



**U-3ARC**  
**WEBINAIRE DE FORMATION**  
**N°30**

**LES FLUIDES FRIGORIGENES**  
**INFLAMMABLES**

**Raoudha MASSAOUDI**

**24 FEVRIER 2024**



# Sommaire

**1/ Objectifs**

**2/ Classification de sécurité**

**3/ Caractéristiques physique des Fluides Frigorigènes inflammables alternatifs**

**4/ Applications des fluides frigorigènes alternatifs**

**5/ Propriétés d'inflammabilité des fluides frigorigènes**

**6/ Restrictions d'utilisation - taille maximale de la charge**

**7/ Détermination des charges limites des fluides frigorigènes inflammables**

**8/ L'analyse des risques**

**9/ les mesures de prévention**

**10/ Procédures d'intervention appliquées aux fluides frigorigènes inflammables**



## Objectifs

- ❖ Fournir aux acteurs du RAC une référence rapide aux principales classifications de sécurité et les techniques de manipulation sécurisée des réfrigérants inflammables disponibles dans le marché.
- ❖ Tous les réfrigérants inflammables doivent être manipulés avec précaution et conformément aux réglementations nationales et internationales
- ❖ Réduire les dommages et analyser les risques



# Aperçu des risques pour la sécurité

Tous les réfrigérants alternatifs présentent des risques supplémentaires par rapport aux réfrigérants HFC traditionnels.


Ces risques sont les suivants:

- l'inflammabilité
- la toxicité
- Hautes pressions

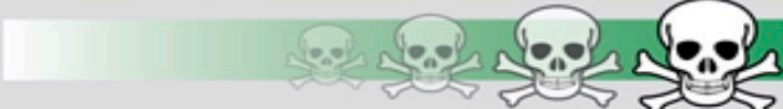


# Classification de sécurité

- Les classifications de sécurité ci-dessous sont définies dans la norme ISO 817 et sont également utilisées dans la norme EN378-1. La classification se compose de deux parties : A ou B suivi de 1, 2L, 2 ou 3.



<b>HIGHER FLAMMABILITY</b>	<b>A3</b> R-50, R-170, R-290, R-600a, R-441a, R-1270	<b>B3</b> R-1140
<b>LOWER FLAMMABILITY</b>	<b>A2</b> R-142b, R-152a	<b>B2</b> R-30, R-40, R-611, R-717
	<b>A2L</b> HFO-1234yf, HFO-1234ze	
<b>NO FLAME PROPAGATION</b>	<b>A1</b> R-11–R-14, R-22, R-113, R-114, R-115, R-134a, R-410A, R-449B, R-1234zd	<b>B1</b> R-10, R-21, R-123, R-764
	<b>LOWER TOXICITY</b>	<b>HIGHER TOXICITY</b>





## 2/ Caractéristiques physique des Fluides Frigorigènes inflammables alternatifs aux HFC



**Les principales alternatives ont un PRG faible ou nul**, mais il est important de ne pas choisir un réfrigérant uniquement sur la base de son faible PRG ; d'autres caractéristiques doivent être prises en compte, telles que :

- Les pressions de fonctionnement ;
- Les performances - capacité et efficacité ;
- Compatibilité des matériaux, y compris le lubrifiant du compresseur ;
- La sécurité, y compris l'inflammabilité et la toxicité ;
- Glissement de température ;
- La facilité d'utilisation et le niveau de compétence des ingénieurs concepteurs et des techniciens chargés de l'installation, de l'entretien et de la maintenance des équipements.

# Propriétés de base des fluides frigorigènes inflammables Alternatifs aux HFC



Fluide frigorigène	Type	Classe de sécurité	PRG	Température de Saturation °C	Glissement °C
R717	NH3	B2L	0	-33.32	--
R32	HFC	A2L	675	-51.65	--
R452B	HFC/HFO	A2L	698	-50.67	0.86
R454A	HFC/HFO	A2L	239	-47.84	5.69
R454B	HFC/HFO	A2L	467	-50.49	1
R454C	HFC/HFO	A2L	148	-45.56	7.81
R455A	HFC/HFO	A2L	148	-52	12.9
R1234ze	HFO	A2L	7	-19	--
R1234yf	HFO	A2L	4	-29.49	--
R436A	HC	A3	3	-34.26	8.15
R1270	HC	A3	2	-47.62	---
R290	HC	A3	3	-42.11	---
R600a	HC	A3	3	-11.75	---

# Applications des fluides frigorigènes inflammables alternatifs aux HFC



Secteurs	Solution technique	Fluides usuels	Fluides inflammables de remplacement présents sur le marché
Résidentiel	Pompe à chaleur air air, Climatiseurs split	R410A	R32 R290
	Pompe à chaleur eau- eau	R410A R407C	R32 R290
	Pompe à chaleur air- eau	R410A	R32 R454C R290
Réfrigération commerciale	Unité de condensation (froid positif)	R410A R407C R134a	R454A R454C R455A R1234ze R1234yf R 290 R1270
	Unité de condensation (froid négatif)	R410A R407C R744	R454A R454C R455A
	Groupes logés	R134a	R290/R600a



# Applications des fluides frigorigènes inflammables alternatifs aux HFC



Secteurs	Solution technique	Fluides usuels	Fluides inflammables de remplacement présents sur le marché
Tertiaire et industriel	PAC air –air	R410A	R32
	Système VRV, Multi split	R410A R407C	R32 R452B R454B
	Roof top	R410A	R32
	GEG/ PAC (petite et moyenne puissance, compresseur spiro-orbital)	R410A	R32 R454B R454C R455A
	GEG/ PAC (forte puissance, compresseur volumétrique à vis)	R410A R407C R134a	R1234ze R452B
	GEG/ PAC (forte puissance, compresseur Centrifuge)	R134a	R1234ze

# PROPRIÉTÉS D'INFLAMMABILITÉ DES FLUIDES FRIGORIGÈNES



**LIMITE INFÉRIEURE D'INFLAMMABILITÉ (LFL/ LII):** La concentration minimale du réfrigérant capable de propager une flamme

**LIMITE SUPÉRIEURE D'INFLAMMABILITÉ (UFL/ LSI) :** La concentration maximale du réfrigérant qui est capable de propager une flamme.

**TEMPÉRATURE D'AUTO-INFLAMMATION:** La température la plus basse à laquelle un réfrigérant s'enflammera spontanément dans une atmosphère normale sans source d'inflammation externe (flamme ou étincelle).



Étant donné qu'une flamme peut se propager dans la plage comprise entre LFL-UFL, il faut éviter que la concentration de réfrigérant dans la zone de travail n'atteigne pas la LFL et que la température du réfrigérant n'atteigne pas la température d'auto-inflammation.

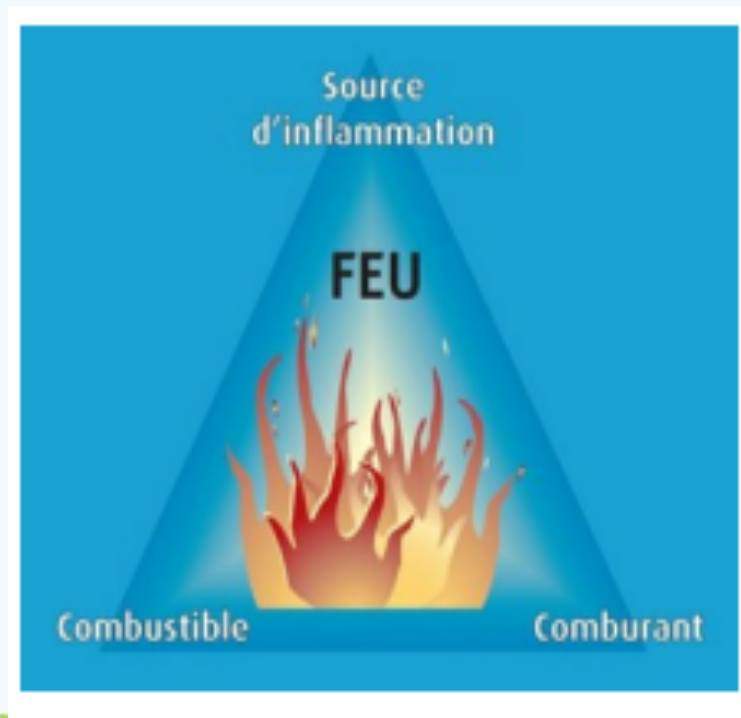
# PROPRIÉTÉS D'INFLAMMABILITÉ DES FLUIDES FRIGORIGÈNES



En cas de fuite de fluide frigorigène, deux phénomènes dangereux peuvent se produire :

- Risque d'incendie
- Risque d'explosion

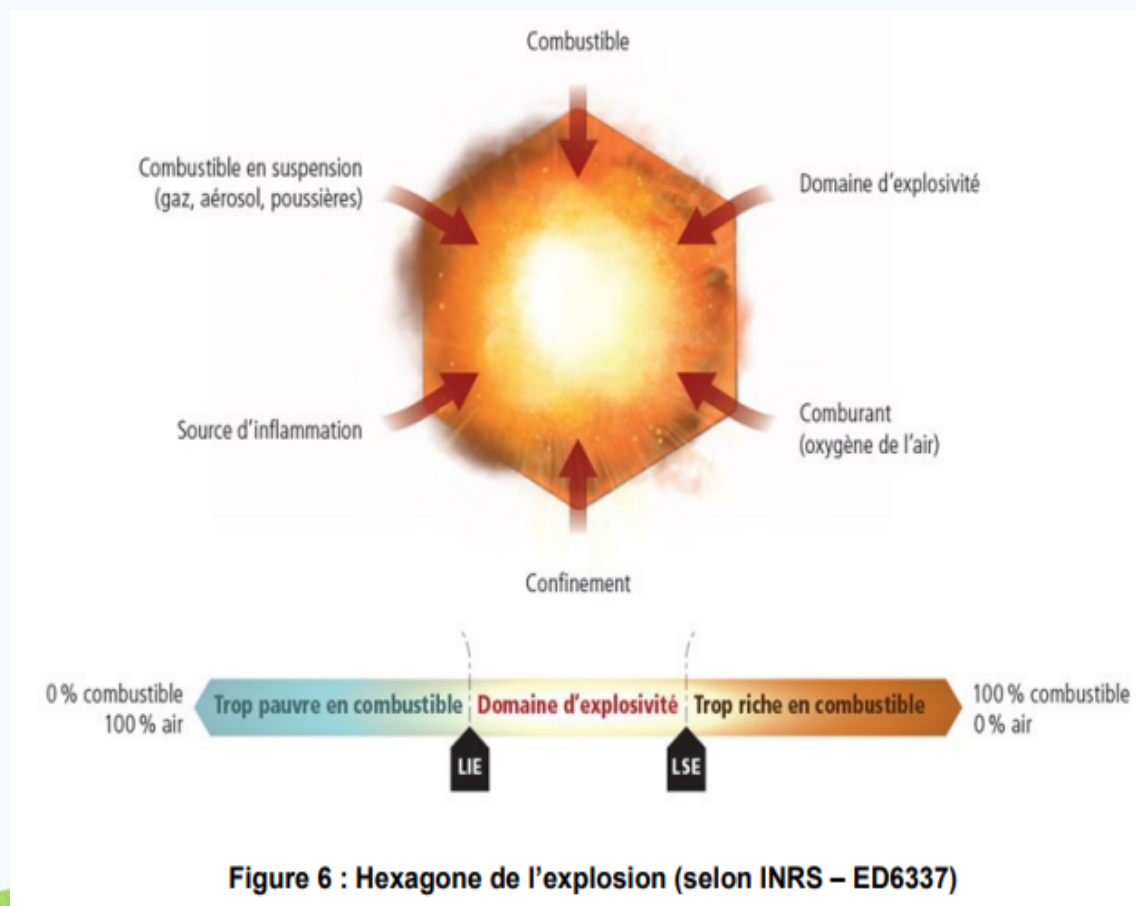
**L'incendie** est une réaction chimique d'oxydation d'un combustible par un comburant (combustion) nécessitant une source d'énergie pour initier cette réaction; **Ce phénomène est schématisé par le « triangle du feu ».**



# PROPRIÉTÉS D'INFLAMMABILITÉ DES FLUIDES FRIGORIGÈNES



**L'explosion** est le rejet dans l'atmosphère d'un produit inflammable qui, après s'être mélangé avec l'oxygène de l'air ambiant pour former un mélange inflammable, rencontre une source d'inflammation d'énergie suffisante.





## PROPRIÉTÉS D'INFLAMMABILITÉ DES FLUIDES FRIGORIGÈNES

Pour les réfrigérants inflammables, la limite pratique est d'environ 20 % de la LFL

Fluide frigorigène	Classe de sécurité	Limite inférieure d'inflammabilité à 23°C et 50% HR kg/m <sup>3</sup>	Température d'auto-allumage °C	Limite pratique Kg/m <sup>3</sup>	Vitesse de combustion à 23°C (cm/s)
R717	B2L	0.116	630	0.00035	----
R32	A2L	0.307	648	0.061	6.7
R452B	A2L	0.310	509	0.062	4.2
R454A	A2L	0.278	457	0.056	2.4
R454B	A2L	0.303	496	0.061	3.7
R454C	A2L	0.293	444	0.059	1.6
R455A	A2L	0.431	---	0.086	<1.5
R1234ze	A2L	0.303	368	0.061	1.2
R1234yf	A2L	0.289	405	0.058	1.5
R436A	A3	0.032	---	0.006	---
R1270	A3	0.046	455	0.008	46
R290	A3	0.038	470	0.008	46
R600a	A3	0.043	460	0.009	46

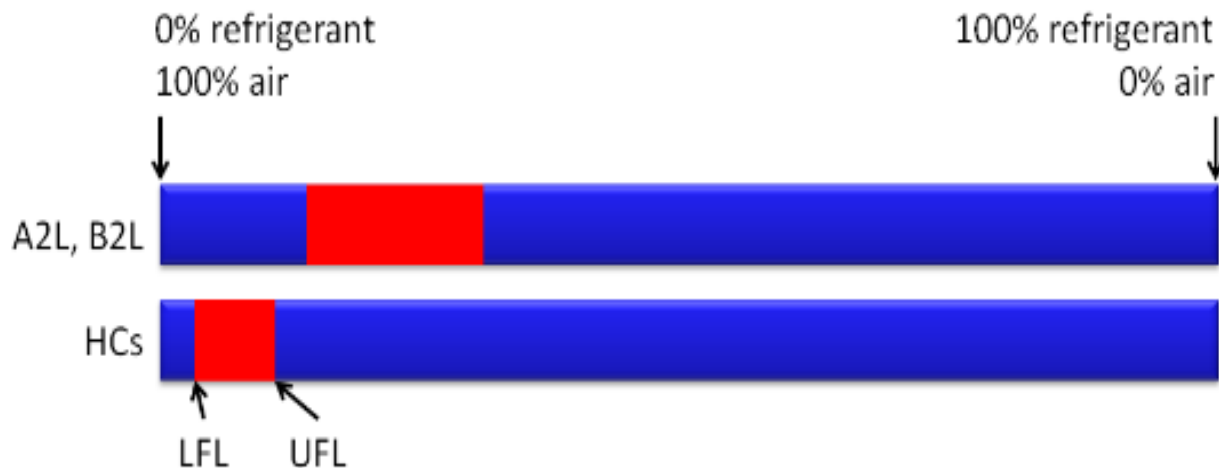
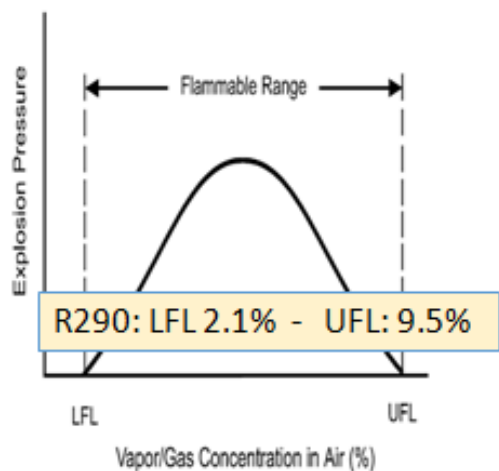
Tableau des informations relatives à la sécurité de la norme EN378-1



# PROPRIÉTÉS D'INFLAMMABILITÉ DES FLUIDES FRIGORIGÈNES



Fluides frigorigènes	HFC - R410A	HFC-32	HC- 290	HC-600a
LFL/ LII	Non inflammable	14.4% par volume	2.1% par volume	1.7% par volume
UFL/LSI	Non inflammable	33.4% par volume	9.5% par volume	9.7 % par volume
T°C AUTO -INFLAMMATION	NA	648	470	460



# Restrictions d'utilisation - taille maximale de la charge



## Le contexte réglementaire et normatif

**Les textes réglementaires** pouvant s'appliquer aux fluides inflammables peuvent être différents et complémentaires selon le type de bâtiment ou encore la classe d'inflammabilité du fluide.

La bonne connaissance de la norme et des réglementations en vigueur est indispensable pour garantir la sécurité et la durée de vie des systèmes frigorifiques et pompes à chaleur.

En fonction des fluides, d'autres textes ou normes sont également à considérer, tels que :

- **La réglementation F-Gas** (règlement européen N°517/2014 du 16 avril 2014) : contrôle d'étanchéité pour certains fluides (HFC purs ou en mélange) ;
- **Les directives ATEX** (directive 1999/92/CE du 16 décembre 1999 et directive 2014/34/CE du 26 février 2014) et la norme **NF EN 60079-10-1** : caractéristiques des appareils selon la zone, détermination de l'étendue de zone de fuite, dispositifs de protection à destination des travailleurs, appareils et systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphère explosive ;
- **La directive DESP** (directive 2014/68/UE du 15 mai 2014), l'arrêté du 20 novembre 2017, le Cahier Technique Professionnel pour le suivi en service **des systèmes frigorifiques sous pression** du 23 juillet 2020 : groupe de fluides et exigences associées, suivi en service.
- **Norme NF EN 378 : 2017** « **Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur – Exigences de sécurité et d'environnement** »



## 1/ La réglementation F-Gas

Le règlement européen N°517/2014 du 16 avril 2014 relatif aux gaz à effet de serre fluorés définit 3 actions principales:

- La prévention des fuites de fluide avec notamment un renforcement des contrôles d'étanchéité.
- Le calendrier de réduction des quantités de gaz à effet de serre
- Les interdictions progressives de mise sur le marché.

### **Les fluides concernés par ces exigences sont les hydrofluorocarbures (HFC) :**

Par définition, les hydrofluorocarbures représentent les fluides HFC ainsi que les mélanges contenant l'une de ces substances. Les fluides concernés par ces exigences sont des fluides A2L.

**Les personnes qui effectuent l'installation, l'entretien, la maintenance, la réparation ou la mise en et hors service des équipements doivent être certifiées pour les fluides concernés.**



## 2/Réglementation ATEX

Exigences générales

La **réglementation** concernant les **atmosphères explosives** (dite « réglementation **ATEX**») se base sur deux directives européennes :

- Directive 1999/92/CE du 16 décembre 1999 relative à la **protection en matière de sécurité et de santé des travailleurs** susceptibles d'être exposés au risque d'atmosphères explosives.
- Directive 2014/34/CE du 26 février 2014 concernant **les appareils et systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphère explosive**.

***Au sens des directives, une « ATmosphère EXplosive » (ATEX) résulte d'un mélange d'air et de substances inflammables dans des proportions telles qu'une source d'inflammation d'énergie suffisante produise son explosion.***

***Toute substance inflammable est considérée comme une substance pouvant donner lieu à la formation d'une atmosphère explosive.***



## 2/Réglementation ATEX

La directive européenne **ATEX exige** que les mesures de réduction du risque portent sur deux volets :

- **les mesures techniques :**
  - Eviter, si possible, la formation d'une zone ATEX.
  - S'il n'est pas possible d'éviter la formation d'une zone, il faut éviter l'apparition d'une inflammation dans la zone.
  - Si une inflammation se produit tout de même, alors il faut arrêter immédiatement et/ou limiter la zone affectée par l'explosion (présence de flammes et/ou de surpressions) afin de réduire le nombre de personnes susceptibles d'être en contact avec cette zone.
- **les mesures organisationnelles :** elles portent sur diverses mesures dont :
  - La formation des intervenants (maintenance...)
  - La mise en place de consignes de sécurité.
  - Signaler les locaux ou les emplacements susceptibles de présenter une zone ATEX via le pictogramme





# Le contexte réglementaire et normatif



## 2/Réglementation ATEX

Le **classement des lieux en zones ATEX** vise à délimiter et hiérarchiser les zones où peuvent se former des atmosphères explosives. Ce zonage permet d'aider au choix du matériel et des dispositifs de sécurité selon le type de zone.

Les emplacements où une atmosphère explosive peut se former sont classés en **3 zones** selon la nature, la fréquence et la durée de présence de cette ATEX.

**Tous les matériels et systèmes de protection (électriques et non électriques) utilisés dans ces zones à risques doivent satisfaire à des niveaux de sécurité adaptés à la zone.**

Considérant la substance inflammable sous forme de gaz ou de vapeur, ces trois zones (avec la catégorie de matériel adaptée à ces zones) sont :

Définition de la zone en fonction de la fréquence et de la durée de présence d'une ATEX	Zone (substance inflammable sous forme de gaz, vapeur)	Caractéristiques des appareils à utiliser selon la zone
Emplacement dans lequel une atmosphère explosive est présente en permanence ou pendant de longue période en fonctionnement normal : <b>Risque permanent</b>	Zone 0	Catégorie 1
Emplacement dans lequel une atmosphère explosive est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal : <b>Risque occasionnel</b>	Zone 1	Catégorie 2 ( ou 1)
Emplacement dans lequel une atmosphère explosive n'est pas susceptible de se présenter normalement mais si c'est le cas, peut exister uniquement sur une durée courte : <b>Risque potentiel</b>	Zone 2	Catégorie 3 (ou 1ou2)



## 3/ Norme NF EN 378

Visé à réduire les dangers possibles des systèmes frigorifiques pour les personnes (installateurs, utilisateurs et techniciens), les biens et l'environnement.

Elle se décompose selon 4 parties :

- NF EN 378-1 : Exigences de base, définitions, classification et critères de choix
- NF EN 378-2 (norme harmonisée avec les Directives Machines, BT et DESP) : Conception, construction, essais, marquage et documentation
- NF EN 378-3 : Installation in situ et protection des personnes
- NF EN 378-4 : Fonctionnement, maintenance, réparation et récupération

**La norme EN 378 version 2017**, apporte des éléments complémentaires par rapport à la version précédente, notamment concernant l'ajout d'une nouvelle catégorie de fluide (A2L) ou encore les limites de charge de fluide.

En cas d'incident, la quantité de fluide dans un système frigorifique est déterminante. C'est pour cela que **des restrictions de charge sont prévues en fonction notamment de la combinaison entre tous les critères** mentionnés dans le tableau suivant.

**L'objectif étant d'éviter une accumulation de concentration pouvant entraîner des risques d'incendie et d'explosion**

# Le contexte réglementaire et normatif



## 3/ Norme NF EN 378

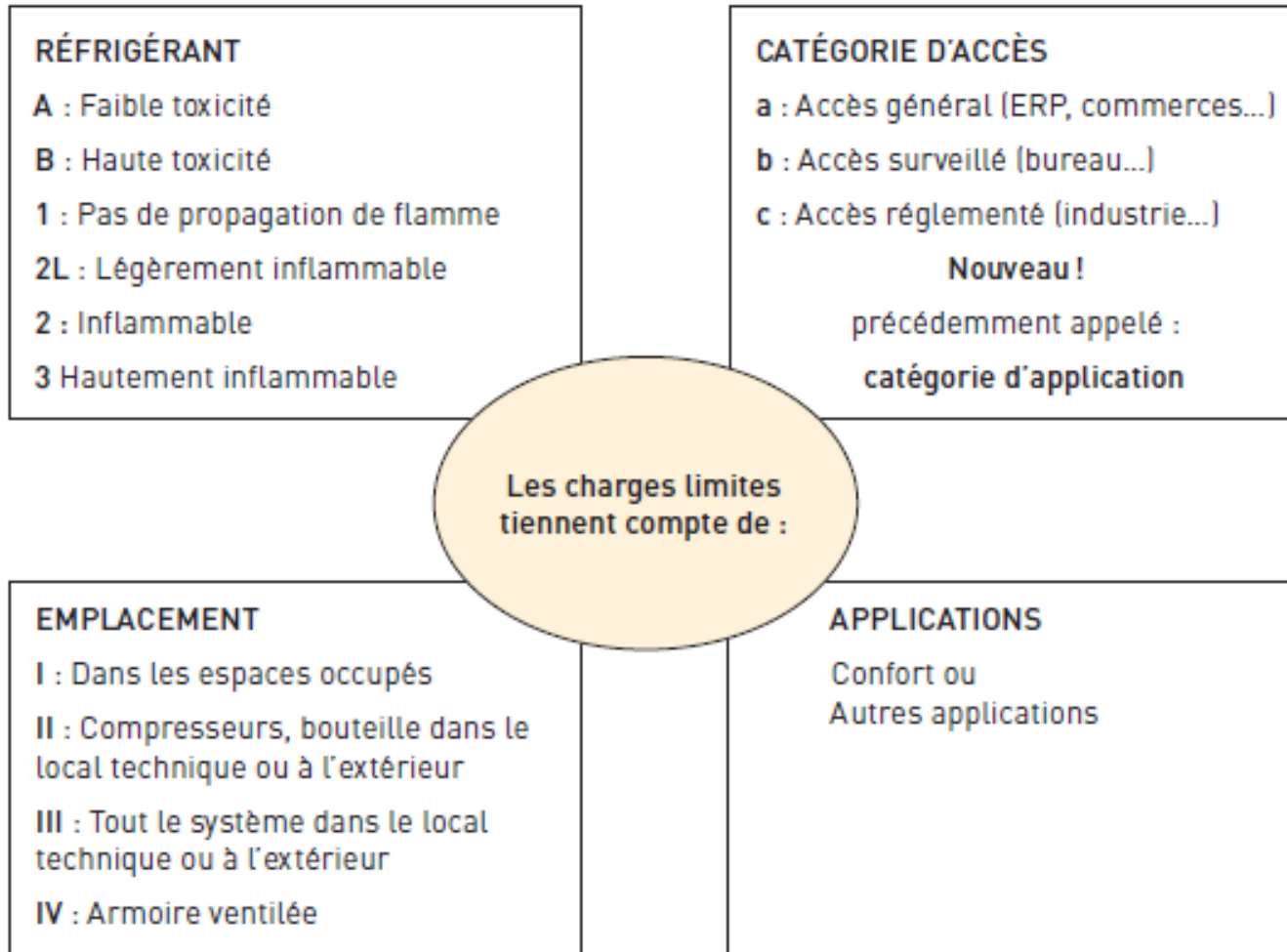


FIGURE 28 : Contraintes des charges limites

# Détermination des charges limites des fluides frigorigènes inflammables



## Utilisation des fluides frigorigènes inflammables pour les besoins de « confort »

La **quantité totale de fluide inflammable** «  $M_{\max}$  » circulant dans une installation est limitée afin d'éviter tout risque d'incendie en cas de fuite. Cette quantité est déterminée selon la formule suivante, formule définie également dans la NF EN 378-1.

$$M_{\max} = 2.5 \times LII^{(5/4)} \times h_0 \times A^{(1/2)}$$

Avec :

LII : limite inférieure d'inflammabilité du fluide (kg/m<sup>3</sup>)

A : surface du local (m<sup>2</sup>)

h<sub>0</sub> : coefficient lié à la hauteur de l'équipement situé le plus bas dans le local, dont la valeur est égale à:

h<sub>0</sub>= 0.6 pour un emplacement au sol

h<sub>0</sub>= 1.0 pour un montage sur fenêtre

h<sub>0</sub>= 1.8 pour un emplacement au mur

h<sub>0</sub>= 2.2 pour un montage au plafond,

# Détermination des charges limites des fluides frigorigènes inflammables



## Utilisation des fluides frigorigènes inflammables pour les besoins de « confort »

Secteur Résidentiel - Confort			
Système direct ( système complet ou seulement unité intérieure dans espace occupé)			
	A2L	A2	A3
Calcul de la charge	$2.5 \times LII^{(5/4)} \times h_0 \times A^{(1/2)}$ et $\leq 39 * LII$ <b>1.84 kg &lt; Charge R-32 ≤ 11.97 kg</b>	$2.5 \times LII^{(5/4)} \times h_0 \times A^{(1/2)}$ et $\leq 26 * LII$	$2.5 \times LII^{(5/4)} \times h_0 \times A^{(1/2)}$ et $\leq \max (26 * LII; 1.5\text{kg})$ <b>0.152 &lt; Charge R-290 ≤ 1.5 kg</b>
	Selon quantité limite avec ventilation QLMV, QLAV et charge $\leq 195 * LII$ . - Mesures (raccord non démontables, protection, emplacement II)		
Dépassement de la charge calculée	Oui ( pour configuration avec QLMV, QLAV)	Non	Non
Mesure de sécurité pour augmenter la charge	Ventilation Vannes d'isolement Alarme Asservissement à détecteur de fuite pour un niveau $\leq 25\% LII$		
Charge de fluide sans exigences	$\leq 1.5 * 4 * LII$ <b>Charge R-32 <math>\leq 1.84</math> kg</b>	$\leq 4 * LII$	$\leq 4 * LII$ <b>Charge R-290 <math>\leq 0.152</math> kg</b>



# Détermination des charges limites des fluides frigorigènes inflammables



## Utilisation des fluides frigorigènes inflammables pour les besoins de « confort »

Secteur Tertiaire - Confort			
Système direct ( système complet ou seulement unité intérieure dans espace occupé)			
	ERP 1-4		
	A2L	A2	A3
Calcul de la charge	$2.5 \times LII^{(5/4)} \times h_0 \times A^{(1/2)}$		
Dépassement de la charge calculée	Oui pour application principale ( Multi split, VRV) <b>Pas de restriction de charge si:</b> <b>Deux dispositif de sécurité:</b> Vanne de fermeture du circuit+ ventilation asservie à la détection pour maintenir un niveau de fuite dans le local <LII		
Dépassement de la charge calculée en salle des machine- (GEG)	<b>Pas de restriction en salle des machines si:</b> Système détection (avec 2 capteurs) permettant l'arrêt de système frigorifique ( arrêt complet , électrovanne)+ mise en fonctionnement d'un extracteur d'air mécanique pour maintenir un niveau dans SDM <LII		
Zone de sécurité autour raccords démontables	Installation extérieure: Non		Installation extérieure: 2 à 10m selon diamètre tuyauterie liquide
	Installation intérieure: 1 à 4 m selon diamètre tuyauterie liquide		Installation intérieure: 2à 10 m selon diamètre tuyauterie liquide

# Détermination des charges limites des fluides frigorigènes inflammables



## Utilisation des fluides frigorigènes inflammables pour les besoins de « confort »

Secteur Tertiaire - Confort			
Système direct ( système complet ou seulement unité intérieure dans espace occupé)			
ERP 5			
	A2L	A2	A3
Calcul de la charge	$2.5 \times LII^{(5/4)} \times h0 \times A^{(1/2)}$ et $\leq 39 * LII$ Selon la quantité limite avec ventilation QLMV, QLAV et $\leq 195 * LII$ - Mesures (raccord non démontables, protection, emplacement II)	$2.5 \times LII^{(5/4)} \times h0 \times A^{(1/2)}$ et $\leq 26 * LII$	$2.5 \times LII^{(5/4)} \times h0 \times A^{(1/2)}$ et $\leq \max (26 * LII; 1.5kg)$
Dépassement de la charge calculée	Oui ( pour configuration avec QLMV, QLAV) avec détection,	Non	Non
Dépassement de la charge calculée en salle des machines	<b>Pas de restriction de charge en salle des machines si</b> ( emplacement III): un système de ventilation mécanique d'extraction pour fonctionnement normal et fonctionnement d'urgence asservi à la détection de fuite pour maintenir un niveau $< 25\% LII$ + alarme		
Zone de sécurité autour raccords démontables	Dispositif de protection contre risque incendie et explosion en cas de fuite de fluides . Identification de source d'inflammation . Pas de contact avec potentielles fuites de fluides		
Charge de fluide sans exigences	$\leq 1.5 * 4 * LII$	$\leq 4 * LII$	$\leq 4 * LII$



**La zone d'exclusion: est une zone dans laquelle tous risque d'inflammation doit être évité .**

<b>Rayon en m</b>			
<b>Diamètre intérieur D de la tuyauterie faisant circuler la phase liquide (mm)</b>	<b>Installations extérieures avec fluides A2 ou A3</b>	<b>Installations intérieures avec fluides A2L ou A2</b>	<b>Installations intérieures avec fluides A3</b>
$D \leq 10$	2	1	2
$10 < D \leq 20$	4	2	4
$20 < D \leq 50$	10	4	10

**Rayon des zones d'exclusion (m) à considérer à proximité des raccords selon le diamètre de la tuyauterie, la nature de l'installation et du fluide**

# Détermination des charges limites des fluides frigorigènes inflammables



## Utilisation des fluides frigorigènes inflammables pour les besoins de Réfrigération

La **quantité totale de fluide inflammable** «  $M_{\max}$  » circulant dans une installation est limitée afin d'éviter tout risque d'incendie en cas de fuite. Cette quantité est déterminée selon la formule suivante, formule définie également dans la NF EN 378-1.

$$M_{\max} < 20\% * LII * \text{volume du local}$$

# Détermination des charges limites des fluides frigorigènes inflammables



## Utilisation des fluides frigorigènes inflammables pour les besoins de Réfrigération

Secteur Réfrigération commerciale et industrielle			
Appareil de réfrigération ( unité ou moto compresseur intégré ou à distance) ( meuble frigorifique, vente, stockage) ( système complet ou unité intérieure dans un espace occupé) NFEN 378			
	A2L	A2	A3
Calcul de la charge	$\leq 20\% * LII * \text{volume du local}$ ou Liée (volume, QLMV, QLAV) <b>Charge R-32 <math>\leq 0.061 \times \text{Volume salle et } \leq 11.9 \text{ kg}</math></b>	$\leq 20\% * LII * \text{volume du local}$	$\leq 20\% * LII * \text{volume du local}$
Charge maximale autorisée	> accès général : $\leq 26 * LII$ > accès surveillé et restreint : $\leq 25 \text{ kg}$	> accès général et surveillé : $\leq 26 * LII$ <b>Charge R-152a <math>\leq 3.38 \text{ kg}</math></b> > accès restreint : RDC – étages : $\leq 25 \text{ kg} - \text{(I)}$ $\leq 10 \text{ kg} - \text{(II)}$ Sous sol: $\leq 26 * LII$	❖ RDC – étages > accès général $\leq 1.5 \text{ kg}$ > accès surveillé $\leq 2.5 \text{ kg}$ > accès restreint $\leq 10 \text{ kg}$ – dans espace occupé (I) $\leq 25 \text{ kg}$ – compresseur extérieur (II) ❖ Sous sol $\leq 1 \text{ kg}$
Dépassement possible de la charge calculée	Oui ( pour configuration avec QLMV, QLAV) avec mesures complémentaire : détection, ventilation, vanne d'isolement	Non	Non
Zone de sécurité	Dispositif de protection contre risque incendie et explosion en cas de fuite de fluides . Identification de source d'inflammation . Pas de contact avec potentielles fuites de fluides		





## Secteur Réfrigération commerciale et industrielle fluide A2L

Calcul de la charge de fluide :  $20\% \times \text{LII} \times \text{volume chambre froide}$  et  $\leq 25 \text{ kg}$

### Dépassement possible de la charge calculée

**$(\text{Charge fluide/volume chambre froide}) \leq \text{QLMV} (25\% \text{LII})$**   
Pas d'exigences complémentaires

**$\text{QLMV} < (\text{Charge fluide/volume chambre froide}) \leq \text{QLAV} (50\% \text{LII})$**   
+ 1 mesure de sécurité  
- vannes isolement circuit frigorifique liées a détecteur de fuite de fluide  
Détecteur paramétré pour concentration  $< \text{QLMV} (< 25\% \text{LII})$

**$(\text{Charge fluide/volume chambre froide}) > \text{QLAV}$**   
+ 2 mesures de sécurité  
- Vannes isolement circuit frigorifique  
- Alarme (sonore et visuel) dans espace occupe  
Détecteur agissant sur vannes et alarme paramétré pour concentration  $< \text{QLMV} (< 25\% \text{LII})$



**PARTIE 2**

**L'analyse des risques  
ET  
les mesures de prévention**



**MERCI POUR VOTRE ATTENTION**