

Installations contenant des fluides frigorigènes

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.



Installations contenant des fluides frigorigènes

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.

Impressum

Valeur juridique

La présente publication est une aide à l'exécution élaborée par l'OFEV en tant qu'autorité de surveillance. Destinée en premier lieu aux autorités d'exécution, elle concrétise des notions juridiques indéterminées provenant de lois et d'ordonnances et favorise ainsi une application uniforme de la législation. Si les autorités d'exécution en tiennent compte, elles peuvent partir du principe que leurs décisions seront conformes au droit fédéral. D'autres solutions sont aussi licites dans la mesure où elles sont conformes au droit en vigueur.

Éditeur

Office fédéral de l'environnement (OFEV)

L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Auteurs

Groupe de travail Aide à l'exécution Installations frigorifiques

Président : Blaise Horisberger, Office fédéral de l'environnement (OFEV)

Membres : Roland Arnet, Office cantonal pour la protection des consommateurs (AG); Cyril Baettig, Société suisse des ingénieurs en technique du bâtiment (SICC); Dominique Berthoud, Association suisse du froid (ASF); Robert Diana, Suissetec; Robert Dumortier, Association suisse du froid, ASF; Brigitte Grenacher, Kantonales Labor (BS); Hans-Jürg Kambor, Amt für Umweltschutz und Energie (BL); Rolf Löhner, ASF; Beat Rappo, Proklima; Ruedi Schuler, Stelle für Chemikalien und Erzeugnisse (LU); Martin Stettler, Office fédéral de l'énergie (OFEN); Marco von Wyl, ASF; Henry Wöhrnschimmel, OFEV.

Rédaction

Blaise Horisberger, Robert Dumortier, Henry Wöhrnschimmel, Harald Bentlage

Référence bibliographique

OFEV (éd.), 2017 : Installations contenant des fluides frigorigènes. 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. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 1726 : 39 p.

Traduction

Service linguistique de l'OFEV

Photo couverture

Installation frigorifique au CO₂, OFEV/Truttmann AG

Téléchargement au format PDF

www.bafu.admin.ch/uv-1726-f

(Il n'est pas possible de commander une version imprimée)

Cette publication est également disponible en allemand et en italien.

© OFEV 2017

Table des matières

Avant-propos	6	4 Réduction de l'impact environnemental	19
1 Introduction	7	4.1 Généralités	19
1.1 Buts de la présente aide à l'exécution	7	4.2 Choix de fluides frigorigènes ayant un faible impact sur le climat	19
1.2 Bases légales en bref	7	4.3 Réduction des quantités de fluides frigorigènes (circuits frigoporteurs et caloporteurs).	19
1.3 Aperçu des principales modifications	7	4.3.1 Circuit frigoporteur	19
2 Dispositions applicables	8	4.3.2 Circuit caloporteur	19
2.1 Interdiction des fluides frigorigènes appauvrissant la couche d'ozone	8	4.4 Mesures relevant de la construction	20
2.1.1 Entrée en vigueur des interdictions pour les chloro- fluorocarbures (CFC)	8	4.4.1 Hermétisation des circuits frigorifiques.	20
2.1.2 Entrée en vigueur des interdictions pour les hydro- chlorofluorocarbures (HCFC)	8	4.4.2 Utilisation de matériaux résistants à la corrosion pour éviter les fuites de fluide frigorifique	20
2.2 Interdictions des fluides frigorigènes stables dans l'air	8	4.4.3 Surveillance technique	20
2.3 Définitions et domaines de validité pour les inter- dictions mentionnées ci-dessus	9	5 Indications concernant les dérogations et les formulaire de demande	21
2.3.1 Fluides frigorigènes stables dans l'air	10	5.1 Dérogations	21
2.3.2 Installation	10	5.1.1 Habilitation à requérir	21
2.3.3 Délimitation d'une application de froid ou de chaleur	10	5.1.2 Formulaire de demande	21
2.3.4 Calcul de la puissance frigorifique Q ₀	11	5.1.2.1 Installations permanentes	21
2.3.5 Mise sur le marché	12	5.1.2.2 Installations temporaires	22
2.3.6 Transformation d'installations	12	5.1.3 Bases d'évaluation d'une demande de dérogation	22
2.3.7 Classification des installations stationnaires	12	5.1.4 Validité d'une dérogation à l'interdiction de mise sur le marché	23
2.3.7.1 Froid pour la climatisation	13	Annexes	24
2.3.7.2 Pompes à chaleur	13	Table des matières	24
2.3.7.3 Froid commercial	13	A1 Vue d'ensemble des principaux fluides frigorigènes	25
2.3.7.4 Froid industriel	14	A2 Synthèse graphique : réglementation des fluides frigorigènes stables contenus dans l'air dans les instal- lations stationnaires de réfrigération et de climati- sation ainsi que dans les pompes à chaleur	26
2.3.7.5 Patinoires	15	A3 Circuits frigorifiques	28
2.3.7.6 Installations avec plusieurs utilisations	15	A3-1 Circuits frigorifiques simples	28
3 Choix du fluide frigorigène	16	A3-2 Circuits frigorifiques avec CO ₂ en cascades	32
3.1 Recommandation générale	16	A3-3 Circuits frigorifiques en cascades en général	34
3.2 Exigences	16	A3-4 Circuits frigorifiques combinés et booster	36
3.3 La notion d'« état de la technique »	16	A3-5 Installations, machines et circuits dans le domaine de la climatisation	38
3.4 Quand utiliser des fluides frigorigènes	16	A3-6 Installations, machines et circuits dans le domaine du froid commercial	39
3.4.1 Ammoniac (NH ₃) – R717	16		
3.4.2 Dioxyde de carbone (CO ₂) – R744	17		
3.4.3 Hydrocarbures (HC), isobutane (R-600a), propane (R-290) et propène (R-1270)	17		
3.5 Quand utiliser des hydrofluoro-oléfines (HFO)?	17		
3.6 Prescriptions de sécurité pour l'utilisation de fluides frigorigènes	18		
3.7 Description des circuits frigorifiques	18		

Abstracts

Since 1 December 2013, Annex 2.10 of the Chemical Risk Reduction Ordinance (ORRChem) has restricted the placing on the market of refrigeration and air conditioning systems and heat pumps containing substances that are stable in the atmosphere (mainly hydrofluorocarbons, HFCs) to installations with cooling capacities below a specified level. However, exemptions to these restrictions may be granted for some installations under certain conditions. This enforcement aid is intended to provide practical support for the implementation of Annex 2.10 of ORRChem, and in particular of the prohibitions and exemption procedures cited in the above Annex. It is based on the status of technology in the various application segments.

Keywords:

Refrigerants, HFC, synthetic greenhouse gases, Annex 2.10 ORRChem, Prohibitions and exemptions, Status of technology

La mise sur le marché d'installations de réfrigération, de climatisation et de pompes à chaleur contenant des fluides frigorigènes stables dans l'air (avant tout les hydrofluorocarbures, HFC) est limitée, depuis le 1^{er} décembre 2013, selon l'annexe 2.10 de l'ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim) aux installations en dessous de certaines puissances frigorifiques. Des dérogations à ces interdictions peuvent être délivrées sous certaines conditions pour des installations individuelles. La présente aide à l'exécution constitue une aide pratique pour la mise en oeuvre de l'annexe 2.10 ORRChim et en particulier des interdictions et du système de dérogation. Elle se base sur l'état de la technique dans les différents secteurs d'application.

Mots-clés :

Fluides frigorigènes, HFC, gaz synthétiques à effet de serre, annexe 2.10 ORRChim, interdictions et dérogations, état de la technique

Das Inverkehrbringen von Kälte- und Klimaanlage sowie Wärmepumpen mit in der Luft stabilen Kältemitteln (v. a. teilhalogenierten Fluorkohlenwasserstoffen, HFKW) ist seit dem 1. Dezember 2013 durch Anhang 2.10 der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) auf Anlagen unterhalb bestimmter Kälteleistungen beschränkt. Für einzelne Anlagen können jedoch unter bestimmten Voraussetzungen Ausnahmegewilligungen erteilt werden. Die vorliegende Vollzugshilfe ist eine praktische Hilfe zur Anwendung von Anhang 2.10 ChemRRV, insbesondere der darin enthaltenen Verbote und Ausnahmegewilligungsverfahren. Sie basiert für die verschiedenen Anwendungsbereiche auf dem Stand der Technik.

Stichwörter:

Kältemittel, HFKW, synthetische Treibhausgase, Anhang 2.10 ChemRRV, Verbote und Ausnahmegewilligungen, Stand der Technik

L'immissione sul mercato di impianti di refrigerazione, di climatizzazione e di pompe di calore con prodotti refrigeranti stabili nell'aria (soprattutto gli idrofluorocarburi, HFC) è limitata dal 1° dicembre 2013 agli impianti al di sotto di una determinata capacità frigorigena, come sancito dall'allegato 2.10 dell'ordinanza sulla riduzione dei rischi inerenti ai prodotti chimici (ORRPChim). Per gli impianti individuali sono previste deroghe a suddetti divieti a determinate condizioni. Il presente aiuto all'esecuzione costituisce un ausilio pratico all'applicazione dell'allegato 2.10 ORRPChim e segnatamente dei divieti e delle deroghe ivi sanciti. Essa definisce lo stato attuale della tecnica esistente nei diversi campi di applicazione.

Parole chiave:

Prodotti refrigeranti, gas serra sintetici, HFC, allegato 2.10 ORRPChim, divieti e deroghe, stato della tecnica

Avant-propos

Les substances stables dans l'air, également appelées gaz synthétiques à effet de serre, ont un potentiel de réchauffement global considérable. Libérées dans l'environnement, elles s'accumulent dans l'atmosphère du fait de leur grande stabilité et se répandent tout autour du globe. Au cours de leur lente décomposition, certaines d'entre elles forment des substances problématiques pour l'environnement, par exemple des substances persistantes et phytotoxiques.

Leur potentiel de réchauffement global (PRG) élevé a poussé la communauté internationale à les inclure dans le Protocole de Kyoto. Depuis octobre 2016, certaines d'entre elles (les principaux hydrofluorocarbures partiellement halogénés) sont également incluses dans le Protocole de Montréal. En Suisse, le Conseil fédéral a décidé de réglementer ces produits par une modification de l'ordonnance sur les substances (Osubst) du 30 avril 2003. Dans le cadre de l'aménagement du nouveau droit sur les substances chimiques, le train de mesures adopté lors de cette modification a été repris tel quel en 2005 dans l'ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim). Depuis 2005, l'ORRChim a été adaptée à l'état de la technique à plusieurs reprises.

Tant sur le plan international que national, cette réglementation ne prétend pas interdire totalement les substances stables dans l'air, à l'instar de celles qui appauvrissent la couche d'ozone, mais bien d'en limiter l'application aux seuls domaines dans lesquels, selon l'état de la technique, il n'y a ni produit ni procédé de substitution éprouvé. Si les substances stables dans l'air sont actuellement employées principalement comme fluides frigorigènes, elles sont également utilisées dans les bombes aérosol, dans les matières plastiques (mousses), pour la technique de la haute tension ainsi que comme solvants et agents d'extinction.

Par conséquent, les restrictions en vigueur pour les substances stables dans l'air incluent de nouvelles obligations applicables aux fluides frigorigènes. C'est pourquoi les instructions de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) 15/09 « Installations contenant des fluides frigorigènes stables dans l'air » ont été complètement remaniées et sont remplacées par la présente publication. Les dispositions selon l'ORRChim en vigueur depuis le 1^{er} décembre 2013 et la procédure de dérogation font en particulier l'objet d'explications.

Il pourra être nécessaire d'actualiser la présente aide à l'exécution à la suite de modifications de l'ORRChim ou de l'évolution de l'état de la technique. Ce dernier est défini par les autorités, en collaboration étroite avec la branche, sur la base des développements technologiques ; il est actualisé périodiquement. La version en vigueur de cette aide à l'exécution peut être consultée et téléchargée depuis la page internet de l'OFEV.

Paul Steffen
sous-directeur
Office fédéral de l'environnement (OFEV)

1 Introduction

1.1 Buts de la présente aide à l'exécution

La présente aide à l'exécution précise et commente les notions et dispositions centrales de l'annexe 2.10 de l'ORRChim, en particulier celles qui concernent la mise sur le marché des installations stationnaires utilisant des fluides frigorigènes stables dans l'air.

Les critères et les processus appliqués lors de la procédure de dérogation visant à déterminer si les mesures de sécurité selon les normes SN EN 378-1, -2 et -3 peuvent être respectées pour une installation en projet (frigorigène, climatisation ou pompe à chaleur) sans recourir à un fluide frigorigène stable dans l'air y sont également expliqués.

Elle doit aider les autorités cantonales et fédérales lors de la mise en œuvre de l'annexe 2.10 de l'ORRChim. Indirectement, elle peut aussi être utile aux planificateurs et aux fournisseurs d'installations frigorifiques, de climatisation ou de pompes à chaleur.

1.2 Bases légales en bref

La présente aide à l'exécution explique les chiffres 1, 2.1, 2.2 et 2.3 de l'annexe 2.10 «Fluides frigorigènes» de l'ORRChim concernant les installations stationnaires qui fonctionnent avec des fluides frigorigènes.

1.3 Aperçu des principales modifications

Les principales nouveautés par rapport à la version précédente de cette aide à l'exécution (précédemment «Instructions») concernent les éléments suivants :

- Les interdictions concernant la mise sur le marché d'installations de réfrigération et de climatisation ainsi que de pompe à chaleur fonctionnant avec des fluides frigorigènes stables dans l'air et qui dépassent certaines puissances frigorifiques sont expliquées et

illustrées à l'aide d'exemples (sections 2.2 et 2.3) et présentées sous forme graphique (annexe A2).

- La procédure et les formulaires pour les demandes de dérogation relatives à des installations spécifiques pour lesquelles les normes SN EN 378-1, -2 et -32 en vigueur ne peuvent pas être respectées sans l'utilisation d'un fluide frigorigène stable dans l'air sont expliqués (chapitre 5).
- La liste des principaux fluides frigorigènes (annexe A1) contient dorénavant le groupe de sécurité de chaque fluide selon la norme SN EN 378-1.
- Les schémas des circuits frigorifiques (annexe A3) incluent désormais les installations « booster ».

2 Dispositions applicables

2.1 Interdiction des fluides frigorigènes appauvrissant la couche d'ozone

Aujourd'hui, seules l'exploitation, la mise hors service et l'élimination conforme des installations et des appareils qui contiennent des fluides frigorigènes appauvrissant la couche d'ozone sont encore autorisées. Toutes les autres opérations comme la fabrication, la mise sur le marché (voir section 2.3.5), l'importation et l'exportation de fluides frigorigènes appauvrissant la couche d'ozone et d'installations qui fonctionnent avec de tels fluides frigorigènes¹ sont interdites. De même, le remplissage² d'une installation avec des fluides frigorigènes appauvrissant la couche d'ozone est interdit, même après une réparation. Les dates d'entrée en vigueur de ces interdictions sont présentées ci-dessous.

2.1.1 Entrée en vigueur des interdictions pour les chlorofluorocarbures (CFC)

Depuis le **1^{er} janvier 1994**, la fabrication, la mise sur le marché, l'importation et l'exportation des installations fonctionnant avec des fluides frigorigènes contenant des CFC sont interdites.

Depuis le **1^{er} janvier 2004**, la fabrication, la mise sur le marché, l'importation et l'exportation des fluides frigorigènes contenant des CFC (p. ex. R-12 ou R-502), ainsi que le remplissage d'installations avec de tels fluides sont interdites.

2.1.2 Entrée en vigueur des interdictions pour les hydrochlorofluorocarbures (HCFC)

Depuis le **1^{er} janvier 2002**, la fabrication, la mise sur le marché, l'importation et l'exportation des installations fonctionnant avec des fluides frigorigènes contenant des HCFC sont interdites. Un délai transitoire s'appliquait jusqu'au 31 août 2015 aux installations construites avant le 1^{er} janvier 2002.

Depuis le **1^{er} janvier 2010**, la fabrication, la mise sur le marché, l'importation et l'exportation de fluides frigorigènes contenant des HCFC (p. ex. R-22) ainsi que le remplissage d'installations avec de tels fluides sont interdites. Un délai transitoire s'appliquait jusqu'au 31 décembre 2014 aux fluides frigorigènes contenant des HCFC régénérés.

Depuis le **1^{er} janvier 2015**, les interdictions de fabrication, de mise sur le marché, d'importation, d'exportation et de remplissage d'installations s'appliquent aussi aux fluides frigorigènes contenant des HCFC régénérés.

Depuis le **1^{er} septembre 2015**, la fabrication, la mise sur le marché, l'importation, et l'exportation des installations fonctionnant avec des fluides frigorigènes contenant des HCFC construites avant le 1^{er} janvier 2002 sont interdites.

2.2 Interdictions des fluides frigorigènes stables dans l'air

Par la modification de l'ORRChim du 7 novembre 2012, le Conseil fédéral a abrogé notamment l'autorisation obligatoire pour les installations stationnaires contenant plus de 3 kg de fluides frigorigènes stables dans l'air, entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2004, et l'a remplacée par diverses restrictions, dont en particulier une interdiction de mise sur le marché des installations avec fluide frigorigène stable dans l'air dépassant certaines puissances frigorifiques. Ces restrictions sont résumées dans une synthèse graphique figurant à l'annexe A2.

Cette modification de l'annexe 2.10 ORRChim est entrée en vigueur le 1^{er} décembre 2013 ; au ch. 2.1, al. 3, elle arrête ce qui suit :

1 Chiffre 2.1 annexe 2.10 ORRChim, réglementée jusqu'au 1^{er} août 2005 par le chiffre 21 annexe 4.15 OSubst

2 Chiffre 3.2.1 annexe 2.10 ORRChim, réglementée jusqu'au 1^{er} août 2005 par le chiffre 321 annexe 4.15 OSubst

« Il est interdit de mettre sur le marché des installations stationnaires suivantes fonctionnant avec des fluides frigorigènes stables dans l'air :

a. installations de climatisation :

- 1 servant au refroidissement, d'une puissance frigorifique supérieure à 600 kW,
- 2 servant au refroidissement et au chauffage, au moyen de systèmes à débit de fluide frigorigène variable (DRV) ou à volume de fluide frigorigène variable (VRV) comportant plus de 40 unités d'évaporation, ou d'une puissance frigorifique supérieure à 80 kW,
- 3 employées comme pompe à chaleur pour la distribution de chaleur de proximité ou à distance, d'une puissance frigorifique supérieure à 600 kW;

b. installations pour la réfrigération commerciale :

- 1 pour le froid négatif, d'une puissance frigorifique supérieure à 30 kW,
- 2 pour le froid positif, d'une puissance frigorifique supérieure à 40 kW,
- 3 pour le froid négatif, d'une puissance frigorifique supérieure à 8 kW, si le froid négatif peut être combiné avec du froid positif,
- 4 pour le froid positif, quand le fluide frigorigène stable dans l'air présente un potentiel d'effet de serre supérieur à 2500;

c. installations pour la réfrigération industrielle :

- 1 pour la surgélation, d'une puissance frigorifique supérieure à 100 kW,
- 2 pour toutes les autres applications, d'une puissance frigorifique supérieure à 400 kW;

d. patinoires, excepté les installations temporaires. »

Ces interdictions concernent toutes les installations stationnaires, qu'elles soient neuves ou usagées, permanentes ou temporaires. Elles incluent également la transformation d'installations existantes (voir section 2.3.6).

Les éventuelles autorisations cantonales obligatoires (PEBKA) existantes pour la construction de certaines installations stationnaires ne sont plus valables depuis le 1^{er} janvier 2017³.

2.3 Définitions et domaines de validité pour les interdictions mentionnées ci-dessus

L'annexe 2.10 ORRChim énumère au ch. 1 certains termes spécialement importants pour la mise en œuvre de la réglementation. Certains d'entre eux ainsi que d'autres termes sont définis plus précisément dans les sections 2.3.1 à 2.3.7.

Définitions

1 Les substances et les préparations qui, dans un appareil ou dans une installation, transportent de la chaleur d'une température basse à une température plus élevée sont considérées comme des fluides frigorigènes.

2 Les fluides frigorigènes qui contiennent des substances appauvrissant la couche d'ozone (annexe 1.4) sont considérés comme des fluides frigorigènes appauvrissant la couche d'ozone.

3 Les fluides frigorigènes qui contiennent des substances stables dans l'air (annexe 1.5) sont considérés comme des fluides frigorigènes stables dans l'air.

4 Une installation se compose de tous les circuits frigorifiques servant à la même application; elle peut comporter une ou plusieurs machines frigorifiques. On désigne par « machine frigorifique » un système de réfrigération compact contenant un ou plusieurs circuits frigorifiques.

5 La transformation de la partie productrice de froid dans des installations existantes est assimilée à la mise sur le marché d'installations.

6 Un appareil est un système de réfrigération qui est équipé d'une prise électrique et n'est pas relié de façon permanente à des conduites de distribution de froid ou de chaleur. Les appareils fixes sont considérés comme des appareils et non comme des installations.

7 Le froid positif est une réfrigération avec une température d'évaporation (t_e) supérieure ou égale à -10 °C et une température de condensation (t_c) inférieure ou égale à $+45\text{ °C}$.

8 Le froid négatif est une réfrigération avec une température d'évaporation (t_e) supérieure ou égale à -33 °C et une température de condensation (t_c) inférieure ou égale à $+40\text{ °C}$.

2.3.1 Fluides frigorigènes stables dans l'air

Les fluides frigorigènes sont réputés stables dans l'air lorsqu'ils contiennent un ou plusieurs composés organiques volatils⁴ fluorés qui ont un temps de séjour moyen dans l'air d'au moins deux ans.⁵ Cette définition des fluides frigorigènes stables dans l'air recouvre la plupart des hydrofluorocarbures (HFC) et certains perfluorocarbures (PFC). Une liste des principaux fluides frigorigènes (stables dans l'air et non stables dans l'air) figure à l'annexe A1 de la présente aide à l'exécution.

2.3.2 Installation

Une « installation » est constituée de toutes les machines et de tous les circuits frigorifiques servant à une seule et même utilisation.⁶

Dans le contexte de l'annexe 2.10 ORRChim, le terme « installation » recouvre tous les types d'installations de réfrigération, de congélation, de climatisation et de pompe à chaleur, qui fonctionnent à l'aide d'un fluide frigorigène. Aussi est-il également utilisé dans la présente aide à l'exécution comme terme générique pour tous les types d'installation susmentionnés. Par ailleurs, les termes « machine frigorifique » et « circuit frigorifique » sont utilisés non seulement en rapport avec des installations pour la réfrigération, mais aussi dans le cas de production de chaleur, conformément à l'usage linguistique technique.

Au contraire d'un appareil, une installation est toujours reliée de façon fixe à au moins un circuit de distribution de froid ou de chaleur. Elle est considérée comme « stationnaire » lorsqu'elle fonctionne en étant immobile.

Les installations temporaires, y compris les patinoires temporaires, sont également considérées comme stationnaires. Par « installations temporaires », on entend les installations qui ne présentent pas de système de distribution de froid installé de façon permanente, par exemple les conteneurs frigorifiques.

2.3.3 Délimitation d'une application de froid ou de chaleur

Lorsqu'une installation comporte plusieurs machines ou circuits frigorifiques et qu'il s'agit de déterminer quelles consommations de froid ou de chaleur doivent être considérées comme constituant une seule et même utilisation, les critères suivants seront appliqués :

1. L'approvisionnement en froid ou en chaleur de tous les utilisateurs relève d'un seul et même propriétaire des machines et/ou circuits frigorifiques ;
2. Les températures de sortie du fluide frigorigène au niveau des évaporateurs (caloporteur et condenseur pour les PaC) sont similaires pour un paramétrage selon le manuel de la « Campagne Froid efficace » de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN)⁷, c'est-à-dire que la différence de température est égale ou inférieure à 4 K. Pour les systèmes à évaporation directe, ce critère s'applique à l'air comme frigorigène ;
3. Les machines et circuits frigorifiques produisant le froid (ou la chaleur) peuvent être installés dans la même salle des machines ou dans des salles voisines ;
4. Les consommateurs de froid/chaleur se trouvent dans le même bâtiment ou peuvent être approvisionnés par le même circuit frigorigène/caloporteur ; lorsque des systèmes sont planifiés avec des circuits frigorigènes distincts à cause d'une différence d'altitude supérieure à 25 m entre l'utilisateur situé le plus bas et celui qui est situé le plus haut, par exemple dans une tour, les puissances seront considérées séparément.

Un ensemble de machines/circuits frigorifiques est considéré comme une installation servant à une seule et même utilisation lorsque les critères 1 et 2 sont remplis ainsi qu'au moins le critère 3 ou 4.

4 Une substance est définie comme volatile selon l'annexe 1.5, ch. 1, al. 1, let. a, ORRChim, lorsqu'elle présente une pression de vapeur d'au moins 0,1 mbar à 20 °C ou une température d'ébullition de 240 °C au plus.

5 Voir annexe 2.10, ch. 1, al. 3, ORRChim, en rel. avec annexe 1.5, ch. 1, al.1, let. a, ORRChim

6 Voir annexe 2.10, ch. 1, al. 4, ORRChim,

7 <http://www.suisseenergie.ch/pub/p6478/fr-ch>

Exemples

Exemple 1 :	Deux utilisations
Machine frigorifique 1 500 kW	Puissance frigorifique utile pour climatisation de confort avec une température de l'eau froide de 14 °C à la sortie de l'évaporateur avec distribution de froid séparée.
Machine frigorifique 2 300 kW	Puissance frigorifique utile pour le refroidissement de procédé, avec une température de l'eau froide de 8 °C à la sortie de l'évaporateur et distribution de froid séparée.
Analyse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Même propriétaire. 2. Les températures de conception présentent une différence de 6 K et ne sont donc pas similaires. 3. Les installations sont dans la même salle des machines ou dans des salles voisines. 4. Les consommateurs de froid ne peuvent pas être approvisionnés par le même circuit.
Conclusion	Le point 2 ne satisfait pas aux critères valables pour une même utilisation ; les deux installations devront donc être considérées séparément.

Exemple 2 :	Une seule et même utilisation
Machine frigorifique 1 500 kW	Puissance frigorifique utile pour climatisation de confort avec une température de l'eau froide de 14 °C à la sortie de l'évaporateur avec distribution de froid commune. Installation sous toiture.
Machine frigorifique 2 300 kW	Puissance frigorifique utile pour le refroidissement de procédé, avec une température de l'eau froide de 12 °C à la sortie de l'évaporateur et distribution de froid commune. Installation en 2 ^e sous-sol.
Analyse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Même propriétaire. 2. Les températures de conception présentent une différence de 2 K et sont donc similaires. 3. Les installations ne sont pas dans la même salle des machines ou dans des salles voisines. 4. Les consommateurs de froid sont approvisionnés par un circuit commun.
Conclusion	Seul le critère 3 n'est pas satisfait ; les deux installations doivent être considérées comme une seule et même utilisation ; il s'agit donc d'une installation de 800 kW pour laquelle les fluides stables dans l'air ne sont pas autorisés.

2.3.4 Calcul de la puissance frigorifique Q_0

Le niveau de la puissance frigorifique Q_0 pour une utilisation donnée (voir section 2.3.3) sert à déterminer si la mise sur le marché d'une installation utilisant un fluide frigorigène stable dans l'air est autorisée⁸. Q_0 est définie comme la puissance utile de pointe avec un facteur de simultanéité de 1 et une différence des températures d'entrée et de sortie paramétrée selon le manuel de la « Campagne Froid efficace » de l'OFEN. La puissance utile se réfère ici à la production de froid et non à la puissance totale des consommateurs de froid installés, cette dernière dépendant également du facteur de simultanéité, dont la détermination revient au planificateur.

La puissance des machines/circuits frigorifiques redondants n'est pas prise en compte dans le calcul de la puissance frigorifique déterminante selon l'annexe 2.10 ORRChim des installations industrielles ou commerciales, pour autant qu'elle ne dépasse pas 100 % de la puissance utile de pointe. Pour les installations de confort par contre, la puissance des machines/circuits redondants est prise en compte, car ils ne sont pas considérés comme nécessaires au maintien d'un confort minimal.

Dans le cas d'une extension d'une installation existante, la somme des puissances utiles Q_0 de l'installation existante et de l'extension est prise en compte pour déterminer si l'utilisation d'un fluide frigorigène stable dans l'air est autorisée selon l'ORRChim. Toutefois, l'interdiction de mise sur le marché ne s'appliquerait le cas échéant qu'à l'extension de l'installation. À titre d'exemple, prenons une installation de froid industriel de 300 kW, pour laquelle une extension de 150 kW est prévue ; la puissance totale de l'installation dépasserait alors la limite de 400 kW⁹ ; en conséquence, l'extension devrait à tout le moins être réalisée avec un fluide frigorigène instable dans l'air.

Remarque : lors de la planification, il faudrait tenir compte de futures extensions, de façon que la construction de base puisse être d'emblée classée en fonction de l'ordre de grandeur final. Une telle précaution permet d'éviter des frais inutiles et des adaptations importantes de la construction au moment de l'extension.

⁸ Selon annexe 2.10, ch. 2.1, al.3 let. a-c, ORRChim

⁹ Selon annexe 2.10, ch. 2.1, al.3, let. c, n° 2, ORRChim

2.3.5 Mise sur le marché

La mise sur le marché est définie comme étant « la mise à la disposition de tiers et la remise à des tiers de même que l'importation à titre professionnel ou commercial »¹⁰. La location d'une installation n'équivaut à une mise sur le marché que lorsqu'elle implique un déplacement ou une transformation de l'installation (voir section 2.3.6 ci-dessous).

2.3.6 Transformation d'installations

La transformation de la partie productrice de froid d'une installation existante (compresseur, condenseur, évaporateur) est considérée comme une mise sur le marché¹¹.

Dans le langage courant, les opérations suivantes ne sont pas considérées comme une « transformation », et ne sont donc pas non plus réputées « mise sur le marché » :

- a) les réparations, y compris le remplacement 1 : 1 de composantes défectueuses ;
- b) le remplacement 1 : 1 de toute une installation, à titre de prestation de garantie ;
- c) le remplacement du fluide frigorigène par un autre, y compris le remplacement de pièces mineures telles que joints ou soupapes de détente, mais sans modification des compresseurs, condenseurs ou évaporateurs de l'installation.

En outre, les modifications suivantes ne sont pas soumises aux restrictions de mise sur le marché au sens de l'annexe 2.10 ORRChim, même si elles pourraient en principe être considérées comme des « transformations » :

- d) transformation de l'installation en vue d'augmenter son efficacité énergétique, pour autant que les recommandations de la « Campagne Froid efficace » de l'OFEN pour la conception des composants soient respectées, par :
 1. l'installation d'un compresseur avec convertisseur de fréquence,
 2. l'installation d'une récupération de chaleur, exclusivement avec circuit secondaire,
 3. le remplacement d'un évaporateur ou d'un condenseur par des éléments plus efficaces sur le plan énergétique :

- si cela est techniquement possible sans augmenter le volume du circuit frigorifique de la composante devant être remplacée, p. ex. à l'aide de la technique des microcanaux ou de ventilateurs plus puissants, ou

- si, en cas d'impossibilité de recourir à des ventilateurs plus puissants ou à la technique des microcanaux, il est techniquement possible d'y parvenir par une augmentation du volume de 20 % au plus du circuit frigorifique de la composante devant être remplacée,

4. l'installation de soupapes de détente électroniques.

e) Connexion d'utilisateurs supplémentaires aux dépens du facteur de simultanéité (augmentation tolérée de la puissance frigorifique utile Q_0 : 20 % au plus, mais au maximum 5 kW) ;

f) Diminution d'au moins 20 % de la puissance frigorifique utile, y compris par la mise hors service d'évaporateurs.

Pour des installations existantes fonctionnant dans le domaine du froid positif, les opérations indiquées aux points c), d) à e) ne sont applicables que lorsque le fluide frigorigène finalement utilisé dans l'installation transformée présente un PES¹² inférieur à 2500.

2.3.7 Classification des installations stationnaires

La technique du froid comprend divers domaines d'utilisation soumis à des exigences différentes. L'annexe 2.10, ch. 2.1, al. 3, ORRChim, distingue quatre domaines d'utilisation principaux et huit sous-domaines pour la réglementation des installations stationnaires avec un fluide frigorigène stable dans l'air :

1. Les installations de climatisation servant :
 - a) au refroidissement de confort,
 - b) au refroidissement et au chauffage, au moyen de systèmes à débit variable (DRV) ou à volume variable (VRV),
 - c) comme pompe à chaleur pour la distribution de chaleur de proximité ou à distance ;
2. Les installations pour la réfrigération commerciale :
 - a) pour le froid négatif,
 - b) pour le froid positif,
 - c) pour le froid négatif combiné avec du froid positif ;

¹⁰ Art. 4, al. 1, let. i, loi sur les produits chimiques

¹¹ Voir chiffre 1, al. 5, annexe 2.10, ORRChim,

¹² Potentiel d'effet de serre (PES) à un horizon de 100 ans selon le 4^e rapport du GIEC (2007). <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm> Pour les mélanges : moyenne des PRG des composants, pondérés en fonction des proportions massiques correspondantes des substances pures.

3. les installations pour la réfrigération industrielle :
 - a) pour la surgélation,
 - b) pour toutes les autres applications, y compris l'exploitation non saisonnière des installations de climatisation.
4. les patinoires artificielles.

Les installations temporaires sont considérées comme des installations stationnaires (voir section 2.3.2). Les différents domaines d'utilisation des installations stationnaires sont décrits en détail dans les sections 2.3.7.1 à 2.3.7.5 ci-dessous et illustrés par des exemples. Les installations qui servent à plusieurs domaines d'utilisation sont traitées dans la section 2.3.7.6.

Tab. 1 :
Domaines d'utilisation des installations de réfrigération

Utilisation	Description	Exemples
Climatisation de confort	Froid pour la climatisation à des fins de confort. Utilisation saisonnière de max. 8 mois par an.	Confort des personnes dans les locaux d'habitations, commerciaux, administratifs, des théâtres, des cinémas, etc.
Pompes à chaleur	Tous types de production de chaleur comme utilisation principale.	Installations pour la production saisonnière de chaleur de confort, production d'eau chaude dans les habitations, production de chaleur industrielle.
Froid commercial	Froid nécessaire pour les entreprises vendant des marchandises aux consommateurs finaux	Boulangeries, boucheries, restaurants, hôtels, supermarchés, stations-service, etc.
Froid industriel	Froid pour des processus et la production, y compris climatisation, qui ne correspondent pas aux critères des utilisations de confort.	Centres informatiques, stockage de données, hôpitaux, industrie chimique, entrepôts, industrie alimentaire, boulangeries industrielles, agriculture, abattoirs, etc.
Patinoires artificielles	Permanent et temporaires	

2.3.7.1 Froid pour la climatisation

Ce domaine d'utilisation comprend les installations servant au refroidissement dit de confort. Les températures utilisées pour la climatisation sont définies dans la norme SIA 382/1.

Pour tenir compte de la nature saisonnière des besoins de froid dans le domaine du confort, on ne classe dans la catégorie des installations de climatisation que les celles qui contribuent au bien-être des personnes et qui ne fonctionnent pas plus de huit mois consécutifs, non compris la période d'exploitation en free-cooling (compresseur à l'arrêt) ou, pour les installations réversibles, la période d'exploitation en tant que pompe à chaleur (installation commandée par les besoins en chaleur, la chaleur générée étant entièrement utilisée).

Si ces critères de bien-être ou de saisonnalité ne sont pas remplis, par exemple pour les entreprises industrielles et de services (comme les imprimeries, les machines de moulage par injection et les machines-outils, les centres informatiques ou les hôpitaux), les installations doivent être évaluées en tant qu'installations de froid industriel (voir section 2.3.7.4).

2.3.7.2 Pompes à chaleur

Par pompes à chaleur, on entend les installations contenant un fluide caloporteur pour la production saisonnière de chaleur de confort, pour la production d'eau chaude dans les zones résidentielles pendant toute l'année, pour le chauffage des piscines, pour la production de chaleur industrielle, etc. Selon l'ORRChim, elles font actuellement partie du domaine de la climatisation.

2.3.7.3 Froid commercial

Ce domaine d'utilisation comprend les installations frigorifiques servant à la préparation ou à la conservation de produits vendus directement au client final. À titre d'exemple, citons les installations dans les points de vente du commerce de détail tels que boulangeries, boucheries, épiceries, dans les restaurants, bars, cuisines, shops de stations-service, et jusqu'aux points de vente publics sur des aires d'exploitation. Ainsi, le restaurant du personnel d'une entreprise industrielle pourra être considéré comme un consommateur de froid commercial.

Toutefois, la production de froid d'un point de vente au public situé sur un site de production sera classée « industrielle » si elle peut être utilisée également pour couvrir les besoins en froid industriel de l'entreprise selon section 2.3.7.4.

Les définitions de l'annexe 2.10, ch. 1, al. 7 et 8, ORRChim du froid positif et négatif (voir section 2.3) se réfèrent à la conception standard d'une installation frigorifique commerciale pour une température extérieure de 32 °C et aux recommandations de la « Campagne Froid efficace » de l'OFEN. Elles correspondent aux acceptions usuelles du froid positif, à savoir la réfrigération commerciale de produits alimentaires à des températures supérieures à 0 °C, et du froid négatif, à savoir la congélation et la conservation de produits alimentaires à des températures inférieures à -20 °C.

Les utilisations spéciales (également en dehors du domaine des produits alimentaires), avec différentes températures situées entre 0 °C et -20 °C, doivent être attribuées au froid soit positif soit négatif. La similarité avec l'une des catégories est déterminante. Par exemple, la congélation est toujours classée dans le froid négatif.

Pour les multiplex positif et négatif avec refoulement commun, la réglementation applicable au froid positif selon l'annexe 2.10 ORRChim¹³ s'applique. Ainsi, les installations frigorifiques avec un fluide frigorigène stable dans l'air jusqu'à une puissance frigorifique de 40 kW sont autorisées, et seuls les fluides frigorigènes avec un PES inférieur à 2500 peuvent être utilisés.

Pour les systèmes combinés froid positif – froid négatif¹⁴ (p. ex. les cascades et les « booster »), le calcul de la puissance utile du froid positif ne tient pas compte de la part absorbée par le circuit de froid négatif.

Le froid positif et le froid négatif sont considérés comme non combinables lorsque :

- la puissance utile du froid négatif est supérieure à celle du froid positif ;
- certaines installations sont destinées à des utilisations intermittentes ou critiques, par exemple les machines à glace, cellules de refroidissement ou de congélation rapide, installations d'interruption de la fermentation, etc.

Exemple 1 :

Puissances frigorifiques :	Ces installations ne peuvent pas être combinées ;	Exemple d'exécution :
Froid positif 5 kW	Froid positif < 40 kW	froid positif R134a et
Froid négatif 10 kW	Froid négatif < 30 kW	froid négatif R407F/
	Frigorigènes stables dans l'air autorisés	R449A

Exemple 2 :

Puissances frigorifiques :	Ces installations peuvent être combinées ;	Exemple d'exécution :
Froid positif 15 kW	Froid positif < 40 kW	système booster CO ₂ ou froid positif R134a et
Froid négatif 10 kW	Froid négatif > 8 kW	froid négatif CO ₂ (cascade).
	Frigorigènes stables dans l'air autorisés seulement pour le froid positif	

Exemple 3 :

Puissances frigorifiques :	Ces installations peuvent être combinées ;	Exemple d'exécution :
Froid positif 41 kW	Froid positif > 40 kW	système booster CO ₂ ou CO ₂
Froid négatif 9 kW	Froid négatif > 8 kW	transcritique (cascade).
	Frigorigènes stables dans l'air interdits	

2.3.7.4 Froid industriel

Ce domaine comprend les installations qui fonctionnent plus de huit mois consécutifs par an. Ces installations servent à la préparation, à la fabrication ou à la conservation de produits vendus à des intermédiaires ou à la fourniture de services. Il s'agit d'installations dans les entreprises industrielles et de services, par exemple les imprimeries, les machines de moulage par injection et machines-outils, les centres informatiques ou de serveurs (p. ex. dans les bâtiments abritant des banques ou des assurances).

La congélation et le stockage de produits alimentaires et d'autres procédés à des températures inférieures à -20 °C sont assimilés à la surgélation. Les utilisations spéciales, même en dehors du domaine alimentaire, avec des températures entre 0 °C et -20 °C, sont également classées dans la surgélation lorsqu'il s'agit d'un procédé de congélation. Par contre, malgré des températures de production de froid entre -5 °C et -15 °C, les accumulateurs latents, à l'instar des systèmes de stockage de

¹³ Annexe 2.10, ch. 2.1, al.3, let. b, no 2 et 4, ORRChim

¹⁴ Selon annexe 2.10, ch. 2.1, al.3, let. b, no 3, ORRChim

glace, ne sont pas considérés comme une surgélation, car les températures d'utilisation sont habituellement supérieures à 0 °C.

2.3.7.5 Patinoires

Les patinoires sont mentionnées séparément au ch. 2.1, al.3, let. d, de l'annexe 2.10 de l'ORRChim. Les patinoires permanentes sont presque exclusivement équipées de systèmes au R717 (NH₃). Par patinoires temporaires, on entend ici les patinoires transportables utilisant un frigoporteur, qui ne présentent pas de système de distribution de froid installé de façon permanente. Pour ces dispositifs, l'utilisation de fluides frigorigènes stables dans l'air correspond encore à l'état de la technique. Toutes les patinoires permanentes ou temporaires sont considérées comme des installations stationnaires.

2.3.7.6 Installations avec plusieurs utilisations

Quand une installation a plusieurs utilisations, c'est la plus importante qui détermine sa classification. La détermination de la puissance frigorifique Q_0 selon la section 2.3.4 doit être établie sur la base de l'ensemble des utilisations. La classification et le calcul de Q_0 sont illustrés ci-dessous par deux options pour le refroidissement d'un bâtiment administratif avec centre de calcul intégré, le froid de confort et le froid industriel étant fournis par la même installation :

Exemple 1 :

300 kW	Puissance frigorifique utile pour climatisation, avec une durée de fonctionnement de la machine frigorifique de huit mois par année au maximum.
150 kW	Puissance frigorifique utile pour le froid industriel fonctionnant toute l'année.
Classification	Climatisation de confort avec une puissance frigorifique utile de 600 kW au maximum. C'est-à-dire que l'installation d'une puissance utile de 450 kW peut être mise sur le marché avec un fluide frigorigène stable dans l'air.

Exemple 2 :

200 kW	Puissance frigorifique utile pour la climatisation avec une durée de fonctionnement de la machine frigorifique de huit mois par année au maximum.
250 kW	Puissance frigorifique utile pour le froid industriel fonctionnant toute l'année.
Classification	Froid industriel avec 400 kW de puissance frigorifique utile au maximum. Cette installation de 450 kW dépasse cette limite et ne peut donc pas être mise sur le marché avec un fluide frigorigène stable dans l'air ¹⁵ .

3 Choix du fluide frigorigène

3.1 Recommandation générale

Les installations frigorifiques et les pompes à chaleur doivent fonctionner avec des fluides frigorigènes naturels ou d'autres substances respectueuses de l'environnement, à condition qu'ils correspondent à l'état de la technique.

Afin de faire progresser l'état de la technique, il est recommandé d'utiliser des fluides frigorigènes naturels, même dans des domaines dans lesquels leur utilisation ne correspond pas encore complètement à l'état de la technique. Cela est possible lorsque l'utilisation est au point et optimisée sur le plan technique, lorsqu'il y a lieu d'escompter un rapport coût/avantage environnemental supportable en comparaison avec une utilisation de fluides frigorigènes stables dans l'air et lorsque cette utilisation est techniquement sûre.

3.2 Exigences

Savoir si une installation donnée doit être planifiée sans fluide frigorigène stable dans l'air dépend de sa puissance frigorifique et de son domaine d'utilisation¹⁶ (voir aussi la synthèse graphique annexe A2). Il faut déterminer ensuite sur la base de la norme SN EN 378-1, -2 et -3¹⁷ si l'installation en question peut, selon l'état de la technique, remplir les exigences de sécurité sans utiliser de fluides frigorigènes stables dans l'air. Si ce n'est pas le cas, une demande de dérogation avec justifications peut être soumise à l'OFEV (voir chap. 5) pour la mise sur le marché de l'installation.

3.3 La notion d'« état de la technique »

Le choix d'un fluide frigorifique pour les systèmes usuels actuellement n'est considéré comme correspondant à l'état de la technique que si toutes des conditions suivantes sont remplies :

- meilleure compatibilité environnementale par rapport à d'autres fluides frigorigènes, compte tenu de son potentiel d'effet de serre et de l'efficacité énergétique de l'installation ;
- faisabilité sur les plans de la technique et de l'exploitation attestée et éprouvée ;
- disponibilité sur le marché ;
- viabilité économique vérifiée ;
- sécurité assurée.

Cette large palette de critères d'appréciation vise à éviter que le passage d'un système à un autre n'entraîne, à côté des avantages attendus (p. ex. pour l'environnement), de nouveaux inconvénients (p. ex. en matière de sécurité de l'exploitation). Généralement, aucun fluide frigorigène ne permet de satisfaire pleinement à tous les critères. Dans chaque cas, il convient dès lors de recourir à la combinaison de fluides frigorigènes, de système et de composants qui répond le mieux aux critères en question considérés dans leur ensemble.

L'état de la technique est déterminé et périodiquement révisé par les autorités, en étroite collaboration avec la branche.

3.4 Quand utiliser des fluides frigorigènes

Dans divers domaines dans lesquels les systèmes utilisant des fluides frigorigènes stables dans l'air sont encore autorisés, il serait possible, aujourd'hui déjà, d'y renoncer. Ce chapitre indique des domaines pour lesquels il existe déjà des fluides frigorigènes naturels. La mise sur le marché et l'exploitation d'installations fonctionnant avec les fluides frigorigènes mentionnés ci-dessous n'est pas restreinte par l'annexe 2.10 ORRChim.

3.4.1 Ammoniac (NH₃) – R717

Le R-717 a de très bonnes propriétés thermodynamiques et permet de bons coefficients de performance. Sa toxicité implique toutefois le respect de mesures de sécurité particulières lors de la planification et de l'exploitation de l'installation. De par leur conception (évaporateur inondé avec séparateur de liquide au lieu d'une détente

¹⁶ Selon annexe 2.10, ch. 2.1, al. 3, ORRChim

¹⁷ SN EN 378-1:2017, SN EN 378-2:2017 et SN EN 378-3:2017

sèche), les installations frigorifiques travaillant avec le R-717 sont plus complexes et entrent par conséquent en ligne de compte pour des puissances frigorifiques assez élevées. Dans les installations de froid industriel et les grandes installations de climatisation, les machines frigorifiques fonctionnant au R-717 correspondent désormais à l'état de la technique. La dernière génération d'installations frigorifiques compactes fonctionnant au R-717 peut désormais être utilisée en toute sécurité dans tous les domaines d'application selon la norme de sécurité SN EN 378-1, à condition que la construction soit adéquate (enceinte parfaitement hermétique, détection automatique des fuites avec système d'alarme, etc.).

3.4.2 Dioxyde de carbone (CO₂) – R744

Le R-744 est aujourd'hui un fluide frigorigène standard dans la grande distribution, l'industrie et le commerce. Des installations au R-744, avec évaporation directe, en cascades ou avec recirculation, sont installées aussi bien dans le domaine subcritique que transcritique. Les nouvelles configurations avec compresseurs en parallèle et éjecteurs permettent une utilisation efficace à des températures extérieures plus élevées. On constate également l'apparition de pompes à chaleur au R-744 sur le marché. L'efficacité des installations au R-744 dépend de leur utilisation. La haute intensité énergétique du R-744 permet l'exploitation des rejets thermiques résultant de températures d'eau plus élevées, ce qui augmente significativement l'efficacité de l'ensemble de l'installation. Les installations au R-744 peuvent être utilisées dans tous les domaines d'application selon la norme de sécurité SN EN 378-1.

3.4.3 Hydrocarbures (HC), isobutane (R-600a), propane (R-290) et propène (R-1270)

Les HC tels que le R-600a, le R-290 ou le R-1270 ont également de très bonnes caractéristiques thermodynamiques, mais ils sont inflammables. Ils se sont imposés dans le secteur des réfrigérateurs et des congélateurs domestiques. Les appareils de froid commercial compacts sont de plus en plus souvent conçus pour fonctionner avec des HC. Lorsqu'elles sont placées à l'extérieur (au sol ou sur le toit), les pompes à chaleur pour l'habitat et les machines frigorifiques compactes pour la production d'eau glacée ou d'autres fluides frigoporteurs (p. ex. glycol) peuvent être exploitées à moindre risque avec

des HC. Les groupes de refroidissement fonctionnant au R-290, d'une puissance frigorifique atteignant jusqu'à plusieurs fois 100 kW, correspondent de plus en plus à l'état de la technique. Les installations fonctionnant aux HC peuvent, en fonction du volume de remplissage, être utilisées dans tous les domaines d'application selon la norme de sécurité SN EN 378-1.

3.5 Quand utiliser des hydrofluoro-oléfines (HFO) ?

Les hydrofluoro-oléfines (HFO) (p. ex. R-1234yf et R-1234ze) présentent, contrairement à la plupart des HFC, une très courte demi-vie dans l'air et un potentiel d'effet de serre très bas. Elles n'entrent donc pas dans la catégorie des fluides frigorigènes stables dans l'air. Cependant, le produit de dégradation de ces substances, l'acide trifluoroacétique, est nocif pour les organismes aquatiques à des concentrations supérieures à 0,1 mg/l. Selon l'état actuel de la recherche scientifique et les prévisions des quantités utilisées, les concentrations de cette substance dans les eaux de surface restent bien au-dessous des seuils de toxicité¹⁸. Leur utilisation dans des installations ou des appareils producteurs de froid n'est donc pas limitée par l'ORRChim.

Les HFO présentent de bonnes caractéristiques thermodynamiques, mais sont modérément inflammables. Actuellement, elles commencent à être utilisées dans les domaines de la climatisation, du froid industriel et des pompes à chaleur (R-1234ze) ainsi que dans la climatisation automobile (R-1234yf). Les installations fonctionnant aux HFO peuvent être utilisées dans tous les domaines d'application selon la norme de sécurité SN EN 378-1.

¹⁸ Russel et al. (2012) TFA from HFO-1234yf: Accumulation and Aquatic Risk in Terminal Water Bodies. *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 31, No. 9, pp. 1957-1965; Henne et al. (2012) Future Emissions and Atmospheric Fate of HFC-1234yf from Mobile Air Conditioners in Europe. *Environmental Science and Technology*, Vol. 46, pp. 1650-1658.

3.6 Prescriptions de sécurité pour l'utilisation de fluides frigorigènes

À côté des normes SN-EN 378-1, -2, -3 et -4 de l'Association suisse de normalisation (SNV), d'autres prescriptions de sécurité existent pour l'utilisation de fluides frigorigènes. Elles figurent en particulier dans l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM, RS 814.012), dans l'ordonnance sur les équipements sous pression (OSEP, RS 930.114) ainsi que dans certaines directives de la SUVA et de la Commission fédérale de coordination pour la sécurité au travail (CFST).

3.7 Description des circuits frigorifiques

Les types de circuits frigorifiques (évaporation directe, frigoporteurs, condensation directe, caloporteurs et, pour les températures inférieures, installations de réfrigération en cascade avec deux circuits frigorifiques, circuits combinés pour le domaine du froid commercial, booster) sont présentés dans l'annexe A3. Les notions d'installation frigorifique, de machine frigorifique et de circuit frigorifique sont illustrées dans les annexes A3-6 et A3-7.

4 Réduction de l'impact environnemental

4.1 Généralités

Lorsque l'usage de fluides frigorigènes stables dans l'air est incontournable selon l'état actuel de la technique, il convient d'en minimiser les répercussions sur le climat. Les mesures les plus importantes à prendre sont :

- éviter autant que faire se peut l'utilisation de fluides frigorigènes ayant un potentiel d'effet de serre (PES) élevé ;
- réduire au strict minimum, en utilisant des circuits intermédiaires, le volume de remplissage en fluides frigorigènes ;
- réduire les risques de fuite de fluides frigorigènes au moyen de diverses mesures relevant de la construction et de la surveillance.

L'optimisation de la consommation d'énergie peut contribuer significativement à la réduction de l'impact environnemental d'une installation productrice de froid.

4.2 Choix de fluides frigorigènes ayant un faible impact sur le climat

Pour les installations contenant des fluides frigorigènes stables dans l'air qui sont autorisées, il faut choisir le fluide ayant le plus faible impact sur le climat. À noter que l'impact climatique d'un fluide frigorigène au sein d'un système dépend de son potentiel d'effet de serre (PES) ainsi que de l'efficacité énergétique de l'installation. Cet impact est déterminé selon la norme SN EN 378-1 2017, en utilisant le « Total Equivalent Warming Impact » (TEWI)¹⁹. Ce dernier prend en compte les émissions de gaz à effet de serre aussi bien directes qu'indirectes, sur toute la durée de vie de l'installation. Il inclut ainsi les émissions liées à la consommation d'électricité et à la perte de fluide frigorigène lors de l'exploitation de l'installation, tout comme celles qui résultent des pertes iné-

vitables de fluide frigorigène lors du recyclage de celui-ci. Le TEWI est calculé en tonnes d'équivalents CO₂.

4.3 Réduction des quantités de fluides frigorigènes (circuits frigoporteurs et caloporteurs).

Dans les installations comprenant de grandes quantités de fluide frigorifique, le risque d'émission peut être abaissé par le recours à des circuits intermédiaires (circuits secondaires), qui permettent de réduire significativement le volume de remplissage en fluide frigorigène.

4.3.1 Circuit frigoporteur

Les systèmes à évaporation directe sont interdits pour les installations de refroidissement de l'air (froid positif, c'est-à-dire, toutes les utilisations sauf le froid négatif et la surgélation) contenant des fluides frigorigènes stables dans l'air et comportant au moins trois refroidisseurs d'une puissance frigorifique supérieure à 80 kW²⁰. De telles installations doivent être équipées d'un circuit frigoporteur.

4.3.2 Circuit caloporteur

Les condenseurs refroidis à l'air sont interdits pour les installations qui contiennent un fluide frigorigène stable dans l'air ayant un potentiel d'effet de serre supérieur à 4000²¹. De telles installations doivent être équipées d'un circuit caloporteur.

Pour les autres fluides frigorigènes stables dans l'air, les condenseurs refroidis à l'air ne sont interdits que pour les installations d'une puissance frigorifique supérieure à 100 kW, lorsque le rapport entre le volume de fluide frigorigène et la puissance frigorifique dépasse un certain niveau. Pour ces rapports, des valeurs limites sont fixées à l'annexe 2.10 ORRChim²² pour deux intervalles de PES et trois configurations d'installations corres-

²⁰ Selon annexe 2.10, ch. 2.3, al. 1, ORRChim

²¹ Selon annexe 2.10, ch. 2.3, al. 2, let. a, ORRChim

²² Annexe 2.10, ch. 2.3, al. 2, let. b-d, ORRChim

¹⁹ Outil de calcul pour le TEWI: <https://www.suisseenergie.ch/page/fr-ch/aides-de-planification-pour-les-installations-de-froid>

pondant à la norme SIA 382/1 et aux recommandations de la « Campagne Froid efficace » de l'OFEN. Elles sont résumées dans le tab. 2.

Tab. 2

Valeurs limites pour le rapport « quantité de fluide (kg)/puissance frigorifique (kW) » au-delà desquelles l'utilisation de condenseurs refroidis à l'air est interdite dans les installations d'une puissance frigorifique > 100 kW.

Intervalle de PES	PES du frigorigène ≤ 1900	PES du frigorigène > 1900
Configuration de l'installation		
Sans valorisation des rejets thermiques	> 0,4 kg/kW	> 0,18 kg/kW
Avec valorisation des rejets thermiques	> 0,48 kg/kW	> 0,22 kg/kW
Chauffage et refroidissement simultané et plus que 2 échangeurs de chaleur à air	Mêmes valeurs limites que ci-dessus	> 0,37 kg/kW

4.4 Mesures relevant de la construction

Les mesures relevant de la construction décrites ci-après et correspondant à l'état de la technique permettent de réduire les émissions de fluides frigorigènes. Dans le cas d'une demande de dérogation, leur mise en œuvre est une condition préalable à l'octroi d'une autorisation²³.

4.4.1 Hermétisation des circuits frigorigères.

- Utilisation de compresseurs hermétiques ou semi-hermétiques ;
- Utilisation de vannes d'arrêt munies de capuchons de protection ;
- Point de mesures et ports d'entretien tels que valves Schrader, uniquement avec capuchon en cuivre et écrou à river ;
- Utilisation de vannes de régulation pneumatiques munies de soufflets en accordéon ;
- Soudure ou brasure systématique des conduites ;
- Soudure des raccords pour vannes magnétiques, vannes d'arrêt et détendeurs, filtres et sécheurs, verres d'observation, etc. ;

- Utilisation exclusive de brides pour les raccords démontables, à savoir pas de sertissage (raccord fileté à titre exceptionnel seulement et, si possible, avec adaptateur à braser, p. ex. pour manomètres, appareils de régulation ou de commande, filtre-sécheur et système de climatisation split jusqu'à 5/8").

4.4.2 Utilisation de matériaux résistants à la corrosion pour éviter les fuites de fluide frigorigère

En présence de surfaces froides, l'eau de condensation en environnement corrosif peut augmenter le risque de corrosion.

4.4.3 Surveillance technique

Une surveillance technique de l'air ambiant avec dispositif automatique d'alarme est nécessaire pour les installations contenant plus de 25 kg de fluides frigorigères par circuit, afin de détecter de façon précoce des fuites dans l'air. La surveillance doit englober au moins le local des machines. Pour les installations placées à l'extérieur ou sur le toit, l'espace intérieur de l'enveloppe de l'installation doit être surveillé. La surveillance technique des condenseurs refroidis par air n'est pas requise. La norme SN EN 378-3 fixe des conditions supplémentaires concernant la sécurité des personnes.

Il convient en particulier de surveiller l'étanchéité des soupapes de sécurité. Lorsque les quantités de fluides frigorigères sont importantes, il est recommandé d'utiliser des disques de rupture ou au moins d'installer des trappes à huile (voir SN-EN 378-2).

23 Selon annexe 2.10, ch. 2.2, al. 5, let. c, ORRChim, voir aussi le chapitre 5.

5 Indications concernant les dérogations et les formulaires de demande

5.1 Dérogations

Dans certains cas, l'aménagement et l'exploitation d'une installation de refroidissement avec un fluide frigorigène non stable dans l'air (NH₃, HC, CO₂, HFO) sont impossibles pour des raisons de sécurité ou peuvent engendrer des coûts disproportionnés résultant de mesures de sécurité supplémentaires. C'est pourquoi l'OFEV peut, en vertu du ch. 2.2, al. 5, annexe 2.10, ORRChim et sur la base d'une demande motivée, accorder des dérogations à l'interdiction de mise sur le marché d'installations fonctionnant avec un fluide frigorigène stable dans l'air si :

- a. l'état de la technique ne permet pas de respecter les normes SN EN 378-1:2017, SN EN 378-2:2017 et SN EN 378-3:2017 sans l'utilisation d'un fluide frigorigène stable dans l'air ;
- b. les fluides frigorigènes stables dans l'air générant le plus faible impact sur le climat ont été sélectionnés selon l'état de la technique ;
- c. les mesures disponibles selon l'état de la technique pour éviter les émissions de fluides frigorigènes ont été prises.

5.1.1 Habilitation à requérir

Les interdictions selon l'annexe 2.10, ch. 2.1, al. 3, ORRChim s'appliquent à la mise sur le marché (voir section 2.3.5 pour la définition de ce terme) de certaines installations. Ne peuvent donc requérir une dérogation que les personnes qui mettent sur le marché une telle installation et non pas les acquéreurs et les utilisateurs de celle-ci.

5.1.2 Formulaires de demande

Deux formulaires distincts sont à disposition selon que la demande de dérogation concerne la mise sur le marché d'une installation temporaire ou d'une installation permanente. Les formulaires sont téléchargeables à l'adresse : <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/produits-chimiques/info-specialistes/produits-chimiques--dispositions-et-procedures/fluides-frigorigenes.html>.

5.1.2.1 Installations permanentes

L'examen d'une demande de dérogation n'est entrepris que lorsque la documentation fournie avec le formulaire détaillé est considérée comme complète. Sauf complications particulières, l'OFEV statue dans un délai maximum de 8 semaines.

Ci-dessous figurent des commentaires et des explications concernant les différentes rubriques du formulaire de demande (FD) :

FD Rubrique 1) Site de l'installation

Toutes les informations demandées dans le formulaire sont indispensables pour examiner la demande, y compris l'indication du n° EGID du bâtiment, le nom de l'entreprise qui exploite l'installation et éventuellement le n° du bâtiment.

FD Rubrique 2) Requéran-e

La demande de dérogation doit être déposée par une personne qui prévoit de mettre l'installation concernée sur le marché (voir section 5.1.1 Habilitation à requérir).

FD Rubrique 5.1) Réalisation de l'installation

Une transformation est une modification apportée à la partie productrice de froid d'une installation existante, par exemple pour l'adapter au nouvel état de la technique ou pour l'utiliser à d'autres fins. Le terme « transformation » englobe également l'extension d'installations existantes (voir section 2.3.6).

Pour les transformations et les extensions, il faut se référer à la section 4.3 pour déterminer s'il y a lieu d'utiliser un frigoporteur ou un caloporteur. Ni l'extension par étapes ni la distribution de froid décentralisée ne justifie une dérogation aux exigences de l'annexe 2.10, ch. 2.1 et 2.3, ORRChim.

Le plan de la salle des machines et des parties du bâtiment concernées par l'installation doivent être joints à la demande.

FD Rubriques 5.2) et 6.2) Données techniques de l'installation

Les informations à fournir dans le tableau au point 5.2 ne concernent pas l'installation pour laquelle une dérogation est demandée, mais une installation de référence utilisant un fluide frigorigène non stable dans l'air (NH₃, CO₂, HC, HFO).

En revanche, les informations à fournir dans le tableau au point 6.2 concernent l'installation avec fluide frigorigène stable dans l'air pour laquelle une dérogation est demandée.

Des schémas de l'ensemble de l'installation ainsi que de chaque partie, existante et nouvelle, doivent être joints à la demande.

Parties d'une installation

Une installation peut se composer d'un ou de plusieurs circuits ou machines frigorifiques (voir section 2.3.2 et annexe 2.10, ch. 1, al. 4, ORRChim). Le terme « machine frigorifique » désigne des circuits frigorifiques compacts.

Les informations à fournir dans le tableau concernent chaque circuit ou machine frigorifique constituant l'installation, y compris les parties existantes en cas d'extension, ainsi que l'ensemble de l'installation.

Utilisation

Les différentes catégories d'utilisation obéissent à la « Classification des installations frigorifiques » (voir section 2.3.7).

Fluides frigorigènes

Il faut indiquer la quantité totale de fluides frigorigènes contenue dans l'ensemble de l'installation. En cas d'extension, il ne suffira pas d'indiquer la différence entre la quantité existante et la quantité finale prévue.

Puissance frigorifique Q₀

Il s'agit de la puissance frigorifique utile Q₀ de l'installation (voir section 2.3.4).

FD Rubrique 5.3) Mesures spéciales pour respecter les exigences de sécurité

Les mesures supplémentaires qui ne sont pas destinées à satisfaire aux exigences de sécurité²⁴ spécifiques liées à l'utilisation de fluides frigorigènes non stables dans l'air ne sont pas prises en considération lors de l'évaluation de la demande.

FD Rubrique 6.1) Justification de l'utilisation de fluides frigorigènes stables dans l'air

Les justifications doivent être de nature technique, juridique ou normative. Les préférences du maître d'œuvre ou d'un autre acteur ne sont pas pertinentes pour l'évaluation des conditions de dérogation selon l'annexe 2.10, ch. 2.2, al.5, let. a, ORRChim.

5.1.2.2 Installations temporaires

Pour les installations de refroidissement temporaires (voir section 2.3.2), une procédure simplifiée et un formulaire raccourci ont été établis. En cas d'urgence, lorsque la fourniture de froid ne peut pas être interrompue, en particulier pour les utilisations commerciales ou industrielles, la demande de dérogation peut-être déposée immédiatement après la mise en service de l'installation temporaire.

5.1.3 Bases d'évaluation d'une demande de dérogation

Pour évaluer si une installation donnée peut respecter, selon l'état de la technique, les exigences des normes SN EN 378-1:2017, SN EN 378-2:2017 et SN EN 378-3:2017, on examine la faisabilité technique, puis si le rapport coût/utilité est supportable. Le coût correspond ici aux coûts vérifiés des mesures de sécurité supplémentaires requises par une installation sans fluide frigorigène stable dans l'air (installation de référence). L'utilité correspond aux coûts environnementaux évités par l'installation de référence en comparaison avec l'installation avec un fluide frigorigène stable dans l'air qui fait l'objet de la demande.

Le calcul du bénéfice environnemental correspond à la différence entre le TEWI²⁵ de l'installation de référence et le TEWI, plus élevé, de l'installation faisant l'objet de la demande. Cette différence est multipliée par le montant de la taxe sur le CO₂ afin de la monétariser.

²⁴ Voir annexe 2.10, ch. 2.2, al. 5, let. a, ORRChim

²⁵ Voir section 4.2.

Si le rapport coûts de sécurité/bénéfice environnemental est significativement supérieur à 1, la condition selon l'annexe 2.10, ch. 2.2, al. 5, let. a, ORRChim pour l'obtention d'une dérogation est considérée satisfaite.

L'expérience montre que les conditions pour l'octroi d'une dérogation sont rarement remplies dans les cas de nouvelles constructions. Elles le sont en revanche relativement souvent lors du remplacement ou de la transformation d'une installation dans un bâtiment existant, en particulier lorsque l'installation est située en sous-sol.

5.1.4 Validité d'une dérogation à l'interdiction de mise sur le marché

Une dérogation pour la mise sur le marché d'une installation stationnaire est toujours fondée sur de vastes critères de technique de sécurité; elle n'est en conséquence valable que pour un site donné. Tout changement de site d'une installation nécessite une nouvelle demande et une nouvelle autorisation de dérogation. En revanche, le seul changement de propriétaire d'une installation demeurant au même endroit ne requiert pas de nouvelle demande.

Annexes

Table des matières

- A1 Liste des principaux fluides frigorigènes
- A2 Synthèse graphique: réglementation des fluides frigorigènes stables dans l'air contenues dans les installations stationnaires de réfrigération et de climatisation ainsi que dans les pompes à chaleur
- A3 Circuits frigorifiques

A1 Vue d'ensemble des principaux fluides frigorigènes

Liste non exhaustive

Statut juridique selon annexe 2.10 ORRChim	Catégorie		Fluide frigorigène (exemples)	PES ¹	Groupe de sécurité ²	Remarques	
Frigorigènes appauvrissant la couche d'ozone, interdits	CFC (chlorés, perhalogénés)		R11	4750	A1	Interdits dans les installations nouvelles, en vente, agrandies ou transformées. Les installations existantes peuvent rester en service, mais pas rechargées. Les installations existantes contenant plus de 3 kg de frigorigène doivent être déclarées (www.smkw.ch); livret d'entretien et contrôle de l'étanchéité sont requis.	
			R12	10900	A1		
			R502 (mélange)	4657	A1		
			R13B1	7140	A1		
	HCFC (chlorés, partiellement halogénés)	Fluides purs	R22	1810	A1		
			Mélanges (blends), en général à base de R22	R401A (MP39)	1182		A1
		R402A (HP80)	2788	A1			
		R402B (HP81)	2416	A1			
		R408A (FX-10)	3152	A1			
		R409A (FX-56)	1585	A1			
Frigorigènes stables dans l'air à utilisation restreinte dans les appareils et installations nouveaux	HFC/PFC (sans chlore)	Fluides purs	R23	14800	A1	La construction, l'extension et la transformation d'installations avec des fluides frigorigènes stables dans l'air et qui dépassent certaines puissances sont interdites depuis le 1.12.2013. Condition pour une dérogation : l'état de la technique ne permet pas de respecter les exigences de sécurité selon les normes SN EN 378-1, -2 und -3 sans utiliser un frigorigène stable dans l'air. Les installations contenant plus de 3 kg de frigorigène doivent être déclarées (www.smkw.ch); livret d'entretien et contrôle de l'étanchéité requis.	
			R32	675	A2L ⁴		
			R134a	1430	A1		
			R125	3500	A1		
			R143a	4470	A2L ⁴		
		Mélanges (blends)	R404A	3920	A1		
			R407C	1770	A1		
			R407F	1825	A1		
			R410A	2090	A1		
			R413A	2050	A2		
			R417A	2350	A1		
			R422A	3140	A1		
			R422D	2730	A1		
R437A	1685	A1					
R507A	3980	A1					
Mélanges avec HFO (blends)	R448A	1386	A1				
	R449A	1397	A1				
	R450A	601	A1				
	R513A	631	A1				
Frigorigènes autorisés sous réserve du respect des exigences de sécurité	naturels	Fluides purs	R170 (Éthane)	6	A3	Les fluides naturels sont préconisés pour les nouvelles installations et les transformations. Les installations contenant plus de 3 kg de frigorigène doivent avoir un livret d'entretien.	
			R290 (Propane)	3	A3		
			R717 (NH ₃)	0	B2L ⁴		
			R718 (H ₂ O)	0	A1		
			R744 (CO ₂)	1	A1		
			R600a (Isobutane)	3	A3		
			R1270 (Propène)	2	A3		
			Mélanges (Blends)	R290/R600a	3		A3
				R290/R170	3		A3
				R723 (DME/NH ₃) ³	8		- ³
HFO (fluoro-oléfines partiellement halogénées)		R1234yf	4	A2L ⁴	Fluides autorisés. Les installations contenant plus de 3 kg de frigorigène doivent avoir un livret d'entretien.		
		R1234ze	7	A2L ⁴			

1 Potentiel d'effet de serre à un horizon de 100 ans. Valeur (sauf pour fluides frigorigènes naturels et les HFO) selon le 4^e rapport du GIEC (2007).

<http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm>. Valeurs PES pour les mélanges : moyenne des PES des composants, pondérés en fonction des proportions massiques correspondantes des substances pures.

2 Groupes de sécurité selon SN EN 378-1:2017

3 R723 n'est pas répertorié dans la SN EN 378-1:2017; voir les données du fabricant.

4 Nouveau groupe de sécurité selon SN EN 378-1:2017.

A2 Synthèse graphique : réglementation des fluides frigorigènes stables contenus dans l'air dans les installations stationnaires de réfrigération et de climatisation ainsi que dans les pompes à chaleur

Abréviations utilisées :

PES : potentiel d'effet de serre (Global Warming Potential, GWP)

RA : nombre de refroidisseurs d'air

Q_0 : puissance frigorifique se rapportant à l'ensemble de l'installation destinée à une même utilisation et pour des différences de températures selon le manuel de la « Campagne Froid efficace » de l'OFEN (<http://www.suisseenergie.ch/pub/p6478/fr-ch>)

EVAP : Nombre d'évaporateurs

URT : Utilisation des rejets thermiques

Les valeurs de PES (à gauche dans le tableau) ne sont mentionnées que lorsqu'elles sont pertinentes eu égard aux dispositions de l'ORRChim. Elles sont alors illustrées par des exemples de fluides frigorigènes (à droite dans le tableau).

Frigorigène stable dans l'air :

Climatisation (confort [max. 8 mois/an] et pompes à chaleur)

				Exemples de frigorigènes
PRG < 1900	autorisé	refroidissement à l'air non autorisé si la masse de frigorigène > 0,4 kg/kW ou 0,48 kg/kW avec URT	non autorisé*	R134a, R407C
PRG > 1900	autorisé	refroidissement à l'air non autorisé si la masse de frigorigène > 0,18 kg/kW ou 0,22 kg/kW avec URT	non autorisé*	R410A, R427A
	$Q_0 \leq 100$ kW	100 kW < $Q_0 \leq 600$ kW	$Q_0 > 600$ kW	

Climatisation (Industrie)

PRG < 1900	autorisé	refroidissement à l'air non autorisé si la masse de frigorigène > 0,4 kg/kW ou 0,48 kg/kW avec URT	non autorisé*	R134a, R407C
PRG > 1900	autorisé	refroidissement à l'air non autorisé si la masse de frigorigène > 0,18 kg/kW ou 0,22 kg/kW avec URT	non autorisé*	R410A, R427A
	$Q_0 \leq 100$ kW	100 kW < $Q_0 \leq 400$ kW	$Q_0 > 400$ kW	

Système Polyvalent [chauffe/refroidit simultanément] avec ≥ 2 échangeurs à air

PRG > 1900	autorisé	refroidissement à l'air non autorisé si la masse de frigorigène > 0,37 kg/kW	non autorisé*	R410A
	$Q_0 \leq 100$ kW	100 kW < $Q_0 \leq 600$ kW	$Q_0 > 600$ kW	

Système de climatisation VRV-DRV (chaud-froid)

autorisé	non autorisé*
$Q_0 \leq 80$ kW et EVAP ≤ 40	$Q_0 > 80$ kW ou EVAP > 40

Froid commercial

Froid positif			
PRG < 2500	autorisé	non autorisé*	
PRG > 2500	non autorisé*		
	$Q_0 \leq 40 \text{ kW}$	$Q_0 > 40 \text{ kW}$	
Froid négatif			
	autorisé	non autorisé*	
	$Q_0 \leq 30 \text{ kW}$	$Q_0 > 30 \text{ kW}$	
Froid négatif si combinaison possible avec froid positif			
	autorisé	non autorisé*	
	$Q_0 \leq 8 \text{ kW}$	$Q_0 > 8 \text{ kW}$	

Froid industriel (incl. climatisation)

Froid positif, eau glacée, frigoporteur, refroidissement à eau froide			
PRG < 1900	autorisé	refroidissement à l'air non autorisé si la masse de frigorigène > 0,4 kg/kW ou 0,48 kg/kW avec URT	non autorisé*
PRG > 1900	autorisé	refroidissement à l'air non autorisé si la masse de frigorigène > 0,18 kg/kW ou 0,22 kg/kW avec URT	non autorisé*
	$Q_0 \leq 100 \text{ kW}$	$100 \text{ kW} < Q_0 \leq 400 \text{ kW}$	$Q_0 > 400 \text{ kW}$
Congélation, surgélation			
	autorisé	non autorisé*	
	$Q_0 \leq 100 \text{ kW}$	$Q_0 > 100 \text{ kW}$	

Toutes les applications (climatisation-froid commercial-froid industriel)

Refroidissement à l'air			
PRG > 4000	refroidissement à l'air non autorisé		
	$Q_0 > 0 \text{ kW}$		
Évaporation directe			
	autorisé	évaporation directe non autorisée, frigoporteur obligatoire	
	$Q_0 \leq 80 \text{ kW}$ ou $RA < 3$	$Q_0 > 80 \text{ kW}$ et $RA \geq 3$	
Frigorigènes non stables dans l'air			
	frigorigènes non stables dans l'air autorisés en tenant compte de la SN EN-378 et de l'OPAM		NH ₃ , Propane,
	$Q_0 > 0 \text{ kW}$		CO ₂ , HFO

* Demande de dérogation obligatoire auprès de l'OFEV, si les normes SN EN 378-1, -2 et -3 en vigueur ne peuvent pas être respectées sans frigorigènes stables dans l'air

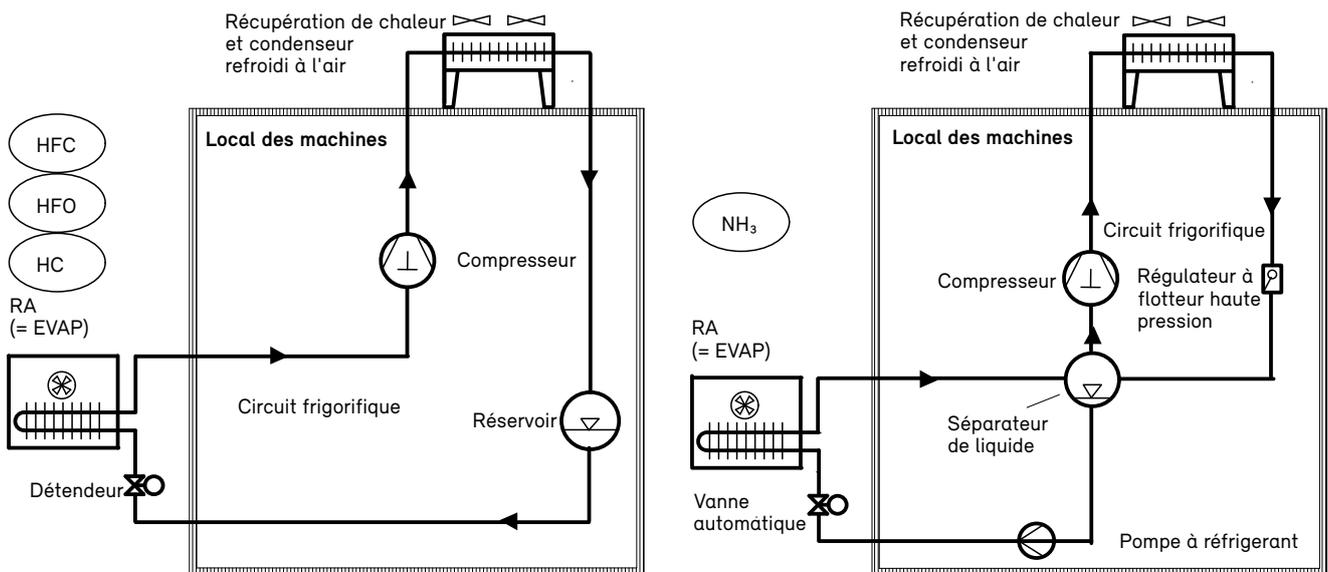
A3 Circuits frigorifiques

Légende :

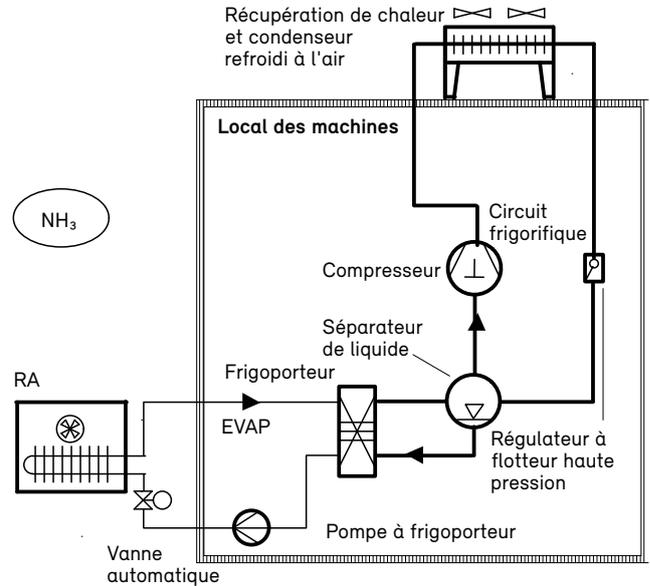
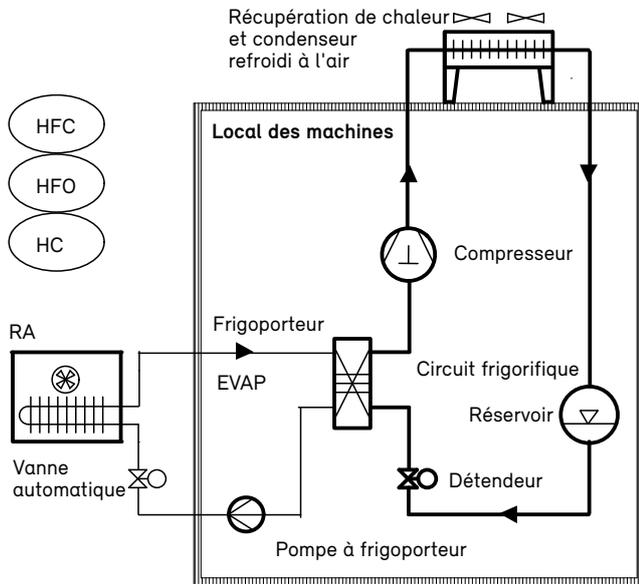
- HFC** Hydrofluorocarbure partiellement halogéné
- NH₃** Ammoniac
- CO₂** Dioxyde de carbone
- HC** Hydrocarbure
- HFO** Hydrofluoro-oléfines partiellement halogénées
- RA** Refroidisseur d'air
- EVAP** Évaporation directe

A3-1 Circuits frigorifiques simples

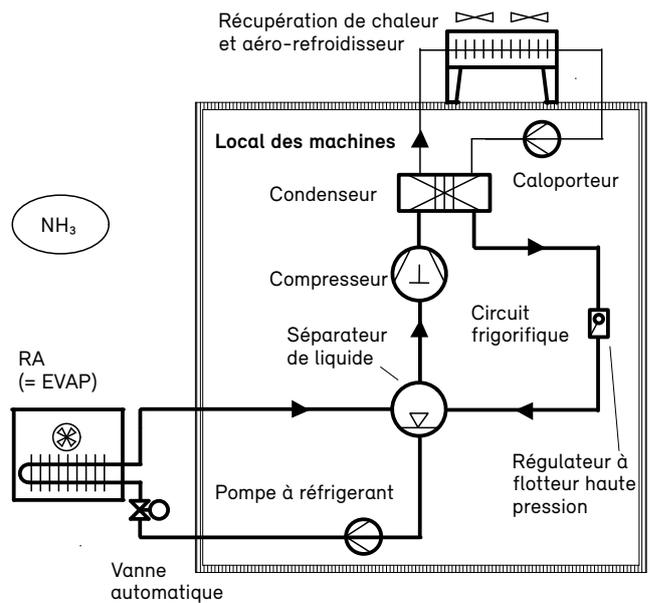
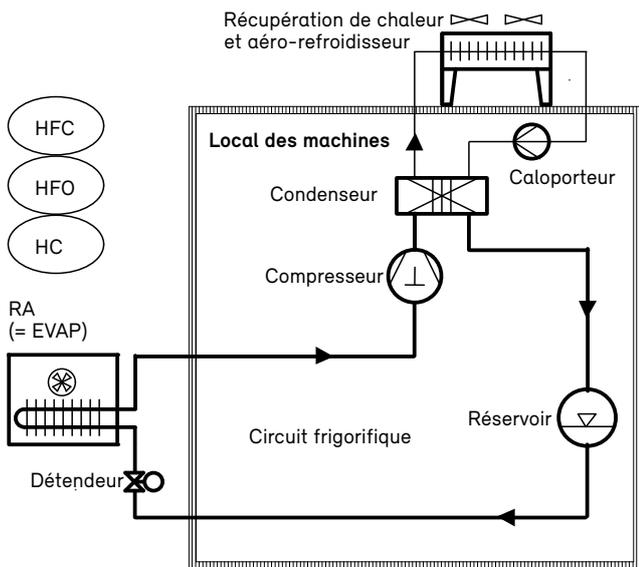
Condensation directe/évaporation directe



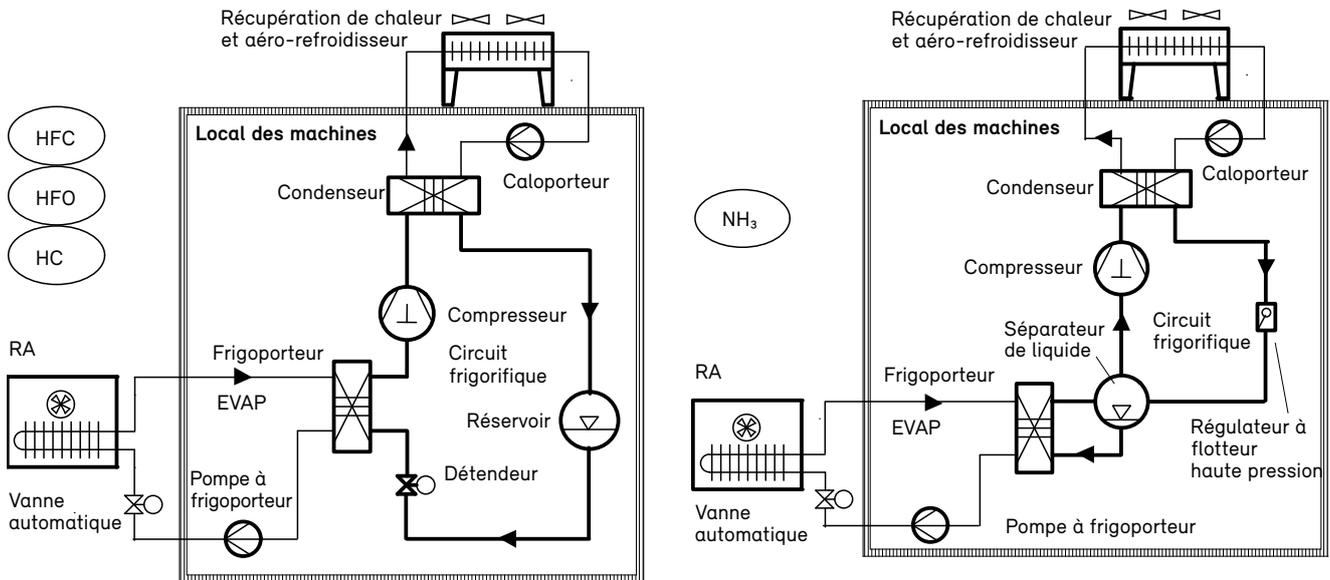
Condensation directe/frigoporteur



Caloporteur/évaporation directe

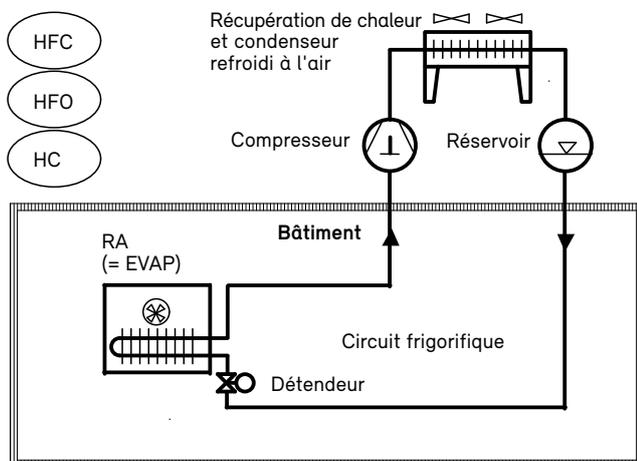


Caloporteur/frigoporteur

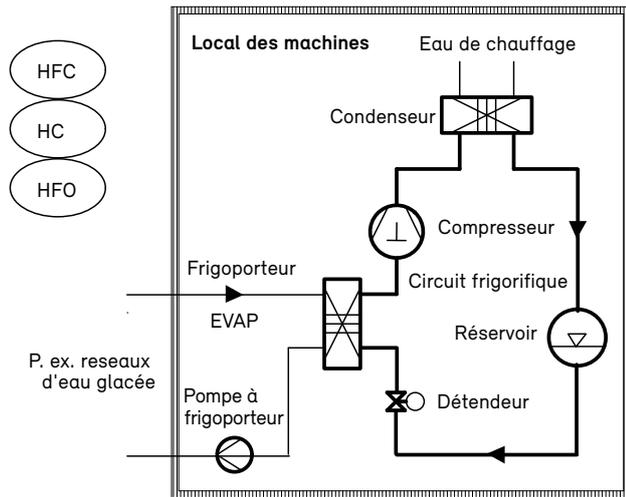


Exemples de variantes

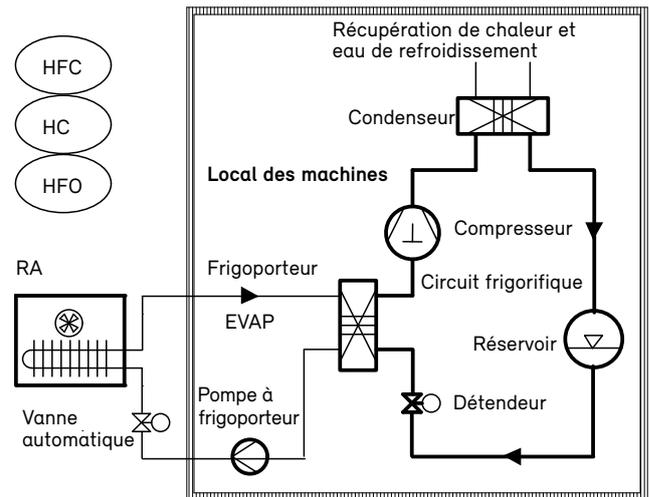
Machine de froid installée à l'extérieur :
condensation directe/évaporation directe



Groupe frigorifique équipé d'un condenseur à l'eau : condensation directe/frigoporteur

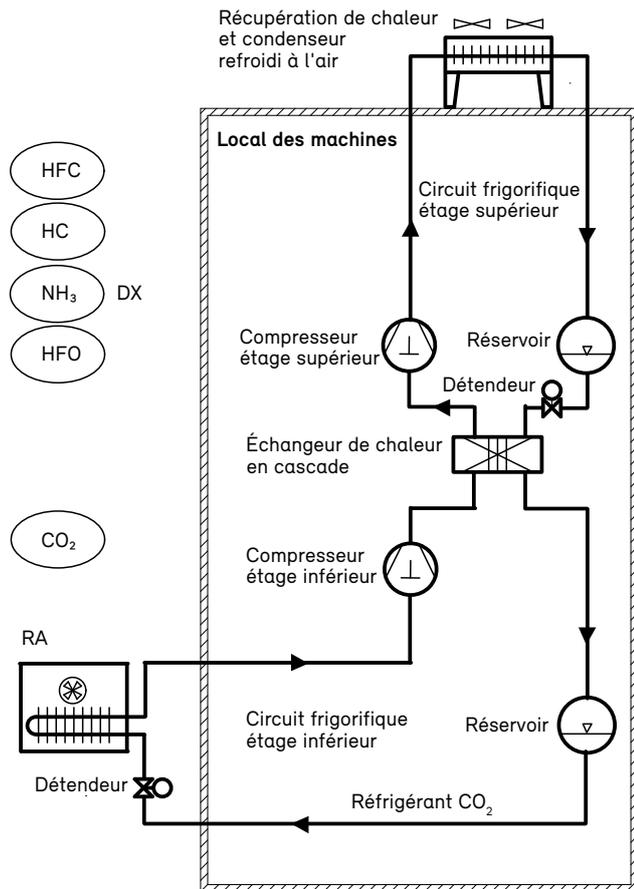


Pompe à chaleur pour chauffage ou production d'eau chaude : condensation directe/frigoporteur

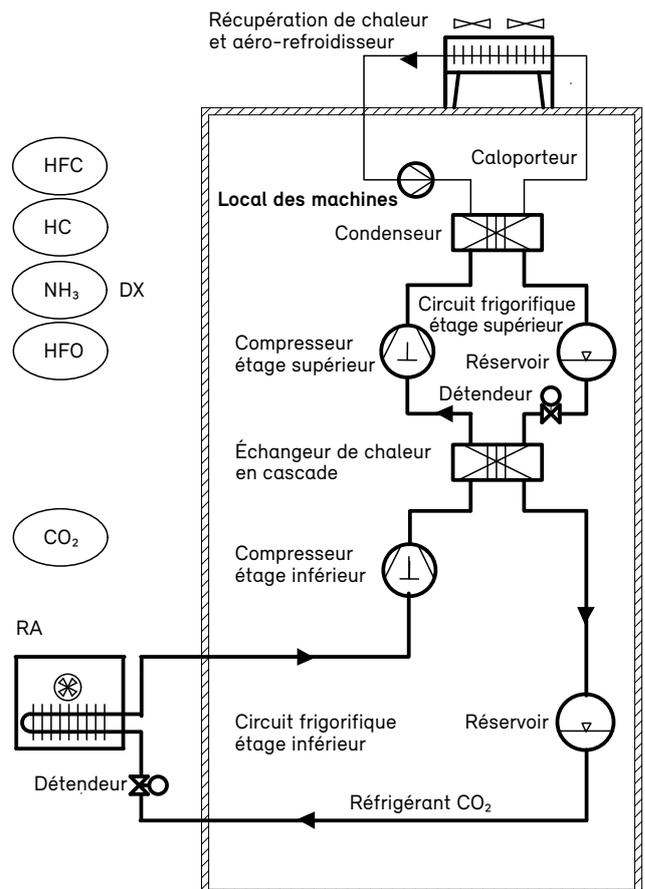


A3-2 Circuits frigorifiques avec CO₂ en cascades

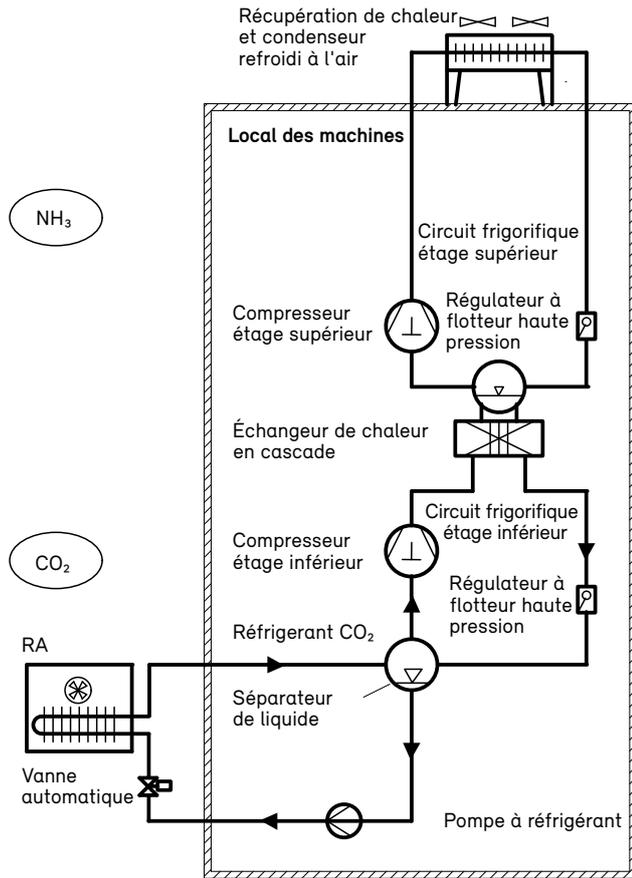
Condensation directe/évaporation directe de CO₂



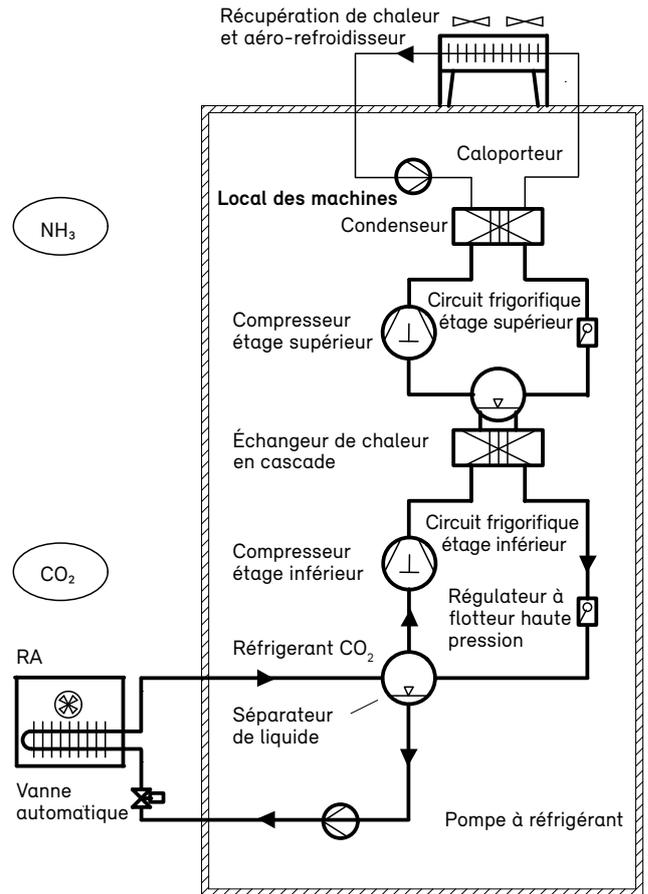
Caloporteur/évaporation directe de CO₂



Condensation directe/évaporation directe de CO₂

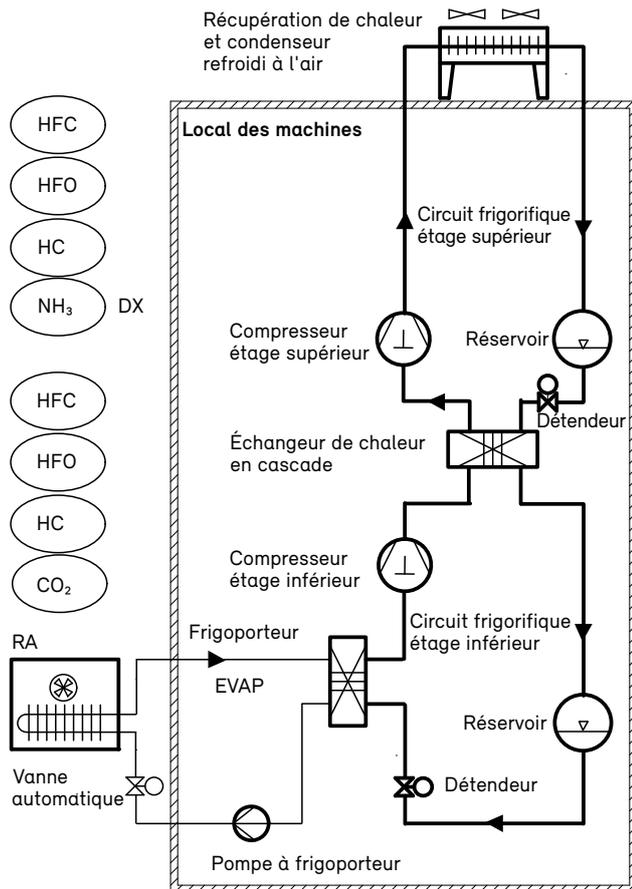


Caloporteur/évaporation directe de CO₂

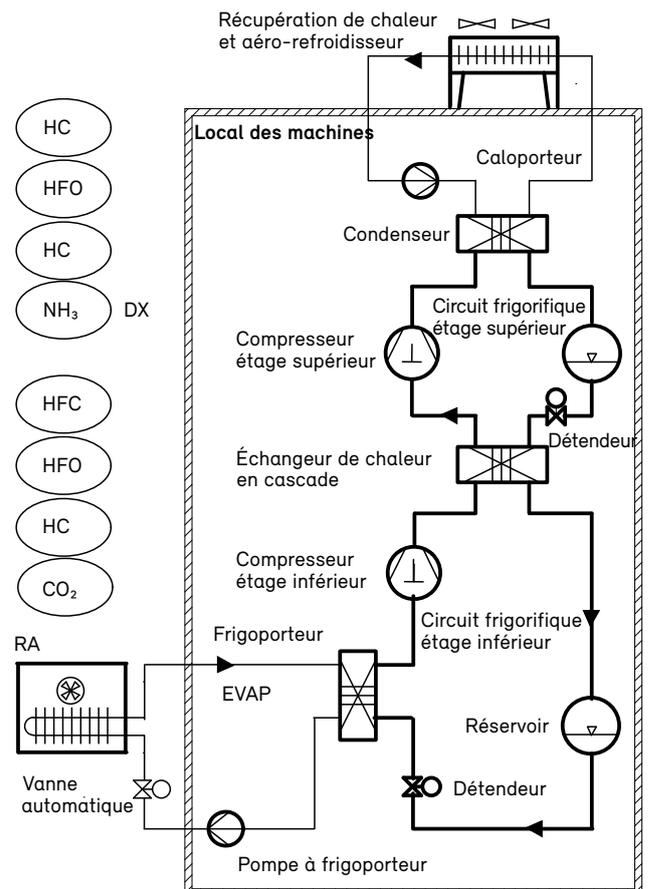


A3-3 Circuits frigorifiques en cascades en général

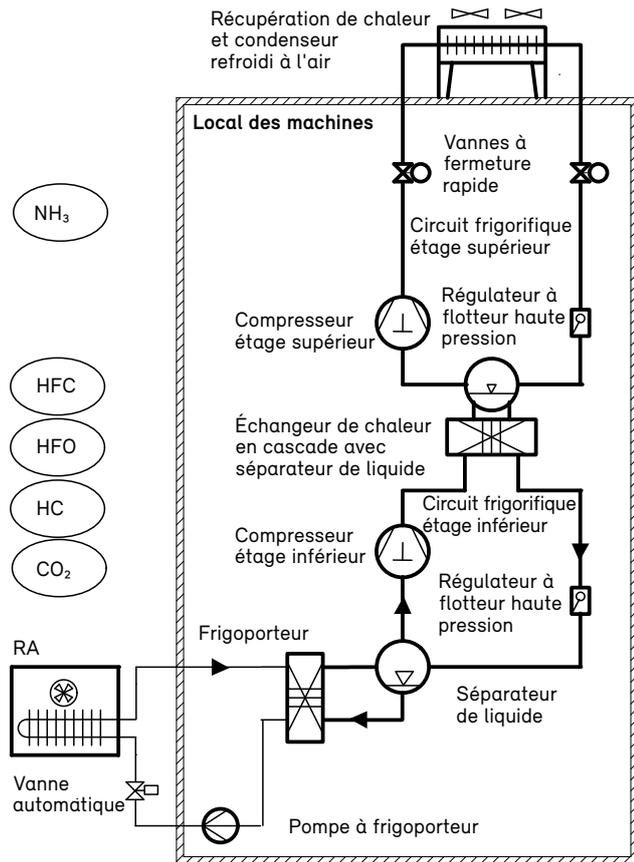
Condensation directe/frigoporteur



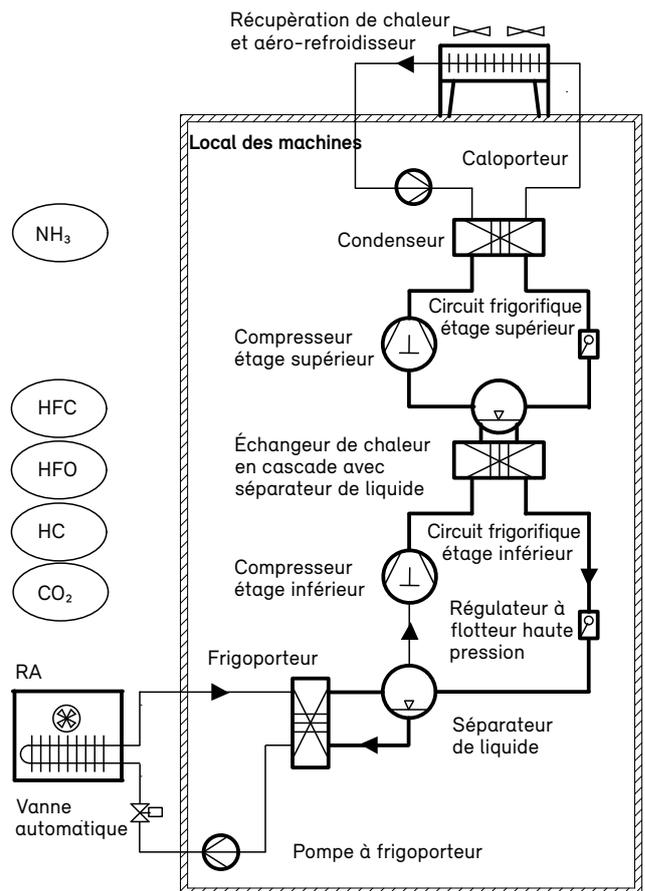
Condensation directe/frigoporteur



Condensation directe/frigoporteur

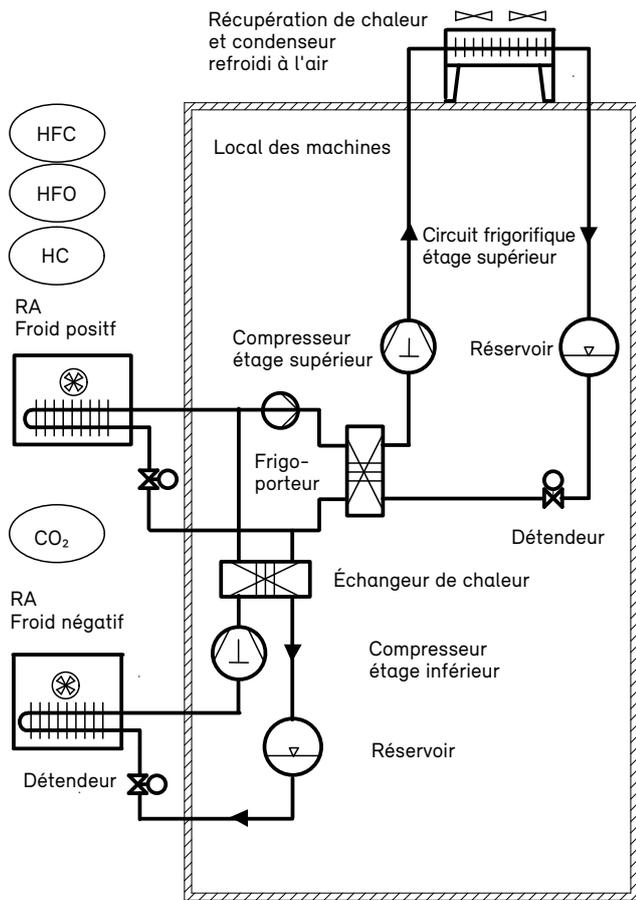


Caloporteur/frigoporteur

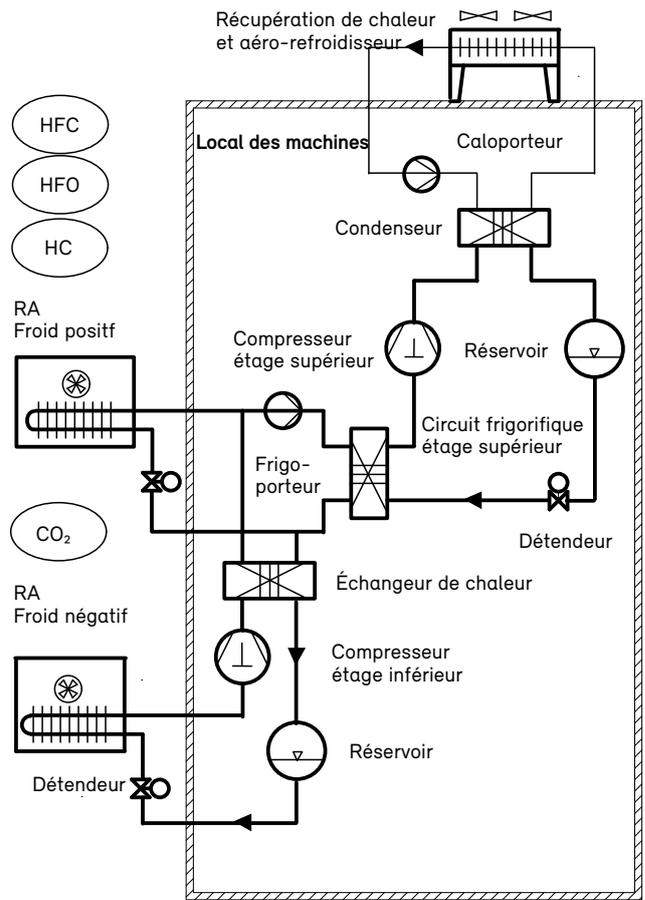


A3-4 Circuits frigorifiques combinés et booster

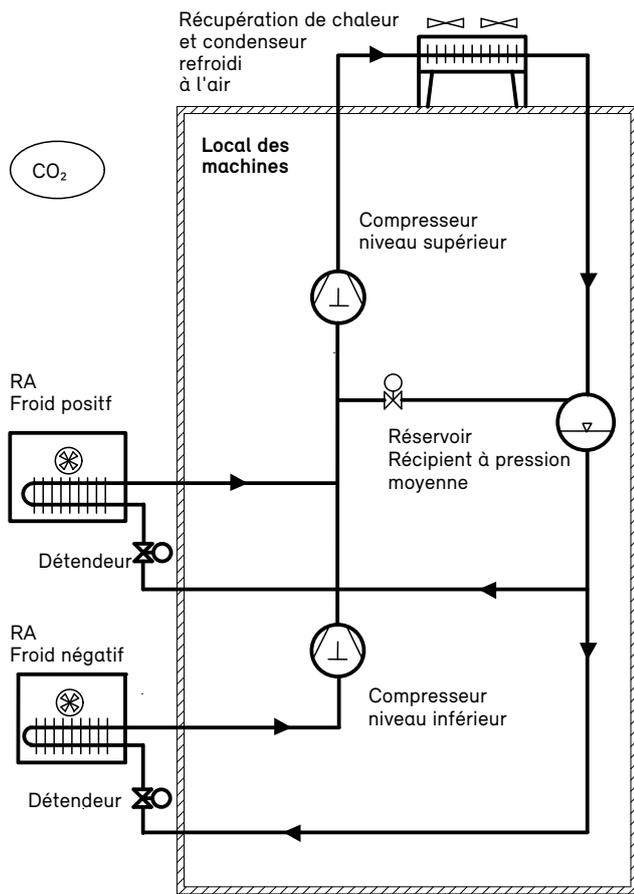
Cascade indirecte
Condensation directe/évaporation directe



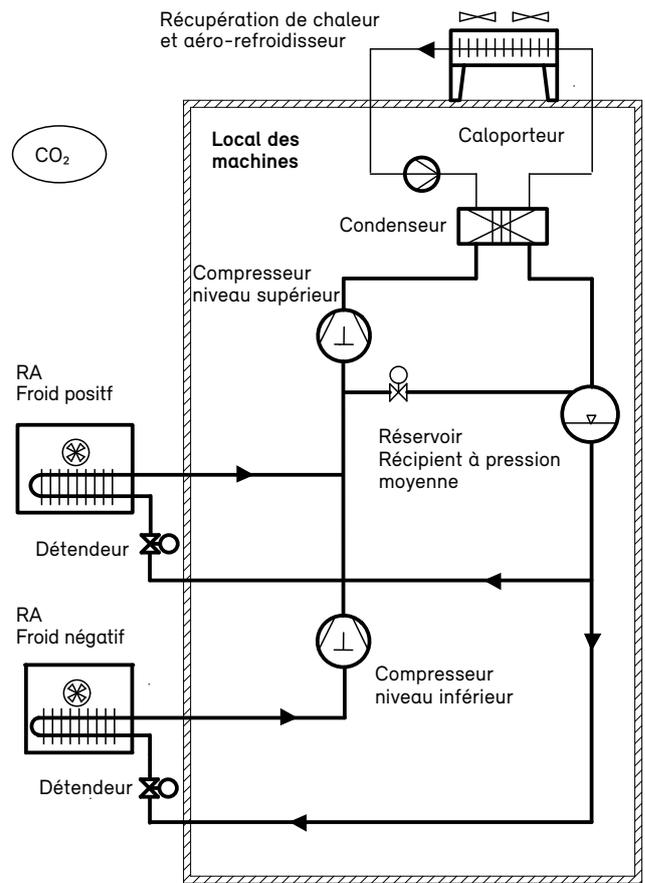
Cascade indirecte
Caloporteur/évaporation directe



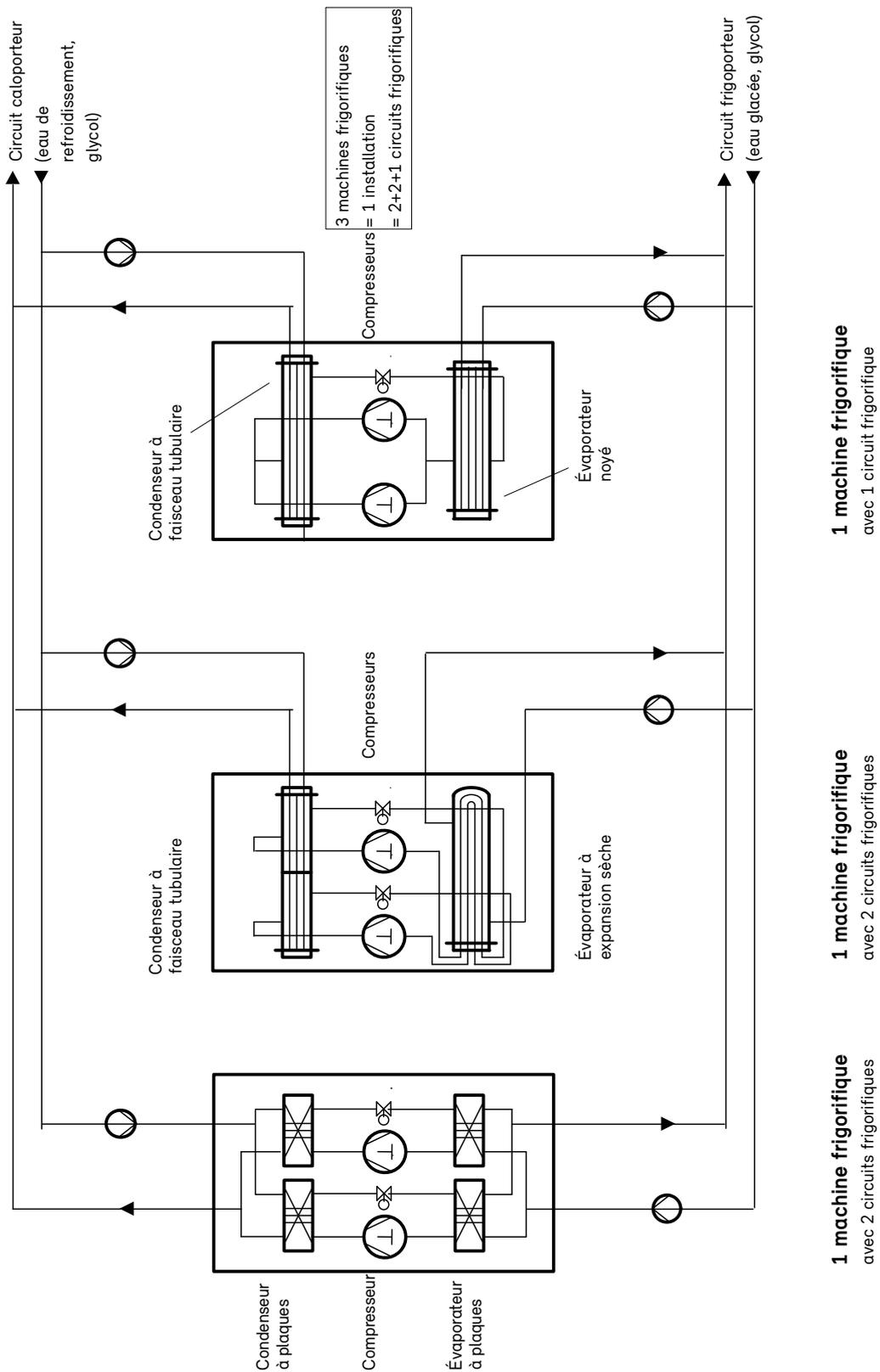
Booster
Condensation directe/évaporation directe



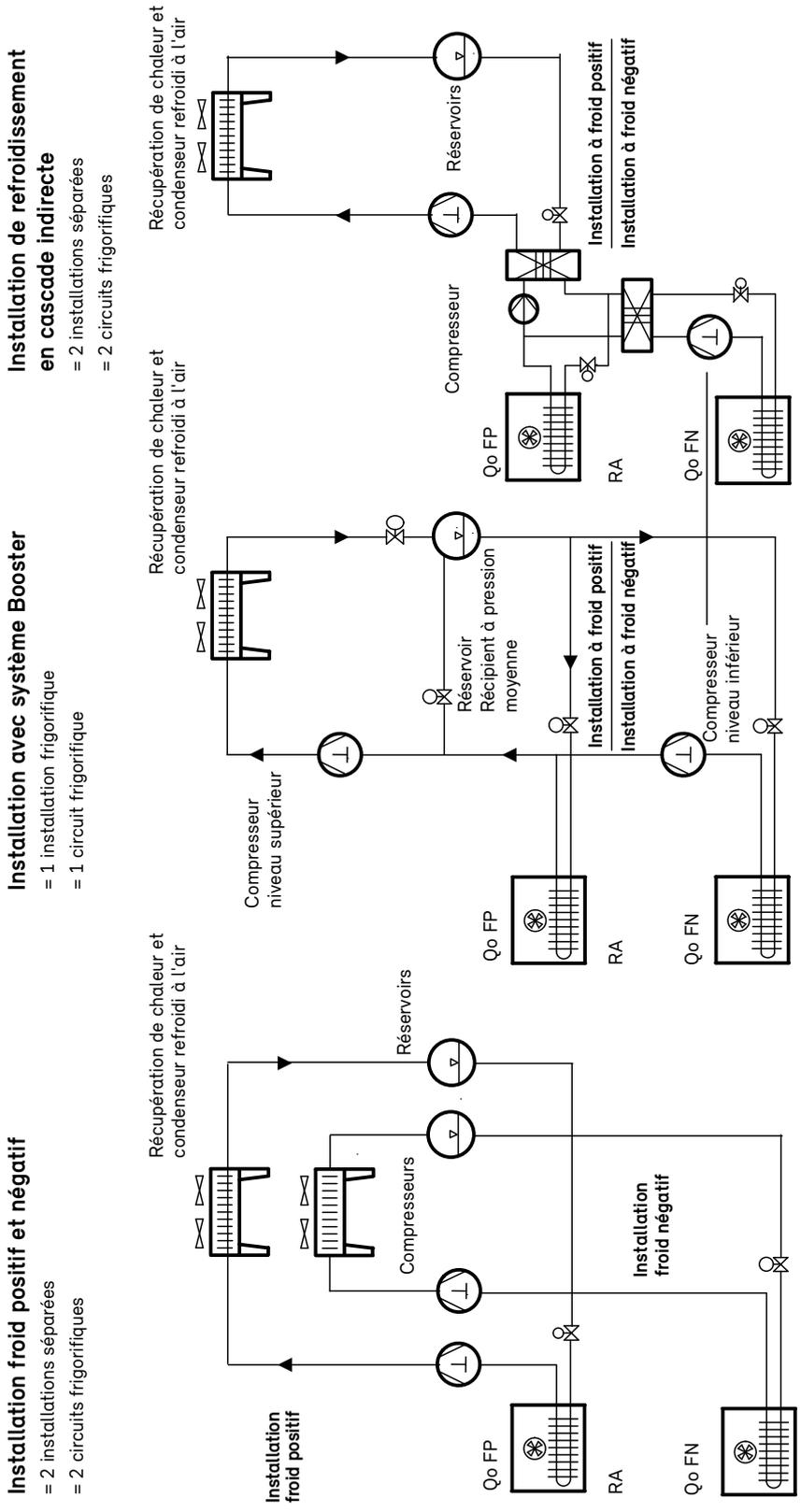
Booster
Caloporteur/évaporation directe



A3-5 Installations, machines et circuits dans le domaine de la climatisation



A3-6 Installations, machines et circuits dans le domaine du froid commercial



Installation froid positif et négatif

= 2 installations séparées
= 2 circuits frigorigènes

Installation avec système Booster

= 1 installation frigorigène
= 1 circuit frigorigène

Installation de refroidissement en cascade indirecte

= 2 installations séparées
= 2 circuits frigorigènes