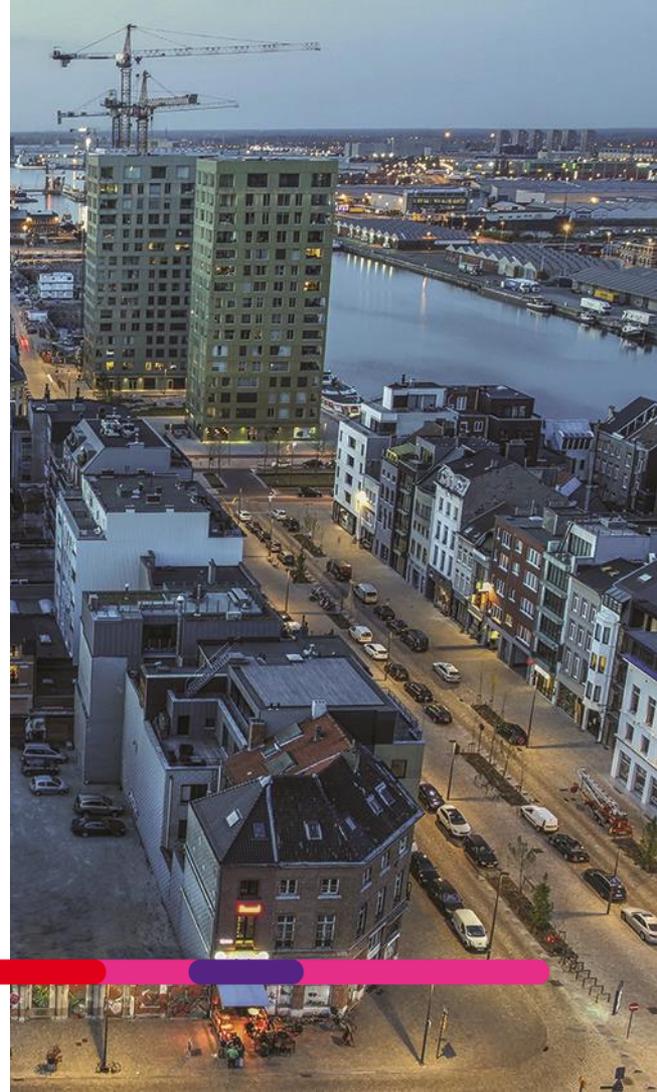
45 minutes chrono pour...

- 1 . Les fluides et la réglementation F-GAS
- 2 . Quel fluide choisir
- 3 . Vision Engie Axima
- 4 . Exemple dans le secteur industriel et Retail
- 5 . Conclusion



01

Les fluides et la réglementation F-GAS

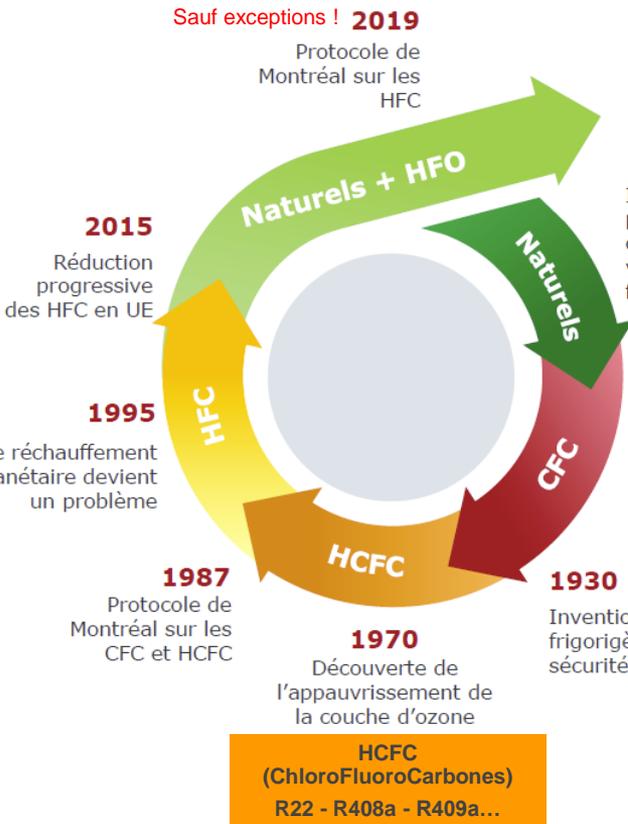
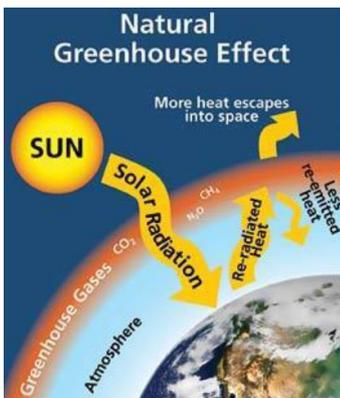


Le cycle d'utilisation des fluides réfrigérants dans le temps



HFC (ChloroFluoroCarbones)

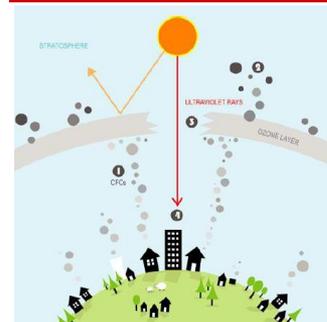
R134a - R404a - R410a...



4ème transition !



CFC (ChloroFluoroCarbones)
R12 - R502...



La réglementation européenne F-Gas N° 517/2014 du 16 avril 2014

Limiter La quantité **total** des gaz fluorés les plus importants pouvant être vendus dans l'UE depuis 2015 et réduction progressive par étapes jusqu'à 2030.

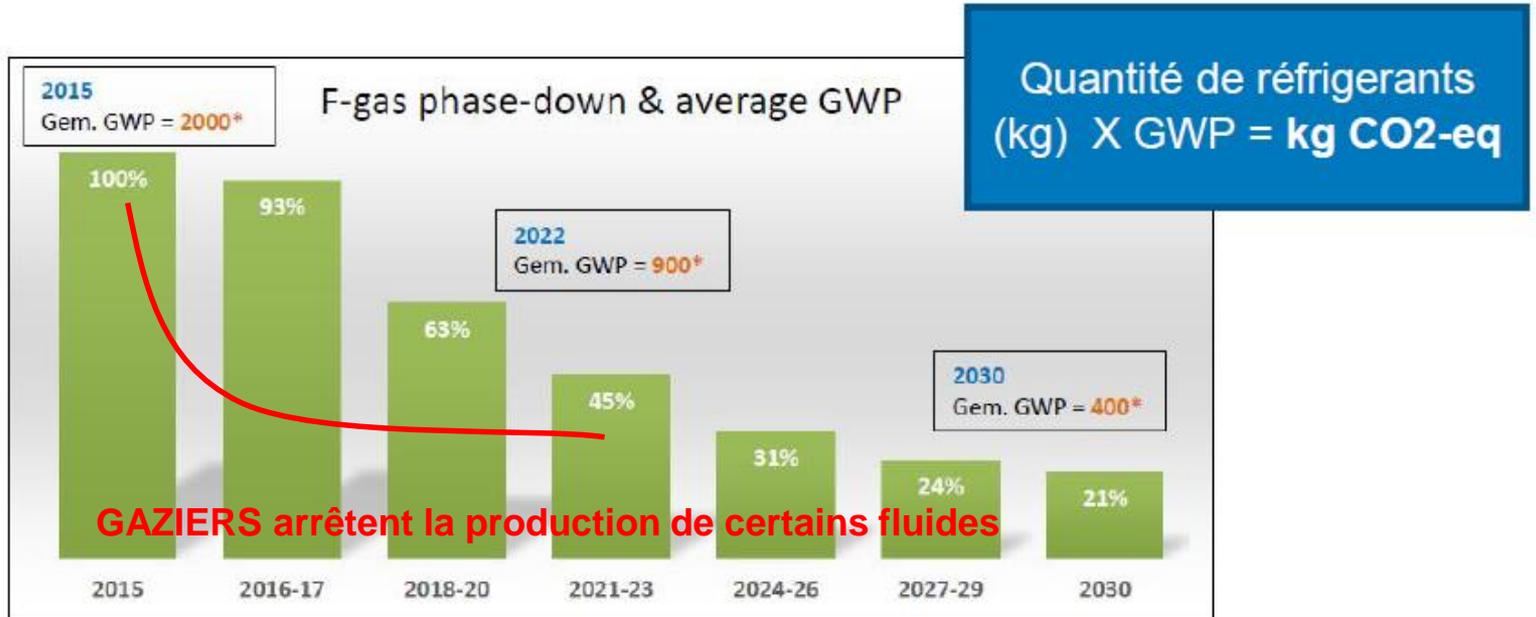
Interdire l'utilisation des gaz fluorés dans de nombreux nouveaux types d'équipements.

Empêcher les émissions de gaz fluorés des équipements existants, en exigeant des vérifications, un entretien adéquat et la récupération des gaz en fin de vie des équipements.



Quotas - Réduction soft des GWP "Haut" → GWP Bas

-79% de réduction jusque 2030 (*calculés en CO2 équivalent*)



*Quotas → % appliqué à la moyenne annuelle des quantités totales mises sur le marché dans l' UE (entre 2002-2012)

Les Interdictions

Aujourd'hui

	2015	2017	2020	2022	2025	2030
	Equipements de réfrigération domestique GWP > 150	Climatisation mobile dans les nouvelles voitures et camionnettes GWP>150	Equipements de réfrigération hermétiquement scellés à usage commercial GWP> 2500 Equipements de réfrigération fixe GWP>2500 (sauf -50°C) Climatisation mobile autonome GWP > 150	Equipements de réfrigération hermétiquement scellés à usage commercial GWP > 150 Systèmes de réfrigération centralisés multipostes à usage commercial > 40 kW GWP > 150 (sauf circuit primaire des systèmes en cascade GWP < 1 500)	Climatisation bi-bloc < 3kg with GWP > 750	
	Interdiction de stocker, réparer ou maintenir les installations au R22		Aucune intervention avec du HFC neuf GWP> 2500 sur les équipements > 40T CO2.eq (seulement recyclé ou régénéré si étiqueté)			Aucune intervention sur les équipements GWP > 2500

Voir réglementation F-GAS pour plus de détails sur les exceptions

Diminuer au maximum les émissions de HFC haut GWP

Contrôle d'étanchéité

Quantité de réfrigérant	Fréquence des contrôles	
	Sans système de détection de fuite	Avec système de détection de fuite
≥ 5 T CO ₂ -eq	12 mois	24 mois
≥ 50 T CO ₂ -eq	6 mois	12 mois
≥ 500 T CO ₂ -eq	3 mois	6 mois

- Exception : Equipement hermétiquement scellé contenant moins de 10T CO₂-eq de F-gaz (étiqueté comme tel)
- Pour équipements fixe: système de détection de fuite obligatoire à partir de 500 T CO₂-eq
- Obligation de réparer en cas de fuite

Traçabilité

- Toutes les opérations et mouvements de fluides doivent être enregistrés et conservés pendant 5 ans par les 2 parties.
- > 5T CO₂-eq: **Registre obligatoire.** (>10T CO₂-eq si équipement hermétiquement scellé).
- Tous les équipements doivent être **étiquetés de manière appropriée:** *type refr. (+GWP), quantité (kg + CO₂.eq), si hermétiquement scellé*

Formation & Certification

- Toute manipulation des F-gaz par des professionnels certifiés

	Personnel certifié	Entreprise certifiée
Installation	✓	✓
Maintenance ou service	✓	✓
Contrôle Fuite (>5T CO ₂ .eq)	✓	
Récup. des réfrigérants	✓	

02

Quel fluide choisir ?



Les installations existantes industrielles et Retail



HFC ? HFO ? Naturel ? ... Quelle est votre vision ? Demander conseil !

En effet, il n'y a pas d'installation et de fluide passe-partout, il faut tenir compte de ces paramètres :



Empreinte écologique supérieure à la réglementation F-Gas



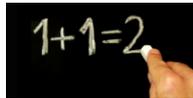
Consommation d'énergie / ROI / Propriété thermod.



Toxicité, Inflammabilité, pression élevée, risque d'asphyxie,...



Robuste / longévité / fiabilité / modif. puis.



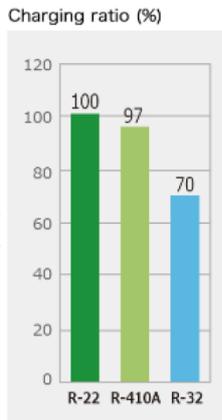
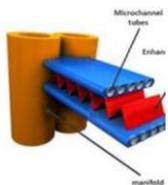
Simplicité / fiabilité



\$ Budget limité \$



Empreinte écologique



Faible charge réfrigérant



Répondre à la directive
Exemple : chiller



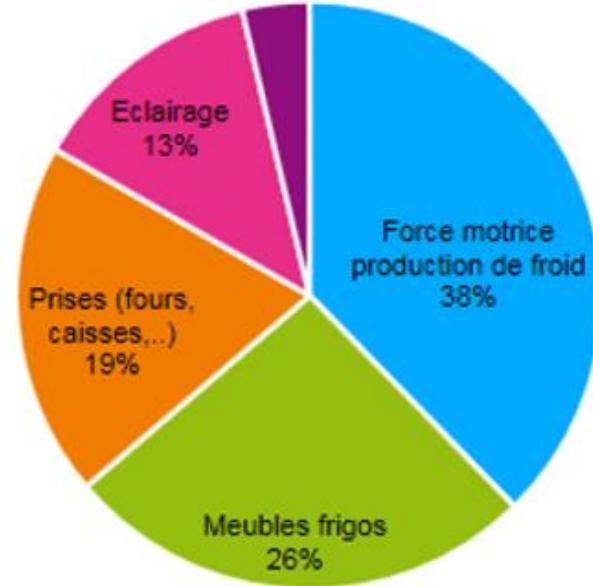
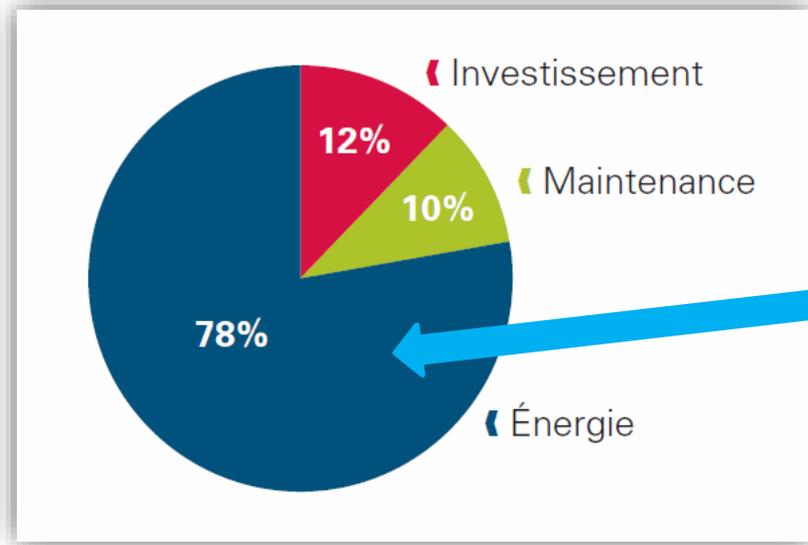
Penser aux futures générations

I ♥
AMMONIA





Frais d'exploitation de l'installation 15-20 ans



Exemple d'un supermarché sur 15 ans





Sécurité

Refrigerant	HCFC	HFC					HFO		Natural			
	R22	R404A	R134a	R407C	R410A	R32A	R1234YF	R1234ZE	R600 butaan	R290 propaan	CO ₂	R717 ammoniak
GWP (IPCC report 4)	1.810	3.922	1.430	1.774	2.088	675	4	7	4	3	1	0
Flammability	No	No	No	No	No	Low	Low	Low	High	High	No	Low
Toxicity	Low	Low	Low	Low	Low	Low	Low	Low	Low	Low	Low	High

Scope réglementation F-gaz

TABLE 2.2	SAFETY GROUP	
Higher Flammability	A3	B3
Flammable	A2	B2
Lower Flammability	A2L	B2L
No Flame Propagation	A1	B1
	Lower Toxicity	Higher Toxicity



120 bars HP

Tableau température-pression

t [°C]	-55	-50	-45	-40	-35	-30	-25	-20	-15
p [bar]	5,55	6,84	8,34	10,07	12,05	14,30	16,85	19,72	22,93
t [°C]	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
p [bar]	26,50	30,47	34,86	39,69	45,01	50,84	57,24	64,27	72,07



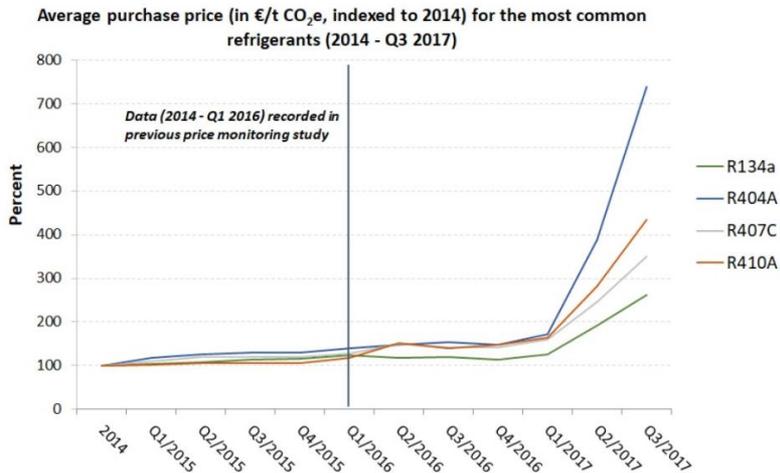


Longévité / Fiabilité / Robustesse

Quelques infos

- Clim, VRV, chiller refroidi par air → 15 ans
- Compresseur Scroll → durée de vie plus faible qu'un compresseur à piston
- Compresseur à Vis → longue durée de vie
- Installation simple → tendance à être plus fiable
- Installation NH3 toujours robuste → compresseur industriel, longue durée de vie
- Installation CO² → Grosse puissance plus robuste que moyenne et petite
- Installation HFO + compresseur à vis → bon compromis

Le prix indicatif des réfrigérants sur le marché - Août 2018



	€/Kg	GWP
R 134a	82,50	1430
R 507C	142,25	3985
HFC R 404A	142,25	3922
R 407C	120,25	1774
R 410A	132,75	2088
R 417A	80,28	2346
R 427A	67,95	2138
R 407F	111,25	1825
R 422D	82,55	2729
R 422A	82,88	3143
R449A	82,5	1397
R452A	104,63	2141
R448A	85,25	1387
HFO R1234ze	62,52	7
R32	49,80	675
Naturel CO ₂	3,30	1
Naturel NH ₃	3,53	0

Un appoint de 100Kg de **R404a** vous coûtera : $142,25\text{€} \times 100\text{Kg} = 14.225 \text{€}$ htva + Moe et déplacement

Un appoint de 100Kg de **R1234ze** vous coûtera : $62,52\text{€} \times 100\text{Kg} = 6.252 \text{€}$ htva + Moe et déplacement

Un appoint de 100Kg de **CO₂** vous coûtera : $3,30\text{€} \times 100\text{Kg} = 330 \text{€}$ htva + Moe et déplacement

Un appoint de 100Kg de **NH₃** vous coûtera : $3,53\text{€} \times 100\text{Kg} = 353 \text{€}$ htva + Moe et déplacement

300Kg de R404a – 5% fuites = 2133€/an



Ce qu'il se passe en France !



Taxe HFC adoptée
Assemblée nationale
du 16 Novembre 2018 !



Adrien Le Norcy

Gérant chez frigoristes.fr

2 j. · Modifié

58€ par kg de 404 la 1er année
21€ pour le R449

20.4€ pour le R32 en 2025, fluide qui aura à peine vu le jour qu'il est déjà fini !

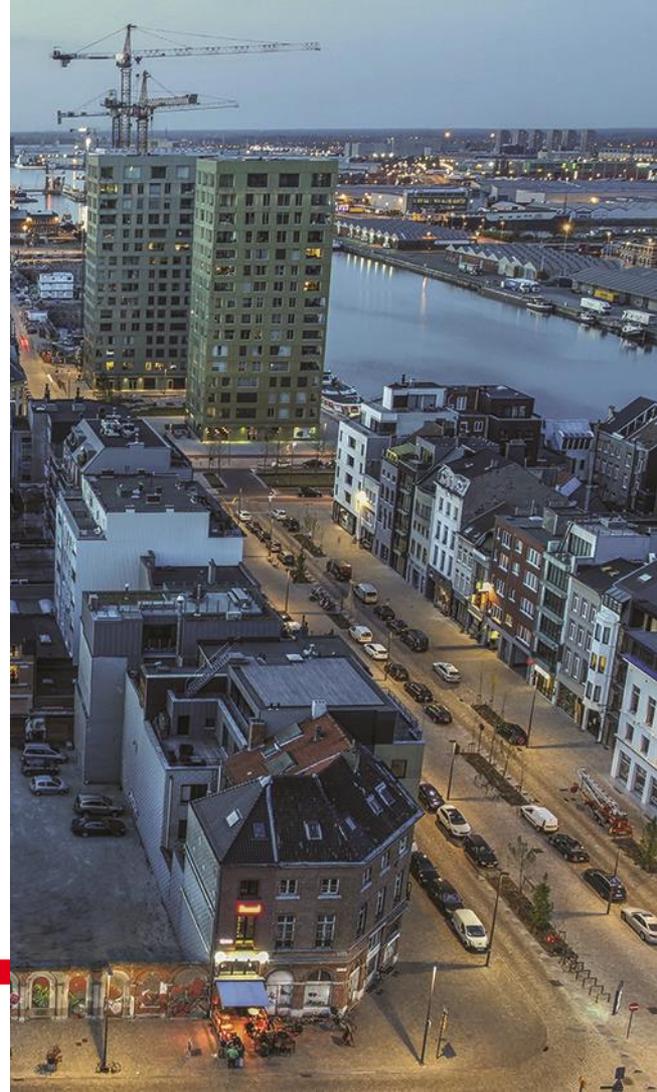
Si on ajoute les quotas, les HFC devraient rapidement disparaître !



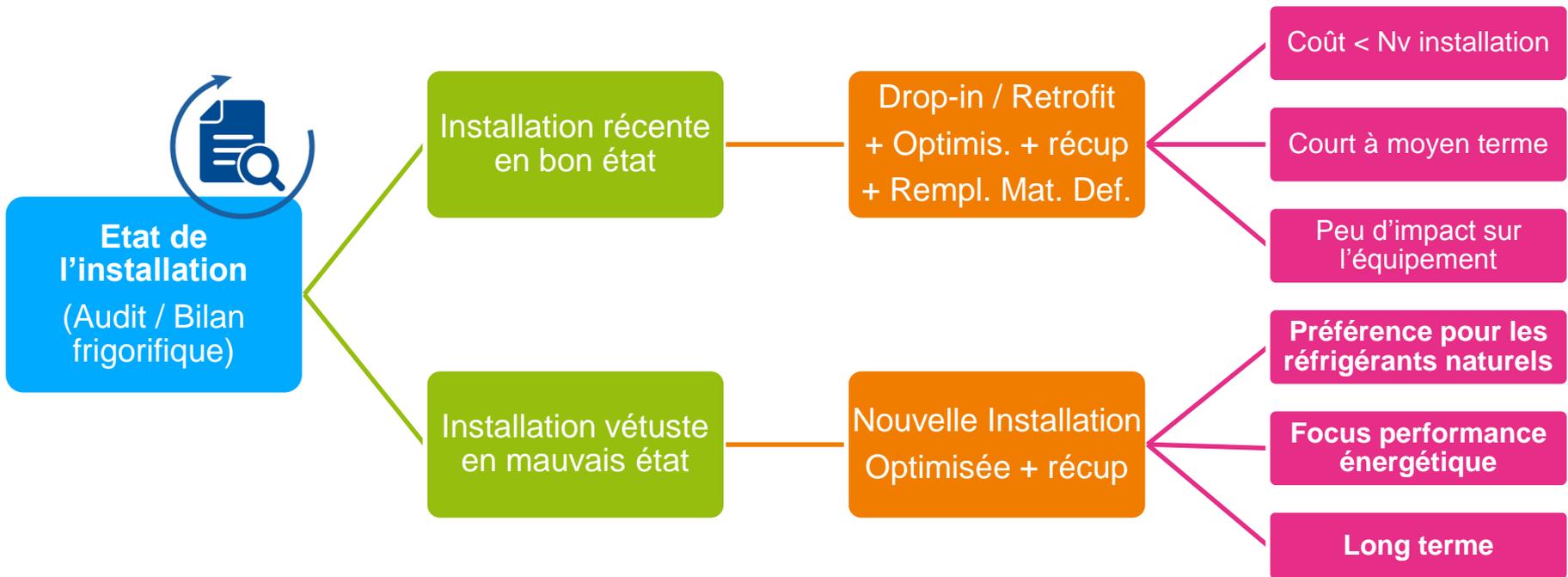
La taxe HFC a été adoptée à l'Assemblée nationale le 16 novembre 2018
frigoristes.fr

03

Vision Engie Axima



Notre vision



Drop-In → Solutions à court terme

- Pas de changement sur les composants ni sur la tuyauterie
- Remplacement des soupapes de sécurité, des huiles et filtres
- Possible impact sur compresseur (perte de puissance)

AVANT			APRES	
R404	GWP: 3922	→	R449	GWP: 1397
R410	GWP: 2088	→	Pas de solution en fréon actuellement Pas d'exception dans la réglementation !	
R23	GWP: 14800	→	Pas de solution en fréon actuellement Exception dans la réglementation -50°C !	
R134	GWP: 1430	→	R513a	GWP: 631
			R1234ze	GWP: 7 <i>si possible (A2L!!!)</i>



Drop-in: exemple “Froid POSITIF”

T° évap: -10°C
T° condensation: 45°C

R404a



R449a

↑ Compressor	4PES-15Y-40P
↓ Capacity steps	100%
Cooling capacity	23,7 kW
Cooling capacity *	23,7 kW
Evaporator capacity	23,7 kW
Power input	10,17 kW
Current (400V)	18,56 A
Voltage range	380-420V
Condenser Capacity	33,9 kW
COP/EER	2,33
COP/EER *	2,33
Mass flow	711 kg/h
Operating mode	Standard
Discharge gas temp. w/o cooling	90,5 °C

↑ Compressor	4PES-15Y-40P
↓ Capacity steps	100%
Cooling capacity	22,4 kW
Cooling capacity *	22,4 kW
Evaporator capacity	22,4 kW
Power input	9,14 kW
Current (400V)	17,16 A
Voltage range	380-420V
Condenser Capacity	31,5 kW
COP/EER	2,45
COP/EER *	2,45
Mass flow	510 kg/h
Operating mode	Standard
Discharge gas temp. w/o cooling	104,7 °C

Peu de perte de capacité

COP légèrement supérieur

T° de refoulement supérieure

Source: Bitzer



Drop-in: exemple “Froid NEGATIF”

T° évap: -30°C
T° condensation: 45°C

R404a



R449a

↑ Compressor	4PES-15Y-40P
↓ Capacity steps	100%
Cooling capacity	8,32 kW
Cooling capacity *	8,32 kW
Evaporator capacity	8,32 kW
Power input	5,73 kW
Current (400V)	13,11 A
Voltage range	380-420V
Condenser Capacity	14,05 kW
COP/EER	1,45
COP/EER *	1,45
Mass flow	242 kg/h
Operating mode	Standard
Discharge gas temp. w/o cooling	123,4 °C

↑ Compressor	4PES-15Y-40P
↓ Capacity steps	100%
Cooling capacity	7,06 kW
Cooling capacity *	7,06 kW
Evaporator capacity	7,06 kW
Power input	4,78 kW
Current (400V)	12,18 A
Voltage range	380-420V
Condenser Capacity	11,83 kW
COP/EER	1,48
COP/EER *	1,48
Mass flow	156,8 kg/h
Operating mode	Standard
Discharge gas temp. w/o cooling	--

Perte de capacité

COP légèrement supérieur

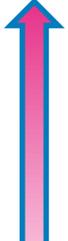
T° de refoulement supérieure

Source: Bitzer

Solution à long terme



(+)



€

(-)

NH3

Moyenne & Haute puissance : glycols / CO² pompé , coûts installation plus élevés

→ Sécurité / **Gain énergie supérieur** / Exploitation **40 ans** ★ **expérience depuis +100ans**

HC

Petite & Moyenne puissance : Refroidisseurs de liquide

Coûts intermédiaires → Sécurité / gain énergétique moyen / Exploitation 25 ans

CO2

Petite & Moyenne puissance : en direct vers les échangeurs

Coût installation acceptable → Sécurité / gain énergie < NH3 / Exploitation 15 ans ?



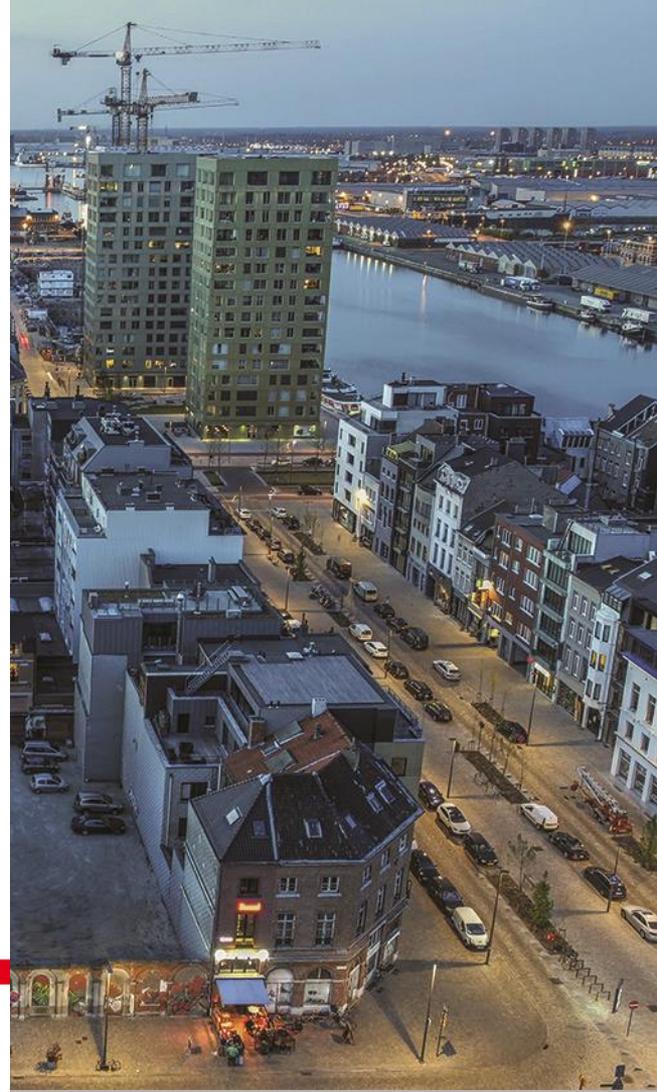
Les HFO en principe solution à long terme...

- Légèrement – inflammables A2L – **Pas encore de réglementation en Belgique....**
- **Pas** de solution pour basse température approuvées à ce jour (ex: chiller -15°)
- Fluide neuf - pas de retour d'expérience (Exemple : R452b pour remplacement du R410a)
- **Pas** de gain d'énergie en rapport NH3/Glycol (sauf exception haute puissance T° positive)
- **Avantage** = Coût d'installation **inférieur** à NH3/Glycol
- **Dépendant** du monopole des gaziers



04

Exemple secteur industriel et Retail



Remplacement du fluide et du condenseur



Information client « problématique » F Gaz R507/R404

Réunion chez le client / Agent Axima

Installation relativement récente

Calcul de faisabilité R404(A) → R449(A) : Bilan de puissance...

Décision du remplacer le Gaz et changement de condenseur

Planning et timing avec utilisation **Carbo-glace** ❄️



Conclusion : Installation fonctionnera encore environ 10 ans

Récupération du fluide

Pompes de récupération



Bouteilles de récupération



Drop-in Ajout de R449A + réglage de nouveaux paramètres



Utilisation de Carboglace pour le maintien de la température



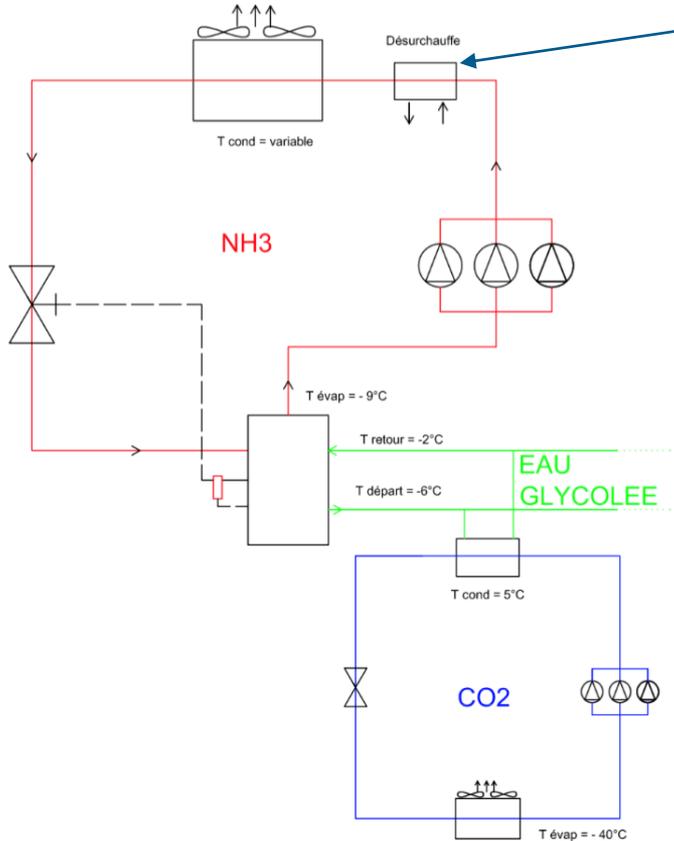
Upgrade d'un Système HFC vers l'Utilisation d'un Fluide Naturel avec Optimisation Energétique



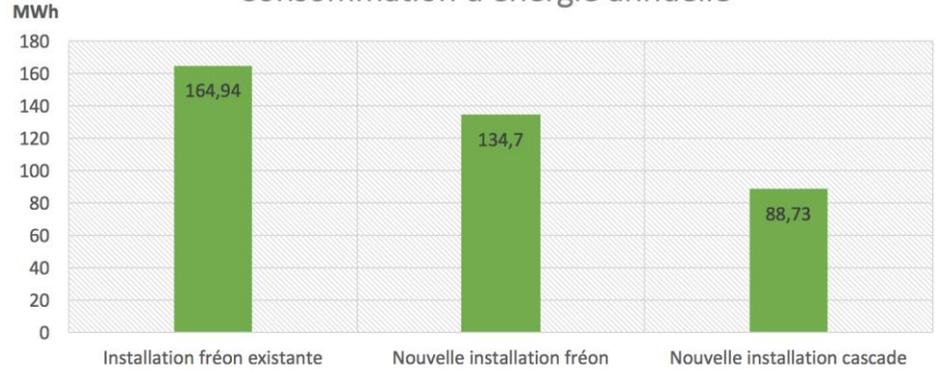
Température du produit : 92°C → 7°C

Installation NH₃ + Cascade CO₂

+ récupération de chaleur



Consommation d'énergie annuelle



Économie réalisée

→ 76,21 x 150 = 11431,5 €/an

Chillers Quantum au R1234ze

Remplacement des chillers R22 par des chillers à haute efficacité de type 'Quantum' au R1234ze



<u>Resultats</u>	INSTALLATION EXISTANTE AU R22				NOUVEAU QUANTUM CHILLERS AU R1234ze			
Capacité frigorifique [kW]	1200	1200	1000	1000	1500	1500	1000	1000
GWP Refrigerant	1760	1760	1760	1760	1	1	1	1
Charge Refrigerant [kg]	222	217	370	370	515	515	1085	1080
CO2 equivalent [kg CO2]	390720	381920	651200	651200	515	515	1085	1080
Economies d'énergie annuelles (MWh)	-	-	-	-	746	746	-	-



EUROCONTROL



GWP 1810 →
GWP 7

Haute qualité,
fiable et
performant
énergétiquement

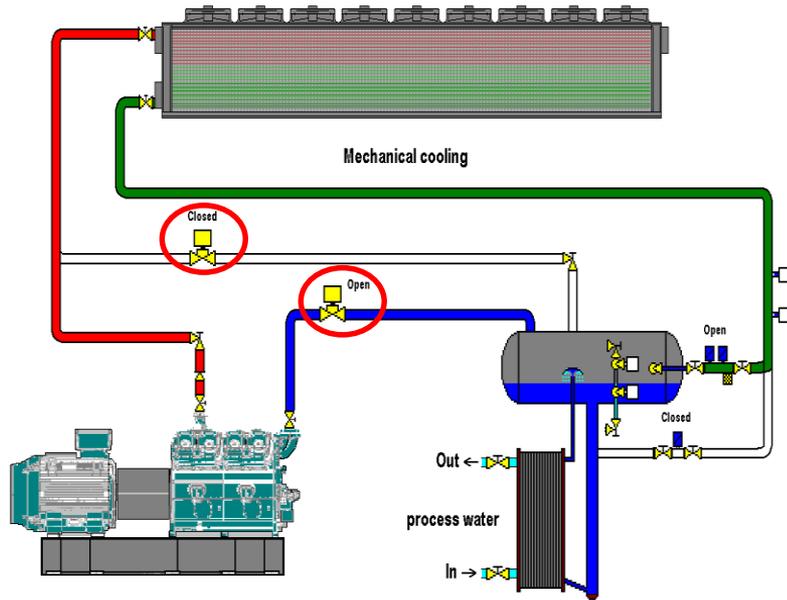
Installation
redondante →
Charge max. 50%

Consommation
optimale →
économies
d'énergie

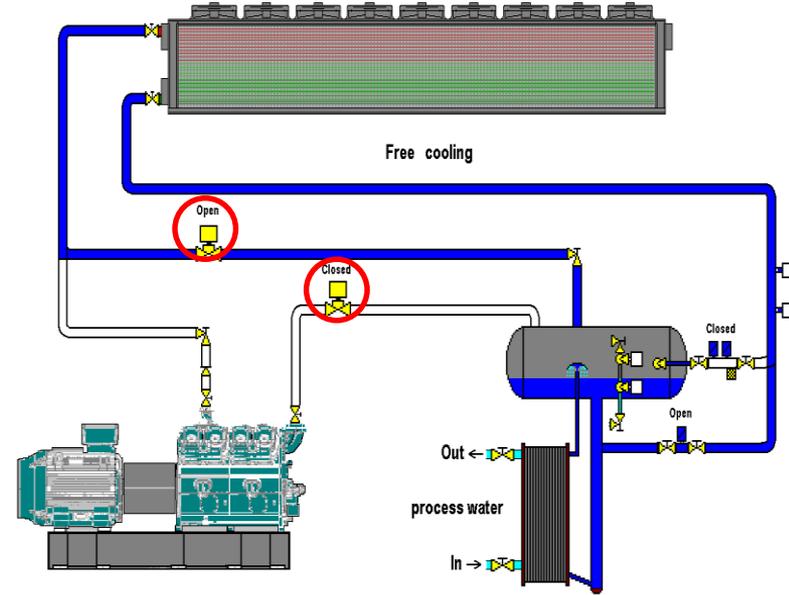


Chiller Free-cooling NH3

COP supérieur à 9 suivant application



Mechanical cooling

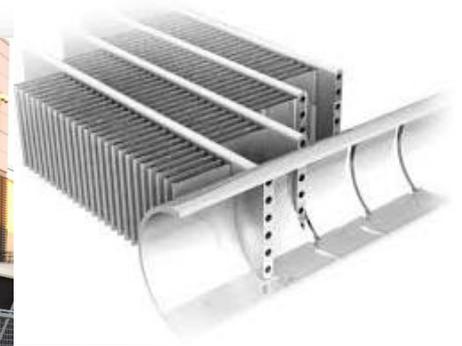


Free cooling



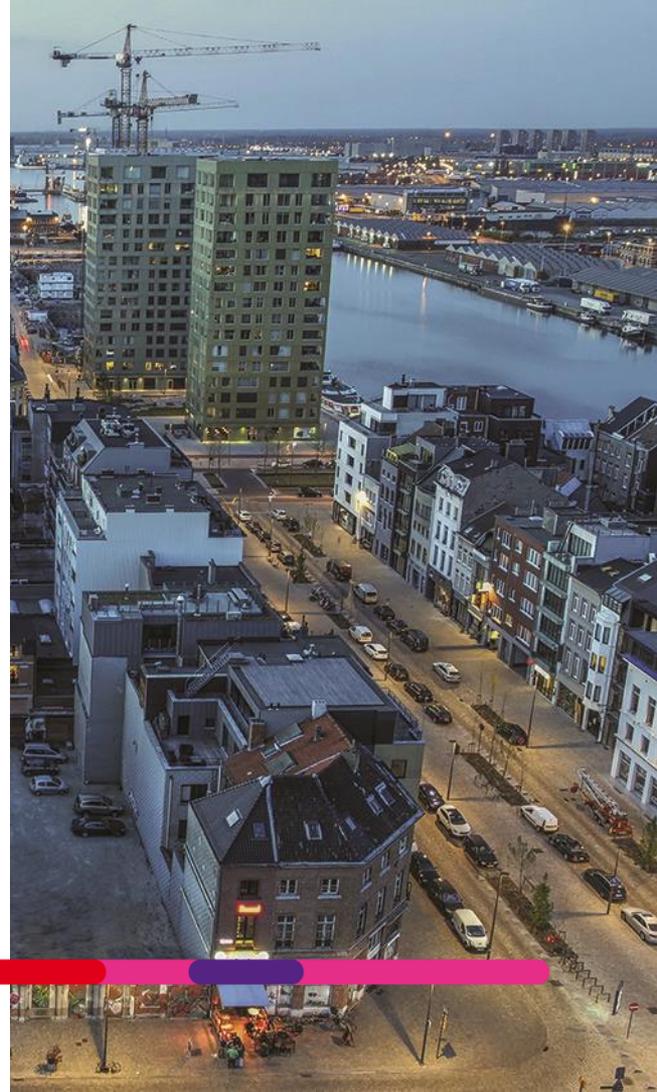
—
Chiller 800Kw 6/12 Charge 56Kg NH₃
—

Cond. microcanaux



05

En Conclusion



Vous êtes concerné par la réglementation F-Gas ? Il est temps d'agir !

Analyse de votre installation, mesures performances énergétiques

Des professionnels sont à votre disposition

Analyse de la consommation d'énergie

Suivi

Audit

Étude

Collaborer avec un professionnel pour évaluer vos besoins, faire preuve de bon sens, opter pour une solution adaptée à sa vision (faible GWP, consommation énergétique, sécurité, Payback, coût d'exploitation, fiabilité, longévité, maintenance simple...)

Elaborer un plan financier optimal

Pas de solution unique – Réflexion au cas par cas

Entretien

Execution

Maintien technique de l'installation pour assurer une performance optimale

Transformation ou remplacement de l'installation

Contrôle d'étanchéité, respect des obligations environnementales et de sécurité



An aerial night view of a city, likely Montreal, showing a river on the left, a large parking lot in the center, and various buildings, including a prominent modern glass skyscraper on the right. The city lights are visible in the background.

CONTACT

The logo for ENGIE Axima, featuring the word "ENGIE" in a bold, white, sans-serif font above the word "Axima" in a smaller, white, sans-serif font. The logo is positioned in the upper right corner of the image.

ENGIE
Axima

Frédéric Rosiello
frederic.rosiello@engie.com
0479/977743

A decorative horizontal bar at the bottom of the image, composed of several overlapping, rounded rectangular segments in various colors: green, yellow, blue, red, and purple.