

**CO₂, NH₃, synthétique.
Choisir le meilleur
système pour son client**

Forum Réfrigération 2022

2022-09-27



Catégories de réfrigérants

CSA B-52

Figure 5
Matrice de la classification des frigorigènes
(voir l'article [4.4.1](#))

Inflammabilité croissante ↑	Groupe	
	Inflammabilité supérieure	A3 B3
	Inflammabilité inférieure	A2 B2
	Propagation de la flamme nulle	A1 B1
	↓	↓
	Toxicité inférieure	Toxicité supérieure
	→ Toxicité croissante	

A/B 2L

Comment choisir



ASHRAE Position Document on Refrigerants and Their Responsible Use

Approved by ASHRAE Board of Directors
June 27, 2018

[ashrae.org](https://www.ashrae.org)

ASHRAE Position Paper 2018



one single factor such as GWP, operating pressure, flammability, etc. The wide range of HVAC&R applications and their requirements throughout the world necessitates a variety of refrigerants to meet these needs.

ASHRAE Position Paper 2018



ASHRAE Positions

ASHRAE's positions on the responsible selection and use of refrigerants are as follows:

Selection of refrigerants and their systems must be based on a holistic analysis including energy efficiency and performance attributes, environmental impacts, employee and public safety, and economic considerations. A refrigerant should not be selected based on any

Ordre du jour

- Sécurité
- Environnement
- Performance
- Économique
- Processus de décision

SÉCURITÉ

Sécurité



Le risque d'accidents industriels est-il sous-estimé?

Jean-Paul Lacoursière, ing.



Revue Plan (OIQ) - Juillet-août 2022

Sécurité

évidemment pas le seul produit chimique dangereux. « Au Québec, les risques chimiques les plus importants sont sans doute liés au propane, à l'ammoniac et au chlore », estime Jean-Paul Lacoursière. Les sites concernés ne sont pas uniquement des usines chimiques,

Sécurité

Trois morts à la suite d'une fuite
d'ammoniac à Fernie



**Oct.
2017**

Une fuite d'ammoniac à l'arène de Fernie Memorial a forcé des évacuations dans le centre-ville.

PHOTO : GOOGLE STREET VIEW

Une personne meurt après une fuite
d'ammoniac à Kamloops



**Mai
2022**

Les équipes de secours ont été appelées vers 10 h 30 jeudi pour répondre à une fuite de gaz.

PHOTO : RADIO-CANADA / MARCELLA BERNADO / CBC

Sécurité

Une fuite d'ammoniac fait un mort et 24 blessés, rue Hogan

ÉRIC TROTTIER

Une fuite d'ammoniac survenue hier soir à l'usine de transformation de viande Montpak, rue Hogan, dans l'est de Montréal, a fait un mort et 24 blessés.

Une vingtaine d'employés de l'usine et cinq pompiers ont dû être emmenés à l'hôpital par ambulance après avoir été mis en contact avec ce gaz extrêmement volatil.

Dans le premier groupe, la plupart des blessés souffraient d'insuffisance cardio-respiratoire et de brûlures à la peau. Une dizaine d'entre eux ont dû passer la nuit à l'hôpital, mais leur vie n'est pas en danger. Les pompiers ont pour leur part subi des brûlures, dont deux plus grièvement.

L'incident est survenu vers 17 h lorsqu'un employé de l'usine a échappé une boîte sur une conduite d'ammoniac qui alimentait les réfrigérateurs géants de l'usine. La conduite ayant éclaté, la centaine d'employés qui se trouvaient sur



Mars
1997

Fuite d'ammoniac dans un bâtiment industriel à Québec

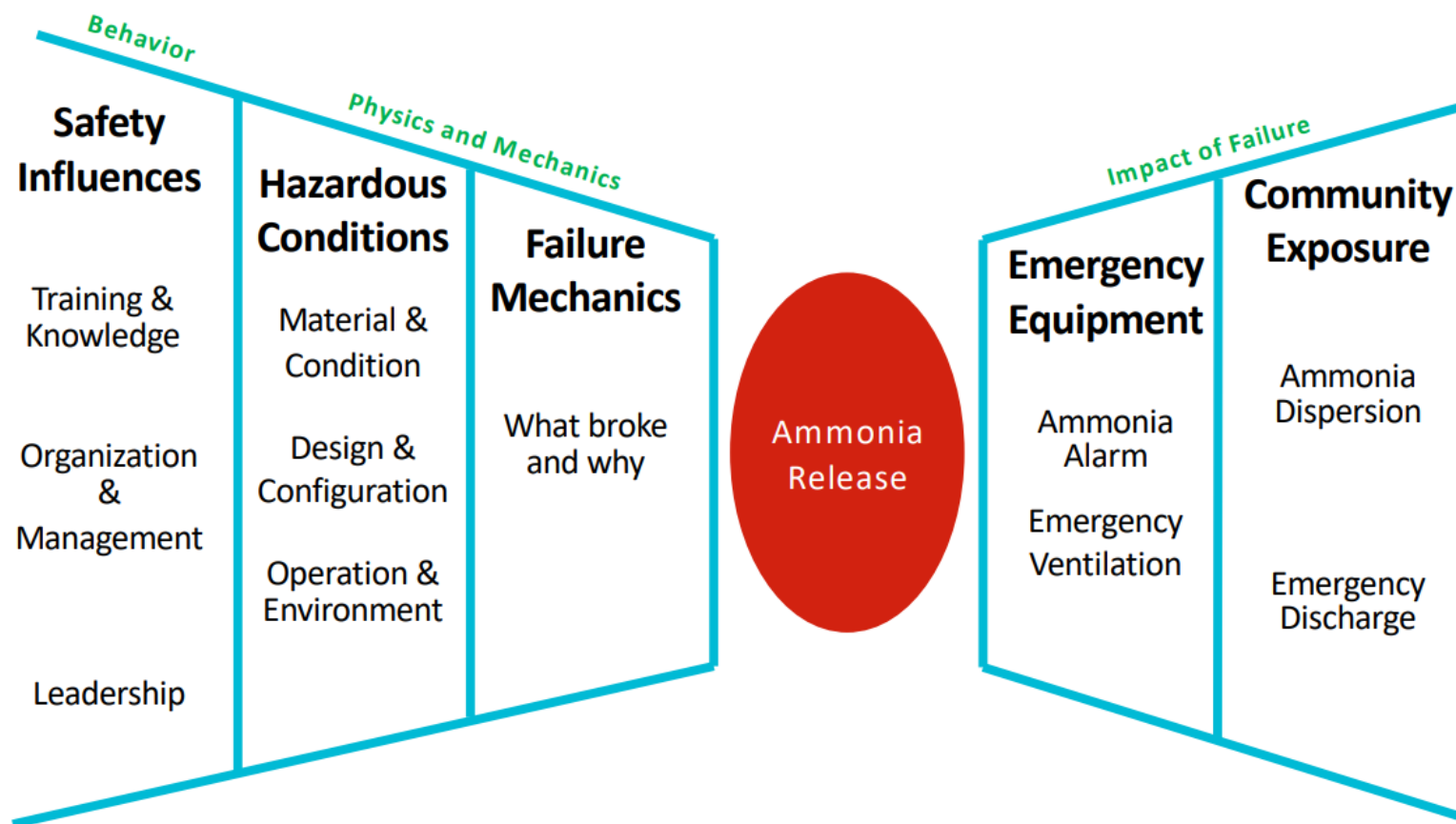


Février
2022

été blessé pendant l'intervention. (Archives)

PHOTO : RADIO-CANADA / GUILLAUME CROTEAU-LANGEVIN

Sécurité



technicalsaftybc.ca

Sécurité

Une fuite de fréon force l'évacuation d'un supermarché

PCM | Publié le 30 septembre 2001 à 20:18



**Sept.
2001**

Fuite de fréon : la piscine Paul-Pelletier de Gatineau restera fermée mercredi



**Avril
2019**

Fuite de fréon a forcé la fermeture temporaire de la piscine Paul-Pelletier dans le secteur
er à Gatineau.

Sécurité

Une fuite de CO2 sur un vraquier, à l'origine du décès de 10 personnes

PUBLIÉ LE 27 MAI 2019 PAR LA RÉDACTION

Une fuite de dioxyde de carbone (CO2) sur le vraquier panamax *Jin Hai Xiang* serait en cause dans le décès de 10 membres d'équipage. 19 personnes ont été hospitalisées.

Selon un communiqué du gouvernement local de Weihai, l'incident s'est produit le 25 mai alors que le navire était en réparation au port de Rongcheng Longyan. Le gaz a tué 10 membres d'équipage à bord tandis que 19 personnes ont été hospitalisées. Les premiers éléments de l'enquête impute les causes de l'accident à une erreur humaine.

Le *Jin Hai Xiang*, construit en 1994, d'une capacité de 69 100 tpl, appartient au Fujian Shipping Group. Le navire était accosté au chantier naval de Xixiakou le 24 mai pour réparation. Une maintenance qui devait

**Mai
2019**

Sécurité

FM Global Loss Prevention Data Sheets | Mechanical Refrigeration

Table 3. FM Global Mechanical Refrigeration Losses by Peril, 2006-2016

<i>Peril</i>	<i>Percentage of Losses</i>	<i>Percentage of Loss Cost</i>
Contamination	6.9%	62.8%
Temperature Change	9.0%	11.6%
Electrical Breakdown	27.1%	9.6%
Mechanical Breakdown	45.7%	8.4%
Fire	2.1%	3.7%
Miscellaneous	3.7%	1.5%
Escaped Liquids Damage	1.1%	1.4%
Pressure Equipment Breakdown	3.7%	0.8%
Wind and Hail	0.5%	0.2%
Grand Total	100.0%	100.0%

[fmglobal.com](https://www.fmglobal.com)

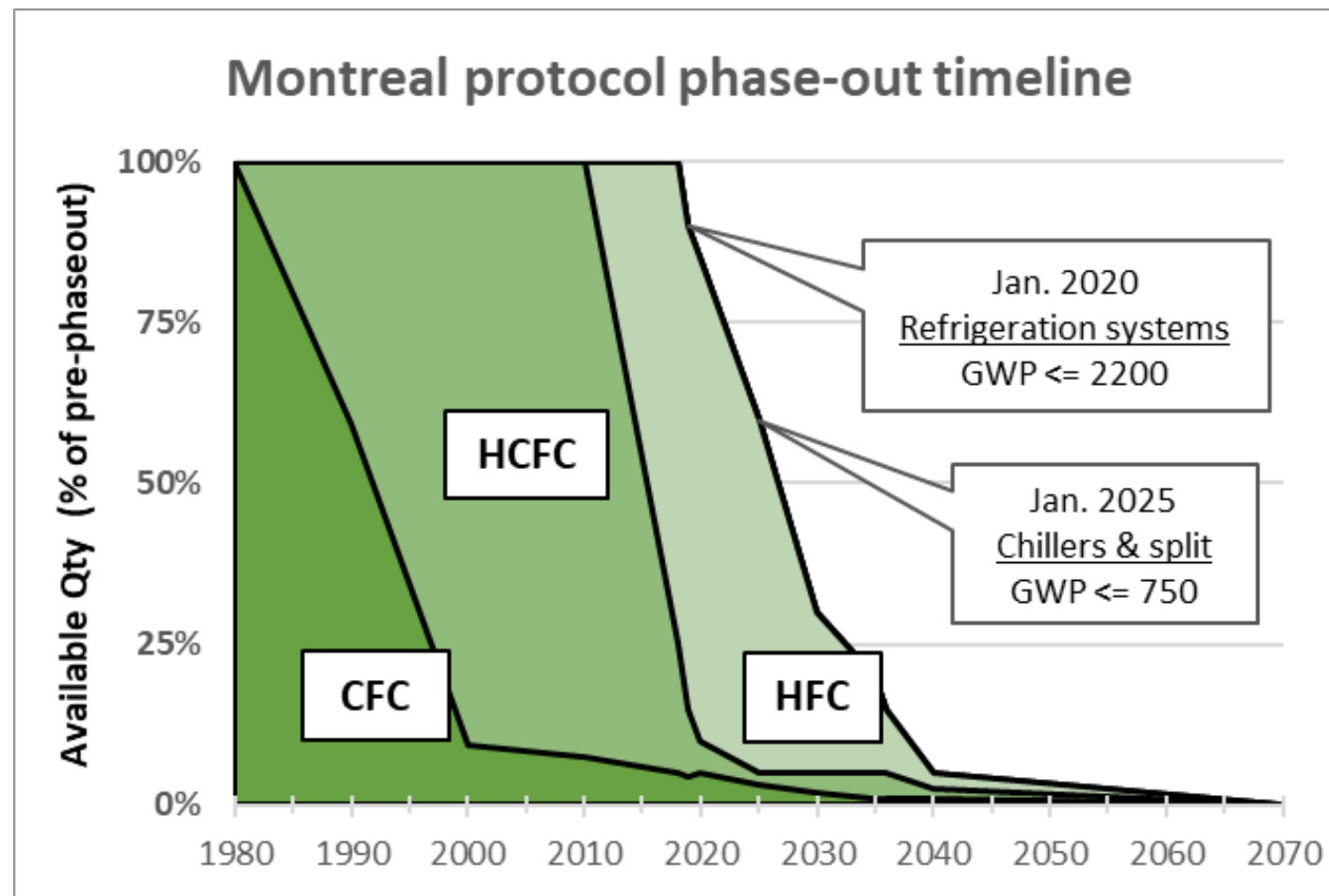
Sécurité

Bonnes pratiques

- Minimiser la charge de réfrigérant
- Impartir la charge de réfrigérant en circuits (ou décentraliser)
- Installer la tuyauterie à l'extérieur (toit)
- Protéger la tuyauterie et les appareils des chocs (matériel roulant)
- Conception de la salle mécanique (CSA-B52)
- Prévoir des détecteurs dans les zones occupées
- Prévoir une gestion des alarmes avec le propriétaire

ENVIRONNEMENT

Environnement



Environnement

Réfrigérants fluorés

Industry fights inclusion of F-gases in forthcoming PFAS restriction

NEWS

29 July 2021

HFC/HFO producers and cooling equipment industries say F-gas Regulation already addresses environmental concerns

Europe

Halocarbons / ODS

PFAS

Chemical restrictions

EU REACH

EU

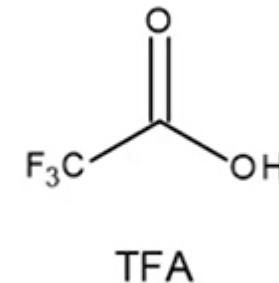
A European trade body, representing F-gas producers and major companies in the cooling and refrigeration industry, is urging policy makers to exclude the gases from the scope of the forthcoming proposal for a REACH [restriction](#) on per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs).



chemicalwatch.com/

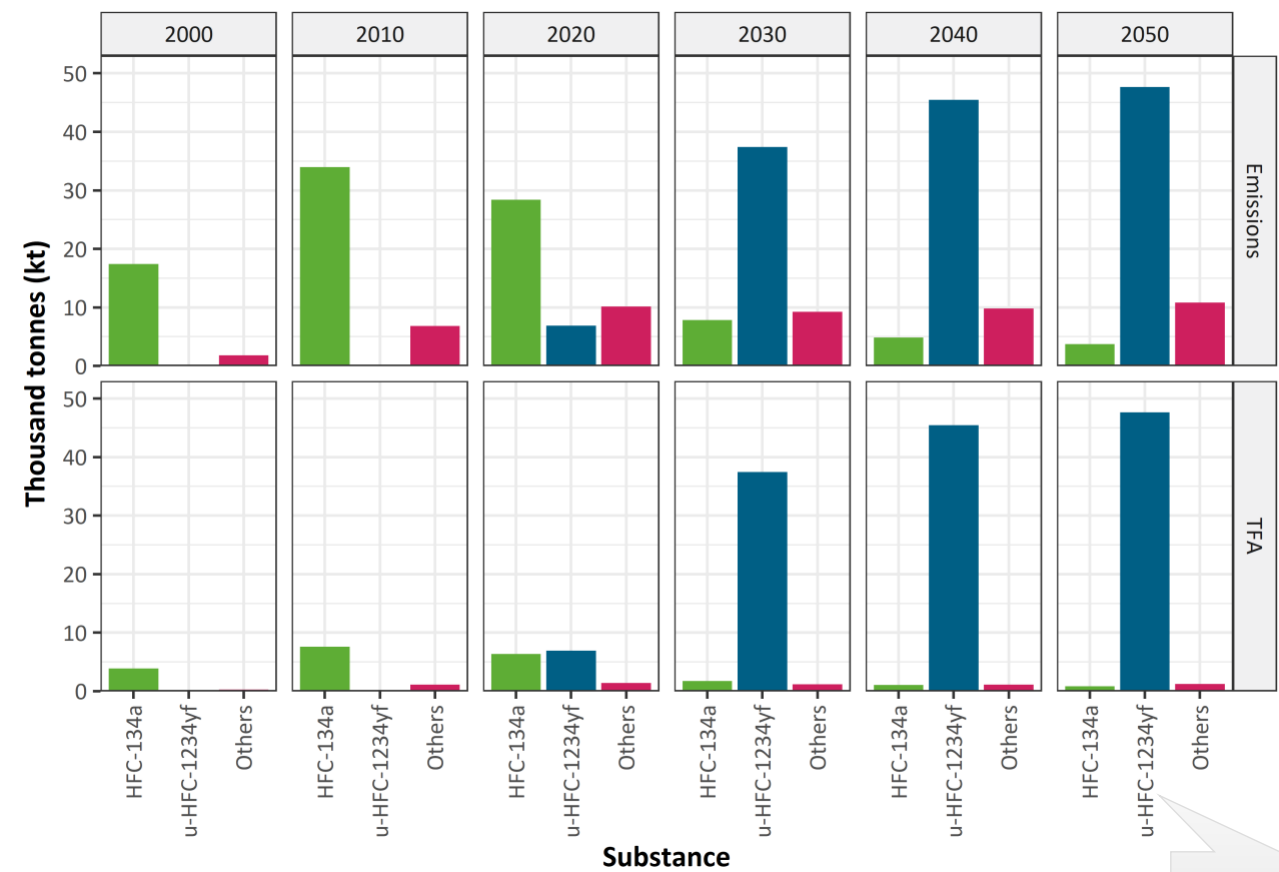
Trifluoro-acétate (TFA)

- Acide fort -> forme des sels
- Très stable
- Soluble dans l'eau
- Bioaccumulable
- Effets toxiques



Environnement

Évolution des émissions de TFA



1234yf

TEXTE

73/2021

Final report

Persistent degradation products of halogenated refrigerants and blowing agents in the environment: type, environmental concentrations, and fate with particular regard to new halogenated substitutes with low global warming potential

by:
 Dr. David Behringer, Dr. Felix Heydel, Barbara Gschrey, Steffi Osterheld, Winfried Schwarz, Kristina Warncke
 Öko-Recherche, Frankfurt am Main
 Finnian Freeling, Dr. Karsten Nödler
 Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruhe
 Dr. Stephan Henne, Dr. Stefan Reimann
 Empa, Dübendorf (Zürich)
 Markus Blepp, Wolfram Jörß, Ran Liu, Dr. Sylvie Ludig, Ina Rüdenauer
 Öko-Institut, Freiburg im Breisgau
 Dr. Stefan Gärtner
 Hydrotox Labor für Ökotoxikologie und Gewässerschutz GmbH, Freiburg im Breisgau

publisher:
 German Environment Agency

German Environment Agency

umweltbundesamt.de

Environnement

Évolution des émissions de TFA

Denmark 2021:

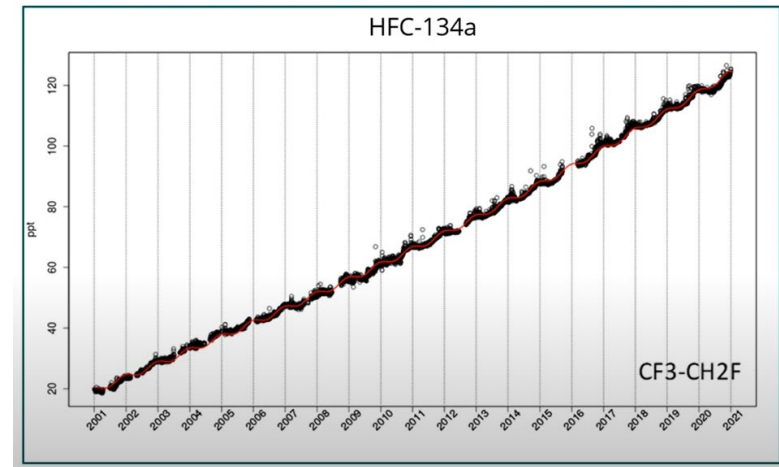
- TFA detected in 219 of 247 groundwater samples from all over the country
- TFA also found in drinking water sources

China, Beijing, 2002 – 2012:

- 17-fold increase in TFA in urban surface water
- TFA in tap water increased from «not detected» to 155 ng/L

EU, 2021:

- Transition from **HFC-134a** to **HFO-1234yf** in aircondition in cars
- May lead to 250-fold increase in TFA-concentrations in Europe (!)



environmentagency.no

Environnement

Impacts des TFA



Projected future increased loadings of TFA to playas, land-locked lakes, and the oceans due to continued use of HCFCs, HFCs, and replacement products such as HFOs are still judged to present negligible risks for aquatic organisms and humans

ozone.unep.org

The background of the slide features a close-up, slightly blurred image of green leaves, with one leaf prominently in the upper right corner and others filling the rest of the frame in various shades of green.

NATURAL REFRIGERANTS FOR A SUSTAINABLE FUTURE

AN IIAR GREEN PAPER

iiar.org

Environnement

L'avis de l'IIAR

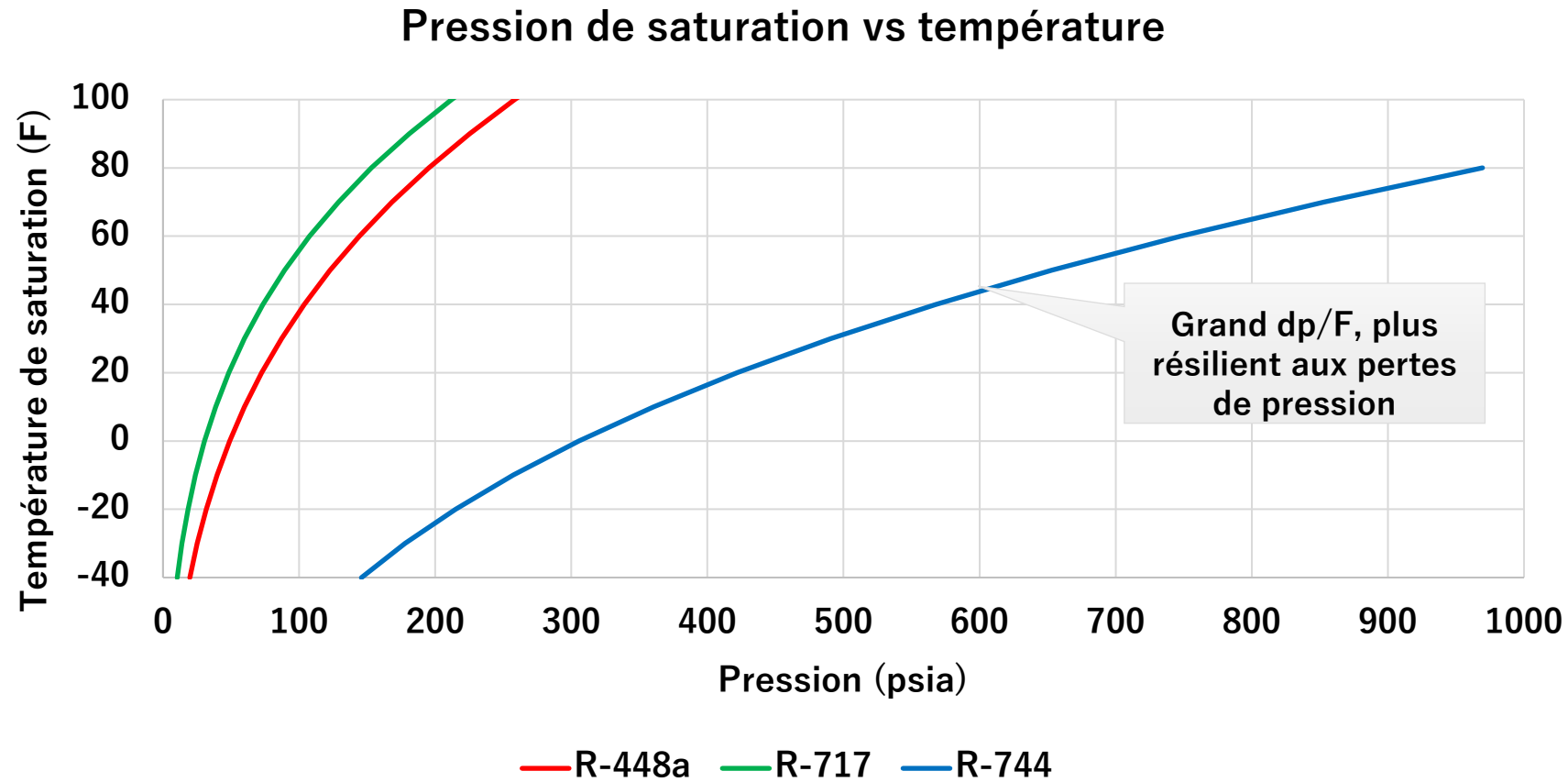
The use of halogenated substitutes with a low global warming potential must be regarded as problematic in view of the persistence of TFA or trifluoroacetate in the environment. TFA or trifluoroacetate inputs into groundwater and drinking water can only be removed with considerable effort. Therefore, fluorinated refrigerants, foam blowing agents and aerosol propellants should be replaced by more sustainable solutions with halogen-free substances.

umweltbundesamt.de

PERFORMANCE

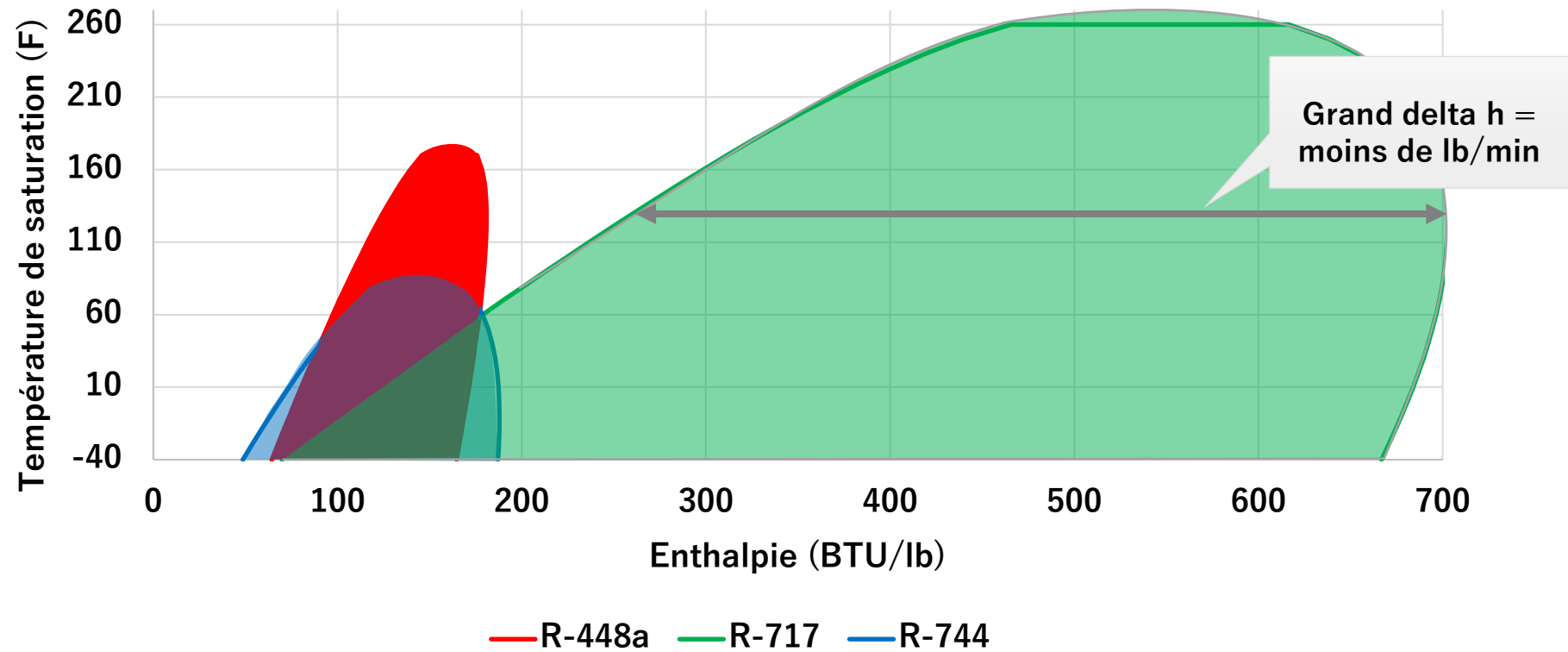
Performance

Pression de saturation



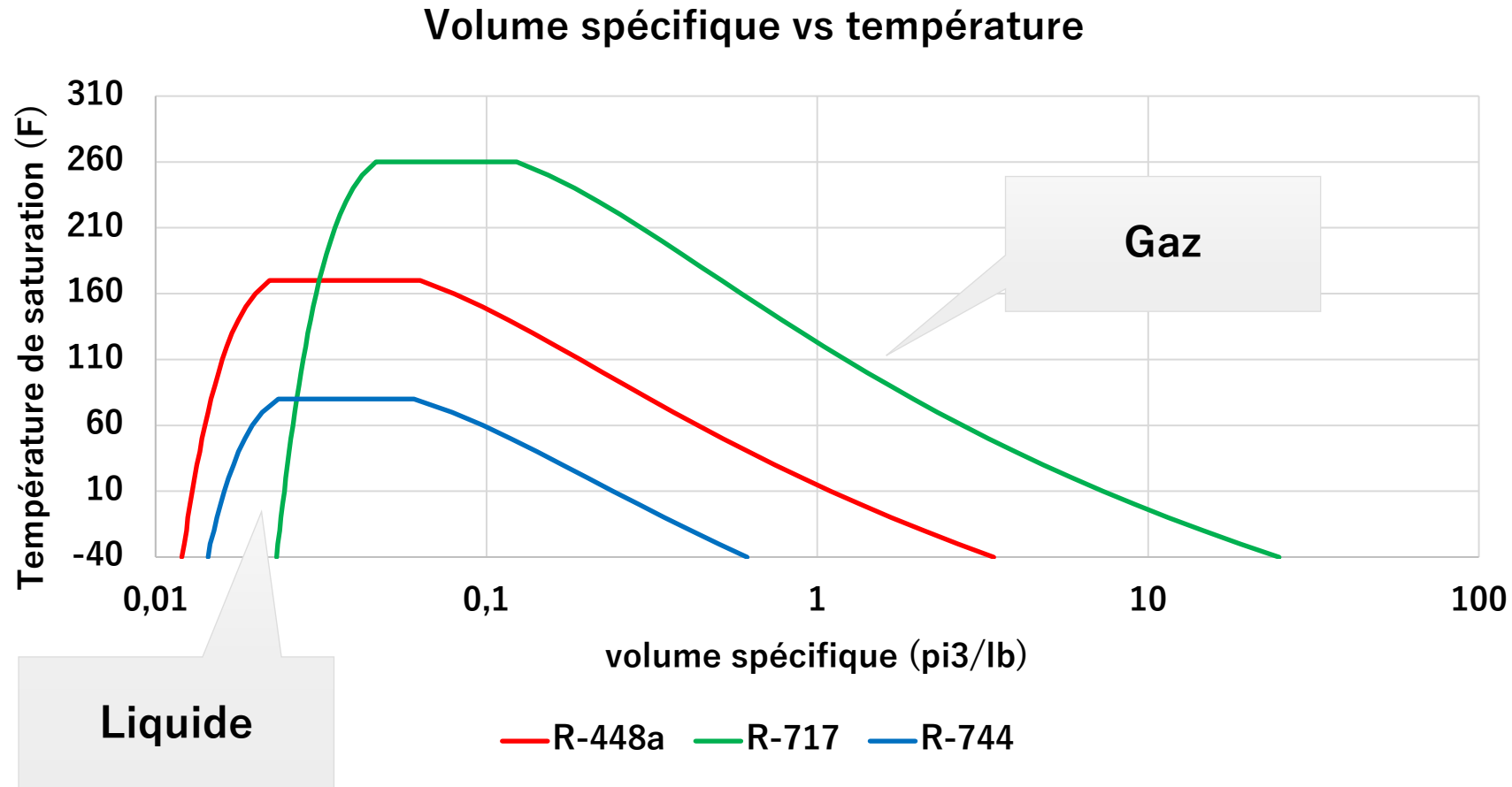
Performance Enthalpie

Enthalpie vs température de saturation



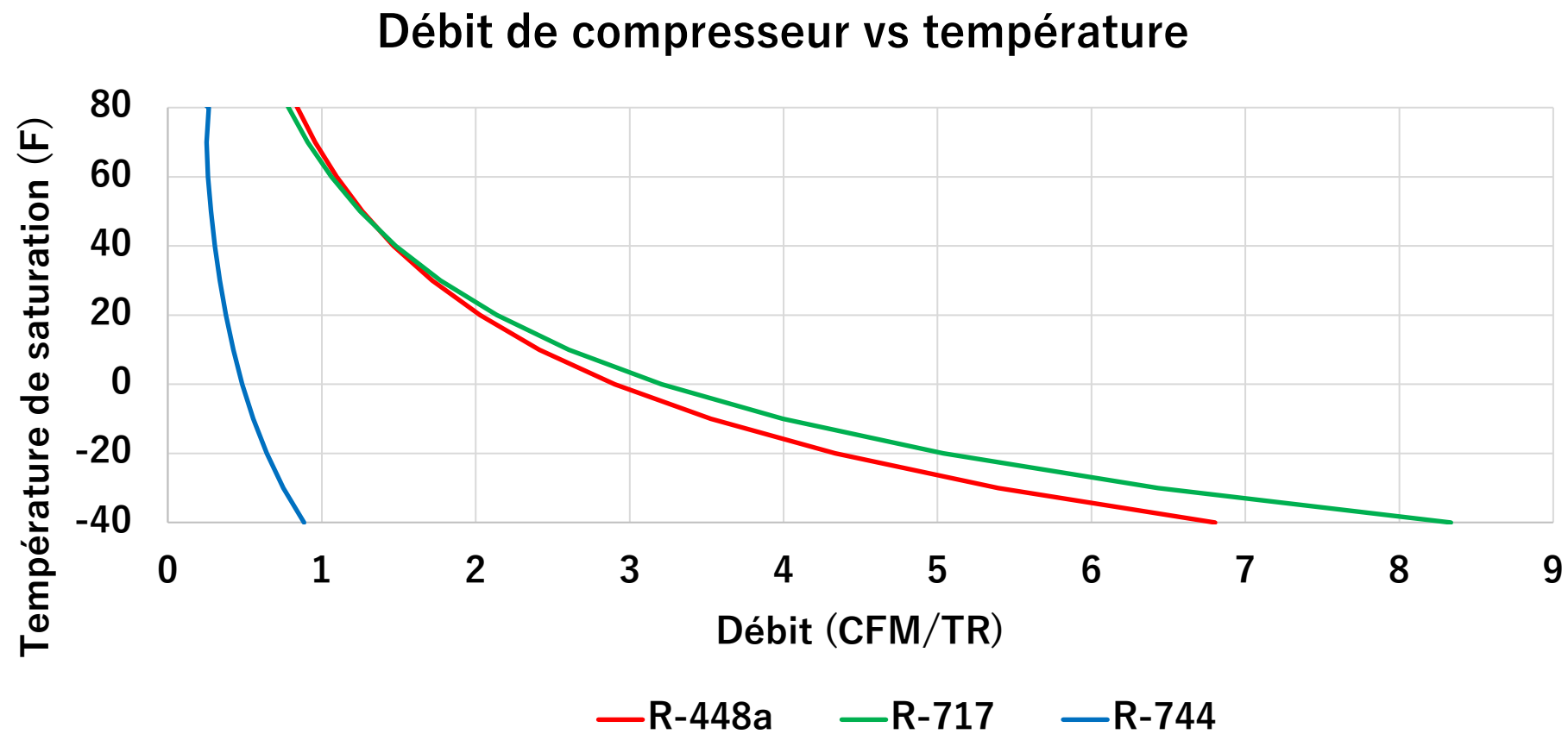
Performance

Volume spécifique



Performance

Propriétés – Débit de compresseur (CFM)



Performance

Type de compresseurs

Type	Synthétique	CO ₂ (trans-crit.)	CO ₂ (sous-crit.)	NH ₃
Scroll	SST -40 à 35 SCT 110 ≤ 30 HP	N/A	N/A	N/A
Réiproques	SST -40 à 10 SCT 110 ≤ 60 HP	SST -40 à 32 ≤ 1200 psia ≤ 80 HP	SST -40 à 32 ≤ 32 F ≤ 300 HP	SST -40 à 35 SCT 90 ≤ 400 HP
Vis	N/A	N/A	N/A	SST -40 à 35 SCT 90 ≤ 6 000 HP

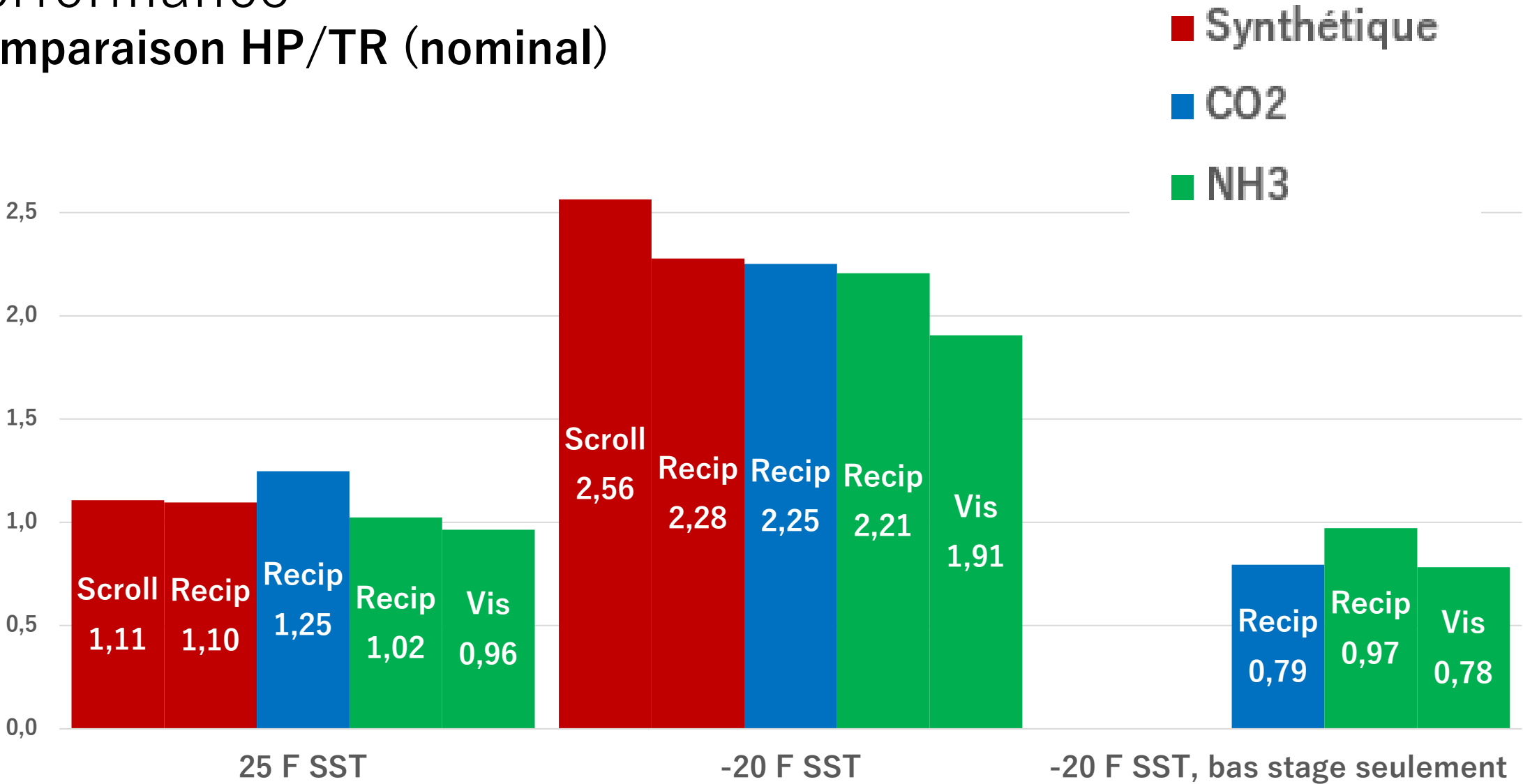


Synthétique

CO₂NH₃

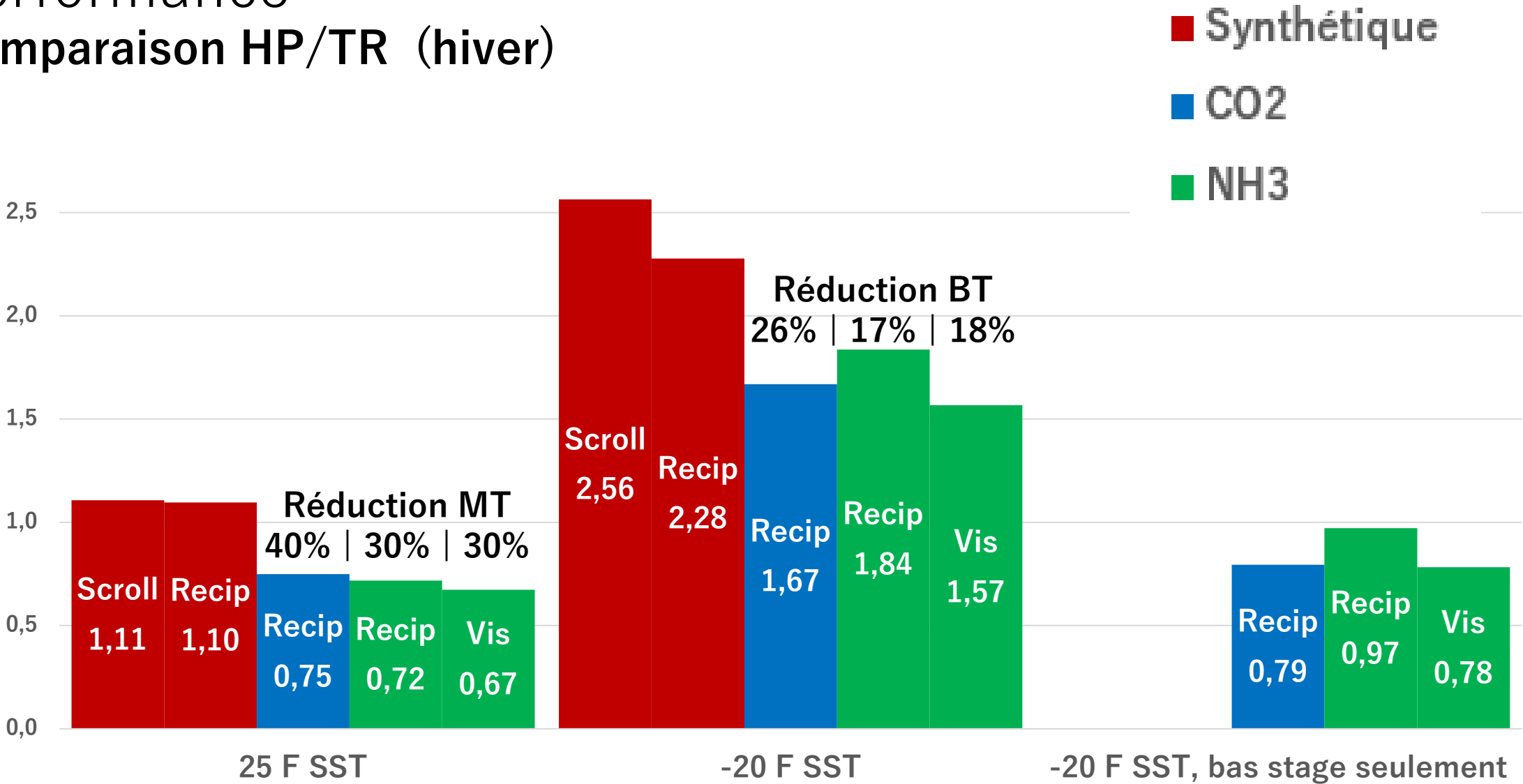
Performance

Comparaison HP/TR (nominal)



Performance

Comparaison HP/TR (hiver)



Performance

Efficacité énergétique

Mesure	Synthétique	CO ₂	NH ₃
Récupération de chaleur	-	++ (haute température)	+ (basse température)
Pression de tête flottante	-	++	++
Sous-refroidissement (economizer)	-	+	++
Systèmes pompés	N/A (glide)	++	+
Refroidissement d'huile	Réfrigérant	Réfrigérant	Glycol/T. Syphon

ÉCONOMIQUE

Économique

Coûts de construction

Description	Synthétique	CO ₂	NH ₃
Évaporateurs	Cuivre	Acier inox. (40 + bar)	Acier inox.
Compresseurs	Commercial	Commercial	Industriel
Condenseurs	Cuivre	Adiabatique (80 + bar)	Évaporatif
Local technique	Non-requis	Requis	Requis (classe T)
Requis électriques	Élevés	Élevés	Moyens
Tuyauterie	Cuivre, moins de tuyauterie (décentralisé)	Acier inox. plus petite	Acier noir

Économique

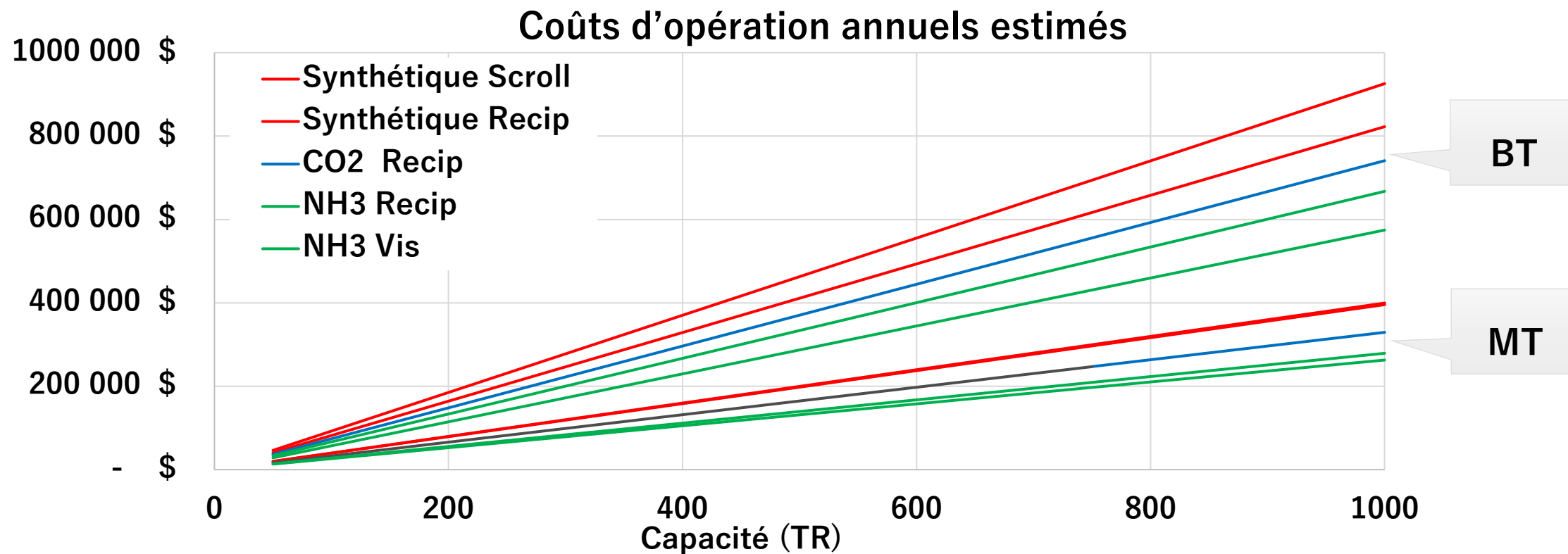
Coûts d'opération

Hypothèses :

0,12\$/kWh

Taux d'utilisation : 40%

Opération hivernale : 3000h/an



Économique

Coûts de surveillance

Machines fixes		Puissance maximale des installations en kW			
Types d'installation	Surveillance conditionnelle	Surveillance périodique	Surveillance interrompue	Surveillance continue	
Appareil frigorifique haute pression Gr. A2, A3, B2 ou B3	50	300	600	plus de	600
Appareil frigorifique haute pression utilisant un compresseur du type volumétrique, Gr. A1 ou B1	300	600	1 200	plus de	1 200

Surveillance périodique : ± 25k\$/an

Règlementation MMF (Québec)

Économique

Envergure du projet

RÉFRIGÉRANT	TYPE	HP/TR	PUISSANCE MOTRICE MAXIMALE (KW)		CAPACITÉ MAXIMALE (TR)	
			CONDITIONNELLE	PÉRIODIQUE	CONDITIONNELLE	PÉRIODIQUE
R-448	MT	1.1	300	600	367	734
	BT	2.3			177	353
CO2	MT	1.2	300	600	323	645
	BT	2.3			179	357
NH3	MT	1.0	50	300	67	405
	BT	2.1			33	196

Économique

Durée de vie

Réfrigérant	Scroll	Semi-hermétique	Ouvert
Synthétique (HFC, HFO)	15 ans	20 ans	30 ans
CO2	N/A	20 ans	30 ans (sous-critique)
NH3	N/A	20 ans	30 ans

PROCESSUS DE DÉCISION

Processus de décision

Récapitulatif

Réfrigérant	Sécurité	Environnement	Performance	Économique
Synthétique (HFC, HFO)	Faible toxicité Faible charge	PRP > 1200 Impacts à long terme incertains	Très versatile Plus énergivore Pression moyenne	Plus faible coût d'achat Coût d'opération plus élevé Coût d'entretien élevé (durée de vie)
CO2	Faible toxicité Charge plus élevée	Réfrigérant naturel PRP=1	Moins énergivore Haute pression	Coût d'achat plus élevé Coût d'opération moyen Coût d'entretien plus élevé
NH3	Haute toxicité Charge moyenne	Réfrigérant naturel Aucun impact sur le réchauffement planétaire	Le moins énergivore Basse pression	Coût d'achat le plus élevé Coût d'opération le plus bas Coût d'entretien faible (PRI ± 10 ans)

Processus de décision

- Est-ce la bonne technologie?



Processus de décision



Processus de décision



Processus de décision

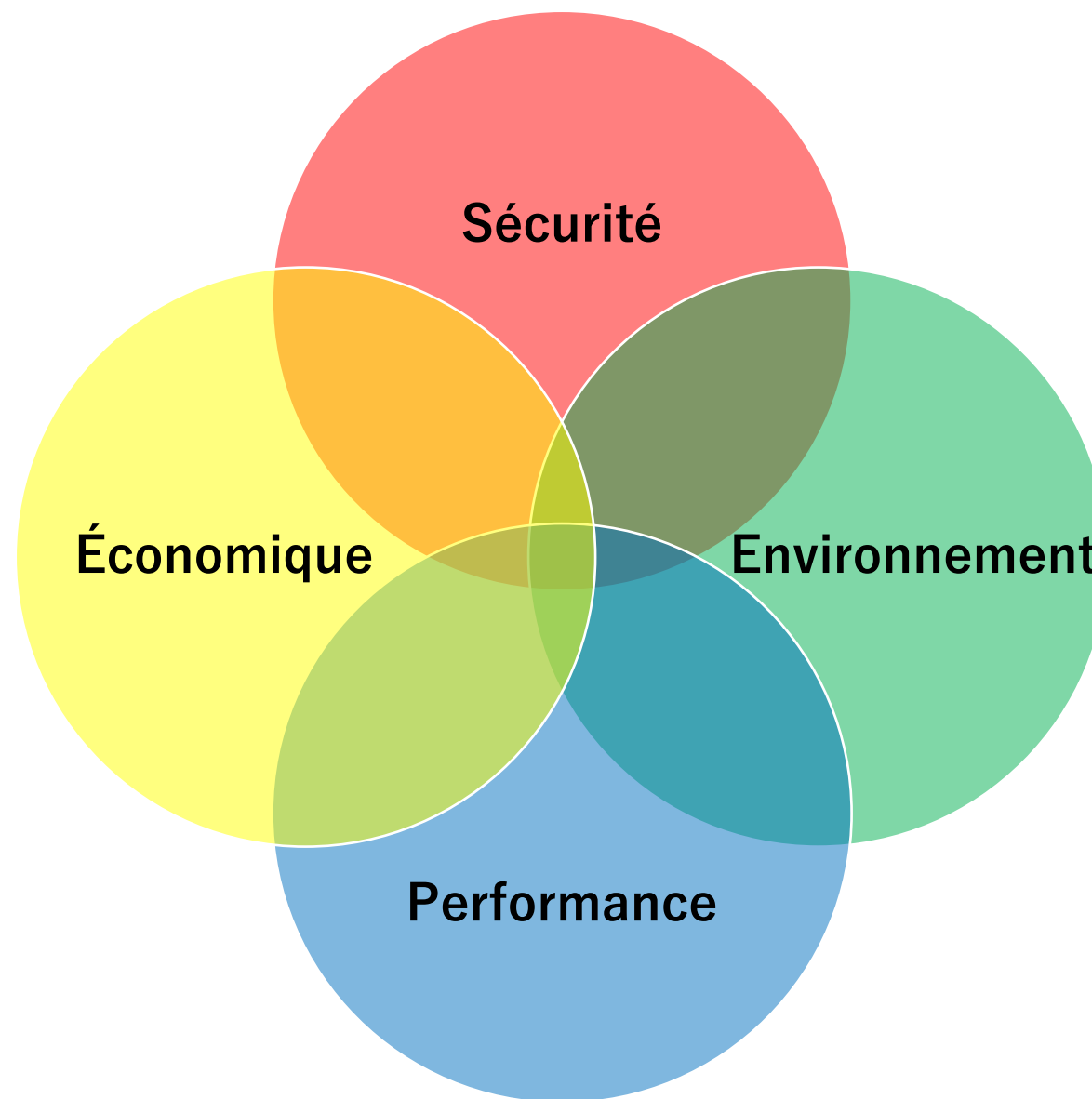
Recommandations

Réfrigérant	Application	Capacité (TR)
Synthétique (HFC, HFO)	<ul style="list-style-type: none">• Petit commercial, industriel, loisir• Moyenne et haute température	< 100
CO2	<ul style="list-style-type: none">• Moyen commercial, industriel, loisir• Basse et moyenne température• Récupération de chaleur ++	100 – 450
NH3	<ul style="list-style-type: none">• Commercial lourd et industriel• Basse et moyenne température• Récupération de chaleur	450 +

Processus de décision

Chaque projet est unique

- Type de client
- Exigences internes
- Emplacement
- Pérennité
- Expertise technique
- Capacité à gérer le risque
- Échéancier de réalisation
- Envergure du projet



Processus de décision

Recommandations

- Être à l'écoute des clients
- Éduquer les clients
- Privilégier les options écoresponsables lorsque viable
- Éliminer les risques autant que possible
 - Minimiser les charges de réfrigérant
 - Subdiviser les circuits
 - Confiner aux locaux techniques
- Gérer les risques résiduels
 - Détection, alarme, ventilation, etc.
 - Veiller à la résilience/redondance des systèmes
 - Formation, entretien préventif, etc.

**CO₂, NH₃, synthétique.
Choisir le meilleur
système pour son client**

Forum Réfrigération 2022

2022-09-27

