

Guide des fluides frigorigènes

Pour les spécialistes en chauffage, ventilation et climatisation

Contenu

- 03 Fluides frigorigènes – le «flux vital» de toute installation de froid de climatisation
- 04 Six fluides frigorigènes typiques
- 05 Les principaux fluides frigorigènes dans le domaine du froid de climatisation
- 07 Efficience dans le domaine du froid de climatisation
- 08 Sous-refroidissement – un accroît supplémentaire
- 09 Où utiliser quel fluide frigorigène?
 - 10 Climatisation de bâtiments
 - 12 Systèmes réversibles: principale utilisation, le refroidissement
 - 13 Systèmes réversibles: principale utilisation, le chauffage
 - 14 Systèmes de climatisation VRV-DRV
 - 15 Différents systèmes split
- 16 Mesures de construction
- 22 Substitution du fluide frigorigène
- 23 Informations
- 24 Installations frigorifiques efficaces

Champ d'application

Ce guide des fluides frigorigènes (ou réfrigérants, frigorigènes) aborde de manière compréhensible les thématiques des fluides frigorigènes, de l'énergie et de l'environnement. Dans le domaine du froid de la climatisation, ce document s'adresse aux spécialistes chauffage-ventilation-climatisation (CVC). La thématique «Fluides frigorigènes dans les pompes à chaleur» n'est pas traitée dans ce document. Le présent guide ne saurait remplacer les prescriptions et normes déjà en vigueur. Il aborde les principaux points qui couvrent 70% des cas. Il doit ainsi permettre aux spécialistes CVC d'aborder plus facilement le thème des fluides frigorigènes. Le présent guide doit être considéré comme une aide à l'exécution en application de l'ORRChim¹ ainsi que des normes SN EN 378 (sécurité), SIA 382/1 (énergie), SUVA 66139 (sécurité au travail et sécurité d'exploitation) ou CFST 6517 (sécurité au travail). En cas de doute, il convient de se référer aux textes originaux correspondants.

Ce document a été élaboré dans le cadre du programme SuisseEnergie avec le soutien financier de l'Office fédéral de l'environnement OFEV.

¹ ORRChim, annexe 2.10 (RS 814.81)

Nous remercions nos partenaires



Fluides frigorigènes – le «flux vital» de toute installation de froid/climatisation

En tant que moyen de transport de chaleur, le fluide frigorigène est le flux vital indispensable de toute installation de froid pour la climatisation. Il absorbe la chaleur en présence d'une basse température dans l'évaporateur, puis est comprimé dans le compresseur, se réchauffe et restitue la chaleur dans le condenseur. De la planification jusqu'à l'exploitation de la climatisation, différents points doivent être considérés dans le cas des fluides frigorigènes: ils peuvent influencer sur l'efficacité, peuvent être inflammables, toxiques ou nocifs pour le climat. Leur fiabilité est réglementée dans l'Ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim).

Fluides frigorigènes naturels

Les fluides frigorigènes naturels se composent de substances que l'on trouve également dans la nature. Ils n'ont aucune influence sur l'environnement, ou ne sont que faiblement nocifs. Toutefois, bon nombre d'entre eux sont inflammables, explosifs et/ou toxiques.

Fluides frigorigènes synthétiques stables dans l'air

Les fluides frigorigènes synthétiques stables dans l'air (HFC²) se basent sur des hydrocarbures fluorés. Ils sont appelés stables, car ils ne se dégradent que lentement dans l'air (durée de séjour moyenne de plus de 2 ans). Lorsqu'ils sont libérés (p. ex. fuite), ils ont un effet nocif durable sur le climat. Ils permettent l'utilisation d'une large gamme de propriétés dans la technique de climatisation et ne sont pas directement toxiques ou inflammables.

Fluides frigorigènes synthétiques non stables dans l'air

Les nouveaux fluides frigorigènes HFO³ sont de composition synthétique et apportent également une grande partie des propriétés intéressantes des fluides frigorigènes synthétiques. À l'inverse des autres fluides frigorigènes, ils ne sont toutefois pas stables dans l'air. En d'autres termes, ils possèdent une durée de séjour dans l'atmosphère de quelques jours (donc nettement inférieure à 2 ans) et sont ainsi très peu nocifs pour le climat.

Permis nécessaire

Toute personne qui travaille avec des fluides frigorigènes, au niveau professionnel ou artisanal, doit être au bénéfice d'une autorisation spéciale.

Déclaration obligatoire

Les machines frigorifiques ou pompes à chaleur exploitées avec plus de 3 kg de fluide frigorigène doivent être déclarées au Bureau suisse de déclaration des installations productrices de froid et des pompes à chaleur:

www.bafu.admin.ch/communication-rp

Attention à l'efficacité

Le choix du fluide frigorigène, des composants et du concept influencent la consommation d'énergie de l'ensemble de l'installation productrice de froid. La production frigorifique volumique est une première indication de la rentabilité d'une installation de froid de climatisation. Le choix du fluide frigorigène peut modifier l'efficacité globale du système de 10 à 15%!

² HFC: hydrofluorocarbures pur ou mélanges (voir page 9)

³ HFO: hydrofluoroléfinés (voir page 9)

Six fluides frigorigènes typiques

Aperçu des avantages et inconvénients de six fluides frigorigènes typiques du froid de climatisation.

R513A	R290 (propane)	R32
Frigorigène synthétique, stable dans l'air + Frigorigène éprouvé + Non inflammable + Toxicité réduite – PRG (631)	Frigorigène naturel + Frigorigène éprouvé – Hautement inflammable + Toxicité réduite + PRG bas (3)	Frigorigène synthétique, stable dans l'air + Frigorigène éprouvé – Faiblement inflammable + Toxicité réduite – PRG (675) – Pression élevée (27 à 35 bar)
R717 (ammoniac)	R744 (CO ₂)	R1234ze, R1234yf
Frigorigène naturel + Frigorigène éprouvé – Faiblement inflammable – Toxicité accrue + PRG bas (0) – domaine d'application commerciale à partir de 200 kW	Frigorigène naturel + Frigorigène éprouvé + Non inflammable ⁴ + Toxicité réduite + PRG bas (1) – Pression élevée (80 à 90 bar)	Frigorigènes synthétiques, non stables dans l'air – Aucune expérience à long terme pour l'instant – Faiblement inflammable – Produit de dégradation: acide trifluoroacétique ¹ + Toxicité réduite + PRG bas (<1)

⁴ Le produit de dégradation acide trifluoroacétique peut être toxique pour les plantes.

Ce que nous apprend l'histoire des fluides frigorigènes

La technique frigorifique industrielle a débuté avec des fluides frigorigènes (réfrigérants) naturels tels que par exemple l'ammoniac. Ceux-ci, à l'exception du CO₂, ne sont toutefois pas sans danger. Certains sont explosifs, d'autres sont toxiques. Pour davantage de sécurité, on a donc créé des fluides frigorigènes synthétiques (CFC, HCFC, HFC), moins dangereux à manipuler. Ce n'est que plus tard que l'on a découvert qu'ils étaient nocifs pour l'environnement: les fluides frigorigènes contenant du chlore polluent la couche d'ozone, et les substances fluorées encouragent le réchauffement climatique. C'est pourquoi les fluides frigorigènes qui détruisent la couche d'ozone (CFC, HCFC) sont aujourd'hui interdits. Les fluides frigorigènes ayant un potentiel d'effet de serre élevé (PRG) feront bientôt l'objet de restrictions importantes. De nouveaux fluides frigorigènes à faible potentiel de réchauffement climatique (HFO) doivent encore faire leurs preuves dans la pratique et ne doivent développer aucun nouveau potentiel de dommages environnementaux.

	À partir de 1755	À partir de 1929	À partir de 1988	À partir de 2000	À partir de 2015
Thème	Faisabilité technique	Sécurité – inflammabilité – toxicité	Trou d'ozone chlore (ODP, potentiel de déplétion ozonique)	Réchauffement climatique RPG (Global Warming Potential)	Réchauffement – RPG – risques inconnus
Point fort	Fluide frigorigène naturel	CFC	HCFC HFC	HFC Fluide frigorigène naturel	HFO Fluide frigorigène naturel
Fluide frigorigène	Ether Acide sulfurique Dichloroéthylène CO ₂ Ammoniac	R11 R12 Ammoniac	R22 R124 R142b Ammoniac	R134a R404A R410A R32 Ammoniac, CO ₂	R1234ze R1234yf Propane Ammoniac, CO ₂

Les principaux fluides frigorigènes dans le domaine du froid de climatisation

Fluides frigorigènes	PRG	Puissance frigorigène rapportée au débit volumique	Plage de température d'une utilisation économique des rejets thermiques	Valeur limite pratique	Classe de sécurité	Toxicité (ATEL/ODL)	Inflammabilité (LIE)
	[1]	kJ/m ³ [2]	°C [3]	kg/m ³ [4]	(page 16) [5]	[6]	[7]

Fluides frigorigènes synthétiques, stables dans l'air

R32	675	5300	35–45 (max. 55)	0,061	A2L	faiblement toxique	faiblement inflamm.
R134a [9]	1430	2050	30–40 (max. 75)	0,25	A1	faiblement toxique	non inflammable
R410A [9]	2090	4600	30–40 (max. 55)	0,44	A1	faiblement toxique	non inflammable
R452B	698	4400	30–40 (max. 55)	0,062	A2L	faiblement toxique	faiblement inflamm.
R454B	466	4500	30–40 (max. 55)	0,039	A2L	faiblement toxique	faiblement inflamm.
R513A	631	2050	30–40 (max. 75)	0,35	A1	faiblement toxique	non inflammable

Fluides frigorigènes synthétiques, non stables dans l'air

R1234ze	<1	1550	30–40 (max. 85)	0,061	A2L	faiblement toxique	faiblement inflamm.
R1234yf	<1	1900	30–40 (max. 75)	0,058	A2L	faiblement toxique	faiblement inflamm.

Fluides frigorigènes naturels

R290 Propane	3	2750	30–40 (max. 60)	0,008	A3	faiblement toxique	hautement inflamm.
R717 Ammoniac NH ₃	0	3650	30–40 (max. 90)	0,00035	B2L	hautement toxique	faiblement inflamm.
R1270 Propène (propylène)	3	3350	30–40 (max. 55)	0,008	A3	faiblement toxique	hautement inflamm.
R744 CO ₂	1	8500	30–60 (max. 90) [8]	0,1	A1	faiblement toxique	non inflammable

[1] PRG = Potential de réchauffement global (potential d'effet de serre), source: IPCC IV, 2007 et IPCC V, 2014 (pour HFO)

[2] Valeurs valables pour t₀ = 0 °C, t_c = 40 °C

[3] Valeurs indicatives des températures de la chaleur rejetée pour lesquelles l'énergie thermique peut être découplée à un prix de la chaleur inférieur à 2 ct./kWh. Selon le type de compresseur et le concept de l'installation, la chaleur rejetée utilisable est également possible à des températures plus élevées. La température maximale du fluide frigorigène correspondant se situe dans la plage des valeurs mentionnées entre parenthèses. Dans tous les cas, il convient de tenir compte de l'économicité (surcoût et rendement supérieur). Un désurchauffeur permet d'utiliser env. 10 à 15% de la puissance du condenseur – sans élévation de la température de condensation. Cette chaleur rejetée est «gratuite» (voir aussi: Document de base concernant la garantie de performance des installations frigorifiques, page 3: Utilisation de la chaleur rejetée, SuisseEnergie/ASF 2015).

[4] La valeur limite pratique permet de calculer la concentration maximale dans un espace occupé. Selon la valeur la plus élevée, la toxicité ou l'inflammabilité influence la valeur limite pratique (voir annexe C, SN EN 378-1). En présence de prescriptions nationales ou régionales plus restrictives, celles-ci ont la priorité sur les exigences de la norme concernant ces valeurs limites.

[5] Voir aussi «Mesures de construction» (page 16 et suivantes)

[6] Légère adaptation linguistique pour une meilleure compréhension. Les termes utilisés correspondent à la terminologie de la norme SN EN 387-1, annexe E, comme suit:

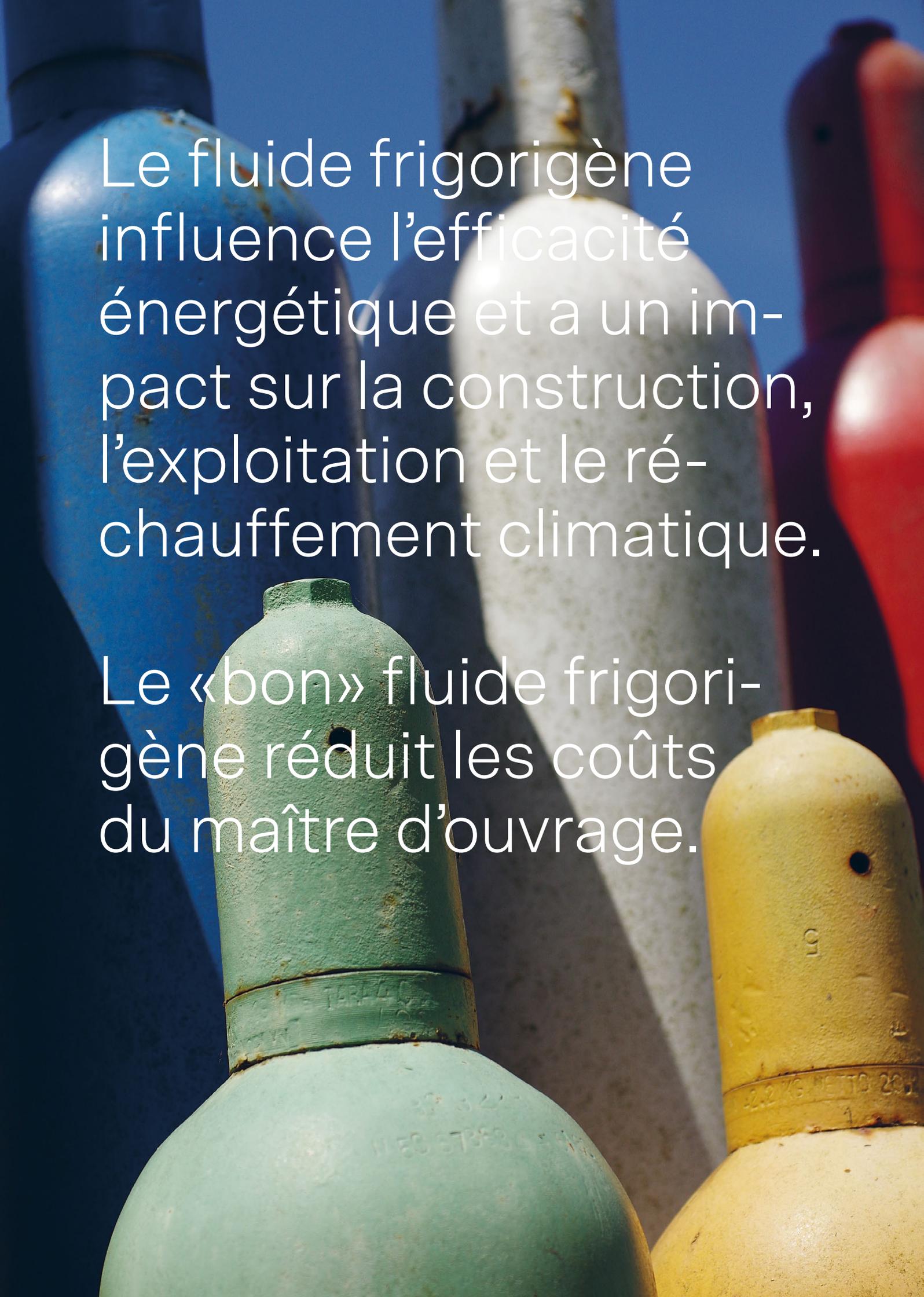
- faiblement toxique = classe A (faible toxicité)
- hautement toxique = classe B (haute toxicité)

[7] Légère adaptation linguistique pour une meilleure compréhension. Les termes utilisés correspondent à la terminologie de la norme SN EN 387-1, annexe E, comme suit:

- non inflammable = classe 1
- faiblement inflammable = classe 2L
- inflammable = classe 2
- hautement inflammable = classe 3

[8] Pour le CO₂, la température de retour (température d'entrée dans le refroidisseur à gaz/condenseur) est déterminante. Celle-ci doit être la plus basse possible (règle d'or: toujours inférieure à 35 °C).

[9] Fluides frigorigènes qui seront vraisemblablement interdits dans un avenir proche et dont la disponibilité future est incertaine.



Le fluide frigorigène influence l'efficacité énergétique et a un impact sur la construction, l'exploitation et le réchauffement climatique.

Le « bon » fluide frigorigène réduit les coûts du maître d'ouvrage.

Efficiency dans le domaine du froid de climatisation

Le choix du fluide frigorigène influence l'efficiency de l'installation de 10 à 15%. Les graphiques illustrent la situation pour une température de condensation moyenne (situation pratique et non situation de dimensionnement).

Efficiency et production frigorifique volumique

La puissance frigorifique d'un fluide frigorigène, rapportée au débit volumique, n'indique que la taille du compresseur. Un fluide frigorigène possédant une puissance frigorifique élevée, rapportée au débit volumique, ne doit pas être plus efficient qu'avec une puissance plus basse.

Le choix du fluide frigorigène a

- une influence essentielle sur la taille ou les coûts d'investissement du compresseur (plus la production frigorifique volumique est importante, plus le compresseur est petit);
- une influence importante sur les mesures de construction ou les coûts de construction (voir mesures de construction, page 16);
- une influence importante sur la contribution au réchauffement climatique.

Éléments essentiels pour l'efficiency: la température de l'eau glacée et la température de condensation.

Un levier pour plus d'efficiency

Pour réaliser une installation de froid de climatisation efficient, il faut pouvoir exploiter cette installation correctement et conformément aux besoins. Lorsque le choix du fluide frigorigène permet des augmentations d'efficiency de 10 à 15% (largeur de bande colorée en clair, illustration 2), un dimensionnement correct (température de l'eau glacée 14 °C plutôt que 6 °C et température de condensation de 30 °C plutôt que 45 °C) permet une augmentation d'efficiency de presque 100%.

* Base de calcul: température de condensation (t_c) 35 °C, différence de température, sortie eau glacée et température d'évaporation < 5 K. (p.ex. pour le calcul des valeurs de la température d'eau glacée de 14 °C, on se base sur une température d'évaporation de 9 °C).

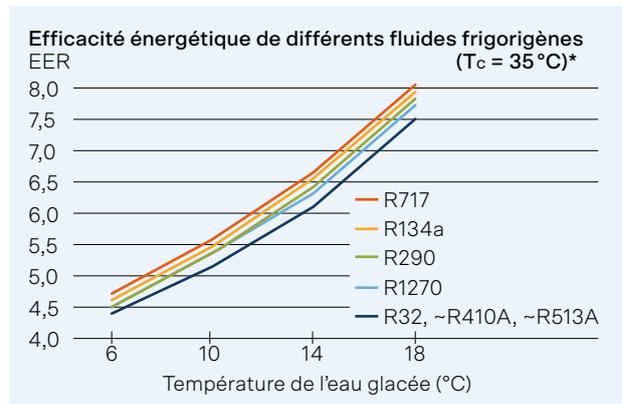


Illustration 1: Efficacité énergétique EER (uniquement compresseur) avec différents fluides frigorigènes à différentes températures de l'eau glacée.

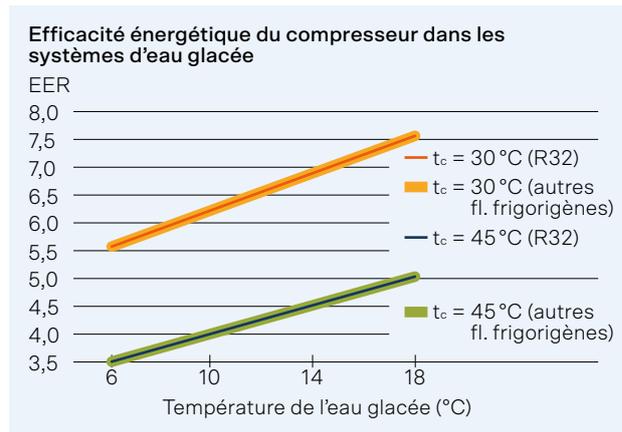


Illustration 2: Efficacité énergétique d'un compresseur (EER) dans un système d'eau glacée à différentes températures d'eau glacée. Plus la différence de température est petite, plus l'installation de climatisation est efficient.

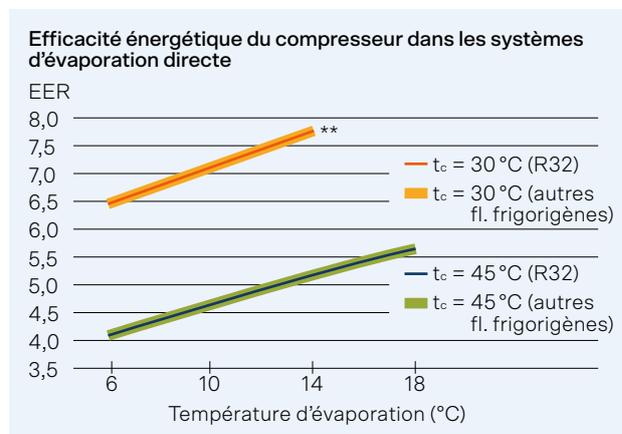


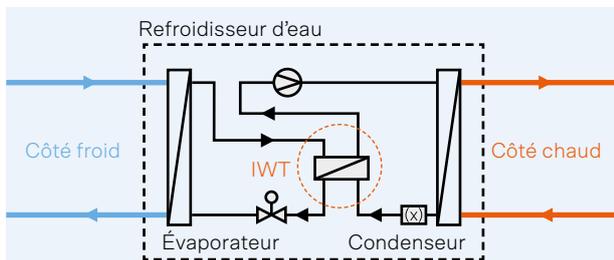
Illustration 3: Efficacité énergétique d'un compresseur (EER) d'un évaporateur direct à différentes températures d'évaporation. Plus la différence de température est petite, plus l'installation de climatisation est efficient.

** Avec une température de condensation de 30 °C ($t_c = 30$ °C) et une température d'évaporation de 16 °C ($t_o = 16$ °C), le compresseur arrive à ses limites de fonctionnement (rapports de pression).

Sous-refroidissement – un accroît supplémentaire

Dans les machines frigorifiques à compression, tout fluide frigorigène doit, en principe, être sous-refroidi afin d'éliminer les bulles de gaz avant la vanne d'expansion. Ce sous-refroidissement «normal» améliore ainsi automatiquement l'efficacité énergétique de 1,5 à 2,5%. Par ailleurs, les constructeurs de machines et les planificateurs malins sous-refroidissent également le fluide frigorigène. Cela augmente la puissance frigorifique (et permet d'opter pour un compresseur plus petit), améliore l'efficacité et permet de fonctionner avec des masses de frigorigène inférieures. De plus, un sous-refroidissement ciblé accroît la sécurité de fonctionnement. Le sous-refroidissement supplémentaire du fluide frigorigène n'est toutefois efficace que s'il est effectué après la bouteille liquide de fluide frigorigène (X).

1. Avec un échangeur de chaleur interne (IWT)

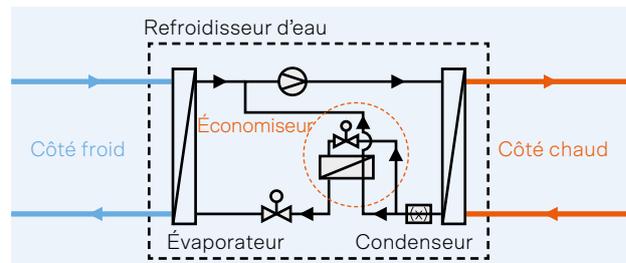


L'exposant adiabatique permet de déterminer dans quelle mesure un fluide frigorigène est adapté à un sous-refroidissement avec un IWT. Plus l'exposant adiabatique est élevé, plus la température de compression finale est élevée et moins un fluide frigorigène est adapté. En général, on dit que les fluides frigorigènes particulièrement adaptés à un sous-refroidissement possèdent un exposant adiabatique autour de 1,0. Malheureusement, les fluides frigorigènes actuellement utilisés dans le froid de climatisation possèdent des exposants adiabatiques⁵ nettement supérieurs, de 1,10 (R134a) à 1,30 (CO₂). Par conséquent, du fait de leurs propriétés thermiques, ils ne conviennent au sous-refroidissement avec un IWT que sous certaines conditions.

Un échangeur de chaleur interne (IWT) se justifie selon le fluide frigorigène utilisé.

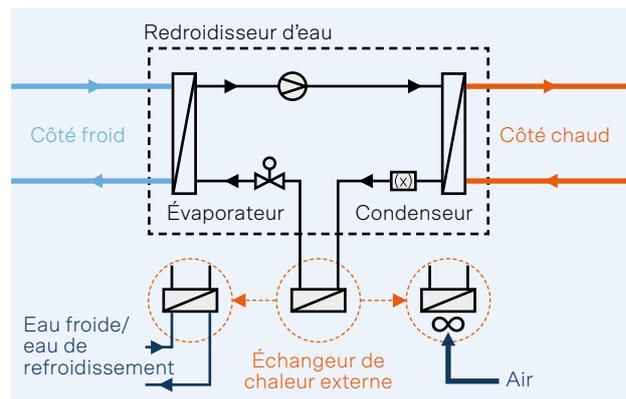
⁵ Indications pour T = 0°C

2. Avec un circuit économiseur



Les circuits économiseurs offrent de bonnes solutions de sous-refroidissement dans le froid de climatisation.

3. Avec un échangeur de chaleur externe



Dans le froid de climatisation, le sous-refroidissement est souvent exécuté par un échangeur de chaleur externe. Le fluide frigorigène est ainsi sous-refroidi avec l'eau froide ou chaude (p. ex. préchauffage de l'eau chaude). Sinon, on place l'échangeur de chaleur externe directement sous le condenseur (refroidisseur secondaire) ce qui permet de sous-refroidir le fluide frigorigène avec l'air extérieur.

Une efficacité améliorée

Lorsque le sous-refroidissement est réalisé avec un échangeur de chaleur interne, l'efficacité de l'installation peut augmenter de 2,5 à 5%. Avec un sous-refroidissement externe, la hausse peut atteindre 23%.

Exemple du fluide frigorigène R513A

Un sous-refroidissement de 5 K à une température de condensation de 45 °C et une température d'évaporation de 7 °C augmente l'EER de 5%.

Où utiliser quel fluide frigorigène?

L'Ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim) détermine comment les fluides frigorigènes peuvent être utilisés. En général, le fournisseur de l'installation de froid pour la climatisation vérifie si les prescriptions légales sont respectées. Cependant, dès la planification des installations de refroidissement, de climatisation et de pompe à chaleur, il est nécessaire de réfléchir au fluide frigorigène. Cela permet de prendre en compte suffisamment tôt les conséquences structurelles et organisationnelles.

Classification des fluides frigorigènes

L'ORRChim différencie les fluides frigorigènes non stables dans l'air (fluides frigorigènes naturels et HFO) et les fluides frigorigènes stables dans l'air. Parmi les frigorigènes stables dans l'air, on distingue trois groupes dans le refroidissement des bâtiments. Ceux avec un PRG inférieur à 1900, ceux entre 1900 et 2100 et ceux avec un PRG de plus de 2100. Ce document représente la limite

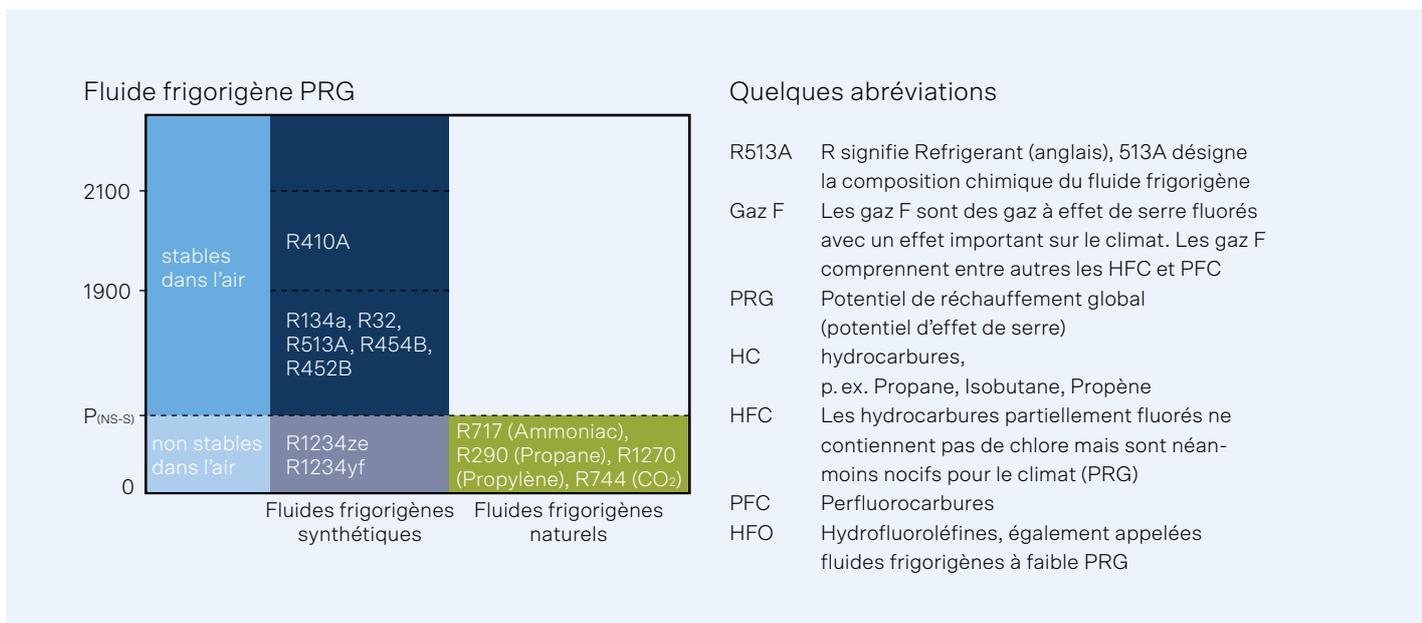
entre non stable et stable avec le point «P_(NS-S)».⁶ Le graphique ci-dessous illustre ces limites et montre quelques fluides frigorigènes importants dans les zones décrites.

Dérogation de l'OFEV

Exceptionnellement, lorsque les normes de sécurité pour les installations frigorifiques et les pompes à chaleur (SN EN 378) ne peuvent être respectées qu'avec un fluide frigorigène stable dans l'air, l'Office fédéral de l'environnement OFEV peut, sur une requête fondée, octroyer une dérogation pour la mise sur le marché de l'installation concernée (voir plus d'informations, page 23).

Attention: il n'y a plus de dérogation pour les systèmes de climatisation VRV-DRV depuis le 1^{er} janvier 2020.

⁶ Point «P_(NS-S)»: NS = non stables, S = stables

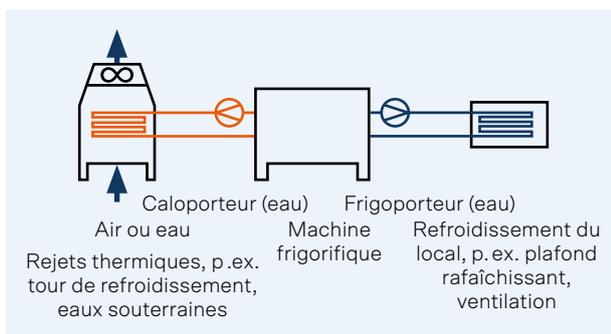


Fluides frigorigènes autorisés pour la climatisation de bâtiments

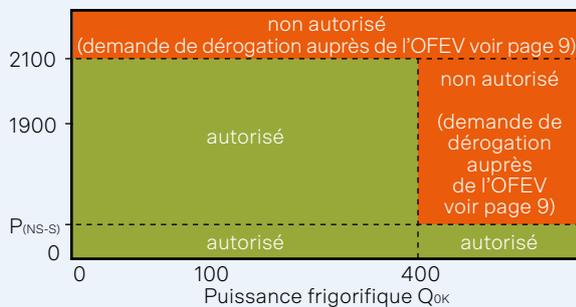
La climatisation des bâtiments (installation de froid de climatisation pour le refroidissement du bâtiment) assure le confort dans les bâtiments d'habitation, les immeubles commerciaux et administratifs, les théâtres, les cinémas, les hôpitaux, etc. Le conditionnement d'air dans les entrepôts, les laboratoires, les centres de calcul et les centres informatiques, etc. relèvent également de ce domaine d'application.

Installations frigorifiques refroidies à l'eau

Dans une installation frigorifique refroidie à l'eau, les rejets thermiques sont conduits via un circuit d'eau dans une tour de refroidissement, dans des nappes phréatiques, des eaux de lac ou de rivières ou dans des eaux industrielles.

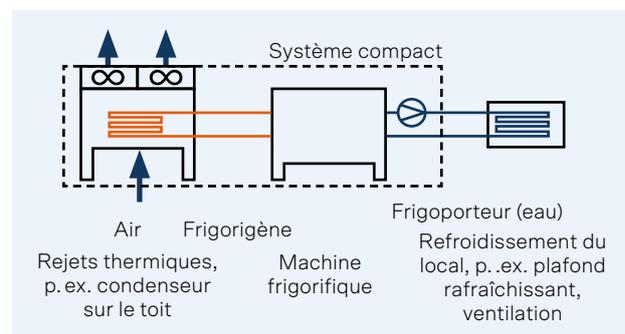


Sans valorisation des rejets thermiques
Fluide frigorigène PRG

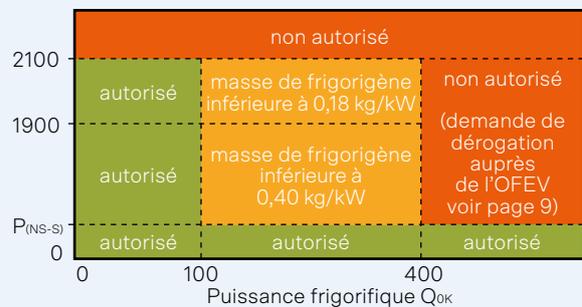


Installations frigorifiques refroidies à l'air

Dans le cas des installations frigorifiques refroidies à l'air (production d'eau glacée, Rooftop, etc.), les rejets thermiques sont directement cédés à l'environnement via des échangeurs de chaleur à lamelles et des ventilateurs (p. ex. sur le toit).



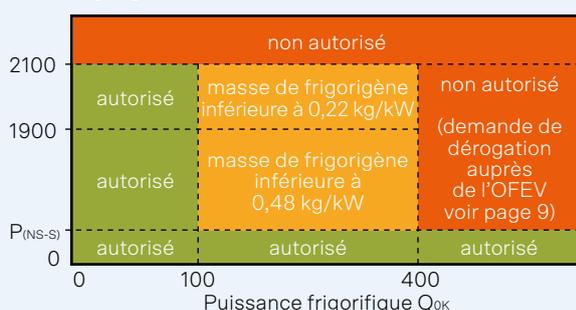
Sans valorisation des rejets thermiques
Fluide frigorigène PRG



Avec valorisation des rejets thermiques avec un échangeur de chaleur à air

Echangeur de chaleur à air pour la déshumidification ou le préchauffage. Pour les installations avec valorisation des rejets thermiques, une partie de la chaleur est utilisée pour le chauffage ou les processus.

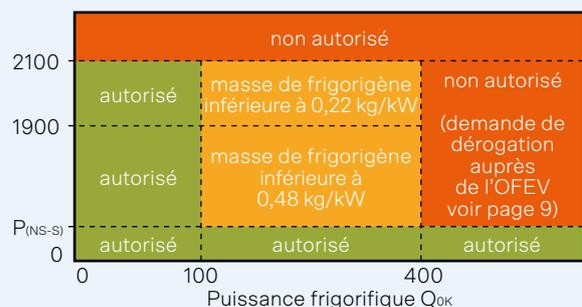
Fluide frigorigène PRG



Avec valorisation des rejets thermiques

Pour les installations avec valorisation des rejets thermiques via des échangeurs de chaleur à liquide, une partie de la chaleur rejetée est utilisée pour le chauffage ou les processus.

Fluide frigorigène PRG



Remarque: Ces installations possèdent de plus importantes quantités de fluides frigorigènes que celles sans récupération des rejets thermiques; elles doivent donc satisfaire à des exigences plus sévères.

Installations frigorifiques avec évaporateurs à détente directe

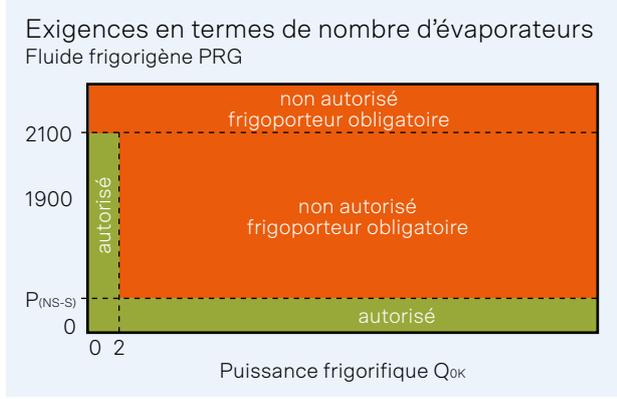
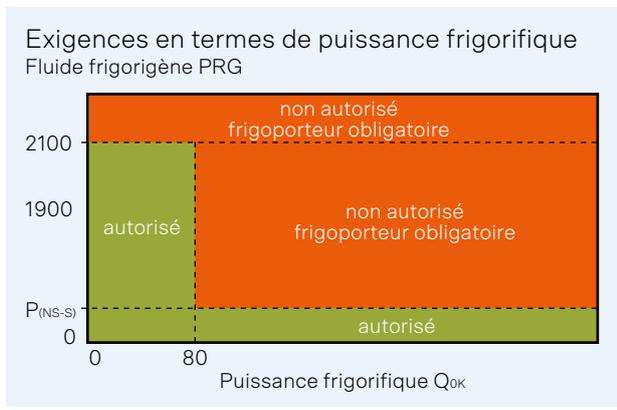
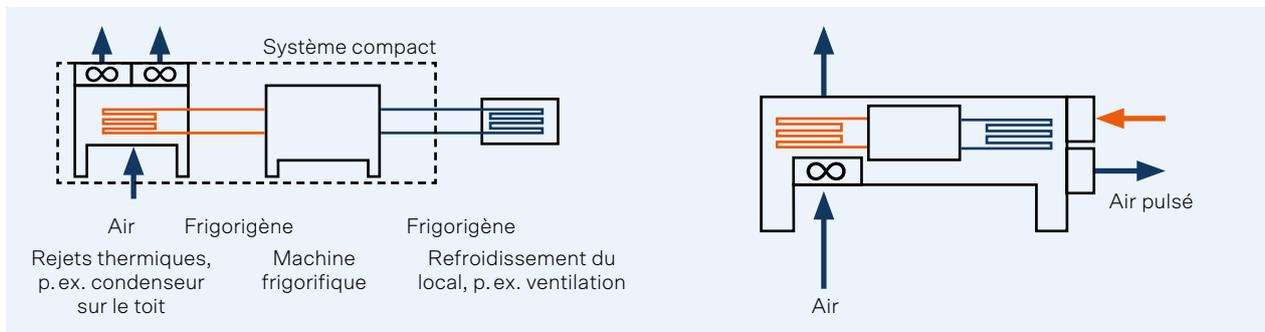
Les installations frigorifiques avec évaporateur à détente directe ne possèdent aucun circuit de fluide frigoporteur. Et ce indépendamment du fait que les rejets thermiques soient transmis à l'air extérieur ou à un fluide caloporteur. Dans la pratique, cela concerne souvent les systèmes compacts.

Les installations à évaporation directe sont autorisées lorsque:

- la puissance frigorifique max. est de 80 kW ou lorsque
- l'installation a moins de trois évaporateurs (refroidisseurs d'air).

Important!

Cette page ne s'applique pas aux systèmes VRV-DRV. Ces systèmes sont décrits à la page 14.

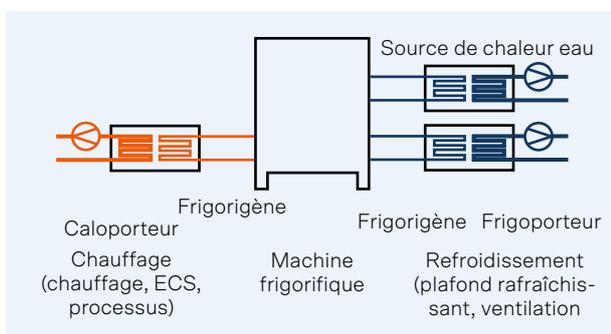


Fluides frigorigènes autorisés dans les systèmes réversibles: principale utilisation, le refroidissement

Ce sont des systèmes principalement utilisés pour le refroidissement qui peuvent, cependant, aussi chauffer (systèmes réversibles). Ils produisent de l'eau glacée pour la climatisation et de l'eau chaude pour le chauffage. Si la chaleur produite par le mode de refroidissement ne peut pas être utilisée, elle est alors évacuée à l'air extérieur via un condenseur refroidi à l'air, ou vers les nappes phréatiques via un condenseur refroidi à l'eau.

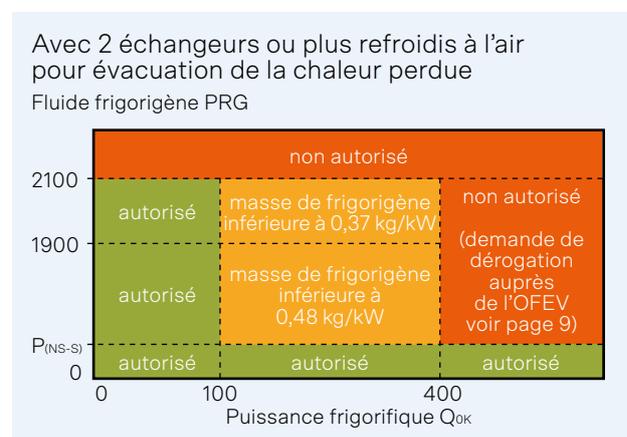
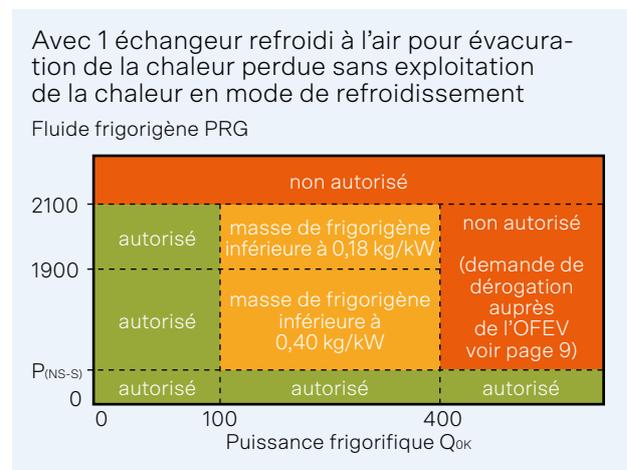
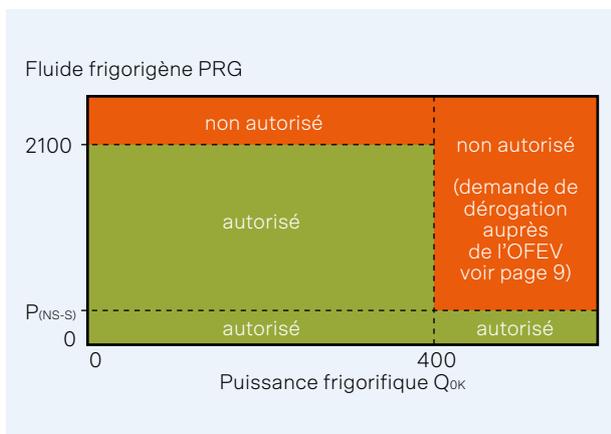
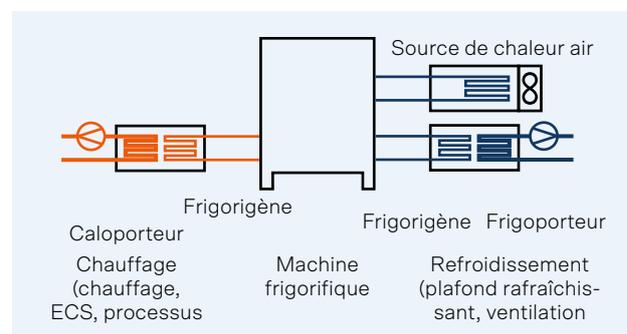
Système de refroidissement réversible: source de chaleur, l'eau

Dans ces systèmes, l'eau (nappes phréatiques, eaux de lac, eaux industrielles, etc.) sert de source de chaleur.



Système de refroidissement réversible: source de chaleur, l'air

Dans ces systèmes, l'air (air extérieur, air rejeté) sert en hiver de source de chaleur et en été de puits de chaleur (condenseur).

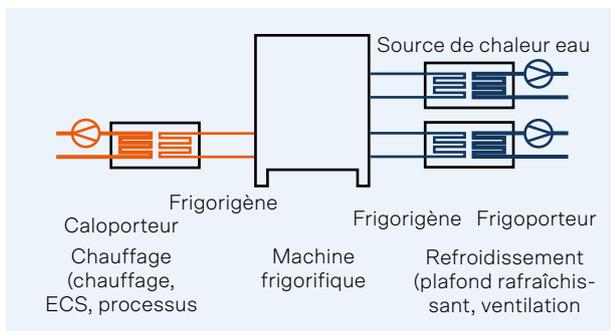


Fluides frigorigènes autorisés dans les systèmes réversibles: principale utilisation, le chauffage

Ce sont des systèmes principalement utilisés pour le chauffage qui peuvent, cependant, aussi refroidir (systèmes réversibles). Ils produisent de l'eau chaude pour le chauffage et de l'eau glacée pour la climatisation. Si la chaleur produite par le mode de refroidissement ne peut pas être utilisée, elle est alors évacuée à l'air extérieur via un condenseur refroidi à l'air, ou vers les nappes phréatiques via un condenseur refroidi à l'eau.

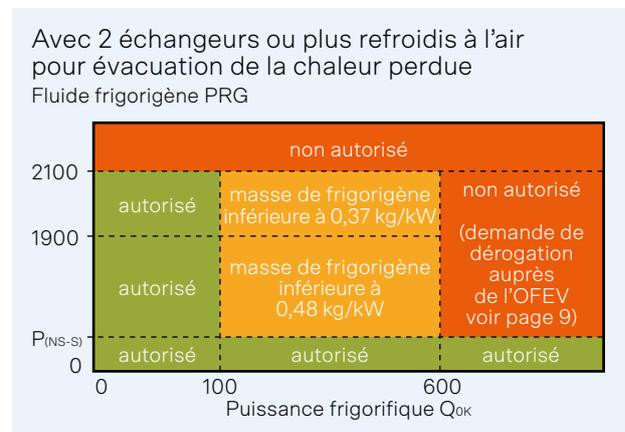
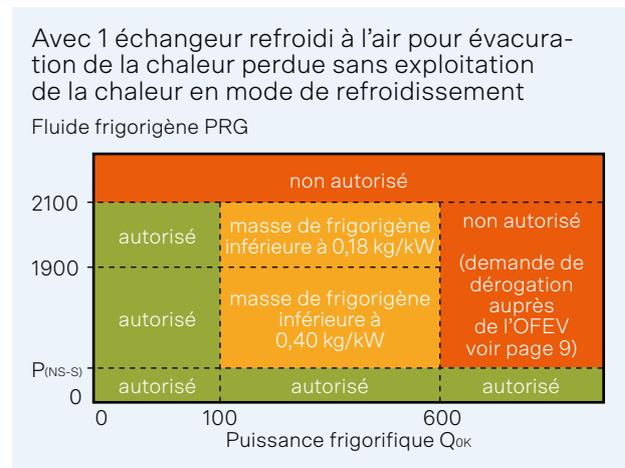
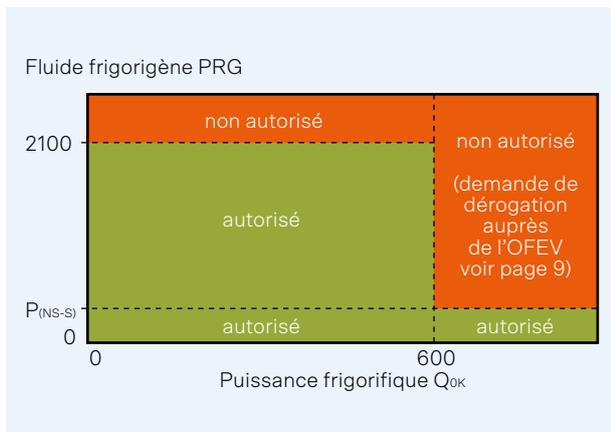
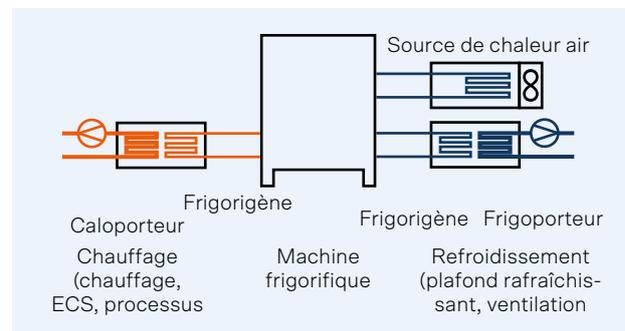
Système de chauffage réversible: source de chaleur, l'eau

Dans ces systèmes, l'eau (nappes phréatiques, eaux de lac, eaux industrielles, etc.) sert de source de chaleur.



Système de chauffage réversible: source de chaleur, l'air

Dans ces systèmes, l'air (air extérieur, air rejeté) sert en hiver de source de chaleur et en été de puits de chaleur (condenseur).



Fluides frigorigères autorisés dans les systèmes de climatisation VRV-DRV

Les systèmes de climatisation VRV-DRV permettent, au sein du même bâtiment, de chauffer et de refroidir les différentes zones du bâtiment selon le besoin, et de récupérer la chaleur. L'appareil extérieur (unité compresseur-condenseur) fournit, via un système de conduites rempli de fluide frigorigère, du froid ou de la chaleur dans les appareils de climatisation d'ambiance installés dans les locaux. Une unité de «contrôleur» prend alors en charge la commande des flux de chauffage ou de refroidissement.

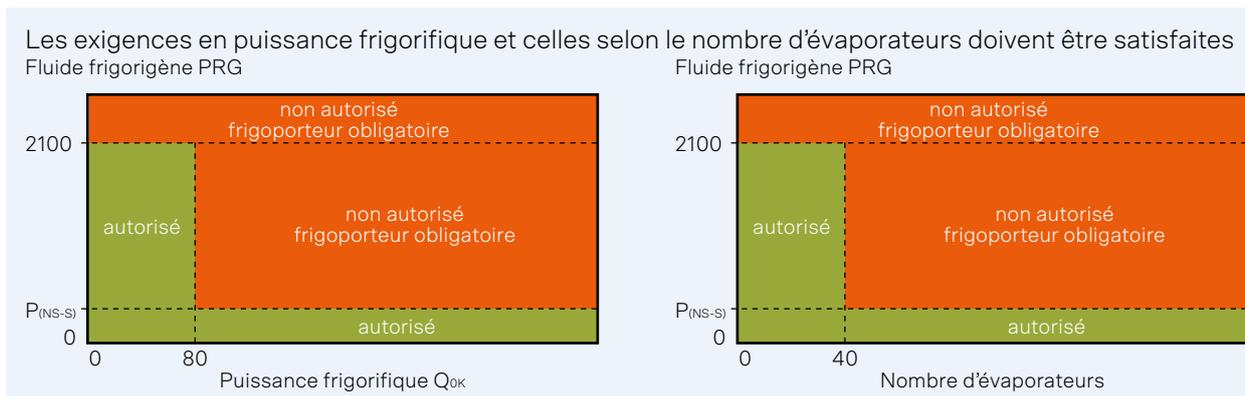
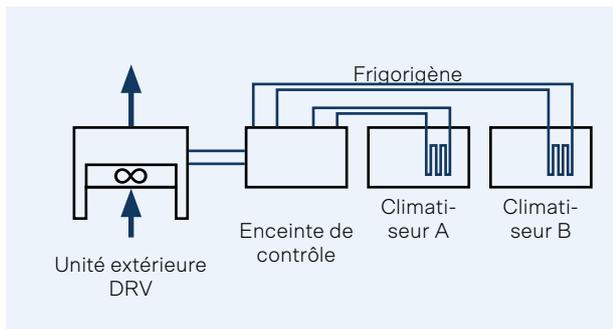
Systèmes de climatisation VRV-DRV

Les systèmes de climatisation VRV-DRV conditionnent le climat ambiant dans différents locaux au sein du même bâtiment.

- DRV: Variable Refrigerant Flow
= débit volumique de réfrigérant variable
- VRV: Variable Refrigerant Volume
= volume de fluide frigorigère variable

Attention: Dans les systèmes de climatisation VRV-DRV avec plus de 40 unités d'évaporateurs ou une puissance frigorifique supérieure à 80 kW, le froid doit être distribué par un circuit frigoporteur.

Il n'y a plus de dérogation pour les systèmes de climatisation VRV-DRV depuis le 1^{er} janvier 2020.



Différents systèmes split

Système split (chauffage/refroidissement)

Les systèmes split sont des combinaisons d'éléments interconnectés conducteurs de fluide frigorigène, dans lesquels le fluide frigorigène circule pour prélever ou fournir de la chaleur. Le fluide frigorigène se trouve même dans des zones de circulation du public ou avec un accès restreint aux personnes (voir page 16).

Avantages

- Solution efficace (dans le cas d'une commande avec réglage progressif)
- Prix avantageux

Inconvénients

- Quantité de remplissage en fluides frigorigènes plus importante
- Eventuellement nécessité de détection de fluides frigorigènes dans les zones d'accès (toxicité, inflammabilité)

Système split combiné (eau froide/eau chaude)

Dans ce système, l'énergie est acheminée de l'appareil extérieur jusque dans une enceinte (contrôleur) via un fluide frigorigène. L'enceinte peut simultanément refroidir et chauffer, et ainsi également valoriser les rejets thermiques. La transmission de chaleur de l'enceinte jusqu'aux pièces s'effectue à l'aide d'un échangeur de chaleur caloporteur-frigoporteur (mélange eau-glycol).

Avantages

- Solution efficace
- Faible quantité de remplissage en fluides frigorigènes
- Il n'est pas nécessaire de surveiller la toxicité dans les zones d'accès

Inconvénient

- Coûts plus élevés

Puissance frigorifique Q_{OK}

La puissance frigorifique Q_{OK} mentionnée dans l'ORRChim correspond à la puissance frigorifique utile d'une installation lors de la consommation de pointe. La puissance frigorifique utile se base sur la production de froid et non sur la puissance totale des consommateurs de froid installés. De plus, il est supposé que l'installation a été conçue conformément à l'état de la technique. Sont considérés comme une installation, les systèmes (machines et circuits de froid)

1. qui sont exploités par le même propriétaire et
2. qui fonctionnent à un niveau de température similaire
 - agent frigoporteur: différence ≤ 4 K,
 - agent caloporteur en cas de systèmes réversibles avec le chauffage comme utilisation principale: différence ≤ 15 K et
3. qui sont installés dans le même local technique ou dans un local voisin, ou dont les consommateurs de froid se trouvent dans le même bâtiment, ou qui peuvent être alimentés par le même circuit de froid (distance maximale de 200 m et différence de hauteur de 25 m)

Systèmes redondants

Les systèmes redondants (machines et circuits de froid) sont exclusivement réservés à un usage temporaire. Ils ne fonctionnent qu'en cas de défaillances techniques. Leur puissance frigorifique Q_{OK} ne doit pas être prise en compte pour le calcul de la puissance frigorifique utile. Les systèmes sont considérés comme non redondants et doivent prendre en compte Q_{OK} lorsque:

- ils servent exclusivement au refroidissement de confort, car ils ne sont pas indispensables au maintien d'un confort minimal;
- ils présentent une puissance frigorifique supérieure à la puissance frigorifique de la production de froid la plus importante.

La définition complète et des exemples explicatifs peuvent être consultés dans l'Aide à l'exécution de l'OFEV.



Mesures de construction

Lors de la planification et de la construction du local technique d'installations de froid de climatisation, il convient de respecter les prescriptions de sécurité. Celles-ci dépendent du type et de la quantité de remplissage du fluide frigorigène. Selon la classe de sécurité (voir le tableau page 5), différentes mesures sont requises. Les détails sur les mesures de construction sont décrits dans la norme SN EN 378-1 à 378-3, dans le Feuillelet technique SUVA 66139 et au point 3.4 de l'Aide à l'exécution.

Selon l'endroit où sont installés les composants frigorifiques, différentes mesures de sécurité doivent être prises en compte.

À cet égard, on distingue les emplacements suivants:

- à l'air libre
- dans le local technique
- dans un local où des personnes séjournent (zone d'accès général)
- dans n'importe quel local dans un espace inoccupé
- dans une enceinte ventilée

La norme SN EN 378 décrit entre autres les différentes exigences posées à la sécurité des climatisations:

- Étanchéité du local dans lequel se trouve l'installation
- Ventilation (ventilation du local, ventilation de sécurité/ventilation d'urgence)
 - Détails voir SN EN 378-2, points 6.2.14 et 6.2.15
 - Détails voir SN EN 378-2, part 3, points 5.13.4
- Dispositifs d'alarme (p. ex. alarme gaz) et détecteurs
 - Détails voir SN EN 378-3, points 8 et 9
- Interrupteur d'arrêt d'urgence, signal sonore
- Issues de secours, portes, panneaux d'avertissement, éclairage de secours
 - Détails voir SN EN 378-3, points 5.1, 10.2 et 7.3

Pour certaines configurations de l'espace et certains fluides frigorigènes, des exigences plus strictes en matière de sécurité sont définies dans le Feuillelet technique SUVA 66139. Cela concerne notamment les exigences en matière de détecteurs (voir également page 17).

Excursus récipients sous pression et soupapes de sécurité

Celui qui effectue la mise sur le marché de l'installation frigorifique est responsable de la conformité de l'installation à toutes les consignes de sécurité selon l'Ordonnance relative aux équipements sous pression (OSEP). Les installations frigorifiques sont composées de plusieurs équipements sous pression et sont donc des ensembles au sens de l'OSEP. Les installations frigorifiques dans lesquelles le produit de la pression par le volume (bar × litres) dépasse une certaine valeur sont considérées comme des récipients sous pression. De plus les installations frigorifiques équipées de récipients sous pression de plus de 3000 barlitres⁷ doivent être annoncées à la SUVA (voir notamment la Directive CFST 6516). Les récipients sous pression dans les installations frigorifiques doivent être protégés contre une pression trop élevée par des dispositifs de détente, p.ex. les soupapes de sécurité. Le fluide frigorigène ne peut alors être relâché que si toutes les mesures de sécurité préalables (p. ex. la coupure du circuit à haute pression) n'ont pas pu empêcher l'augmentation de pression.

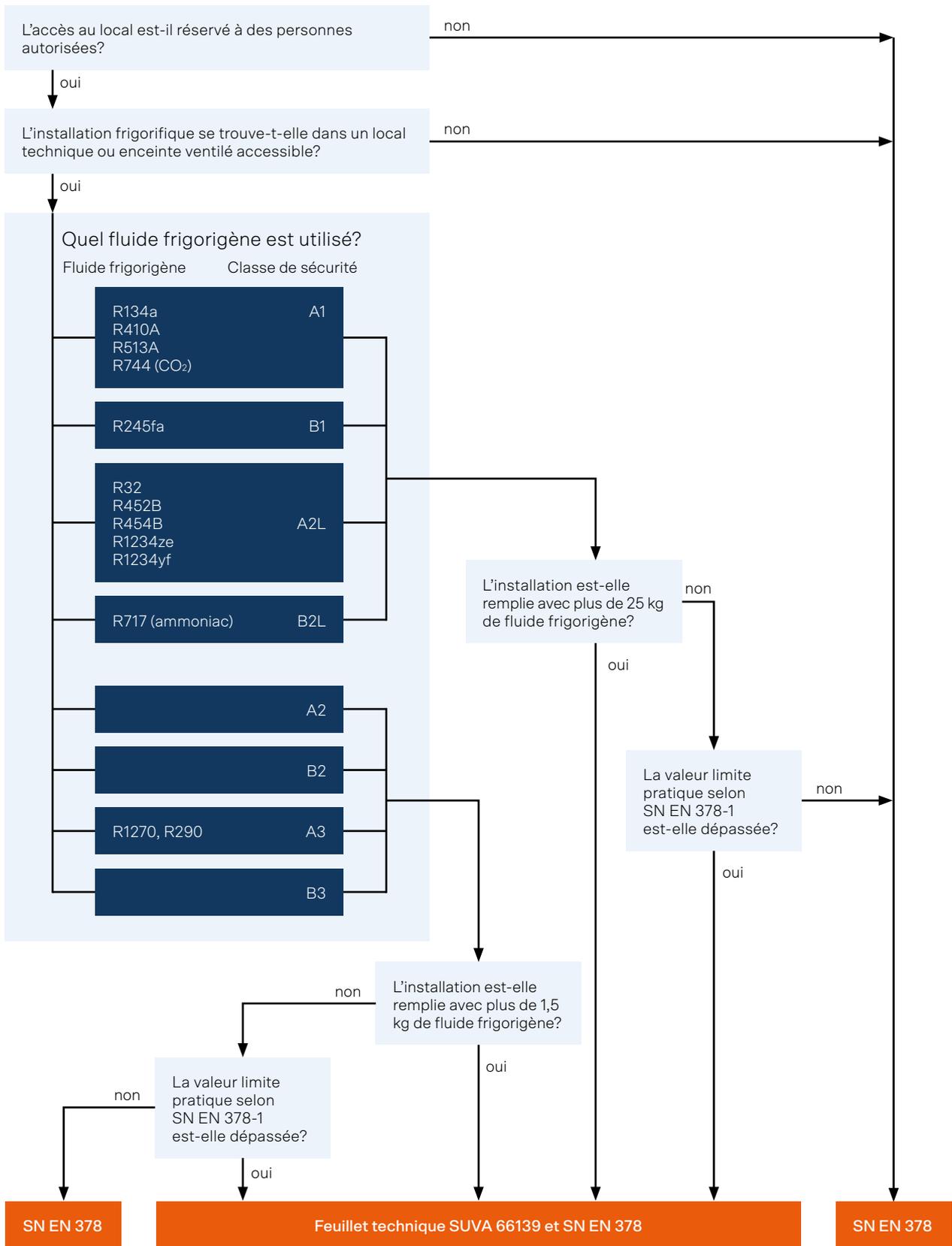
La décharge des dispositifs de limitation de pression doit être réalisé selon la norme SN EN 378 parties 1 à 4. En outre les réglementations locales, telles que CFST, SUVA, AEAI, OPAM, etc. doivent être respectés. En cas de doute, les autorités responsables doivent être consultées.

Les dispositifs de limitation de pression doivent être contrôlés à intervalles réguliers ou remplacé, conformément aux prescriptions de la CFST et de l'ASIT (SN EN 378-4, annexe D.7 et SN EN 378-4, 5.3.7). Selon le concept de l'installation, le démontage et la vérification des soupapes de sécurité peuvent être très complexes et coûteux. Sur ce point, il est important de tenir compte de la maintenance et de l'entretien dès la conception de l'installation frigorifique (p. ex. prévoir des doubles soupapes de sécurité avec vannes d'inversion).

⁷ Produit de la pression (bar) par le volume (litre) = barlitre

Qu'applique-t-on? La norme SN EN 378 ou le feuillet technique SUVA 66139?

Selon la configuration de l'espace et le fluide frigorigène, les exigences de sécurité de la norme SN EN 378 sont renforcées par les exigences de la SUVA (sécurité au travail). L'arbre de décision aide à déterminer quelles exigences respecter dans quel cas.



Quelques principes importants à l'exemple d'un local technique

Les principales mesures de construction concernant les fluides frigorigènes des classes A1 et A2L sont décrites ci-après.⁸ De plus, le texte entre parenthèses renvoie aux passages déterminants de la SN EN 378-3. Il faut noter que pour les autres classes de fluides frigorigènes (A3, B2L ...) il s'applique des exigences plus sévères et qu'il est recommandé de s'adresser à un planificateur expérimenté. De plus, les documents mentionnés dans SN EN 378 (avant-propos national) sont à respecter (p. ex. Feuillelet technique SUVA 66139).

Air et ventilation

Il doit y avoir au minimum 4 renouvellements d'air par heure lorsque la salle des machines est occupée (5.13.2)

Une ventilation mécanique d'urgence est nécessaire lorsque la concentration en fluide frigorigène de la classe de sécurité A1 dépasse soit la valeur limite pratique, soit la limite de toxicité. (5.13)

Pour les fluides frigorigènes de la classe de sécurité A2L, il convient en outre d'estimer la limite inférieure d'explosivité (LIE). (5.14)

Si du fluide frigorigène s'échappe, il convient de s'assurer qu'il sera évacué à l'air libre. (5.13.1)

Si d'autres machines (chaudières, compresseurs d'air comprimé etc.) se trouvent dans le même local technique, celles-ci ne doivent laisser pénétrer aucun gaz réfrigérant. L'air doit être acheminé depuis l'extérieur via un système de gaine approprié. (5.3)

Remarque relative à l'alarme incendie: Les alarmes incendie ne doivent pas réagir aux vapeurs des fluides frigorigènes. La priorité de l'ordre d'activation de la ventilation doit être définie avec les autorités compétentes ou l'assurance du bâtiment.

Étanchéité

Tous les points au niveau desquels les conduites et les canaux de ventilation passent à travers des murs, plafonds et planchers doivent être étanchéifiés. (5.8)

Les locaux techniques doivent être étanches («étanches à la fumée»). Le fluide frigorigène qui s'échappe ne doit pas pouvoir s'infiltrer dans d'autres locaux. (5.2)

Murs, sols, plafonds

Les murs, sols et plafonds doivent être conçus de façon à résister au feu pendant au moins 1 heure (EI60).

Mesures d'urgence

Tous les locaux techniques doivent être équipés de détecteurs de fluides frigorigènes, dès que la valeur limite pratique est dépassée. Les détecteurs de fluides frigorigènes doivent déclencher une alarme et activer la ventilation (ventilation d'urgence). (9.1)

Commutateur d'arrêt d'urgence 1: dans le local technique, un commutateur d'arrêt d'urgence doit être prévu. (5.6)

Une sortie de secours doit conduire à l'air libre ou dans un couloir de sortie de secours. (5.12.2)

Commutateur d'arrêt d'urgence 2: en dehors du local technique, à proximité des portes, une désactivation à distance doit être prévue. (5.6)

Portes

Les portes doivent s'ouvrir vers l'extérieur et avoir une résistance au feu de 30 minutes (EI30). (CFST 6517 et AEA1 24-15). Si la quantité de remplissage du fluide frigorigène de la classe de sécurité A2L dépasse la valeur limite pratique autorisée (kg/m^3), le local doit avoir une porte

- donnant directement à l'air libre ou
- donnant dans un local intermédiaire ayant une porte étanche à fermeture automatique. Le local intermédiaire doit à son tour avoir une porte menant à l'air libre. (selon SN EN 378, Partie 1, 5.14.5)

⁸ En cas de doute, il convient de toujours faire appel aux textes originaux correspondants de la norme SN EN 378 ou du Feuillelet technique SUVA 66139.

Lieu d'installation dans une enceinte

Pour les systèmes de réfrigération dans les enceintes ventilées, on distingue les enceintes non accessibles et accessibles. Dans le cas des installations frigorifiques d'une enceinte ventilée, les points suivants doivent être respectés:

- Installations dans une enceinte contenant des fluides frigorigènes inflammables (p. ex. A2L) doivent pouvoir être ventilées vers l'extérieur.
- Installation à l'air libre (voir colonne de droite)

Il faut remarquer en outre:

1. Enceinte non accessible, ventilée

Pour les travaux, l'enceinte est ouverte et le fluide frigorigène peut s'échapper dans le local.

- Installation dans le local technique
 - Tenir compte des exigences posées à la ventilation dans le local technique (SUVA 66139 et SN EN 378-2, points 6.2.15 et 6.2.14).
- Installation dans la zone d'accès
 - Ne peuvent être utilisés que si la quantité maximale autorisée n'est pas dépassée (voir page 21).
 - Tenir compte des exigences posées à la ventilation (SUVA 66139 et SN EN 378-2, points 6.2.15 et 6.2.14).

2. Enceinte accessible, ventilée

Pour les travaux, l'enceinte est fermée et le fluide frigorigène ne peut pas s'échapper dans le local.

- Installation dans le local technique
 - À traiter comme un local technique.
- Installation dans la zone d'accès
 - À traiter comme un local technique.

Lieu d'installation à l'air libre

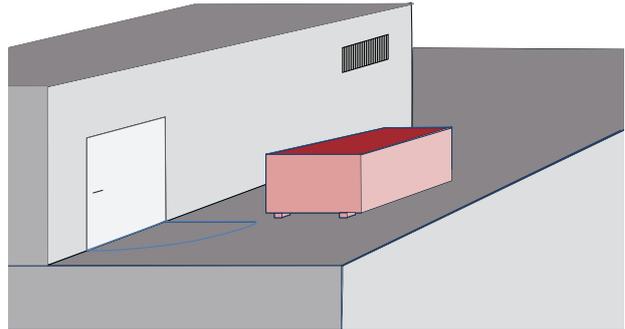
Si le système de réfrigération est installé à l'extérieur, les points suivants doivent être respectés:

- Dans le cas d'une fuite, le fluide frigorigène ne doit pas s'infiltrer dans les écoulements d'eau, les ouvertures de ventilation. (p. ex. gaine d'amenée d'air) via des portes ou des ouvertures de toit. (4.2)
- Si du fluide frigorigène échappé s'accumule (p. ex. placement dans une cavité accessible), il y a lieu de respecter d'autres
- exigences telles que ventilation, détecteurs de gaz etc. (4.2)

- Une surveillance technique avec dispositif automatique d'alarme est nécessaire pour les installations contenant plus de 25 kg de fluides frigorigènes (avec fluides frigorigènes stables dans l'air) (OFEV, Aide à l'exécution 4.4.3)

Pour plus de détails, se reporter à la norme SN EN 378-3: 4.2

Lieu d'installation à l'air libre



Installations électriques dans les locaux dans lesquels des fluides frigorigènes inflammables A2L sont utilisés

Il convient de garantir qu'en cas de sortie du fluide frigorigène l'installation électrique dans le local est mise hors tension. Pour les installations conçues

- conformément à SN EN 378:
 - dès que la concentration des fluides frigorigènes dépasse de 25% la limite d'explosion inférieure (valeur LIE) dans le local, l'installation électrique doit être mise hors tension.
- conformément au Feuillelet technique SUVA 66139:
 - dès que la concentration des fluides frigorigènes dépasse de 20% la limite d'explosion inférieure (valeur LIE) dans le local, l'installation électrique doit être mise hors tension.

Les éléments électriques qui restent sous tension (p. ex. éclairage de secours ou ventilateurs) doivent être protégés contre l'explosion. Il faut en tenir compte aussi en particulier en cas de climatisation de chambres d'hôtel directement refroidies avec des installations VRV-DRV avec des fluides frigorigènes inflammables.



Comment déterminer la quantité maximale autorisée de fluides frigorigènes?

Selon la classification et de l'emplacement des parties frigorifiques, la quantité maximale (toxicité et protection incendie) de fluides frigorigènes peut être limitée. Les 5 étapes suivantes montrent le chemin à suivre pour déterminer la quantité maximale de remplissage.

1. À quelle classe de sécurité le fluide frigorigène appartient-il?

La classe de sécurité (voir page 5) montre la toxicité (A ou B) et l'inflammabilité (1, 2L, 2 ou 3) du fluide frigorigène.



2. Qui a accès au bâtiment?

La norme SN EN 378-1 (chapitre 4.2.5) distingue trois différentes zones d'installation et/ou d'accès (locaux, parties du bâtiment, bâtiment).

Catégorie a) Accès général: Emplacement dans lequel séjourne un nombre incontrôlé de personnes. Celles-ci ne sont pas familiarisées avec les mesures de sécurité. Exemples: hôpitaux, supermarchés, écoles, hôtels, auberges, appartements etc.

Catégorie b) Accès surveillé: Emplacement où ne séjourne qu'un nombre déterminé de personnes. Au moins l'une d'entre elles est familiarisée avec les mesures de sécurité. Exemples: locaux de bureaux ou commerciaux, laboratoires etc.

Catégorie c) Accès réservés: Accès uniquement pour les personnes autorisées. Celles-ci sont familiarisées avec les mesures de sécurité. Exemples: entreprises de production (produits alimentaires, chimie, laiteries, abattoirs), zone non publique des supermarchés etc.



3. Où se trouvent les composantes frigorigènes?

Dans le cas du lieu d'installation de l'installation frigorifique ou des éléments conducteurs de fluide frigorigène, il convient de distinguer les quatre classes suivantes:

Classe I, tout dans la zone de séjour des personnes: L'installation frigorifique ou les éléments conducteurs de fluide frigorigène se trouvent dans la zone de séjour des personnes.

Classe II, tous les compresseurs et réservoirs de pression se trouvent dans le local technique ou à l'air libre. La conduite, l'évaporateur, les vannes peuvent se trouver dans la zone de séjour des personnes.

Classe III, tout dans le local technique ou à l'air libre: Tous les éléments conducteurs de fluide frigorigène se trouvent dans un local technique ou à l'air libre.

Classe IV, enceinte ventilée: Tous les éléments conducteurs de fluide frigorigène se trouvent dans une enceinte ventilée.



4. Quelle est la grandeur du local?

Le volume net, est défini par le local le plus petit dans lequel se trouve des composants frigorifiques et où séjournent des personnes. (SN EN 378-1, chapitre 7)



5. Détermination de la charge maximale de remplissage

Les exigences posées aux valeurs limites de la quantité de remplissage de fluides frigorigènes figurent dans les valeurs mentionnées dans le tableau de la norme SN EN 378-1:

1. Base de toxicité voir tableau C1

2. Base d'inflammabilité voir tableau C2

La plus petite valeur des deux détermine la quantité de remplissage maximale autorisée.

Important: La charge de remplissage maximale est une prescription technique de sécurité. Elle peut être renforcée par les prescriptions environnementales telle que l'ORRChim.

Substitution du fluide frigorigène

Substitution de fluides frigorigènes qui ne sont plus autorisés

Les installations fonctionnant avec un fluide frigorigène qui ne doit plus être utilisé (p. ex. R22) peuvent continuer à être exploitées si elles sont étanches. Dans le cas d'une perte de fluide frigorigène (p. ex. par une fuite), celui-ci doit être intégralement récupéré et remplacé par un fluide frigorigène autorisé. L'âge de l'installation ainsi que les réparations prévisibles sont déterminants dans la décision de savoir si une conversion doit être envisagée ou si l'installation doit être remplacée.

Règle empirique

- Toujours envisager un substitut à l'installation dans le cas d'un système d'eau glacée âgé de plus de 10 ans.
- Dans le cas des installations de climatisation (en dessous de 80 kW), toujours envisager un substitut de l'installation.

Remplacement d'installations

Il est intéressant de planifier suffisamment tôt un remplacement prévisible d'une installation, afin d'empêcher une panne totale et des interruptions de fonctionnement. Une acquisition avec la garantie de performance froid assure des installations de froid de climatisation sûres, bien dimensionnées et rentables.

Conversion pour le fonctionnement avec un fluide frigorigène de substitution

La conversion pour le fonctionnement avec un fluide frigorigène de substitution approprié exige éventuellement des adaptations dans le circuit frigorifique ainsi que le remplacement de l'huile de la machine frigorifique et des vannes d'injection. Le système frigorifique doit en outre être rincé et nettoyé. Dans le cas le plus complexe le remplacement du compresseur peut être nécessaire.

Transformation de l'installation

Lorsque le compresseur doit être remplacé, il convient toujours de vérifier si l'installation transformée est désormais classifiée comme une nouvelle installation ou comme une installation existante. En fonction de cela, les prescriptions des nouvelles installations frigorifiques ou des installations frigorifiques existantes s'appliqueront. Les modifications suivantes n'impliquent généralement pas de réévaluation:

- les réparations, y compris le remplacement à l'identique des composants existants défectueux;
- le remplacement à l'identique de l'intégralité de l'installation sous garantie;
- le déplacement de quelques mètres d'une installation à son emplacement; et
- le remplacement du fluide frigorigène par un autre fluide frigorigène, y compris le remplacement de petites pièces telles que des joints ou des vannes d'expansion, lorsque ni le compresseur, ni le condenseur, ni l'évaporateur de l'installation ne sont modifiés.

Les détails à ce sujet peuvent être consultés dans l'Aide à l'exécution de l'OFEV (point 2.3.6).

Exceptions dans les transformations pour améliorer l'efficacité énergétique

Les mesures permettant d'accroître significativement l'efficacité énergétique des installations ne conduisent pas à une réévaluation de l'installation frigorifique. Cela concerne notamment:

- l'installation d'un compresseur avec convertisseur de fréquence
- l'ajout pour l'utilisation de la chaleur du circuit secondaire
- l'installation d'un sous-refroidisseur de fluide frigorigène
- le remplacement de l'évaporateur ou du condenseur par des composants plus efficaces sur le plan énergétique
- l'installation d'une vanne d'expansion électronique

Attention: Cette réglementation n'est pas applicable aux installations contenant des fluides frigorigènes avec un PRG de plus de 1500 (p. ex. R410A ou 407C). Les détails à ce sujet peuvent être consultés dans l'Aide à l'exécution de l'OFEV (point 2.3.6).

Informatins

Normes, directives, prescriptions

- Ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim), RS 814.81, annexe 2.10
- Installations contenant des fluides frigorigènes: du concept à la mise sur le marché, Aide à l'exécution concernant les réglementations relatives aux installations de réfrigération et de climatisation ainsi qu'aux pompes à chaleur fonctionnant avec des fluides frigorigènes stables dans l'air, OFEV 2020
- Dérogation de l'OFEV «Formulaire de demande de dérogation pour installation frigorifique», www.bafu.admin.ch
- Loi sur l'énergie – Modèle de prescriptions des cantons dans le domaine de l'énergie (MoPEC)
- Directive sur le stockage et la gestion de l'ammoniac (CFST n° 6507), Directive CFST n° 6517 «Gaz liquéfiés»
- Remise en état des installations aérauliques, Commission fédérale pour la coordination de la sécurité au travail (CFST)
- Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur (SUVA 66139)
- Exigences en matière de sécurité et d'environnement pour les installations frigorifiques et les pompes à chaleur SN EN 378-1 à 378-3, et partie Maintenance de la norme SN EN 378-4
- Ordonnance sur la sécurité des équipements sous pression, RS 819.121 (1.7.2015)
- Maintenance: article 58 CO (responsabilité du propriétaire de l'ouvrage)

Informations complémentaires

- Bitzer, Kältemittelrapport 20
- Caisse nationale d'assurance en cas d'accidents (CNA)

Liens

- Office fédéral de l'environnement OFEV: sur la gestion des fluides frigorigènes: www.bafu.admin.ch → Thèmes → Produits chimiques → Fluides frigorigènes
- Bureau suisse de déclaration des installations productrices de froid et des pompes à chaleur: www.bafu.admin.ch/communication-rp
- Programme de subvention pour un froid écologique, Fondation KLIK: www.klik.ch/froid
- Froid efficace:
 - Optimiser les installations frigorifiques
 - Construire les installations frigorifiques
 - Aides à la planification pour les installations frigorifiques: www.froidefficace.ch



Installations frigorifiques efficaces

Effizienz et rentabilité

Comment les exploitants d'installations frigorifiques et les spécialistes du froid peuvent-ils optimiser des installations frigorifiques existantes et planifier de nouvelles installations durables à l'aide de mesures pratiques? Voici un site offrant une multitude de documents et d'informations, destiné à tous ceux qui souhaitent renforcer leurs connaissances et leurs compétences dans le domaine de l'efficacité énergétique des installations frigorifiques: www.froidefficace.ch

Optimisation des installations frigorifiques

Réduisez vos charges par un froid efficace!

- Guide répertorient d'optimisation des installations frigorifiques
- Le contrôle annuel



Construction nouvelle d'installations frigorifiques

- Garantie de performance y compris document de base
- Aides à la planification pour les installations frigorifiques: www.froidefficace.ch



Remplacer son installation frigorifique

Tout ce que les maîtres d'ouvrage doivent savoir sur le remplacement économique de leur installation frigorifique. Avec des conseils pour savoir quoi faire en cas de panne et une liste de contrôle énumérant les principaux points à retenir pour le remplacement de l'installation.



Recommandations concernant le froid de climatisation: maintenance et énergie

Conseils aux exploitants pour renforcer la sécurité de fonctionnement.



Sources

Kältemittelrapport 18, 19 et 20, Bitzer Kühlmaschinenbau GmbH, Sindelfingen
ORRChim, Office fédéral de l'environnement, Berne, 2020
Der Kälteanlagenbauer, Karl Breidenbach, Verlag C. F. Müller, 2002
Taschenbuch der Kältetechnik, Pohlmann, VDE-Verlag, 2014
Photos: 123rf.com

SuisseEnergie

Office fédéral de l'énergie OFEN
Pulverstrasse 13
CH-3063 Ittigen
Adresse postale: CH-3003 Berne

Infoline 0848 444 444
infoline.suisseenergie.ch

suisseenergie.ch
energieschweiz@bfe.admin.ch
ch.linkedin.com/company/energieschweiz

Distribution:

publicationsfederales.admin.ch
Numéro d'article 805.405.F