



# La Lettre de l'IPE

Pour être à l'heure de la sécurité pyrotechnique

Juillet 2020 - N° 45

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



**Expert de la  
sécurité  
pyrotechnique**

La pandémie de COVID-19 a endeuillé beaucoup de familles et largement désorganisé nos modes de fonctionnement. De nombreuses activités nécessitant une reconfiguration pour assurer la sécurité sanitaire ont ainsi été suspendues. Des demandes de la profession nous ont conduit à éditer une lettre flash sur la question spécifique du travail en ambiance risque sanitaire COVID-19.

Cette période de crise a été marquée, pour l'IPE, par un certain ralentissement du nombre de demandes d'avis sur des EST qui nous a offert l'opportunité de poursuivre les réflexions en matière réglementaire engagées en 2019 par mon prédécesseur. J'ai décidé d'approfondir ces réflexions en revenant aux principes fondamentaux sur lesquels reposent notre réglementation, sans doute la plus ancienne en matière de maîtrise des risques. Il m'apparaît en effet utile de reconstruire, avec la profession, de nouveaux paradigmes plus adaptés au secteur pyrotechnique dans son ensemble.

Ainsi, vous trouverez dans cette lettre un article qui expose les perspectives actuelles en matière de modification de l'arrêté du 20 avril 2007 dans une approche qui souhaite redonner du sens et du lien entre les réglementations existantes non spécifiques des explosifs, relatives à la sécurité des travailleurs et à la sécurité environnementale.

Par ailleurs, la procédure des inspections de sécurité pyrotechnique évolue. Un questionnaire sera désormais envoyé préalablement à l'inspection. Les éléments apportés doivent permettre d'optimiser le temps consacré à l'examen administratif au profit du temps passé sur « le terrain ». Des précisions sur ses modalités d'application sont apportées dans cette lettre.

Je vous propose également un article sur mes ambitions futures pour l'IPE portées par les attentes exprimées en 2019 lors de la mission interministérielle sur la sûreté des explosifs. La

réglementation relative aux produits explosifs apparaît comme particulièrement complexe et l'IPE, par son positionnement et ses prérogatives, entend veiller à sa cohérence d'ensemble. L'IPE est une référence en matière de sécurité pyrotechnique. Situé à l'interface de la réglementation et de la technique, l'IPE doit éclairer les autorités de régulation et de contrôle par sa connaissance technique et conseiller les acteurs de la profession sur la sécurité pyrotechnique. Ce retour aux fondements de la raison d'être de l'IPE transparaîtra dans la lettre de l'IPE où je souhaite que soient insérés régulièrement des articles de nature technique.

Dans la présente lettre, je reviens sur le sujet des mesures sanitaires liées au COVID-19 en milieu pyrotechnique. Suite à un accident récent, un point d'attention particulier est porté sur l'encadrement de l'utilisation des produits hydroalcooliques, notamment en raison de leur inflammabilité.

Par ailleurs, un nouveau canevas des fiches de données de sécurité pyrotechnique (FDSP) pour les objets explosifs à destination du MinArm va être mis en place afin de prendre en compte le retour d'expérience des utilisateurs et le cas spécifique des munitions en cours de développement. Sans en dévoiler le contenu, un article en présente les grandes évolutions.

Enfin, vous trouverez un article sur le risque unitaire pour le stockage des munitions muratisées et la révision de ses conditions d'application visant à en préciser et en étendre l'usage.

Je vous souhaite à tous d'excellents congés pour la période estivale.

**Françoise LEVEQUE**

*Inspectrice de l'armement pour les poudres et explosifs*

## SOMMAIRE

Produits hydroalcooliques, un usage sur le terrain à encadrer .....	2
Quel positionnement pour l'IPE ? .....	3
L'IPE revoit sa procédure d'inspection .....	3
Des nouveautés pour les FDSP à destination du MinArm	4
Risque unitaire des munitions à risques atténués	
Des conditions d'application révisées .....	5

Réflexions relatives aux dispositions de l'arrêté du 20 avril 2007 .....	6
Accidents / incidents pyrotechniques .....	11
Sites internet utiles .....	13
Manifestations annoncées .....	14

## OU 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](mailto:dga-insp.ipe.fct@intradef.gouv.fr)

### *Produits hydroalcooliques, un usage sur le terrain à encadrer*

Peu répandus il y a encore quelques mois, les solutions et gels hydroalcooliques sont devenus un des principaux moyens de lutte contre la prolifération du coronavirus et leur utilisation est désormais courante. [La lettre flash IPE d'avril 2020](#) a attiré l'attention sur les conditions de leur utilisation dans le domaine pyrotechnique, concernant notamment les risques incendie et ATEX (Atmosphère Explosive).



Ces produits sont, en effet, constitués à environ 60 - 70 % d'alcool éthylique et présentent un point éclair inférieur à 60°C. Ils rentrent donc dans la catégorie des produits dits inflammables. Les vapeurs qu'ils dégagent forment avec l'air environnant un mélange gazeux susceptible de s'enflammer sous l'effet

d'une source thermique telle qu'une surface chaude, une étincelle. Leur évaporation croît sensiblement avec la température ambiante et est six fois plus élevée à 50°C qu'à 20°C, conduisant à des conditions plus propices à une inflammation.

Ce risque d'inflammation a récemment conduit à un accident lors de l'utilisation d'une solution hydroalcoolique. Cet accident s'est produit dans un hall d'expédition de céréales par voie routière, installation ATEX en raison de la présence de poussières de grains combustibles. Les céréales étaient chargées en extérieur dans un camion de 45 tonnes au moyen d'un tapis à bande transporteuse. Cette équipement avait une mise à la terre défectueuse, entraînant une accumulation de charges électrostatiques lors du mouvement des céréales sur le tapis. A la fin de l'opération, un personnel a utilisé une solution hydroalcoolique et s'est approché de ce tapis chargé. La différence de potentiel a alors généré une décharge électrostatique suffisante pour enflammer les vapeurs

d'éthanol et brûler les mains de l'opérateur aux premier et deuxième degrés. S'agissant d'une installation ATEX, les conséquences auraient pu être plus graves en présence, par exemple, de poussières de grains en suspension.



*Brûlures sur la main de l'opérateur*

Cet accident rappelle en premier lieu l'importance du contrôle et de la maintenance des équipements de sécurité. La source du risque d'étincelle aurait probablement été maîtrisée par une mise à la terre opérationnelle. Cet accident montre également qu'une attention particulière doit être apportée quant à l'usage des solutions et gels hydroalcooliques. En milieu pyrotechnique, le risque incendie éventuel lié au stockage et à l'utilisation de ces produits doit faire l'objet d'une évaluation systématique. Il convient également de réévaluer le risque ATEX car la réaction de ces produits volatiles est une source potentielle d'agression des matières et objets pyrotechniques. Elle pourrait, de plus, amplifier les effets du phénomène à l'origine de l'inflammation (décharge électrostatique...). Dans cette analyse, la durée d'évaporation en cas d'application sur les mains ou une surface est en particulier à prendre en compte.

Dans tous les cas, il est recommandé de :

- n'utiliser ces produits que dans l'impossibilité d'un nettoyage avec de l'eau et du savon<sup>1</sup> ;
- se frotter soigneusement les mains jusqu'à leur séchage complet<sup>2</sup> en restant à l'écart de produits pyrotechniques<sup>3</sup> et de sources potentielles d'électricité statique ou de chaleur ;
- conserver les produits hydroalcooliques à distance d'objets chauffants et ne pas les laisser dans des véhicules exposés au soleil.

<sup>1</sup> L'agence nationale de sécurité du médicament (ANSM) recommande l'utilisation de solutions et gels hydroalcooliques en l'absence de point d'eau disponible.

<sup>2</sup> Recommandations INRS disponibles sur la page internet <http://www.inrs.fr/actualites/mesures-hygiene-lavage-mains.html>

<sup>3</sup> Comme rappelé dans la lettre flash IPE d'avril 2020, il est conseillé de veiller à la compatibilité chimique des produits hydroalcooliques notamment s'ils sont susceptibles d'être au contact des matières pyrotechniques à nu.

## ***Quel positionnement pour l'IPE ?***

La mission interministérielle pour la sûreté des explosifs a qualifié l'IPE « d'expert technique pyrotechnique de l'Etat ». Ce champ est sans aucun doute trop large et je le limiterai à l'expertise technique en matière de sécurité pyrotechnique.

Mais qu'est-ce que la sécurité pyrotechnique ?

Bien que ce terme soit employé très régulièrement, les textes réglementaires en vigueur ne le définissent pas. L'ancienne bannière de la lettre IPE indiquait :

*« 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. »* Cette définition reste bien sûr intéressante mais incomplète. Aujourd'hui, les domaines à risque mettent en avant également les compétences, les bonnes pratiques, le management et la culture de sécurité qui représentent des enjeux tout aussi importants que la conformité réglementaire.

Une définition a été historiquement donnée dans l'instruction de 1972 relative aux attributions de l'inspecteur technique de l'armement pour les poudres et explosifs en matière de sécurité pyrotechnique. Le chapitre I de cette instruction définit la sécurité pyrotechnique comme :

*« l'ensemble des dispositions de toute nature tendant, séparément ou ensemble, à assurer :*

- *la protection des personnels, des locaux et des matériels ;*
- *l'intégrité des installations publiques ou privées, environnantes ;*
- *la conservation des produits ou objets fabriqués,*

*au cours des opérations d'étude, d'expérimentation, de fabrication, de stockage, de manipulation, de transport et de destruction des substances et objets explosifs. »*

Cette définition nous rappelle les quatre piliers fondamentaux de la sécurité pyrotechnique qui seraient dénommés aujourd'hui : la sécurité des travailleurs, la sûreté des locaux, la sécurité environnementale, la qualité produit.

C'est bien la coordination de l'effort sur ces quatre piliers qui permet de maîtriser la sécurité pyrotechnique. L'IPE qui s'était essentiellement orienté sur la sécurité des travailleurs depuis quelques années doit revenir à sa raison d'être initiale de supervision de la sécurité pyrotechnique en intégrant la cohérence de tous les processus qui concourent à cette sécurité. Il doit pouvoir assurer un rôle de conseil au travers

d'audits globaux, proposer ou évaluer des compromis entre les différentes exigences par exemple sécurité des travailleurs et sûreté, s'assurer de l'applicabilité globale de la réglementation. Ce positionnement rejoint les axes de travail qui seront développés au sein de la Commission Interministérielle des EXplosifs pour la révision globale de la réglementation.

A l'interface de ces processus, l'IPE se doit d'être un interlocuteur de référence pour les autorités chargées de la réglementation et du contrôle. Il devra être à l'écoute des difficultés de la profession et apporter les conseils nécessaires. Sur le plan technique, il doit identifier les lacunes à combler, proposer des axes d'études permettant d'éclairer la profession sur l'amélioration de la sécurité pyrotechnique.

Cette ambition se réalisera en équilibrant les efforts entre les missions relatives à la vérification de la conformité réglementaire, les conseils techniques au plus près du terrain et l'approfondissement des connaissances techniques.

En parallèle, la révision de la réglementation est l'occasion de revoir l'équilibre entre ce qui doit relever impérativement d'exigences réglementaires générales par rapport à ce qui pourrait relever de prescriptions spécifiques adaptées aux situations locales et du développement de bonnes pratiques. Tout en gardant une certaine spécificité, une convergence de la réglementation dans le domaine pyrotechnique pourrait être recherchée avec les pratiques générales du code du travail et du code de l'environnement. En particulier, la démarche d'approbation, unique dans le domaine de la réglementation des industries à risques, pourrait être revisitée par une application moins universelle au profit d'un régime d'autorisation ou de déclaration selon les situations.

Il conviendrait de promouvoir la démarche de mise en place systématique de personnel compétent en sécurité pyrotechnique dans tout établissement pyrotechnique avec des formations qualifiantes reconnues. Enfin le développement de la culture de sécurité doit être encouragé, soutenu éventuellement par des démarches de certification.

L'amélioration de la sécurité est un challenge sans cesse renouvelé pour tous. L'évolution de la réglementation doit l'accompagner en permettant d'optimiser la valeur ajoutée de l'effort consenti par l'Etat et les opérateurs en matière de sécurité pyrotechnique en assurant un niveau de performance de maîtrise du risque toujours plus élevé.

## ***L'IPE revoit sa procédure d'inspection***

Afin de permettre à la fois une instruction préalable et une optimisation du temps lors des inspections de sécurité pyrotechnique, un questionnaire sera transmis à l'employeur ou son représentant au moment de la notification deux mois avant la date prévue de l'inspection.

Ce document a pour objectif d'apporter les éléments nécessaires à la préparation d'une inspection de sécurité

pyrotechnique conduite par l'IPE, notamment les informations générales pour la compréhension de l'organisation, du fonctionnement de l'entreprise ainsi que les informations permettant de présenter la démarche de maîtrise du risque pyrotechnique et plus largement la démarche globale de maîtrises des risques (travail, environnement, dépollution, voire sûreté... incluant les certifications associées).

Il se présente sous la forme d'un formulaire Word remplissable permettant l'ajout de pièces jointes et est articulé de la manière suivante :

1. Présentation générale de l'organisme et du site
2. Organisation de la sécurité
3. Examen de la sécurité extérieure
4. Gestion des secours et protection contre l'incendie
5. Examen de la sécurité pyrotechnique
6. Autres points - Questions

En fonction de la politique générale d'inspection et des éléments déclarés, tous les thèmes indiqués ne seront pas systématiquement abordés lors de l'inspection.

Le questionnaire complété peut être accompagné de présentations générales et/ou d'exemples mais n'a pas vocation à inclure tous les documents justificatifs. Toutefois, il est important d'indiquer les références des procédures internes permettant d'assurer la démarche globale de sécurité. Ce document est, par ailleurs, le recueil déclaratif des éléments fournis par l'employeur de l'organisme inspecté. Ainsi, l'examen contradictoire réalisé pendant l'inspection devra permettre de s'assurer que les éléments déclarés par les employeurs sont sincères et complets. Ce document sera joint

et diffusé avec le rapport de l'inspection prévue à l'article R4462-33 du code du travail.

Afin de permettre à l'IPE de mieux appréhender les dossiers particuliers présentant des enjeux forts et/ou des problématiques complexes, il est également demandé aux employeurs de les préciser dans le paragraphe « Autres points ». Le questionnaire n'ayant pas de caractère exhaustif, l'employeur a, en effet, la possibilité d'y indiquer tout élément qui n'est pas sollicité et toute question à laquelle il souhaite pouvoir recevoir une réponse pendant l'inspection.

Le choix est laissé à l'employeur de répondre sur un autre support, par exemple de type diaporama. Dans ce cas, le questionnaire reste à compléter et il doit être indiqué dans chaque cartouche les pages du support dans lesquelles l'information est apportée.

Le questionnaire complété doit être retourné un mois avant le début de l'inspection à l'adresse courriel de l'adjoint IPE correspondant et/ou à l'adresse fonctionnelle : [dga-insp.ipe.fct@intradef.gouv.fr](mailto:dga-insp.ipe.fct@intradef.gouv.fr).

Cette nouvelle procédure sera testée à compter de septembre 2020 et pourra faire l'objet de modifications au fur et à mesure du retour d'expérience sur son utilisation.

### ***Des nouveautés pour les FDSP à destination du MinArm***

Jusqu'en 1979, coïncidence avec le décret 79-846, les fabricants de produits pouvaient mettre sur le marché des substances ou des mélanges sans communication sur les risques générés ou encourus. Cependant, en France, à compter de la loi du 16 septembre 1976 relative au développement de la prévention des risques d'accident du travail<sup>1</sup> et en Europe à compter de 1981 (directive du 18 septembre 1979), les fabricants et les importateurs ont l'obligation de fournir un dossier relatif à la dangerosité des substances, matérialisé, entre autres, par une Fiche de Données de Sécurité (FDS)<sup>2</sup>.

Le ministère des Armées s'est inscrit très tôt, dans cette démarche en créant, pour les produits explosifs, la Fiche de Données de Sécurité Pyrotechnique (FDSP) qui est devenue au fil du temps une pratique traditionnelle et historique de la profession. Ses données sont utilisées par les différents acteurs pyrotechniques comme référence pour la rédaction des EST, effectuer des calculs (de toxicité par exemple), l'élaboration des dossiers de classement au transport... Elles sont exigées pour les objets explosifs mis en œuvre dans les forces armées et transmises en version projet aux centres d'essais pour les évaluations en phase de développement. Le modèle historique a, au fil des années et des directives, été modifié notamment par le GICAT (Groupement des Industries de défense et de

Sécurité Terrestres et Aéroterrestres) qui propose dans son guide un modèle.

Suite à un incident impliquant l'utilisation d'une FDSP projet dans le cadre d'un essai, une analyse a été menée par la Direction Technique (DT) de la DGA sur le retour d'expérience lié aux FDSP « projet » dans les essais. Elle a montré la nécessité de réviser le canevas des FDSP et de renforcer les exigences contractuelles liées à la fourniture des FDSP, particulièrement dans le cadre des processus de développement et les essais associés. En parallèle, les forces armées dont le Service Interarmées des Munitions (SIMu), ont émis le souhait d'améliorer le contenu des FDSP compte tenu du retour d'expérience acquis au travers de leur utilisation au quotidien.

À cet effet, l'IPE a supervisé un groupe de travail sur la révision des FDSP. Ce groupe a notamment consulté les centres d'essais de la DGA et le SIMu afin de connaître leurs processus mettant en jeu les FDSP, les rubriques des FDSP les plus utilisées ou pertinentes et les pistes d'amélioration souhaitées. Les cas des munitions en cours de développement ou achetées sur étagère ont également été pris en compte.

<sup>1</sup> et ses décrets d'application de 1979 sur la prévention du risque chimique

<sup>2</sup> Les principes réglementaires pour les Fiches de Données de Sécurité (FDS) sont définis pour les substances ou mélanges dangereux (Article R4411-73 du code du travail et règlement (CE) n° 1272/2008). L'article R4411-73 du code du travail exige la transmission d'une fiche de données de sécurité par le fournisseur au destinataire d'une substance, explosive en l'occurrence, mais la

réglementation n'exige pas la rédaction d'une FDS pour l'objet comprenant une matière relevant de l'article R4411-73. Seule la présence dans une concentration supérieure à 0,1 % massique d'une « substance extrêmement préoccupante » (le cas général des substances explosives dans les munitions) doit être impérativement signalée (arrêt de la cour européenne de justice du 10 septembre 2015 - Affaire C-106/14).



Suite aux conclusions de ce groupe de travail, il a été décidé de mettre en place de nouvelles directives encadrant la rédaction et la fourniture des FDSP pour les objets explosifs destinés au ministère des Armées. Un élargissement au domaine civil pourra être envisagé par la suite. Les principales évolutions<sup>3</sup> sont précisées ci-après :

- La FDSP devient un document contractuel engageant et rédigé par le fournisseur<sup>4</sup>.
- Toute FDSP, même en version de travail ou en version projet, devra être validée par les responsables clairement identifiés. La qualité des signataires - rédacteurs, vérificateurs et approuvateurs - devra être mentionnée.
- Le nouveau format de la FDSP devra permettre d'identifier immédiatement s'il s'agit d'un objet non qualifié (« prototype », dans le cadre d'un essai de développement par exemple) ou d'un objet qualifié.
- Les données devront être accompagnées des références aux normes ou modes opératoires utilisés pour l'évaluation des caractéristiques de sécurité et les pictogrammes devront être indiqués dans les FDSP.
- Toutes les rubriques de la FDSP devront être remplies et la mention « non connu » devra être utilisée au lieu de « sans objet » (par exemple, dans le cas des objets non qualifiés où l'information n'est pas disponible).

La fourniture des FDSP sera désormais mise en exigence des nouveaux marchés d'acquisition du ministère des Armées (MinArm). Leur contenu sera contrôlé par l'équipe

<sup>3</sup> A noter que les FDSP seront toujours rédigées en 16 rubriques, conformément aux principes réglementaires définis pour les FDS.

programme MinArm au même titre que les autres fournitures contractuelles. Il sera également vérifié lors du passage du dossier justificatif de sécurité avant qualification en Comité d'Autorité Technique Missiles Armes et muNitions (comité interne DGA).

Pour les essais, en complément des FDSP des objets non qualifiés, il sera mis en place contractuellement et systématiquement avant chaque essai un groupe de travail avec les différentes parties prenantes. Les données nécessaires pour les essais peuvent, en effet, être spécifiques et il peut subsister, en fonction du degré d'avancement du programme, des incertitudes plus ou moins fortes sur certaines données techniques transmises au travers des FDSP. En conséquence, pour les objets non qualifiés, si cela est jugé nécessaire par les centres d'essais, il sera demandé contractuellement à l'industriel de transmettre aux centres d'essais du MinArm (forces armées, directeurs d'essai, rédacteur d'EST...) un dossier avec une liste type d'informations afin de disposer des données supplémentaires non contenues dans les FDSP (par exemple, le comportement au feu des emballages, la toxicité des fumées et des résidus de combustion, la tenue à l'échauffement, la résistance au noyage, la sensibilité au choc, la stabilité du produit actif). La totalité des éléments nécessaires sera bien évidemment affinée avec toutes les parties prenantes lors des groupes de travail.

Le nouveau format de FDSP sera disponible dans le guide défense des bonnes pratiques en pyrotechnie - édition 2020.

<sup>4</sup> À noter que le terme fournisseur inclut également les fabricants et importateurs. Les personnels du ministère des Armées peuvent, dans certains cas, être également amenés à rédiger des FDSP (munitions anciennes). Un soutien DGA, dans cette rédaction, peut être apporté.

### ***Risque unitaire des munitions à risques atténués Des conditions d'application révisées***

Depuis plus de 30 ans, des efforts considérables ont été entrepris dans la conception des munitions afin de réduire leur sensibilité aux agressions mécaniques et thermiques d'origine accidentelle ou malveillante et la violence de leur réaction. Les évaluations réalisées montrent l'étendue des progrès réalisés comme en témoignent les signatures MURAT<sup>1</sup> ci-après d'un obus d'artillerie de 155 mm dans ses versions à base de TNT et muratisée.

Ces munitions muratisées visant à réduire la probabilité d'une initiation intempestive et la gravité des dommages collatéraux qui en résulteraient, un bénéfice logistique leur a été accordé par la note IPE n°1358<sup>2</sup> au travers notamment d'un risque unitaire en phase de stockage.

Cette notion de risque unitaire signifie que la réaction d'un stock de munitions à une sollicitation crédible, d'origine accidentelle ou malveillante est limitée à la détonation d'un seul objet. Ceci permet donc de prendre en considération, pour les zones d'effets liées au souffle et aux projections, la quantité de matière active d'un seul objet pyrotechnique et non

	Obus de 155 mm (TNT)	Obus de 155 mm (muratisé)
Echauffement rapide	I	IV
Echauffement lent	I	III
Impact par balles	I	V
Réaction par influence	I	IV
Impact d'éclat léger	I	V
Impact d'éclat lourd	I	IV
Charge creuse	I	IV

Signatures MURAT d'un obus de 155 mm en versions TNT et muratisée

celle de l'ensemble des munitions présentes dans le stockage. En ce qui concerne les effets thermiques, la masse totale de matière active de l'ensemble des munitions présentes doit toutefois être prise en compte dans le calcul des zones d'effets.

Le Guide INSP N°30 S-CAT<sup>3</sup> clarifie les conditions de prise en compte du risque unitaire vis-à-vis de la réglementation pyrotechnique et abroge la note IPE n°1358. Il précise les critères d'éligibilité permettant à un stockage et à des munitions de bénéficier du risque unitaire.

Concernant le stockage, seuls les bâtiments permettant de protéger les munitions des agressions extérieures d'impacts de balles et d'éclats (léger et lourd) et de jet de charge creuse sont considérés. Au sein de ces bâtiments, des règles particulières de stockage doivent également être respectées suivant les autres types de munitions présents, notamment vis-à-vis des munitions à effet charge creuse ou générant des éclats lourds.

Quant aux munitions, elles doivent, pour bénéficier du risque unitaire, respecter avec un bon niveau de confiance<sup>4</sup>, les niveaux de réaction aux essais standardisés précisés dans le tableau ci-après. Elles sont alors éligibles au risque unitaire soit en stockage monotype soit en stockage mixte. Dans le premier cas, seule une référence de munitions est présente dans le stockage. Dans le second cas, le stockage doit :

- soit ne contenir que des munitions éligibles au risque unitaire en stockage mixte ;
- soit disposer de barrières efficaces face aux éclats entre les piles des différents types de munitions éligibles au risque unitaire en stockage monotype.

L'éligibilité au risque unitaire est prononcée par l'IPE et est indiquée, le cas échéant, sur le certificat de signature MURAT de la munition. Cette mention précise également la configuration de stockage associée – monotype ou mixte. Une attention particulière doit donc être apportée à l'évaluation de la signature MURAT lors du développement des munitions,

<sup>1</sup> Instruction IPE n°1187 relative à l'évaluation et la validation de la signature MURAT pour toute nouvelle acquisition de munitions, décembre 2013

<sup>2</sup> Note n°1358 DGA/IPE sur l'application aux munitions MURAT de la réglementation française, septembre 1997

	Niveaux de réaction requis		
	Label MURAT *	Risque Unitaire (Guide INSP N°30 S-CAT)	
		Monotype	Mixte
Echauffement rapide	IV	IV	IV
Echauffement lent	III	III	III
Impact par balles	III	Sans objet	Sans objet
Réaction par influence	III	III	III
Impact d'éclat léger	Sans objet	Sans objet	IV
Impact d'éclat lourd	Sans objet	Sans objet	Sans objet
Charge creuse	Sans objet	Sans objet	Sans objet

Comparaison des niveaux de réaction requis pour le label MURAT \* et le risque unitaire

un manque de caractérisations ou d'éléments de preuves pouvant les priver de l'éligibilité au risque unitaire et contraindre plus que nécessaire leur stockage.

Actuellement, 47 munitions disposant déjà d'une signature MURAT validée (grenades, mines, bombes, missiles...) sont éligibles. Une note à paraître au cours de l'été précisera la configuration de stockage (monotype ou mixte) de ces munitions.

Ce guide est une première étape concrète dans la valorisation des munitions à risques atténués et est destiné à évoluer en fonction du retour d'expérience.

<sup>3</sup> Guide disponible sur SYSMAN pour les personnels DGA et sur demande pour les personnes extérieures

<sup>4</sup> Défini dans l'instruction IPE n°1187

### ***Réflexions relatives aux dispositions de l'arrêté du 20 avril 2007***

Une révision de l'arrêté interministériel du 20 avril 2007, relative à la prévention du risque pyrotechnique à l'intérieur des établissements est envisagée depuis plusieurs années. En appui des autorités civiles et militaires, l'IPE est favorable à revoir la démarche d'analyse de l'exposition des travailleurs au risque pyrotechnique.

Il convient en effet de reconnaître que, en l'état présent de la réglementation, les préoccupations relatives aux travailleurs ne sont pas immédiatement apparentes. Sur la base de l'ensemble des études de sécurité qui lui sont soumises pour avis, l'IPE fait le constat que les études de sécurité sont souvent plus enclines à évoquer la conformité de

l'implantation des installations que la minimisation du risque pour les travailleurs.

Les réflexions menées sont nourries notamment par les principes modernes relatifs à l'évaluation des risques professionnels et à la maîtrise des risques industriels, développés au début des années 2000 dans les corpus réglementaires généraux du Travail et de l'Environnement. L'IPE a partagé ses réflexions à plusieurs reprises avec les professionnels civils et militaires lors de différentes manifestations (journée SFEPA-Administrations de 2016, journées pyrotechniques de la Défense en 2018 et journées techniques du GTPS à Bordeaux et à Bourges en 2018/2019).

Après avoir rappelé succinctement la genèse et les fondements des études de sécurité actuelles, cet article propose les principes d'une nouvelle approche relative à l'évaluation de l'exposition des travailleurs au risque pyrotechnique.

### **Histoire résumée des études de sécurité**

Les études de sécurité, instaurées par le décret 79-846, constituent la pierre angulaire de la sécurité pyrotechnique depuis 40 ans. Une étude de sécurité a pour objet, via une répartition judicieuse des « installations », d'assurer la sécurité des travailleurs menant une activité pyrotechnique et, par voie de conséquence, maîtriser également les impacts potentiels sur les tiers et l'environnement exposés.

La définition réglementaire de ces installations est la suivante : « Par " installations ", il faut notamment entendre ateliers, dépôts, magasins de stockage, lieux de chargement et de déchargement des produits explosifs. Au titre du code du travail, il faut, outre les éléments ci-dessus, également entendre par " installation " les emplacements de travail ainsi que les constructions ou sièges possibles d'activités humaines situés dans leur environnement et appartenant à l'établissement pyrotechnique. »

L'arrêté d'application du 26 septembre 1980 fixait alors les distances d'isolement entre une installation pyrotechnique élémentaire dénommée *a0* et les autres installations exposées. Ces dernières étaient dénommées *ai* pour les installations intérieures et *bi* ou *ci* pour les voies de circulation ou installations extérieures. Ces « distances de sécurité » étaient fonction de la probabilité d'occurrence  $P_i$  et des zones de dangers potentielles  $Z_j$  relatives à l'installation pyrotechnique élémentaire *a0*, en partant du principe que, plus la probabilité d'accident est forte, plus les installations exposées doivent être éloignées.

L'étude de sécurité traitait ainsi la sécurité intérieure et extérieure des établissements pyrotechniques, ce qui se comprend très bien dans le contexte de l'époque. C'était au temps où le document unique d'évaluation des risques professionnels n'existait pas encore et où les préoccupations relatives à l'Environnement étaient bien moins prégnantes qu'aujourd'hui. Le décret 79-846 et son arrêté du 26 septembre 1980 se voulaient donc une approche globale de la sécurité au regard des risques générés par les établissements pyrotechniques.

Il est communément admis que le décret 79-846 a été pris à la suite de l'accident de la poudrerie de Pont-de-Buis, en 1975. L'évènement pyrotechnique initial survenant dans un atelier s'était aggravé par effets dominos et les explosions occasionnèrent in fine des dommages importants aux habitations du village éponyme jouxtant la poudrerie. Même s'il convient de rester prudent lorsqu'on revisite l'Histoire, cette genèse explique pourquoi la réglementation actuelle du Travail demeure à ce jour marquée par une « conformité » de l'implantation des installations plutôt qu'axée sur les travailleurs et visant à réduire l'exposition de ceux-ci au risque pyrotechnique.

L'approche « installations » des études de sécurité était ainsi adaptée aux établissements pyrotechniques fabriquant des substances ou des objets explosifs. Les dispositions de l'arrêté de 1980 étaient élaborées en fonction des standards des

établissements industriels de l'époque qui comprenaient un grand nombre de bâtiments pyrotechniques, isolés et dispersés sur une grande emprise foncière, dédiés chacun à des opérations pyrotechniques réalisées séquentiellement par une petite équipe de travailleurs. On peut même se souvenir que les opérations de maintenance de ces installations étaient alors souvent effectuées par ces mêmes travailleurs.

Dans ce cas, l'approche « installations » permettait de traiter de manière globale pour un établissement pyrotechnique, d'une part la prévention des effets dominos entre installations pyrotechniques et, d'autre part, la sécurité des travailleurs, afin d'éviter la reproduction d'accidents similaires à celui de la poudrerie de Pont-de-Buis.

Au début des années 2000, les directives européennes relatives à l'évaluation des risques professionnels ainsi que les réponses réglementaires données suite à l'accident d'AZF de Toulouse ont amené une refonte importante des corpus réglementaires Travail et Environnement.

Concernant le corpus réglementaire Environnement, la refonte des principes de prévention des risques industriels a eu pour conséquence l'abrogation de l'arrêté du 26 septembre 1980 et les études de sécurité se sont vues amputées de la partie relative à la sécurité extérieure à l'établissement pyrotechnique. Les installations extérieures *bi* et *ci* ont alors disparu au profit d'une nouvelle méthodologie environnementale, portée notamment par l'arrêté dit « PCIG » du 29 novembre 2005, transposée, pour le risque pyrotechnique, dans l'arrêté du 20 avril 2007.

Concernant le corpus réglementaire Travail, l'évaluation des risques professionnels et l'obligation d'un document unique afférent, devant être révisé chaque année, se sont progressivement mis en place. Cependant, la place des études de sécurité à l'intérieur de ce dispositif général rénové n'a pas vraiment été discutée et le principe de l'approbation de celles-ci par l'administration a été conservé.

C'est finalement en 2013 que l'étude de sécurité est clairement rattachée comme complément au document unique d'évaluation des risques prévu à l'article R. 4121-1 du code du Travail, sachant que l'approche méthodologique, les définitions des différentes installations *a0* et *ai* ainsi que le tableau fixant les distances d'isolement entre ces installations intérieures sont inchangés depuis 1980.

### **Une évolution souhaitable**

Les résultats du secteur pyrotechnique en termes d'accidents du travail observés sur les quatre dernières décennies sont certes flatteurs tant la courbe s'est considérablement rapprochée de l'axe des abscisses. D'aucuns imputeront volontiers ces résultats à la rigueur des études de sécurité et à la vigilance des services de l'Etat.

Cependant, la délocalisation de la fabrication des matières explosives, l'automatisation de certains procédés, la formation des travailleurs, les bénéfices apportés par les processus de certification qualité ou environnementale sont sans doute des facteurs tout aussi décisifs dans l'allure de cette courbe. La baisse du nombre global d'accidents du travail en France, tous secteurs confondus, a d'ailleurs suivi la même décroissance sur la même période.

Dans le même temps, les études de sécurité sont devenues de plus en plus volumineuses et difficiles à appréhender, sans que les raisons qui président aux choix en matière de sécurité soient mieux explicités. La tendance à sous-traiter la rédaction des études de sécurité n'est pas vraiment un signe rassurant sur le degré d'appropriation par les employeurs concernés de l'évaluation des risques pyrotechniques qui exposent leurs travailleurs. Par ailleurs, il ne faudrait pas que l'étude de sécurité instille un faux sentiment de sécurité avec l'idée que nul effort ne reste à faire une fois cette étude approuvée par l'administration.

L'IPE constate aussi lors de l'examen des études de sécurité que l'approche « installations » suscite toujours des problèmes de compréhension, même après de nombreuses années de pratique. La présentation faite en commun par l'IPE et la DGT aux journées GTPS de 2018/2019 synthétise ces constats. Pour mémoire, les principales difficultés sont principalement liées aux facteurs suivants :

- La complexité de la définition de l'installation pyrotechnique élémentaire *a0* qui est tout à la fois une installation, ses voies d'accès et annexes, un emplacement de travail, une charge de produits explosifs et qui doit seule être contenue (à l'exclusion de toute autre installation *ai*) dans la zone de danger extrêmement grave Z1 ;
- L'ambiguïté d'une approche voulant traiter *en même temps* des bâtiments et locaux, fixes par nature, et aussi des travailleurs, mobiles et fugaces par essence (rappelons-nous que la notion d'installation est confondue avec la notion d'emplacement de travail) ;
- La perte de vue des principes fondamentaux qui ont présidé à ces distances d'isolement entre installations car on ne sait plus vraiment si ces distances ont pour objet la prévention des effets dominos ou bien la réduction de l'exposition des travailleurs.

A titre d'illustration, il reste difficile de répondre de manière simple aux questions suivantes :

- Est-ce que deux postes de travail pyrotechniques distincts peuvent être « activés » en même temps par deux travailleurs différents dans un emplacement de travail *a0* ?
- Qu'est-ce qu'une installation *a1* indispensable à une installation *a0* et pourquoi ne fait-elle alors pas partie de ce *a0* ?
- Une installation *a2* devient-elle *a3* en l'absence de charge de produits explosifs ?
- Peut-on moduler le classement d'une installation en fonction de la présence ou non de travailleurs dans cette installation ?
- ...

Rares sont ainsi les études de sécurité pouvant revendiquer une « conformité » parfaite de l'implantation des installations/emplacements de travail *ai* telle que définie dans la réglementation actuelle. Des règles de « coactivités des travailleurs » sont alors quasiment toujours avancées dans les études de sécurité pour pallier ces problèmes récurrents relatifs aux « installations » et ce, alors que la réglementation n'accepte pas explicitement cette possibilité.

Si l'on considère que l'étude de l'implantation des installations pyrotechniques, des bâtiments et des voiries a pour objectif premier de prévenir les effets dominos en cas d'accident et de faciliter l'intervention des secours, la prise en

compte de l'exposition des travailleurs au risque pyrotechnique pourrait, quant à elle, se concevoir d'une façon différente pour se rapprocher des standards communs relatifs à l'évaluation des risques professionnels.

Il est donc proposé de séparer les variables « installations » et « travailleurs » en recherchant :

- Un rapprochement avec la réglementation relative aux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) en ce qui concerne les questions relatives à l'implantation des bâtiments, des aires de chargement/déchargement, des voies de circulation intérieures... dans une optique première de prévention des effets dominos ;
- Des règles d'évaluation du risque pyrotechnique, compréhensibles par tous et notamment utilisables par les employeurs et les travailleurs, encourageant une démarche de réduction continue de l'exposition au risque pyrotechnique rattachée au document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP).

Ce faisant, le secteur pyrotechnique pourrait gagner en cohérence puisque les questions relatives aux effets dominos entre installations seraient traitées dans le cadre de l'autorisation environnementale et l'exposition des travailleurs pourrait être traitée dans le cadre général de l'évaluation des risques professionnels, à la main de l'employeur, au lieu d'être quelque peu figée par le processus d'approbation administrative de l'étude de sécurité.

Comme les principes généraux régissant la maîtrise des effets dominos sont indiqués dans l'arrêté du 20 avril 2007, la circulaire du 20 avril 2007 et la circulaire du 10 mai 2010, il reste à voir s'il est possible de clarifier les exigences relatives à l'exposition des travailleurs au risque pyrotechnique et ce, de la manière la plus claire et simple possible.

### **L'exposition des travailleurs au risque pyrotechnique**

Lors de sa réaction, à la suite d'une action volontaire ou non, toute charge de produit explosif est susceptible de produire des effets de surpression, de souffle, de projections d'éclats ou de débris, de flux thermique, d'effets toxiques, voire d'effets telluriques... Les quatre premiers effets cités sont les plus étudiés et les plus documentés, comme fruit du retour d'expérience des accidents, parfois très graves, survenus dans le passé mais aussi grâce aux résultats d'essais menés pour les besoins militaires et civils.

Le risque est, de manière assez consensuelle, défini comme étant la combinaison de :

- la probabilité d'occurrence d'un événement pyrotechnique (i.e. une réaction indésirable de produits explosifs) ;
- le niveau de gravité des effets pyrotechniques générés (i.e. les phénomènes dangereux pour la santé des personnes) ;
- la présence d'un enjeu humain (un travailleur, un riverain...).

Concernant la probabilité d'occurrence d'un événement pyrotechnique, l'approche réglementaire est fixée par l'arrêté du 20 avril 2007. Ces probabilités dépendent d'un certain nombre de facteurs dont les principaux sont les sensibilités de la matière explosive, les modes opératoires et les moyens mis en œuvre, la formation et les aptitudes du personnel, sachant que l'article 3 de l'arrêté du 7 novembre 2013 donne une liste



des agressions accidentelles possibles qui doivent être prises en compte

La réglementation pyrotechnique s'appuie sur la notion de probabilités intrinsèques. A titre indicatif, les guides professionnels retiennent les classes de probabilité suivantes :

- P0 ( $< 10^{-5}$  par an) ;
- P1 ( $10^{-4}$  à  $10^{-5}$  par an) pour des activités de conservation de matière explosives en bon état, des opérations respectant l'intégrité des produits explosifs industrialisés... ;
- P2 ( $10^{-3}$  à  $10^{-4}$  par an) pour des opérations de fabrication d'objets explosifs et limitées à de l'assemblage, des actions modérées sur des explosifs secondaires peu sensibles, de l'étuvage de produits explosifs connus... ;
- P3 ( $10^{-2}$  à  $10^{-3}$  par an) pour des opérations de fabrication d'explosifs industrialisés, des opérations agressives sur des explosifs secondaires (telles que la découpe automatisée) ... ;
- P4 ( $10^{-1}$  à  $10^{-2}$  par an) pour des opérations menées sur des matières explosives très sensibles... ;
- P5 ( $> 10^{-1}$  par an) pour laquelle l'occurrence de l'évènement pyrotechnique est quasi assurée...

Il est rappelé que les opérations pyrotechniques d'un niveau de probabilité supérieur à P3 doivent impérativement être menées à distance.

Concernant les effets pyrotechniques, leur évaluation dépend de la nature du produit explosif, du régime susceptible d'être pris par l'évènement pyrotechnique (combustion, déflagration, détonation), des quantités susceptibles de réagir quasi-simultanément, de la génération éventuelle d'éclats primaires ou de projections secondaires, de la ruine éventuelle des bâtiments exposés...

C'est pourquoi la circulaire du 20 avril 2007 propose des formules analytiques permettant de calculer, de manière relativement simple, les zones d'effets pyrotechniques en fonction de la racine cubique de la masse Q matière explosive susceptible de réagir (masse exprimée en équivalent TNT pour l'effet de souffle). Ces zones, concentriques autour de la charge de produit explosif, sont classées de Z1 à Z4 ou Z5 suivant une gravité décroissante.

Les zones ainsi définies par les formules de calcul de la circulaire du 20 avril 2007 peuvent paraître simplificatrices au regard de la complexité et des interactions des différents phénomènes physiques en jeu, mais ces formules de calcul, en vigueur depuis 1980, sont issues du retour d'expérience conséquent de la profession pyrotechnique et de nombreux essais réalisés pour les besoins militaires.

Quoi qu'il en soit, la qualité de l'estimation de la probabilité d'occurrence d'un évènement pyrotechnique et la qualité de l'évaluation des zones d'effets dangereuses résultant de ce dernier est essentielle pour mener une analyse pertinente de l'exposition des travailleurs.

Le principe élémentaire en ce qui concerne l'exposition des travailleurs est que **moins un travailleur est impliqué dans une opération pyrotechnique, moins il doit être exposé aux effets dangereux potentiels d'un évènement pyrotechnique lié à cette opération**. Dans cette perspective, les travailleurs œuvrant au sein d'un site comprenant au moins une

installation pyrotechnique pourraient être classés suivant la typologie suivante :

- Un travailleur t1 est indispensable à la réalisation de l'opération menée.
- Un travailleur t2 exerce régulièrement une activité, pyrotechnique ou non, directement liée aux activités se déroulant au sein de l'enceinte pyrotechnique (son emplacement de travail habituel est situé en enceinte pyrotechnique).
- Un travailleur t3 relève de l'établissement responsable de l'installation pyrotechnique mais exerce une activité non directement liée aux opérations pyrotechniques (son emplacement de travail habituel est donc situé en dehors de l'enceinte pyrotechnique). Il peut être amené à intervenir temporairement en enceinte pyrotechnique.

Précisions et rappels :

- Pour savoir si un travailleur est indispensable, ou non, à une opération pyrotechnique, il convient de se reporter aux consignes et modes opératoires appelés par l'article R.4462-7 du code du travail.
- L'enceinte pyrotechnique est, quant à elle, définie à l'article R. 4462-2 et fait l'objet d'une consigne générale de sécurité appelée par l'article R. 4462-6.
- L'article R.4462-11 stipule que l'accès aux enceintes pyrotechniques est interdit à toute personne non concernée par les activités s'y déroulant.

**A partir de ces postulats, le tableau suivant pourrait présenter de manière relativement simple, avec les notions usuelles de probabilité  $P_i$  et de zone d'effets  $Z_j$  portées par l'arrêté et la circulaire du 20 avril 2007, les exigences minimales relatives à l'exposition des travailleurs au risque pyrotechnique.**

Zone d'effets	Probabilité d'évènement pyrotechnique affectée à une opération pyrotechnique					
	P0	P1	P2	P3	P4	P5
Z1Z2	t1 t2 t3	t1 t2	t1			
Z3	t1 t2 t3	t1 t2 t3	t1 t2	t1		
Z4	t1 t2 t3	t1 t2 t3	t1 t2 t3	t1 t2	t1	

L'attention du lecteur est appelée sur le fait que ces niveaux d'exposition des travailleurs ne sont pas l'objectif à atteindre : ce sont les risques résiduels maximaux tolérables. Chaque fois que possible et en fonction des meilleures pratiques disponibles de la profession, des mesures de sécurité supplémentaires, des distances supérieures et des protections efficaces doivent être recherchées.

Un dernier point important de cette conceptualisation des principes régissant l'exposition des travailleurs est la question de la prise en compte du temps d'exposition de ces derniers. C'est d'ailleurs en partie pour cela que le décret 2013-973 et l'arrêté du 7 novembre 2013 fixant le contenu de l'étude de sécurité du travail introduisent et évoquent la « probabilité d'exposition » à un évènement pyrotechnique.

En première analyse et par défaut, la probabilité d'exposition serait identique à la probabilité intrinsèque d'évènement

pyrotechnique dans la mesure où, de façon générale, on ne sait pas quantifier la durée d'exposition d'un travailleur.

On peut cependant envisager de pondérer l'exposition des travailleurs t2 et t3 au risque pyrotechnique par le temps de présence effectif de ces derniers dans les zones de dangers Zj d'une opération menée par des travailleurs t1, s'il est démontré que leur temps d'exposition est très faible rapporté à l'année. L'évaluation des risques aurait à justifier de la brièveté ou du caractère transitoire dans les zones de dangers d'une opération pyrotechnique menée par des travailleurs t1 (ou d'une installation pyrotechnique mise en œuvre par des travailleurs t1) pour pouvoir prétendre à bénéficier d'un déclassement maximum d'une décade. Ce principe est d'ailleurs mis en œuvre par l'arrêté du 12 septembre 2011 relatif aux opérations de dépollution pyrotechnique.

En revanche, il est plus discutable d'appliquer cette possibilité de pondération d'une décade maximum pour les travailleurs t1 puisque leur action est une composante intégrante et importante de la probabilité intrinsèque d'évènement pyrotechnique.

### **Exemples de mise en application des principes exposés**

#### *Cas d'un important dépôt de munitions :*

Un tel dépôt peut comprendre des dizaines d'igloos, construits aux standards militaires et situés dans la Z1 l'un de l'autre. Dans ce cas, l'approche actuelle « installation » qui n'admet aucune autre installation dans la Z1 d'une installation pyrotechnique élémentaire, quelle que soit la probabilité d'évènement pyrotechnique, pose problème. Le problème se pose également pour le classement ai des voies de circulation internes au dépôt car les zones d'effets autour des igloos sont relativement étendues.

Or, les effets dominos entre igloos sont maîtrisés car ces derniers ont été conçus, construits et disposés justement pour prévenir ce risque. L'approche « installations » ainsi que l'étude de la conformité d'implantation des installations et des emplacements de travail, si tant est que l'on ait réussi à donner un classement « ai » indiscutable à ces derniers, n'apporte pas de réelle plus-value.

En effet, la grille d'exposition des travailleurs ti « permet » (mais rappelons qu'on doit toujours viser mieux que le minimum demandé) d'avoir des travailleurs t2 dans la Z1Z2 d'un siège potentiel d'évènement pyrotechnique dont la probabilité d'évènement pyrotechnique est P1.

Si d'autres travailleurs non directement liés aux opérations menées dans ce dépôt doivent intervenir, c'est-à-dire des travailleurs t3 tels que des électriciens ou des personnels chargés du débroussaillage des merlons, il faudrait leur garantir une probabilité P0, ce qui est possible avec l'arrêt des opérations pyrotechniques du siège potentiel d'évènement pyrotechnique associé à un temps d'intervention le plus court possible de ces travailleurs t3.

#### *Cas d'une activité concernant un unique objet pyrotechnique :*

Dans le cas d'un essai mené sur un objet pyrotechnique ou des activités menées sur un pas de tir de fusée spatiale, les effets dominos ne sont pas la problématique prépondérante. En revanche, nous serons confrontés à une multitude

d'interventions menées par des travailleurs t1 (si l'opération est menée *sur* l'objet pyrotechnique ou le lanceur de la fusée), des travailleurs t2 (mise en place de la partie haute contenant le satellite, mis en œuvre des capteurs et moyens d'essais, installation de caméras...) ou des travailleurs t3 (interventions ponctuelles pour dépannage...), ceci dans le champ proche ou lointain de l'objet pyrotechnique.

Il apparaît chronophage de vouloir prévoir, décrire et régir dans un document tous les déplacements et tous les emplacements de travail de tous les travailleurs amenés à intervenir sur la zone de lancement ou l'aire d'essai, pour devoir ensuite déterminer un classement « ai » des emplacements de travail qui servira ensuite à une étude de conformité d'implantation des emplacements de travail.

De plus, il est fort probable que certains emplacements de travail seront considérés comme « non conformes » selon l'approche actuelle « installations » (car situés, par exemple, dans la Z1 de l'objet pyrotechnique). Dès lors, l'étude de sécurité devrait proposer des règles de coactivités des travailleurs, règles qui pourraient fort ressembler à celles données par le tableau d'exposition des travailleurs ti.

Plutôt que de vouloir établir le classement des « installations », l'évaluation des risques devrait surtout se focaliser sur la définition des zones d'effets et sur l'analyse de la probabilité d'occurrence d'un évènement pyrotechnique lors de chaque phase ou opération menée (de l'arrivée de l'objet pyrotechnique jusqu'au tir) et ce, afin de respecter les principes de l'approche « travailleurs ti ». Ces principes peuvent d'ailleurs s'exprimer de façon littérale, à savoir :

- En P1 (aucune intervention sur l'objet, protection de toute agression...), des travailleurs t2 peuvent évoluer à proximité de l'objet pyrotechnique, même en Z1, pour installer des équipements, des capteurs... mais leur temps de présence doit être réduit au minimum et aucune opération ne doit être menée sur l'objet pyrotechnique pour garantir une probabilité P1 ;
- Pour les opérations en P2 menées par les t1, les opérateurs t2 sont a minima hors Z2 et les t3 hors Z3 ;
- Pour les opérations de niveau P3, les opérateurs t1 sont a minima hors Z2 (EPI à préciser), les opérateurs t2 hors Z3 et les t3 hors Z4 (ou mieux : seuls les travailleurs t1 sont dans les zones d'effets).

Ces dispositions seraient bien sûr définies également en fonction des caractéristiques propres de l'aire d'essai ou du pas de tir et des zones protégées de repli. Elles pourraient prévoir certaines mesures telles que des balisages et des dispositifs d'avertissement lumineux ou sonore pour prévenir les travailleurs de type t2 ou t3... Ces dispositions seraient à rappeler dans un document de terrain (ordre ou consignes d'essai...) qui devrait donner les zones d'effets potentiels en cas d'évènement pyrotechnique sur l'objet pyrotechnique.

Cela permettrait à davantage de responsables de pouvoir contrôler sur le terrain le degré d'exposition des travailleurs. En cela, cet exemple illustre la différence d'approche entre une sécurité *réglée* et une sécurité *gérée* au plus près du terrain, étant entendu que cette sécurité gérée doit reposer sur des principes clairs et compréhensibles, pour être acceptés et appliqués par tous.

Cas des activités de laboratoire destinées à étudier de nouvelles substances explosives ou à tester de nouvelles compositions pyrotechniques :

Dans ce cas, les quantités de matières explosives sont très faibles et les zones d'effets sont peu étendues, voire limitées à un local ou un poste de travail. La problématique des effets dominos entre installations n'est donc pas dimensionnante. En revanche, les locaux et les postes de travail liés aux différents moyens de tests et d'essais s'avèrent très nombreux. Une approche « travailleurs » semble bien plus pertinente, d'autant que le nombre d'opérateurs exposés devrait être faible.

Comme pour l'exemple précédent, il s'avère très fastidieux de vouloir classer en « ai » tous les locaux du laboratoire ainsi que chaque poste de travail entre eux (d'autant que différentes opérations peuvent se dérouler au même poste) et de prétendre gérer les déplacements des opérateurs et les transferts des différentes matières explosives au sein du laboratoire. Il conviendrait plutôt de porter l'effort sur l'éloignement respectif des travailleurs t1 et des travailleurs t2, conformément aux principes de l'approche « travailleurs ».

Pour les probabilités « élevées » P3 ou P4 potentiellement rencontrées en laboratoire, on se rend compte que la problématique essentielle n'est pas l'implantation des « installations » mais bien la protection des travailleurs au moyen d'EPI adaptés et d'écrans de protection efficaces, combinée avec la recherche de la plus petite quantité strictement nécessaire de produits explosifs afin de réduire les zones d'effets pour exposer le travailleur au minimum.

### A suivre

Une nouvelle approche de la sécurité des travailleurs, fondée d'une part sur une séparation entre l'évaluation des effets dominos entre installations et de l'exposition des travailleurs, d'autre part sur une grille d'exigence d'exposition maximale des travailleurs, est proposée. Après une nécessaire phase d'adaptation, elle est susceptible de faciliter la compréhension de tous les acteurs du domaine pyrotechnique et de redonner un sens concret à l'évaluation des risques et sa documentation.

Nous invitons le lecteur qui aura bien voulu lire ces lignes à nous faire part de ses commentaires afin d'alimenter les réflexions sur le sujet, sur lequel nous devrions très bientôt revenir.



## *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
17/01/2020	<b>Découverte d'une bombe anglaise de 250kg</b> dans une installation de stockage de déchets inertes	Aucun blessé et pas de dégât
06/02/2020	<b>Début d'incendie pyrotechnique</b> dans une usine d'armement, lors d'une opération de premier filage d'une composition explosive, réalisée de manière télé-opérée à partir d'un poste de commande situé derrière un mur (opération de probabilité P3 en raison de la sollicitation mécanique nécessaire). Une partie de l'explosif du pot de récupération a brûlé. Le système de noyage automatique s'est déclenché sur détection des flammes. Les flammes résiduelles se sont éteintes seules avec le noyage automatique. Ce phénomène est symptomatique d'une déflagration d'une partie de l'explosif présent en sortie de presse conduisant à la fragmentation très importante de la buse de filage et au début d'incendie d'une partie de l'explosif du pot de récupération projeté au sol.	Aucun blessé et quelques dégâts matériels
16/02/2020	<b>Incendie dans un malaxeur</b> contenant 100 kg de nitrocellulose mouillée à l'alcool, dans une usine de production de charges modulaires pour l'artillerie, lors de l'introduction de centralite (stabilisant).	1 blessé léger et quelques dégâts matériels
21/02/2020	<b>Découverte d'un obus actif</b> dans un meuble déposé par un particulier dans une déchetterie.	Aucun blessé et pas de dégât

DATE	DESCRIPTION	BILAN
05/03/2020	<b>Incident lors d'un tir de missile HOT3</b> depuis une Gazelle en Opération Extérieure, provoquant un effet de souffle. L'hélicoptère a pu néanmoins rentrer sans problème de sa mission. Un éclatement du propulseur de croisière à 30 m de l'hélicoptère est envisagé (investigations en cours).	Aucun blessé et quelques dégâts matériels
12/05/2020	<b>Évènement pyrotechnique lors d'une opération de maintenance</b> dans une usine de produits explosifs (nettoyage d'un gabarit bouché utilisé pour filer du cordeau détonant).	1 blessé grave
04/06/2020	<b>Évènement pyrotechnique mineur</b> (flash ou étincelle) lors d'une opération d'usinage à distance (de probabilité P4) sur un chargement en propergol composite dans une usine d'armement. Le noyage ultra rapide s'est déclenché et le tour a été stoppé.	Aucun blessé et pas de dégât
08/06/2020	<b>Incendie dans une installation d'usinage</b> d'une entreprise d'armement, généré par l'initiation en combustion du propergol lors d'une opération de sciage mécanique menée à distance (de probabilité P4). Le déclenchement du système de noyage et des équipements de déconfinement du système d'aspiration des copeaux était nominal.	Aucun blessé et quelques dégâts matériels

Les incidents survenus lors de la réalisation des opérations d'usinage rappellent l'importance de la réalisation de ces opérations (de probabilité d'accident P4) à distance pour la protection des personnels et montrent l'apport de dispositifs visant à limiter les dégâts matériels.

L'évènement pyrotechnique survenu en mai montre, par ailleurs, qu'une vigilance toute particulière doit être accordée aux opérations de maintenance où des personnels sont susceptibles d'être en contact direct avec des matériaux énergétiques.

Il est enfin rappelé que, conformément à l'article R4462-31 du code du travail, le signalement d'évènements pyrotechniques à l'autorité d'approbation compétente et à l'IPE est obligatoire.

### **À 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	DESCRIPTION	BILAN
02/01/2020	Mexique	Explosion d'au moins trois stands provisoires de feux d'artifices dans un local, provoquant un incendie dans un marché. Cette explosion serait due à un mauvais stockage et des erreurs de manipulation.	Aucun blessé
05/01/2020	Inde	Explosion d'une usine illégale de feux d'artifices (suspicion de fabrication et stockage de bombes). Le toit de l'usine a été emporté, les murs endommagés et les fenêtres brisées. Le bruit de l'explosion a été entendu à plusieurs kilomètres.	5 morts
15/01/2020	Inde	Explosion d'un atelier de fabrication d'explosif (effondrement d'un hangar).	Aucun blessé
17/01/2020	Mexique	Importante explosion suivie d'un incendie dans une usine de feux d'artifices.	2 morts et 1 blessé
15/02/2020	Etats-Unis	Explosion (pas d'incendie) dans une usine d'armement.	5 blessés
19/02/2020	Inde	Explosion d'une usine de feux d'artifices.	6 morts, 3 blessés et importants dégâts matériels (3 ateliers détruits)



DATE	PAYS	DESCRIPTION	BILAN
22/02/2020	Guyane	Explosion d'un camion contenant des feux d'artifices pendant les préparatifs du feu d'artifices du 50 <sup>ème</sup> anniversaire de la république, par des soldats expérimentés de la Guyana Defence Force (GDF).	1 mort, 7 blessés et quelques dégâts matériels
09/03/2020	Inde	Explosion dans un des plus grands dépôts de munitions de l'armée.	2 morts et 2 blessés
11/03/2020	Bulgarie	Explosion dans un atelier d'une usine d'armement.	3 blessés et importants dégâts matériels
14/03/2020	Mexique	Explosion d'un « baril de poudre ».	2 morts et 5 blessés
20/03/2020	Inde	Important incendie dans une usine de feux d'artifices, dû probablement à une erreur de manipulation de pétards.	7 morts et 9 blessés
22/03/2020	Russie	Explosion d'un obus d'artillerie durant les opérations de chargement/déchargement dans un entrepôt d'armes.	5 blessés
24/03/2020	Inde	Explosion dans un atelier de feux d'artifices lors de la manipulation de produits chimiques.	1 mort et importants dégâts matériels
25/03/2020	Malte	Explosion d'une usine de feux d'artifices due à la foudre.	Aucun blessé
29/03/2020	Inde	Explosion d'une bouteille d'azote lors de la maintenance d'un obusier.	1 mort et 3 blessés
18/04/2020	Mexique	Explosion d'un atelier de feux d'artifices lors des opérations d'emballage.	1 mort
01/05/2020	Guyane	Explosion lors de la préparation de feux d'artifices en vue de leur destruction dans un camp de la Guyana Defence Force (GDF). Le 22 février 2020, la fête du 50 <sup>ème</sup> anniversaire de la république a été annulée, suite à l'explosion d'un camion contenant des feux d'artifices. Les feux d'artifices restant étaient en cours de préparation pour être détruits sans équipements de protection. Le lot de feux d'artifices était a priori défectueux.	3 morts et 2 blessés
02/05/2020	Mexique	Explosion dans un entrepôt improvisé de feux d'artifices.	2 morts et 3 blessés
22/05/2020	Roumanie	Explosion dans une usine d'armement lors d'un essai.	2 blessés
27/06/2020	Pérou	Explosion intempestive de dynamite (manipulation d'explosifs par une entreprise sans autorisation légale). L'accident s'est produit alors qu'un groupe d'ouvriers effectuait des travaux de construction sur une colline. Ils creusaient des tranchées dans la région, mais la présence de rochers leur a rendu la tâche difficile et ils ont donc tenté de les faire exploser à la dynamite. Une mauvaise manipulation de l'explosif aurait fait exploser intempestivement l'engin.	1 mort et 1 blessé
09/06/2020	Etats-Unis	Explosion d'un conteneur maritime rempli de feux d'artifices et entreposé dans la cour d'une maison.	1 mort et 1 blessé
03/06/2020	Inde	Explosion dans une usine de feux d'artifices, lors d'un mélange de produits chimiques dans un des ateliers (probablement dû à la friction).	1 mort

### *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/](http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/)

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

[www.msiac.nato.int](http://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](http://www.hse.gov.uk/explosives/eidas.htm)

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

[www.safex-international.org](http://www.safex-international.org)

## *Manifestations annoncées*

### **Journée Technique Pyrotechnique Défense**

30 novembre et 01 décembre 2020 à Paris/Balard

(nouvelles dates en raison du report de la journée initialement prévue en juin 2020)

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	<a href="mailto:francoise.leveque@intradef.gouv.fr">francoise.leveque@intradef.gouv.fr</a>	33 – (0)9 88 67 71 28
Rédacteur en chef :	Pierre-François Péron	<a href="mailto:pierre-francois.peron@intradef.gouv.fr">pierre-francois.peron@intradef.gouv.fr</a>	33 – (0)9 88 67 76 55
Rédacteurs :	Jean-Marc Leveau	<a href="mailto:jean-marc.levreau@intradef.gouv.fr">jean-marc.levreau@intradef.gouv.fr</a>	33 – (0)9 88 67 73 73
	Jean-Yves Kermarrec	<a href="mailto:jean-yves.kermarrec@intradef.gouv.fr">jean-yves.kermarrec@intradef.gouv.fr</a>	33 – (0)9 88 67 73 57
	Thierry Renaud	<a href="mailto:thierry-d.renaud@intradef.gouv.fr">thierry-d.renaud@intradef.gouv.fr</a>	33 – (0)9 88 67 73 68
	Aymeric Barbier	<a href="mailto:aymeric.barbier@intradef.gouv.fr">aymeric.barbier@intradef.gouv.fr</a>	33 – (0)9 88 67 73 79
	Vincent Le Pivain	<a href="mailto:vincent.le-pivain@intradef.gouv.fr">vincent.le-pivain@intradef.gouv.fr</a>	33 – (0)9 88 67 73 66
	Johanès Lamiré	<a href="mailto:johanes.lamire@intradef.gouv.fr">johanes.lamire@intradef.gouv.fr</a>	33 – (0)9 88 67 73 75
	Yannick Le Sciellour	<a href="mailto:yannick.le-sciellour@intradef.gouv.fr">yannick.le-sciellour@intradef.gouv.fr</a>	33 – (0)9 88 67 73 67
	Patrick Lamy	<a href="mailto:patrick.lamy@intradef.gouv.fr">patrick.lamy@intradef.gouv.fr</a>	33 – (0)9 88 67 73 65
	Valérie Vincent	<a href="mailto:valerie.vincent@intradef.gouv.fr">valerie.vincent@intradef.gouv.fr</a>	33 – (0)9 88 67 11 48
	Jérôme L'Hostis	<a href="mailto:jerome.lhostis@intradef.gouv.fr">jerome.lhostis@intradef.gouv.fr</a>	33 – (0)9 88 67 73 69
	Joffrey Duchon	<a href="mailto:joffrey.duchon@intradef.gouv.fr">joffrey.duchon@intradef.gouv.fr</a>	33 – (0)9 88 67 23 61

Adresse fonctionnelle [dga-insp.ipe.fct@intradef.gouv.fr](mailto:dga-insp.ipe.fct@intradef.gouv.fr)

ISSN 2554-0912

Diffusion : numérique / 2 numéros par an  
Dépôt légal : juillet 2020

Editeur : DGA/INSP/IPE