



GUIDE DE CONVERSION

R-470B (RS-51)

Le RS-51 est un mélange de HFC et de HFO conçu pour remplacer le R-404A, le R-507A et le R-407F, et qui présente le PRG le plus bas du marché. Il s'agit d'un fluide frigorigène de haute sécurité de la classe A1, donc ininflammable et non toxique, dont la capacité frigorigène et l'efficacité énergétique sont similaires à celles des substituts du R-404A.

Son PRG étant environ 80 % inférieur à celui du R-404A et 45 % inférieur à celui des R-448A et R-449A, la taxe sur les gaz fluorés applicable à ce produit est la plus faible parmi les fluides frigorigènes de haute sécurité (groupe A1).

1. INSTALLATIONS UTILISANT DU R-404A, R-507, R-407F, R-449A, R-448A OU R-22

- Équipements de réfrigération à moyenne et basse température.

Pour les équipements de réfrigération commerciale, industrielle ou les refroidisseurs d'eau, consultez le tableau ci-dessous afin de déterminer les changements impliqués par la conversion au RS-51 pour chaque réfrigérant :

Conversion	Réglage du VEE	Modification de l'orifice VET	Lubrifiant	Remarques
R-407F – RS-51	⚠ Nécessaire	<input checked="" type="checkbox"/> Non nécessaire	<input checked="" type="checkbox"/> Aucun changement	Avec détendeur thermostatique, réglage uniquement
R-404A – RS-51	⚠ Nécessaire	⚠ Peut être nécessaire	<input checked="" type="checkbox"/> Aucun changement	Avec détendeur thermostatique, un orifice plus petit peut être nécessaire
R-507 – RS-51	⚠ Nécessaire	⚠ Peut être nécessaire	<input checked="" type="checkbox"/> Aucun changement	Avec une vanne d'expansion thermostatique, un orifice plus petit
R-449A – RS-51	⚠ Nécessaire	⚠ Nécessaire	<input checked="" type="checkbox"/> Aucun changement	Avec détendeur thermostatique, un orifice plus petit est nécessaire
R-448A – RS-51	⚠ Nécessaire	⚠ Obligatoire	<input checked="" type="checkbox"/> Aucun changement	Avec détendeur thermostatique, un orifice plus petit est nécessaire
R-22 – RS-51	⚠ Nécessaire	<input checked="" type="checkbox"/> Non nécessaire	⚠ Nécessite un changement	Remplacement du lubrifiant minéral par du POE

2. REMPLACEMENT DU GAZ

Le processus de remplacement par le RS-51 suit essentiellement la procédure spécifiée par le fabricant de l'équipement. Le RS-51 étant un mélange zéotropique, il est très important que la recharge du système s'effectue en phase liquide.

1. S'assurer de disposer de l'équipement nécessaire, par exemple des manomètres, une machine de récupération, des bouteilles de récupération, un récipient pour l'huile, une pompe à vide, une balance, entre autres.
2. Avant d'extraire le réfrigérant, si possible, faites fonctionner l'unité dans des conditions standard et surveillez les pressions, les températures et toute autre donnée pertinente afin de déterminer les conditions de fonctionnement de l'équipement. Si cela n'est pas possible, les conditions de fonctionnement appropriées sont généralement spécifiées par le fabricant.

3. Récupérez et pesez le réfrigérant de l'unité. Le poids doit se situer dans la plage indiquée par le fabricant.
4. Si possible, vérifiez l'état du lubrifiant (présence d'eau, d'acide, de solides et de substances non condensables) et, si nécessaire, remplacez l'huile contaminée par le même type de lubrifiant. Si l'installation fonctionnait avec du R-404A ou du R-507, elle contient certainement des huiles POE. Le RS-51 est compatible avec les lubrifiants polyolesters (POE) et peut donc fonctionner avec le même type d'huile.

REMARQUE : Si le fluide frigorigène existant était du R-22 ou ses substituts (R-434A, R-438A, R-453A), il est possible que l'installation contienne des huiles minérales ou alkylbenzéniques et celles-ci devront donc être remplacées par des huiles POE. Notez le niveau d'huile extraite et vérifiez qu'il s'agit bien de celle recommandée par le fabricant. Cette quantité doit être remplacée par de l'huile POE. La quantité d'huile minérale résiduelle doit être inférieure à 5 %. Gas Servei dispose de kits d'analyse d'huile pour cette fonction.

5. Si possible, vérifiez le niveau d'huile et ajoutez-en si nécessaire, car lors de l'extraction du réfrigérant, nous avons pu entraîner un peu d'huile. Si le niveau est bas, ne remplissez pas jusqu'au maximum, car le niveau pourrait remonter (après un court laps de temps, le niveau d'huile se stabilisera).
6. Vérifiez l'état des joints et des raccords de l'installation et remplacez ceux qui ne sont pas en bon état.
REMARQUE : Si le fluide frigorigène utilisé était du R-22 ou ses substituts (R-434A, R-438A, R-453A), il est possible que les éléments de l'installation soient équipés de joints en caoutchouc. Dans ce cas, il est recommandé d'utiliser des joints métalloplastiques, de type Klingerit ou d'autres résines fluorées, comme le téflon ou similaires, compatibles avec le R-404A et le R-507.
7. Selon le type de détente de l'installation, il faudra régler la vanne d'une manière ou d'une autre. Vous trouverez les informations à ce sujet aux points 2.1 et 2.2.
8. Il est recommandé de remplacer le filtre et de mettre le système sous vide.
9. Testez l'étanchéité du système avec de l'azote sec à 25 bars, puis évacuez-le à l'aide d'une pompe à vide à deux étages équipée d'un vacuomètre. Si l'huile a été remplacée, évacuez entre 50 et 10 mbar ; sinon, il suffira d'atteindre 500 mbar.

10. Toujours remplir l'unité de RS-51 à l'état liquide. Au départ, la quantité de RS-51 doit correspondre à 90 % de la quantité de réfrigérant d'origine, c'est-à-dire : $m_{RS-51} = m_{ORIGINAL} \times 0,9$.

REMARQUE : il est recommandé de se munir des tableaux de pression/température du RS-51.

11. Faites fonctionner l'unité dans des conditions similaires à celles d'origine en surveillant le voyant de liquide, le niveau d'huile du compresseur et la surchauffe à l'aspiration.
12. Tout en continuant à surveiller les aspects mentionnés ainsi que les paramètres de fonctionnement, ajoutez les 10 % restants de RS-51 jusqu'à ce que la charge soit complète. Si le système est équipé d'un voyant de liquide, effectuez la charge progressivement jusqu'à ce que seul le liquide réfrigérant s'écoule. Ne surchargez pas le système.

Faites fonctionner l'équipement dans les mêmes conditions qu'au point 2 et vérifiez que le fonctionnement est similaire.

Pour obtenir des conditions de fonctionnement optimales avec une température moyenne, la procédure variera en fonction du type de détente de l'équipement :

1. vanne d'expansion électronique (EEV).
2. vanne d'expansion thermostatique (TXV) ou autres systèmes d'expansion.

3. RÉGLAGE DE L'INSTALLATION

3.1 CONFIGURATION AVEC EEV (VANNE D'EXPANSION ELECTRONIQUE)

Deux cas de figure sont possibles :

1. Le contrôleur de l'EEV dispose de différents fluides frigorigènes préconfigurés, parmi lesquels figure le R-470B. Dans ce cas, il faut le sélectionner afin que l'équipement adapte ses conditions de fonctionnement pour fonctionner de manière optimale avec ce fluide frigorigène.
2. Le R-470B ne figure pas dans la liste de sélection des fluides frigorigènes du contrôleur de l'EEV. Dans ce cas, il faut le configurer en saisissant les constantes d'Antoine du RS-51 pour le point de rosée et le point de bulle :

	Point de rosée	Point de bulle
A (A₁)	10,70	8,99
(* B (A₂))	2 407,27	1 698,03
C (A₃)	256,64	250,97

$$T_e = \frac{A_2}{\ln(P_e) - A_1} - A_3$$

Remarque : certains fabricants désignent les coefficients A, B et C par A₁, A₂ et A₃.

* Comme on peut le voir dans la formule ci-dessus, la constante B (A₂) est positive dans la formule ; si tel est le cas, entrez la valeur avec le signe négatif. Pour vérifier si le signe est déjà intégré à la formule, consultez la documentation du régulateur ou vérifiez la valeur de B pour tout autre gaz déjà introduit dans le système.

3.2 CONFIGURATION AVEC TXV (VANNE D'EXPANSION THERMOSTATIQUE)

Pour que l'équipement fonctionne correctement avec le RS-51, il est nécessaire de vérifier le détendeur :

Choisissez le détendeur et son orifice de la même manière que vous le feriez pour le R-407C ou le R-22. Si l'équipement fonctionnait déjà avec l'un de ces gaz, il n'est pas nécessaire de le remplacer.

Une fois le système en marche, vérifiez les conditions de fonctionnement et comparez-les à celles relevées au démarrage, alors que l'ancien réfrigérant était encore présent. Réglez la surchauffe à l'aide du détendeur.

REMARQUE : Si le fabricant de l'équipement recommande de charger le système d'origine avec du R-404A ou du R-507 en surchauffant l'évaporateur ou en sous-refroidissant le condenseur, utilisez les mêmes valeurs avec le RS-51.

Si le fluide frigorigène d'origine était du R-22, même si la pression d'aspiration du compresseur est similaire à celle observée avec le R-22, la pression de refoulement sera plus élevée, ce qui nécessitera un réglage des pressostats haute pression. Vérifiez les limites de fonctionnement du compresseur.

13. Vérifiez que le niveau d'huile du compresseur est correct et ajoutez-en ou retirez-en si nécessaire. Vous constaterez probablement une amélioration du retour d'huile par rapport à une installation fonctionnant avec du R-404A ou du R-507.

Il est important de s'assurer que, si de l'huile polyolester est ajoutée au système, le niveau d'huile (immédiatement après l'ajout) reste en dessous de la moitié du niveau d'huile du système (par exemple, à mi-hauteur du voyant).

Il est également important de consigner avec précision la quantité d'huile introduite afin d'éviter tout surremplissage.

14. Débranchez les bidons de réfrigérant du système immédiatement après avoir terminé le remplissage ou la vidange de celui-ci.
15. Vérifiez à nouveau l'étanchéité de l'installation en recherchant d'éventuelles fuites ; tout détecteur adapté aux HFC convient pour le RS-51. Demandez à Gas Servei le détecteur de HFC.
16. Étiquetez l'installation avec le nouveau réfrigérant.

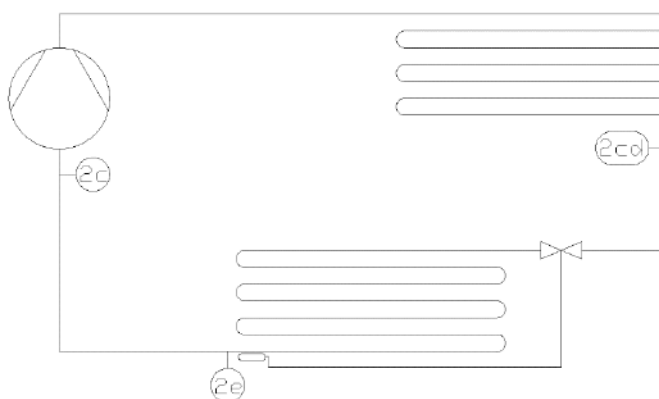
3.2.1. COMMENT RÉGLER LA SURCHAUFFE (SH) DE L'INSTALLATION

Considérations préalables :

La surchauffe (SH) totale doit idéalement se situer entre 7 K et 12 K.

$$SH_{TOTAL} = SH_{UTILE} + SH_{LIGNE D'ASPIRATION}$$

- SH_{UTILE} : Il s'agit de la surchauffe qui se produit dans l'évaporateur ; c'est donc celle-ci qu'il faut prendre en compte pour évaluer le réglage du système. La valeur typique recommandée se situe entre 5 K et 8 K.
- $SH_{LIGNE D'ASPIRATION}$: C'est celui qui se produit entre la sortie de l'évaporateur et l'entrée du compresseur. Sa valeur doit être la plus faible possible, tout en garantissant qu'il n'y a pas de retour de liquide. Les valeurs sont acceptables si elles se situent entre 2 K et 4 K.



Calcul de la surchauffe utile réelle

- T2e : Mesurez la température au point « 2e » à l'aide d'un thermomètre.
- T1 : Observez la pression sur le manomètre d'aspiration et déterminez la température correspondante en fonction de la pression de vapeur (également appelée point de rosée ou dew point) dans les tableaux Pression/Température de la fiche technique du RS-51.

$$SH_{UTILE} : T2e - (T1)$$

Surchauffe totale réelle

- T_{2c} : Mesurez la température au point « 2c » à l'aide d'un thermomètre.
- T₁ : Observez la pression sur le manomètre d'aspiration et déterminez la température correspondante en fonction de la pression de vapeur (également appelée point de rosée) dans les tableaux Pression/Température de la fiche technique du RS-51.

$$SH_{TOTAL} = T_{2c} - (T_1)$$

Surchauffe réelle de la conduite d'aspiration (SH_{CONDUITE D'ASPIRATION})

$$SH_{LIGNE D'ASPIRATION} = SH_{TOTAL} - SH_{UTILE}$$

3.2.2. SOUS-REFROIDISSEMENT (SC) DE L'INSTALLATION**Considérations préalables :**

Le sous-refroidissement (SC) pour les installations moyennes/grandes doit idéalement se situer entre 8 K et 12 K.

Calcul du sous-refroidissement effectif

- T_{liquideréelle} : Mesurez la température au point « 2cd » à l'aide d'un thermomètre.
- T_{rosée} : Observez la pression sur le manomètre haute pression et déterminez la température correspondante en fonction de la pression de vapeur (également appelée point de rosée ou dew point) dans les tableaux de pression/température du réfrigérant.

$$\text{Subenfriamiento efectivo} = (T_{rocío} - \text{glide}_{\text{efectivo}}) - T_{\text{liquido real}}$$

REMARQUE : Normalement, on définirait cela comme suit : T_{bulle} - T_{liquideréelle}

Dans le cas du RS-51, le calcul classique du sous-refroidissement tel que T_{bulle} - T_{liquide} peut induire en erreur en raison de la présence de CO₂ dans le mélange, qui ne se condense pas aux pressions typiques du système. C'est pourquoi il est recommandé de calculer le sous-refroidissement effectif en appliquant un ajustement avec le *glide effectif* ou d'utiliser d'autres variables plus représentatives.

4. COMMENT CALCULER LE SURCHAUFFAGE (SH) DE L'INSTALLATION AUX FINS DES CALCULS THERMODYNAMIQUES

$$T_{\text{evap}} = T_{\text{rocío}} - \frac{\text{Glide}_{\text{efectivo}}}{2}$$

glide_{effectif} du RS-51 : 4,1 K

Précisions :

La section 4 explique comment ajuster la surchauffe réelle de l'installation, bien que pour les calculs de rendement (COP), l'analyse des cycles thermodynamiques, etc., il soit plus judicieux de prendre en compte cette formule pour les raisons suivantes :

Lors du réglage, on ne tient pas compte du fait que les composants les plus volatils du mélange commencent à s'évaporer à une température inférieure. C'est pourquoi, pour les calculs thermodynamiques (mais pas pour le réglage), il est recommandé de prendre en compte le *glide*. Pour ce faire, il est conseillé de prendre la température moyenne d'évaporation, c'est-à-dire le point médian entre la température d'évaporation du

composant le plus volatil et celle du composant le moins volatil.

En effet, il s'agirait de prendre la température de bulle (ou liquide) et la température de rosée (ou vapeur) pour la pression d'aspiration de l'installation et de calculer la moyenne (somme des deux valeurs divisée par deux), bien que cela ne soit pas non plus correct pour le RS-51.

Dans les mélanges contenant du CO₂, comme le RS-51, une partie du *glide théorique* correspond au CO₂, qui ne se condense ni ne s'évapore dans les conditions normales du système. C'est pourquoi le calcul thermodynamique doit prendre en compte uniquement le *glide effectif*, c'est-à-dire la différence de température entre les composants qui changent réellement de phase dans le circuit frigorifique.