

PROJET FINAL DU 18 JANVIER 2016

Guide pour rédiger une étude de sécurité relative à la fabrication et au stockage d'explosifs

Demande d'autorisation fédérale et régionale wallonne

AVIS

Le présent guide vise à aider les entreprises à remplir les obligations qui leur incombent en vertu de la réglementation sur les explosifs en ce qui concerne la sécurité de fonctionnement ou la maîtrise du risque d'explosion.

Ce guide a été élaboré par un groupe de travail au sein duquel étaient représentées les autorités fédérale et régionale wallonne compétentes.

Nous rappelons toutefois aux utilisateurs de ce guide que la réglementation sur les explosifs constitue la seule référence juridique authentique et que les informations contenues dans le présent document n'ont pas valeur d'avis juridique.

SOMMAIRE

I-Cadre réglementaire	4
II-Objet de ce guide	8
III- Maitrise des risques d'explosion	8
III.1. Approche « déterministe » de la maitrise des risques	9
III.2. Approche « probabiliste » de la maitrise des risques	10
III.2.1. L'estimation de la fréquence d'occurrence d'un évènement redouté	11
a) La méthode analytique	11
b) La méthode historique	13
IV- La structure et le contenu minimal d'une étude de sécurité relative à la fabrication et au stockage de produits explosifs	15
IV.1. Renseignements administratifs	15
IV.2. Présentation de l'environnement de l'établissement pyrotechnique	16
IV.3. Présentation de l'établissement pyrotechnique	17
IV.3.1. Plan de l'établissement avec emplacement des différentes installations	17
IV.3.2. Description de chaque siège potentiel d'explosion	18
IV.3.3. Description de toutes les installations non pyrotechniques au sein de l'établissement ..	22
IV.4. Approche déterministe relative aux distances minimales de sécurité	23
IV.4.1. Distances minimales de sécurité relatives à l'effet domino	23
IV.4.2. Distances minimales de sécurité à l'intérieur de l'établissement (distances internes) ...	25
IV.4.3. Distances minimales de sécurité externes	26
IV.4.4. Conclusion	27
IV.5. Approche probabiliste relative aux distances minimales de sécurité	27
IV.5.1. Risques internes-distance acceptable pour le siège exposé ES	28
IV.5.3. Risques externes - distance acceptable pour le couple PES/ES	29
IV.6. Analyse de sécurité au poste de travail pyrotechnique	30
V- Documents annexes joints à l'étude	32
VI- Annexes	32
Annexe 1 : Définitions	32
Annexe 2 : Tables de distances de sécurité relatives à la fabrication et au stockage des explosifs appartenant à la classe 1	32

Annexe 3 : Fréquences annuelles d’occurrence par opération et par an pour un temps de référence donné	32
Annexe 4 : Méthode de Kinney – Méthode d’évaluation du risque -effets de surpression et thermique – analyse de sécurité au poste du travail pyrotechnique.....	32
Annexe 5 : Exemple d’application – explosifs classe 1.....	32
Annexe 6 : Classification et conditions de stockage des matières explosibles désensibilisées	32

I-Cadre réglementaire

I.1 Introduction

Le règlement général sur la fabrication, l'emmagasinage, la détention, le débit, le transport et l'emploi des explosifs repose sur la loi du 28 mai 1956 relative aux substances et mélanges explosibles ou susceptibles de déflagrer et aux engins qui en sont chargés.

Le règlement général fut promulgué par l'arrêté royal du 23 septembre 1958, puis modifié à différentes reprises.

Dans l'article 6, § 1er, II, de la loi spéciale du 8 août 1980 consacrant la compétence normative des Régions en matière de protection de l'environnement, le 3° leur confie la police des établissements dangereux, insalubres et incommodes sous réserve des mesures de police interne qui concernent la protection du travail.

La protection de l'extérieur des installations visées par le règlement général sur les explosifs contre les dangers que créent les substances explosibles appartient à cette attribution de compétence normative, de sorte que les Régions ont la faculté d'établir, parallèlement à la police interne définie par le Roi et de façon autonome, les règles de police qu'elles jugent opportunes.

En Région wallonne, le décret permis d'environnement du 11 mars 1999 prévoit en son Art. 2. :
« Le présent décret vise à assurer, dans une optique d'approche intégrée de prévention et de réduction de la pollution, la protection de l'homme ou de l'environnement contre les dangers, nuisances ou inconvénients qu'un établissement est susceptible de causer, directement ou indirectement, pendant ou après l'exploitation. Est visée non seulement la population à l'extérieur de l'enceinte de l'établissement, mais également toute personne se trouvant à l'intérieur de l'établissement, sans pouvoir y être protégée en qualité de travailleur ».

En conséquence, les mesures applicables en Région wallonne en ce qui concerne la police externe des établissements visés par le décret de 11 mars 1999 relatifs au permis d'environnement ont cessé d'être applicables dans l'arsenal législatif fédéral.

C'est la raison pour laquelle, aujourd'hui, les établissements détenant des explosifs sont soumis à un double régime d'autorisation et d'inspection (fédéral et régional).

Des accords et protocoles, généralement non formalisés mais appliqués entre l'Etat fédéral et les Régions, visent principalement à éviter que les autorisations délivrées par les autorités compétentes ne soient contradictoires entre-elles.

Le guide pour rédiger une étude de sécurité relative à la fabrication et au stockage d'explosifs est une publication commune des autorités fédérale et wallonne. Ce guide rassemble les exigences des différentes autorités pour que chacune, sur base de ses compétences, puisse satisfaire aux obligations de leurs législations respectives.

I.2 Autorisation fédérale – l'arrêté royal du 23 septembre 1958

Les activités de fabrication et de stockage des explosifs sont réglementées au niveau fédéral par l'arrêté royal du 23 septembre 1958 portant le règlement général sur la fabrication, l'emmagasinage, la détention, le débit, le transport et l'emploi des produits explosifs.

Les fabriques et les dépôts d'explosifs ne peuvent être érigés, transformés ni déplacés qu'en vertu d'une autorisation administrative (article 7 de l'arrêté royal du 23/09/58 précité).

Les demandes d'autorisation sont à adresser au Collège communal ou au Collège provincial du lieu d'exploitation, selon la classe de la fabrique ou du dépôt à exploiter. (article 8 de l'arrêté royal du 23/09/58 précité).

Les demandes d'autorisation doivent, en outre, comporter les renseignements suivants (l'article 9 de l'arrêté royal du 23/09/58 précité) :

1° les noms, prénoms, qualité et domicile du demandeur ;

2° la nature de l'établissement, l'objet d'exploitation, les appareils et procédés à mettre en œuvre, la nature et la puissance de chaque moteur ainsi que les quantités approximatives des produits à fabriquer ou à emmagasiner ;

3° le nombre d'ouvriers à employer ;

4° les mesures projetées en vue de prévenir ou d'atténuer les inconvénients auxquels l'établissement pourrait donner lieu, tant pour les personnes attachées à l'exploitation que pour les voisins et le public.

Il y est joint, en triple expédition, un plan dressé à l'échelle de cinq millimètres par mètre au moins, indiquant la disposition des locaux et l'emplacement des ateliers, magasins, appareils.

Toutefois, pour les demandes d'autorisation de dépôts dépendant d'établissements surveillés par les ingénieurs des mines, le plan du dépôt doit être en quadruple expédition. S'il s'agit d'une fabrique ou d'un dépôt de première classe, il doit être joint en outre: 1° un extrait du plan cadastral en simple expédition comprenant les parcelles situées dans un rayon de cent mètres du périmètre de l'établissement, avec indication des noms des propriétaires; s'il s'agit d'un dépôt F d'explosifs, ce rayon est réduit à cinquante mètres. 2° un formulaire, en double expédition, pour demande en autorisation d'établissement classé, formulaire fourni par l'Institut National de Statistique à Bruxelles. (Observation : le 2° est devenu désuet, donc il est considéré comme caduc).

I.3 Autorisation régionale wallonne – Le permis d'environnement

L'article 267 de l'arrêté du Gouvernement Wallon du 4 juillet 2002 relatif à la procédure et à divers mesures d'exécution du décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement prévoit explicitement que : « l'arrêté royal du 23 décembre 1958 portant règlement général sur la fabrication, l'emmagasinage, la détention, le débit, le transport et l'emploi des explosifs cesse d'être applicable en Région wallonne en ce qui concerne la police externe des établissements visés par le décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement ».

A cet égard, l'arrêté du GW du 4 juillet 2002 arrêtant la liste des projets soumis à étude d'incidences et des installations et activités classées dispose de rubriques relatives à la fabrication, au dépôt et l'utilisation des explosifs (rubriques n° 24.61 et de 63.12.06.01 à 63.12.06.10).

La rubrique 52.48.03 de classe 3 porte sur le commerce de détail d'armes, de munitions et d'artifices.

Enfin, il existe la rubrique 28.40.03 de classe 1 qui concerne la mise en forme des métaux à l'aide de poudres, explosifs et autres produits explosifs.

Les demandes d'autorisation pour le permis d'environnement ou le permis unique sont à adresser au Collège communal.

Un formulaire général des demandes de permis d'environnement et de permis unique figure en annexe 1 de l'arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 relatif à la procédure et à diverses mesures d'exécution du décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement, pris en application du décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement.

Ce formulaire est disponible sur le site Internet du Service public de Wallonie.

I.4 La sécurité et la sureté

Les autorités fédérale et régionale wallonne ont pour obligation de s'assurer, chacune sur base de leurs compétences respectives et de manière complémentaire, que **la sécurité et la sureté du public, des voisins et des personnes travaillant dans un établissement où les produits explosifs sont fabriqués et/ou stockés sont garanties.**

Les autorités compétentes doivent s'assurer que toutes les mesures ont été prises pour minimiser les risques pyrotechniques qu'une explosion au sein de la fabrique ou du dépôt d'explosifs pourraient occasionner (**aspect sécurité**) et pour empêcher le vol des explosifs qui s'y trouvent (**aspect sureté**).

Lors de l'introduction de sa demande d'autorisation, l'exploitant doit donc présenter **un dossier** sous forme d'une étude composée de deux volets : **volet relatif à la sécurité de fonctionnement** et **volet relatif à la sureté de fonctionnement**. Cette étude doit être la plus complète possible afin que la partie désignée à délivrer les autorisations administratives puisse la considérer recevable et y trouver des informations nécessaires. Elle permet à l'exploitant de s'assurer qu'il a

passé en revue tous les dangers (explosion, vol) que son activité pourrait présenter pour lui, son personnel, les voisins et le public.

II-Objet de ce guide

Le présent guide constitue une aide pour la détermination des mesures visées par les différentes législations en ce qui **concerne le volet relatif à la sécurité de fonctionnement ou la maîtrise du risque d'explosion.**

Avec ce guide, l'exploitant est invité à rédiger une étude de sécurité qui accompagnera les différentes demandes d'autorisation nécessaires en application de l'AR du 23 septembre 1958 et du Permis d'environnement.

Il a pour objectif de :

- clarifier ce que l'exploitant qui fabrique et/ou stocke des produits explosifs doit faire pour garantir la sécurité des travailleurs, des voisins et du public ;
- fournir des renseignements utiles et exhaustifs ;
- utiliser des directives et des normes pour aider à structurer les pratiques de sécurité ;
- favoriser l'harmonisation des règles relatives à la sécurité ;
- favoriser l'accessibilité, la clarté et l'adaptabilité d'un cadre réglementaire grâce à la transparence ;
- etc.

Il s'agit d'un outil méthodologique général. A ce titre, il doit être particularisé pour traiter des situations spécifiques de terrain, qu'il ne peut pas, à l'évidence toutes considérer.

Toutes les notions employées dans ce guide et jugées utiles ont été définies dans **l'annexe 1- Définitions** de ce guide.

III- Maitrise des risques d'explosion

Il existe deux types d'approches pour maîtriser les risques d'explosion : les approches « déterministe » et « probabiliste ».

L'approche probabiliste est un outil adapté pour étudier le risque accidentel, mais elle ne s'oppose pas à une démarche déterministe. Elle vient souvent la compléter au sein de la maîtrise des risques pyrotechniques.

Les règles déterministes, telles que les tables Q-D (quantité – distances) sont la base pour assurer une implantation sécuritaire des installations pyrotechniques (les distances minimales d'isolement entre les couples PES-ES sont respectées). L'approche probabiliste, considérée comme une alternative aux principes des tables Q-D, est à envisager lorsque les distances déterministes ne peuvent pas être rencontrées.

La démarche probabiliste est toutefois utilisée de manière systématique pour estimer et évaluer les risques, engendrés par les activités pyrotechniques ayant lieu à l'intérieur d'une installation pyrotechnique (PES) et auxquels sont soumis les travailleurs sur leurs postes de travail au sein de ce PES (travailleurs parfois en contact direct avec les exposifs). Les risques jugés inacceptables sont réduits à leurs niveaux le plus bas possible.

III.1. Approche « déterministe » de la maîtrise des risques

Dans cette démarche, toute source potentielle de dommage est combattue systématiquement (défense en profondeur) par la mise en place de « barrières de défense » sans évaluation précise et objective de la probabilité d'occurrence.

Les installations pyrotechniques sont érigées selon les règles déterministes pour combattre les causes d'explosion et d'incendie et pour assurer la protection de l'environnement humain et matériel. Les conditions générales et spécifiques de sécurité imposées par la réglementation et la connaissance du produit ou du processus sont mises en œuvre (par exemple les causes d'explosion telles que la foudre, l'électricité statique, etc. sont combattues à la source) et les distances minimales d'isolement déterministes (dépendant des conditions techniques) sont respectées pour combattre les effets de surpression, thermique et de projection et donc pour assurer la protection de l'environnement matériel et humain en cas d'accident.

III.2. Approche « probabiliste » de la maîtrise des risques

Cette approche, par opposition à la démarche déterministe, nécessite après identification des dangers (détonation, déflagration et incendie) d'estimer **puis d'évaluer le risque engendré par un phénomène dangereux.**

Le phénomène dangereux, dans le cas des explosifs, est une détonation, une déflagration ou une combustion. Il est à l'origine des effets de souffle (surpression), thermique et/ou de projection.

Le risque (R) associé au phénomène dangereux peut se traduire par l'équation mathématique suivante :

$$R = P * G * E$$

Où G est la gravité du phénomène dangereux; P est la fréquence d'occurrence de l'événement redouté et E la probabilité d'exposition des enjeux (des personnes ou des biens) au phénomène dangereux considéré.

Le processus d'estimation du risque consiste à affecter des valeurs à P, G et E. Le risque ainsi estimé/calculé (produits de ces trois paramètres) est ensuite évalué, c'est-à-dire comparé à des critères définis (critères d'acceptabilité) pour déterminer son importance et donc son acceptabilité.

Le risque calculé à partir des données disponibles (P, G, E) reste donc toujours une estimation comportant des incertitudes : toute estimation de ces paramètres (P, G, E) doit être justifiée et le principe de précaution doit rester en vigueur.

Une méthodologie probabiliste d'estimation du risque peut aussi bien être une approche qualitative, semi-quantitative ou quantitative.

Dans l'approche qualitative, il n'y a pas de calcul à faire. En terme de conséquences (gravité), l'approche qualitative peut se traduire dans les termes qualitatifs du type : pas d'effets, effets très graves, etc. En terme de probabilité d'occurrence : il ne s'est jamais produit, s'est déjà produit

sur ce type d'installation etc. Cette approche se base principalement sur le retour d'expérience ou des dires d'experts.

Dans une approche quantitative, il s'agit de chiffrer les conséquences et les fréquences de chaque phénomène dangereux. Le chiffrage des conséquences peut se faire en nombre de blessés, de morts ou en coût.

Dans l'approche probabiliste semi-quantitative, le raisonnement est souvent similaire à celui d'une approche quantitative. Cependant au lieu de manipuler des données précises, des ordres de grandeur sont utilisés.

III.2.1. L'estimation de la fréquence d'occurrence d'un évènement redouté

La détermination ou l'estimation de la fréquence d'occurrence annuelle d'un évènement redouté peut être décomposée en trois étapes principales:

Etape 1 : Choix d'une méthode d'estimation de la fréquence ;

Etape 2 : Collecte des données d'entrée nécessaires à l'estimation ;

Etape 3 : Estimation de la fréquence.

Il existe deux méthodes largement utilisées pour estimer la fréquence annuelle d'occurrence d'un évènement redouté :

- la méthode historique ;
- la méthode analytique.

a) La méthode analytique

Cette méthode cherche à identifier de façon la plus exhaustive possible l'ensemble des causes qui mènent à l'évènement redouté. La fréquence d'occurrence de l'évènement redouté est déterminée en fonction des fréquences d'occurrence des différentes causes qui sont à l'origine de l'évènement redouté. L'analyse par arbre de défaillances est une des méthodes analytiques où tous les paramètres responsables d'un évènement redouté sont évalués et additionnés. Cette méthode peut s'avérer dans certains cas plus adaptée que la méthode historique.

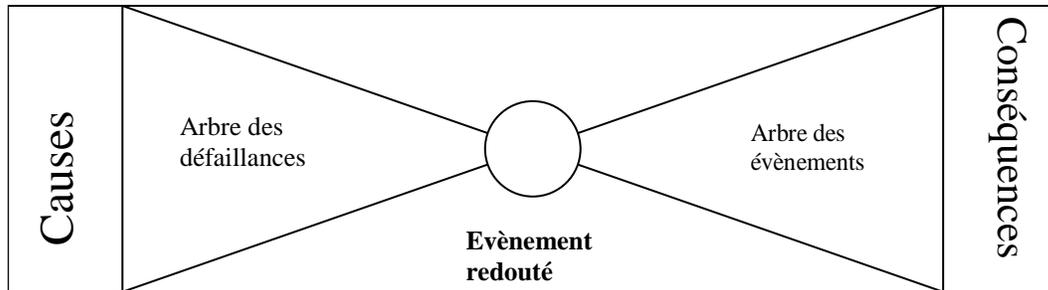
Il est important, au cours de l'évaluation des fréquences d'occurrence des événements causes, de bien identifier si la barrière de sécurité (technique ou organisationnelle) associée à la cause n'a pas déjà été prise en compte dans la probabilité de la cause : si la barrière est déjà prise en compte, elle ne devra pas être prise en compte une deuxième fois en tant que barrière.

Il s'agit donc d'identifier toutes les causes potentielles (par l'analyse préliminaire des risques (APR) par exemple), de connaître les fréquences des causes, de décrire analytiquement comment elles se combinent pour donner naissance à l'événement redouté et de traduire cette relation en probabilité.

La méthode de l'analyse de risques appelée « méthode du nœud papillon » est à privilégier. Cette méthode est très utilisée dans une approche probabiliste de la gestion des risques. Elle a pour objectif de visualiser concrètement des scénarios d'accidents qui pourraient survenir en partant des causes initiales de l'accident jusqu'aux conséquences au niveau des cibles identifiées.

La méthode du nœud papillon consiste à :

- définir précisément l'événement redouté qui constitue le point central du nœud papillon ;
- construire l'arbre des défaillances afin de mettre en évidence l'ensemble des causes et combinaisons de causes pouvant mener à l'événement redouté (en fonction que les barrières de prévention remplissent ou non leur fonction de sécurité) ;
- construire l'arbre des événements afin de mettre en évidence l'ensemble des conséquences possibles en fonction que les barrières de protection remplissent ou non leur fonction de sécurité ;
- quantifier le nœud papillon, c'est-à-dire estimer les fréquences d'occurrence des phénomènes dangereux en sortie de l'arbre d'événements.



L'évènement redouté constitue le nœud. Il s'agira le plus souvent de tout évènement susceptible d'initier une explosion ou l'incendie des matières explosives (apparition de point chaud, source d'inflammation thermique, électrique, mécanique)

Le côté gauche du nœud présente l'analyse de toutes les causes directes et indirectes pouvant être à l'origine de l'évènement, en leur affectant une fréquence et se présente sous l'aspect d'un arbre des défaillances.

Le côté droit du nœud papillon analyse toutes les évolutions possibles en cas d'apparition de l'évènement redouté, en fonction des circonstances aléatoires, en affectant une probabilité à chacune des conséquences. Il se présente sous la forme d'un arbre des évènements.

b) La méthode historique

La méthode historique, couramment utilisée dans le domaine d'explosifs, permet d'estimer la fréquence annuelle d'occurrence de base (générique) d'une détonation, déflagration etc. (probabilité chiffrée/quantifiée issue de l'accidentologie-retour d'expériences) au cours d'une opération pyrotechnique (stockage, fabrication, etc.). Ces fréquences annuelles d'occurrence historiques sont des fréquences moyennes annuelles évaluées sur un ensemble d'opérations similaires (une approche statistique a permis de les estimer).

Des exemples de fréquences d'occurrence semi-quantitatives/quantitatives par opération (stockage, chargement, compression, forage, etc.) et par an peuvent être trouvés dans les ouvrages suivants:

- Le guide français de Bonnes Pratiques en Pyrotechnie de SFEPA pages 82 à 88 (Guide Sfeпа Edition n°9 du 13 février 2009). Dans ce guide, les fréquences associées aux

événements redoutés sont réparties en classes de fréquences annuelles. Chaque classe comporte les opérations types qui s'y rapportent et elle est encadrée par deux fréquences-seuils.

- L'AASTP-4 Partie II Chapitre 2, 2.4 Méthodologies fréquentielles nationales et limitations, pages 5 à 16 (Edition du 28 mai 2003). Les fréquences d'occurrence d'évènements redoutés utilisées dans les différents pays OTAN pour des opérations-types telles que le stockage, la compression, le forage, etc., par an et par type de produit d'explosif mis en jeu (fonction de la sensibilité c'est-à-dire de la dangerosité du produit), sont exposées.

Ces fréquences annuelles de référence génériques impliquent des règles de construction, de prévention et de protection spécifiques. D'autre part, elles ont été estimées pour une opération donnée et pour un temps de fonctionnement donné parfois mal renseigné (nombres d'heures par an, par exemple 2080 h/an). Par conséquent, l'utilisation de ces probabilités exige de connaître les conditions dans lesquelles elles peuvent être employées.

L'annexe 3-Fréquence d'occurrence par opération et par an de ce guide contient un tableau de fréquences annuelles de base (P) pour un temps de référence spécifié et pour une opération pyrotechnique donnée. Ces fréquences constituent un bon compromis entre les différentes fréquences proposées par les ouvrages précités. Les fréquences de l'annexe 3 sont principalement issues de l'AASTP-4 et plus particulièrement du tableau « Probabilité américaine sous forme de matrice d'événements ». Pour des activités non reprises dans ce tableau l'exploitant proposera une fréquence annuelle pour laquelle il fournira une justification.

De plus, l'exploitant doit, dans tous les cas, dresser une liste d'incidents/accidents rencontrés sur les installations pyrotechniques, sur son propre site ainsi que dans le monde, pour des opérations similaires.

IV- La structure et le contenu minimal d'une étude de sécurité relative à la fabrication et au stockage de produits explosifs

IV.1. Renseignements administratifs

a) Noms, adresse, numéro de téléphone, adresse électronique et qualité du demandeur

b) Nom, adresse, numéro d'entreprise, numéro de l'unité, codes de classement des activités économiques (NACE-BEL) de l'établissement concerné

c) Les activités pyrotechniques de l'établissement

Cette partie doit préciser :

- s'il s'agit d'une activité de fabrication et/ou de stockage de produits explosifs ;

- les produits explosifs fabriqués et/ou stockés et leurs quantités respectives (quantités brute et nette NEQ) ;

- l'objet ou la finalité du stockage :

▪ Dépôt A : dépôt annexé à la fabrique d'explosifs ;

▪ Dépôt B : magasin pour la vente en gros ;

▪ Dépôt C : dépôt de consommation à l'usage de certains établissements ;

▪ Dépôt D : dépôt spécial de distribution ;

▪ Dépôt E : dépôt de débitants ;

▪ Dépôt F : Petit dépôt de dynamites ou d'explosifs difficilement inflammables et de détonateurs ;

▪ Dépôt G : dépôt temporaire.

d) Objet de la demande

L'objet de la demande doit indiquer la raison pour laquelle la demande d'autorisation est introduite :

- une nouvelle autorisation ;
- un renouvellement d'autorisation existante arrivant à son échéance ;
- une modification de l'autorisation existante impliquant une demande d'autorisation ;
- etc.

Pour connaître la procédure relative à la demande d'autorisation et les modifications qui impliquent une demande d'autorisation, veuillez-vous rapporter aux articles concernés des législations fédérale et régionale en vigueur.

IV.2. Présentation de l'environnement de l'établissement pyrotechnique

a) Un extrait du plan cadastral est joint à la demande

Le plan précise les références des parcelles cadastrales concernées.

b) Un plan de secteur est joint à la demande

Le plan de secteur couvre les zones pertinentes susceptibles d'être exposées aux effets (débris, effet de souffle, effet thermique, effet toxique) c'est-à-dire les zones susceptibles d'être impactées par les activités pyrotechniques de l'établissement.

c) Description de l'environnement de l'établissement

- Décrire la zone géographique (les sièges exposés) entourant l'établissement pyrotechnique qui est exposée à des dangers (par exemple : dangers liés aux débris et à l'effet de souffle) qui pourraient résulter de l'allumage des explosifs présents sur le site.

Les sièges exposés à prendre en compte sont, entre-autres :

- tout bâtiment ou emplacement dans lequel des gens vivent, travaillent ou se rassemblent ;

- toute route publique, tout chemin de fer et tout autre infrastructure de transport ;
- tout pipeline et toute ligne de transmission d'énergie et sa nature.

L'emplacement de chaque siège exposé est indiqué sur un plan (croquis) et est identifié par un numéro, une lettre ou un nom distinctif qui sert à les identifier dans chaque plan, dessin ou croquis que contient la demande.

- Indiquer les installations susceptibles d'avoir un impact sur l'établissement pyrotechnique.

Il s'agit de mentionner les installations où est stockée ou fabriquée une matière qui pourrait augmenter la probabilité d'un incendie ou d'une explosion dans l'établissement pyrotechnique (une station d'essence, un stockage de matière dangereuse, un site industriel, etc.).

Indiquer la distance approximative en mètres entre l'établissement pyrotechnique et ces installations.

IV.3. Présentation de l'établissement pyrotechnique

IV.3.1. Plan de l'établissement avec emplacement des différentes installations

a) Un plan de l'établissement à l'échelle d'au moins 1/200 est joint à la demande.

b) L'emplacement de chaque siège potentiel d'explosion (dépôt ou magasin, atelier pyrotechnique où les produits explosifs sont préparés, analysés, reconditionnés, transformés, assemblés, etc., aire de chargement et de déchargement, aire de stationnement, lieu de destruction sur site des explosifs inutilisables, etc.) est indiqué sur le plan joint et est identifié par un numéro, une lettre ou un nom distinctif qui sert à les identifier dans chaque plan, dessin ou croquis que contient la demande.

c) L'emplacement de chaque installation non pyrotechnique (local technique, cantine, vestiaire, bureau administratif, etc.) située sur le site de l'établissement pyrotechnique est indiqué sur le plan joint et est identifié par un numéro, une lettre ou un nom distinctif, qui sert à les identifier dans chaque plan, dessin ou croquis que contient la demande.

IV.3.2. Description de chaque siège potentiel d'explosion

a) Pour tout lieu de stockage et tout atelier pyrotechnique où des produits explosifs sont préparés, analysés, transformés, assemblés, reconditionnés, etc., précisez les points suivants :

a.1) Description générale de l'installation

- les coordonnées géographiques de l'installation (préciser le système de projection Lambert, WGS84, etc.) ;

- le plan à l'échelle de l'installation : indiquez sur ce plan les dimensions internes et externes de l'installation, les dimensions du merlon, la position et la distance du merlon par rapport à l'installation, la position de la porte de l'installation etc. ;

- le mode de construction : la résistance mécanique, thermique éventuelle de la structure (structures résistantes ou non, parois faibles, résistant au feu 1h, ...), les matériaux utilisés, l'épaisseur des parois et la nature de la toiture, du sol, des ouvertures, des plafonds, etc. ;

- les moyens de chauffage et de ventilation ;

- les équipements de sécurité (surfaces de décharge électrostatique, merlons, dispositifs de mise à terre, extincteurs, arrosage en pluie (déluge, rideau d'eau), systèmes de sprinklage, systèmes d'évacuation des fumées, barrières, panneaux de mise en garde, etc.) ;

- la protection contre la foudre ;

- l'énergie électrique et l'éclairage (indice de protection) ;

- les réseaux fluides, de communication, etc.

a.2) Description des activités/opérations et des produits explosifs mis en jeu

Dans ce point il s'agit de :

- fournir un croquis/plan à l'échelle de l'emplacement des différents postes de travail pyrotechniques dans l'installation (PES); chaque emplacement où l'on trouve des explosifs est une source potentielle d'explosion qui doit être identifiée par un numéro, une lettre ou un nom distinctif, qui sert à les identifier dans chaque plan, dessin ou croquis que contient la demande. (Exemple pour un PES1 comportant 3 postes de travail: PES1(forage), PES1(stockage temporaire), PES1(contrôle))

- décrire les produits explosifs mis en œuvre dans chaque installation pyrotechnique (PES) (Observation : si le PES comporte plusieurs postes de travail, décrire les produits explosifs mis en jeu par poste de travail)

Pour chaque produit explosif, renseigner :

- son nom commercial ;

- sa désignation officielle de transport selon l'ONU ;

- son numéro UN (Exemple : UN0333) ;

- sa classe et sa catégorie selon l'article 2 de l'arrêté royal du 23 septembre 1958 portant règlement général sur la fabrication, l'emmagasinement, la détention, le débit, le transport et l'emploi des produits explosifs (Exemple : classe A catégorie 1 = A1 = poudre noire) ;

- son classement en division de risque ou ses effets redoutés (la classe, la division de risque, le groupe de compatibilité) (Exemple : Classe 1, division de risque 1.1 et groupe de compatibilité D)¹ ;

- sa quantité maximale présente (quantité brute, quantité nette de matière explosive notée NEQ et quantité nette équivalente de TNT notée NEQ équivalent TNT).

Les fiches FDS (fiche de données de sécurité) communiquent les informations de sécurité sur les substances, les mélanges et quelques articles spécifiques (par exemple les artifices) pour les

¹ Pour déterminer la division de risque ou les effets redoutés, consulter l'annexe 1 –Définition –paragraphe relatif au classement en division de risque

utilisateurs. Elles sont exigées par le règlement REACH (utilisation des substances en toute sécurité) et constituent donc une base pour connaître les dangers du produit manipulé.

Elles ne sont pas toujours disponibles (car non exigée par le règlement REACH) ou suffisantes pour caractériser les produits explosifs présents sur le site. Toutes les fiches FDS exigées par le règlement REACH doivent être jointes à l'étude de sécurité. Si celles-ci ne sont pas requises, l'exploitant doit, au minimum, préciser avec justification la division de risque de ses produits explosifs présents sur le site.

Pour de plus amples informations sur les FDS consultez la réglementation REACH en vigueur.

- indiquer le nombre maximum de personnes occupées dans l'installation (PES) (Observation : si le PES comporte plusieurs postes de travail, indiquer également le nombre maximum de personnes par poste de travail) ;

- indiquer le nombre d'heures de présence par an des explosifs dans le PES ou le nombre d'heures de fonctionnement d'une installation pyrotechnique par an. Cette donnée permettra de calculer la fréquence d'occurrence annuelle réelle en corrigeant celle de référence fournie en **Annexe 3-Fréquence d'occurrence par opération et par an** pour chaque opération étudiée dans le PES² ;

- indiquer le nombre d'heures de présence par an des opérateurs dans le PES (Tp) ;

- indiquer la fraction de temps (facteur f) pendant laquelle ces opérateurs sont soumis aux explosifs de chacun des PES ;

- indiquer le taux d'exposition $E = f \cdot T_p / T_f$ où T_f est le nombre d'heures de présence par an des explosifs dans le PES ou le temps de fonctionnement du PES sur une année (h/an), pour chaque couple PES/ES ;

² Exemple de calcul de fréquence d'occurrence d'un évènement redouté selon le tableau de référence en annexe 3 pour une opération de fabrication d'explosif 1.1 D, présence d'explosifs 8760h/an dans le PES:
Le temps de référence 2080 h/an donne une fréquence de $4,1 \times 10^{-3}$ par an donc pour 8760h/an, la fréquence sera de $8760/2080 \cdot 4,1 \times 10^{-3} = 1,7 \times 10^{-2}/an$.

- décrire les machines, les équipements principaux de fabrication, de manutention et des dispositifs de sécurité connexes ;
- indiquer le lien entre les activités pyrotechniques dans l'installation ;
- décrire l'organisation du travail, le flux de produits et des personnes ;
- indiquer le diagramme des procédés ou le schéma des procédés ;
- etc.

b) Pour chaque aire de chargement et de déchargement d'explosifs (liée à un dépôt ou commune pour un ensemble de dépôts), indiquer :

- la fréquence de chargement et de déchargement (par jour, par mois ou par an) ;
- la durée maximale de stationnement du véhicule sur l'aire de chargement et de déchargement par opération ;
- la quantité maximale nette (NEQ) et la nature d'explosifs dans le véhicule qui y stationne.

c) Pour chaque aire de stationnement (en attente) de véhicules chargés d'explosifs provenant ou à destination de la voie publique (véhicules ADR), indiquer :

- la durée maximale de stationnement (en heures) ;
- la fréquence de stationnement (par jour/mois/an) ;
- la nature et la quantité maximale NEQ d'explosifs dans les véhicules ADR stationnés ;

d) Aire de destruction des explosifs :

- Préciser la procédure mise en place pour gérer les explosifs inutilisables ;
- Dans le cas où les explosifs sont détruits sur le site, décrire la procédure et la méthode utilisées.

d) Transport ADR ou non ADR de produits explosifs à l'intérieur du site :

- Décrire les unités de transport d'explosifs utilisés à l'intérieur du site (ADR ou non, à préciser) ainsi que les chemins (voies internes) utilisés, dédiés.

e) Traitement des activités de maintenance et d'entretien :

- Décrire la procédure relative aux activités de maintenance et d'entretien :

- entretien des ateliers et des dépôts ;
- réparation des équipements de production et/ou de stockage des substances pyrotechniques ;
- nettoyage des abords immédiats des locaux pyrotechniques ;
- etc.

IV.3.3. Description de toutes les installations non pyrotechniques au sein de l'établissement

Pour chaque installation non pyrotechnique présente au sein de l'établissement, préciser :

- les coordonnées géographiques de l'installation (préciser le système de projection Lambert, WGS84, etc.) ;
- le mode de construction : les dimensions externes et internes, la résistance mécanique, thermique éventuelle de la structure (structures résistantes ou non, parois faibles, résistant au feu 1h, ...), les matériaux utilisés, l'épaisseur des parois et la nature de la toiture, du sol, etc. ;
- le pourcentage d'ouverture, le pourcentage de surface vitrée et le type de vitrage ;
- l'affectation de l'installation (exemple : stock de combustible, bureau administratif, bureau technique, salle de réunion, cantine, vestiaire, etc.) ;
- le nombre maximum de personnes occupées dans chaque installation et leur catégorie (opérateurs pyrotechniciens ou/et travailleurs non impliqués) ;

- le nombre d'heures de présence par an (Tp) des personnes dans l'installation non pyrotechnique considérée (exemple : bureau administratif occupé pendant 2000 heures/an) ;
- la fraction de temps (facteur f) pendant laquelle les travailleurs occupés à l'ES sont soumis aux explosifs de chaque PES ;
- le taux d'exposition $E = f \cdot T_p / T_f$ où T_f est le nombre d'heures de présence par an des explosifs dans le PES ou le temps de fonctionnement du PES sur une année (h/an), pour chaque couple PES/ES.

IV.4. Approche déterministe relative aux distances minimales de sécurité

La distance minimale de sécurité, obtenue par l'approche déterministe, est la distance minimale entre un PES et un ES, pour laquelle le risque encouru est jugé acceptable.

Les distances se mesurent depuis le point le plus proche du site potentiel d'explosion (PES) jusqu'au point le plus proche du site exposé (ES). Elles sont mesurées en ligne droite, sans tenir compte des merlons. Par défaut, pour application des tables de distances, le terme « en ligne droite » signifie « en ligne horizontale ». ³

IV.4.1. Distances minimales de sécurité relatives à l'effet domino

- Indiquer dans un tableau la distance réelle en mètres entre chaque PES ;
- Indiquer dans un tableau la distance minimale acceptable correspondant à l'effet domino⁴.

Pour les explosifs de la classe 1, se trouvant dans une configuration donnée bien précise (par exemple, une structure légère melonnée), **l'annexe 2 - Tables de distances de sécurité relatives au stockage et à la fabrication des explosifs appartenant à la classe 1** fournit ces distances.

³ Dans le cas d'une configuration particulière d'implantation des PES et ES, la mesure des distances « en ligne horizontale » pourra éventuellement et avec justification être adaptée et ce en fonction des différents effets (surpression, thermique, projections).

⁴ Effet domino : tout événement pyrotechnique survenant dans une ou plusieurs installations dont les effets déclenchent un autre événement sur une autre installation, conduisant à une aggravation générale des effets du premier événement

Pour des structures particulières (exemple : dépôt recouvert de terre, dépôt souterrain, igloo particulier etc.) non reprises dans l'annexe 2, il est indispensable de préciser la référence utilisée (la norme : dernière version, les tests réalisés, les guides reconnus, etc.) pour justifier la distance minimale acceptable proposée (Exemple : Norme AASTP-1 dernière version en vigueur). Attention, toutes les conditions⁵ doivent être remplies (conditions de construction par exemple) pour pouvoir appliquer les distances proposées.

Dans certaines circonstances particulières (présence de barrières de sécurité), ces distances minimales de sécurité peuvent s'avérer être conservatrices étant donné que certains effets seraient impossibles ou fortement atténués (exemple : présence d'un écran correctement dimensionné). Dans ces cas, il est possible de négliger ces effets moyennant une justification détaillée.

Pour les matières explosibles désensibilisés (par exemple : nitrocellulose désensibilisée), **l'annexe 6** fournit les informations sur la classification et les distances de sécurité à des fins de stockage.

Pour les produits explosifs appartenant aux autres classes et couverts par l'arrêté royal du 23 septembre 1958, préciser la référence utilisée pour justifier la distance minimale acceptable proposée.

Pour faciliter l'interprétation, dans le tableau des distances réelles, les distances qui seraient inférieures aux distances minimales acceptables relatives à l'effet domino doivent être clairement mis en évidence (par exemple soulignées en rouge).

Si les distances relatives à l'effet domino ne sont pas respectées, plusieurs solutions peuvent être mises en place pour supprimer les effets domino identifiés sur le site, par exemple, diminuer les quantités stockées ou éloigner les installations pyrotechniques l'une de l'autre.

Si aucune solution pour supprimer les effets de transmission n'est envisageable, alors il faut cumuler⁶ les quantités maximales autorisées des PES concernés et créer des PES fictifs qui ont

⁵ Joindre à la demande d'autorisation les conditions complètes de la référence utilisée

⁶ Le cumul des quantités se fait selon les règles énoncées dans l'annexe 1- Définitions

chacun la configuration (structure) et la position du PES correspondant mais contenant cette nouvelle quantité de matière explosive fictive. C'est par rapport à ces PES fictifs que les distances internes et externes seront calculées.

Quand il s'agit d'un effet domino entre une zone de chargement/déchargement et son dépôt, il s'agit alors de sommer les quantités maximales réelles au moment de la livraison (camion + dépôt).

IV.4.2. Distances minimales de sécurité à l'intérieur de l'établissement (distances internes)

- Indiquer dans un tableau la distance entre chaque PES⁷ et un atelier pyrotechnique et entre chaque PES et une installation non pyrotechnique de l'établissement ;

- Indiquer dans un tableau la distance minimale acceptable en mètres qui devrait être maintenue entre d'une part chaque PES et les ateliers pyrotechniques et d'autre part entre chaque PES et les installations non pyrotechniques où des personnes sont susceptibles d'être présentes (bureaux administratifs, vestiaires, cantines, local du gardien, maison du concierge, ateliers non pyrotechniques, etc.).

Pour les explosifs de la classe 1, se trouvant dans une configuration donnée précise (par exemple, une structure légère melonnée), **l'annexe 2 - Tables de distances de sécurité relatives au stockage et à la fabrication des explosifs appartenant à la classe 1** fournit ces distances.

Pour des structures particulières (exemple : dépôt recouvert de terre, dépôt souterrain, igloo particulier etc.) non reprises dans l'annexe 2, il est indispensable de préciser la référence utilisée (la norme : dernière version, les tests réalisés, les guides reconnus, etc.) pour justifier la distance minimale acceptable proposée (Exemple : Norme AASTP-1 dernière version en vigueur). Attention, toutes les conditions⁸ doivent être remplies (conditions de construction par exemple) pour pouvoir appliquer les distances proposées.

Dans certaines circonstances particulières (présence de barrières de sécurité), ces distances minimales de sécurité peuvent s'avérer être conservatrices étant donné que certains effets

⁷ Attention, en cas d'effet domino entre deux PES, les PES fictifs correspondant doivent être repris à ce niveau

⁸ Joindre à la demande d'autorisation les conditions complètes de la référence utilisée

seraient impossibles ou fortement atténués (exemple : projections en présence d'un écran correctement dimensionné). Dans ces cas, il est possible de négliger ces effets moyennant une justification détaillée.

Pour les matières explosibles désensibilisés (par exemple : nitrocellulose désensibilisée), **l'annexe 6** fournit les informations sur la classification et les distances de sécurité à des fins de stockage.

Pour les produits explosifs appartenant aux autres classes et couverts par l'arrêté royal du 23 septembre 1958, préciser la référence utilisée pour justifier la distance minimale acceptable proposée.

Pour faciliter l'interprétation, dans le tableau des distances réelles, les distances qui seraient inférieures aux distances minimales acceptables doivent être clairement mises en évidence (par exemple soulignées en rouge).

IV.4.3. Distances minimales de sécurité externes

- Indiquer dans un tableau la distance en mètres entre chaque siège exposé (habitation, voie de circulation) et chaque PES (siège potentiel d'explosion) de l'établissement.

- Indiquer dans un tableau la distance minimale acceptable en mètres qui devrait être maintenue entre un PES et le siège exposé.

Pour les explosifs de la classe 1, se trouvant dans une configuration donnée précise (par exemple, une structure légère melonnée), **l'annexe 2** - **Tables de distances de sécurité relatives au stockage et à la fabrication des explosifs appartenant à la classe 1** fournit ces distances.

Pour des structures non reprises dans l'annexe 2 (exemples : dépôt recouvert de terre, dépôt souterrain, igloo etc.), il est indispensable de préciser la référence utilisée (la norme : dernière version, les tests réalisés, les guides reconnus etc.) pour justifier la distance minimale acceptable proposée (Exemple : Norme AASTP-1 version en vigueur). Attention, toutes les conditions⁹ de

⁹ Joindre à la demande d'autorisation les conditions complètes de la référence utilisée

la référence utilisée doivent être remplies (conditions de construction par exemple) pour pouvoir appliquer les distances proposées.

Dans certaines circonstances particulières (présence de barrières de sécurité), ces distances minimales de sécurité peuvent s'avérer être conservatrices étant donné que certains effets seraient impossibles ou fortement atténués (exemple : projections en présence d'un écran correctement dimensionné). Dans ces cas, il est possible de négliger ces effets moyennant une justification détaillée.

Pour les matières explosibles désensibilisés (par exemple : nitrocellulose désensibilisée), **l'annexe 6** fournit les informations sur la classification et les distances de sécurité à des fins de stockage.

Pour les produits explosifs appartenant aux autres classes et couverts par l'arrêté royal du 23 septembre 1958 préciser la référence utilisée pour justifier la distance minimale acceptable proposée.

Pour faciliter l'interprétation, dans le tableau des distances réelles, les distances qui seraient inférieures aux distances minimales acceptables doivent être clairement mises en évidence (par exemple soulignées en rouge).

IV.4.4. Conclusion

Si aucune distance réelle n'est inférieure à la distance minimale acceptable correspondante, l'exploitant a prouvé qu'il maîtrise le risque sur une base déterministe en ce qui concerne les distances d'éloignement entre les PES et les ES.

Dans ce cas, il poursuit son étude de sécurité en passant directement au point IV.6. de ce guide.

Sinon, il poursuit son étude de sécurité en passant au point qui suit IV.5. Approche probabiliste relative aux distances minimales de sécurité.

IV.5. Approche probabiliste relative aux distances minimales de sécurité

Ce n'est que lorsque les distances minimales de sécurité déterministes (Point IV.4. de ce guide) ne sont pas respectées que l'approche probabiliste de la gestion des risques peut être mise en œuvre pour justifier les distances d'implantation, plus faibles, entre les PES et les ES. L'approche probabiliste implique, entre autres, l'estimation de la fréquence d'occurrence du phénomène dangereux. Cette estimation doit être argumentée et convaincante.

Dans certains cas, il sera possible d'invoquer la fréquence d'occurrence très basse pour justifier le fait que le risque est acceptable.

Dans d'autres cas, une approche probabiliste de risque basée sur une méthode reconnue et éprouvée telle que la méthode Kinney ou basée sur l'utilisation d'un logiciel tel que IMESAFR (utilisé au Canada, USA et préconisé par la fédération européenne des fabricants d'explosifs - FEEM) pourra également être employée pour justifier les implantations de toute installation dangereuse de manière probabiliste.

Les phénomènes dangereux à prendre au compte sont :

- les déflagrations et détonations dont les effets sont la surpression et les effets missiles (projections).
- l'incendie dont l'effet principal est l'effet thermique.

Cette liste n'est pas exhaustive et peut être étendue à des dangers plus spécifiques à certaines substances ou à certaines activités (Exemple : émission de substances toxiques).

IV.5.1. Risques internes-distance acceptable pour le siège exposé ES

Dans cette partie, il convient d'évaluer le risque engendré par l'ensemble des PES sur le ES étudié. Pour chaque ES, on précisera la catégorie de personnes présentes. Le risque annuel total individuel et le risque annuel total collectif sont à évaluer.

a) Le risque annuel total individuel est jugé :

⇒ **acceptable** lorsqu'il est inférieur à :

- 10^{-7} /an pour les personnes qui ne sont pas impliquées dans l'activité pyrotechnique
- 3.10^{-7} /an pour les personnes qui sont impliquées dans l'activité pyrotechnique.

⇒ **inacceptable** lorsqu'il est supérieur à :

- 3.10^{-6} /an pour les personnes qui ne sont pas impliquées dans l'activité pyrotechnique
- 10^{-5} /an pour les personnes qui sont impliquées dans l'activité pyrotechnique.

⇒ **ALARP** (« As Low as Reasonably Practicable ») est situé entre ces deux valeurs. Dans cette zone le risque a été réduit à son niveau le plus bas réalisable.

b) Le risque annuel total collectif est jugé :

⇒ **acceptable** lorsqu'il est inférieur à :

- 10^{-6} /an pour les personnes qui ne sont pas impliquées dans l'activité pyrotechnique
- 3.10^{-6} /an pour les personnes qui sont impliquées dans l'activité pyrotechnique.

⇒ **inacceptable** lorsqu'il est supérieur à :

- 3.10^{-5} /an pour les personnes qui ne sont pas impliquées dans l'activité pyrotechnique
- 10^{-4} /an pour les personnes qui sont impliquées dans l'activité pyrotechnique.

⇒ **ALARP** (« As Low as Reasonably Practicable ») est situé entre ces deux valeurs. Dans cette zone le risque a été réduit à son niveau le plus bas réalisable.

Les risques annuels totaux individuel et collectif engendrés par les PES sur le ES étudié peuvent par exemple être calculés au moyen d'un logiciel QRA (Quantitative Risk Assessment).

En cas d'utilisation de la méthode de Kinney, l'exploitant précise les critères d'acceptabilité pour les risques individuel et collectif.

Dans **l'annexe 4** seul les critères d'acceptabilité pour les travailleurs pyrotechniciens, soumis aux risques engendrés par les activités pyrotechniques exécutées dans leur PES, sont donnés.

IV.5.3. Risques externes - distance acceptable pour le couple PES/ES

Critères de Risque :

Le risque individuel est jugé négligeable lorsque la fréquence d'apparition de l'événement redouté (explosion au PES) est inférieure à $10^{-6}/\text{an}$.

Lorsque l'acceptabilité d'un événement redouté ne peut être justifiée sur base de cette faible fréquence, il convient d'évaluer le risque individuel engendré par le PES sur le ES.

Le risque individuel est jugé acceptable lorsque le risque est inférieur à $10^{-6}/\text{an}$.

Le risque individuel pour le couple PES/ES peut être calculé par exemple au moyen d'un logiciel QRA (Quantitative Risk Assessment).

Le risque collectif n'est pas étudié pour la sécurité externe.

IV.6. Analyse de sécurité au poste de travail pyrotechnique

Cette partie a pour objectif d'évaluer les risques auxquels sont soumis les personnes à leur poste de travail pyrotechnique (poste cible ou récepteur) situé dans un PES donné. On s'intéresse donc, dans ce chapitre, aux risques qui sont engendrés par leur propre activité pyrotechnique et par les activités pyrotechniques voisines exécutées dans le PES étudié¹⁰.

Pour chaque poste de travail (opération pyrotechnique) d'une même installation pyrotechnique (PES), il faut :

- Identifier les dangers **liés à l'activité pyrotechnique** au poste de travail considéré ;

L'analyse préliminaire des risques (APR) permet de mener cette identification et de la résumer dans un tableau comme celui proposé ci-dessous.

¹⁰ Les risques engendrés sur ces N personnes, par les activités des PES voisins, sont évalués dans les chapitres qui précédent.

PES	Sous-système	Evènement redouté	Causes de l'évènement	Effets
Atelier pyrotechnique relatif au forage	Opération de forage explosifs 1.1	Explosion de la quantité X d'explosifs dans le PES	-Contact entre explosif et une source d'ignition -échauffement ponctuel Etc.	Souffle, projection, effet thermique
	Opération de contrôle des pièces forées
	Stockage temporaire des pièces à forer ou forées (en attente d'évacuation)
...

Il s'agit donc d'estimer et d'évaluer les risques associés à ces dangers (par rapport au personnel du poste et par rapport aux autres postes dans la même installation, examen de l'exposition des postes entre eux).

Pour traiter les étapes relatives à l'estimation et à l'évaluation du risque dû au souffle et à l'effet thermique la méthode décrite dans **l'annexe 4**, intitulée « Méthode de Kinney - méthode d'évaluation du risque - effets de surpression et thermique –Analyse de sécurité au poste du travail pyrotechnique», peut être employée. Les effets de projections ne sont pas pris en compte dans cette méthode. L'exploitant doit donc s'assurer que les effets de projections en interne (exemple : projections de la cuve de malaxage, projection de l'outillage, etc.) sont éliminés.

L'exploitant décrit les systèmes mis en place pour éliminer ce risque. Il doit donc décrire les moyens et les délais à mettre en place pour réduire les risques jugés inacceptables

V- Documents annexes joints à l'étude

Dans cette partie, l'exploitant pourra annexer tout document justificatif et utile afin que son étude soit complète et la plus explicite possible (les références utilisées, les calculs, les justifications, etc.).

VI- Annexes

Annexe 1 : Définitions

Annexe 2 : Tables de distances de sécurité relatives à la fabrication et au stockage des explosifs appartenant à la classe 1

Annexe 3 : Fréquences annuelles d'occurrence par opération et par an pour un temps de référence donné

Annexe 4 : Méthode de Kinney – Méthode d'évaluation du risque -effets de surpression et thermique – analyse de sécurité au poste du travail pyrotechnique

Annexe 5 : Exemple d'application – explosifs classe 1

- Approche déterministe : distances de sécurité relatives à l'implantation des différents bâtiments dans l'établissement pyrotechnique ;
- Approche probabiliste : distances de sécurité relatives à l'implantation des différents bâtiments dans l'établissement pyrotechnique - évaluation quantitative du risque par la méthode développée dans IMESAFR ;
- Approche probabiliste : évaluation du risque au poste de travail pyrotechnique par la méthode de Kinney.

Annexe 6 : Classification et conditions de stockage des matières explosibles désensibilisées

PROJET FINAL DU 18 JANVIER 2016

DEFINITIONS

Annexe 1

A

Atelier pyrotechnique : Lieu où les produits explosifs sont fabriqués ou reconditionnés. Un atelier pyrotechnique comporte un ou plusieurs postes de travail pyrotechniques en plus du stockage journalier des produits explosifs nécessaires au fonctionnement de l'installation (Exemples de postes de travail pyrotechniques : forage, fusion, coulage, compression, montage, etc.).

AASTP-1 : Publication interalliée sur le stockage et le transport de munitions. Manuel sur les principes de sécurité OTAN applicables au stockage des munitions et des explosifs militaires.

Article pyrotechnique : Tout article contenant des substances explosives ou un mélange explosif de substances conçues pour produire de la chaleur, de la lumière, des sons, des gaz, de la fumée ou une combinaison de ces effets par une réaction chimique exothermique autoentretenu.

Aire de chargement et déchargement : Lieu dédié au transfert des explosifs à partir d'un véhicule pour approvisionner un dépôt ou un magasin ou pour charger un véhicule en explosifs à partir d'un dépôt ou un magasin.

Aire de stationnement : Lieu dédié au stationnement de véhicules provenant de la voie publique et en attente d'être déchargés ou de véhicules chargés en explosifs et en attente d'être mis sur la voie publique.

Analyse de Risques : Processus mis en œuvre pour comprendre la nature d'un risque et pour déterminer le niveau de risque

L'analyse du risque consiste à répondre aux trois questions :

- ▶ Qu' est-ce-qui peut conduire à des situations de danger ?
- ▶ A quelles conséquences doit-on s'attendre ?
- ▶ Quelles sont les probabilités pour que ces situations se produisent ?

La première question revient à rechercher les scénarios pouvant conduire à une défaillance. La seconde question va s'attacher à décrire et à estimer les conséquences ou dommages liées aux scénarios. La troisième question consiste à évaluer la possibilité d'apparition de chaque scénario à partir d'une mesure d'occurrence (dans une approche probabiliste, il s'agira de la probabilité/fréquence associée à chaque scénario).

Les arguments développés doivent être compréhensibles par toute personne (et pas seulement par des initiés) car ces arguments doivent être interprétables par les différents preneurs de décision mais doivent aussi permettre de rassurer le public, les travailleurs, etc.

En outre, pour être convaincant, le discours doit faire apparaître tous les événements à redouter quelle que soit leur vraisemblance ou leur gravité et expliquer, au cas par cas, les raisons de croire que l'activité ne peut engendrer une catastrophe.

En clair, l'analyse attendue consiste à répondre à la question suivante : **l'ensemble des événements à redouter pris un à un est-il maîtrisé ?**

B

Bâtiment occupé et emplacement de travail non pyrotechnique : Bâtiment ou emplacement appartenant au site pyrotechnique où aucun explosif n'est présent. Il s'agit des bureaux administratifs, des vestiaires, des cantines, du local du gardien, de la maison du concierge, etc.

C

Classement en division de risque des explosifs de la classe 1 : Les explosifs de la classe 1 sont classés selon la réglementation internationale au transport en 6 divisions de risque : 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 et 1.6. En plus de la division de risque, chaque explosif est caractérisé par son groupe de compatibilité (A, B, C, D etc.). (Exemple : Explosif Classe 1, Division de risque 1.1, groupe de compatibilité D). La division de risque et le groupe de compatibilité indiquent les effets auxquels on peut s'attendre lorsque ces explosifs sont transportés. Ce classement en division de risque n'est donc valable que pour des conditions d'emballage et de confinement précises telles que stipulées dans la réglementation internationale relative au transport des matières dangereuses.

Pour des produits explosifs conservés dans leurs emballages homologués au transport et respectant le confinement standard; le classement en division de risque selon la réglementation internationale sur le transport peut être utilisé. De plus, ce classement peut servir de base afin de déterminer les effets redoutés (effets de souffle, thermique et de projection).

Pour des produits explosifs qui ne sont pas conservés dans leur emballage homologué au transport et/ou qui sont tels que le confinement standard n'est pas respecté, la division de risque peut s'avérer être différente de celle déterminée par la réglementation internationale sur le transport. Le classement en division de risque n'est pas intrinsèque à une composition chimique. Il est prononcé : dans un état défini (pâteux, compact, ..), dans un confinement défini (malaxeur, trémie, séchoir...) et dans un emballage défini (colis ADR, etc.).

En effet, pour certaines matières et certains objets, la modification du comportement (la modification de la division de risque ou de classe) peut résulter des conditions de stockage (exemple : détonateurs dans colis homologués classés en catégorie 1.4S et ces mêmes détonateurs dans colis ouverts classés en 1.1) ou d'utilisation (exemple des poudres propulsives, le plus souvent classées en 1.3 au transport dans leur emballage et qui peuvent, dans certaines conditions, détoner lorsque la hauteur de chargement est supérieure à la hauteur critique. Un confinement de la matière trop important peut également être à l'origine de la transition combustion-déflagration-détonation).

Par conséquent, pour déterminer la division de risque (ou la classe) du produit explosif mis en œuvre lors de l'opération de fabrication et/ou de stockage, il faut identifier l'ensemble des effets redoutés (effets de souffle, de projection, thermique) de ce produit selon l'état et la configuration réelle de la matière ou de l'objet concerné pendant cette opération. Il convient donc de prendre en compte tous les états dans lesquels le produit peut se trouver dans tout son cycle de vie (de la fabrication jusqu'à l'élimination).

Pour déterminer la division de risque (ou la classe) du produit l'exploitant peut s'appuyer sur:

- la classification des produits au titre de la réglementation internationale sur le transport pour des produits conservés dans leur emballage homologué ;

- les résultats d'épreuves normalisées qui font l'objet de normes reconnues ou normes décrites dans le manuel d'épreuves et de critères de l'ONU permettant de se prononcer sur l'affectation à une division de risque. Ces épreuves normalisées ont pour but de provoquer l'explosion ou la combustion du produit mis en œuvre afin d'estimer la nature et la gravité des effets qui pourraient en résulter et d'évaluer sa sensibilité (au choc, à la friction, etc.) lorsque le produit n'est pas conservé dans son emballage homologué au transport et dans le cadre d'un confinement standard.

Le règlement CLP¹ reprend la même classification basée sur les critères de classement ADR donc dépendant de l'emballage. Les explosifs non emballés dans des emballages ADR doivent être soumis à de nouveaux tests pour se prononcer sur leur classement en division de risque.

Ce raisonnement de classement est valable pour toute classe. Si un produit n'est pas classé dans la classe 1 lors de ses conditions de transport (exemple : classement en classe 5.1), il faut vérifier que dans les configurations de stockage ou de manipulation, ce classement reste valable et que le produit n'aura pas tendance à détoner (donc passer en classe 1 division de risque caractérisée par une détonation).

Catégories de personnes : Les individus exposés sont classés en différentes catégories de personnes, telles que :

- Personnes impliquées dans l'activité pyrotechnique (opérateurs pyrotechniciens en contact avec les explosifs) ;
- Personnes non impliquées dans l'activité pyrotechnique (personnel de l'établissement pyrotechnique tel que les administratifs, le concierge, le gardien, etc.) ;
- Grand public ou personnes externes à l'établissement.

Conséquence : Dommages pour l'homme et/ou pour l'environnement causés par un évènement dangereux ou redouté au sein d'un établissement pyrotechnique.

Critères de risque (ou échelle de risque) : Termes de référence vis-à-vis desquels l'importance d'un risque est évaluée

¹Règlement CLP 1272/2008/CE relatif à la classification, l'étiquetage et l'emballage des substances dangereuses

Cumul des quantités : Lorsque des produits de différentes divisions et sous division de la classe 1 sont stockés dans un même dépôt, les interdictions de stockage en commun étant respectées, le dépôt doit être traité dans sa totalité comme indiqué dans le tableau ci-dessous.

Division de Risque	1.1	1.2.1*	1.2.2*	1.2.3*	1.3.1**	1.3.2**	1.4	1.5	1.6
1.1	1.1	1	1	1	1.1	1.1	3	1.1	1.1
1.2.1	1	1.2.1	2	2	2,6	2,6	3	1	4
1.2.2	1	2	1.2.2	2	2,6	2,6	3	1	4
1.2.3	1	2	2	1.2.3	2	2	3	1	4
1.3.1	1.1	2,6	2,6	2	1.3.1	5	3	1.1	4
1.3.2	1.1	2,6	2,6	2	5	1.3.2	3	1.1	4
1.4	3	3	3	3	3	3	1.4	3	3
1.5	1.1	1	1	1	1.1	1.1	3	1.1	1.1
1.6	1.1	4	4	4	4	4	3	1.1	1.6

Notes :

*La division de risque 1.2 est déclinée en trois sous-divisions 1.2.1, 1.2.2 et 1.2.3

1.2.1 munitions dont la NEQ individuelle est supérieure ou égale à 0,73 kg, portée d'éclats considérable

1.2.2. munitions dont la NEQ individuelle est inférieure ou égale à 0,73 kg, portée d'éclats modérée

1.2.3. munitions spéciales

** La division de risque 1.3 est déclinée en deux sous-divisions 1.3.1 et 1.3.2.

1.3.1 (ou 1.3C) : matières et objets dont la combustion donne lieu à un rayonnement thermique considérable

1.3.2 (ou 1.3G) : matières et objets qui brûlent les uns après les autres, avec effets minimes de souffle et/ou de projections.

¹ Sélectionner la plus grande distance de sécurité :

a) sommer les NEQ pour les objets 1.1 ou les objets 1.5 et les objets 1.2 et traiter l'ensemble comme 1.1

b) considérer seulement le NEQ de 1.2 et appliquer les critères correspondants aux 1.2

² Le NEQ du mélange est le NEQ de la sous division de risque qui demande la plus grande distance de sécurité. Ne pas cumuler avec les différentes sous divisions de risque, mais déterminer la distance de sécurité pour chacune individuellement.

³ La division de risque 1.4 peut être stockée avec toute autre division de risque sans qu'il est besoin d'effectuer le cumul de la NEQ

⁴ Traiter les objets appartenant la division de risque 1.6 comme les objets de la division de risque 1.2.3 et appliquer la note ²

⁵ Sommer les NEQ et sélectionner la plus grande distance de sécurité :

a) les objets sont considérés appartenir à la sous division de risque 1.3.1

b) les objets sont considérés appartenir à la sous division de risque 1.3.2

⁶ Dans certains cas, il existe un réel risque que le mélange d'objets des sous divisions de risque 1.2.1 et 1.2.2 et 1.3 se comporte comme une quantité cumulée d'objets appartenant la division de risque 1.1.

Si l'une des circonstances suivantes est vérifiée, la combinaison doit impérativement être considérée dans son ensemble comme relevant de la division 1.1, sauf preuve du contraire apportée par des analyses ou essais adaptés :

a) présence de charges creuses 1.2

- b) poudre à haute énergie (canon à charge)
- c) stockage d'articles de la division 1.3 à très forte densité de chargement dans des conditions de confinement relativement important
- d) articles 1.2.1 dont le NEQ individuel est > 5 kg

D

Divisions de risque : La classe 1 est déclinée en 6 divisions de risques (1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 et 1.6). Chaque division de risque correspond au type de risque auquel on doit prioritairement s'attendre en cas d'accident.

Division 1.1 – Matières et objets présentant un risque d'explosion en masse (une explosion « en masse » est une explosion qui affecte presque instantanément la totalité du chargement)

Division 1.2 – Matières et objets présentant un risque de projection, sans risque d'explosion en masse.

Division 1.3 – Matières et objets présentant un risque d'incendie avec un risque léger de souffle, ou de projection, ou des deux, sans risque d'explosion en masse

Division 1.4 – Matières et objets ne présentant pas de risques notables

Division 1.5 – Matières très peu sensibles présentant un risque d'explosion en masse

Division 1.6 – Objets extrêmement peu sensibles, ne présentant pas de risque d'explosion en masse

Dépôt ou magasin : Ce sont les lieux de stockage pouvant être de type A, B, C, D, E, F et G selon l'arrêté royal du 23/09/58. Seuls les dépôts de type A peuvent contenir des explosifs non conservés dans leurs emballages ADR (le dépôt A est un dépôt annexé à la fabrication dans lequel les produits finis ou semi-finis non emballés dans les conditions ADR peuvent s'y trouver). Dans certains types de dépôts ou de magasins, l'ouverture des emballages est tolérée (selon la législation en vigueur).

Distance minimale de sécurité (annexe 2) : La distance minimale de sécurité est la distance déterministe entre un PES et un ES pour laquelle le risque encouru est jugé acceptable. Les distances de sécurité se mesurent depuis le point le plus proche du PES jusqu'au point le plus proche du site exposé (ES). Elles sont mesurées en ligne droite, sans tenir compte des merlons. Les effets de souffle, les effets thermiques et les projections ont été pris en compte. Par défaut, pour application des tables de distances, le terme « en ligne droite » signifie « en ligne horizontale.²

La distance de sécurité est soit forfaitaire, soit calculée à l'aide des formules mathématiques figurant en bas des tableaux de distances. Dans ce cas, elle est arrondie conformément au tableau ci-dessous:

valeur calculée (m)	arrondi à la hausse au plus proche (m)
3 à <100	1
≥100 à < 500	5
≥500 à < 1000	10
≥1000	20

Distances minimales de sécurité forfaitaires :

Pour toute quantité nette de produits explosifs (NEQ) appartenant à la classe 1 intermédiaire entre deux quantités listées dans le tableau des distances, la distance de sécurité choisie doit être la distance immédiatement supérieure mentionnée dans le tableau. Pour toute distance intermédiaire entre deux distances listées dans le tableau, la quantité nette de matière dangereuse de la classe 1 choisie doit être immédiatement inférieure.

Les distances PES-ES à prendre en compte sont :

² Dans le cas d'une configuration particulière d'implantation des PES et ES, la mesure des distances « en ligne horizontale » pourra éventuellement et avec justification être adaptée et ce en fonction des différents effets (surpression, projections, thermique)

a) La distance relative à l'effet domino

Il s'agit de la distance minimale de sécurité entre deux sièges potentiels d'explosion permettant de lutter contre la propagation de l'explosion (effet domino). Elle a pour objectif de garantir la protection des explosifs du site exposé et de contrer une réaction d'explosion en chaîne.

b) Les distances internes

Il s'agit des distances minimales de sécurité suivantes :

- Distance entre deux sièges potentiels d'explosion permettant de lutter contre la propagation de l'explosion (effet domino). Elle a pour objectif de garantir la protection des explosifs du site exposé et de contrer une réaction d'explosion en chaîne.

- Distance entre un siège potentiel d'explosion et un atelier pyrotechnique. Elle a pour objectif de fournir au personnel des ateliers pyrotechniques un niveau raisonnable de protection contre les effets d'une explosion voisine (souffle, flamme, rayonnement thermique, projections).

- Distance entre un siège potentiel d'explosion et un bâtiment occupé ou un emplacement de travail non pyrotechnique. Elle a pour objectif de fournir au personnel non pyrotechnique (travailleurs non impliqués) un niveau raisonnable de protection contre les effets d'une explosion voisine (souffle, flamme, rayonnement thermique, projections).

c) Les distances externes :

Il s'agit des distances minimales de sécurité suivantes :

- Distance entre un siège potentiel d'explosion et une habitation

- Distance entre un siège potentiel d'explosion et une voie publique de circulation

Distance du PES au merlon : Cette distance dépend de la configuration du PES et du merlon. Il s'agit de la distance mesurée du centre du PES au centre du merlon.

Destruction des explosifs sur site : Signifie neutraliser les explosifs destinés à la destruction sur le site où ils sont fabriqués ou utilisés.

Dompage : Blessure physique ou atteinte à la santé des personnes ou préjudice aux biens et à l'environnement.

Danger : Propriété intrinsèque d'un élément susceptible de produire un dommage sur une cible.

E

Effet domino : Tout événement pyrotechnique survenant dans une ou plusieurs installations dont les effets sont susceptibles de déclencher un autre événement sur une autre installation, conduisant à une aggravation générale des effets du premier événement.

Etablissement ou site pyrotechnique : L'ensemble de la zone placée sous le contrôle d'un exploitant où les installations pyrotechniques se trouvent, y compris les infrastructures ou les activités communes ou connexes.

Explosion : Toute transformation rapide d'un système matériel libérant en un temps extrêmement court une quantité très importante de gaz et par extension, toute réaction chimique d'oxydation ou de décomposition d'une substance ou d'un mélange de substances pyrotechniques s'accompagnant d'un important dégagement d'énergie. Suivant le mode de propagation de ce phénomène, on parle de déflagration ou de détonation.

Explosifs : Sont considérés comme explosifs les produits susceptibles d'être utilisés pour leurs propriétés explosives, déflagrantes ou pyrotechniques.

Explosifs inclus dans la classe 1 : Les produits explosifs qui sont classés par l'accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses en Classe 1 : Matières et objets explosibles.

Au sein de cette classe, ils sont repartis d'une part, en division de risque suivant la nature des effets de leur explosion ou selon leur sensibilité et d'autre part, en groupe de compatibilité

suivant le type de risque qu'ils peuvent comporter lorsqu'ils sont en présence de matières ou objets appartenant à d'autres groupes.

Ce classement au transport ne constitue qu'une référence en fonction d'une configuration spécifique et des épreuves et critères normalisés. Les produits doivent être conservés dans leur emballage d'origine homologué au transport. Cet emballage doit demeurer fermé.

L'inclusion en classe 1 et l'affectation à une division de risque et à un groupe de compatibilité d'un produit explosif doivent être justifiés.

Explosifs de la classe 1 compatibles : Ce sont les produits explosifs de la classe 1 dont le stockage en commun est autorisé. Un même dépôt ou magasin ne peut contenir des produits explosifs de la classe 1 rangés dans des groupes de compatibilité différents, à l'exception des possibilités prévues dans le tableau ci-dessous. Les produits explosifs sont emballés en colis conformément aux dispositions réglementaires sur le transport des marchandises dangereuses.

Groupe de compatibilité	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	N	S
A	X												
B		X	1)	1)	1)	1)	1)*)						X
C		1)	X	X	X	2)	*)					4)	X
D		1)	X	X	X	2)	*)					4)	X
E		1)	X	X	X	2)	*)					4)	X
F		1)	2)	2)	2)	X	*)						X
G		1)*)	*)	*)	*)	*)	X						X
H								X					X
J									X				X
K										X			
L											3)		
N												6)	5)
S		X	X	X	X	X	X	X	X			5)	X

Notes :

X : stockage en commun autorisé

*¹⁾ stockage en commun autorisé uniquement pour des munitions de groupe de compatibilité G

¹⁾ Les fusées de groupe de compatibilité B peuvent être stockées avec les articles sur lesquels elles doivent être montées, mais la NEQ doit impérativement être cumulée et traitée comme faisant partie du groupe de compatibilité F.

²⁾ Le stockage dans un même bâtiment est autorisé s'il existe un dispositif de séparation efficace permettant d'éviter toute propagation.

³⁾ Les articles du groupe de compatibilité L doivent toujours impérativement être stockés séparément de tout autre article, qu'il s'agisse d'un article d'un autre groupe de compatibilité ou d'un article de type différent du groupe de compatibilité L.

⁴⁾ Les articles du groupe de compatibilité N ne doivent généralement pas être stockés avec des articles d'autres groupes de compatibilité à l'exclusion du groupe S. Toutefois, si de tels articles sont stockés avec des articles de groupe de compatibilité C, D ou E, les articles du groupe de compatibilité N doivent alors être considérés comme possédant les caractéristiques du groupe de compatibilité D et les règles de combinaison de groupes de compatibilité s'appliquent alors en conséquence.

⁵⁾ Un ensemble de munitions de codes 1.6 N et 1.4 S peut être considéré comme possédant les caractéristiques du groupe de compatibilité N.

⁶⁾ Il est possible de combiner des munitions de code 1.6 N. Le groupe de compatibilité de l'ensemble reste N si les munitions appartiennent à la même famille ou s'il a été démontré qu'en cas de détonation d'une munition, il n'y a pas de propagation immédiate aux munitions d'une autre famille (les familles sont alors dites « compatibles »). Si ce n'est pas le cas, l'ensemble des munitions doit être considéré comme possédant les caractéristiques du groupe de compatibilité D.

Événement redouté : Événement incontrôlable susceptible d'engendrer un accident majeur associé, à tort ou à raison, à l'établissement considéré.

Événement redoutable : Événement redouté dont la réalisation dans l'établissement considéré n'est pas physiquement impossible.

Évolution catastrophique : Accident secondaire ayant pour origine un événement redoutable et dont les conséquences sont nettement plus graves que les conséquences immédiates de l'événement initiateur.

Estimation du Risque : Après avoir identifié les dangers, il s'agit d'estimer le risque pyrotechnique associé à chacun des dangers. L'estimation du risque (détonation, déflagration, combustion) consiste à affecter des valeurs (qualitatives ou quantitatives) aux paramètres : probabilité/fréquence, conséquences et exposition.

Des échelles de cotation qualitative ou quantitative (selon la méthode probabiliste quantitative ou qualitative choisie) pour ces trois paramètres doivent donc être définies.

Évaluation du Risque : L'évaluation du risque consiste à comparer le risque estimé par la méthode qualitative ou quantitative à des critères donnés pour déterminer l'importance du risque. Pour cela, une échelle de critères de risque qualitative ou quantitative doit être définie.

F

Fabriquer : préparer, produire, transformer, manipuler (analyser, expérimenter), assembler (hors carrière, travaux publics, spectacles pyrotechniques).

Fréquence d'occurrence : La fréquence d'occurrence est la probabilité qu'un événement survienne dans une période donnée. Elle est souvent exprimée par an (par ex. : 1.10^{-6} par an).

G

Groupes de compatibilité

Pour identifier les types de matières et objets explosibles considérés comme compatibles (stockage en commun possible), on les classe dans l'un des treize groupes de compatibilité désignés par une des lettres majuscules A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, N, S;

Groupe A Explosif primaire.

Groupe B Article contenant de l'explosif primaire et comportant moins de deux dispositifs de protection effectifs.

Groupe C Matière explosible propulsive ou explosif secondaire déflagrant ou article contenant une telle matière explosible.

Groupe D Explosif secondaire détonant ou poudre noire ou article contenant de l'explosif secondaire détonant, dans tous les cas sans moyen d'amorçage ni charge propulsive, ou article contenant de l'explosif primaire et comportant au moins deux dispositifs de sécurité efficaces.

Groupe E Article contenant de l'explosif secondaire détonant sans moyen d'amorçage mais avec charge propulsive (autre qu'une charge contenant un liquide ou un gel inflammable ou des liquides hypergoliques).

Groupe F Article contenant de l'explosif secondaire détonant avec ses moyens propres d'amorçage, avec charge propulsive (autre qu'une charge contenant un liquide ou un gel inflammable ou des liquides hypergoliques) ou sans charge propulsive.

Groupe G Matière pyrotechnique ou article contenant une telle matière, ou article contenant à la fois une matière explosible et une composition éclairante, incendiaire, lacrymogène ou fumigène (à l'exception de tout article hydro actif ou contenant du phosphore blanc, des phosphures, une matière pyrophorique, un liquide ou un gel inflammable ou des liquides hypergoliques).

Groupe H Article contenant à la fois une matière explosible et du phosphore blanc.

Groupe J Article contenant à la fois une matière explosible et un liquide ou gel inflammable.

Groupe K Article contenant à la fois une matière explosible et un agent chimique toxique.

Groupe L Matière explosible ou article contenant une matière explosible, présentant un risque particulier (par exemple, en raison de son hydro activité ou de la présence de liquides hypergoliques, de phosphures ou de matières pyrophoriques) et devant être isolé de tout autre article ou matière de type différent.

Groupe N Article ne contenant que des matières détonantes extrêmement peu sensibles et présentant une probabilité négligeable d'amorçage ou de propagation accidentels.

Groupe S Matière ou article emballé ou conçu de façon à confiner à l'intérieur de l'emballage tout effet dangereux dû à un fonctionnement accidentel, sauf si l'emballage a été dégradé par un incendie, auquel cas les effets de souffle ou de projection doivent être limités de manière à ne pas pouvoir substantiellement entraver ou empêcher les efforts de lutte contre l'incendie ou autres réponses d'urgence mis en œuvre au voisinage immédiat de l'emballage.

Gravité : Conséquence

H

Habitation : Tout bâtiment ou emplacement occupé par du public doit être considéré comme une habitation (exemple : logements, bureaux, lieux de rassemblement, écoles, etc.).

Habitat isolé : Un habitat isolé est une zone dans laquelle un maximum de 5 logements ou équivalents sont présents pour autant que cette zone soit située en zone non urbanisable. Pour ce type d'habitation une distance minimale de sécurité moindre est tolérée.

I

Infrastructures vitales non protégées : Ce sont les infrastructures non protégées dont la mise hors service prolongée en cas d'accident pyrotechnique serait dommageable pour le pays : installations non enterrées d'alimentation ou de distribution d'eau, d'énergie telles que des réseaux électriques aériens sous très haute et haute tension; réservoirs et conduites non enterrés de gaz, de produits pétroliers, chimiques, inflammables, ...

Identification des sources de risque : Processus de recherche, de reconnaissance et de description des risques.

Installation pyrotechnique : est un siège potentiel d'explosion (PES) dans lequel une ou plusieurs opérations pyrotechniques ont lieu (exemple : dépôt d'explosif, ateliers où les explosifs sont manipulés etc.)

Installation non pyrotechnique : est un siège exposé dans lequel aucun explosif n'est présent (exemple : bureaux administratifs, cantine, atelier non pyrotechnique, dépôt non pyrotechnique etc.).

L

Lieu de stockage : Lieu où les explosifs sont conservés dans leur emballage agréé au transport³. Dans ces sièges potentiels d'explosion, aucune manipulation hors manutention (chargement et déchargement)⁴ des explosifs n'est autorisée.

M

Matière explosible : Matière (ou mélange de matières) solide ou liquide qui est en soi susceptible, par réaction chimique, de dégager des gaz à une température et à une pression et à une vitesse telles qu'il peut en résulter des dégâts dans la zone environnante ; les matières pyrotechniques sont incluses dans cette définition même si elles ne dégagent pas de gaz.

Matière explosive : Matière explosible destinée à être utilisée pour les effets de son explosion ou à des fins pyrotechniques.

Les matières comburantes, inflammables et combustibles : Ce sont les matières dangereuses des classes UN 2, 3, 4 et 5 ainsi que des matières solides combustibles telles que le bois, le carton, le papier, le charbon, le plastique etc.

³ Seul les dépôts type A peuvent contenir des explosifs non conservés dans leurs emballages ADR (le dépôt A est un dépôt annexé à la fabrication, dans lequel les produits finis ou semi-finis non emballés dans les conditions ADR peuvent s'y trouver).

⁴ Dans certains dépôts permanents l'ouverture des emballages réglementaires est tolérée, mais ils doivent être refermés ensuite (C'est par exemple le cas des dépôts de type C)

Merlon : Une élévation naturelle de terrain ou une élévation artificielle continue destinée à servir d'écran. Il a pour effet d'arrêter les projections (fragments des munitions, des débris de structure, etc.), atténuer l'effet de souffle, atténuer les flux thermiques et empêcher les risques de transmission d'une détonation à d'autres sièges potentiels d'explosion. Les règles régissant la conception d'un merlon sont décrites, par exemple, dans l'AASTP-1, Edition I, Change 3 (2010), Section III et dans le guide IATG 05.30 Traverses and barricades.

Maitrise de risque : Actions de mise en œuvre des décisions de gestion de risque

N

NEQ ou quantité nette d'explosifs : C'est le contenu net total en explosifs d'un même siège potentiel d'explosion excluant les emballages, les enveloppes, etc. Elle est exprimée en kilogramme (kg). Le calcul des distances de sécurité s'effectue à partir de cette quantité nette d'explosifs. Pour le calcul des distances de sécurité vis-à-vis des produits qui sont à l'origine d'une surpression aérienne (surpression de l'onde de souffle), le NEQ est exprimé en quantité équivalente de TNT de la matière explosive (NEQ_{équivalent TNT}).

NEQ_{équivalent TNT} : Le NEQ_{équivalent TNT} = « Equivalent TNT de l'explosif » * NEQ.

Par convention, l'équivalent TNT du TNT est égal à 1. Par conséquent, dans les tables de distances et les formules permettant de calculer les distances de séparation pour ce type de produits, le NEQ correspond au NEQ_{équivalent TNT}.

En l'absence de la valeur du NEQ_{équivalent TNT} de l'explosif considéré, il est possible par exemple de consulter les tables de références existantes sur le sujet : le guide de bonnes pratiques en pyrotechnie de SFEPa Edition 2009 pages 30-31 et l'AASTP-4 Partie 2 Edition 2003 pages 227-230 qui fournissent les valeurs moyennes mesurées et indique comment calculer les valeurs théoriques à partir des chaleurs de détonation. L'AASTP-4 préconise qu'en l'absence d'équivalences mesurées (expérimentales) ou estimées d'après la chaleur de la détonation (théorique), un facteur d'équivalence TNT de 1.4 fournira une estimation raisonnable et conservatrice de la masse de charge TNT d'un explosif inconnu quelconque.

O

Opérations/activités pyrotechniques ou non pyrotechniques annexes à la fabrication et au

stockage : Opération de chargement et déchargement, opération de transport interne, opération de destruction sur site d'explosifs inutilisables, opération de maintenance et d'entretien en lien direct avec la pyrotechnie ou non et qui exposent les intervenants au risque pyrotechnique. Sans ces activités les opérations de fabrication et de stockage ne peuvent avoir lieu. Par conséquent, elles sont parties intégrantes du schéma de fabrication et de stockage.

P

Pyrotechnique : qui a attrait aux explosifs

Poste de travail pyrotechnique (relatif à une opération pyrotechnique donnée) : Est un poste de travail ayant attrait aux explosifs et situé dans un PES. Un PES peut contenir plusieurs postes de travail chacun dédié à une opération pyrotechnique précise. Exemple d'un atelier pyrotechnique comportant trois postes de travail (trois opérations pyrotechniques distinctes): un poste de forage d'une matière explosive, un poste de stockage des pièces forées en attente d'évacuation (stockage temporaire des produits explosifs non emballés ou non finis etc.) et un poste de contrôle des pièces forées.

Phénomène dangereux : Source potentielle de dommage (un phénomène produit des effets, un accident entraîne des conséquences/dommages)

Probabilité d'occurrence : Degré de vraisemblance pour qu'un évènement se produise. Cette notion est analogue à celle de la fréquence, mais s'emploie souvent dans un contexte général, sans nécessairement s'accompagner d'unités de mesure (par ex. : probabilité de 1 sur 100).

Probabilité d'exposition : C'est la probabilité que la personne soit présente dans le siège exposé (ES) lorsque le phénomène dangereux se produit dans le PES.

R

Reconditionnement des explosifs : Ce sont les opérations d'ouvertures des emballages ADR et le picking/prélèvement des produits explosifs pour les reconditionner dans d'autres emballages ADR. Aucune opération sur le produit lui-même n'a lieu.

Risque : Combinaison de la fréquence d'un dommage et de sa gravité ou combinaison de la probabilité de réalisation d'un événement accidentel et de la gravité des conséquences

Risque résiduel : Risque subsistant après le traitement du risque, risque subsistant après que les mesures de réduction aient été prises.

Réduction de risque : Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité et/ou la gravité d'un risque.

S

Stocker : Conserver dans un lieu de stockage les produits explosifs.

Stockage journalier : Mode de stockage rencontré notamment dans les ateliers pyrotechniques (stockages des explosifs nécessaires à la fabrication). En dehors des heures de fonctionnement de l'atelier de fabrication aucun stock d'explosifs n'est présent.

Stockage en transit : Mode de stockage où les explosifs sont conservés dans leurs emballages homologués au transport et dans leurs moyens de transport ADR en attente d'être déchargés ou en attente de repartir sur la voie publique. Le véhicule de transport stationne sur une aire de stationnement prévu à cet effet.

Siège potentiel d'explosion ou installation pyrotechnique (PES) : Tout emplacement où les produits explosifs sont présents (exemples : dépôt ou magasin, ateliers pyrotechniques où les produits explosifs sont préparés, analysés, reconditionnés, transformés, assemblés, etc., aire de chargement et de déchargement, aire de stationnement, lieu de destruction sur site des explosifs inutilisables, etc.).

Siège exposé (ES) : Tout emplacement, au sein ou à l'extérieur de l'établissement, occupé ou pas par des personnes, susceptible d'être exposé aux effets d'une explosion se produisant dans un

PES. Un dépôt, un atelier pyrotechnique, un bâtiment occupé (par exemple : cantine) et un emplacement de travail non pyrotechnique (par exemple : bureaux administratifs) situés sur le site pyrotechnique, une voie publique de circulation, une habitation sont des exemples de sièges exposés.

Structure très légère : Bâtiment ou emplacement érigé pour recevoir des matières dangereuses de la classe 1 : une pile à ciel ouvert, un bâtiment, un véhicule, une remorque, un conteneur dont le mode de construction, la nature de matériaux utilisés et les produits conservés ne génèrent pas des débris lourds en cas d'explosion.

Pour plus de détails sur la conception d'une telle structure, consulter le guide IATG 05.20 Types of buildings for explosives facilities.

Structure légère : Bâtiment érigé pour recevoir des matières dangereuses de la classe 1, ayant des murs d'une épaisseur de 215 mm si construit en briques (ou équivalent) et un toit protecteur de 150 mm en béton armé avec un appui approprié.

Pour plus de détails sur la conception d'une telle structure, consulter le guide IATG 05.20 Types of buildings for explosives facilities.

Structure lourde : Bâtiment érigée pour recevoir des matières dangereuses de la classe 1, ayant des murs d'une épaisseur de 680 mm si construits en briques et de 450 mm si construits en béton armé et un toit protecteur de 150 mm en béton armé avec un appui approprié.

Pour plus de détails sur la conception d'une telle structure, consulter le guide IATG 05.20 Types of buildings for explosives facilities.

Situation dangereuse : Situation dans laquelle des personnes, des biens ou l'environnement sont exposés à un ou plusieurs phénomènes dangereux.

Source de risque : Tout élément qui, seul ou combiné à d'autres, présente un potentiel intrinsèque d'engendrer un risque.

T

Toiture protectrice : Couverture en béton armé d'au moins 150 mm d'épaisseur, ou de résistance équivalente, conçue pour protéger le contenu d'un bâtiment contre les projections (le toit ne doit pas s'écrouler si les murs sont endommagés, sauf s'il s'agit de constructions recouvertes de terre).

V

Voies publiques de circulation : Ce sont des routes ouvertes à la circulation publique ; voies ferrées où circulent des trains de voyageurs ; voies d'eau navigables où circulent des bateaux transportant des passagers ; et autres voies d'eau lorsque des conditions particulières le justifient par rapport à la fréquence d'utilisation publique.

Voies publiques à très faible densité de circulation : Voies dont la densité de circulation est inférieure à 20 utilisateurs par jour. Aucune distance minimale de sécurité n'est exigée vis-à-vis de telles voies publiques de circulation.

Voies publiques à faible densité de circulation : Route dont la densité de circulation est inférieure à 1000 véhicules par jour, voie ferrée dont la densité de circulation est inférieure à 1000 passagers par jour, voie d'eau dont la densité de circulation est inférieure à 400 usagers par jour, chemin de promenade et aire de jeu dont la fréquentation est inférieure à 200 utilisateurs par jour.

Voies publiques à moyenne densité de circulation : Route dont la densité de circulation est supérieure à 1000 véhicules par jour et inférieure à 5000 véhicules par jour, voie ferrée dont la densité de circulation est supérieure à 1000 passagers par jour et inférieure à 5000 passagers par jour, voie d'eau dont la densité de circulation est supérieure à 400 usagers par jour et inférieure à 1800 usagers par jour, chemin de promenade et aire de jeu dont la fréquentation est supérieure à 200 utilisateurs par jour et inférieure à 900 utilisateurs par jour.

Voies publiques à forte densité de circulation : Route dont la densité de circulation est supérieure à 5000 véhicules par jour, voie ferrée dont la densité de circulation est supérieure à 5000 passagers par jour, voie d'eau dont la densité de circulation est supérieure à 1800 usagers par jour, chemin de promenade et aire de jeu dont la fréquentation est supérieure à 900 utilisateurs par jour.

**Tables de distances de sécurité
relatives au stockage et à la
fabrication des explosifs
appartenant à la classe 1**

Annexe 2

SOMMAIRE

Tables de distances de sécurité relatives au stockage et à la fabrication des explosifs appartenant à la classe 1.....	1
1. Objectifs.....	3
2. Division de risque 1.1.....	5
2.1. Matrices des distances.....	5
2.1.1. Matrice des effets domino ou matrice des distances minimales de sécurité entre deux sièges potentiels d'explosion.....	5
2.1.2. Matrice de protection des personnes et des biens en interne et en externe.....	5
2.2. Tables de distances.....	7
2.2.1. Effet domino.....	7
2.2.2. Protection des personnes et des biens en interne.....	9
2.2.3. Protection des personnes et des biens en externe.....	13
3. Division de risque 1.2.....	17
4. Division de risque 1.3.....	17
4.1. Matrice des distances.....	17
4.1.1. Matrice des effets domino ou matrice des distances minimales de sécurité entre deux sièges potentiels d'exposition.....	17
4.1.2. Matrice de protection des personnes et des biens.....	18
4.2. Tables de distances.....	21
4.2.1. Effet domino.....	21
4.2.2. Protection des personnes et des biens en interne.....	23
4.2.3. Protection des personnes et des biens en externe.....	25
5. Division de risque 1.4.....	27
6. Division de Risque 1.5.....	28
7. Division de Risque 1.6.....	28

1. Objectifs

L'objet de ces tables concerne les distances minimales de sécurité à observer entre un siège potentiel d'explosion (PES) et un siège exposé (ES) pour les produits explosifs inclus dans la classe 1 des marchandises dangereuses au titre de l'accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses.

La distance minimale de sécurité est la distance déterministe entre un PES et un ES pour laquelle le risque encouru est jugé acceptable. Les distances de sécurité se mesurent depuis le point le plus proche du PES jusqu'au point le plus proche de l'ES. Elles sont mesurées en ligne droite, sans tenir compte des merlons. Les effets de souffle, les effets thermiques et les projections ont été pris en compte. Par défaut, pour application des tables de distances, le terme « en ligne droite » signifie « en ligne horizontale ». ¹

La distance de sécurité est soit forfaitaire, soit calculée à l'aide des formules mathématiques figurant en bas des tableaux de distances. Dans ce cas, elle est arrondie conformément au tableau ci-dessous:

valeur calculée (m)	arrondi à la hausse au plus proche (m) est à appliquer
3 à <100	1
≥100 à < 500	5
≥500 à < 1000	10
≥1000	20

Distance de sécurité forfaitaire :

Pour toute quantité nette de produits explosifs (NEQ) appartenant à la classe 1 intermédiaire entre deux quantités listées dans le tableau des distances, la distance de sécurité choisie doit être la distance immédiatement supérieure mentionnée dans le tableau. Pour toute distance intermédiaire entre deux distances listées dans le tableau, la quantité nette de matière dangereuse de la classe 1 choisie doit être immédiatement inférieure.

Les distances PES-ES à prendre en compte sont :

- a) La distance relative à l'effet domino

¹ Dans le cas d'une configuration particulière d'implantation des PES et ES, la mesure des distances « en ligne horizontale » pourra éventuellement et avec justification être adaptée et ce en fonction des différents effets (surpression, thermique, projections).

Il s'agit de la distance minimale de sécurité minimale entre deux sièges potentiels d'explosion permettant de lutter contre la propagation de l'explosion. Elle a pour objectif de garantir la protection des explosifs du site exposé et de contrer une réaction d'explosion en chaîne.

b) Les distances internes

Il s'agit des distances minimales de sécurité suivantes :

- Distance entre un siège potentiel d'explosion et un atelier pyrotechnique. Elle a pour objectif de fournir au personnel des ateliers pyrotechniques un niveau raisonnable de protection contre les effets d'une explosion voisine (souffle, flamme, rayonnement thermique, projections).

- Distance entre un siège potentiel d'explosion et un bâtiment occupé ou un emplacement de travail non pyrotechnique. Elle a pour objectif de fournir au personnel non pyrotechnique (travailleurs non impliqués) un niveau raisonnable de protection contre les effets d'une explosion voisine (souffle, flamme, rayonnement thermique, projections).

c) Les distances externes

Il s'agit des distances minimales de sécurité suivantes :

- Distance entre un siège potentiel d'explosion et une habitation

- Distance entre un siège potentiel d'explosion et une voie publique de circulation

2. Division de risque 1.1

2.1. Matrices des distances

2.1.1. Matrice des effets domino ou matrice des distances minimales de sécurité entre deux sièges potentiels d'explosion

Distance minimale de sécurité	PES (Siège potentiel d'explosion)		
	ES (Siège exposé)	structure très légère merlonnée	structure légère merlonnée
PES de structure très légère merlonnée	D4 D7 si ES n'est pas merlonné D9 si PES et ES ne sont pas merlonnés	D4 D7 si ES n'est pas merlonné D9 si PES et ES ne sont pas merlonnés	D4 D9 si ES n'est pas merlonné
PES de structure légère merlonnée	D4 D7 si ES n'est pas merlonné D9 si PES et ES ne sont pas merlonnés	D4, D7 si ES n'est pas merlonné D9 si PES et ES ne sont pas merlonnés	D4, D9 si ES n'est pas merlonné
PES de structure lourde (la porte doit être merlonnée si elle fait face à PES)	D4	D4	D4

2.1.2. Matrice de protection des personnes et des biens en interne et en externe

Distance minimale de sécurité	ES (Siège exposé)	PES (Siège potentiel d'explosion)		
		structure très légère merlonnée	structure légère merlonnée	structure lourde
Distances internes	Atelier pyrotechnique	D10 D13 si PES et atelier ne sont pas merlonnés	D10 D13 si PES et atelier ne sont pas merlonnés	D13 D10 si atelier est merlonné
	Bâtiments occupés et emplacements de travail non pyrotechnique (1)	Dinterne2	Dinterne2	Dinterne4
	Bâtiments occupés et emplacements de travail non pyrotechnique (2)	Dinterne1	Dinterne1	Dinterne3
Distances externes	Voie de forte densité de circulation	D13 > 270 m	D13 > 400 m	D13 > 400m

	Voie de moyenne densité de circulation	D11 > 180 m	D11 > 270 m	D11>270m
	Voie de faible densité de circulation	0,5D12	0,5D12	0,5D12
	Habitat isolé	D12 > 270 m	D12 > 270 m	D13 > 400m
	Habitat non isolé	D13>400m	D13>400m	D13 > 400m

(1) Atelier ou local non pyrotechnique (bureau, cantine, vestiaire, etc.) dédié aux personnes impliquées dans l'activité pyrotechnique (opérateurs pyrotechniciens) dont la proximité vis-à-vis des PES est nécessaire. L'emploi de ces distances doit être justifié.

(2) Atelier ou local non pyrotechnique (bureau, cantine, vestiaire, etc.) dédiés aux personnes non impliquées dans l'activité pyrotechnique (par exemple : les administratifs) dont la proximité vis-à-vis des PES n'est pas nécessaire.

Avec les équations suivantes pour $NEQ \geq 500$ kg

$$D4 = 0,8 NEQ^{1/3}$$

$$D7 = 2,4 NEQ^{1/3}$$

$$D9 = 4,8 NEQ^{1/3}$$

$$D10 = 8 NEQ^{1/3} \text{ avec } 270 \text{ m minimum si l'atelier en tant que ES ne possède pas de toiture protectrice}$$

$$D11 = NEQ^{2/3} \text{ pour } NEQ < 2500 \text{ kg, } D11 = 3,6 NEQ^{1/2} \text{ pour } NEQ \text{ compris entre } 2500 \text{ et } 4500 \text{ kg,}$$

$$D11 = 14,8 NEQ^{1/3} \text{ pour } NEQ > 4500 \text{ kg, avec } D11 > 180 \text{ m pour tout } NEQ \text{ à partir de } 500 \text{ kg}$$

$$D12 = 22,2 NEQ^{1/3} \text{ avec } D12 > 180 \text{ m pour tout } NEQ \text{ à partir de } 500 \text{ kg}$$

$$D13 = 1,5 NEQ^{2/3} \text{ pour } NEQ < 2500 \text{ kg, } D13 = 5,5 NEQ^{1/2} \text{ pour } NEQ \text{ compris entre } 2500 \text{ et } 4500 \text{ kg,}$$

$$D13 = 22,2 NEQ^{1/3} \text{ pour } NEQ > 4500 \text{ kg, avec } D13 > 270 \text{ m pour tout } NEQ \text{ à partir de } 500 \text{ kg}$$

$$D_{interne1} = 22,2 NEQ^{1/3} \text{ avec } D_{interne1} > 270 \text{ m}$$

$$D_{interne2} = 14,8 NEQ^{1/3} \text{ avec } D_{interne2} > 180 \text{ m}$$

$$D_{interne3} = 22,2 NEQ^{1/3} \text{ avec } D_{interne3} > 400 \text{ m}$$

$$D_{interne4} = 14,8 NEQ^{1/3} \text{ avec } D_{interne4} > 270 \text{ m}$$

Pour $NEQ < 500$ kg, les valeurs forfaitaires sont indiquées dans les tables des distances (voir 2.2.).

2.2. Tables de distances

2.2.1. Effet domino

Division de risque 1.1 - PES de structure légère ou très légère merlonné		
NEQ (kg)	Distances de sécurité vis-à-vis d'un PES de structure légère ou très légère (m)	
	PES merlonné	PES non merlonné
50	5	9
100	5	11
200	5	14
300	6	16
400	6	18
500	7	20
600	7	21
700	8	22
800	8	23
900	8	24
1.000	8	24
1.200	9	26
1.400	9	27
1.600	10	29
1.800	10	30
2.000	11	31
2.500	11	33
3.000	12	35
3.500	13	37
4.000	13	39
5.000	14	42
6.000	15	44
7.000	16	46
8.000	16	48
9.000	17	50
10.000	18	52
12.000	19	55
14.000	20	58
16.000	21	61
18.000	21	63
20.000	22	66
25.000	24	71
30.000	25	75
35.000	27	79
40.000	28	83
50.000	30	89
Formule pour $NEQ \geq 500kg$	D4	D7

Division de risque 1.1 - PES de structure lourde

NEQ (kg)	Distances de sécurité vis-à-vis d'un PES de structure légère ou très légère (m)	
	PES merlonné	PES non merlonné
50	5	18
100	5	22
200	5	28
300	6	32
400	6	35
500	7	39
600	7	41
700	8	43
800	8	45
900	8	47
1.000	8	48
1.200	9	52
1.400	9	54
1.600	10	57
1.800	10	59
2.000	11	61
2.500	11	66
3.000	12	70
3.500	13	73
4.000	13	77
5.000	14	83
6.000	15	88
7.000	16	92
8.000	16	96
9.000	17	100
10.000	18	105
12.000	19	110
14.000	20	120
16.000	21	125
18.000	21	130
20.000	22	135
25.000	24	145
30.000	25	150
35.000	27	160
40.000	28	165
50.000	30	180
Formule pour NEQ ≥500kg	D4	D9

2.2.2. Protection des personnes et des biens en interne

Division de risque 1.1 - PES de structure légère ou très légère merlonné		
NEQ (kg)	Distances de sécurité aux ateliers pyrotechniques (m)	
	atelier pyrotechnique avec toiture protectrice	atelier pyrotechnique sans toiture protectrice
14	19	62
25	23	130
50	29	160
100	37	199
200	47	256
300	54	270
400	59	270
500	64	270
600	68	270
700	72	270
800	75	270
900	78	270
1.000	80	270
1.200	86	270
1.400	90	270
1.600	94	270
1.800	98	270
2.000	105	270
2.500	110	270
3.000	120	270
3.500	125	270
4.000	130	270
5.000	140	270
6.000	150	270
7.000	155	270
8.000	160	270
9.000	170	270
10.000	175	270
12.000	185	270
14.000	195	270
16.000	205	270
18.000	210	270
20.000	220	270
25.000	235	270
30.000	250	270
35.000	265	270
40.000	275	275
50.000	295	295
Formule pour NEQ \geq 500kg	D10	D10

Division de risque 1.1 - PES de structure lourde

NEQ (kg)	Distances de sécurité aux ateliers pyrotechniques (m)		
	atelier pyrotechnique merlonné avec toiture protectrice	atelier pyrotechnique merlonné et sans toiture protectrice	atelier pyrotechnique non merlonné avec ou sans toiture protectrice
14	19	62	62
25	23	130	130
50	29	160	160
100	37	270	270
200	47	270	270
300	54	270	270
400	59	270	270
500	64	270	270
600	68	270	270
700	72	270	270
800	75	270	270
900	78	270	270
1.000	80	270	270
1.200	86	270	270
1.400	90	270	270
1.600	94	270	270
1.800	98	270	270
2.000	105	270	270
2.500	110	270	280
3.000	120	270	305
3.500	125	270	330
4.000	130	270	350
5.000	140	270	380
6.000	150	270	405
7.000	155	270	425
8.000	160	270	445
9.000	170	270	465
10.000	175	270	480
12.000	185	270	510
14.000	195	270	540
16.000	205	270	560
18.000	210	270	590
20.000	220	270	610
25.000	235	270	650
30.000	250	270	690
35.000	265	270	730
40.000	275	275	760
50.000	295	295	820
Formule pour NEQ ≥500kg	D10	D10	D13

Division de risque 1.1 - PES de structure légère ou très légère merlonné

NEQ (kg)	Distances de sécurité vis-à-vis des bâtiments occupés et emplacements de travail non pyrotechniques (m)	
	Dinterne2	Dinterne1
14	62 (HOLL)	62
25	130 (HOLL)	130
50	160 (UK)	160
100	180	199 (UK)
200	180	256 (UK)
300	180	270
400	180	270
500	180	270
600	180	270
700	180	270
800	180	270
900	180	270
1.000	180	270
1.200	180	270
1.400	180	270
1.600	180	270
1.800	180	270
2.000	180	270
2.500	185	280
3.000	205	305
3.500	220	330
4.000	235	350
5.000	255	380
6.000	270	405
7.000	285	425
8.000	300	445
9.000	310	465
10.000	320	480
12.000	340	510
14.000	360	540
16.000	375	560
18.000	390	590
20.000	405	610
25.000	435	650
30.000	460	690
35.000	485	730
40.000	510	760
50.000	550	820

Division de risque 1.1 - PES de structure lourde

NEQ (kg)	Distances de sécurité vis-à-vis des bâtiments occupés et emplacements de travail non pyrotechniques (m)	
	Dinterne4	Dinterne3
14	62	62
25	130	130
50	160	160
100	270	400
200	270	400
300	270	400
400	270	400
500	270	400
600	270	400
700	270	400
800	270	400
900	270	400
1.000	270	400
1.200	270	400
1.400	270	400
1.600	270	400
1.800	270	400
2.000	270	400
2.500	270	400
3.000	270	400
3.500	270	400
4.000	270	400
5.000	270	400
6.000	270	405
7.000	285	425
8.000	300	445
9.000	310	465
10.000	320	480
12.000	340	510
14.000	360	540
16.000	375	560
18.000	390	590
20.000	405	610
25.000	435	650
30.000	460	690
35.000	485	730
40.000	510	760
50.000	550	820

2.2.3. Protection des personnes et des biens en externe

Division de risque 1.1 - PES de structure légère merlonné ou lourde			
NEQ (kg)	Distances de sécurité aux voies de circulation publiques (m)		
	Faible densité de circulation	Moyenne densité de circulation	Forte densité de circulation
50	41	82	212 (AASTP-5)
100	52	103	294 (AASTP-5)
200	65	130	400
300	74	149	400
400	82	164	400
500	90	270	400
600	95	270	400
700	100	270	400
800	105	270	400
900	110	270	400
1.000	115	270	400
1.200	120	270	400
1.400	125	270	400
1.600	130	270	400
1.800	135	270	400
2.000	140	270	400
2.500	155	270	400
3.000	160	270	400
3.500	170	270	400
4.000	180	270	400
5.000	190	270	400
6.000	205	270	405
7.000	215	285	425
8.000	225	300	445
9.000	235	310	465
10.000	240	320	480
12.000	255	340	510
14.000	270	360	540
16.000	280	375	560
18.000	295	390	590
20.000	305	405	610
25.000	325	435	650
30.000	345	460	690
35.000	365	485	730
40.000	380	510	760
50.000	410	550	820
Formule pour NEQ ≥500kg	0.5D12	D11	D13

Division de risque 1.1 - PES de structure très légère merlonné

NEQ (kg)	Distances de sécurité aux voies de circulation publiques (m)		
	Faible densité de circulation	Moyenne densité de circulation	Forte densité de circulation
50	41	82	212
100	52	103	270
200	65	130	270
300	74	149	270
400	82	164	270
500	90	180	270
600	95	180	270
700	100	180	270
800	105	180	270
900	110	180	270
1.000	115	180	270
1.200	120	180	270
1.400	125	180	270
1.600	130	180	270
1.800	135	180	270
2.000	140	180	270
2.500	155	185	280
3.000	160	205	305
3.500	170	220	330
4.000	180	235	350
5.000	190	255	380
6.000	205	270	405
7.000	215	285	425
8.000	225	300	445
9.000	235	310	465
10.000	240	320	480
12.000	255	340	510
14.000	270	360	540
16.000	280	375	560
18.000	295	390	590
20.000	305	405	610
25.000	325	435	650
30.000	345	460	690
35.000	365	485	730
40.000	380	510	760
50.000	410	550	820
Formule pour NEQ ≥500kg	0,5*D12	D11	D13

Division de risque 1.1 - PES de structure légère ou très légère merlonné

NEQ (kg)	Distances de sécurité aux habitations (m)	
	Habitat isolé	Habitat non isolé
14	62	62
25	130	130
50	160	212
100	199	294
200	256	400
300	270	400
400	270	400
500	270	400
600	270	400
700	270	400
800	270	400
900	270	400
1.000	270	400
1.200	270	400
1.400	270	400
1.600	270	400
1.800	270	400
2.000	280	400
2.500	305	400
3.000	325	400
3.500	340	400
4.000	355	400
5.000	380	400
6.000	405	405
7.000	425	425
8.000	445	445
9.000	465	465
10.000	480	480
12.000	510	510
14.000	540	540
16.000	560	560
18.000	590	590
20.000	610	610
25.000	650	650
30.000	690	690
35.000	730	730
40.000	760	760
50.000	820	820
Formule pour NEQ ≥500kg	D12	D13

Division de risque 1.1 - PES de structure lourde		
NEQ (kg)	Distances de sécurité aux habitations	
	(m)	
	Habitat isolé	Habitat non isolé
14	62	62
25	130	130
50	212	212
100	294	294
200	400	400
300	400	400
400	400	400
500	400	400
600	400	400
700	400	400
800	400	400
900	400	400
1.000	400	400
1.200	400	400
1.400	400	400
1.600	400	400
1.800	400	400
2.000	400	400
2.500	400	400
3.000	400	400
3.500	400	400
4.000	400	400
5.000	400	400
6.000	405	405
7.000	425	425
8.000	445	445
9.000	465	465
10.000	480	480
12.000	510	510
14.000	540	540
16.000	560	560
18.000	590	590
20.000	610	610
25.000	650	650
30.000	690	690
35.000	730	730
40.000	760	760
50.000	820	820
Formule pour NEQ ≥500kg	D12	D13

3. Division de risque 1.2

Pour les matières dangereuses appartenant à la classe 1 division de risque 1.2, les distances minimales de sécurité figurant dans l'AASTP-1 sont à observer (la dernière version en vigueur).

4. Division de risque 1.3

1.3.1 (ou 1.3C) : matières et objets dont la combustion donne lieu à un rayonnement thermique considérable

1.3.2 (ou 1.3G) : matières et objets qui brûlent les uns après les autres, avec effets minimes de souffle et/ou de projections.

4.1. Matrice des distances

4.1.1. Matrice des effets domino ou matrice des distances minimales de sécurité entre deux sièges potentiels d'exposition

4.1.1.1 Explosifs 1.3C

Distance minimale de sécurité	PES (Siège potentiel d'explosion)		
	structure très légère	structure légère	structure lourde
ES (siège exposé)			
PES de structure très légère merlonnée	D1	D1	D1
PES de structure légère	D1	D1	D1
PES de structure lourde	25m, porte de l'ES merlonnée si PES et ES se font face	25m, porte de l'ES merlonnée si PES et ES se font face	NQD, porte de l'ES merlonnée si PES et ES se font face

4.1.1.1 Explosifs 1.3G

Distance minimale de sécurité	PES (Siège potentiel d'explosion)			
	ES (siège exposé)	structure très légère	structure légère	structure lourde
PES de structure très légère merlonnée	60m	60m	60m	60m
PES de structure légère	60m	60m	60m	60m
PES de structure lourde	10m, porte de l'ES merlonnée si PES et ES se font face	10m, porte de l'ES merlonnée si PES et ES se font face	10m, porte de l'ES merlonnée si PES et ES se font face	10m, porte de l'ES merlonnée si PES et ES se font face

4.1.2. Matrice de protection des personnes et des biens

4.1.2.1. Explosifs 1.3C

Distance minimale de sécurité	ES (siège exposé)	PES (siège potentiel d'exposition)		
		structure très légère	structure légère	structure lourde
Distance interne	atelier pyrotechnique	D2	D2	D2
	Bâtiments occupés et emplacements de travail non pyrotechnique (1)	D3	D3	D3
	Bâtiments occupés et emplacements de travail non pyrotechnique (2)	D4	D4	D4
Distance externe	Voie de forte densité de circulation	D4	D4	D4
	Voie de moyenne densité de circulation	D3	D3	D3

	Voie de faible densité de circulation	D2	D2	D2
	Habitation (sans distinction)	D4	D4	D4

4.1.2.2. Explosifs 1.3G

Distance minimale de sécurité	ES (siège exposé)	PES (siège potentiel d'exposition)		
		structure très légère	structure légère	structure lourde
Distance interne	atelier pyrotechnique	25m ²	25m ¹	25m ¹
	Bâtiments occupés et emplacements de travail non pyrotechnique (1)	D3	D3	D3
	Bâtiments occupés et emplacements de travail non pyrotechnique (2)	D4	D4	D4
Distance externe	Voie de forte densité de circulation	D4	D4	D4
	Voie de moyenne densité de circulation	D3	D3	D3
	Voie de faible densité de circulation	60m	60m	60m
	Habitation (sans distinction)	D4	D4	D4

(1) Atelier ou local non pyrotechnique (bureau, cantine, vestiaire etc.) dédié aux personnes impliquées dans l'activité pyrotechnique (opérateurs pyrotechniciens) dont la proximité vis-à-vis des PES est nécessaire. L'emploi de ces distances doit être justifié.

² 25 m si ES est merlonné et doté d'une toiture protectrice, sinon 60 m

(2) Atelier ou local non pyrotechnique (bureau, cantine, vestiaire etc.) dédiés aux personnes non impliquées dans l'activité pyrotechnique (par exemple : les administratifs) dont la proximité vis-à-vis des PES n'est pas nécessaire.

Avec équations suivantes pour NEQ \geq 500 kg :

D1 = $0,22 \text{ NEQ}^{1/2}$ avec minimum de 25 m

D2 = $3,2 \text{ NEQ}^{1/3}$ avec minimum de 60 m

D3 = $4,3 \text{ NEQ}^{1/3}$ avec minimum de 60 m

D4 = $6,4 \text{ NEQ}^{1/3}$ avec minimum de 60 m

NEQ (kg)	Distance minimale de sécurité (m)			
	D1	D2	D3	D4
50	15	15	25	25
100	25	25	25	29
200	25	25	25	37
300	25	25	29	42
400	25	25	32	47
500	25	60	60	60
600	25	60	60	60
700	25	60	60	60
800	25	60	60	60
1000	25	60	60	64
2000	25	60	60	81
5000	25	60	73	110
10000	25	68	92	140
20000	32	87	120	175
30000	39	100	135	200
40000	44	110	150	220
50000	49	120	160	240
60000	54	130	170	255
70000	58	135	180	265
80000	62	140	185	280
90000	66	145	195	290
100000	70	150	200	300
110000	73	155	210	310
120000	77	160	215	320
130000	79	165	220	325
140000	83	170	225	335
150000	85	175	230	340

4.2. Tables de distances

4.2.1. Effet domino

Division de risque 1.3 - PES de structure légère, très légère ou lourde		
NEQ (kg)	Distances de sécurité vis-à-vis d'un PES de structure légère ou très légère (m)	
	1.3C	1.3G
50	15	15
100	25	30
200	25	30
300	25	30
400	25	30
500	25	60
600	25	60
700	25	60
800	25	60
900	25	60
1.000	25	60
1.200	25	60
1.400	25	60
1.600	25	60
1.800	25	60
2.000	25	60
2.500	25	60
3.000	25	60
3.500	25	60
4.000	25	60
5.000	25	60
6.000	25	60
7.000	25	60
8.000	25	60
9.000	25	60
10.000	25	60
12.000	25	60
14.000	27	60
16.000	28	60
18.000	30	60
20.000	32	60
25.000	35	60
30.000	39	60
35.000	42	60
40.000	44	60
50.000	50	60
Formule pour $NEQ \geq 500kg$	D1	Valeur forfaitaire

Division de risque 1.3 - PES de structure légère ou très légère

NEQ (kg)	Distances de sécurité vis-à-vis d'un PES de structure lourde et dont la porte est merlonnée s'il fait face à PES	
	1.3C	1.3G
50	15	10
100	25	10
200	25	10
300	25	10
400	25	10
500	25	10
600	25	10
700	25	10
800	25	10
900	25	10
1.000	25	10
1.200	25	10
1.400	25	10
1.600	25	10
1.800	25	10
2.000	25	10
2.500	25	10
3.000	25	10
3.500	25	10
4.000	25	10
5.000	25	10
6.000	25	10
7.000	25	10
8.000	25	10
9.000	25	10
10.000	25	10
12.000	25	10
14.000	25	10
16.000	25	10
18.000	25	10
20.000	25	10
25.000	25	10
30.000	25	10
35.000	25	10
40.000	25	10
50.000	25	10
Formule pour NEQ ≥500kg	Valeur forfaitaire	Valeur forfaitaire

4.2.2. Protection des personnes et des biens en interne

Division de risque 1.3 - PES de structure légère et très légère			
NEQ (kg)	Distances de sécurité aux ateliers pyrotechniques (m)		
	1.3C	1.3G Atelier sans merlon avec/sans toiture protectrice ou atelier avec merlon et sans toiture protectrice	1.3G Atelier avec merlon et toiture protectrice
50	15	15	15
100	25	25	25
200	25	25	25
300	25	25	25
400	25	25	25
500	60	60	25
600	60	60	25
700	60	60	25
800	60	60	25
900	60	60	25
1.000	60	60	25
1.200	60	60	25
1.400	60	60	25
1.600	60	60	25
1.800	60	60	25
2.000	60	60	25
2.500	60	60	25
3.000	60	60	25
3.500	60	60	25
4.000	60	60	25
5.000	60	60	25
6.000	60	60	25
7.000	62	60	25
8.000	64	60	25
9.000	67	60	25
10.000	68	60	25
12.000	74	60	25
14.000	78	60	25
16.000	81	60	25
18.000	84	60	25
20.000	87	60	25
25.000	94	60	25
30.000	100	60	25
35.000	105	60	25
40.000	110	60	25
50.000	120	60	25
Formule pour NEQ ≥ 500kg	D2	Valeur forfaitaire	Valeur forfaitaire

Division de risque 1.3 - PES de structure légère, très légère ou lourde

NEQ (kg)	Distances de sécurité vis-à-vis des bâtiments occupés et emplacements de travail non pyrotechniques (m)	
	D3	D4
50	25	25
100	25	29
200	25	37
300	29	42
400	32	47
500	60	60
600	60	60
700	60	60
800	60	60
900	60	62
1.000	60	64
1.200	60	69
1.400	60	72
1.600	60	75
1.800	60	78
2.000	60	81
2.500	60	87
3.000	62	93
3.500	65	98
4.000	68	105
5.000	73	110
6.000	78	120
7.000	82	125
8.000	86	130
9.000	89	135
10.000	92	140
12.000	98	150
14.000	105	155
16.000	110	165
18.000	115	170
20.000	120	175
25.000	125	190
30.000	135	200
35.000	140	210
40.000	150	220
50.000	160	240

4.2.3. Protection des personnes et des biens en externe

Division de risque 1.3 - PES de structure légère, très légère ou lourde				
NEQ (kg)	Distances de sécurité aux voies de circulation publiques (m)			
	Faible densité de circulation pour 1.3C	Faible densité de circulation pour 1.3G	Moyenne densité de circulation	Forte densité de circulation
50	15	15	25	25
100	25	25	25	29
200	25	25	25	37
300	25	25	29	42
400	25	25	32	47
500	60	60	60	60
600	60	60	60	60
700	60	60	60	60
800	60	60	60	60
900	60	60	60	62
1.000	60	60	60	64
1.200	60	60	60	69
1.400	60	60	60	72
1.600	60	60	60	75
1.800	60	60	60	78
2.000	60	60	60	81
2.500	60	60	60	87
3.000	60	60	62	93
3.500	60	60	65	98
4.000	60	60	68	105
5.000	60	60	73	110
6.000	60	60	78	120
7.000	61	60	82	125
8.000	64	60	86	130
9.000	67	60	89	135
10.000	68	60	92	140
12.000	73	60	98	150
14.000	77	60	105	155
16.000	81	60	110	165
18.000	84	60	115	170
20.000	87	60	120	175
25.000	94	60	125	190
30.000	100	60	135	200
35.000	105	60	140	210
40.000	110	60	150	220
50.000	120	60	160	240
Formule pour NEQ ≥ 500kg	D2	Valeur forfaitaire	D3	D4

Division de risque 1.3 - PES de structure légère, très légère ou lourde

NEQ (kg)	Distances de sécurité aux habitations (m)
50	25
100	29
200	37
300	42
400	47
500	60
600	60
700	60
800	60
900	62
1.000	64
1.200	69
1.400	72
1.600	75
1.800	78
2.000	81
2.500	87
3.000	93
3.500	98
4.000	105
5.000	110
6.000	120
7.000	125
8.000	130
9.000	135
10.000	140
12.000	150
14.000	155
16.000	165
18.000	170
20.000	175
25.000	190
30.000	200
35.000	210
40.000	220
50.000	240
Formule pour $NEQ \geq 500kg$	D4

5. Division de risque 1.4

Cette division comprend les articles présentant principalement un danger d'incendie modéré et ne contribuant pas excessivement aux incendies. Les effets sont largement confinés à l'emballage. Il n'existe aucun risque de projection d'éclats de dimensions ou de portée appréciables. Un incendie externe ne provoque pas l'explosion simultanée de l'ensemble du contenu d'un emballage rassemblant de tels articles.

Certains, des articles sont répertoriés dans le groupe de compatibilité S. Ces articles sont conditionnés ou conçus de manière à ce que tout effet explosif au cours du stockage ou du transport soit confiné à l'intérieur de l'emballage, sauf si ce dernier a été dégradé par un incendie.

Le classement des explosifs en division 1.4 est lié très souvent à l'emballage. Il est donc important qu'ils soient conservés dans leur emballage d'origine UN dans le dépôt.

La norme AASTP-1 ne prévoit aucune distance minimale de sécurité particulière pour les produits classés dans la division de risque 1.4. Elle renvoie aux distances minimales de séparation prescrites par les normes sur la protection contre l'incendie, donc indépendante du NEQ.

“Separation distances from ammunition and explosives of Hazard Division 1.4 are not a function of the NEQ. Separation distances prescribed by fire regulations apply.”

(AASTP-1 ED1, change 3)

« Les distances de séparation par rapport aux munitions ou explosifs de la division de risque 1.4 ne sont pas fonction de la NEQ. On applique les distances de sécurité prescrites par la réglementation en matière de lutte contre l'incendie. Les piles ou les bâtiments ne résistant pas au feu doivent normalement être distants de 10 m pour empêcher leur inflammation par le rayonnement thermique. »

(AASTP-1 Ed 1, change 2)

“Separation distances from ammunition or explosives of Hazard Division 1.4 are not a function of the NEQ. Separation distances prescribed by fire regulations apply. Stacks or vulnerable buildings should normally be separated by 25 m to prevent ignition by radiant heat.”

(AASTP-1, Ed1, change 1,)

Distance d'isolement relative aux articles pyrotechniques 1.4G

Le respect d'une zone libre autour du dépôt de rayon de 25m (zone de sécurité) permet de protéger le dépôt d'articles pyrotechniques du feu extérieur, de protéger les bâtiments voisins, les voies publiques et les zones environnantes. Dans cette zone, aucun dépôt de matières comburantes, inflammables ainsi que de matières combustibles solides telles que le bois, les cartons, les papiers, etc., aucune habitation, aucun espace public (école, bureaux, route de forte densité de circulation, etc.) ne sont autorisés. La zone de sécurité de rayon de 25m est obligatoirement contenue dans la parcelle de l'exploitant ou dans une parcelle non constructible.

Dans des conditions particulières de stockage, cette distance minimale de 25 m peut être réduite. Cette réduction est fonction du degré de protection du dépôt vis-à-vis d'un feu extérieur et du degré de protection des zones environnantes en cas d'explosion.

Ainsi, pour certains articles pyrotechniques 1.4G en quantité inférieure ou égale à 150 kg de matière pyrotechnique y contenue et dans des conditions de stockage décrite dans le document « **Note Technique d'instruction relative aux conditions techniques de stockage des articles pyrotechniques UN 1.4** », cette distance peut être diminuée.

6. Division de Risque 1.5

Pour les matières dangereuses appartenant à la classe 1 division de risque 1.5, les distances minimales de sécurité de la division de risque 1.1 sont à observer.

7. Division de Risque 1.6

Pour les matières dangereuses appartenant à la classe 1 division de risque 1.6, les distances minimales de sécurité de l'AASTP-1 sont à observer (la dernière version en vigueur).

Fréquence d'occurrence par opération et par an

Annexe 3

OPERATION	Fréquence I	Fréquence II	Fréquence III	Temps de référence associé en heure par an
Stockage long terme	2,80E-05	2,80E-05	2,80E-05	8760
Stockage journalier (stockage durant la période active sur le lieu de mise en œuvre, maximum 24h)	2,80E-04	2,80E-04	2,80E-04	1600
Stockage en transit (quelques heures à quelques jours, sur le port, transport intermodal)	8,85E-05	8,85E-05	8,85E-05	8736
Stockage de nitrate d'ammonium (prills ou autres produits à base de nitrate d'ammonium classe 5.1)	4,67 E-06	4,67E-06	4,67 E-06	8760
Chargement et déchargement des explosifs	5,71E-04	5,71E-05	1,90E-05	1560
Chargement et déchargement des explosifs en vrac (ANFO, émulsion, gel, ...)	3.08E-04 (par pompage)	3.08E-04 (par pompage)	3.08E-04 (par pompage)	800
	4.57E-05 (par gravité)	4.57E-05 (par gravité)	4.57E-05 (par gravité)	
Reconditionnement	8,24E-04	8,24E-05	2,75E-05	1560
Inspection (examen des explosifs pour déterminer leurs conditions d'utilisation, de stockage et transport)	8,24E-04	8,24E-05	2,75E-05	2080
Fabrication	4,10E-03	4,10E-03	4,10E-03	2080
Laboratoire (analyses par voies chimique, mécanique, radiation ou électrique)	4,25E-03	4,25E-04	1,42E-04	2080
Montage et démontage des explosifs finis ou semi-finis	4,74E-03	4,74E-04	1,58E-04	2080
Demilitarisation des explosifs	2,43E-02	2,43E-03	8,11E-04	1560
Destruction complète des explosifs par détonation ou combustion	2,43E-02	2,43E-03	8,11E-04	1560

Fréquence I : Explosifs classe 1 de groupes de compatibilité L, A, B, G, H, J, F

Fréquence II: Explosifs classe 1 de groupe de compatibilité C

Fréquence III: Explosifs classe 1 de groupes de compatibilité D, E, N

Temps de référence en heure par an : La fréquence d'occurrence historique par opération est estimée pour une durée de fonctionnement de l'installation, appelée temps de référence, qui est exprimée en heure par an.

Fabrication : Toute activité non reprise de manière spécifique dans le tableau qui consiste à préparer, produire, transformer, analyser, expérimenter, assembler, etc.

Stockage long terme : Lieu dédié au stockage où les explosifs sont conservés dans leurs emballages ADR.

Lorsque les explosifs ne sont pas conservés dans leurs emballages homologués au transport la fréquence à utiliser est la fréquence journalière.

NOTE

Cette annexe reprend les fréquence **génériques moyennes** issues de l'accidentologie. Ces fréquences, pour un temps de référence spécifié, dépendent de l'opération pyrotechnique générique mise en œuvre (stockage journalier, fabrication) et du groupe de compatibilité de l'explosif. Ces valeurs de fréquence moyennes pour une opération générique (exemple : fabrication) peuvent donc s'avérer être soit trop « faible », par exemple pour une opération pyrotechnique réalisée dans des conditions non standards ou dans un milieu hostile, soit trop « grande », par exemple pour une opération réalisée dans des conditions particulièrement maîtrisées.

En effet, certains logiciels probabilistes permettent d'augmenter ou de diminuer d'un facteur 10, 3 etc. la fréquence moyenne, d'une fabrication par exemple, en fonction des facteurs environnementaux dans lesquels l'opération est réalisée (procédé de fabrication, agression de l'explosif etc.).

Pour les cas qui le justifient, l'exploitant pourra augmenter ou diminuer la fréquence proposée dans cette annexe. La diminution de cette fréquence devra être largement et clairement justifiée.

Notons que la majorité des installations manifestement bien contrôlées et dans des conditions standardisées de stockage et de fabrication, les fréquences génériques moyennes restent un bon compromis.

PROJET FINAL DU 18 JANVIER 2016

**METHODE DE KINNEY – METHODE
D’EVALUATION DU RISQUE - EFFETS DE
SURPRESSION ET THERMIQUE**

**Analyse de Sécurité au poste de travail
pyrotechnique**

Annexe 4

SOMMAIRE

Objectif	4
Chapitre 1 - Introduction à la méthode de Kinney et Wiruth	4
1.1. Facteur chiffré FK_P associé à la fréquence d'occurrence d'un événement redouté (P)	5
1.2. Facteur chiffré FK_G associé à la gravité ou aux conséquences des effets (G)	5
1.3. Facteur chiffré FK_E associé à la fréquence d'exposition (E)	6
1.4. Indice de criticité du risque (C) et l'échelle de critères de risque.....	6
Chapitre 2 - Méthode d'évaluation des risques de Kinney appliquée aux explosifs	7
2.1. Relation entre le facteur FK_P et la fréquence annuelle d'occurrence d'un évènement redouté (P)	7
2.2. Relation entre le facteur FK_G et la gravité.....	8
2.2.1. Gravité associée à l'effet de surpression	9
a) Lien entre la gravité qualitative de Kinney et la surpression seuil engendrée par l'explosion	9
b) Lien entre la gravité qualitative de Kinney et le facteur $QD (m/kg^{1/3})$	9
2.2.2. Gravité associée à l'effet thermique	11
a) Lien entre la gravité qualitative de Kinney et la densité de flux thermique engendrée par l'explosion	11
b) Lien entre la gravité qualitative de Kinney et le facteur $QD (m/kg^{1/3})$	12
2.2.3. Evolution du facteur FK_G en fonction du nombre de personnes exposées (N)	12
a) Evolution du facteur FK_G correspondant à l'effet très grave en fonction du nombre de personnes exposées (N)	12
b) Evolution du facteur FK_G correspondant à un effet grave, important et limite en fonction du nombre de personnes exposées (N).....	15
2.2.4. Relation entre $FK_{GS} (1)$ et le facteur $QD (m/kg^{1/3})$ pour une personne exposée	17

a) Correspondance entre $FK_{GS}(1)$ et la surpression engendrée pour une personne exposée .	17
b) Correspondance entre $FK_{GS}(1)$ et le facteur QD pour une personne exposée (pas d'atténuation des effets).....	18
2.2.5. Relation entre $FK_{GS}(N)$ et le facteur QD ($m/kg^{1/3}$) pour N personnes exposées.....	19
2.2.6. Relation entre $FK_{GTh}(1)$ et le facteur QD ($m/kg^{1/3}$) pour une personne exposée.....	20
a) Correspondance entre $FK_{GTh}(1)$ et la densité de flux thermique pour une personne exposée	20
b) Correspondance entre $FK_{GTh}(1)$ et le facteur QD pour une personne exposée (sans atténuation des effets)	20
2.2.7. Relation entre $FK_{GTh}(N)$ et le facteur QD ($m/kg^{1/3}$) pour N personnes exposées	21
2.3. Relation entre le facteur FK_E et la fréquence d'exposition E.....	22
2.3.1. Calcul de la fréquence d'exposition ou du taux d'exposition (E)	22
2.3.2. Correspondance entre FK_E et le taux d'exposition E.....	23
2.4. Indice de criticité (C) et critères de risque pour les effets directs de chaleur (thermique) et de surpression.....	24

Objectif

Cette méthode a pour objectif d'évaluer les risques auxquels sont soumis les N personnes à leur poste de travail (poste cible ou récepteur) situé dans le PES étudié. Ils sont soumis aux risques engendrés par leur propre activité pyrotechnique et aux risques des activités pyrotechniques voisines exécutées dans le même PES¹.

Chapitre 1 - Introduction à la méthode de Kinney et Wiruth

La méthode de Kinney est une approche probabiliste qui propose une méthodologie pour évaluer les risques auxquels est soumis un travailleur lorsqu'il exécute son travail. Elle conduit à affecter au risque étudié une valeur chiffrée dénommé indice de criticité du risque (C). L'indice de criticité du risque (C) est le produit de trois facteurs de risque qui sont : FK_P , FK_G et FK_E .

$$C = FK_P * FK_G * FK_E$$

FK_P : facteur chiffré associé à la fréquence² d'occurrence d'un évènement redouté (P) ;

FK_E : facteur chiffré associé à la fréquence d'exposition à l'évènement redouté (E) ;

FK_G : facteur chiffré associé à la gravité ou à la conséquence des effets de cet évènement (G).

Kinney propose des échelles de cotation pour chacun des facteurs FK_P , FK_E , FK_G et pour l'indice de criticité de risque C obtenu.

Selon la valeur de l'indice de criticité du risque obtenue, le risque est qualifié de faible, important, élevée, etc. et des consignes pour traiter le risque évalué sont proposées.

¹ Les risques engendrés sur ces N personnes, par les activités des PES voisins, sont évalués dans l'annexe 2 du guide

² Cette notion est analogue à celle de la probabilité. La probabilité s'emploie souvent dans un contexte général, sans s'accompagner d'unités de mesure (par ex. : probabilité de 1 sur 100). En revanche, la fréquence d'occurrence est la probabilité qu'un évènement survienne dans une période donnée, souvent exprimée par an (par ex. : fréquence de 1.10^{-6} par an)

La validité du risque évaluée est donc fonction de la fiabilité de l'estimation des facteurs FK_P , FK_G et FK_E .

1.1. Facteur chiffré FK_P associé à la fréquence d'occurrence d'un événement redouté (P)

Kinney propose une échelle de cotation allant de 0,1 à 10 lorsque l'on passe d'un événement virtuellement impossible à un événement fort probable ou pouvant être attendu.

Fréquence d'occurrence qualitative (P)	Facteur chiffré associé (FK_P)
Fort possible/pouvant être attendu	10
Possible/Peut se produire	6
Inhabituel mais possible	3
Peu probable/ possible mais seulement à la limite	1
Concevable mais très improbable	0,5
Pratiquement impossible	0,2
Virtuellement impossible	0,1

1.2. Facteur chiffré FK_G associé à la gravité ou aux conséquences des effets (G)

Les dommages consécutifs à un évènement dangereux peuvent aller d'un dommage mineur, à la limite de la prise en considération, jusqu'à une catastrophe. Cette gamme très vaste est traduite par une échelle graduée allant de 1 à 100, la valeur 1 étant attribuée à la situation limite à prendre en considération et la valeur 100 à la catastrophe. On considère comme situation limite à prendre en considération celle, qui entraîne un dégât matériel compris entre 75 et 750 euros ou un incident qui serait classé comme un accident ne nécessitant que des premiers soins. On considère comme situation de catastrophe, celle qui entraîne de nombreux cas mortels ou une perte matérielle se chiffrant en millions d'euros.

Gravité qualitative des effets (G)	Facteur chiffré associé (FK_G)
Cas limite (accident mineur nécessitant premiers soins ou entraînant des dommages matériels compris entre 75 et 750 euros)³	1
Importante (incapacité de travail ou dommages matériels entre 750 et 7500 euros)	3
Grave (lésions graves ou dommages matériels entre 7 500 et 75 000 euros)	7

³ Les données chiffrées, correspondant aux dommages matériels causés, sont des ordres de grandeurs qui doivent être réactualisées.

Très grave (un cas mortel ou dommages entre 75 000 et 750 000 euros)	15
Désastre (quelques cas mortels ou dommages entre 750 000 et 7 500 000 euros)	40
Catastrophe (nombreux cas mortels ou dommages > 7 500 000 euros)	100

1.3. Facteur chiffré FK_E associé à la fréquence d'exposition (E)

Plus l'exposition à une situation potentiellement dangereuse a tendance à être permanente, plus grand sera le risque associé. Pour exprimer ceci, on attribue la valeur 1 au facteur FK_E lorsque l'exposition est plutôt rare (quelques fois par an), la valeur de 10 lorsque l'exposition est permanente. L'interpolation entre ces deux points de référence donne des valeurs intermédiaires.

Fréquence d'exposition qualitative (E)	Facteur chiffré associé (FK_E)
Permanente	10
Fréquente (1 fois/jour)	6
Occasionnelle (1 fois/semaine)	3
Inhabituelle/Exceptionnelle (1 fois/mois)	2
Rare (quelques fois/an)	1
Très rare (1 fois/an)	0,5

1.4. Indice de criticité du risque (C) et l'échelle de critères de risque

L'indice de criticité du risque chiffré est donc fourni numériquement par le produit des trois facteurs : FK_P, FK_G et FK_E associés respectivement à la fréquence d'occurrence d'un évènement redouté, à la gravité ou conséquence de l'effet et la fréquence d'exposition.

$$C = FK_P * FK_G * FK_E$$

Kinney propose l'échelle de **critères de risque suivante**:

Situation à risque - Traitement du risque	Criticité ou taux du risque chiffré (C)
Risque très limité	< 20
Risque possible - la situation requiert de l'attention	20 à 70
Risque important – Une correction est nécessaire	70 à 160
Risque élevé – Une correction immédiate est nécessaire	160 à 320
Risque très élevé – L'arrêt du fonctionnement est à envisager	> 320

Chapitre 2 - Méthode d'évaluation des risques de Kinney appliquée aux explosifs

2.1. Relation entre le facteur FK_P et la fréquence annuelle d'occurrence d'un évènement redouté (P)

La correspondance entre les fréquences d'occurrence quantitatives seuils (P) et les facteurs FK_P seuils de Kinney est représentée dans le tableau ci-dessous.

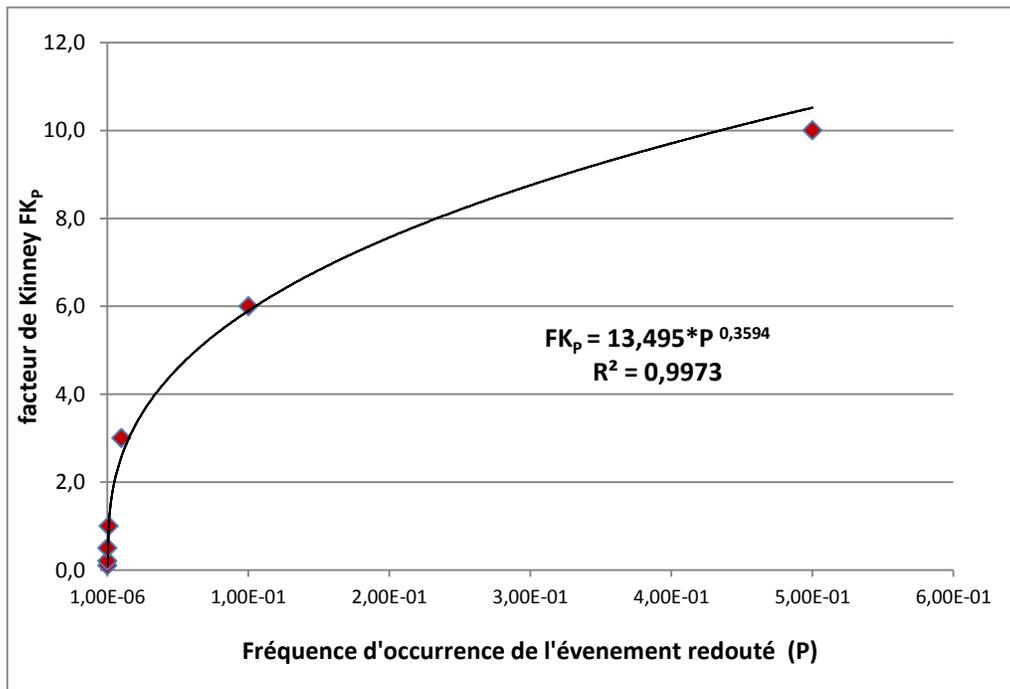
Fréquence d'occurrence d'un évènement redouté							
Fréquence qualitative selon l'échelle de Kinney	Virtuellement impossible	Pratiquement impossible	Concevable mais très invraisemblable	Peu probable	Inhabituel mais possible	Possible	Fort probable
Facteur seuil chiffré selon l'échelle de Kinney (FK_P)	0.1	0.2	0.5	1	3	6	10
Fréquence quantitative seuil associée (P) (par opération et par an)	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	0,5

Une évolution continue du facteur de Kinney FK_P en fonction de la fréquence d'occurrence de l'évènement redouté par opération et par an peut être modélisée par l'équation suivante :

$$FK_P = 13,495 * P^{0,3594}$$

Les fréquences d'occurrence par opération et par an (P) données en **annexe 3** de ce guide constitue la base pour estimer la fréquence d'occurrence d'un évènement redouté pour une

opération, un explosif et un temps de référence donnés (le temps de référence étant le temps de fonctionnement annuel de l'opération en heures par an). La fréquence d'occurrence doit par conséquent être adaptée au temps de fonctionnement réel de l'opération.



2.2. Relation entre le facteur FK_G et la gravité

Le calcul de la gravité ou des conséquences indésirables peut être directement déduit d'une évaluation des effets physiques d'un événement impliquant les explosifs.

Les effets physiques générés par une réaction explosive sont :

- Le souffle (effet de surpression);
- la chaleur (effet thermique);
- les projections (effet de projection).

Les conséquences sont les résultats de ces effets physiques. Elles incluent aussi bien les décès, les blessés et les dégâts infligés aux biens matériels. Il s'agit donc de traduire l'atteinte

potentielle des personnes et/ou des biens par les effets d'une explosion impliquant des explosifs. L'exploitant doit par conséquent évaluer :

- l'intensité des effets du phénomène : celle-ci associe une distance d'effets à un effet donné, en fonction des seuils définis;
- le nombre de personnes exposées et leur sensibilité ou leur vulnérabilité (impliquées dans l'activité pyrotechnique ou non).

2.2.1. Gravité associée à l'effet de surpression

a) Lien entre la gravité qualitative de Kinney et la surpression seuil engendrée par l'explosion

Gravité qualitative selon échelle de Kinney	Cas limite (incident mineur nécessitant premiers soins ou entraînant des dommages matériels de 750 euros ³)	Important (incapacité de travail ou dommages matériels de 7500 euros ³)	Grave (lésions graves ou dommages de 75000 euros ³)	Très grave (un cas mortel ou dommages de 750 000 euros ⁴)
Seuils de Surpressions associés (mbar)	20	50	90	210
Seuils de létalité associés aux fonctions Probits FF AASTP-4		1%	3%	6-10%

b) Lien entre la gravité qualitative de Kinney et le facteur QD (m/kg^{1/3})

Les effets de la surpression de l'onde de souffle auxquels on peut s'attendre à une distance donnée (D) peuvent être prévus avec un degré de certitude élevé. La technique est plutôt bien développée et les effets du souffle peuvent être traités de façon déterministe.

⁴ Ces valeurs sont des ordres de grandeurs et doivent être réactualisées.

$D = Z Q^{1/3}$ où Q est la quantité d'explosifs (équivalent TNT en kg), D la distance en mètres et Z est nommé le facteur QD ou distance réduite, exprimé en $m/kg^{1/3}$ et égale à $D/Q^{1/3}$.

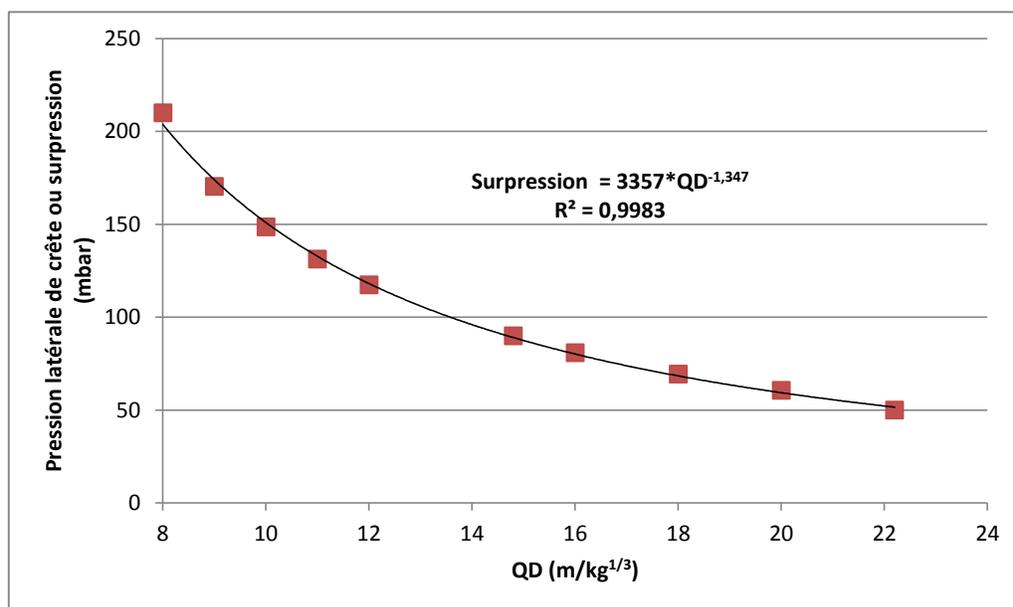
Dans l'hypothèse où le travailleur occupé dans le PES considéré n'est pas dans une enceinte qui atténue les effets de souffle qui pourraient résulter de l'opération qu'il effectue ou des opérations voisines exécutées dans le PES, le lien entre la gravité qualitative de Kinney, la surpression seuil et le facteur QD ($m/kg^{1/3}$) est le suivant (valeurs QD communément utilisées dans l'AASTP-1 pour les surpressions seuils⁵):

Gravité qualitative selon échelle de Kinney	Cas limite (incident mineur nécessitant premiers soins ou entraînant des dommages matériels de 750 euros)	Important (incapacité de travail ou dommages matériels de 7500 euros)	Grave (lésions graves ou dommages de 75000 euros)	Très grave (un cas mortel ou dommages de 750 000 euros)
Surpression seuil (mbar)	20	50	90	210
Facteur QD seuil correspondant ($m/kg^{1/3}$)	44,4	22,2	14,8	8
Gravité qualitative associé à QD selon AASTP	44,4 Les traumatismes (lésions ou décès) dus aux effets directs du souffle sont très improbables. Ceux qui apparaîtront seront principalement dus aux bris de glace	22,2 Les traumatismes (lésions ou décès) dus aux effets directs du souffle sont très improbables. Ceux qui apparaîtront seront principalement dus aux bris de glace et aux	14,8 Le personnel à l'air libre ne subira probablement pas de blessures sérieuses liées au souffle. Il existe en revanche une probabilité plutôt élevée de blessures dues aux bris de glace et aux projections/chutes de	8 Le personnel peut subir des lésions sérieuses (n'excluant pas la mort) liées à l'effondrement des bâtiments ou au déplacement d'objets pulvérisés.

⁵ Pour des enceintes particulières telles que (recouvertes de terre, enterrés, igloos normalisés, parois résistantes à des pressions engendrées etc.) d'autres liens existent entre la surpression et le QD. Ces cas ne sont pas traités dans ce document.

	projetés.	projections/chutes de débris.	débris.	
--	-----------	-------------------------------	---------	--

Dans ce cas, la corrélation suivante pourra donc être utilisée pour évaluer la surpression engendrée par l'opération et ressentie par le travailleur en fonction de QD, c'est-à-dire en fonction de la distance réduite à laquelle se trouve l'enjeu à protéger :



2.2.2. Gravité associée à l'effet thermique

a) Lien entre la gravité qualitative de Kinney et la densité de flux thermique engendrée par l'explosion

Gravité - Conséquence - Effet thermique				
Gravité qualitative selon l'échelle de Kinney	Cas limite (incident mineur nécessitant premiers soins ou entraînant des dommages matériels de 750 euros)	Important (incapacité de travail ou dommages matériels de 7500 euros)	Grave (lésions graves ou dommages de 75000 euros)	Très grave (un cas mortel ou dommages de 750 000 euros)
Energie surfacique				

associée (AASTP) (kJ/m ²)	62,8	139	251
Densité de flux thermique seuil correspondant pendant 20 secondes (kW/m ²)	3,14	6,95	12,55

b) Lien entre la gravité qualitative de Kinney et le facteur QD (m/kg^{1/3})

Dans l'hypothèse où le travailleur occupé dans le PES considéré n'est pas dans une enceinte qui atténue les effets de flux thermiques qui pourraient résulter de l'opération qu'il effectue ou des opérations voisines exécutées dans le PES, la correspondance suivante peut être dégagée :

Gravité - Conséquence - Effet thermique				
Gravité qualitative selon l'échelle de Kinney	Cas limite	Important	Grave	Très grave
Facteur QD seuil AASTP correspondant (m/kg ^{1/3})	6,4	4,3	3,2	

2.2.3. Evolution du facteur FK_G en fonction du nombre de personnes exposées (N)

a) Evolution du facteur FK_G correspondant à l'effet très grave⁶ en fonction du nombre de personnes exposées (N)

Dans la méthode de Kinney, le facteur de Kinney de **15** est associé à un évènement qui aurait pour conséquence **un cas mortel** ou **des dommages matériels allant de 75000 à 750000 euros**.

⁶ Effet très grave correspondant respectivement à un facteur QD ≤ 8 (m/kg^{1/3}) et donc à une distance de la charge ≤ 8 Q^{1/3} pour les effets de souffle et à un facteur QD ≤ 3,2 (m/kg^{1/3}) et donc à une distance de la charge ≤ 3,2Q^{1/3} pour les effets thermiques

Les facteurs de Kinney de **40** et de **100** sont respectivement associés à **quelques cas mortels ou des dommages allant de 750000 à 7500000 euros** et à **plusieurs cas mortels ou des dommages supérieurs à 7500000 euros**.

Les dommages matériels correspondants respectivement aux facteurs de Kinney de 40 et de 100 sont obtenus en multipliant les dommages matériels relatifs au facteur de Kinney de 15 par un facteur multiplicatif respectivement de 10 et de 100.

Ce constat nous a permis d'admettre que les facteurs de Kinney de 40 et de 100 pourraient être associés à des situations **très graves** où respectivement 10 et 100 personnes sont exposées. Cette hypothèse est résumée dans le tableau ci-dessous.

Nombre de personnes exposés à un effet très grave	Facteur de Kinney chiffré correspondant à un effet très grave dû à la surpression/thermique	Facteur de Kinney qualitatif correspondant
1	15	Très grave (un cas mortel ou dommages entre 75 000 et 750 000 euros)
10	40	Désastre (quelques cas mortels ou dommages entre 750 000 et 7 500 000 euros)
100	100	Catastrophe (nombreux cas mortels ou dommages > 7 500 000 euros)

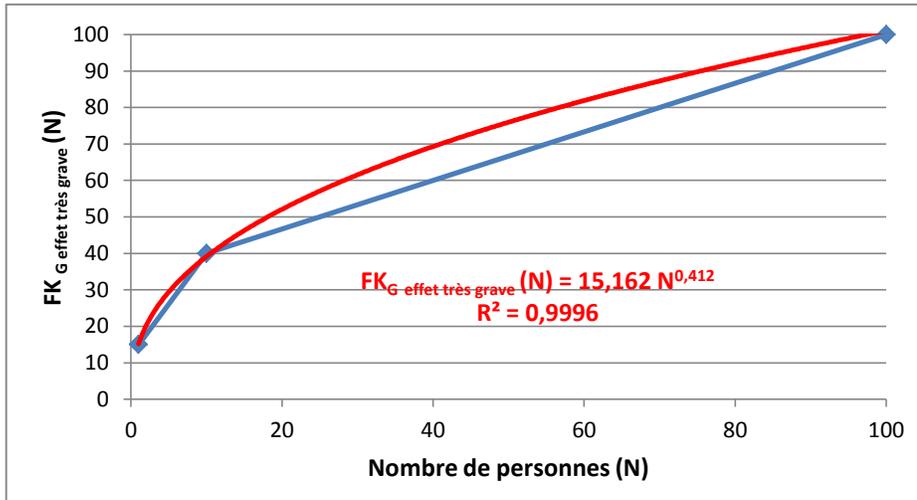
Pour connaître le facteur de Kinney quantitatif correspondant à 2, 3, etc. personnes exposées à une situation très grave, une modélisation de l'évolution du facteur de Kinney relatif à la gravité (très grave) due à la surpression/thermique en fonction du nombre de personnes exposées (travailleurs exécutant l'opération ou travailleurs dans le PES pouvant être exposés aux effets de l'opération exécutée) à la situation dangereuse est réalisée.

$$FK_{G \text{ effet très grave}} = 15,162 * N^{0,412}$$

En première approximation on considérera que

$$FK_{G \text{ effet très grave}} = 15 * N^{0,412}$$

Avec N le nombre de personnes exposées



Nombre de personnes exposées (X)	Facteur de Kinney correspondant à un effet qualitative <u>très grave</u> dû à la surpression/thermique (Y)
1	15
2	20
3	24
4	27
5	29
6	32
7	34
8	36
9	37
10	40

<i>15</i>	<i>46</i>
<i>20</i>	<i>52</i>
<i>25</i>	<i>57</i>
<i>50</i>	<i>76</i>
<i>75</i>	<i>90</i>
100	100

b) Evolution du facteur FK_G correspondant à un effet grave⁷, important⁸ et limite⁹ en fonction du nombre de personnes exposées (N)

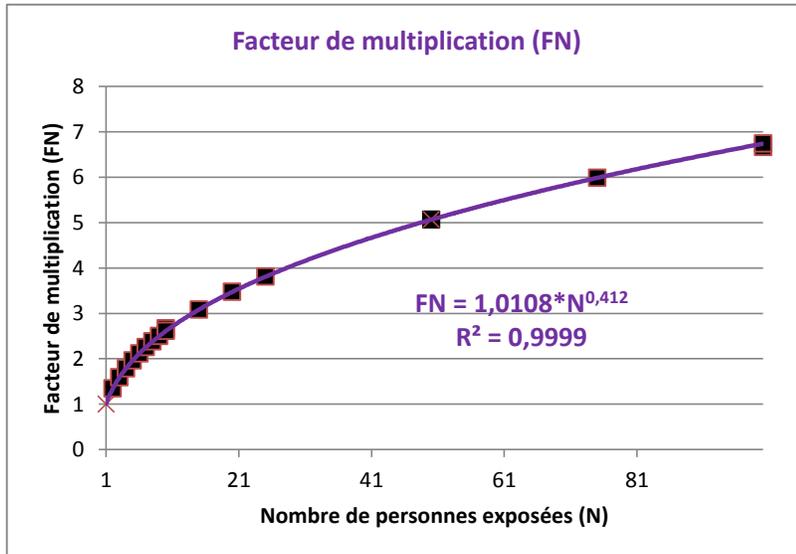
Dans le cas où les personnes dans le PES sont à une distance $> 8Q^{1/3}$ de la charge explosive, l'effet de la charge sur ces personnes sera soit grave, important ou limite en fonction de la distance à laquelle ces personnes se trouvent dans le PES étudié.

Les facteurs de Kinney quantitatifs seuils correspondants aux effets grave, important et limite ont été estimés (calculés) grâce au facteur de multiplication (FN) qui permet de passer du facteur de Kinney 15 (situation très grave pour un cas mortel) à un autre facteur de Kinney correspondant à un effet très grave pour N cas mortels (fonction du nombre de personnes exposées). Le résultat de ces calculs est exposé ci-dessous.

⁷ Effet grave correspondant respectivement à un facteur $8 (m/kg^{1/3}) < QD \leq 14,8 (m/kg^{1/3})$ et donc à une distance de la charge comprise entre 8 et $14,8 Q^{1/3}$ pour les effets de souffle et à un facteur $3,2 (m/kg^{1/3}) < QD \leq 4,3 (m/kg^{1/3})$ et donc à une distance de la charge comprise entre $3,2$ et $4,4 Q^{1/3}$ pour les effets thermiques

⁸ Effet important correspondant respectivement à un facteur $14,8 (m/kg^{1/3}) < QD \leq 22,2 (m/kg^{1/3})$ et donc à une distance de la charge comprise entre $14,8$ et $22,2 Q^{1/3}$ pour les effets de souffle et à un facteur $4,3 (m/kg^{1/3}) < QD \leq 6,4 (m/kg^{1/3})$ et donc à une distance de la charge comprise entre $4,3$ et $6,4 Q^{1/3}$ pour les effets thermiques

⁹ Effet limite correspondant respectivement à un facteur $QD > 22,2 (m/kg^{1/3})$ et donc à une distance de la charge $> 22,2 Q^{1/3}$ pour les effets de souffle et à un facteur $QD > 6,4 (m/kg^{1/3})$ donc à une distance de la charge $> 6,4 Q^{1/3}$ pour les effets thermiques



$$FN = 1,0108 * N^{0,412}$$

En première approximation on considère donc que $FN = N^{0,412}$

$$\text{Donc } FK_G(N) = N^{0,412} * FK_G(1)$$

$FK_G(1)$: facteur de Kinney relatif à la gravité pour une personne exposée, gravité individuelle

$FK_G(N)$: facteur de Kinney relatif à la gravité pour N personnes exposées, gravité collective

Remarque : Lors de l'exécution d'une tâche pyrotechnique, le travailleur (ou les personnes dans le PES considéré) est directement en contact avec les explosifs ou à une faible distance de ceux-ci et donc à une distance correspondant à l'effet très grave (QD compris entre 0 et 8). Par conséquent, le facteur FK_G effet très grave sera souvent utilisé.

Nombre de personnes exposées (N)	FN	FK _G (N)=FN*FK _G (1)			
		1	3	7	15
1	1,00	1	3	7	15
10	2,67	3	8	19	40
100	6,67	7	20	47	100
2	1,34	1	4	9	20
3	1,59	2	5	11	24
4	1,79	2	5	13	27
5	1,96	2	6	14	29
6	2,11	2	6	15	32
7	2,25	2	7	16	34
8	2,38	2	7	17	36
9	2,50	2	7	17	37
10	2,61	3	8	18	39
15	3,08	3	9	22	46
20	3,47	3	10	24	52
25	3,81	4	11	27	57
50	5,07	5	15	35	76
75	5,99	6	18	42	90
100	6,74	7	20	47	101

=39/15

=101/15

FK_G(N) effet très grave

Par la suite, les facteurs FK_{GS}(1) et FK_{GTh}(1) vont désigner respectivement le facteur de Kinney relatif à la gravité de l'effet de surpression et le facteur de Kinney relatif à la gravité de l'effet thermique pour une personne exposée.

2.2.4. Relation entre FK_{GS}(1) et le facteur QD (m/kg^{1/3}) pour une personne exposée

a) Correspondance entre FK_{GS}(1) et la surpression engendrée pour une personne exposée

Gravité qualitative selon échelle de Kinney	Cas limite (incident mineur nécessitant premiers soins ou entraînant des dommages matériels de 750 euros)	Important (incapacité de travail ou dommages matériels de 7500 euros)	Grave (lésions graves ou dommages de 75000 euros)	Très grave (un cas mortel ou dommages de 750 000 euros)

Facteur seuil selon l'échelle de Kinney FK_G(1)	1	3	7	15
Surpression seuil associée (mbar)	20	50	90	210

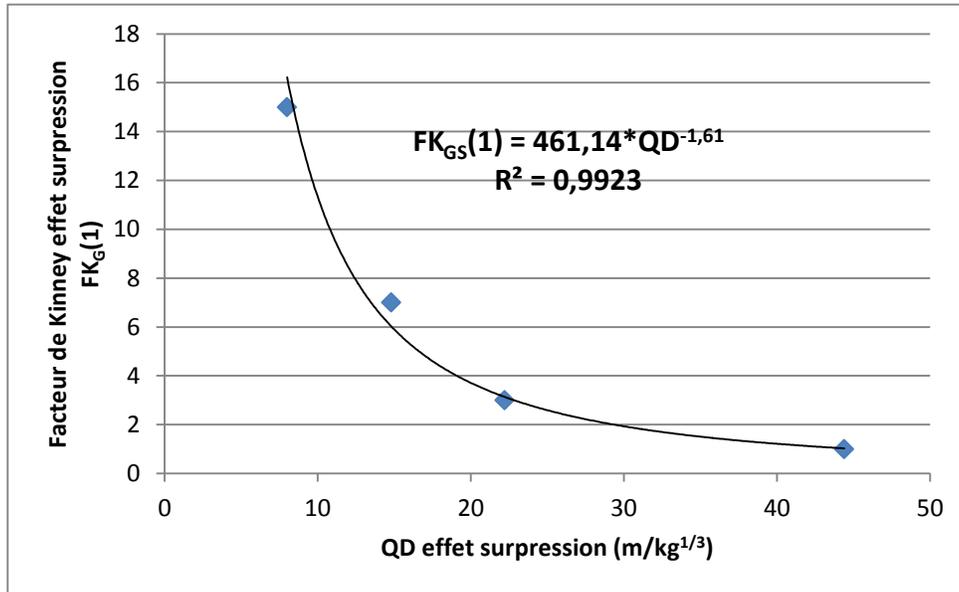
b) Correspondance entre FK_{GS}(1) et le facteur QD pour une personne exposée (pas d'atténuation des effets)

Gravité qualitative selon échelle de Kinney	Cas limite (incident mineur nécessitant premiers soins ou entraînant des dommages matériels de 750 euros)	Important (incapacité de travail ou dommages matériels de 7500 euros)	Grave (lésions graves ou dommages de 75000 euros)	Très grave (un cas mortel ou dommages de 750 000 euros)
Zones d'effets	A	B	C	D
Facteur seuil selon échelle de Kinney FK_{GS}(1)	1	3	7	15
Facteur QD seuil correspondant (kg/m^{1/3})	44,4	22,2	14,8	8

Une évolution continue du facteur de Kinney FK_{GS} (1) en fonction du facteur QD (m/kg^{1/3}) considéré peut être modélisée par la relation suivante :

$$FK_{GS}(1, QD) = 461,14 * QD^{-1,61}$$

Avec $QD = D/Q^{1/3}$ où D est la distance à laquelle se trouve la cible de la charge explosive (en m) et Q la quantité nette d'explosifs (NEQ en kg)



2.2.5. Relation entre $FK_{GS}(N)$ et le facteur QD ($m/kg^{1/3}$) pour N personnes exposées

On a vu que : $FK_G(N) = FN * FK_G(1)$

Avec $FN = 1,0108 * N^{0,412}$

Donc, pour N personnes exposées, la relation suivante est à considérer :

$$FK_{GS}(N, QD) = FN * FK_{GS}(1, QD)$$

$$\text{Avec } FK_{GS}(1, QD) = 461,14 * QD^{-1,61}$$

En première approximation, nous obtenons donc

$$FK_{GS}(N, QD) = 461,14 * QD^{-1,61} * N^{0,412}$$

Avec $QD = D/Q^{1/3}$, Q est la charge explosive (NEQ en kg) et D la distance à laquelle se trouve la cible de la charge (en m)

$$\text{Donc } FK_{GS}(N, Q, D) = 461,14 * D^{-1,61} * Q^{0,54} * N^{0,412}$$

2.2.6. Relation entre $FK_{GTh}(1)$ et le facteur QD ($m/kg^{1/3}$) pour une personne exposée

a) Correspondance entre $FK_{GTh}(1)$ et la densité de flux thermique pour une personne exposée

Gravité qualitative selon échelle de Kinney	Cas limite (incident mineur nécessitant premiers soins ou entraînant des dommages matériels de 750 euros)	Important (incapacité de travail ou dommages matériels de 7500 euros)	Grave (lésions graves ou dommages de 75000 euros)	Très grave (un cas mortel ou dommages de 750 000 euros)
Facteur seuil selon l'échelle de Kinney	1	3	7	15
Densité de flux thermique seuil associée pendant 20 s (kW/m^2)		3,14	6,95	12,55

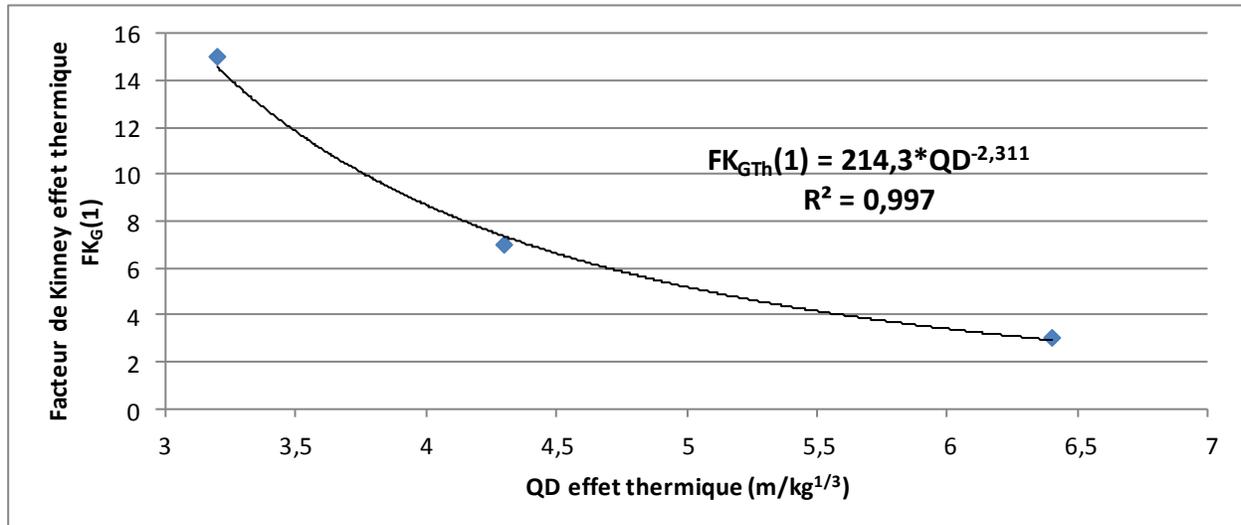
b) Correspondance entre $FK_{GTh}(1)$ et le facteur QD pour une personne exposée (sans atténuation des effets)

Gravité qualitative selon échelle de Kinney	Cas limite (incident mineur nécessitant premiers soins ou entraînant des dommages matériels de 750 euros)	Important (incapacité de travail ou dommages matériels de 7500 euros)	Grave (lésions graves ou dommages de 75000 euros)	Très grave (un cas mortel ou dommages de 750 000 euros)
Facteur seuil selon échelle de Kinney	1	3	7	15
Facteur QD seuil correspondant ($m/kg^{1/3}$)		6,4	4,3	3,2

L'évolution continue du facteur de Kinney relatif à la gravité due à l'effet thermique en fonction du facteur QD pour une personne exposée $FK_{GTh}(1)$ peut être décrite par la relation suivante :

$$FK_{GTh}(1) = 214,3 * QD^{-2,311}$$

Avec $QD = D/Q^{1/3}$ où D est la distance à laquelle se trouve la cible de la charge explosive (en m) et Q la quantité nette d'explosifs (NEQ en kg)



2.2.7. Relation entre $FK_{GTh}(N)$ et le facteur QD (m/kg^{1/3}) pour N personnes exposées

On a vu que : $FK_{GTh}(N) = FN * FK_{GTh}(1)$

Avec $FN = 1,0108 * N^{0,412}$

Donc, pour N personnes exposées, la relation suivante est à considérer :

$$FK_{GTh}(N, QD) = FN * FK_{GTh}(1, QD)$$

$$\text{Avec } FK_{GS}(1, QD) = 214,3 * QD^{-2,311}$$

En première approximation, nous obtenons donc

$$FK_{GS}(N, QD) = 214,3 * QD^{-2,311} * N^{0,412}$$

Avec $QD = D/Q^{1/3}$, Q est la charge explosive (NEQ en kg) et D la distance à laquelle se trouve la cible de la charge (en m)

$$\text{Donc } FK_{GS}(N, Q, D) = 214,3 * D^{-2,311} * Q^{0,77} * N^{0,412}$$

2.3. Relation entre le facteur FK_E et la fréquence d'exposition E

2.3.1. Calcul de la fréquence d'exposition ou du taux d'exposition (E)

Le risque humain n'existe que dans la mesure où un individu y est exposé. Dans le cas d'un risque lié à la sécurité, le taux d'exposition E doit être évalué en termes de durée pendant laquelle l'opérateur sur son poste de travail i, au sein du PES étudié, est exposé aux effets physiques (souffle, thermique, projections) d'une explosion accidentelle se produisant pendant l'exécution d'une opération pyrotechnique j située dans le PES étudié. Le j est égal ou diffère de i.

Le taux d'exposition E_{ij} peut donc être défini comme la combinaison de trois paramètres qui sont f_{ij} , T_{pi} et T_{fj} .

$$E_{ij} = f_{ij} * T_{pi} / T_{fj}$$

avec :

f_{ij} : fraction de temps pendant laquelle les opérateurs du poste de travail i du PES étudié sont soumis aux effets de l'opération pyrotechnique j ayant lieu dans le même PES. f_{ij} est compris entre 0 et 1 ;

T_{pi} : temps de présence (h/an) des opérateurs du poste de travail i dans le PES étudié ;

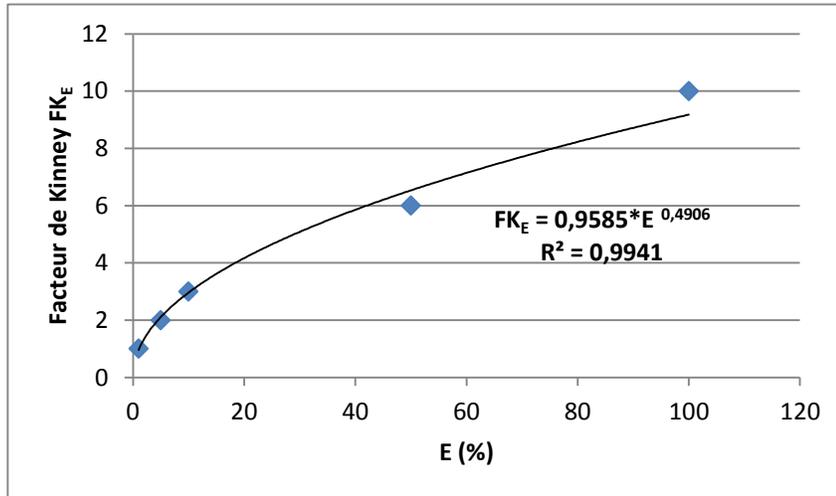
T_{fj} : temps de fonctionnement du poste de travail j du PES étudié (h/an).

2.3.2. Correspondance entre FK_E et le taux d'exposition E

Une échelle telle que décrite ci-dessous peut être utilisée pour faire la correspondance entre le taux d'exposition E et les facteurs chiffrés associés à l'exposition selon l'échelle de Kinney (FK_E).

Taux d'exposition aux situations dangereuses						
Fréquence d'exposition qualitative selon l'échelle de Kinney	Très rare	Rare	Exceptionnelle ou inhabituelle	Occasionnelle	Fréquente	Permanente ou continue
Fréquence d'exposition quantitative selon l'échelle de Kinney (FK_E)	0,5	1	2	3	6	10
Taux d'exposition E (valeur statistique indicative)	0,1%	1%	5%	10%	50%	100%

Une évolution continue du facteur de Kinney associé à l'exposition (FK_E) en fonction du taux d'exposition E est représentée sur le graphique ci-dessous.



$$FK_E = 0,9585 * E^{0,4906}$$

2.4. Indice de criticité (C) et critères de risque pour les effets directs de chaleur (thermique) et de surpression

L'indice de criticité ou le risque ($C = FK_P * FK_G * FK_E$) est calculé pour un effet donné (effet de souffle ou thermique), pour une opération pyrotechnique donnée et à une distance donnée de la source. Kinney ne permet pas d'additionner les indices de criticité (les risques) pour générer un risque total par poste de travail pour une personne exposée (risque total individuel) ou pour un groupe de personnes (risque total collectif) correspondant à tous les effets et toutes les opérations. Par conséquent, dans un PES donné, les différents risques individuels et collectifs par effet (souffle, thermique), par opération pyrotechnique et à une distance donnée de la source seront calculés et évalués séparément.

Le risque total individuel est donc un ensemble de risques individuels et le risque total collectif est un ensemble de risques collectifs.

Pour chaque PES, il s'agit d'évaluer donc le risque total individuel d'une part et le risque total collectif d'autre part. **Il faut que les résultats soient tolérables (Alarp ou acceptable) tant en risque total individuel qu'en risque total collectif.**

Les effets de projections ne sont pas pris en compte dans cette méthode. L'exploitant s'assure donc que les travailleurs d'un PES sont à l'abri des effets de projections engendrés par les activités exécutées dans le PES.

Chaque indice de criticité calculé sera, selon son évaluation et sa comparaison à une échelle de critères de risque, à l'origine de la nature et de l'urgence des actions de prévention à mettre en place (traitement du risque).

Une échelle de critères de risque telle que décrite ci-dessous peut être utilisée pour évaluer le risque pour le personnel à son poste de travail pyrotechnique (dans le PES).

Risque ou indice de criticité de risque individuel ou collectif	Critères d'acceptabilité pour les travailleurs pyrotechniciens
$C \leq 20$	Risque limité
$20 < C \leq 70$	Acceptable
$70 < C \leq 160$	ALARP
$160 < C \leq 320$	Inacceptable (1)
$320 < C$	Inacceptable (2)

Zone ALARP : L'objectif primordial en matière de gestion des risques consiste *à les réduire à leurs niveaux les plus bas réalisables* tout au long de la durée de vie des installations. Les niveaux les plus bas réalisables sont définis par le principe ALARP (As Low as Reasonably Practicable ou «aussi bas qu'il est raisonnablement possible de faire»). Le principe est largement

utilisé et reconnu par les autorités concernées dans le domaine de la manutention des matières dangereuses.

Risque Acceptable : Aucune mesure de sécurité n'est requise pour réduire le risque

Risque Inacceptable : Risque non justifié peu importe le contexte

(1) Des efforts doivent être réalisés pour réduire le risque. Des mesures de réduction des risques doivent être mises en œuvre dans une période de temps définie.

(2) Le travail ne doit pas être entrepris ni continuer tant que le risque n'a pas été réduit. S'il n'est pas possible de réduire le risque, le travail doit être interdit.

PROJET FINAL DU 18 JANVIER 2016

**EXEMPLE
D'APPLICATION
Explosifs classe 1**

Annexe 5

1. Introduction

Cette annexe est un exercice d'application qui a pour objectif d'éclairer la méthodologie présentée dans le guide intitulé « **Guide pour rédiger une étude de Sécurité relative à la fabrication et au stockage d'explosifs** ».

L'exercice illustre l'approche « déterministe » de la maîtrise des risques complétée par l'approche probabiliste en ce qui concerne l'implantation des bâtiments au sein de l'établissement pyrotechnique.

Les différentes annexes du guide précité sont utilisées. Les distances minimales de sécurité de l'annexe 2 sont appliquées pour l'approche déterministe et le logiciel IMESA FR est utilisé pour l'approche probabiliste.

La méthode de Kinney, décrite dans l'annexe 4, est employée pour traiter la problématique de l'analyse de sécurité à l'intérieur d'une installation pyrotechnique (PES).

2. Description des installations pyrotechniques et non pyrotechniques

Le tableau ci-dessous donne une description condensée des différentes installations pyrotechniques et non pyrotechniques présentes sur le site pyrotechnique fictif ainsi que des installations/infrastructures dans son environnement externe susceptibles d'être impactées par un accident sur le site étudié.

Toutes les installations pyrotechniques (PES) sont considérées comme légères et merlonnées. Le merlon de 3 m de hauteur est positionné à 2 mètre du PES. Les ateliers pyrotechniques PES 3 et PES 4 ne possèdent pas de toiture protectrice.

Installation pyrotechnique (PES)	PES 1	PES 2	PES 3	PES 4	PES 5	PES 6	PES 7	PES 8
Nature du PES	dépôt	dépôt	Atelier pyro	Atelier pyro	Aire de stationnement	Aire de stationnement	aire de chargement/déchargement	Dépôt
Activité Opération	stockage	stockage	forage	Reconditionnement ¹	Stockage en transit	Stockage en transit	chargement déchargement	stockage
Produit et sa division de risque ²	1.1D	1.3C	1.1D PES 3.1. 10 kg forage et PES 3.2. 200 kg stockage journalier	1.3G	1.1D	1.1D	1.1D	1.1C
Quantité NEQ (kg)	4000	10000		500	10000	1000	10000	15 000
Nombre de personnes dans le PES	3	3	2	1	0	0	3	3
Temps de fonctionnement du PES (h/an)	8760	3000	2080	1000	200	600	60	5000
Temps de présence des travailleurs (h/an)	300 ³	300	2080	1000	0	0	60	300
% de vitre et leur type	0	0	10% double vitrage	10% double vitrage	s.o.	s.o.	s.o.	0

Installation non pyrotechnique	ES 1	ES 2	ES 3	ES 4
Description	bureau administratif	habitat non isolé	conciergerie	bureau des opérateurs pyrotechniciens
Nombre de personnes	20	5 par habitation	3	10
Temps de présence (h/an)	2000	8760	8760	2000
% de vitre et leur type	20% double vitrage	20% double vitrage	20% double vitrage	20% double vitrage

¹ Les activités liées aux opérations de conditionnement et reconditionnement sans opération sur le produit lui-même, notamment opérations d'ouvertures des cartons d'emballage (colis ADR) ou de picking/prélèvement pour reconditionner les produits prélevés dans d'autres emballages ADR.

² Le classement en division de risque ou en classe de risque doit être justifié. Du moment où le colis ADR est ouvert, la classification en division de danger (1.1, 1.3, etc) selon les critères ADR ou CLP peut ne plus être valide (le classement au transport peut être différent de celui au travail). Il est important donc que les effets potentiels soient étudiés en fonction de la configuration. En outre, il est précisé dans le règlement CLP que les explosifs non emballés ou réemballés dans des emballages autres qu'un emballage initial ou similaire doivent être soumis à des nouveaux tests.

³ Dans un dépôt, la présence des travailleurs est réduite à son minimum.

3. Identification des effets domino ou des possibilités de transmission de l'explosion entre les différents PES

Selon la configuration du couple PES-PES, la distance minimale d'isolement relative à l'effet domino⁴, est égale à $0,8Q^{1/3}$, $2,4Q^{1/3}$ ou $4,8Q^{1/3}$ pour les explosifs de la division de risque 1.1 et $0,22Q^{1/2}$ ou est forfaitaire pour les explosifs de la division de risque 1.3. **L'annexe 2** de ce guide reprend ces distances.

Distance de sécurité effet domino (m)	PES 1	PES 2	PES 3	PES 4	PES 5	PES 6	PES 7	PES 8
PES 1	s.o.	13	13	13	13	13	13	13
PES 2	25	s.o.	25	25	25	25	25	25
PES 3	5	5	s.o.	5	5	5	5	5
PES 4	60	60	60	s.o.	60	60	60	60
PES 5	18	18	18	18	s.o.	18	18	18
PES 6	8	8	8	8	8	s.o.	8	8
PES 7	18	18	18	18	18	18	s.o.	18
PES8	21	21	21	21	21	21	21	s.o.

Comparaison des distances⁵ minimales d'isolement relatives à l'effet domino avec les distances réelles sur le site :

Distances réelles (m)	PES1	PES2	PES3	PES4	PES5	PES6	PES7	PES8
PES1	s.o.	93	90	90	93	90	90	5
PES2	93	s.o.	90	163	193	163	90	93
PES3	90	90	s.o.	93	163	190	166	101
PES4	90	163	93	s.o.	107	166	190	101
PES5	93	193	163	90	s.o.	90	163	93
PES6	90	163	190	166	90	s.o.	93	79
PES7	90	90	166	190	163	93	s.o.	79
PES8	5	93	101	101	93	79	79	s.o.

Conforme

⁴ Par défaut, la quantité effective qui peut participer à l'effet domino est la quantité cumulée d'explosifs dans le PES. Sinon, il faut démontrer que toute la quantité d'explosifs ne participe pas à l'effet domino. Cette quantité sera utilisée pour calculer les différentes distances de séparation.

⁵ Les distances de sécurité se mesurent depuis le point le plus proche du PES jusqu'au point le plus proche du site exposé. Elles sont mesurées en ligne droite, sans tenir compte des merlons.

Non conforme

Plusieurs solutions peuvent être mises en place pour supprimer les effets domino identifiés sur le site, par exemple, diminuer les quantités stockées ou éloigner les installations pyrotechniques l'une de l'autre.

Si aucune solution pour supprimer les effets de transmission n'est envisageable, alors il faut cumuler les quantités des PES concernés et remplacer ces PES par des PES ayant la même configuration mais contenant la quantité fictive cumulée.

Nous avons opté dans cet exercice de cumuler les quantités et de remplacer ces PES par des PES ayant la même configuration mais contenant la quantité fictive cumulée par rapport auxquels les autres distances sont calculées.

PES 1-8 : dépôt de même structure que PES 1 placé à la même position et contenant 19000kg de 1.1D, 8760h/an

PES 8-1 : dépôt de même structure que PES 8 placé à la même position et contenant 19000kg de 1.1C, 5000h/an

4. Distances déterministes relatives à la protection du personnel des ateliers pyrotechniques et des personnes des installations non pyrotechniques

Pour calculer les distances minimales d'isolement relatives à la protection des personnes des ateliers pyrotechniques et des personnes des installations non pyrotechniques, situées à l'intérieur ou à l'extérieur de l'établissement pyrotechnique, les distances indiquées dans l'annexe 2 du guide sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Distances déterministes (m)	ES 1	ES 2	ES 3	ES 4	PES 3	PES 4
PES 1-8	600	600	600	395	270	270
PES 2	140	140	140	92	68	68
PES 3	270	400	270	270	s.o.	270
PES 4	60	60	60	60	60	s.o.
PES 5	480	480	480	320	270	270
PES 6	270	400	270	270	270	270

PES 7	480	480	480	320	270	270
PES 8-1	600	600	600	395	270	270

Comparaison de ces distances déterministes avec les distances réelles:

Distances réelles (m)	ES 1	ES 2	ES 3	ES 4	PES 3	PES 4
PES 1-8	487	738	491	236	90	90
PES 2	495	671	391	253	90	163
PES 3	402	642	448	325	s.o.	93
PES 4	402	718	547	325	93	s.o.
PES 5	495	811	591	253	163	90
PES 6	575	835	547	155	190	166
PES 7	575	770	448	155	166	190
PES 8-1	499	746	491	224	101	101

Conforme

Non conforme

Conclusion : Certaines distances minimales de sécurité, en ce qui concerne la protection du personnel du site pyrotechnique, ne sont pas conformes au référentiel décrit dans l'annexe 2.

5. Estimation et évaluation du risque par la méthode probabiliste

Il a été mis en évidence que certaines distances déterministes relatives à la protection du personnel des ateliers pyrotechniques et des personnes des installations non pyrotechniques internes ne sont pas respectées (cf. les distances indiquées en rouge dans le tableau ci-dessus). Dans ce cas, une estimation et évaluation de risque probabiliste quantitative peut, par exemple, être mise en place pour estimer et évaluer les risques encourus pour des situations non conformes aux règles déterministes. Si les risques calculées peuvent être jugées raisonnablement acceptables, les situations non conformes pourraient alors être acceptées.

L'étude concernant l'estimation et l'évaluation du risque (collectif et individuel) probabiliste est menée grâce à l'emploi d'un logiciel d'analyse quantitative de risque reconnu (IMESAFR) et donne les résultats suivants :

Risque individuel

	ES1	ES3	ES4	PES3	PES4
PES1-8	1,19E-08	4,12E-08	2,73E-07	4,08E-06	1,96E-06
PES2	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PES3-1	3,64E-07	1,95E-07	9,97E-07	S.O.	5,30E-05
PES3-2	1,16E-07	5,22E-08	4,10E-07	S.O.	1,33E-05
PES4	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	S.O.
PES5	0,00E+00	0,00E+00	4,54E-09	9,12E-08	2,16E-07
PES6	0,00E+00	0,00E+00	5,28E-08	1,52E-08	6,08E-08
PES7	0,00E+00	0,00E+00	1,40E-07	6,64E-08	1,32E-08
PES8-1	9,46E-09	2,04E-08	2,73E-07	2,94E-06	1,41E-06
Total	5,01E-07	3,09E-07	2,15E-06	7,19E-06	7,00E-05

Risque collectif

	ES1	ES3	ES4	PES3	PES4
PES1-8	2,38E-07	1,23E-07	2,73E-06	8,16E-06	1,96E-06
PES2	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PES3-1	7,27E-06	5,86E-07	9,97E-06	S.O.	5,30E-05
PES3-2	2,32E-06	1,57E-07	4,10E-06	S.O.	1,33E-05
PES4	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	S.O.
PES5	0,00E+00	0,00E+00	4,54E-08	1,82E-07	2,16E-07
PES6	0,00E+00	0,00E+00	5,28E-07	3,04E-08	6,08E-08
PES7	0,00E+00	0,00E+00	1,40E-06	1,33E-07	1,32E-08
PES8-1	1,89E-07	6,13E-08	2,73E-06	5,88E-06	1,41E-06
Total	1,00E-05	9,27E-07	2,15E-05	1,44E-05	7,00E-05

PES 1-8 : dépôt de même structure que PES 1 placé à la même position et contenant 19000kg de 1.1D, 8760h/an

PES 8-1 : dépôt de même structure que PES 8 placé à la même position et contenant 19000kg de 1.1C, 5000h/an

Avec les critères chapitre IV.5.1. du guide pour rédiger une étude de sécurité relative à la fabrication et au stockage d'explosifs.

Acceptable

ALARP L'objectif primordial en matière de gestion des risques consiste *à les réduire à leurs niveaux les plus bas réalisables* tout au long de la durée de vie des installations. Les niveaux les plus bas réalisables sont définis par le principe ALARP (As Low as Reasonably Practicable ou « aussi bas qu'il est raisonnablement possible de faire »).

Inacceptable

Conclusion : Le risque individuel annuel total engendré par l'ensemble des PES sur le PES4 n'est pas acceptable (zone rouge). La zone ALARP (zone jaune) est tolérée dans la mesure où le risque est réduit à son niveau le plus bas réalisable.

Par ailleurs, on constate que la contribution la plus importante au risque annuel individuel total au niveau du PES4, est apportée par le PES3.

Solution : Deux options pour diminuer le risque sont envisageables: déplacer PES4 ou déplacer PES3.

Nous avons choisi de déplacer PES3. PES3 est éloigné de PES4 : la nouvelle distance entre le PES3-PES4 est de 146 m au lieu de 93 m. Dans cette configuration, les nouvelles distances entre le PES3 et les différents ES sont les suivantes:

PES3-ES1 : 340 m
PES3-ES2 : 566 m
PES3-ES3 : 427 m
PES3-ES4 : 400 m
PES3-PES1 : 170 m
PES3-PES2 : 148 m
PES3-PES4 : 146 m
PES3-PES5 : 235 m
PES3-PES6 : 270 m
PES3-PES7 : 237 m
PES3-PES8 : 180 m

Avec cette nouvelle configuration du site, les résultats ci-dessous sont obtenus (critères de risque selon chapitre IV.5.1. du guide) :

Risque individuel

	ES1	ES3	ES4	PES3	PES4	
PES1-8		1,19E-08	4,12E-08	2,73E-07	4,08E-06	1,96E-06
PES2		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PES3-1		5,53E-07	1,96E-07	4,45E-07	S.O.	4,49E-06
PES3-2		2,00E-07	4,58E-08	1,31E-07	S.O.	1,75E-06
PES4		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	S.O.
PES5		0,00E+00	0,00E+00	4,54E-09	9,12E-08	2,16E-07
PES6		0,00E+00	0,00E+00	5,28E-08	1,52E-08	6,08E-08
PES7		0,00E+00	0,00E+00	1,40E-07	6,64E-08	1,32E-08
PES8-1		9,46E-09	2,04E-08	2,73E-07	2,94E-06	1,41E-06
Total		7,74E-07	3,03E-07	1,32E-06	7,19E-06	9,91E-06

Risque collectif

	ES1	ES3	ES4	PES3	PES4	
PES1-8		2,38E-07	1,23E-07	2,73E-06	8,16E-06	1,96E-06
PES2		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PES3-1		1,11E-05	5,87E-07	4,45E-06	S.O.	4,49E-06
PES3-2		3,99E-06	1,37E-07	1,31E-06	S.O.	1,75E-06
PES4		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	S.O.
PES5		0,00E+00	0,00E+00	4,54E-08	1,82E-07	2,16E-07
PES6		0,00E+00	0,00E+00	5,28E-07	3,04E-08	6,08E-08
PES7		0,00E+00	0,00E+00	1,40E-06	1,33E-07	1,32E-08
PES8-1		1,89E-07	6,13E-08	2,73E-06	5,88E-06	1,41E-06
Total		1,55E-05	9,10E-07	1,32E-05	1,44E-05	9,91E-06

Conclusion : L'implantation des différents PES et des ES sur le site pyrotechnique peut être considérée sécuritaire dans le cadre de la nouvelle configuration du site.

6. Estimation et évaluation du risque au niveau de chaque poste de travail pyrotechnique au sein d'un PES

Cette estimation et évaluation du risque est menée selon la méthodologie décrite dans l'annexe 4 de ce guide. Elle est basée sur la méthode de Kinney qui est une méthode d'estimation et d'évaluation du risque⁶.

6.1. Détermination de la fréquence d'occurrence annuelle par opération et du facteur de Kinney FK_p associé

$$FK_p = 13,495 * P^{0,3594}$$

Où P est la fréquence annuelle

PES	Opération	Fréquence annuelle ⁷	FK _p
PES1-8	Dépôt- Stockage long terme 8760 h/an, 19 000 kg 1.1D	2,80E-05	0,31
PES2	Dépôt-Stockage long terme 10000 kg 1.3C 3000 h/an	9,59E-06	0,21
PES3.1 ⁸	atelier pyro 2080 h/an - forage 10 kg (1.1D)	4,10E-03	1,87
PES3.2	atelier pyro 2080 h/an - stockage journalier (200 kg) (1.1D)	3,6E-04	0,78
PES4	atelier pyro, reconditionnement 1.3G (500 kg) - 1000 h/an	5,28E-04	0,90
PES5	Aire de stationnement-stockage en transit 1.1D 10000 kg, 2h/jour-100 jours/an	2,0E-06	0,12
PES6	Aire de stationnement-stockage en transit 1.1D 1000 kg, 6h/jour-100 jours/an	6,0E-06	0,18
PES7	Aire de chargement/déchargement- chargement/déchargement 1.1 D 10000 kg 1h/jour-60 jours/an	2,20E-05	0,29
PES8-1	Dépôt-Stockage long terme 5000 h/an, 19 000 kg 1.1C	1,60E-05	0,25

⁶ L'estimation et l'évaluation de risque sont précédées par un processus de recherche, de reconnaissance et de description du risque : identification du risque. L'identification du risque et de ses sources est la première étape de l'analyse de risque que ce soit en déterministe ou en probabiliste.

⁷ La fréquence historique annuelle de base de l'annexe 3 (donnée pour un temps de référence) est corrigée selon la durée réelle de fonctionnement de l'installation en heure par an (8760h/an correspond au fonctionnement continu 24h/24h tous les jours de l'année)

⁸ PES3 comporte deux postes de travail donc deux opérations distinctes qui sont notés PES3.1 et PES3.2

6.2. Détermination du facteur FK_G correspondant à un effet très grave dû à la surpression ou à l'effet thermique en fonction du nombre de personnes exposées

$$FK_G (\text{effet très grave}) = 15,162 * N^{0,412}$$

Où N est le nombre de personnes exposées

Les personnes occupées dans les différents PES sont à une distance inférieure à $8Q^{1/3}$ de la charge, par conséquent le facteur FK_G effet très grave est calculé dans chacun des cas.

PES	Opération	Nombre de personnes dans le PES par poste de travail	FK_G effet très grave
PES1-8	Stockage 8760 h/an, 19 000 kg 1.1D	3	24
PES2	Stockage 10000 kg 1.3C 3000 h/an	3	24
PES3-poste 1	atelier pyro 2080 h/an - forage 10 kg (1.1D)	1	15
PES3-poste 2	atelier pyro 2080 h/an - stockage journalier (200 kg) (1.1D)	1	15
PES4	atelier pyro, préparation de commande 1.3G (500 kg) - 1000 h/an	1	15
PES5	Aire de stationnement 1.1D 10000 kg 2h/jour-100 jours/an	0	0
PES6	Aire de stationnement 1.1D 1000 kg 6h/jour-100 jours/an	0	0
PES7	Aire de chargement 1.1 D 10000 kg 1h/jour-60 jours/an	3	24
PES8-1	Stockage 5000 h/an, 19 000 kg 1.1C	3	24

6.3. Détermination du facteur FK_{Eij} correspondant au taux d'exposition Eij (%)

$$FK_{Eij} = 0,9585 * Eij^{0,4906}$$

$$\text{Avec } Eij = f_{ij} * \frac{T_{pi}}{T_{fj}}$$

f_{ij} : fraction de temps pendant laquelle les opérateurs à leur poste de travail i sont soumis aux effets de l'opération pyrotechnique j (poste de travail j avec j égal ou différent de i) ayant lieu dans le PES, f étant comprise entre 0 et 1

T_{pi} : temps de présence (h/an) des opérateurs à leur poste de travail i

T_{fj} : temps de présence (h/an) des explosifs dans le poste de travail j

PES	Poste de travail par PES	f_{ij}		T_{pi}	T_{fj}		E_{ij}		FK_{Eij}	
PES1-8	PES1-8 Stockage 8760 h/an, 19 000 kg 1.1D	$f_{(1-8, 1-8)}$ 1		$T_{p(1-8)}$ 300	$T_{f(1-8)}$ 8760		$E_{(1-8, 1-8)}$ 3,42		1,75	
PES2	PES2 Stockage 10000 kg 1.3C 3000 h/an	$f_{(2, 2)}$ 1		$T_{p(2)}$ 300	$T_{f(2)}$ 3000		$E_{(2, 2)}$ 10		2,96	
PES3	PES3.1 atelier pyro 2080 h/an - forage 10 kg (1.1D)	$f_{(3.1, 3.1)}$ 1	$f_{(3.1, 3.2)}$ 1	$T_{p(3.1)}$ 2080	$T_{f(3.1)}$ 2080	$T_{f(3.2)}$ 2080	$E_{(3.1,3.1)}$ 100	$E_{(3.1,3.2)}$ 100	9,2	9,2
	PES3.2 atelier pyro 2080 h/an - stockage journalier (200 kg) (1.1D)	$f_{(3.2, 3.1)}$ 1	$f_{(3.2, 3.2)}$ 1	$T_{p(3.2)}$ 2080	$T_{f(3.2)}$ 2080	$T_{f(3.1)}$ 2080	$E_{(3.2,3.2)}$ 100	$E_{(3.2,3.1)}$ 100	9,2	9,2
PES4	PES4 atelier pyro, préparation de commande 1.3G (500 kg) - 1000 h/an	$f_{(4, 4)}$ 1		$T_{p(4)}$ 1000	$T_{f(4)}$ 1000		$E_{(4, 4)}$ 100		9,2	
PES5	PES5 Aire de stationnement 1.1D 10000 kg 2h/jour-100 jours/an	$f_{(5, 5)}$ 1		$T_{p(5)}$ 0	$T_{f(5)}$ 200		$E_{(5, 5)}$ 0		0	

PES6	PES6 Aire de stationnement 1.1D 1000 kg 6h/jour-100 jours/an	$f_{(6,6)}$ 1	$Tp_{(6)}$ 0	$Tf_{(6)}$ 600	$E_{(6,6)}$ 0	0
PES7	PES7 Aire de chargement 1.1 D 10000 kg 1h/jour-60 jours/an	$f_{(7,7)}$ 1	$Tp_{(7)}$ 60	$Tf_{(6)}$ 60	$E_{(7,7)}$ 100	9,2
PES8-1	PES8-1 Stockage 5000 h/an, 19 000 kg 1.1C	$f_{(8-1,8-1)}$ 1	$Tp_{(8-1)}$ 300	$Tf_{(8-1)}$ 5000	$E_{(8-1,8-1)}$ 6	2,3

6.4. Détermination du Risque C par activité pyrotechnique

Deux risques sont à évaluer par activité pyrotechnique :

- Le risque individuel, une personne exposée ;
- Le risque collectif, fonction du nombre de personnes exposées.

Chacun de ces risques est constitué de plusieurs composantes dont le nombre est fonction du nombre d'opérations pyrotechniques ou activités émettrices de risque dans le PES. Ces risques sont calculés et évalués séparément pour chacune des activités pyrotechniques. En effet, Kinney ne permet pas d'additionner les risques.

PES	Opération	Nombre de personnes dans le PES par poste de travail	Risque individuel par PES–ensemble des indices de risques de Kinney par activité émettrice de risque et par effet ⁹	Risque collectif par PES –ensemble des indices de risques de Kinney par activité émettrice de risque et par effet ¹⁰
PES1-8	Stockage 8760 h/an, 19 000 kg 1.1D	Poste de travail 1-stockage long terme : 3 personnes	8	15
PES2	Stockage 10000 kg 1.3C 3000 h/an	Poste de travail 1-stockage long terme : 3 personnes	9	15

⁹ Si plusieurs effets (thermique et surpression) alors deux composantes pour la même opération pyrotechnique

¹⁰ Si plusieurs effets (thermique et surpression) alors deux composantes pour la même opération pyrotechnique

PES3	atelier pyro 2080 h/an	Poste de travail 1 - forage : 1 personne	258 (forage)	107 (stockage)	344 (forage)	143 (stockage)
	Poste de travail 1: forage 10 kg (1.1D) Poste de travail 2 : stockage journalier 200kg 1.1D	Poste de travail 2 –stockage journalier : 1 personne	258 (forage)	107 (stockage)	344 (forage)	143 (stockage)
PES4	atelier pyro, préparation de commande 1.3G (500 kg) - 1000 h/an	Poste de travail 1- reconditionnement : 1 personne	124		124	
PES5	Aire de stationnement 1.1D 10000 kg 2h/jour-100 jours/an	0				
PES6	Aire de stationnement 1.1D 1000 kg 6h/jour-100 jours/an	0				
PES7	Aire de chargement 1.1 D 10000 kg 1h/jour-60 jours/an	Poste de travail 1- chargement/déchargement : 3 personnes	40		64	
PES8- 1	Stockage 5000 h/an, 19 000 kg 1.1C	Poste de travail 1-stockage long terme: 3 personnes	9		14	

Avec :

Risque très limité si $C \leq 20$

Acceptable si $20 < C \leq 70$. Risque possible, la situation requiert de l'attention.

ALARP si C compris entre 70 et 160

L'objectif primordial en matière de gestion des risques consiste **à les réduire à leurs niveaux les plus bas réalisables** tout au long de la durée de vie des installations. Les niveaux les plus bas

réalisables sont définis par le principe ALARP (As Low as Reasonably Practicable ou « aussi bas qu'il est raisonnablement possible de faire »).

Risque Inacceptable : risque non justifiée peu importe le contexte

(1) si $160 < C \leq 320$: Des efforts doivent être réalisés pour réduire le risque. Des mesures de réduction des risques doivent être mises en œuvre dans une période de temps définie.

(2) si $320 < C$: Le travail ne doit être entrepris ni continuer tant que le risque n'a pas été réduit. S'il n'est pas possible de réduire le risque, le travail doit être interdit.

Constats et mesures à mettre en place :

PES1-8 : risque très limité pour 3 personnes présentes 300 h/an sur leur poste de travail dans le PES1

PES2 : risque très limité pour 3 personnes présentes 300 h/an sur leur poste de travail dans le PES2

PES3 : risque individuel et risque collectif inacceptables en ce qui concerne l'activité de forage. Le travail ne doit pas être entrepris ni continuer tant que le risque n'a pas été réduit. S'il n'est pas possible de réduire le risque, le travail doit être arrêté. Le stockage journalier engendre un risque ALARP, il faut s'assurer que le risque est réduit à son niveau le plus raisonnable possible (introduction d'autres barrières de sécurité sont éventuellement à envisager).

PES4 : risque ALARP pour 1 personne préparant les commandes 1.3G pendant 1000h/an.

PES7 : risque acceptable pour 3 personnes (60 h/an) sur leur poste de travail dans le PES7

PES8-1 : risque très limité pour 3 personnes présentes 300 h/an dans le PES1

Mesures à mettre en place :

PES3 : Pour rendre le risque dans le PES 3 tolérable, il faut rendre le risque relatif au forage tolérable. Par conséquent, l'opération de forage doit être exécutée dans une enceinte n'ayant pas

d'effets dans la zone de présence des opérateurs dans le PES3. L'opérateur réalisant le forage commande cette opération à distance dans la zone du stockage journalier. Le seul risque qui subsistera sera dû à la manipulation des pièces de forage donc au stockage journalier des pièces à forer ou forées. Ce risque est ALARP pour 2 personnes présentes dans le PES 3.

PES	Opération	Nombre de personnes dans le PES par poste de travail	Risque individuel		Risque collectif	
PES3	atelier pyro 2080 h/an - forage 10 kg (1.1D)	Poste de travail 1 - forage : 1 personne	107 (stockage)	0 (forage)	143 (stockage)	0 (forage)
	atelier pyro 2080 h/an - stockage journalier (200 kg) (1.1D)	Poste de travail 2 - stockage journalier : 1 personne	107 (stockage)	0 (forage)	143 (stockage)	0 (forage)

Conclusion : Le risque individuel et le risque collectif sont ALARP dans le PES3. Il faut s'assurer que le risque est réduit à son niveau le plus raisonnable possible (introduction d'autres barrières de sécurité sont éventuellement à envisager).

6.5. Risques dus aux projections

PES3:

Risque de projections dans le PES3 pendant l'opération de forage

- La structure de PES3.1 résistante à la suppression ne devrait pas engendrer d'effets de projections secondaires mises en mouvement par l'effet de souffle. Quant aux projections primaires (outillage, contenant), elles doivent être arrêtées par la structure de telle manière que leurs effets ne sortent pas du PES3.1 (cellule forage).

Risque de projections dans le PES3 lors de la détonation du stockage journalier

- Projections d'éclats primaires (le contenant) lors de la détonation de 200 kg de 1.1D dans PES3 (2 personnes dans le PES3) : fractionner la quantité dans le PES3 et placer un mur arrêtant les éclats primaires pour protéger l'opérateur dans PES3 qui exécute le forage.

**Classifications et Conditions de stockage des
matières explosibles désensibilisées**

Annexe 6

Objectif

L'objectif de ce document est de synthétiser les informations utiles relatives aux classements et aux conditions de stockage des matières explosibles¹ désensibilisées.

On distingue deux catégories suivantes de matières explosibles désensibilisées:

- Les matières explosibles désensibilisées liquides sont des matières explosibles qui sont mis en solution ou en suspension dans l'eau ou dans d'autres liquides de manière à former un mélange liquide homogène n'ayant plus de propriétés explosives.

- Les matières explosibles désensibilisées solides sont des matières explosibles qui sont mouillées avec l'eau ou l'alcool ou encore diluées avec d'autres matières de façon à former un mélange solide homogène n'ayant plus de propriétés explosives.

La classification et l'étiquetage des matières explosibles désensibilisées sont traités différemment dans le règlement relatif au transport des matières dangereuses et le SGH² - système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques.

En effet, depuis 2015 un nouveau classement à des fins de distribution, d'utilisation y compris de stockage, proposé par les experts allemands, a été inclus dans le SGH (ST/SG/AC.10/30/Rev6) et une nouvelle partie V relative aux procédures de classement, méthodes d'épreuve et de critères relatifs aux matières explosibles désensibilisées sera intégrée au Manuel d'épreuves et de critères³.

I- Classification à des fins de transport

Les matières explosibles désensibilisées, exemptées de la classe 1, sont classées selon les recommandations relatives au transport des matières dangereuses dans la division de risque 4.1 pour les matières explosibles désensibilisées solides et dans la division de risque 3 pour des matières explosibles désensibilisés liquides.

¹ Matière explosive : une matière (ou mélange de matières) solide ou liquide qui est en soi susceptible, par réaction chimique, de dégager des gaz à une température et une pression et à une vitesse telles qu'il en résulte des dégâts dans la zone environnante.

² Le SGH est un système des Nations Unies qui permet d'identifier les produits chimiques dangereux et d'informer les utilisateurs sur ces dangers au moyen de symboles et de phrases standardisés sur l'étiquette des emballages, et par des fiches de données sécurité (FDS).

³ Manuel d'épreuves et de critères complète le règlement relatif au transport des marchandises dangereuses et le SGH. Il contient des critères, des méthodes d'épreuves et des procédures qu'il convient d'appliquer pour classer une marchandise dangereuse et pour classer les produits chimiques qui présentent des dangers selon SGH.

La liste des matières dangereuses classées à des fins de transport dans la division de risque 4.1-matières explosibles désensibilisées solides et dans la division de risque 3-matières explosibles désensibilisées liquides sont reprises ci-dessous :

Matières explosibles désensibilisées	Classe	Numéro ONU
Nitroglycérine en solution alcoolique avec au plus 1% de nitroglycérine	3	1204
Nitrocellulose en solution inflammable contenant au plus 12,6% (rapporté à la masse sèche) d'azote et 55% de nitrocellulose	3	2059
Nitroglycérine en solution alcoolique avec plus de 1% mais pas plus de 5% de nitroglycérine	3	3064
Nitroglycérine en mélange, désensibilisée, liquide, inflammable, N.S.A., avec au plus 30% (masse) de nitroglycérine	3	3343
Nitroglycérine en mélange, désensibilisée, liquide, N.S.A., avec au plus 30% (masse) de nitroglycérine	3	3357
Liquide explosible désensibilisé, N.S.A.	3	3379
Picrate d'ammonium humidifié avec au moins 10% (masse) d'eau	4.1	1310
Dinitrophénol humidifié avec au moins 15% (masse) d'eau	4.1	1320
Dinitrophénates humidifiés avec au moins 15% (masse) d'eau	4.1	1321
Dinitrorésorcinol humidifié avec au moins 15% (masse) d'eau	4.1	1322
Nitroguanidine humidifiée avec au moins 20% (masse) d'eau	4.1	1336
Nitroamidon humidifié avec au moins 20% (masse) d'eau	4.1	1337
Trinitrophénol (acide picrique) humidifié avec au moins 30% (masse) d'eau	4.1	1344
Picrate d'argent humidifié avec au moins 30% (masse) d'eau	4.1	1347
Dinitro-o-crésate de sodium humidifié avec au moins 15% (masse) d'eau	4.1	1348
Picramate de sodium humidifié avec au moins 20% (masse) d'eau	4.1	1349
Trinitrobenzène humidifiée avec au moins 30% (masse) d'eau	4.1	1354
Acide trinitrobenzoïque humidifiée avec au moins 30% (masse) d'eau	4.1	1355
Trinitrotoluène (Tolite, TNT) humidifié avec au moins 30% (masse) d'eau	4.1	1356
Nitrate d'urée humidifié avec au moins 20% (masse) d'eau	4.1	1357
Picramate de zirconium humidifié avec au moins 20% (masse) d'eau	4.1	1517
Azoture de barium humidifié avec au moins 50% (masse) d'eau	4.1	1571
Nitrocellulose avec au moins 25% (masse) d'eau	4.1	2555
Nitrocellulose avec au moins 25% (masse) d'alcool et une teneur en azote ne dépassant pas 12,6% (rapportée à la masse sèche) avec ou sans plastifiant, avec ou sans pigment	4.1	2556
Nitrocellulose en mélange d'une teneur en azote ne dépassant pas 12,6% (rapportée à la masse sèche) avec ou sans plastifiant et pigment	4.1	2557
Sulfure de dipicryle humidifié avec au moins 10% (masse) d'eau	4.1	2852
Dinitrate d'isosorbide en mélange avec au moins 60% de lactose, de mannose, d'amidon ou d'hydrogenophosphate de calcium	4.1	2907
2-amino-4,6 dinitrophénol humidifié avec au moins 20% (masse) d'eau	4.1	3317
Nitroglycérine en mélange, désensibilisée, solide, N.S.A., avec plus de 2% mais au plus 10% (masse) de nitroglycérine	4.1	3319
Tétranitrate de pentaérythrite en mélange, désensibilisé, solide, N.S.A., avec plus de 10% mais moins de 20% (masse) de PETN	4.1	3344
Trinitrophénol (acide picrique) humidifié avec au moins 10% (masse) d'eau	4.1	3364
Trinitrochlorobenzène (chlorure de picryle) humidifié avec au moins 10% (masse) d'eau	4.1	3365

Trinitrotoluène (Tolite, TNT) humidifié avec au moins 10% (masse) d'eau	4.1	3366
Trinitrobenzène humidifié avec au moins 10% (masse) d'eau	4.1	3367
Acide trinitrobenzoïque humidifié avec au moins 10% (masse) d'eau	4.1	3368
Dinitro-o-crésate de sodium humidifié avec au moins 10% (masse) d'eau	4.1	3369
Nitrate d'urée humidifié avec au moins 10% (masse) d'eau	4.1	3370
Nitro-4 phényl hydrazine contenant au moins 30% (masse) d'eau	4.1	3376
Solide explosible désensibilisé, N.S.A.	4.1	3380
1-hydroxybenzotriazole mono hydraté	4.1	3474

II- Classification à des fins de distribution, d'utilisation y compris de stockage

Le SGH entend par matière explosible désensibilisée une substance explosible ou mélange explosible de substances, solide ou liquide, qui a été désensibilisé pour neutraliser ses propriétés explosives de telle **sorte qu'il n'explose pas en masse et ne se consume pas trop rapidement**, et qui ne relève donc pas de la classe de danger « Matières explosibles ».

Les matières explosibles désensibilisés, sont classées, **telles qu'elles sont emballées pour la distribution et l'utilisation (y compris stockage)**, dans **une des quatre catégories de cette classe en fonction de leur vitesse de combustion corrigée (Ac), déterminée au moyen de l'épreuve de vitesse de combustion** (feu extérieur) **décrite à la section 51.4 de la cinquième partie des « Recommandations relatives au transport des marchandises dangereuses, Manuel d'épreuves et de critères (ci-annexé)**, conformément au tableau 2.17.1 du SGH ci-dessous.

Catégorie	Critères
1	Matières explosibles désensibilisées dont la vitesse de combustion corrigée (Ac) est au moins égale à 300 kg/min mais inférieure à 1200 kg/min
2	Matières explosibles désensibilisées dont la vitesse de combustion corrigée (Ac) est au moins égale à 140 kg/min mais inférieure à 300 kg/min
3	Matières explosibles désensibilisées dont la vitesse de combustion corrigée (Ac) est au moins égale à 60 kg/min mais inférieure à 140 kg/min
4	Matières explosibles désensibilisées dont la vitesse de combustion corrigée (Ac) est inférieure à 60 kg/min

Cette classification a été proposée par les experts allemands. En effet, l'Allemagne pratique en interne et depuis un certain temps ce type de classement dit « classement au stockage » pour les matières appelées

« sonstiger explosivgefährliche Stoffe » qui sont des matières explosibles non classées dans la classe 1.

Dans la législation allemande, une matière explosive qui n'appartient pas à classe 1, selon sa composition et ses propriétés est classée dans un des **quatre groupes de stockage** (« Lagergruppen ») suivants : **Ia, Ib, II et III**. Ces quatre catégories sont identiques à celles incluses dans le SGH. Les Lagergruppe Ia, Ib, II et III correspondent respectivement aux catégories 1, 2, 3 et 4.

Le classement est réalisé en Allemagne par BAM (Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, Institut de Recherche Allemand).

Les conditions de stockage et les distances de sécurité à respecter entre un dépôt de matière explosive désensibilisée et des cibles à protéger sont fonction du groupe de stockage auquel le produit est affecté. Les conditions de stockage et les distances de sécurité à respecter sont reprises dans le document législatif allemand SprengLR 300.

Pour information et suite utile, les définitions de ces groupes de stockage sont donnée ci-dessous (extraite de la législation allemande).

Lagergruppe I

(1) Die Stoffe dieser Gruppe brennen sehr heftig unter starker Wärmeentwicklung ab. Der Brand breitet sich rasch aus. Die Packstücke können auch vereinzelt mit geringer Druckwirkung explodieren; dabei kann sich der gesamte Inhalt eines Packstücks umsetzen. Packstücke können fortgeschleudert werden. Die Gefährdung der Umgebung durch Wurfstücke ist gering. Die Gebäude in der Umgebung sind im Allgemeinen durch Druckwirkung nicht gefährdet.

Ein Service des Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz
in Zusammenarbeit mit der juris GmbH - www.juris.de

- Seite 12 von 38 -

(2) Die Lagergruppe wird in Ia und Ib unterteilt. Die Lagergruppe Ia umfasst die Stoffe mit einem korrigierten Stoffdurchsatz $A(\text{tief})k$ größer oder gleich 300 kg/min, die Lagergruppe Ib die Stoffe mit einem $A(\text{tief})k$ -Wert größer oder gleich 140 kg/min, jedoch kleiner 300 kg/min.

Lagergruppe II

(1) Die Stoffe dieser Gruppe brennen heftig unter starker Wärmeentwicklung ab. Der Brand breitet sich rasch aus. Die Packstücke können auch vereinzelt mit geringer Druckwirkung explodieren; dabei setzt sich jedoch nicht der gesamte Inhalt des Packstücks um. Die Umgebung ist hauptsächlich durch Flammen und Wärmestrahlung gefährdet. Gebäude in der Umgebung sind durch Druckwirkung nicht gefährdet.

(2) Die Lagergruppe II umfasst die Stoffe mit einem $A(\text{tief})k$ -Wert größer oder gleich 60 kg/min, jedoch kleiner 140 kg/min.

Lagergruppe III

(1) Die Stoffe dieser Lagergruppe brennen ab, wobei Abbrandgeschwindigkeit und Auswirkungen des Brandes denen brennbarer Stoffe vergleichbar sind.

(2) Die Lagergruppe III umfasst die Stoffe mit einem $A(\text{tief})k$ -Wert kleiner 60 kg/min.

III- Distances de stockage à respecter pour les matières explosibles désensibilisées

Les règles de stockage allemandes sont décrites dans le document législatif SprengLR 300.

Les distances de stockage sont déterministes et données pour chaque groupe de stockage dans un tableau (distances externes = Schutzabstande et distances internes = Sicherheitsstande). Elles peuvent être réduites si des mesures supplémentaires sont mises en place (murs coupes feu, sprinklage etc).

a) Construction de base pour les dépôts qui abritent ces matières

- Construits en matériaux incombustibles (ceci n'est pas valable pour le toit, la porte, fenêtres ou tout surface de décharge)
 - Un seul étage de préférence
 - La porte, fenêtres ou surface de décharge sont construits au moins en matériaux difficilement inflammables
 - Le toit doit être protégé contre la forte chaleur
 - Une surface de décharge est nécessaire. Pour groupe III, la porte est suffisante. Pour les autres groupes de stockage il faut par exemple 0,25m² pour 1000 kg de groupe II, 1 m² pour groupe Ia et 0,5m² pour groupe Ib.
Pour 200 kg/m³ max sinon la surface de décharge doit être augmentée proportionnellement.
 - Le dépôt doit être séparé d'un autre espace par un mur coupe-feu (le mur coupe-feu dépasse de 0,5 mètre à l'extérieur s'il traverse une surface de décharge)
 - Dépôt est protégé contre la foudre selon les normes en vigueur
 - Si les installations électriques, appareils électriques sont présents dans les dépôts, ils sont conçus pour les atmosphères explosibles.
 - Des moyens adaptés de lutte contre le feu sont présents
 - La température du stockage est à surveiller selon les indications du fabricant
- Etc.

b) Distances à respecter par rapport aux habitations et voies publiques de circulations

Lagergruppen : groupes de stockage

Menge : la quantité de matière sèche (kg)

Schutzabstande : distances de sécurité par rapport aux habitations et aux voies publiques de circulation

Wohnbereich : zone d'habitation

Verkehrswegen : voies publiques de circulation (sauf faible densité de circulation c.a.d par exemple moins de 250 véhicule en 24h)

b1. Tableau des distances pour les groupes de stockage Ib, II et III (ou catégories 2, 3 et 4)

**Lagergruppen Ib, II und III
Schutzabstände E in Abhängigkeit von der Lagermenge M**

Die Tabelle gibt für Stoffe der Lagergruppen I b, II und III Rechenwerte für beispielhaft ausgewählte Stoffmengen an. Die Rechenwerte sind auf volle Meter auf- bzw. abgerundet.

M kg	Schutzabstände E zu Wohnbereichen in m			Schutzabstände E zu Verkehrswegen in m kg		
	Lager-gruppe Ib	Lager-gruppe II	Lager-gruppe III	Lager-gruppe Ib	Lager-gruppe III	Lager-gruppe III
300	34	25	25	25	25	16
400	36	25	25	25	25	16
500	38	26	25	25	25	16
600	40	27	25	26	25	16
700	41	28	25	27	25	16
800	42	29	25	28	25	16
900	43	29	25	28	25	16
1000	44	30	25	29	25	16
2000	50	34	25	33	25	16
3000	55	37	25	36	25	16
4000	58	39	25	38	27	16
5000	60	41	25	40	28	16
6000	63	43	25	42	29	16
7000	65	44	25	43	30	16
8000	66	45	25	44	31	16
9000	68	46	25	45	32	16
10000	69	47	25	45	32	16
20000	87	60	25	57	41	16
30000	99	68	25	65	47	16
40000	109	75	25	72	51	16
50000	118	81	25	77	55	16
60000	125	86	25	82	59	16
70000	132	91	25	87	62	16
80000	138	95	25	90	65	16
90000	143	99	25	94	67	16
100000	149	102	25	97	70	16
200000	187	129	25	123	88	16

Exemple : Pour 6000 kg de matière sèche de nitrocellulose UN2556 classée par exemple en catégorie 4 ou groupe de stockage III les distances suivantes doivent être respectées à moins que des mesures supplémentaires mises en place permettent de les réduire ou de les annuler complètement.

Distance aux habitations : 25 mètres

Distance aux voies publiques de circulation : 16 mètres

b.2. Tableau des distances pour le groupe de stockage Ia ou catégorie 1

Lagergruppe Ia
Schutzabstände Ein Abhängigkeit von der Lagermenge M für Stoffe mit verschiedenen A_k- Werten

Die Tabelle gibt für Stoffe der Lagergruppe I a Rechenwerte für beispielhaft ausgewählte Stoffmengen und A_k-Werte an. Die Rechenwerte sind auf volle Meter auf- bzw. abgerundet

M kg	Schutzabstände zu Wohnbereichen in m			Schutzabstände zu Verkehrswegen in m		
	A = 400 kg/min	A = 600 kg/min	A = 1200 kg/min	A = 400 kg/min	A = 600 kg/min	A = 1200 kg/min
200	30	30	37	25	25	25
300	30	30	43	25	25	29
400	30	33	47	25	25	32
500	30	36	51	25	25	34
600	31	38	54	25	26	36
700	33	40	57	25	27	38
800	34	42	59	25	28	40
900	36	44	62	25	29	41
1000	37	45	64	25	30	43
2000	47	57	81	31	38	54

M kg	Schutzabstände zu Wohnbereichen in m			Schutzabstände zu Verkehrswegen in m		
	A = 400 kg/min	A = 600 kg/min	A = 1200 kg/min	A = 400 kg/min	A = 600 kg/min	A = 1200 kg/min
3000	53	65	92	36	44	62
4000	59	72	102	39	48	68
5000	63	77	110	42	52	73
6000	67	82	116	45	55	78
7000	71	87	123	47	58	82
8000	74	91	128	50	61	86
9000	77	94	133	52	63	89
10000	80	98	138	53	65	93
20000	100	123	174	67	82	117
30000	115	141	199	77	94	133
40000	127	155	219	85	104	147
50000	136	167	236	91	112	158
60000	145	177	251	97	119	168
70000	152	187	264	102	125	177
80000	159	195	276	107	131	185
90000	166	203	287	111	136	192
100000	172	210	297	115	141	199
200000	218	265	375	145	178	251

c) Distances à respecter par rapports aux autres dépôts et par rapport aux locaux situés sur le site de l'entreprise

Sicherheitsabstände : distances de sécurité internes

Betriebsgebäuden oder anlagen : bâtiments de l'entreprises

Lagern : dépôts de matière explosible désensibilisée

c.1. Tableau des distances pour le groupe de stockage Ia ou catégorie 1

Lagergruppe Ia
Sicherheitsabstände E in Abhängigkeit von der Lagermenge M für Stoffe mit verschiedenen A_v-Werten

Die Tabelle gibt für Stoffe der Lagergruppe Ia Rechenwerte für beispielhaft ausgewählte Stoffmengen und A_v-Werte an. Die Rechenwerte sind auf volle Meter auf- bzw. abgerundet.

M kg	Sicherheitsabstände zu Betriebsgebäuden oder -anlagen in m			Sicherheitsabstände zu anderen Lagern in m		
	A _v = 400 kg/min	A _v = 600 kg/min	A _v = 1200 kg/min	A _v = 400 kg/min	A _v = 600 kg/min	A _v = 1200 kg/min
200	25	25	25	13	16	23
300	25	25	25	15	19	27
400	25	25	25	17	21	29
500	25	25	25	18	22	32
600	25	25	27	19	24	34
700	25	25	28	20	25	35
800	25	25	30	21	26	37
900	25	25	31	22	27	38
1000	25	25	32	23	28	40
2000	25	28	40	29	35	50
3000	27	33	46	33	41	57
4000	29	36	51	37	45	63

M kg	Sicherheitsabstände zu Betriebsgebäuden oder -anlagen in m			Sicherheitsabstände zu anderen Lagern in m		
	A _v = 400 kg/min	A _v = 600 kg/min	A _v = 1200 kg/min	A _v = 400 kg/min	A _v = 600 kg/min	A _v = 1200 kg/min
5000	31	39	54	39	48	68
6000	33	41	58	42	51	72
7000	35	43	61	44	54	76
8000	37	45	64	46	56	80
9000	38	47	66	48	59	83
10000	40	49	69	50	61	86
20000	50	61	87	62	76	108

30000	57	70	99	71	88	124
40000	63	77	109	79	96	136
50000	68	83	117	85	104	147
60000	72	88	125	90	110	156
70000	76	93	131	95	116	164
80000	79	97	137	99	121	172
90000	82	101	143	103	126	179
100000	85	105	148	107	131	185
200000	108	132	186	135	165	233

c.2. Tableau des distances pour les groupes de stockage Ib, II et III ou catégories 2, 3 et 4

Lagergruppen Ib, II und III Sicherheitsabstände E in Abhängigkeit von der Lagermenge M

Die Tabelle gibt für Stoffe der Lagergruppen Ib, II und III Rechenwerte für beispielhaft ausgewählte Stoffmengen an. Die Rechenwerte sind auf volle Meter auf- bzw. abgerundet.

M kg	Sicherheitsabstände zu Betriebsgebäuden oder -anlagen in m			Sicherheitsabstände zu anderen Lagern in m		
	Lager-gruppe I b	Lager-gruppe II	Lager-gruppe III	Lager-gruppe I b	Lager-gruppe II	Lager-gruppe III
300	25	25	10	11	10	10
400	25	25	10	12	10	10
500	25	25	10	13	10	10
600	25	25	10	13	10	10
700	25	25	10	14	10	10
800	25	25	10	15	10	10
900	25	25	10	15	11	10
1000	25	25	10	16	11	10
2000	25	25	10	20	14	10
3000	27	25	10	23	16	10
4000	29	25	10	25	17	10
5000	30	25	10	27	19	10
6000	31	25	10	29	20	10
7000	32	25	10	31	21	10
8000	33	25	10	32	22	10
9000	34	25	10	33	23	10
10000	34	25	10	34	24	10
20000	43	30	10	43	30	10
30000	50	34	10	50	34	10
40000	55	38	10	55	38	10
50000	59	41	10	59	41	10
60000	63	43	10	63	43	10
70000	66	45	10	66	45	10
80000	69	47	10	69	47	10
90000	72	49	10	72	49	10
100000	74	51	10	74	51	10
200000	94	64	10	94	64	10

Exemple : Pour 6000 kg de matière sèche de nitrocellulose UN2556 classée par exemple en catégorie 4 ou groupe de stockage III les distances suivantes doivent être respectées dans la direction où les effets sont attendus à moins que des mesures supplémentaires mises en place permettent de les réduire ou annuler complètement.

Distance aux dépôts : 10 mètres

Distance aux autres bâtiments de l'entreprise : 10 mètres

d) Combustion simultanée exclue (effet domino exclu)

Lorsque deux cellules sont séparées par un mur sans ouverture coupe-feu au moins REI90 et que ce mur s'il traverse une paroi de décharge (toit, porte etc.) dépasse de 0,5 mètre le toit et la façade, la combustion simultanée dans les deux cellules est exclue. Les distances à prendre en compte sont celles correspondant à la quantité la plus grande des deux cellules.

e) Distance ou zone de protection du feu extérieur « Brandschutz »

Une zone de 25 mètres libres autour du dépôt est à observer pour éviter qu'un feu extérieur, stockage de matière inflammable, ne provoque le feu dans le dépôt.

Cette distance peut être entièrement annulée par des murs coupe-feu au moins REI30.

f) Possibilité de réduire les distances précédentes

Les distances précédentes peuvent être réduites voir annulées si des mesures supplémentaires de lutte contre le feu sont prises (exemple : murs aveugles coupe-feu, système de sprinklage, etc.).

Toutes ces possibilités, non reprises dans ce résumé, sont décrites dans le document législatif **SprengLR 300**. Elles peuvent être utilisées au cas par cas, quand c'est nécessaire, par l'exploitant pour justifier son implantation et demande donc des investissements plus importants.

Exemple : Pour groupe de stockage III

- Si des constructions résistantes au feu au moins REI90 sont érigées dans la direction des effets, les distances peuvent être nulles.
- Une diminution des distances vis-à-vis des habitations, des voies de circulation peuvent être réduite de 30% si une installation de sprinklage adaptée (au moins 5 l/min.m²) est installée selon les normes en vigueur.
- Les distances vis-à-vis des objets vulnérables ne peuvent pas être réduites si quantité > 1000kg.

g) Quelques conditions « de base » pour le stockage des matières désensibilisées

- Classer au stockage la matière désensibilisée dans une des catégories 1, 2, 3 ou 4. Ce classement au stockage est à la charge de l'exploitant. *Si la catégorie n'est pas connue, le stockage se fera dans les conditions de la catégorie la plus contraignante c'est-à-dire la catégorie 1 (application des distances d'isolement les plus grandes).*
- Stocker la matière désensibilisée dans un endroit frais, sec et bien aéré, loin de toutes sources possibles de chaleur ou d'inflammation.
- Comme la matière désensibilisée sèche est sensible à la chaleur et à l'impact, les récipients contenant de la matière désensibilisée doivent être hermétiquement fermés s'ils ne sont pas utilisés pour prévenir l'évaporation de l'agent mouillant ou neutralisant. Les récipients ne sont ouverts qu'une fois prêts à être utilisés.
- Ne pas exposer la matière désensibilisée à la lumière du soleil, aux chocs ou aux frottements.
- La nitrocellulose ne doit pas entrer en contact avec des acides, bases, amines ou autres agents oxydants.
- Ne pas utiliser des outils ferreux pour l'ouverture et la fermeture des récipients de nitrocellulose. Ces outils peuvent être en cuivre, laiton, bronze ou en bois. Les outils en matières plastiques ne devraient pas être utilisés parce qu'ils ont tendance à produire de l'électricité statique.
- Lors de la manutention de fûts contenant de la nitrocellulose, il ne faut pas les faire tomber ou faire cogner les uns avec les autres.
- Pour éviter les étincelles, ne pas rouler ou glisser les récipients sur le béton, planchers en acier ou des surfaces dures.
- Ne pas stocker la nitrocellulose avec des substances incompatibles, tels que les substances explosives, de gaz sous pression, les substances inflammables, des agents oxydants, des acides, des bases et des amines.
- Les récipients de nitrocellulose sont placés en position verticale les uns à côté des autres sur un sol plan horizontal. La hauteur de stockage indiquée par le fabricant est à respecter et ne doit pas dépasser la hauteur de deux récipients.
- Le sol du dépôt sera fait d'un matériau lisse, non susceptible de donner des étincelles par le choc d'un outil en acier ou par frottement de parties métalliques.
- Le stock de la matière explosible désensibilisée le plus ancien doit être utilisée en premier.
- Ne pas ouvrir ou vider la matière explosible désensibilisée dans d'autres conteneurs dans la zone de stockage. Toute manipulation est interdite dans le dépôt.

- *La matière explosible désensibilisée doit être conservée dans les emballages originaux. Ce sont des emballages UN, marqués et testés selon le code UN.*
- Le toit du dépôt sera formé par des matériaux incombustibles légers donnant aisément le passage aux gaz chauds dégagés éventuellement en cas d'incendie. Ce toit formera une double paroi aérée de façon à éviter un échauffement excessif par radiations solaires. La température à l'intérieur du dépôt ne doit pas dépasser 40°C pour la nitrocellulose. (Arrêté type 309, art 4° et note sur usine de Bergerac « arrosage du toit »)
- **Le bâtiment de stockage de la matière explosible désensibilisée est placé à une distance suffisante des autres locaux internes à l'entreprises et des habitations et des voies publiques de circulations selon la catégorie de produits (1, 2, 3 ou 4). Ces distances, reprises dans ce document, peuvent être réduite ou annulées si des mesures supplémentaires sont mises en place** (voir en détail SprengLR300 car une multitude de possibilités sont offertes).
- Conception possible des bâtiments : division en cellules séparées par des murs coupe-feu. L'AR du 7 juillet 1994 : résistance minimale des parois des compartiments REI 120 (coupe-feu 2h) ou REI60 (coupe-feu 1 h) selon la charge calorifique du compartiment.. Le raccordement de la paroi du compartiment au toit ou à la façade est conçu et réalisé de manière à limiter, en cas d'incendie, le risque d'extension de l'incendie et de la fumée d'une cellule à une autre : la paroi du compartiment dépasse la toiture d'au moins 1m, la paroi du compartiment dépasse la façade d'au moins 0,5m (cette partie de la façade est en matériaux incombustibles).
- Il est construit en matériaux incombustibles sans fenêtres. La porte s'ouvre vers l'extérieur.
- Il est interdit d'entreposer des matières facilement combustibles et spontanément inflammables dans un rayon de 25 m.. Cette distance peut être réduite ou annulée si des mesures supplémentaires active ou passive contre le feu sont mise en places.
- Le dépôt dispose d'une surface de décharge suffisante. Pour la catégorie 4, la porte est suffisante en tant que surface de décharge. Pour les autres groupes de stockage pour 1000 kg de matière sèche .il faut :
 - 0,25m² pour le groupe 3
 - 0,5 m² pour le groupe 2
 - 1 m² pour le groupe 1

A condition que la densité de chargement du dépôt est $\leq 200 \text{ kg/m}^3$ sinon la surface de la décharge est augmentée proportionnellement.
- Le local est pourvu d'un nombre suffisant d'évent d'aéragé .
Exemples :

Pour 1 m³ (volume du dépôt) correspond une ventilation (ouvertures dans les murs) minimum totale de 60cm² (ordonnance suisse).

Directive « Richoux » concernant l'établissement d'un dépôt de nitrocellulose « Le dépôt doit être suffisamment et convenablement aéré ; il doit être pourvu d'un nombre suffisant d'évents d'aéragé répartis de façon homogène sur la longueur de la parois et dont le passage total minimal constitue la 1/250^{ème} partie de la surface du plancher..... »

- Le dépôt doit être protégé contre la foudre. Toutes les parties métalliques du bâtiment sont reliées à la terre.

Etc.

e) Arrêté royal du 23/09/58 et dérogation conditionnelle pour détention de substances désensibilisées pour certaines catégories de personnes

Article 268

Par dérogation à l'article 200, le ministre qui a le service des explosifs dans ses attributions peut permettre la détention de produits explosifs de toutes catégories, pour des usages scientifiques ou de sécurité, aux conditions qu'il détermine.

Exemple des conditions pour quantité inférieure ou égale à **1500 grammes** : arrêté ministériel du 03/08/1978

*Arrêté ministériel du 3 août 1978 portant dérogation conditionnelle pour la détention par les chefs de laboratoire d'acide picrique destiné à usages scientifiques dans leur laboratoire.*²⁸

Cet arrêté est utilisé en pratique pour tout usage scientifique de matières désensibilisées et pas seulement de l'acide picrique jusqu'à 1500 grammes.

Article 266

Les pharmaciens, ainsi que les médecins autorisés à délivrer des médicaments, peuvent détenir sans autorisation les substances explosives nécessaires à l'exercice de l'art de guérir. Les quantités de ces substances qui peuvent être conservées dans les officines sont limitées à: 500 grammes pour le coton à collodion; 30 grammes pour la nitroglycérine (en solution alcoolique au centième) et 1 500 grammes pour l'acide picrique.

²⁸ Moniteur belge du 9 septembre 1978

Références ou pour aller plus loin

1/ SprengLR300

2/ Inclusion d'un nouveau chapitre "2.17 Matières explosibles désensibilisées" dans le SGH et de "Procédures de classement, méthodes d'épreuves et critères relatifs aux matières explosibles désensibilisées » dans une nouvelle partie V du Manuel d'épreuves et de critères.

3/ Exemples de matières explosibles désensibilisées déjà classées par BAM

47. Liste *) von Lagergruppenzuordnungen sonstiger explosionsgefährlicher Stoffe

(Nitrocellulose-Zubereitungen, Zubereitungen organischer Peroxide und andere sonstige explosionsgefährliche Stoffe)

4/ Note SNPE sur le stockage de la nitrocellulose industrielle (suite accident Bergerac)

5/ Note Richoux