



MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

NORME DÉFENSE**NORMDEF 0301-1**

Édition 01

Avril 2017

ICS : 95.020

TITRE FRANÇAIS : Evaluation et emploi des systèmes d'armes et munitions équipés de dispositifs électro-pyrotechniques soumis aux effets des rayonnements électromagnétiques non ionisants**Partie n° 1 : Exigences relatives à l'évaluation des dispositifs électro-pyrotechniques et de leur intégration dans les systèmes d'armes et munitions****TITRE ANGLAIS: Evaluation and use of munitions and weapon systems embodying electrically initiated devices against the effects of non-ionizing electromagnetic radiations****Part n° 1: General specifications for evaluation of electrically initiated devices and for their integration in munitions and weapon systems****ANALYSE :**

Le document définit les exigences relatives aux dispositifs électro-pyrotechniques et à leur intégration dans les systèmes d'armes et les munitions, lorsqu'ils sont soumis aux rayonnements électromagnétiques non ionisants.

Il décrit également les différentes sources de rayonnements électromagnétiques susceptibles de présenter un risque pour les dispositifs électro-pyrotechniques ainsi que les procédures d'évaluation qui leurs sont propres.

Ces informations ont pour objectif d'aboutir à la qualification DRAM des programmes d'armement.

DESCRIPTEURS :

DRAM – Rayonnement électromagnétique – Dispositif électro-pyrotechnique – DEP – Munition – Système d'armes – Initiateurs – Evaluation – Qualification

MODIFICATIONS :

Édition	Date	Nature de l'évolution
01	Avril 2017	Edition originale

NORME DÉFENSE**NORMDEF 0301-1**

Édition 01

Avril 2017**DOCUMENTS ABROGÉS PAR LA PRÉSENTE ÉDITION :**

Référence	Date	Objet
GAM DRAM 01	12.1992	Spécification générale relative aux dispositifs électro-pyrotechniques et à leur intégration dans les systèmes d'armes et munitions soumis aux effets des rayonnements électromagnétiques non ionisants

ENTITÉ RÉDACTRICE :

Rédaction	Pôle « Capteurs, Guidage, Navigation » (CGN)
------------------	--

ENTITÉ DE MAINTENANCE :

Maintenance	Commission Interarmées de Normalisation DRAM/DREP (CIN-DRAM/DREP)
--------------------	---

AUTORITÉ(S) D'APPROBATION :

Approbation	Président de la CIN-DRAM/DREP
	Responsable du métier Guerre Electronique et Détection électromagnétique
	Directeur du Centre de Normalisation de Défense (CND/D)

Centre de Normalisation de Défense

16 bis, Avenue Prieur de la Côte d'Or – 94114 ARCUEIL CEDEX

☎ : 01 79 86 36 02 - 📠 : 01 79 86 43 63

MEMBRES de la COMMISSION INTERARMÉES DE NORMALISATION DRAM-DREP (CIN-DRAM/DREP) :

Président : Thierry RENOU DGA/DT/TA/SDT/EMO/EMOD

Secrétaire : Frédéric VERIN DGA/DT/TA/SDT/EMO/EMOD

La composition de la CIN-DRAM/DREP est entérinée par le CND.

ORGANISMES EXTÉRIEURS AU MINISTÈRE DE LA DÉFENSE :

Des experts extérieurs (industriels de défense, syndicats professionnels, indépendants, ressortissants d'armées étrangères partenaires de la France, organisme de normalisation, organismes certificateurs) peuvent être invités à titre consultatif, si besoin.

ORGANISMES INTERNES AU MINISTÈRE DE LA DÉFENSE :

Directions et services de la Direction Générale de l'Armement (DGA)

Directions et services de l'État-Major des Armées (EMA)

Directions et services des armées (Air, Terre, Marine)

Direction Interarmées des Réseaux d'Infrastructure et des Systèmes d'Information de la défense

Centre de Normalisation de la Défense (CND)

Secrétariat Général pour l'Administration (SGA)

Service de Santé des Armées (SSA)

MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL (GT Norme DRAM) ÉMANANT DE LA CIN-DRAM/DREP:

Pilote technique du GT Norme DRAM :

Franck BALLESTRA DGA/DT/TA/SDT/EMO/EMOD

Membres DGA :

Thierry RENOU DGA/DT/TA/SDT/EMO/EMOD

Vincent ENJALBERT DGA/DT/TA/SDT/EMO/EMOF

Xavier HUSSON DGA/DT/SDT/TT/TS/VR

Michel IHAMOUINE DGA/DT/TA/SDT/EMO/EMOC

Rachid JAOUI DGA/DT/TA/SDT/EMO/EMOD

Eric KERHERVE DGA/DT/ST/IP/CGN/GE

Eric LACAM DGA/DT/TA/SDT/EMO/EMOC

Christophe MIGEON DGA/DT/ST/IP/ASA/TSP

Jérôme RABASTE DGA/DT/TA/SDT/EMO/EMOC

Charles SEBBAH DGA/DT/TN/SDT/SN

Industriels de l'armement :

AIRBUS Helicopters

DASSAULT Aviation

LACROIX

MBDA Systems

NEXTER

SAGEM Défense Sécurité

TDA Armement

AVANT PROPOS

La majorité des systèmes d'armes et des munitions contiennent des dispositifs électro-pyrotechniques (DEP) dont la mise à feu accidentelle peut être provoquée par le rayonnement électromagnétique, généré par des émetteurs radio et radar. Celle-ci peut être également provoquée par les phénomènes de décharge électrostatique (DES), de coup de foudre, d'impulsion électromagnétique d'origine nucléaire haute altitude (IEMN-HA) et plus généralement par des systèmes électriques de forte puissance (boucles de démagnétisation, catapulte électromagnétique, etc...). Il s'agit de la problématique intitulée « Dommages dus aux rayonnements électromagnétiques sur les systèmes d'armes et les munitions » (DRAM).

Les DEP peuvent sous l'action d'un rayonnement électromagnétique :

- soit fonctionner de façon intempestive et poser pour le personnel ainsi que pour le matériel des problèmes de sécurité et de fiabilité,
- soit subir une altération et poser essentiellement des problèmes de fiabilité.

Ces risques peuvent être éliminés :

- soit en rendant les munitions moins sensibles à l'environnement électromagnétique à l'aide de dispositifs sécurisés mis en place à la conception,
- soit en appliquant des consignes de sécurité pour que les munitions sensibles ne se trouvent pas exposées à un champ électromagnétique supérieur à celui qu'elles peuvent supporter.

L'élaboration des consignes de sécurité nécessite dans un premier temps de réaliser une évaluation DRAM de la munition. Les règles à suivre pour cette évaluation sont définies par la première partie de la norme NORMDEF 0301-1 (partie n°1) - Exigences relatives à l'évaluation des dispositifs électro-pyrotechniques et de leur intégration dans les systèmes d'armes et munitions soumis aux effets des rayonnements électromagnétiques.

Ensuite, lorsque la sensibilité de la munition exposée aux environnements électromagnétiques est déterminée, c'est-à-dire lorsque son niveau d'exposition admissible est connu, il est possible de définir les consignes de sécurité associées. L'élaboration de celles-ci fait l'objet de la deuxième partie de la norme NORMDEF 0301-2 (partie n°2) - Elaboration des consignes de sécurité relatives aux différentes conditions d'emploi des systèmes d'armes et munitions équipés de dispositifs électro-pyrotechniques en environnement électromagnétique radio radar.

La norme NORMDEF 0301, parties 1 et 2, annule et remplace les normes GAM DRAM 01 et GAM DRAM 02 ([BIBLIO1] et [BIBLIO2]). Concernant les procédures d'évaluation des munitions, elle reprend les grands principes de la norme GAM DRAM 01 (annulée) tout en faisant largement référence au STANAG 4370 ([DR01]) dans le but de faciliter les problématiques d'interopérabilité et d'export des systèmes d'armes et des munitions.

TABLE DES MATIÈRES

1. OBJET	8
2. DOMAINE D'APPLICATION.....	8
3. REFERENCES NORMATIVES	9
4. ACRONYMES ET TERMINOLOGIE.....	11
5. DEFINITION DES ENVIRONNEMENTS ELECTROMAGNETIQUES.....	13
5.1. GENERALITES	13
5.2. EMETTEURS RADIO RADAR.....	13
5.2.1. Milieu « Terre »	14
5.2.2. Milieu « Air »	14
5.2.3. Milieu « Aéronaval ».....	15
5.2.4. Milieu « Mer ».....	15
5.3. FOUDRE	15
5.4. DES	16
5.5. IEMN-HA	16
5.6. AUTRES ENVIRONNEMENTS.....	16
6. PROCEDURES D'EVALUATION DES MUNITIONS.....	17
6.1. GENERALITES	17
6.1.1. Adaptation des procédures d'évaluation à l'environnement électromagnétique	17
6.1.2. Classement « sécurité/fiabilité »	18
6.1.3. Essais statistiques de type Go – no go	18
6.2. EMETTEURS RADIO RADAR.....	19
6.2.1. Généralités	19
6.2.2. Description de la méthodologie d'essais.....	19
6.2.3. Critères d'acceptation.....	19
6.2.4. Compléments	20
6.3. FOUDRE	20
6.3.1. Généralités	20
6.3.2. Description de la méthodologie d'essais.....	20
6.3.2.1. Procédure A – Mesure du courant de mode commun :	22
6.3.2.2. Procédure B – Essais sur maquette active.....	22
6.3.2.3. Procédure C – Mesure d'énergie induite.....	22
6.3.2.4. Procédure D – Mesure de tension de mode commun	23
6.3.2.5. Procédure E – Essais fonctionnels	23
6.3.3. Critères d'acceptation.....	23
6.4. DES	24
6.4.1. Généralités	24
6.4.2. Description de la méthodologie d'essais.....	25
6.4.3. Critères d'acceptation.....	25
6.5. IEMN-HA	26
6.5.1. Généralités	26
6.5.2. Description de la méthodologie d'essais.....	26
6.5.2.1. Procédure A – Mesure du courant de mode commun	28
6.5.2.2. Procédure B – Essais sur maquette active.....	28
6.5.2.3. Procédure C – Mesure d'énergie induite.....	28
6.5.2.4. Procédure D – Mesure de tension de mode commun	29
6.5.2.5. Procédure E – Essais fonctionnels	29
6.5.3. Critères d'acceptation.....	29
6.6. AUTRES ENVIRONNEMENTS.....	30
7. BIBLIOGRAPHIE	31
ANNEXE A : Aide à la spécification des environnements radio radar	32

1. OBJET

La présente norme décrit les exigences relatives à l'évaluation des dispositifs électro-pyrotechniques (DEP) et de leur intégration dans des systèmes d'armes et munitions soumis aux effets des environnements électromagnétiques émanant des sources suivantes :

- Les émetteurs radio radar.
- Les décharges électrostatiques (DES).
- La foudre.
- Les impulsions électromagnétiques d'origine nucléaire haute altitude (IEMN-HA).
- Les environnements autres (émetteurs de bord et émetteurs portables, électronique de puissance, etc....

A ce titre, la présente norme fixe les processus à suivre en vue de leur qualification. Elle a pour objectif de déterminer les niveaux d'agressions électromagnétiques auxquels les systèmes d'armes et munitions peuvent être exposés sans compromettre leur sécurité d'emploi et leur fiabilité.

La présente norme concerne l'évaluation des munitions et des systèmes d'armes destinés à être employés par les armées. Elle doit servir de référence aux services étatiques français (directions de programme et autorité technique) en charge du développement, de l'acquisition et de l'évaluation de ces systèmes. Elle peut également être utilisée dans le cadre de l'export des programmes d'armement.

Note :

Dans la suite du document, pour des raisons de simplicité et de cohérence avec [DR01], le terme "munitions" regroupe tous les systèmes équipés de DEP (type ASDVL, missiles, leurres, etc...). Dans certaines phases du profil de vie d'un système d'armes ou d'une munition, ce terme peut désigner également des sous-modules comprenant au moins un DEP.

2. DOMAINE D'APPLICATION

La présente norme dédiée à l'évaluation des dispositifs électro-pyrotechniques (DEP) et de leur intégration dans des systèmes d'armes et munitions soumis aux effets des environnements électromagnétiques exclut l'évaluation sur les substances pyrotechniques. Il est toutefois important de rappeler que la fiabilité d'un DEP peut être dégradée par l'altération des caractéristiques des initiateurs en raison des phénomènes de vieillissement dus à l'exposition aux environnements électromagnétiques. Cette problématique doit faire l'objet d'une évaluation au cas par cas.

Seuls les défauts de fiabilité dus au fonctionnement intempestif d'un dispositif électro-pyrotechnique sont considérés dans la présente norme.

La présente norme s'applique en particulier aux phases suivantes du profil de vie :

- Stockage et transport de la munition (ST/TR) :
 - Munition seule.
 - Munition en emballage logistique.
 - Munition en emballage tactique.
- Mise en œuvre de la munition :
 - Mise à poste de la munition (sur porteur, sur rampe de tir, etc...).
 - Branchement/débranchement de la munition.
 - Programmation de la munition à poste, etc...
- Munition à poste (sur porteur, sur rampe de tir, alimentée/ non alimentée, etc...).
- Munition en phase de tir et de vol.

Note :

La liste des configurations d'emploi ci-dessus n'est pas exhaustive, et dépend de chaque programme d'armement.

3. REFERENCES NORMATIVES

Les références normatives ci-dessous sont celles qu'il convient de prendre en compte pour la mise en application du présent document :

Référence	Document normatif	Edition / date
[DR01]	STANAG 4370: <i>Essais en environnement (Environmental testing)</i>	Edition 5 - Décembre 2014
[DR02]	NORMDEF 0301-2: <i>Evaluation et emploi des systèmes d'armes et munitions équipés de dispositifs électro-pyrotechniques soumis aux effets des rayonnements électromagnétiques non ionisants - Partie n° 2 : Elaboration des consignes de sécurité relatives aux différentes conditions d'emploi des systèmes d'armes et munitions équipés de dispositifs électro-pyrotechniques en environnement électromagnétique</i>	Edition 1 - Octobre 2016
[DR03]	STANAG 1380 : <i>Manuel mer OTAN sur les dangers des rayonnements radio et radar - AECP-2(D) ET MECP-2(D) (NATO naval radio and radar radiation hazards manual - AECP-2(D) AND MECP-2(D))</i>	Edition 5 - Août 2015
[DR04]	Note technique n°312 CAD/NUC5/CD du 18/07/1991: <i>Justification et présentation des nouvelles spécifications IEMN Haute Altitude (document classifié)</i>	Juillet 1991
[DR05]	Note technique n°314 CAD/NUC5/CD du 30/07/1991: <i>Données numériques concernant l'évolution de la norme IEMN-HA (annexe à la note 312) (document classifié)</i>	Juillet 1991
[DR06]	STANAG 4145 : <i>Critères de résistance aux effets nucléaires pour les matériels et installations des forces armées – AEP-4 (document classifié)</i>	Edition 2 - Janvier 1991
[DR07]	STANAG 4560 : <i>Méthodes d'évaluation et d'essai pour la caractérisation des dispositifs électro-pyrotechniques (Electro-explosive devices, assessment and test methods for characterization)</i>	Edition 2 - Décembre 2006

Référence	Notices associées au STANAG 4145	Edition / date
[DR14]	AEP-04 : <i>Critères de résistance aux effets nucléaires pour les matériels et installations des forces armées (document classifié)</i>	Edition 1 - Avril 1975
[DR15]	AEP-04 – Annexe A : <i>Critères de durcissement nucléaires pour les matériels et installations des forces armées (document classifié)</i>	Edition 4 - Juillet 1990
[DR16]	AEP-04 – Annexe B : <i>Critères de résistance aux effets nucléaires pour les matériels et installations des forces navales (document classifié)</i>	Edition 2 - Janvier 1999
[DR17]	AEP-04 – Annexe C : <i>Critères de résistance aux effets nucléaires pour les matériels et installations de l'aviation (document classifié)</i>	Edition 1 - Décembre 1987

Référence	Notices associées au STANAG 4370	Edition / date
[DR08]	AECTP 250 : <i>Electrical and Electromagnetic Environmental Conditions:</i>	Edition C Décembre 2014
[DR09]	Leaflet 253 : <i>Electrostatic Charging, Discharge and Precipitation Static</i>	
[DR10]	Leaflet 254 : <i>Atmospheric Electricity and Lightning</i>	
[DR11]	Leaflet 255 : <i>Direct Current (DC) Magnetic and Low Frequency (LF) Fields</i>	
[DR12]	Leaflet 256 : <i>Nuclear Electromagnetic Pulse (NEMP/EMP)</i>	
[DR13]	Leaflet 258 : <i>RF Electromagnetic Environments (EMEs)</i>	
[DR18]	AECTP 500 : <i>Electromagnetic Environmental Effects Tests and Verifications</i>	Edition 4 - Janvier 2011
[DR19]	AECTP 500 – Category 501 : <i>Equipment and sub systems tests</i>	
[DR20]	AECTP 500 – Category 508 : <i>Electromagnetic Environmental Effects Test and Verification – Introduction to Test Ordnance and Verification Procedures</i>	
[DR21]	Category 508 leaflet 1 : <i>Guidance for Testing the Electromagnetic Vulnerability of Ordnance and Weapon Systems</i>	
[DR22]	Category 508 leaflet 2 : <i>Electrostatic Discharge</i>	
[DR23]	Category 508 leaflet 3 : <i>Electromagnetic Radiation</i>	
[DR24]	Category 508 leaflet 4 : <i>Lightning, Munition Assessment and Test Procedures</i>	
[DR25]	Category 508 leaflet 5 : <i>Nuclear Electromagnetic Pulse</i>	

4. ACRONYMES ET TERMINOLOGIE

a) Acronymes :

A/C :	Avion
AECTP :	Allied Environmental Conditions and Test Procedures
A/m :	Ampère par mètre
ASDVL :	Artifice de Sécurité à Durée de Vie Limitée
BCI :	Bulk Cable Injection
CD :	Confidentiel Défense
CND :	Centre de Normalisation de la Défense
dB :	Décibels
DEP :	Dispositif électro-pyrotechnique
DES :	Décharge électrostatique
DESH :	Décharge électrostatique d'origine « hélicoptère »
DESP :	Décharge électrostatique d'origine « personnel »
DGA :	Direction Générale de l'Armement
DIRISI :	Direction Interarmées des Réseaux d'Infrastructure et des Systèmes d'Information de la défense
Ead :	Energie admissible
EBW :	Exploding Bridge-Wire (initiateur à fil explosé)
EFI :	Exploding Foiled Initiator (initiateur à couche projetée)
EMA :	Etat-Major des Armées
EME :	Electromagnetic environment
E_{NF} :	Energie de non feu
GHz :	Giga hertz
H/C :	Hélicoptère
I_{ad} :	Courant admissible
I_{NF} :	Courant de non feu
IEMN-HA :	Impulsion électromagnétique d'origine nucléaire haute altitude
kHz :	Kilo hertz
m :	Mètre
MFP :	Microonde de Forte Puissance
MHz :	Méga hertz
NATO :	North Atlantic Treaty Organization
N_e :	Nombre de DEP
N_p :	Nombre minimum de tirs par séquence
N_i :	Nombre minimum de niveaux de menace
OTAN :	Organisation du Traité de l'Atlantique Nord
P_{ad} :	Puissance admissible
PIRE :	Puissance Isotrope Rayonnée Equivalente
PTC :	Pin-To-Case
PTP :	Pin-To-Pin
P_{NF} :	Puissance de non feu
RF :	Radiofréquence
SGA :	Secrétariat Général pour l'Administration
SRAD :	Susceptibility RADHAZ Designator

SSA : Service de Santé des Armées
STANAG : Standardization NATO Agreement
ST/TR : Stockage/transport
V/m : Volt par mètre
VBF : Vérification de Bon Fonctionnement
W/m² : Watt par mètre carré

b) Terminologie :

Autorité Nationale :

Service étatique en charge de l'exercice de l'autorité technique, qui doit garantir la sécurité des personnes et des biens.

Coup de foudre direct :

Décharge foudre qui s'attache directement sur le système d'armes (ou sur la munition), et qui provoque la circulation d'un courant foudre sur une partie du système d'armes (ou de la munition), voire sur la totalité du système d'armes (ou de la munition).

Coup de foudre de proximité :

Décharge foudre qui ne s'attache pas directement sur le système d'armes (ou la munition), mais qui en raison de sa proximité peut induire du courant à l'intérieur du système d'armes (ou de la munition), par couplage électromagnétique ou par courant de sol.

Dispositif électro-pyrotechnique (DEP) :

Dispositif d'initiation électrique permettant d'assurer dans sa totalité une fonction pyrotechnique déterminée.

Note :

Le DEP actif a un initiateur actif (cf. définition maquette active)

Effets indirects de la foudre :

Effets dus au couplage du système d'armes (ou de la munition) avec le champ électromagnétique créé par la foudre. Ceux-ci peuvent être la conséquence d'un coup de foudre direct ou de proximité. Les tensions transitoires induites sur des câblages sont un exemple d'effets indirects.

Émetteurs de bord (ou émetteurs internes) :

Ensemble des émetteurs de type radio de bord, proximètre, radar, brouilleur, etc..., appartenant à une munition ou un système d'armes. Ils peuvent également être dénommés émetteurs internes.

Émetteurs radio radar (ou émetteurs externes) :

Ensemble des émetteurs de type radio, radar, brouilleur satellitaire, etc... susceptibles d'être rencontrés, au cours de son profil de vie, par une munition ou un système d'armes. Ceux-ci n'appartiennent pas à la munition ou au système d'armes. Ils peuvent également être dénommés émetteurs externes.

Environnement :

Ensemble, à un moment donné, des agents physiques, chimiques, biologiques, etc..., susceptibles d'avoir un effet direct ou indirect, immédiat ou différé, sur les êtres vivants, les activités humaines et sur les systèmes ou leur fonctionnement (définition issue de NF X 50-144-1)

Initiateur :

Composant pyrotechnique mis en fonctionnement au moyen d'un phénomène non pyrotechnique (initiateur électrique par exemple)

Maquette active (ou semi-active) :

Maquette contenant des substances actives, c'est-à-dire contenant des substances pyrotechniques. Cette maquette est également appelée semi-active car elle est représentative de la munition de série, à l'exception des charges militaires explosives et des combustibles qui ont été retirés. Seuls les initiateurs de ce type de maquette sont actifs.

Munition :

Dispositif complet chargé de produits explosifs, propulsifs, pyrotechniques, d'amorçage, ou encore

d'agents nucléaires, radiologiques, biologiques ou chimiques, utilisé dans le cadre d'opérations militaires, y compris les destructions. (Définition OTAN NTMS)

Profil de vie du système d'armes ou de la munition :

Description chronologique présentant le détail des scénarios d'emploi du système d'armes ou de la munition considéré(e) depuis sa sortie d'usine jusqu'à son retrait de service (incluant le démantèlement). (Définition adaptée de NF X 50-144-1)

Qualification :

Ensemble des tâches qui concourent à fournir des preuves, en se basant sur des justifications théoriques et expérimentales, que le système d'armes ou la munition défini(e) répond au besoin spécifié et est productible (définition adaptée de NF EN 9200, 4.51)

Système d'armes :

Ensemble comportant une ou plusieurs armes, ainsi que l'équipement, le matériel, les services, le personnel, les moyens de déplacement (au besoin) et de lancement nécessaires à son autonomie. (Définition OTAN NTMS)

5. DEFINITION DES ENVIRONNEMENTS ELECTROMAGNETIQUES

5.1. Généralités

Ce chapitre présente les sources d'environnements électromagnétiques qui, compte tenu du risque qu'elles peuvent générer, ont une influence sur la conception et l'emploi des munitions.

Les différents environnements électromagnétiques définis ci-après permettent, avec les procédures d'évaluation décrites au § 6, la mise en place :

- de configurations d'essais pertinentes, adaptées aux problématiques techniques et aux contraintes de coût,
- d'essais permettant de répondre aux exigences de qualification établies pour chaque programme d'armement. La personnalisation de ces exigences, lorsqu'elle a lieu, est définie par l'Autorité Nationale.

Note :

Il n'est pas nécessaire d'évaluer une munition au regard de l'ensemble des environnements électromagnétiques. Seuls les environnements susceptibles d'être rencontrés, avec une probabilité d'occurrence suffisante, lors des différentes phases du profil de vie de la munition sont à prendre en compte. Par exemple, l'environnement DES hélicoptère (dans le cas d'un hélitreuillage) ne concerne pas toutes les munitions. La prise en compte d'environnements injustifiés peut aboutir à un surcoût des programmes d'armement (conception et évaluation des munitions).

5.2. Emetteurs radio radar

Les émetteurs de type radio radar extérieurs à la munition sont dits aussi émetteurs externes.

Compte tenu de la diversité de leurs caractéristiques, parmi lesquelles la fréquence d'émission, la forme d'onde et le niveau de puissance rayonnée, les environnements radio radar sont définis à l'issue de l'établissement du profil de vie des munitions.

Afin d'aider à la spécification des programmes d'armement au profit des armées, différents environnements ont été définis par milieu : terre, air, aéronaval, mer. Ceux-ci ont pour unique objectif de servir de base pour la définition des exigences de tenue au rayonnement électromagnétique et peuvent faire l'objet d'une personnalisation par l'Autorité Nationale si besoin.

La finalité de l'évaluation d'une munition au regard de ce type d'environnement est l'établissement de consignes de sécurité (contrôle des émissions radio radar, positionnement des munitions, etc...). Celles-ci sont établies par les forces à l'aide des données suivantes, définies par [DR02] et [DR03] :

- un classement de type couleur (procédure spécifique à la France),
- un code SRAD.

L'objectif d'une évaluation DRAM consiste à fournir ce classement et ce code aux forces armées pour les différentes configurations d'emploi concernées. En complément de ces données, la DGA établit également une fiche Munition-Environnement (classée CD) qui précise les niveaux de tenue admissibles par la munition dans des gammes de fréquences moins larges que celles du code SRAD.

5.2.1. Milieu « Terre »

Le tableau 1 définit les environnements admissibles à spécifier, en fonction de leur configuration d'emploi, pour les munitions dédiées aux opérations terrestres des armées.

Configuration d'emploi		Environnement admissible des munitions « Terre »
ST/TR (logistique, tactique, seule)		Environnement « Terre » (cf. Annexe A – tableau A1)
Transport par voie aérienne	Par hélicoptère	Environnement « Aéronef à voilure tournante » (cf. Annexe A – tableau A5)
	Par avion	Environnement « Aéronef à voilure fixe » (cf. Annexe A – tableau A4)
Mise en œuvre (MEO)		Environnement « Terre » (cf. Annexe A – tableau A1)
A poste		Environnement « Terre » (cf. Annexe A – tableau A1)
En vol libre		Environnement « Vol libre » (cf. Annexe A – tableau A9)

Tableau 1 – Environnement admissible des munitions « Terre »

5.2.2. Milieu « Air »

Le tableau 2 définit les environnements admissibles à spécifier, en fonction de leur configuration d'emploi, pour les munitions dédiées aux opérations aériennes des armées (hors opérations aéronavales).

Note :

Le milieu « Air » ne prend pas en compte les aéronefs qui sont mis en œuvre à partir d'un bâtiment de surface. Ces derniers sont pris en compte par le milieu « Aéronaval ».

Configuration d'emploi			Environnement admissible des munitions « Air »
ST/TR (logistique, tactique, seule)			Environnement « Terre » (cf. Annexe A – tableau A1)
Mise en œuvre (MEO)			Environnement « Terre » (cf. Annexe A – tableau A1)
A poste	Sur avion	Au sol	Environnement « Terre » (cf. Annexe A – tableau A1)
		En vol ⁽¹⁾	Environnement « Aéronef à voilure fixe » (cf. Annexe A – tableau A4)
	Sur hélicoptère	Au sol	Environnement « Terre » (cf. Annexe A – tableau A1)
		En vol ⁽¹⁾	Environnement « Aéronef à voilure tournante » (cf. Annexe A – tableau A5)
En vol libre			Environnement « Vol libre » (cf. Annexe A – tableau A9)

Tableau 2 – Environnement admissible des munitions « Air »

⁽¹⁾ Cette configuration inclut le transport par voie aérienne de la munition.

5.2.3. Milieu « Aéronaval »

Le tableau 3 définit les environnements admissibles à spécifier, en fonction de leur configuration d'emploi, pour les munitions dédiées aux opérations aéronavales des armées.

Configuration d'emploi			Environnement admissible des munitions « Aéronaval »
ST/TR (logistique, tactique, seule)			Environnement « Pont d'envol » (cf. Annexe A – tableau A 8)
Mise en œuvre (MEO)			Environnement « Pont d'envol » (cf. Annexe A – tableau A8)
A poste	Sur avion	Sur pont d'envol	Environnement « Pont d'envol » (cf. Annexe A – tableau A8)
		En vol	Environnement « Aéronef navalisé à voilure fixe » (cf. Annexe A – tableau A6)
	Sur hélicoptère	Sur pont d'envol	Environnement « Pont d'envol » (cf. Annexe A – tableau A8)
		En vol ⁽¹⁾	Environnement « Aéronef navalisé à voilure tournante » (cf. Annexe A – tableau A7)
En vol libre (munition tirée, au-delà de la distance de sécurité)			Environnement « Vol libre » (cf. Annexe A – tableau A9)

Tableau 3 – Environnement admissible des munitions « Aéronavales »

⁽¹⁾ Cette configuration inclut le transport par voie aérienne de la munition.

5.2.4. Milieu « Mer »

Le tableau 4 définit les environnements admissibles à spécifier, en fonction de leur configuration d'emploi, pour les munitions dédiées aux opérations navales des armées.

Configuration d'emploi	Environnement admissible des munitions « Mer »
ST/TR (logistique, tactique, seule)	Environnement « Marine – Tous ponts » (cf. Annexe A – tableau A2)
Munition transportée par voie aérienne	Environnement « Aéronef à voilure tournante » (cf. Annexe A – tableau A7)
Mise en œuvre (MEO)	Environnement « Marine – Tous ponts » (cf. Annexe A – tableau A2)
Post-lancement (immédiatement après tir, en deçà de la distance de sécurité)	Environnement « Marine - Faisceau principal » (cf. Annexe A – tableau A3)
En vol libre (munition tirée, au-delà de la distance de sécurité)	Environnement « Vol libre » (cf. Annexe A – tableau A9)

Tableau 4 – Environnement admissible des munitions « Mer »

5.3. Foudre

L'environnement foudre peut présenter un risque pour les munitions.

Les différents types d'environnement foudre, ainsi que les caractéristiques associées, sont définis dans [DR10]. Les paramètres de l'environnement à prendre en compte pour l'évaluation DRAM sont déterminés en fonction de la munition (caractéristiques des DEP et de l'électronique de commande) et de son profil de vie (type de porteur, positionnement de la munition, etc...).

Du point de vue de la problématique DRAM, ce sont les effets indirects de la foudre qui doivent être étudiés, qu'il s'agisse d'un coup de foudre direct ou bien de proximité.

5.4. DES

Les phénomènes de décharges électrostatiques (DES) peuvent présenter un risque pour les munitions.

Les différents types de DES sont décrits dans [DR09] et rappelés ci-dessous :

- Décharge électrostatique d'origine « personnel » (DESP) : elle résulte du phénomène de charge ou décharge suite au contact entre un personnel et la munition. Le tableau 253-1 de [DR09] décrit les paramètres de la DESP.
- Décharge électrostatique d'origine « hélicoptère » (DESH) : elle résulte du phénomène de charge ou décharge suite au contact entre un hélicoptère et le sol durant les phases d'hélicoptère ; les DESH présentent un risque important lors du transport de munitions hélicoptères. Le tableau 253-2 de [DR09] décrit les paramètres de la DESH.

5.5. IEMN-HA

L'impulsion électromagnétique générée par une explosion d'origine nucléaire – haute altitude (IEMN-HA) peut présenter un risque pour les munitions.

La forme de l'onde incidente et la couverture au sol varient en fonction de nombreux paramètres (hauteur d'explosion, technologie de l'arme, ...). L'IEMN-HA, à prendre en compte pour certains programmes d'armement, est un champ électromagnétique enveloppe de forme impulsionnelle. Elle est décrite dans différents documents:

- Notes techniques CAD 312 [DR04] et CAD 314 [DR05].
- STANAG 4370 [DR01] par le biais de l'AECTP 256 [DR12], STANAG 4145 [DR06] par le biais de l'AEP-04 [DR14] et de ses annexes [DR15], [DR16] et [DR17].

Le choix de la norme à appliquer dans le cadre d'une évaluation DRAM est du ressort de l'Autorité Nationale.

5.6. Autres environnements

Ce chapitre présente différents environnements électromagnétiques qui peuvent présenter un risque pour les munitions.

Compte tenu de leurs caractéristiques propres, l'évaluation d'une munition au regard de ces environnements fait l'objet d'une personnalisation par l'Autorité Nationale en fonction de :

- L'occurrence de la perturbation électromagnétique.
- L'occurrence de la mise à feu intempestive d'un DEP par ces environnements.

Ces environnements peuvent être produits par les sources suivantes :

- Emetteurs propres à la munition ou au système d'armes, dits aussi émetteurs internes. Il s'agit des équipements intégrés à la munition ou au système d'armes (radios de bord, radars, proximètres, etc...).
- Emetteurs portables de faible puissance (PIRE inférieure à 5W) : téléphones GSM, réseaux Wifi, talkie-walkie, etc...).
- Boucles de démagnétisation et champs magnétiques basse fréquence ([DR11]).
- Catapultes et canons électromagnétiques.
- Microondes de forte puissance (MFP).
- Equipements industriels divers alimentés en courant alternatif (50 Hz, 400 Hz, etc...) et susceptibles de rayonner ou de provoquer des perturbations.
- Machines tournantes électriques.
- Onduleurs, convertisseurs, etc...,
- Systèmes d'enclenchement et de coupure (relais, contacts, interrupteurs).

- Composants électroniques non linéaires (thyristors, diodes, redresseurs, etc...).
- Systèmes de commutation ; des catégories de sources accidentelles telles que des coupures ou disjonctions de lignes haute tension peuvent figurer dans cette catégorie.

6. PROCEDURES D'EVALUATION DES MUNITIONS

6.1. Généralités

Les procédures et exigences spécifiques relatives à l'évaluation des munitions sont décrites au regard des différents environnements électromagnétiques définis au § 5.

Elles s'appuient en grande partie sur le STANAG 4370 [DR01] et plus particulièrement la série des AECTP 500 [DR18], dont l'objet est de :

- Définir des exigences relatives à l'élaboration des programmes d'essais et au choix du type d'essais à réaliser.
- Expliquer l'objectif et le principe des différentes méthodologies.

Une évaluation DRAM ne nécessite pas toujours la réalisation d'essais. Celle-ci peut parfois être réalisée de façon analytique, notamment dans le cas de systèmes peu complexes.

Il est important de noter que quel que soit le type d'essais ou d'analyses requis pour l'évaluation DRAM d'une munition, une caractérisation pyrotechnique est nécessaire. Bien qu'elle représente une source de coûts non négligeable lors du processus d'évaluation, celle-ci doit bénéficier d'une attention particulière et être réalisée au regard des objectifs de sécurité du programme d'armement concerné. La caractérisation pyrotechnique peut porter sur :

- Les initiateurs actifs.
- Les DEP actifs.
- Une maquette active de la munition.

Le type de caractérisation à réaliser est défini pour chaque procédure (cf. §6.2).

6.1.1. Adaptation des procédures d'évaluation à l'environnement électromagnétique

Chaque environnement électromagnétique possède des caractéristiques qui lui sont propres et nécessite alors des procédures d'évaluation spécifiques. En effet, les caractéristiques de l'environnement électromagnétique au regard duquel il convient d'évaluer une munition ont une forte influence sur la procédure d'évaluation :

- La simulation de l'environnement électromagnétique lors des essais.
- Le type de couplages électromagnétiques :
 - Couplage « mode différentiel » : celui-ci, dit aussi *pin-to-pin* (PTP) dans la littérature anglo-saxonne, correspond à l'énergie induite entre les broches de l'initiateur du DEP.
 - Couplage « mode commun » : celui-ci, dit aussi *pin-to-case* (PTC) dans la littérature anglo-saxonne, correspond à l'énergie appliquée entre une ou plusieurs broches de l'initiateur du DEP et sa masse électrique de référence (généralement le boîtier de l'initiateur).
- Le type d'essais :
 - Essais sur maquette instrumentée.
 - Essais de type statistique.
- Le type d'instrumentations.
- Le niveau des marges à appliquer.

6.1.2. Classement « sécurité/fiabilité »

Les DEP équipant les munitions sont répartis :

- En « classe sécurité » si leur mise à feu intempestive compromet la sécurité des personnes ou des biens.
- En « classe fiabilité » si leur mise à feu intempestive diminue l'efficacité de la munition ou la rend inopérante, sans compromettre la sécurité.

Note :

Il est important de noter que le classement d'un DEP dépend :

- Du système dans lequel il est intégré.
- De la phase de son profil de vie pour un système considéré.

Ce classement doit être validé par l'Autorité Nationale.

6.1.3. Essais statistiques de type Go – no go

En cas de difficultés relatives à l'instrumentation d'une munition, le recours à des essais statistiques de type Go – no go est nécessaire. Ceux-ci consistent à soumettre à un environnement électromagnétique défini un certain nombre de maquettes, équipées de DEP actifs, et à déterminer une probabilité de non feu et le niveau de confiance associé.

Le nombre de maquettes dépend de la probabilité de non feu et du niveau de confiance recherché. Celui-ci peut être déterminé à l'aide du tableau 5 issu de [DR09].

Probabilité de non feu (%)	Niveau de confiance (%)						
	50	60	70	80	90	95	99
99	69	92	120	160	229	298	459
95	14	18	24	31	45	58	90
90	7	9	12	15	22	29	44
85	5	6	8	10	15	19	29
80	3	4	6	7	11	14	21
75	3	4	5	6	8	11	16
70	2	3	4	5	7	9	13
65	2	2	3	4	6	7	11
60	2	2	3	4	5	6	9
50	1	2	2	3	4	5	7

Tableau 5 – Nombre d'échantillons sans départ intempestif pour démontrer une probabilité de non feu et le niveau de confiance associé

Le recours à ce type d'essais statistiques est limité en raison de son coût.

Note :

Pour éviter de dérouler un grand nombre d'essais, il est parfois possible d'appliquer une marge de sécurité sur l'environnement électromagnétique à démontrer, plutôt que sur les caractéristiques de non feu.

Cette méthode est uniquement valable pour les émetteurs de type radio radar, à condition de s'assurer que la munition réagisse de manière linéaire. Toutefois, cette méthode impose des niveaux d'environnement électromagnétique souvent difficiles à générer.

6.2. Emetteurs radio radar

6.2.1. Généralités

L'évaluation DRAM d'une munition au regard des environnements électromagnétiques de type émetteurs radio radar doit être réalisée conformément à [DR23].

6.2.2. Description de la méthodologie d'essais

Celle-ci consiste à soumettre la munition à l'environnement radio radar au regard duquel elle doit être évaluée. Les paramètres à mesurer sont :

- Le niveau des paramètres électriques induits dans les DEP (puissance, courant et tension). Ceux-ci sont comparés aux seuils de non feu du paramètre électrique considéré (courant de non feu I_{NF} , puissance de non feu P_{NF} ou énergie de non feu E_{NF}), réduits d'une marge de sécurité/fiabilité.
La détermination des seuils de non feu est définie par le STANAG 4560 [DR07], relatif à la caractérisation pyrotechnique des initiateurs. Sauf exception, les valeurs de non feu sont déterminées avec une probabilité de départ intempestif de 10^{-3} et un niveau de confiance de 95%, tels que définis dans [DR07].
Les seuils de non feu, réduits d'une marge de sécurité/fiabilité, définissent la notion de niveaux admissibles (courant admissible I_{ad} , puissance admissible P_{ad} , énergie admissible E_{ad}) que les perturbations induites ne doivent pas dépasser.
- Le niveau d'environnement provoquant un dysfonctionnement ou une commutation de l'électronique de commande ou des dispositifs de sécurité armement des DEP, qui pourraient avoir une incidence sur la sécurité ou la fiabilité. Ces systèmes pouvant réagir de manière non linéaire, la munition doit être soumise durant les essais autant que possible au niveau de l'environnement électromagnétique à démontrer.
Ce type de caractérisation est particulièrement important pour les initiateurs de type *slapper* (EFI) ou de type à fil explosé (EBW) dont la sensibilité repose essentiellement sur celle de l'électronique de commande et des dispositifs de sécurité.

6.2.3. Critères d'acceptation

Sauf prescription contraire de l'Autorité Nationale, les marges de sécurité/fiabilité à prendre en compte pour ce type d'évaluation sont définies dans le tableau 6 issu de [DR23] :

Marge exigée	DEP, hors systèmes électroniques		Systèmes électroniques de commande des DEP ou de sécurité armement ⁽²⁾	
	DEP avec seuils de non feu validés par les autorités nationales	DEP avec seuils de non feu non validés par les autorités nationales	Méthodologie de type BCI ⁽³⁾ sur la base d'une fonction de transfert	Méthodologie de type Go - No go ⁽¹⁾
Sécurité	16,5 dB	20 dB	10 dB	6 dB
Fiabilité	6 dB	10 dB	0 dB	0 dB

Tableau 6 – Critères d'acceptation au regard des émetteurs de type radio radar

⁽¹⁾ Ces marges sont applicables lorsque le niveau de champ électromagnétique généré pendant les essais atteint ou dépasse le champ électromagnétique au regard duquel la munition doit être évaluée.

⁽²⁾ Le critère d'échec de ces essais est le déclenchement intempestif du DEP considéré.

⁽³⁾ Les essais BCI sont à réaliser selon la procédure NCS07 définie par [DR19] dans la bande de fréquences 100 kHz-200 MHz.

En cas de difficultés lors de la génération des niveaux de champ électromagnétique, l'environnement électromagnétique à générer est personnalisé par l'Autorité Nationale en fonction du profil de vie de la munition.

Note :

Pour les initiateurs de type EFI ou EBW, différentes marges peuvent être appliquées en fonction de la phase du profil de vie du système d'armes :

- Pour les phases où le DEP est non alimenté pendant la phase concernée du profil de vie: les essais sont réalisés sur maquette non alimentée et les initiateurs constitutifs des DEP sont classés en fiabilité quelle que soit leur fonction, soit une marge à prendre en compte de 6 dB ou 10 dB en fonction de l'origine de leurs caractéristiques de non feu.
- Pour les phases où le DEP est alimenté pendant la phase concernée du profil de vie: les essais sont réalisés sur maquette alimentée et les initiateurs constitutifs des DEP sont classés en sécurité ou en fiabilité selon leur fonction. Il s'agit alors d'essais fonctionnels du type Go – No go, soit une marge à prendre en compte de 6 dB ou 0 dB en fonction du classement de l'initiateur.

6.2.4. Compléments

Pour les initiateurs à fil chaud, le paramètre électrique à considérer est, soit la puissance lorsque le phénomène perturbateur est permanent ou assimilable à un phénomène permanent (émission radio, émission radar à fréquence de récurrence élevée), soit l'énergie lorsque le phénomène est de type impulsionnel (branchement de prises, décharge électrostatique, coup de foudre, etc...).

Pour les initiateurs à substance conductrice ou à claquage diélectrique, les paramètres les plus significatifs sont l'énergie induite et l'échauffement de la substance pyrotechnique. Pour ce type d'initiateurs, la méthodologie d'essais décrite précédemment est souvent complétée par des essais statistiques du type Go-No go (cf. §6.1.3) sur des DEP actifs. Les marges à appliquer pour ce type d'essais, ainsi que les objectifs de probabilité de non feu et du niveau de confiance associé sont à définir en fonction des objectifs de sécurité du programme d'armement.

Pour les initiateurs à haute énergie de type EFI ou EBW, le niveau des agressions de type émetteurs radio radar décrits dans le cadre de la présente norme ne sont pas suffisants pour produire une mise à feu par effet direct (mise à feu par induction d'énergie sur le câblage). Un excès d'énergie peut éventuellement dégrader leurs caractéristiques (voire les rendre inopérants), sans toutefois entraîner leur mise à feu intempestive. La sensibilité de ces initiateurs vis-à-vis du rayonnement électromagnétique repose principalement sur celle de leurs systèmes électroniques de commande. Ces derniers doivent être soumis à des essais personnalisés afin d'assurer les objectifs de sécurité et de fiabilité du programme d'armement.

6.3. Foudre

6.3.1. Généralités

L'évaluation DRAM d'une munition au regard de l'environnement foudre doit être réalisée conformément à [DR24]. Toutefois, compte tenu de leur caractère pyrotechnique, le présent document apporte des précisions relatives aux spécificités des DEP, notamment sur la méthodologie d'essais (adaptée, du point de vue du logigramme des procédures de test uniquement, de celle relative à l'IEMN-HA – figure 508/5-1 de [DR25]) et les critères d'acceptation associés.

6.3.2. Description de la méthodologie d'essais

Celle-ci consiste à appliquer la logique d'essais définie par la figure 1, qui met en œuvre 5 procédures différentes, en fonction des types de systèmes (électronique ou pyrotechnique) et de couplages concernés (mode différentiel ou mode commun).

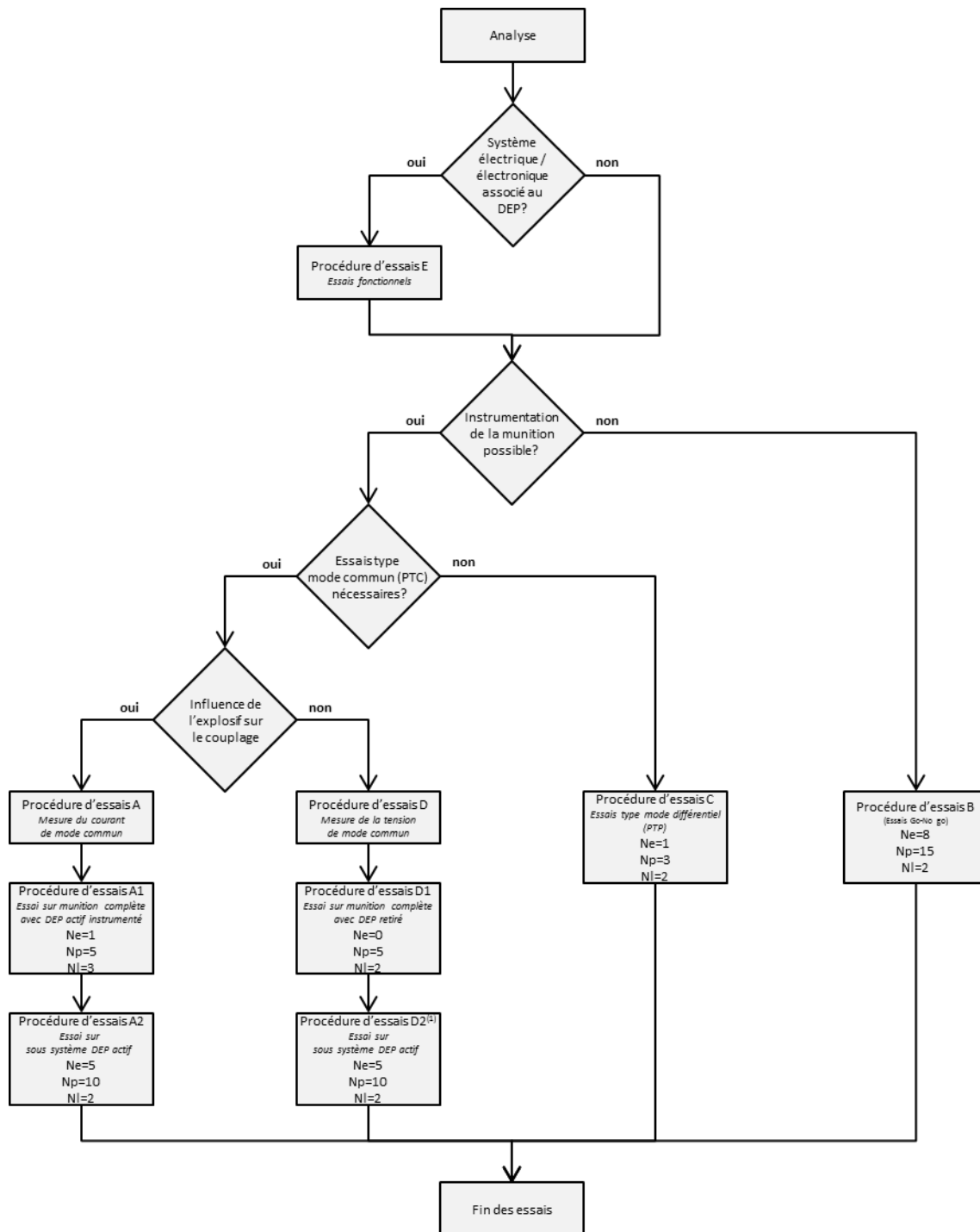


Figure 1 – Logigramme des essais foudre

⁽¹⁾ : La procédure D2 ne s'applique que si une tension de mode commun supérieure à 1kV est mesurée lors de la procédure D1.

Ces procédures sont synthétisées ci-après.

6.3.2.1. Procédure A – Mesure du courant de mode commun :

Cette procédure se déroule en deux étapes :

Procédure A1 (essais sur munition) :

La procédure A1 consiste à déterminer le courant de mode commun (I_{MC}) entre les broches et la référence de masse du DEP quand la munition est soumise à l'environnement foudre. Lors de cette procédure, le DEP est actif afin de prendre en compte l'influence de la substance pyrotechnique sur les couplages électromagnétiques.

Procédure A2 (essais sur DEP seul) :

La procédure A2 consiste à déterminer le niveau de courant de mode commun admissible du DEP ($I_{MC\ ad}$), en injectant sur un DEP actif le courant I_{MC} déterminé précédemment, augmenté d'une marge de sécurité. Le niveau admissible ($I_{MC\ ad}$) correspond alors au niveau d'injection pour lequel aucun des événements suivants n'apparaît :

- mise à feu intempestive,
- modification de la résistance *pin-to-pin* de l'initiateur,
- modification de l'impédance *pin-to-case* du DEP.

Cette opération doit être réalisée sur plusieurs échantillons. Les marges de sécurité et le nombre d'échantillons nécessaires sont définis par les tableaux 7 et 8.

Note :

A l'issue d'une injection de courant, en cas de modification des caractéristiques électriques d'un DEP, une expertise doit être menée pour déterminer son impact sur le fonctionnement et la fiabilité du DEP. Celle-ci doit être validée par l'Autorité Nationale.

6.3.2.2. Procédure B – Essais sur maquette active

Cette procédure consiste à appliquer l'environnement foudre sur une maquette de la munition équipée de DEP actifs et ensuite à analyser ces derniers pour vérifier l'absence des événements suivants :

- mise à feu intempestive,
- modification de la résistance *pin-to-pin* de l'initiateur,
- modification de l'impédance *pin-to-case* du DEP.

Note :

Dans le cas d'essais sur un sous-ensemble de la munition, il est nécessaire de prendre en compte la fonction de transfert correspondante.

Cette opération doit être réalisée sur plusieurs échantillons dont le nombre est défini par le tableau 8.

6.3.2.3. Procédure C – Mesure d'énergie induite

Celle-ci consiste à soumettre la munition à l'environnement foudre au regard duquel elle doit être évaluée. Les paramètres à mesurer sont :

- Le niveau d'énergie induite à l'intérieur du DEP. Celle-ci doit être inférieure à l'énergie de non feu du DEP (E_{NF}), réduite d'une marge de sécurité/fiabilité.
La détermination des seuils de non feu est définie par le STANAG 4560 [DR07], relatif à la caractérisation pyrotechnique des initiateurs. Sauf exception, les valeurs de non feu sont déterminées avec une probabilité de départ intempestif de 10^{-3} et un niveau de confiance de 95%, tels que définis dans [DR07].
L'énergie de non feu, réduite d'une marge de sécurité/fiabilité, définit la notion d'énergie admissible (E_{ad}), que les perturbations induites ne doivent pas dépasser.

La marge de sécurité/fiabilité à appliquer est définie par le tableau 7.

Note :

Les marges de sécurité/fiabilité à prendre en compte sont plus importantes si le niveau ou la forme d'onde de l'environnement foudre définis par [DR10] ne peuvent être reproduits à l'identique et que les résultats de mesures nécessitent une extrapolation.

- Le niveau d'environnement provoquant un dysfonctionnement ou une commutation de l'électronique de commande ou des dispositifs de sécurité armement des DEP, qui pourraient avoir une incidence sur la sécurité ou la fiabilité.

Ce type de caractérisation est particulièrement important pour les initiateurs de type *slapper* (EFI) ou de type à fil explosé (EBW) dont la sensibilité repose essentiellement sur celle de l'électronique de commande et des dispositifs de sécurité.

6.3.2.4. Procédure D – Mesure de tension de mode commun

Cette procédure se déroule en deux étapes :

Procédure D1 (essais sur munition) :

La procédure D1 consiste à déterminer la tension de mode commun (V_{MC}) entre l'emplacement des broches et la référence de masse du DEP, quand la munition est soumise à l'environnement foudre. Lors de cette procédure, le DEP est retiré de la munition en raison de l'absence d'influence de la substance pyrotechnique sur les couplages électromagnétiques.

Lorsque la tension V_{MC} est inférieure à 1 kV, il est possible de conclure sur l'absence de risque pour le DEP concerné. Sinon, il est nécessaire d'appliquer la procédure D2.

Note :

Le critère de tension de mode commun admissible défini à 1 kV est issu de [DR22].

Procédure D2 (essais sur DEP seul) :

La procédure D2 consiste à déterminer le niveau de tension de mode commun admissible du DEP ($V_{MC\ ad}$). Celle-ci consiste à appliquer sur un DEP actif la tension V_{MC} déterminée précédemment, augmentée d'une marge de sécurité. Le niveau admissible ($V_{MC\ ad}$) correspond alors au niveau pour lequel aucun des événements suivants n'apparaît :

- mise à feu intempestive,
- modification de la résistance *pin-to-pin* de l'initiateur,
- modification de l'impédance *pin-to-case* du DEP.

Cette opération doit être réalisée sur plusieurs échantillons. Les marges de sécurité et le nombre d'échantillons nécessaires sont définis par les tableaux 7 et 8.

Note :

A l'issue d'une application de tension, en cas de modification des caractéristiques électriques d'un DEP, une expertise doit être menée pour déterminer son impact sur le fonctionnement et la fiabilité du DEP. Celle-ci doit être validée par l'Autorité Nationale.

6.3.2.5. Procédure E – Essais fonctionnels

Cette procédure consiste à réaliser des VBF avant et après chaque séquence de test si possible, ou au début et à la fin des essais. Celles-ci portent sur les systèmes électroniques associés aux DEP (commande de mise à feu et dispositifs de sécurité et armement).

6.3.3. Critères d'acceptation

Les marges de sécurité/fiabilités et autres critères d'acceptation à prendre en compte pour ce type d'essais sont définis dans les tableaux 7 et 8.

Procédure d'essais	Marges de « sécurité/fiabilité à appliquer
A1	0 dB
A2	Sécurité: 10,5 dB Fiabilité: 2 dB
B	0 dB
C	Sécurité: 10,5 dB ⁽¹⁾ Fiabilité: 2 dB ⁽¹⁾
D1	0 dB
D2	Sécurité: 10,5 dB ⁽²⁾ Fiabilité: 2 dB ⁽²⁾
E	Sans objet

Tableau 7 – Critères d'acceptation au regard de l'environnement foudre

⁽¹⁾ : Les moyens d'essais foudre ne permettent pas toujours de générer une agression foudre avec les niveaux et formes d'onde définis par [DR10] et nécessitent une extrapolation des mesures d'énergie induite à l'intérieur des DEP. Compte tenu des différentes incertitudes liées à l'extrapolation (méthode de calcul, technologie utilisée pour l'instrumentation du DEP, etc...), il est nécessaire de considérer des marges de sécurité/fiabilité plus importantes. Celles-ci sont à définir en fonction des moyens d'essais utilisés (générateurs et capteurs de mesures) et des objectifs de sécurité du programme d'armement. Dans le cas d'une configuration d'essais particulièrement défavorable, l'application de marges de 16,5 dB en sécurité et de 6 dB en fiabilité peut s'avérer pertinente.

⁽²⁾ : 0 dB si une tension de mode commun admissible de 1 kV est considérée (cas extrême).

Procédure d'essais	Nombre de DEP (Ne)		Nombre minimum de tirs par séquence (Np)
	actifs	instrumentés	
A1	1	-	1
A2	5 ⁽¹⁾	-	10
B	8 ⁽²⁾	-	15
C	-	1	3
D1	-	0 ⁽³⁾	1
D2	5 ⁽¹⁾	-	10
E	1		Sans objet ⁽⁴⁾

Tableau 8 – Nombre de DEP et paramètres d'essais foudre

⁽¹⁾ : Le nombre de DEP dépend du résultat des essais

⁽²⁾ : Ce nombre de DEP permet de démontrer une probabilité de non feu de 75% avec un niveau de confiance de 90%.

⁽³⁾ : Aucun DEP n'est présent lors de la procédure D1 ; toutefois, un système de mesure de tension est instrumenté niveau de l'emplacement du DEP, afin de mesurer la tension de mode commun vue par celui-ci.

⁽⁴⁾ : La procédure E doit être conduite après chaque séquence de test ou à la fin des essais.

6.4. DES

6.4.1. Généralités

L'évaluation DRAM d'une munition au regard des décharges électrostatiques doit être réalisée conformément à [DR22].

Si la tenue à la DES des initiateurs de la munition est démontrée selon [DR22], des essais sur maquette de la munition ne sont pas nécessaires. Toutefois, lorsque celle-ci n'est pas connue, des essais sur

maquette inerte instrumentée peuvent être réalisés. Cette procédure est généralement adoptée, lorsqu'une maquette a déjà été instrumentée pour les essais de type émetteurs radio radar. Cela permet d'éviter les coûts et délais relatifs aux essais de type pyrotechnique pour démontrer la tenue à la DES.

Note :

Les procédures appliquées par les fabricants d'initiateurs diffèrent généralement des procédures définies par [DR22]. Lorsque le nombre d'échantillons testé par le fabricant est jugé insuffisant au regard des objectifs de sécurité du programme d'armement, il est nécessaire de procéder à une nouvelle évaluation conformément à [DR22].

6.4.2. Description de la méthodologie d'essais

Celle-ci consiste à soumettre à des DES un certain nombre d'initiateurs actifs, telle que définie par [DR22]. Le nombre d'échantillons dépend des objectifs de sécurité du programme d'armement considéré.

Dans certains cas, les essais sur initiateurs actifs peuvent être remplacés par des essais sur maquette inerte instrumentée. Il s'agit alors de soumettre une maquette instrumentée à différentes DES, dont le nombre de séquences de test et les niveaux sont à définir en fonction des objectifs de sécurité du programme d'armement. Les paramètres à mesurer sont :

- Le niveau d'énergie induite à l'intérieur du DEP. Celle-ci doit être inférieure à l'énergie de non feu du DEP (E_{NF}), réduite d'une marge de sécurité/fiabilité.
La détermination des seuils de non feu est définie par le STANAG 4560 [DR07], relatif à la caractérisation pyrotechnique des initiateurs. Sauf exception, les valeurs de non feu sont déterminées avec une probabilité de départ intempestif de 10^{-3} et un niveau de confiance de 95%, tels que définis dans [DR07].
L'énergie de non feu, réduite d'une marge de sécurité/fiabilité, définit la notion d'énergie admissible (E_{ad}), que les perturbations induites ne doivent pas dépasser.
La marge de sécurité/fiabilité à appliquer est définie par le tableau 9.
- Le niveau d'environnement provoquant un dysfonctionnement ou une commutation de l'électronique de commande ou des dispositifs de sécurité armement des DEP, qui pourraient avoir une incidence sur la sécurité ou la fiabilité.
Ce type de caractérisation est particulièrement important pour les initiateurs de type *slapper* (EFI) ou de type à fil explosé (EBW) dont la sensibilité repose essentiellement sur celle de l'électronique de commande et des dispositifs de sécurité.

6.4.3. Critères d'acceptation

Les marges de sécurité/fiabilités et autres critères d'acceptation à prendre en compte pour ce type d'essais sont définis dans les tableaux 9 et 10.

Procédure d'essais	Marges de « sécurité/fiabilité à appliquer ⁽¹⁾
Essais sur initiateurs actifs	0 dB
Essais sur initiateurs instrumentés	Sécurité: 10,5 dB Fiabilité: 2 dB

Tableau 9 – Critères d'acceptation au regard des DES

Procédure d'essais	Nombre de DEP		Nombre minimum de tirs par séquence (Np)	Nombre minimum de niveaux de menace (NI)
	actifs	instrumentés		
Essais sur initiateurs actifs	DESP : 22 ⁽¹⁾ DESH : 10 ⁽²⁾	-	A définir pour chaque programme d'armement	
Essais sur initiateurs instrumentés	-	1		

Tableau 10 – Nombre de DEP et paramètres d'essais DES

⁽¹⁾ : Ce nombre de DEP permet de démontrer une probabilité de non feu de 90% avec un niveau de confiance de 90%.

⁽²⁾ : Ce nombre de DEP permet de démontrer une probabilité de non feu de 85% avec un niveau de confiance de 80%.

6.5. IEMN-HA

6.5.1. Généralités

L'évaluation DRAM d'une munition au regard de l'environnement IEMN-HA peut être réalisée en s'inspirant de [DR25].

Note :

Les différentes polarisations et incidences du champ électromagnétique doivent être considérées.

6.5.2. Description de la méthodologie d'essais

La logique d'essais définie par la figure 508/5-1 de [DR25], est rappelée sur la figure 2. Celle-ci met en œuvre 5 procédures différentes, en fonction des types de systèmes (électronique ou pyrotechnique) et de couplages concernés (mode différentiel ou mode commun).

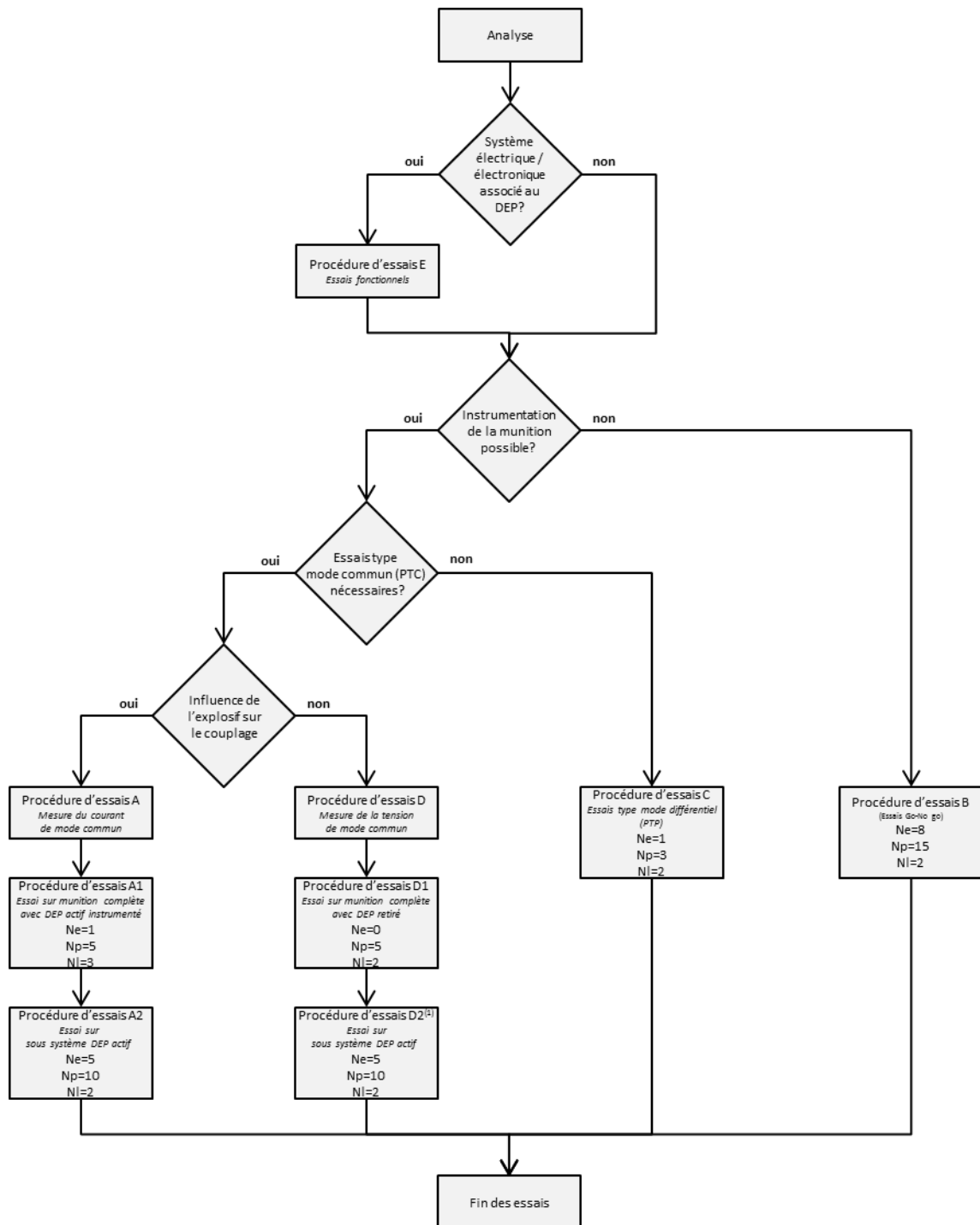


Figure 2 – Logigramme des essais IEMN-HA

(1) : Contrairement à [DR25], la procédure D2 ne s'applique que si une tension de mode commun supérieure à 1kV est mesurée lors de la procédure D1.

Ces procédures, qui s'appliquent pour chaque polarisation et incidence du champ électromagnétique, sont synthétisées ci-dessous.

6.5.2.1. Procédure A – Mesure du courant de mode commun

Cette procédure se déroule en deux étapes :

Procédure A1 (essais sur munition) :

La procédure A1 consiste à déterminer, par essais, le courant de mode commun (I_{MC}) entre les broches et la référence de masse du DEP, quand la munition est soumise à l'environnement IEMN-HA externe. Lors de cette procédure, le DEP est actif afin de prendre en compte l'influence de la substance pyrotechnique sur les couplages électromagnétiques.

Procédure A2 (essais sur DEP seul) :

La procédure A2 consiste à déterminer le niveau de courant de mode commun admissible du DEP ($I_{MC\ ad}$), en injectant sur un DEP actif le courant I_{CM} déterminé précédemment, augmenté d'une marge de sécurité. Le niveau admissible ($I_{MC\ ad}$) correspond alors au niveau d'injection pour lequel aucun des événements suivants n'apparaît :

- mise à feu intempestive,
- modification de la résistance *pin-to-pin* de l'initiateur,
- modification de l'impédance *pin-to-case* du DEP.

Cette opération doit être réalisée sur plusieurs échantillons. Les marges de sécurité et le nombre d'échantillons nécessaires sont définis par les tableaux 11 et 12.

Note :

A l'issue d'une injection de courant, en cas de modification des caractéristiques électriques d'un DEP, une expertise doit être menée pour déterminer son impact sur le fonctionnement et la fiabilité du DEP. Celle-ci doit être validée par l'Autorité Nationale.

6.5.2.2. Procédure B – Essais sur maquette active

Cette procédure consiste à appliquer l'environnement externe correspondant à l'IEMN-HA sur une maquette de la munition équipée de DEP actifs et à analyser ces derniers ensuite pour vérifier l'absence des événements suivants :

- mise à feu intempestive,
- modification de la résistance *pin-to-pin* de l'initiateur,
- modification de l'impédance *pin-to-case* du DEP.

Cette opération doit être réalisée sur plusieurs échantillons dont le nombre est défini par le tableau 12.

6.5.2.3. Procédure C – Mesure d'énergie induite

Celle-ci consiste à soumettre la munition à l'environnement externe correspondant à l'IEMN-HA au regard duquel elle doit être évaluée. Les paramètres à mesurer sont :

- Le niveau d'énergie induite à l'intérieur du DEP. Celle-ci doit être inférieure à l'énergie de non feu du DEP (E_{NF}), réduite d'une marge de sécurité/fiabilité.

La détermination des seuils de non feu est définie par le STANAG 4560 [DR07], relatif à la caractérisation pyrotechnique des initiateurs. Sauf exception, les valeurs de non feu sont déterminées avec une probabilité de départ intempestif de 10^{-3} et un niveau de confiance de 95%, tels que définis dans [DR07].

L'énergie de non feu, réduite d'une marge de sécurité/fiabilité, définit la notion d'énergie admissible (E_{ad}), que les perturbations induites ne doivent pas dépasser.

La marge de sécurité/fiabilité à appliquer est définie par le tableau 11.

- Le niveau d'environnement provoquant un dysfonctionnement ou une commutation de l'électronique de commande ou des dispositifs de sécurité armement des DEP, qui pourraient avoir une incidence sur la sécurité ou la fiabilité.

Ce type de caractérisation est particulièrement important pour les initiateurs de type *slapper* (EFI) ou de type à fil explosé (EBW) dont la sensibilité repose essentiellement sur celle de l'électronique de commande et des dispositifs de sécurité.

6.5.2.4. Procédure D – Mesure de tension de mode commun

Cette procédure se déroule en deux étapes :

Procédure D1 (essais sur munition) :

La procédure D1 consiste à déterminer, par essais ou par simulations, la tension de mode commun (V_{MC}) entre l'emplacement des broches et la référence de masse du DEP, quand la munition est soumise à l'environnement IEMN-HA externe. Lors de cette procédure, le DEP est retiré de la munition en raison de l'absence d'influence de la substance pyrotechnique sur les couplages électromagnétiques.

Lorsque la tension V_{MC} est inférieure à 1 kV, il est possible de conclure sur l'absence de risque pour le DEP concerné. Sinon, il est nécessaire d'appliquer la procédure D2.

Note :

Le critère de tension de mode commun admissible défini à 1 kV est issu de [DR22].

Procédure D2 (essais sur DEP seul) :

La procédure D2 consiste à déterminer le niveau de tension de mode commun admissible du DEP ($V_{MC\ ad}$). Celle-ci consiste à appliquer sur un DEP actif la tension V_{MC} déterminée précédemment, augmentée d'une marge de sécurité. Le niveau admissible ($V_{MC\ ad}$) correspond alors au niveau pour lequel aucun des événements suivants n'apparaît :

- mise à feu intempestive,
- modification de la résistance pin-to-pin de l'initiateur,
- modification de l'impédance pin-to-case du DEP.

Cette opération doit être réalisée sur plusieurs échantillons. Les marges de sécurité et le nombre d'échantillons nécessaires sont définis par les tableaux 11 et 12.

Note :

A l'issue d'une application de tension, en cas de modification des caractéristiques électriques d'un DEP, une expertise doit être menée pour déterminer son impact sur le fonctionnement et la fiabilité du DEP. Celle-ci doit être validée par l'Autorité Nationale.

6.5.2.5. Procédure E – Essais fonctionnels

Cette procédure consiste à réaliser des VBF avant et après chaque séquence de test si possible, ou au début et à la fin des essais. Celles-ci portent sur les systèmes électroniques associés aux DEP (commande de mise à feu et dispositifs de sécurité et armement).

6.5.3. Critères d'acceptation

Les marges de sécurité/fiabilités et autres critères d'acceptation à prendre en compte pour ce type d'essais sont définis dans les tableaux 11 et 12 :

Procédure d'essais	Marges de « sécurité/fiabilité à appliquer
A1	0 dB sur l'environnement externe
A2	20 dB sur I_{MC}
B	0 dB
C	16,5 dB
D1	0 dB sur l'environnement externe
D2	20 dB sur $V_{MC}^{(1)}$
E	Sans objet

Tableau 11 – Critères d'acceptation au regard de l'environnement IEMN-HA

⁽¹⁾ : 0 dB si une tension de mode commun admissible de 1 kV est considérée (cas extrême).

Procédure d'essais	Nombre de DEP (Ne)		Nombre minimum de tirs par séquence (Np)	Nombre minimum de niveaux de menace par polarisation (NI)
	<i>actifs</i>	<i>instrumentés</i>		
A1	1	-	5	3
A2	5 ⁽¹⁾	-	10	2
B	8 ⁽²⁾	-	15	2
C	-	1	3	2
D1	-	0 ⁽³⁾	5	2
D2	5 ⁽¹⁾	-	10	2
E	1		Sans objet ⁽⁴⁾	Sans objet ⁽⁴⁾

Tableau 12 – Nombre de DEP et paramètres d'essais IEMN-HA

⁽¹⁾ : Le nombre de DEP dépend du résultat des essais (voir tableau 508/5-1 de [DR25]).

⁽²⁾ : Ce nombre de DEP permet de démontrer une probabilité de non feu de 75% avec un niveau de confiance de 90%.

⁽³⁾ : Aucun DEP n'est présent lors de la procédure D1 ; toutefois, un système de mesure de tension est instrumenté niveau de l'emplacement du DEP, afin de mesurer la tension de mode commun vue par celui-ci.

⁽⁴⁾ : La procédure E doit être conduite après chaque séquence de test ou à la fin des essais.

6.6. Autres environnements

Les procédures d'évaluation des environnements électromagnétiques décrits au § 5.6 sont à définir au cas par cas et doivent être validées par l'Autorité Nationale.

Note :

Contrairement aux procédures d'évaluation des munitions au regard des émetteurs radio radar (émetteurs externes), les procédures d'évaluation au regard des émetteurs de bord (émetteurs internes) et des émetteurs portables de faible puissance sont plus représentatives en termes de reproduction de l'environnement électromagnétique auquel est soumise la munition :

- Les caractéristiques de l'émetteur auquel est soumise la munition sont connues (fréquences d'émission, formes d'onde, puissance d'émission, gain d'antenne, etc...).
- La position de la munition par rapport à l'émetteur permet de reproduire les couplages électromagnétiques réels (incidence, polarisation et niveau du champ électromagnétique, etc...).

Une parfaite maîtrise des paramètres ci-dessus peut permettre de réduire les marges de sécurité et de fiabilité du tableau 6 dans une limite de 6 dB.

7. BIBLIOGRAPHIE

Les documents suivants sont donnés à titre d'information :

Référence	Titre du document	Edition / date
[BIBLIO1]	GAM DRAM 01: <i>Spécification générale relative aux dispositifs électropyrotechniques et à leur intégration dans les systèmes d'armes et munitions soumis aux effets des rayonnements électromagnétiques non ionisants</i>	Décembre 1992
[BIBLIO2]	GAM DRAM 02: <i>Consignes de sécurité à établir dans les différentes conditions d'emploi des systèmes et munitions équipés de dispositifs électropyrotechniques en environnement électromagnétique</i>	Décembre 1992



Annexe A : Aide à la spécification des environnements radio radar

La présente annexe décrit les environnements radio radar recommandés par l'Autorité Nationale dans le cadre de la spécification des programmes d'armement dédiés aux armées.

Ceux-ci ont été déterminés à partir des niveaux d'environnement de [DR13], personnalisés à l'aide du calcul de rayonnement des émetteurs français, dans les conditions d'emploi représentatives de l'utilisation des munitions.

L'ensemble des phases du profil de vie et des différents milieux d'emploi des munitions est couvert par les environnements suivants définis dans les tableaux A1 à A9 :

- Environnement « Terre ».
- Environnement « Marine – Tous ponts ».
- Environnement « Marine – Faisceau principal ».
- Environnement « Aéronef à voilure fixe ».
- Environnement « Aéronef à voilure tournante ».
- Environnement « Aéronef navalisé à voilure fixe ».
- Environnement « Aéronef navalisé à voilure tournante ».
- Environnement « Pont d'envol ».
- Environnement « Vol libre ».

Environnement « Terre »		
Fréquences (MHz)	Champ électrique moyen (V/m)	Champ électrique crête (V/m)
0,01 - 2	200	200
2 - 30	200	200
30 - 150	100	100
150 - 225	100	100
225 - 400	100	1500
400 - 700	50	1500
700 - 790	50	1500
790 - 1000	50	1500
1000 - 2000	50	2500
2000 - 2700	50	2500
2700 - 3600	50	2500
3600 - 4000	50	2500
4000 - 5400	50	2500
5400 - 5900	50	2500
5900 - 6000	50	2500
6000 - 7900	50	2500
7900 - 8000	50	2500
8000 - 8400	50	2500
8400 - 8500	50	2500
8500 - 11000	60	2500
11000 - 14000	60	1500
14000 - 18000	60	1500
18000 - 40000	50	1500
40000 - 45000	--	--

Tableau A1 Environnement « Terre »

L'environnement « Terre » a été déterminé à partir du tableau 258-2 « NATO Ground EME Field Strength Levels » de [DR13].

Environnement « Marine – Tous ponts »		
Fréquences (MHz)	Champ électrique moyen (V/m)	Champ électrique crête (V/m)
0,01 - 2	--	--
2 - 30	200	200
30 - 150	60	60
150 - 225	60	60
225 - 400	60	60
400 - 700	70	410
700 - 790	100	160
790 - 1000	240	1300
1000 - 2000	180	550
2000 - 2700	160	180
2700 - 3600	180	2030
3600 - 4000	200	1860
4000 - 5400	200	290
5400 - 5900	240	710
5900 - 6000	240	350
6000 - 7900	240	350
7900 - 8000	200	350
8000 - 8400	200	350
8400 - 8500	200	480
8500 - 11000	200	1130
11000 - 14000	200	830
14000 - 18000	200	830
18000 - 40000	200	200
40000 - 45000	200	200

Tableau A2 Environnement « Marine – Tous ponts »

L'environnement « Marine - ponts » a été déterminé à partir d'une synthèse de cas extrêmes des colonnes *Weather Deck* et *Flight Deck* du tableau 258-1A « NATO Ship Operation EME Field Strength Levels (Flight Deck and Weather Deck) » de [DR13].

Environnement « Marine – Faisceau principal »		
Fréquences (MHz)	Champ électrique moyen (V/m)	Champ électrique crête (V/m)
0,01 - 2	200	200
2 - 30	200	200
30 - 150	60	60
150 - 225	60	60
225 - 400	60	60
400 - 700	70	410
700 - 790	100	160
790 - 1000	490	2530
1000 - 2000	332	1387
2000 - 2700	160	180
2700 - 3600	1700	5500
3600 - 4000	200	1860
4000 - 5400	657	2541
5400 - 5900	657	2541
5900 - 6000	650	650
6000 - 7900	650	650
7900 - 8000	960	960
8000 - 8400	960	960
8400 - 8500	494	494
8500 - 11000	776	3800
11000 - 14000	494	1000
14000 - 18000	494	494
18000 - 40000	200	200
40000 - 45000	200	200

Tableau A3 Environnement « Marine – Faisceau principal »

L'environnement « Marine – cas extrême » a été déterminé à partir de :

- la colonne *Main Beam* du tableau 258-1B « NATO Ship Operation EME Field Strength Levels for Rotary and Fixed Wing Aircraft Landing Aboard a Ship (Main Beam Worst-Case, 152 and 305 meters) de [DR13],
- la colonne *Weather Deck* du tableau 258-1A « NATO Ship Operation EME Field Strength Levels (Flight Deck and Weather Deck » de [DR13],
- du calcul de l'environnement électromagnétique produit par les émetteurs de la Marine française, dans les conditions d'emploi des munitions.

Environnement « Aéronef à voilure fixe »		
Fréquences (MHz)	Champ électrique moyen (V/m)	Champ électrique crête (V/m)
0,01 - 2	70	70
2 - 30	200	200
30 - 150	50	50
150 - 225	100	100
225 - 400	100	100
400 - 700	80	730
700 - 790	240	1400
790 - 1000	240	1400
1000 - 2000	200	3300
2000 - 2700	490	4500
2700 - 3600	490	4500
3600 - 4000	490	4500
4000 - 5400	300	7200
5400 - 5900	300	7200
5900 - 6000	300	7200
6000 - 7900	200	1100
7900 - 8000	200	1100
8000 - 8400	330	3000
8400 - 8500	330	3000
8500 - 11000	330	3000
11000 - 14000	330	2000
14000 - 18000	330	2000
18000 - 40000	420	1000
40000 - 45000	--	--

Tableau A4 Environnement « Aéronef à voilure fixe »

L'environnement « Air – A/C » a été déterminé à partir de la colonne *Fixed Wing Aircraft Non-Ship Operations* du tableau 258-3B « NATO Air operations EME Field Strength Levels » de [DR13].

Environnement « Aéronef à voilure tournante »		
Fréquences (MHz)	Champ électrique moyen (V/m)	Champ électrique crête (V/m)
0,01 - 2	200	200
2 - 30	200	200
30 - 150	200	200
150 - 225	200	200
225 - 400	200	200
400 - 700	200	730
700 - 790	240	1400
790 - 1000	240	1400
1000 - 2000	250	5000
2000 - 2700	490	6000
2700 - 3600	490	6000
3600 - 4000	490	6000
4000 - 5400	400	7200
5400 - 5900	400	7200
5900 - 6000	400	7200
6000 - 7900	170	1100
7900 - 8000	170	1100
8000 - 8400	330	5000
8400 - 8500	330	5000
8500 - 11000	330	5000
11000 - 14000	330	2000
14000 - 18000	330	2000
18000 - 40000	420	1000
40000 - 45000	-	-

Tableau A5 Environnement « Aéronef à voilure tournante »

L'environnement « Air – H/C » a été déterminé à partir de la colonne *Rotary Wing Aircraft Non-Ship Operations* du tableau 258-3B « NATO Air Operations EME Field Strength Levels » de [DR13].

Environnement « Aéronef navalisé à voilure fixe »		
Fréquences (MHz)	Champ électrique moyen (V/m)	Champ électrique crête (V/m)
0,01 - 2	200	200
2 - 30	200	200
30 - 150	50	50
150 - 225	100	100
225 - 400	100	100
400 - 700	80	730
700 - 790	240	1400
790 - 1000	240	1400
1000 - 2000	600	3300
2000 - 2700	490	4500
2700 - 3600	1500	4500
3600 - 4000	490	4500
4000 - 5400	400	7200
5400 - 5900	350	7200
5900 - 6000	400	7200
6000 - 7900	400	1100
7900 - 8000	400	1100
8000 - 8400	750	3210
8400 - 8500	400	3000
8500 - 11000	1940	10000
11000 - 14000	680	3630
14000 - 18000	330	2000
18000 - 40000	420	1000
40000 – 45000	--	--

Tableau A6 Environnement « Aéronef navalisé à voilure fixe »

L'environnement « Aéronaval – A/C » a été déterminé à partir de :

- la colonne *Main Beam* du tableau 258-1B « NATO Ship Operation EME Field Strength Levels for Rotary and Fixed Wing Aircraft Landing Aboard a Ship (Main Beam Worst-Case, 152 and 305 meters),
- la colonne *Fixed Wing Aircraft Non-Ship Operations* du tableau 258-3B « NATO Air operations EME Field Strength Levels » de [DR13],
- du calcul de l'environnement électromagnétique produit par les émetteurs de la Marine française, dans les conditions d'emploi des munitions.

Environnement « Aéronef navalisé à voilure tournante »		
Fréquences (MHz)	Champ électrique moyen (V/m)	Champ électrique crête (V/m)
0,01 - 2	200	200
2 - 30	200	200
30 - 150	200	200
150 - 225	200	200
225 - 400	200	200
400 - 700	200	730
700 - 790	240	1400
790 - 1000	240	1400
1000 - 2000	600	5000
2000 - 2700	490	6000
2700 - 3600	1500	6000
3600 - 4000	490	6000
4000 - 5400	400	7200
5400 - 5900	400	7200
5900 - 6000	400	7200
6000 - 7900	400	1100
7900 - 8000	400	1100
8000 - 8400	750	5000
8400 - 8500	400	5000
8500 - 11000	1940	10000
11000 - 14000	680	3630
14000 - 18000	330	2000
18000 - 40000	420	1000
40000 - 45000	--	--

Tableau A7 Environnement « Aéronef navalisé à voilure tournante »

L'environnement « Aéronaval – H/C » a été déterminé à partir de :

- la colonne *Main Beam* du tableau 258-1B « NATO Ship Operation EME Field Strength Levels for Rotary and Fixed Wing Aircraft Landing Aboard a Ship (Main Beam Worst-Case, 152 and 305 meters),
- la colonne *Rotary Wing Aircraft Non-Ship Operations* du tableau 258-3B « NATO Air operations EME Field Strength Levels » de [DR13],
- du calcul de l'environnement électromagnétique produit par les émetteurs de la Marine française, dans les conditions d'emploi des munitions.

Environnement « Pont d'envol »		
Fréquences (MHz)	Champ électrique moyen (V/m)	Champ électrique crête (V/m)
0,01 - 2	--	--
2 - 30	160	160
30 - 150	60	60
150 - 225	60	60
225 - 400	60	60
400 - 700	70	180
700 - 790	100	160
790 - 1000	100	1130
1000 - 2000	110	550
2000 - 2700	160	180
2700 - 3600	180	2030
3600 - 4000	200	300
4000 - 5400	200	290
5400 - 5900	210	450
5900 - 6000	210	350
6000 - 7900	210	350
7900 - 8000	200	350
8000 - 8400	200	350
8400 - 8500	200	480
8500 - 11000	200	510
11000 - 14000	200	790
14000 - 18000	200	790
18000 - 40000	200	200
40000 - 45000	200	200

Tableau A8 Environnement « Pont d'envol »

L'environnement « Pont d'envol » a été déterminé à partir de la colonne *Flight Deck* du tableau 258-1A « NATO Ship Operation EME Field Strength Levels (Flight Deck and Weather Deck) » de [DR13].

Environnement « Vol libre »		
Fréquences (MHz)	Champ électrique moyen (V/m)	Champ électrique crête (V/m)
0,01 - 2	200	200
2 - 30	200	200
30 - 150	200	200
150 - 225	200	200
225 - 400	200	200
400 - 700	200	730
700 - 790	240	1400
790 - 1000	240	1400
1000 - 2000	250	5000
2000 - 2700	490	6000
2700 - 3600	490	6000
3600 - 4000	490	6000
4000 - 5400	400	7200
5400 - 5900	400	7200
5900 - 6000	400	7200
6000 - 7900	200	1100
7900 - 8000	200	1100
8000 - 8400	330	5000
8400 - 8500	330	5000
8500 - 11000	330	5000
11000 - 14000	330	2000
14000 - 18000	330	2000
18000 - 40000	420	1000
40000 - 45000	--	--

Tableau A9 Environnement « Vol libre »

L'environnement « Vol libre » a été déterminé à partir de la colonne *Rotary Wing* du tableau 258-3B « NATO Air operations EME Field Strength Levels » de [DR13].

Cet environnement représente un cas extrême, pouvant être utilisé en l'absence d'information sur cette phase particulière du profil de vie de la munition en raison de :

- La diversité des munitions.
- La diversité des sources d'émission.
- La diversité des scénarii d'emploi.
- Etc....

Toutefois, afin d'ajuster la spécification et la conception des munitions au besoin opérationnel, l'étude de leur profil de vie permettant la personnalisation de ce tableau d'environnement, représente un intérêt majeur. Toute personnalisation de ce tableau d'environnement doit être validée par l'Autorité Nationale.