

## Chapitre 1 :

### Introduction a la CEM Terminologie- Définition, Contexte et Enjeux.

## 1.1 Introduction

Ce chapitre expose les notions de base de la (CEM) et les principes liés à ce domaine.

L'art de la compatibilité électromagnétique (CEM) consiste à permettre le fonctionnement correct et optimal de tout dispositif électrique en présence d'autres de manière à limiter leurs perturbations émises et à améliorer leur insensibilité aux agressions venant de l'extérieur.

De cette définition découlent trois pôles d'intérêt : l'étude des sources de perturbations, l'étude des couplages et, enfin, l'étude de l'impact des perturbations sur une (victime). Les études CEM ont pour but d'améliorer la cohabitation entre les éléments susceptibles d'émettre des perturbations électromagnétiques et/ou d'y être sensibles. Ainsi nous allons dans un premier temps définir ce qu'est exactement la CEM. Ensuite nous verrons leurs aspects fondamentaux et l'origine des perturbations, enfin nous présenterons les activités liées à la compatibilité électromagnétique.

## 1.2 Notions introductives à la compatibilité électromagnétique

### 1.2.1 Définition de la Compatibilité Electromagnétique CEM

La Compatibilité Electromagnétique (CEM) ou (EMC) électromagnétique compatibility (en appellation anglaise) est l'aptitude d'un dispositif, d'un appareil ou d'un système à conserver sa fonction dans un environnement électromagnétique, tout en produisant un niveau de perturbations compatible avec son environnement.

La compatibilité électromagnétique prend ainsi un triple aspect [1, 2, 4] :

- ✓ Tout appareil fonctionne de façon satisfaisante dans son environnement électromagnétique. Cela signifie que chaque appareil résiste aux agressions que constituent les perturbations provenant du milieu, et donc qu'il est immunisé contre celles-ci : son niveau d'immunité est suffisamment élevé.
- ✓ aucun appareil ne doit produire lui-même de perturbations électromagnétiques intolérables pour tout ce qui se trouve dans son environnement. On comprend que son niveau d'émission de perturbations pour ledit environnement doit être suffisamment bas pour que tout ce qui figure dans cet environnement lui soit insensible.

✓ Ne pas interférer avec lui-même (auto-compatibilité).

La figure 1.1 montre un environnement contemporain constitué de systèmes fonctionnant avec des faisceaux hertziens et d'autres reliés à des réseaux d'alimentation voire de communication [9-10].



Figure1.1: Environnement électromagnétique.

### 1.2.2 Quelques définitions

**a) Composants électronique ou électrique:** Élément seul possédant une fonction intrinsèque destiné à être assemblé avec d'autres éléments pour former un appareil électronique ou électrique.

**b) Appareils:** Produit fini constitué d'ensemble de composants et possédant une fonction intrinsèque destiné à une utilisation finale et/ou à être installé dans un système.

**c) Système:** Association de plusieurs appareils conçus pour fonctionner ensemble et/ou à être associé à une installation.

**d) Dispositif électronique ou électrique:** Ensemble de composants donc appareils et aussi ensemble d'appareils donc système.

**e) Installation :** Mise en place d'appareils ou de systèmes dans un lieu donné.

**f) Perturbation Electromagnétique:** Tout signal indésirable produit par un matériel susceptible de gêner le fonctionnement d'autres équipements, la perturbation étant un signal se propageant par rayonnement ou par conduction.

On dénombre deux types de propagation de ce signal parasite:

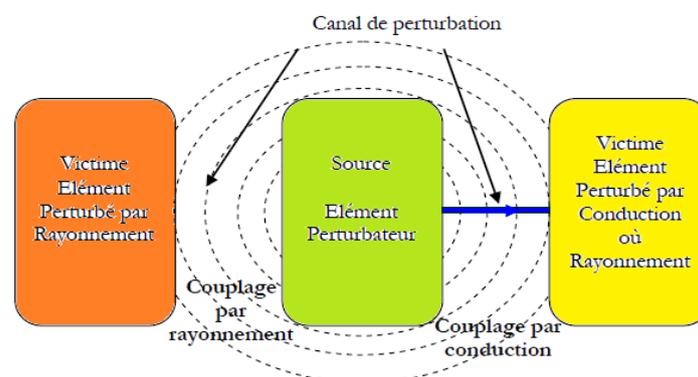
- ✓ la propagation par rayonnement, (on parlera de couplage en mode rayonné).
- ✓ la propagation par conduction (couplage en mode conduit)

**g) Le couplage en mode rayonné:** Propagation de perturbation électromagnétique dans l'air, c'est un couplage par onde électromagnétique engendré par des courants et des tensions. Ce mode de couplage est décrit par les équations de Maxwell qui sont une généralisation des lois d'Ampère et de Faraday.

**h) Le couplage en mode conduit:** Circulation du courant dans les milieux conducteur, c'est couplage qui se fait par les conducteurs et leurs composants électriques associés. Ce mode de couplage est régi par les lois classiques de l'électricité, loi des mailles, théorèmes de Norton, Thévenin où les phénomènes parasites sont engendrés par des éléments (capacitifs, inductifs, résistifs) qu'il faut impérativement identifier.

En pratique les problèmes sont traités grâce au concept source/victime (Figure 1.2). En effet, lors de l'analyse d'une perturbation électromagnétique, on constate que le problème englobe trois éléments [1,5-7] :

- 1) Une source de perturbation qui émet de l'énergie électromagnétique,
- 2) Un canal de couplage au travers duquel l'énergie de ces perturbations,
- 3) Un récepteur qui capte cette énergie, la traite et la superpose à sa fonction normale.



**Figure 1.2:** Transmission des perturbations électromagnétiques

Si les perturbations reçues par ce dernier sont trop élevées et provoquent des interférences, on parle alors de victime de ces perturbations.

## 1.3 Amélioration de la CEM

L'amélioration de la CEM est obtenue par différents types d'actions [1, 7,10] :

### 1 Diminution des sources externes :

Par exemple, nous pouvons réduire les perturbations dues aux décharges électrostatiques en augmentant l'humidité des locaux, en utilisant un sol antistatique, etc.

### 2. Augmentation de la susceptibilité :

Un système électronique peut être "durci" en choisissant les composants les moins sensibles aux perturbations (différentes familles technologiques : TTL, CMOS etc.).

### 3. Réduction des couplages :

Pour une source externe déterminée, le niveau de perturbations reçues par un appareillage dépend des couplages, c'est à dire du chemin de propagation entre la source et la victime.

## 1.4 Niveaux de compatibilité

La relation fondamentale qui existe entre niveau de perturbation et niveau d'immunité. Dans le même esprit, on définit conventionnellement un niveau de compatibilité comme la valeur maximale spécifiée du niveau de perturbation susceptible d'être appliqué à un appareil, équipement ou système opérant dans des conditions données.

### a) Emission :

Production et propagation de perturbation électromagnétiques. Autrement émission (normes aérospatiales) ou perturbations (normes industrielles) désignent les signaux volontaires ou non dont la propagation est de nature à nuire au bon fonctionnement des appareils ou à la santé des êtres vivants situés au voisinage ; c'est le pouvoir perturbateur d'un équipement électrique

### b) Immunité:

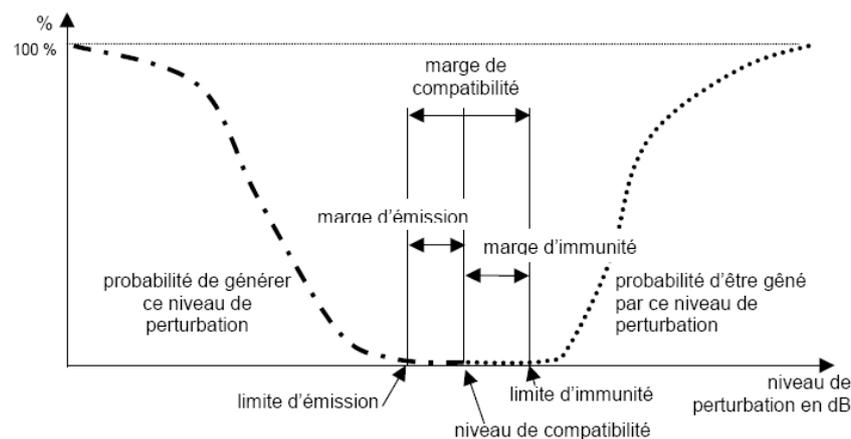
Fonctionnement d'un appareil ou d'un système ou d'une installation d'une manière satisfaisante dans un environnement électromagnétique. Autrement, l'immunité désigne un comportement d'un appareil en réponse à une contrainte externe, jugé

incompatible avec une utilisation normale. L'immunité est aussi appelé la susceptibilité (c'est la capacité d'un dispositif d'être perturbé par l'extérieur).

Tout équipement électrique est à la fois source de perturbations (aspect émission) et victime de perturbations (aspect immunité) et cet équipement peut émettre ou recevoir des perturbations par trois voies distincts : par Conduction et/ou par Rayonnement et/ou par Ionisation d'isolants (principalement l'air).

### 1.5 Marge de compatibilité

Pour garantir la CEM, il faut étudier l'environnement électromagnétique des systèmes, c'est-à dire, les niveaux d'émission et d'immunité, et s'assurer de leur bon fonctionnement en les situant dans les marges imposées par les normes CEM comme illustre la figure1.3. [7, 13,18].



**Figure1.3:**La marge de la compatibilité en fonction des perturbations.

- 1) **Niveau d'immunité** : Il s'agit du niveau à partir duquel il y a dysfonctionnement d'un matériel ou d'un système
- 2) **Niveau de compatibilité** : c'est le niveau maximal de perturbation auquel on peut s'attendre dans un environnement donné.
- 3) **Niveau d'émission** : c'est le niveau maximal d'émission de perturbation que ne doit pas dépasser un matériel.
- 4) **Marge d'immunité** : c'est la marge qui existe entre le niveau de compatibilité et le niveau de limite d'immunité.
- 5) **Marge d'émission** : c'est la marge qui existe entre le niveau de compatibilité et le niveau de limite d'émission.

Le niveau de compatibilité ne doit pas être considéré comme un niveau de perturbation défini, mais comme une valeur de référence conventionnelle, sur laquelle on se basera pour la coordination entre le niveau de perturbation et le niveau d'immunité (essais).

## 1.6 Champ d'action de la CEM

Le champ d'action de la CEM est très vaste, on distingue [3-7]:

- Les phénomènes physiques (foudre, décharges électrostatiques, rayonnements, courants conduits),
- Les domaines d'application tels que les télécommunications, les équipements spatiaux et militaires, le contrôle commande, l'instrumentation et l'électronique de puissance... etc.
- La gamme de fréquence (quelques Hz à quelques dizaines de GHz).

On peut donc délimiter trois principaux centres d'étude, comme indiqué sur la figure 1.4 [3, 5, 8]:

- Les sources de perturbation
- Leur mode de couplage et de propagation
- Les effets des perturbations sur les victimes, qui correspondent au concept de susceptibilité électromagnétique.



Figure 1.5: Synoptique d'un problème CEM.

## 1.7L'objectif de la CEM

La compatibilité électromagnétique (CEM) est la discipline qui a pour objet d'étudier les problèmes de cohabitation électromagnétique, sa vocation est [3,7] :

- ✓ D'étudier les transferts d'énergie non intentionnels entre systèmes électriques et/ou électroniques ;
- ✓ De mettre au point des procédés permettant de limiter les perturbations électromagnétiques émises et ainsi de satisfaire à la réglementation en vigueur ;

- ✓ De mettre au point des procédés permettant d'accroître l'immunité des systèmes aux parasites dans des limites faisant également l'objet de réglementations.

## 1.8 Conclusion

Ce chapitre regroupe un ensemble d'information nous permettant d'élargir nos connaissances sur la notion de la compatibilité électromagnétique (CEM), et les techniques de couplage électromagnétique.

De plus, nous définissons les aspects fondamentaux de la compatibilité électromagnétique (CEM), de déterminer ces phénomènes et classer les perturbations. On peut dire que la CEM est une notion de paix qui agit pour la coexistence entre les systèmes ou équipements, donc la CEM est un objectif fonctionnel.

Nous avons en effet constaté que pour une compréhension claire des phénomènes de la CEM, le canal de propagation porte une grande importance sur le sujet. Nous nous proposons donc dans le prochain chapitre une étude détaillée sur les couplages électromagnétique.