

FROID DE  
CLIMATISATION

Campagne Froid efficace

# GUIDE DES FLUIDES FRIGORIGÈNES

POUR LES SPÉCIALISTES EN CHAUFFAGE,  
VENTILATION ET CLIMATISATION



**suisse energie**  
Notre engagement : notre futur.

# CONTENU

---

FLUIDES FRIGORIGÈNES – LE «FLUX VITAL» DE TOUTE INSTALLATION DE FROID DE CLIMATISATION.....	3
SIX FLUIDES FRIGORIGÈNES TYPIQUES .....	4
LES PRINCIPAUX FLUIDES FRIGORIGÈNES DANS LE DOMAINE DU FROID DE CLIMATISATION .....	5
EFFICIENCE DANS LE DOMAINE DU FROID DE CLIMATISATION ...	7
OÙ UTILISER QUEL FLUIDE FRIGORIGÈNE?.....	9
• Froid de climatisation de confort .....	10
• Froid de climatisation industriel .....	12
• Systèmes de chauffage et refroidissement .....	13
• Systèmes de climatisation VRV-DRV.....	14
MESURES DE CONSTRUCTION.....	16
SUBSTITUTION DU FLUIDE FRIGORIGÈNE.....	19
PLUS D'INFORMATIONS.....	20

## 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. Ce guide doit être considéré uniquement comme une aide à l'exécution en application de l'ORRChim<sup>1</sup> ainsi que des normes SN EN 378 (sécurité) ou SIA 382/1 (énergie). 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.

<sup>1</sup> 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 principalement 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 (HFC<sup>1</sup>) 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.

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

## FLUIDES FRIGORIGÈNES SYNTHÉTIQUES NON STABLES DANS L'AIR

Les nouveaux fluides frigorigènes HFO<sup>2</sup> 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.

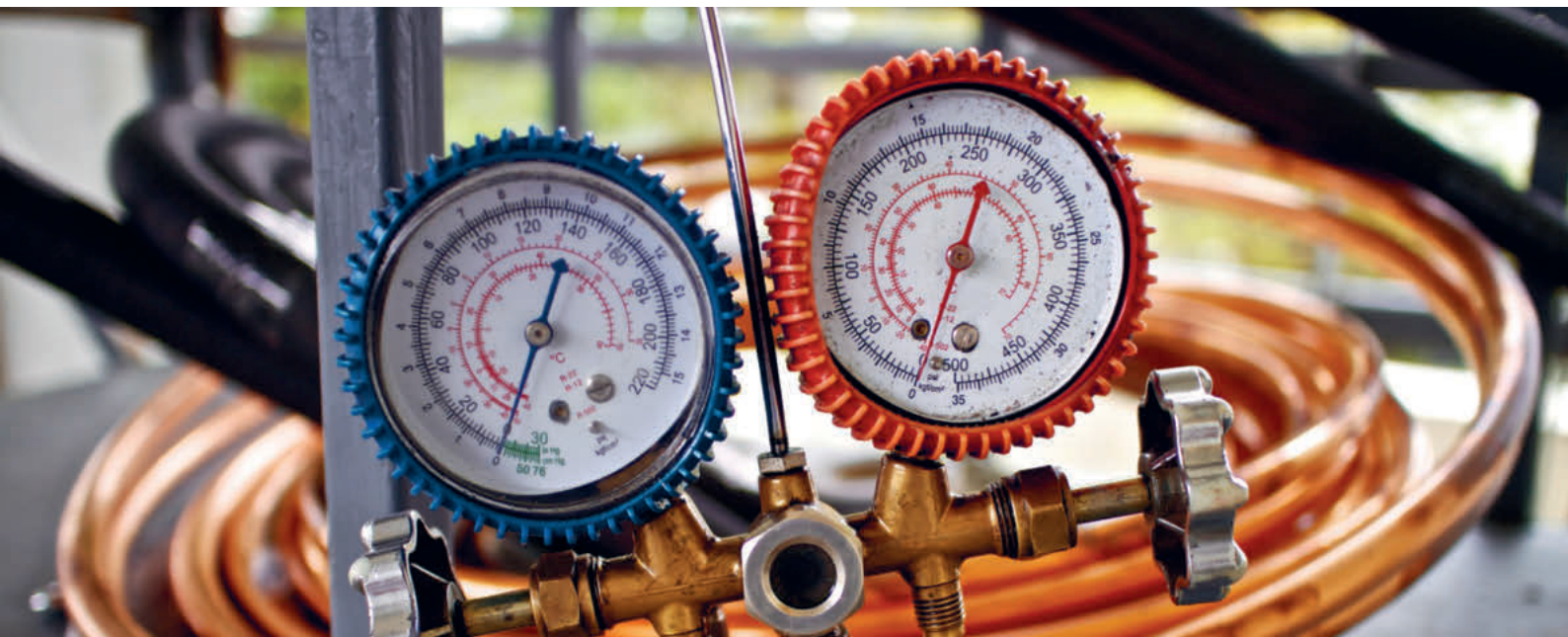
## DÉCLARATION OBLIGATOIRE

Les machines frigorifiques ou pompes à chaleur exploitées avec plus de 3 kg de fluide frigorigène stable dans l'air doivent être déclarées au Bureau suisse de déclaration des installations productrices de froid et des pompes à chaleur: [www.meldestelle-kaelte.ch](http://www.meldestelle-kaelte.ch).

## 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 HFO: hydrofluoroléfines (voir page 9)



# SIX FLUIDES FRIGORIGÈNES TYPIQUES

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

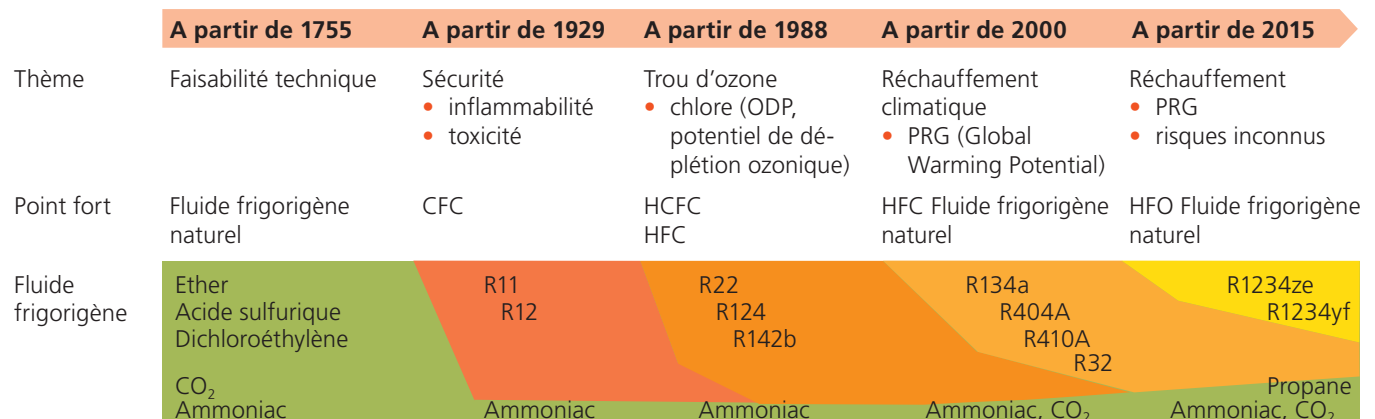
R134a	R290 (Propane)	R410A
Frigorigène synthétique, stable dans l'air	Frigorigène naturel	Frigorigène synthétique, stable dans l'air
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Frigorigène éprouvé</li> <li>+ Non inflammable<sup>1</sup></li> <li>+ Toxicité réduite</li> <li>- PRG élevé (1430)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Frigorigène éprouvé</li> <li>- Inflammabilité accrue</li> <li>+ Toxicité réduite</li> <li>+ PRG bas (3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Frigorigène éprouvé</li> <li>+ Non inflammable<sup>1</sup></li> <li>+ Toxicité réduite</li> <li>- PRG élevé (2090)</li> <li>- Pression élevée (30–35 bar)</li> </ul>
R717 (Ammoniac)	R744 (CO <sub>2</sub> )	R1234ze, R1234yf
Frigorigène naturel	Frigorigène naturel	Frigorigènes synthétiques, non stables dans l'air
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Frigorigène éprouvé</li> <li>- Faible inflammabilité</li> <li>- Toxicité accrue</li> <li>+ PRG bas (0)</li> <li>- domaine d'application commerciale à partir de 200 kW</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Frigorigène éprouvé</li> <li>+ Non inflammable<sup>1</sup></li> <li>+ Toxicité réduite</li> <li>+ PRG bas (1)</li> <li>- Pression élevée (80 à 90 bar)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aucune expérience à long terme pour l'instant</li> <li>- Faible inflammabilité</li> <li>+ Toxicité réduite</li> <li>+ PRG bas (4) ou (7)</li> </ul>

<sup>1</sup> Non inflammable signifie techniquement «aucune formation de flamme».

## 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 CO<sub>2</sub>, 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.



# LES PRINCIPAUX FLUIDES FRIGORIGÈNES DANS LE DOMAINE DU FROID DE CLIMATISATION

Fluides frigorigènes	PRG	Puissance frigorifique rapportée au débit volumique kJ/m <sup>3</sup>	Plage de température d'une utilisation économique des rejets thermiques °C	Valeur limite pratique kg/m <sup>3</sup>	Classe de sécurité (page 16)	Toxicité	Inflammabilité
	[1]	[2]	[3]	[4]	[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	1430	2050	30–40 (max. 75)	0.25	A1	faiblement toxique	non inflammable
R407C	1770	3000	30–40 (max. 55)	0.31	A1	faiblement toxique	non inflammable
R410A	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.
R454A	466	1600	30–40 (max. 75)	0.061	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	7	1550	30–40 (max. 85)	0.061	A2L	faiblement toxique	faiblement inflamm.
R1234yf	4	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	0	3650	30–40 (max. 80)	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 <sub>2</sub>	1	8500	30–60 (max. 90) [8]	0.1	A1	faiblement toxique	non inflammable

[1] PRG = Potentiel de réchauffement global (potentiel d'effet de serre), Source: IPCC IV, 2007, Assessment report

[2] Valeurs valables pour  $t_o = 0^\circ\text{C}$ ,  $t_c = 40^\circ\text{C}$

[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).

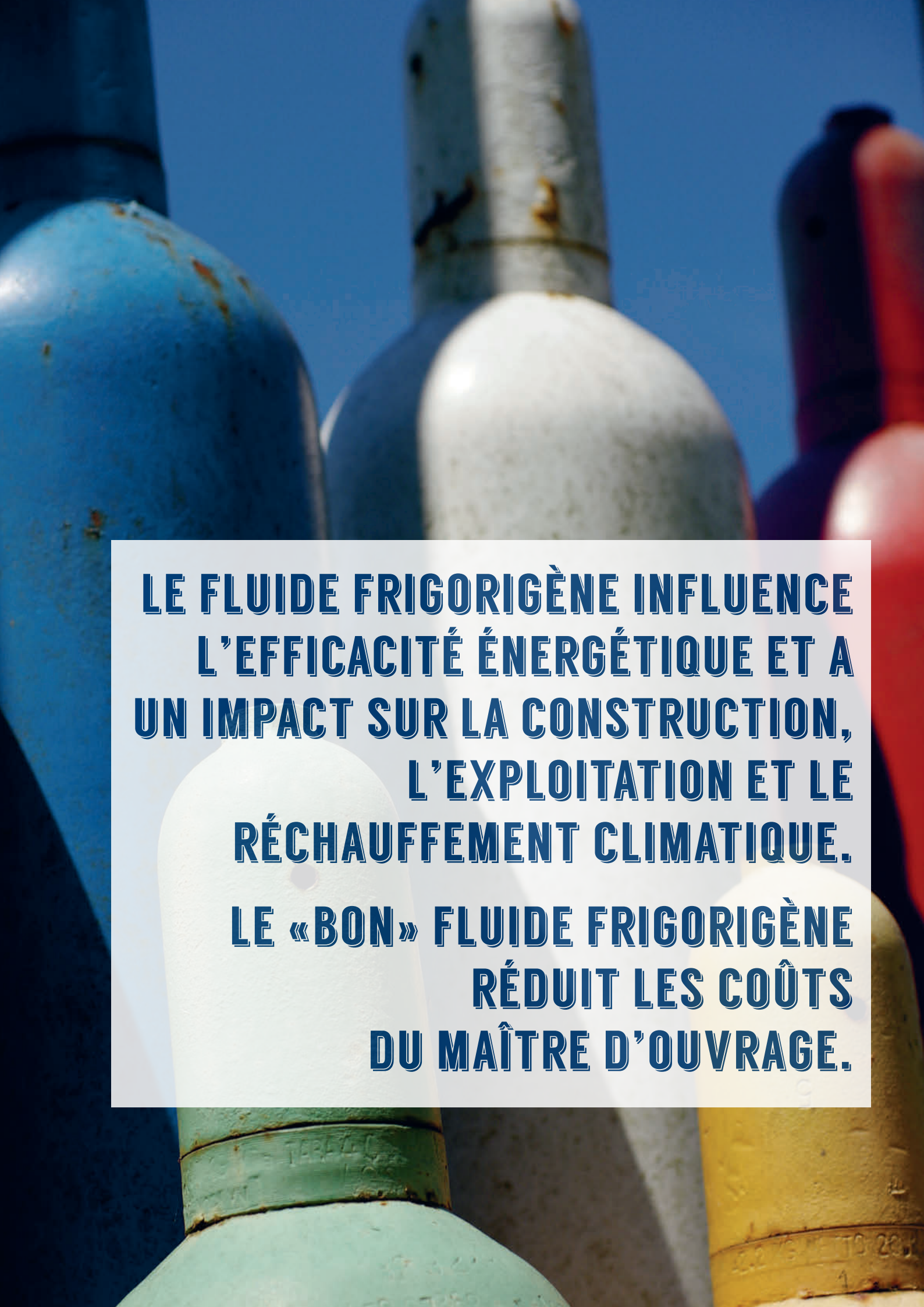
[4] La valeur limite pratique permet de calculer la concentration maximale dans une zone de séjour de personnes. Selon la valeur la plus élevée, la toxicité ou l'inflammabilité influence la valeur limite pratique (voir annexe C, SN EN 378-1). En présence de prescriptions nationales ou régionales plus 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 (pas d'inflammabilité)  
faiblement inflammable = classe 2 (faible inflammabilité)  
hautement inflammable = classe 3 (plus haute inflammabilité)

[8] Pour le CO<sub>2</sub>, 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).



**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.**

# EFFICIENCE DANS LE DOMAINE DU FROID DE CLIMATISATION

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

## EFFICIENCE ET PRODUCTION FRIGORIFIQUE VOLUMIQUE

La puissance frigorigène d'un fluide frigorigène, rapportée au débit volumique, n'indique que la taille du compresseur. Un fluide frigorigène possédant une puissance frigorigène élevée, rapportée au débit volumique, ne doit pas être plus efficace 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 frigorigène 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'EFFICIENCE: LA TEMPÉRATURE DE L'EAU GLACÉE ET LA TEMPÉRATURE DE CONDENSATION.

### UN LEVIER POUR PLUS D'EFFICIENCE

Pour réaliser une installation de froid de climatisation efficace, il faut pouvoir exploiter cette installation correctement et conformément aux besoins. Lorsque le choix du fluide frigorigène permet des augmentations d'efficacité 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'efficacité de presque 100 %.

\* Base de calcul: température de condensation ( $t_c$ ) 35°C, différence de température, sortie eau glacée et température d'évaporation < 5K. (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).

\*\* Avec une température de condensation de 30°C ( $t_c = 30^\circ\text{C}$ ) et une température d'évaporation de 18°C ( $t_e = 18^\circ\text{C}$ ), le compresseur arrive à ses limites de fonctionnement (rapports de pression).

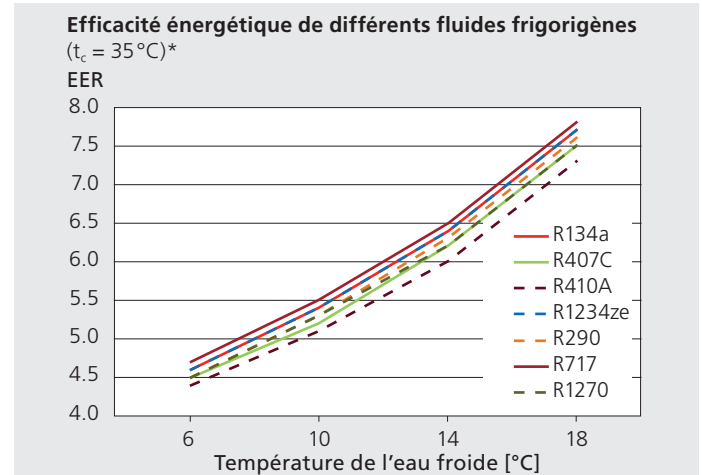


Illustration 1: Efficacité énergétique EER (uniquement compresseur) avec différents fluides frigorigènes à différentes températures de l'eau glacée.

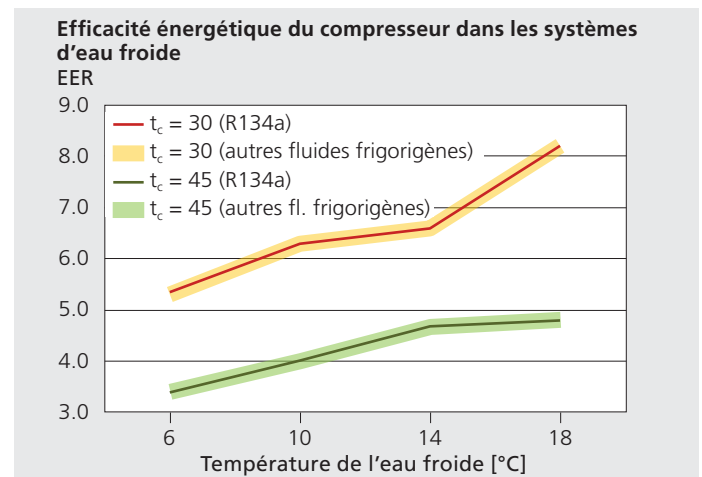


Illustration 2: Efficacité énergétique d'un compresseur (EER) dans un système d'eau froide à différentes températures d'eau froide. Plus la différence de température est petite, plus l'installation de climatisation est efficace.

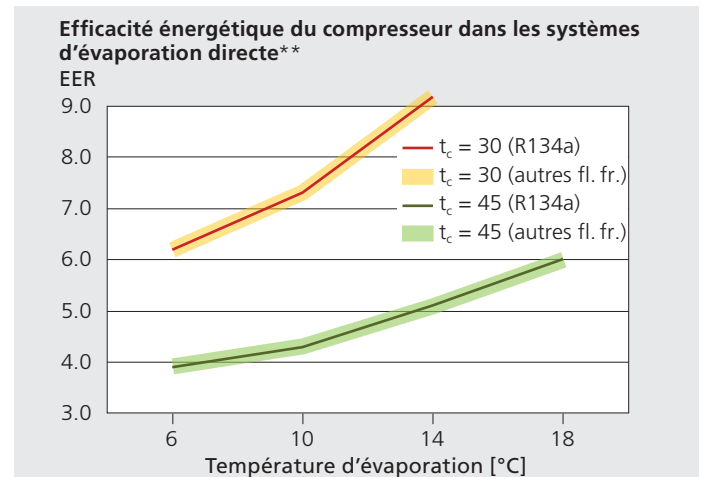


Illustration 3: Efficacité énergétique d'un compresseur (EER) d'un évaporateur direct à différentes températures d'évaporation. Plus la différence de température est petite, plus l'installation de climatisation est efficace.





# OÙ UTILISER QUEL FLUIDE FRIGORIGÈNE?

L'Ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim) détermine quel fluide frigorigène (en fonction de la durée de séjour dans l'air et du PRG) peut être utilisé dans quelles installations (en fonction de la puissance frigorifique nécessaire). 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. Ceux avec un PRG inférieur à 1900, ceux entre 1900 et 4000 et ceux avec un PRG de plus de 4000. Ce document représente la limite entre non stable et stable avec le point « $P_{(NS-S)}$ ». <sup>1</sup> Le graphique ci-dessous illustre ces limites et montre quelques fluides frigorigènes importants dans les zones décrites.

## PUISSANCE FRIGORIFIQUE $Q_0$

La puissance frigorifique  $Q_0$  mentionnée dans l'ORRChim correspond à la puissance frigorifique utile d'une installation lors de la

consommation de pointe. Une installation frigorifique comprend toutes les machines et circuits de froid satisfaisant aux critères suivants:

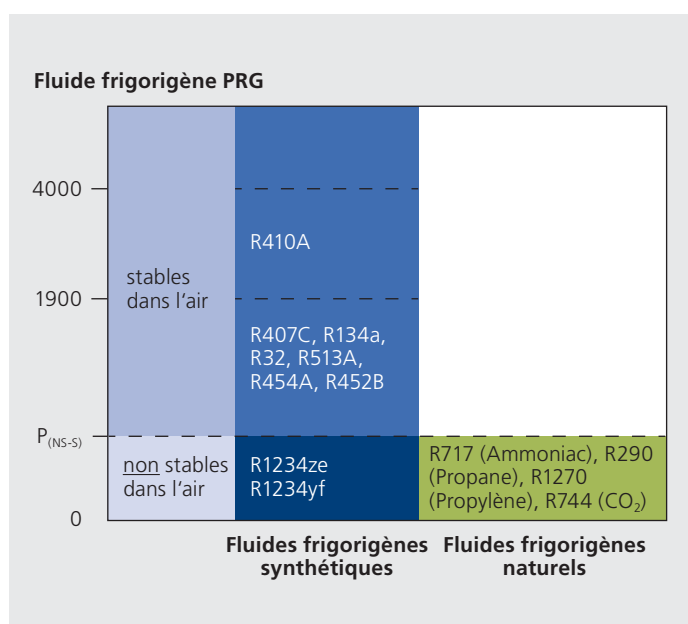
- les critères 1 et 2, ainsi que
- le critère 3 ou 4:
  1. les machines ou les circuits de froid sont exploités par le même propriétaire
  2. ils fonctionnent à un niveau de température similaire (différence  $\leq 4$  K)
  3. ils peuvent être installés dans le même local technique ou dans un local voisin
  4. leurs consommateurs de froid se trouvent dans le même bâtiment ou peuvent être alimentés par le même circuit de froid

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

## 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 20).

<sup>1</sup> Point « $P_{(NS-S)}$ »: NS = non stables, S = stables



## QUELQUES ABRÉVIATIONS

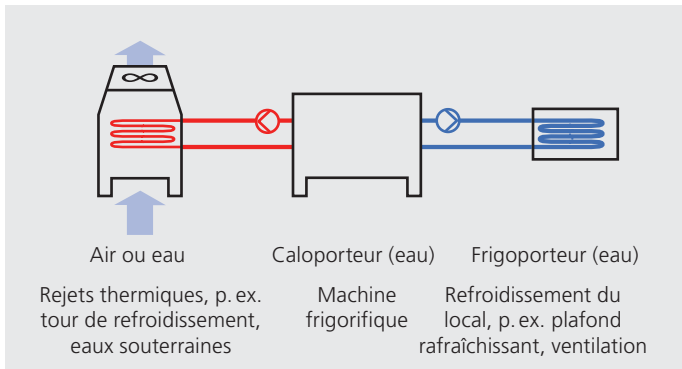
- R410A** R signifie Refrigerant (anglais), 410A désigne la composition chimique du fluide frigorigène
- Gaz F** Les gaz F sont des gaz à effet de serre fluorés avec un effet important sur le climat. Les gaz F comprennent entre autres les HFC et PFC
- PRG** Potentiel de réchauffement global (potentiel d'effet de serre)
- HC** hydrocarbures, p. ex. Propane, Isobutane, Propène
- HFC** Les hydrocarbures partiellement fluorés ne contiennent pas de chlore mais sont néanmoins nocifs pour le climat (PRG)
- PFC** Perfluorocarbures
- HFO** Hydrofluoroléfines, également appelées fluides frigorigènes à faible PRG

## FLUIDES FRIGORIGÈNES AUTORISÉS DANS LE FROID DE CLIMATISATION DE CONFORT

Les installations de froid de climatisation dédiées au confort servent à la climatisation saisonnière de bâtiments pour l'agrément des personnes (p. ex. immeubles d'exploitation commerciaux ou de bureaux, bâtiments administratifs, bâtiments dotés de salles de réunion, hôtel etc.). Pour la climatisation saisonnière, on considère une période d'exploitation de la machine frigorifique de max. 8 mois par an.

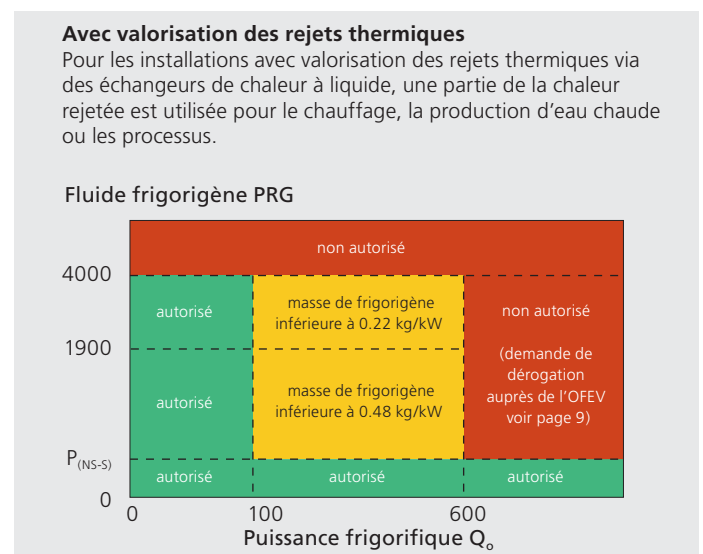
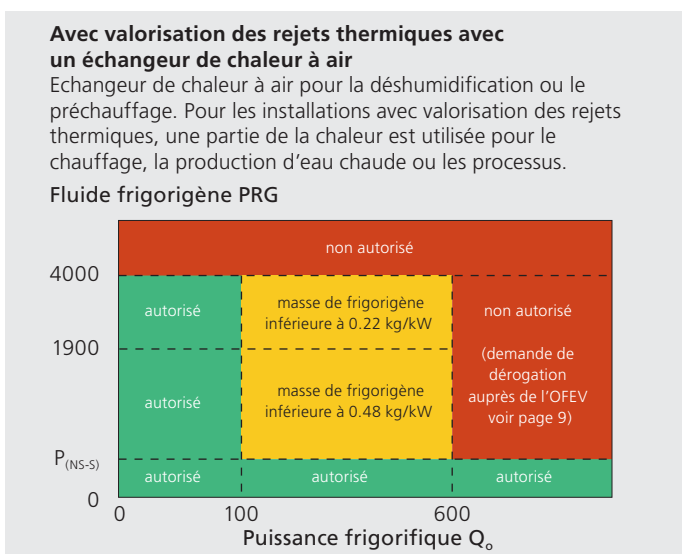
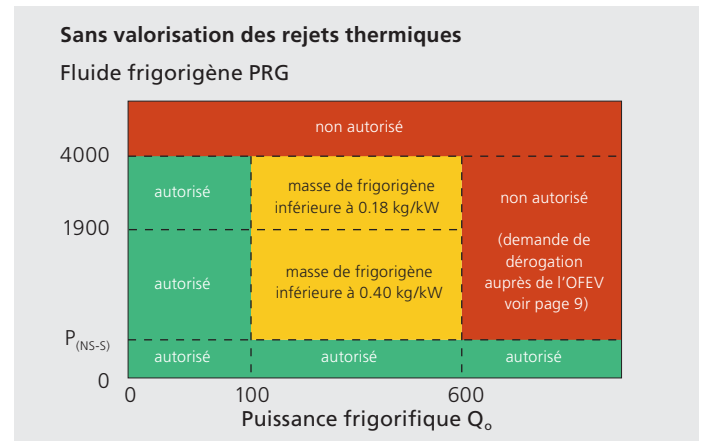
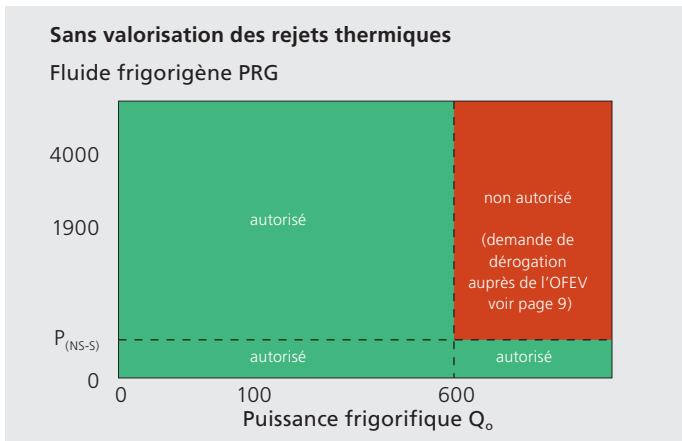
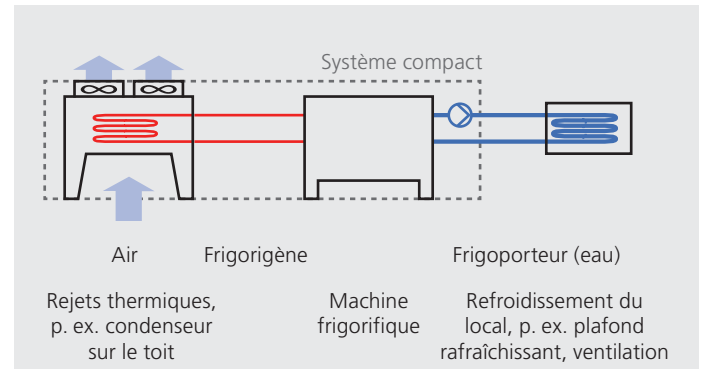
### INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES REFROIDIES À L'EAU

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.



### 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).

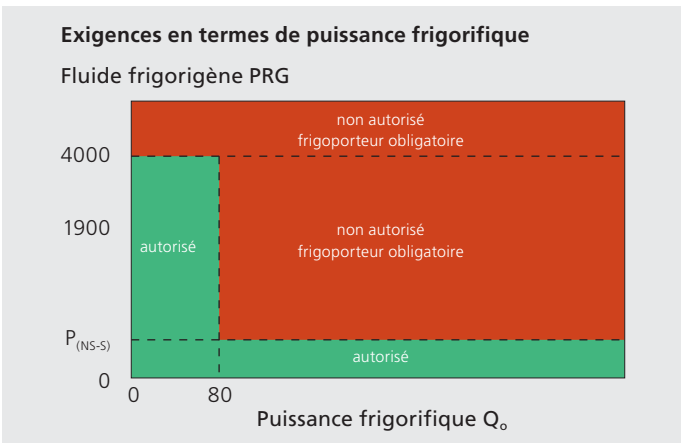
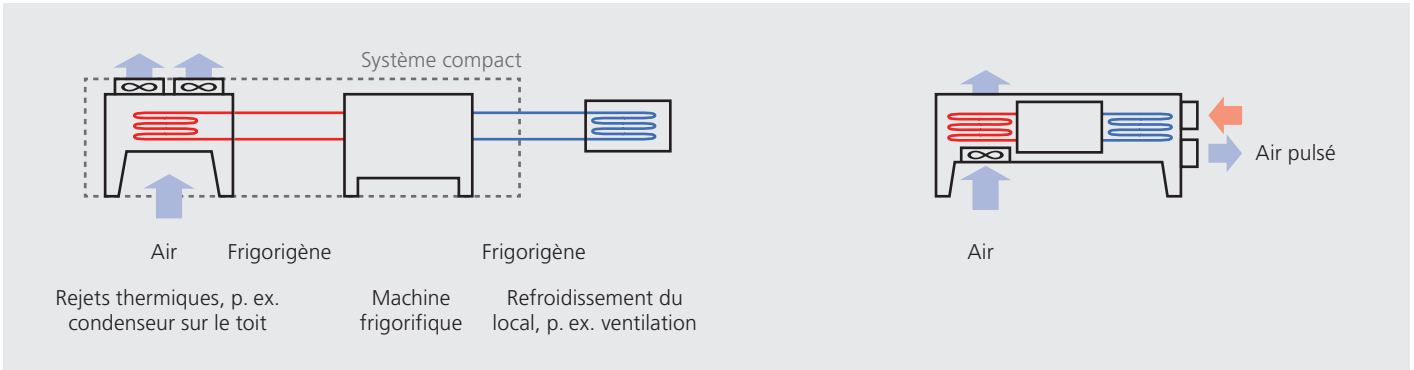


**Remarque:** Ces installations possèdent de plus importantes quantités de fluides frigorigènes que celles sans récupération des rejets thermiques; elles doivent donc satisfaire à des exigences plus sévères.

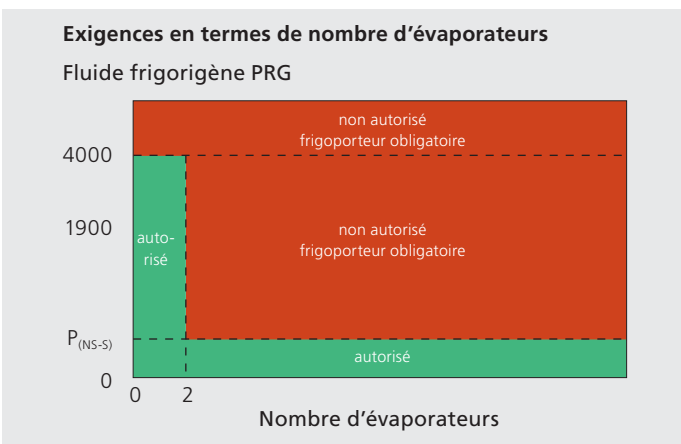
## INSTALLATIONS FRIGORIQUES AVEC ÉVAPORATEURS À DÉTENTE DIRECTE

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 DE FROID MAX. EST DE 80 KW OU LORSQUE L'INSTALLATION COMPREND AU MAX. TROIS ÉVAPORATEURS (REFROIDISSEUR D'AIR).**

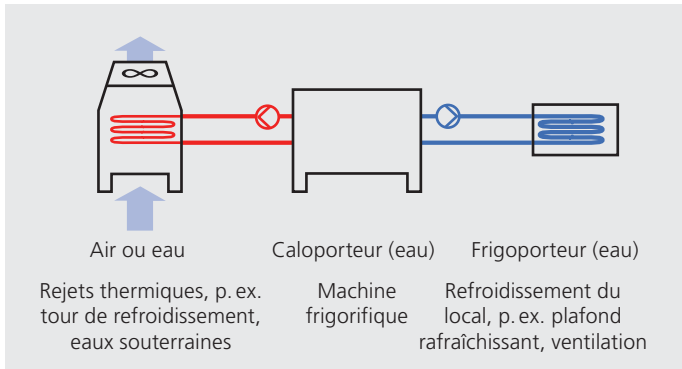


## FLUIDES FRIGORIGÈNES AUTORISÉS DANS LE FROID DE CLIMATISATION INDUSTRIEL

Le froid de climatisation industriel comprend les installations de conditionnement d'air dans l'industrie (p. ex. salles de production ou laboratoires) et dans l'industrie de production, mais également dans les centres de calcul et dans les hôpitaux.

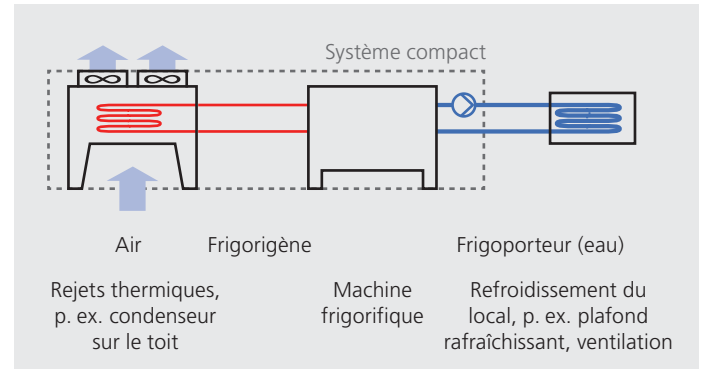
### INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES REFROIDIES À L'EAU

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.



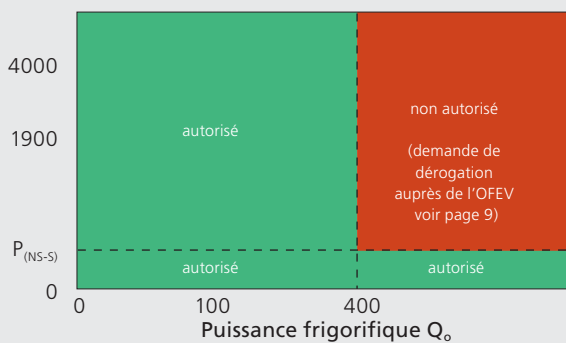
### INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES REFROIDIES À L'AIR

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



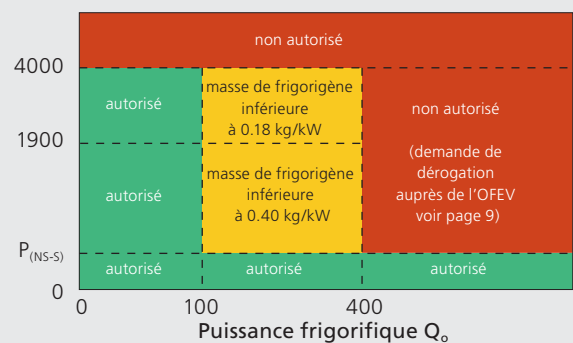
#### Sans valorisation des rejets thermiques

Fluide frigorigène PRG



#### Sans valorisation des rejets thermiques

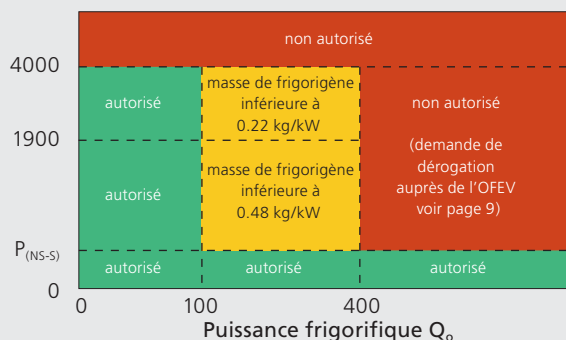
Fluide frigorigène PRG



#### 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 rejetée est utilisée pour le chauffage, la production d'eau chaude ou les processus.

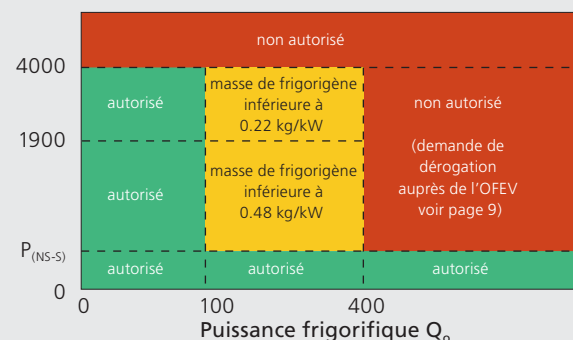
Fluide frigorigène PRG



#### 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, la production d'eau chaude ou les processus.

Fluide frigorigène PRG



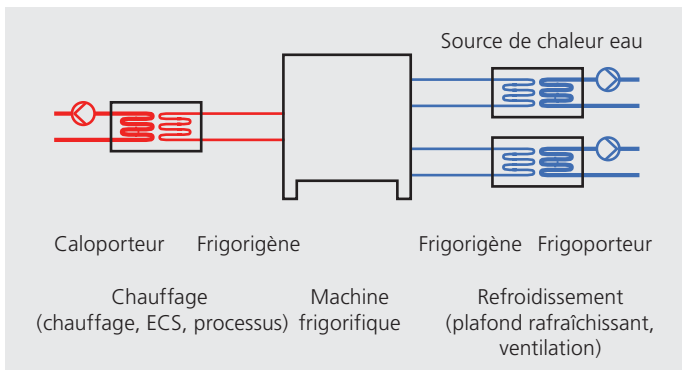
**Remarque:** Ces installations possèdent de plus importantes quantités de fluides frigorigènes que celles sans récupération des rejets thermiques; elles doivent donc satisfaire à des exigences plus sévères.

## FLUIDES FRIGORIGÈNES AUTORISÉS DANS LES SYSTÈMES DE CHAUFFAGE ET REFROIDISSEMENT

Les systèmes qui chauffent et refroidissent simultanément (appelés systèmes polyvalents) produisent de l'eau glacée pour la climatisation et de l'eau chaude pour le chauffage. Si les rejets thermiques produits par le mode de refroidissement (p. ex. en été) ne peuvent pas être utilisés pour le chauffage, ils sont alors évacués à l'air extérieur via un condenseur refroidi à l'air, ou nappes phréatiques via un condenseur refroidi à l'eau.

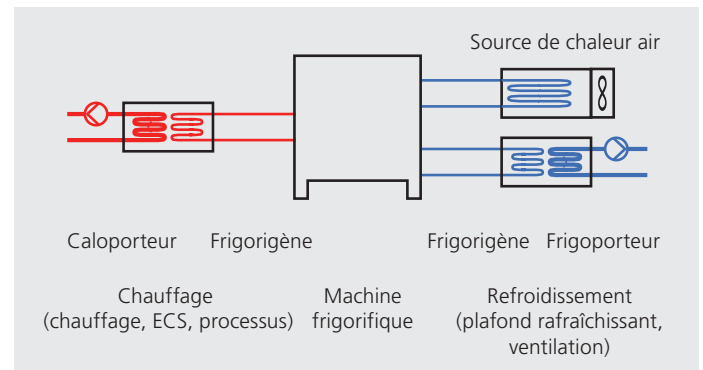
### SYSTÈMES POLYVALENTS: SOURCE DE CHALEUR, L'EAU

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



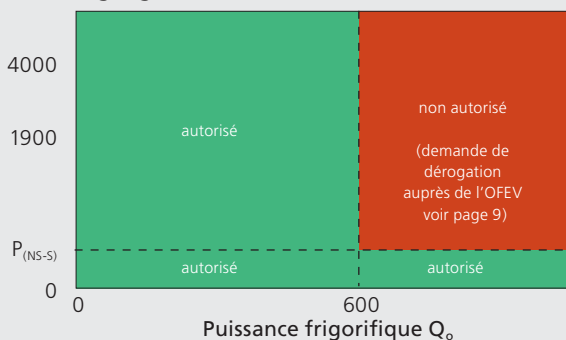
### SYSTÈMES POLYVALENTS: SOURCE DE CHALEUR, L'AIR

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



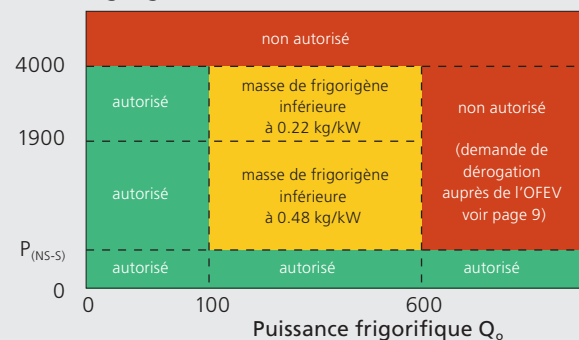
#### Eau uniquement pour les installations de production de froid de confort

Fluide frigorigène PRG



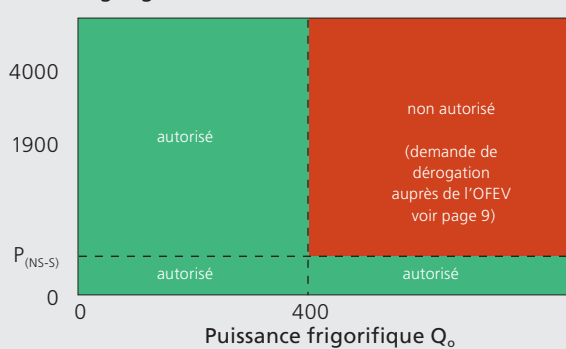
#### Avec 1 échangeur refroidi à l'air pour évacuation de la chaleur perdue

Fluide frigorigène PRG



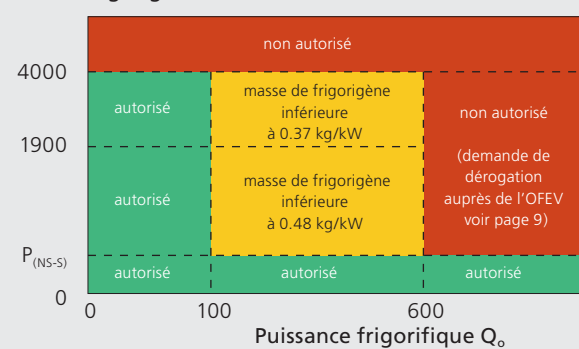
#### Eau uniquement dans les installations de production de froid industrielle

Fluide frigorigène PRG



#### Avec 2 échangeurs ou plus refroidis à l'air pour évacuation de la chaleur perdue

Fluide frigorigène PRG



## FLUIDES FRIGORIGÈNES AUTORISÉS DANS LES SYSTÈMES DE CLIMATISATION VRV-DRV

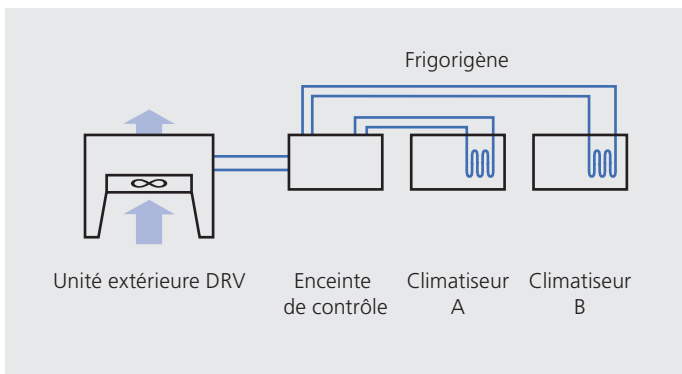
Les systèmes de climatisation VRV-DRV permettent, au sein du même bâtiment, de chauffer et de refroidir les différentes zones du bâtiment selon le besoin, et de récupérer la chaleur. L'appareil extérieur (unité compresseur-condenseur) fournit, via un système de conduites rempli de fluide frigorigène, 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.

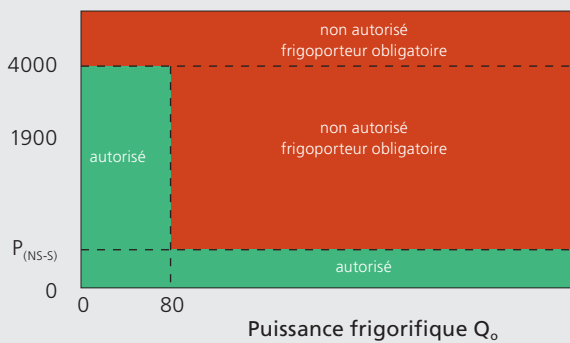
- DRV: Variable Refrigerant Flow  
= débit volumique de réfrigérant variable
- VRV: Variable Refrigerant Volume  
= volume de fluide frigorigène variable

**DANS LES SYSTÈMES DE CLIMATISATION VRV-DRV AVEC PLUS DE 40 UNITÉS D'ÉVAPORATEURS OU UNE PUISSANCE DE PRODUCTION DE FROID SUPÉRIEURE À 80 KW, LE FROID DOIT ÊTRE DISTRIBUÉ PAR UN CIRCUIT FRIGOporteur.**

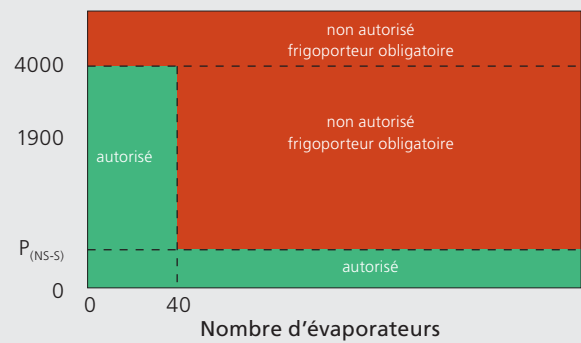


Les exigences en puissance frigorifique  $Q_0$  et celles selon le nombre d'évaporateurs doivent être satisfaites

Fluide frigorigène PRG



Fluide frigorigène PRG



## 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
- Éventuellement nécessité de surveiller les fluides frigorigènes dans l'accès aux personnes (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 et de froid (mélange eau-glycol).

#### Avantages

- Solution efficace
- Faible quantité de remplissage en fluides frigorigènes
- Il n'est pas nécessaire de surveiller la toxicité dans l'accès aux personnes

#### Inconvénient

- Coûts plus élevés



# 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 3.

Selon l'endroit les composants frigorifiques, la norme SN EN 378-3 exige différentes mesures de sécurité. À cet égard, on distingue les emplacements suivants:

1. à l'air libre
2. dans le local technique
3. dans un local où des personnes séjournent (zone de séjour des personnes)
4. dans n'importe quel local sans séjour de personnes
5. dans un boîtier ventilé

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 tempête)  
→ Détails voir SN EN 378-2, points 6.2.14 et 6.2.15
- 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

## INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES DANS LES LOCAUX DANS LESQUELS DES FLUIDES FRIGORIGÈNES INFLAMMABLES SONT UTILISÉS

Il convient de garantir qu'en cas de sortie du fluide frigorigène l'installation électrique dans le local est mise hors tension. Cela doit être le cas dès que la concentration des fluides frigorigènes dépasse de 25 % la limite d'explosion inférieure (valeur LIE) dans le local. 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 par exemple en cas de climatisation de chambres d'hôtel directement refroidies avec des installations VRV-DRV avec des fluides frigorigènes inflammables.

## ENVELOPPE

On distingue les enveloppes suivantes:

**Enveloppe non praticable:** Pour les travaux, l'enveloppe est ouverte et le fluide frigorigène peut s'échapper dans le local.

**Enveloppe praticable:** Pour les travaux, l'enveloppe est fermée et le fluide frigorigène ne peut pas s'échapper dans le local.

### 1. ENVELOPPE SANS VENTILATION

Dans les installations contenant des fluides frigorigènes A1, dans une enveloppe sans ventilation, la quantité maximale autorisée (toxicité) ne doit pas être dépassée dans le local de l'installation.

→ voir page 18, tableau C1, SN EN 378-1

### 2. ENVELOPPE VENTILÉE

Installations dans une enveloppe contenant des fluides frigorigènes inflammables (p. ex. A2L) doivent pouvoir être ventilées vers l'extérieur. Il faut remarquer en outre:

#### Installation à l'air libre

→ Exigences, voir page 17 en bas

#### Installation dans le local technique

- Enveloppe ventilée non praticable  
→ Tenir compte des exigences posées à la ventilation dans le local technique (SN EN 378-2, points 6.2.15 et 6.2.14).
- Enveloppe ventilée praticable  
→ À traiter comme un local technique.

#### Installation dans la zone de séjour de personnes

- Enveloppe ventilée non praticable  
→ Ne peuvent être utilisés que si la quantité maximale autorisée n'est pas dépassée (voir page 18).  
→ Tenir compte des exigences posées à la ventilation (SN EN 378-2, points 6.2.15 et 6.2.14).
- Enveloppe ventilée praticable  
→ À traiter comme un local technique.



## 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.<sup>1</sup> 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 normes et directives mentionnées dans SN EN 378 (avant-propos national) sont à respecter.

### AIR ET VENTILATION

Le local technique doit être suffisamment approvisionné en air extérieur frais. (5.13.1)

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 canalisations 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. Le fluide frigorigène qui s'échappe ne doit pas pouvoir s'infiltrer dans d'autres locaux. (5.2)

### 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 tempête). (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 d'1 h. (5.12.1)

Si la quantité de remplissage du fluide frigorigène de la classe de sécurité A2L dépasse la valeur limite pratique autorisée ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), 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. (5.14.5)

<sup>1</sup> En cas de doute, il convient de toujours faire appel aux textes originaux correspondants de la norme SN EN 378.

### LIEU D'INSTALLATION À L'AIR LIBRE

- Dans le cas d'une fuite, le fluide frigorigène ne doit pas s'infiltrer dans les ouvertures de ventilation (p. ex. canal 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 praticable), 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. (OFEV, Aide à l'exécution 4.4.3)

## COMMENT DÉTERMINER LA QUANTITÉ MAXIMALE AUTORISÉE DE FLUIDES FRIGORIGÈNES?

Selon l'utilisation de l'enveloppe et l'emplacement des parties frigorigènes, 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.

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

### 1. À QUELLE CLASSE DE SÉCURITÉ LE FLUIDE FRIGORIGÈNE APPARTIEN-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 Passage public:** 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 public limité:** 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 contrôlé de personnes:** 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.

## CONCERNANT LES INSTALLATIONS CONTENANT LES FLUIDES FRIGORIGÈNES A1 OU A2L, QUI SONT PLACÉES DANS UN LOCAL TECHNIQUE OU À L'AIR LIBRE, IL N'Y A PAS DE LIMITATION DE LA QUANTITÉ DE REMPLISSAGE POUR DES RAISONS DE SÉCURITÉ.

### 3. OÙ SE TROUVENT LES COMPOSANTES FRIGORIGÈNES?

Dans le cas du lieu d'installation de l'installation frigorigène 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 frigorigène 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 Enveloppe ventilée:** Tous les éléments conducteurs de fluide frigorigène se trouvent dans une enveloppe ventilée.

### 4. QUELLE EST LA GRANDEUR DU LOCAL?

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

### 5. DÉTERMINATION DE LA QUANTITÉ DE REMPLISSAGE MAXIMALE

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.

# 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.

## 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.

**Attention:** Si 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. Étant donné que, dans le cas d'une transformation d'une installation frigorifique, des points très différents influent sur la classification (modification de la puissance frigorifique, ampleur de l'intervention, remplacement ou non d'échangeurs de chaleur...), celle-ci doit être entreprise selon la situation avec l'aide à l'exécution de l'OFEV (guide voir page 20).

### REPLACEMENT 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.



# PLUS D'INFORMATIONS

## 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 2017
- Dérogation de l'OFEV «Formulaire de demande de dérogation pour installation frigorifique», [www.bafu.admin.ch](http://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, Directive CFST n° 6517 «Gaz liquéfiés»
- Remise en état des installations aérauliques, Commission fédérale pour la coordination de la sécurité au travail (CFST)
- 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 19
- 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](http://www.bafu.admin.ch) → Produits chimiques → Fluides frigorigènes
- Bureau suisse de déclaration des installations productrices de froid et des pompes à chaleur: [www.declaration-froid.ch](http://www.declaration-froid.ch)
- Programme de subvention pour un froid écologique, Fondation KLIK: [www.kaelteanlagen.klik.ch/fr](http://www.kaelteanlagen.klik.ch/fr)
- Campagne froid efficace: [www.froidefficace.ch](http://www.froidefficace.ch)

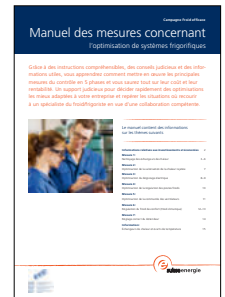
## EFFICIENCE ET RENTABILITÉ

La campagne froid efficace montre aux exploitants d'installations frigorifiques et aux spécialistes du froid comment optimiser des installations frigorifiques existantes à l'aide de mesures pratiques et comment planifier de nouvelles installations durables. Dans le même temps, la campagne sensibilise les installateurs et planificateurs d'installations frigorifiques au thème de l'efficacité et renforce leurs compétences dans ce domaine: [www.froidefficace.ch](http://www.froidefficace.ch).

## OPTIMISATION DES INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES

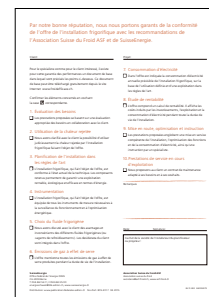
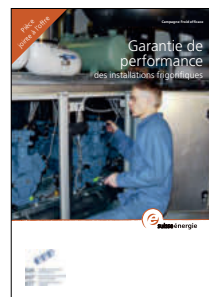
Réduisez vos charges par un froid efficace!

- Le contrôle annuel
- Un climat ambiant agréable: 5 conseils pour l'été
- Guide répertoriant d'optimisation des installations frigorifiques



## CONSTRUCTION NOUVELLE D'INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES

Garantie de performance y c. document de base



## Sources

Kältemittelrapport 18 et 19, Bitzer Kühlmaschinenbau GmbH, Sindelfingen  
ORRChim, Office fédéral de l'environnement, Berne, 2015  
Der Kälteanlagenbauer, Karl Breidenbach, Verlag C. F. Müller, 2002  
Taschenbuch der Kältetechnik, Pohlmann, VDE-Verlag, 2013  
Photos: 123rf.com

SuisseEnergie, Office fédéral de l'énergie OFEN  
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Adresse postale: CH-3003 Berne  
Tél. 058 462 56 11, fax 058 463 25 00  
[energieschweiz@bfe.admin.ch](mailto:energieschweiz@bfe.admin.ch), [www.suisseenergie.ch](http://www.suisseenergie.ch)

Distribution: [www.publicationsfederales.admin.ch](http://www.publicationsfederales.admin.ch)  
Numéro d'article: 805.405.F

