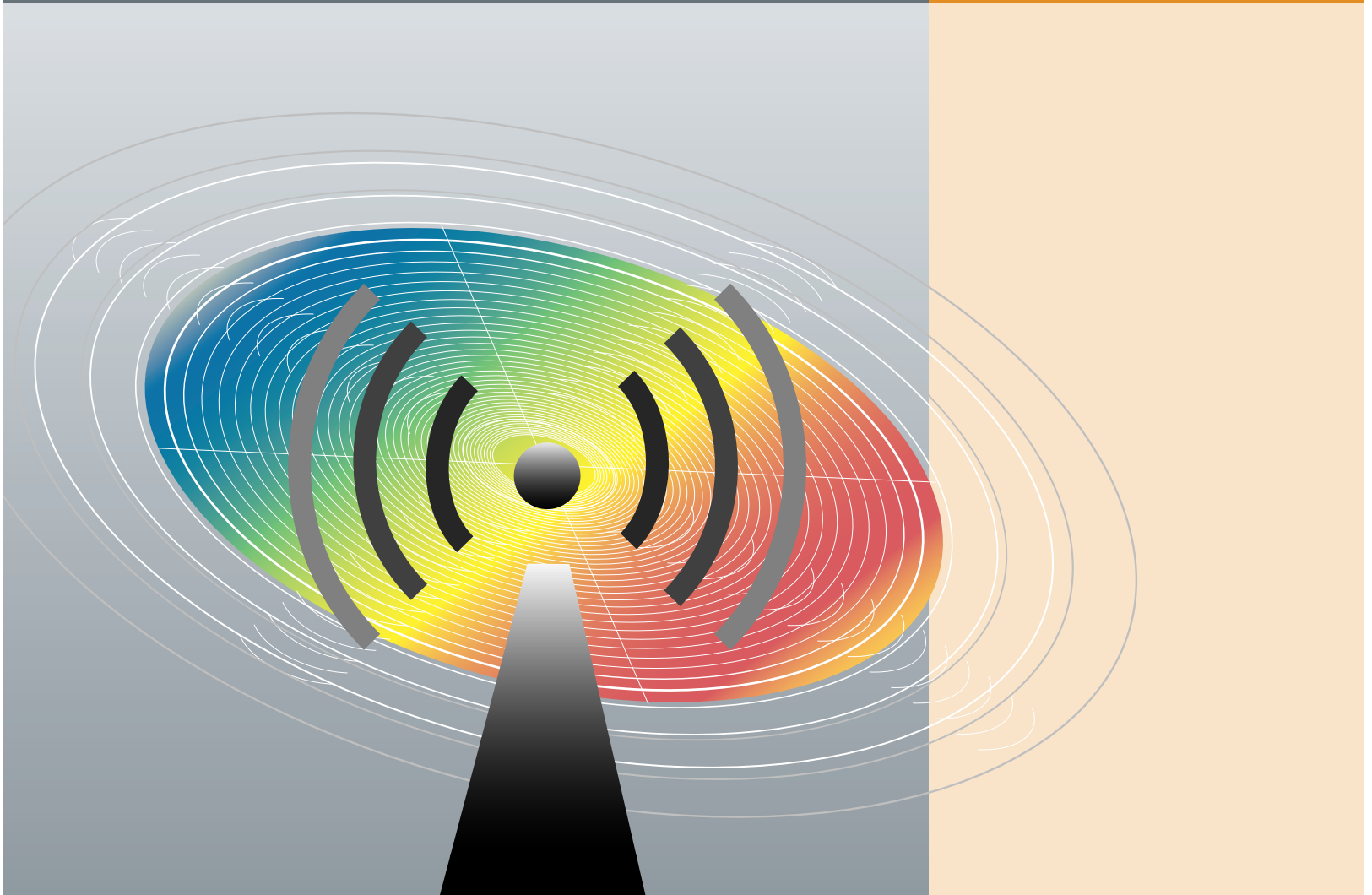


CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

ED 4201



Généralités sur les rayonnements non ionisants jusqu'à 300 GHz

Les champs électriques, magnétiques et les ondes électromagnétiques sont de plus en plus présents dans notre vie quotidienne. Ils font partie de notre environnement physique au même titre que le bruit, la chaleur, les vibrations, la lumière mais ils ne sont pas perçus directement par nos sens.

En moins de cent ans, l'intensité des champs électromagnétiques auxquels nous sommes exposés a augmenté considérablement. L'usage de l'électricité est une source impor-

tante de rayonnements non ionisants (RNI) mais également toutes les transmissions du type télévision, radio et téléphonie mobile.

Cette fiche présente les notions de base sur les origines et la nature des champs électromagnétiques. Elle introduit une série de fiches thématiques portant sur l'exposition professionnelle aux champs électromagnétiques (sources, effets, réglementation, applications...) et les mesures de prévention associées.

ORIGINES DES CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

Les champs électriques et magnétiques d'intensité très variable peuvent avoir différentes origines :

■ **Naturelle** : par exemple le champ magnétique terrestre (déviation de la boussole), le rayonnement émis par l'activité électrique des êtres vivants (signaux électro-physiologiques

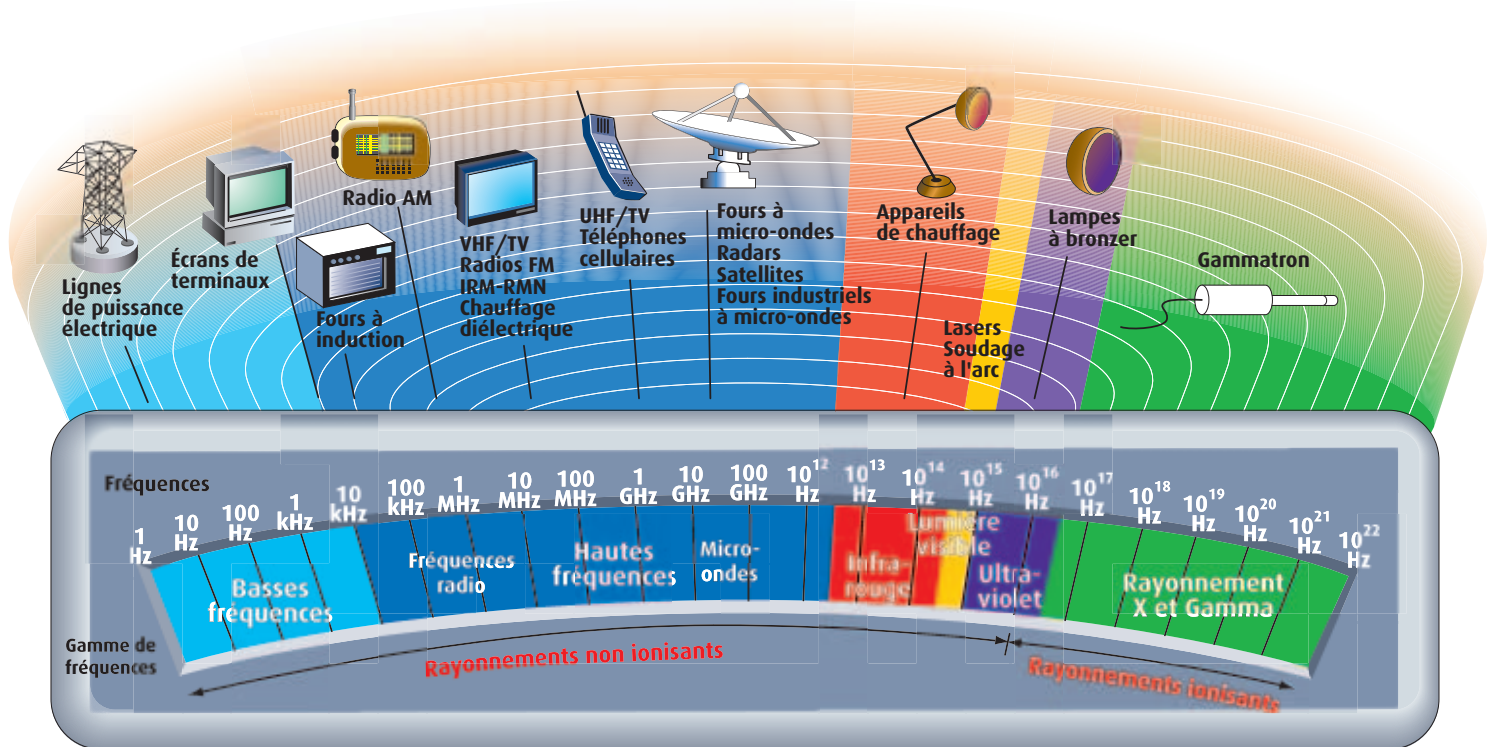


Figure 1. Le spectre électromagnétique.

EEG, ECG), par les étoiles ou lors de la chute de la foudre.

■ Artificielle :

- **domestique** : avec la présence de lignes électriques dans les habitations, l'utilisation du téléphone portable, de la télévision, de fours à micro-ondes, de plaques de cuisson à induction, d'alarmes et de tout appareil électroménager... ;
- **environnementale** : les lignes à haute tension, les relais de téléphonie mobile, les relais de radio-télédiffusion, les radars, portiques de détection de métaux... ;
- **médicale** : bistouri électrique, imagerie par résonance magnétique (IRM), diathermie... ;
- **professionnelle** : de nombreuses applications telles que les électrolyseurs, les fours à induction, les presses à hautes fréquences utilisent les propriétés de l'électromagnétisme.

SPECTRE ÉLECTROMAGNÉTIQUE

L'ensemble des fréquences constitue le spectre électromagnétique (cf. figure 1).

Les champs électromagnétiques concernés par cette fiche ont une fréquence qui va jusqu'à 300 GHz comprenant : les basses fréquences (BF) jusqu'à 10 kHz, les hautes fréquences (HF) de 10 kHz à 300 GHz, elles-mêmes incluant les radiofréquences (RF) et les micro-ondes (ou hyperfréquences).

Aux fréquences supérieures se situent les rayonnements optiques (infra-rouges [IR], lumière visible, ultra-violets [UV]), puis les rayonnements ionisants (α et γ).

NOTION DE CHAMP ÉLECTRIQUE, CHAMP MAGNÉTIQUE ET ONDE ÉLECTROMAGNÉTIQUE

Le champ **électrique** est consécutif à la présence d'une **tension**, tandis que le champ **magnétique** est présent quand il y a **circulation d'un courant**. Ils peuvent donc exister indépendamment l'un de l'autre. L'exemple de la lampe raccordée à la prise de courant illustre ce phénomène (cf. figure 2).

Lorsque la tension et le courant sont variables dans le temps, il y a propagation d'une onde électromagnétique. C'est un transfert énergétique sous forme d'un champ électrique **E** (en **jaune** sur la figure 3) couplé à un champ

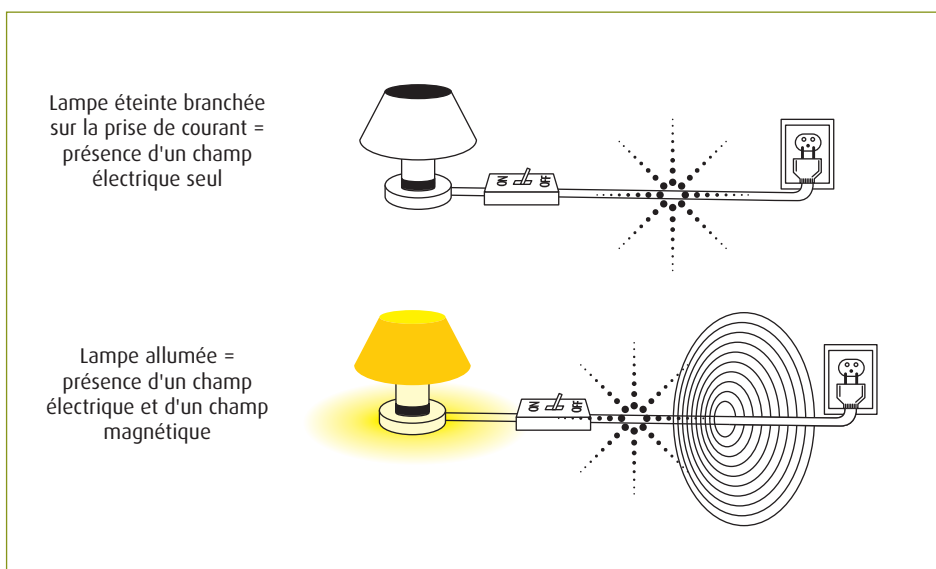


Figure 2. Illustration de la présence du champ électrique et du champ magnétique.

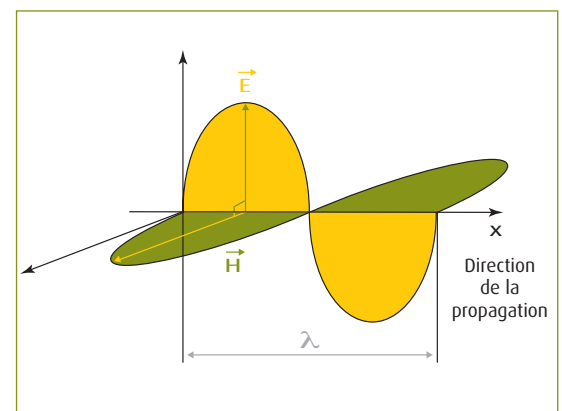


Figure 3. Représentation d'une onde électromagnétique.

magnétique **H** (en **vert**). À une certaine distance de la source (voir « Exposition »), les deux champs se propagent de façon ondulatoire, en phase et perpendiculairement l'un à l'autre dans un plan perpendiculaire à la direction de propagation. Dans ce cas, on parle d'une onde formée ou d'une onde plane.

Les grandeurs caractéristiques utilisées sont la longueur d'onde (λ) ou la **fréquence** et les **intensités** des champs E et H (appelées aussi amplitudes).

GRANDEURS PHYSIQUES

La fréquence

La fréquence (plus utilisée que la longueur d'onde) définit le nombre de cycles par seconde. L'unité de fréquence est le hertz (Hz) et ses multiples kilohertz (kHz), mégahertz (MHz), gigahertz (GHz).

La fréquence et la longueur d'onde sont liées par la formule suivante :

$$f = c/\lambda$$

où :

f = fréquence (Hz)

c = vitesse de la lumière $\approx 3.10^8$ m/s

λ = longueur d'onde (m)

Les intensités – Grandeurs physiques considérées

■ L'intensité du champ électrique E s'exprime en volts par mètre (V/m).

Tableau 1. Exemples de fréquences et de longueurs d'onde correspondant à différentes applications

Fréquence	Longueur d'onde	Applications
50 Hz	6 000 km	Alimentation électrique
25 kHz	12 km	Plaque de cuisson à induction
27 MHz	11 m	Presse à haute fréquence
900 MHz	33 cm	Téléphone portable GSM
1 800 MHz	17 cm	Téléphone portable DCS
2,45 GHz	12 cm	Four à micro-ondes

■ L'intensité du champ magnétique H s'exprime en ampères par mètre (A/m).

■ L'induction magnétique ou densité de flux magnétique B s'exprime en teslas (T). B et H sont liées par la relation suivante :

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot H \text{ (dans l'air)}$$

■ La densité de puissance surfacique S est la puissance par unité de surface de l'onde électromagnétique. Elle s'exprime en watts par mètre au carré (W/m²). Dans le cas de l'onde plane :

$$S = E \cdot H.$$

EXPOSITION

L'exposition dépend des caractéristiques de la source, de la distance source/opérateur et de la présence ou non de moyens de protection collective ou individuelle.

L'intensité du champ décroît rapidement avec la distance. C'est-à-dire que plus la personne est loin de la source de champ, plus le risque est faible.

Les effets sur l'homme sont fonction de la fréquence et de l'intensité du champ. Pour une fréquence donnée, les effets augmentent avec l'intensité du champ.

Pour évaluer l'exposition d'une personne à une source électromagnétique, il est nécessaire de connaître la fréquence d'émission (donc la longueur d'onde).

Lorsque la distance entre la source et la personne exposée est inférieure à 1,6 fois la longueur d'onde (λ), on se situe dans la zone de champ proche (zone de Fresnel). Dans ce cas, les deux grandeurs champ électrique et champ magnétique doivent être mesurées indépendamment.

Au-delà de 1,6 λ (zone de champ lointain ou zone de Fraunhofer), la mesure d'une grandeur permet de déterminer l'autre par la relation :

$$E/H = 377 \Omega \text{ (ohms)}$$

Dans la pratique, au poste de travail, cette dernière condition se rencontre pour les rayonnements dont la fréquence est supérieure à 1 GHz.

POUR EN SAVOIR PLUS

■ *Champs électriques. Champs magnétiques. Ondes électromagnétiques. Guide à l'usage du médecin du travail et du préventeur*, INRS, ED 785, 2003.

■ *Champs et ondes électromagnétiques (0 Hz-300 GHz)*, INRS, coll. « Le point des connaissances sur », ED 5004, 2002.

■ Autres fiches thématiques de la coll. « Champs électromagnétiques », INRS, ED 4200 et suivantes disponibles sur le site Internet www.inrs.fr. Fiches déjà parues : ED 4200, 4202, 4204, 4205, 4206.

■ Vautrin (J.-P.), *Mesurage de l'exposition humaine au champ électromagnétique*, Techniques de l'ingénieur, n° R933.

■ Directive 2004/40/CE du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques) (dix-huitième directive particulière au sens de l'article 16, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE).

Auteurs :

Groupe RNI CRAM/INRS

Ch. Bisserieux, CRAM Auvergne

P. Laurent, CRAM Centre-Ouest

Ph. Cabaret, CRAM Languedoc-Roussillon

Ch. Bonnet, CRAM Centre

E. Marteau et Ch. Masson, CRAM Ile-de-France

G. Le Berre, CRAM Bretagne

A. Becker, Ph. Demaret, J. Herrault, P. Donati

et R. Klein, INRS Lorraine

J.-P. Servent et Y. Ganem, INRS Paris.

Contacts :

J. Herrault : INRS 03 83 50 87 94

J.-P. Servent : INRS 01 40 44 31 09

Service prévention CRAM



Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
30, rue Olivier-Noyer 75680 Paris cedex 14 • Tél. 01 40 44 30 00 • Fax 01 40 44 30 99 • Internet : www.inrs.fr • e-mail : info@inrs.fr