



La Lettre de l'IPE

Expert de la sécurité pyrotechnique



Juillet 2024 – N°53

Sommaire

Editorial

Pour ce numéro 53 de la Lettre de l'IPE, plusieurs contributeurs extérieurs ont participé à cette démarche collective d'informations pour l'amélioration continue de la sécurité pyrotechnique.

Je voudrais remercier Patrick Fricot du SIMu pour un article sur un outillage innovant pour la protection de l'opérateur. Nous avons reçu un stagiaire, Yoann Varin, qui a réalisé un travail sur la base de données accidents-incidents en ciblant les occurrences d'événements pyrotechniques en phase de maintenance. Très attachée à réhabiliter l'intérêt des merlons et barrières contre les projections, je vous propose un article sur leur entretien.

Enfin, nous vous apportons quelques informations sur le développement de l'offre en matière de formation en ingénierie de sécurité pyrotechnique ; ce qui nous donne l'occasion de féliciter deux stagiaires de l'ENSTA Bretagne dont les travaux, encadrés par l'IPE, ont été mis à l'honneur par leur école.

Vous retrouverez les rubriques traditionnelles accidents/incidents et activités internationales.

Bonne lecture estivale entre les épreuves sportives des JO de Paris !

Françoise LEVEQUE

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

Innovations au service
de la sécurité des travailleurs

Page 2

Maintenance des installations
pyrotechniques : une phase critique
pour la sécurité

Page 3

N'oublions pas l'entretien
des merlons !

Page 4

Développement des compétences
et formations
sur les normes OTAN

Page 6

Félicitations à Alexane et
Guillaume pour leur étude
d'ingénierie de
sécurité pyrotechnique

Page 6

La politique MURAT évolue
et devient la politique GRPM

Page 8

Actualités internationales

Page 8

Incidents / accidents
pyrotechniques

Page 10

Sites internet utiles

Page 14

Manifestations annoncées

Page 15

Nous contacter

Page 16



Innovations au service de la sécurité des travailleurs

Rédacteurs : IC1ETA Patrick Fricot, directeur de l'EPMu¹ Bretagne et ICD HC Jean-Luc Quentel, chef du GMu² de Brest.

La Lettre IPE n°50 a rappelé, au travers d'exemples pris au sein de la DGA, l'importance de promouvoir l'amélioration de la sécurité des travailleurs en s'appuyant sur les capacités d'innovation des opérateurs et agents de terrain. Acteurs de la réalisation des activités pyrotechniques, ils peuvent contribuer grandement à l'amélioration de leur propre sécurité au travers de propositions d'aménagement des moyens ou des modes opératoires.

Cette démarche d'amélioration, qui couvre la totalité de l'écosystème munitions (développement, fabrication, MCO³, logistique, démantèlement) a tout lieu d'être encouragée. Au sein du Service Interarmées des Munitions du ministère des armées, acteur majeur du domaine de la pyrotechnie et des munitions, ce principe d'amélioration de la sécurité par la promotion d'idées innovantes trouve bien entendu toute sa place. Voici à titre d'illustration un exemple concret d'innovation issu de l'EPMu Bretagne sur son site de la Pyrotechnie Saint-Nicolas.

Concasseur manuel de grain de poudre au laboratoire de chimie

Le besoin d'améliorer le poste de travail de concassage de la poudre propulsive des cartouches de 100mm (LB7T 70) préalable à la réalisation des épreuves physico-chimiques est né du constat partagé avec les acteurs que l'opération, réalisée à la tenaille, exposait les mains de l'opérateur/trice en cas de prise de feu, et ce malgré le port de gants. Les réflexions engagées sur les différents moyens mécaniques utilisables pour parvenir à casser le brin de poudre ont conduit à retenir la solution de concassage du brin par pression longitudinale entre pointes. Le système a été modélisé sur station de DAO⁴ et s'est concrétisé par un prototype, complété par le développement d'un carter de protection constitué d'une platine et d'un écran en polycarbonate.

Validé dans sa définition, le concasseur manuel a fait l'objet d'essais permettant de vérifier la tenue et l'efficacité du carter de protection en cas d'allumage intempestif d'un grain de poudre (masse unitaire 1,14g) dans deux configurations : un grain de poudre intact puis un grain cassé en plusieurs morceaux.

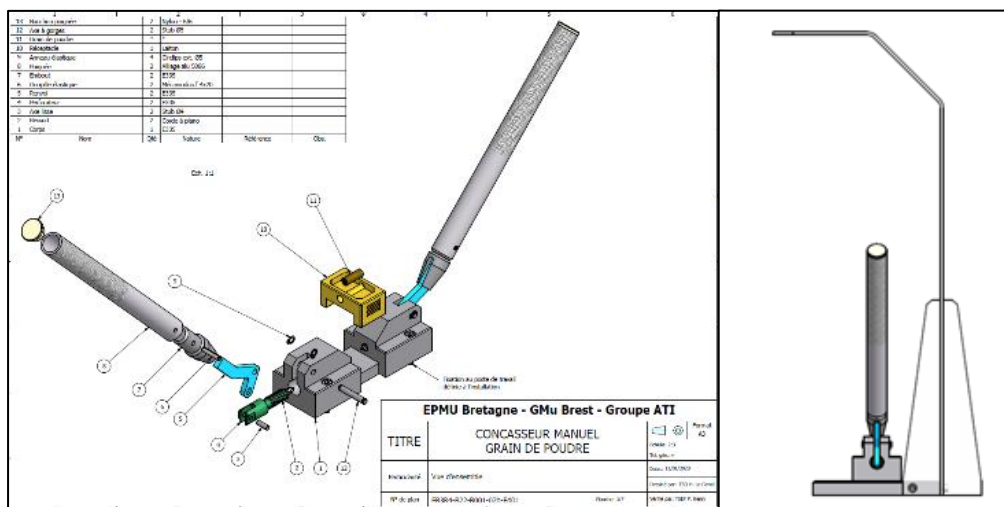


Essai de sécurité réalisé



Dispositif dans son environnement de mise en œuvre

Le concasseur manuel de grain de poudre a fait l'objet d'une mise en service formelle et a été installé au poste de travail. Au-delà de l'élément de cohésion fort qu'a constitué l'aboutissement de ce micro-projet conduit par une équipe pluridisciplinaire, les différents essais ont été filmés et constituent des éléments didactiques importants destinés à être mis en œuvre auprès d'un public élargi, dans le cadre des formations trimestrielles de sécurité.



Schémas de l'outillage seul (à gauche) et avec son écran de protection (à droite)

¹ Etablissement Principal des Munitions

² Groupement Munitions

³ Maintien en Condition Opérationnelle

⁴ Dessin Assisté par Ordinateur



Maintenance des installations pyrotechniques : une phase critique pour la sécurité

*Cette étude a été réalisée par Yoann Varin, étudiant en licence
Science pour l'ingénieur à l'université Paris Nanterre.*

La maintenance d'installations constitue souvent une phase délicate dans l'industrie en matière de sécurité. Les intervenants sont fréquemment des entreprises extérieures qui ne connaissent pas toujours parfaitement l'outil de travail. Il en résulte une sur-accidentologie comme l'ont montrée des études de l'INRS¹ et de l'AFIM².

Les installations pyrotechniques présentent un risque supplémentaire lié à la présence réelle ou potentielle de produits explosifs. Depuis 1999, 32 événements pyrotechniques survenus lors de la phase de maintenance ont été répertoriés par l'IPE.

Le premier type de situation est rencontré lors de la réalisation de maintenance, en présence de produits explosifs. On peut citer le cas d'un accident mortel lié à un incendie consécutif à des travaux de soudage dans un local de stockage de matières explosives destinées à la fabrication d'explosifs. Lorsque la maintenance est réalisée en présence d'explosifs, il convient de rester particulièrement vigilant. Les intervenants doivent être sensibilisés aux risques pyrotechniques dans le local et des mesures spécifiques doivent être mises en place comme par exemple des périmètres de sécurité pour

éviter des chutes d'objets sur les produits explosifs ou une surveillance renforcée pendant et après l'intervention en cas de point chaud. Des équipements anti-étincelles et pare-étincelles peuvent également être utilisés lors des soudages et meulages. Il convient de privilégier les maintenances préventives si possible lors de l'arrêt d'installations et en absence de stockage d'explosifs. Si certaines maintenances curatives ou urgentes nécessitent d'être réalisées dans des locaux contenant des produits explosifs, il est cependant recommandé de les retirer dans la mesure du possible, si cette opération en elle-même ne génère pas des risques considérés comme supérieurs à la réalisation de la maintenance en leur présence. Il convient de garder une approche globale de prévention des risques.

Une singularité des installations pyrotechniques, notamment de fabrication d'explosifs, est liée au risque de contamination par des résidus ou poussières pyrotechniques dispersés ou incrustés dans des outillages ou des équipements connexes comme, par exemple, les tuyauteries.

Le tableau ci-dessous rend compte de tels accidents.

Date	Description générale	Bilan (humain/matériel)
1999	Explosion consécutive à un choc sur une canalisation d'évacuation de résidus d'explosifs	1 blessé Destructions de matériels
1999	Déflagration dans un sac d'aspirateur après nettoyage de poussières sur un poste pyrotechnique	Quelques dégâts matériels
2001	Initiation d'une petite quantité de composition pyrotechnique par friction lors d'un nettoyage de poussières	-
2004	Prise en feu de résidus de composition pyrotechnique par utilisation d'une meule pour un déboulonnage	Brûlure à la main
2006	Déflagration lors de la maintenance d'un laminoir	1 blessé
	Prise en feu de propergol lors d'un démontage, initiée par électricité statique	-
2007	Explosion lors d'une opération de démontage, liée à des particules échappées de l'outillage	3 blessés légers
2010	Prise en feu lors du dépôt sur le sol de pièces en vue d'un nettoyage de l'installation	-
2014	Déflagration de résidus de propergol lors d'un serrage de vis	1 blessé
	Déflagration lors du montage d'un outillage par réaction de résidus d'explosifs primaires	-
2018	Inflammation de résidus d'explosif par légère agression mécanique en maintenance lors d'une opération non décrite dans un mode opératoire. Arrêt immédiat de la réaction par noyage	-
2021	Réaction de traces d'explosifs primaires lors d'un nettoyage du matériel	Légère plaie et brûlure sur la main.
2022	Explosion lors du serrage d'une vis puis transmission via des canalisations et équipements contenant des résidus de matières explosives insuffisamment inertés	8 blessés Bâtiment détruit
2023	Explosion due à une friction générée sur des résidus explosifs lors du retrait d'un caillebotis pour nettoyage de cuves	Troubles auditifs
	Explosion pyrotechnique lors d'un dévissage, certainement liée à des infiltrations de résidus d'explosif dans le filetage	Blessure profonde à un doigt

¹ Institut National de Recherche Scientifique

² Association Française des Ingénieurs et responsables de Maintenance



Le nettoyage approfondi des outillages ou l'inertage des matières résiduelles sont cruciaux pour que la maintenance se réalise dans de bonnes conditions. Des résidus de matière explosive dans des clapets ou des filetages d'écrou ne sont pas rares. Il convient donc de réaliser un nettoyage approfondi. En effet, quelques milligrammes de matières peuvent entraîner des réactions pyrotechniques. Les opérateurs sont alors souvent blessés, notamment aux mains (plaies, coupures...). Ces accidents s'accompagnent parfois de manière temporaire ou permanente d'une perte d'audition. Lorsque c'est possible, le travail à distance avec des outillages télé-opérés est pertinent. A défaut, il convient de prévoir des équipements de protection individuelle adéquats et des outillages permettant une manipulation tout en assurant une protection de la main pour prévenir les blessures en cas d'évènement pyrotechnique. On peut rappeler également l'intérêt

des bouchons d'oreille qui préservent contre la perte d'audition en cas de détonation intempestive d'une quantité, même minime, de matière pyrotechnique.

Enfin quelques accidents ont été constatés lors de la phase de redémarrage d'une installation pyrotechnique après maintenance. Il peut s'agir de défaut de remontage. Il est donc important de relancer une installation progressivement après un arrêt et de rester vigilant durant toute cette phase.

La maintenance est un facteur important de l'accidentologie industrielle. Des précautions supplémentaires doivent être prévues dans les installations pyrotechniques tout en assurant que les mesures de prévention habituelles des risques sur les travailleurs en charge de la maintenance, que sont la compétence, le port d'équipements individuels de protection, l'utilisation d'outillages adaptés sont rigoureusement respectées.

N'oublions pas l'entretien des merlons !

Dans la Lettre de l'IPE 47, un article rappelait l'intérêt des merlons. Cet intérêt a été quantifié sur quelques exemples dans la Lettre de l'IPE n°51.

Tombés parfois en disgrâce en France du fait de l'absence de sa prise en considération dans les règles de calcul des effets dangereux, les merlons et autres barrières ont été de plus en plus souvent omis et les merlons existants n'ont parfois pas été entretenus.

Pour rappel, le merlon est une élévation naturelle de terrain ou une butte artificielle continue destinée à servir d'écran. Les caractéristiques des merlons et barrières sont décrites notamment dans les documents de l'OTAN et de l'armée américaine qui a mené de nombreux essais avec des écrans développés par des constructeurs [1].

Intérêt des merlons et écrans entre sièges exposant et exposés

Le merlon peut remplir 3 fonctions :

- arrêter les projections de fragments qui l'atteignent, notamment les projections rasantes de haute vitesse,
- dans certaines situations, atténuer l'effet de souffle provoqué par une explosion, immédiatement sur l'arrière,
- servir d'écran contre les effets thermiques.

Les merlons sont utiles à proximité d'un siège exposant présentant un danger d'explosion en masse par la nature des objets ou matières stockées ou traitées. Ils participent à la non transmission quasi-simultanée de la détonation aux installations pyrotechniques voisines en arrêtant les projections rasantes primaires et secondaires. Leur conception peut permettre de réduire le risque de transmission quasi-instantanée ou différée d'un accident pyrotechnique à d'autres matières ou objets explosibles. Des exemples de l'intérêt des merlons selon leur positionnement par rapport aux sièges exposants et aux sièges exposés, pour protéger de différents effets sont présentés dans la Lettre de l'IPE n°51.

Le merlon participe ainsi de façon importante, voire majeure à la protection des biens et des personnes.

Principes de conception des merlons

Il n'y a pas de réglementation française qui définit la constitution et la dimension d'un merlon. Cependant, les USA ont mené de nombreux travaux et présentent différents types de configurations [1][2] sur la base de solutions proposées par des constructeurs spécialisés dans les murs de remblais, les structures de soutènement, les barricades constituées de différents matériaux. Des informations sur des solutions plus traditionnelles sont disponibles dans des guides pratiques [3][4][5][6][7][8].

Les merlons classiques sont habituellement constitués de terre meuble sans pierre pour éviter les projections secondaires. Ils peuvent s'appuyer sur des murs de fondation en béton et être recouverts d'une couverture végétale. Certains écrans sont réalisés par des murs de type « bastion wall » ou gabions et présentent l'avantage de la modularité et de la facilité de mise en œuvre.



Photo 1 : bastion wall et merlon

Pour les merlons constitués de remblais de matériaux meubles, le choix du type de terre utilisé lors de la construction du merlon est important. Les observations en inspection montrent que les merlons construits avec de la terre plutôt argileuse semblent, par exemple, mieux tenir dans le temps. La configuration du merlon (couverture végétale ou non, cœur en enrochement ou non, avec ou sans arbres, etc.) doit être réfléchi à long terme, en particulier en matière d'entretien.



Un merlon n'est en effet efficace que si ses dimensions sont adaptées à la situation locale, en particulier, les dimensions et la distance des sièges exposés et exposants. La prise en compte des merlons dans la justification des distances d'effets n'est pertinente que si leurs caractéristiques sont maintenues dans la durée. Or, le tassement des matériaux, l'érosion par le ruissellement, les creusements par les animaux peuvent conduire à un affaissement des merlons rendant la protection moins efficace. Si les merlons ne sont pas renouvelés, leur efficacité sur la réduction des effets d'événements pyrotechniques est réduite et les analyses de sécurité sont à remettre à jour.

Phénomènes de tassement et d'érosion

Lors de nos différentes inspections ou visites, nous avons pu constater que les merlons ne sont pas toujours bien entretenus. Et cela concerne également les magasins recouverts de terre.

L'affaissement est parfois provoqué par les animaux qui creusent des galeries et terriers dans les terrains meubles.



Photo 2 : exemple de phénomène de tassement

Le phénomène de tassement peut être provoqué par l'érosion hydrique (la pluie ruisselle et entraîne avec elle les matériaux du merlon).



Photo 3 : exemple de phénomène de tassement

La présence de pierres en surface de certains merlons a été parfois constatée. Les pierres présentes sur les merlons peuvent permettre d'améliorer la structure du merlon et sa tenue dans le temps. Mais cela peut aussi générer des fragments secondaires en cas d'événements pyrotechniques. Les documents américains référencés ci-dessus précisent les dimensions maximales des pierres admissibles en surface des merlons.

Pour éviter ces altérations, certains exploitants préfèrent recouvrir le merlon d'un revêtement géotextile ou choisissent des solutions innovantes combinant fils textile au matériaux. Le caractère inflammable doit être étudié pour éviter notamment le développement ou l'accélération d'un incendie ainsi que le vieillissement.

Merlons arborés

La réglementation n'impose pas d'exigences concernant les arbres sur les merlons. Une évaluation bénéfice/risque en fonction de la nature du sol et du type de merlons devra être menée localement pour s'orienter sur la solution la plus adaptée.

La plantation d'un couvert végétal sur un merlon permet de prévenir l'érosion, retenir la terre, et donc maintenir la hauteur et la pente de celui-ci. Cependant, les racines peuvent parfois occasionner des dégâts aux structures sous-jacentes notamment pour les magasins semi-enterrés. En cas de tempête, on peut craindre les risques de chute de branches ou d'arbres déracinés sur les infrastructures à proximité de ces merlons. Le retrait d'un arbre sur un merlon pourra avoir un impact sur le tassement du merlon selon que la souche sera retirée et un remblai de réhaussement réalisé ou non.

Par ailleurs, cela implique un entretien de la voirie notamment avec la présence abondante de feuilles (induisant un risque sur la circulation lors des opérations de transferts de munitions) et des toitures des magasins pour éviter une détérioration accélérée de l'infrastructure.

Un avantage parfois mentionné pour justifier la présence d'arbres est d'intercepter les projections. Cette fonction n'est cependant remplie que lorsque le couvert est suffisamment dense [1]. La présence de ces arbres est aussi considérée comme bénéfique en matière de sûreté, par le masquage visuel qu'elle apporte.

Il ne faut pas négliger que les végétaux présentent l'inconvénient majeur de favoriser la propagation d'incendies en particulier en cas de sécheresse. Ainsi, les AMPG (arrêtés ministériels de prescriptions générales des installations classées pour la protection de l'environnement) exigent que les merlons soient entretenus face au risque incendie.



Photo 4 : présence d'arbres sur les merlons

Les merlons sont un élément majeur de la maîtrise des conséquences des effets pyrotechniques. Le choix des types de construction dépend de nombreux paramètres. Le retour d'expérience des constructeurs spécialisés dans le domaine peut certainement permettre d'orienter les exploitants sur les solutions les mieux adaptées à leurs situations locales et leur budget. Dans tous les cas, l'entretien de ces structures devra être intégré dans les plans de maintenance afin de maintenir les bénéfices apportés par ces investissements.

Bibliographie

- [1] DDESB, TP 15
- [2] DESR 6055-09
- [3] Guide défense des bonnes pratiques en pyrotechnie
- [4] Note DGA/INERIS n° DGA01D21046543/INSP/IPE du 05/01/2022
- [5] Guide de l'inspection des installations classées maîtrise des risques dans le secteur de la pyrotechnie
- [6] Memento des techniques du génie GEN 150
- [7] Guide SFEPA
- [8] Publication AASTP-1



Développement des compétences et formations sur les normes OTAN

Jusqu'à cette année, la formation sur les normes OTAN était uniquement accessible via le MSIAC, en anglais et au plus une fois par an. Or, les armées appliquent les normes AASTP-5 et AASTP-1 en OPEX. Par ailleurs, des industriels, qui n'ont pas accès aux formations du MSIAC, nous ont demandé la possibilité d'accéder à des formations sur les normes OTAN dont ils ont besoin pour des prospects à l'export dans des pays prenant ces normes en référence. L'offre de formation était donc manifestement insuffisante.

Sur ce constat, l'IPE a proposé à l'École Nationale Supérieure des Techniques Avancées (ENSTA) Bretagne, le déploiement d'un module test de formation qui s'est déroulé en janvier 2024. Le satisfecit reçu à l'issue a conduit la direction de l'ENSTA Bretagne à rénover le module de formation à la sécurité pyrotechnique.

L'IPE a adapté la formation dispensée à l'ENSTA Bretagne et réalisé un premier séminaire en avril 2024 au profit des personnes intéressées du MinArm. Afin de pouvoir en faire profiter une communauté plus élargie, le centre de formation de la défense (CFD) va reprendre en gestion la formation et l'ouvrir aux personnes du ministère et aux industriels qui souhaitent la suivre.

Une session devrait être proposée au dernier trimestre 2024, probablement le 11 décembre 2024 sur le site d'Arcueil. Le nombre de places sera limité. La formation devrait également être accessible à distance grâce à une vidéo en cours de préparation.

Enfin, la formation du MSIAC est actuellement en cours d'adaptation en français, en lien avec le CFD. Afin de pallier assez rapidement le nombre limité de personnes formées à ce référentiel en France, il est privilégié le développement de modules de formation pouvant être visionnés à distance et en autonomie.

Pour compléter l'accompagnement au développement des compétences sur les normes OTAN, l'AASTP-1 Edition C est désormais disponible en français. La dernière édition de l'AASTP-5 est en cours de ratification et une fois promulguée, sa version traduite sera également accessible. Ces documents sont communicables sur demande à l'adresse fonctionnelle de l'IPE.

Les informations ultérieures sur les formations seront diffusées aux abonnés de La Lettre de l'IPE. N'hésitez pas à vous abonner en envoyant une demande à l'adresse fonctionnelle de l'IPE.

Félicitations à Alexane et Guillaume pour leur étude d'ingénierie de sécurité pyrotechnique

Les élèves de l'ENSTA Bretagne ont pu suivre, début 2024, les premiers modules d'ingénierie de sécurité pyrotechnique consacrés aux normes OTAN d'implantation des installations (AASTP-1) et d'évaluation quantitative des conséquences et des risques (AASTP-4). Ces cours délivrés en janvier par Pierre-François Péron à la promotion sortante des ingénieurs préfigurent une formation renouvelée de la discipline pour la prochaine rentrée étudiante 2024-2025.

Suite à leur formation, deux étudiants, Alexane et Guillaume ont choisi de réaliser leur travail de stage de janvier en sécurité pyrotechnique. Le sujet visait notamment à étudier une situation réelle en opération extérieure sur le plan de la sécurité pyrotechnique : <https://www.ensta-bretagne.fr/fr/poster-securite-pyrotechnique-fise2024> (une copie figure ci-après). Pour cela, ils

ont étudié la situation de terrain selon la norme AASTP-5 applicable en opérations extérieures (OPEX) et réalisé des évaluations quantitatives comparatives selon les différentes méthodologies décrites dans l'AASTP-4 et l'AASTP-5. Le développement de la compétence sur ces normes OTAN est une nécessité pour les armées car elles sont applicables en OPEX. Des demandes émanent également du secteur de l'armement en vue de l'export dans des pays qui utilisent les normes OTAN AASTP. Il est donc important de sensibiliser et développer les compétences des étudiants tant militaires que civils sur ce référentiel.

Le travail d'Alexane et Guillaume a été mis à l'honneur par l'ENSTA Bretagne sur son site. <https://www.ensta-bretagne.fr/fr/mise-en-application-3-exemples-de-projets-menes-en-pyrotechnie-robotique-et-hydrographie>



Evaluation quantitative du risque lors des opérations en déploiement

G. BRICHE, A. ESPOSITO

S. Kerampran^a, P.-F. Péron^b

^a. ENSTA Bretagne

^b. Inspection des Poudres et des Explosifs



PYRO
2024

Contexte et objectifs

Dans le domaine de la pyrotechnie, l'évaluation des risques est un enjeu fondamental afin d'anticiper et ainsi de limiter les dommages potentiels sur les êtres humains et les installations d'un fonctionnement intemporel de produits explosifs. Elle se traduit notamment par des distances d'implantation entre installations afin de limiter leur exposition. Ce principe s'applique sur le territoire national tant aux domaines civil que militaire. Dans le cadre des opérations militaires réalisées hors du territoire national, les contraintes d'environnement peuvent rendre difficile, voire impossible l'application des mêmes règles d'implantation des installations. Les pays ont donc développé, pour ces situations, des méthodes d'évaluation quantitative des risques (EQR) et leurs propres critères d'acceptabilité des risques identifiés. Dans un souci d'harmonisation et de respect de règles communes en opération interalliée, l'OTAN définit, au travers de sa directive AASTP-5 [1], des distances d'implantation des bases déployées (stockages pyrotechniques, ateliers, zones vie...). Cette directive prévoit également qu'en cas de non-respect de ces distances, une EQR soit réalisée et quantifiée, à cette fin, les niveaux de probabilité et de conséquences sur les personnes, les équipements et les installations. Ce projet a pour objectif de recenser et comparer les méthodologies utilisées par divers pays membres ou alliés de l'OTAN afin d'apporter aux instances décisionnelles une vision des politiques appliquées en déploiement. Parmi les nations étudiées figurent l'Allemagne, l'Australie, la Belgique, le Canada, les États-Unis, les Pays-Bas, le Royaume-Uni et la Suisse.

Exemple d'évaluation quantitative du risque - AASTP-5

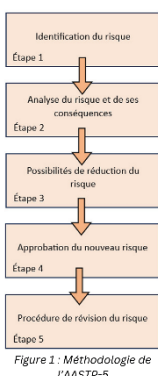


Figure 1 : Méthodologie de l'AASTP-5

La méthodologie de l'OTAN, exposée dans la figure 1, se compose de cinq étapes principales, et est centrée sur l'analyse du risque et sa réduction (étapes 2 et 3). Cette analyse est standardisée pour tous les pays et s'appuie sur des niveaux définis de probabilité et des valeurs quantifiées de la gravité des conséquences. La combinaison de ces deux paramètres permet d'évaluer le risque sur une échelle à trois niveaux (faible, moyen, élevé). L'acceptabilité du risque relève d'une autorité désignée, d'un niveau hiérarchique d'autant plus élevé que le risque est grand.

Niveaux de probabilité :

- **Probable** : l'événement se produit fréquemment
- **Occasionnel** : l'événement se produira quelques fois
- **Rare** : improbable, mais on peut raisonnablement penser que l'événement se produira
- **Improbable** : improbable que l'événement se produise, mais possible
- **Très improbable** : événement si improbable que l'on considère qu'il ne se produira jamais

Niveaux de gravité :

- **Catastrophique** : Conséquences graves inacceptables dans tous les cas, à l'exception des besoins opérationnels les plus urgents. Nombreux décès et / ou blessures graves. Pertes ou dommages importants causés aux matériels et aux infrastructures essentielles à la mission
- **Majeur** : Les conséquences critiques et l'acceptation du risque impliquent des impératifs opérationnels. Certains décès et/ou blessures. Perte ou endommagement de matériels et d'infrastructures essentiels à la mission
- **Mineur** : Les conséquences ne devraient pas perturber les opérations de manière significative. Blessures légères. Impact minimal sur le matériel et les infrastructures
- **Insignifiant** : Effets négligeables ou insignifiants

La concaténation donne le niveau de risque global, comme le montre la figure 2.

Probabilité	Gravité			
	Catastrophique	Majeure	Mineure	Négligeable
Probable	Élevé	Élevé	Moyen	Faible
Occasionnel	Élevé	Moyen	Moyen	Faible
Rare	Moyen	Faible	Faible	Faible
Improbable	Moyen	Faible	Faible	Faible
Très improbable	Faible	Faible	Faible	Faible

Figure 2 : Matrice de risque de l'AASTP-5

Étude de cas comparative



Figure 3 : Camp opérationnel utilisé pour l'étude

Hypothèses simplificatrices :

- Stockage merlonné de 500 kg d'explosif
- Probabilité d'occurrence "improbable" (munitions en bonne condition et pas d'attaque ennemie imminente)
- Bâtiments pris en compte :
 - à 150 m : quartier général (10 occupants), zone vie (50 occupants) et zone hélicoptères (5 occupants)
 - à 180 m : cantine (50 occupants)
 - à l'extérieur de la base : deux zones d'habitations, à 240 m (20 occupants) et à 280 m (40 occupants)

Conséquences calculées suivant les modèles / pays

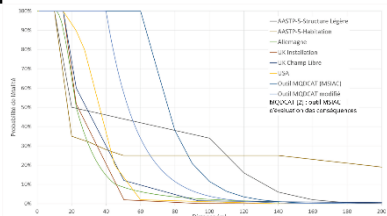


Figure 4 : Comparaison de la probabilité de létalité pour une charge de 500 kg

- Surestimation probable de MQDCAT due aux paramètres génériques pour le siège exposant
- Modification apportée au modèle (stockage en structure légère et faible quantité d'explosif)

Résultats et discussion

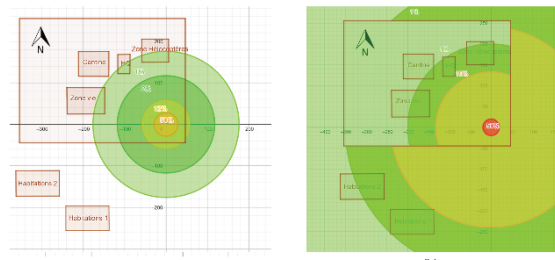


Figure 5 : Conséquences calculées - Allemagne et le Royaume-Uni (a) - AASTP-5 (b)

- Divergences importantes entre pays et organismes en termes de létalité et de niveau de risque

	Allemagne	États-Unis	Royaume-Uni	AASTP-5	AASTP-5 (MQDCAT)
Nombre total de décès	2	1	1	12	10
Nombre total de blessés	Non donné	Non donné	Non donné	34	23
Niveau de risque	Risque élevé	Risque élevé	Risque faible	Risque moyen	Risque moyen

- Létalité due principalement à la proximité des habitations par rapport au stockage
- Implantation non acceptable pour l'Allemagne, les États-Unis et l'OTAN (AASTP-5 et avec le logiciel MQDCAT) impliquant une nécessité de prendre des mesures de réduction du risque.

Modifications de la position

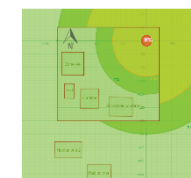


Figure 6 : Conséquences calculées suivant AASTP-5

- Réduction importante du nombre total de décès suivant AASTP-5 et MQDCAT
- Situation de risque acceptable pour l'ensemble des pays

Configuration modifiée :

- Stockage au Nord-Est afin d'éloigner les habitations
- Déplacement des installations vers le Sud-Ouest

Résultats :

	Allemagne	États-Unis	Royaume-Uni	AASTP-5	AASTP-5 (MQDCAT)
Nombre total de décès	0	0	0	0.2645	0.2645
Nombre total de blessés	/	/	/	0.52	0.6055
Niveau de risque	Risque faible	Risque moyen	Risque faible	Risque faible	Risque faible

Modification du stockage

Configuration modifiée :

- Séparation du stockage de 500 kg en deux îlots de 250 kg chacun
- Conservation de l'emplacement des différents bâtiments

Résultats :

	Allemagne	États-Unis	Royaume-Uni	AASTP-5	AASTP-5 (MQDCAT)
Nombre de décès	1	0	1	2	2
Nombre de blessés	/	/	/	2	3
Niveau de risque	Risque faible	Risque moyen	Risque faible	Risque faible	Risque faible

- Réduction drastique du nombre total de décès pour l'OTAN
- Situation de risque acceptable pour l'ensemble des pays, mais 2 morts suivant AASTP-5

Conclusions

- Notre étude recense et compare les différentes échelles de gravité, de probabilité et de risque retenues par différents pays.
- Leur comparaison permet de mettre en évidence des différences d'appréciation non négligeables de ces paramètres et mises en exergue dans l'étude de cas.
- L'évaluation quantitative du risque est un outil d'aide à la définition des mesures de réduction du risque. Dans le cas d'étude, elle a mis en évidence deux modifications possibles pour abaisser sensiblement les niveaux de conséquences : le déplacement du stockage et la séparation en îlots.

Perspectives

- Modéliser numériquement le cas d'étude et comparer les résultats issus de la simulation avec les courbes théoriques
- Affiner le modèle de létalité et la base de données de l'outil MQDCAT modifié
- Poursuivre l'analyse de rétro-ingénierie des courbes de létalité de l'AASTP-5

Références bibliographiques

- [1] AASTP-05 Edn01 Ver03 NATO guidelines for the storage, maintenance and transport of ammunition on deployed missions or operations, 2016.
- [2] L252 Specification of the MSIAC Quantity Distance Consequence Analysis Tool (MQDCAT) V2.4, 2020.



La politique MURAT évolue et devient la politique GRPM

La politique MURAT (MUnitions à Risque ATtenué) fait l'objet d'une nouvelle instruction ministérielle et se dénomme désormais politique GRPM pour Gestion des Risques Pyrotechniques liés aux Munitions. Elle a été publiée au Bulletin officiel des armées (édition chronologique) N°48 du 21 juin 2024, texte n°15. Elle porte la référence n°224893/ARM/DGA/INSP/IPE du 23 mai 2024.

La révision avait deux objectifs. Le premier visait à faire émerger une politique globalisante de réduction des conséquences d'accidents ou d'agressions par la réduction des risques au niveau du système, munitions et missiles à risques atténués, mais aussi par une action au niveau de l'environnement du système afin de limiter les conséquences d'un événement pyrotechnique. L'instruction s'inscrit

dans une perspective intégrée de la sécurité pyrotechnique et de la sécurité des munitions, au meilleur niveau de l'état de l'art, en intégrant les contraintes opérationnelles et économiques, dans l'esprit des travaux sur l'économie de guerre et sur la simplification. Le second objectif est de mieux intégrer la prise en compte des exigences MURAT dans les processus actuels du ministère de conduite des programmes d'armement.

Outre le changement de nom de la politique, il convient de noter que la signature MURAT qui caractérise les réactions des munitions en service aux agressions accidentelles ou malveillantes devient le code SA2M (Survivabilité face aux Accidents et aux Attaques impliquant des Munitions).

Actualités internationales

Visite de l'autorité US de gouvernance de la sécurité pyrotechnique

Le 30 mai 2024, Monsieur Thierry Chiapello, responsable du Department of Defense Explosives Safety Board (DDESB) et autorité américaine en matière de sécurité pyrotechnique, a effectué une visite à Paris (Balard) à l'invitation de l'Inspectrice de l'armement pour les Poudres et Explosifs (IPE). Il a donné une conférence sur l'organisation de la sécurité pyrotechnique aux États-Unis, les principes de sécurité et l'évaluation quantitative des risques.

Les personnes intéressées par les supports de présentation peuvent contacter l'IPE à l'adresse : dga-insp.ipe.fct@intradef.gouv.fr.

MSIAC

Le MSIAC a publié son bulletin semestriel en mai, il est accessible par le lien internet :

<https://www.msiac.nato.int/app/uploads/2024/05/MSIAC-Bulletin-May2024-reduced-1.pdf>

- A noter le Workshop tenu en marge de l'EMTWG 2024 sur l'identification, la classification et l'analyse des risques des défauts dans les chargements de matériaux énergétiques des munitions ainsi que leur impact sur les performances et la sécurité.

- Prochain atelier du MSIAC « Pushing The Limits » : explorer la dichotomie potentielle entre le désir d'accroître les performances tout en essayant de maintenir, voire d'améliorer, la sécurité des munitions. Repousser les limites de la performance ne doit pas se faire au détriment de niveaux inacceptables d'augmentation des risques.

L'atelier comprendra des sessions simultanées sur les thèmes :

- législation et exigences ;
- performances et sécurité de la prochaine génération ;
- essais et qualification ;
- réussites et perception de la politique sur les munitions insensibles (IM : Insensitive Munitions) ;
- événements mondiaux / risques et conséquences.

Il se tiendra du 09 au 13 septembre 2024 au Doolittle Institute, Niceville, Florida, USA. (clôture des inscriptions le 20/07/2024).

- AASTP1- AASTP 5 Lecture series : pas de session organisée en France en 2024, une session sera programmée en 2025. (<https://www.msiac.nato.int/workshop/aastp-1-aastp-5-lecture-series/>).

EMTWG 2024

La première édition de l'EMTWG (Energetic Material Technical Working Group) a eu lieu à Oslo du 13 au 16 mai 2024. Cet événement, qui remplace l'ancien IMEMTS (Insensitive Munitions European Manufacturers Symposium), a élargi ses thématiques. Organisé en Europe par l'IMEMG (Insensitive Munitions European Manufacturers Group) avec le soutien du MSIAC, cet événement a connu un grand succès avec la participation de plus de 260 personnes.

Le conflit en Ukraine et ses enseignements ont largement été évoqués lors des présentations d'introduction du Working Group :

- accroître la capacité de la base industrielle pour la fabrication de munitions ;
- stratégie d'acquisition au niveau OTAN ;
- gestion de la sécurité en contexte d'économie de guerre - Quel risque acceptable ?
- réglementation/standardisation à mettre en place dans un contexte de guerre à haute intensité.

<https://imemg.org/eventsandmedia/emtwg-oslo-2024/key-speakers/>.



Sur 3 jours, plus de 70 présentations ont fait l'objet de différentes sessions sur diverses thématiques, brièvement résumées ci-après (Insensitive Munition (IM) - Munitions Insensibles ; Energetic Materials (EM) - Matériaux Energétiques (ME)) :

Politique et exigences IM

- A noter, une présentation des travaux du Sous-Groupe B de l'AC 326 sur l'harmonisation des procédures d'essais IM et HC (Hazard Classification - Classement en Division de risque transport/stockage). Les objectifs de ces travaux sont de trouver des pistes d'amélioration, voire de convergences des essais IM et HC et de permettre ainsi une réduction du nombre d'essais, des coûts, des délais, tout en conservant un haut niveau de sécurité en limitant les risques. Cet effort d'harmonisation sera restitué dans l'AOP 4864 et nécessitera quelques actions AASTP 3, AOP 39 et le lancement de discussions avec les Nations Unies sur l'Orange Book test séries 7.
- Une présentation sur une proposition de meilleure prise en compte des munitions et des matériaux énergétiques insensibles dans les phases de fabrication et de stockage. Prise en compte du risque unitaire, du risque de détonation ou non, et ainsi enrichir les analyses de risques au travers des essais IM et des caractéristiques intrinsèques des matériaux énergétiques. Permettre une meilleure prise en compte de la sécurité pyrotechnique et augmenter les capacités de production.

Propergols : Formulations et performances

- Maintenir un haut niveau de sécurité dans la fabrication de poudres à hautes performances. Prise en compte des risques associés à chaque étape de la fabrication. Sensibilité à l'impact, à la friction et à l'électricité statique, essais d'incendie petite échelle, hauteur critique, essai à échelle 1, essais transport, toute une batterie d'essais permettant de trouver un niveau de performance élevé en maintenant un niveau de sécurité en fabrication et en utilisation non négociable.
- Etude de l'impact du vieillissement accéléré et naturel sur les caractéristiques des propergols composites (Propriétés mécaniques, sensibilité, modèles de vieillissement, sécurité)

Méthodologie d'essais IM

- Quelles technologies mettre en œuvre pour les mesures des flux thermiques lors des essais IM/HC ? Bien appréhender les résultats d'essais ;
- Impact de fragment, améliorer la tenue à l'impact recherche de nouveaux concepts ;
- Exemples de réussites d'aménagement de munitions avec un objectif de meilleure réponse IM ;
- Impact du changement du gradient de température sur l'essai d'échauffement lent ;
- Analyse statistique US sur les risques d'impact de balle lors des transports internes (rare).

Traitement des ME

- Nouvelles technologies de mise en œuvre de matériaux énergétiques : RAM (Resonant Acoustic Mixing), SpeedMixer, fabrication additive, processus continu. Même si les premiers résultats sont prometteurs, notamment en terme de sécurité (mise en œuvre, produit fini), le passage en production reste à confirmer.
- Evolution et utilisation de la technologie RAM en flux continu.

Formulations et synthèse des ME

Recherche d'une alternative au TNT (lancement d'une étude) – plus performante, moins sensible, avec un impact environnemental moindre.

Propriétés et caractéristiques des munitions insensibles

Explosifs artisanaux – Effet de souffle avec additifs métalliques.

Modélisation de l'IM

Simulation d'un essai de réaction par influence d'un obus de 155 mm avec le code IMPETUS.

Qualification et technologie ME

- Des résultats encourageant d'une composition PBXN 9 moins sensible – résultats d'essais et perspectives
- Etude visant à permettre la qualification d'une munition avec une composition inerte représentative du matériau énergétique final

Mitigation et essais IM

- Essais et signature IM du 155mm Vulcano et 127 mm GLR
 - Technologie des systèmes IM
 - Essais à l'échelle laboratoire
 - Modélisation IM et matériaux
- Présentation d'essais d'aménagement pour limiter la réaction par sympathie entre munitions navales
 - écrans ;
 - agencement particulier ;
 - distance de non transmission.
- Modélisation de l'impact de fragment pour prédire la réaction de charges militaires complexes. Fragment léger (STANAG), fragment lourd (Cube), impact de balle.
- Impact de la température et de l'humidité relative en stockage (explosifs). La température peut générer une augmentation de la sensibilité (pour les 4 explosifs testé). L'humidité relative croissante peut légèrement flegmatiser l'explosif.

Essais à petite échelle des ME

- Test de sensibilité des propergols à échelle réduite.

A noter également une session de posters sur les thématiques Insensitive Munitions avec 6 posters et Matériaux Energétiques avec 4 posters qui s'est tenue en marge des présentations.

<https://imemg.org/eventsandmedia/emtwg-oslo-2024/emtwg-oslo-2024-norway/>



Incidents / accidents pyrotechniques

Un extrait de la base d'incidents/accidents de l'IPE est accessible pour le personnel du ministère des armées sur le réseau Intradef à l'adresse suivante :

<https://totem.dr-dga.intradef.gouv.fr/inspection/accidents-incidents-pyrotechniques>

Des extractions de cette base peuvent également être envoyées aux acteurs civils sur demande à l'adresse fonctionnelle de l'IPE.

En France

Ce tableau résume les nouveaux événements pyrotechniques (accidents, incidents et faits techniques) portés à la connaissance de l'IPE depuis la précédente lettre.

Une description plus détaillée de certains événements est disponible sur la base ARIA du site du BARPI.

Code couleur indiquant le niveau de gravité
des conséquences humaines

Mort(s)
Blessé(s) grave(s)
Blessé(s) léger(s)
Aucun blessé

DATE	DESCRIPTION	BILAN
Du côté des fabricants		
06/12/2023	Explosion au niveau du captage d'effluents censé être exempt de matières pyrotechniques dans une usine spécialisée dans la fabrication de produits explosifs.	2 blessés légers (faible traumatisme auditif)
04/01/2024	Lors de la fabrication de projectiles pour le maintien de l'ordre, un opérateur a entendu un claquement à l'introduction du projectile dans l'insert d'une douille chargée et amorcée. Pas de prise en feu, ni de projections.	Pas de dégâts matériels
15/02/2024	Initiation de copeaux résiduels de composition pyrotechnique au niveau de l'outillage lors de la remise en conditions initiales de la presse (descente des vérins d'éjection).	1 blessé léger (faible traumatisme auditif)
20/02/2024	Chute d'un panier contenant des amorces lors d'une opération de vernissage des amorces. <i>Actions mises en place par l'entreprise : En action immédiate, après le constat de non-respect des modes opératoires, la configuration normale du poste a été réinstallée, avec un retour à l'emplacement correct du panier. Un rappel sur l'importance du respect des modes opératoires a été partagé avec l'équipe de l'atelier. La configuration du poste sera dans un second temps modifiée avec l'objectif d'une ergonomie améliorée.</i> <i>L'étude de l'événement a également permis d'identifier une mauvaise prise en compte du risque de décharge électrostatique à ce poste, en écart avec les exigences de l'EST. La consigne de poste sera modifiée pour y intégrer le besoin du port d'un bracelet conducteur.</i>	Pas de dégâts matériels
21/02/2024	Chute de 40cm d'une réserve de propergol lors des opérations de démoulage au cours de la fabrication. Le propergol ne s'est pas initié. <i>Actions mises en place par l'entreprise : La réfection et l'amélioration de la palette de transport est en cours d'étude pour avoir une palette améliorée pour la prochaine coulée.</i>	Pas de dégâts matériels
28/02/2024	Combustion vive lors du râpage de blocs propulsifs consécutive à la rupture mécanique d'une pièce de l'outillage. Opération effectuée à distance Action mise en place par l'entreprise : modification du pas d'entretien de l'outillage.	Aucun blessé Dégâts matériels
26/03/2024	Combustion sur la station de chargement de poudre. La totalité de la poudre contenue dans la trémie de la station de chargement a brûlé. L'incendie consécutif à cet événement soudain ne s'est pas propagé. Le carter de la station de chargement a bien résisté aux effets.	Pas de dégâts matériels
10/04/2024	La soudure d'un sac contenant de la matière explosive cède et le contenu tombe au sol. <i>Actions mises en place par l'entreprise : Analyse de la qualité des sacs, étude de la faisabilité d'une action de reconditionnement en double enveloppe des cartons entreposés chez le partenaire industriel, reconditionnement des cartons déjà présent sur le site, étude pour un dispositif d'assistance à la manutention des sacs au niveau du poste de chargement du réacteur.</i>	Pas de dégâts matériels



Code couleur indiquant le niveau de gravité
des conséquences humaines

Mort(s)
Blessé(s) grave(s)
Blessé(s) léger(s)
Aucun blessé

DATE	DESCRIPTION	BILAN
26/06/2024	Prise en feu d'un obus chargé en explosif composite lors d'une découpe à des fins d'expertise de la matière avec un équipement de sciage. Cette opération réalisée sur une machine consiste à découper transversalement un demi obus qui avait déjà subi deux opérations : sciage dans le sens longitudinal et sciage de la pointe. Lors de la découpe de ce demi-obus par sciage conduite à distance, une prise en feu a eu lieu ce qui a entraîné la combustion d'une partie de l'explosif de l'obus (quantité estimée à 0.7 kg). L'opérateur a constaté la prise en feu par le système de visualisation (caméra + écran) depuis le poste de commande. Il a alors déclenché manuellement le noyage ce qui a permis d'arrêter la combustion.	Pas de dégâts matériels
Du côté des essais		
29/01/2024	Réaction d'échantillons de poudre lors du conditionnement en température à 80°C. Les cannes de mesures du microcalorimètre ont été éjectées en dehors des cellules d'analyse de l'appareil.	Aucun blessé Faibles dégâts matériels
29/01/2024	Initiation des sous-ensembles infra-rouges lors d'essais de simulation de vieillissement en étuve.	Pas de dégâts matériels
06/06/2024	Initiation de matière au sein d'un béccher contenant un propergol et un réticulant avec un agitateur magnétique et placé dans un bain-marie. Les effets constatés lors du départ sont des effets sonores, de fumée, et lumineux. <u>Cause envisagée</u> : augmentation du taux d'impureté et modification de la température de décomposition liée au mélange de plusieurs lots.	Aucun blessé Faibles dégâts matériels
Du côté des forces		
09/04/2024	Mise à feu intempestive d'une cartouche pyrotechnique de percussion d'extincteur au cours d'un test de continuité, consécutive à l'emploi d'un appareil électrique de test non adapté, et présentant un courant de fuite.	Pas de dégâts matériels
30/05/2024	Un opérateur roule sur une palette contenant des munitions. Aucune réaction pyrotechnique.	Aucun blessé Elimination des munitions
Autres		
04/12/2023	Incendie dans un entrepôt de stockage alimentaire contenant également des feux d'artifice.	Aucun blessé Entrepôt incendié et toit effondré
17/12/2023	Explosion de feux d'artifices et pétards, consécutive à l'incendie d'un magasin de déguisement	Aucun blessé Destruction du magasin, d'un entrepôt et d'un bâtiment voisin (3 000 m²)

Il est rappelé 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. Pour l'IPE, les signalements peuvent être adressés à votre point de contact habituel ainsi qu'à l'adresse fonctionnelle dga-insp.ipe.fct@intradef.gouv.fr.



À l'étranger

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

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

En complément, de nombreux autres signalements d'accidents sont disponibles sur les sites internet indiqués en fin de rubrique.

Code couleur indiquant le niveau de gravité
des conséquences humaines

Mort(s)
Blessé(s) grave(s)
Blessé(s) léger(s)
Aucun blessé

PAYS	DESCRIPTION	BILAN
Belgique	16/04/2024 : Explosion de feux d'artifice au visage de deux enfants, allumés afin de célébrer la victoire de leur équipe de foot.	2 blessés
Cambodge	27/04/2024 : Explosion de munitions stockées dans un camion militaire.	20 morts 4 bâtiments détruits 5 camions militaires endommagés Au moins 25 habitations en ruine
Colombie	22/04/2024 : Explosion dans une usine pyrotechnique.	1 mort 34 blessés 500 maisons endommagées
Costa Rica	07/12/2023 : Explosion d'une préparation illégale de perchlorate de potassium.	1 mort 1 blessé
Equateur	24/12/2023 : Prise en feu d'un stand de feux d'artifice.	Aucun blessé
Espagne	12/02/2024 : Déflagration dans une usine de feux d'artifice.	1 blessé
	27/03/2024 : Explosion dans une entreprise de pyrotechnie lors d'un mélange de poudres.	1 mort
Honduras	07/12/2023 : Explosion d'un mortier blessant un agent de police municipale. L'incident s'est produit alors que les agents municipaux s'apprêtaient à se débarrasser de la poudre à canon saisie lors d'une précédente opération menée par la police municipale.	2 blessés
Inde	17/12/2023 : Explosion dans une usine de fabrication d'explosifs.	9 morts 3 blessés
	25/12/2023 : Explosion de feux d'artifice dans un hangar. La police soupçonne qu'un mélange de produits chimiques provenant de la fin des travaux de la semaine précédente ait été stocké dans le hangar. Ce mélange pourrait être à l'origine de l'explosion.	Aucun blessé
	25/01/2024 : Explosion dans une unité de préparation illégale de feux d'artifice (dans la salle des pompes à moteur).	1 mort
	06/02/2024 : Explosion massive dans une usine illégale de feux d'artifice.	13 morts 200 blessés
	12/02/2024 : Explosion d'une unité de stockage illégale de feux d'artifice dans le cadre de la fête du temple.	2 morts 16 blessés 8 maisons détruites
	17/02/2024 : Explosion dans une unité de fabrication de feux d'artifice.	10 morts
	28/01/2024 : Explosion dans une unité de préparation de feux d'artifice.	3 morts Destruction complète du hangar de l'unité de fabrication
	25/02/2024 : Explosion massive dans une usine de feux d'artifice.	7 morts 17 blessés
	16/05/2024 : Explosion dans une usine de feux d'artifice.	1 mort 2 blessés Bâtiment détruit
	10/05/2024 : Explosion dans une usine de feux d'artifice.	8 morts 12 blessés
	20/05/2024 : Incendie dans une usine privée de pétards.	1 mort 1 blessé



Code couleur indiquant le niveau de gravité
des conséquences humaines

Mort(s)
Blessé(s) grave(s)
Blessé(s) léger(s)
Aucun blessé

PAYS	DESCRIPTION	BILAN
Inde	21/05/2024 : Explosion dans une usine de pétards.	2 morts 5 blessés
	25/05/2024 : Explosion dans une usine de munitions.	12 morts Bâtiment détruit
Indonésie	30/03/2024 : Multiples explosions dans un dépôt de munitions périmees.	Non renseigné
Iran	23/02/2024 : Explosion de feux d'artifice dans le sous-sol d'un immeuble.	4 morts 2 blessés
Mexique	11/12/2023 : Explosion d'une camionnette chargée de feux d'artifice.	2 morts
	13/12/2023 : Explosion pyrotechnique dans une maison de deux étages, près d'une foire.	3 morts 25 blessés
	13/12/2023 : Explosion de feux d'artifice lors d'un concert.	3 morts 32 blessés
	19/12/2023 : Détonation dans un entrepôt contenant une grande quantité de feux d'artifice.	Aucun blessé
	24/12/2023 : Explosion de feux d'artifice dans un marché (vente illégale).	1 blessé
	25/12/2023 : Explosion de feux d'artifice dans un marché.	3 blessés
	26/12/2023 : Explosion dans stockage de feux d'artifice dans une maison.	Aucun blessé
	30/12/2023 : Explosion dans stockage de feux d'artifice dans une maison.	4 blessés
	07/01/2024 : Explosion d'un feu d'artifice sur un véhicule à quatre roues.	4 blessés
	11/01/2024 : Explosion dans un atelier pyrotechnique illégal de feux d'artifice dans une maison.	1 mort 1 blessé
	13/01/2024 : Explosion d'un feu d'artifice dans une camionnette lors d'une fête.	1 mort 7 blessés
	22/01/2024 : Explosion dans un atelier pyrotechnique de feux d'artifice.	2 blessés 1 cheval blessé Une maison et deux voitures touchées
	17/03/2024 : Explosion de feux d'artifice lors d'un transport dans un véhicule compact.	3 blessés
	24/03/2024 : Explosion dans un atelier de fabrication de feux d'artifice.	1 mort 1 blessé
	17/04/2024 : Série d'explosions dans un entrepôt où était stocké de la poudre à canon, et des feux d'artifice étaient fabriqués.	Aucun blessé Destruction de la cave de stockage
	25/04/2024 : Un feu d'artifice est lancé vers la foule lors d'une cérémonie.	3 blessés
	30/04/2024 : Explosion dans un entrepôt de matériel pyrotechnique utilisée pour faire fuir des animaux.	3 blessés
	01/05/2024 : Explosion dans un atelier de feux d'artifice.	2 morts Atelier détruit
	10/05/2024 : Explosion dans un atelier de pyrotechnie.	2 morts 2 blessés
	11/05/2024 : Explosion dans un atelier de feux d'artifice.	2 blessés Maison détruite



Code couleur indiquant le niveau de gravité
des conséquences humaines

Mort(s)
Blessé(s) grave(s)
Blessé(s) léger(s)
Aucun blessé

PAYS	DESCRIPTION	BILAN
Pakistan	22/02/2024 : Explosion dans une usine de feux d'artifice.	3 morts
	25/05/2024 : Explosion de feux d'artifice dans une station de police.	Aucun blessé Effondrement du toit de la station
Panama	04/01/2024 : Explosion dans une usine de fabrication clandestine de feux d'artifice.	1 mort 1 blessé
Pays de Galle	17/04/2024 : Explosion dans un site de fabrication d'armes de BAE Systems lors du démontage d'obus, dans une section isolée du site.	Aucun blessé
Pérou	01/12/2023 : Explosion d'un atelier de feux d'artifice. Une explosion a secoué des maisons, suivie d'une bouffée de fumée mêlée au sifflement des engins pyrotechniques qui étaient allumés à l'intérieur d'une usine.	2 morts 5 blessés
	31/12/2023 : Explosion de grenades sur un marché , lors d'une opération de contrôle.	12 blessés
	31/01/2024 : Explosion de feux d'artifice dans un local clandestin.	4 blessés
	10/04/2024 : Explosion de feux d'artifice dans un atelier clandestin.	2 blessés
Philippines	01/02/2024 : Explosion et incendie d'une usine de feux d'artifice.	4 morts 5 blessés
Russie	07/02/2024 : Explosion massive dans une usine d'armement lors d'un essai.	Incendie de l'usine
Tchad	18/06/2024 : Explosion d'un dépôt de munitions consécutive à son incendie, et ayant provoqué deux cratères larges d'une dizaine de mètres et la projection de munitions jusqu'en secteur civil.	9 morts 46 blessés Destruction de dépôt
Thaïlande	17/01/2024 : Explosion dans une usine de fabrication de feux d'artifice.	23 morts Usine détruite
USA	02/04/2024 : Explosion dans un garage , possiblement lié à un feu d'artifice.	1 mort Garage partiellement détruit

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

Réunion technique MSIAC

Pushing The Limits – Performance and Safety

du 09 au 13 septembre 2024 à Niceville (USA)

https://www.msiac.nato.int/workshop/pushing-the-limits-performance-and-safety/#wshop_title_3

Energetic Materials Technology Working Group (EMTWG 2025)

en octobre 2025 à Boston (USA)



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

<https://www.defense.gouv.fr/dga/poudres-explosifs/lettre-lipe>

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

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

ISSN 2554-0912

Diffusion : numérique / 2 numéros par an

Dépôt légal : juillet 2024

Editeur : DGA/INSP/IPE