



RECOMMANDATIONS POUR L'UTILISATION DES REFRIGERANTS R452A ET R448A/R449A

www.tecumseh.com

Recommandations pour l'utilisation des réfrigérants
R452A et R448A/R449A dans des installations de
réfrigération commerciale neuves ou existantes

Recommandations pour l'utilisation du R452A et du R448A/R449A dans des installations de réfrigération commerciales neuves ou existantes.

Recommandations pour l'utilisation du R452A et du R448A/R449A dans des installations de réfrigération commerciales neuves ou existantes.

1. Contexte autour des réfrigérants R452A et R448A/R449A

Sur des installations de réfrigération existantes, dans le cas où aucune fuite n'est repérée, Tecumseh Products Company ne recommande pas de procéder à leur reconversion (retrofit). En effet, si aucune fuite de réfrigérant dans l'atmosphère n'est constatée sur le système, et que celui-ci fonctionne correctement, il n'y a pas lieu de remplacer le réfrigérant. Le changement de réfrigérant pouvant avoir un impact sur les certifications, veuillez consulter le fabricant d'équipement.

Ce guide a pour objectif de fournir des informations et des recommandations pratiques pour l'utilisation des réfrigérants R452A ou R448A/R449A dans des applications neuves ou existantes de réfrigération commerciale à basses, moyennes et hautes températures. Ces recommandations sont applicables à l'ensemble des gammes Tecumseh de compresseurs hermétiques à technologie piston et rotative (groupes de condensation Tecumseh inclus), à l'exception cependant des gammes Masterflux[®]. Les réfrigérants R452A ou R448A/R449A doivent être utilisés uniquement dans les compresseurs Tecumseh dont l'usage est approuvé avec ces réfrigérants.

Les réfrigérants R452A et R448A/R449A ne sont pas des remplaçants (drop-in) directs aux réfrigérants R404A/R507. Puissance et rendement vont sensiblement varier. Ces différences doivent être prises en compte pendant la mise en œuvre ou la reconversion (retrofit) des systèmes avec les réfrigérants R452A et R448A/R449A.

A la différence du R452A, les réfrigérants R448A/R449A ont une température de refoulement supérieure au R404A (10 à 30K; 18 à 54°F) plus particulièrement dans le cas de températures d'évaporation plus basses. Par conséquent, des précautions particulières doivent être prises pour assurer le bon fonctionnement du compresseur.

2. Données environnementales

Les R448A/R449A et le R452A sont des mélanges des hydrofluorocarbones habituels (HFC), contenant des nouvelles molécules hydrofluoro-oléfine R1234yf (HFO). Les variations de composition sont détaillées ci-dessous.

	R507	R404A	R448A	R449A	R452A
R143a	50%	52%		0%	0%
R32	0%	0%	26%	24%	11%
R125	50%	44%	26%	25%	59%
R134a	0%	4%	21%	26%	0%
R1234yf	0%	0%	20%	25%	30%
R1234ze				7%	

Les réfrigérants R452A et R448A/R449A sont tous les trois non-inflammables. Ils sont classés A1 selon la classification de sécurité des normes ASHRAE 34 et EN 378. A1 signifiant que la substance est classée "non-dangereuse" avec la nomenclature suivante :

A = Faible toxicité

1 = Pas de propagation de flamme à 18°C / 64.4°F, 101300 Pa / 14.7 PSI.



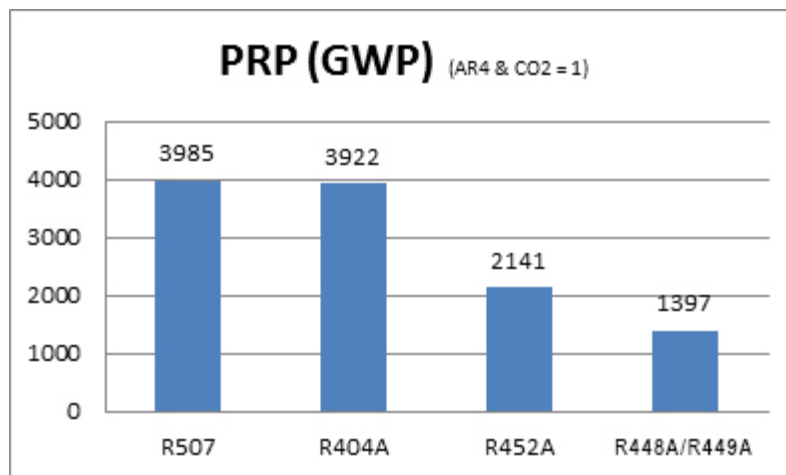
Recommandations pour l'utilisation du R452A et du R448A/R449A dans des installations de réfrigération commerciales neuves ou existantes.

Cependant, étant donné que les deux réfrigérants R452A et R448A/R449A sont composés de molécules R32 et R1234yf moyennement inflammables, ils ne doivent pas être mélangés à l'air lors de la vérification des fuites du système car ces mélanges pourraient devenir combustibles.

D'autres propriétés physiques sont disponibles dans le tableau suivant.

Propriétés des réfrigérants	R404A	R448A/R449A	R452A
Point d'ébullition à 1 bar (°C / °F)	-46.5 / -51.7	-46 / -50.8	-47 / -52.6
Température critique (°C / °F)	72.1 / 161.8	80.1 / 176.2	74.9 / 166.8
Pression critique (bar abs / PSIG)	37.3 / 541	44.1 / 639.6	40.0 / 580.2
Densité liquide à 32°C / 90°F (kg/m ³)	1010	1061	1093
Densité vapeur à -30°C / -22°F (kg/m ³)	10.7	7.3	10.1

Le chlore n'entre pas dans la composition du R452A et du R448A/R449A et par conséquent, ces réfrigérants ont un potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone égal à 0 (ODP). Leur potentiel de réchauffement planétaire ou PRP (GWP) est respectivement de 64% et 45% plus bas que celui du R404A.



3. Propriétés des réfrigérants

Glissement de température et performance des échangeurs thermiques

Le R404A est un mélange quasi-azéotrope, ce qui signifie qu'il condense et s'évapore à une température à peu près constante pour une pression donnée (glissement de température inférieur à 0.5K).

Les réfrigérants R452A et R448A/R449A quant à eux ont un glissement de température de 1.5 à 5K (2.7 to 9.0F), selon les conditions d'application (voir le tableau suivant).

Recommandations pour l'utilisation du R452A et du R448A/R449A dans des installations de réfrigération commerciales neuves ou existantes.

Fluide \ T _{rosée}	Glissement de Température Effectif (K / F)			
	Evaporateur			Condenseur
	-35°C / -31°F	-10°C / 14°F	0°C / 32°F	45°C / 113°F
R404A	0.3 / 0.54	0.3 / 0.54	0.4 / 0.72	0.3 / 0.54
R448A/R449A	3.0 / 5.4	3.5 / 6.3	3.8 / 6.8	4.5 / 8.1
R452A	1.7 / 3.1	2.2 / 4.0	2.5 / 4.5	3.5 / 6.3

Le glissement effectif prend en compte la température réelle à l'entrée de l'évaporateur

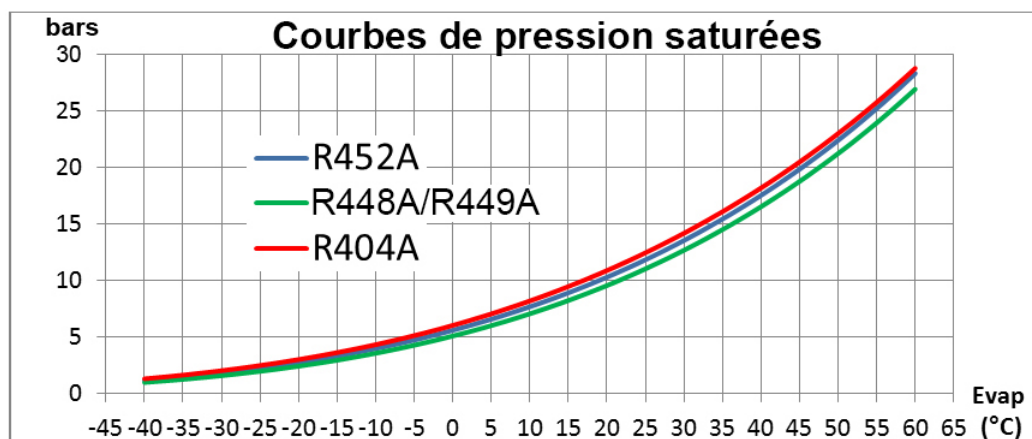
La température va augmenter pendant la phase d'évaporation et diminuer pendant la phase de condensation. Les échangeurs à contre-courant utilisés ces 10 dernières années sont moins sensibles à ce phénomène physique que les échangeurs co-courants.

De même, la température moyenne durant la phase d'évaporation, appelée température "mid" augmente la différence de température (DT) entre les fluides primaires et secondaires par rapport à la référence température de rosée.

- Ces deux phénomènes contribuent à compenser les possibles pertes de puissance de l'échangeur.
- Le givrage de l'évaporateur, qui est dépendant du type de fluide secondaire et de l'importance du flux à travers l'échangeur peut constituer un risque.
 - Les paramètres (fréquence et durée) du dégivrage peuvent être ajustés et/ou réinitialisés pour réduire le risque de formation de glace.

La correspondance pression/température des réfrigérants R452A, R448A/R449A et R404A incluant les données aux points de bulle et de rosée est consultable dans les tableaux des pages 15 à 17. Afin d'alimenter correctement l'organe de détente et d'atteindre la puissance frigorifique attendue de l'évaporateur, le technicien doit déterminer si le sous-refroidissement est suffisant à la sortie du condenseur. Le sous-refroidissement peut être déterminé en se référant à la colonne de température de bulle. Afin de déterminer la surchauffe, se référer à la colonne nommée « température de rosée ».

Les pressions saturées du R452A et du R448A/R449A sont légèrement plus basses que celles du réfrigérant R404A.



Conditions d'annonce et performances affichées selon les standards de référence

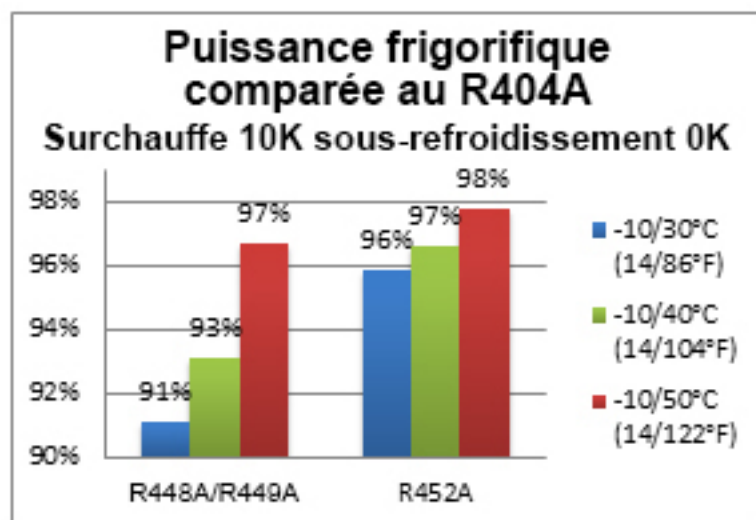
Les normes de références applicables aux compresseurs utilisent les températures du point de rosée car elles permettent une corrélation claire entre les pressions et les températures. Dans un but d'analyse, une température moyenne peut être utilisée :

- pour lire les performances des systèmes utilisant des mélanges affichant des glissements
- pour les comparer à celles obtenues avec des réfrigérants purs.

La température de condensation moyenne est la moyenne arithmétique des températures de rosée et de bulle lors de la pression de condensation. Cependant, la température d'évaporation moyenne est égale à la moyenne entre la température de rosée de la pression d'évaporation et la température à l'entrée de l'évaporateur qui dépend de la pression de condensation et du sous-refroidissement. Pour plus d'informations, n'hésitez pas à consulter les [recommandations](#) de l'ASERCOM sur les glissements de température, et notamment une méthode pour convertir le point de rosée au point de moyenne température « mid ».

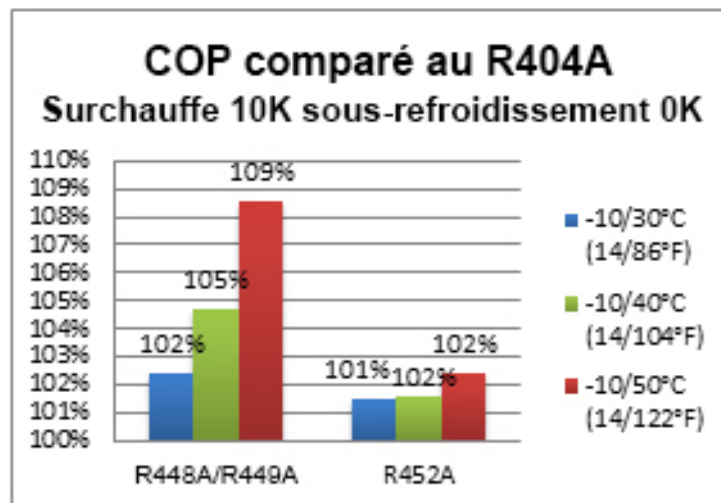
4. Performance pour les applications Moyennes et Hautes Pressions (MHP/HP) d'évaporation

Les tests effectués par Tecumseh mettent en lumière plusieurs types de comportement suivant les réfrigérants et les différentes températures d'évaporation et de condensation. Ces résultats peuvent varier légèrement d'une plateforme compresseur à une autre.



Le R452A délivre plus de puissance que le R448A/R449A, surtout lors de faibles températures de condensation.

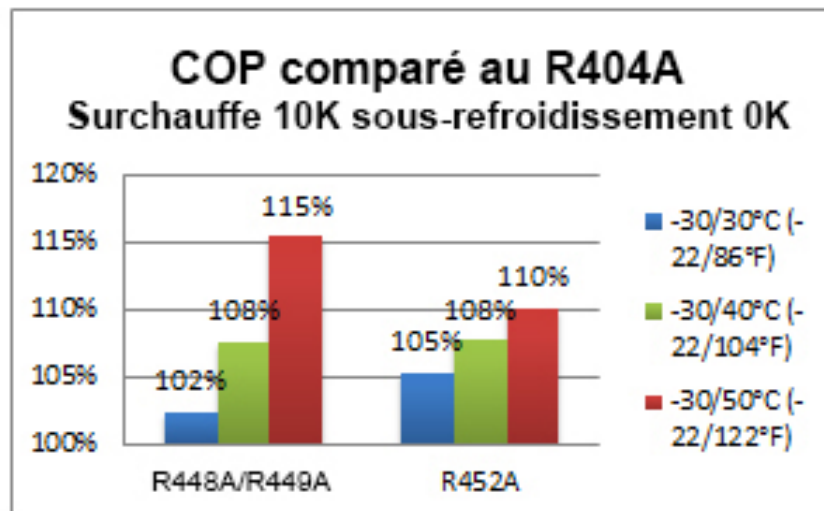
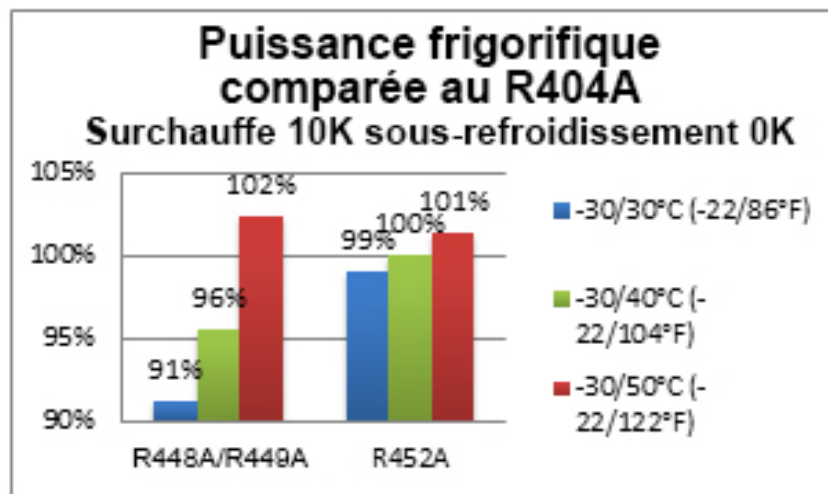
Recommandations pour l'utilisation du R452A et du R448A/R449A dans des installations de réfrigération commerciales neuves ou existantes.



Les réfrigérants R452A et R448A/R449A et démontrent tous les deux un gain énergétique comparé au R404A, avec un léger avantage pour le R448A/R449A. Ceci est tout particulièrement vrai lors de températures d'évaporation et de condensation élevées.

5. Performance pour les applications Basses Pressions (BP) d'évaporation

Les résultats ci-dessous peuvent varier légèrement d'une plateforme compresseur à une autre.



6. Fiabilité compresseur

Compatibilité

Des tests poussés ont été conduits pour confirmer que les réfrigérants R452A et R448A/R449A sont compatibles avec les lubrifiants polyol ester (POE) et polyvinyl (PVE), déjà approuvés par Tecumseh ainsi qu'avec tous les matériaux utilisés dans les compresseurs et groupes Tecumseh au R404A. Veuillez contacter votre représentant Tecumseh habituel pour obtenir la liste actualisée des huiles approuvées.

Stabilité chimique

Les tests de stabilité montrent que les molécules à faible PRG (GWP) des réfrigérants R452A et R448A/R449A ont tendance à se décomposer plus facilement que le R404A en présence d'air, ceci étant accentué par la présence de l'eau.

Une fois décomposés, les réfrigérants génèrent des ions de fluorine et des acides organiques, causant la dégradation de l'huile POE (l'huile PVE est quant à elle moins concernée), la corrosion des organes de détente, l'obturation des tubes capillaires, l'usure des surfaces mobiles.

Humidité

La stabilité chimique de l'huile du réfrigérant exige que la teneur en humidité du système soit extrêmement faible. Si cette exigence n'est pas respectée, des produits de décomposition vont se former.

- Les huiles POE et PVE sont 100 fois plus hygroscopiques (faculté à absorber l'humidité) que les huiles minérales. Il est difficile d'extraire cette humidité de l'huile, même par chauffage et/ou par tirage au vide du système.
- **Un soin extrême doit être pris pour éviter que l'humidité ne pénètre dans le système de réfrigération.** Ne pas laisser le compresseur ou le système ouvert à l'atmosphère pendant une durée supérieure à 10 minutes. Enlever les capuchons et bouchons des composants du système juste avant leur brasage. La teneur en humidité maximum du système après la fin du processus de traitement ne doit pas dépasser les 80 PPM. Après la mise en marche du système et l'installation du filtre-déshydrateur approprié, le niveau d'humidité du système doit être inférieur ou égal à 50 PPM. Ces niveaux sont basés sur la mesure de l'humidité dans des échantillons de réfrigérant liquide prélevés dans le système.
- **Contactez le fabricant de filtres-déshydrateurs** pour des recommandations de sélection du filtre-déshydrateur approprié.
S'il y a des doutes sur le lubrifiant, ou que les tests indiquent qu'il a été contaminé ou qu'il a un indice d'acide élevé, alors celui-ci doit être remplacé. Six mois après la reconversion (retrofit), l'huile doit être de nouveau testée.

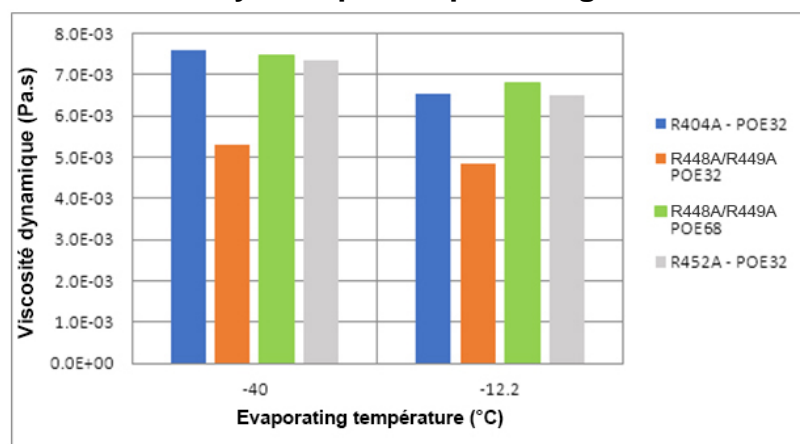
Recommandations pour l'utilisation du R452A et du R448A/R449A dans des installations de réfrigération commerciales neuves ou existantes.

Viscosité

La viscosité dynamique de l'huile POE32 mélangée avec le R452A étant similaire au R404A, l'Épaisseur Minimum du Film d'Huile (EMFH) résultante avec le R452A est très proche voire supérieure à celle obtenue avec le R404A, ce qui évitera les risques d'usure et de panne.

Étant donné la température de fonctionnement supérieure avec le R448A/R449A qui réduit la viscosité de l'huile et l'EMFH, Tecumseh recommande d'augmenter le niveau de viscosité de l'huile de 32cSt à 68 cSt en cas de fonctionnement prolongé à haute température de condensation. Cela ramènera le niveau de l'EMFH à celui du R404A.

Viscosité Dynamique couple Réfrigérant Huile



Les fabricants de lubrifiants sont en train d'évaluer les effets des réfrigérants alternatifs au R404A dans les lubrifiants actuels pour déterminer s'il y a des possibilités d'améliorer la solubilité et l'efficacité énergétique et de mettre sur le marché des lubrifiants optimisés. Tecumseh poursuit ses tests compresseurs avec une attention particulière sur la compatibilité de l'huile, du réfrigérant et des matériaux.

Stabilité thermique

L'exposition des lubrifiants à de fortes températures sur des périodes prolongées peut favoriser la formation de produits de décomposition. Cette décomposition est accélérée par la présence de contaminants, tels l'eau ou l'air. Ce phénomène peut être accéléré avec des augmentations de températures d'une valeur de plusieurs dizaine de degrés. Lorsque le système approche les valeurs limites, l'éventualité de carbonisation d'huile augmente (le lubrifiant surchauffé se carbonise au niveau de la plaque à clapet du compresseur, entraînant une fuite interne et élevant encore plus la température). En fin de compte, l'huile dégradée et les résidus carbonisés peuvent causer une mauvaise lubrification et un contact métal contre métal susceptible de gripper les pièces mobiles de la mécanique du compresseur.

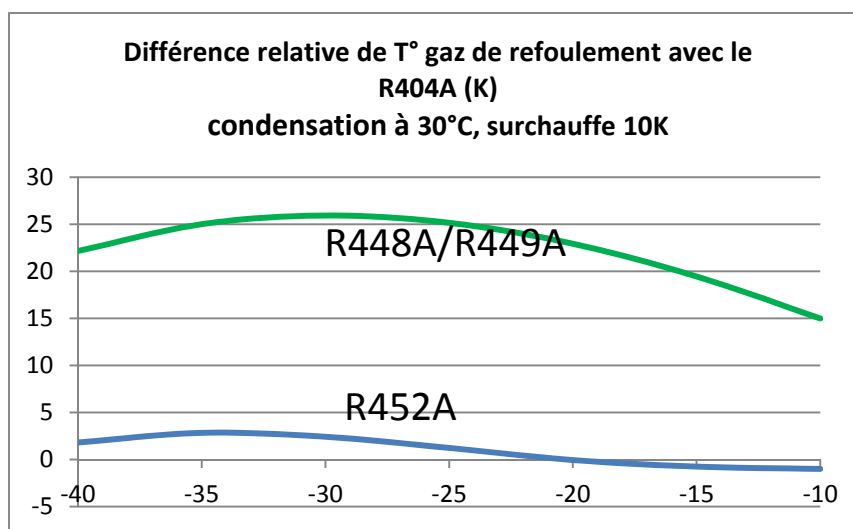
Concernant le réfrigérant **R452A**, son pourcentage élevé en R125 diminue la température de refoulement au niveau de celle du R404A. A cet effet, le R452A peut presque être utilisé comme

Recommandations pour l'utilisation du R452A et du R448A/R449A dans des installations de réfrigération commerciales neuves ou existantes.

un drop-in en remplacement du R404A pour les applications de moyenne et faible températures. Le R452A est particulièrement adapté pour :

- Les applications de réfrigération qui couvrent une large plage de températures ambiantes.
- Les applications basse température avec une surchauffe importante ou un taux de compression élevé.
- Les applications de froid statique
- Les applications qui requièrent un échangeur de chaleur entre les lignes liquides et d'aspiration. Le R452A a un débit massique semblable au R404A et bénéficie d'une enthalpie de surchauffe relativement élevée.

Les R448A/R449A ont un exposant isentropique plus élevé du fait de la teneur en réfrigérant R32 plus élevée elle aussi. Avec des conditions de fonctionnement identiques à celles du R404A, et particulièrement avec des températures d'évaporation basses, la température de gaz de refoulement et la température moteur vont augmenter de 15K à 30K (27F to 54F),



Avec le réfrigérant R448A/R449A, la différence de température entre la connexion de refoulement et la plaque à clapet (désurchauffe) du compresseur peut excéder 55K (100°F).

NB: Une ou plusieurs des recommandations détaillées ci-dessous doivent être observées pour maintenir les températures de refoulement du compresseur dans leurs limites de fonctionnement.

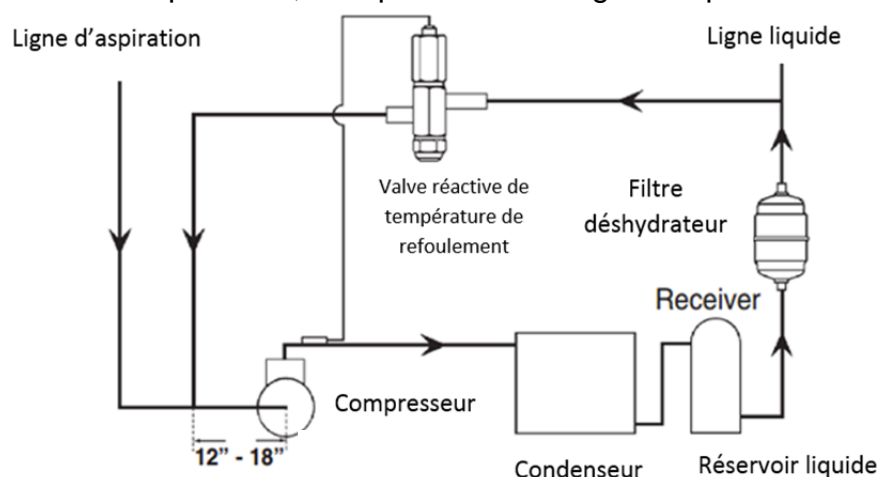
Refroidissement du Compresseur

Avec une température d'évaporation de -30°C (-22°F) et moins, les températures des gaz de refoulement doivent impérativement être maintenues dessous 125°C (257°F) pour les multicylindres et dessous 120°C (248°F) pour les compresseurs mono-pistons.

- Quelle que soit l'application, le refroidissement du ventilateur doit être suffisant, surtout à faibles températures de fonctionnement.

Recommandations pour l'utilisation du R452A et du R448A/R449A dans des installations de réfrigération commerciales neuves ou existantes.

- Recommandations spécifiques aux réfrigérants R448A/R449A :
 - NE PAS ISOLER le compresseur avec une jaquette acoustique, ne pas le confiner car cela va entraîner des températures de refoulement élevées.
 - Pour les applications négatives, limiter la surchauffe à un maximum de 10°K / 18°F à l'aspiration du compresseur.
 - NE PAS UTILISER d'échangeurs liquide/vapeur (surchauffeur/sous-refroidisseur) car cela entraînerait des températures de refoulement élevées.
- Pour les applications de froid négatif, ne pas utiliser de tubes capillaires afin d'éviter tout risque d'obturation. Tecumseh préconise l'utilisation d'un détendeur thermostatique.
- Un soin tout particulier doit être pris pour les applications utilisant une vanne de bypass gaz chaud ou une vanne de pression d'évaporation constante (par exemple dans le cas d'un sécheur d'air et d'évaporateurs multiples alimentés par un même groupe de condensation).
- Sélectionner le réfrigérant approprié afin d'être en mesure de maintenir la température de refoulement des gaz en dessous des 120°C (248°F).
- Une inspection régulière et le nettoyage du condenseur sont requis afin de maintenir les températures de fonctionnement du compresseur dans les spécifications publiées.
- La température des gaz de refoulement du compresseur doit être mesurée avant de procéder à la reconversion (retrofit) d'un système de réfrigération afin de vérifier si la différence de température mesurée avec le nouveau réfrigérant est réaliste.
 - Quand la surchauffe ne peut être maintenue sous les 10K / 18°F (par exemple en cas de groupes de condensation déportés), un détendeur thermostatique d'injection (par exemple Parker TREV Y1037) qui contrôle la température de refoulement grâce à son bulbe doit être utilisé. Il injecte un mélange de liquide et de vapeur dans la ligne d'aspiration, et réduit la température des gaz aspirés, qui à son tour réduira les températures de refoulement. Pour le dimensionnement correct du composant, son installation et les réglages de température, veuillez consulter le fabricant de l'organe de détente. NB : si le réfrigérant liquide pénètre le compresseur, cela peut endommager ses paliers.



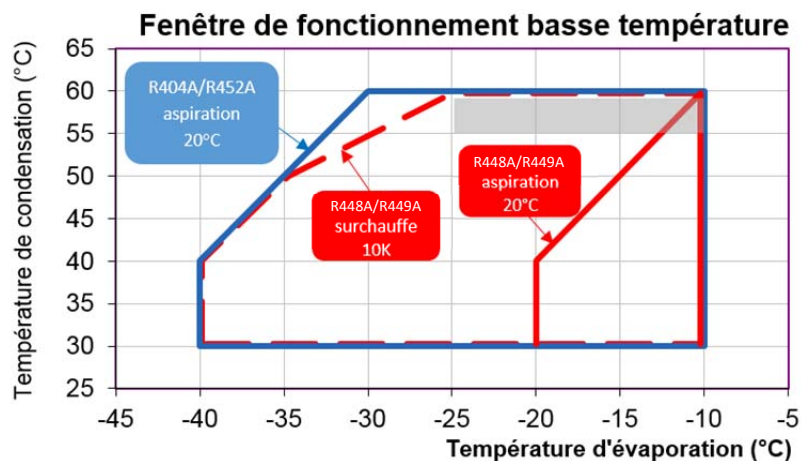
Avec le détendeur thermostatique d'injection, un réservoir anti-coup de liquide peut être installé en proximité du compresseur.

Recommandations pour l'utilisation du R452A et du R448A/R449A dans des installations de réfrigération commerciales neuves ou existantes.

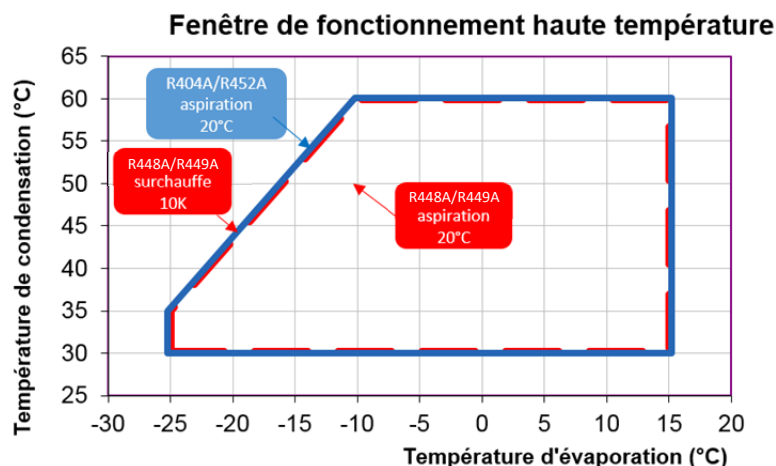
Fenêtres de fonctionnement du compresseur

Les fenêtres de fonctionnement visibles ci-après sont fournies à titre d'indication seulement et doivent être ajustées selon le modèle de compresseur spécifique concerné et la conception globale du système de réfrigération. De manière générale, en limitant la surchauffe à une valeur maximum de 10K (18F), la fenêtre de fonctionnement définie pour les systèmes de réfrigération Basse Pression (BP) au R404A est entièrement ou presque entièrement utilisable avec les réfrigérants R452A et R448A/R449A.

Veillez vous référer à la section "refroidissement du compresseur" page 11 et suivre les étapes pour maintenir une température de refoulement dans les limites de fonctionnement. Il est obligatoire de mesurer les températures de refoulement du compresseur et de prendre les mesures nécessaires pour les maintenir en dessous de 125°C (257°F) pour les compresseurs multicylindres et en dessous de 120°C (248°F) pour les mono-pistons lorsque la température d'évaporation est égale ou inférieure à -30°C (-22°F).



Dans le cas d'installations frigorifiques utilisant un compresseur à technologie piston fonctionnant en continu dans la plage de fonctionnement grisée ci-dessus, Tecumseh préconise de remplacer le grade de viscosité d'huile POE 32 cSt actuel par un grade 68 cSt.



7. Conseils relatifs aux systèmes frigorifiques

Charge de réfrigérant

Les mélanges de réfrigérants R452A et R448A/R449A sont azéotropes et doivent être chargés l'état liquide. Le cylindre du réfrigérant doit être équipé avec un tube plongeur, éliminant ainsi le besoin de le retourner.

Lors du chargement du système, l'utilisation d'une balance est recommandée. Le réfrigérant initial doit être chargé dans le réservoir liquide ou dans la ligne liquide.

Pour la charge de réfrigérant, Tecumseh recommande l'utilisation d'un système équipé d'un voyant afin de pouvoir observer l'état du réfrigérant.

- Afin d'éviter d'endommager le compresseur, ne pas charger le liquide à son aspiration.
- Les réfrigérants R452A et R448A/R449A ne doivent pas être mélangés avec un autre réfrigérant.
- Pré-charger l'installation à 80% de la charge totale dans le réservoir liquide.
- Pour les R452A et R448A/R449A, la masse de réfrigérant finale sera de 5 à 10% plus élevée que celle du R404A.

Densité liquide (pour référence uniquement)

Température	R404A	R448A/R449A	R452A	R448A/449A/R404A-1	R452A/R404A-1
°C / °F	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	%	
-20 / -4	1223.1	1265.4	1318.2	3.5%	7.8%
-10 / 14	1188.0	1232.3	1280.8	3.7%	7.8%
40 / 104	966.1	1019.8	1047.2	5.6%	8.4%
60 / 140	815.8	893.7	896.9	9.5%	9.9%

Veillez vous référer aux pressions saturées de rosée pour mesurer la surchauffe et aux pressions saturées de bulle pour mesurer le sous-refroidissement.

Réglage et définition de l'organe de détente

Ne pas utiliser d'organe de détente du type tube capillaire avec le réfrigérant R448A/R449A.

Avec le R452A, les tubes capillaires peuvent être utilisés avec les compresseurs Moyenne et Haute Pression (MHP/HP).

Les débits masse obtenus avec le R452A et le R404A sont similaires. Sur le détendeur thermostatique, les réglages à effectuer seront mineurs.

Le débit masse obtenu avec le R448A/R449A est de 20 à 25% inférieur à celui obtenu avec le R404A. De ce fait, ajouté au glissement de température du R448A/R449A, la sélection d'un nouvel organe de détente est nécessaire. Consultez les fabricants de détendeurs thermostatiques afin de dimensionner et de régler les composants.

Recommandations pour l'utilisation du R452A et du R448A/R449A dans des installations de réfrigération commerciales neuves ou existantes.

7. Conseils relatifs aux systèmes frigorifiques (suite)

Variation de la pression de condensation attendue après une reconversion (retrofit)

Les températures de condensation saturées attendues se situeront dans les +/- 2K (3.6°F) pour le R452A et le R448A/R449A, en comparaison avec des systèmes fonctionnant avec le R404A à des pressions d'évaporation moyennes comparables (point « mid »).

Réglage des pressostats

Les pressions saturées du R452A et du R448A/R449A et sont légèrement inférieures au R404A. De plus, les paramètres de contrôle de basse et haute pression doivent être ajustés pour que les pressions de fonctionnement du système ne sortent pas de la fenêtre de fonctionnement du compresseur (voir page 12). La pression saturée maximum de refoulement est égale à 60°C (140°F). Veuillez consulter le schéma des pressions.

Comparaison du taux de compression à la condition point de rosée

Evap (°C / °F)	Cond (°C / °F)	R404A	R452A	R448A/R449A
-35 / -31	40 / 104	11.0	11.8	12.9
-25 / -13	45 / 113	8.2	8.8	9.4
-10 / 14	45 / 113	4.7	5.0	5.2
5 / 41	55 / 131	3.6	3.8	4.0
15 / 59	60 / 140	3.0	3.2	3.3

Niveau sonore attendu

La variation de la puissance sonore des compresseurs fonctionnant au R452A et au R448A/R449A est comprise entre +/- 2 dBA comparativement au R404A.

Recommandations pour l'utilisation du R452A et du R448A/R449A dans des installations de réfrigération commerciales neuves ou existantes.

Pression/Température

Température		Pression									
°C	°F	R452A				R448A/R449A				R404A	
		bar _{dew}	bar _{bubble}	psig _{dew}	psig _{bubble}	bar _{dew}	bar _{bubble}	psig _{dew}	psig _{bubble}	bar _{dew}	psig _{dew}
-45	-49	0.93	1.12	13.47	16.20	0.78	1.06	11.36	15.35	1.05	15.25
-44	-47.2	0.98	1.17	14.15	16.98	0.82	1.11	11.96	16.10	1.10	15.99
-43	-45.4	1.02	1.23	14.85	17.80	0.87	1.16	12.58	16.88	1.16	16.76
-42	-43.6	1.07	1.29	15.57	18.65	0.91	1.22	13.22	17.68	1.21	17.56
-41	-41.8	1.13	1.35	16.33	19.52	0.96	1.28	13.90	18.52	1.27	18.39
-40	-40	1.18	1.41	17.11	20.43	1.01	1.34	14.59	19.39	1.33	19.25
-39	-38.2	1.24	1.47	17.93	21.38	1.06	1.40	15.32	20.29	1.39	20.14
-38	-36.4	1.29	1.54	18.77	22.35	1.11	1.46	16.08	21.22	1.45	21.06
-37	-34.6	1.35	1.61	19.64	23.36	1.16	1.53	16.86	22.18	1.52	22.01
-36	-32.8	1.42	1.68	20.55	24.41	1.22	1.60	17.67	23.18	1.59	23.00
-35	-31	1.48	1.76	21.49	25.49	1.28	1.67	18.52	24.22	1.66	24.02
-34	-29.2	1.55	1.83	22.46	26.61	1.34	1.74	19.39	25.29	1.73	25.07
-33	-27.4	1.62	1.91	23.46	27.76	1.40	1.82	20.30	26.39	1.80	26.16
-32	-25.6	1.69	2.00	24.50	28.96	1.46	1.90	21.24	27.53	1.88	27.29
-31	-23.8	1.76	2.08	25.58	30.19	1.53	1.98	22.21	28.72	1.96	28.45
-30	-22	1.84	2.17	26.69	31.47	1.60	2.06	23.22	29.94	2.04	29.66
-29	-20.2	1.92	2.26	27.84	32.78	1.67	2.15	24.26	31.20	2.13	30.90
-28	-18.4	2.00	2.35	29.03	34.14	1.75	2.24	25.34	32.50	2.22	32.18
-27	-16.6	2.09	2.45	30.25	35.54	1.82	2.33	26.46	33.84	2.31	33.50
-26	-14.8	2.17	2.55	31.52	36.98	1.90	2.43	27.62	35.22	2.40	34.86
-25	-13	2.26	2.65	32.83	38.47	1.99	2.53	28.81	36.65	2.50	36.27
-24	-11.2	2.36	2.76	34.17	40.00	2.07	2.63	30.04	38.12	2.60	37.71
-23	-9.4	2.45	2.87	35.56	41.58	2.16	2.73	31.32	39.64	2.70	39.21
-22	-7.6	2.55	2.98	37.00	43.21	2.25	2.84	32.63	41.20	2.81	40.74
-21	-5.8	2.65	3.09	38.48	44.89	2.34	2.95	33.99	42.81	2.92	42.32
-20	-4	2.76	3.21	40.00	46.61	2.44	3.07	35.39	44.47	3.03	43.95
-19	-2.2	2.87	3.34	41.57	48.39	2.54	3.18	36.83	46.17	3.15	45.63
-18	-0.4	2.98	3.46	43.18	50.21	2.64	3.30	38.33	47.93	3.26	47.35
-17	1.4	3.09	3.59	44.85	52.09	2.75	3.43	39.86	49.73	3.39	49.12
-16	3.2	3.21	3.72	46.56	54.02	2.86	3.56	41.45	51.59	3.51	50.94
-15	5	3.33	3.86	48.32	56.01	2.97	3.69	43.08	53.50	3.64	52.82
-14	6.8	3.46	4.00	50.13	58.05	3.09	3.82	44.76	55.46	3.77	54.74
-13	8.6	3.59	4.15	52.00	60.14	3.21	3.96	46.49	57.48	3.91	56.72
-12	10.4	3.72	4.30	53.92	62.29	3.33	4.11	48.27	59.55	4.05	58.75
-11	12.2	3.85	4.45	55.89	64.50	3.45	4.25	50.10	61.68	4.19	60.84
-10	14	3.99	4.60	57.91	66.77	3.58	4.40	51.99	63.86	4.34	62.98
-9	15.8	4.14	4.76	59.99	69.10	3.72	4.56	53.93	66.11	4.49	65.18
-8	17.6	4.28	4.93	62.13	71.49	3.86	4.72	55.92	68.41	4.65	67.43
-7	19.4	4.44	5.10	64.33	73.94	4.00	4.88	57.97	70.77	4.81	69.75
-6	21.2	4.59	5.27	66.58	76.45	4.14	5.05	60.08	73.20	4.97	72.12
-5	23	4.75	5.45	68.89	79.03	4.29	5.22	62.25	75.68	5.14	74.55



Recommandations pour l'utilisation du R452A et du R448A/R449A dans des installations de réfrigération commerciales neuves ou existantes.

Température		Pression									
°C	°F	R452A				R448A/R449A				R404A	
		bar _{dew}	bar _{bubble}	psig _{dew}	psig _{bubble}	bar _{dew}	bar _{bubble}	psig _{dew}	psig _{bubble}	bar _{dew}	psig _{dew}
-4	24.8	4.91	5.63	71.27	81.67	4.45	5.39	64.48	78.23	5.31	77.05
-3	26.6	5.08	5.82	73.70	84.38	4.60	5.57	66.76	80.84	5.49	79.60
-2	28.4	5.25	6.01	76.20	87.15	4.76	5.76	69.11	83.52	5.67	82.22
-1	30.2	5.43	6.20	78.76	89.99	4.93	5.95	71.52	86.27	5.85	84.91
0	32	5.61	6.41	81.39	92.90	5.10	6.14	73.99	89.08	6.04	87.65
1	33.8	5.80	6.61	84.08	95.88	5.28	6.34	76.53	91.96	6.24	90.47
2	35.6	5.99	6.82	86.85	98.93	5.46	6.54	79.14	94.90	6.44	93.35
3	37.4	6.18	7.04	89.67	102.05	5.64	6.75	81.81	97.92	6.64	96.30
4	39.2	6.38	7.26	92.57	105.24	5.83	6.96	84.55	101.01	6.85	99.32
5	41	6.59	7.48	95.54	108.51	6.02	7.18	87.35	104.17	7.06	102.41
6	42.8	6.80	7.71	98.58	111.86	6.22	7.41	90.23	107.41	7.28	105.57
7	44.6	7.01	7.95	101.70	115.27	6.42	7.63	93.19	110.72	7.50	108.80
8	46.4	7.23	8.19	104.88	118.77	6.63	7.87	96.21	114.10	7.73	112.11
9	48.2	7.46	8.44	108.15	122.34	6.85	8.11	99.31	117.57	7.96	115.49
10	50	7.69	8.69	111.49	126.00	7.07	8.35	102.48	121.11	8.20	118.94
11	51.8	7.92	8.94	114.90	129.73	7.29	8.60	105.73	124.72	8.44	122.47
12	53.6	8.16	9.21	118.40	133.54	7.52	8.85	109.06	128.42	8.69	126.08
13	55.4	8.41	9.48	121.97	137.44	7.75	9.11	112.47	132.20	8.95	129.77
14	57.2	8.66	9.75	125.63	141.42	8.00	9.38	115.96	136.06	9.21	133.54
15	59	8.92	10.03	129.37	145.48	8.24	9.65	119.53	140.00	9.47	137.39
16	60.8	9.18	10.32	133.20	149.63	8.49	9.93	123.18	144.03	9.74	141.32
17	62.6	9.45	10.61	137.11	153.87	8.75	10.21	126.92	148.14	10.02	145.33
18	64.4	9.73	10.91	141.11	158.19	9.01	10.50	130.74	152.34	10.30	149.43
19	66.2	10.01	11.21	145.19	162.60	9.28	10.80	134.66	156.63	10.59	153.62
20	68	10.30	11.52	149.37	167.10	9.56	11.10	138.66	161.01	10.89	157.89
21	69.8	10.59	11.84	153.63	171.70	9.84	11.41	142.75	165.47	11.19	162.25
22	71.6	10.89	12.16	157.99	176.38	10.13	11.72	146.93	170.03	11.49	166.70
23	73.4	11.20	12.49	162.45	181.16	10.43	12.04	151.20	174.68	11.81	171.24
24	75.2	11.51	12.83	167.00	186.03	10.73	12.37	155.57	179.42	12.13	175.87
25	77	11.83	13.17	171.64	191.00	11.03	12.70	160.04	184.25	12.45	180.59
26	78.8	12.16	13.52	176.39	196.06	11.35	13.04	164.60	189.19	12.78	185.41
27	80.6	12.50	13.87	181.23	201.22	11.67	13.39	169.26	194.21	13.12	190.33
28	82.4	12.84	14.24	186.18	206.48	12.00	13.74	174.02	199.34	13.47	195.34
29	84.2	13.18	14.61	191.23	211.84	12.33	14.10	178.89	204.57	13.82	200.45
30	86	13.54	14.98	196.38	217.30	12.68	14.47	183.86	209.89	14.18	205.66
31	87.8	13.90	15.37	201.65	222.86	13.03	14.85	188.93	215.32	14.55	210.97
32	89.6	14.27	15.76	207.02	228.52	13.38	15.23	194.11	220.85	14.92	216.38
33	91.4	14.65	16.15	212.50	234.29	13.75	15.62	199.40	226.49	15.30	221.90
34	93.2	15.04	16.56	218.09	240.16	14.12	16.01	204.80	232.23	15.69	227.53
35	95	15.43	16.97	223.80	246.14	14.50	16.41	210.31	238.07	16.08	233.26
36	96.8	15.83	17.39	229.63	252.23	14.89	16.83	215.94	244.03	16.49	239.10
37	98.6	16.24	17.82	235.57	258.43	15.28	17.24	221.68	250.09	16.90	245.05
38	100.4	16.66	18.25	241.63	264.73	15.69	17.67	227.53	256.27	17.31	251.11

Recommandations pour l'utilisation du R452A et du R448A/R449A dans des installations de réfrigération commerciales neuves ou existantes.

Température		Pression									
°C	°F	R452A				R448A/R449A				R404A	
		bar _{dew}	bar _{bubble}	psig _{dew}	psig _{bubble}	bar _{dew}	bar _{bubble}	psig _{dew}	psig _{bubble}	bar _{dew}	psig _{dew}
39	102.2	17.09	18.70	247.82	271.15	16.10	18.10	233.51	262.55	17.74	257.29
40	104	17.52	19.15	254.13	277.68	16.52	18.54	239.61	268.95	18.17	263.58
41	105.8	17.97	19.60	260.56	284.32	16.95	18.99	245.83	275.47	18.62	270.00
42	107.6	18.42	20.07	267.13	291.08	17.39	19.45	252.18	282.09	19.07	276.53
43	109.4	18.88	20.54	273.82	297.95	17.83	19.91	258.65	288.84	19.52	283.18
44	111.2	19.35	21.02	280.65	304.94	18.29	20.39	265.25	295.71	19.99	289.95
45	113	19.83	21.51	287.62	312.04	18.75	20.87	271.98	302.69	20.47	296.85
46	114.8	20.32	22.01	294.72	319.27	19.23	21.36	278.85	309.79	20.95	303.88
47	116.6	20.82	22.52	301.97	326.62	19.71	21.86	285.85	317.02	21.44	311.03
48	118.4	21.33	23.03	309.35	334.08	20.20	22.36	292.98	324.37	21.95	318.32
49	120.2	21.85	23.56	316.89	341.67	20.70	22.88	300.26	331.85	22.46	325.74
50	122	22.38	24.09	324.57	349.39	21.21	23.40	307.67	339.45	22.98	333.29
51	123.8	22.92	24.63	332.40	357.23	21.73	23.94	315.23	347.19	23.51	340.98
52	125.6	23.47	25.18	340.39	365.19	22.27	24.48	322.94	355.05	24.05	348.82
53	127.4	24.03	25.74	348.54	373.28	22.81	25.03	330.79	363.04	24.60	356.79
54	129.2	24.60	26.30	356.84	381.50	23.36	25.59	338.79	371.16	25.16	364.91
55	131	25.19	26.88	365.31	389.85	23.92	26.16	346.95	379.42	25.73	373.18
56	132.8	25.78	27.46	373.95	398.34	24.49	26.74	355.26	387.82	26.31	381.60
57	134.6	26.39	28.06	382.75	406.95	25.08	27.33	363.72	396.35	26.90	390.17
58	136.4	27.01	28.66	391.73	415.70	25.67	27.92	372.35	405.02	27.50	398.90
59	138.2	27.64	29.27	400.89	424.58	26.28	28.53	381.14	413.83	28.12	407.79
60	140	28.28	29.90	410.22	433.59	26.90	29.15	390.09	422.78	28.74	416.83
61	141.8	28.94	30.53	419.74	442.75	27.52	29.78	399.21	431.87	29.37	426.05
62	143.6	29.61	31.17	429.45	452.04	28.17	30.41	408.51	441.11	30.02	435.43
63	145.4	30.29	31.82	439.36	461.47	28.82	31.06	417.97	450.50	30.68	444.98
64	147.2	30.99	32.48	449.45	471.04	29.48	31.72	427.61	460.03	31.35	454.70
65	149	31.70	33.15	459.75	480.76	30.16	32.39	437.43	469.72	32.03	464.61

Recommandations pour l'utilisation du R452A et du R448A/R449A dans des installations de réfrigération commerciales neuves ou existantes.



Tecumseh

AMÉRIQUE DU NORD
5683 Hines Drive
Ann Arbor, MI 48108
ÉTATS-UNIS
Tél. +1 734 585 9500
Fax +1 734 352 3700

EUROPE
2, Avenue Blaise Pascal
38090 Vaulx Milieu
FRANCE
Tél. +33 4 74 82 24 00
Fax +33 4 74 82 24 44
sales&marketing@tecumseh.com

MALAISIE
N° 18, Jalan Sultan Mohamed 4,
Selat Klang Utara,
42000 Port Klang,
Selangor Darul Ehsan
MALAISIE
Tél. +60 3 3176 3886
Fax +60 3 3176 3890

BRÉSIL
Rua Ray Wesley Herrick,
700 São Carlos SP, 13565-090
BRÉSIL
Tél. +55 16 3362 3000
Fax +55 16 3363 7219

INDE
Balanagar Industrial Township,
Hyderabad, 500 037
INDE
Tél. +91 40 30116993/94

CHINE
Tecumseh Compressor
(Guangzhou) Co., Ltd.
Room 634, Wuzi Building,
201 Guangbao Avenue,
Guangzhou Free Trade Zone,
CHINE
Code : 510730
Tél. +86 20 8221 8072
Fax +86 20 8205 7456



Recommandations pour l'utilisation
des réfrigérants R449A et R452A-FR-06/2016



Cooling for a Better Tomorrow

www.tecumseh.com

Tecumseh se réserve le droit de modifier les informations contenues dans ce document sans préavis.
© 2016 Tecumseh Products Company. Tous droits réservés.