COPREC

TIERCE PARTIE INDÉPENDANTE

FOUDRE • CONTRÔLE • CERTIFICATION

GUIDE TECHNIQUE D'APPLICATION

foudre 04

GTA-F2C-ARF

F2C

FOUDRE CONTRÔLE CERTIFICATION

ANALYSE DU RISQUE FOUDRE

ANNEXE

NOUS N'AVONS PAS LE POUVOIR DE CONTRAINDRE,
MAIS NOUS AVONS LE DEVOIR DE CONVAINCRE.

COPREC – Confédération des Organismes indépendants tierce partie de Prévention, de Contrôle et d'Inspection
Siège social : 67-71, boulevard du Château, 92571 Neuilly-sur-Seine Cedex

AVERTISSEMENT

L'information contenue dans ce document est publique.

Aucune exploitation commerciale du document n'est admise, même partielle. Son exploitation est en revanche autorisée à des fins de promotion, sous réserve d'en informer par écrit le comité de rédaction et la COPREC, et de citer l'origine de l'information reprise dans les documents pouvant résulter de cette exploitation.

Source photographique de la page de couverture : Des éclairs zèbrent le ciel de Schaffhouse, en Suisse. Photo prise depuis Dörflingen le 14 juillet 2009. Un oiseau est aussi visible dans l'image. Quatre images de l'oiseau en vol sont visibles suite à l'effet stroboscopique dû aux éclairs. Auteur : Hansueli Krapf.

F2C
FOUDRE
CONTROLE
CERTIFICATION

ANNEXE

Ce document est annexé au guide technique d'application d'analyse du risque foudre. Cette annexe traite de cas concrets et complète le guide GTA-F2C-ARF afin de :

- contrôler la validité d'une ARF ;
- prendre en compte des éléments complémentaires pour ajuster les paramètres de la norme EN 62305-2 ;
- préciser certaines modalités d'application de la réglementation ;
- traiter des exemples d'ARF inspirées de structures réelles, existantes ou prévues sur plans (à venir).

Cette annexe s'appuie sur la norme EN 62305-2 de novembre 2006.

SOMMAIRE

Procédure de validation d'un rapport d'une analyse du risque foudre..... 7
Equipements et fonctions de sécurité à protéger..... 13
Silos..... 17
Valeurs du facteur de réduction r_f..... 23

COPIE

ANNEXE 1

PROCEDURE DE VALIDATION D'UN RAPPORT D'UNE ANALYSE DU RISQUE FOUDRE

Tout document est désigné *" rapport d'Analyse du risque foudre* (ARF) *"* au titre l'arrêté " foudre " du 04/10/2010 modifié, si la procédure suivante est vérifiée.

La procédure est constituée par une liste de requêtes à contrôler. Elle n'a pas pour finalité de mettre en cause les résultats de l'ARF.

La procédure a pour objet :

- **de " valider " un rapport d'ARF conformément aux attendus relatifs à l'arrêté.**

Le processus de validation ne permet pas d'énoncer un avis sur le contenu des " données " prises en compte, ni sur les résultats de l'**ARF** après leurs traitement.

Avant d'exploiter le rapport d'ARF, celui-ci doit être de préférence validé. Le processus de validation est applicable à tout rapport, quel que soit sa reconnaissance d'origine (F2C ou Qualifoudre) en **référence au guide GTA-F2C-ARF**.

Tout rapport dont le statut de la validation n'est pas acceptable nécessite d'être refait ou complété. Un tel rapport pourrait mettre en cause la conduite des phases postérieures de l'étude technique et de l'installation.

La **validation** du rapport d'ARF est **obtenue après avoir donné satisfaction à une requête** lors de l'examen des attendus définis par le guide technique d'application pour :

- les informations **qui relèvent de la gestion administrative du rapport d'ARF**,
- les éléments de la **conclusion demandés par la circulaire** " foudre " du 24/04/2008,
- les **développements techniques** du corps du rapport ayant conduit à cette conclusion.

La liste de la requête dans le tableau ci-dessous n'est pas un plan type de rapport.

Le **processus de validation** est établi au vu du rapport. Le processus **consiste** à :

- **identifier** dans le tableau ci-dessous **les thèmes** des attendus énumérés par la **requête** et **authentifier leur existence dans le rapport**,
- s'assurer que les éléments attendus et contenus dans le rapport correspondent à ceux définis par le guide technique d'application,
- **consigner** la case V (Validé) lorsque l'identification est satisfaisante,
- **attester du statut de la validation** du rapport d'ARF vis-à-vis des attendus de l'arrêté, si l'exhaustivité des réponses aux (21) requêtes est satisfaisante.

L'ARF est un document qui inclut l'évaluation du risque établi conformément à la norme EN 62305-2.

Synthèse de l'examen du rapport ARF

Organisme :	Visa	Validation de l'ARF
Nom :		☐ OUI
Prénom :		
Référence :		☐ NON
Date :		

[1] Examen de la gestion administrative du rapport d'ARF	V
01) l'ARF est matérialisée par un rapport établi par un organisme compétent [§ 4]	☐
02) prestation ARF réalisée en référence à " *l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié relatif aux Disposition relatives à la protection contre la foudre* " [§ 1 et 6]	☐
03) date de l'émission du rapport référencé [§ 7]	☐
04) rapport visé par une personne reconnue compétente [§ 5]	☐

Éléments identifiés dans le rapport
Nom de l'organisme reconnu compétent
Titre, si différent
Référence du rapport en date du 88 / 88 / 8888
Nom de la personne qui vise le rapport

Examen du corps du rapport ARF	V
05) installations et les structures assujetties à l'ARF [§ 9]	☐
06) liaisons conductrices entrantes et sortantes des structures ou installations du site de l'exploitant [§ 10]	☐
07) événements redoutés portés par l'Étude de dangers [§ 11]	☐
08) effets consécutifs dus à la foudre [§ 12]	☐
09) mesures de prévention et de protection prises pour réduire les risques dus à la foudre [§ 13]	☐
10) partition de la structure en zones [§ 17]	☐
11) évaluation du risque incendie et explosion [§ 18]	☐
12) valeurs de pertes en vies humaines [§ 19]	☐
13) données d'entrée et leurs caractérisation [§ 21]	☐
14) composantes des risques et évaluation du risque de la structure [§ 14 & 22]	☐
15) détermination du niveau de protection contre la foudre des structures ou installations [§ 16 & 23] (+ option) installations particulières en zones ouvertes éventuelles [§ 25]	☐
16) documents utilisés produits par l'exploitant (référence à l'Étude de dangers, etc.) [§ 8.3] et exigences de l'autorité [§ 3.2]	☐

Examen de la conclusion du rapport ARF [§ 26]	V
17) installations ou structures qui nécessitent une protection [§ 9]	☐
18) niveau de protection associé aux installations et structures [§ 23]	☐
19) liaisons entrantes ou sortantes des structures qui nécessitent une protection [§ 13.2]	☐
20) liste des fonctions ou équipements Importants pour la sécurité à protéger [§ 12.]	☐
21) besoin de prévention visant à limiter la durée des situations dangereuses [§ 13.1] (+ option) efficacité du système de détection d'orage éventuel [§ 20]	☐

[§ XX] : les désignations des paragraphes entre crochet font référence au Guide ARF F2C.

ANNEXE 2

EQUIPEMENTS ET FONCTIONS DE SECURITE A PROTEGER

Relatif aux exigences de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié

et de la circulaire du 24 avril 2008

L'analyse du risque foudre identifie les équipements et fonctions dont une protection doit être assurée
(Cf. Art. 18, arrêté du 04/10/2010 modifié – Art. 1, circulaire du 24/04/2008).

Les *composantes du risque* R_C , R_M , R_W , R_Z de la norme doivent alors être *calculées* pour déterminer le besoin de protéger ces équipements ou fonctions. Une alternative pour déterminer le besoin de protection est introduite par une *analyse complémentaire* dans le Guide GTA-F2C-ARF (Cf. § 14 et § 24.).

La circulaire du 07/10/2005 relative aux Installations classées précise la notion de *Mesures de maîtrise des risques* (MMR) et la notion d'*élément Important pour la sécurité* (IPS). Les équipements et fonctions à protéger sont choisis parmi les MMR.

Les MMR correspondent à un ensemble d'éléments techniques ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. Les mesures sont réparties en 3 catégories :

- prévention : elles visent à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable en amont du phénomène dangereux ;
- limitation : elles visent à limiter l'intensité des effets d'un phénomène dangereux ;
- protection : elles visent à limiter les conséquences sur les cibles potentielles par diminution de la vulnérabilité.

Les *éléments* IPS peuvent être des équipements (électrovannes, centrale de détection incendie, etc.), dispositifs de sécurité, des tâches, des opérations réalisées par un individu, des procédures ou des paramètres. La sélection de ces éléments est faite par l'exploitant dans l'objectif de la maîtrise des risques majeurs. Pour être qualifié IPS, un élément doit être choisi parmi les MMR. Ces éléments doivent être disponibles et fiables. Ceci implique leur besoin de protection contre la foudre.

Les équipements ou fonctions sont choisis parmi les MMR ou les *éléments* IPS en fonction de leur vulnérabilité à la foudre pour être protégés.

Liste (non exhaustive) **des équipements ou fonctions de nature électriques ou électroniques pour lesquels la prise en compte est nécessaire** :

1) Equipements ou fonctions de protection contre l'incendie :
   - système de sécurité incendie (centrale) ;
   - détecteur incendie ;
   - alimentation électrique de sécurité ;
   - éxutoire de désenfumage ;
   - diffuseur sonore ;
   - système d'extinction automatique par eau (sprinkleur) ;
   - groupe moto-pompe (diesel) ;
   - robinet incendie armé (RIA) asservi par un surpresseur électrique commandé ;
   - dispositif de fermeture automatique de porte coupe feu ;
   - liaison de télécommunication ou auto-commutateur ;
   - dispositif de détection gaz ;
   - dispositif de coupure force lumière ;
   - etc.

2) Autres types d'équipements susceptibles d'être pris en compte :
   - tableau de distribution électrique ;
   - système de contrôle-commande chaudière ;
   - ventilation mécanique ;
   - électrovanne ;
   - etc.

Les Installations classées présentant un *risque d'explosion* (Z0 ou Z20), les *hôpitaux* et les structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes peuvent *mettre en danger immédiat la vie humaine* nécessitent de calculer systématiquement les composantes du risque foudre relatives aux défaillances des services : R_C , R_M , R_W , R_Z .

ANNEXE 3

SILOS

et installation de stockage de céréales, grains, produits alimentaires
ou tout produit dégageant des produits inflammables

relevant du régime de l'enregistrement au titre de la ***rubrique n° 2160***

de la nomenclature ***des installations classées*** *pour la protection de l'environnement*

Les silos dédiés au stockage de céréales, grains, produits alimentaires ou tout produit dégageant des produits inflammables sont constitués de :

- capacités de stockage de type vrac,
- tours de manutention,
- galeries de manutention,
- dispositifs de transport de distribution,
- équipements auxiliaires pour éliminer les corps étrangers : dépoussiéreurs, cyclones, appareils de nettoyage, séparateurs à média filtrant, ventilation, centrale d'aspiration, etc.

Équipements disposés sur le site :

- postes de réception et d'expédition, pesage,
- salles de contrôle et de commande,
- d'installations connexes : séchoirs, ateliers, postes de transformation, etc.
- stockages annexes : engrais, produits phytosanitaires, agro-pharmaceutiques, etc.

La nature des produits sont :

- des produits céréaliers en grain et oléoprotéagineux,
- des protéagineux en tourteaux (colza, tournesol, etc.),
- du malt,
- des produits déshydratés (luzerne),
- du sucre.

Les principales autres installations concernant le stockage agroalimentaire dans les silos sont désignées par la rubrique des Installations classées.

N°	*Désignation de la rubrique*
1111	emploi ou stockage de substances et préparation " très toxiques "
1131	emploi ou stockage de substances et préparation " toxiques "
1430	liquides inflammables
1432	stockage en réservoirs manufacturés de " liquides inflammables "
2260	broyage, concassage, criblage, déchiquetage, ensachage, pulvérisation, trituration, nettoyage, tamisage, blutage, mélange, épluchage et décortication des substances végétales et de tous produits organiques naturels
2910	combustion à l'exclusion des installations visées par les rubriques 167-C et 322-B-4
2920	réfrigération ou compression

L'Etude de dangers conduit à identifier les dangers que présentent les installations en cas de dérive de fonctionnement et justifie des moyens afin de réduire la probabilité d'occurrence et de limiter les effets. L'étude de dangers comporte notamment :

- une analyse des dérives fonctionnelles,
- une étude des dérives sur l'environnement,
- une détermination des moyens de prévention et de lutte,
- une identification du risque d'explosion.

Le *Document relatif à la protection contre les explosions* (DRPE) établi avant la mise en service de l'exploitation définit les zones à risque d'explosion (Zone 20, 21 ou 22) qui doivent être prises en compte dans l'ARF.

L'analyse du risque identifie toutes les structures et prend en compte les mesures de sécurité que l'exploitant met en place en cas d'incendie ou d'explosion.

Certains produits manipulés peuvent dégager des émanations toxiques.

Un classement de zone des équipements et installations est proposé par la norme EN 50281–3. Cette approche conservatoire peut être adoptée le cas échéant. Dans le cas où l'exploitant aurait dérogé à ces propositions de classements, il doit indiquer les raisonnements qui ont conduit à un autre classement.

Équipements	*Classement de zone recommandé par la norme EN 50281–3*
Transporteurs à bandes	Zone 20
Élévateurs	Zone 20 : système de transport de poussières
Vis	Zone 20 : système de transport de poussières
Système de dépoussiérage des équipements de manutention	Zone 20 : système de transport de poussières Zone 22 : sortie d'évent de filtre à manche
Boisseau	Zone 20 : trémie
Appareil Nettoyeur/Séparateur	Zone 20 : cyclone

Dispositions relatives à l'application de l'ARF prises par COOP de France

Extrait du document pris en référence : V3 en date de novembre 2010 - Analyse du risque foudre selon la norme EN 62305-2 – Application aux activités de stockage de céréales, de phytosanitaires et d'engrais.

Les Installations classées dans les silos sont des équipements (voir tableau ci-avant) contenant des céréales, des engrais ou des produits phytosanitaires qui sont à risque d'explosion. Le classement des zones à atmosphères dangereuses (Zone 20, Zone 21, Zone 22) conduit normalement à considérer la valeur du risque incendie r_f en référence à la table C.5 de la norme CEI 62305-2 (déc. 2010).

Classement des zones à atmosphères dangereuses	r_f
Zone 20	**1**
Zone 21	**0,1**
Zone 22	**0,001**

Cf. Table C.5 CEI 62305-2

Risque d'incendie	r_f
Explosion	**1**
Elevé	**0,1**
Ordinaire	**0,01**
Faible	**0,001**
Aucun	**0**

Cf. Table C.4 EN 62305-2

Lorsque l'Etude de dangers indique un potentiel calorifique des produits stockés exprimées en MJ/m^2, l'organisme en charge de l'ARF peut utiliser ces données pour convenir de la valeur du paramètre r_f conformément à la table C.4 de la norme EN 62305-2 (nov. 2006).

Ces produits stockés et manipulés dans les silos ont fait l'objet d'études scientifiques permettant de connaître les paramètres critiques de leur inflammation, leur combustion, l'énergie dégagée ainsi que les conditions d'apparition des flammes ou les conditions conduisant à une extinction spontanée [1]. La cinétique de propagation du feu est connue.

Détermination de la valeur du paramètre r_f conformément à la COOP de France.

Le risque incendie est relatif à la cinétique de propagation du feu des produits et la valeur de son paramètre par défaut r_f est prise en compte parmi les données de la table ci-après. Ceci implique que toute Installation classée ou son équipement soit protégé contre les impacts directs de la foudre et que la liaison équipotentielle relie l'équipement à la structure (Cf. § 6.2 EN 62305-3).

Produit	*Type de Produit*	r_f
Céréales		
Les céréales ne sont pas inflammables mais combustibles. Ainsi, les incendies de céréales ont un mode de combustion lente, et la courbe de l'incendie normalisé n'est pas représentative de l'évolution de la température dans les cellules de stockage de céréales		**0,001**
Engrais		
Les engrais normalisés ont un mode de combustion lente et surfacique, et la courbe de l'incendie normalisé n'est pas représentative de l'évolution de la température pour les stockages d'engrais. Ces informations sont disponibles sur le guide engrais.	engrais DAE	**0,01**
	produits à décomposition thermique simple (1331-II et 1331-III : exemple Ammonitrates, NPK Non DAE)	**0,001**
	autres engrais minéraux (produits non classés)	**0**
Phytosanitaires		
Dans les stockages de phytosanitaires, on peut différencier les incendies par types de produits stockés. (en particulier sur les sites où la séparation par mur coupe-feu est effectuée)	produits inflammables	**0,1**
	produits combustibles	**0,01**
	produits ayant un mode de combustion lente par combinaison " emballage adjuvant "	**0,01**
	produits inertes non combustibles	**0**

Source : Application aux activités de stockage de céréales, de phytosanitaires et d'engrais - COOP de France.

[1] Références : 1. Guide d'application des mesures de sécurité incendie - CTICM - Daniel Joyeux et Said Baraka (1999).
2. Incendie de graines en tas - CNPP - Yannick LE BOLTAN - FNI 97.00.01.

Equipements particuliers présentant un risque d'explosion

Le courant de foudre n'est pas à l'origine d'une explosion dans les cyclones, les filtres et les équipements pour lesquels la Zone 20 ou 21 reste entièrement confinée à l'intérieur du volume. Cet équipement est entièrement métallique et aucun service (réseau électrique ou électronique de communication) n'y pénètre. L'épaisseur minimale des tôles ou des canalisations métalliques est définie (Cf. Table 3. EN 62305-3).

Une liaison équipotentielle relie l'équipement à la structure.

Les appareils électriques et électroniques installés sur l'équipement sont conformes à la directive CEM.

L'emplacement de l'équipement est protégé des impacts directs de la foudre :

- soit dans une ZPF 0_B , partie de la zone protégée à l'extérieur de la structure : le rayon de la sphère fictive est de 20 m, il correspond au NPF I du modèle électrogéométrique ;
- soit dans une ZPF 1 ou supérieure à l'intérieur de la structure.

Lorsque ces conditions sont remplies, l'évaluation du risque R_1 fait abstraction de la Zone 20 à risque d'explosion, et affecte la valeur de r_f à 0.

Dans ce cas, la partition de la structure en zone à risque d'explosion (Zone 20) n'est pas avérée.

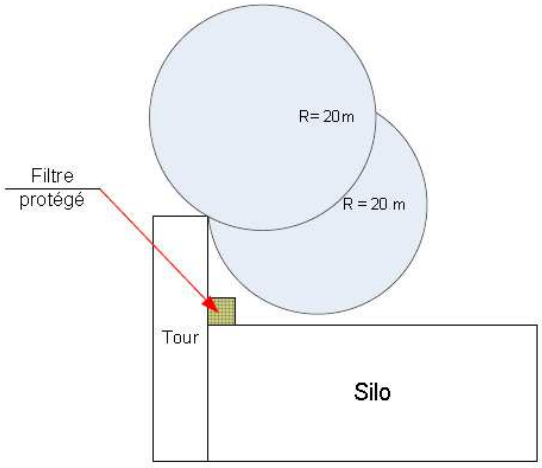

Fig. : Filtre protégé d'un impact direct de la foudre sur la structure du silo.

Prise en compte du paramètre r_p relatif aux dispositions prises pour réduire la conséquence du feu

Conformément à la norme EN 62305-2, pour les structures présentant un risque d'explosion avéré (Zone 20) la valeur du paramètre $r_p = 1$ est prise dans tous les cas.

Détermination de la valeur du paramètre h_z relatif au facteur d'augmentation du montant des pertes

L'évaluation du paramètre h_z relatif au facteur d'augmentation du montant des pertes en présence d'un danger particulier dû aux zones à risque d'explosion est déterminé conformément à la table C.5 de la norme EN 62305-2. Le paramètre h_z prend les valeurs suivantes :

- 1 ou 2 lorsque les effets létaux sont limités à l'intérieur de la structure ;
- 20 lorsque les effets létaux sont limités à l'intérieur du site ;
- 50 lorsque les effets létaux sortent des limites du site.

L'étude de dangers identifie la zone des effets létaux à considérer dans l'ARF.

Détermination des pertes de vie humaines

Lorsque la valeur du facteur d'augmentation du montant des pertes $h_z \geq 20$ ou lorsque les dispositions prises pour réduire la conséquence du feu $r_p = 1$ conduit à établir le rapport $n_p / n_t = 1$ (nombre potentiel de victimes d'un dommage corporel / nombre total de personnes présentes).

La détermination des pertes de vies humaines est relative au temps de présence (t_p) conformément à la formule : $L = t_p / 8760$.

Prise en compte des composantes du risque R_C , R_M , R_W , R_Z

Le calcul du risque R_1 de pertes de vie humaines prend en compte les composantes du risque R_C , R_M , R_W , R_Z si au moins une Zone 20 avérée est identifiée dans le silo.

Détermination du type de Système de protection contre la foudre

Le NPF est déterminé conformément à la norme EN 62305-2. Le type de SPF est relatif au NPF (Cf. Table 1 EN 62305-3), sauf en présence d'une Zone 20 avérée où il convient d'adopter un SPF de type II au moins.

ANNEXE 4

VALEURS DU FACTEUR DE REDUCTION R_f

Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associés au risque de feu dans la structure

*application de la méthode des **Pouvoirs calorifiques inférieurs** (PCI)*

Le facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associés au risque de feu dans la structure est prescrit à partir de la charge calorifique conformément à la EN 62305-2. Dans la pratique, lorsque la charge calorifique n'est pas connue, le choix se porte par précaution à une valeur élevée ou à une valeur définie arbitrairement. Or le facteur r_f est majorant pour la détermination du risque foudre (Calcul de R_1).

Une attention toute particulière doit être apportée quant à la valeur du paramètre compris entre 0 et 1. Le paramètre r_f influe directement sur les composantes du risque relatives aux dommages physiques de la structure. Le risque incendie résulte des conséquences d'un impact foudre sur la structure contenant des matériaux combustibles : chute d'une gouttelette de métal en fusion, arc électrique, etc.

Charge calorifique en MJ/m²	Risque d'incendie	r_f
- -	explosion	**1**
> 800 ou structure ou toiture en matériaux combustibles	élevé	**0,1**
400 < charge calorifique < 800	ordinaire	**0,01**
< 400	faible	**0,001**
0	aucun	**0**

Tableau C.4 de EN 62305-2

Lorsque le niveau de risque ou la valeur de la charge calorifique n'est pas indiquée dans le Dossier de demande d'autorisation d'exploitation ou dans l'Etude de dangers ; il n'est pas du registre de l'ARF de se substituer à ce préalable.

Lorsque le risque R_1 est inférieur à 1.10^{-5}, avec un facteur r_f de 0,1 (risque d'incendie élevé), la charge calorifique ne présente pas d'intérêt à être précisément évaluée.

Une estimation du risque d'incendie peut être réalisée, à partir de la méthode des Pouvoirs Calorifiques Inférieurs (PCI) en cumulant les **charges calorifiques** générées des **matériaux** présents **dans la structure**. Les PCI sont mentionnés dans les " fiches produits ".

Exemple : évaluation de la charge calorifique d'un " stockage expédition ", surface de 1000 m². Les quantités de produits sont préalablement précisées dans l'EDD (calculs des flux thermiques). Les charges calorifiques sont rapportées à la surface du local/bâtiment/zone considérée.

A défaut, la **nature** et les **quantités** précises des **produits contenus** sont à estimer et à **valider par l'exploitant** dans le rapport ARF.

Produits présents dans la structure	Poids en tonne	PCI (MJ/kg)	Charge calorifique (MJ)	Surface totale de la structure (m^2)	Densité de charge calorifique (MJ/m^2)	Risque d'incendie
carton - papier	10	17	170.000	1.000	**723,3**	**ORDINAIRE**
polyéthylène (PE, PEHD, PEBD):	1	43,3	43.300			
PVC	20	17	340.000			
bois (type palette)	10	17	170.000			
Somme	**41**		**723.300**			

Cette évaluation peut conduire à la mise en œuvre de mesures organisationnelles de prévention visant à limiter le risque d'incendie en réduisant la quantité de produits dangereux dans une zone définie de la structure.

Exemples de densité de charges calorifiques

Certains indicateurs sont connus dans la littérature technique :

(1) Cours supérieur de prévention incendie H. ARESU 1987.04.15 et 1990.
(2) Norme NEN 6090: 2006.
(3) La protection contre l'incendie des entrepôts par H. Raes juin 1980 DT 34 – ANPI.

Activité	Densité de charges calorifiques
magasin de meubles	500 MJ/m^2
centre commercial	600 MJ/m2 - 750 MJ/m^2 (2)
appartement	780 MJ/m2 - 950 MJ/m^2 (2)
bibliothèque:	1.000 à 1.500 MJ/m^2 - 1800 MJ/m^2 (2)
archives	1.700 à 2.400 MJ/m^2 (1)
magasin de stockage	5.000 MJ/m^2
entrepôt	2.000 à 20.000 MJ/m^2 (3)
stockage en hauteur	8.000 à 60.000 MJ/m^2