

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Brochure | Réfrigérants à plus faible PRG

Accélérer la **transition des fluides frigorigènes** et diminuer **l'impact climatique**

Les produits Danfoss pour les fluides frigorigènes à faible PRG (Potentiel de Réchauffement Global) vous aident à mettre en place des solutions pérennes et respectueuses de l'environnement tout en réalisant des économies. Mis à jour en février 2020.



Pour plus d'information sur les produits:
coolselector.danfoss.fr

Plus de

25

fluides au
PRG <2500
qualifiés par Danfoss
pour les applications
HVACR



refrigerants.danfoss.com

Danfoss et les fluides à faible PRG

Les solutions éco-responsables profitent aujourd'hui à tous les acteurs du secteur. Elles garantissent une rentabilité des investissements sur le long terme et font écho aux responsabilités sociales des entreprises. Pour allier refroidissement et développement durable, Danfoss met l'accent sur trois aspects essentiels: **le coût, la sécurité et**

l'environnement. Dans la perspective de réduction des émissions de gaz à effet de serre, nous travaillons à l'élaboration de **solutions pour les fluides alternatifs** de manière pragmatique, en tenant compte de la performance du système, des coûts et de la sécurité. Danfoss propose **une large gamme de produits et de solutions pour les fluides à faible**

PRG synthétiques et naturels pour les applications de réfrigération et de conditionnement d'air.



Principales applications et types de fluides

Le potentiel de réchauffement global (PRG) des fluides est contraint de décroître. Les exigences en matière de performances énergétiques se font pressantes. Les professionnels HVACR (chauffage, ventilation, climatisation et réfrigération) se mettent donc en quête de composants performants, accessibles et économes en énergie. Choisir un fluide frigorigène n'est pas aisé. Cela relève du calendrier de réglementations et des standards et codes des bâtiments. Ces dernières années, la situation a été compliquée par des augmentations de prix importantes et une pénurie de réfrigérants fluorés. Mais la transition des réfrigérants signifie que de nouvelles solutions plus efficaces arrivent sur le marché.

Chillers:

Les refroidisseurs de liquide fonctionnent avec des réfrigérants de basse à haute pression en fonction de la technologie des compresseurs et sont divisés en deux catégories: basse/moyenne (B/M) et moyenne/haute (M/H) pression.

Les refroidisseurs de liquide B/M pression qui migrent du R123 peuvent continuer avec un fluide non inflammable avec des solutions HCFO du type R1233zd (fig.1). Cependant, ce fluide est interdit dans certains pays car, bien que son PDO soit négligeable, il reste supérieur à 0. Les applications au R134a ont des alternatives non inflammables, classées A1 avec un PRG inférieur à 640, tels que les mélanges HFO R513A et R450A. Les fluides de classe A2L doivent être acceptés conformément aux normes de sécurité appliquées et aux codes des bâtiments. Le PRG peut être très proche de zéro avec l'utilisation de HCFO purs tels que le R1234ze (fig.1). Nous pensons que les professionnels de l'industrie vont adopter les PRG très bas à long terme pour ce type de systèmes. Pour les grands refroidisseurs de liquide B/M, aucun fluide inflammable alternatif idéal n'existe pour remplacer des fluides tels que le R410A. Les professionnels de l'industrie doivent admettre des options classées A2L voire même A3, telles que le R290. Les alternatives A2L telles que le R32/R452B/R454B ont un PRG compris entre 500 et 700. Leur utilisation est acceptable pour des unités installées à l'extérieur ou en salles des machines si l'installation répond aux normes de

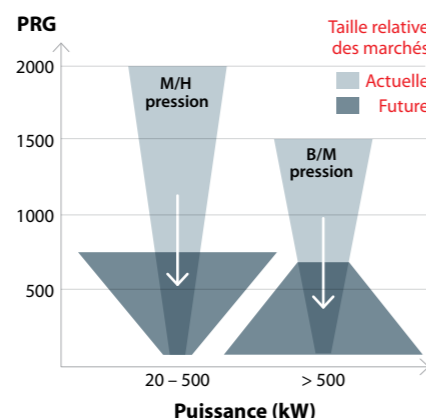


Schéma 1: Transition du marché et seuils de PRG par type de chiller. La plupart des chillers M/H utiliseront des fluides avec un PRG médian autour de 750 et la plupart des chillers B/M utiliseront des fluides à PRG ultra-bas.

sécurité et aux codes des bâtiments. Nous anticipons que les fluides frigorigènes à haute densité vont se séparer en deux groupes: la majorité avec un PRG autour de 500 – 750 et un autre groupe plus petit mais de taille significative utilisant des fluides classés A3 de type R290. À plus long terme, nous connaissons des taux de PRG plus faibles sur le marché principal. Cela dépend de la disponibilité du fluide et de son coût. Jusqu'à présent, la réduction progressive des gaz fluorés a entraîné de fortes hausses de prix liées au PRG.

Systèmes VRV:

Comparés aux systèmes raccordés (split), les systèmes à volume de réfrigérant variable (VRV) utilisent une grande quantité de fluide par unité. Cette différence est due à l'éloignement des évaporateurs et aux tuyauteries assez longues.

Réduire la taille de ces tuyauteries implique de faire appel à des fluides de moyenne/haute densité: les seules alternatives au R410A sont alors des fluides A2L tels que le R32 et le R452B/R454B. Nous suivons le développement du R466A, un nouveau substitut du A1-R410A utilisant la molécule CF3I à base d'iode. Des solutions alternatives indirectes innovantes sont en développement constant. Les systèmes à base d'eau sont un choix évident et même le CO2 a été proposé.

Réfrigération industrielle:

En réfrigération industrielle, les fluides à faible PRG ont, en théorie, toute leur place. Nous sommes pourtant encore confrontés à certains obstacles. L'ammoniac (NH₃) a été jusque-là très favorisé compte-tenu de ses excellentes performances et il continue d'être prisé par les professionnels en quête de fluides performants sur le plan énergétique. Toutefois, avec ce fluide, la sécurité pose question. Des mesures compréhensives sont nécessaires à son utilisation. Nous avons appris à éviter les trop grandes quantités d'ammoniac et à organiser des emplacements d'installations de taille plus importante. Plusieurs innovations ont émergé pour répondre à ces préoccupations comme, par exemple, la combinaison ammoniac-CO₂ ou la fabrication d'échangeurs de chaleur plus petits. Le CO₂ assume alors le rôle de vecteur thermique au sein des plus grandes installations de stockage.

Réfrigération commerciale:

Les applications dédiées au commerce alimentaire diffèrent sensiblement selon le type de système et le fluide utilisé. Il peut s'agir de chambres froides, de distributeurs de boissons, de vitrines ou armoires réfrigérées. Le circuit frigorifique peut être intégré en installation mono-bloc, multipostes, centralisé avec des groupes de condensation. Les applications de commerce alimentaire peuvent être classées en trois catégories.

1. Les applications mono-bloc

fonctionnent aujourd'hui avec des fluides avec un PRG allant jusqu'à 4000. Peuvent fonctionner avec des fluides à faible PRG. Elles sont considérées comme sûres compte tenu des faibles quantités utilisées. Les hydrocarbures, tels que le R600a et le R290 sont déjà couramment utilisés dans ces applications. Les restrictions imposées par l'UE exigent des valeurs de PRG inférieures à 150 depuis 2016. (Schéma 2). La nouvelle norme IEC 60335-2-89 autorise jusqu'à 500 g de réfrigérant A3 et jusqu'à 1,2 kg de réfrigérant A2L, en fonction de la taille de la pièce.

2. Les groupes de condensation

comprennent une charge réfrigérante comprise généralement entre 1 et 20 kg. Le contrôle de l'inflammabilité de ces systèmes s'avère essentiel puisque le public peut y avoir accès. Des fluides au fort PRG comme le R404A ont longtemps été utilisés, mais les HFC, classifiés A1 tels que le R452A, offrent désormais une alternative avec un PRG 60% inférieur, même si les fortes températures à la sortie du compresseur et l'impact de l'écoulement du fluide sur les performances posent question.

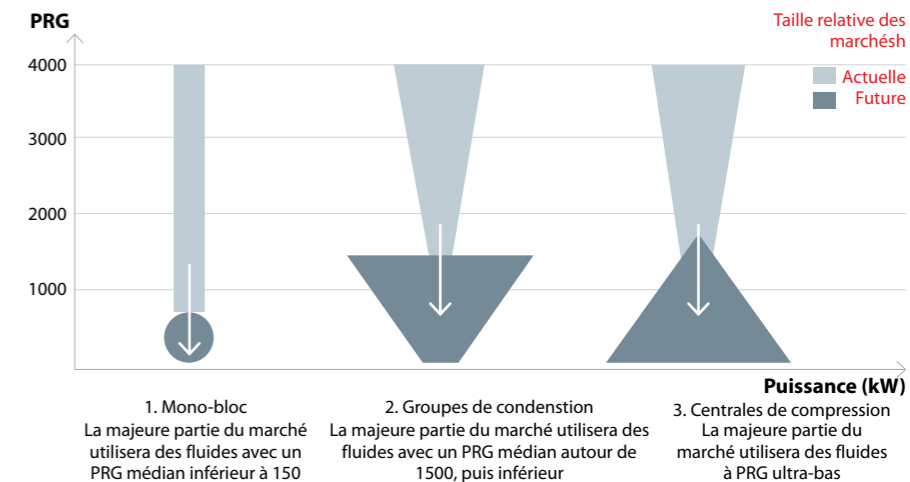


Schéma 2: Évolution du marché et niveau de potentiel de réchauffement climatique pour les applications liées au secteur alimentaire

Nous pensons que le marché va rapidement migrer vers des fluides frigorigènes à PRG proches de 1500, avant de s'orienter petit à petit vers des solutions telles que le CO₂, le R290 (hydrocarbures) ou des mélanges HFO tels que le R448A et le R449A (Fig. 2).

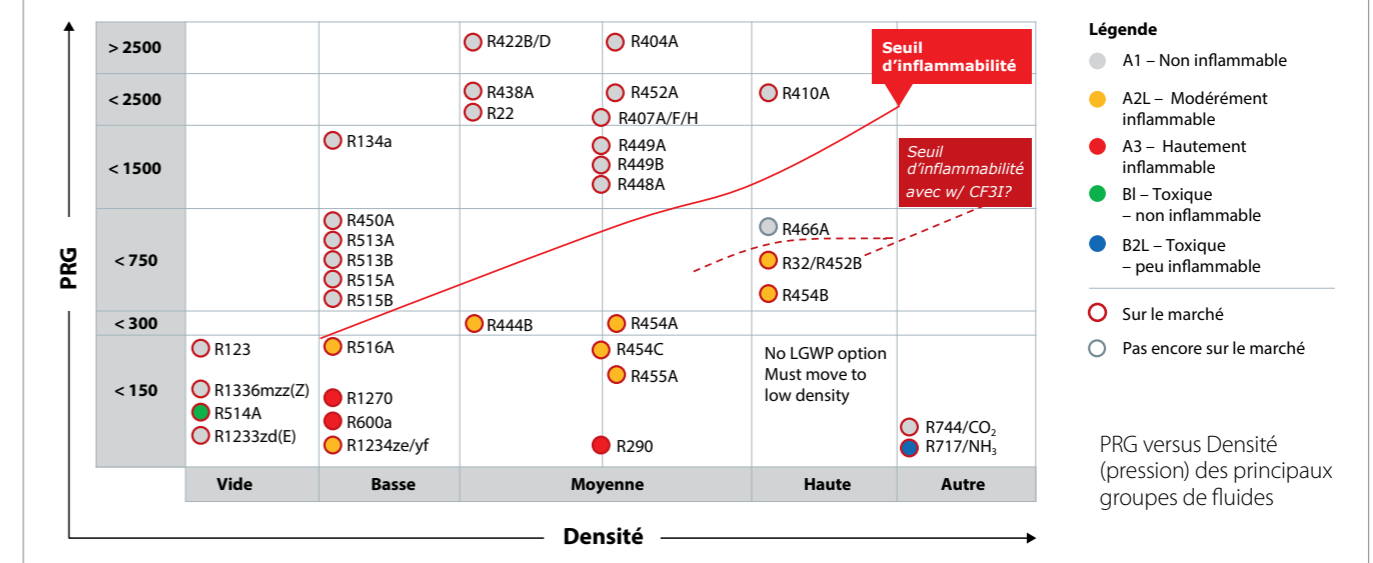
3. Les systèmes centralisés à détente directe

sont de loin les applications les plus consommatrices en fluide, compte tenu de l'importance de la charge et des taux de fuite élevés. Ils utiliseraient plus de 40% de la quantité totale de fluide recommandée par les autorités de régulation européennes. Durant les dix dernières années, le CO₂ est devenu un fluide viable, utilisable dans différentes configurations de systèmes:

- Les systèmes transcritiques où le CO₂ est utilisé dans tous les circuits (MT et LT). Ces systèmes CO₂ transcritiques ont notamment permis le développement de systèmes de chauffage et de refroidissement intégrés, associant in fine le choix du fluide au type de système

- Les systèmes indirects : un rack, via un fluide de type HFC, HC, ou NH₃ refroidit du CO₂ dans un réservoir, qui à son tour refroidit le circuit MT. Le circuit LT est également refroidi par le CO₂, qu'il condense en direction du chiller ou du circuit MT CO₂
 - Les systèmes cascade où le CO₂ est utilisé seulement au sein du circuit LT et relayé dans le circuit MT, qui lui utilise un HFC. Ce type de système utilise encore environ 80% de fluide HFC utilisé dans un système traditionnel
- La localisation géographique affecte les performances énergétiques de tout système, à cause de la température extérieure. Les systèmes transcritiques CO₂ sont réputés pour être extrêmement sensibles à la température extérieure. Toutefois, de nouvelles technologies ont permis d'améliorer significativement l'efficacité de ces systèmes y compris dans des climats très chauds et nous assistons maintenant à une percée commerciale qui va prendre de l'ampleur dans les années à venir.

Principaux fluides frigorigènes - Une image complexe en constante évolution



Produits pour fluides au PRG <2500

Groupe de produits	Produit	Description du produit	PMS [bar]	Fluides frigorigènes						
				R1233zd (E)	R1234yf	R1234ze (E)	R134a	R290, R600a	R32	R407A / R407F
Régulateurs électroniques (1)	AK-PC 7XX	De centrale frigorifique avancés		●		●	●	●	●	●
	AK-PC 351/ 5XX/651	De centrale frigorifique standard				●**	●	●	●	●
	AK-CC 550/750	De vitrine pour détendeurs électroniques				●**	●	●	●	●
	AK-CC 250/350/450	De vitrine pour détendeurs thermostatiques					●	●	●	
	EKC 326a	De pression du CO ₂								
	MCX	Programmables		●	●	●	●	●	●	●
	EIM 336/365			●	●	●	●	●	●	●
	EKE 1A, EKE 1B, EKE 1C (1V)	De surchauffe		●	●	●	●	●	●	●
	EKC 313	Injection de cascade CO ₂		●		●		●	●	●
	EKC 315a	De surchauffe				●	●	●	●	●(13)
	EKC 361	De température		●(11)	●(11)	●(11)	●(11)	●(11)	●(11)	●(11)
	EKE 347	De niveau de liquide		●		●		●	●	●
	EKE 400	Evaporator controller		●	●	●	●	●	●	●
	ERC IIx / ETC, ERC (VSD)	For commercial refrigeration		●	●	●	●	●	●	●
Compresseurs pour le conditionnement d'air	DSH / DCJ / DSF	Scrolls avec IDVs pour le conditionnement d'air							●(9)	
	HLJ / SH	Scrolls pour le conditionnement d'air								
	PSH	Scrolls optimisés pour le chauffage								
	SY / SZ	Scrolls pour le conditionnement d'air					●			
	VZH	Scrolls inverter pour le conditionnement d'air								
	TT, TG, VTT	Centrifuges sans huile Turbocor®				●	●			
	Compresseurs pour la réfrigération	MTZ	Piston Maneurop pour applications MBP					●		
NTZ		Piston Maneurop pour applications LBP								
MLZ		Scroll pour applications MBP					●			
LLZ		Scroll pour applications LBP								
PL/TL/DL/FR/NL/SC/GS/B/U/L/P/X/S		Ménagers courant alternatif LBP/MBP			●		●			
SLV, NLV, DLV		À vitesse variable LBP/MBP						●		
BD		CA/CC pour la réfrigération mobile			●		●			
Groupes de condensation	Optyma™	Pour applications MBP			●*		●	●		●
	Optyma™	Pour applications LBP					●			
	Optyma™ Slim Pack, Optyma™ Plus	Carrossés pour applications MBP					●	●		●
	Optyma™ Slim Pack, Optyma™ Plus	Carrossés pour applications LBP								
	Optyma™ Plus INVERTER	Carrossés pour applications MBP								●
Détendeurs électriques	AKV 15/20		28 – 46				●			●(5)
	AKVA		42				●			●
	AKVP		90	●	●	●	●	●	●	●
	ETS 5M - Mini EEV	Détendeurs électriques								●
	ETS 6		47	●			●	●(12)	●	●
	ETS C - Colibri®		50	●	●	●	●	●	●	●
	ETS C 250-400		34			●	●			●
ETS 500P - 800P	Détendeurs électroniques en parallèle				●	●				
Vannes électriques de régulation de température et de pression	CCM	Vannes de régulation électroniques	90				●			●
	CCMT		140				●			●
	CTM	Multi-éjecteur	140							●
	CTR	Vannes 3 voies de récupération de chaleur	140							●
	KVS	Électriques de contrôle de la pression	45.5/34			●	●			●
	ICM	Motorisées	52/65			●	●			●
Sondes & transmetteurs	ICMTS	Motorisées haute pression	140						●	
	AKS	Capteurs pression sortie 4 – 20 mA, 0 – 10 V, ou ratiométrique	100	●	●	●	●	●	●	●
	AKS 4100	Cannes de niveau	100							●
	MBS 8200	Capteurs pression sortie 4 – 20 mA, ou ratiométrique	160	●	●	●	●	●	●	●
	AKS Temperature	Sondes Pt1000		●	●	●	●	●	●	●
	GD	Détecteurs de gaz				●				●
	DST P110	Capteur pression avec capacité de diagnostic et sortie ratiométrique	50	●	●	●	●	●	●	●

Fluides frigorigènes																				
R407C	R407H	R410A	R422B	R422D	R444B	R448A	R449A	R449B	R450A	R452A	R452B	R454A	R454B	R454C	R455A	R513A	R515B	R744 (CO ₂)	R717 (NH ₃)	
●		●		●		●**	●**			●**		●				●		●	●	
●		●		●		●**	●**			●**						●		●	●	
●		●		●		●**	●**			●**						●		●	●	
																			●	
●	●	●		●		●	●		●	●	●		●			●		●	●	
●	●	●		●		●	●		●	●	●		●			●		●	●	
●	●	●	●(8)	●	●(8)	●	●	●	●	●	●	●(8)	●	●(8)		●		●	●	
																			●	
●	●	●		●		●	●		●	●	●		●					●	●	
●(11)	●(11)	●(11)	●(11)	●(11)	●(11)	●(11)	●(11)	●(11)	●(10)	●(11)	●(11)	●(11)	●(11)	●(11)	●(11)	●(11)	●(11)	●(11)	●(11)	
●	●	●	●(8)	●	●(8)	●	●		●	●	●	●(8)	●	●(8)		●		●	●	
																		●	●	
		●									●(9)		●							
		●																		
		●																		
●																●				
●																				
●						●(7)			●(7)	●										
●																				
●(5)		●	●(5)	●(5)		●(5)	●(5)	●	●(5)	●(5)						●(5)		●***		
●		●	●	●		●	●	●	●	●	●					●		●	●	
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
●		●		●		●	●		●	●									●	
																			●	
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	

⁽¹⁾ Les paramètres pour les autres fluides frigorigènes peuvent être entrés manuellement. Please refer to refrigerant constants for ADAP-KOOL
 ●* Qualification en cours --- ●** Seulement dans les dernières versions du logiciel --- ●*** À l'exception de l'AKV 20 avec une température de fluide constamment inférieure à 0 °C. ⁽⁵⁾ Seulement pour version à souder - ⁽⁷⁾ Certaines restrictions sur les modèles et les cartes peuvent s'appliquer. Merci de contacter DANFOSS - ⁽⁸⁾ Peut être défini par l'utilisateur - ⁽⁹⁾ DSH uniquement pour R452 / 454B - DSF pour R32 - ⁽¹¹⁾ EKC 361 is not a Refrigerant dependent controller and can as such be used across all refrigerants. Observe the valves selected along with EKC 361, may be restricted to a limited number of refrigerants. ⁽¹²⁾ Approved for R290 only - ⁽¹³⁾ Approved for R407A only

Pour les fluides non-répertoriés ici ou pour plus d'informations sur les produits, contactez Danfoss ou rendez-vous sur Coolselector: coolselector.danfoss.fr

Avantages de chaque fluide par application

Refrigeration												Conditionnement d'air & Pompes à chaleur											
Fluides	Région/An	Domestique		Petit commercial		Groupes de condensation		Commerciale: racks		Réfrigération industrielle		AC résidentiel (systèmes réversibles compris)		Rooftops units Scroll		Commercial A/C Scrolls		Commercial A/C à vis / centrifuge		PAC Res. & Commerciales Eau/Eau		Pompes à chaleur (industrielles)	
		2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027
CO2 (R744)	Am. du Nord									**	**												
	Europe									**	**												
	China									**	**												
	Reste du mde									**	**												
NH3 (R717)	Am. du Nord									**	**												
	Europe									**	**												
	China									**	**												
	Reste du mde									**	**												
HC e.g. R290	Am. du Nord																						
	Europe																						
	China																						
	Reste du mde																						
HFC (A1) High-GWP*	Am. du Nord																						
	Europe																						
	China																						
	Reste du mde																						
HFC/HFO (A1 & A2L) Mid-GWP*	Am. du Nord																						
	Europe																						
	China																						
	Reste du mde																						
HFC/HFO (A1 & A2L) Low-GWP*	Am. du Nord																						
	Europe																						
	China																						
	Reste du mde																						
HFC/HFO (GWP < 150) (A2L)	Am. du Nord																						
	Europe																						
	China																						
	Reste du mde																						

* GWP classification is somewhat dependent on current solution & operating pressure baseline.

General guidance: High > 1000, Mid 300-1000, Low < 300.

** Cascades Ammoniac/CO2 domineront la réfrigération industrielle

Table: Tendances générales en réfrigération, conditionnement d'air et pompes à chaleur - Statut Janvier 2020.

Fluide principal

Utilisation régulière

Utilisation limitée / applications de niche

Non-applicable ou situation ambiguë

Le secteur tend à préférer, de plus en plus, des fluides frigorigènes naturels, lorsque cela s'avère satisfaisant sur le plan de la sécurité, et économiquement réaliste. Les fluides synthétiques peuvent continuer à jouer un rôle important, tant dans la réfrigération que dans le conditionnement d'air, avec toujours, une préférence pour les substances à faible PRG ayant un impact minimal sur l'environnement.

CO2 (R744)

- Le PRG du CO2 équivaut à 1
- Il convient très bien aux **applications de commerce alimentaire**. L'impact, en cas de fuite, est minimal, tandis que ses propriétés thermodynamiques le rendent idéal pour la récupération de chaleur.
- Les cycles transcritiques CO2 rejettent une part importante de chaleur à haute température, ils conviennent donc parfaitement aux **pompes à chaleur**.
- En **réfrigération industrielle**, le CO2 permet de réduire la charge d'ammoniac, améliorant les performances et diminuant l'empreinte énergétique des équipements frigorigènes.

- Le CO2 propose une solution écologique, non-inflammable, adaptée au **transport réfrigéré, aux applications petit et gros commercial** grâce à la **détente électrique**

Ammoniac (NH3 - R717)

- PRG et PDO (Potentiel de déplétion ozonique) égaux à zéro. Coût (par kg) largement inférieur à celui des HFC.
- L'ammoniac est l'un des fluides les plus **performants sur le plan énergétique**. Il convient à la fois aux basses et hautes températures. Dans un contexte où les économies d'énergie occupent une importance croissante, l'ammoniac s'annonce comme l'option du futur. L'ammoniac possède de **meilleures propriétés de transfert de la chaleur** que la plupart des autres fluides chimiques. Dans la pratique, opter pour ce fluide permet donc d'alléger les coûts opérationnels.

Hydrocarbures (R290, R600)

- Les hydrocarbures offrent de belles performances énergétiques et une bonne capacité volumétrique comparés aux HFC
- Leur inflammabilité limite toutefois leur

utilisation à de **petits systèmes** et aux **chillers**.

- Les hydrocarbures offrent des températures d'évaporation très basses, sans surchauffer le compresseur lorsqu'ils sont utilisés dans des **pompes à chaleur** (avec les HFC, il est nécessaire d'ajouter un thermoplongeur électrique pour les jours les plus froids ou bien d'augmenter les cycles d'injection vapeur/liquide).

PRG moyen, mélanges HFC/HFO

- Il s'agit d'une bonne solution transitoire pour les systèmes HFC à fort PRG rénovés. Les solutions non-inflammables à PRG moyen (<1500) sont particulièrement indiquées lorsque la charge du système intérieur est susceptible de poser problème, et qu'un changement d'architecture système s'avère trop coûteux.

HFC & HFO moyennement inflammables

- Leur faible PRG et leur faible caractère inflammable rendent ces fluides adaptés à des systèmes de **tailles relativement importantes**.
- Ils sont intéressants, en particulier, pour le **conditionnement d'air**, car les alternatives non-inflammables (A1) manquent.