

QU'EST CE QU'UN CHAMP ELECTROMAGNETIQUE ?

Alain AZOULAY
Azoulay Consultant
alain@radiocem.com

1. Introduction

Définir un champ électromagnétique de façon simple est un objectif ardu. Néanmoins, en partant de considérations classiques, il est possible d'en avoir une bonne idée.

Si la notion de champ (ou autrefois appelé parfois fluide) est connue depuis des siècles, c'est James Clerk Maxwell qui a posé les pierres de la théorie de l'électromagnétisme vers 1850. La vérification pratique par Heinrich Hertz en Allemagne, puis par Edouard Branly en France, d'un effet des champs électromagnétiques à distance n'a eu lieu qu'environ 20 années après la publication de la théorie Maxwell.

2. Fondements du champ électromagnétique

On a tous frotté dans notre jeunesse une règle en plastique avec un chiffon et attiré quelques petits bouts de papiers. Si cette petite expérience fonctionne, c'est qu'en frottant l'extrémité de la règle, on a arraché quelques électrons, on a donc chargé cette règle et on a créé par conséquent autour de son extrémité une zone de champ électrostatique. A ce champ est associée une force proportionnelle à la charge et à l'intensité de champ, force qui permet l'attraction de petits éléments de papier très légers, mais à faible distance.

De façon plus générale, dès qu'une charge électrique est isolée, elle crée autour d'elle un champ électrique E qui s'atténue lorsque la distance à la charge augmente. Si elle est en mouvement, c'est-à-dire si un courant électrique circule le long d'un conducteur, ce courant crée autour de lui un champ électromagnétique défini par un champ électrique E et un champ magnétique H (symbolisés par des vecteurs).

A la place du champ magnétique H (et en particulier dans les questions d'exposition des personnes), on utilise souvent l'induction magnétique B qui est proportionnelle à H et qu'on appelle parfois (à tort) champ magnétique.

Les unités du système international sont les suivantes :

- Pour le champ électrique (E), le volt par mètre (V/m)
- Pour le champ magnétique (H), l'ampère par mètre (A/m)
- Pour l'induction magnétique (B), le tesla (T) ou weber/m² (Wb/m²).

Le champ électromagnétique, aussi abstrait qu'il puisse paraître, possède des propriétés particulières et est essentiellement connu par ses effets de proximité ou à plus grande distance sur d'autres corps (par exemple : la réception de la radio ou du téléphone portable). Ses propriétés et ses effets sont directement liés à l'intensité et à la variabilité du courant dans le temps ainsi qu'aux caractéristiques du circuit sur lequel le courant électrique circule.

De façon générale, on peut dire que l'amplitude du champ électromagnétique (couple E , H) décroît lorsque la distance au circuit croît. L'onde associée à ce champ électromagnétique se propage donc en s'atténuant avec la distance et transporte de la puissance sous forme d'une certaine densité surfacique de puissance (ou densité de puissance).

Deux paramètres importants de la variabilité du courant donc du champ électromagnétique dans le temps sont sa fréquence F (Unité : le hertz Hz) et dans l'espace, sa longueur d'onde

associée (unité : le mètre). La répartition en fréquence des champs électromagnétiques va permettre de définir le spectre des fréquences.

On a pris l'habitude de « découper » le spectre des fréquences en grandes catégories selon les applications ou les effets. Il faut également ajouter le domaine statique (champs continus ou dont la fréquence est inférieure à 1 Hz selon la Directive).

Rayonnements non ionisants				Rayonnements ionisants			
Extrêmement Basses fréquences	Radiofréquences	Rayonnement Infrarouge	Lumière visible	Ultra violet	Rayons X	Rayons Gamma	
Fréquences (Hz) 50 10 ²	9.10 ³	3.10 ¹²	10 ¹⁴	10 ¹⁶	10 ¹⁸	10 ²⁰	10 ²²

Parmi les sources d'émission de champs électromagnétiques, on distingue les sources d'émissions intentionnelles (principalement les émetteurs radioélectriques et certains appareils industriels autorisés) des sources d'émissions non intentionnelles (tous les appareils ou installations électriques et électroniques).

3. Contexte spécifique à la Directive Européenne 2013/35/UE

Dans le contexte de l'exposition des personnes, certaines grandeurs dépendantes de la fréquence ont été définies dans la Directive Européenne pour établir des limites d'exposition des travailleurs, distinguant des effets non thermiques pour les fréquences inférieures à 10 MHz et des effets thermiques pour les fréquences de 100 kHz à 300 GHz, en l'occurrence :

- Des **grandeurs associées à des valeurs limites d'exposition (VLE)** correspondant à des champs électriques induits en interne dans le corps, à l'absorption spécifique, au débit d'absorption spécifique, à la densité surfacique de puissance pour les hyperfréquences ou encore à l'induction magnétique pour les champs statiques.
- Des **grandeurs associées aux valeurs déclenchant l'action (VA)** correspondant au champ électrique et au champ (induction) magnétique externes compris entre 1 Hz et 10 MHz, au courant de contact jusqu'à 10 MHz, à l'induction magnétique statique, aux champs électriques et magnétiques entre 100 kHz et 300 GHz et aux courants de contact d'état stable variant dans le temps entre 100 kHz et 110 MHz et aux courants induits dans les extrémités aux fréquences comprises entre 10 et 110 MHz.

En effet, si on analyse les mécanismes de couplage entre une onde électromagnétique et le corps humain, on va considérer soit ce qui se passe au niveau du corps, en surface ou en interne : ce seront les grandeurs associées aux VLE, soit la valeur du champ électromagnétique en l'absence du corps, ce seront alors les grandeurs associées aux VA. Il est évidemment plus simple de mesurer ces dernières, dans la plupart des cas.

4. Conclusion

A partir de la compréhension du phénomène physique des champs électromagnétiques, on pourra aborder la Directive Européenne 2013/35/UE dans de meilleures conditions et appréhender plus facilement toutes les grandeurs et les limites associées aux exigences de cette Directive.