

RAPPORT FINAL

18/02/2019

N° DRA-18-177810-11028A

**Programme additionnel :**

**Evaluation des risques associés à l'utilisation  
de fluides frigorigènes inflammables dans les  
IGH**

**INERIS**

maîtriser le risque  
pour un développement durable



**Programme additionnel :**

**Evaluation des risques associés à l'utilisation de fluides frigorigènes inflammables dans les IGH**

**Direction des Risques Accidentels  
Verneuil-en-Halatte**

Destinataires : Ministère de l'Intérieur – Ministère de la Transition Écologique et Solidaire

Liste des personnes ayant participé à l'étude : Olivier GENTILHOMME, Benjamin TRUCHOT

## PREAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

	Rédaction	Vérification		Approbation
Nom	Olivier GENTILHOMME Benjamin TRUCHOT	Christophe BOLVIN	Stéphane DUPLANTIER	Sylvain CHAUMETTE
Qualité	Ingénieur de l'unité IARA et Responsable de l'unité DIEM	Responsable de l'unité IARA	Responsable du pôle PHDS	Responsable du pôle AGIR
Visa				

## TABLE DES MATIÈRES

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>7</b>
1.1 Contexte de l'étude .....	7
1.2 Eléments contractuels.....	7
1.3 Objectif de l'étude .....	7
<b>2. CHAMP DE L'ÉTUDE.....</b>	<b>9</b>
<b>3. RAPPEL DES SPÉCIFICITÉS LIÉES À UN IGH .....</b>	<b>11</b>
3.1 Intervention des pompiers .....	11
3.2 Evacuation des occupants .....	11
3.3 Conception du bâtiment .....	11
3.4 Moyens de détection et de gestion d'un incendie.....	12
3.5 Stockage et utilisation de combustibles.....	13
3.6 Vérification des équipements .....	14
3.7 Principaux enseignements .....	15
<b>4. CONDITIONNEMENT DE L'AIR DANS LES IGH .....</b>	<b>17</b>
4.1 Panorama des technologies existantes.....	17
4.2 Principaux enseignements .....	20
<b>5. DANGERS LIÉS AUX FLUIDES UTILISÉS .....</b>	<b>21</b>
5.1 Nature des fluides frigorigènes.....	21
5.2 Présentation de la phénoménologie .....	22
5.2.1 Comportement d'une fuite de fluide frigorigène .....	22
5.2.2 Phénomènes dangereux attendus.....	23
5.3 Principaux enseignements .....	24
<b>6. POINT SUR L'ACCIDENTOLOGIE.....</b>	<b>27</b>
6.1 Accidentologie liée à l'utilisation de fluides inflammables dans un IGH .....	27
6.2 Autre accidentologie d'intérêt pour la présente étude .....	27
6.3 Principaux enseignements .....	29
<b>7. ELEMENTS D'APPRÉCIATION DU DANGER .....</b>	<b>31</b>
7.1 Approche INERIS.....	31
7.2 Typologie de fuite.....	31
7.3 Synthèse des enseignements .....	31

<b>8. COMMENTAIRE INERIS SUR LES DIFFÉRENTES PROPOSITIONS DE RÉDACTION DU GH37 .....</b>	<b>35</b>
8.1 Proposition de texte de la filière professionnelle .....	35
8.2 Proposition de texte validée par le LCPP .....	35
8.3 Commentaires INERIS .....	35
<b>9. RÉFÉRENCES.....</b>	<b>37</b>

## **GLOSSAIRE**

AFCE :	Alliance Froid Climatisation Environnement
CET :	Chauffe-Eau Thermodynamique
DGPR :	Direction Générale de Prévention des Risques
DGSCGC :	Direction Générale de la Sécurité Civile et de la Gestion des Crises
DRV :	Débit de Réfrigérant Variable
ECS :	Eau Chaude Sanitaire
ERP :	Etablissement recevant du public
HFC :	Hydrofluorocarbures
HP :	Haute Pression
IGH :	Immeuble de Grande Hauteur
LCPP :	Laboratoire Central de la Préfecture de Police
OEL :	Occupational Exposure Limit
PAC :	Pompe A Chaleur
PhD :	Phénomène Dangereux
TGBT :	Tableau Général Basse Tension
ITGH :	Immeuble de Très Grande Hauteur
TGS :	Tableau Général de Sécurité
(U)VCE :	(Unconfined) Vapour Cloud Explosion



# **1. INTRODUCTION**

## **1.1 CONTEXTE DE L'ÉTUDE**

Les HFC (hydrofluorocarbures), puissants gaz à effet de serre utilisés jusqu'à présent dans les ERP (établissements recevant du public) en tant que fluides frigorigènes ne seront plus autorisés sous peu afin de lutter contre le réchauffement climatique. Parmi les produits de substitution envisagés, certains présentent soit des risques d'inflammabilité, soit des risques de toxicité.

En 2017, l'INERIS a évalué les risques liés à l'introduction de ces fluides frigorigènes inflammables dans les ERP et a proposé plusieurs mesures supplémentaires de maîtrise des risques. Ce travail a fait l'objet d'un rapport, réf. DRA-17-169753-11711A, et daté du 20 décembre 2017.

Par la suite, le premier de ces rapports a servi de support de base pour les GT techniques et les séances plénières qui ont ensuite été organisés pendant le premier semestre 2018 afin de faire évoluer notamment l'article CH35 de l'Arrêté du 25 juin 1980 (Règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les ERP).

L'INERIS est maintenant sollicité pour évaluer l'impact des préconisations de sa précédente étude sur l'article GH37 de l'Arrêté du 30 décembre 2011 portant sur le règlement de sécurité pour la construction d'un IGH (immeuble de grande hauteur) et leur protection contre les risques d'incendie et de panique.

Dans son courrier du 25 avril 2018 à la DGPR, la DGSCGC a exprimé son intention de faire évaluer ces risques par l'INERIS dans le contexte d'une utilisation en ERP et, le cas échéant, de faire évoluer la réglementation des ERP pour maintenir le niveau de risque au niveau actuel.

La demande officielle est parvenue à l'INERIS par mail daté du 3 octobre 2018 puis par une note de sollicitation, elle-même datée du 17 octobre 2018, de la part de la DGSCGC.

## **1.2 ELÉMENTS CONTRACTUELS**

Cette étude fait suite :

- Au descriptif de programme additionnel, réf. DRA-18-177810-08933A, et daté du 29 octobre 2018.
- A votre accord par courrier, réf. SRSEDPD/2018-12, et daté du 5 novembre 2018.

## **1.3 OBJECTIF DE L'ÉTUDE**

Cette étude évalue le danger lié à l'utilisation de fluides frigorigènes inflammables dans les équipements de conditionnement d'air (chaud, froid) et/ou de production d'eau chaude sanitaire (ECS) d'un Immeuble de Grande Hauteur (IGH). Dans le cas où cette étude conclut à un danger supplémentaire par rapport à la situation actuelle, l'objectif est de proposer de nouvelles règles d'installation en vérifiant

notamment la pertinence des prescriptions faites dans la nouvelle rédaction du CH35 à ce nouveau contexte.

Cette étude se décompose comme suit :

- Dans le chapitre 2, l'INERIS précise le champ de l'étude et rappelle quelques notions fondamentales et contextuelles.
- Dans le chapitre 3, l'INERIS liste les spécificités d'un IGH du point de vue de la conception et de la gestion des risques d'incendie et de panique.
- Dans le chapitre 4, l'INERIS fait un panorama des technologies actuellement existantes de conditionnement d'air et/ou de production d'ECS dans les IGH.
- Dans le chapitre 5, l'INERIS présente les dangers liés à l'utilisation des fluides frigorigènes en fonction de leur classement selon la norme [NF-EN-378, 2017].
- Dans le chapitre 6, l'INERIS fait un point sur les données disponibles d'accidentologie.
- Dans le chapitre 7, l'INERIS présente des éléments d'appréciation du danger.
- Dans le chapitre 8, l'INERIS liste les différentes propositions de rédaction pour le GH37 et fait part de ses commentaires.

Cette étude a fait l'objet de 4 réunions :

- La réunion de démarrage, le 12 octobre 2018, entre des représentants du Ministère de l'Intérieur, du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire et de l'INERIS.
- Deux réunions techniques, l'une organisée le 19 octobre 2018 avec le Laboratoire Central de la Préfecture de Police et l'autre tenue le 12 novembre 2018 avec des représentants de l'AFCE et d'UNICLIMA.
- Un point d'avancement, le 19 novembre 2018, de la part de l'INERIS devant des représentants du Ministère de l'Intérieur.

## **2. CHAMP DE L'ÉTUDE**

Cette étude s'intéresse à toutes les classes d'IGH :

- Habitation (IGH A),
- Hôtels (IGH O),
- Enseignement (IGH R),
- Dépôts d'archives (IGH S),
- Sanitaires (IGH U),
- Bureaux (IGH W),
- Immeubles abritant plusieurs classes d'activités (IGH Z),
- Tours de contrôle des aérogares (IGH TC).

Pour rappel, selon les dispositions de l'article R122-2 du Code de la construction et de l'habitation, est considéré comme IGH « *tout corps de bâtiment dont le plancher bas du dernier niveau est situé, par rapport au niveau du sol le plus haut utilisable pour les engins des services publics de secours et de lutte contre l'incendie :*

- *A plus de 50 m pour les immeubles à usage d'habitation ;*
- *A plus de 28 m pour tous les autres immeubles. »*

Toutefois, un immeuble n'est pas considéré comme un IGH si sa destination implique notamment la présence de moins d'une personne par 100 m<sup>2</sup> de surface de plancher à tous ses niveaux.

Cette étude s'intéresse aussi à la catégorie Immeuble de Très Grande Hauteur (ITGH) qui rassemble tous les bâtiments dont le plancher bas du dernier niveau est situé à plus de 200 m.

Pour la France, l'INERIS a pu obtenir les informations suivantes :

- En 2015, 447 IGH ont été dénombrés.
- Une large part de ces IGH (environ 200) est concentrée sur la région parisienne.
- La majorité de ces IGH sont de classe W ou A.
- La plupart de ces bâtiments, au moins pour ceux situés dans la région parisienne, sont en locatif (pour des périodes de 3, 6 ou 9 ans).



### **3. RAPPEL DES SPÉCIFICITÉS LIÉES À UN IGH**

Ce chapitre vise à rappeler les principales prescriptions de l'Arrêté du 30 décembre 2011 portant règlement de sécurité pour la construction des immeubles de grande hauteur (IGH) et leur protection contre les risques d'incendie et de panique.

Par rapport au précédent arrêté<sup>1</sup>, celui-ci prend en compte les évolutions intervenues dans le mode de construction des immeubles ainsi que dans la conception des installations techniques et de sécurité qui les équipent. Par ailleurs, il fournit des solutions à des problématiques qui ne se posaient pas à l'époque (notamment risque d'attentat).

La discussion suivante est issue des échanges techniques avec le LCPP lors de la réunion du 19 octobre 2018. Cette discussion concernait principalement les IGH de classe W et A. Il n'a pas été vérifié si le contenu de cette section reste valable aux autres classes d'IGH.

#### **3.1 INTERVENTION DES POMPIERS**

Pour permettre une intervention rapide, l'IGH doit se trouver à moins de 3 km d'un centre de secours. La voie d'accès pompier doit être située à moins de 30 m de l'IGH.

C'est le seul établissement où les pompiers ont le droit d'utiliser les ascenseurs en cas d'intervention.

#### **3.2 EVACUATION DES OCCUPANTS**

**En cas d'incendie, il convient d'évacuer l'étage sinistré et ceux situés immédiatement au-dessous et au-dessus.** En limitant l'évacuation à ces seuls étages, on s'assure que la vie continue « normalement » dans le reste du bâtiment permettant ainsi de maîtriser au mieux le risque lié à l'incendie sans pour autant avoir à gérer un flux massif de personnes dans les escaliers (avec un risque possible de panique).

Toutefois, pour tenir compte des événements tragiques du 11 septembre 2001, l'Arrêté du 30 décembre 2011 introduit aussi la notion « d'évacuation immédiate et générale » de l'ensemble des occupants de l'immeuble.

#### **3.3 CONCEPTION DU BÂTIMENT**

**Compte tenu de la difficulté des pompiers à intervenir dans un IGH, l'immeuble doit être compartimenté (comme défini ci-après), c'est-à-dire subdivisé en espaces de 2500 m<sup>2</sup> et 75 m de long au maximum.** Dès lors que ces contraintes dimensionnelles sont bien respectées, plusieurs étages peuvent constituer un seul compartiment ou plusieurs compartiments peuvent composer un même étage.

---

<sup>1</sup> Arrêté du 18 octobre 1977

*NB 1 : dans les IGH W (bureaux), le compartiment doit être lui-même séparé en deux zones par un mur REI60 avec présence d'une cage d'escalier dans chaque zone. Ceci est dû au fait que ces espaces sont souvent « ouverts » (open space) et ce mur permet de freiner la propagation du feu si un incendie survient dans le volume du compartiment.*

**Afin d'empêcher la propagation d'un éventuel incendie, chaque compartiment doit être étanche aux fumées et aux flammes pendant une durée de 2 h (ou REI 120).**

*NB 2 : cette notion de compartimentage n'existe pas aux Etats-Unis mais tous les étages sont sprinklés.*

*NB 3 : dans les ITGH, les éléments de construction porteurs sont stables au feu de degré 3 h ou R180 (ITGH 2). L'immeuble est divisé en compartiments dont les parois ne doivent pas permettre le passage du feu de l'un à l'autre en moins de deux heures (R 122-9 du Code de la Construction et de l'Habitation). De plus, tous les compartiments sont sprinklés.*

Les façades sont conçues de façon à limiter la propagation du feu d'un compartiment à l'autre de l'IGH par les jonctions des façades avec les structures et parois aux limites des compartiments et par l'extérieur [GH12 et 13]. Dès lors, les façades ou parties de façades ayant une fonction porteuse sont R120. La masse combustible mobilisable est inférieure ou égale à 130 MJ/m<sup>2</sup>, l'ensemble des matériaux entrant dans sa constitution étant à prendre en compte. Sauf exigence particulière, les composants et équipements de façade sont classés MO ou A2-s3, d0. Les façades vitrées doivent justifier une performance de résistance au feu.

**A l'intérieur de chaque compartiment, la charge calorifique doit être limitée à environ 480 MJ/m<sup>2</sup> en l'absence de sprinklage (et sinon 680 MJ/m<sup>2</sup>).**

*NB 4 : dans les IGH A (habitation), il n'y a pas de vérification obligatoire du respect de ce taux de charge. En compensation, les parois séparatives de chaque zone privée sont EI 60 et les portes E60 (= pare-flamme 1h).*

La cage d'ascenseur est REI120.

L'accès au compartiment depuis les escaliers ne se fait pas directement mais via un sas. La ventilation permet de garantir que les escaliers sont en surpression en fonction désenfumage. Cette ventilation est reprise par les TGBT (Tableau Général Basse Tension) et TGS (Tableau Général de Sécurité), eux-mêmes pouvant être secourus par un groupe électrogène.

### **3.4 MOYENS DE DÉTECTION ET DE GESTION D'UN INCENDIE**

Dans un IGH, la détection (avec alarme) est obligatoire dans tous les locaux jugés à risque (exemple : ERP) et dans toutes les zones communes, que ces dernières soient « publiques » (zone de circulation dans un IGH W) ou privées [GH49].

Contrairement à la stratégie adoptée dans les ERP, le désenfumage ne se fait pas dans tout le volume du compartiment mais uniquement dans les zones communes de circulation. Des trappes de désenfumage sont aussi présentes en haut des cages d'escaliers dans le cas où la mise en surpression de ces volumes ne suffit pas à maîtriser le risque d'incendie.

NB 5 : dans les IGH A (habitation), chaque zone privée est équipée d'un ouvrant tous les 300 m<sup>2</sup>. En situation exceptionnelle, il est possible de les ouvrir mais l'opération est conduite uniquement par les pompiers.

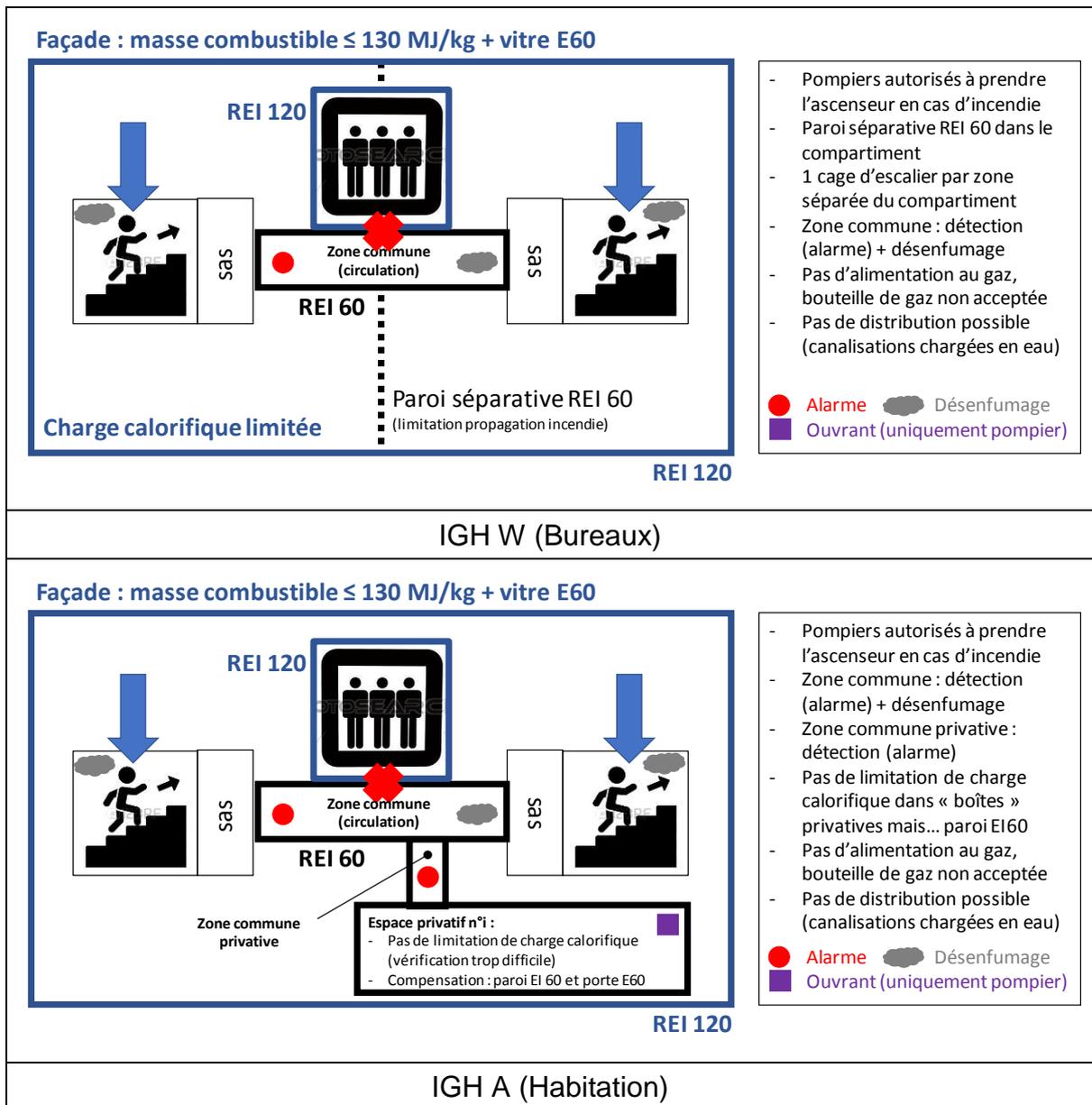


Figure 1. Schéma d'un compartiment dans deux classes d'IGH : bureaux et habitations

### 3.5 STOCKAGE ET UTILISATION DE COMBUSTIBLES

Selon [GH36], le **stockage et l'utilisation de tous combustibles liquides, solides et gazeux, y compris hydrocarbures liquéfiés, sont interdits à l'intérieur des IGH** et de leur volume de protection sauf dispositions particulières. L'alimentation au gaz n'est donc pas tolérée, ni l'approvisionnement en bouteilles de gaz.

Selon [GH37], relatif aux installations de production de chaud et de froid, les chaufferies utilisant du gaz sont autorisées dès lors qu'elles sont implantées selon l'une des dispositions suivantes :

- En terrasse supérieure de l'immeuble, dans les conditions suivantes :
  - Elles sont construites de telle façon que les effets d'une explosion éventuelle soient atténués le plus possible ;
  - L'accès à ces chaufferies ne peut se faire qu'à l'air libre depuis la terrasse ;
  - Seul le gaz est autorisé ;
  - L'alimentation en gaz est réalisée par une canalisation placée à l'extérieur du bâtiment à l'air libre ou en gaine ventilée ;
- A L'extérieur de l'immeuble :
  - En rez-de-chaussée en tout ou partie dans le volume de protection ;
  - Enterrées ou en sous-sol en dehors et sans communication avec les sous-sols de l'IGH.

Quelle que soit leur puissance, pour les chaufferies en sous-sol et au rez-de-chaussée accolées à un IGH, les parois contiguës et les planchers sont REI240, doivent résister à une pression d'une 1t/m<sup>2</sup> et ne comporter aucune communication avec l'IGH, sauf pour les gaines et conduits de chauffage<sup>2</sup>.

Toujours selon [GH37], les appareils ou groupements d'appareils de production par combustion, formant des ensembles ou sous-ensembles complets préfabriqués conçus pour fonctionner à l'extérieur, peuvent être installés en terrasse supérieure de l'immeuble et hors local chaufferie.

### 3.6 VÉRIFICATION DES ÉQUIPEMENTS

Tous les 6 mois, il y a un contrôle :

- Du fonctionnement des ascenseurs équipés de dispositifs d'appel prioritaire.

Tous les ans, il y a un contrôle :

- Du fonctionnement des ascenseurs non équipés de dispositifs d'appel prioritaire,
- Des installations électriques et de l'éclairage des parties communes,
- Des dispositifs actionnés de sécurité,
- Des exutoires de désenfumage des escaliers et de 20% des ouvrants de désenfumage de secours,
- Des vitesses, débits et pressions des installations de désenfumage mécanique de 20% des compartiments. Comme il est prévu de vérifier 20% des ouvrants ou des compartiments par an, la totalité de ces ouvrants ou compartiments doit être vérifiée dans un délai de 5 ans,

---

<sup>2</sup> Doivent être conformes aux articles GH17 à GH20.

- Les moyens d'extinction,
- Le déverrouillage des issues...

Tous les deux ans, il y a un contrôle :

- Des paratonnerres.

Tous les cinq ans, il y a :

- Une évaluation de la charge calorifique (IGH W).

### **3.7 PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS**

Dans la stratégie de maîtrise des risques d'incendie et de panique d'un IGH, l'objectif principal est l'évacuation de l'étage sinistré et de ceux immédiatement au-dessous et au-dessus en cas d'incendie

Cela induit implicitement que l'incendie doit rester cantonné à l'étage où l'incendie s'est déclaré :

- En compartimentant des étages de l'immeuble en REI 120. L'objectif est ici de limiter la propagation de l'incendie.
- En limitant la charge calorifique à l'intérieur du compartiment à 480 MJ/m<sup>2</sup> (sans sprinklage) et 680 MJ/m<sup>2</sup> (avec sprinklage). L'objectif est ici de notamment limiter la sollicitation de la structure...

Dans le cadre de cette étude, l'INERIS évaluera l'impact potentiel de l'introduction de fluides frigorigènes inflammables sur ces principes de sécurité.



## **4. CONDITIONNEMENT DE L'AIR DANS LES IGH**

### **4.1 PANORAMA DES TECHNOLOGIES EXISTANTES**

Le 12/11/18, l'INERIS a rencontré des représentants d'UNICLIMA (Syndicat des industries thermiques, aérauliques et frigorifiques) et de l'AFCE pour avoir un panorama des technologies existantes actuellement pour assurer le conditionnement d'air et la production d'ECS dans les IGH W (bureaux). Au regard de ces discussions, il apparaît que les besoins en chaud et en froid d'un bâtiment peuvent être assurés par :

- **Par un réseau urbain de chaud ou de froid.** Les calories ou les frigories sont produites dans une ou plusieurs centrales de production (par exemple Climespace pour le froid, Enertherm pour le chaud...). Ceux-ci sont ensuite acheminés sous forme d'eau chaude ou d'eau froide jusqu'à l'IGH par le réseau dit primaire. Au niveau de l'IGH, il peut y avoir un équipement de type pompe à chaleur (PAC) qui permet la récupération d'énergie et la distribution de la chaleur ou du froid à l'intérieur de l'immeuble. Cette PAC ou chiller peut se trouver dans un local technique ou en sous station.

Cette solution est plutôt présente dans la région parisienne ou dans les principales villes de France.

- **Par des chillers à condensation à eau ou sur air.** Ces équipements récupèrent la chaleur (ou le froid) de l'air environnant (aérothermie) ou de l'eau environnante (géothermie) pour réchauffer (ou refroidir) l'eau du réseau secondaire de l'IGH. Si l'échange se fait avec l'air, l'équipement est situé généralement en toiture terrasse. Si cet échange se fait avec de l'eau, l'équipement est alors placé en local technique, souvent situé en sous-sol.

La Figure 2 montre un schéma des différentes configurations possibles pour ce type d'équipements :

- Chiller monobloc : transfert de la chaleur de l'air extérieur à l'eau servant au conditionnement d'air de l'IGH.
- Chiller + aérocondenseur : premier transfert de la chaleur de l'air extérieur à un fluide frigorigène puis second transfert de ce fluide à l'eau servant au conditionnement d'air de l'IGH.
- Chiller + drycooler : premier transfert de la chaleur de l'air extérieur à de l'eau puis second transfert de cette eau à l'eau servant au conditionnement d'air de l'IGH.

Cela constitue la majorité des installations dans le neuf.

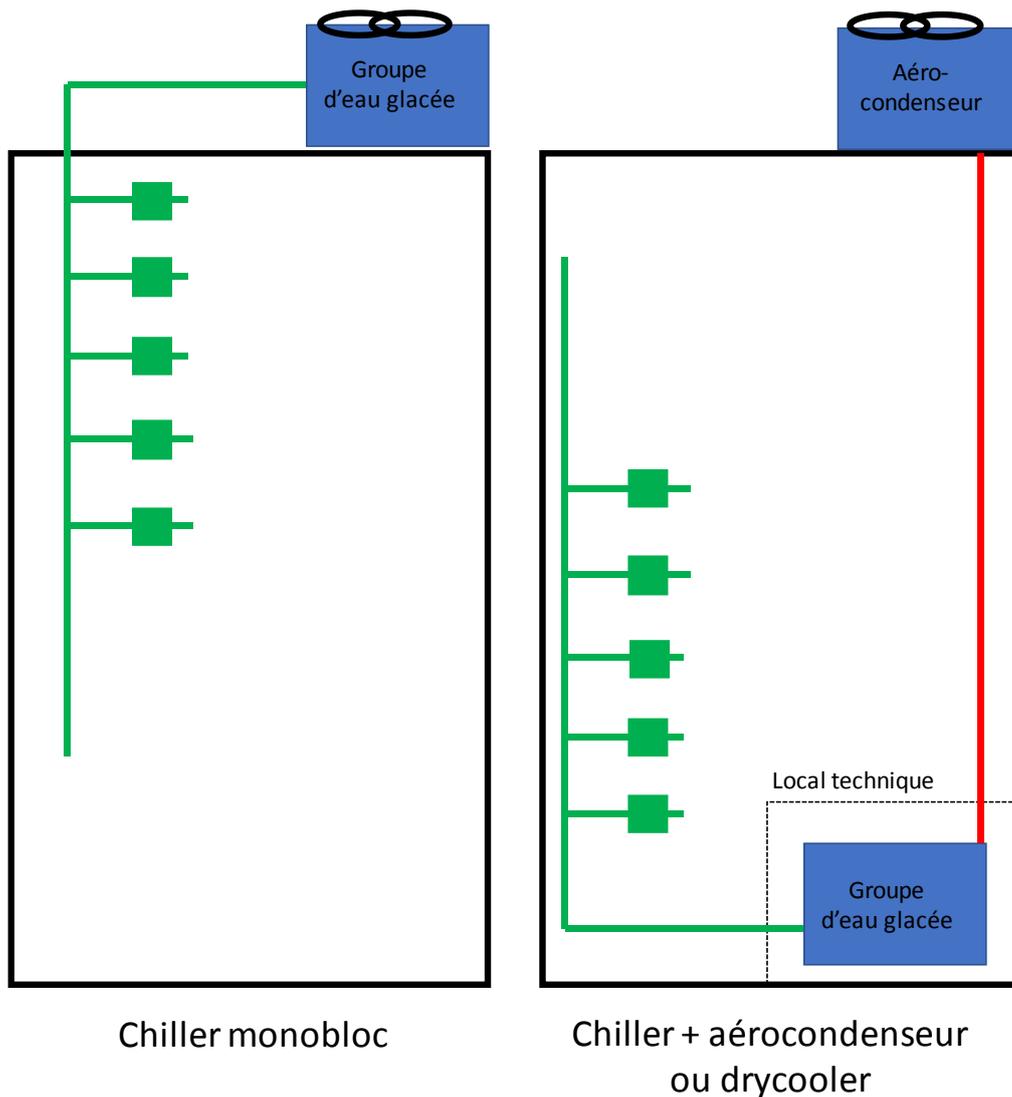


Figure 2. Différentes configurations possibles de chillers pour IGH W (bureaux) (en vert : circulation d'eau / en rouge : circulation de fluide frigorigène)

- Par des DRV (Débit de Réfrigérant Variable).** Un groupe « extérieur » peut être relié de 1 à 48 unités intérieures. Ce groupe extérieur peut être situé à l'extérieur (en toiture terrasse) ou dans un local technique aéré (cf. Figure 3). Le différentiel de hauteur entre le groupe et les unités ne peut pas dépasser 30 à 40 m (limite de fonctionnement de l'équipement). Si l'immeuble est trop haut, des locaux techniques peuvent être réalisés à différents étages pour accueillir le groupe. Le DRV permet de faire du zonage. En effet, lorsque les unités intérieures alimentées par le même groupe sont dans un plan vertical, on peut se contenter de seulement deux tubes au niveau de l'installation car les besoins calorifiques ou frigorifiques des occupants d'un IGH sont sensiblement les mêmes sur la même façade. En revanche, lorsque ces unités intérieures sont dans un plan horizontal, trois tubes sont souvent nécessaires.

La solution DRV constitue la majorité des installations dans l'existant.

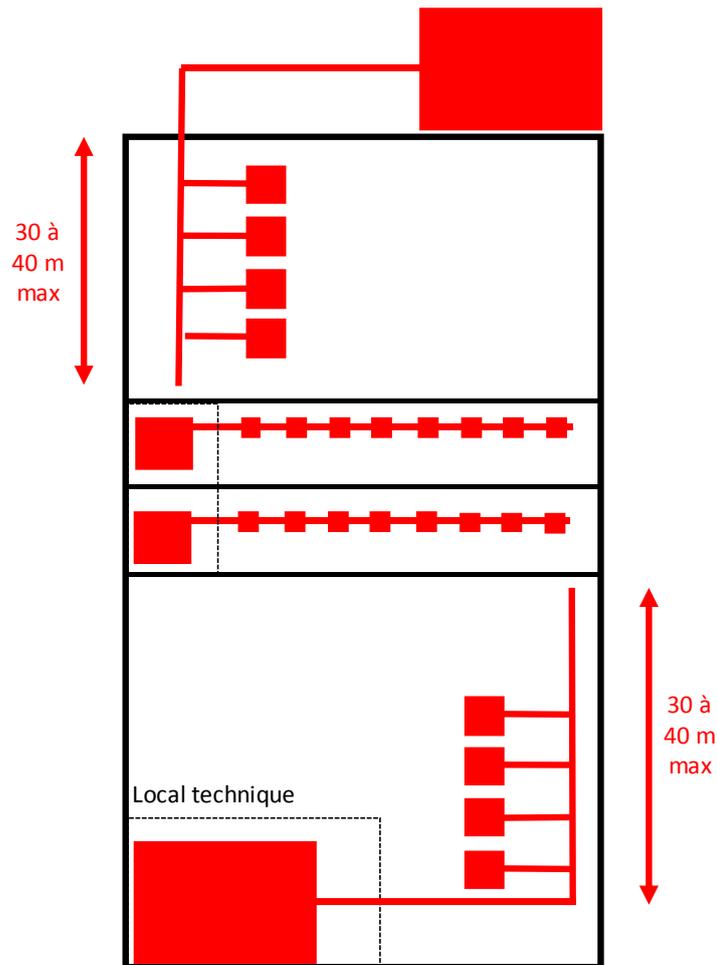


Figure 3. Schéma d'implantation d'un DRV dans un IGH W (bureaux) avec circulation du fluide frigorigène

- **Par des DRV hybride.** Son principe de fonctionnement s'apparente à celui du DRV décrit précédemment. Un fluide frigorigène (exemple : R410a) circule entre le groupe extérieur et un boîtier de répartition (= circuit primaire). De l'eau est ensuite utilisée entre ce boîtier et les unités terminales de conditionnement d'air (circuit secondaire). Pour des raisons de coût, ce séparateur est souvent placé au plus près des unités, et donc dans l'IGH.

A l'heure actuelle, cela constitue un marché de niche.

- **Par des DRV sur boucle d'eau.** Les calories ou frigorifiques sont puisées dans une boucle d'eau maintenue à température constante. Les groupes sont généralement placés dans un local technique.

Cette solution est plutôt utilisée en rénovation et parfois dans le neuf.

- **Par DRV sur eau perdue.** Les calories ou frigorifiques sont puisées dans le réseau d'eau non potable.

Cette solution concerne majoritairement la rénovation.

Dans le cas où ces solutions ne permettent pas d'assurer le confort thermique voulu (par exemple : salle informatique), il arrive que des solutions d'appoint soient mises en œuvre. Il s'agit alors de systèmes split ou multisplit, d'installation aisée, et dont le fonctionnement est très similaire à celui des DRV.

Pour les IGH A (habitation), il semblerait que l'on soit sur des solutions :

- De PAC pour assurer les besoins de chauffage seul,
- De PAC dédiée aux besoins d'ECS seul,
- De PAC pour assurer le double service (chauffage + ECS),
- De chaudière au gaz et de CET pour les besoins de chauffage et d'ECS respectivement par appartement.

Tous les équipements visés par cette étude ont des diamètres de tuyauterie variant entre 10 et 50 mm.

## 4.2 PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

Il existe plusieurs solutions permettant d'assurer le conditionnement d'air et la production d'ECS dans un IGH :

- **Par détente indirecte du fluide frigorigène.** Le réseau primaire utilisant le fluide frigorigène se situe à l'extérieur de l'IGH. Les frigories / calories sont transportées à l'intérieur des compartiments de l'IGH par un réseau secondaire (souvent constitué d'eau glycolée). Exemples : réseau urbain, chiller monobloc, chiller + drycooler.
- **Par détente directe du fluide frigorigène dans l'IGH** (mais à l'extérieur des compartiments de l'IGH). Le réseau primaire utilisant le fluide frigorigène circule dans des gaines techniques situées dans l'IGH mais en dehors des compartiments de l'immeuble. Les frigories / calories sont transportés à l'intérieur des compartiments de l'IGH par un réseau secondaire (souvent constitué d'eau glycolée). Exemple : chiller + aérocondenseur.
- **Par détente directe du fluide frigorigène dans les compartiments de l'IGH.** Le réseau primaire (ou secondaire) utilisant le fluide frigorigène apporte les frigories / calories directement à l'intérieur des compartiments de l'IGH. Exemples : DRV, DRV hybride, DRV sur boucle d'eau ou sur eau perdue.

Les diamètres de tuyauterie varient entre 10 et 50 mm.

## 5. DANGERS LIÉS AUX FLUIDES UTILISÉS

### 5.1 NATURE DES FLUIDES FRIGORIGÈNES

Cette partie est reprise de [INERIS, 2017].

La norme [NF-EN-378, 2017] dresse une classification pour les fluides frigorigènes (cf. Tableau 1) :

	Faible toxicité <sup>3</sup> (A)	Toxicité élevée (B)
Produit hautement inflammable	A3	B3
Produit inflammable	A2	B2
Produit légèrement inflammable	A2L	B2L
Pas de propagation de flamme	A1	B1

Tableau 1. Classification des fluides frigorigènes

Cette classification a été établie selon deux critères :

- Toxicité du fluide :
  - Tout fluide ayant une OEL (ou « Occupational Exposure Limit ») supérieure à 400 ppm est considéré comme un fluide de faible toxicité (colonne A).
  - Dans le cas contraire, ce fluide est de toxicité élevée (colonne B).
- Inflammabilité du fluide :
  - Au niveau le plus faible (A1 et B1), le fluide ne permet pas la propagation d'une flamme.
  - Au second niveau (A2L et B2L), le fluide a une Limite Inférieure d'Inflammabilité (LIE ou LFL<sup>4</sup> en anglais) supérieure à 0,1 kg/m<sup>3</sup>, une chaleur de combustion inférieure à 19 MJ/kg et une vitesse laminaire de propagation de flamme inférieure à 10 cm/s. Avec de telles caractéristiques, il peut être considéré que ces fluides génèrent des effets thermiques mais pas d'effets de surpression.

---

<sup>3</sup> Les fluides classés A ont une toxicité dite « faible » (OEL > 400 ppm). Pour autant, cela ne veut pas dire qu'ils ne sont pas toxiques. Dès lors, à ce stade, il est impossible d'exclure tout risque de toxicité lié à l'utilisation de ces fluides.

<sup>4</sup> Lower Flammability Limit

- Au troisième niveau (A2 et B2), le fluide a une LIE supérieure à 0,1 kg/m<sup>3</sup> et une chaleur de combustion inférieure à 19 MJ/kg. Il n'y a plus de limite sur la vitesse laminaire de propagation de flamme. Dès lors, des effets thermiques et de surpression sont possibles.
- Au dernier niveau (A3 et B3), le fluide a une LIE inférieure à 0,1 kg/m<sup>3</sup> et une chaleur de combustion supérieure à 19 MJ/kg. Avec de telles caractéristiques, le nuage inflammable généré par la fuite peut-être de taille importante et générer des effets importants de surpression s'il rencontre une source d'énergie suffisante.

A l'heure actuelle, la réglementation autorise l'utilisation de tous les fluides frigorigènes classés A1 ou B1 ainsi que, sous certaines conditions, les fluides B2 et B2L.

**Ce rapport porte spécifiquement sur l'utilisation des fluides classés A2L, A2, et A3.**

## 5.2 PRÉSENTATION DE LA PHÉNOMÉNOLOGIE

### 5.2.1 COMPORTEMENT D'UNE FUITE DE FLUIDE FRIGORIGÈNE

En cas de fuite accidentelle de fluide frigorigène :

- Puisque la fuite se fait sous pression, il est probable que celle-ci soit audible si l'environnement n'est pas trop bruyant. L'intensité du bruit (exprimé en dB) est généralement proportionnelle à la pression de fuite (P) et au diamètre (D) : au carré de l'orifice de fuite ( $\alpha D^2 \times P$ ).
- Dans le cas d'une fuite de liquide sous pression, la température dans le jet peut suffisamment chuter pour que l'humidité de l'air ambiant se condense. Dès lors, le nuage émis devient visible. En cas de fuite sur le circuit, survenant sur la phase liquide du fluide frigorigène, il est donc probable que la fuite soit visible. En fonction de l'ampleur de cette fuite, de la quantité de fluide rejeté et de la localisation dans l'immeuble, il faut noter que l'évacuation du bâtiment peut être rendue difficile (perte de visibilité dans l'étage sinistré).
- Dans le cas d'une fuite de liquide sous pression, du fait de la présence de gouttelettes (= masse condensée) en son sein et de la baisse de température, la fuite aura plutôt tendance à avoir un comportement de gaz lourd et à ramper au sol.
- Toujours dans le cas d'une fuite liquide sous pression, et plus particulièrement si celle-ci survient dans un environnement fortement encombré, la formation d'une flaque (ou « rain-out ») est possible au sol. Plusieurs stratégies sont possibles pour gérer cette flaque :
  - Soit elle est canalisée « naturellement » vers une zone sûre ;
  - Soit on la laisse s'évaporer (si aucun enjeu dans le champ proche) ;

- Soit on met de la mousse sur la flaque. Point de vigilance : il ne faut pas essayer de diluer la flaque avec de l'eau car cela peut favoriser la vaporisation de la flaque.
- La fuite purement gazeuse ne sera pas nécessairement visible. Elle ne conduira pas à la formation d'une flaque.

## 5.2.2 PHÉNOMÈNES DANGEREUX ATTENDUS

La Figure 4 présente les différents maillons de la chaîne pouvant apparaître lors d'un rejet accidentel de fluide classé A. Sous chaque maillon, l'INERIS a essayé de lister (de manière non exhaustive) les paramètres influant avec, en rouge, le paramètre intervenant comme critère de classification des fluides frigorigènes selon la norme [NF-EN-378, 2017].

En cas de fuite d'un tel fluide, dont le débit va être principalement déterminé par la pression de vapeur saturante de celui-ci à sa température nominale de fonctionnement et par le diamètre de l'orifice de fuite, le fluide va d'abord se disperser plus ou moins rapidement dans l'environnement en fonction des conditions environnantes de vitesse de l'air ambiant, de température et d'humidité. Si ce fluide est inflammable, il se formera alors un mélange inflammable correspondant à la zone du nuage où la concentration du fluide dans l'air ambiant est comprise entre les limites inférieure et supérieure d'inflammabilité (respectivement LIE et LSE) du produit. Si ce mélange inflammable rencontre une source d'inflammation d'énergie suffisante alors trois phénomènes dangereux sont redoutés : le feu de nuage, le feu torche et l'explosion (ou UVCE).

Le feu de nuage génère des effets thermiques liés à la combustion du mélange inflammable.

Le feu torche, aussi appelé fuite enflammée, génère des effets thermiques [INERIS, 2014] et éventuellement des effets toxiques du fait de la nocivité des fumées.

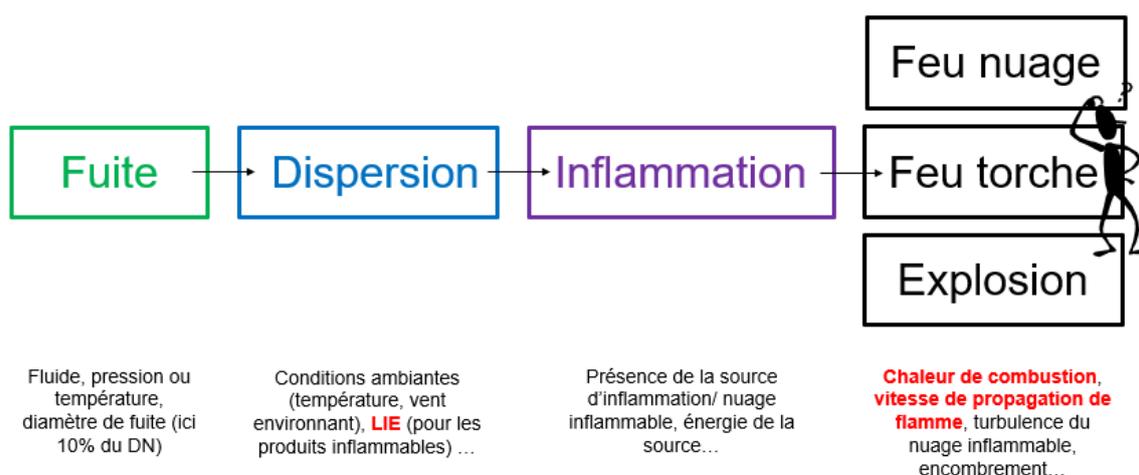


Figure 4. Chaîne accidentelle impliquant un rejet accidentel de fluide inflammable

L'explosion, aussi appelée (U)VCE<sup>5</sup>, génère des effets de surpression qui sont directement proportionnels à la vitesse de propagation de la flamme<sup>6</sup> dans le mélange inflammable. Au moment de l'inflammation, cette vitesse est d'abord proche de la vitesse laminaire de combustion puis, au fur et à mesure que la flamme se propage, elle peut devenir très supérieure du fait de la turbulence induite par le confinement ou la présence éventuelle d'obstacles. A noter que cette vitesse laminaire de propagation de flamme fait partie des critères de classification de la norme [NF-EN-378, 2017]. La fuite peut survenir à l'air libre ou en milieu confiné ou mal-ventilé. Dans le premier cas, le seul mélange inflammable pouvant être à l'origine d'une explosion est celui formé dans le rejet ; on parle alors d'explosion dans le jet. Dans le second cas, un second mélange inflammable peut se former dans le local et, en cas d'inflammation, on aura alors une explosion de nappe. Ces deux typologies d'explosion sont illustrées sur la Figure 5.

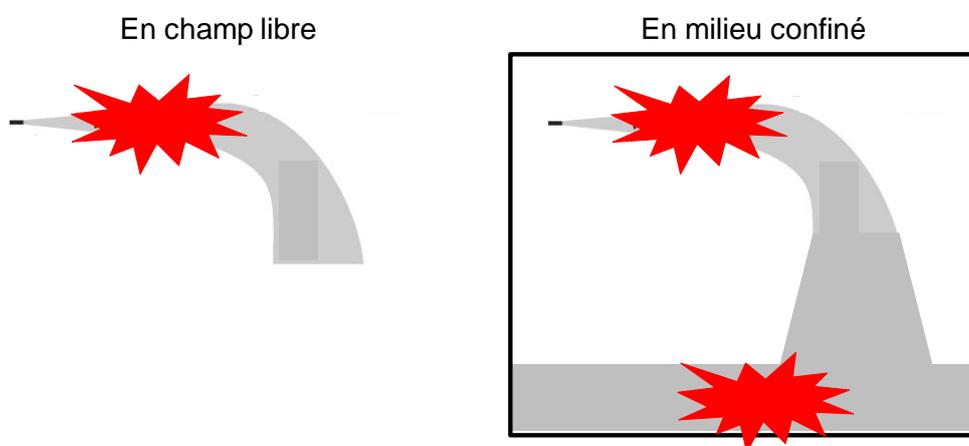


Figure 5. Typologie d'explosion

### 5.3 PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

Compte tenu des critères de classification établis par la norme [NF EN 378, 2017] et les éléments pédagogiques apportés ci-dessus, on peut dresser le tableau suivant. Celui-ci liste les phénomènes dangereux (PhD) attendus en fonction du classement du fluide frigorigène. **Par rapport aux fluides déjà autorisés dans les IGH, le danger est donc plus important.**

		Classement du fluide frigorigène		
PhD	Effets	A2L	A2	A3
Feu de nuage	Thermique	Oui	Oui	Oui
Feu torche	Thermique + Toxique	? <sup>(1)</sup>	Oui	Oui
Explosion	Surpression	Non <sup>(2)</sup>	Oui <sup>(3)</sup>	Oui <sup>(3)</sup>

<sup>5</sup> (Unconfined) Vapour Cloud Explosion

<sup>6</sup>  $\Delta P \propto V_{\text{flamme}}^2$

Dispersion	Toxique	Faible <sup>(4)</sup>	Faible <sup>(4)</sup>	Faible <sup>(4)</sup>
	Anoxie	Oui	Oui	Oui

- (1) Compte tenu de la faible vitesse laminaire de propagation de flamme ( $\leq 10$  cm/s), il faut que la vitesse de la zone inflammable du rejet ne soit pas trop élevée pour que la flamme puisse s'accrocher. La probabilité d'avoir un feu torche avec un fluide A2L est donc plus importante avec une fuite diffuse qu'avec une fuite animée d'une forte inertie.
- (2) Compte tenu de la faible vitesse laminaire de propagation de flamme ( $\leq 10$  cm/s), on s'attend à avoir des effets de surpression de l'ordre de quelques mbar. Prenons le cas par exemple du R32 (cf. rapport  $\Omega$ -UVCE de [INERIS, 2016]). En supposant que le taux d'expansion de celui-ci est de l'ordre de 5 et sachant que sa vitesse laminaire est de 7 cm/s, on obtient une vitesse de propagation spatiale de la flamme (hors perturbation) de  $5 \times 7 = 35$  cm/s. En tenant compte de façon prudente des instabilités hydrodynamiques ( $\times 3$ ) et de la turbulence du jet ( $\times 8$ ), cette vitesse de propagation de flamme peut atteindre 8,4 m/s. Cette vitesse correspond à une surpression de l'ordre de 100 – 150 Pa, soit 1 à 1,5 mbar, soit en deçà du seuil de début de destruction des vitres (10 mbar).
- (3) Le même raisonnement que (2) appliqué au R290 donne une vitesse de propagation de flamme de l'ordre de 100 m/s. Dans ce cas, la surpression peut atteindre 150 à 200 mbar.
- (4) Même si ces fluides sont classés « A », c'est-à-dire inflammables, ils peuvent être légèrement toxiques. Ce risque est toutefois moins important que celui lié au caractère inflammable du fluide.

*Tableau 2. Phénomènes dangereux attendus en fonction du classement du fluide frigorigène*

*NB 6 : le risque d'anoxie était déjà présent avec les fluides (déjà autorisés dans le IGH) de classe A1. Le fait d'introduire des fluides inflammables n'introduit donc pas un danger supplémentaire.*

*NB 7 : le risque de toxicité était déjà présent avec les fluides (déjà autorisés dans le IGH) de classe A1. Le fait d'introduire des fluides A2L, A2 ou A3 n'introduit donc pas un danger supplémentaire.*

Compte tenu du fait que les fluides A2 et A3 sont susceptibles de générer des effets importants de surpression, la fuite accidentelle d'un tel fluide peut remettre en cause la fonction de sécurité assuré par le compartimentage REI 120 de l'IGH.



## 6. POINT SUR L'ACCIDENTOLOGIE

### 6.1 ACCIDENTOLOGIE LIÉE À L'UTILISATION DE FLUIDES INFLAMMABLES DANS UN IGH

Lors de la réunion du 12/11/18, les représentants de l'UNICLIMA et de l'AFCE ont indiqué que le R32 (ou difluorométhane) est utilisé depuis plus d'un an comme réfrigérant dans les installations de conditionnement d'air des IGH de plusieurs pays asiatiques, dont notamment le Japon. Les conditions dans lesquelles ce fluide A2L est mis en œuvre ne sont pas connues actuellement par l'INERIS. Dans ce domaine, la Chine souhaite même aller plus loin en introduisant un fluide A3, le R290 (ou propane).

A noter que l'INERIS a réalisé une recherche rapide sur Internet mais n'a pas trouvé d'accidentologie en lien avec l'utilisation de R32 dans les immeubles en tapant les mots-clés suivants : « *high-rise building* », « *skyscraper* », « *r32* », « *difluoromethane* » ou « *refrigerant* ». Les représentants de l'UNICLIMA et de l'AFCE ont aussi mené des démarches de leurs côtés mais sans succès au moment de l'envoi de ce rapport. Pour autant, cette difficulté à obtenir des informations ne doit pas être nécessairement interprétée comme une absence d'accidents.

### 6.2 AUTRE ACCIDENTOLOGIE D'INTÉRÊT POUR LA PRÉSENTE ÉTUDE

En effet, plusieurs incidents ou accidents impliquant des IGH ou des bâtiments hauts méritent d'être mentionnés :

- Tribunal Grande Instance (TGI) de Paris<sup>7</sup> : cet immeuble de 38 étages, culminant à 160 m, a subi un incendie le 28 juin 2018 (cf. Figure 6). L'incendie aurait été causé par un mégot mis en contact avec des amas végétaux sous le caillebotis d'une toiture terrasse accueillant des fumeurs<sup>8</sup>. Plusieurs personnes, pourtant non situées dans l'étage sinistré, ont évacué le bâtiment de leur propre chef après avoir vu les fumées et/ou après avoir été informés par leurs proches via les réseaux sociaux.
- Tour Grenfell à Londres<sup>9</sup> : cet incendie, survenu le 14 juin 2017 dans un immeuble de logement sociaux de 24 étages (cf. Figure 7), a fait 79 morts (dont 8 disparus) et 74 blessés. Le feu serait parti de l'explosion d'un réfrigérateur (fluide utilisé ?) d'un studio situé au 4<sup>ème</sup> étage et se serait propagé d'abord via une fenêtre ouverte puis via le bardage de l'immeuble. Un rapport du BRE Global conclura à de nombreuses failles, dont notamment ;
  - L'utilisation de matériaux combustibles en panneaux de façades et comme isolant,

---

<sup>7</sup> <http://www.leparisien.fr/paris-75/paris-impressionnant-feu-a-la-nouvelle-cite-judiciaire-28-06-2018-7798758.php>

<sup>8</sup> Information communiquée par le LCPP lors de la réunion du 19 octobre 2018

<sup>9</sup> [https://fr.wikipedia.org/wiki/Incendie\\_de\\_la\\_tour\\_Grenfell](https://fr.wikipedia.org/wiki/Incendie_de_la_tour_Grenfell)

- La structure du bardage était mal conçue (sans barrière de compartimentage, empêchant normalement l'effet cheminée le long de la façade de l'immeuble),
- Des malfaçons ont été repérées concernant les matériaux de compartimentage, les cadres de fenêtres...

A noter que les prescriptions de l'Arrêté du 30 décembre 2011 sont censées empêcher qu'un tel scénario accidentel se déroule en France.

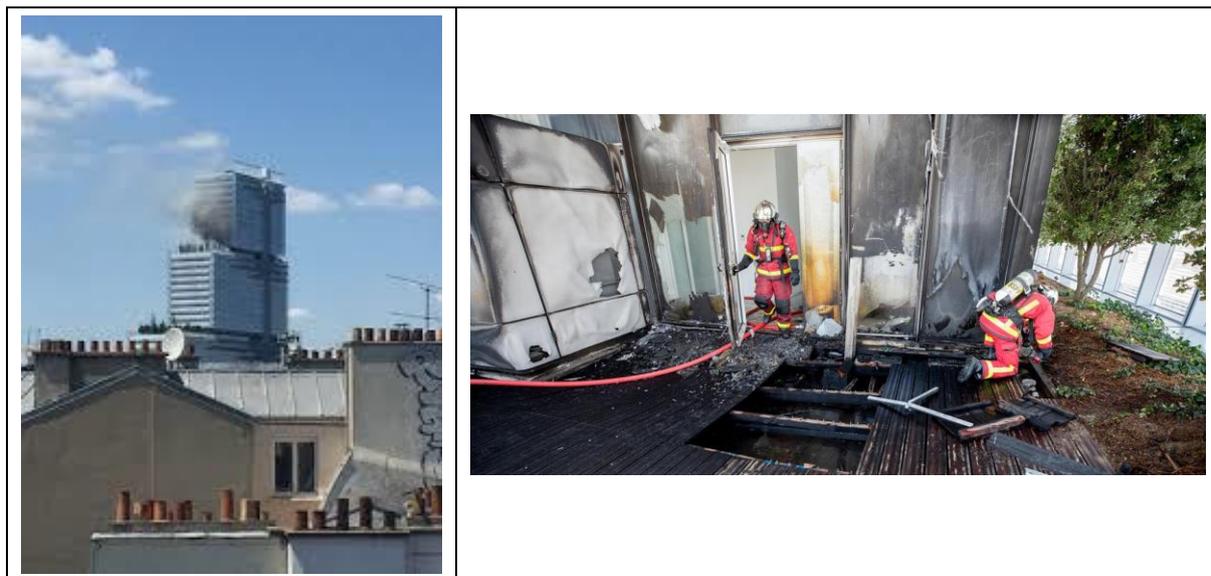


Figure 6. Incendie du TGI de Paris / juin 2018



Figure 7. Incendie de la tour Grenfell / juin 2017

- Tour Mermoz à Roubaix<sup>10</sup> : cette tour de 55 m de haut, pour 18 étages, a subi un incendie le 14 mai 2012 (cf. Figure 8), faisant 1 victime. Le feu aurait pris au premier étage, avant de se propager aux autres, embrasant toute une façade de l'immeuble. En 2017, les causes n'étaient pas connues précisément.
- Ronan Point à Newham, East London<sup>11</sup> : le 16 mai 1968, seulement 2 mois après son inauguration, tout un coin de cet immeuble de 22 étages s'est effondré du fait d'une explosion de gaz survenu dans l'un des appartements situés au 18<sup>ème</sup> étage (cf. Figure 9). Cet accident a fait 4 morts et 17 blessés. Le mauvais dimensionnement des éléments de structure, ainsi que l'utilisation d'éléments préfabriqués emboîtés, avait rendu le bâtiment extrêmement fragile aux moindres soubresauts. Depuis cet accident, les prescriptions de dimensionnement ont évolué et visent maintenant à garantir l'intégrité globale des structures même en cas d'actions exceptionnelles.



*Figure 8. Incendie de la tour Mermoz / mai 2012*



*Figure 9. Ruine en chaîne de la Ronan Point / mai 1968*

### 6.3 PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

Compte tenu du développement des nouveaux fluides frigorigènes dans les pays asiatiques, il serait intéressant de pouvoir récupérer des informations sur les incidents/accidents éventuellement survenus mais aussi, et surtout, sur les mesures générales de sécurité définies.

<sup>10</sup> [http://www.fenvac.org/spip.php?page=article&id\\_article=1124](http://www.fenvac.org/spip.php?page=article&id_article=1124)

<sup>11</sup> <https://www.theguardian.com/society/from-the-archive-blog/gallery/2018/may/16/ronan-point-tower-collapse-may-1968>



## 7. ELEMENTS D'APPRECIATION DU DANGER

### 7.1 APPROCHE INERIS

Dans un souci de cohérence avec la précédente étude [INERIS, 2017] (mais aussi pour les mêmes justifications), l'INERIS a souhaité rester sur son approche dite « déterministe » consistant à évaluer le danger d'exposition des enjeux aux effets attendus des phénomènes dangereux.

### 7.2 TYPOLOGIE DE FUITE

On peut distinguer 3 typologies de fuite :

- La « petite » fuite, correspondant à un orifice de diamètre inférieur ou égal à 1% de celui de la tuyauterie (en d'autres termes, la section de fuite est au maximum 10 000 fois plus petite que celle de la tuyauterie).
- La « moyenne » fuite, correspondant à un orifice de diamètre entre 1 et 10% de celui de la tuyauterie (en d'autres termes, la section de fuite est maximum 100 fois plus petite que celle de la tuyauterie).
- La fuite catastrophique, correspondant à un orifice de diamètre entre 10 et 100% de celui de la tuyauterie (en d'autres termes, la section maximale de fuite équivaut à celle de la tuyauterie). Pour cette typologie de fuite, on parlera de rupture franche de tuyauterie.

L'annexe 4 de [INERIS, 2017] présente des ordres de grandeur de débit de fuite et de taille de nuage inflammable (ou distance à la LIE) en fonction de la classe du fluide frigorigène. Ces données, issues de la modélisation, permettent d'évaluer l'intensité des effets pour chaque typologie de fuite.

A l'aune de ces résultats, il apparaît nécessaire de rendre le scénario de rupture franche de tuyauterie « physiquement impossible » par la réduction de sa vulnérabilité au risque d'agression mécanique externe (choc...) et/ou en maîtrisant les causes internes de surpression (coup de bélier...).

Tout périmètre proposé dans cette étude ne sera donc pas basé sur le scénario de rupture franche de tuyauterie mais sur celui de la fuite 10% DN qu'il paraît difficile d'exclure complètement. Dans la nouvelle rédaction du CH35, le périmètre proposé pour l'exclusion des sources d'inflammation est basé sur cette même hypothèse.

### 7.3 SYNTHÈSE DES ENSEIGNEMENTS

La présente étude amène à faire les conclusions suivantes :

- **Cas des installations faisant de la détente directe** dans l'IGH<sup>12</sup> :

---

<sup>12</sup> Ceci s'applique aussi bien dans les compartiments que dans les gaines techniques de l'IGH.

- Par sa propension à générer des effets importants de surpression en cas d'explosion, la fuite accidentelle de fluides classés A2 et A3 peut remettre en cause l'un des principes de sécurité jugés importants de l'IGH c'est-à-dire la notion de compartimentage de l'immeuble (cf. §3.3).
- L'utilisation de fluides classés A2L n'est pas de nature à remettre en cause cette notion de compartimentage (pas d'explosion). Cependant, il conviendra de s'assurer que la charge calorifique supplémentaire est compatible avec la limite globale autorisée (cf. §3.3). A noter que l'ajout d'un fluide inflammable augmente potentiellement la probabilité d'inflammation au sein du compartiment desservi. Son utilisation pourra nécessiter de faire circuler la tuyauterie dans une gaine ventilée, de respecter un périmètre d'exclusion autour des raccords démontables de l'installation (périmètre identique à celui proposé dans la nouvelle rédaction du CH35) et de limiter la charge de circuit (application de la même forme que celle proposée dans la nouvelle rédaction du CH35, sur la base du local le plus contraignant) afin de protéger les occupants des effets thermiques d'un éventuel feu de nuage.
- **Cas des installations faisant de la détente indirecte** : on peut reprendre une partie des mesures faites dans la nouvelle rédaction du CH35 et/ou de [INERIS, 2017] – cf. Tableau 3.

Prérequis :

- L'installation du système thermodynamique de conditionnement d'air et/ou de production d'ECS doit être réalisée et maintenue selon les règles de l'art, par des personnes compétentes, avec des équipements et matériels adaptés répondant aux normes obligatoires en vigueur. L'installation du système doit notamment respecter les règles préconisées par le fournisseur (endroit bien aéré, absence de vibrations...).

Condition d'application	Liste des mesures	Justification
Partout	Rendre le scénario de rupture franche de tuyauterie improbable en réduisant sa vulnérabilité contre d'éventuelles agressions externes (choc, corrosion, etc.) (inaccessibilité, capotage...) et en maîtrisant les causes internes de surpression (coups de bélier, etc.)	Maîtriser le risque de perte de confinement
	Réduire le nombre de raccords démontables afin de limiter les sources potentielles de fuite sur l'installation	
	Limiter le diamètre de tuyauterie à 50 mm	
Circuit primaire (= circuit contenant le fluide frigorigène) situé à l'air libre (en toiture-terrasse ou au sol)	Etablir un périmètre d'exclusion de toute source d'inflammation autour de points potentiels de fuite (exemple : raccord démontable).  A rapprocher de la proposition faite dans la nouvelle rédaction du CH35 pour le périmètre.	Maîtriser le risque d'inflammation
	L'équipement doit être implanté suffisamment loin de tout orifice de ventilation ou ouvrant pour prévenir l'accumulation	Maîtriser le risque d'explosion pour les

	de fluide inflammable en cas de fuite sur le circuit.	occupants et riverains de l'IGH
Circuit primaire (= circuit contenant le fluide frigorigène) situé dans un local (en toiture-terrasse ou au sol)	A rapprocher des propositions faites dans la nouvelle rédaction du CH35 pour la salle des machines <sup>13</sup>	Maîtriser le risque d'explosion
	Le rejet à l'extraction doit être implanté suffisamment loin de tout orifice de ventilation pour prévenir l'accumulation de fluide inflammable en cas de fuite sur le circuit.	Maîtriser le risque d'explosion pour les occupants et riverains de l'IGH

*Tableau 3. Liste des mesures pouvant être reprises de la nouvelle rédaction du CH35 et/ou de [INERIS, 2017]*

---

<sup>13</sup> A noter que la stratégie de maîtrise des risques à l'intérieur du local est différente entre la nouvelle rédaction du CH35 et le [GH37] de l'Arrêté du 30 décembre 2011. En effet, le CH35 cherche à prévenir la formation d'une atmosphère explosive dans le local (système de détection asservi à l'isolement de la fuite et à la ventilation du local) tandis que le [GH37], comme indiqué dans le §3.5, n'exclut pas l'occurrence d'une explosion mais exige que le local soit capable de résister aux effets de surpression. Dans le CH35, tout type de fluide inflammable est accepté, à l'état gazeux ou liquide, avec un inventaire se limitant au circuit frigorifique. Dans le [GH37], seul le gaz naturel est autorisé avec une alimentation continue.



## **8. COMMENTAIRE INERIS SUR LES DIFFÉRENTES PROPOSITIONS DE RÉDACTION DU GH37**

### **8.1 PROPOSITION DE TEXTE DE LA FILIÈRE PROFESSIONNELLE**

« L'installation d'équipement utilisant des fluides frigorigènes inflammables est autorisée uniquement à l'extérieur en zone non accessible au public ou en salle des machines, et doit être réalisée conformément à l'article CH 35 ».

### **8.2 PROPOSITION DE TEXTE VALIDÉE PAR LE LCPP**

« GH 37 §6 Les unités de production de froid utilisant des fluides frigorigènes inflammables doivent être de type échange indirect, installées en terrasse et répondre aux dispositions relatives aux installations extérieures du § 3 a) de l'article CH 35. En cas d'installation dans un local en terrasse, ce dernier doit être uniquement accessible depuis l'extérieur et respecter les dispositions relatives aux salles des machines contenant des fluides frigorigènes inflammables de l'article CH 35. Les débouchés des ventilations de ce local doivent être éloignées des prises d'air de la ventilation de confort et du désenfumage de l'immeuble, ainsi que des prises d'air des autres locaux techniques ».

### **8.3 COMMENTAIRES INERIS**

Dans la proposition de la filière professionnelle, il n'est pas d'installer des équipements à l'intérieur des IGH mais il n'est pas mentionné explicitement si le transfert de frigories / calories jusqu'à l'intérieur des compartiments de l'IGH peut se faire directement (détente directe) ou via un réseau d'eau (détente indirecte).

La proposition du LCPP va plus loin en interdisant toute détente directe et ce, quelle que soit la classe du fluide frigorigène. Pour le LCPP, les équipements de production ne peuvent être localisés qu'en toiture-terrasse, soit à l'air libre soit dans un local. A juste titre, le LCCP recommande d'appliquer le § 3 a) pour les équipements situés à l'air libre et les dispositions relatives à la salle des machines pour les équipements situés dans un local. Cette proposition interdit donc l'usage de locaux techniques dans l'immeuble et peut générer des difficultés du point de vue de l'adaptabilité des IGH existants.



## **9. RÉFÉRENCES**

INERIS, « Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques accidentels (DRA-76) - Ω8 – Feu torche », DRA-14-133133-02917A, 10/03/2014.

INERIS, « Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques accidentels (EAT-DRA-76) – Les explosions non confinées de gaz et de vapeurs - Ω UVCE », DRA-16-133610-06190A, 23/06/2016

INERIS, « Programme additionnel : Etude de sécurité sur le remplacement des fluides frigorigènes », DRA-17-169753-11711A, 20/12/2017.

NF EN 378, « Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur – Exigences de sécurité et d'environnement », Parties 1, 2, 3 et 4, 2017.



**INERIS**

*maîtriser le risque  
pour un développement durable*

**Institut national de l'environnement industriel et des risques**

Parc Technologique Aiaia  
BP 2 - 60550 Verneuil-en-Halatte

Tél. : +33 (0)3 44 55 66 77 - Fax : +33 (0)3 44 55 66 99

E-mail : [ineris@ineris.fr](mailto:ineris@ineris.fr) - Internet : <http://www.ineris.fr>