

Normes de sécurité et composants pour fluides frigorigènes inflammables

Normes de sécurité et composants pour fluides frigorigènes inflammables	1
1 Objectif	1
2 Champ d'application	1
3 Définitions	2
4 Cadres et normes réglementaires, introduction	3
4.1 Normes EN	3
4.2 Option d'évaluation des risques	6
5 Exigences à l'égard des composants	7
5.1 Normes EN	7
5.2 Exigences des directives ATEX et DESP	9
5.3 Option d'évaluation des risques	9
6 Exigences relatives aux composants utilisés comme organes de sécurité	9
7 Bibliographie	10
ANNEXE 1 : Exemple du chiller R290	13
ANNEXE 2 : Exemple pour les climatiseurs à deux ou plusieurs blocs, y compris les systèmes réversibles	14
ANNEXE 3 : Exemple d'application concernant le fonctionnement avec des fluides frigorigènes inflammables : Appareils de réfrigération commerciale autonomes et systèmes de réfrigération commerciale à distance	15
ANNEXE 4 : Équipement en toiture	16
ANNEXE 5 : Directives ATEX	17
ANNEXE 6 : Directive européenne relative aux équipements sous pression (DESP)	19

1 Objectif

L'objectif de ce guide est de fournir une interprétation commune des exigences et des applications concernant les composants des systèmes à compression de vapeur qui utilisent des fluides frigorigènes inflammables dans le cadre des normes HVACR de l'UE. Étant donné que les fluides frigorigènes inflammables jouent un rôle important dans la réduction des émissions liées aux fluides frigorigènes, ce guide facilitera la conception de systèmes à faible PRG.

2 Champ d'application

Ce guide s'applique aux composants d'un système à compression de vapeur utilisant des fluides frigorigènes inflammables, c'est-à-dire des vannes, des échangeurs de chaleur, des compresseurs et d'autres commandes mécaniques, électroniques et électromécaniques. Ce guide ne s'applique qu'aux composants des systèmes destinés à fonctionner dans des zones non dangereuses, c'est-à-dire dans des zones non ATEX (voir figure A1). Il convient de noter que les systèmes de compression de vapeur sont utilisés dans une grande variété d'applications conçues pour fonctionner dans des conditions particulières. Ce guide ne concerne que les principales applications fixes qui figurent à l'ANNEXE 1-4.

- Chiller

- Climatiseurs à deux ou plusieurs blocs
- Climatiseurs en toiture
- Appareils de réfrigération commerciale autonomes et systèmes de réfrigération commerciale à distance

3 Définitions

système de réfrigération

pompe à chaleur

combinaison de pièces interconnectées contenant un fluide frigorigène constituant un circuit fermé dans lequel le fluide circule en vue d'extraire et de fournir de la chaleur (c'est-à-dire de refroidir et de chauffer)

système hermétique

système de réfrigération dans lequel toutes les pièces contenant du fluide frigorigène sont rendues étanches par soudage, brasage ou un raccord permanent similaire qui peut comprendre des vannes et des orifices d'entretien à capuchon permettant une réparation ou une élimination appropriée et dont le taux de fuite testé est inférieur à 3 grammes par an sous une pression au moins égale au quart de la pression maximale admissible

Remarque 1 concernant l'entrée : Les joints basés sur des forces mécaniques dont l'utilisation inappropriée est rendue impossible par la nécessité d'utiliser un outil spécial (ex. : colle) sont considérés comme un raccord permanent similaire.

Remarque 2 concernant l'entrée : Les systèmes hermétiquement scellés de la norme EN ISO 14903 sont équivalents aux systèmes hermétiques de la norme EN 378-2:2016.

composant

élément fonctionnel individuel (EN378-1) d'un système de réfrigération

fluide frigorigène

fluide utilisé pour le transfert de chaleur dans un système de réfrigération, qui absorbe la chaleur à basse température et à basse pression du fluide et rejette la chaleur à une température et une pression plus élevées, entraînant généralement des modifications de l'état du fluide

fluide frigorigène inflammable

fluide frigorigène ayant une classification d'inflammabilité de classe 2L, classe 2 ou classe 3 selon la norme ISO 817

limite inférieure d'inflammabilité

LII

concentration minimale de fluide frigorigène capable de propager une flamme dans un mélange homogène de fluide frigorigène et d'air.

opérateur

personne physique ou morale exerçant un pouvoir effectif sur le fonctionnement technique des systèmes de réfrigération

4 Cadres et normes réglementaires, introduction

Le scénario d'analyse des risques est un élément central de toutes les normes et directives de sécurité. Les normes de sécurité sont une somme d'expérience et, dans une certaine mesure, une évaluation théorique des risques, même si une procédure spécifique d'évaluation des risques ne fait pas partie de ces normes. Celles-ci créent des cadres pour les conditions de fonctionnement, y compris l'entretien et la conception.

4.1 Normes EN

Les normes harmonisées sont le moyen privilégié de se conformer aux directives de sécurité de l'UE, telles que la directive européenne sur les équipements sous pression, la directive européenne sur les basses tensions et la directive sur les machines. Mais elles ne sont pas la seule solution, car les fabricants sont autorisés à remplacer tout ou partie d'une norme par une analyse de risques. Il existe un certain nombre de normes de sécurité pour les systèmes de réfrigération fixes. Celles-ci peuvent être regroupées selon l'étendue du segment de marché qu'elles couvrent. La norme horizontale (également appelée norme de sécurité des groupes) couvre une large gamme de produits, tandis que la norme verticale (également appelée norme de sécurité des produits) ne couvre qu'un type de produit spécifique. Voir le tableau 2.

La norme internationale ISO 5149 est une norme horizontale de sécurité des systèmes très semblable à la norme EN 378. Ces dernières années, les textes ont évolué de la norme ISO 5149 à la norme EN 378 et vice versa. De même, les normes internationales CEI 60335 sont comparables à la série de normes EN 60355.

Les normes de sécurité des installations frigorifiques fixent un certain nombre d'exigences pour les systèmes utilisant des fluides frigorigènes inflammables.

Ces exigences peuvent être classées de la manière suivante :

- Compétences des personnes travaillant avec le système
- Limites de charge afin de minimiser l'impact des accidents les plus graves

Éviter les surfaces chaudes, pour éviter l'inflammation ou la décomposition de fluide frigorigène en cas de fuite

- Éviter les sources d'inflammation au-delà de la surface chaude, pour éviter l'inflammation des fuites de fluide frigorigène

Les exigences en matière de compétences des personnes sont généralement régies par la certification exigée par le règlement de l'UE sur les gaz à effet de serre fluorés (F-Gas). La directive ATEX « Lieu de travail » exige également un niveau de compétence suffisant pour travailler avec des substances inflammables, de sorte que même si la réglementation européenne sur les gaz à effet de serre fluorés ne couvre pas toutes les substances inflammables (par exemple, les hydrocarbures), il existe une obligation légale de compétence pour le personnel.

La norme ISO 22712 :2023 (qui deviendra l'EN ISO 22712) décrit les compétences requises pour le personnel concerné dans les différentes phases du cycle de vie de l'équipement

frigorifique, de la conception à la mise en service, en passant par l'exploitation, la maintenance et le déclassement, en considérant les réfrigérants inflammables. Cette norme tient compte des derniers changements apportés à la réglementation de l'UE sur les gaz à effet de serre fluorés et remplacera l'EN 13313:2010

Les exigences en matière de compétences n'entraînent pas directement des exigences en matière de composants.

Les normes de sécurité du système décrivent un ensemble de règles concernant les charges de fluide frigorigène. Les normes ne sont valides que dans les limites des charges qu'elles prescrivent.

La quantité limitée varie en fonction de l'architecture et de l'emplacement du système, des utilisateurs ayant accès au système et, parfois, de la fonction du système. Le tableau 1 donne un aperçu des normes européennes de sécurité des systèmes. Les limites de charge ne fixent pas d'exigences pour les composants.

Tableau 1 : Normes européennes de sécurité des systèmes

EN 60335-2-11:2022	Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Règles particulières pour les sèche-linge à tambour	définit actuellement les règles pour une charge maximum de 150 g de fluide frigorigène inflammable. Copie de la norme CEI 60335-2-11: 2019 comportant des modifications mineures liées à la législation européenne. La politique générale consiste à adopter la dernière version de la norme CEI comportant des modifications mineures.
EN 60335-2-24:2010	Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité - Règles particulières pour les appareils frigorifiques, les sorbetières et les fabriques de glace	définit actuellement les règles pour une charge maximum de 150 g de fluide frigorigène inflammable. Copie de la norme CEI 60335-2-24: 2010 comportant des modifications mineures liées à la législation européenne. La politique générale consiste à adopter la dernière version de la norme CEI comportant des modifications mineures. La nouvelle IEC 60335-2-24 :2020 ne modifie les règles concernant les charges
EN 60335-2-40:2013	Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité - Règles particulières pour les pompes à chaleur électriques, les climatiseurs et les déshumidificateurs	Les limites de charge dépendent du type de fluide frigorigène et de l'architecture du système. Dérivée de la version 2002 de la norme CEI 60335-2-40 avec amendements. Une mise à jour est en cours concernant la norme EN en se basant sur l'IEC 2022 et en l'harmonisant.
EN 60335-2-89:2017	Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Règles particulières pour les appareils de réfrigération à usage commercial avec une	La norme EN harmonisée est basé sur la CEI 60335-2-89:2010 et amendement 1 de 2012 comportant des modifications mineures liées à la législation européenne. définit actuellement les règles pour une charge maximum de 150 g de fluide frigorigène

	unité de condensation du fluide frigorigène ou un compresseur incorporés ou à distance	inflammable. La nouvelle norme IEC qui définit des règles jusqu'à 13xLII (494g de R290 et 1.2kg pour les A2L), a été copiée dans l'EN60335-2-89 :2022 et devrait être harmonisé en 2023.
EN 378:2016	Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur – Exigences de sécurité et d'environnement	Les limites de charge dépendent de l'architecture et de l'emplacement du système, des personnes ayant accès au système et de la fonction du système.
EN 50570 :2018	Appareils électrodomestiques et analogues - Sécurité - Règles particulières pour les sèche-linge à tambour à usage collectif	Actuellement autorise 150g de réfrigérant inflammable. Une proposition circule depuis 2021 pour augmenter la limite à 500g pour les réfrigérants inflammables sans distinction de classe d'inflammabilité
ISO 20854:2019	Conteneurs thermiques - Norme de sécurité pour les systèmes réfrigérants utilisant des fluides frigorigènes inflammables - Exigences de conception et de fonctionnement	La norme décrit comment mener une analyse de risques pour les conteneurs réfrigérés. Elle ne définit pas de limite de charge spécifique et la plupart des exigences sont liés à ce qui doit être considéré dans une analyse de risques. Aucune version EN n'est planifiée.
IEC 60335-2-118:2021	Appareils électrodomestiques et analogues - Sécurité - Exigences particulières pour les fabriques de crème glacée à usage professionnel	Exigences pour les machines à glace professionnelles utilisant des fluides non-inflammables. Aucune version EN n'est publiée. Les exigences concernant les fluides inflammables devraient être ajoutées dans la prochaine révision en se basant sur l'IEC 60335-2-89

Les normes européennes de sécurité des systèmes traitent généralement les surfaces chaudes séparément des autres sources d'inflammation. D'après les normes EN, les températures des surfaces du système susceptible d'entrer en contact avec les fuites de fluide frigorigène doivent être inférieures de 100 K à la température d'auto-inflammation du fluide frigorigène inflammable (EN 378-2, EN 60335-2-11, EN 60335 -2-24, EN 60335-2-40, EN 60335-2-89). Elles sont plus strictes que les exigences ATEX, selon lesquelles la température de surface doit être simplement inférieure à la température d'auto-inflammation. Les températures de surface maximales de certains fluides frigorigènes sont indiquées dans le tableau 2. Dans la pratique, très peu de composants deviennent suffisamment chauds pour que cette exigence soit pertinente.

Tableau 2 : Températures maximales de surface

Fluide frigorigène	Température d'auto-inflammation (°C)	Température maximale de surface définie par les normes EN (°C)
R-32	648	548

R-170	515	415
R-290	470	370
R-600 a	460	360
R-1234yf	405	305
R-1234ze(E)	368	268
R-1270	455	355

4.2 Option d'évaluation des risques

Dans le système législatif européen, la sécurité des produits est souvent démontrée par le respect de normes harmonisées. L'application d'une norme harmonisée donne au fabricant le droit de présumer la conformité à la loi selon laquelle la norme est harmonisée.

Bien que les normes EN harmonisées soient le moyen privilégié de se conformer à la législation européenne en matière de sécurité, il est également possible de suivre « d'autres spécifications que les normes harmonisées » (voir figure 1). Cette méthode s'appelle normalement l'analyse des risques.

Faire une analyse des risques en partant de zéro peut conduire à omettre des risques potentiels. Par conséquent, cette méthode est généralement limitée à un seul aspect d'une application. Souvent, l'évaluation des risques est fondée sur le respect d'une norme non harmonisée, c'est-à-dire une évaluation des risques montrant que cette norme non harmonisée est appropriée pour traiter les risques de l'application. Un exemple pourrait être de suivre la dernière norme CEI 60335-2-40, avant même qu'elle ne soit adoptée dans l'UE en tant que norme EN 60335-2-40 et harmonisée.

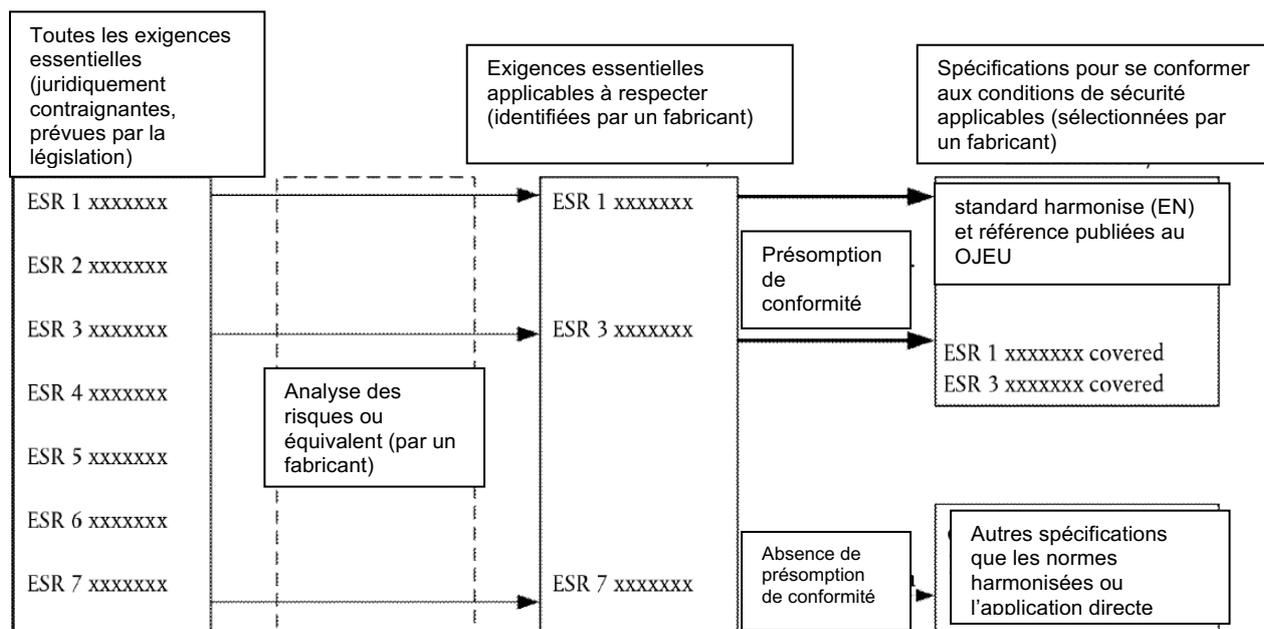


Figure 1 : Système législatif de l'UE pour les produits selon le Guide bleu de l'UE

5 Exigences à l'égard des composants

Par défaut, les normes ne sont pas cohérentes, harmonisées, ni bien rédigées. Cette situation peut entraîner une confusion du marché et une réaction excessive vis-à-vis des exigences à l'égard des composants. Prenons l'exemple d'un constructeur de systèmes qui ne sait pas interpréter clairement les exigences relatives aux sources d'inflammation d'une norme. Il peut alors exiger une spécification élevée « sûre », mais inutile, qui est souvent la certification ATEX. Ce n'est évidemment pas une façon viable de procéder.

Les systèmes utilisant des fluides frigorigènes inflammables peuvent comporter des composants qualifiés pour le fluide frigorigène inflammable en question. Cependant, le fabricant du système est responsable de la conception d'un système sûr. Les systèmes doivent être conçus, installés et entretenus conformément aux exigences des normes de sécurité et aux réglementations locales.

Un composant qualifié pour un fluide frigorigène inflammable est conforme aux exigences de « non-inflammabilité » pertinentes et autres

- (1) Possibilité d'une classification DESP supérieure
- (2) S'assurer que les températures de surface sont inférieures aux températures d'inflammation prescrites, s'il y a lieu
- (3) S'assurer, par sa conception ou ses spécifications de montage, qu'il s'agit d'une source d'énergie non inflammable

5.1 Normes EN

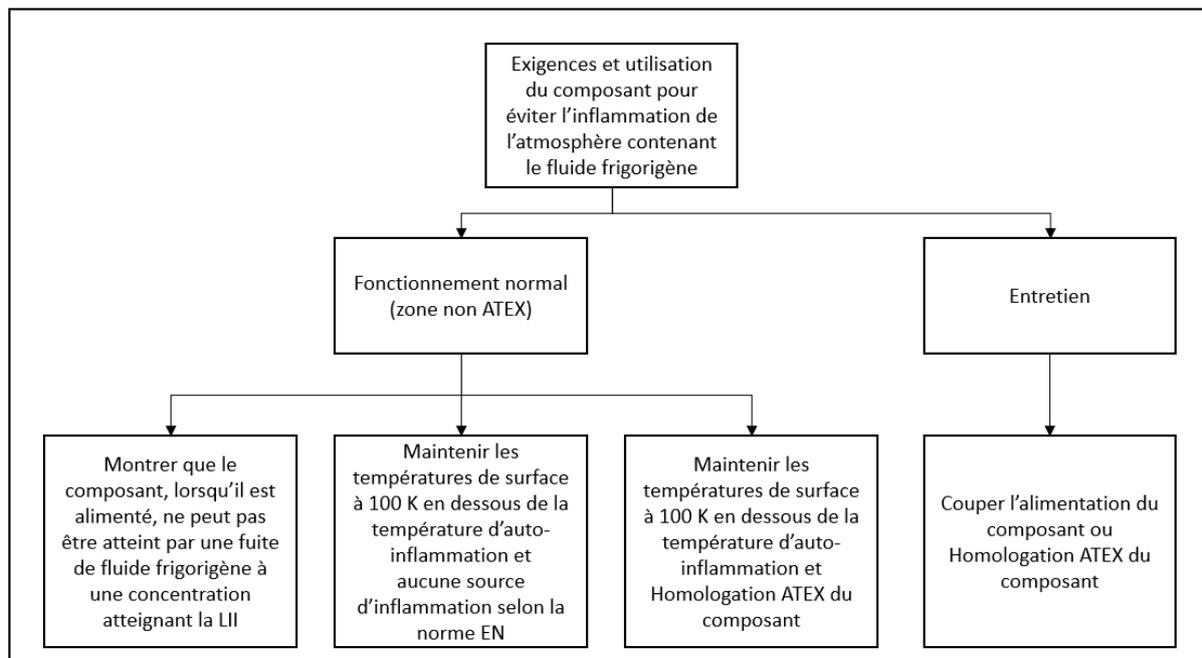


Figure 2 : Exigences et utilisation des composants pour les fluides frigorigènes inflammables

Les normes européennes de sécurité des systèmes fixent des exigences pour éviter l'inflammation des fuites de fluide frigorigène. Les exigences des normes de sécurité du système qui s'appliquent en particulier aux composants pour fluides frigorigènes inflammables sont les exigences relatives aux températures maximales des surfaces chaudes et les exigences relatives à la prévention des sources d'inflammation.

Pour résumer, les normes EN proposent 3 approches différentes pour éviter l'inflammation des fuites de fluide frigorigène (voir figure 2).

Les normes européennes de sécurité des systèmes fixent une température de surface maximale admissible des composants lorsqu'ils sont utilisés en atmosphère inflammable (voir tableau 2 pour les températures spécifiques). La plupart des composants n'atteignent jamais ces températures. Toutefois, pour les appareils de chauffage électrique, des précautions spéciales peuvent être nécessaires pour limiter la température maximale ou s'assurer que les fuites de fluide frigorigène ne peuvent atteindre la surface chaude.

L'obligation d'éviter les sources d'inflammation autres que les surfaces chaudes ne s'applique qu'aux composants censés créer des étincelles (composants électroniques ou électromécaniques) et qui sont placés à un endroit où ils peuvent être atteints par une fuite de fluide frigorigène. Les normes prévoient des procédures d'essai spécifiques pour déterminer ces endroits.

Il est possible d'introduire des mesures d'atténuation des risques, par exemple en plaçant des régulateurs électroniques dans un boîtier ou autre, de sorte qu'ils ne puissent être atteints par les fuites de fluide frigorigène. Encore une fois, il incombe au fabricant du système de s'assurer que le contrôleur électronique est placé à l'endroit indiqué par le fabricant du composant.

Si les composants d'un système de réfrigération sont placés à un endroit où ils peuvent être atteints par une fuite de fluide frigorigène conformément à l'essai effectué dans la norme de sécurité du système concerné, il faut prouver que le composant ne possède pas de source d'inflammation. Comme mentionné ci-dessus, les normes de sécurité des systèmes se réfèrent généralement à des clauses spécifiques sélectionnées de la norme EN 60079-15.

Lorsque les normes européennes de sécurité des systèmes établissent des exigences pour éviter d'autres sources d'inflammation, elles dépassent les exigences ATEX. Les normes de sécurité du système supposent un nuage de gaz potentiellement inflammable plus important que celui spécifié par la réglementation ATEX et établissent donc des exigences strictes en matière d'emplacement et d'occupation. Cela signifie également que les exigences de cette dernière sont moindres concernant la preuve qu'un système est dépourvu de sources d'inflammation (autres que les surfaces chaudes). Par exemple, la norme EN 60335-2-89 renvoie aux clauses de la norme EN 60079-15, une norme harmonisée avec ATEX, mais la norme EN 60335-2-89 exclut les clauses 1 à 15. Les normes de sécurité des systèmes sont plus souples que la réglementation ATEX à trois égards :

- Le débranchement des fiches des composants n'est généralement pas considéré comme un fonctionnement normal dans les normes de sécurité des systèmes.
- la résistance à l'impact requise est inférieure à celle exigée par la réglementation ATEX.

- Il n'est généralement pas nécessaire que les composants soient certifiés IP54 s'ils sont protégés par un boîtier. (Pour ATEX, la certification IP54 est obligatoire.)

5.2 Exigences des directives ATEX et DESP

Seuls les équipements et composants qui doivent rester sous tension pendant l'entretien, c'est-à-dire l'éclairage de secours, les alarmes, les détecteurs de gaz et la ventilation de secours dans les salles des machines, doivent être homologués pour une utilisation en zone ATEX 2. Pour la ventilation, seuls les composants du flux d'air affecté par la fuite doivent être homologués. Voir également l'annexe 1

Il est cependant courant que les fabricants de composants utilisent l'homologation ATEX de ces composants pour prouver l'absence de sources d'inflammation. Cette homologation va au-delà des exigences des normes de sécurité, mais peut être une solution pragmatique pour certains produits, par exemple les pressostats et les thermostats.

Selon la réglementation ATEX, un principe empirique définit que les fuites survenant moins d'une fois par an sont trop rares pour justifier la définition d'une zone ATEX ; lorsqu'une fuite se produit, la norme ATEX EN 60079-10-1 suppose généralement que la taille de l'orifice ne dépasse pas $0,1 \text{ mm}^2$ (pour un tuyau DN50). En revanche, la fréquence des fuites importantes dans les systèmes de réfrigération est bien inférieure à une fois par an ; les normes de sécurité des systèmes supposent généralement que l'orifice est suffisamment grand pour laisser échapper la totalité de la charge de fluide frigorigène en 4 minutes.

La directive DESP (voir annexe 2) classe le composant en fonction de la pression, de la taille et du type de fluide. En fonction de la catégorie, différentes exigences en matière de conception et de certification des matériaux s'appliquent.

5.3 Option d'évaluation des risques

Le calendrier d'adaptation des normes telles que les normes CEI par rapport aux normes EN fait qu'il est raisonnable d'appliquer la norme la plus récente et souvent la plus avancée avant même que la norme soit harmonisée dans l'UE.

Il convient de mentionner en particulier que les récentes modifications apportées aux normes CEI pour les fluides frigorigènes A2L ainsi qu'aux projets de normes EN peuvent être appliquées aux composants et aux systèmes, même si ces normes ne sont pas encore disponibles en tant que normes EN harmonisées. Par exemple, afin de prouver qu'un composant ne peut pas enflammer le fluide frigorigène A2L ou permettre des températures de surface maximales plus élevées.

Toutefois, pour utiliser ces normes pas encore harmonisées, il est nécessaire de procéder à une évaluation des risques afin de démontrer que les exigences adoptées sont adaptées au composant (ou à l'application) spécifique.

6 Exigences relatives aux composants utilisés comme organes de sécurité

Les composants de sécurité garantissent la détection et l'atténuation des atmosphères inflammables avant d'atteindre la LII dans les locaux occupés ou les salles des machines. En assurant ces mesures d'atténuation, les atmosphères inflammables sont évitées. Les composants pouvant servir d'instruments d'atténuation sont généralement les suivants :

- Vannes d'arrêt référencées dans la norme CEI 60335-2-40.
- Détecteurs de gaz référencés dans les normes CEI 60335-2-40, EN 378 et ISO 5149.
- Ventilateurs et ventilateurs de circulation d'air.

Les exigences spécifiques de ces composants sont rarement différentes de celles des autres composants (voir figure 2). Cependant, la norme CEI 60335-2-40 envisage d'ajouter des exigences spéciales en matière d'étanchéité pour les vannes d'arrêt des systèmes de sectionnement ou de cloisonnement.

7 Bibliographie

Guide de bonne pratique à caractère non contraignant en vue de la mise en œuvre de la directive 1999/92/CE du Parlement européen et du Conseil concernant les prescriptions minimales visant à améliorer la protection en matière de sécurité et de santé des travailleurs susceptibles d'être exposés au risque d'atmosphères explosives, DG Emploi, affaires sociales et égalité des chances (Commission européenne), 2005, ISBN : 92-894-8722-4.

Directive ATEX « Lieu de travail » : Directive 1999/92/CE du 16 décembre 1999 concernant les prescriptions minimales visant à améliorer la protection en matière de sécurité et de santé des travailleurs susceptibles d'être exposés au risque d'atmosphères explosives (quinzième directive particulière au sens de l'article 16, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE)

Directive ATEX « Équipements » : Directive 2014/34/UE du 26 février 2014 relative à l'harmonisation des législations des États membres concernant les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles (refonte)

Directive européenne relative aux équipements sous pression (DESP) 2014/68/EU : Directive 2014/68/UE du 15 mai 2014 relative à l'harmonisation des législations des États membres concernant la mise à disposition sur le marché des équipements sous pression

Règlement de l'UE sur les gaz à effet de serre fluorés : Règlement (UE) N° 517/2014 du Parlement européen et du Conseil du 16 avril 2014 relatif aux gaz à effet de serre fluorés et abrogeant le règlement (CE) N° 842/2006

EN 60079-10-1-1:2015 Atmosphères explosives – Partie 10-1 : Classification des zones – Atmosphères explosives gazeuses (CEI 60079-10-1:2015)

EN 1127-1:2019 Atmosphères explosives – Prévention de l'explosion et protection contre l'explosion – Notions fondamentales et méthodologie

EN 13313:2010 Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur. Compétence du personnel.

EN 378-1:2016, EN 378-2:2016, EN 378-3:2016, EN 378-4:2016, Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur – Exigences de sécurité et d’environnement.

EN 50570 :2018, Appareils électrodomestiques et analogues - Sécurité - Règles particulières pour les sèche-linge à tambour à usage collectif

EN 60335-2-11:2022, Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-11 : Exigences particulières pour les sèche-linge à tambour

EN 60335-2-24:2010, Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-24 : Règles particulières pour les appareils frigorifiques, les sorbetières et les fabriques de glace

EN 60335-2-40:2013, Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-40 : Règles particulières pour les pompes à chaleur électriques, les climatiseurs et les déshumidificateurs

EN 60335-2-89:2017, Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-89 : Règles particulières pour les appareils de réfrigération à usage commercial avec une unité de condensation du fluide frigorigène ou un compresseur incorporés ou à distance

EN 60335-2-89:2022, Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-89 : Règles particulières pour les appareils de réfrigération à usage commercial avec une unité de condensation du fluide frigorigène ou un compresseur incorporés ou à distance

CEI 60335-2-11:2019, Appareils électrodomestiques et analogues - Sécurité - Partie 2-11 : exigences particulières pour les sèche-linge à tambour

CEI 60335-2-24:2010, Appareils électrodomestiques et analogues - Sécurité - Partie 2-24 : règles particulières pour les appareils de réfrigération, les sorbetières et les fabriques de glace

CEI 60335-2-24:2020, Appareils électrodomestiques et analogues - Sécurité - Partie 2-24: Exigences particulières pour les appareils de réfrigération, les sorbetières et les fabriques de glace

CEI 60335-2-89:2010, Appareils électrodomestiques et analogues - Sécurité - Partie 2-89 : règles particulières pour les appareils de réfrigération à usage commercial avec une unité de condensation du fluide frigorigène ou un compresseur incorporés ou à distance

CEI 60335-2-40:2022, Appareils électrodomestiques et analogues - Sécurité - Partie 2-40 : règles particulières pour les pompes à chaleur électriques, les climatiseurs et les déshumidificateurs

CEI 60335-2-118:2021, Appareils électrodomestiques et analogues - Sécurité - Partie 2-118: Exigences particulières pour les fabriques de crème glacée à usage professionnel

GUIDE

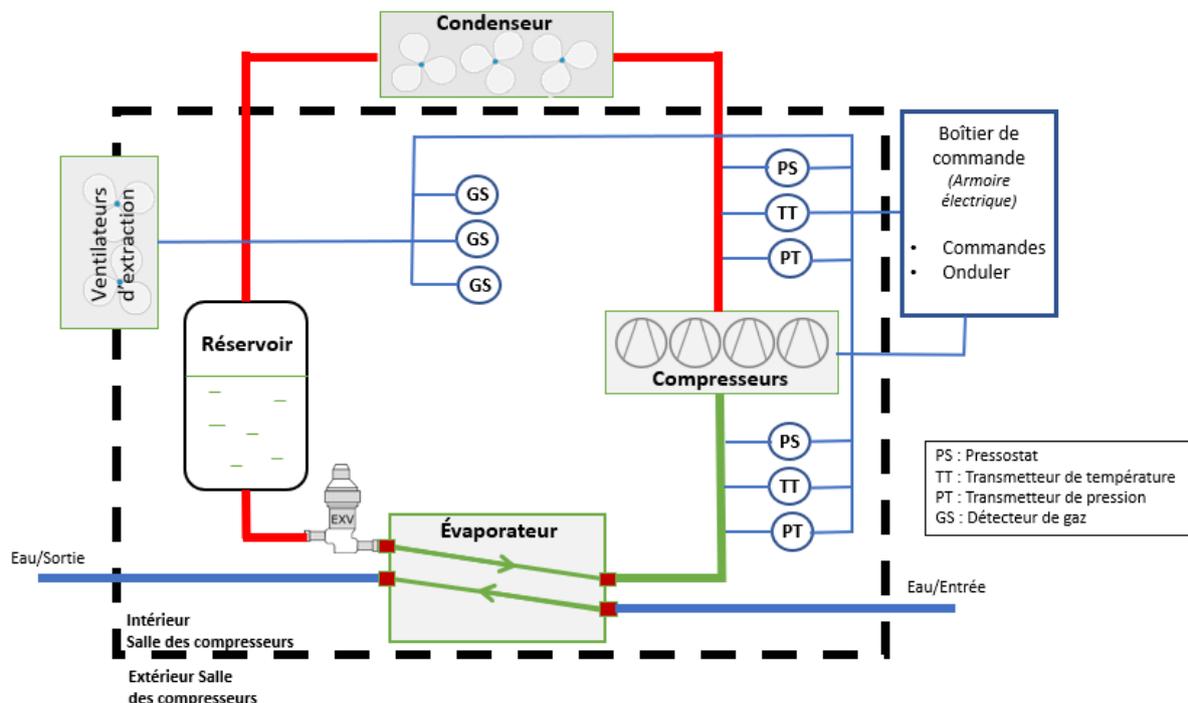
Dernière mise à jour : Juillet 2020



ISO 20854:2019, Conteneurs thermiques - Norme de sécurité pour les systèmes réfrigérants utilisant des fluides frigorigènes inflammables - Exigences de conception et de fonctionnement

ISO 22712:2023, Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur - Compétence du personnel

ANNEXE 1 : Exemple du chiller R290



La figure ci-dessus montre la disposition typique d'un chiller R290 ; cette annexe explique brièvement les choix de conception des composants d'un chiller spécifique pour éviter l'inflammation des fuites de fluide frigorigène.

Les composants purement mécaniques ne sont pas considérés comme des sources d'inflammation potentielles, mais pour s'en assurer, ils ont été contrôlés conformément aux sources d'inflammation potentielles énumérées dans l'annexe K de la norme EN 378-2:2016.

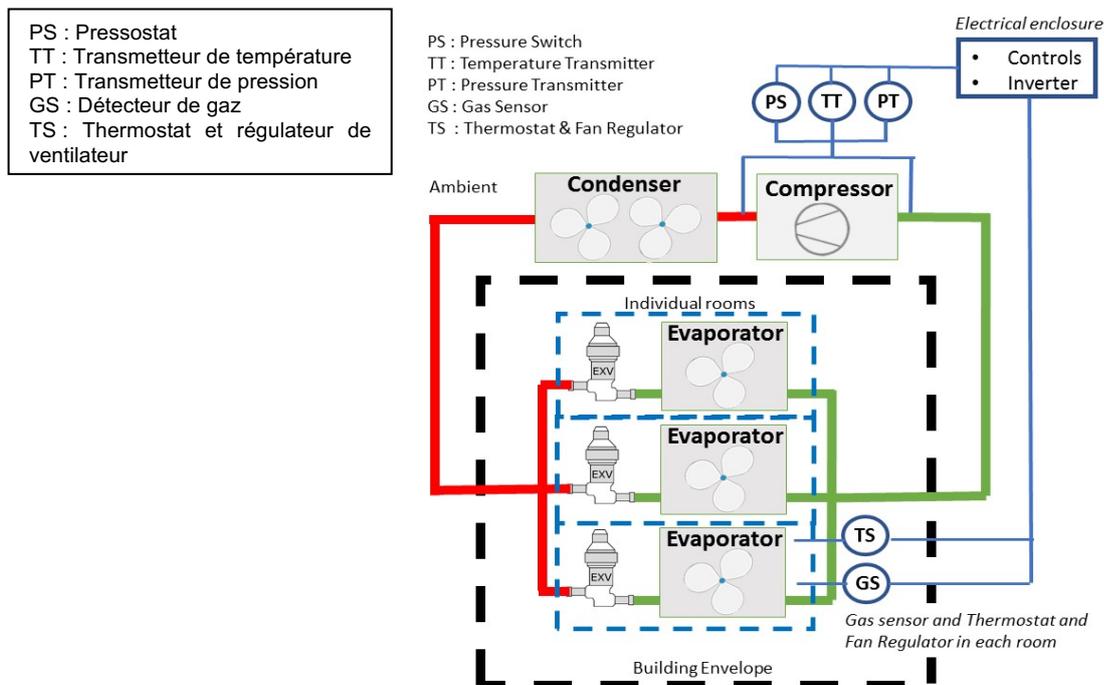
Il peut être prouvé de différentes manières que les composants électriques ne sont pas des sources d'inflammation, mais dans ce cas précis, le choix a été le suivant : (voir aussi figure 2)

Montrer que le composant ne peut pas être atteint par une fuite de fluide frigorigène	Aucune source d'inflammation selon la norme EN	Homologation ATEX du composant
Commandes	EXV	Pressostat
Onduleurs	Transmetteur de température**	Transmetteur de pression**
	Compresseurs	Détecteurs de gaz
	Résistance de carter pour compresseurs	

** Les émetteurs P et T sélectionnés sont souvent certifiés ATEX pour des raisons commerciales. En principe, les émetteurs ne sont pas reconnus comme des sources d'inflammation.

Le choix de placer les commandes et les variateurs à l'extérieur de la salle des compresseurs a été prévu pour en faciliter l'accès aux techniciens et éviter le risque d'inflammation du fluide frigorigène. Si l'onduleur avait été monté sur le compresseur, il pourrait probablement être approuvé au moyen d'une évaluation des risques, par exemple CEI 60335-2-40, ou être certifié ATEX.

ANNEXE 2 : Exemple pour les climatiseurs à deux ou plusieurs blocs, y compris les systèmes réversibles



La figure ci-dessus montre la disposition typique d'un climatiseur à plusieurs blocs ; cette annexe explique brièvement les choix de conception des composants d'un système spécifique pour éviter l'inflammation des fuites de fluide frigorigène. Les exigences relatives à la conception du système et à l'installation (taille de la pièce et emplacement de l'évaporateur) garantissent que les composants suivraient exactement le schéma de la figure 2.

Les composants purement mécaniques ne sont pas considérés comme des sources d'inflammation potentielles, mais pour s'en assurer, ils ont été contrôlés conformément aux sources d'inflammation potentielles énumérées dans l'annexe K de la norme EN 378-2:2016.

Il peut être prouvé de différentes manières que les composants électriques ne sont pas des sources d'inflammation, mais dans ce cas précis, le choix a été le suivant : (voir aussi figure 2)

Montrer que le composant ne peut pas être atteint par une fuite de fluide frigorigène	Aucune source d'inflammation selon la norme EN	Homologation ATEX du composant
Commandes	EXV	Pressostat
Onduleurs	Transmetteur de température**	Transmetteur de pression**
	Compresseurs	Détecteurs de gaz
	Résistance de carter pour compresseurs	

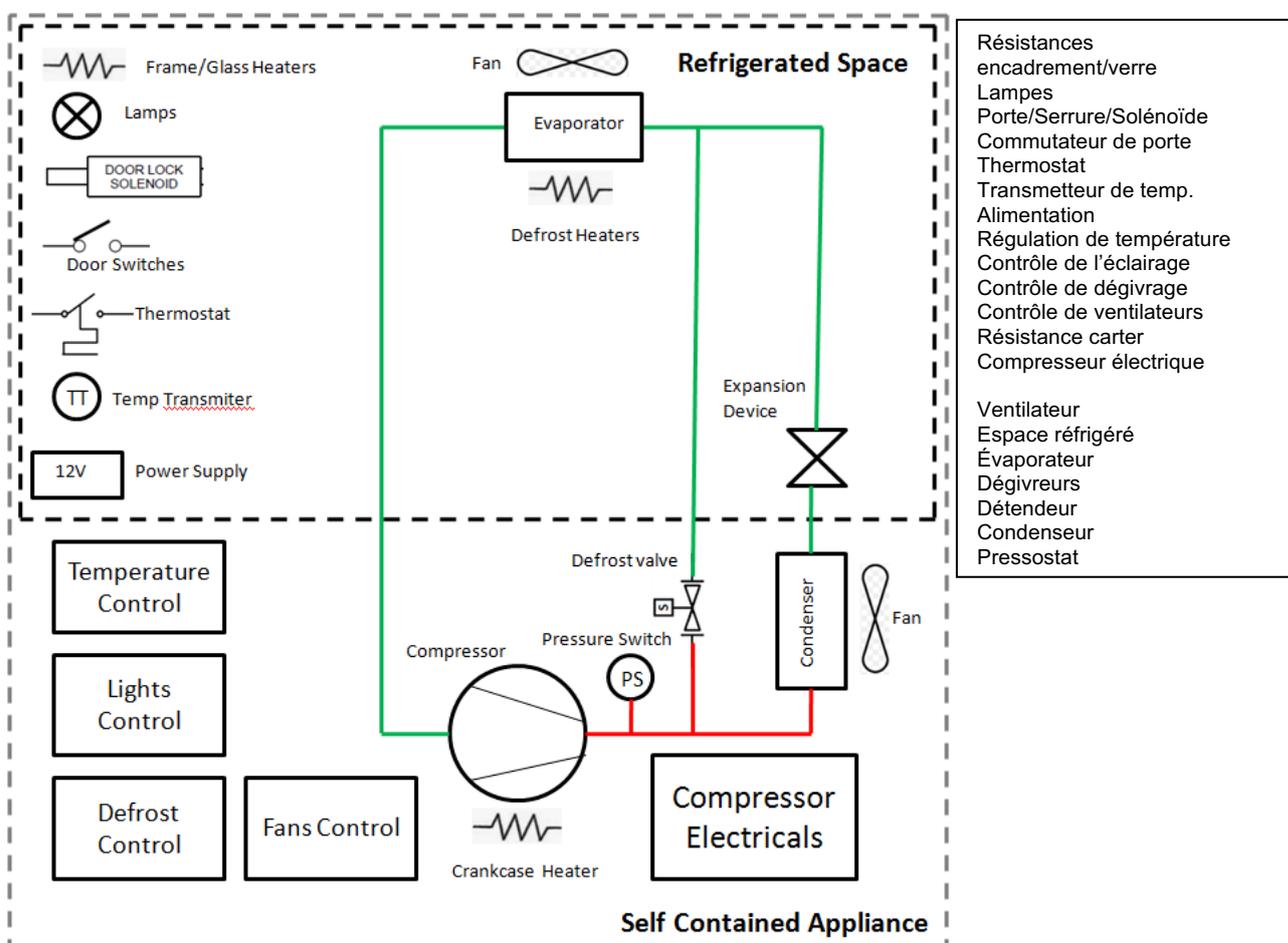
** Les émetteurs P et T sélectionnés sont souvent certifiés ATEX pour des raisons commerciales. En principe, les émetteurs ne sont pas reconnus comme des sources d'inflammation.

Le choix de placer les commandes et les onduleurs à l'extérieur de l'enveloppe du bâtiment a été prévu pour faciliter l'accès aux techniciens et éviter le risque d'inflammation du fluide frigorigène. Si l'onduleur avait été monté sur le compresseur et si le fluide frigorigène avait été un fluide frigorigène A2L, il aurait probablement été approuvé au moyen d'une évaluation des risques, par exemple CEI 60335-2-40.

ANNEXE 3 : Exemple d'application concernant le fonctionnement avec des fluides frigorigènes inflammables : Appareils de réfrigération commerciale autonomes et systèmes de réfrigération commerciale à distance

Description d'appareils de réfrigération commerciale autonomes typiques

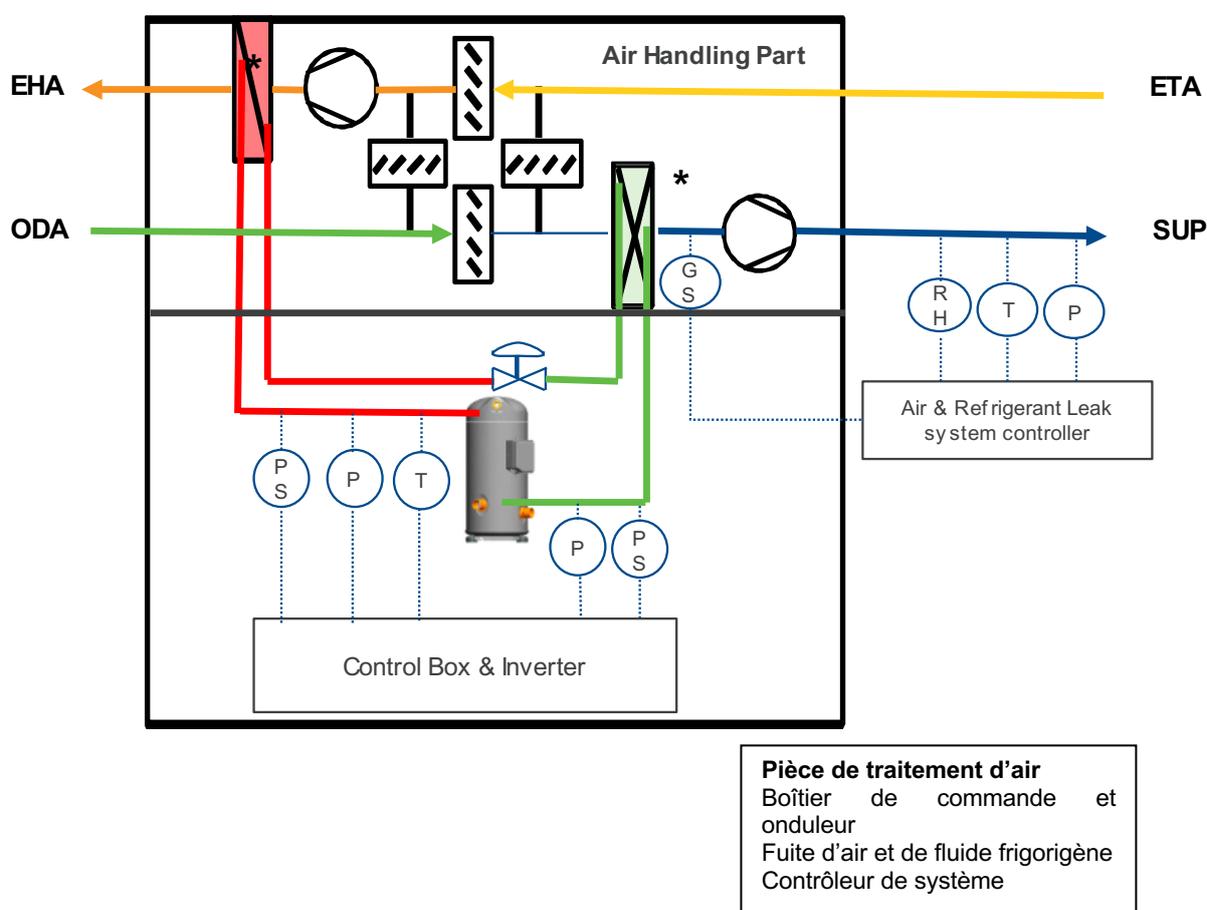
Un appareil autonome est conçu pour fonctionner seul et doit donc être équipé de tous les systèmes de contrôle et de sécurité nécessaires. Dans ces appareils, différents types de systèmes d'évaporation peuvent être utilisés. L'un est défini comme un système protégé, avec un échange indirect. Et celui étudié dans ce document avec un échange direct peut être jugé comme le plus critique.



Les appareils autonomes, qu'ils soient domestiques ou commerciaux, sont couverts par les normes de sécurité des produits mentionnées précédemment dans ce document. Les trois normes principales sont : EN 60335-2-24 pour les appareils électroménagers domestiques, EN 60335-2-89 pour les applications commerciales (y compris celles avec groupe de condensation à distance), et la CEI 60335-2-118 qui encadre les machines à glace professionnelles. D'autres normes similaires, telles que les normes EN 60335-2-11 et EN 60335-2-75 (24), adoptent les mêmes concepts et les mêmes charges. Les limites de charge sont définies dans le tableau 1.

Toutes les normes (EN 60335-2-11, -2-24, -2-24, -2-75 et -2-89) exigent que l'appareil soit conçu pour éviter tout risque d'incendie ou d'explosion en cas de fuite du fluide frigorigène du système de refroidissement. Les composants doivent être placés là où ils ne peuvent pas être atteints par une fuite de fluide frigorigène ou être dépourvus d'une source d'inflammation.

ANNEXE 4 : Équipement en toiture



La figure ci-dessus montre un climatiseur à pompe à chaleur et en toiture typique avec amortisseur 2/3/4 ;

En cas d'utilisation de fluides frigorigènes A2L, le groupe est considéré comme un système avec gaine centrale et est couvert par la norme CEI 60335-2-40:2022. Les exigences relatives aux limites de charge, à la taille de la pièce, au détecteur de fuites et aux modes de fonctionnement du ventilateur sont couvertes par la norme. La norme harmonisée EN 60335-2-40 est en cours de révision pour être alignée sur la norme CEI 60335-2-40. Voir la section 5.4 pour l'évaluation des risques.

En cas d'utilisation de réfrigérants A3, les équipements en toiture même si installés en extérieur, sont classifiés comme à l'intérieur. Cela s'explique car en cas de fuites, le réfrigérant s'écoulera dans l'espace occupé. La charge de propane par circuit est limitée à 988g pour les équipements répondants aux exigences de la CEI 60335-2-40:2022.

ANNEXE 5 : Directives ATEX

Il existe deux directives européennes ATEX :

- La directive « Lieu de travail » ATEX 1999/92/CE couvre la sécurité des travailleurs lorsqu'il existe un risque d'atmosphère explosive.
- La directive « Équipements » ATEX 2014/34/EU couvre les équipements destinés à être utilisés en atmosphères inflammables.

La directive « Lieu de travail » ATEX est mise en œuvre par le biais de la législation nationale et en général à proximité du « Guide de bonnes pratiques non contraignant pour l'application de la directive 1999/92/CE "ATEX" (atmosphères explosives) ». Cette législation nationale s'applique lors de l'entretien d'installations avec un fluide frigorigène inflammable, car des erreurs dans les procédures peuvent conduire à une atmosphère inflammable. Notez que la réglementation ATEX considère tous les fluides frigorigènes inflammables comme explosifs, c'est-à-dire qu'elle ne fait pas de différence entre les fluides frigorigènes A2L et A3.

La directive « Équipements » est une directive plus traditionnelle sur la sécurité des produits fixant des exigences minimales pour les équipements destinés à être utilisés dans une zone ATEX. ATEX définit trois zones pour les gaz (0, 1, 2).

- La zone 0 est un endroit où une atmosphère explosive est présente en permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment.
- La zone 1 est un endroit où une atmosphère explosive est susceptible de se produire occasionnellement en fonctionnement normal.
- La zone 2 est un endroit où une atmosphère explosive n'est pas susceptible de se produire en fonctionnement normal, mais, si elle se produit, elle ne persiste que pendant une courte période.

Il est évident que la plupart des systèmes de réfrigération ne sont pas installés en zone ATEX. Si un système dont les composants entrent dans le champ d'application de ce guide est installé dans une zone ATEX, par exemple une usine pétrochimique, le constructeur du système doit alors en assurer l'homologation ATEX. Un tel système peut également contenir plusieurs composants non homologués ATEX, tandis que d'autres composants « critiques » peuvent alors être certifiés (voir Figure A1).

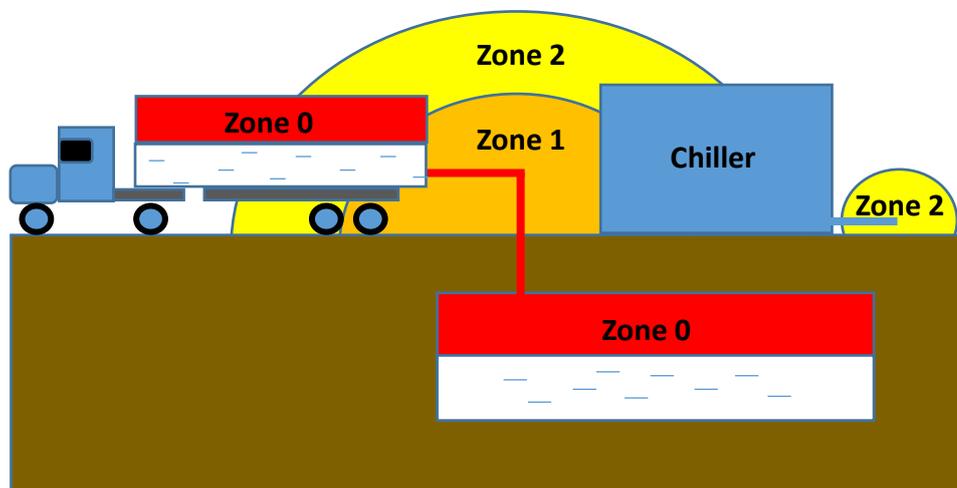


Figure A1 : Zonage ATEX.

En général, les systèmes de réfrigération sont étanches et les joints utilisés entre les pièces contenant le fluide frigorigène sont généralement à étanchéité renforcée, comme définis dans la norme EN 1127-1:2011. **Cela signifie que les joints et les composants ne sont pas considérés comme dégageant une atmosphère inflammable et ne donnent donc pas lieu à une zone ATEX. Par conséquent, les systèmes de réfrigération ne donnent pas lieu à des zones ATEX.**

Dans les salles des machines, l'utilisation de détecteurs de gaz renforce le concept d'étanchéité renforcée en contrôlant l'étanchéité des joints. Si une fuite est détectée, elle est détectée à un niveau n'excédant pas 25 % de la LII, auquel tous les composants présentant des sources d'inflammation sont arrêtés conformément aux normes de sécurité.

Il existe deux exceptions notables pour lesquelles une zone ATEX est définie :

1. *Lorsqu'un fabricant de systèmes définit une partie de l'installation en tant que zone ATEX en raison des exigences du site d'installation.* Le fabricant du système et l'installateur sont tenus de s'assurer que tous les composants de cette zone ont été homologués. Les normes de sécurité exigent que la conduite de refoulement des soupapes de sécurité des systèmes de réfrigération mène à un endroit sûr. Certains fabricants de systèmes ont choisi de définir cet endroit sûr en tant que zone ATEX 2. Cependant, il n'est pas normal de placer des composants dans cette zone.
2. *Lors de l'entretien du système, il existe un risque d'atmosphère inflammable, ce qui conduit normalement le personnel d'entretien à définir une zone ATEX 2.* Lorsque cela est fait, les équipements d'entretien et les autres systèmes devant rester alimentés doivent être certifiés zone ATEX 2. Les principaux exemples sont l'éclairage de secours, les alarmes, les détecteurs de gaz et la ventilation de secours dans les salles des machines. L'utilisation de détecteurs de gaz portables par le personnel d'entretien constitue une bonne pratique dans toutes les opérations d'entretien. Ceux-ci doivent être certifiés zone ATEX 2.

Dans d'autres cas, les normes de sécurité des systèmes utilisent des concepts très proches de ceux de la réglementation ATEX et font même parfois référence à des clauses de normes harmonisées avec ATEX.

Par exemple, les normes de sécurité exigent que tous les composants qui restent sous tension dans une salle des machines après une fuite soient détectés comme étant dépourvus de sources d'inflammation. Un moyen d'y parvenir est de les faire certifier zone ATEX 2, ou bien de respecter les clauses spécifiques de la norme EN 60079-15 harmonisée avec la norme ATEX sur les équipements. Dans la pratique, ces composants sont l'éclairage de secours, les alarmes, les détecteurs de gaz et normalement la ventilation de secours, car ils doivent rester alimentés pour des raisons de sécurité. Il s'agit d'ailleurs des mêmes composants qui doivent rester sous tension lors d'un entretien et qui incluent les composants qui renforcent durablement le concept d'étanchéité technique.

ANNEXE 6 : Directive européenne relative aux équipements sous pression (DESP)

La directive européenne relative aux équipements sous pression (DESP) fixe des exigences pour la vérification de la résistance à la pression des composants en fonction de la catégorie DESP, qui est fonction de la taille, de la pression maximale admissible du composant et du groupe de fluide DESP du fluide frigorigène. Plus la catégorie DESP est élevée, plus le risque attendu est élevé et plus les exigences en matière de vérification de la conception et de la production des composants sont strictes. La directive comporte 5 catégories : ingénierie sonore et catégories I, II, III et IV. L'ingénierie sonore couvre un niveau inférieur à la catégorie I et est également appelée « a4p3 » ou article 4, paragraphe 3.

Les exigences de vérification de la résistance à la pression dépendent directement de la catégorie DESP. La figure A2 montre comment la catégorie DESP est attribuée pour les groupes de fluides DESP 1 et 2 pour les composants de type tuyau plutôt que réservoir.

En général, il est avantageux d'utiliser l'a4p3 (article 4, paragraphe 3) « Bonnes pratiques d'ingénierie » pour assurer la résistance à la pression des composants comme alternative aux exigences plus strictes des catégories I, II, III et IV de la DESP.

Les fluides frigorigènes HFC (hydrofluorocarbures) traditionnels sont des gaz du groupe de fluides DESP 2, dit de substances non dangereuses, et la plupart des fluides frigorigènes inflammables sont des gaz du groupe de fluides DESP 1, dit de substances dangereuses. Il existe toutefois une exception. Le R-1234ze(E) fait partie du groupe de fluides DESP 2 malgré le classement de sécurité A2L. La raison de cette exception est que l'essai d'inflammabilité à la base de la classification du groupe de fluides DESP est effectué à 20 °C, tandis que l'essai d'inflammabilité à la base de la classification de sécurité A2L est effectué à 60 °C. R1234ze(E) n'est pas inflammable à 20 °C, mais à 60 °C.

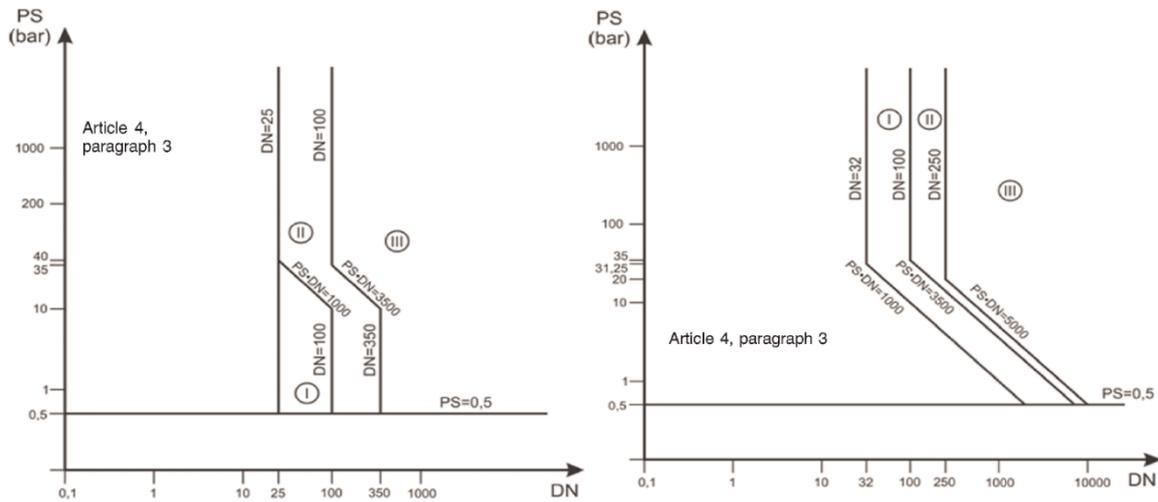


Figure A2 : Catégories DESP pour les composants tubulaires pour le groupe de fluides 1 (à gauche) et le groupe de fluides 2, c'est-à-dire les fluides frigorigènes HFC traditionnels et le CO₂ (à droite)

Il existe trois règles empiriques utiles pour évaluer rapidement l'impact du passage d'un fluide frigorigène ininflammable à un fluide frigorigène inflammable :

- Pour les fluides frigorigènes inflammables et les composants tubulaires, l'utilisation de a4p3 n'est autorisée que jusqu'à DN25, tandis que pour les fluides non inflammables, a4p3 peut être utilisé jusqu'à DN32, et parfois plus.
- Pour les fluides frigorigènes inflammables et les composants de type cuve (y compris les compresseurs hermétiques), l'utilisation de a4p3 n'est autorisée que jusqu'à un volume (litres) fois la pression (bar) égal à 25, tandis que pour les fluides frigorigènes non inflammables, la limite est de 50.
- Pour les réservoirs, la catégorie DESP est généralement augmentée de 1.

Les soupapes de sécurité appartiennent toujours à la catégorie IV de la DESP, quelles que soient la taille du composant, la pression et l'inflammabilité du fluide frigorigène.

Indexe des Révisions

Revision	Change	Date
A	1ère édition	Décembre 2018
B	Revision 1	Février – Juillet 2020
C	Révision 2	May 2023

Les présentes recommandations s'adressent aux fabricants/installateurs de systèmes de réfrigération à usage professionnel, industriel, commercial et domestique. Elles ont été formulées sur la base des informations considérées par ASERCOM comme représentant l'état actuel de la science et de la technique à l'heure de leur rédaction. Néanmoins, ASERCOM et ses sociétés membres déclinent toute responsabilité quant aux mesures (actes ou omissions) entreprises sur la base de ces recommandations.

A Propos d'ASERCOM

ASERCOM, l'Association des fabricants Européens de composants pour la réfrigération et la climatisation, est la plate-forme pour relever les défis scientifiques et techniques, la promotion des Normes de performances et sécurité, mettant l'accent sur une meilleure protection de l'environnement, au service de l'industrie de la réfrigération et de l'air conditionné et de ses clients.

Des informations complémentaires sont disponibles sur le Site Internet : www.asercom.org

