



Promouvoir
une attitude
responsable

TRANSPORT

APPLICATION VISÉE : TRANSPORT FRIGORIFIQUE



LES SOLUTIONS POSSIBLES

ARCHITECTURES FRIGORIFIQUES

R-454C / R-455A

R-290

Architecture
à détente directe

Pas de solution disponible actuellement mais envisageable

Architecture
à détente indirecte ou étage HP
d'une architecture en cascade

Pas de solution disponible
actuellement mais envisageable

Véhicule utilitaire léger
Avec frigoporteur ou en cascade
avec du R-744 en étage BP.
Solution peu ou pas répandue en France

R-1270

R-744 (CO₂)

Architecture
à détente directe

- Camion ou remorque en étage BP associé à du R-1270 en étage HP. Solution peu ou pas répandue en France
- Véhicule utilitaire léger en étage BP associé à du R-290 en étage HP. Solution peu ou pas répandue en France
- Conteneur maritime

Architecture
à détente indirecte ou étage HP
d'une architecture en cascade

Camion et remorque.
En cascade avec du R-744 en étage BP.
Solution peu ou pas répandue en France



Promouvoir
une attitude
responsable

R-454C / R-455A

R-290

R-1270

R-744 (CO₂)

Type de fluide (HFC/HFO/HC/Inorganique)	HFC/HFO	HC	HC	Inorganique
PRP F-Gas UE/2024/573	146	0,02	0	1
Classe d'inflammabilité + LFL	R-454C : A2L - 0,293 kg/m ³ R-455A : A2L - 0,431 kg/m ³	A3 - 0,038 kg/m ³	A3 - 0,046 kg/m ³	A1
Groupe de fluide DESP	1	1	1	2
Soumis aux Quotas F-Gas	Concerné	Non concerné	Non concerné	Non concerné
Contraintes réglementaires spécifiques	++	+++	+++	++
Complexité de la maintenance (Formation, sécurité, outillage...)	Formations : A2L ¹ et AA ² Outillage / EPI adaptés	Formations : A3 ¹ et AA ² Outillage / EPI adaptés	Formations : A3 ¹ et AA ² Outillage / EPI adaptés	Formations : CO ₂ ¹ et AA ² Outillage / EPI adaptés
Performance théorique froid positif ³	3,8	3,9	3,9	Non concerné
Performance théorique froid négatif ⁴	7,4	Non concerné	Non concerné	6,5
Maturité de la solution (Proto, field test, disponible)	Non disponible	Pas d'attestation nationale de conformité technique ATP ⁵ délivrée	Pas d'attestation nationale de conformité technique ATP ⁵ délivrée	Pas d'attestation nationale de conformité technique ATP ⁵ délivrée

¹ Le Code du travail (Art. L230-2, et L4161-1) impose à l'employeur de prendre les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé des travailleurs

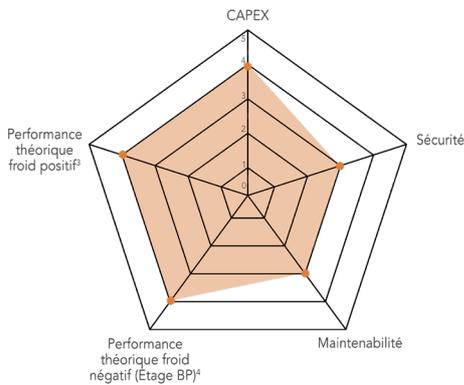
² Attestation d'aptitude selon règlement (UE) 2024 / 2215

³ Tk : 45°C - To = -10°C - SC = 5K - SR = 10K - Rendement isentropique : 100%

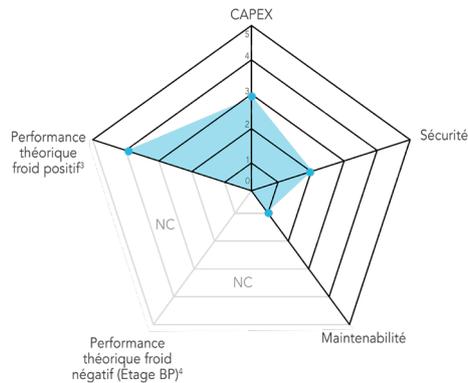
⁴ Evaluation théorique des performances d'un étage BP d'un cycle cascade - Tk = 0°C - To = -30°C - SC = 5K - SR = 5K - Rendement isentropique : 100%

⁵ ATP : Accord sur le Transport des denrées Périssables

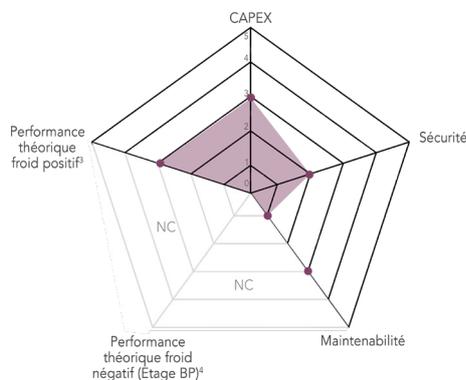
R-454C / R455A



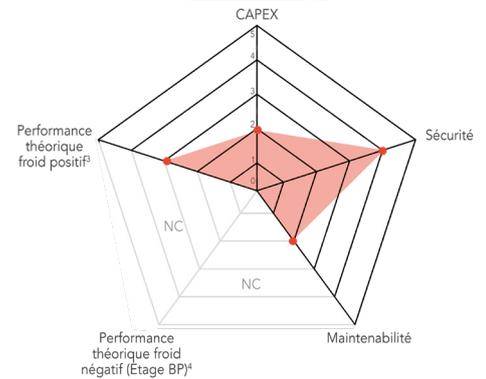
R-290



R-1270



R-744 (CO₂)



CONCLUSION

A ce jour, pour le secteur du transport, il n'existe pas réellement de solutions disponibles avec les fluides à bas PRP (<150) pouvant répondre à l'ensemble de la filière. Actuellement, la tendance des fabricants de solutions de transport sous température dirigée est d'utiliser le R-454A qui a un PRP de 237. Ces derniers expriment une inquiétude sur le choix du frigorigène à retenir par rapport à la durée de vie des véhicules qui est en moyenne de 12 ans (craintes notamment relatives à la réglementation REACH). La clause de revoiture de la F-gas qui aura lieu en 2027 devrait également permettre aux fabricants de se positionner sur le choix du réfrigérant à retenir. Les mélanges HFC/HFO ne sont pour l'instant pas utilisés. En Allemagne et en Autriche des solutions fonctionnant avec des hydrocarbures sont proposées (en détente indirecte avec frigoporteur ou au R-744 en étage BP d'une architecture cascade). Pour l'instant, ces solutions ne disposent pas d'une attestation nationale de conformité technique ATP. Au niveau national, des sociétés proposent des solutions alternatives à la compression de vapeur. Parmi elles, des systèmes à sorption pour véhicules utilitaires légers (système à sorption solide-gaz au R-717) ainsi que le refroidissement à l'azote liquide pour les camions et remorques frigorifiques. Ces solutions sont minoritaires et représentent moins de 2% du marché.