

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 de 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). 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 Suisse Energie 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 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.

## 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

Pour pouvoir travailler avec des fluides frigorigènes, il faut disposer d'un permis pour l'utilisation des fluides frigorigènes. Les entreprises qui travaillent avec ces produits doivent disposer d'au moins un responsable titulaire d'un permis.

## 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 %!

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

2 HFO: hydrofluoroléfinés (voir page 9)



# SIX FLUIDES FRIGORIGÈNES TYPIQUES

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

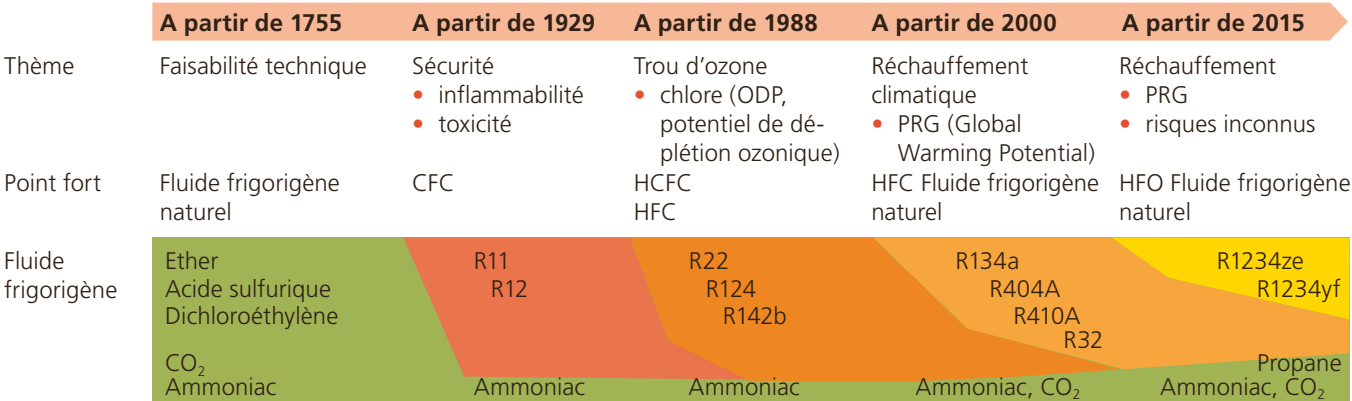
R134a	R290 (Propane)	R410A
Frigorigène synthétique, stable dans l'air + Frigorigène éprouvé + Non inflammable <sup>1</sup> + Toxicité réduite – PRG élevé (1430)	Frigorigène naturel + Frigorigène éprouvé – Inflammabilité accrue + Toxicité réduite + PRG bas (3)	Frigorigène synthétique, stable dans l'air + Frigorigène éprouvé + Non inflammable <sup>1</sup> + Toxicité réduite – PRG élevé (2090) – Pression élevée (30–35 bar)
R717 (Ammoniac)	R744 (CO <sub>2</sub> )	R1234ze, R1234yf
Frigorigène naturel + Frigorigène éprouvé – Faible inflammabilité – Toxicité accrue + PRG bas (0)	Frigorigène naturel + Frigorigène éprouvé + Non inflammable <sup>1</sup> + Toxicité réduite + PRG bas (1) – Pression élevée (110 bar)	Frigorigène synthétique, non stable dans l'air – Aucune expérience à long terme pour l'instant – Faible inflammabilité + Toxicité réduite + PRG bas (4) ou (7)

1 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

Frigo- gène	Substi- tution (Drop-in, Retrofit)	PRG	Production frigori- fique volumique kJ/m <sup>3</sup>	Champ d'appli- cation kW	Température des rejets thermiques °C	Valeur limite pratique kg/m <sup>3</sup>	Classe de sécurité (voir page 16)	inflam- mable	toxique
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]		

## Frigorigènes synthétiques stables dans l'air

R32		675	5300	à partir de 1	35–40	0.061	A2L	oui	oui
R134a		1430	2050	à partir de 100	35–40	0.25	A1		oui
R407C		1770	3000	à partir de 10	35–40	0.31	A1		oui
R410A		2090	4600	à partir de 2	35–40	0.44	A1		oui
R447A	R410A	583			35–40	0.034	A2L	oui	oui
R448A	R404A	1386	2900	à partir de 10	35–40	0.39	A1		oui
R450A	R134a	601	1760		35–40	0.32	A1		oui
R513A	R134a	631	2050	à partir de 5	35–40	0.35	A1		oui

## Frigorigènes synthétiques non stables dans l'air

R1234ze		7	1550	à partir de 50	35–40	0.061	A2L	oui	oui
R1234yf		4	1900	à partir de 50	35–40	0.058	A2L	oui	oui

## Frigorigènes naturels

R290 (Propane)		3	2750	à partir de 5	40–60	0.008	A3	oui	oui
R717 (Ammoniac)		0	3650	à partir de 200	40–80	0.00035	B2L	oui	oui
R1270 (Propène, propylène)		3	3350	à partir de 5	40–60	0.008	A3	oui	oui
R744 (CO <sub>2</sub> )		1	8500	à partir de 5	40–80	0.1	A1		oui

[1] Fluides frigorigènes de substitution dans les installations existantes, énumération non exhaustive.

[2] PRG = Potentiel de réchauffement global (potentiel d'effet de serre), source (IPCC IV, 2007, Assessment report, [www.ipccreports/ar4-wg1.htm](http://www.ipccreports/ar4-wg1.htm)).

[3] Les valeurs s'appliquent pour  $t_o = 0^\circ\text{C}$ ,  $t_c = 40^\circ\text{C}$ .

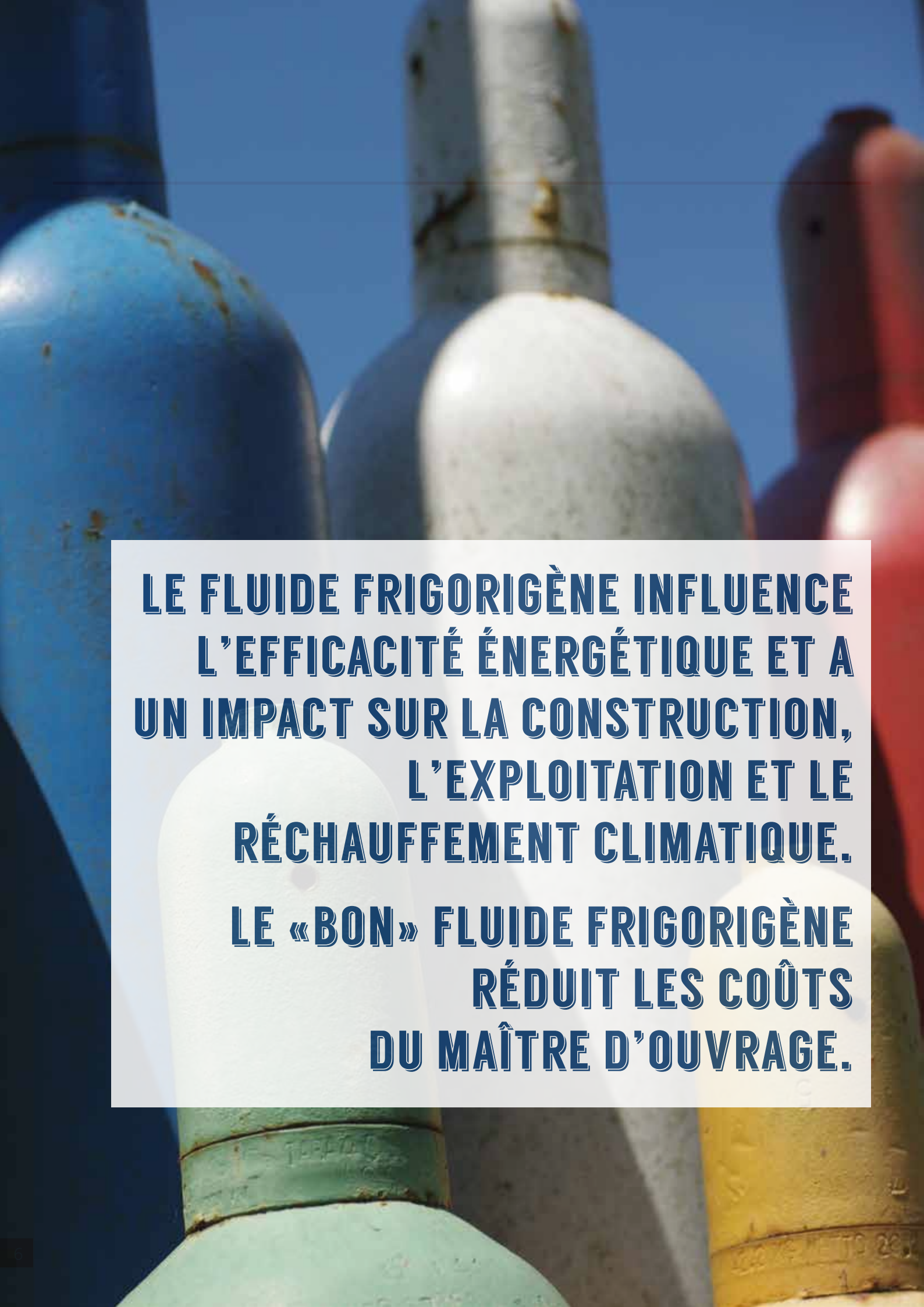
[4] Valeurs indicatives, il existe éventuellement des restrictions de l'ORRChim pour les applications autorisées.

[5] Valeurs indicatives des températures de la chaleur rejetée, pouvant être utilisées à des fins économiques. Un désurchauffeur permet d'utiliser 15 à 19 % de la puissance du condenseur pour une température de départ de  $60^\circ\text{C}$  et une température de retour de  $40^\circ\text{C}$ .

[6] La valeur limite pratique permet de calculer la concentration maximale autorisée dans une zone de séjour de personnes. Selon la valeur la plus élevée, c'est la toxicité ou l'inflammabilité qui détermine la valeur limite pratique (voir annexe C, SN EN 378-1). S'il existe des prescriptions nationales ou régionales plus restrictives, celles-ci ont la priorité sur les exigences de la norme en ce qui concerne ces valeurs limites.

[7] Voir également le chapitre sur les mesures de construction (page 16 et suivantes).





**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 production frigorifique volumique donne seulement une indication sur la taille du compresseur. Le graphique ci-dessous montre que le frigorigène R410A, malgré une production frigorifique volumique élevée (env. 6700 kJ/m<sup>3</sup>), avec un EER (compresseur uniquement) de 6.0, est moins efficace que la même installation avec le frigorigène R134a et un EER (compresseur) de 6.4 (env. 3000 kJ/m<sup>3</sup>).

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'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 3), 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 250 %.

1 Bases de calcul: température de condensation ( $t_c$ ) 35 °C, sortie d'eau glacée ( $t_{wa}$ ) pour la température d'évaporation ( $t_e$ ) inférieure à 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).

### Efficacité énergétique de différents fluides frigorigènes

( $t_c = 35^\circ\text{C}$ )<sup>1</sup>

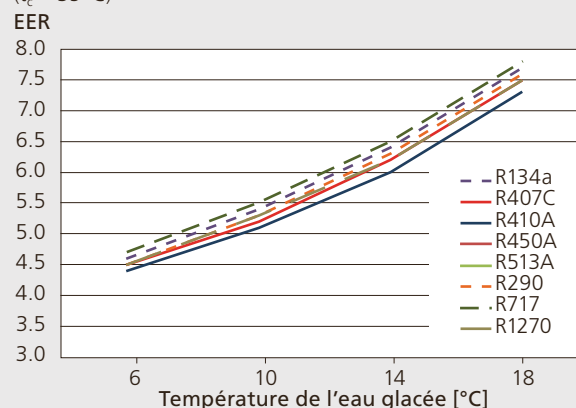


Illustration 1: Efficacité énergétique EER (uniquement condenseur) avec différents fluides frigorigènes à différentes températures de l'eau glacée.

### Propriétés des fluides frigorigènes

( $t_c$  35 °C, température de l'eau glacée 14 °C)

EER (compresseur)

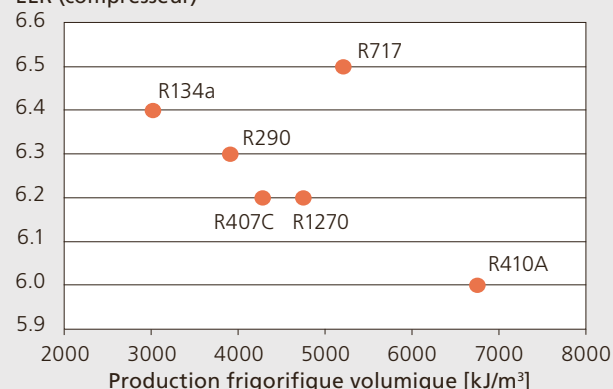


Illustration 2: Production frigorifique volumique de différents fluides frigorigènes.

### Efficacité du compresseur

EER (compresseur)

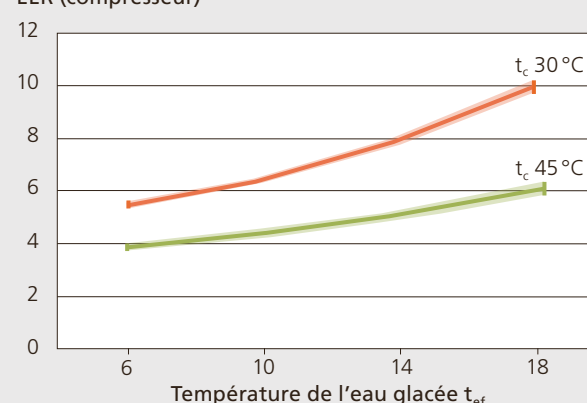


Illustration 3: Efficacité du condenseur (EER) à différentes températures de l'eau glacée et de condensation. Plus la production frigorifique volumique est élevée, plus le compresseur est petit.





# 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.

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

## PUISSANCE FRIGORIFIQUE $Q_o$

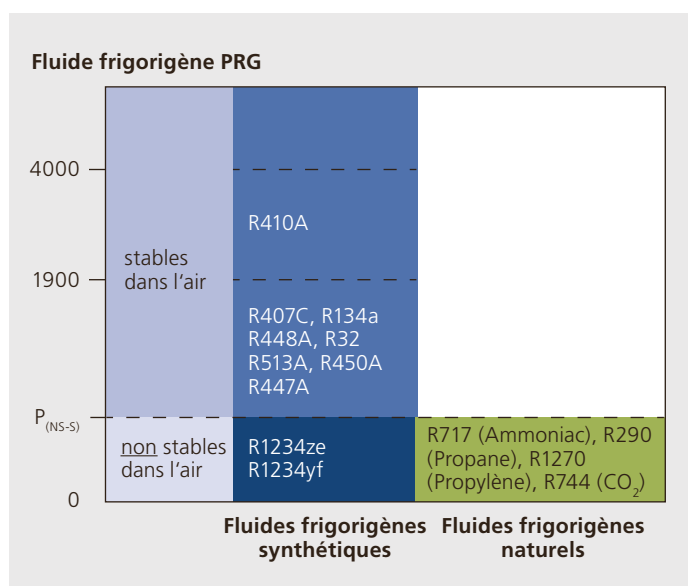
La puissance frigorifique  $Q_o$  indiquée dans l'ORRChim correspond à la puissance frigorifique utile maximale de l'installation frigorifique. Une installation frigorifique comprend toutes les machines frigorifiques et circuits frigoporteurs qui

- appartiennent au même propriétaire;
  - fonctionnent à un niveau de température similaire (différence  $\leq 4$  K);
  - peuvent se trouver dans le même local technique ou dans un local adjacent;
  - alimentent les consommateurs via le même circuit frigorifique.
- La puissance frigorifique de l'installation est définie comme la puissance frigorifique utile en cas de consommation de pointe.

## 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).

## LES FLUIDES FRIGORIGÈNES NATURELS PEUVENT TOUJOURS ÊTRE UTILISÉS LORSQUE LES CONSIGNES DE SÉCURITÉ SONT RESPECTÉES.



### QUELQUES ABRÉVIATIONS

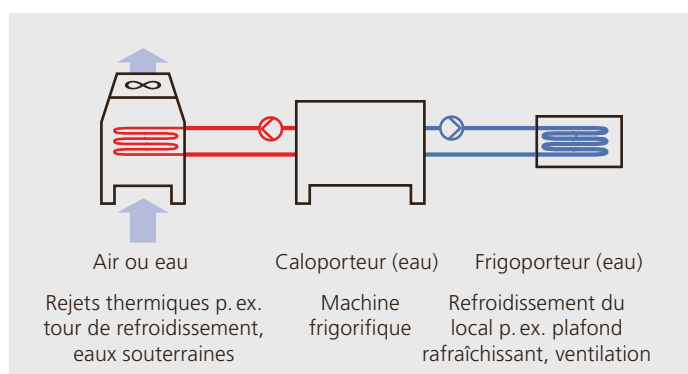
- R410A** R signifie Refrigerant (anglais), 410A désigne la composition chimique du fluide frigorigène
- Gaz F** Les gaz F sont des gaz à effet de serre fluorés avec un effet important sur le climat. Les gaz F comprennent les HFC et PFC
- PRG** Potentiel de réchauffement global (potentiel d'effet de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

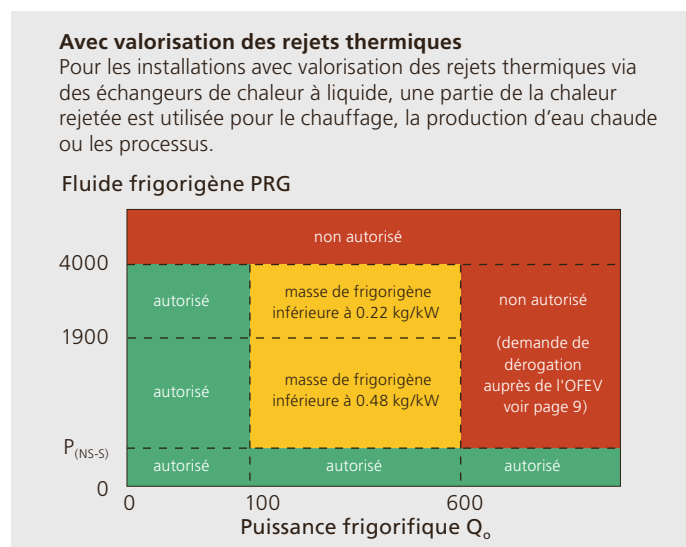
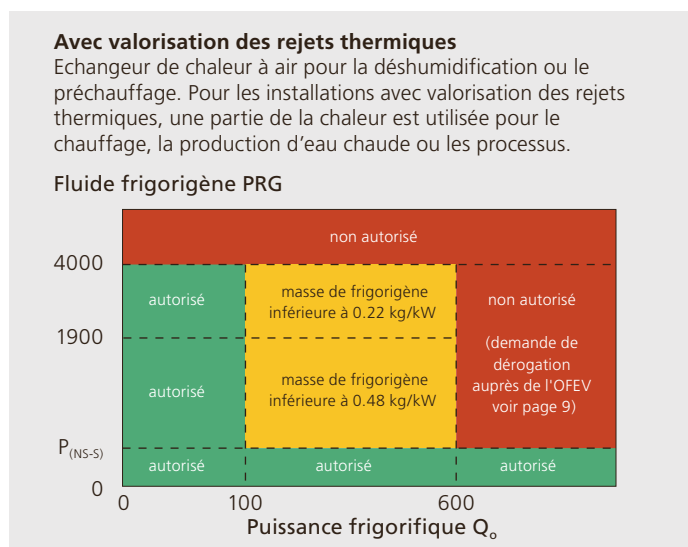
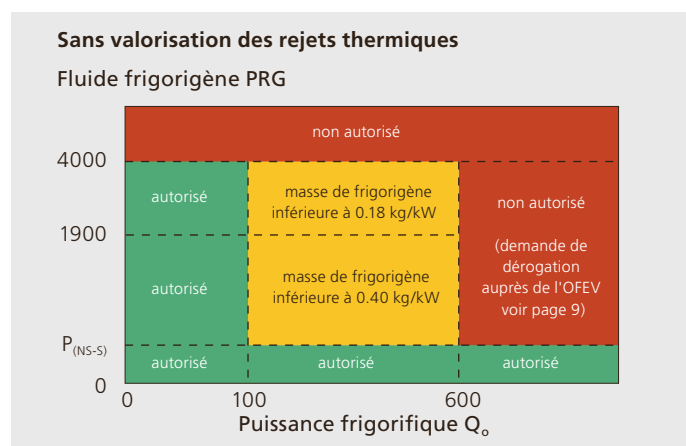
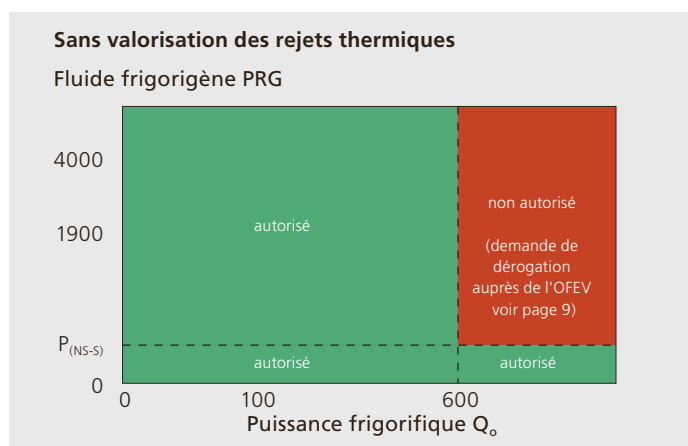
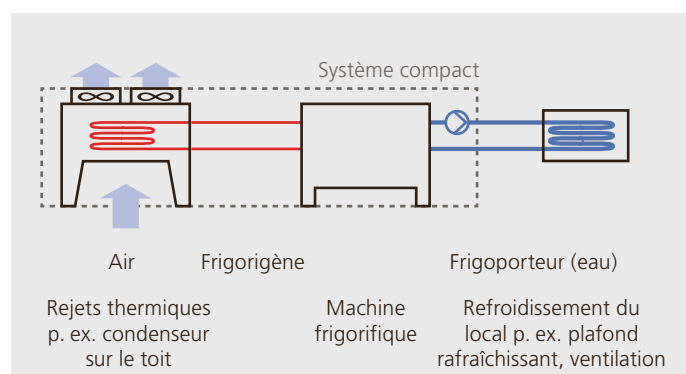
### INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES REFROIDIES À L'EAU

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

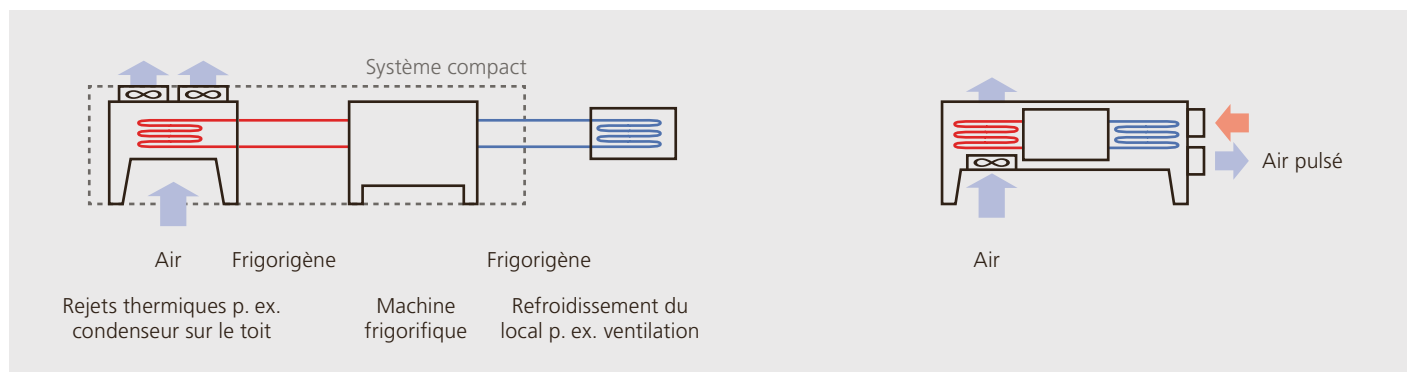
Dans le cas des installations frigorifiques refroidies à l'air (production d'eau glacée, Rooftop, etc.), les rejets thermiques sont directement cédés à l'environnement via des échangeurs de chaleur à lamelles et des ventilateurs (p. ex. sur le toit).



## INSTALLATIONS FRIGORIQUES AVEC ÉVAPORATEURS

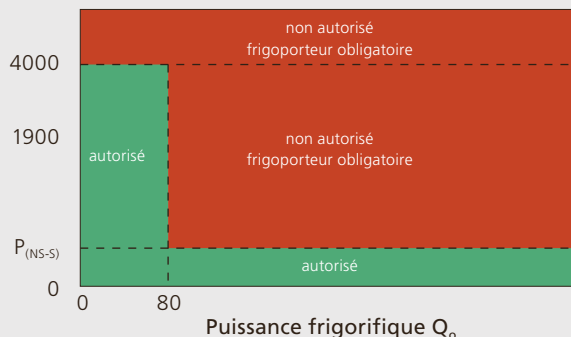
### À DÉTENTE DIRECTE

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.



#### Exigences en termes de puissance frigorifique

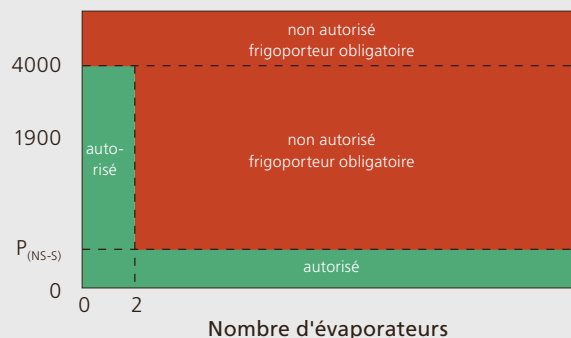
Fluide frigorigène PRG



**LES INSTALLATIONS À ÉVAPORATION DIRECTE SONT AUTORISÉES LORSQUE LA PUISSANCE DE FROID MAX. EST DE 80 KW OU LORSQUE L'INSTALLATION COMPREND AU MAX. 2 ÉVAPORATEURS (REFROIDISSEUR D'AIR).**

#### Exigences en termes de nombre d'évaporateurs

Fluide frigorigène PRG

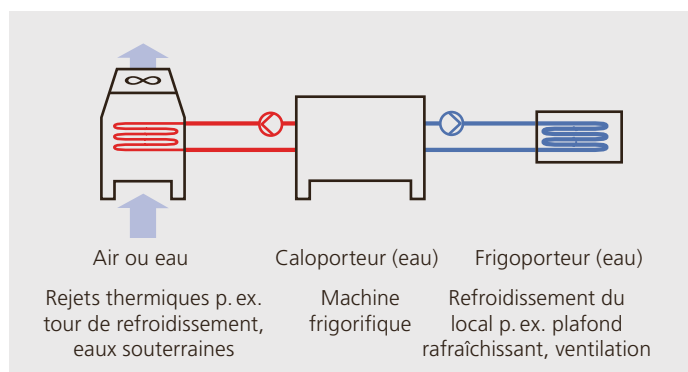


# FLUIDES FRIGORIGÈNES AUTORISÉS DANS LE FROID DE CLIMATISATION INDUSTRIEL

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.

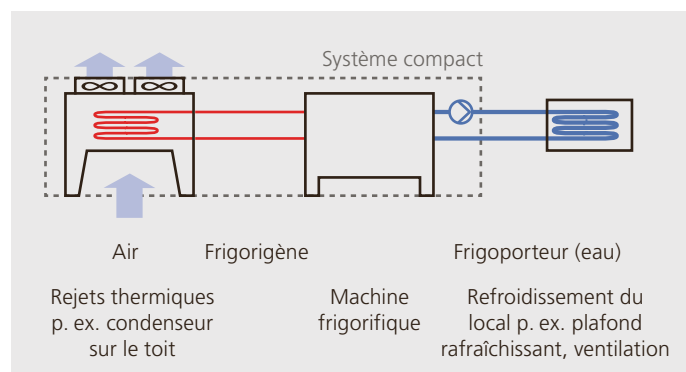
## INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES REFROIDIES À L'EAU

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.



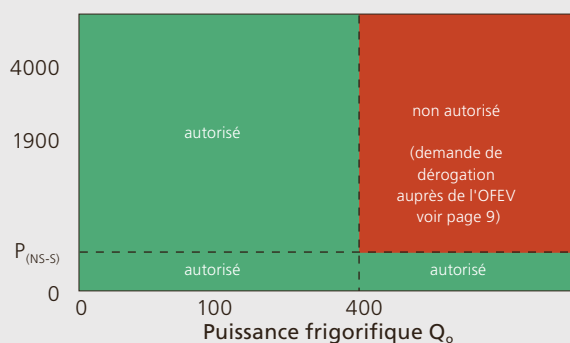
## INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES REFROIDIES À L'AIR

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).



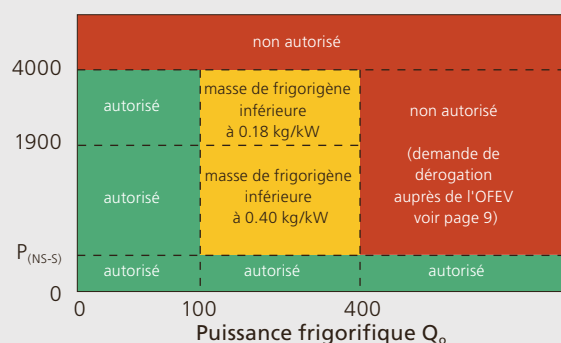
### Sans valorisation des rejets thermiques

Fluide frigorigène PRG



### Sans valorisation des rejets thermiques

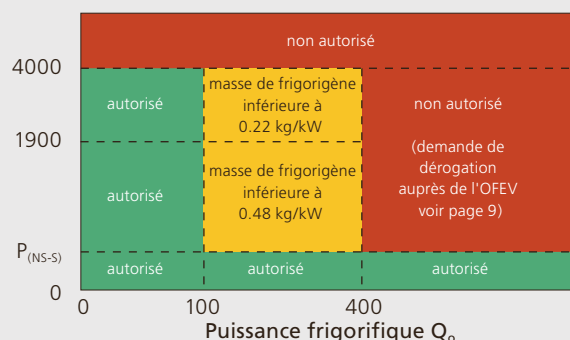
Fluide frigorigène PRG



### Avec valorisation des rejets thermiques

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.

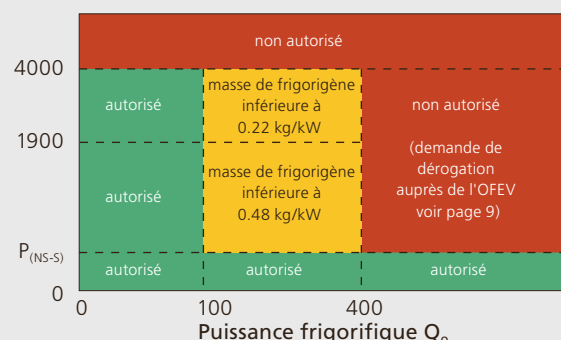
Fluide frigorigène PRG



### 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



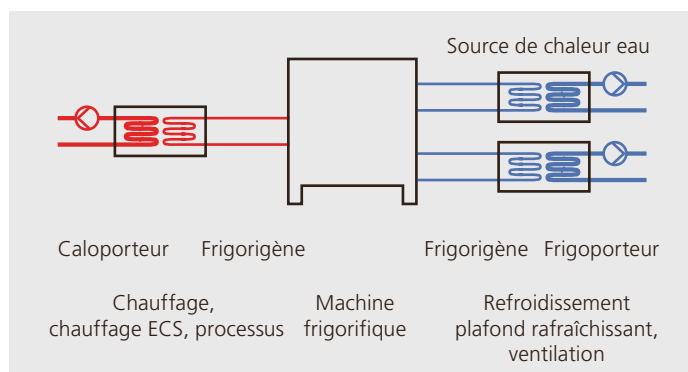


## FLUIDES FRIGORIGÈNES AUTORISÉS DANS LES SYSTÈMES DE CHAUFFAGE ET REFROIDISSEMENT

Les systèmes qui chauffent et refroidissent (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.

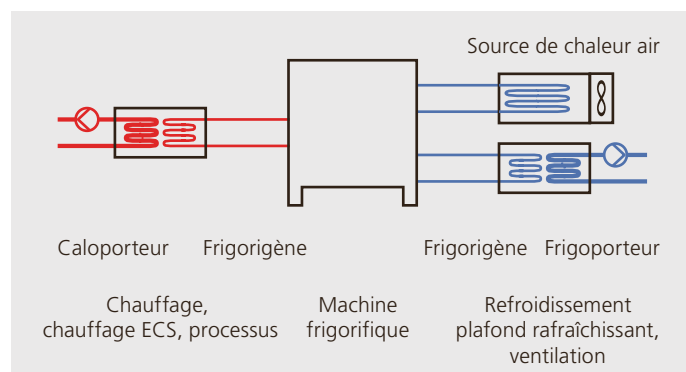
### SYSTÈMES POLYVALENTS: SOURCE DE CHALEUR, L'EAU

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



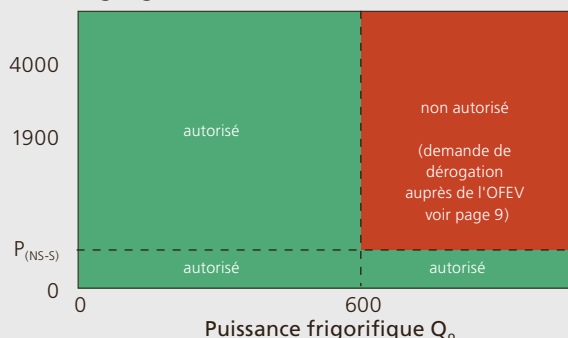
### SYSTÈMES POLYVALENTS: SOURCE DE CHALEUR, L'AIR

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



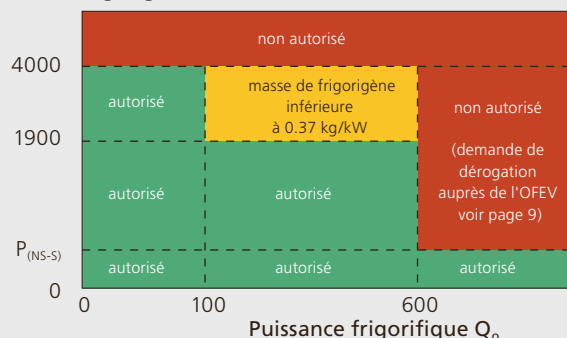
#### Eau uniquement pour les installations de climatisation de confort

Fluide frigorigène PRG



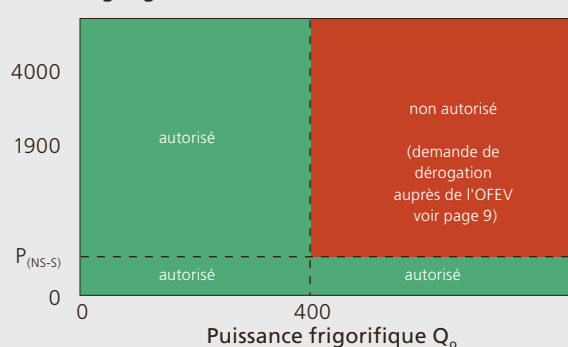
#### Avec 1 échangeur de chaleur à air

Fluide frigorigène PRG



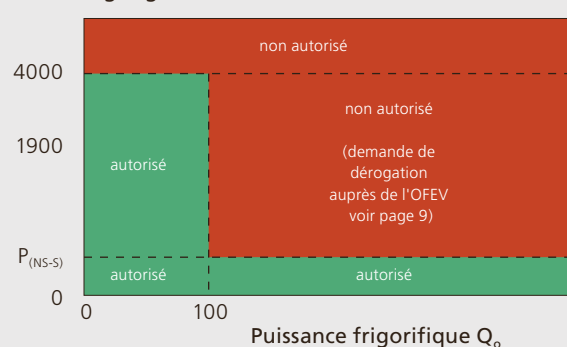
#### Eau uniquement dans les installations industrielles

Fluide frigorigène PRG



#### Avec 2 échangeurs de chaleur à air ou plus

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.

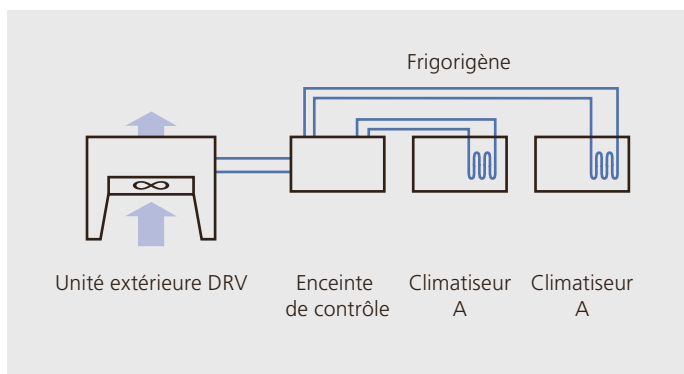
### SYSTÈMES DE CLIMATISATION VRV-DRV

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

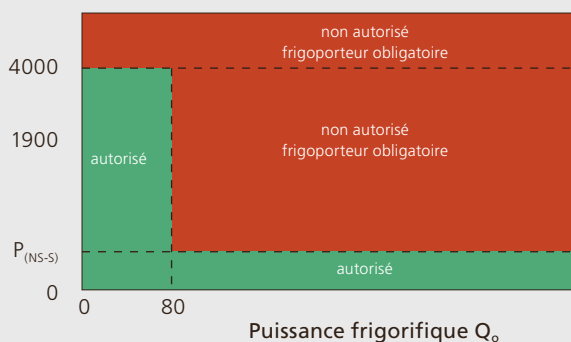
VRV: Variable Refrigerant Volume  
= volume de fluide frigorigène variable

**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.**

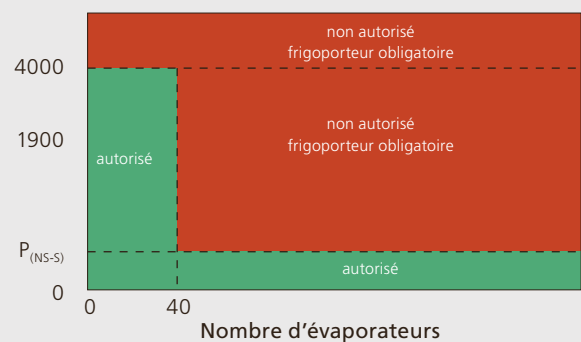


Les exigences en puissance frigorifique  $Q_o$  et celles selon le nombre d'évaporateurs doivent être satisfaites

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

#### Inconvénients

- Quantité de remplissage en fluides frigorigènes plus importante
- Eventuellement nécessité de surveiller la toxicité dans l'accès aux personnes

### SYSTÈME SPLIT COMBINÉ (EAU FROIDE/EAU CHAUDE)

Dans ce système, l'énergie est acheminée de l'appareil extérieur jusqu'à 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 efficiente
- 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

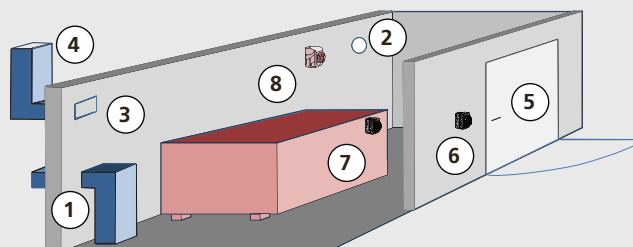


# MESURES DE CONSTRUCTION

Lors de la planification et de la construction du local technique d'installations de froid pour la climatisation, il convient de respecter les prescriptions de sécurité. Celles-ci dépendent du type et de la charge en 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.

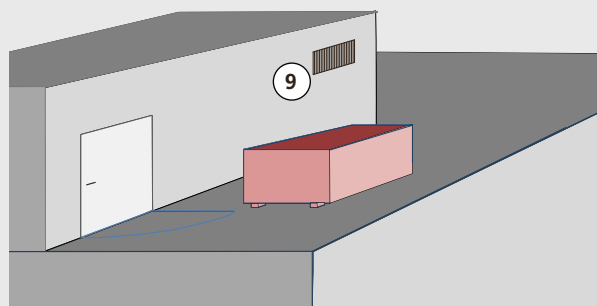
Les installations des classes de sécurité A1 et A2L possèdent une part de marché de plus de 80 % dans le froid de climatisation. Pour les autres fluides frigorigènes utilisés en froid de climatisation - propane (A3), propène/propylène (A3) et ammoniac (B2L), des exigences de sécurité plus strictes s'appliquent. Dans ce cas, la norme SN EN 378 doit être appliquée. Les enceintes fermées de manière étanche et ventilées peuvent être considérées comme des locaux techniques (SN EN 378-3, point 4.6).

Lieu d'installation: local technique



Les enceintes fermées de manière étanche et ventilées peuvent être considérées comme des locaux techniques (SN EN 378-3, point 4.6).

Lieu d'installation: à l'air libre



## OCCUPATIONS

La norme SN EN 378-3 (chapitre 5.1.1) distingue trois types d'utilisation différents des bâtiments (zones d'installation).

### Occupations générales (a)

Emplacement dans lequel toute personne a accès sans personnellement être au courant des mesures de sécurité.

Exemples: hôpitaux, supermarchés, écoles, hôtels, auberges, appartements, restaurants, etc.

### Occupations surveillées (b)

Nombre limité de personnes, certaines d'entre elles étant nécessairement au courant des mesures de sécurité.

Exemples: locaux de bureaux ou commerciaux, laboratoires, etc.

### Occupations uniquement à accès réservé (c)

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.



## PRINCIPES POUR LES FLUIDES FRIGORIGÈNES DE CLASSE A1 ET A2L

Détails dans la norme SN EN 378-3 Point

### Étanchéité

	Les locaux techniques doivent être étanches. Le fluide frigorigène qui s'échappe ne doit pas pouvoir s'infiltrer dans d'autres locaux.	5.2
①	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

### Air et ventilation

②	Le local technique doit être suffisamment approvisionné en air extérieur neuf.	5.13.1
③	Si du fluide frigorigène s'échappe, il convient de s'assurer qu'il sera évacué à l'air libre.	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
④	Pour les fluides frigorigènes de la classe de sécurité A2L, il convient en outre d'estimer la limite inférieure d'explosivité (LFL).	5.14
	Si d'autres machines (chaudières, compresseurs d'air comprimé, etc.) se trouvent dans le même local technique, celles-ci ne doivent pas pouvoir aspirer de fluides frigorigènes. L'air doit être acheminé depuis l'extérieur via un système de conduits approprié.	5.3

### Mesures d'urgence

⑤	Une sortie de secours doit conduire à l'air libre ou dans un couloir de sortie de secours.	5.12.2
⑥	Commutateur d'arrêt d'urgence 1: en dehors du local technique, à proximité des portes, une désactivation à distance doit être prévue.	5.6
⑦	Commutateur d'arrêt d'urgence 2: dans le local technique, un commutateur d'arrêt d'urgence doit être prévu.	5.6
⑧	Tous les locaux techniques doivent être équipés de détecteurs de fluides frigorigènes, dès que la valeur limite pratique est dépassée. Les détecteurs de fluide frigorigène doivent déclencher une alarme et activer la ventilation (ventilation d'urgence).	9.1

### Portes

	Pour les fluides frigorigènes de la classe de sécurité A1, les portes doivent s'ouvrir vers l'extérieur et avoir une résistance au feu de 1 h.	5.12.1
	Si la charge de remplissage en fluides frigorigènes de la classe de sécurité A2L dépasse la valeur limite pratique autorisée ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), le local doit avoir une porte	5.14.1
	<ul style="list-style-type: none"><li>• donnant directement à l'air libre ou</li><li>• 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.</li></ul>	

### Installations à l'air libre

⑨	Dans le cas d'une fuite, le fluide frigorigène ne doit pas s'infiltrer dans les prises d'air de la ventilation (p. ex. gaine d'amenée d'air), via des portes ou des ouvertures de toit.	4.2
---	---	-----

**Remarque sur le choix des alarmes incendie:** les alarmes incendie ne doivent pas être conçues pour réagir à des brouillards de fluides frigorigènes. La priorité de l'ordre d'activation de la ventilation doit être définie avec les autorités compétentes ou l'assurance du bâtiment (voir ⑧).

S'il existe des prescriptions nationales ou régionales plus restrictives, celles-ci ont la priorité sur les exigences de la norme.

## EMPLACEMENT DE L'ÉQUIPEMENT ET CHARGE MAXIMALE

Le frigorigène utilisé, le lieu d'installation des éléments contenant des fluides frigorigènes et l'occupation des bâtiments (voir page 16) déterminent la charge de remplissage maximale en fluides frigorigènes autorisée. Dans le cas du lieu d'installation de l'installation frigorifique ou des éléments contenant des fluides frigorigènes, il convient de distinguer les quatre classes suivantes:

- CLASSE I** L'installation frigorifique ou les éléments contenant des fluides frigorigènes se trouvent dans l'espace occupé.
- CLASSE II** Tous les compresseurs et réservoirs sous 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** Tous les éléments contenant des fluides frigorigènes se trouvent dans la salle des machines ou à l'air libre.
- CLASSE IV** Tous les équipements frigorifiques se trouvent dans une enceinte ventilée.

**LA CHARGE DE REMPLISSAGE MAXIMALE EST UNE PRESCRIPTION TECHNIQUE DE SÉCURITÉ. ELLE PEUT ÊTRE RENFORCÉE PAR LES PRESCRIPTIONS ENVIRONNEMENTALES.**

### Charge de remplissage maximale pour les fluides frigorigènes de classe A1

Zone d'installation	Exigences en matière de quantité de remplissage
Classe III	Aucune limitation de la charge de remplissage
Classe I Classe II Classe IV	Vérifier les exigences en matière de valeur limite pratique et de toxicité. La valeur plus élevée est déterminante (SN EN 387-1, tableau C1)

### Quantité de remplissage maximale pour les fluides frigorigènes de classe A2L

Zone d'installation	Exigences en matière de quantité de remplissage
Classe III	Aucune limitation de la charge de remplissage
Classe I Classe II Classe IV	Vérifier les exigences en matière de valeur limite d'inflammabilité (SN EN 387-1, tableau C2)

### INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES DANS LES LOCAUX DANS LESQUELS LE FLUIDE FRIGORIGÈNE A2L EST UTILISÉ

Il convient de garantir qu'en cas de fuite du fluide frigorigène – dès que la concentration en fluide frigorigène dans le local dépasse 25 % de la limite inférieure d'explosivité (valeur LFL) – l'installation électrique dans le local est mise hors tension. Les éléments électriques qui restent sous tension (p.ex. éclairage de secours ou ventilateurs) doivent être protégés contre l'explosion (à considérer par exemple en cas de climatisation de chambres d'hôtel directement refroidies avec des installations VRV-DRV avec des fluides frigorigènes HFO).

# 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).

### 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.



# PLUS D'INFORMATIONS

## NORMES, DIRECTIVES, PRESCRIPTIONS

- Ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim), RS 814.81, annexe 2.10
- L'aide à l'exécution de l'OFEV sur les installations productrices de froid (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, Commission fédérale pour la coordination de la sécurité au travail (CFST)
- 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/chemikalien/01415/01426](http://www.bafu.admin.ch/chemikalien/01415/01426)
- 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)

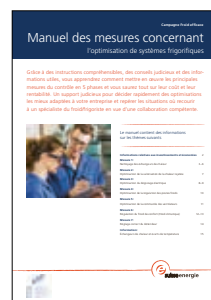
## EFFICIENCE ET RENTABILITÉ

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

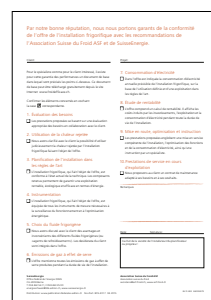
Réduisez vos charges par un froid efficace!

- 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, 2015  
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