



MINISTÈRE DES ARMÉES

**NORME DÉFENSE****NORMDEF 0301-2**

Édition 01

Septembre 2019

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° 2 : Elaboration des consignes de sécurité relatives aux différentes conditions d'emploi des systèmes d'armes et munitions équipés de dispositifs électropyrotechniques en environnement électromagnétique radio radar sur tout leur cycle de vie**

**TITRE ANGLAIS: Evaluation and use of munitions and weapon systems embodying electrically initiated devices against the effects of non-ionizing electromagnetic radiations**

Part n° 2: General safety requirements on weapon systems and munitions embodying EID against the effects of non-ionizing electromagnetic radiations throughout their entire life cycle

**ANALYSE :**

Le document définit les règles à appliquer lors de l'élaboration des consignes de sécurité DRAM (Dommages dus aux Rayonnements électromagnétiques sur les systèmes d'Armes et les Munitions) relatives aux différentes conditions d'emploi des systèmes d'armes et munitions équipés de dispositifs électro pyrotechnique en environnement électromagnétique de type radio radar.

Afin de faciliter la compréhension des différentes méthodologies présentées, il présente également des exemples d'application.

Ces informations ont pour objectif d'assurer la sécurité des personnes et des biens.

**DESCRIPTEURS :**

DRAM – Rayonnement électromagnétique – Dispositif électro-pyrotechnique – DEP – Munition – Système d'armes – Initiateurs – Consignes de sécurité - RADHAZ

**MODIFICATIONS :**

<b>Édition</b>	<b>Date</b>	<b>Nature de l'évolution</b>
01	Juillet 2019	Edition originale

**NORME DÉFENSE****NORMDEF 0301-2**

Édition 01

Septembre 2019

**DOCUMENTS ABROGÉS PAR LA PRÉSENTE ÉDITION :**

Référence	Date	Objet
GAM DRAM 02	12.1992	Consignes de sécurité à établir dans les différentes conditions d'emploi des systèmes et munitions équipés de dispositifs électropyrotechniques en environnement électromagnétique

**ENTITÉ RÉDACTRICE :**

<b>Rédaction</b>	DGA / Pôle « Capteurs, Guidage, Navigation » (CGN)
------------------	--

**ENTITÉ DE MAINTENANCE :**

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

**AUTORITÉ(S) D'APPROBATION :**

<b>Approbation</b>	Président de la CIN-DRAM/DREP
	Responsable Sectoriel de Normalisation – métier « Guerre Electronique » (RSN GE)
	Responsable du pôle DGA Capteurs, Guidage, Navigation (CGN)
	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 – cnd.accueil.fct@intradef.gouv.fr

**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 (DIRISI)

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

Hubert HARIVEL DGA/DT/ST/IP/ASN/ISVN

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

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

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

Charles SEBBAH DGA/DT/TN/SDT/SN

## 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. 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 vis-à-vis des environnements radio-radar nécessite dans un premier temps de réaliser une évaluation DRAM de la munition. Les spécifications et 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 [DR01].

Ensuite, lorsque la sensibilité de la munition exposée aux environnements électromagnétiques radio-radar 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 sur tout leur cycle de vie.

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 1380 ([DR02]) et au STANAG 4370 ([DR03]) dans le but de faciliter les problématiques d'interopérabilité et d'export des systèmes d'armes et des munitions.

La partie 2 de la NORMDEF 0301 introduit notamment la notion de « conformité DRAM » (en lien avec les exigences d'environnement radio et d'environnement radar spécifiés dans la partie 1) et définit une démarche permettant d'assurer la transition avec le référentiel DRAM précédent ([BIBLIO2]).

Il est rappelé que cette norme ne s'applique pas aux dispositifs exclusivement pyrotechniques, sans mise à feu électrique.

## TABLE DES MATIÈRES

### Table des matières

AVANT PROPOS .....	5
<b>1. OBJET .....</b>	<b>8</b>
<b>2. DOMAINE D'APPLICATION.....</b>	<b>8</b>
<b>3. REFERENCES NORMATIVES .....</b>	<b>9</b>
<b>4. ACRONYMES ET TERMINOLOGIE.....</b>	<b>10</b>
<b>5. GENERALITES.....</b>	<b>12</b>
5.1. DEFINITIONS SPECIFIQUES.....	12
5.1.1. <i>Evaluation DRAM d'une munition</i> .....	12
5.1.2. <i>Environnement admissible (ou environnement caractéristique)</i> .....	12
5.1.3. <i>Courbe caractéristique</i> .....	13
5.1.4. <i>Distance caractéristique</i> .....	14
5.1.5. <i>Environnement de sécurité – courbe de sécurité</i> .....	14
5.1.6. <i>Zone d'induction</i> .....	15
5.2. CONFIGURATION D'UNE MUNITION (OU D'UN SYSTEME D'ARMES).....	15
5.3. CLASSEMENT DRAM ET MARQUAGE D'UNE MUNITION (OU D'UN SYSTEME D'ARMES) .....	15
5.3.1. <i>Classement DRAM</i> .....	16
5.3.2. <i>Marquage DRAM</i> .....	16
5.4. CONFORMITE DRAM.....	17
5.5. FICHE « MUNITION-ENVIRONNEMENT ».....	18
5.6. REGLES GENERALES DE SECURITE.....	18
<b>6. ELABORATION D'UNE CONSIGNE DE SECURITE .....</b>	<b>19</b>
6.1. INTRODUCTION .....	19
6.2. UTILISATION DE LA CONFORMITE DRAM.....	21
6.3. METHODE DES INDICES .....	21
6.3.1. <i>Principe</i> .....	21
6.3.2. <i>Méthodologie</i> .....	23
6.4. METHODE PRECISE.....	24
6.4.1. <i>Principe</i> .....	24
6.4.2. <i>Méthodologie</i> .....	24
6.4.3. <i>Remarques</i> .....	26
6.4.4. <i>Caractéristiques nécessaires des systèmes d'émission</i> .....	26
6.5. UTILISATION DU CLASSEMENT DRAM .....	27
6.6. CAS PARTICULIERS.....	28
6.6.1. <i>Munition à l'intérieur de la zone d'induction d'une antenne</i> .....	28
6.6.2. <i>Emetteurs de faible puissance</i> .....	29
<b>7. BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>31</b>
<b>ANNEXE A: ENVIRONNEMENTS ADMISSIBLES ASSOCIES AUX CLASSEMENTS DRAM .....</b>	<b>33</b>
<b>ANNEXE B: EXEMPLE DE FICHE MUNITION-ENVIRONNEMENT .....</b>	<b>36</b>
<b>ANNEXE C: COMPATIBILITE ENTRE CONFORMITES DRAM ET CONFIGURATIONS D'EMPLOI</b>	<b>38</b>

**ANNEXE D: CALCUL DES DISTANCES DE SECURITE A L'AIDE DE LA METHODE DES INDICES 39****ANNEXE E: ELABORATION DE CONSIGNES DE SECURITE DRAM - EXEMPLES..... 40**

<i>E.1 Mise à poste d'une munition sur un hélicoptère (milieu aéronaval) .....</i>	<i>40</i>
<i>E.2.Tir d'essai d'un missile de croisière (milieu mer) .....</i>	<i>41</i>
<i>E.3.Embarquement d'un missile à bord d'un bâtiment de la Marine Nationale (milieu Mer).....</i>	<i>43</i>
<i>E. 4. Chargement d'un missile sous aéronef et vol de l'aéronef armé sur une base aérienne .....</i>	<i>47</i>
<i>E.5 Cohabitation de deux systèmes d'armes terrestres.....</i>	<i>53</i>

## 1. OBJET

La présente norme définit la conduite à tenir pour éviter un fonctionnement intempestif des dispositifs électro pyrotechniques (DEP) contenus dans les munitions, dans leurs diverses configurations d'emploi. Elle permet d'élaborer des consignes de sécurité DRAM, notamment à l'usage des personnels qui assurent les opérations de transport, de maintenance (ou de maintien en condition) et de mise en œuvre des munitions.

Les problèmes relatifs à la perte de fiabilité des DEP par dégradation des substances pyrotechniques ne sont pas abordés ; cependant, les mesures prises pour augmenter la sécurité ne peuvent qu'augmenter la fiabilité.

Une consigne de sécurité est applicable à une munition déterminée dans un environnement donné et se traduit :

- soit par une distance minimale à respecter entre antenne et munition,
- soit par une diminution de puissance de l'émetteur concerné pouvant aller à la limite jusqu'à l'arrêt de fonctionnement,
- soit par une restriction d'utilisation de fréquences (cas des émetteurs radio par exemple).

Les consignes de sécurité sont à établir uniquement en présence d'environnement électromagnétique, généré par des émetteurs de types radio et radar. Celles-ci portent alors sur l'antenne d'émission de l'émetteur considéré. Toutefois, à cause des phénomènes de diffraction, il est possible d'avoir des renforcements de champ électromagnétique autour d'autres antennes à proximité, lorsque celles-ci sont accordées à la même fréquence. Cela est particulièrement vrai en bande HF.

## 2. DOMAINE D'APPLICATION

a) Le présent document définit les règles générales et les consignes de sécurité à appliquer en environnement électromagnétique radio radar pour éviter les risques dus aux munitions et systèmes d'armes équipés de DEP, vis-à-vis des personnes et des matériels.

b) 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.

c) Le présent document traite uniquement des consignes de sécurité DRAM au regard des environnements électromagnétiques de type émetteurs radio et radar.

Note :

Pour les phases d'utilisation où la munition est à poste sur un porteur en fonctionnement (aéronef en phase de décollage par exemple), il convient de compléter ces consignes, en tenant compte de la sensibilité des équipements électroniques critiques du porteur (CDVE par exemple pour un aéronef) vis-à-vis de

l'environnement électromagnétique radio / radar (risque DREA). En ce qui concerne les autres environnements électromagnétiques (foudre, DES, etc...), les éventuelles restrictions d'emploi sont à définir au cas par cas en exploitant les résultats d'évaluation DRAM disponibles vis-à-vis de ces environnements, le contexte d'emploi de la munition et/ou les préconisations issues des documents suivants (communiqués à titre d'information) :

- Procédure SCAT n°12803 [BIBLIO3],
- Guide des bonnes pratiques pyrotechniques [BIBLIO4],
- Etc...

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.

### 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]	NORMDEF 0301-1: <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° 1: Exigences relatives à l'évaluation des dispositifs électro-pyrotechniques et de leur intégration dans les systèmes d'armes et munitions</i>	Edition 1 – Avril 2017
[DR02]	STANAG 1380 : <i>Manuel OTAN sur les dangers de rayonnements radio et radar lors d'opérations navales - AECF-02/MECP-02</i>	Edition 5 - Août 2015 - Edition D – Août 2015
[DR03]	STANAG 4370 : <i>Essais en environnement (Environmental testing)</i> AECTP 250 : <i>Electrical and Electromagnetic Environmental Conditions</i> AECTP-500 : <i>Electromagnetic environmental effects tests and verification</i>	Edition 6 - Décembre 2016 Edition C Décembre 2014 Edition E Décembre 2016
[DR04]	STANAG 4560 / AOP-43 : <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 3 - Novembre 2016
[DR05]	NF X 50-144-1 : <i>Démonstration de la tenue aux environnements - Conception et réalisation des essais en environnement - Partie 1 : bases de la démarche pour la prise en compte de l'environnement général</i>	Juillet 2019
[DR06]	NF EN 9200 : <i>Série aérospatiale - Management de programme - Recommandation pour une spécification de management de projet</i>	Mai 2005

## 4. ACRONYMES ET TERMINOLOGIE

a) Acronymes :

<b>A/C:</b>	Avion
<b>AECTP:</b>	Allied Environmental Conditions and Test Procedures
<b>ASDVL :</b>	Artifice de Sécurité à Durée de Vie Limitée
<b>CD :</b>	Confidentiel Défense
<b>CDVE :</b>	Commandes de vol électriques
<b>CND :</b>	Centre de Normalisation de la Défense
<b>dB :</b>	Décibels
<b>DEP :</b>	Dispositif électro-pyrotechnique
<b>DGA :</b>	Direction Générale de l'Armement
<b>DIRISI :</b>	Direction Interarmées des Réseaux d'Infrastructure et des Systèmes d'Information de la défense
<b>dc :</b>	Distance caractéristique
<b>dP<sub>ad</sub> :</b>	Densité de Puissance admissible
<b>DRAM :</b>	Dommages dus aux Rayonnements électromagnétiques sur les systèmes d'Armes et les Munitions
<b>DREA :</b>	Dangers dus aux Rayonnements électromagnétiques sur les Equipements Aéronautiques contribuant à la sécurité des vols
<b>E<sub>ad</sub> :</b>	Champ électrique admissible
<b>EID :</b>	Electrically Initiated Device
<b>EMA :</b>	Etat-Major des Armées
<b>GHz :</b>	Giga hertz
<b>GSM :</b>	Global System for Mobile
<b>H/C :</b>	Hélicoptère
<b>HERO :</b>	Hazards of Electromagnetic Radiation to Ordnance
<b>kHz :</b>	Kilo hertz
<b>kW:</b>	Kilo watts
<b>m :</b>	Mètre
<b>mW :</b>	Milli watts
<b>MEO :</b>	Mise En Oeuvre
<b>MFP :</b>	Microonde de Forte Puissance
<b>MHz :</b>	Méga hertz
<b>NATO :</b>	North Atlantic Treaty Organization
<b>OTAN :</b>	Organisation du Traité de l'Atlantique Nord
<b>P<sub>ad</sub> :</b>	Puissance admissible
<b>PIRE :</b>	Puissance Isotrope Rayonnée Equivalente
<b>RADHAZ :</b>	Radio and Radar Radiation Hazard
<b>RF :</b>	Radiofréquence
<b>RFID :</b>	Radiofréquence Identificateur
<b>SIMu :</b>	Service Interarmées des Munitions
<b>SGA :</b>	Secrétariat Général pour l'Administration
<b>SRAD :</b>	Susceptibility RADHAZ Designator
<b>SSA :</b>	Service de Santé des Armées
<b>STANAG :</b>	Accord de normalisation OTAN
<b>ST/TR :</b>	STockage/TRansport

<b>TPED:</b>	Transmitting Portable Electronic Device
<b>TRAD:</b>	Transmitter RADHAZ Designator
<b>V/m :</b>	Volt par mètre
<b>W/m<sup>2</sup> :</b>	Watt par mètre carré
<b>WIFI :</b>	Wireless Fidelity

b) Terminologie :

**Antenne :**

Partie d'une installation d'émission ou de réception d'ondes radioélectriques destinée à assurer le couplage entre un émetteur ou un récepteur et le milieu où se propagent les ondes radioélectriques.

**Autorité Nationale :**

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

**Dispositif électro-pyrotechnique (DEP) :**

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

**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.

**Émetteurs radio radar (ou émetteurs externes) :**

Ensemble des émetteurs de type radio, radar, brouilleur susceptibles d'être rencontrés, au cours de son profil de vie, par une munition ou un système d'armes.

Note 1 : Ceux-ci n'appartiennent pas à la munition ou au système d'armes.

**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)

**Environnement électromagnétique admissible (ou environnement caractéristique) :**

Environnement électromagnétique maximal que peut supporter une munition ou un système d'armes sans risque de fonctionnement intempestif de l'un de ses DEP.

Note 1 : Environnement défini par des niveaux exprimés en fonction de la fréquence et présentés sous la forme d'un tableau ou d'une courbe dite caractéristique.

**Initiateur :**

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

**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)

**Porteur :**

Un porteur est un navire, un véhicule, un aéronef (incluant les drones), etc.

**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 [DR05])

**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 [DR06])

### **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)

### **Zone de champ proche :**

Zone au voisinage d'une antenne ou d'une structure rayonnante pour laquelle :

- les champs électrique et magnétique ne présentent pas les caractéristiques d'une onde plane,
- l'intensité du champ ne décroît pas selon la distance à la source et présente également un gradient élevé.

Note 1 :

- La zone de champ proche comprend en son sein une zone de champ proche réactif où le champ électromagnétique dépend très fortement des éléments situés au voisinage de la source.
- La zone de champ proche peut être définie par un rayon autour de la source égale à :
  - $\frac{\lambda}{2\pi}$  pour la plupart des antennes dont les dimensions physiques sont petites par rapport à leurs longueurs d'onde d'émission  $\lambda$  (monopôles par exemple),
  - $\frac{2D^2}{\lambda}$  pour la plupart des antennes dont les dimensions physiques sont supérieures à leurs longueurs d'ondes d'émission  $\lambda$  (cornets et paraboles par exemple) (avec D la plus grande dimension de l'antenne, type diamètre d'une parabole, diagonale d'un cornet, etc...).

## **5. GENERALITES**

### **5.1. Définitions spécifiques**

#### **5.1.1. Evaluation DRAM d'une munition**

L'évaluation DRAM d'une munition consiste à déterminer pour chaque phase du profil de vie (cf. § 2.b) :

- son environnement admissible (cf. 5.1.2),
- son classement DRAM (cf. 5.3.1),
- son code SRAD (cf. 6.3.1).

Elle se traduit, de façon précise, sous la forme d'une fiche Munition-environnement (cf. 5.5).

Les procédures d'évaluation sont décrites par [DR01].

#### **5.1.2. Environnement admissible (ou environnement caractéristique)**

##### **5.1.2.1. Généralités**

L'environnement admissible d'une munition correspond à l'environnement électromagnétique maximal auquel peut être exposée la munition sans risque de fonctionnement intempestif de l'un de ses DEP.

Cet environnement est défini en fonction de la fréquence :

- soit par des niveaux efficaces (cas des ondes entretenues),
- soit par des niveaux crêtes (cas des ondes pulsées).

##### **5.1.2.2. Unités**

L'environnement admissible est généralement exprimé :

- en environnement radio : sous forme de champ électrique ( $E_{ad}$ ) avec comme unité le Volt par mètre (V/m),
- en environnement radar :

- sous forme de densité de puissance ( $dP_{ad}$ ) avec comme unité le Watt par mètre carré ( $W/m^2$ ),
- ou sous forme de champ électrique ( $E_{ad}$ ) avec comme unité le Volt par mètre ( $V/m$ ).

En champ lointain, le champ électrique admissible  $E_{ad}$  et la densité de puissance admissible  $dP_{ad}$  peuvent être déduits l'un de l'autre grâce à la relation suivante :

$$dP_{ad} = \frac{E_{ad}^2}{120\pi}$$

Avec :

- $dP_{ad}$  : densité de puissance admissible en  $W/m^2$ ,
- $E_{ad}$  : champ électrique efficace en  $V/m$ ,
- $120 \pi$  : impédance du vide en  $\Omega$ .

### 5.1.2.3. Environnement admissible et consignes de sécurité

Pour la grande majorité des munitions, l'environnement admissible défini en niveaux de champ efficace suffit à l'élaboration des consignes de sécurité. Les consignes de sécurité associées peuvent alors être élaborées par des opérationnels à l'aide des recommandations du présent document.

Cette démarche ne s'applique pas aux munitions dont :

- la constante de temps thermique des initiateurs (cf. [DR04]) est très petite devant la durée d'impulsion :
  - échauffement adiabatique,
  - ou échauffement causé par des ondes impulsionnelles (exemple : amorces à composition conductrice où l'échauffement est dû au passage d'un courant résultant de micro-claquages),
- l'électronique de commande intégrée présente un risque (exemple : initiateurs à couche projetée ou slappers).

Les consignes de sécurité associées nécessitent d'être élaborées par des experts à partir d'éléments tels que :

- l'environnement admissible en champ crête,
- la forme d'onde (modulation, fréquence de récurrence, durée des impulsions, etc...).

Dans le cas de ces munitions, les consignes de sécurité spécifiques sont indiquées sur la fiche munition- environnement et sont fournies aux opérationnels.

### 5.1.3. Courbe caractéristique

La courbe caractéristique d'une munition correspond à la représentation graphique sous forme de courbe de son environnement admissible en fonction de la fréquence.

Les Figures 1 et 2 présentent des exemples de courbes caractéristiques, sur lesquelles les parties en trait plein correspondent à des résultats d'essais, les parties en pointillé à une interpolation.

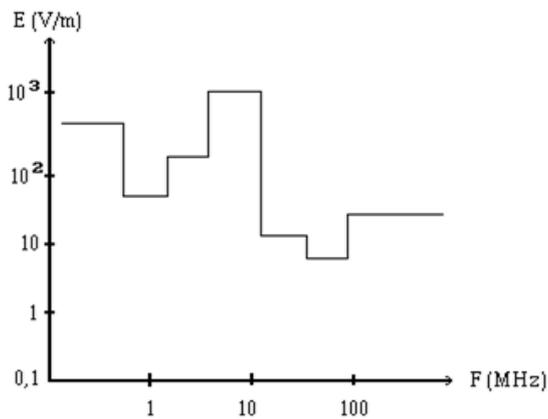


Figure 1 – Allure d’une courbe caractéristique en environnement radio

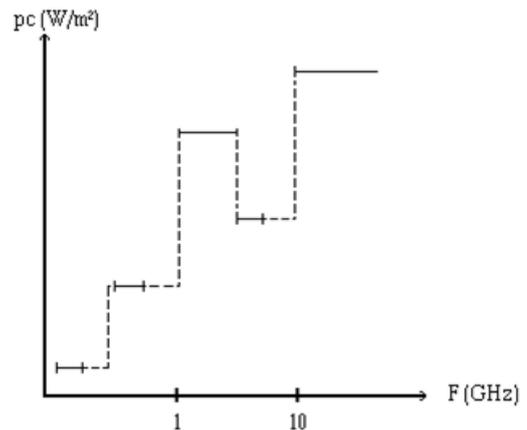


Figure 2 – Allure d’une courbe caractéristique en environnement radar

#### 5.1.4. Distance caractéristique

La distance caractéristique  $d_c$  correspond à la distance vis-à-vis de l’antenne pour laquelle l’environnement électromagnétique est égal à l’environnement caractéristique de la munition considérée. Au-delà de cette distance, il n’existe aucun risque de mise à feu intempestive de l’un des DEP de cette munition.

Les éléments de calcul de la distance caractéristique sont décrits dans le Tableau 5 (cf. 6.4.2.1).

#### 5.1.5. Environnement de sécurité – courbe de sécurité

##### 5.1.5.1. Environnement de sécurité

L’environnement de sécurité correspond à l’environnement électromagnétique en-dessous duquel il n’existe pour la munition ou le système d’armes aucun risque de fonctionnement intempestif de l’un de ses DEP quels que soient sa configuration d’emploi, le type de technologie de ses DEP et la durée d’exposition. Cet environnement, décrit par la **Figure 3** est calculé de façon théorique en supposant l’existence d’une résonance des circuits électro pyrotechniques pour chaque fréquence. Les hypothèses prises en compte pour la détermination de l’environnement de sécurité sont décrites par [DR03].

Par définition :

- toute munition qui n’a pas fait l’objet d’une évaluation DRAM est supposée supporter l’environnement de sécurité, ce dernier représentant donc, à titre provisoire, son environnement admissible,
- l’environnement de sécurité est l’environnement admissible le plus faible qui peut être affecté à une munition ou un système d’armes. Certaines munitions peuvent être affectées de cet environnement dans les configurations où leurs circuits sont physiquement exposés (contrôle, maintenance, montage de DEP), ou lorsque les manipulations effectuées sont mal définies.

Il existe également un environnement de sécurité alternatif issu de [BIBLIO2]. Celui-ci peut être pris en compte sous certaines conditions uniquement (cf. Annexe A).

##### 5.1.5.2. Courbe de sécurité

La courbe de sécurité représente la courbe caractéristique correspondant à l’environnement sécurité.

Il existe également une courbe de sécurité alternative correspondant à l’environnement de sécurité alternatif.

Celles-ci sont représentées en fonction de la gamme de fréquence sur la **Figure 3**.

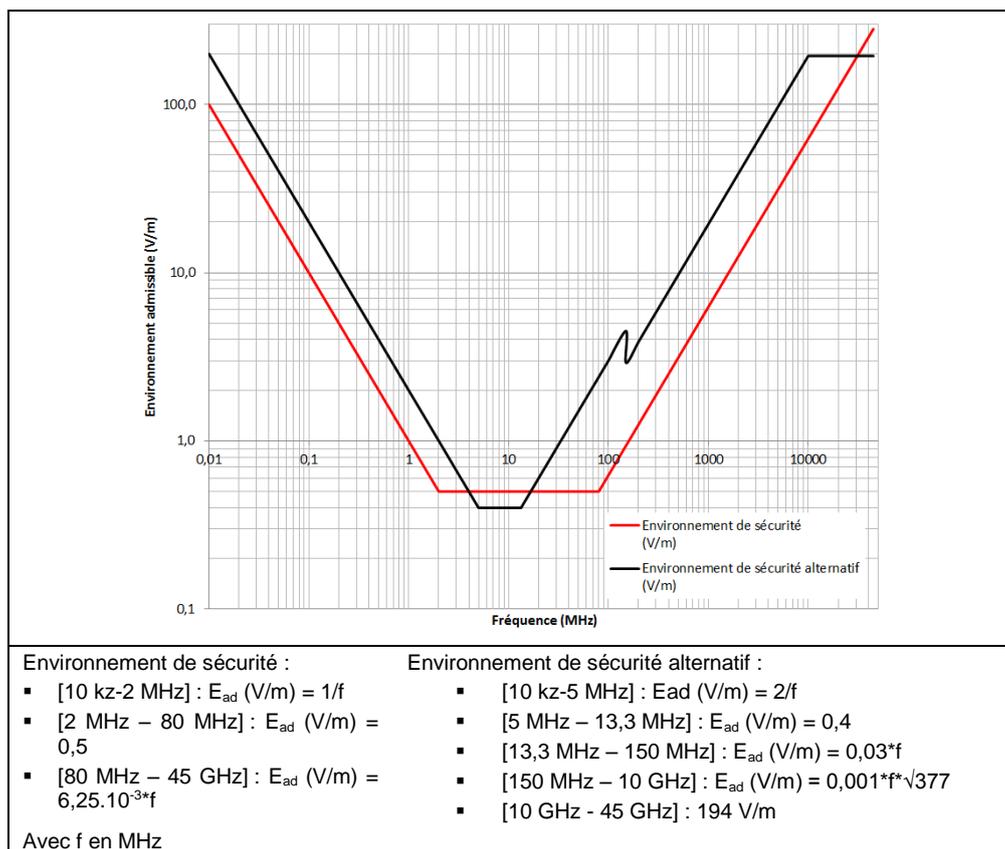


Figure 3 – Environnement de sécurité et environnement de sécurité alternatif (courbes de sécurité)

### 5.1.6. Zone d'induction

La zone d'induction d'une antenne d'émission correspond à la zone pour laquelle les caractéristiques de son rayonnement, telles que la forme du champ ou bien la puissance rayonnée, peuvent être modifiées par la présence de la munition ou du système d'armes à proximité (distance inférieure à 3m). Par conséquent, le couplage électromagnétique entre l'antenne et la munition, dû aux courants induits dans les circuits de cette dernière, dépend alors de leurs positions relatives.

Pour chaque antenne d'émission, cette zone est considérée comme étant une sphère ou une zone cylindrique située dans son voisinage immédiat. Par défaut, le rayon à considérer est de :

- 3 m pour les émetteurs dont la PIRE moyenne est supérieure ou égale à 10 W,
- 1,5 m pour les émetteurs dont la PIRE moyenne est inférieure à 10 W.

### 5.2. Configuration d'une munition (ou d'un système d'armes)

Les couplages électromagnétiques entre une munition et une antenne d'émission dépendent de la configuration d'emploi. Les principales configurations rencontrées sont décrites au § 2.b.

Note :

Les couplages électromagnétiques sont généralement plus importants lors des phases de mise en œuvre. A contrario, le niveau de l'environnement électromagnétique dans une phase au sol est généralement beaucoup plus faible, notamment en gamme radar, compte-tenu du faible risque d'illumination dans l'axe du lobe principal de l'antenne (cas pire).

### 5.3. Classement DRAM et marquage d'une munition (ou d'un système d'armes)

Chaque munition dans chacune de ses configurations d'emploi fait l'objet d'un classement DRAM et d'un marquage caractérisés respectivement par une couleur et un code SRAD, qui permettent d'élaborer de manière simple des consignes de sécurité (cf.§ 6).

### 5.3.1. Classement DRAM

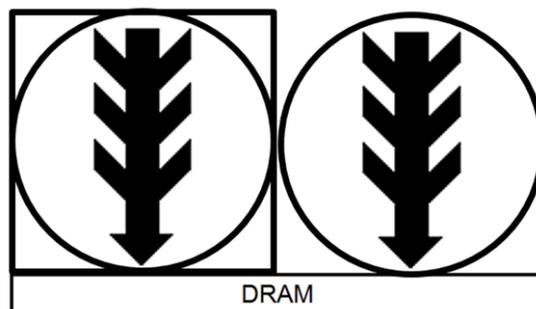
Le Tableau 1 décrit, à l'aide d'un code couleur, les classements DRAM des munitions équipant les forces armées :

Contraintes d'emploi ↓ +	Classement DRAM	Environnement admissible (hors zone d'induction)	Evaluation DRAM réalisée ?
	DRAM BLEU	Supérieur à l'environnement <i>sévère</i> (cf. annexe A)	Oui
	DRAM VERT	Supérieur à l'environnement <i>standard</i> (cf. Annexe A)	Oui
	DRAM JAUNE	Supérieur à l'environnement <i>courant</i> (cf. Annexe A)	Oui
	DRAM ORANGE	Supérieur à l'environnement <i>sécurité</i> (cf. Annexe A)	Oui
	DRAM ROUGE	Supérieur à l'environnement <i>sécurité</i> (cf. Annexe A)	Non

**Tableau 1 – Définition des classements DRAM**

### 5.3.2. Marquage DRAM

La munition doit être équipée d'un marquage DRAM selon la Figure 4 afin d'informer les personnels sur son classement DRAM en configuration Stockage/Transport (munition seule hors emballage ou munition en emballage), et d'éviter toute confusion.



**Figure 4 – Marquages DRAM**

Le logo gauche représente la munition dans son emballage tandis que le logo droit représente la munition seule hors emballage (et hors toute configuration de système d'armes). La couleur de ces marquages indique, conformément au § 5.3.1, l'environnement admissible que celle-ci peut supporter.

Note :

Le marquage du code SRAD n'est pas pris en compte contrairement au référentiel DRAM antérieur (cf. [BIBLIO2]) compte tenu des mises à jour fréquentes du Tableau A-1 de [DR02] (contrairement au classement DRAM qui est figé), ces dernières pouvant avoir un impact sur la définition des niveaux admissibles et des bandes de fréquences associées.

Le Tableau 2 décrit les différences de marquage DRAM entre la munition dans son emballage et la munition seule.

La Figure 5 donne des exemples de marquage.

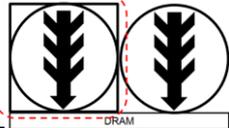
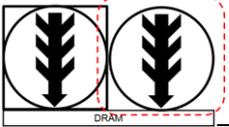
Partie du logo	Caractéristiques du marquage	
	Sur l'emballage	Sur la munition seule (hors emballage et hors toute configuration de systèmes d'armes)
Logo gauche 	Couleur du classement DRAM dans la configuration munition en emballage	Pas de couleur
Logo droit 	Couleur du classement DRAM dans la configuration munition seule	Couleur du classement DRAM dans la configuration munition seule

Tableau 2 – Différences de marquage DRAM selon la configuration - exemple

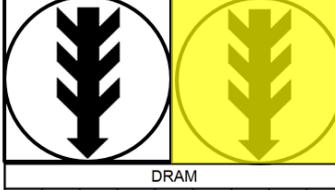
Exemple de marquage DRAM	
Sur l'emballage	Sur la munition seule (hors emballage et hors toute configuration de systèmes d'armes)
	
Marquage apposé sur l'emballage d'une munition, pour une munition : <ul style="list-style-type: none"> <li>- BLEUE dans la configuration « en emballage »</li> <li>- JAUNE dans la configuration « munition seule »</li> </ul>	Marquage apposé sur une munition, pour une munition : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de couleur pour la configuration « en emballage » (emballage inconnu pour une munition seule)</li> <li>- JAUNE dans la configuration « munition seule »</li> </ul>

Figure 5 – Exemples de marquages DRAM

#### 5.4. Conformité DRAM

La conformité DRAM d'une munition est acquise lorsque son environnement admissible est supérieur à l'environnement électromagnétique défini dans les Tableaux Ai de l'annexe A de la norme NORMDEF 0301-1 ([DR01]).

La conformité DRAM d'une munition s'exprime sous la forme HERO SAFE Ai, *i* étant un chiffre.

Note :

Seul l'environnement électromagnétique exprimé en champ moyen est pris en compte pour la conformité DRAM. La très grande majorité des munitions n'étant pas sensible aux champs crêtes, la conformité DRAM permet de manière simple de :

- juger de la tenue d'une munition aux niveaux de champs électriques moyens spécifiés par la norme NORMDEF 0301-1 ([DR01]),
- définir le (ou les) milieu(x) et la (ou les) configuration(s) d'emploi dans lesquels cette munition peut être utilisée, en se référant aux Tableaux Ai de la norme NORMDEF 301-1 (cf. § 6.2).

Une munition peut être conforme à plusieurs tableaux d'environnement. Par conséquent, celle-ci peut présenter plusieurs conformités DRAM. Par exemple, une munition équipant un bâtiment de surface peut être HERO SAFE A2 et HERO SAFE A3. Dans ce cas, aucune consigne de sécurité DRAM (à l'exception du respect des distances en zone d'induction (cf. § 5.1.6)) n'est requise dans les configurations d'emploi « stockage/transport » et « post-lancement ».

### **5.5. Fiche « Munition-environnement »**

Pour toute munition ayant fait l'objet d'une évaluation DRAM, il est établi une fiche "munition-environnement" qui donne les niveaux précis d'environnements admissibles dans toute la bande de fréquences requises, pour chaque configuration d'emploi. Cette fiche est classifiée.

L'annexe B présente un exemple de fiche "munition-environnement".

### **5.6. Règles générales de sécurité**

Les règles générales de sécurité relatives aux munitions à tenir sont les suivantes, indépendamment des consignes de sécurité du § 6 :

- Effectuer toutes les opérations délicates, telles que contrôle de continuité de circuit, remplacement de la charge militaire, réglage de fusée, etc., dans les locaux prévus à cet usage ou, à défaut, à l'abri des rayonnements électromagnétiques et conformément aux procédures officielles.
- Ne pas toucher les contacts de mise de feu ou autres éléments de câblage à découvert (bornes, boutons ou bagues de contact).
- Ne pas mettre en contact ces derniers éléments avec toute structure ou objet métallique (crochet de manutention, tournevis, etc....).
- Ne pas effectuer de connexions électriques sur les munitions avant que celles-ci ne soient fixées au support du lanceur, à moins que le guide d'emploi ne le prévoit expressément.
- Ne pas découvrir, par des démontages non indispensables, le câblage interne et les circuits de mise de feu.
- Réduire au minimum indispensable les contrôles impliquant l'établissement des connexions électriques avec la munition.
- Ne pas oublier qu'un conteneur, même métallique, n'assure pas dans tous les cas, pour toutes les gammes de fréquences, une protection suffisante de la munition contre les rayonnements électromagnétiques.

Note : Il existe cependant des conteneurs spécialement conçus pour assurer une étanchéité électromagnétique satisfaisante. Le vieillissement des éléments participant à cette étanchéité doit être surveillé.

- Respecter les limites DREP admissibles fixées par la réglementation en vigueur : en effet, l'environnement admissible d'une munition peut atteindre des valeurs très supérieures à celles admissibles pour le corps humain.

Note :

La foudre étant une source particulière de rayonnement électromagnétique, les règles générales énoncées ci-dessus doivent être, a fortiori, appliquées par temps d'orage.

## 6. ELABORATION D'UNE CONSIGNE DE SECURITE

### 6.1. Introduction

L'élaboration d'une consigne de sécurité DRAM consiste à définir les actions à entreprendre pour éviter que la munition soit exposée à un environnement électromagnétique radio / radar supérieur à son environnement admissible.

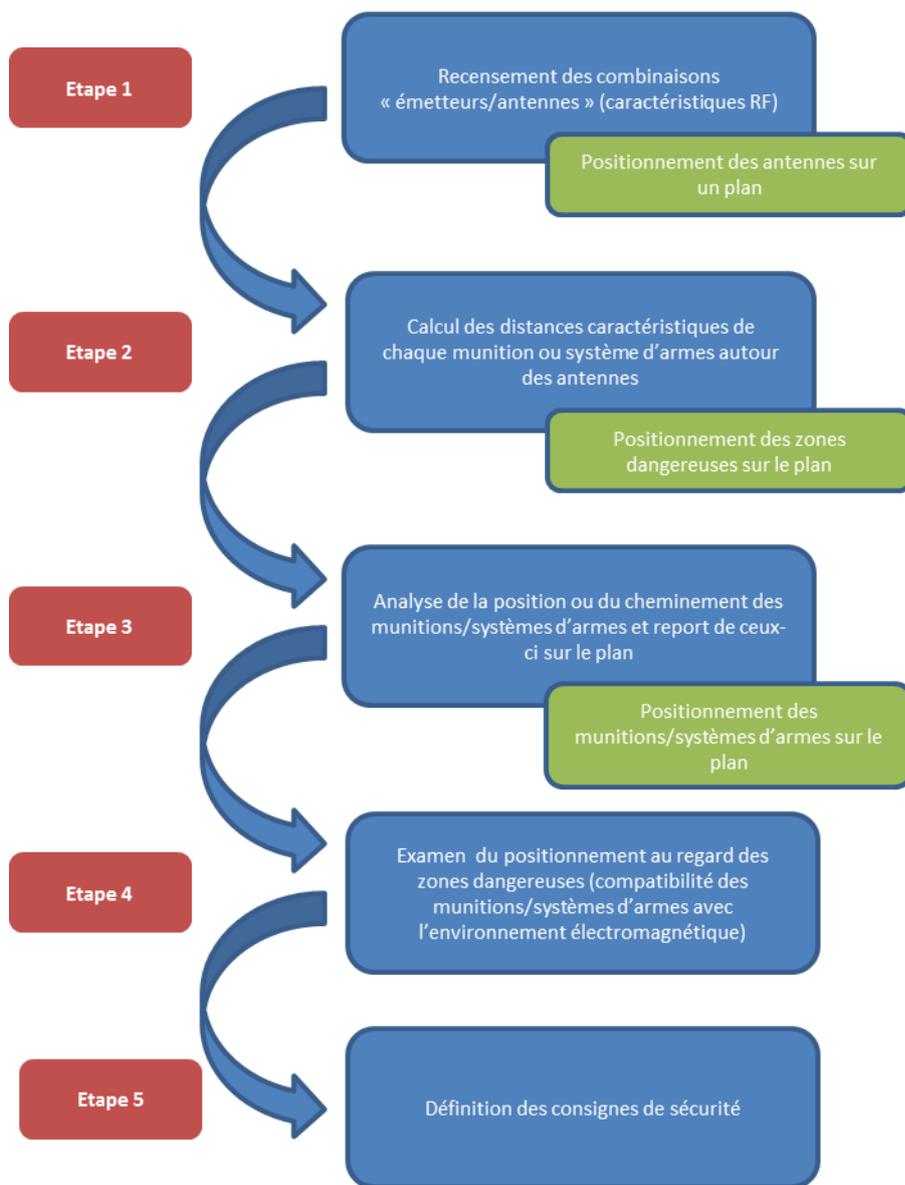
Le niveau d'environnement électromagnétique auquel est exposée la munition dépend :

- des caractéristiques des émetteurs et des antennes d'émission : fréquence, puissance, gain, pertes des câbles, secteurs de balayage en site et en gisement pour les radars...
- de la distance entre les antennes d'émission et la munition ou le système d'armes.

Le présent document n'a retenu que le cas d'une munition dans l'environnement d'un seul émetteur. Le cas de la munition dans l'environnement produit simultanément par plusieurs émetteurs n'est pas pris en compte en raison de la très faible probabilité d'addition des champs pour les systèmes d'émission actuellement en service. En cas de doute, il est nécessaire de solliciter l'expertise de l'Autorité Nationale.

Indépendamment de la consigne de sécurité DRAM, toute opération sur les munitions (transport, chargement, assemblage, etc....) reste soumise aux règles générales de sécurité énoncées au § 5.6, ainsi qu'aux règles de sécurité applicables par ailleurs (instructions permanentes ou particulières, consignes diverses, ...).

La logique nécessaire à l'élaboration d'une consigne de sécurité DRAM est décrite sur la **Figure 6**.



**Figure 6 – Logique d’élaboration d’une consigne de sécurité DRAM**

Le calcul des distances de sécurité, objet des chapitres suivants, est effectué selon la méthode dite précise ou bien selon la méthode dite des indices. Le choix de la méthode dépend des données d’entrée disponibles, du niveau de simplicité recherché et du niveau de précision. Le Tableau 3 détaille les caractéristiques de chaque méthode, et le public auquel elle s’adresse.

Type de méthode	Niveau de difficulté	Niveau de précision	Public visé
Utilisation de la conformité DRAM	Sans objet (lecture d'un tableau)	Binaire	Tous
Méthode des indices	Très Simple	Très conservatif	Opérationnels (interopérabilité)
Méthode précise	Simple	Conservatif	Opérationnels et experts (cadre France)
Méthode analytique	Elevé	Optimisé <sup>(1)</sup>	Experts (cadre France)

**Tableau 3 – Méthodes de calcul des distances caractéristiques**

<sup>(1)</sup> Pour obtenir cette précision, il est nécessaire de connaître certaines caractéristiques techniques des émetteurs et antennes associées et d'avoir accès à la fiche Environnement-Munition (données classifiées)

Cinq exemples d'élaboration de consignes de sécurité sont décrits en Annexe E.

## 6.2. Utilisation de la conformité DRAM

La conformité DRAM d'une munition permet de déterminer la (ou les) configuration(s) d'emploi et le (ou les) milieu(x) pour lesquels aucune consigne de sécurité DRAM n'est requise, à l'exception des distances en zone d'induction (cf. § 5.1.6).

L'annexe C indique, par conformité DRAM et par milieu, les configurations d'emploi d'une munition pour lesquelles il n'y a aucune restriction d'emploi DRAM, autre que celles du § 5.1.6.

Il suffit donc à un opérateur de vérifier, à l'aide du tableau C-1 de l'annexe C, si la munition dispose de la conformité DRAM requise pour la configuration d'emploi d'intérêt et pour son milieu, afin de statuer sur l'absence (ou non) de restrictions. En l'absence de conformité DRAM, il est nécessaire de recourir à la méthode des indices ou à la méthode précise pour déterminer les consignes de sécurité adaptées.

## 6.3. Méthode des indices

### 6.3.1. Principe

La méthode des indices, définie par [DR02], permet de déterminer par simple comparaison de codes alphanumériques, dits indices, la compatibilité (ou bien la distance de sécurité) entre une munition et un émetteur. Cette méthode, en raison des approximations sur lesquelles elle repose, entraîne des contraintes plus sévères que celles imposées par la méthode précise, c'est-à-dire des distances de sécurité plus importantes.

Cette méthode repose sur les deux types de codes alphanumériques suivants :

- **Code SRAD (Susceptibility RADHAZ Designator) :**

Celui-ci décrit la susceptibilité d'une munition au regard de son environnement caractéristique (niveau de susceptibilité) pour chaque bande de fréquences, et est défini selon le format suivant :

Rp	Tp	Up	Vp	WAp	WBp	YAp	YBp	Zp
----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	----

Les lettres R, T, U, V, WA, WB, YA, YB et Z représentent les bandes de fréquences d'intérêt, tandis que l'indice p représente l'environnement caractéristique de la munition dans la bande de fréquences considérée.

La détermination des lettres et indices est réalisée à l'aide du tableau A-1 de [DR02], rappelé dans le Tableau 4.

Indice de susceptibilité	Champ électrique efficace (V/m)			Densité de puissance (W/m <sup>2</sup> )					
	R	T	U	V	WA	WB	YA	YB	Z
	150 kHz	600 kHz	32 MHz	150 MHz	790 MHz	2,7 GHz	4,5 GHz	8,5 GHz	18 GHz
	600 kHz	32 MHz	150 MHz	790 MHz	2,7 GHz	4,5 GHz	8,5 GHz	18 GHz	45 GHz
7	200	300	200	400	1500	10000	8000	10000	800
6	200		150	200	1250	4000	4000	4000	600
5	100			26	1000				500
4	60			10	400				
3	20			1	200				
2	10			0.26	100				
1	6	3		0.1	10		40		50
0 <sup>(1)</sup>	0,6	0,5		0,02	0,26		4,5		

**Tableau 4 – Définition des codes SRAD**

<sup>(1)</sup> Les niveaux correspondant à l'indice de susceptibilité 0 présentés dans le Tableau 4 ont été définis afin d'anticiper les futures évolutions de [DR02] (alignement des environnements sécurité entre [DR02] et [DR03]), connues au moment de la rédaction de la présente norme. En cas d'écart, celle-ci fera l'objet d'une nouvelle édition pour être alignée sur [DR02].

L'indice 0 est réservé aux munitions non testées d'un point de vue DRAM ou bien à celles dont l'environnement caractéristique est compris entre l'environnement de sécurité (cf. Annexe A) et le niveau 1.

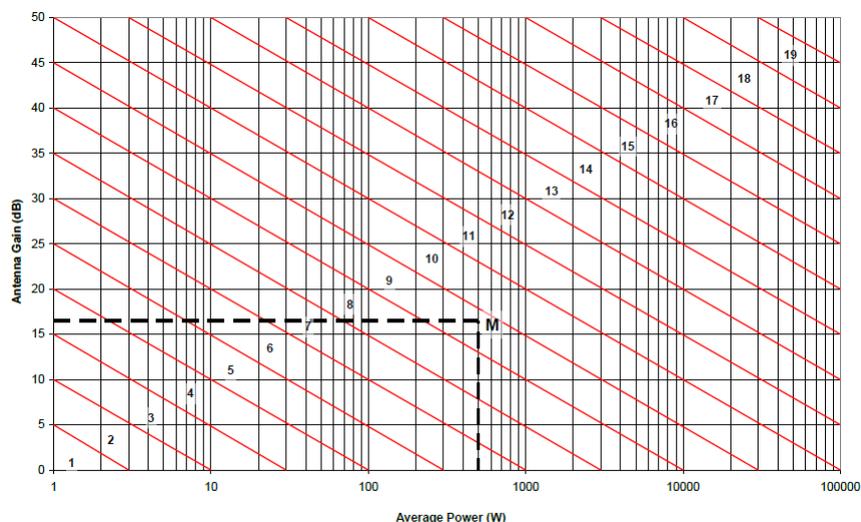
▪ **Code TRAD (Transmitter RADHAZ Designator) :**

Celui-ci décrit le niveau d'émission d'un émetteur radio / radar au regard de l'environnement électromagnétique maximum que ce dernier est capable de générer, et est défini selon le format suivant :

$$Fq$$

F est une lettre représentant la bande de fréquences de fonctionnement de l'émetteur (R, T, U, V, WA, WB, YA, YB ou Z).

q est un indice numérique, représentant le niveau d'environnement électromagnétique généré par l'émetteur, caractérisé par sa PIRE moyenne. Celui-ci est déterminé à partir du graphe de la Figure 7.



**Figure 7 – Définition de l'indice de puissance du code TRAD**

Exemple :

Soit un émetteur M dont les caractéristiques sont :

- Puissance moyenne : 500 W.
- Gain d'antenne : 16,5 dB.
- Fréquence de fonctionnement : 5 GHz.

La fréquence 5 GHz correspond à la bande de codage YA (bande de fréquence déterminée à l'aide du tableau 4) et la position du point M sur le graphe permet de définir l'indice 9. Le code TRAD de cet émetteur est donc YA9.

La méthodologie détaillée d'élaboration des codes SRAD et TRAD est décrite par [DR02].

### **6.3.2. Méthodologie**

La méthode des indices consiste à comparer de manière simple, pour chaque bande de fréquences, le code SRAD de la munition et le code TRAD de l'émetteur.

Avant d'effectuer la comparaison des codes SRAD et TRAD, il est nécessaire de consulter la dernière version des bases de données DRAM disponibles (DR ou CD), afin de s'assurer d'utiliser les bons codes.

Note :

La mise à jour du document [DR02] peut entraîner des modifications des codes SRAD et TRAD, c'est pourquoi les codes renseignés font l'objet d'une mise à jour régulière.

Il est recommandé d'utiliser la BDDRAM dans sa version DR, disponible sur le site du SIMu, compte tenu de sa fréquence de mise à jour plus élevée, grâce à sa diffusion plus aisée auprès des opérationnels.

La comparaison est la suivante :

- Si l'indice numérique du code TRAD est inférieur à l'indice numérique du code SRAD :
  - o seule une distance minimale de sécurité de 3 m (voire 1,5 m selon la puissance d'émission), correspondant à la zone d'induction de l'émetteur, est à respecter.
- Si l'indice numérique du code TRAD est supérieur à l'indice numérique du code SRAD, il est nécessaire de prendre les précautions suivantes :
  - o soit interrompre les émissions de l'émetteur dans la bande de fréquences concernée,
  - o soit réduire la puissance de l'émetteur (à condition de connaître le code TRAD pour une puissance d'émission moindre) ou mettre en place un secteur silence (cas des radars),
  - o soit maintenir une distance minimale de sécurité entre l'émetteur et la munition. Celle-ci est obtenue à l'aide du tableau des distances de sécurité G-1 défini par [DR02] et rappelé dans le Tableau D-1 de l'annexe D.

Note :

- Dans le cas d'un émetteur fonctionnant dans plusieurs bandes de fréquences, la distance de sécurité la plus importante doit être retenue.
- Si le code SRAD de la munition n'est pas connu, la valeur numérique des indices à prendre en compte doit être égale à 0.

La méthode des indices est décrite en détail dans [DR02].

## 6.4. Méthode précise

### 6.4.1. Principe

La méthode précise permet de déterminer la compatibilité (ou bien la distance de sécurité) entre une munition et un émetteur à partir des caractéristiques précises de ces derniers. Contrairement à la méthode des indices, celle-ci permet de définir les contraintes au juste besoin. En revanche, celle-ci nécessite de :

- Connaître les caractéristiques exactes de la munition ou du système d'armes, c'est-à-dire :
  - o soit son environnement admissible en fonction de la fréquence (fiche Munition-Environnement),
  - o soit à défaut son environnement de sécurité en l'absence d'informations sur l'évaluation de la munition,
- Connaître l'environnement électromagnétique généré par l'émetteur et auquel est exposé la munition.

A défaut de mesurer cet environnement électromagnétique, il est calculé à l'aide des éléments suivants :

- gain de l'antenne d'émission et différentes pertes (câblages, etc...),
- puissance moyenne / puissance crête de l'émetteur,

Note :

Il s'agit de la puissance générée par l'émetteur (exprimée en W) et non pas de sa puissance d'alimentation.

- fréquence de répétition et durée des impulsions (cas des radars),

Note :

Les différents paramètres susceptibles d'être nécessaires à la réalisation d'un calcul précis de l'environnement électromagnétique sont décrits § 6.4.4.

### 6.4.2. Méthodologie

#### 6.4.2.1. Détermination des zones dangereuses

La méthodologie associée à la méthode précise consiste dans un premier temps à déterminer les zones dangereuses autour des émetteurs. Celles-ci correspondent à des cercles ou des secteurs centrés sur les antennes d'émission, et ayant pour rayon la distance caractéristique  $d_c$  de la munition.

La distance caractéristique  $d_c$  peut se déterminer, de façon simple, à partir de l'environnement admissible de la munition et de la PIRE de l'émetteur, à l'aide des formules du Tableau 5.

Calcul d'une distance caractéristique en fonction du type d'environnement admissible	
Exprimé en champ électrique : $E_{ad}$ (V/m)	Exprimé en densité de puissance : $dP_{ad}$ (W/m <sup>2</sup> )
$d_c = \sqrt{\frac{30 \cdot k \cdot P \cdot G}{E_{ad}^2}}$	$d_c = \sqrt{\frac{k \cdot P \cdot G}{4\pi \cdot dP_{ad}}}$
<p>Avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>E_{ad}</math> : environnement admissible en (V/m) en fonction de la fréquence considérée</li> <li>- <math>dP_{ad}</math> : environnement admissible en (W/m<sup>2</sup>) en fonction de la fréquence considérée</li> <li>- <math>k</math> : coefficient égale à 2 en cas de réflexions au voisinage de la munition/système d'armes (structures métalliques, etc...), sinon égal à 1</li> <li>- <math>P</math> : puissance d'émission en (W) en fonction de la fréquence considérée</li> <li>- <math>G</math> : gain d'antenne dans l'axe radioélectrique par rapport à une antenne isotropique en linéaire (sans unité) en fonction de la fréquence considérée, et égal à</li> </ul> $G = 10^{\frac{G_{dBi}}{10}}$ <p>Avec <math>G_{dBi}</math> : gain d'antenne par rapport à une antenne isotropique en (dBi)  <i>Pour une antenne omnidirectionnelle, si gain inconnu, prendre <math>G_{dBi} = 4,8</math> dBi.</i></p>	

**Tableau 5 – Calcul de la distance caractéristique d'une munition ou système d'armes**

Note :

En fonction du type d'environnement admissible ( $E_{ad}$  ou  $dP_{ad}$ ), moyen ou crête, il est nécessaire de considérer la puissance moyenne ou la puissance crête du système d'émission.

Dans le cas d'un émetteur fonctionnant dans plusieurs bandes de fréquences, la distance caractéristique la plus importante doit être retenue.

Il est également important de rappeler que le résultat des calculs n'est valable qu'au-delà de la zone d'induction.

#### 6.4.2.2. Positionnement et compatibilité de la munition

La zone dangereuse d'une antenne d'émission étant déterminée, il est nécessaire de vérifier si la munition se trouve à l'intérieur de celle-ci. Deux cas sont à considérer :

- munition hors de la zone dangereuse : il n'y a aucune restriction d'emploi (à l'exception de la zone d'induction).
- munition à l'intérieur de la zone dangereuse : il est nécessaire de prendre les précautions suivantes :
  - soit réduire la puissance de l'émetteur (cf. Tableau 6) ou mettre en place un secteur silence (cas des radars),
  - soit faire un calcul plus précis de la distance caractéristique, en particulier, si la munition se trouve en zone de champ proche.

Formules de réduction de puissance	
En échelle logarithmique	En échelle linéaire
$20 * \log\left(\frac{d_c}{D}\right)$	$\left(\frac{d_c}{D}\right)^2$
Avec : - $d_c$ = distance caractéristique (m) - $D$ = distance de la munition à l'antenne (m)	

**Tableau 6 – Formules pour la réduction de puissance d'émission**

Note :

Il convient de s'assurer, sauf cas particulier (cf. § 6.5), que la munition est hors de la zone d'induction de l'antenne d'émission.

### **6.4.3. Remarques**

Si les résultats des calculs issus de la méthode précise conduisent à la mise en place de restrictions jugées trop contraignantes à appliquer, l'Autorité Nationale peut les réduire en explorant les possibilités suivantes :

- Cas des antennes directionnelles (notamment antennes radar) :
  - prendre en compte le gain de l'antenne dans la direction de la munition ou système d'armes (lobes secondaires de l'antenne).
  - lorsqu'il s'agit de la zone de champ proche de l'antenne d'émission, améliorer la précision des calculs dans le lobe principal, sous réserve de disposer des caractéristiques indiquées au § 6.4.4.
- Autres :
  - faire effectuer par un organisme reconnu par l'Autorité Nationale une évaluation théorique (méthode analytique) ou expérimentale.

### **6.4.4. Caractéristiques nécessaires des systèmes d'émission**

La méthode précise offre la possibilité d'obtenir des résultats d'une grande précision. Toutefois, celle-ci nécessite de disposer de certaines caractéristiques du système d'émission, permettant la réalisation des calculs.

Celles-ci sont décrites de manière non exhaustive par le Tableau 7, qui constitue un exemple de spécification pour un fournisseur :

Caractéristiques d'émission	Emetteur 1	Emetteur 2
Implantation		
Illustration		
Type d'antenne (circulaire, rectangulaire, ...)		
Polarisations		
Description		
Bande de fréquences		
PIRE moyenne (W)		
Modulation		
Largueur d'impulsion <sup>(1)</sup> (radar) Li (μs)		
Fréquence de répétition <sup>(1)</sup> (radar) Fr (Hz)		
Puissance crête émise P <sub>e</sub> (W)		
Puissance moyenne émise P <sub>e</sub> (W)		
Pertes (atténuation, désadaptation, etc...) (dB)		
Gain dans la bande d'émission G <sub>e</sub> (dB)		
Dimension caractéristique de l'antenne D (m)		
Ouvertures en site et en gisement		
Fréquence minimum d'émission f <sub>min</sub> (MHz)		
Fréquence maximum d'émission f <sub>max</sub> (MHz)		
Longueur d'onde minimum d'émission λ <sub>min</sub> (m)		
Longueur d'onde maximum d'émission λ <sub>max</sub> (m)		
Début zone champ lointain (m) antennes omnidirectionnelles : d=λ/(2π) antennes directives : d=2D <sup>2</sup> /λ		
Hauteur de l'antenne		
Site minimum et masques implantés		

**Tableau 7 – Caractéristiques de systèmes d'émission en vue d'une étude de sécurité DRAM précise**

- (1) Pour les systèmes radar ayant différentes formes d'onde, une approche simplifiée consiste à renseigner les plus grandes largeur d'impulsion et fréquence de répétition (c'est-à-dire la plus rapide).

Ces éléments peuvent être complétés par :

- les diagrammes de rayonnement de l'antenne,
- la courbe de réponse de l'amplificateur,
- etc...

## 6.5. Utilisation du classement DRAM

Des consignes de sécurité, pour les configurations d'emploi au sol (stockage, transport, mise en œuvre et à poste) peuvent être définies à partir du classement DRAM, qui se décline sous forme de codes de couleurs (cf. § 5.3.1), et du zonage DRAM du site d'accueil de la munition (base aérienne, bâtiment de surface, ...), en appliquant les règles suivantes :

- une munition « BLEUE » peut être utilisée sans restriction DRAM (autre que celles du § 5.1.6) dans les zones du site, dont l'environnement électromagnétique radio / radar reste inférieur ou égal à l'environnement SEVERE défini dans le Tableau A-1 de l'annexe A.

- une munition « VERTE » peut être utilisée sans restriction DRAM (autre que celles du § 5.1.6) dans les zones du site, dont l'environnement électromagnétique radio / radar reste inférieur ou égal à l'environnement STANDARD défini dans le Tableau A-1 de l'annexe A.
- une munition « JAUNE » peut être utilisée sans restriction DRAM (autre que celles du § 5.1.6) dans les zones du site, dont l'environnement électromagnétique radio / radar reste inférieur ou égal à l'environnement COURANT défini dans le Tableau A-1 de l'annexe A.
- une munition « ORANGE ou ROUGE » peut être utilisée, en respectant les restrictions du § 5.1.6, uniquement dans les zones du site dont l'environnement électromagnétique radio / radar reste inférieur ou égal à l'environnement SECURITE défini dans le Tableau A-1 de l'annexe A.

La déclinaison de ce type de démarche nécessite de disposer préalablement d'une cartographie des environnements électromagnétiques radio / radar présents dans les zones du site dédiées au stockage, à la préparation, au cheminement, à la mise en œuvre et au stationnement des munitions et systèmes d'armes.

Pour les configurations d'emploi hors sol (par exemple, décollage/atterrissage pour un aéronef), les consignes de sécurité DRAM sont à définir à partir des méthodes décrites dans les § 6.2, § 6.3 et § 6.4 ci-dessus.

NOTE : L'environnement de sécurité du Tableau A-1 de l'annexe A est nettement plus contraignant que celui spécifié dans le référentiel antérieur (GAM DRAM 02 [BIBLIO2]). Ceci a pour conséquence, qu'une munition classée ORANGE/ROUGE selon le Tableau A-1 n'est pas autorisée, sans un complément d'expertise de l'Autorité Nationale, à être utilisée dans les zones d'un site dont l'environnement radio / radar est inférieur ou égal à l'environnement de sécurité de la GAM DRAM 02 (rappelé dans le Tableau A-2 en annexe A). Dans le cadre d'une période transitoire, un délai est accordé aux opérationnels pour vérifier la compatibilité des niveaux d'environnements de leurs sites avec ceux définis par le Tableau A-1.

## 6.6. Cas particuliers

Deux cas particuliers sont à noter :

- Cas où la munition se trouve à l'intérieur de la zone d'induction d'une antenne : ce cas de figure apparaît généralement lorsque la distance de sécurité calculée est inférieure aux dimensions de la zone d'induction (3 m ou 1,5 m selon la puissance d'émission),
- Cas des émetteurs de faible puissance : ce cas de figure apparaît généralement lors de l'utilisation d'émetteurs de faible puissance issus de technologies civiles (GSM, Bluetooth, RFID, WIFI...) ou militaire (PMR, ...) à proximité des munitions.

### 6.6.1. Munition à l'intérieur de la zone d'induction d'une antenne

Il est possible, dans certains cas qu'une munition se trouve à l'intérieur de la zone d'induction d'une antenne d'émission. Afin de prévenir les risques DRAM, compte tenu de la complexité de la maîtrise des couplages électromagnétiques dans cette zone, il est nécessaire de réaliser une étude particulière des couplages électromagnétiques :

- Soit il est possible d'effectuer, dans une configuration d'émission représentative des couplages de la zone d'induction, une évaluation expérimentale :
  - Généralement, il s'agit de positionner une maquette instrumentée de la munition dans la zone d'induction. La munition doit être testée selon les différentes positions dans lesquelles elle peut se trouver afin de couvrir tous les cas de couplage possibles dans la zone d'induction.
- Soit il est possible d'effectuer, à condition d'avoir un retour d'expérience suffisant, une évaluation théorique :
  - Généralement, lorsqu'une antenne d'émission et une munition ont déjà fait l'objet d'une évaluation expérimentale dans la zone d'induction, les résultats obtenus peuvent en partie être exploités lors d'une intégration similaire dans le cadre d'un autre programme d'armement. Dans ce cas-là, il convient de caractériser l'environnement

électromagnétique dans la zone d'induction pour déterminer dans quelle mesure les résultats obtenus précédemment peuvent être transposés.

Note :

Une caractérisation de l'environnement électromagnétique au voisinage d'une antenne d'émission, seule, ne peut suffire à la détermination des consignes de sécurité DRAM dans la zone d'induction.

### 6.6.2. Emetteurs de faible puissance

Les émetteurs de faible puissance (PIRE moyenne < 5 W) font l'objet de consignes de sécurité particulières en raison :

- du développement de leur utilisation par les opérationnels,
- de restrictions d'emploi, avec la méthode précise, souvent liées à la zone d'induction des antennes.

Note :

En présence d'une antenne de type monopole ou dipôle, si la PIRE ou le gain d'antenne sont inconnus, il est nécessaire de considérer un gain d'antenne égale à 4,8 dB pour le calcul de la PIRE.

Ces consignes ont été élaborées à partir :

- d'évaluations DRAM spécifiques sur les principales familles d'émetteurs de faible puissance rencontrés dans les forces,
- de la bibliographie OTAN ([DR02]).

Elles ont été définies pour s'appliquer sur n'importe quelle munition, indépendamment de son classement DRAM (y compris pour une munition DRAM ROUGE).

Ces consignes de sécurité s'appliquent en fonction du type d'émetteurs ou bien de ses caractéristiques (fréquence d'émission et PIRE). Le logigramme de la Figure 8 décrit le processus pour déterminer la distance minimale de sécurité à prendre en compte pour un émetteur de faible puissance selon son type (Tableau 8 et Tableau 9).

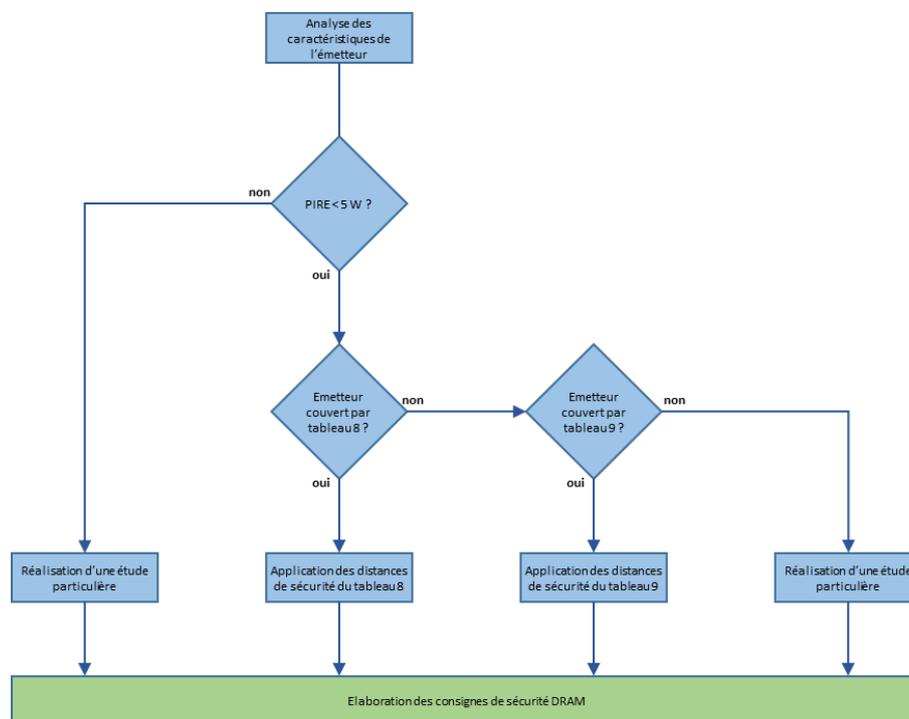


Figure 8 – Elaboration des consignes de sécurité DRAM des émetteurs de faible puissance

Type d'émetteur	Distance minimale de sécurité <sup>(2)</sup> (m)	Origine
Emetteurs Wifi / Bluetooth (PIRE < 2 W)	0 <sup>(1)</sup>	Autorité Nationale
Téléphones portables cellulaires (PIRE < 2 W) : GSM (2G), 3G, 4G	0,2	Autorité Nationale
Lecteurs RFID (Fréquences > 800MHz / PIRE < 2 W)	0,2	Autorité Nationale
Portiques RFID (Fréquences > 800MHz / PIRE < 2 W)	0,5	Autorité Nationale
TPED (Fréquences > 400MHz / PIRE < 5 W)	0,5	Autorité Nationale

<sup>(1)</sup> Aucun contact avec l'antenne d'émission n'est permis.  
<sup>(2)</sup> Dans certains cas, une expertise peut permettre de réduire par cette distance en fonction du classement DRAM de la munition (hors DRAM rouge et DRAM orange).

**Tableau 8 – Distances de sécurité à appliquer pour les principales familles d'émetteurs de faible puissance**

Caractéristiques du système d'émission	Distance minimale de sécurité (m)	Origine
PIRE ≤ 25 mW Fréquences ≥ 100 MHz	0 <sup>(1)</sup>	OTAN ([DR02])
25 mW ≤ PIRE ≤ 100 mW Fréquences ≥ 1 GHz	0,3	OTAN ([DR02])
25 mW ≤ PIRE ≤ 100 mW 200 MHz ≤ Fréquences < 1 GHz	1,5	OTAN ([DR02])

<sup>(1)</sup> Aucun contact avec l'antenne d'émission n'est permis.

**Tableau 9 – Distances de sécurité à appliquer pour un émetteur de faible puissance en fonction de sa gamme de fréquences et de sa PIRE**

## 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
[BIBLIO3]	Instruction S-CAT n°12803 : <i>Exigences de conception relatives au stockage et à la manutention des munitions à bord des bâtiments de surface de la marine nationale</i>	Edition 3 mai 2018
[BIBLIO4]	Guide Défense de bonnes pratiques en pyrotechnie	Version du 22 mars 2016



**ANNEXE A: ENVIRONNEMENTS ADMISSIBLES ASSOCIES AUX CLASSEMENTS DRAM**

Le Tableau A-1 présente les environnements admissibles correspondant aux environnements **sévère, standard, courant et sécurité**, associés aux classements DRAM.

Fréquences		Environnements			
		Sévère <sup>(1)</sup> (DRAM BLEU)	Standard <sup>(1)</sup> (DRAM VERT)	Courant <sup>(1)</sup> (DRAM JAUNE)	Sécurité <sup>(2)(3)</sup> (DRAM ORANGE/ROUGE)
RADIO	150 à 525 kHz	300 V/m	300 V/m	10 V/m	1/F V/m (F en MHz)
	525 à 600 kHz		200 V/m		
	600 kHz à 2 MHz	200 V/m			0,5 V/m
	2 MHz à 32 MHz		60 V/m		
	32 à 80 MHz	60 V/m			
	80 à 150 MHz				
RADAR	150 à 225 MHz	200 W/m <sup>2</sup>	100 W/m <sup>2</sup>	0,26 W/m <sup>2</sup>	$\frac{6,25^2}{120\pi} \cdot F^2 \text{ W/m}^2$ (F en GHz)
	225 à 790 MHz	150 W/m <sup>2</sup>	50 W/m <sup>2</sup>		
	790 MHz à 2,7 GHz	4000 W/m <sup>2</sup>	1000 W/m <sup>2</sup>	100 W/m <sup>2</sup>	
	2,7 à 3,6 GHz	4000 W/m <sup>2</sup>			
	3,6 à 4,5 GHz	1000 W/m <sup>2</sup>			
	4,5 à 5,4 GHz	1000 W/m <sup>2</sup>			
	5,4 à 5,9 GHz	4000 W/m <sup>2</sup>			
	5,9 à 7,9 GHz	1000 W/m <sup>2</sup>			
	7,9 à 8,4 GHz	1750 W/m <sup>2</sup>			
	8,4 à 10 GHz	4000 W/m <sup>2</sup>			
	10 à 11 GHz	4000 W/m <sup>2</sup>			
	11 à 18 GHz	1000 W/m <sup>2</sup>			
	18 à 40 GHz	100 W/m <sup>2</sup>			

**Tableau A-1 : Environnements associés aux classements DRAM**

- (1) Les valeurs associées aux environnements sévère, standard et courant sont identiques à celles du référentiel DRAM antérieur [BIBLIO2]
- (2) L'environnement de sécurité est issu de [DR03] et a été déterminé en partie à partir d'un pire cas de munition connue présentant les caractéristiques suivantes :
- initiateur à faible I<sub>NF</sub>,
  - à mise à feu de type coaxiale,

- opérée en configuration de mise en œuvre.
- (3) Pour F supérieure à 31 GHz, considérer l'environnement de sécurité égale à 100 W/m<sup>2</sup> afin d'éviter les incohérences avec les autres environnements.

Sous réserve de la connaissance de ce type d'informations sur la munition, et sous réserve d'accord de l'Autorité Nationale et hors cadre d'interopérabilité, il est possible de prendre en compte un environnement de sécurité alternatif, correspondant à l'environnement de sécurité anciennement défini par [BIBLIO2] et rappelé dans le Tableau A-2.

Fréquences		Environnement de Sécurité alternatif
RADIO	10 à 525 kHz	2/F V/m (F en MHz)
	525 à 600 kHz	
	600 kHz à 5 MHz	
	5 à 13,3 MHz	0,4 V/m
	13,3 à 32 MHz	0,03 F V/m (F en MHz)
	32 à 1000 MHz	
RADAR	150 à 225 MHz	F <sup>2</sup> W/m <sup>2</sup> (F en GHz)
	225 à 790 MHz	
	790 MHz à 2,7 GHz	
	2,7 à 3,6 GHz	
	3,6 à 4,5 GHz	
	4,5 à 5,4 GHz	
	5,4 à 5,9 GHz	
	5,9 à 7,9 GHz	
	7,9 à 8,4 GHz	
	8,4 à 10 GHz	
	10 à 11 GHz	
	11 à 18 GHz	
	18 à 40 GHz	

**Tableau A-2 : Environnement de sécurité alternatif selon le référentiel antérieur [BIBLIO2]**

Le Tableau A-3 donne les valeurs des indices (0 à 6) de codage des munitions, selon le référentiel DRAM antérieur [BIBLIO2].

Indice de puissance	Intensité du champ (V/m)			Densité de puissance (W/m <sup>2</sup> )			
	R 200 kHz 600 kHz	T 600 kHz 32 MHz	U 32 MHz 150 MHz	V 150 MHz 790 MHz	W 790 MHz 4.5 GHz	Y 4.5 GHz 18 GHz	Z 18 GHz 40 GHz
6	300	200		200	4000		-
5	100			26	1000		-
4	60			10	400		
3	20			1	200		
2	10			0.26	100		-
1	6	3		0.10	10	40	-
0	2	0.40	0.50	0.05	1	20	100
	Munition non testée DRAM						

**Tableau A- 3 : Codage SRAD des munitions selon le référentiel DRAM antérieur [BIBLIO2]**

## ANNEXE B: EXEMPLE DE FICHE MUNITION-ENVIRONNEMENT

### FICHE MUNITION-ENVIRONNEMENT

**SYSTEME D'ARME :** MISSILE M-exemple / RAFALE MARINE  
**MUNITION :** MISSILE M-Exemple  
**D.E.P. (éventuel) :**  
**Norme :** xxx  
**Date d'émission :** xx/xx/xx

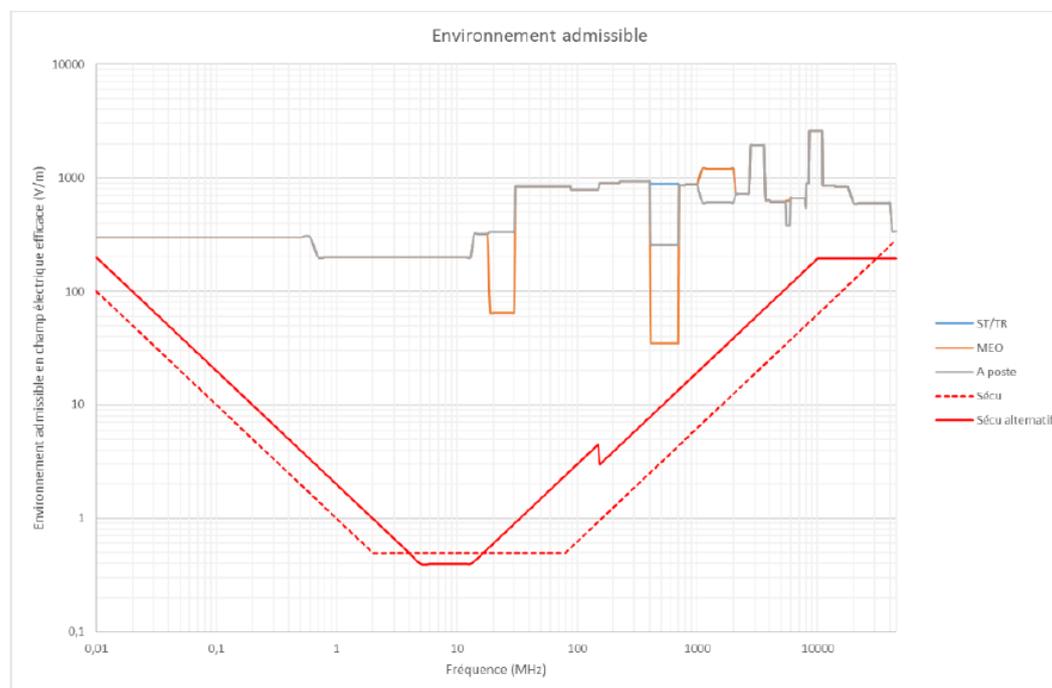
Classement DRAM et code SRAD										
CONFIGURATION	COULEUR	R	T	U	V	WA	WB	YA	YB	Z
Toutes configurations	JAUNE									
Stockage-Transport	JAUNE	7	6	7	7	6	5	4	5	3
Mise En Œuvre	JAUNE	7	4	7	3	6	5	4	5	3
A Poste et Tir	JAUNE	7	6	7	5	6	5	3	5	3

Conformité DRAM									
CONFIGURATION	HERO SAFE Ax <sup>(1)</sup>								
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Toutes configurations									
Stockage-Transport	X	X		X	X	X	X	X	X
Mise En Œuvre									
A Poste et Tir	X	X		X		X		X	

<sup>(1)</sup> La conformité DRAM HERO SAFE Ax pour chaque configuration de la munition est acquise lorsque la case correspondante dans la colonne Ax est cochée (x étant compris entre 1 et 9)

#### **OBSERVATIONS:**

- **Précautions particulières :** ne pas toucher avec les doigts ou un objet métallique les broches de la prise de largage lance-missile
- **Configuration particulière :**  
Programmation : ROUGE R0.T0.U0.V0.WA0.WB0.YA0.YB0.Z0



**SYSTEME D'ARME :** MISSILE M-exemple / RAFALE MARINE  
**MUNITION :** MISSILE M-Exemple  
**D.E.P. (éventuel) :**  
**Norme :** xxx  
**Date d'émission** xx/xx/xx

Environnement admissible E <sub>ad</sub>						
Configuration	Stockage / Transport		Mise en œuvre		A poste et tir	
Fréquences (MHz)	E <sub>ad_efficace</sub> (V/m)	E <sub>ad_crête</sub> (V/m)	E <sub>ad_efficace</sub> (V/m)	E <sub>ad_crête</sub> (V/m)	E <sub>ad_efficace</sub> (V/m)	E <sub>ad_crête</sub> (V/m)
0,01 - 0,6	300		300		300	
0,6 - 2	200		200		200	
2 - 5	200		200		200	
5 - 13,3	200		200		200	
13,3 - 18	320		320		320	
18 - 30	335		65		335	
30 - 88	840		200		840	
88 - 150	790		200		790	
150 - 225	900		200		900	
225 - 400	930		200		930	
400 - 700	885		35		255	
700 - 790	860		240		860	
790 - 1000	875		240		875	
1000 - 2000	1200		1200		610	
2000 - 2700	725		725		725	
2700 - 3600	1950		1950		1950	
3600 - 4000	635		635		635	
4000 - 5400	615		615		615	
5400 - 5900	630		380		380	
5900 - 6000	670		670		670	
6000 - 7900	665		665		665	
7900 - 8000	550		550		550	
8000 - 8400	895		895		895	
8400 - 8500	895		895		895	
8500 - 11000	2600		2600		2600	
11000 - 14000	855		855		855	
14000 - 18000	835		835		835	
18000 - 40000	600		600		600	
40000 - 45000	340		340		340	

*Environnements admissibles en fonction de la configuration de la munition*

**ANNEXE C: COMPATIBILITE ENTRE CONFORMITES DRAM ET CONFIGURATIONS D'EMPLOI**

Le Tableau C-1 permet de déterminer, pour une munition donnée, les configurations d'emploi ne présentant aucune restriction en fonction de :

- sa conformité DRAM,
- son milieu d'emploi.

Conformité DRAM	Configuration d'emploi d'une munition en fonction du milieu et de la conformité DRAM (compatibilité conformité DRAM / configurations d'emploi)			
	Terre	Air	Aéronaval	Mer
<b>HERO SAFE A1</b>	ST/TR MEO A poste	ST/TR MEO A poste au sol	/	/
<b>HERO SAFE A2</b>	/	/	/	ST/TR MEO A poste tous ponts
<b>HERO SAFE A3</b>	/	/	/	Post-lancement
<b>HERO SAFE A4</b>	Transport par A/C	Transport par A/C A poste sur A/C en vol	/	/
<b>HERO SAFE A5</b>	Transport par H/C	Transport par H/C A poste sur H/C en vol	/	/
<b>HERO SAFE A6</b>	/	/	A poste sur A/C en vol	/
<b>HERO SAFE A7</b>	/	/	Transport par H/C A poste sur H/C en vol	Transport par H/C
<b>HERO SAFE A8</b>	/	/	ST/TR MEO A poste sur pont d'envol	/
<b>HERO SAFE A9</b>	Vol libre			

**Tableau C-1 : Détermination de l'absence de restriction d'emploi d'une munition pour une configuration d'emploi en fonction du milieu et de sa conformité DRAM**

## ANNEXE D: CALCUL DES DISTANCES DE SECURITE A L'AIDE DE LA METHODE DES INDICES

Le Tableau D-1 indique des distances de sécurité arrondies en vue de simplifier leur prise en compte opérationnelle. Elles sont supérieures à celles définies par le référentiel DRAM antérieur [BIBLIO2].

SRAD									TRAD																		
R	T	U	V	WA	WB	YA	YB	Z	R, T, U,V, WA, WB, YA, YB, Z																		
									1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
							7		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	10	10	20	30	50	90	160	
					7				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	10	10	20	30	50	90	160	
						7			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	10	10	10	20	40	60	100	180	
							6		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	10	10	20	30	50	80	150	250	
				7					3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	10	10	20	30	40	80	130	240	400
				6					3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	10	10	20	30	50	80	140	260	440
							5		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	10	10	20	30	50	90	160	290	490
								7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	10	10	10	20	40	60	100	180	320	550
								6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	10	10	20	20	40	70	120	200	370	640
								5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	10	10	20	30	40	70	130	220	400	700
			7						3	3	3	3	3	3	3	3	3	10	10	20	30	50	80	150	250	450	780
	7								3	3	3	3	3	3	3	3	10	10	10	20	40	60	100	190	320	580	1000
			6						3	3	3	3	3	3	3	3	10	10	20	20	40	70	110	200	350	640	1100
7/6	6	7							3	3	3	3	3	3	3	3	10	10	20	30	50	90	160	290	490	900	1600
		6				1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	10	10	20	30	50	80	150	250	450	780	1500	2500
			5						3	3	3	3	3	3	10	10	10	20	30	60	100	180	300	550	950	1800	3000
				1		0	0		3	3	3	3	3	3	10	10	20	30	50	100	160	290	500	920	1600	2900	>5000
					0				3	3	3	3	10	10	20	30	50	90	150	280	480	870	1500	2800	4800	>5000	>5000
									3	3	10	10	10	20	40	60	100	180	300	550	950	1800	3000	>5000	>5000	>5000	>5000
1			1						3	3	10	10	20	30	60	90	160	290	490	900	1600	2900	4900	>5000	>5000	>5000	>5000
			0						3	10	10	20	30	40	80	130	230	400	700	1300	2200	4000	>5000	>5000	>5000	>5000	>5000
		1							10	10	20	20	40	60	110	190	330	580	1000	1900	3200	>5000	>5000	>5000	>5000	>5000	>5000
0									10	10	20	30	50	90	160	280	490	870	1500	2800	4800	>5000	>5000	>5000	>5000	>5000	>5000
		0							20	40	70	110	200	350	620	1100	2000	3500	>5000	>5000	>5000	>5000	>5000	>5000	>5000	>5000	>5000

Tableau D-1 : Distances de sécurité selon la méthode des indices

## ANNEXE E: ELABORATION DE CONSIGNES DE SECURITE DRAM - EXEMPLES

Cette annexe a pour objet de présenter des exemples concrets d'élaboration de consignes de sécurité DRAM, afin de permettre une meilleure compréhension du document et d'aider les opérationnels dans leurs missions.

### ***E.1 Mise à poste d'une munition sur un hélicoptère (milieu aéronaval)***

#### E.1.1 Problématique

Il s'agit d'étudier du point de vue DRAM la mise à poste d'un missile sur un hélicoptère sur le pont d'envol d'un porte-avions.

Le missile comporte les conformités DRAM suivantes :

- HERO SAFE A7,
- HERO SAFE A8.

#### E.1.2 Phases du profil de vie

Dans cet exemple, la phase d'intérêt du profil de vie est la phase de mise en œuvre (MEO) de la munition.

Toutefois, cette phase du profil de vie implique également, de manière implicite, la prise en compte des phases suivantes :

- Stockage/transport de la munition (ST/TR) sur le pont d'envol,
- Munition à poste sur l'hélicoptère sur le pont d'envol.

#### E.1.3 Utilisation de la conformité DRAM

L'exploitation du Tableau C-1 permet de déterminer si les phases du profil de vie décrites ci-dessus présentent des restrictions d'emploi.

Les phases ne présentant aucune restriction d'emploi apparaissent dans le Tableau E-1. Elles correspondent aux cases définies par l'intersection de la conformité DRAM (ligne) et du milieu (colonne).

Phases du profil de vie d'une munition sans restriction d'emploi en fonction du milieu et de la conformité DRAM (compatibilité conformité DRAM / phase du profil de vie)				
Conformité DRAM	Terre	Air	Aéronaval	Mer
HERO SAFE A1	ST/TR MEO A poste	ST/TR MEO A poste au sol	/	/
HERO SAFE A2	/	/	/	ST/TR MEO A poste tous ponts
HERO SAFE A3	/	/	/	Post-lancement
HERO SAFE A4	Transport par A/C	Transport par A/C A poste sur A/C en vol	/	/
HERO SAFE A5	Transport par H/C	Transport par H/C A poste sur H/C en vol	/	/
HERO SAFE A6	/	/	A poste sur A/C en vol	/
HERO SAFE A7	/	/	Transport par H/C A poste sur H/C en vol	Transport par H/C
HERO SAFE A8	/	/	ST/TR MEO A poste sur pont d'envol	/
HERO SAFE A9	Vol libre			

Tableau E-1 : Phases du profil de vie sans restriction d'emploi (milieu aéronaval)

#### E.1.4 Conclusion

Les phases suivantes du profil de vie de la munition ne présentent aucune restriction d'emploi pour le milieu aéronaval :

- ST/TR,
- MEO,
- Missile à poste sur l'hélicoptère sur le pont d'envol.

Les seules consignes DRAM à respecter sont celles de la zone d'induction (cf. § 5.1.6).

## E.2. Tir d'essai d'un missile de croisière (milieu mer)

### E.2.1 Problématique

Il s'agit d'étudier d'un point de vue DRAM le tir d'essai d'un missile de croisière, en cours de développement, à partir d'un bâtiment de surface.

Le missile, dont l'évaluation DRAM n'a pas encore été réalisée dans son ensemble, comporte uniquement la conformité DRAM suivante :

- HERO SAFE A2.

## E.2.2 Phases du profil de vie

Dans cet exemple, la phase d'intérêt du profil de vie est la phase de post-lancement du missile, c'est-à-dire la phase où le missile vient juste d'être tiré et se situe encore en deçà de la distance de sécurité par rapport au bateau.

Note :

Afin de simplifier le problème, cette phase concerne le passage du missile dans le faisceau du radar de surveillance du bateau, à une distance très proche de ce dernier.

Toutefois, cette phase du profil de vie implique également, de manière implicite, la prise en compte des phases suivantes :

- A poste sur le pont du bateau (tous ponts),
- Vol libre, c'est-à-dire missile au-delà de la distance de sécurité par rapport au bateau.

## E.2.3 Utilisation de la conformité DRAM

L'exploitation du Tableau C-1 permet de déterminer si les phases du profil de vie décrites ci-dessus présentent des restrictions d'emploi.

Les phases ne présentant aucune restriction d'emploi apparaissent dans le Tableau E-2. Elles correspondent aux cases définies par l'intersection de la conformité DRAM (ligne) et du milieu (colonne).

Phases du profil de vie d'une munition sans restriction d'emploi en fonction du milieu et de la conformité DRAM (compatibilité conformité DRAM / phase du profil de vie)				
Conformité DRAM	Terre	Air	Aéronaval	Mer
HERO SAFE A1	ST/TR MEO A poste	ST/TR MEO A poste au sol	/	/
HERO SAFE A2	/	/	/	ST/TR MEO A poste tous ponts
HERO SAFE A3	/	/	/	Post-lancement
HERO SAFE A4	Transport par A/C	Transport par A/C A poste sur A/C en vol	/	/
HERO SAFE A5	Transport par H/C	Transport par H/C A poste sur H/C en vol	/	/
HERO SAFE A6	/	/	A poste sur A/C en vol	/
HERO SAFE A7	/	/	Transport par H/C A poste sur H/C en vol	Transport par H/C
HERO SAFE A8	/	/	ST/TR MEO A poste sur pont d'envol	/
HERO SAFE A9	Vol libre			

Tableau E-2 : Phases du profil de vie sans restriction d'emploi (milieu mer)

## E.2.4 Conclusion

La phase suivante du profil de vie de la munition ne présente aucune restriction d'emploi pour le milieu aéronaval :

- A poste sur le pont du bateau.

Concernant la phase de post-lancement du missile, le radar de surveillance doit être hors de fonctionnement, jusqu'à ce que le missile soit au-delà de la distance de sécurité au bateau.

Concernant la phase de vol libre, le tir d'essai doit être réalisé à une distance importante des sources radio et radar.

Note :

Lorsque le développement du missile sera terminé, et son évaluation DRAM réalisée dans sa totalité, le missile disposera des conformités HERO SAFE A3 et HERO SAFE A9. Cela permettra de lever les restrictions d'emploi ci-dessus.

### ***E.3.Embarquement d'un missile à bord d'un bâtiment de la Marine Nationale (milieu Mer)***

#### **E.3.1 Problématique**

Cet exemple consiste à appréhender :

- la méthode des indices (avec codage des émetteurs),
- la méthode précise,
  - pour lever les restrictions d'emploi,
  - pour réduire la puissance d'émission si besoin.

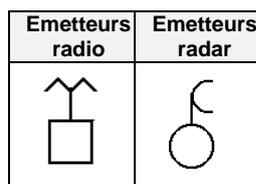
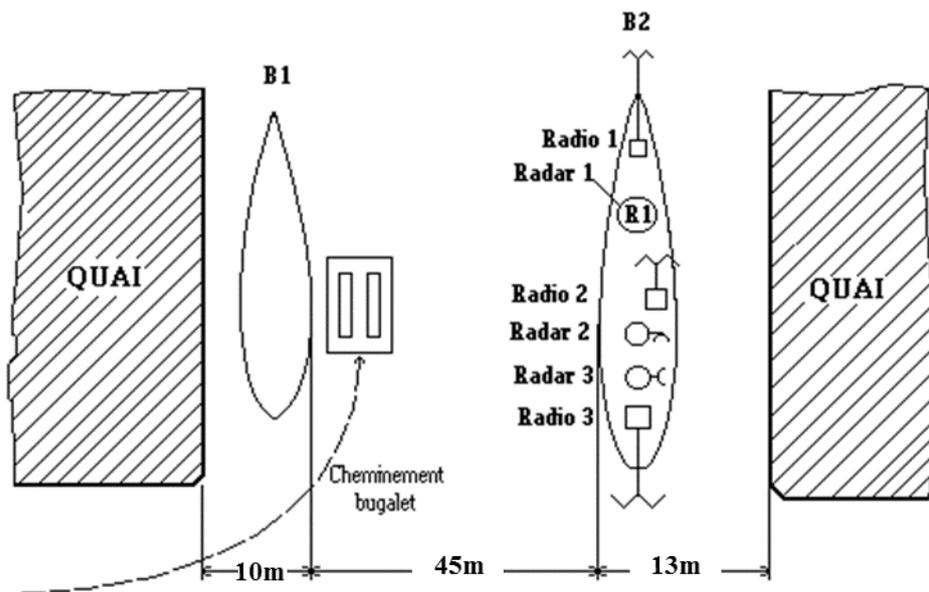
Il s'agit d'étudier d'un point de vue DRAM l'embarquement à quai, d'un missile à bord d'un bâtiment de surface B1 dans l'environnement électromagnétique généré par un bâtiment de surface B2.

Le transport du missile et son embarquement sont réalisés à l'aide d'un bugalet, dont la distance au bâtiment B2 est au minimum de 45 m (voir Figure E-1).

La distance entre le bâtiment B1 et le bâtiment B2 est également supérieure à 45 m.

Afin de simplifier la problématique, les hypothèses suivantes sont formulées :

- le bâtiment B1 n'est pas équipé de transmetteurs radio/radar,
- le bâtiment B2 n'est pas équipé de munitions.



**Figure E - 1 : Cheminement du bugalet**

### E.3.2. Application de la méthode des indices

#### E.3.2.1 Codage des émetteurs

Le codage des émetteurs est déterminé, à partir de leurs caractéristiques, par consultation du Tableau D-1.

Dans cet exemple le gain des antennes des émetteurs radio est inconnu.

Les codes DRAM ainsi obtenus sont donnés dans le Tableau E-3 :

Emetteur	Puissance moyenne (Watt)	Gain d'antenne (dBi)	Bande de fréquences (MHz)	Code TRAD de l'émetteur
Radar 1	6000	30	1200 - 1400	WA 14
Radar 2	1200	30	2800 - 3400	WB 13
Radar 3	35	36	9000	YB 11
Radio 1	1000	4,8 <sup>(1)</sup>	6 - 15	T7
Radio 2	300	4,8 <sup>(1)</sup>	6 - 15	T6
Radio 3	400	4,8 <sup>(1)</sup>	6 - 15	T7

(1) une valeur forfaitaire de 4,8 dB; a été retenue conformément au § 6.4.2.1

**Tableau E-3 : Codage des émetteurs**

## E.3.2.2 Codage de la munition

Le code SRAD du missile dans sa configuration stockage-transport est le suivant:

R6	T4	U3	V3	WA3	WB3	YA6	YB6	Z0 <sup>(1)</sup>
----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-------------------

<sup>(1)</sup> le missile n'a pas été évalué en bande Z, d'où un indice Z0

Note :

Le code SRAD du missile est disponible dans sa fiche munition-environnement ou bien dans la base de données DRAM diffusée aux opérationnels.

## E.3.2.3 Détermination de la distance de sécurité

Le Tableau D-1 permet de définir les distances de sécurité entre le missile et chaque émetteur du bâtiment B2 (Tableau E-4).

Emetteur	Radar 1	Radar 2	Radar 3	Radio 1	Radio 2	Radio 3
Code TRAD de l'émetteur	WA14	WB13	YB11	T7	T6	T7
Code SRAD de la munition <sup>(1)</sup>	WA3	WB3	YB6	T4	T4	T4
Distance de sécurité (m)	70	40	3	10	3	10

<sup>(1)</sup> dans la bande de fréquences d'utilisation de l'émetteur

**Tableau E-4 : Distances de sécurité obtenues par méthode des indices**

## E.3.2.4 Conclusion

L'émetteur radar 1 impose une restriction car la distance de sécurité de 70 m est supérieure à la distance de 45 m entre le missile et le bâtiment B2. Ce radar doit donc être hors de fonctionnement avant l'arrivée du bugalet et pendant toute la durée de l'embarquement du missile. Au cas où cette contrainte serait jugée inacceptable, il est nécessaire d'appliquer la méthode précise.

## E.3.3 Application de la méthode précise

## E.3.3.1 Calcul de la distance de sécurité

La distance minimale de sécurité à mettre en place autour d'une munition doit être supérieure à la distance caractéristique de la munition pour la bande de fréquences considérée.

La distance caractéristique de la munition dans la bande de fréquences du radar 1 est déterminée par l'application de la formule donnée au § 6.4.2.1 et rappelée ci-dessous:

$$d_c = \sqrt{\frac{k \cdot P_m \cdot G}{4\pi \cdot dP_{ad}}}$$

avec :

- G = 1000 (30 dB)
- P<sub>m</sub> = 6000 W
- k = 2 (réflexions sur superstructures métalliques)
- dP<sub>ad</sub> = 280 W/m<sup>2</sup> (environnement admissible de la munition dans la bande du radar 1)

Soit :

$$d_c = \sqrt{\frac{2 \cdot 6000 \cdot 1000}{4\pi \cdot 280}} = 58,4m$$

La distance de sécurité doit être supérieure à 58,4 m.

#### E.3.3.2 Conclusion

Malgré l'utilisation de la méthode précise, la distance de sécurité demeure supérieure à 45 mètres. La méthode précise ne permet pas de lever les restrictions d'emploi du radar 1, pour une émission à pleine puissance, lors de l'embarquement du missile.

Toutefois, la méthode précise permet de calculer la puissance d'émission maximale du radar 1, compatible d'une distance de sécurité de 45 m :

$$P_m = \frac{d_c^2 \cdot 4\pi \cdot dP_{ad}}{G \cdot k}$$

avec :

- $d_c$  = 45 m
- $G$  = 1000 (30 dB)
- $k$  = 2 (réflexion sur éléments métalliques)
- $dP_{ad}$  = 280 W/m<sup>2</sup> (environnement admissible de la munition dans la bande du radar 1)

Soit :

$$P_m = \frac{45^2 \cdot 4\pi \cdot 280}{1000 \cdot 2} = 3562W \approx 3500W$$

La puissance moyenne maximale d'émission du radar 1, autorisée pendant le transport et l'embarquement du missile, est donc de 3500 W.

#### ***E. 4. Chargement d'un missile sous aéronef et vol de l'aéronef armé sur une base aérienne***

##### E.4.1. Problématique

Cet exemple consiste à appréhender, pour un profil de vie d'une munition composé de deux phases distinctes :

- la méthode des indices,
- la méthode précise.

L'objectif est de lever les restrictions d'emploi et de réduire la puissance d'émission si besoin.

Il s'agit d'étudier d'un point de vue DRAM :

- le cheminement d'un missile vers un aéronef en vue de sa mise en poste (cf. Figure E-2),
- le cheminement de l'aéronef, équipé du missile, de l'aire de stationnement vers la piste d'envol, en passant par le chemin de roulement (cf. Figure E-3).

Ces différentes opérations se déroulent dans l'environnement électromagnétique de la base aérienne.

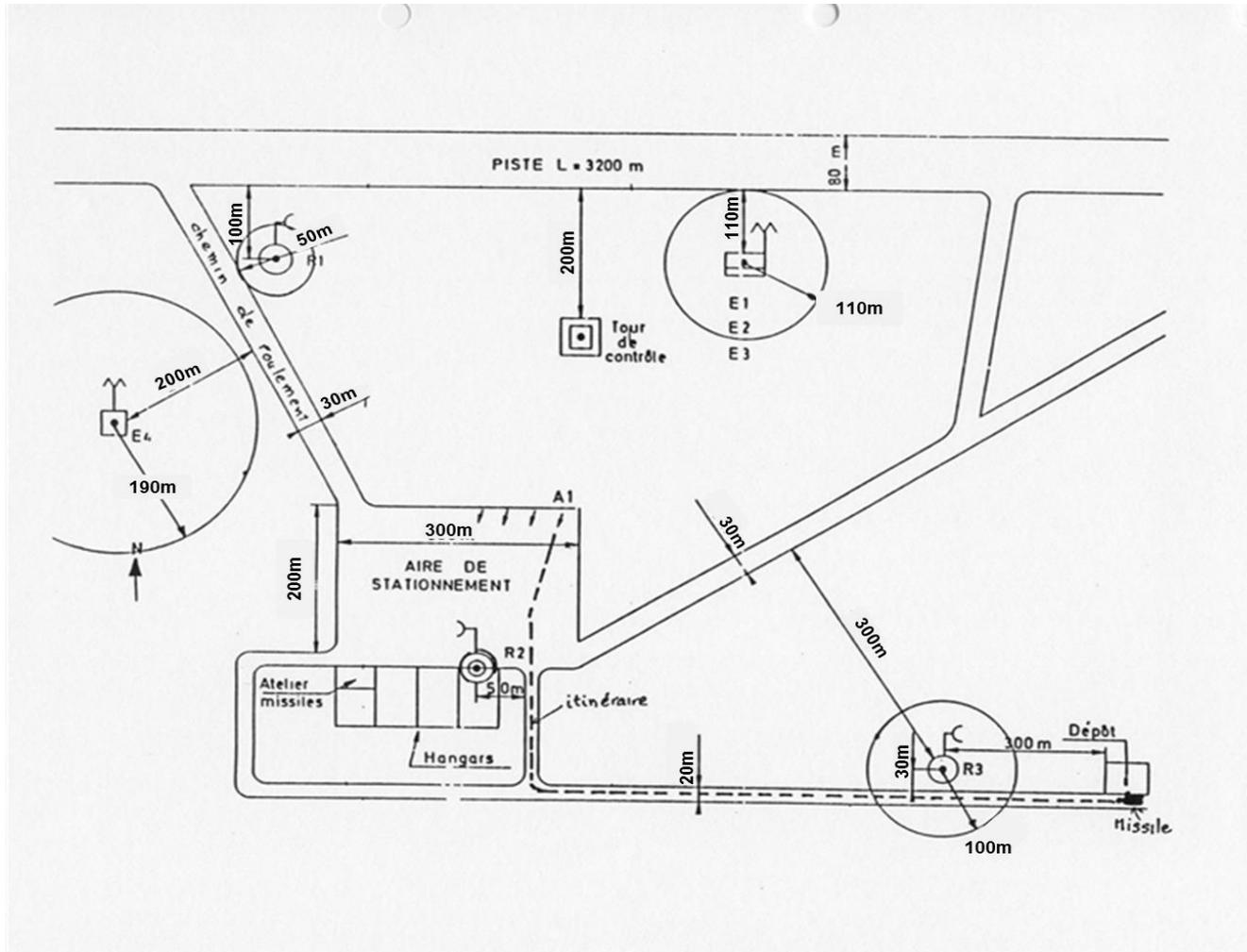


Figure E - 2 : Cheminement de la munition en conteneur

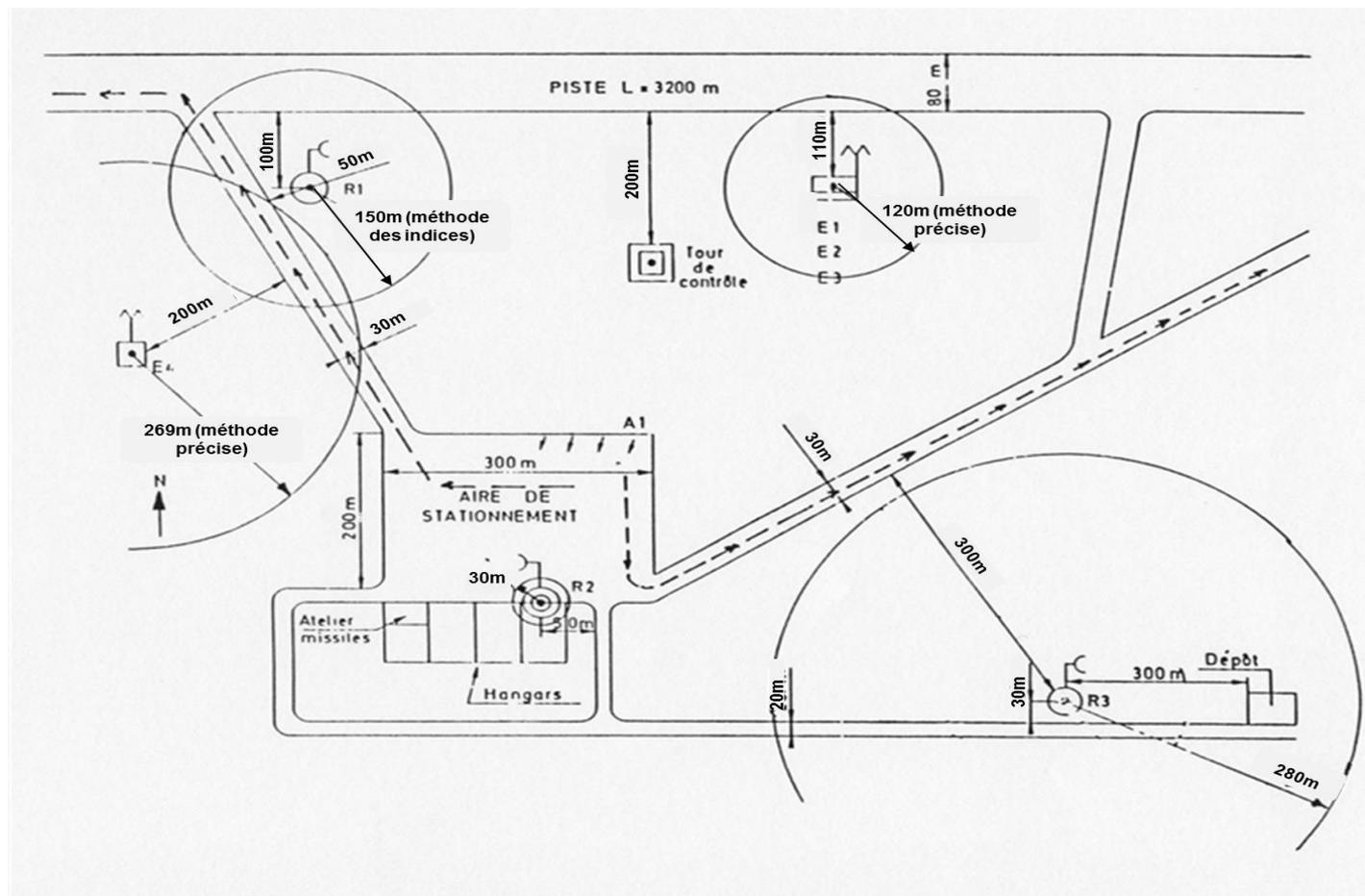


Figure E-3 Cheminement de l'aéronef vers piste d'envol

## E.4.2 Liste des émetteurs

Les émetteurs radio et radar sont repérés sur les Figures E-2 et E- 3 par les symboles suivants :

Emetteurs radio	Emetteurs radar
	

Les émetteurs présents sur la base ont les caractéristiques du Tableau E-5.

Emetteurs	Gamme de fréquences	Puissance moyenne (W)	Gain d'antenne (dBi)	Code TRAD de l'émetteur <sup>(2)</sup>
Radio 1 <sup>(1)</sup>	200 - 400 KHz	400	4,8	R6
Radio 2	100 - 156 MHz	20	5	U4 V4 <sup>(3)</sup>
Radio 3 <sup>(1)</sup>	6 - 24 MHz	1000	4,8	T7
Radio 4	6 - 30 MHz	5000	0	T8
Radar 1	3.08 - 3.2GHz	1000	20	WB11 (ou W11)
Radar 2	8 - 9.45 GHz	180	32	YA11YB11(Y11)
Radar 3	900 - 1200MHz	6000	20	WA12

<sup>(1)</sup> Le gain d'antenne de l'émetteur est inconnu. Un gain de 4,8 dB (3 en linéaire) est donc retenu.

<sup>(2)</sup> Les codes TRAD ont été déterminés à l'aide du tableau D-1.

<sup>(3)</sup> L'émetteur a une gamme de fréquences étalée sur deux bandes, d'où le double indice U4V4.

**Tableau E - 5 : Codage des émetteurs – missile seul**

## E.4.3 Elaboration des consignes de sécurité DRAM pour chaque phase du profil de vie

### E.4.3.1 Missile en conteneur (cheminement de la munition)

#### E.4.3.1.1 Méthode des indices

Le code SRAD du missile en conteneur (configuration stockage/transport) est le suivant :

R3	T1	U3	V3	W1	Y2	Z0
----	----	----	----	----	----	----

A l'aide du Tableau D-1, il est possible de déterminer les distances minimales à respecter, définies par le Tableau E-6 :

Emetteur	Radar 1	Radar 2	Radar 3	Radio 1	Radio 2		Radio 3	Radio 4
Code TRAD de l'émetteur	WB11	YA11YB11	WA12	R6	U4	V4	T7	T8
Code munition	W1	Y2	W1	R3	U3	V3	T1	T1
Distance en mètres	50	20	100	10	3	3	110	190

**Tableau E - 6 : Distances de sécurité obtenues par méthode des indices – missile seul**

La Figure E-2 met en évidence que le radar 3 pose un problème en raison d'une distance minimale de sécurité de 100 m autour de celui-ci. En effet, la route empruntée par le missile traverse la zone dangereuse autour du radar.

Il est donc nécessaire d'arrêter cet émetteur au moment du passage de la munition. Au cas où cette contrainte serait jugée inacceptable, il est nécessaire d'appliquer la méthode précise.

## E.4.3.1.2 Méthode précise

La distance minimale de sécurité à mettre en place autour d'une munition doit être supérieure à la distance caractéristique de la munition pour la bande de fréquences considérée.

La distance caractéristique de la munition dans la bande de fréquences du radar 3 est déterminée par l'application de la formule donnée au § 6.4.2.1 et rappelée ci-dessous :

$$d_c = \sqrt{\frac{k \cdot P_m \cdot G}{4\pi \cdot dP_{ad}}}$$

avec (pour le radar 3) :

- G = 100 (20 dB)
- P<sub>m</sub> = 6000 W
- k = 1 (pas de réflexions sur superstructures métalliques)
- dP<sub>ad</sub> = 28 W/m<sup>2</sup> (environnement admissible de la munition en conteneur dans la bande du radar 3)

Soit :

$$d_c = \sqrt{\frac{1 \cdot 6000 \cdot 100}{4\pi \cdot 28}} = 41m$$

Malgré l'utilisation de la méthode précise, la distance de sécurité demeure supérieure à 30 m.

La méthode précise ne permet pas de lever les restrictions d'emploi du radar 3, pour une émission à pleine puissance, lors du cheminement du missile.

Toutefois, la formule suivante, définie au § 6.4.2.2, permet de calculer la réduction de la puissance d'émission maximale du radar 3, compatible d'une distance de sécurité de 30 m :

$$20 \cdot \log\left(\frac{d_c}{d}\right) = 20 \cdot \log\left(\frac{41}{30}\right) = 2,7dB$$

Ceci revient à imposer une réduction de puissance d'environ 50% d'où une puissance de fonctionnement du radar 3 d'environ 3 kW (3165 W exactement).

Par conséquent, au moment du passage du missile en conteneur devant le radar 3, la puissance moyenne de celui-ci doit être au plus égale à 3165 W.

## E.4.3.2 Missile à poste sur aéronef

## E.4.3.2.1 Méthode des indices

Le code SRAD du missile dans sa configuration à poste sur aéronef est le suivant :

R2	T0	U2	V2	W0	Y1	Z0
----	----	----	----	----	----	----

A l'aide du Tableau D-1, il est possible de déterminer les distances minimales à respecter, définies par le Tableau E-7 .

Emetteur	Radar 1	Radar 2	Radar 3	Radio 1	Radio 2		Radio 3	Radio 4
Code TRAD de l'émetteur	WB11	YA11YB11	WA12	R6	U4	V4	T8	WB11
Code munition	W0	Y1	W0	R2	U2	V2	T0	T0
Distance (m)	150	30	280	20	10	10	620	1100

**Tableau E - 7 : Distances de sécurité obtenues par méthode des indices – missile à poste**

La Figure E-3 met en évidence que les émetteurs radio 1, radio 2 et radar 2 ne posent pas de problème. Il suffit de veiller pour l'émetteur radar 2 à ne pas s'approcher, sur l'aire de stationnement, à moins de 30 m de celui-ci.

En revanche, il existe un risque DRAM pour les émetteurs radio 3, radio 4 et radar 1. En effet, la piste empruntée par l'aéronef armé traverse les zones dangereuses de ces émetteurs. Il est alors nécessaire de recourir à la méthode précise.

#### E.4.3.2.2 Méthode précise

##### Radio 3 :

La distance caractéristique de la munition dans la bande de fréquences de la radio 3 est déterminée par l'application de la formule donnée au § 6.4.2.1 et rappelée ci-dessous :

$$d_c = \sqrt{\frac{30 \cdot k \cdot P \cdot G}{E_{ad}^2}} = 120m$$

avec :

- G = 3 (4,8 dB)
- P<sub>m</sub> = 1000 W
- k = 1 (pas de réflexions sur superstructures métalliques)
- E<sub>ad</sub> = 2,5 V/m (environnement admissible en bande T du missile à poste sur aéronef, issu de la fiche munition-environnement)

##### Radio 4 :

La distance caractéristique de la munition dans la bande de fréquences de la radio 4 est déterminée par l'application de la formule donnée au § 6.4.2.1 et rappelée ci-dessous :

$$d_c = \sqrt{\frac{30 \cdot k \cdot P \cdot G}{E_{ad}^2}} = 269m$$

avec :

- G = 3 (4,8 dB)
- P<sub>m</sub> = 5000 W
- k = 1 (pas de réflexions sur superstructures métalliques)
- E<sub>ad</sub> = 2,5 V/m (environnement admissible en bande T du missile à poste sur aéronef, issu de la fiche munition-environnement)

##### Radar 1 :

La distance caractéristique de la munition dans la bande de fréquences du radar 1 est déterminée par l'application de la formule donnée au § 6.4.2.1 et rappelée ci-dessous :

$$d_c = \sqrt{\frac{k \cdot P_m \cdot G}{4\pi \cdot dP_{ad}}} = 34,5m$$

avec :

- G = 100 (20 dB)
- P<sub>m</sub> = 1000 W
- k = 1 (pas de réflexions sur superstructures métalliques)
- dP<sub>ad</sub> = 6,6 W/m<sup>2</sup> (environnement admissible en bande W du missile M1 à poste sur aéronef A1, issu de la fiche munition-environnement)

##### Conclusion :

Le radar 1 n'impose plus de contraintes. Toutefois, les émetteurs radio 3 et 4 présentent toujours des restrictions d'emploi.

Pour l'émetteur radio 3 la réduction de puissance d'émission au moment du passage de l'aéronef armé doit être de :

$$20 \cdot \log\left(\frac{d_c}{d}\right) = 20 \cdot \log\left(\frac{120}{100}\right) = 1,6dB$$

Celle-ci correspond à une puissance d'émission de 700 W.

Pour l'émetteur radio 4, afin que la distance  $d_c$  soit inférieure à 200 m, un calcul analogue conduit à une réduction de 2,6 dB.

### E.5 Cohabitation de deux systèmes d'armes terrestres

#### E.5.1. Problématique

Cet exemple consiste appréhender, pour un profil de vie d'une munition composé de deux phases distinctes :

- la méthode des indices,
- la méthode précise.

Il s'agit d'étudier d'un point de vue DRAM le déploiement sur le terrain d'une batterie de missiles sur véhicule chenillé (BAT), associée à un poste de commandement PC, et d'un système d'armes sol-air (ANT). Les deux systèmes d'armes doivent être positionnés à proximité et sont équipés de munitions et d'émetteurs radio/radar.

Le système d'armes ANT a un classement « DRAM JAUNE ».

La Figure E-4 décrit la situation opérationnelle :

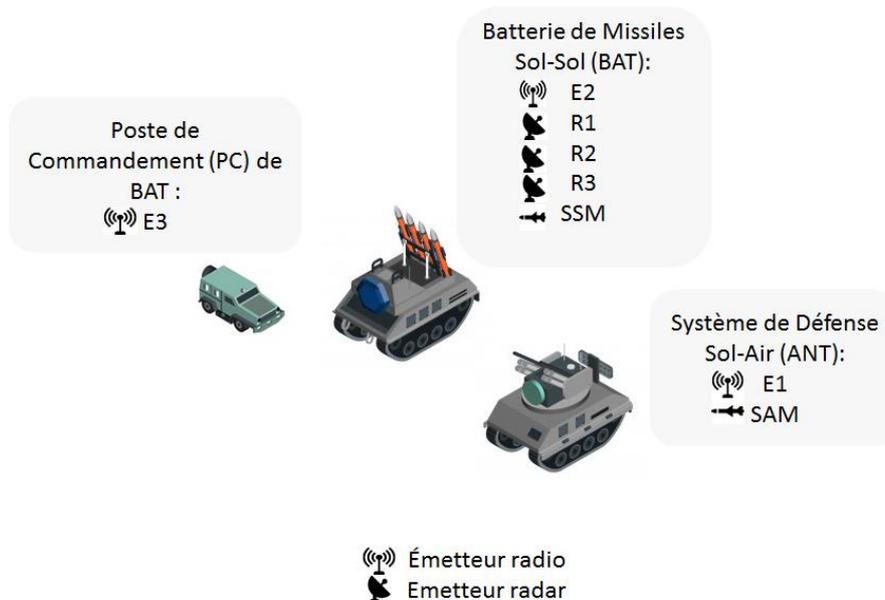


Figure E - 4 : Cohabitation de 2 systèmes d'armes terrestres

L'étude DRAM peut se décomposer selon trois aspects:

- cas 1 : influence de l'émetteur radio E1 du système ANT sur les missiles SSM de BAT,
- cas 2 : influence des émetteurs radio-radar du véhicule chenillé de BAT (E2, R1, R2, R3) sur les missiles SAM de ANT,
- cas 3 : influence de l'émetteur radio du PC de BAT (E3) sur le système d'armes ANT.

L'influence de l'émetteur E2 sur les missiles SSM et de l'émetteur E1 sur les missiles SAM n'est pas étudiée car les missiles ont fait l'objet d'une évaluation DRAM à poste vis-à-vis des émetteurs internes de leurs systèmes d'armes et ne présentent pas de restrictions d'emploi.

### E.5.2. Liste des émetteurs

Les caractéristiques des émetteurs radio et/ou radar connues des utilisateurs sont décrites par le Tableau E-8 .

Cas	Emetteur	Gamme de fréquences	Puissance (W)	Gain d'antenne (dBi)	Observations
1	Radio E1	26 - 72MHz	1000	0	Antenne omni-directionnelle
2	Radio E2	26 - 72MHz	15	0	Antenne omni-directionnelle
	Radar R1	1,3GHz	200	20	
	Radar R2	16GHz	20	40	
	Radar R3	16GHz	100	40	
3	Radio E3	2 - 12MHz	100	0	Antenne omni-directionnelle

**Tableau E - 8 : Caractéristiques des émetteurs**

### E.5.3. Application de la méthode des indices

#### E.5.3.1. Codage des émetteurs

Les codes TRAD obtenus sont les suivants :

Emetteur du système ANT	radio E1 : T7 U7
Emetteurs du système BAT	radio E2 : T3 U3
	radar R1 : W9
	radar R2 : Y11
	radar R3 : Y13
	radio E3 : T5

#### E.5.3.2. Codage des munitions

Les codes SRAD connus des utilisateurs sont les suivants :

##### Missile SSM :

R5	T2	U2	V3	W4	Y5	Z4
----	----	----	----	----	----	----

(code SRAD en configuration à poste)

##### Missile SAM :

R6	T1	U1	V3	W0	Y2	Z3
----	----	----	----	----	----	----

(code SRAD en configuration à poste)

## E.5.3.3 Détermination des distances de sécurité

A l'aide du Tableau D-1, il est possible de déterminer les distances minimales à respecter, définies par le Tableau E-9 :

Cas	1	2	2	2	2	3
Emetteur	radio E1	radio E2	radar R1	radar R2	radar R3	radio E3
Système	BAT	ANT	ANT	ANT	ANT	ANT
Distance (m)	40	20	50	20	50	40

**Tableau E - 9 : Distances de sécurité obtenues par méthode des indices**

## E.5.3.4 Conclusion

**Cas 1 :**

BAT ne doit pas passer à une distance inférieure à 40 m de ANT.

**Cas 2 :**

Le véhicule chenillé de BAT ne doit passer à moins de 50 m de ANT.

**Cas 3 :**

Le PC de BAT ne doit pas être positionné à une distance de ANT inférieure à 40 m.

Il n'y a donc aucune restriction radio-radar si la distance entre les deux systèmes d'armes BAT (y compris son PC) et ANT reste supérieure à 50 m.

Compte tenu des matériels concernés, cette distance est acceptable. Toutefois, la méthode précise peut permettre de la réduire.

## E. 5.4. Application de la méthode précise

## E.5.4.1 Calcul des distances de sécurité

L'application des formules de la méthode précise permet d'établir le Tableau E-10, dans lequel les valeurs d' $E_{ad}$  et  $dP_{ad}$  sont les niveaux d'environnement admissible résultant des évaluations DRAM relatives :

- au missile SSM concernant le cas 1,
- au missile SAM concernant les cas 2 et 3.

Cas	Emetteur	G (dB)	Antenne	k	$P_m$ (W)	$E_{ad}$ (V/m)	$dP_{ad}$ (W/m <sup>2</sup> )	$d_c$
1	radio E1	0	Omni-directionnelle.	1	1000	10	/	30 m
2	radio E2	0	Omni-directionnelle	1	15	8	/	4,5 m
	radar R1	20	Directionnelle	1	200	/	2 W/m <sup>2</sup>	28 m
	radar R2	40	Directionnelle	1	20	/	100 W/m <sup>2</sup>	12 m
	radar R3	40	Directionnelle	1	100	/	100 W/m <sup>2</sup>	28 m
3	radio E3	0	Omni-directionnelle	1	100	60	/	1,5 m <sup>(1)</sup>

(1) Cette distance doit être ramenée à 3 m car elle est inférieure à la zone d'induction de l'antenne.

**Tableau E - 10 : Distances de sécurité obtenues par méthode précise**

#### E.5.4.2 Conclusion

**Cas 1 :**

La seule contrainte est que le véhicule chenillé de BAT (missiles SSM) ne doit pas passer à une distance inférieure à 30 m de ANT.

**Cas 2 :**

Le véhicule chenillé de BAT doit passer à plus de 28 m du missile ANT (missiles SAM).

**Cas 3 :**

Le PC de BAT doit être tenu à une distance supérieure à 3 m du missile SAM de ANT (zone d'induction de l'émetteur E1).

Il n'y a donc aucune restriction radio-radar si la distance entre les deux systèmes d'armes BAT et ANT reste supérieure à 30 m.

La méthode précise a permis de réduire les distances de sécurité dans deux des cas:

- cas 2 : réduction de la distance caractéristique de 50 m à 28 m,
- cas 3 : réduction de la distance caractéristique de 40 m à 3 m.