

La Lettre de l'IPE

Pour être à l'heure de la sécurité pyrotechnique

Janvier 2020 - N° 44

Site Internet IPE : <https://www.defense.gouv.fr/dga/liens/poudres-et-explosifs>



La maîtrise de la sécurité pyrotechnique

* c'est d'abord, la connaissance des phénomènes et de leurs effets,

* c'est ensuite, la maîtrise d'une réglementation,

* c'est enfin, l'assurance de son application effective sur le terrain.

En ce début d'année 2020, j'ai l'honneur de succéder à Pierre Lusseyran au poste d'inspecteur de l'armement pour les poudres et explosifs. A l'instar de mes prédécesseurs qui ont travaillé avec une volonté permanente de renforcer la sécurité pyrotechnique dans une démarche de concertation incluant toutes les parties prenantes civiles et militaires, publiques et privées, j'inscrirai mon action vers la promotion d'une culture de sécurité pyrotechnique en relation avec ces mêmes acteurs.

Ma carrière au sein du ministère des armées est marquée par une implication forte dans la connaissance et la maîtrise des risques tout d'abord biologique après un doctorat de biologie cellulaire et moléculaire puis radiologique, biologique et chimique au profit des Forces Armées et des populations. Ces domaines nécessitent de travailler avec divers types d'agents dangereux, notamment au sein du centre d'études du Bouchet devenu DGA Maîtrise NRBC, que j'ai dirigé pendant plusieurs années. Les démarches de maîtrise des risques environnementaux et de sécurité au poste de travail liés aux activités techniques ont ainsi constitué une préoccupation permanente durant ma carrière.

C'est avec intérêt et enthousiasme que j'aborde le domaine de la sécurité pyrotechnique. Mes expériences antérieures représentent une opportunité de fertilisation croisée des démarches qui prévalent dans d'autres domaines. Mes premiers contacts avec la profession m'ont montré l'implication très forte des acteurs, leur volontarisme dans le management de la sécurité et plus généralement la culture de la sécurité pyrotechnique.

La sécurité pyrotechnique a une longue histoire. Elle est le fruit d'événements parfois dramatiques qui ont nourri l'expérience des poudriers et pyrotechniciens et ont conduit à des démarches pionnières et novatrices en matière de maîtrise des risques. Aujourd'hui l'évaluation et la maîtrise des

risques environnementaux et au poste de travail ont été élargies à beaucoup d'autres risques. Dès lors la maîtrise du risque pyrotechnique et la sécurité pyrotechnique s'inscrivent nécessairement dans des démarches globales de maîtrise des risques. Néanmoins, je suis persuadée que la sécurité pyrotechnique doit continuer de faire l'objet d'une attention spécifique étant donné les effets particulièrement dévastateurs et dramatiques des événements pyrotechniques s'ils ne sont pas maîtrisés. Des événements tragiques survenus en 2019 notamment à l'étranger mais aussi en France sont malheureusement intervenus pour nous le rappeler.

Pour toujours progresser dans la sécurité et surtout ne pas risquer une diminution de la vigilance, il convient de questionner régulièrement les pratiques et de s'interroger sur leur optimisation. C'est l'esprit de la démarche engagée par Pierre Lusseyran en 2019 en lançant une consultation de la profession sur l'optimisation des études de sécurité pyrotechnique et plus globalement, l'application de la réglementation en matière de sécurité pyrotechnique. Les réponses reçues ont été très constructives dans ce sens. Une première synthèse en est réalisée dans cette lettre. Les suggestions reçues serviront de base pour mener une réflexion sur des propositions d'évolution dans le domaine de la sécurité pyrotechnique en lien avec tous les acteurs de la profession et les autorités de contrôle afin d'optimiser le résultat des efforts de tous les acteurs, en ciblant au mieux les actions à plus forte valeur ajoutée pour l'amélioration de la sécurité pyrotechnique.

Enfin, en cette fin janvier, je vous souhaite mes meilleurs vœux pour 2020.

Françoise LEVEQUE

Inspectrice de l'armement pour les poudres et explosifs

SOMMAIRE

L'aphorisme du semestre.....	2
Certification transport des marchandises dangereuses de la classe 1	2
Agrément technique : évolutions réglementaires	2
La réglementation de sécurité pyrotechnique de 1955	3

Consultation sur l'optimisation des EST - Premiers éléments d'analyse	3
Vitrages adaptés en environnement pyrotechnique.....	4
Accidents / incidents pyrotechniques.....	7
Sites internet utiles.....	9
Manifestations annoncées	9

L'APHORISME DU SEMESTRE

Rien n'est plus dangereux que la fausse sécurité.

Victor Cherbuliez

OÙ RETROUVER LA LETTRE DE L'IPE ?

Vous pouvez retrouver les lettres de l'IPE sur le site internet :

<https://www.defense.gouv.fr/dga/liens/poudres-et-explosifs>

Par ailleurs, grâce à la collaboration de nos amis pyrotechniciens de l'Institut franco-allemand de recherches

de Saint-Louis (ISL), une version traduite en allemand est également disponible.

Vous pouvez contacter l'IPE sur son adresse fonctionnelle : dga-insp.ipe.fct@intradef.gouv.fr

Certification transport des marchandises dangereuses de la classe 1

Les dossiers de certification transport délivrés par l'IPE sont désormais instruits par Thierry Renaud en complément de Yannick Le Sciellour. Il vous est demandé de bien vouloir envoyer vos demandes informatiques à leurs adresses

électroniques respectives (figurant en dernière page de cette lettre), en attendant la mise en place prochaine d'une adresse fonctionnelle dédiée.

Agrément technique : évolutions réglementaires

Attendues par tous, les évolutions des dispositions réglementaires relatives à la procédure de l'agrément technique des installations pyrotechniques (articles R. 2352-97 à R. 2352-102 du code de la défense) ont débouché en mai 2019 sur la publication du décret n° 2019-540 du 28 mai 2019 relatif à l'agrément technique des installations de produits explosifs et de la mise en œuvre d'articles pyrotechniques ainsi que de l'arrêté du 28 mai 2019 relatif à l'agrément technique des installations de produits explosifs pris pour l'application des articles R. 2352-97 et R. 2352-99 du code de la défense.

Les principales modifications concernent :

- L'ajout d'un cas de dispense à ceux déjà mentionnés dans l'article R. 2352-97. Il s'agit de la définition de seuils au-dessous desquels l'installation est dispensée d'agrément technique. Ces seuils sont fixés dans l'article 1 de l'arrêté du 28 mai 2019. Il importe de préciser que ces mêmes seuils sont appelés dans la réglementation du travail. En effet, l'article R. 4462-30 du code du travail précise dans son alinéa IV que les études de sécurité du travail des installations hébergeant des activités de conservation de substances ou d'objets explosifs et ne dépassant pas ces seuils, ne sont pas soumises pour

approbation au directeur régional des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi (DIRECCTE) ;

- La mise en cohérence des différentes réglementations (installations classées pour la protection de l'environnement, travail et sûreté) en clarifiant les attendus des trois volets constitutifs de la demande d'agrément technique (environnement, travail et sûreté). L'élaboration du dossier de demande, dont la constitution est fixée dans l'article R. 2352-99, est détaillée dans l'article 2 de l'arrêté du 28 mai 2019. Concernant la sécurité du travail, des précisions sont notamment apportées sur le document justifiant la conformité de l'installation fixe ou mobile projetée avec les prescriptions législatives et réglementaires relatives à la sécurité des travailleurs vis-à-vis du risque pyrotechnique. Ce document est une évaluation des risques qui n'est autre que l'étude de sécurité approuvée si l'installation relève des articles R. 4462-1 à R. 4462-36 du code du travail. En conséquence, dans ce cas précis, l'approbation de l'étude de sécurité par le DIRECCTE doit être obtenue avant soumission de la demande d'agrément technique.

La réglementation de sécurité pyrotechnique de 1955

L'accident de la poudrerie de Grenelle en 1794 a été la plus importante catastrophe industrielle en France avec un bilan de l'ordre de 1000 morts selon les estimations de l'époque. Suite à cet accident, différentes mesures ont été émises au plan national pour les établissements dangereux ou présentant des nuisances. En particulier, pour les sites pyrotechniques, la loi du 13 fructidor an V (1797) a instauré le monopole des poudres.

Au 19^{ème} siècle et dans la première moitié du 20^{ème} siècle plusieurs textes, réglementaires ou non, ont enrichi le référentiel documentaire en matière de sécurité pyrotechnique. Mais il faut attendre 1955, avec le décret 55-1188 du 3 septembre 1955, pour voir la mise en place d'une première réglementation générale du secteur.

La lecture de ce décret met en évidence son côté précurseur. Avec ses 30 articles, il préfigurait déjà les réglementations à venir et les décrets de 1979 et de 2013. Il traitait notamment de la séparation des différentes activités, de l'implantation des installations, de la construction des bâtiments, des issues et dégagements, des installations électriques, des déchets, des équipements de protection individuelle, de la protection contre l'incendie, des consignes de sécurité, de la compétence des personnels...

Le champ d'application de ce décret recouvrait les établissements où l'on fabrique, charge et encartouche des substances explosives ou des compositions pyrotechniques. Il était donc plus restreint que celui du texte réglementaire actuel de référence.

On trouve de nombreux points communs avec la situation réglementaire actuelle, dans les thèmes abordés comme dans leur approche. Notamment, il était exigé des consignes générales de sécurité pour les établissements et des consignes particulières pour les locaux et emplacements de travail. Ces consignes étaient établies par le chef d'établissement et, au

moins une fois par trimestre, rappelées et commentées auprès des agents. Par ailleurs, tout comme aujourd'hui, il était demandé que les chefs de fabrication possèdent les compétences qui leur permettent d'organiser le travail dans des conditions de sécurité satisfaisante. De même les capacités et les connaissances appropriées des agents de maîtrise et des opérateurs étaient mentionnées. Les termes de « formation » et d'« habilitation » n'étaient, certes, pas encore présents en tant que tel dans le texte, mais clairement sous-jacents dans les principes.

La principale différence avec la situation actuelle résidait dans la non prise en compte, dans la réglementation des années 50, de la notion d'évaluation des risques. Il n'y avait donc pas d'étude de sécurité à cette époque. Il est également à noter que s'il était demandé des distances d'isolement entre les bâtiments, ces dernières n'étaient pas encore quantifiées réglementairement.

Enfin, il est intéressant de constater que le principe d'une approbation par une autorité administrative, pour la réalisation des activités pyrotechniques visées par ce décret, est apparu à cette époque et perdure aujourd'hui. En effet, les consignes générales et particulières de sécurité faisaient l'objet d'une approbation par le directeur départemental du travail après l'avis du directeur de la poudrerie concernée.

Les réorganisations industrielles et étatiques dans le secteur au cours des années 70, et les accidents de 1975, notamment celui de Pont-de-Buis avec des effets « domino » importants, ont amené un renforcement de la réglementation avec la mise en place du décret de 1979.

Le présent article a été rédigé en utilisant notamment les travaux de Jean-Philippe Baron sur l'histoire de la réglementation de sécurité pyrotechnique.

Consultation sur l'optimisation des EST Premiers éléments d'analyse

Le décret du 29 octobre 2013 a codifié, dans le code du travail, la réglementation relative à la prévention du risque pyrotechnique. Le retour d'expérience après cinq années de mise en œuvre montre sa bonne appropriation. Des difficultés d'application ont toutefois été constatées dans l'élaboration et la déclinaison opérationnelle des études de sécurité du travail (EST), telles que prévues par le décret précité et son arrêté du 07 novembre 2013 qui en fixe le contenu.

Fort de ce constat, l'IPE a engagé une réflexion sur les voies d'amélioration possibles et a consulté début 2019 des acteurs représentatifs du domaine sur les évolutions à apporter à cet arrêté et plus largement, les éclairages à donner sur la réglementation actuelle. Au total, sept contributions ont été reçues entre juin et novembre. Cet article a pour objet d'en présenter une première analyse.

Les propositions peuvent schématiquement se répartir en quatre thématiques et concernent l'ensemble de notre réglementation :



Répartition des propositions par thème

En termes de répartition, les contributions ont essentiellement porté sur la rédaction des EST et le processus d'approbation,

ces deux thèmes représentant les trois quarts de la vingtaine de propositions reçues. Sans les énumérer dans leur totalité, en voici quelques exemples :

- Les contributions ont, pour la plupart, suggéré d'organiser les EST en tomes afin de hiérarchiser les informations en fonction de leur utilisation comme illustré par la proposition ci-dessous :



Tome 1 : Document de sécurité pyrotechnique du site
Tome 2 : Fonctionnement de l'installation
Tome 3 : Conformité réglementaire
Tome 4 : Synthèse des prescriptions de sécurité

Exemple de proposition concernant l'agencement des informations de l'EST en tomes

Dans cet exemple, les tomes 2 et 4 s'adressent plus particulièrement aux opérateurs et le tome 3 à l'approbateur, cette organisation devant apporter à l'utilisateur un document plus facile à consulter et à appréhender. Le périmètre d'approbation reste inchangé et s'applique à l'ensemble du document.

- Concernant la rédaction des EST, il a aussi été proposé de faire référence, dans des cas particuliers, à d'autres documents sans devoir nécessairement intégrer les informations dans l'EST, par exemple le plan d'opérations internes (POI), quand il existe, plutôt que la description des moyens de secours.
- Un intérêt a également été marqué pour l'analyse de conformité d'exposition dans le cas des opérations mettant en jeu des substances ou objets à « faibles

effets ». Cette problématique a été abordée sous deux aspects :

- o les formules de calcul des zones d'effets jugées inadaptées aux petites quantités de matière active ;
 - o la méthode d'analyse des conformités jugée trop lourde quand les zones d'effets sont limitées au poste de travail.
- D'autres formes d'optimisation ont, par ailleurs, été proposées, par exemple, en réduisant le champ d'application des EST :
 - o pour le stockage de certaines munitions dans les petites unités des Forces Armées, à l'instar de l'alinéa 6° des exclusions dans l'article R4462-1 pour le MININT ;
 - o ou, de façon plus globale, le stockage de munitions qualifiées et suivies en service.

Les contributions reçues sont constructives et apportent de nombreuses pistes de réflexion dont certaines vont jusqu'à faire évoluer l'arrêté du 20 avril 2007, voire le processus d'approbation. Il est intéressant de noter qu'aucune contribution ne remet en cause le contenu des EST tel que décrit dans l'arrêté du 7 novembre 2013. Quelques suggestions pourraient, par ailleurs, être applicables, dès maintenant, sans changement réglementaire, comme le découpage en tomes.

L'analyse va se poursuivre dans les mois à venir. Des éléments plus détaillés seront apportés dans la prochaine lettre de l'IPE.

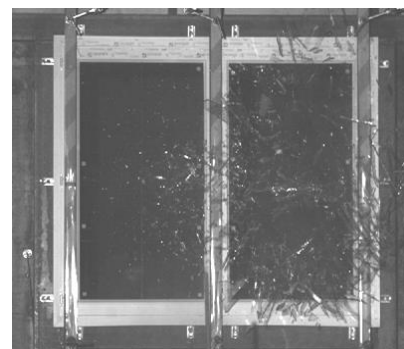


Vitrages adaptés en environnement pyrotechnique Guides Ineris applicables en zones d'effets souffle Z4 et Z5 (20-140 mbar)

Cet article a été rédigé par l'Unité Résistance des Structures aux actions accidentelles de l'Ineris.

L'évaluation de la résistance des installations face à une onde de souffle montre généralement que les menuiseries vitrées et les vitrages sont un point faible dans la tenue des infrastructures. En cas de rupture, les éclats qu'ils génèrent (figure 1) sont vulnérants pour les personnels. La protection des travailleurs vis-à-vis de ce risque est prise en compte dans la réglementation de sécurité pyrotechnique au travers de l'article R4462-16 : « *L'employeur s'assure que les matériaux constituant les parois, les portes, les fenêtres et en particulier les vitrages des bâtiments situés dans les zones d'effets et pouvant être occupés par des travailleurs, ne produisent pas des éclats tranchants s'ils sont susceptibles d'être brisés par une surpression interne ou externe* ».

Les informations disponibles pour son application sont toutefois limitées. La seule norme existante sur le sujet, EN-13541-2^[1], propose des fenêtres, de classe EPR1, résistantes à une surpression incidente de l'ordre de 500 mbar.



*Figure 1 : Rupture d'une surface vitrée standard soumise à une onde de surpression
Multiples éclats générés en arrière du vitrage*

Ces fenêtres sont certes conformes pour une installation en limite de la zone d'effets Z1 (> 430 mbar) mais sont très largement surdimensionnées pour la plupart des locaux vitrés sur les sites pyrotechniques. Cette problématique ne se limite pas au domaine pyrotechnique et concerne d'une façon générale la prévention des risques industriels et technologiques.

Afin d'apporter des éléments de réponse pratiques, l'Ineris (Institut national de l'environnement industriel et des risques) a réalisé deux guides^{[2], [3]} sur la protection des fenêtres et des vitrages des bâtiments actuels et futurs vis-à-vis des effets de surpression dans les domaines 20-50 mbar (zone d'effets Z5) et 50-140 mbar (zone d'effets Z4). L'objectif de cet article est de présenter ces guides et d'illustrer par des exemples leurs apports.

Principe général des guides

Ces guides sont basés sur un grand nombre d'essais à échelle réelle réalisés sur la plateforme Explosion Structure de l'Ineris. Ils ont permis d'évaluer le comportement d'une large variété de fenêtres et de vitrages tant sur les matériaux (verre recuit, trempé ou feuilleté) que sur la configuration des panneaux vitrés (simple ou double vitrage, avec ou sans film de sécurité anti-explosion). Des modèles analytiques prédictifs ont été développés et ont notamment permis ainsi d'évaluer, suivant le niveau de sollicitation, les dimensions maximales des surfaces vitrées pour lesquels les panneaux vitrés cassent sans risques de blessures permettant ainsi de répondre à l'exigence de l'article R4462-16. Les guides synthétisent ces résultats et permettent simplement à l'utilisateur de définir quelle configuration de vitrage est adaptée suivant les dimensions de son ouverture à vitrer. Dans le cas où un film de sécurité anti-explosion est nécessaire, les caractéristiques de ce film et les modes de pose adaptés sont également décrits. Des règles pratiques sont enfin apportées sur les châssis, le mode d'ouverture, les systèmes de fermeture et la fixation dans le mur afin de s'assurer qu'ils résistent également aux effets du souffle.

Sollicitation reçue par la menuiserie vitrée

Le signal de surpression est défini au travers de trois paramètres :

- la nature de l'onde de surpression : de type « onde de choc » correspondant à une « détonation » ou de type « déflagration ». Leur caractère respectivement instantané ou progressif a une forte influence sur la réponse du vitrage ;
- la zone d'intensité dans laquelle se trouve le bâtiment : les zones réglementaires 20-50 mbar (Z5) et 50-140 mbar (Z4) sont chacune subdivisées en deux sous-zones afin d'affiner le dimensionnement de la menuiserie vitrée. Ainsi, un bâtiment implanté en Z5 peut être considéré dans la zone 20-35 mbar ou dans la zone 35-50 mbar ;
- l'orientation des façades du bâtiment par rapport au centre de l'explosion (figure 2) : les façades sont plus ou moins exposées aux effets de l'explosion suivant leur position par rapport au centre de l'explosion. Leur orientation est caractérisée par un numéro de 1 (face la plus exposée) à 4 (la moins exposée), permettant ainsi d'optimiser les préconisations sur les vitrages.

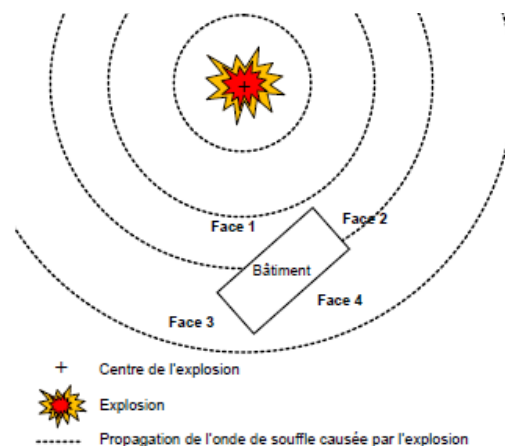


Figure 2 : Orientation des façades du bâtiment par rapport au centre de l'explosion

Dimensionnement des vitrages

Suivant ces niveaux de sollicitation, les guides donnent pour différents types de panneaux vitrés (double vitrage standard ou en verre trempé, double vitrage feuilleté, simple ou double vitrage avec film de sécurité anti-explosion), les dimensions maximales admissibles pour lesquelles ces panneaux résistent, ou cassent sans risque de blessure dans les zones 20-50 mbar^[2] ou 50-140 mbar^[3]. Ces dimensions sont synthétisées sous la forme de tableaux prenant en compte leur allongement L/l (figure 3).

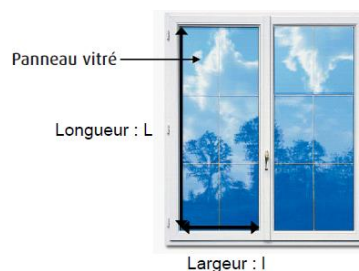


Figure 3 : Dimensions L et l d'un panneau vitré

Le tableau suivant en donne une illustration pour un double vitrage standard 4/16/4 situé dans une zone de surpression incidente de 35 à 50 mbar. Un exemple d'application est également décrit dans l'encart ci-dessous.

4/16/4		Onde de choc					
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1.5	2	3	4
Zone 35-50	Face 1	l (m)	0.55	0.40	0.30	0.25	0.25
	Face 2		0.65	0.55	0.40	0.30	0.30
	Face 3		0.90	0.70	0.65	0.40	0.40
	Face 4		0.95	0.75	0.70	0.45	0.45

Tableau 1 : Largeur maximale (l) d'un panneau vitré isolant double 4/16/4 pour une onde de choc (zone 35-50 mbar) suivant la face du bâtiment considérée et le rapport L/l

Exemple d'application :
 Considérons un panneau de dimensions $L = 0,60 \text{ m}$ et $l = 0,20 \text{ m}$.
 Le rapport L/l est donc égal à 3 ($=0,60/0,20$). Le tableau indique que la largeur maximale d'un panneau vitré situé en face 1, pour une onde de choc de 35-50 mbar et un rapport L/l de 3 est de 0,25 m. le panneau vitré, qui a une largeur de 0,20 (inférieure à 0,25), ne casse donc pas. Ainsi un tel panneau semble donc pouvoir protéger efficacement les personnes contre les blessures par bris de vitre.

La grande variété des configurations traitées dans ces guides ne limite pas le choix à des panneaux de faibles dimensions comme illustré ci-après pour une surpression dans le domaine 100-140 mbar avec un double vitrage composé de deux panneaux en verre feuilleté 44.2¹.

44.2/8/44.2		Onde de choc					
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1.5	2	3	4
Zone 100-140	Face 1	l (m)	0.75	0.60	0.50	0.45	0.40
	Face 2		1.00	0.65	0.60	0.50	0.50
	Face 3		1.25	1.05	0.70	0.60	0.60
	Face 4		1.30	1.10	0.75	0.65	0.60

Tableau 2 : Largeur maximale (l) d'un panneau vitré isolant double feuilleté 44.2/16/44.2 pour une onde de choc (zone 100-140 mbar) suivant la face du bâtiment et le rapport L/l

Film de sécurité anti-explosion

Les films de sécurité renforcent notablement la tenue des vitrages vis-à-vis de l'effet de souffle. Ils améliorent plus spécifiquement les performances post-rupture des vitrages en réduisant significativement la projection (en nombre et en distance) des fragments formés, ceux-ci restant en grande majorité collés au film, et en maintenant le panneau vitré dans le cadre de la fenêtre (figure 4).



Figure 4 : Panneau vitré soumis à une onde de surpression. Apport d'un film en face arrière afin de maintenir les fragments de verre.

Leur efficacité dépend notamment :

- des caractéristiques du film : épaisseurs, résistance à la rupture, capacité d'élongation, résistance à l'élongation. Les films de sécurité doivent être des films de haute performance. Ils pourront, par exemple, respecter les caractéristiques suivantes :

Elongation (%)	> = 140 %
Épaisseur x Contrainte à la rupture (MPa.m)	> = 0.03
Classement norme GSA ⁽¹⁾	Minimum 3b

⁽¹⁾ Cette recommandation s'applique pour un film testé dans les conditions suivantes :

- vitrage monolithique recuit de 1,6 m x 1,3 m et de 6 mm d'épaisseur ;
- ensemble soumis à un signal triangulaire rectangle d'intensité 275 mbar et d'une durée de 14 ms.

Ce film est testé en accord avec le protocole et les spécifications de la norme GSA.

Tableau 3 : Caractéristiques du film de sécurité anti-explosion

¹ Panneau composé de deux (2) feuilles de verre (chacune d'épaisseur 4 mm) assemblées entre elles par un film intercalaire en butyral de polyvinyle (PVB)

- du mode de pose du film (figure 5) : parmi les trois principaux modes de pose, en zone 20-50 mbar (Z5) est acceptée la pose par fixation chimique ou par fixation mécanique. En zone 50-140 mbar (Z5), seule est acceptée la pose par fixation chimique :
 - o pose par fixation chimique : elle permet de fixer le film de sécurité au cadre de la vitre à l'aide d'un enduit structural ou d'un adhésif en silicone ;
 - o pose par fixation mécanique : elle permet de fixer de manière mécanique le film au cadre de la vitre à l'aide d'un système de baguettes métalliques vissées au cadre de la vitre existant. Ce système doit permettre de fixer le film sur les quatre côtés.
- des dimensions des panneaux vitrés qui doivent être conformes aux tableaux de principes du guide.

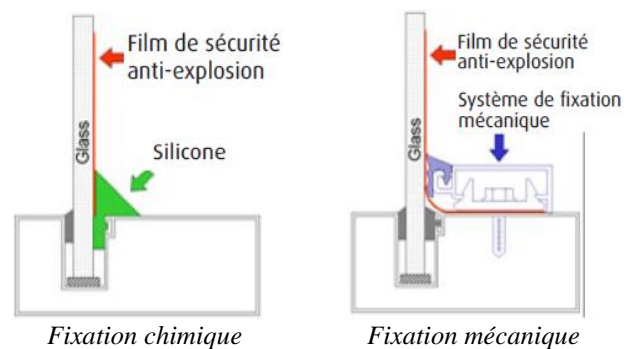


Figure 5 : Modes de pose du film de sécurité anti-explosion adaptés en zone d'effets Z5

Les films de sécurité sont à poser en suivant ces règles et par des professionnels. Leur respect est particulièrement sensible dans le cas des doubles vitrages standards où le film doit être posé sur le panneau vitré côté intérieur afin de maintenir le plus possible les morceaux de verre en cas de rupture et retenir les éclats tranchants du composant verrier extérieur (non filmé).

L'apport de ces films est significatif en termes de tenue du vitrage et offre la possibilité de surfaces plus grandes à iso-configuration de panneaux vitrés comme l'illustre le tableau ci-dessous pour un vitrage 4/16/4 standard sans ou avec film de sécurité anti-explosion.

4/16/4		Onde de choc				
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l (sans film)		L/l (avec film)	
			1	2	1	2
Zone 35-50	Face 1	l (m)	0.55	0.30	0.85	0.65
	Face 2		0.65	0.40	1.0	0.75
	Face 3		0.90	0.65	1.25	0.95
	Face 4		0.95	0.70	1.30	0.95

Tableau 4 : Largeur maximale (l) d'un panneau vitré isolant double 4/16/4 sans et avec film de sécurité pour une onde de choc (zone 35-50 mbar) suivant la face du bâtiment et le rapport L/l

Règles pour les châssis et systèmes de fermeture

Au-delà des surfaces vitrées, les autres éléments composant une menuiserie vitrée telle que par exemple le châssis, le système de fermeture sont également à considérer. En effet, si le vitrage est renforcé, il ne faut pas qu'un autre élément de la fenêtre ne cède, ruinant alors la tenue de l'ensemble.

Les guides donnent, pour cela, des éléments pratiques portant sur :

- le mode d'ouverture de la fenêtre : les châssis fixes, les fenêtres munies d'ouvrant vers l'extérieur (comme l'ouverture à l'anglaise ou à l'italienne) ou encore les fenêtres à ouverture à la française à condition de respecter certaines préconisations sont possibles ;
- le matériau constituant le châssis : les châssis peuvent être en bois, en acier, en aluminium ou en PVC à condition pour ces derniers que l'ensemble des traverses, montants du dormant et de châssis mobile soient renforcés par des armatures en acier ; En zone 50 à 140 mbar (Z4), des préconisations sur les caractéristiques des profilés des châssis sont également données ;

- le système de fermeture de la fenêtre : les systèmes type retardataire d'effraction permettent d'améliorer la tenue de la fenêtre ;
- le mode de fixation du châssis dans le mur en fonction du mode de pose de la fenêtre : nombre de fixations, emplacement des fixations et efforts à reprendre par les fixations.

Bibliographie

- [1] Fenêtres, portes et fermetures - Résistance à l'explosion - Prescriptions et classification Partie 1 : Tube à effet de souffle, Norme EN 13123-1
- [2] Guide pratique Fenêtres dans la zone 20-50 mbar - Effets de surpression, diagnostic et mesures de renforcement, DRA-11-117437-05120C, Ineris (2011) [Lien de téléchargement](#)
- [3] Diagnostic de vulnérabilité et mesures de renforcement des fenêtres dans le domaine 50-140 mbar, DRA-14-141797-10959A, Ineris (2014) Liens de téléchargement [1](#) - [2](#) - [3](#)

Accidents / incidents pyrotechniques

En France

Ce tableau résume les nouveaux événements portés à la connaissance de l'IPE depuis la précédente lettre.

Vous trouverez une description plus détaillée de certains événements sur la base ARIA du site du BARPI.

DATE	DESCRIPTION	BILAN
29 juin	Fonctionnement anormal, lors d'un feu d'artifice, de fusées qui dévient de leur trajectoire en direction des spectateurs	6 blessés dont 1 grave
2 juillet	Incendie dans un entrepôt de matériel inerte d'une société de spectacles pyrotechniques qui s'est propagé à des artifices de divertissement en attente d'expédition aux abords de ce bâtiment mais sans générer leur explosion	1 blessé
2 juillet	Prise en feu de résidus de composition pyrotechnique lors du nettoyage d'une cellule de chargement de relais (produits classés 1.3). La réaction s'est produite au niveau de l'embout d'un flexible d'aspiration lors de l'ouverture de la vanne d'aspiration et résulte de l'absence de nettoyage de cet embout suite à la précédente opération. L'opérateur qui ne portait pas ses lunettes de protection a été blessé mais n'a pas gardé de séquelles.	1 blessé
14 juillet	Deux débuts d'incendie sur une barge mise en œuvre pour un tir de feux d'artifice	Aucun blessé
24 juillet	Fonctionnement intempestif de l'inflamateur d'un Tube Porte Amorce (TPA) lorsque l'opératrice le saisit sur le chariot d'approvisionnement de son poste de travail. Les conséquences pour l'opératrice ont été très limitées par le port des EPI prescrits.	1 blessé léger
16 août	Départ intempestif d'un artifice lors d'un spectacle pyrotechnique qui a dévié une autre fusée en direction des spectateurs	13 blessés dont 3 graves
22 août	Prise en feu d'une cartouche de slurry zirconium lors de son contrôle final	Pas de blessé Dégâts matériels limités
9 septembre	Prise en feu au niveau d'un nitreur suite à la vidange de la chaîne de nitration	3 personnes légèrement intoxiquées Dégâts matériels limités

DATE	DESCRIPTION	BILAN
23 septembre	Début d'incendie dans un camion transportant des résidus de tir d'artifices de divertissement. L'incendie a été maîtrisé à l'aide des extincteurs présents dans le véhicule.	Dégâts matériels très légers
10 octobre	Flash électrique sur le câble d'alimentation du moteur d'un équipement dans une installation de séchage de poudre. Le système de noyage a été déclenché à distance par l'opérateur.	Pas de blessé
5 novembre	Initiation en combustion de 250 kg de propergol lors d'une opération de broyage, préparatoire à l'extraction du perchlorate d'ammonium. Le système de noyage a fonctionné.	Dégâts matériels limités au local de broyage

Il est rappelé aux employeurs des établissements pyrotechniques français que, conformément à l'article R4462-31 du code du travail, le signalement d'événements pyrotechniques à l'autorité d'approbation compétente et à l'IPE est obligatoire.

A l'étranger

L'IPE présente dans cette rubrique une sélection, non exhaustive, des accidents dont il a eu connaissance.

L'IPE remercie en particulier DGA ITE (Intelligence Technique et Economique) pour sa veille sur les accidents à l'étranger.

En complément, de nombreux autres signalements d'accidents sont disponibles sur les sites internet indiqués page suivante.

DATE	PAYS	LIEU	DESCRIPTION	BILAN
5 août	Russie	Achinsk	Explosion dans un dépôt de munitions probablement lors d'une opération d'élimination de munitions anciennes	1 mort et 8 blessés
20 août	Panama	Baru	Explosion dans une usine de feux d'artifice	2 blessés
4 septembre	Inde	Batala	Explosion dans une usine de feux d'artifice	22 morts et 15 blessés
12 septembre	Chypre	Catalkoy	Explosions suivies d'un incendie dans un dépôt de munitions turque	12 blessés légers
27 septembre	Espagne	Guadix	Explosion dans une usine d'artifices de divertissement	1 mort et 1 blessé grave
30 septembre	Inde	Villupuram	Explosion, dans un village, du chargement d'un véhicule transportant des artifices de divertissement	3 morts et 15 blessés
2 octobre	Mexique	San Luis Potosi	Explosion d'un dépôt clandestin de feux d'artifice suite à un incendie	1 mort et 1 blessé
9 octobre	Bengale	Parganas	Explosion lors de la confection d'un feu d'artifice par des particuliers	2 morts et 2 blessés
18 octobre	Inde	Guna	Explosion lors de la fabrication de feux d'artifice par des particuliers	2 morts et 3 blessés graves
23 octobre	Mexique	San Pedro La Laguna	Explosion dans une fabrique de feux d'artifice	2 morts et 6 blessés graves
31 octobre	Mexique	Xochimilco	Explosion pendant la manipulation d'une caisse de feux d'artifice lors d'un spectacle	8 blessés
6 novembre	Equateur	Cuenca	Explosion dans un atelier d'élaboration de feux d'artifice	Pas de blessé
11 novembre	Corée du Sud	Daejon	Explosion dans un établissement étatique de développement de munitions lors de la manipulation de nitrométhane	1 mort et 4 blessés
21 novembre	Italie	Barcellona Pozzo di Gooto	Explosion dans une fabrique de feux d'artifice due à une étincelle produite par un appareil de soudure	4 morts et 3 blessés
25 novembre	Panama	Baru	Explosion dans une usine de feux d'artifice	1 mort

DATE	PAYS	LIEU	DESCRIPTION	BILAN
29 novembre	Mexique	Tultepec	Explosion dans une maison d'habitation servant d'entrepôt pyrotechnique	1 mort et 2 blessés
3 décembre	Portugal	Penafiel	Explosion dans une entreprise pyrotechnique	1 mort
6 décembre	Chine	Liuyang	Explosion dans une fabrique clandestine de feux d'artifice	Au moins 7 morts et nombreux blessés
6 décembre	Mexique	Amozoc	Explosion dans une entreprise de feux d'artifice	4 morts et 7 blessés
20 décembre	Colombie	Sibaté	Explosion dans une usine fabriquant des explosifs	1 mort et 5 blessés
23 décembre	Mexique	Ciudad Victoria	Explosion dans une zone de vente de feux d'artifice Pas de clients présents lors de l'accident	6 blessés

Sites internet utiles

Vous trouverez ci-après quelques adresses de sites internet qui présentent des signalements d'accidents :

BARPI (MEEM-Fr), voir *la base de données d'accidents ARIA*

www.aria.developpement-durable.gouv.fr/

Munitions Safety Information Analysis Center (MSIAC-OTAN) : voir *la Newsletter*

www.msiac.nato.int

Health and Safety Executive (HSE-UK) : voir *la base de données d'accidents EIDAS*

www.hse.gov.uk/explosives/eidas.htm

SAFEX International : voir *la base de données d'accidents*

www.safex-international.org

Manifestations annoncées

Journée Technique Pyrotechnique Défense

02 et 03 juin 2020 à Paris/Balard

Co-organisée par le Service Interarmées des Munitions, l'IPE et le pôle MAN

Participation ouverte au personnel du MINARM sous couvert de la chaîne hiérarchique

Participation extérieure sur invitation

Les lettres de l'IPE sont disponibles sur son site internet :

<https://www.defense.gouv.fr/dga/liens/poudres-et-explosifs>

IPE - 60 boulevard général Martial Valin – 75509 Paris cedex 15 - secrétariat tél : 33 – (0)9 88 67 73 56 – fax : 33 – (0)9 88 67 86 41

Directeur de la publication :	Françoise Lévêque	francoise.leveque@intradef.gouv.fr	33 – (0)9 88 67 71 28
Rédacteur en chef :	Pierre-François Péron	pierre-francois.peron@intradef.gouv.fr	33 – (0)9 88 67 76 55
Rédacteurs :	Jean-Marc Leveau	jean-marc.levreau@intradef.gouv.fr	33 – (0)9 88 67 73 73
	Jean-Yves Kermarrec	jean-yves.kermarrec@intradef.gouv.fr	33 – (0)9 88 67 73 57
	Thierry Renaud	thierry-d.renaud@intradef.gouv.fr	33 – (0)9 88 67 73 68
	Aymeric Barbier	aymeric.barbier@intradef.gouv.fr	33 – (0)9 88 67 73 79
	Vincent Le Pivain	vincent.le-pivain@intradef.gouv.fr	33 – (0)9 88 67 73 66
	Johanès Lamiré	johanes.lamire@intradef.gouv.fr	33 – (0)9 88 67 73 75
	Yannick Le Sciellour	yannick.le-sciellour@intradef.gouv.fr	33 – (0)9 88 67 73 67

Adresse fonctionnelle dga-insp.ipe.fct@intradef.gouv.fr

ISSN 2554-0912

Diffusion : numérique / 2 numéros par an

Dépôt légal : janvier 2020

Editeur : DGA/INSP/IPE