PAYS :France
PAGE(S) :34-37
SURFACE :284 %
PERIODICITE :Mensuel
DIFFUSION :(15000)
JOURNALISTE :Pierre-Emmanuel…
► 1 février 2024 - N°884

ETUDE DE CAS

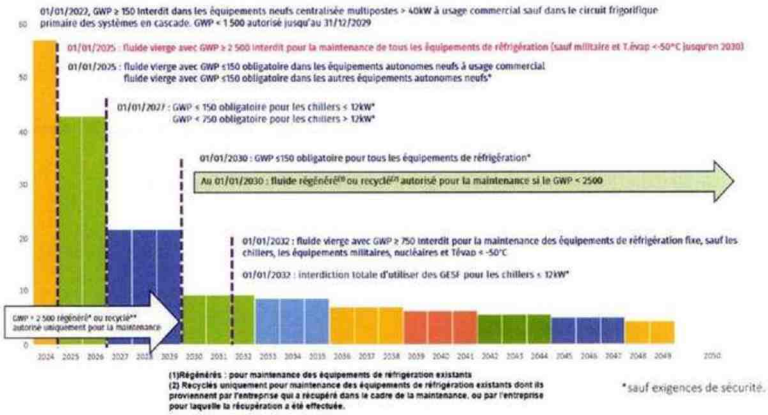
EXEMPLE D'INSTALLATION AU R471A, FLUIDE AU GWP DE 143

Le spécialiste des fluides techniques pour les métiers du froid et de la climatisation Climalife a mené des études sur l'utilisation du fluide R471A (GWP = 143) pour des applications de froid positif en remplacement de fluides HFC.

Par Pierre-Emmanuel Danet, directeur technique chez Climalife

1. POINT SUR LA SITUATION RÉGLEMENTAIRE À VENIR POUR LA RÉFRIGÉRATION

Climalife propose un rappel des prochaines échéances sur les fluides à la suite de la révision de la F-Gas. Cette dernière élimine notamment les fluides au GWP supérieur à 150 dès 2025 en réfrigération, soit l'année prochaine. Voici les étapes clés en Europe pour le secteur de la réfrigération.



2. FOCUS SUR LE FLUIDE R471A

Le Solstice N71 (ou R471A) est un fluide non inflammable à faible toxicité (A1) avec un GWP de 143. Le R471A est composé à près de 80 % de R1234ze(E), 17 % de R1336mzz(E) et 4 % de R227ea. Son glissement de température à pression atmosphérique est de 3,3 °C, relativement faible. D'où sa facilité à remplacer des fluides existants. Il n'est destiné que pour les applications en froid positif. « *Le R471A est le seul fluide pour remplacer des fluides comme le R404A ou le R134a dans des installations existantes* », relève Pierre-Emmanuel Danet. « *Ce fluide est intéressant car il permet de remplacer ces fluides sans avoir de contraintes au regard de la réglementation des équipements sous pression : notamment le marquage CE – on reste dans la même catégorie de produits en termes de danger –.* »

Propriétés physiques et chimiques	
Code ASHRAE	R-471A
Composition	R-1234ze(E) / R-227ea / R-1336mzz(E) 78.7 / 4.3 / 17 %
Masse molaire (g/mol)	122,1
Point d'ébullition à 1,013 bar (°C)	-16,87
Glissement de température à 1.013 bar (K)	3,3
Pression critique (bar)	35,34
Température critique (°C)	112,36
Densité du liquide saturé à 25°C (Kg/m³)	1195,5
ODP	0
GWP selon la F-Gaz III-2024	143
Classification de sécurité ASHRAE	A1

3. LES AVANTAGES DU R471A

L'Europe a mis en place un plan de sobriété énergétique : augmenter la part d'énergies renouvelables et réduire la consommation d'énergie d'au moins 30 % d'ici à 2030. En France, le gouvernement exige de réduire la consommation d'énergie de 40 % d'ici 2050 pour atteindre la neutralité carbone. Trouver des solutions plus efficaces doit être le leitmotiv, en plus de la réduction du réchauffement planétaire. Le R471A présente tous les atouts puisqu'il va être 15-30 % plus efficace que le R404A et 20-30 % plus efficace que le CO_2, d'après des calculs des Cop sur installations standards dans des conditions similaires.

Tous droits de reproduction réservés

PAYS :France
PAGE(S) :34-37
SURFACE :284 %
PERIODICITE :Mensuel
DIFFUSION :(15000)
JOURNALISTE :Pierre-Emmanuel…
► 1 février 2024 - N°884

Caractéristiques	Avantages
GWP < 150	✓ OK à long terme ✓ OK face aux exigences réglementaires à l'échelle mondiale.
Classe A1 / Ininflammable	✓ OK sans limite de charge ✓ OK pour utilisation des composants en service ✓ OK pour manipulation, stockage et transport identiques à ceux des fluides frigorigènes A1.
Grande efficacité énergétique Légèrement supérieure au R-134a (3%)	Baisse de la consommation électrique • 15-30% plus efficace que le R-404A* • 20 à 30% plus efficace que le CO_2*
Moyenne pression	Fuites plus faibles, volumes de recharge minimes
Même technologie qu'avec le R-134a	✓ Installation simple ✓ Mise au point et exploitation standards ✓ Parfaitement maîtrisée par les techniciens

* Calculs sur la base du COP annuel pondéré à partir des températures moyennes (été/hiver) de villes représentatives.
* R-471A pour le froid positif et R-455A pour le froid négatif

4. COMPARATIF DE DIFFÉRENTES SOLUTIONS

« *L'objectif est d'avoir un regard sur deux critères : l'aspect environnemental du fluide (effet direct et indirect (Tewi)), ainsi que l'aspect financier à l'achat et à l'exploitation de la machine. Il ne faut pas regarder à l'instant T, là est l'intérêt de cet outil* », souligne Pierre-Emmanuel Danet. Cet outil de comparaison de solutions de groupes froid a été mis en place par Honeywell et certifié par le Cemafroid, organisme indépendant.

Ce qu'il faut retenir de ce graphe numéro 5 :

- La base de référence est une installation au R404A sur une durée de vie de 10 ans installée dans un établissement GMS de 2 000 m² en France ;
- Une solution 100 % CO_2 améliore l'impact environnemental de l'installation sur 10 ans de 18 % par rapport à la base de référence. Son coût est en revanche 20 % plus cher à la construction et à l'exploitation ;
- Une solution 100 % au R448A améliore l'impact environnemental de l'installation sur 10 ans de 20 % et coutera 3 % moins cher à l'exploitation que l'installation de base. Cette solution est un bon choix économique et environnemental ;
- La solution R471A (pour le froid positif) et CO_2 (froid négatif) améliore de plus de 28 % l'aspect environnemental avec un cout de 2 % par rapport à la base ;
- La solution R471A (froid positif) et R455A (froid négatif) améliore l'impact environnemental de plus de 30 % pour une économie de plus de 5 % sur la solution au R404A.

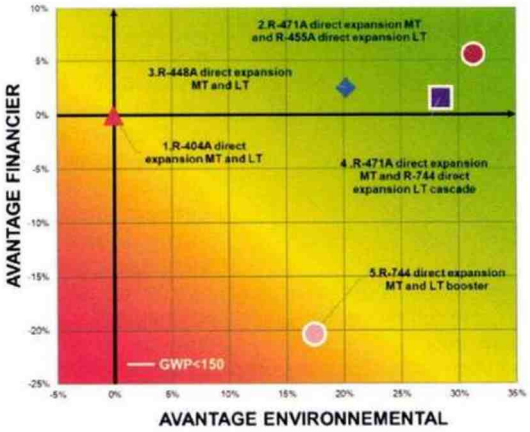
Pour des applications de froid positif, la consommation électrique d'une solution au CO_2 est très importante – il présente de grosses charges dans les magasins GMS –. Cet outil

(Suite au dos)

lbdi
Tous droits de reproduction réservés

PAYS :France
PAGE(S) :34-37
SURFACE :284 %
PERIODICITE :Mensuel
DIFFUSION :(15000)
JOURNALISTE :Pierre-Emmanuel…
► 1 février 2024 - N°884

permet de donner une alternative au CO_2, avec des solutions avec des fluides au GWP inférieur à 150 conformes à la nouvelle F-Gas III.



1 R404A DX (frais et surgelés)
2 R471A DX (frais) et R455A DX (surgelés)
3 R448A DX (frais et surgelés)
4 Cascade CO2 (surgelés) / R471A (frais)
5 Transcritique CO2 (frais et surgelés)

	Coût électrique
(-)	(€/kWh)
Année 1	0.200
Année 2	0.216
Année 3	0.233
Année 4	0.252
Année 5	0.272
Année 6	0.294
Année 7	0.317
Année 8	0.343
Année 9	0.370
Année 10	0.400

5. LE COÛT DES INSTALLATIONS

ARCHITECTURE	CAPEX	OPEX ELECTR.	OPEX SERVICE	OPEX TOPPING OFF	Σ OPEX	CAPEX + OPEX	CO2 EMISSIONS ELECTR.	CO2 EMISSIONS FUITES	Σ CO2 EMISSIONS
	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[t CO2]	[t CO2]	[t CO2]
1. R404A DX (frais et surgelés)	687104	4606798	27420	14842	4649060	5336164	2028	831.6	2860
2. R471A DX (frais) et R455A DX (surgelés)	695444	4298602	27420	19628	4345650	5041094	1924	40.9	1965
3. R448A DX (frais et surgelés)	678429	4488184	27420	10602	4526206	5204635	1988	293.9	2282
4 . Cascade CO2 (surgelés) / R471A (frais)	702206	4491866	26520	30100	4548486	5250692	1989	58.5	2048
5. Transcritique CO2 (frais et surgelés)	777178	5582032	44350	12943	5639324	6416503	2363	0.6	2363

1.4 M€ d'économies

400 tCO_2 évitées

Pour un magasin GMS en France de 2 000 m² de surface, une solution R471A (froid positif) couplée à une solution R455A (froid négatif) permet d'économiser 1,4 million d'euros de consommation énergétique, de maintenance et d'investissement sur 10 ans par rapport à une solution 100 % au CO_2. Les émissions de CO_2 évitées sont estimées à 400 tonnes pendant les 10 ans d'exploitation de la machine.

6. APPLICATION : UNE PREMIÈRE MONDIALE SUR LE MARCHÉ FRANÇAIS

a. Production frigorifique

Climalife s'est penché sur un magasin Super U Express à Lyon (quartier Bellecombe) doté d'une solution au R134a (froid positif) et R404A (froid négatif). Un remodeling complet du magasin a été entrepris en juillet 2023. La centrale existante au R134a avec cinq compresseurs Bitzer – puissance frigo de 83 kW – a été rétrofitée au R471A, pour le froid positif donc.

A noter que le remodeling prévoit de remplacer les meubles ouverts par des meubles neufs à porte au R134a. Dans ces conditions, la puissance frigorifique utile est de 47 kW : 37 kW pour les meubles et 10 kW pour les chambres froides – au lieu des 83 kW initiaux –. Dans cette configuration, chaque compresseur est capable de délivrer un maxi de 25 kW à (- 7 °C/+ 40 °C). Le magasin dispose donc de 125 kW frigorifiques, soit 2,5 fois plus que les besoins avec un débit par compresseur de 695 kg/h. L'installation a donc pu passer au R471A. Trois compresseurs sur cinq suffiront à fournir la puissance frigorifique utile avec un débit max par compresseur de 846 kg/h. L'installation nécessite une charge en R471A de 360 kg. Deux contrôleurs d'ambiance Samon Glaciär Midi ont été placées pour détecter les fluides éventuelles.

La centrale de froid négatif au R404A a été remplacée par des groupes logés au R290.

b. Distribution et composants

Le R471A contient une forte proportion de R1234ze qui présente une forte solubilité avec les huiles. Le choix de l'huile est primordial, et l'huile BSE 32 (iso 32) en service est remplacée par la BSE 55 (iso 55) en conformité avec les préconisations de Bitzer sur la base des compresseurs 6H-25.

Les détendeurs sont de marque Danfoss au R471A.

Pour les échaneurs vitrines, les vitrines Epta sont sélectionnées au R134a. Le débit global utile au R471A est plus élevé qu'au R134a dans les mêmes conditions (à - 7 °C). Une estimation de l'impact sur les pertes de charges par échangeur montre que la réserve de puissance aux compresseurs permet de compenser la légère perte de capacité liée à ces pertes de charge.

c. Bilan économique et empreinte environnementale

Le R471A apporte le meilleure compromis économique – près de 200 000 euros économisés sur 10 ans – et une réduction significative des émissions de CO_2 sur une durée de 10 ans. Rien que l'installation au R471A coûte près de 120 000 euros de moins que la centrale CO_2 pour produire le froid positif. Pour Climalife, « *il faut maintenir le plus longtemps possible les centrales existantes – lorsque les compresseurs sont en état de marche – et assurer un retrofit de fluides. Faisons vivre le matériel existant jusqu'au bout* » (*voir le tableau en haut de la page de droite*).

d. Quid hors d'Europe ?

En février 2023, Honeywell a annoncé que la chaîne américaine de supermarchés Food City First – n'ayant en plus

lbdi
Tous droits de reproduction réservés

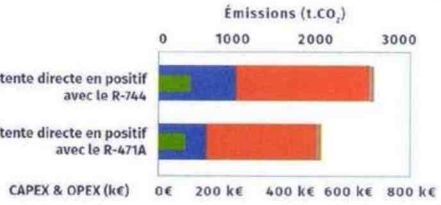
PAYS :France
PAGE(S) :34-37
SURFACE :284 %
PERIODICITE :Mensuel

DIFFUSION :(15000)
JOURNALISTE :Pierre-Emmanuel…

► 1 février 2024 - N°884

ARCHITECTURE	CAPEX	OPEX ELECTR.	OPEX ELECT.	CAPEX + OPEX	CO2 EMISSIONS ELECTR.	CO2 EMISSIONS FUITES	Σ CO2 EMISSIONS
	[€]	[€]	[kWh]	[€]	[t CO2]	[t CO2]	[t CO2]
R-471A centrale détente directe (frais)	**137 800**	362 479,9	724 959,9	**500 279,9**	326,2	8,9	**335,2**
CO2 centrale détente directe (frais)	**254 000**	440 550,9	881 101,7	694 555,9	396,5	0,1	396,6
R-290 groupes logés (Dx surgelés)	**20 400**						

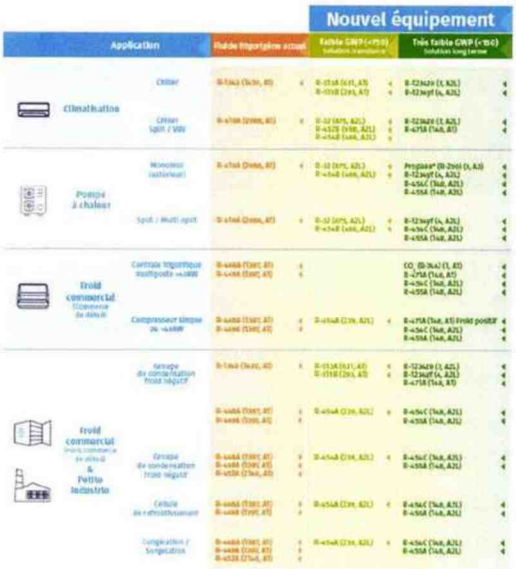
Base coût électricité 0,50 €/kWh

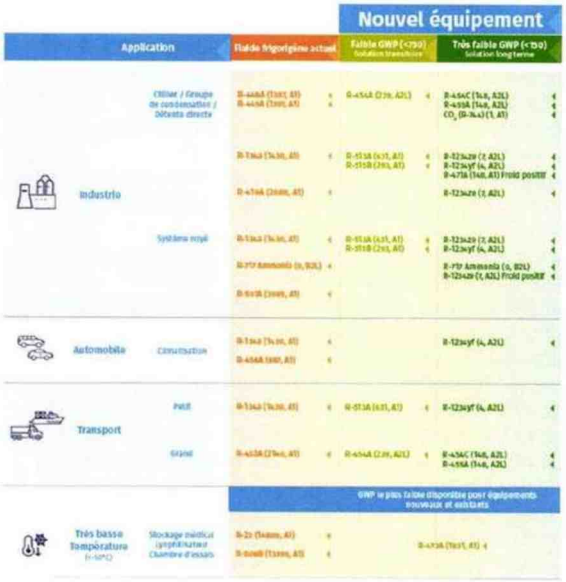


pas les contraintes de la réglementation européenne F-Gas – avait choisi le fluide R471A pour ces installations de froid positif. « *Le Solstice N71 représente une avancée majeure pour l'industrie du froid qui permet à nos clients d'accélérer leurs objectifs de préservation de l'environnement sans sacrifier les performances* », avait déclaré John Keating, vice-président et DG de la division Réfrigération chez Honeywell Advanced Materials.

7. SOLUTIONS DE REMPLACEMENT DE FLUIDES FRIGORIGÈNES PAR APPLICATION

Voir tableaux ci-dessous. ●





lbdi
Tous droits de reproduction réservés