

R407H



REFRIGERANTS

R407H

Instructions pour l'utilisation
et la manipulation du produit

Les informations contenues dans le présent document sont susceptibles de changer sans avis préalable du fait de l'élaboration en cours de nouveaux fluides frigorigènes. Les informations contenues dans le présent document constituent des exemples de mesures réelles, et les exemples d'utilisation présentés ici ne garantissent pas que les produits puissent s'appliquer en pratique à l'exemple d'utilisation donné.

Instructions pour l'utilisation et la manipulation du fluide frigorigène R407H

1	Situation juridique	4
2	Quand faut-il utiliser le R407H?	4
3	Conseils de sécurité	5
4	Comportement particulier du R407H dans les systèmes fonctionnant avec le R404A ou le R507	5
4.1	Gamme d'applications du R407H	5
4.2	Pression et glissement de température	5
4.3	Performances de réfrigération et coefficient de performance	5
4.4	Traitement de l'huile	5
4.5	Humidité	5
4.6	Filtres sécheurs	5
4.7	Compatibilité avec les élastomères et les plastiques	6
5	Schéma de procédé pour le remplacement d'un fluide frigorigène par le R407H	6
6	Remplacement du R404A ou du R507 par le R407H dans les systèmes réfrigérants (explication détaillée de la conversion)	7
6.1	Inspection et documentation de l'état du système	7
6.2	Retrait et récupération du R404A ou du R507	7
6.3	Remplacement des composants du système	7
6.4	Vidange et test de fuite	7
6.5	Introduction du R407H	7
6.6	Vérification du retour d'huile	8
6.7	Optimisation de l'état de fonctionnement	8
6.8	Étiquetage et documentation conformément aux exigences légales	8
7	Annexe	8
7.1	Données physiques	8
7.2	Liste de contrôle – avant la conversion du système	9
7.3	Liste de contrôle – pendant la conversion du système	9
7.4	Table de vapeur humide du R404A, R507 et R407H	10/11

1 Situation juridique

La législation européenne relative aux gaz à effet de serre fluorés, dans son règlement (UE) n° 517/2014, prévoit une phase accélérée de réduction de la consommation des HFC au sein des 28 États membres de l'Union européenne. Les fluides frigorigènes à indice PRG élevé comme le R404A ou le R507 sont particulièrement mis sous pression. Un remplacement rapide des fluides dans les systèmes existants permet de répondre aux objectifs ambitieux de 21% d'ici 2030 par rapport aux valeurs de 2015 afin de réduire les émissions pondérées en CO₂.

Le R407H peut être utilisé comme réfrigérant de drop in dans les systèmes fonctionnant avec le R404A ou le R507. Le processus de drop in est le moyen le plus simple pour remplacer un réfrigérant par un autre dans un système de réfrigération. Il implique des changements mineurs et utilise généralement le même type d'huile.

Le R407H fait partie de la classe A1 du groupe de sécurité ASHRAE 34.

2 Quand faut-il utiliser le R407H ?

Les processus de « drop-in » (ou changement direct) et de « retrofit » (ou reconversion) présentent des avantages et des inconvénients. Les principaux critères de décision reposent sur les conditions techniques et les coûts directement et indirectement associés à la poursuite de l'exploitation du système existant. Une fois ces questions résolues, la conversion du système, autrement dit le passage au R407H, doit être effectuée chaque fois qu'un remplacement du R404A ou du R507 est nécessaire. Le schéma de procédé suivant devrait aider à la prise de décision.

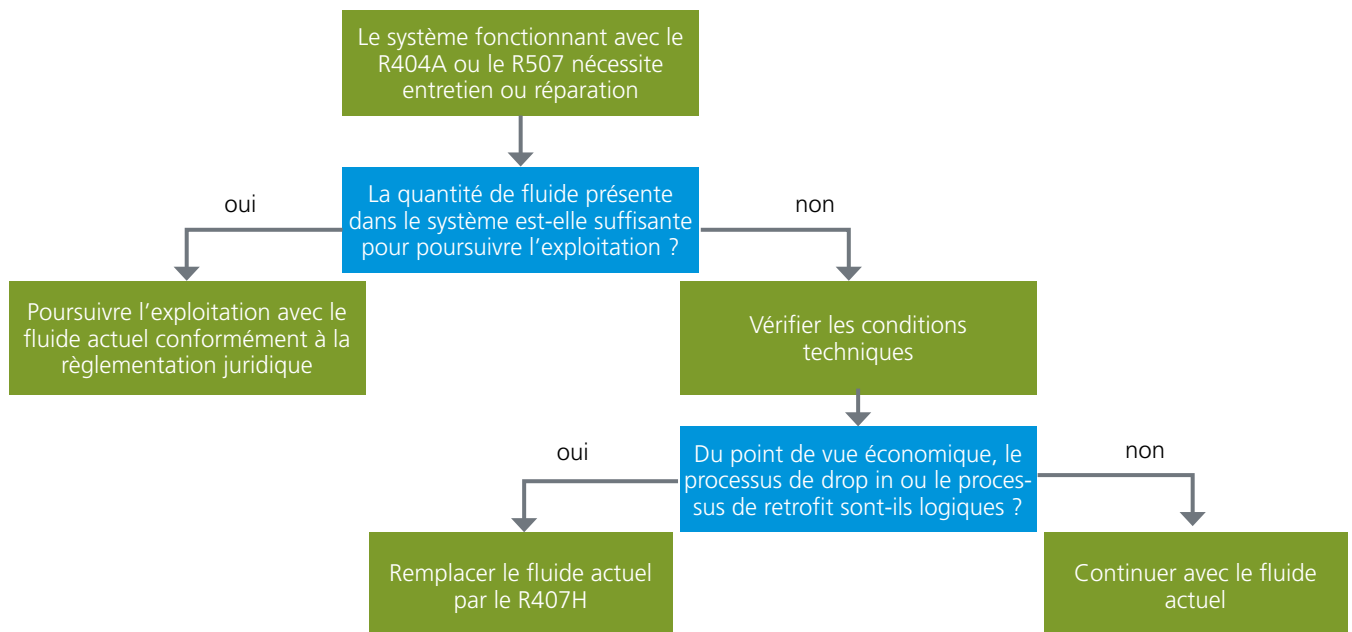


Fig. 1: Simplified diagram for the decision whether to retrofit or make drop-in of an R404A / R507 system

Une estimation des coûts doit déterminer si le drop in ou la poursuite de l'exploitation avec le R404A ou le R507 est la solution optimale, et cette décision doit s'appuyer sur une évaluation technique du système, de ses performances et de son état. Les dépenses de fonctionnement ultérieures doivent aussi être incluses dans l'estimation des coûts.

Avec le R407H, Daikin Chemical propose un réfrigérant de drop in spécialement mis au point pour remplacer le R404A et le R507. Le principal avantage du R407H, par rapport à l'utilisation de fluides de retrofit, est le délai de conversion rapide, parce qu'il est souvent inutile de changer des pièces importantes du système en même temps. Les systèmes équipés d'une fonction d'injection de liquide ou d'autres fonctions pour limiter les températures de décharge sont idéals pour le passage au R407H.

Certains systèmes cependant ne peuvent pas passer au R407H. Par rapport au R404A ou au R507, le R407H présente des températures de décharge significativement plus élevées. Les systèmes fonctionnant avec le R404A ou le R507 à température de décharge > 80 °C ne doivent pas passer au R407H.

En pareil cas, la conversion pour le passage au R407H nécessite une mesure corrective comme l'injection de liquide pour limiter la température de décharge.

Par ailleurs, le R407H a les caractéristiques d'un fluide zéotropique. Il n'est pas com-

patible avec les systèmes équipés d'un évaporateur noyé, ce qui est parfois le cas de certains systèmes fonctionnant avec le R507.

3 Conseils de sécurité

L'utilisation du R407H nécessite d'observer les conseils de sécurité généraux suivants:

- Porter un équipement de protection individuelle, notamment des chaussures, des gants et des lunettes de sécurité, pour les interventions sur les systèmes de réfrigération.
- Les vapeurs sont plus lourdes que l'air et peuvent provoquer une asphyxie par déplacement d'oxygène.
- Veiller à ce que l'environnement de travail soit en permanence correctement ventilé. S'assurer que la concentration d'oxygène à l'intérieur de la salle des machines ne chute pas à une valeur inférieure au seuil de sécurité.
- Éviter la décomposition de la vapeur du produit, par exemple sur les surfaces chaudes ou par formation d'arcs (interventions de soudure).
- Ne pas fumer dans les zones où une exposition aux fluides frigorigènes est possible.
- Éviter le remplissage excessif des contenants lors de la récupération des fluides frigorigènes.
- Si possible, utiliser des détecteurs électroniques de fuite.

4 Comportement particulier du R407H dans les systèmes fonctionnant avec le R404A ou le R507

Le R407H est un mélange composé des fluides frigorigènes R32/R125/R134a. Il a été spécialement mis au point pour permettre une conversion peu coûteuse en alternative des fluides frigorigènes de drop in à base de HFO. La plupart du temps, le R407H peut être utilisé dans les systèmes fonctionnant avec le R404A ou le R507 sans avoir à faire de changements majeurs. Cependant, l'utilisation du R407H nécessite d'observer quelques points:

4.1 Gamme d'applications du R407H

- Fluide de substitution du R404A ou du R507 pour les applications à moyenne température avec $T_0 > -10^{\circ}\text{C}$
- Fluide de substitution du R404A ou du R507 pour les applications à basse température avec $T_0 > -40^{\circ}\text{C}$
- Systèmes de réfrigération équipés d'une fonction d'injection de liquide
- D'une manière générale, le R407H ne doit pas être utilisé dans les systèmes équipés d'un évaporateur noyé ou de turbocompresseurs, ni dans les systèmes fonctionnant avec le R404A ou le R507 à température de décharge $> 80^{\circ}\text{C}$.

4.2 Pression et glissement de température

(voir l'annexe 7.4 : table de vapeur humide du R407H)

Le R407H a un point d'ébullition normal de -44°C . Sa pression de vapeur est légèrement plus faible que celle du R404A ou du R507. À cause de son comportement température/pression, il peut être utilisé sans problème dans les systèmes actuels fonctionnant avec le R404A ou le R507. Mais en général, la résistance à la pression des systèmes actuels doit être rigoureusement testée avant d'utiliser le R407H. Le glissement de température du R407H au point d'ébullition normal est de 7K.

4.3 Performances de réfrigération et coefficient de performance

La capacité effective du R407H peut être différente de celle du R404A ou du R507. La plupart du temps, l'efficacité (COP) se situe dans la même gamme que celle du R404A ou du R507.

4.4 Traitement de l'huile

Le R407H est compatible avec les huiles POE. Mais il est absolument nécessaire de vérifier avec précision le retour d'huile une fois la conversion terminée et pendant la période de rodage.

4.5 Humidité

Dans les systèmes de réfrigération, l'humidité doit normalement être évitée, quels que soient le fluide frigorigène et l'huile de l'unité réfrigérante choisis. Des taux élevés d'humidité dans le cycle de réfrigération peuvent conduire à la formation de glace au niveau du détendeur, à la corrosion des surfaces métalliques et à la détérioration des bobines de moteurs. L'utilisation d'huiles POE induit un autre risque, celui de l'hydrolyse, autrement dit la décomposition chimique de l'huile. L'humidité peut être évitée en vidangeant correctement le système de réfrigération. Comme toujours après une intervention d'entretien ou de réparation, le vide doit être inférieur à 10mbar.

4.6 Filtres sécheurs

Le R407H est compatible avec les filtres sécheurs HFC habituels utilisés par exemple avec le R134a et le R407C.

4.7 Compatibilité avec les élastomères et les plastiques

Comme le R404A ou le R507, le R407H est compatible avec les élastomères et les plastiques. Mais les matériaux d'étanchéité adaptés pour être utilisés avec le R407H et le R404A ou le R507 sont, eux aussi, exposés au processus de vieillissement. La pénétration de l'ancien fluide frigorigène peut provoquer leur fragilisation et leur gonflement sous l'effet de la réduction de pression. Il est donc généralement recommandé de changer les composants élastomères (joints, etc.). Le tableau 1 et le tableau 2 répertorient les matériaux d'étanchéité compatibles avec le R407H.

	Néoprène	Caoutchouc nitrile hydrogéné (HNBR)	Caoutchouc nitrile (NBR)	Caoutchouc éthylène-propylène-diène monomère (EPDM)
Huile POE	+	0	+	+
Huile minérale	+	-	-	

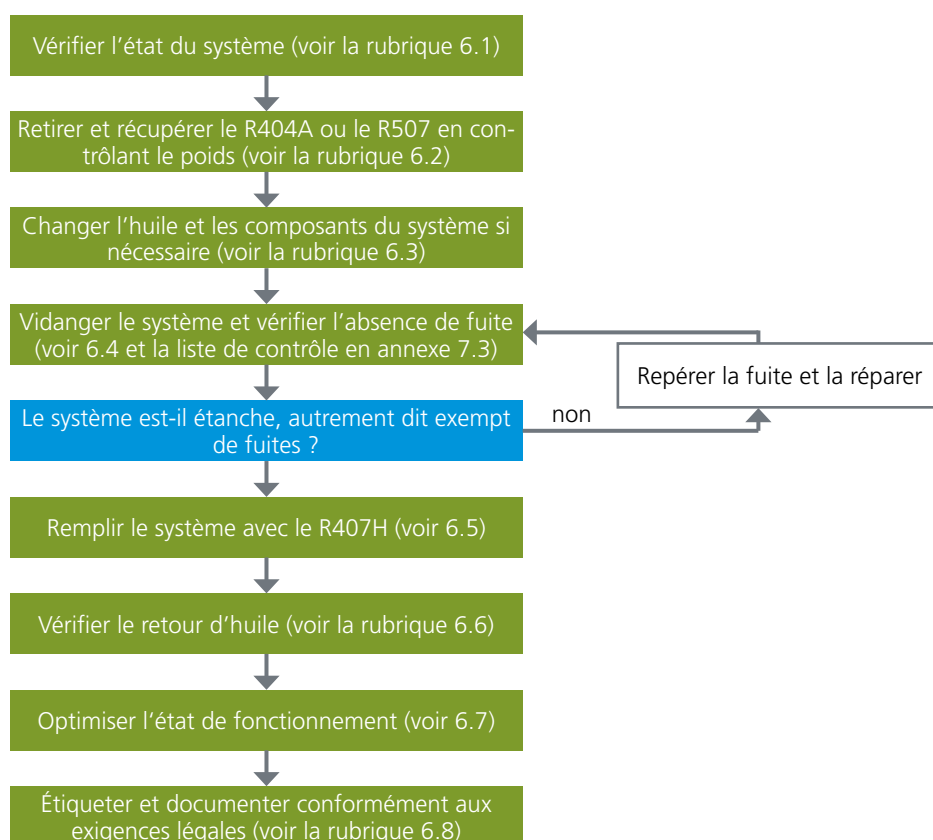
Tableau 1: Compatibilité des élastomères avec le fluide frigorigène R407H et les huiles

	Polyester	Polyamide	Époxy
Huile POE	0	+	+
Huile minérale	0	+	+

Tableau 2: Compatibilité des polymères avec le fluide frigorigène R407H et les huiles

La compatibilité d'autres types d'élastomères et de polymères avec le R407H peut être testée sur demande. Dans ce cas, veuillez contacter le service technique.

5 Schéma de procédé pour le remplacement d'un fluide frigorigène par le R407H



6 Remplacement du R404A ou du R507 par le R407H dans les systèmes réfrigérants

6.1 Inspection et documentation de l'état du système

(voir la liste de contrôle en annexe 7.2)

La conversion d'un système pour passer du R404A ou du R507 au R407H commence par l'inspection et la documentation de son état actuel. Cette phase sert normalement à décider enfin d'opter pour la solution de drop in avec le R407H ou de poursuivre l'exploitation avec le R404A ou le R507.

Les points suivants doivent être réglés:

- Quelle impression générale le système donne-t-il? Quelles seraient les conséquences d'une panne du système?
- Examen du journal pour déceler toute fuite éventuelle
- Le système est-il adapté aux caractéristiques thermophysiques du R407H? Est-il approprié pour un fluide frigorigène zéotropique (sans évaporateur noyé)? Les températures de décharge actuelles sont-elles inférieures à 80 °C (voir 4.4)?
- Examen du caractère approprié des matériaux élastomères, plastiques et d'étanchéité utilisés pour les joints, les joints toriques et les électrovannes, etc.
- Mesure des performances pour déceler toute éventuelle réserve dans le système, et pour vérifier si une éventuelle réduction des performances susceptible d'être causée par le fluide frigorigène de substitution peut être compensée (voir 4.3). Les mesures des températures (par exemple à la sortie du condensateur) et des pressions, et leur comparaison dans la table de vapeur humide du R404A, R507 et R407H, sont nécessaires pour déterminer si oui ou non le R404A ou le R507 était utilisé dans la construction du système. Par ailleurs, la table de vapeur humide (voir l'annexe 7.4) doit être utilisée pour calculer, d'après la pression mesurée, l'ordre de grandeur de la pression escomptée après le remplissage du système avec le R407H, et pour le comparer avec la résistance à la pression du système.

6.2 Retrait et récupération du R404A ou du R507

Le retrait et la récupération du R404A ou du R507 du système doivent être obligatoires. La quantité de fluide frigorigène retirée doit impérativement être conditionnée dans une bouteille en acier appropriée. La bouteille doit impérativement être pesée pendant le processus de récupération pour éviter le remplissage excessif. Les facteurs de contraction¹ indiqués doivent impérativement ne pas être dépassés. Le poids du R404A ou du R507 récupéré doit impérativement être consigné dans le journal du système (voir l'annexe 7.3 ou le journal du système). Une fois le fluide frigorigène retiré du système, de l'azote sec doit être introduit après tirage au vide pour éviter la pénétration d'humidité.

6.3 Remplacement des composants du système

Les composants suivants du système doivent impérativement être remplacés ou ajustés:

- Filtre sécheur (compatible avec les HFC)
- Matériaux élastomères, par exemple joints toriques, électrovannes, boîtes d'étanchéité
- Blocs de buse au niveau des détendeurs, si nécessaire, ou remplacement du détendeur pour une vanne R407H
- Remplacer l'huile de l'unité réfrigérante conformément aux indications du fabricant du compresseur.

6.4 Vidange et test de fuite

Le système doit être vidangé à une pression inférieure à 10 mbar pour éliminer toute humidité et s'assurer de l'absence d'air ou d'azote qui nuirait aux performances du système. Lorsque le système est vidangé, un test de pression à vide doit impérativement être effectué et documenté (voir la liste de contrôle). Une augmentation de pression indique une fuite : toute fuite doit impérativement être réparée avant de remplir le système de R407H.

6.5 Introduction du R407H

Le R407H est un mélange zéotropique composé de plusieurs fluides frigorigènes. Les instructions de manipulation sont les mêmes que pour les fluides tels que le R407C et le R404A. Il va sans dire que le remplissage d'un système implique les mesures de sécurité habituelles, par exemple le port d'un équipement de protection individuelle. Le R407H doit impérativement être chargé dans le système sous forme liquide. Lors du remplissage, veiller à ne pas introduire de liquide dans le compresseur. Le R404A ou le R507 et le R407H ayant des densités différentes, les quantités à utiliser sont aussi différentes. Selon le niveau optimal de remplissage d'un système donné, et à cause des variations de température, le poids optimal de remplissage pour le R407H peut varier de 0 à -5 % du poids optimal du R404A ou du R507.

- Remplissage des systèmes équipés d'un réservoir de liquide :
90 % max. du volume du collecteur (voir la plaque d'identification ou les instructions

¹ Veuillez vérifier les réglementations nationales en matière de transport

de fonctionnement) sous forme liquide (pour la conversion en masse, voir la table de vapeur humide en annexe 7.4)

- Remplissage des systèmes non équipés de réservoir de liquide :

Ces systèmes doivent être remplis en deux temps. Dans un premier temps, il faut introduire 90 % de la quantité du R404A ou du R507 retirée (voir la rubrique 6.2). Le reste de R407H nécessaire est alors ajouté au moment du réglage de l'état du système. Le système doit impérativement atteindre un état de fonctionnement stable après le démarrage. Une quantité de fluide frigorigène doit être ajoutée en cas de surchauffe excessive au niveau de l'évaporateur (voir la table de vapeur humide en annexe). Le R407H est introduit en petite quantité et progressivement dans le système jusqu'à atteindre les paramètres de fonctionnement spécifiques. En aucun cas le système ne doit être rempli avant que le niveau à glace montre l'absence de bulles sous peine de conduire à un remplissage excessif. Le remplissage excessif ayant des conséquences négatives sur les performances de réfrigération, il doit impérativement être évité dans tous les cas.

Lorsque le système a été rempli complètement, la quantité totale de fluide frigorigène doit être consignée dans le journal (voir la rubrique 7.3).

6.6 Vérification du retour d'huile

Pendant la phase initiale de démarrage, le niveau d'huile du compresseur doit impérativement être vérifié. Si ce niveau passe en dessous d'une valeur minimale (par exemple la valeur minimale indiquée par le niveau à glace, ou voir les indications du fabricant du compresseur), ajouter de l'huile jusqu'à atteindre le repère. Il ne faut en aucun cas rajouter de l'huile avant que le retour d'huile soit stabilisé.

6.7 Optimisation de l'état de fonctionnement

Lorsque le système a été rempli du fluide frigorigène et qu'il a atteint les conditions stables de fonctionnement, la surchauffe doit impérativement être ajustée à l'aide de la table de vapeur humide (voir la rubrique 7.4) afin d'éviter le coup de liquide. Le point de référence doit être l'entrée du compresseur (voir la table de vapeur humide). Par ailleurs, tous les contrôles de pression, par exemple contrôle de la pression du condensateur ou contrôle de la pression d'aspiration, doivent être ajustés au R407H à l'aide de la table de vapeur humide (voir la rubrique 7.4).

6.8 Étiquetage et documentation conformément aux exigences légales

Conformément au règlement (UE) n° 517/2014, un système doit impérativement être équipé d'un journal et porter la mention « Contient des gaz à effet de serre fluorés soumis au protocole de Kyoto ». Le fluide frigorigène utilisé, à savoir le R407H, doit impérativement être clairement identifié, et la quantité de remplissage doit impérativement être indiquée dans la zone proche des branchements de service. Par ailleurs, l'huile de l'unité réfrigérante doit toujours être identifiée.

7 Annexe

7.1 Données physiques³

		R404A	R507	R407H
Formule chimique		CHF ₂ CF ₃ CH ₃ CF ₃ CH ₂ FCF ₃	CHF ₂ CF ₃ / CH ₃ CF ₃	CH ₂ F ₂ CHF ₂ CF ₃ / CH ₂ FCF ₃
Masse molaire	kg/kmol	97,6	98,86	113,07
Point d'ébullition à 1,013 bar	°C	-46,2	-46,74	-44,7
Température critique	°C	72,0	70,6	86,5
Pression critique	bar	37,29	37,1	48,5
c _p liq. ⁴	kJ/(kgK)	1,542	1,539	1,585
c _p vap. ⁴	kJ/(kgK)	1,221	1,225	1,176
Rapport c _p /c _p vap. ⁴		1,37	1,38	1,36
Densité spéc., liq. ⁴	kg/m ³	1044	1048	1111
Densité spéc., vap. ⁴	kg/m ³	65,27	68,89	41,86
Enthalpie d'évaporation ⁴	kJ/kg	140,26	136,45	199,02
Limite d'explosion à l'air ⁵	% v/v	N/A	N/A	N/A

³ Données thermophysiques calculées par Refprop 9.0

⁴ sat. à 25°C

⁵ T = 25°C, p = 1.013bar

7.2 Liste de contrôle – avant la conversion du système

Liste de contrôle pour le passage au R407H

État du système avant la conversion

	Préparation avant la conversion	Commentaires
<input type="checkbox"/>	Impression générale du système Le système de réfrigération est-il fiable? Une panne du système pourrait-elle endommager significativement les produits ou les processus de production?	
<input type="checkbox"/>	Examen du journal du système Ce journal est-il celui du système? Le système a-t-il fait l'objet d'un entretien régulier? Le système a-t-il nécessité des réparations fréquentes? Existe-t-il des signes indiquant des problèmes de fuite ?	
<input type="checkbox"/>	Traitement de l'huile Évaporateur noyé (oui/non)? Collecteur dans le courant du gaz d'aspiration? Emplacement du compresseur? Collecteur de liquide avec système de retour d'huile? Le système de retour d'huile est-il déjà crucial avant la conversion?	
<input type="checkbox"/>	Inspection des élastomères et des autres matériaux utilisés pour la construction du système Les joints/joints toriques/boîtes d'étanchéité/membranes à l'intérieur des électrovannes sont-ils adaptés au R407H?	
<input type="checkbox"/>	Mesures de la pression et de la température/Données de performances (voir la pression d'admission) La pression et la température correspondent-elles à celles du R404A ou du R507? Surchauffe? Performances de réfrigération/Coefficient de performance?	
<input type="checkbox"/>	Évaluation de la faisabilité du passage au R407H Les informations existantes laissent-elles supposer que le système est adapté pour une conversion, autrement dit pour le remplacement du réfrigérant actuel par le R407H?	
<input type="checkbox"/>	Allocation des composants nécessaires pour un processus de retrofit (ou reconversion) par exemple filtres/joints/détendeur et autres matériaux éventuels	

7.3 Liste de contrôle – pendant la conversion du système

Liste de contrôle pour le passage au R407H

État du système pendant la conversion

	Opérations de conversion	Commentaires
6.1	<input type="checkbox"/> Mesures de la pression et de la température Déterminer le fluide frigorigène utilisé en comparant la pression et la température mesurées (par exemple à la sortie du condensateur) avec les valeurs de la table de vapeur humide (voir la rubrique 7.4)	Pression, bar Température, °C R404A/R507 utilisé, oui/non?
6.2	<input type="checkbox"/> Retrait du fluide frigorigène par aspiration Remarque: N'utiliser que des bouteilles clairement étiquetées pour conserver le fluide frigorigène récupéré. Prévoir des bouteilles d'un volume suffisant.	Pression finale, bar Poids après, kg Poids avant, kg Poids net du R404A/R507
6.3	<input type="checkbox"/> Remplacement des composants du système Y compris, si nécessaire, remplacement de l'huile de l'unité réfrigérante	
6.4	<input type="checkbox"/> Vidange et test de fuite Pression finale après vidange < 10 mbar	Pression finale, mbar après 1 heure, mbar après 8 heures, mbar après 12 heures, mbar
6.5	<input type="checkbox"/> Remplissage avec le R407H 90 % de la quantité de R404A ou de R507 récupérée le reste dépend de l'état du système (voir la rubrique 6.5)	
6.6	<input type="checkbox"/> Vérification du retour d'huile	Niveau d'huile ok après 24 heures après 1 semaine
6.7	<input type="checkbox"/> Optimisation de l'état de fonctionnement Ajuster la surchauffe, ajuster le contrôle de pression, ajouter de l'huile POE si nécessaire pour améliorer le retour d'huile	Surchauffe Vérification de la pression Huile POE ajoutée, kg
6.8	<input type="checkbox"/> Étiquetage Conformément au règlement (UE) n° 517/2014	

7.4 Table de vapeur humide du R404A / R507 / R407H*

Temp.	R404A				R507			R407H			
	p'	p''	Rho'	Rho''	p'	Rho'	Rho''	p'	p''	Rho'	Rho''
°C	bar	bar	kg/m ³	kg/m ³	bar	kg/m ³	kg/m ³	bar	bar	kg/m ³	kg/m ³
-50	0,84	0,81	1317,83	4,44	0,86	1326,91	4,81	0,77	0,53	1367,87	2,31
-49	0,89	0,85	1314,78	4,66	0,91	1323,82	5,04	0,81	0,56	1364,91	2,43
-48	0,93	0,90	1311,72	4,88	0,95	1320,71	5,27	0,86	0,59	1361,95	2,56
-47	0,98	0,94	1308,65	5,11	1,00	1317,60	5,52	0,90	0,62	1358,98	2,70
-46	1,02	0,99	1305,58	5,35	1,05	1314,48	5,78	0,95	0,66	1356,00	2,84
-45	1,07	1,04	1302,49	5,60	1,10	1311,36	6,04	0,99	0,69	1353,01	2,98
-44	1,13	1,09	1299,40	5,86	1,15	1308,22	6,31	1,04	0,73	1350,02	3,14
-43	1,18	1,14	1296,30	6,13	1,21	1305,07	6,60	1,09	0,77	1347,01	3,29
-42	1,24	1,19	1293,19	6,40	1,27	1301,91	6,89	1,15	0,81	1344,00	3,46
-41	1,29	1,25	1290,07	6,69	1,33	1298,75	7,20	1,20	0,85	1340,98	3,63
-40	1,35	1,31	1286,93	6,98	1,39	1295,57	7,51	1,26	0,90	1337,96	3,81
-39	1,41	1,37	1283,79	7,29	1,45	1292,38	7,83	1,32	0,94	1334,92	3,99
-38	1,48	1,43	1280,64	7,61	1,52	1289,18	8,17	1,38	0,99	1331,87	4,18
-37	1,55	1,50	1277,48	7,93	1,58	1285,97	8,52	1,44	1,04	1328,82	4,38
-36	1,61	1,57	1274,31	8,27	1,65	1282,75	8,87	1,51	1,09	1325,76	4,59
-35	1,69	1,64	1271,12	8,62	1,73	1279,52	9,24	1,58	1,15	1322,68	4,80
-34	1,76	1,71	1267,93	8,98	1,80	1276,27	9,63	1,65	1,20	1319,60	5,02
-33	1,83	1,78	1264,72	9,36	1,88	1273,01	10,02	1,72	1,26	1316,51	5,25
-32	1,91	1,86	1261,50	9,74	1,96	1269,74	10,43	1,80	1,32	1313,41	5,49
-31	1,99	1,94	1258,27	10,14	2,04	1266,46	10,85	1,87	1,39	1310,30	5,73
-30	2,08	2,02	1255,02	10,55	2,13	1263,17	11,28	1,96	1,45	1307,17	5,99
-29	2,16	2,11	1251,76	10,97	2,22	1259,86	11,73	2,04	1,52	1304,04	6,25
-28	2,25	2,20	1248,49	11,41	2,31	1256,53	12,19	2,13	1,59	1300,90	6,52
-27	2,35	2,29	1245,21	11,86	2,40	1253,20	12,66	2,21	1,66	1297,74	6,80
-26	2,44	2,38	1241,91	12,32	2,50	1249,84	13,15	2,31	1,74	1294,58	7,09
-25	2,54	2,48	1238,59	12,80	2,60	1246,48	13,66	2,40	1,81	1291,40	7,39
-24	2,64	2,57	1235,27	13,29	2,70	1243,09	14,17	2,50	1,89	1288,21	7,70
-23	2,74	2,68	1231,92	13,80	2,81	1239,70	14,71	2,60	1,98	1285,01	8,02
-22	2,85	2,78	1228,57	14,32	2,92	1236,28	15,26	2,70	2,06	1281,80	8,36
-21	2,96	2,89	1225,19	14,86	3,03	1232,85	15,83	2,81	2,15	1278,58	8,70
-20	3,07	3,00	1221,81	15,41	3,15	1229,41	16,41	2,92	2,24	1275,34	9,05

Temp.	R404A				R507			R407H			
	p'	p''	Rho'	Rho''	p'	Rho'	Rho''	p'	p''	Rho'	Rho''
°C	bar	bar	kg/m ³	kg/m ³	bar	kg/m ³	kg/m ³	bar	bar	kg/m ³	kg/m ³
-19	3,19	3,12	1218,40	15,98	3,26	1225,94	17,01	3,04	2,34	1272,09	9,41
-18	3,31	3,24	1214,98	16,57	3,39	1222,46	17,63	3,15	2,44	1268,83	9,79
-17	3,43	3,36	1211,54	17,17	3,51	1218,97	18,26	3,27	2,54	1265,55	10,18
-16	3,56	3,48	1208,08	17,79	3,64	1215,45	18,92	3,40	2,64	1262,26	10,58
-15	3,69	3,61	1204,61	18,43	3,77	1211,91	19,59	3,53	2,75	1258,96	10,99
-14	3,82	3,74	1201,11	19,09	3,91	1208,36	20,28	3,66	2,86	1255,64	11,41
-13	3,96	3,88	1197,60	19,76	4,05	1204,78	20,99	3,79	2,97	1252,31	11,85
-12	4,10	4,02	1194,07	20,46	4,20	1201,19	21,72	3,93	3,09	1248,97	12,30
-11	4,24	4,16	1190,52	21,17	4,34	1197,58	22,48	4,07	3,21	1245,60	12,77
-10	4,39	4,31	1186,95	21,90	4,50	1193,94	23,25	4,22	3,34	1242,23	13,24
-9	4,54	4,46	1183,36	22,66	4,65	1190,28	24,04	4,37	3,47	1238,84	13,74
-8	4,70	4,61	1179,74	23,44	4,81	1186,60	24,86	4,53	3,60	1235,43	14,24
-7	4,86	4,77	1176,11	24,23	4,98	1182,90	25,70	4,68	3,73	1232,00	14,76
-6	5,02	4,94	1172,45	25,05	5,14	1179,17	26,56	4,85	3,87	1228,56	15,30
-5	5,19	5,10	1168,77	25,90	5,32	1175,43	27,45	5,01	4,02	1225,10	15,85
-4	5,37	5,27	1165,07	26,76	5,49	1171,65	28,36	5,19	4,17	1221,63	16,42
-3	5,54	5,45	1161,34	27,65	5,67	1167,85	29,29	5,36	4,32	1218,13	17,01
-2	5,73	5,63	1157,59	28,56	5,86	1164,03	30,25	5,54	4,48	1214,62	17,61
-1	5,91	5,81	1153,82	29,50	6,05	1160,18	31,24	5,73	4,64	1211,09	18,23
0	6,10	6,00	1150,01	30,47	6,24	1156,30	32,25	5,92	4,80	1207,54	18,86
1	6,30	6,20	1146,18	31,46	6,44	1152,40	33,29	6,11	4,97	1203,98	19,51
2	6,50	6,40	1142,33	32,47	6,65	1148,46	34,36	6,31	5,15	1200,39	20,19
3	6,70	6,60	1138,44	33,52	6,86	1144,50	35,46	6,52	5,32	1196,78	20,88
4	6,91	6,81	1134,53	34,59	7,07	1140,51	36,59	6,72	5,51	1193,15	21,59
5	7,12	7,02	1130,59	35,69	7,29	1136,48	37,75	6,94	5,70	1189,50	22,32
6	7,34	7,24	1126,62	36,82	7,51	1132,43	38,93	7,16	5,89	1185,83	23,07
7	7,57	7,46	1122,61	37,99	7,74	1128,34	40,16	7,38	6,09	1182,13	23,84
8	7,80	7,69	1118,58	39,18	7,98	1124,22	41,41	7,61	6,29	1178,42	24,63
9	8,03	7,92	1114,51	40,40	8,22	1120,06	42,70	7,85	6,50	1174,68	25,44
10	8,27	8,16	1110,41	41,66	8,46	1115,87	44,03	8,09	6,72	1170,91	26,27

*D'après Refprop 9.0

Temp.	R404A				R507			R407H			
	p'	p''	Rho'	Rho''	p'	Rho'	Rho''	p'	p''	Rho'	Rho''
°C	bar	bar	kg/m ³	kg/m ³	bar	kg/m ³	kg/m ³	bar	bar	kg/m ³	kg/m ³
11	8,52	8,40	1106,27	42,96	8,71	1111,64	45,39	8,33	6,93	1167,12	27,13
12	8,77	8,65	1102,10	44,29	8,97	1107,37	46,78	8,58	7,16	1163,31	28,01
13	9,02	8,90	1097,89	45,65	9,23	1103,07	48,22	8,84	7,39	1159,47	28,92
14	9,28	9,16	1093,64	47,05	9,49	1098,73	49,69	9,10	7,62	1155,61	29,85
15	9,55	9,43	1089,36	48,49	9,77	1094,34	51,21	9,37	7,87	1151,71	30,80
16	9,82	9,70	1085,03	49,97	10,04	1089,91	52,76	9,64	8,11	1147,79	31,78
17	10,10	9,98	1080,66	51,49	10,33	1085,44	54,36	9,92	8,37	1143,85	32,78
18	10,39	10,26	1076,25	53,05	10,62	1080,92	56,01	10,21	8,62	1139,87	33,82
19	10,68	10,55	1071,80	54,66	10,92	1076,36	57,70	10,50	8,89	1135,86	34,88
20	10,97	10,84	1067,30	56,31	11,22	1071,75	59,44	10,80	9,16	1131,83	35,96
21	11,27	11,15	1062,75	58,00	11,53	1067,08	61,22	11,11	9,44	1127,76	37,08
22	11,58	11,45	1058,15	59,74	11,84	1062,37	63,06	11,42	9,72	1123,66	38,23
23	11,90	11,77	1053,51	61,54	12,16	1057,60	64,95	11,73	10,01	1119,52	39,41
24	12,22	12,09	1048,81	63,38	12,49	1052,78	66,89	12,06	10,31	1115,36	40,62
25	12,55	12,41	1044,05	65,27	12,83	1047,90	68,89	12,39	10,61	1111,15	41,86
26	12,88	12,74	1039,24	67,22	13,17	1042,96	70,94	12,73	10,92	1106,91	43,14
27	13,22	13,08	1034,38	69,23	13,51	1037,96	73,06	13,07	11,24	1102,64	44,45
28	13,57	13,43	1029,45	71,29	13,87	1032,89	75,24	13,42	11,56	1098,33	45,79
29	13,92	13,78	1024,46	73,42	14,23	1027,76	77,48	13,78	11,89	1093,97	47,17
30	14,28	14,14	1019,41	75,61	14,60	1022,56	79,80	14,14	12,23	1089,58	48,59
31	14,65	14,51	1014,29	77,86	14,98	1017,29	82,18	14,52	12,57	1085,15	50,05
32	15,03	14,89	1009,09	80,18	15,36	1011,94	84,63	14,90	12,93	1080,67	51,55
33	15,41	15,27	1003,83	82,57	15,75	1006,52	87,16	15,28	13,28	1076,15	53,09
34	15,80	15,66	998,49	85,04	16,15	1001,01	89,77	15,68	13,65	1071,59	54,67
35	16,20	16,05	993,07	87,58	16,55	995,42	92,46	16,08	14,03	1066,98	56,29
36	16,60	16,45	987,57	90,20	16,97	989,73	95,24	16,49	14,41	1062,32	57,96
37	17,01	16,87	981,98	92,91	17,39	983,96	98,11	16,90	14,80	1057,61	59,68
38	17,43	17,28	976,30	95,70	17,81	978,09	101,08	17,33	15,20	1052,84	61,44
39	17,86	17,71	970,52	98,59	18,25	972,11	104,15	17,76	15,61	1048,03	63,26
40	18,29	18,15	964,65	101,57	18,70	966,03	107,32	18,20	16,02	1043,16	65,12

Temp.	R404A				R507			R407H			
	p'	p''	Rho'	Rho''	p'	Rho'	Rho''	p'	p''	Rho'	Rho''
°C	bar	bar	kg/m ³	kg/m ³	bar	kg/m ³	kg/m ³	bar	bar	kg/m ³	kg/m ³
41	18,74	18,59	958,67	104,65	19,15	959,83	110,60	18,65	16,44	1038,23	67,04
42	19,19	19,04	952,58	107,84	19,61	953,52	114,00	19,10	16,88	1033,25	69,01
43	19,65	19,50	946,38	111,15	20,08	947,07	117,52	19,57	17,32	1028,20	71,04
44	20,12	19,97	940,05	114,57	20,56	940,50	121,17	20,04	17,77	1023,09	73,13
45	20,59	20,44	933,59	118,12	21,04	933,78	124,97	20,52	18,22	1017,91	75,28
46	21,08	20,93	927,00	121,80	21,54	926,91	128,91	21,01	18,69	1012,67	77,50
47	21,57	21,42	920,26	125,62	22,04	919,88	133,00	21,51	19,17	1007,35	79,78
48	22,07	21,92	913,37	129,59	22,56	912,68	137,27	22,01	19,65	1001,96	82,13
49	22,59	22,44	906,31	133,73	23,08	905,29	141,72	22,53	20,15	996,49	84,56
50	23,11	22,96	899,07	138,04	23,61	897,71	146,36	23,05	20,65	990,95	87,06
51	23,64	23,49	891,65	142,53	24,15	889,91	151,21	23,59	21,17	985,31	89,63
52	24,18	24,03	884,02	147,22	24,70	881,88	156,29	24,13	21,69	979,59	92,30
53	24,72	24,58	876,17	152,13	25,27	873,61	161,62	24,68	22,23	973,78	95,04
54	25,28	25,14	868,07	157,28	25,84	865,05	167,21	25,24	22,77	967,86	97,88
55	25,85	25,71	859,72	162,68	26,42	856,20	173,11	25,81	23,33	961,85	100,81
56	26,43	26,29	851,09	168,36	27,01	847,02	179,34	26,39	23,89	955,73	103,84
57	27,02	26,88	842,13	174,35	27,61	837,46	185,93	26,98	24,47	949,49	106,98
58	27,62	27,48	832,83	180,69	28,23	827,50	192,94	27,58	25,06	943,14	110,23
59	28,23	28,09	823,14	187,41	28,85	817,06	200,42	28,19	25,66	936,66	113,59
60	28,85	28,71	813,01	194,57	29,49	806,09	208,43	28,80	26,27	930,04	117,08
61	29,48	29,34	802,38	202,22	30,13	794,50	217,06	29,43	26,89	923,28	120,70
62	30,12	29,99	791,18	210,43	30,79	782,18	226,43	30,07	27,52	916,36	124,46
63	30,78	30,65	779,31	219,32	31,46	768,99	236,67	30,72	28,17	909,29	128,37
64	31,45	31,32	766,64	228,99	32,15	754,73	247,99	31,38	28,83	902,03	132,44
65	32,13	32,00	753,01	239,62	32,85	739,11	260,67	32,05	29,50	894,59	136,68
66	32,82	32,70	738,18	251,43	33,56	721,72	275,14	32,73	30,18	886,94	141,10
67	33,52	33,41	721,80	264,78	34,28	701,83	292,12	33,42	30,88	879,07	145,72
68	34,24	34,14	703,33	280,19	35,03	678,14	312,90	34,12	31,59	870,96	150,55
69	34,98	34,88	681,82	298,59	35,78	647,65	340,43	34,83	32,31	862,58	155,62
70	35,72	35,64	655,33	321,83	36,56	599,65	385,06	35,56	33,05	853,92	160,94

R407H

Instructions pour l'utilisation et la manipulation du produit

Daikin Chemical Europe GmbH

Am Wehrhahn 50

40211 Düsseldorf, Germany

Phone: +49 211-179225-0

Fax: +49 211-179225-39

daikinchem.de