

***BULLETIN OFFICIEL DES ARMEES***



**Edition Chronologique n°25 du 7 juin 2013**

**PARTIE PERMANENTE**  
**Direction générale de l'armement (DGA)**

**Texte n°8**

**INSTRUCTION N° 1184/DEF/DGA/INSP/IPE**  
relative à la spécification du besoin en munitions à risques atténués pour toute nouvelle acquisition de munitions.

*Du 20 décembre 2012*

**INSTRUCTION N° 1184/DEF/DGA/INSP/IPE relative à la spécification du besoin en munitions à risques atténués pour toute nouvelle acquisition de munitions.**

*Du 20 décembre 2012*

NOR D E F A 1 2 5 2 8 1 6 J

---

*Références :*

- a) Instruction n° 211893/DEF/DGA/INSP/IPE du 21 juillet 2011 (BOC N° 40 du 30 septembre 2011, texte 6 ; BOEM 820.1.1).
- b) STANAG 4439 et AOP39.
- c) Arrêté du 16 mai 2008 (n.i. BO ; JO n° 123 du 28 mai 2008, texte n° 31).
- d) Instruction générale n° 125/DEF/EMA/PLANS/COCA - n° 1516/DEF/DGA/DP/SDM du 26 mars 2010 (BOC N° 15 du 15 avril 2010, texte 4 ; BOEM 410.12.1).

*Pièce(s) Jointe(s) :*

Sept annexes.

*Classement dans l'édition méthodique :* BOEM 820.1.1

*Référence de publication :* BOC N°25 du 7 juin 2013, texte 8.

---

**1. OBJET.**

L'objet de cette instruction est de fixer au niveau de l'expression de besoin des marchés d'acquisition de munitions, les modalités d'application de l'instruction n° 211893/DEF/DGA/INSP/IPE du 21 juillet 2011 fixant la politique en matière de munitions à risques atténués et ses modalités d'application [référence a)].

**2. DOMAINE D'APPLICATION.**

Cette instruction s'adresse à tous les services du ministère de la défense impliqués dans la définition capacitaire, le développement et l'acquisition de munitions destinées à équiper les armées françaises.

**3. INTRODUCTION.**

L'instruction n° 211893/DEF/DGA/INSP/IPE du 21 juillet 2011 fixe la politique en matière de munitions à risques atténués (MURAT) et ses modalités d'applications. En cohérence avec les exigences du code de la défense qui requiert que soient appliquées les meilleures pratiques en matière de management de la sécurité des systèmes, elle constitue le document de mise en application du *Standardization Agreement* (STANAG 4439) <sup>(1)</sup> [référence b)] en précisant le rôle et les responsabilités des différents acteurs des armées et de la direction générale de l'armement (DGA).

L'objectif à long terme est d'améliorer, du point de vue de la sécurité des personnes et des biens, la situation actuelle où la majorité des munitions en stock dans l'armée française présente des dangers de détonation en masse au regard des stimuli accidentels courants de type incendie, impacts de balles ou d'éclats.

Cette instruction vise également à répondre aux nouveaux contextes opérationnels où les forces françaises sont de plus en plus impliquées dans des opérations extérieures multinationales. Lors de ces opérations, les

nations de l'alliance doivent être à même de projeter rapidement des forces dans des environnements hostiles marqués par des menaces nouvelles (attaques multiples de type charge creuse, engins explosifs improvisés, etc.).

De fortes contraintes pèsent également sur la logistique opérationnelle des munitions et l'utilisation à terme de dépôts de munitions communs à plusieurs pays devient un objectif important de l'organisation du traité de l'Atlantique Nord (OTAN). Dans ces conditions, la connaissance exhaustive des risques pyrotechniques posés par les munitions est fondamentale de même que l'adoption de règles communes pour la sécurité. Les évolutions des cycles de vie et des contextes opérationnels doivent amener à rechercher le niveau de muratisation maximum compatible du savoir-faire technologique et des contraintes de coûts et délais.

La présente instruction s'inscrit dans cette démarche et a pour objet de définir les méthodologies et le processus d'application de l'instruction n° 211893/DEF/DGA/INSP/IPE du 21 juillet 2011 pour la spécification de la signature MURAT lors de l'acquisition de munitions.

#### 4. DÉFINITIONS.

Munitions à risques atténués (MURAT) :

- munitions qui répondent de façon fiable aux exigences en matière de performance, de disponibilité et de besoins opérationnels tout en réduisant au minimum la probabilité d'initiation intempestive et la gravité des dommages collatéraux qui en résulteraient pour la plate-forme de lancement, les systèmes logistiques et le personnel quand ces munitions sont soumises à des menaces d'accident et de combat choisies.

Signature MURAT :

- représentation du niveau de sécurité global de la munition pour une configuration donnée vis-à-vis des agressions de référence de l'instruction n° 211893/DEF/DGA/INSP/IPE du 21 juillet 2011 (annexe I.) et coté par l'intermédiaire des descripteurs de violence de réaction OTAN allant de la détonation (type I) à la simple combustion (type V) ou à la non réaction (type VI) telles que définies dans l'AOP-39 (2) et rappelés en annexe II.

Label MURAT :

- signature MURAT normalisée et symbolisée par une, deux ou trois étoiles (annexe I.). Les labels MURAT sont attribués par l'inspecteur de l'armement pour les poudres et explosifs [référence c)].

Exigences MURAT du STANAG 4439 et de l'instruction n° 211893/DEF/DGA/INSP/IPE du 21 juillet 2011 :

- signature MURAT représentée par une réaction au plus de type V aux agressions incendie, échauffement lent, impact par balles, impact d'éclat léger et par une réaction au plus de type III aux agressions impact d'éclat lourd, réaction par influence et jet de charge creuse.

#### 5. PROCESSUS D'EXPRESSION DU BESOIN EN MUNITIONS À RISQUES ATTÉNUÉS.

##### 5.1. Rappel des principes de l'instruction n° 211893/DEF/DGA/INSP/IPE du 21 juillet 2011.

5.1.1. Toutes les expressions de besoin relatives à l'acquisition de munitions conventionnelles par le ministère de la défense doivent intégrer le STANAG 4439 dans le référentiel des normes applicables au marché. L'expression de besoin MURAT doit être initiée au plus tôt dans le déroulement d'une procédure d'acquisition et doit être consolidée lors du passage de chaque jalon de cette procédure.

5.1.2. Tout écart dans l'expression finale du besoin par rapport aux critères définis dans le STANAG 4439 doit faire l'objet d'une proposition de traitement préparée par le responsable de l'acquisition à l'attention de l'état-major à l'origine du besoin. L'état-major concerné statue sur le traitement proposé, après avis de

l'inspecteur de l'armement pour les poudres et explosifs (IPE).

## **5.2. Généralités sur le traitement des écarts.**

Ce processus doit permettre d'établir et de justifier le non respect des exigences et critères relatifs à l'instruction n° 211893/DEF/DGA/INSP/IPE du 21 juillet 2011. Il s'agit en particulier de s'assurer que l'équilibre est préservé entre les impératifs opérationnels, les coûts et les risques.

Ce processus conduit à faire approuver par l'état-major concerné le niveau de sécurité (à retenir au niveau du contrat d'acquisition) de la munition dans l'environnement accidentel et malveillant de référence défini dans l'instruction n° 211893/DEF/DGA/INSP/IPE du 21 juillet 2011 et rappelé en annexe I.

Les munitions à faible quantité de matière active et ne présentant pas de dangers importants en phase logistique, tel que mis en évidence par un classement potentiel en division de risque DR 1.4 au sens du manuel de l'organisation des Nations unies (ONU) d'épreuves et critères, sont exemptes du processus décrit ci-après.

## **5.3. Procédure d'application de la politique en matière de munitions à risques atténués pour toute nouvelle acquisition.**

Cette procédure se décompose en trois phases successives dont les déroulements peuvent être adaptés en fonction du type d'acquisition et du type de munition considérée :

- intégration du référentiel MURAT dans l'expression initiale du besoin militaire ;
- détermination, en amont de la consultation, d'une signature MURAT « stabilisée » prenant en compte une analyse des dangers dans les différentes phases d'emploi de la munition et éventuellement l'état de l'art MURAT, signature servant ensuite de base au traitement des écarts par rapport aux exigences MURAT de l'instruction n° 211893/DEF/DGA/INSP/IPE du 21 juillet 2011 ;
- détermination, à partir des résultats de la consultation, d'une signature MURAT « référence » et utilisation de cette signature pour le traitement des écarts par rapport à la signature MURAT « stabilisée ».

Un synoptique de déroulement de ces différentes phases est présenté figure 1.

### **5.3.1. Expression initiale du besoin.**

Pour toute nouvelle acquisition, l'état-major à l'origine du besoin intègre dans le référentiel documentaire de son expression de besoin le STANAG 4439 et l'instruction n° 211893/DEF/DGA/INSP/IPE du 21 juillet 2011 comme normes applicables.

L'état-major à l'origine du besoin crée un groupe d'experts chargé de spécifier le besoin MURAT. Ce groupe est composé de représentants du ou des états-majors concernés, de l'IPE ainsi que de la direction technique de la direction générale de l'armement (DGA/DT) (pour une acquisition DGA). Il est présidé par une personne de l'état-major à l'origine du besoin et assisté par un représentant de l'IPE.

### **5.3.2. Détermination et validation de la signature des munitions à risques atténués « stabilisée ».**

Le groupe d'experts définit en premier lieu une signature MURAT « stabilisée ». Cette signature est basée sur l'acceptabilité des dangers (conséquences potentielles) induits par la réaction de la munition aux agressions de référence précisées dans l'instruction n° 211893/DEF/DGA/INSP/IPE du 21 juillet 2011, pour les différentes phases et configurations du cycle de vie potentiel de cette munition. Des éléments méthodologiques pour conduire cette analyse sont présentés en annexe III. La signature MURAT « stabilisée » intègre éventuellement l'état de l'art technologique MURAT et les possibilités d'allègement des contraintes logistiques en fonction du niveau de muratisation recherché (annexe IV.). Les niveaux de réaction pour les différentes agressions MURAT sont en principe au plus égaux à ceux exigés dans l'instruction n° 211893/DEF/DGA/INSP/IPE du 21 juillet 2011.

Cette signature « stabilisée » est transmise pour validation de l'analyse par l'IPE et acceptation par l'état-major concerné des éventuels écarts avec les exigences MURAT définies dans l'instruction n° 211893/DEF/DGA/INSP/IPE du 21 juillet 2011, au vu d'un dossier de spécification du besoin MURAT constitué par le groupe d'experts. Ce dossier présente les éléments ayant conduit à l'établissement de la signature MURAT « stabilisée ». Il fait apparaître en particulier la signature issue de l'analyse de danger et justifie les éventuelles modifications liées à la prise en compte de l'état de l'art technologique MURAT et à l'analyse des bénéfices logistiques potentiels. Le dossier détaille enfin l'analyse de danger menée pour les exigences MURAT non tenues de la signature « stabilisée » et propose des mesures compensatoires pour les niveaux de danger inacceptables. Les informations demandées dans ce dossier sont précisées en annexe VI., partie I. Ce dossier est transmis par le président du groupe d'experts à l'IPE et est retourné après avis à l'état-major concerné.

La signature « stabilisée » est utilisée pour la consultation des fournisseurs potentiels.

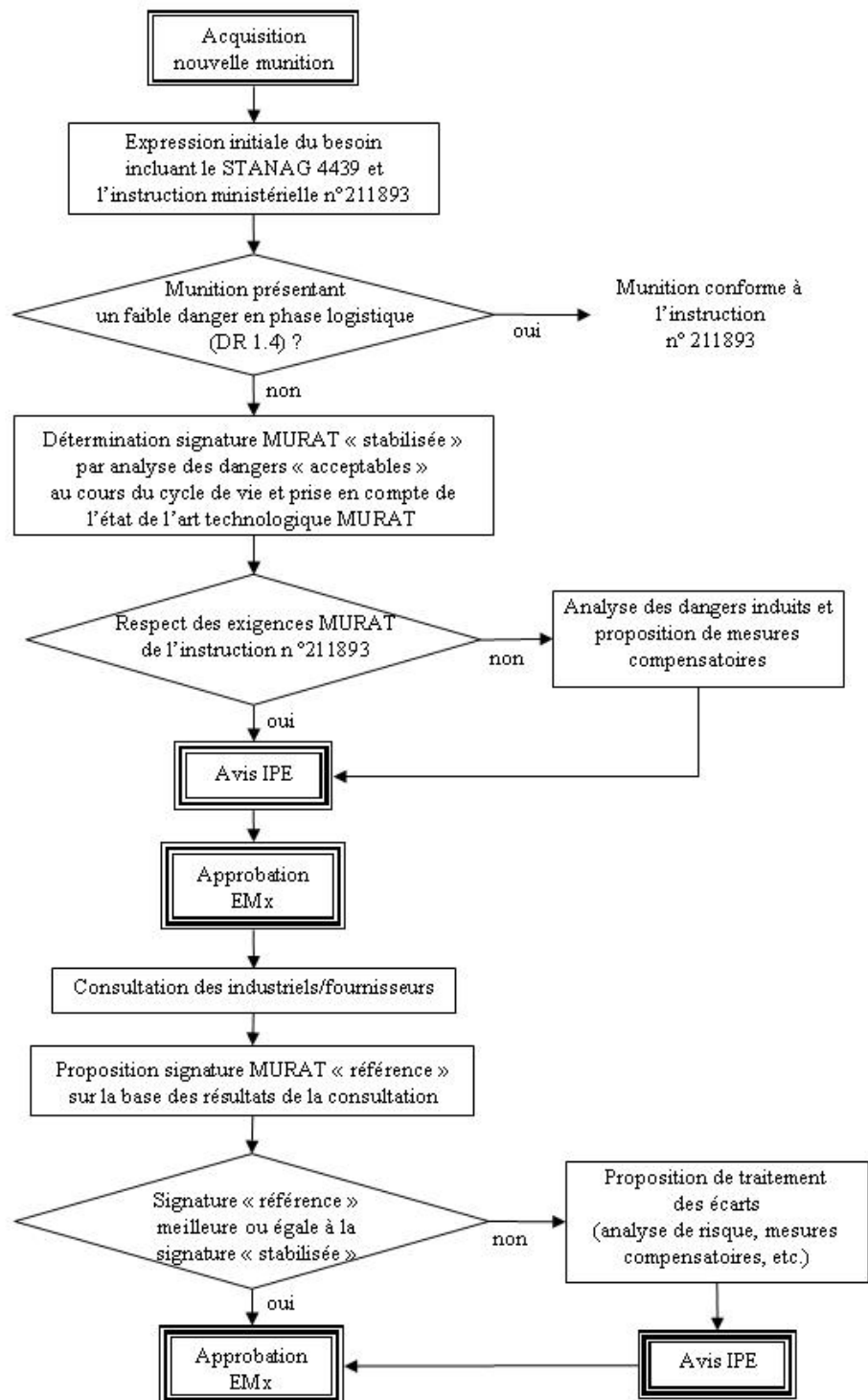
### ***5.3.3. Détermination et validation de la signature des munitions à risques atténués « référence ».***

Lors de la passation du marché, une signature MURAT dite « référence », résultant de la consultation des fournisseurs potentiels, est intégrée dans les clauses contractuelles du marché après acceptation par l'état-major concerné des éventuels écarts entre la signature « référence » et la signature « stabilisée ».

Le responsable de l'acquisition sollicite le groupe d'experts qui conduit pour chaque écart une analyse des risques induits (principes de cette analyse en annexe V.) et des possibilités de mesures compensatoires. Les éléments de cette analyse et ses justifications sont intégrées dans le dossier de spécification du besoin MURAT (annexe VI. - partie II.).

Les informations demandées dans ce dossier sont précisées en annexe VI. - partie II. Ce dossier est transmis par le président du groupe d'experts à l'IPE. Après validation de l'analyse par l'IPE, l'état-major concerné statue sur l'acceptation des écarts et le traitement proposé.

*5.3.3.1. Figure 1 : synoptique de déroulement de la spécification du besoin de munitions à risques atténués et processus de traitements des écarts en cas de non respect des exigences de l'instruction 211893/DEF/DGA/INSP/IPE du 21 juillet 2011.*



v

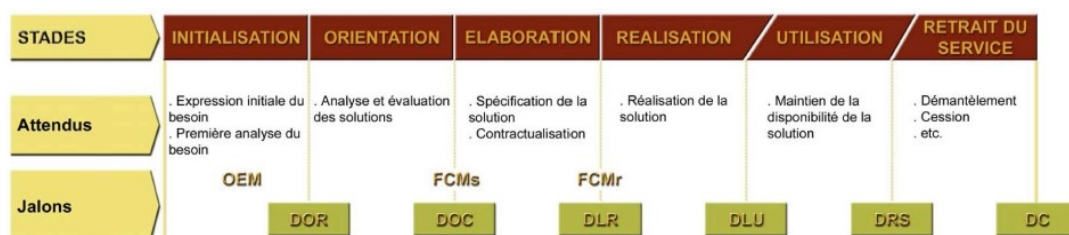
#### 5.4. Exemples d'application à différents types de d'acquisition.

##### 5.4.1. Programme d'armement suivant l'instruction de référence d).

Dans le cas d'un programme d'armement suivant l'instruction générale de référence d), l'application de la politique MURAT est illustrée en figure 2. en suivant les stades :

- initialisation : inscription du référentiel MURAT dans l'objectif d'état-major (OEM) et création du groupe d'experts ;
- orientation : détermination et validation de la signature MURAT « stabilisée » et inscription de cette signature dans la fiche de caractéristiques militaires stabilisée (FCMs) ;
- élaboration : détermination et validation de la signature MURAT « référence » et inscription de cette signature dans la fiche de caractéristiques militaires de référence (FCMr).

5.4.1.1. Figure 2 : jalons MURAT et déroulement d'un programme d'armement suivant l'instruction n° 125/DEF/EMA/PLANS/COCA - n° 1516/DEF/DGA/DP/SDM du 26 mars 2010.



#### 5.4.2. Programme d'armement hors instruction de référence d).

Dans le cas d'un programme d'armement hors instruction de référence d), l'application de la politique MURAT intervient comme suit :

- inscription du référentiel MURAT dans la fiche d'expression de besoin militaire (FEB) et création du groupe d'experts ;
- détermination et validation de la signature MURAT « stabilisée » et inscription de cette signature dans la spécification technique de besoin (STB) utilisée pour la consultation ;
- détermination et validation de la signature MURAT « référence » et inscription dans la STB contractuelle.

#### 5.4.3. Programme en coopération.

Le cas d'un programme en coopération est traité suivant la procédure adaptée décrite au point 5.4.1. ou 5.4.2. La procédure peut toutefois être aménagée comme suit afin de prendre en compte les spécificités liées à ce type de marché.

Le STANAG 4439 et l'instruction n° 211893/DEF/DGA/INSP/IPE du 21 juillet 2011 restent les documents MURAT applicables au marché. Un groupe d'experts est désigné par l'état-major à l'origine du besoin et une signature MURAT « stabilisée » est déterminée en amont du programme.

Si la signature MURAT demandée par les pays partenaires est meilleure que la signature MURAT « stabilisée », celle-ci peut également être retenue comme signature MURAT « stabilisée ». Dans le cas contraire, une analyse de danger est menée par le groupe d'experts sur la base de la signature MURAT proposée par les partenaires et des mesures compensatoires sont proposées pour les niveaux de danger jugés inacceptables. Le dossier de spécification du besoin MURAT est transmis pour avis à l'IPE puis retourné à l'état-major concerné qui statue sur la signature MURAT « stabilisée » proposée et le traitement des écarts.

Le processus de détermination et validation de la signature MURAT « référence » (point 5.4.3.) est inchangé.

#### **5.4.4. Achat sur étagère.**

Le cas spécifique d'un achat sur étagère est traité suivant la procédure adaptée décrite au point 5.4.1. ou 5.4.2. La procédure peut toutefois être aménagée comme suit afin de prendre en compte les impératifs particuliers de contractualisation liés à ce type de marché.

Le STANAG 4439 et l'instruction n° 211893/DEF/DGA/INSP/IPE du 21 juillet 2011 restent les documents MURAT applicables au marché. Un groupe d'experts est désigné par l'état-major à l'origine du besoin et une signature MURAT « stabilisée » est déterminée en amont de la consultation, comme décrit dans la procédure générale d'application de la politique MURAT (point 5.3.). Ces exigences MURAT peuvent toutefois prendre en compte des contraintes liées à l'achat d'une munition existante. La munition est en effet déjà développée et l'intégration de technologie MURAT pourrait s'avérer difficile voire non atteignable sans redéveloppement significatif et/ou incompatible d'un marché d'achat sur étagère.

Le dossier constitué par le groupe d'experts intègre les éléments demandés au point 5.3.2. Il analyse en particulier l'éventuelle dégradation des caractéristiques MURAT de la munition par rapport à l'analyse de danger et l'état de l'art MURAT et propose des mesures compensatoires.

La signature « référence » est déterminée à partir des informations communiquées par le fournisseur retenu et des éventuels essais complémentaires menés dans des configurations particulières.

#### **5.4.5. Modernisation à mi-vie.**

La modernisation à mi-vie d'une munition peut suivant les programmes intégrer une rénovation de ses éléments pyrotechniques (tête militaire, propulsion, fusée, etc.). Elle doit être l'occasion d'une réflexion sur la prise en compte de la politique MURAT dans le cas où aucune spécification MURAT n'a été exigée lors du développement initial de la munition.

Si le programme de modernisation concerne une munition déjà muratisée ou pour laquelle une muratisation est demandée, la définition des exigences MURAT se fait en suivant la procédure adaptée décrite au point 5.4.1. ou 5.4.2.

Si la munition actuellement en service ne dispose pas d'une signature MURAT validée par l'IPE, une étape supplémentaire est à prévoir au début du programme afin d'évaluer cette signature conformément au point 4.2. de l'instruction n° 211893/DEF/DGA/INSP/IPE du 21 juillet 2011.

Le groupe d'experts s'assure ensuite, lors de l'établissement des signatures MURAT « stabilisée » et « référence », de la non-régression des niveaux de réaction déterminés par rapport à la signature MURAT de la munition à moderniser.

#### **5.4.6. Recomplètement de munitions.**

Dans le cas d'un remplèvement de munitions, la procédure d'application de la politique MURAT peut se limiter à vérifier que le traitement des obsolescences et les éventuelles évolutions de définitions antérieures à ce remplèvement n'entraînent pas de dégradations de la signature MURAT de la munition. Une réflexion doit néanmoins être menée sur la possibilité d'évolution du niveau MURAT.

Si la munition en service ne dispose pas d'une signature MURAT validée par l'IPE, cette signature est évaluée conformément au point 4.2. de l'instruction n° 211893/DEF/DGA/INSP/IPE du 21 juillet 2011 au début de la procédure de remplèvement.

## 6. DIVERS.

La présente instruction sera publiée au *Bulletin officiel des armées*.

Pour le ministre de la défense et par délégation :

*L'ingénieur général de l'armement,  
inspecteur de l'armement pour les poudres et explosifs,*

Jean-Luc FAUQUEMBERGUE.

---

(1) Accord de normalisation de l'organisation du traité de l'Atlantique Nord (OTAN).

(2) Allied ordonance publication.

ANNEXE I.  
**EXIGENCES ET LABELS DES MUNITIONS À RISQUES ATTÉNUÉS.**

L'analyse de l'OTAN confirme la validité et la pertinence des agressions de référence définies dès l'origine du concept MURAT, notamment pour les échauffements, la réaction par influence et l'impact de fragments légers à grande vitesse.

Les menaces de type impact de balle ont évolué avec des effets incendiaires et explosifs supplémentaires mais le retour d'expérience n'est pas suffisant pour remettre en cause des mécanismes réactionnels déjà établis pour les munitions vis-à-vis de cette agression.

Les menaces de type charge creuse sont elles plus présentes et justifient une évaluation systématique du comportement de la munition à cette agression.

Le choix a été fait de conserver en France l'agression de type éclat lourd grande vitesse qui n'est pas une agression du référentiel OTAN mais qui peut d'une certaine manière et avec les précautions d'usage être représentative d'une certaine classe d'engins explosifs improvisés (EEI).

Tableau 1 : exigences MURAT françaises.

AGRESSION TYPE.	DOMAINE.	OBSERVATIONS.	NIVEAU DE RÉACTION REQUIS (1).
Incendie.	<p>Domaine de température : température moyenne de l'incendie entre 550 °C et 850 °C jusqu'à ce que toutes les réactions de la munition soit achevées.</p> <p>Température de 550 °C atteinte en au plus 30 s à partir de l'allumage du foyer.</p> <p>Les essais à échelle 1 sont menés conformément au STANAG 4240.</p>		V.
Échauffement lent.	<p>Elévation régulière de température de 1 °C à 30 °C par heure à partir de la température ambiante, jusqu'à ce que toutes les réactions de la munition soient achevées.</p> <p>Les essais à échelle 1 sont menés conformément au STANAG 4382.</p>	La rampe de montée en température est restreinte ce qui améliore la représentativité de l'agression sur l'ensemble de la plage.	V.
Impact par balles.	<p>Domaine de vitesse : de 400 m/s à 850 m/s.</p> <p>Les essais à échelle 1 sont menés conformément au STANAG 4241.</p>	<p>La plage de vitesses est restreinte.</p> <p>Pas de tir en rafale.</p>	V.
Réaction par influence.	<p>Détonation du donneur dans une configuration appropriée.</p> <p>Les essais à échelle 1 sont menés conformément au STANAG 4396.</p>	Si moteurs à propergol solide ou charges propulsives d'artillerie, amorçage du donneur par une source externe de type jet de charge creuse approuvée par l'IPE.	III.
Impact d'éclat léger.	<p>Fragment en acier de 15 g à la vitesse de 2600 m/s.</p> <p>Fragment en acier de 65 g à la vitesse de 2200 m/s.</p>	<b>Nota.</b> Contenu du STANAG 4496 : procédure standard : éclat 18,6 g à vitesse 2530 m/s ; procédure alternative : même éclat à vitesse 1830 m/s.	V.

	Les essais à échelle 1 sont menés conformément au STANAG 4496.		
Impact d'éclat lourd.	1 éclat parallélépipédique acier de 250 g à une vitesse d'impact de 0 m/s à 1650 m/s.	Exigence française.	III.
Jet de charge creuse.	Domaine du jet de charge creuse : calibre allant jusqu'à 85 mm.  Les essais à échelle 1 sont menés conformément au STANAG 4526.	La charge creuse de référence retenue est la CCEB 62 ou équivalent.	III.

Les labels MURAT permettent de :

- faire un lien direct avec les classements en division de risque assurant un bénéfice logistique ;
- identifier rapidement, par un marquage simple de la munition, les méthodes adaptées à sa manutention et à sa neutralisation ;
- promouvoir le concept à l'export.

Au nombre de trois, symbolisés par une, deux ou trois étoiles, ces labels correspondent à des exigences de signatures particulières définies ci-dessous :

Tableau 2 : labels MURAT.

LABEL.	MUNITIONS À RISQUES ATTÉNUÉS 1 ÉTOILE.	MUNITIONS À RISQUES ATTÉNUÉS 2 ÉTOILES.	MUNITIONS À RISQUES ATTÉNUÉS 3 ÉTOILES.
AGRESSIONS TYPES.			
Incendie.	IV. (2)	V. (3)	V. (3) (4)
Échauffement lent.	III.	V.	V. (4)
Impact par balles.	III.	V.	V. (4)
Réaction par influence.	III.	III.	III.(4)
Impact d'éclat léger.	I.	V.	V. (4)
Impact d'éclat lourd.	I.	III.	III. (4)
Jet de charge creuse.	I.	III.	III. (4)

Il est à noter une évolution de la définition des labels MURAT 2 étoiles et MURAT 3 étoiles pour les aligner respectivement sur les critères d'inclusion en sous-division de risque DR 1.2.3. pour le stockage OTAN et en division de risque DR 1.6. pour le transport organisation des nations unies (ONU) et stockage OTAN.

---

(1) La réponse de la munition est évaluée au travers de niveaux standardisés, dénommés types de réaction et hiérarchisés de I. à VI. suivant la violence décroissante de la réponse de la munition. Ces descripteurs de réponse sont détaillés dans l'AOP-39.

(2) Les réactions de type IV doivent être sans propulsion.

(3) Au plus tôt 5 minutes après le début de l'incendie.

(4) Matières énergétiques satisfaisant les critères d'insensibilité définis dans la série 7 du manuel ONU d'épreuves et critères (Orange Book).

## ANNEXE II.

### DÉFINITION DES NIVEAUX DE RÉACTION ET DES DESCRIPTEURS DE RÉPONSE.

Pour qu'une réaction soit reconnue comme étant d'un type particulier, un élément de preuve principal doit établir ce type de réaction. Les éléments de preuve secondaires fournissent d'autres indicateurs qui peuvent être présents. Les éléments de preuve (principaux et secondaires) doivent être soigneusement examinés et utilisés dans leur totalité pour évaluer la réaction.

#### 1. TYPE I (DÉTONATION).

Le type de réaction le plus violent, dans lequel le matériau énergétique se décompose à vitesse supersonique.

L'élément de preuve principal d'une réaction de type I est donné par l'observation ou par la mesure d'une onde de choc dont l'amplitude et la durée correspondent à celles d'un test de calibrage de détonation volontaire ou à une valeur calculée, et de la déformation plastique rapide de l'enveloppe en contact avec le matériau énergétique, avec fragmentation importante par vitesse de cisaillement élevée dans le cas des enveloppes métalliques.

Les éléments de preuve secondaires peuvent inclure la perforation, la fragmentation et/ou la déformation plastique d'une plaque témoin, ainsi que des cratères dans le sol d'une taille correspondant à la quantité de matériau énergétique contenue dans la munition.

#### 2. TYPE II (DÉTONATION PARTIELLE).

Le deuxième type de réaction par ordre décroissant d'intensité, dans lequel une partie du matériau énergétique se décompose à vitesse supersonique.

L'élément de preuve principal d'une réaction de type II. est donné par l'observation ou par la mesure d'une onde de choc dont l'amplitude est significativement inférieure à celle d'un test de calibrage de détonation volontaire ou à une valeur calculée, et de la déformation plastique rapide d'une partie, mais pas de la totalité, de l'enveloppe en contact avec le matériau énergétique, avec fragmentation importante par vitesse de cisaillement élevée dans le cas des enveloppes métalliques.

Les éléments de preuve secondaires peuvent inclure l'éparpillement de matériau énergétique consommée ou non consommée, la perforation, la fragmentation et/ou la déformation plastique d'une plaque témoin, et des cratères dans le sol.

#### 3. TYPE III (EXPLOSION VIOLENTE).

Le troisième type de réaction par ordre décroissant d'intensité, avec décomposition subsonique du matériau énergétique et fragmentation importante.

L'élément de preuve principal d'une réaction de type III est la combustion rapide et instantanée d'une partie ou de la totalité du matériau énergétique ainsi qu'une importante rupture de l'enveloppe sans trace de déformation par vitesse de cisaillement élevée dans le cas d'une enveloppe métallique, avec pour résultat des fragments plus gros et moins nombreux que ceux observés dans les tests de calibrage de détonation volontaire.

Les éléments de preuve secondaires peuvent inclure un éparpillement important de matériau énergétique en combustion ou non consommée sur une longue distance, un endommagement de la plaque témoin, l'observation ou la mesure d'une surpression dans toute la zone de test avec une amplitude maximale sensiblement inférieure et d'une durée beaucoup plus longue que ce que l'on observe dans un test de calibrage de détonation volontaire, et des cratères dans le sol.

#### 4. TYPE IV (ÉCLATEMENT).

Le quatrième type de réaction par ordre décroissant d'intensité, avec allumage et combustion du matériau énergétique confiné, qui se traduit par un relâchement de pression moins fort.

L'élément de preuve principal d'une réaction de type IV est la combustion d'une partie ou de la totalité du matériau énergétique ainsi que la rupture de l'enveloppe, avec pour résultat quelques gros morceaux dont au moins un est propulsé (ou aurait pu l'être) à plus de 15 m, avec un niveau d'énergie supérieur à 20 J sur la base du rapport distance/masse (figure 3). Une réaction est aussi classée type IV s'il existe un élément de preuve concernant une force capable de propulser la munition à plus de 15 m.

Les éléments de preuve secondaires peuvent inclure un temps de réaction plus long que celui auquel on pourrait s'attendre dans le cas d'une réaction de type III, un éparpillement important de matériau énergétique en combustion ou non consumée, en général au-delà de 15 m, et certaines preuves de surpression dans la zone de test.

#### 5. TYPE V (COMBUSTION).

Le cinquième type de réaction par ordre décroissant d'intensité, dans lequel le matériau énergétique s'allume et se consume sans être propulsé.

L'élément de preuve principal d'une réaction de type V est la combustion à basse pression d'une partie ou de la totalité du matériau énergétique. L'enveloppe peut se rompre, avec pour résultat quelques gros morceaux dont aucun n'est propulsé (ou n'aurait pu l'être) à plus de 15 m et avec un niveau d'énergie supérieur à 20 J sur la base du rapport distance/masse (figure 3). Il n'existe pas d'élément de preuve concernant une force capable de propulser le spécimen à plus de 15 m. Une petite quantité - par rapport à la quantité totale présente dans le spécimen - de matériau énergétique en combustion ou non consumé peut être éparpillée, en général à moins de 15 m, mais pas au-delà de 30 m.

Les éléments de preuve secondaires peuvent être des preuves de surpression peu significative dans la zone de test et, dans le cas d'un propulseur, un temps de réaction sensiblement plus long qu'en fonctionnement nominal.

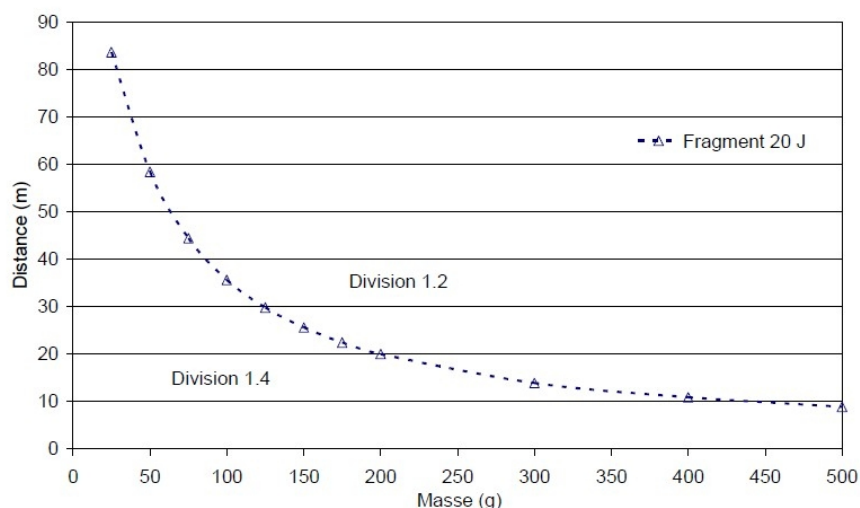
#### 6. TYPE VI (ABSENCE DE RÉACTION).

Le type de réaction le moins violent, dans lequel toute éventuelle réaction s'auto-éteint immédiatement dès suppression du stimulus externe.

L'élément de preuve principal d'une réaction de type VI est l'absence de réaction du matériau énergétique sans stimulus externe continu, la récupération de la totalité ou de la majeure partie du matériau énergétique, sans aucun signe de combustion prolongée, et aucune fragmentation de l'enveloppe ou de l'emballage plus importante que celle d'un article inerte comparable.

### 6.1. Figure 3 : rapport entre énergie cinétique des projections et division de risque (20 J).

Masse (g)	Distance de projection (m) Fragment 20 J
25	83,6
50	58,4
75	44,4
100	35,6
125	29,8
150	25,6
175	22,43
200	20
300	13,9
400	10,9
500	8,9



### 6.2. Descripteurs de réponse pour les niveaux de réaction I. à VI. tels que définis dans L'AOP-39.

RÉACTION NIVEAU.	MATÉRIAU ÉNERGÉTIQUE.	ENVELOPPE.	SOUFFLE.	FRAGMENTS OU PROJECTION DE MATÉRIAU ÉNERGÉTIQUE.	AUTRE.
Type I (détonation).	Décomposition à vitesse supersonique de tout le matériau énergétique dès le début de la réaction.	(P) Déformation plastique rapide de l'enveloppe en contact avec le matériau énergétique avec fragmentation importante par vitesse de cisaillement élevée dans le cas d'une enveloppe métallique.	(P) Onde de choc d'une magnitude et d'une durée équivalentes à une valeur calculée ou à une valeur mesurée à partir d'un test de calibrage.	P e r f o r a t i o n , fragmentation et/ou déformation plastique de plaques témoins.	Cratères dans le sol d' u n e t a i l l e correspondant à la quantité de matériau énergétique contenu dans la munition.
Type II (détonation partielle).		(P) Déformation plastique rapide d'une partie mais pas de toute l'enveloppe en contact avec le matériau énergétique avec fragmentation importante par vitesse de cisaillement élevée dans le cas d'une enveloppe métallique.	(P) Onde de choc d'une magnitude et d'une durée inférieures à une valeur calculée ou à une valeur mesurée à partir d'un test de calibrage.	P e r f o r a t i o n , déformation plastique et/ou fragmentation de plaques témoins. Éparpillement de matériau énergétique consommé ou non.	Cratères dans le sol d' u n e t a i l l e correspondant à la quantité de matériau énergétique ayant détonné.
Type III (explosion violente).	(P) Décomposition subsonique d'une partie ou de la totalité du matériau énergétique dès que la munition commence à réagir.	( P ) R u p t u r e importante de l'enveloppe sans trace apparente de fragmentation par vitesse de cisaillement élevée dans le cas d'une enveloppe métallique avec pour résultat des morceaux	Observation ou mesure dans toute la zone de test, d'une onde de pression d'une magnitude maximale inférieure et d'une durée sensiblement	Endommagement de la plaque témoin. Éparpillement de matériau énergétique combustion ou consommé sur une très longue distance.	Cratères dans le sol.

		plus gros et moins nombreux que ceux observés dans les tests de calibrage de détonation volontaire.	supérieure aux valeurs mesurées dans un test de calibrage.		
Type IV (éclatement).	(P) Combustion d'une partie ou de la totalité du matériau énergétique.	(P) Rupture de l'enveloppe avec pour résultat quelques gros morceaux.	Certaines preuves de suppression dans la zone de test.	(P) Un morceau au moins est propulsé à plus de 15 m avec un niveau d'énergie supérieur à 20 J sur la base du rapport distance/masse utilisé pour la classification des risques (1).  Éparpillement important de matériau énergétique en combustion ou non consumé en général au delà de 15 m.	(P) Preuve d'une force capable de propulser la munition au-delà de 15 m.  Temps de réaction plus long que celui auquel on pourrait s'attendre dans le cas d'une réaction de type III.
Type V (combustion).	(P) Combustion à basse pression d'une partie ou de la totalité du matériau énergétique.				Aucune preuve d'une force capable de propulser la munition à plus de 15 m. Dans le cas d'un propulseur, un temps de réaction sensiblement plus long qu'en fonctionnement nominal.
Type VI (absence de réaction).	(P) Aucune réaction du matériau énergétique sans stimulus externe continu.  (P) Récupération de la totalité ou de la majeure partie du matériau énergétique, sans aucun signe de combustion prolongée.	(P) Aucune fragmentation de l'enveloppe ou de l'emballage plus importante que celle d'un article inerte comparable.	Néant.	Néant.	Néant.

L'élément de preuve principal (P), indiqué en caractères gras, est pratiquement toujours observé et est inhérent au type de réaction.

Les éléments de preuves secondaires peuvent être observés, mais leur n'exclut pas ce type de réaction.

---

(1) Le rapport distance/masse est indiqué dans la figure 3.

### ANNEXE III.

## ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES POUR L'ANALYSE DE DANGER.

### 1. SITUATION GÉNÉRALE.

Dans de nombreux cas, il n'y a pas pour les environnements accidentel et malveillant d'analyse des dangers induits par une réaction des munitions au niveau du système supérieur ou de la plateforme. Ce type d'analyse permet cependant d'identifier de façon même schématique les dangers encourus et générés par ces munitions dans les différentes phases de leur cycle de vie et permet ainsi d'évaluer les améliorations potentielles apportées par leur « muratisation ».

La méthode d'analyse des dangers consiste à évaluer les conséquences d'une réaction pyrotechnique des munitions soumises aux différentes agressions MURAT. Ces conséquences sont évaluées à chaque étape du cycle de vie (telles que transport logistique temps de paix, stockage logistique temps de paix, exercice, stockage logistique opérationnel, transport tactique opérationnel, etc.).

L'estimation des conséquences d'un accident pyrotechnique s'effectue de manière qualitative par avis d'expert pour les dangers sur le personnel, les effets sur les équipements et les effets collatéraux sur l'environnement.

### 2. CATÉGORIES DE DANGERS.

Les dangers peuvent être classés en fonction des répercussions les plus graves sur le personnel, les équipements et l'environnement en tant que conséquences du ou des accidents résultant de la réaction des munitions agressées. Ainsi, un danger dit catastrophique est un danger susceptible d'engendrer un accident ayant des conséquences graves telles que la mort de plusieurs personnels ou la perte d'un équipement majeur. Le jugement de l'analyste est un facteur important dans la détermination de la conséquence la plus grave qui pourrait raisonnablement être occasionnée en cas d'accident et conditionne le niveau de signature MURAT qui est issu de l'analyse de danger.

Le tableau 4 donne des lignes directrices pour classer les dangers, par catégories, en utilisant les classes d'équipement définies ci-dessous :

- classe 1 - infrastructure majeure, navire, sous-marin, aéronef ou hélicoptère ;
- classe 2 - infrastructure, bateau, véhicule blindé de transport de troupes ou système majeur ;
- classe 3 - composants ou équipements de soutien principaux.

Tableau 4 : gravité des dangers et environnements humain et matériel.

GRAVITÉ.	PERSONNEL.	ÉQUIPEMENT CLASSE 1.	ÉQUIPEMENT CLASSE 2.	ÉQUIPEMENT CLASSE 3.	ENVIRONNEMENT.
Catastrophique (cat.).	Plusieurs victimes.	Perte.	-	-	Dommages graves.
Critique (crit.).	Une victime et multiples personnes avec blessures graves.	Dommages graves.	Perte.	-	Dommages importants.
Marginal (marg.).	Une personne avec blessures graves et plusieurs avec blessures mineures.	Dommages mineurs.	Dommages graves.	Perte.	Dommages mineurs.
Négligeable (neg.).	Une personne avec blessures mineures.	Pas d'effet.	Dommages mineurs.	Dommages graves.	Pas d'effet.

### 3. DÉROULEMENT DE L'ANALYSE DE DANGER.

Le groupe d'experts désigné (point 5.3.2.) mène une analyse de danger pour chacune des agressions du référentiel MURAT de l'instruction n° 211893/DEF/DGA/INSP/IPE du 21 juillet 2011.

Cette analyse consistera, dans un premier temps, à identifier les différentes phases du cycle de vie de la munition et ses configurations d'emploi dans chacune de ces phases (logistique, tactique, en emballage, palette, etc.).

Le groupe évalue ensuite pour chacun des cas identifiés les conséquences d'une réaction des munitions face aux différentes agressions MURAT. L'objectif est de déterminer le niveau maximum de réaction, cohérent des exigences de l'instruction n° 211893/DEF/DGA/INSP/IPE du 21 juillet 2011, afin d'empêcher un accident ayant des répercussions catastrophiques (cf. tableau 4).

### 4. EXEMPLE DE MISE EN OEUVRE DE LA MÉTHODE (CAS D'UN OBUS DE MORTIER DE 120 MM).

Un exemple d'application de la méthode d'analyse de danger est décrit dans ce paragraphe en considérant le cas d'un développement d'un obus de mortier de 120 mm muratisé en remplacement d'un obus de mortier chargé en composition B. Cette analyse est limitée au cas d'un incendie mais peut être généralisée aux autres agressions du référentiel MURAT.

Le tableau ci-après décrit l'ensemble des phases de vie et configurations identifiées pour l'obus de mortier de 120 mm. Pour chacune de ces phases, la gravité des conséquences de la réaction des munitions à l'incendie a été évaluée en considérant dans un premier temps leur détonation (réaction de type I), cas correspondant à la munition actuellement en service (tableau 5).

Cette première analyse montre que les conséquences d'une réaction de type I à l'incendie conduit dans la grande majorité des phases du cycle de vie des obus de mortiers à des accidents aux conséquences catastrophiques, ce qui n'est pas acceptable et montre par là même l'intérêt d'une muratisation.

Tableau 5 : gravité des conséquences d'un incendie dans les différentes phases du cycle de vie pour une réaction de type I. des obus de mortiers de 120 mm.

PHASE DE VIE.		CONFIGURATION.	GRAVITÉ DES CONSÉQUENCES EN CAS D'INCENDIE. OBUS DE MORTIERS AYANT UNE RÉACTION DE TYPE I.
Stockage.	Métropole et Outre-mer.	Palette.	Crit.
	Opérationnel.	Palette.	Cat.
	Opérationnel.	Tactique.	Cat.
Transport.	Route.	Caisse.	Cat.
	Route.	Palette	Cat.
	Route opex (1).	Tactique.	Cat.
	Voie ferrée.	Palette.	Cat.
	Mer + rivière.	Palette.	Cat.
	Aérotransport.	Palette.	Cat.
	Hélictransport.	Caisse (2).	/
Tir.	Entraînement.	Tactique.	Cat.
	Opex (véhicule) (3).	Tactique.	Cat.

L'analyse de danger doit donc être reconduite en considérant des niveaux de réaction plus faibles. Ce processus est illustré dans le tableau 6 en examinant successivement les conséquences d'une réaction des

munitions de type III, IV ou V.

D'après ce tableau, une réaction de type IV n'entraînerait pas d'accident aux conséquences catastrophiques et pourrait être retenue au titre de l'analyse de danger comme niveau de réaction acceptable pour l'agression de type incendie.

Tableau 6 : gravité des conséquences d'un incendie dans les différentes phases du cycle de vie d'obus de mortiers de 120 mm en fonction de leur niveau de réaction.

PHASE DE VIE.		CONFIGURATION.	GRAVITÉ DES CONSÉQUENCES EN CAS D'INCENDIE. OBUS DE MORTIERS AYANT UNE RÉACTION			
			type I	type III	type IV	type V
Stockage.	Métropole et Outre-mer.	Palette.	Crit.	Marg.	Marg.	Neg.
	Opérationnel.	Palette.	Cat.	Crit.	Marg.	Neg.
	Opérationnel.	Tactique.	Cat.	Marg.	Marg.	Neg.
Transport.	Route.	Caisse.	Cat.	Marg.	Marg.	Neg.
	Route.	Palette.	Cat.	Marg.	Marg.	Neg.
	Route opex (1).	Tactique.	Cat.	Crit.	Marg.	Neg.
	Voie ferrée.	Palette.	Cat.	Marg.	Marg.	Neg.
	Mer + rivière.	Palette.	Cat.	Marg.	Marg.	Neg.
	Aérotransport.	Palette.	Cat.	Cat.	Crit.	Marg.
	Hélitransport.	Caisse (2).	/	/	/	/
Tir.	Entraînement.	Tactique.	Cat.	Crit.	Marg.	Neg.
	Opex (véhicule) (3).	Tactique.	Cat.	Cat.	Crit.	Marg.

(1) Uniquement phase de mouvement.

(2) Transport de munitions en filet => En cas d'agression, le pilote largue le chargement (filet).

(3) Agression sur des munitions en emballage tactique dans le véhicule pendant la phase de tir.

## ANNEXE IV. ALLÈGEMENT DES CONTRAINTES LOGISTIQUES.

La signature MURAT « stabilisée » doit s'appuyer sur la synthèse des résultats issus d'une analyse de danger sur le cycle de vie de la munition mais doit également prendre en compte une analyse sommaire des gains associés aux allègements potentiels des contraintes logistiques.

### 1. PRÉLIMINAIRE SUR LA RÉGLEMENTATION AU TRANSPORT ET AU STOCKAGE DES MUNITIONS.

L'organisation des Nations unies (ONU) dispose d'un schéma global bien établi pour la classification au transport des objets pyrotechniques et matières explosives en emballage. Ce schéma est basé sur les risques que présentent les substances ou objets quand ils sont soumis à des stimuli associés traditionnellement à des scénarios d'accident de type transport. Le système des recommandations ONU identifie au travers de séries de tests spécifiques les risques attendus et les conséquences associées pour le transport des matières explosives emballées et les place dans la division de risque la plus appropriée, c'est-à-dire reflétant le risque prédominant (souffle, éclats, thermique, etc.). Ainsi pour le transport des munitions, la France applique généralement la réglementation européenne relative au transport des matières dangereuses basée elle-même sur le schéma ONU de classification de ces matières et objets.

Concernant le stockage des munitions sur le territoire national, c'est le code du travail et de la défense qui s'appliquent au travers des études de sécurité pyrotechnique. En France, l'instruction 1008/DEF/EMA/SLI/LIA du 16 avril 2009 s'applique à tous les dépôts de munitions de métropole et DOM/TOM, aux dépôts des forces prépositionnées en cas d'absence de réglementation propre au pays d'accueil ainsi qu'aux dépôts qui pourraient être établis par les forces armées des pays alliés sur le territoire national.

Les principes de classification et d'identification des risques diffèrent légèrement des standards OTAN sur le sujet (STANAG 4440 et AASTP-1). En particulier, l'OTAN scinde les divisions de risque DR 1.2 et 1.3 en plusieurs sous-divisions pour le stockage pour mieux prendre en compte les risques et conséquences associées à une initiation intempestive impliquant des munitions de ces deux divisions. Un groupe de sensibilité est également attribué afin de mieux maîtriser les risques d'effets dominos.

Dans le cadre d'une opération extérieure sous mandat international, la France applique les règles communes fixées par l'organisation internationale (OTAN, Union Européenne) pour ce qui concerne le stockage des munitions sur le théâtre d'opérations (cf. instruction n° 836/DEF/EMA/SLI/LIA du 23 mai 2007) et les études de sécurité pyrotechnique associées. Dès la phase de montée en puissance d'une opération extérieure, le document OTAN AASTP-5 constitue le document de référence.

**Nota.** L'IPE est l'autorité compétente en matière de classement, d'emballage et de conditions de transport des marchandises de la classe 1. entrant en l'état dans les Forces. Il est désigné comme autorité militaire unique habilitée à prononcer le classement des munitions dans les différentes classes de stockage et à représenter le ministère de la défense au sein des instances administratives décidant leur classement pour le transport.

### 2. RELATIONS ENTRE MUNITIONS À RISQUES ATTÉNUÉS ET DIVISIONS DE RISQUE.

#### 2.1. Division de risque DR 1.6.

La série 7 du manuel ONU d'épreuves et critères est utilisée pour tester les matières extrêmement peu sensibles (type MEPS) et les objets ou articles qui ne contiennent que des MEPS à l'exception des boosters et relais d'amorçage qui font l'objet de dispositions particulières. Ces objets à même de démontrer une probabilité d'initiation accidentelle ou de propagation négligeable associée à des dommages collatéraux réduits en cas d'accident, sont classés en division de risque DR 1.6. Cette division de risque a fait l'objet d'une révision en 2010 de ses critères d'accès pour permettre aux munitions à risques atténués de bénéficier plus largement des avantages logistiques qui leur sont associés.

La série 7 actuelle est constituée en fait de deux séries de tests :

- tests 7a à 7f sur les matières pour les qualifier MEPS (sensibilité à l'amorce, amorçage de la détonation, aptitude à la transition déflagration détonation, feu extérieur et échauffement lent en tubes confinés) ;
- tests 7g à 7l (échauffement rapide, échauffement lent, impact de balle, réaction par influence, impact de fragment) sur les objets pour s'assurer que les propriétés associées aux MEPS ne sont pas altérées par la présence d'un confinement. La signature MURAT requise est indiquée dans le tableau 7. Il est à noter que l'essai charge creuse n'est pas requis.

Le label MURAT trois étoiles permet un classement en DR 1.6. Le danger associé à cette division de risque est, pour la France, l'incendie en masse. La réduction du danger à un effet thermique permet de diminuer fortement les distances de séparation par rapport aux autres installations ou d'augmenter le nombre de munitions stockées en comparaison divisions de risque DR 1.1. (détonation en masse) ou DR 1.2. (projection d'éclats sans détonation en masse).

## **2.2. Sous-division de risque organisation du traité de l'Atlantique Nord au stockage SsD 1.2.3.**

Une sous-division de risque au stockage *Sub-storage Division* 1.2.3. (SsD 1.2.3.) existe pour traiter des munitions de DR 1.2 moins sensibles à l'initiation intempestive et dont les dommages collatéraux sont réduits et limités au risque de détonation unitaire. Contrairement à la DR 1.6., il n'y a pas d'exigence spécifique aux matières pyrotechniques incluses dans la munition.

Pour accéder à cette sous-division stockage, la munition doit tenir les exigences suivantes : type V à l'échauffement rapide, échauffement lent et impact par balles et type III à l'épreuve de réaction par influence.

Les bénéfices apportés par la sous-division stockage SsD 1.2.3. se traduisent notamment par des distances de sécurité réduites car basées sur la prise en compte de la détonation d'une seule munition. Le succès aux épreuves ci-dessus démontre en effet qu'en cas de détonation dans un stockage d'une munition, la probabilité de propagation de la détonation aux munitions adjacentes de même type est très faible.

Le label MURAT deux étoiles permet un classement en SsD 1.2.3. Il est à noter que les agressions de type fragment et charge creuse ne sont pas prises en compte pour cette sous-division qui peut donc être accessible pour une signature MURAT moins favorable.

Le danger prédominant associé à cette sous-division stockage est, au niveau OTAN, la détonation unitaire ou l'incendie en masse. La réduction du danger permet un gain logistique significatif car les effets associés au souffle et aux éclats sont déterminés en considérant la masse de matière active d'une seule munition.

## **2.3. Division de risque DR 1.2 risque unitaire.**

L'instruction n° 1008/DEF/EMA/SLI/LIA du 16 avril 2009 fait référence à la note n° 1358/DGA/IPE du 29 septembre 2009 <sup>(1)</sup> qui traite des incidences bénéfiques du caractère MURAT des munitions sur les règles à appliquer pour leur stockage en France.

Cette disposition s'applique à des munitions ayant obtenu un label MURAT une étoile et leur affecte un classement en division de risque DR 1.2. risque unitaire. Ce niveau de muratisation exclut en effet toute détonation aux agressions MURAT les plus probables en stockage, à savoir échauffement rapide (type IV), échauffement lent (type III), impact par balles (type III) et réaction par influence (type III). Si une munition détone, cette détonation n'est pas transmise aux munitions voisines qui ne génèrent, au maximum, que des réactions de type III.

Le label MURAT une étoile permet un classement en division de risque DR 1.2. risque unitaire pour le stockage. Le danger prédominant associé à cette division de risque est, pour la France, en circonstances normales de temps de paix, la détonation unitaire ou l'incendie en masse. La réduction du danger permet un

gain logistique significatif car les effets associés au souffle et aux éclats sont déterminés en considérant la masse de matière active d'une seule munition.

**Nota.** Sur les labels :

- un label MURAT ne peut être accordé qu'à des munitions spécifiées, conçues, développées, qualifiées, fabriquées selon les règles d'assurance qualité applicables à ce type de matériel pour les armées françaises ;
- les labels sont délivrés par la cellule sécurité des munitions sur la base d'un dossier constitué suivant les principes de l'annexe de l'AOP39 relative à l' « *IM Assessment Report* » : analyses théoriques du comportement prévisible de la munition vis-à-vis des différentes agressions, simulations, résultats d'essais échelle 1 et extrapolations de résultats à partir d'essais sur des sous-ensembles.

Tableau 7 : synthèse des signatures MURAT seuil permettant un bénéfice logistique.

	NIVEAUX DE RÉACTIONS REQUIS.			
	INSTRUCTION N° 211893/DEF/DGA/INSP/IPE DU 21 JUILLET 2011.	DR 1.6	SsD 1.2.3	DR 1.2 RU (FRANCE).
Échauffement rapide.	V.	V.	V.	IV.
Échauffement lent.	V.	V.	V.	III.
Impact par balles.	V.	V.	V.	III.
Réaction par influence.	III.	III.	III.	III.
Impact d'éclat léger.	V.	V.	Sans objet.	Sans objet.
Impact d'éclat lourd.	Sans objet.	Sans objet.	Sans objet.	Sans objet.
Charge creuse.	III.	Sans objet.		

### 3. EXEMPLES D'AUTRES BÉNÉFICES DE LA MURATISATION.

Au-delà des phases logistiques de stockage et manutention des munitions, des bénéfices existent au niveau des contraintes de sécurité pyrotechnique pour les munitions à risques atténués. Ces bénéfices sont illustrés dans les paragraphes suivants au travers de plusieurs exemples.

#### 3.1. Distance de séparation entre avions armés.

Des gains logistiques peuvent être obtenus sur des terrains d'aviation pour le calcul suivant l'AASTP-1 des distances de séparation entre aéronefs équipés de munitions à risques atténués.

Un avion seul non entouré de barricades ou un groupe d'avions d'une aire dédiée, équipés de leurs munitions, doivent être séparés les uns des autres par une distance référencée AD13 ( $12 Q^{1/3}$ ), Q étant la masse de matière active susceptible de détoner.

À cette distance, les avions adjacents en configuration champ libre sont endommagés par des fragments mais restent dans la plupart des cas réparables et opérationnels. Une protection totale nécessite une distance de 270 mètres entre avions.

Un avion ou des groupes d'avions doivent être séparés d'une distance réduite type  $7,2 Q^{1/3}$  pour se prémunir d'une propagation de la détonation. Si l'avion emporte des munitions dites robustes <sup>(2)</sup>, la distance AD9 ( $4,4 Q^{1/3}$ ) peut être utilisée pour se prémunir de la détonation simultanée. Des distances moindres peuvent être utilisées si des essais ont montré la non propagation de la détonation à ces distances.

### **3.2. Distances de séparation entre abri d'avions-stockage munitions et d'autres zones d'une base aérienne.**

Une diminution substantielle des contraintes logistiques est également notable pour les munitions de DR 1.2. (et donc ne détonant pas par influence) au niveau des distances de séparation entre un abri d'avions durci et des structures de stockage associées, distances de séparation aux pistes et taxiways, distances de séparation aux ateliers pyrotechniques, distances de séparation vers les ateliers et activités en soutien direct ou indirect de la mission opérationnelle.

### **3.3. Cas particulier de l'aérotransport.**

Le guide S-CAT n° 11 402 <sup>(1)</sup> relatif à l'aérotransport des matériels impose dans son édition 2 pour les munitions interdites IATA (à savoir la plupart des munitions) une épreuve d'incendie d'hydrocarbure en colis avec une exigence de type V (combustion) au maximum lors des 90 premières secondes de développement du feu. Ce critère est dérivé des exigences liées à la certification (CS25) des gros avions de transport public de passagers en cas de crash modéré avec survivabilité des personnes.

Les munitions à risques atténués permettent de fait d'éviter l'instruction d'une dérogation.

---

(1) n.i. BO.

(2) Une munition robuste est une munition qui remplit au moins deux des critères suivants :

- ratio masse d'explosif sur masse de l'enveloppe vide  $< 1$  ;
- épaisseur nominale de l'enveloppe d'au moins 1 cm ;
- ratio épaisseur d'enveloppe sur  $Q^{1/3} > 0,165 \text{ cm/kg}^{1/3}$ .

## ANNEXE V. ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES POUR L'ANALYSE DE RISQUE.

L'analyse de risque intervient lors de la définition de la signature MURAT « référence » en cas de non respect de la signature MURAT « stabilisée ». L'objectif est d'apprécier l'augmentation du niveau de risque engendré par des niveaux de réaction plus violents que ceux spécifiés en amont de la consultation.

### 1. PRINCIPE DE LA MÉTHODE D'ANALYSE DE RISQUE.

L'analyse de risque est basée sur l'identification des accidents susceptibles d'intervenir au cours du cycle de vie d'une munition. Dans chaque cas, la probabilité d'occurrence de l'accident est estimée et ses conséquences en termes de danger sont évaluées.

Le risque est évalué comme étant le résultat combiné de la probabilité d'occurrence de l'accident et de la gravité des conséquences sur le personnel, les équipements et l'environnement.

### 2. NIVEAUX DE PROBABILITÉ DES ACCIDENTS.

Les probabilités quantitatives d'accident sont souvent impossibles à définir, alors qu'une évaluation de probabilités qualitatives peut être faite sur la base de la recherche, de l'analyse et de l'évaluation de données de sécurité issues du retour d'expérience ainsi que par le jugement.

Le tableau 8. propose un classement type des probabilités d'occurrence d'accidents. La colonne « Équipement unique » de ce tableau fait référence à la probabilité d'un accident sur un matériel unique, au cours d'une période donnée. La colonne « Stock ou inventaire » fait référence à la fréquence des accidents sur l'ensemble des matériels inventoriés du même type pendant leur cycle de vie.

Le jugement de l'analyste est un facteur important dans la détermination des probabilités d'occurrence et une attention toute particulière doit leur être apportée étant donnée son influence majeure dans l'évaluation des niveaux de risque.

Tableau 8. : niveaux qualitatifs de probabilité d'accident.

DESCRIPTION.	NIVEAU.	ÉQUIPEMENT UNIQUE.	STOCK OU INVENTAIRE.
Probable.	P	Susceptible de se produire plusieurs fois.	Susceptible de se produire fréquemment.
Occasionnel.	O	Susceptible de se produire quelquefois.	Susceptible de se produire plusieurs fois.
Rare.	R	Peu probable, mais susceptible de se produire pendant la vie de l'équipement.	Susceptible de se produire.
Improbable.	I	Possible mais si peu probable que son occurrence n'est pas prise en compte.	Peu probable mais possible.

### 3. CATÉGORIES DE DANGER.

Les catégories de danger et leur correspondance en termes de conséquences sur les personnels, les équipements et l'environnement sont détaillées dans l'annexe III.

### 4. ÉVALUATION DU RISQUE.

Le risque est évalué comme étant la combinaison de la probabilité d'occurrence d'un accident et de la gravité des dangers encourus et est présenté sous la forme d'une matrice de risque objet du tableau 9.

Cette matrice permet de définir des classes de risque pour lesquelles des traitements adaptés peuvent être proposés.

Tableau 9 : matrice d'acceptation du risque.

Gravité Probabilité	Catastrophique	Critique	Marginal	Négligeable
Probable	A	A	B	C
Occasionnel	A	B	C	C
Rare	B	C	C	C
Improbable	C	C	C	C

## 5. MANAGEMENT DU RISQUE.

Dans le cadre de la présente instruction MURAT, les classes de risque retenues et leur interprétation sont présentées dans le tableau 10.

Tableau 10 : classes de risque et interprétation.

CLASSE DE RISQUE.	INTERPRÉTATION.
Classe A.	Intolérable sauf raison exceptionnelle.
Classe B.	Non souhaité mais peut être accepté par les états-majors s'il n'y a pas de réduction de risque possible.
Classe C.	Tolérable.

## 6. DÉROULEMENT DE L'ANALYSE DE RISQUE.

Le groupe d'experts désigné (point 5.3.2.) mène une analyse de risque si la signature MURAT issue de la consultation ne respecte pas la signature « stabilisée ». Cette analyse est limitée aux agressions MURAT où le niveau de réaction envisagé dans la signature MURAT « référence » est plus violent que celui de la signature MURAT « stabilisée ».

Pour cette analyse, les différentes phases du cycle de vie de la munition et ses configurations d'emploi dans chacune de ces phases ont déjà été définies lors de la détermination de la signature MURAT « stabilisée ».

Le groupe d'experts évalue, dans ces différentes phases, les probabilités d'occurrence des agressions MURAT pour lesquelles l'analyse de risque doit être menée.

Il évalue ensuite, pour ces agressions, les dangers induits par une réaction des munitions telle qu'envisagée dans la signature MURAT « référence ».

Il détermine alors les niveaux de risque engendrés en utilisant la matrice définie dans le tableau 9. Cette évaluation des risques est également menée pour la signature MURAT « stabilisée » afin d'appréhender l'évolution des niveaux de risque et prendre des mesures compensatoires.

## 7. EXEMPLE DE MISE EN OEUVRE DE LA MÉTHODE (CAS D'UN OBUS DE MORTIER DE 120 MM).

L'exemple du développement d'un obus de mortier de 120 mm muratisé utilisé pour illustrer l'analyse de danger est poursuivi dans le cadre d'une analyse de risque. Nous supposons que la réaction à l'incendie de type IV spécifiée dans la signature MURAT « stabilisée » a été dégradée en type III lors de la consultation.

L'analyse de risque est menée afin d'apprécier l'augmentation du niveau de risque associé.

Les probabilités d'occurrence et les gravités des dangers pour des réactions de types III. et IV. sont présentées dans le tableau 11. Les risques engendrés sont déterminés en utilisant la matrice du tableau 10 et catégorisés en classes A, B et C.

Les résultats de cette analyse montrent que dans de nombreuses phases du cycle de vie, la classe de risque n'est pas modifiée avec une réaction de type III. En revanche, dans des configurations où des personnels risquent d'être exposés, le risque passe en classe A, ce qui correspond à des situations jugées « intolérables sauf raison exceptionnelle ». Des mesures compensatoires doivent être recherchées et la dégradation du niveau de réaction spécifié doit faire l'objet d'une justification approfondie.

Tableau 11 : analyse de risque dans les différentes phases du cycle de vie d'obus de mortiers de 120 mm pour des réactions de type III et IV à l'incendie.

PHASE DE VIE.		CONFIGURATION.	PROBABILITÉ.	RÉACTION À L'INCENDIE DE TYPE III.		RÉACTION À L'INCENDIE DE TYPE IV.	
				GRAVITÉ.	RISQUE.	GRAVITÉ.	RISQUE.
Stockage.	Métropole et Outre-mer.	Palette.	R	Marg.	C	Marg.	C
	Opérationnel.	Palette.	O	Crit.	B	Marg.	C
	Opérationnel.	Tactique.	O	Marg.	C	Marg.	C
Transport.	Route.	Caisse.	R	Marg.	C	Marg.	C
	Route.	Palette.	R	Marg.	C	Marg.	C
	Route opex (1).	Tactique.	P	Crit.	A	Marg.	B
	Voie ferrée.	Palette.	R	Marg.	C	Marg.	C
	Mer + rivière.	Palette.	R	Marg.	C	Marg.	C
	Aérotransport.	Palette.	R	Cat.	B	Crit.	C
	Hélictransport.	Caisse (2).	/	/	/	/	/
Tir.	Entraînement.	Tactique.	I	Crit.	C	Marg.	C
	Opex (véhicule) (3).	Tactique.	O	Cat.	A	Crit.	B

(1) Uniquement phase de mouvement.

(2) Transport de munitions en filet => En cas d'agression, le pilote largue le chargement (filet).

(3) Agression sur des munitions en emballage tactique dans le véhicule pendant la phase de tir.

ANNEXE VI.

**DOSSIER DE JUSTIFICATION DE LA SPÉCIFICATION DU BESOIN EN MUNITIONS À  
RISQUES ATTÉNUÉS - PARTIE I. - SIGNATURE DES MUNITIONS À RISQUES ATTÉNUÉS «  
STABILISÉE ».**

# DOSSIER DE JUSTIFICATION DE LA SPÉCIFICATION DU BESOIN MURAT

## PARTIE I – SIGNATURE MURAT « STABILISÉE »

- Composition du groupe d'experts/entités

### A6-I - 1. Définition de la munition

### A6-I - 2. Détermination de la signature MURAT « stabilisée »

#### A6-I - 2.1 Description du profil d'emploi et définition du cycle de vie

#### A6-I - 2.2 Analyse de danger

- Justification des dangers retenus en fonction des niveaux de réaction des munitions agressées et des configurations du cycle de vie
- Justification pour chaque agression du référentiel MURAT de l'instruction n°211893 du niveau de réaction permettant d'éviter un danger de type « catastrophique » tout au long du cycle de vie
- Présentation des résultats de l'analyse de danger sous forme d'un tableau de synthèse

Phase de vie		Configuration	Incendie (type* )	Echauffement lent (type* )	Impact par balles (type* )	Réaction par influence (type* )	Impact éclat léger (type* )	Impact éclat lourd (type* )	Charge creuse (type* )
Stockage	Métropole et Outre-mer	Logistique							
	...	...							
Transport	Route	Logistique							
	...	...							
Tir	Entraînement	Tactique							
	...	...							
...									

\* Type de réaction

**Tableau 1 : Exemple de tableau de présentation des résultats de l'analyse de danger**

#### A6-I - 2.3 Etat de l'art technologique MURAT

- Technologies MURAT existantes et susceptibles d'être intégrées dans la munition
- Synthèse de l'analyse et justification de la signature MURAT accessible d'un point de vue technologique

#### **A6-I - 2.4 Muratisation et bénéfices logistiques**

- Analyse des possibilités d'allègement des contraintes logistiques en fonction du niveau de muratisation (annexe n°**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

#### **A6-I - 2.5 Proposition de signature MURAT « stabilisée »**

- Proposition et justification de la signature MURAT « stabilisée » à partir des résultats de l'analyse de danger, de l'état de l'art MURAT et des bénéfices logistiques potentiels

Agressions type	Exigences de l'instruction ministérielle n°211893	Proposition de signature MURAT « stabilisée »
Incendie	V	
Echauffement lent	V	
Impact par balles	V	
Réaction par influence	III	
Impact d'éclat léger	V	
Impact d'éclat lourd	III	
Jet de charge creuse	III	

**Tableau 2 : Exigences MURAT de l'instruction n°211893 et proposition de signature MURAT « stabilisée »**

#### **A6-I - 3. Traitement des écarts**

- Analyse de danger menée sur la base de la signature « stabilisée » si cette dernière est différente de celle déterminée au paragraphe A6-I - 2.2 et présentation des résultats sous la forme d'un tableau semblable au tableau 1
- Propositions de mesures compensatoires pour les niveaux de danger inacceptables

*Visa de l'inspecteur de l'armement pour les poudres et explosifs*

*Visa et approbation de l'état-major à l'origine du besoin*

## **PARTIE II – SIGNATURE MURAT « RÉFÉRENCE »**

- Composition du groupe d'experts/entités

### **A6-II - 1. Résultats de la consultation**

- Présentation de la signature MURAT issue de la consultation
- Raisons des éventuels écarts avec la signature MURAT « stabilisée »

Agressions type	Exigences de l'instruction ministérielle n°211893	Signature MURAT « stabilisée »	Signature MURAT après consultation
Incendie	V		
Echauffement lent	V		
Impact par balles	V		
Réaction par influence	III		
Impact d'éclat léger	V		
Impact d'éclat lourd	III		
Jet de charge creuse	III		

**Tableau 3 : Exigences MURAT de l'instruction n°211893 et signatures MURAT « stabilisée » et issue de la consultation**

### **A6-II - 2. Traitement des écarts en cas de non respect de la signature MURAT « stabilisée »**

Le traitement des écarts est limité aux agressions pour lesquelles le niveau de la signature MURAT « stabilisée » n'est pas tenu.

#### **A6-II – 2.1 Analyse de risque**

- Justification des probabilités d'occurrence de ces agressions dans les différentes phases du cycle de vie de la munition
- Justification des niveaux de danger associés à une réaction de la munition telle qu'issue de la consultation pour ces agressions
- Présentation des résultats de l'analyse de risque sous forme d'un ou plusieurs tableaux précisant, pour ces agressions, les probabilités d'occurrence, les niveaux de dangers et les risques pour la signature MURAT « stabilisée » et celle issue de la consultation

				Signature « stabilisée »		Signature après « consultation »	
Phase de vie		Configuration	Probabilité agression incendie	Incendie (réaction type ) Gravité      Risque		Incendie (réaction type ) Gravité      Risque	
Stockage	Métropole et Outre-mer	Logistique					
	...	...					
Transport	Route	Logistique					
	...	...					
Tir	Entraînement	Tactique					
	...	...					
...							

**Tableau 4 : Exemple de tableau de présentation des résultats de l'analyse de risque**

### **A6-II – 2.2 Mesures compensatoires**

- Propositions de mesures compensatoires pour les niveaux de risque inacceptables

### **A6-II - 3. Proposition de signature MURAT « référence »**

- Proposition d'une signature MURAT « référence » et synthèse des justifications des niveaux de réaction

Agressions type	Exigences de l'instruction ministérielle n°211893	Proposition de signature MURAT « référence »
Incendie	V	
Echauffement lent	V	
Impact par balles	V	
Réaction par influence	III	
Impact d'éclat léger	V	
Impact d'éclat lourd	III	
Jet de charge creuse	III	

**Tableau 5 : Exigences MURAT de l'instruction n°211893 et proposition de signature MURAT « référence »**

*Visa de l'inspecteur de l'armement pour les poudres et explosifs (en cas de non respect de la signature MURAT « stabilisée »)*

*Visa et approbation de l'état-major à l'origine du besoin*