



Comment atténuer l'intensité des champs électriques et magnétiques dans une habitation ?

Document préparé par le **B**elgian **B**io**E**lectro**M**agnetics **G**roup (BBEMG)

Cette question nous est posée par de nombreuses personnes. Les inquiétudes peuvent être liées à la présence d'un transformateur, d'une ligne ou d'un câble à haute tension 50 Hz, d'un onduleur d'une installation photovoltaïque, ou plus rarement à l'utilisation d'un appareil électrique... Tous ces dispositifs et appareils ont en commun la génération de champs électriques et magnétiques 50 Hz.

Le champ électrique étant facilement atténué par les obstacles (arbres, murs des habitations...), nous parlerons principalement ici du champ magnétique 50 Hz.

→ **A partir des caractéristiques des champs magnétiques 50 Hz, voyons comment il est possible de réduire notre exposition quotidienne.**

En bref :

1. Un câble dans lequel aucun courant ne circule ne génère pas de champ magnétique.
2. S'éloigner de quelques dizaines de centimètres d'appareils électriques et de quelques mètres des lignes à haute tension est déjà suffisant pour réduire significativement l'exposition.
3. La disposition des câbles permet de réduire l'exposition.
4. Il existe des solutions techniques qui permettent de limiter les champs. Toutefois, elles nécessitent une mise en œuvre très rigoureuse et ne sont pas nécessairement très efficaces. De plus, les matériaux sont généralement très coûteux ou nécessitent une mise en œuvre coûteuse.

Une mesure est souvent utile pour quantifier les champs.

Caractéristiques des champs magnétiques 50 Hz

1 **1^{re} caractéristique** : L'intensité du champ magnétique est proportionnelle à l'intensité du courant qui circule

L'intensité du champ magnétique mesurée à proximité d'un appareil électrique dépend notamment de l'intensité du courant qui y circule (ou de la puissance, cette dernière étant proportionnelle au courant). Il en est de même aux alentours d'un tableau électrique, d'un transformateur, d'une ligne à haute tension...

Le graphique ci-dessous illustre la relation entre la puissance générée (points rouges sur le graphique) et l'intensité du champ magnétique (courbe bleue) aux alentours d'un onduleur d'une installation photovoltaïque (Figure 1). On peut voir les variations de l'intensité du champ magnétique entre 10h37 et 17h02 (sonde à 50 cm de l'onduleur). Les panneaux étant orientés vers l'est, les valeurs les plus élevées ont été mesurées en matinée. Les fluctuations sont liées à la diminution de la production d'électricité (voir les « points rouges ») lorsque le soleil était caché par les nuages.

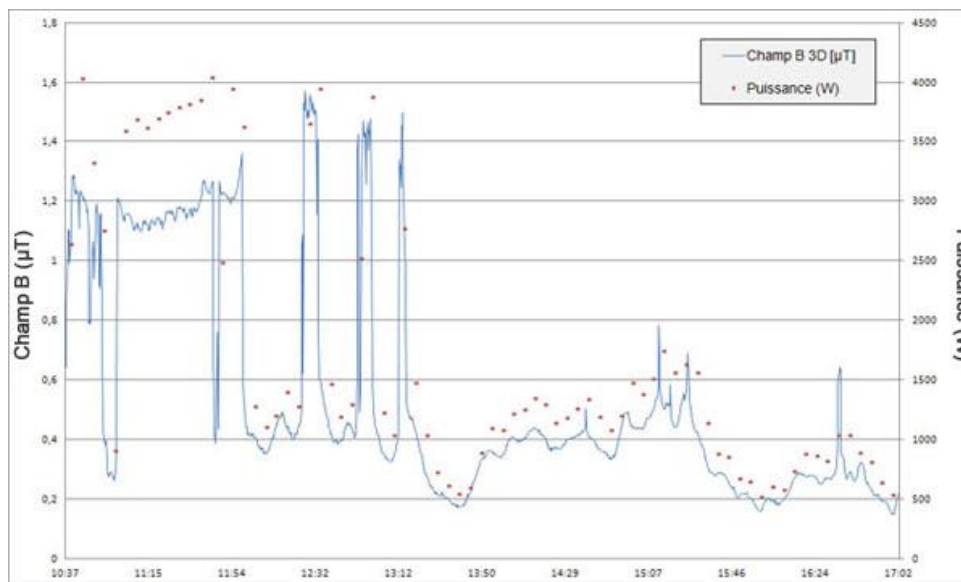


Figure 1 - Variations de l'intensité de l'induction magnétique (Champ B en μT , enregistrement toutes les 16 s.) et la puissance instantanée produite (en W, enregistrement toutes les 5 min.) en fonction du temps

Mise en pratique de cette 1^{re} caractéristique :

A cable where no current is flowing does not generate magnetic field.

2 2^e caractéristique : L'intensité du champ magnétique diminue avec la distance

Une caractéristique commune des champs est la diminution de leur intensité lorsqu'on s'éloigne de la source.

Nous avons par exemple effectué des mesures à proximité de radio-réveils : lorsque la sonde était contre le réveil, nous mesurons des valeurs de **15 à 25 μT** selon le modèle. Au-delà de 30 cm, nous étions déjà sous **0,4 μT** .

Au niveau des lignes à haute tension, les chercheurs ont établi qu'à 9 m d'une ligne 70 kV quand la charge est faible et à 36 m quand la charge est maximale, on note des valeurs sous les 0,4 μT . En pratique, la puissance transportée dans le réseau varie au cours de la journée. En moyenne, à 15 m des lignes 70 kV, on est en dessous du seuil de 0,4 μT .

Mise en pratique de cette 2^e caractéristique :

S'éloigner de quelques dizaines de centimètres d'appareils électriques et de quelques mètres des lignes à haute tension est déjà suffisant pour réduire significativement l'exposition.

NB: Comment expliquer les différences importantes entre les champs magnétiques mesurés à proximité des radio-réveils?

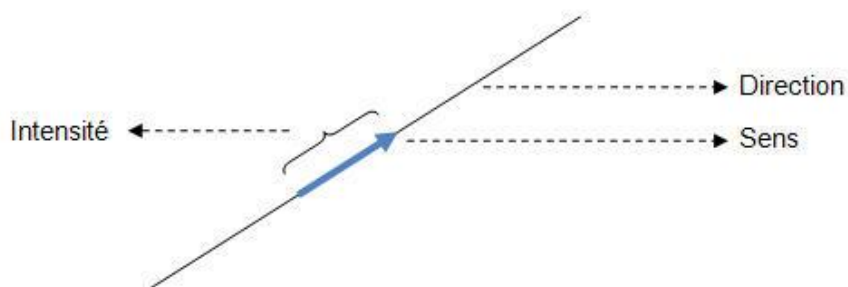
↳ La puissance de l'appareil, nous l'avons vu dans la 1^{re} caractéristique, joue un rôle important dans l'intensité des champs magnétiques mesurés à proximité. Toutefois, à puissances équivalentes, comment expliquer les différences d'intensité de champs ? Plusieurs variables peuvent intervenir comme par exemple la construction interne des appareils. En effet, dans certains appareils le transformateur est situé dans le radio-réveil alors que dans d'autres il est situé au niveau de la prise électrique. Le courant circulant dans le transformateur génère des champs magnétiques 50 Hz élevés. Normalement ces champs magnétiques sont confinés à l'intérieur du transformateur (c'est le cas des gros transformateurs situés dans les postes à haute tension et dans les cabines de distribution) grâce aux tôles magnétiques qui en constituent le noyau ; cependant, les petits transformateurs à usage domestique sont optimisés pour être légers et comportent alors des fuites importantes.

Le positionnement des câbles et composants internes, des bobinages... jouent également un rôle dans les valeurs mesurées. C'est ce que nous allons voir maintenant.

3 3^e caractéristique : Le champ magnétique est vectoriel

C'est un peu technique mais on va ici comprendre comment l'agencement des câbles des appareils et autres dispositifs peut jouer un rôle dans la réduction des champs mesurés, et comment cette caractéristique peut être utilisée pour réduire l'exposition.

« Vectoriel » signifie que le champ a une direction, une intensité et un sens. Schématiquement on a donc :



Prenons deux cas

particuliers:

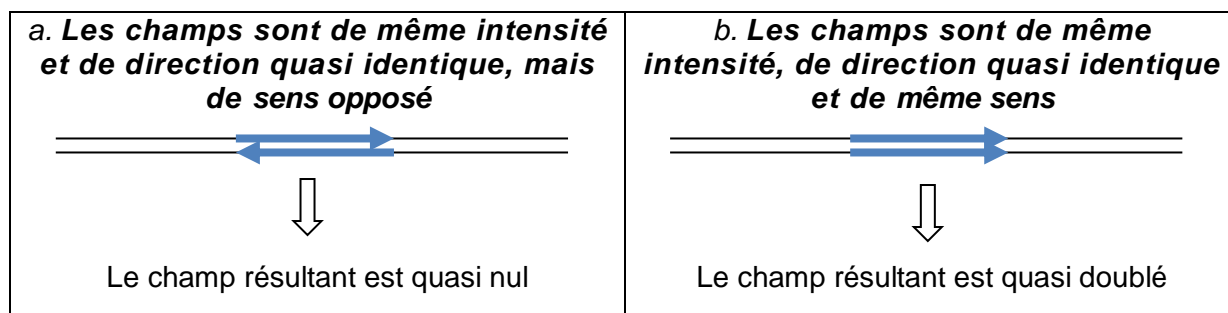


Figure 2 – Intensité du champ magnétique en fonction de son sens

Le positionnement des câbles est donc important pour réduire l'exposition.

Au niveau des champs magnétiques générés par une ligne aérienne ou un câble souterrain, une attention particulière est maintenant portée à la disposition des conducteurs (éloignement réduit au maximum, positionnement de l'un par rapport à l'autre...) afin de réduire les intensités de champs. Mais il n'est pas techniquement possible d'atteindre des valeurs nulles ; c'est le cas en particulier pour les câbles aboutissant à un transformateur à haute tension : les trois conducteurs (appelés dans le jargon « conducteurs de phase ») s'écartent l'un de l'autre pour aboutir aux bornes du transformateur. Cet écartement a pour conséquence d'augmenter sensiblement le niveau de champ magnétique à proximité du transformateur. Comme indiqué plus haut, ce n'est donc pas le transformateur lui-même qui est responsable de ces champs mais les câbles qui l'alimentent.

Mise en pratique de cette 3^e caractéristique :

En se basant sur cette caractéristique, on comprend qu'une disposition judicieuse des câbles et composants internes permet de réduire les intensités de champs magnétiques. Une autre solution consiste à compenser le champ en créant un contre-champ, c.à.d. un champ de sens opposé (cf. blindage absorbant ci-dessous).

NB: Ces solutions demandant des aménagements techniques pourront être prises par exemple dans des situations professionnelles où les travailleurs sont particulièrement exposés. Leur mise en œuvre nécessite une étude préalable et une réalisation particulièrement.

Et le blindage ?

Une première remarque s'impose : les champs magnétiques de basses fréquences ne sont pas faciles à blinder. Aucune solution ne permettra de créer une barrière impénétrable. Voyons comment atténuer le champ magnétique 50 Hz:

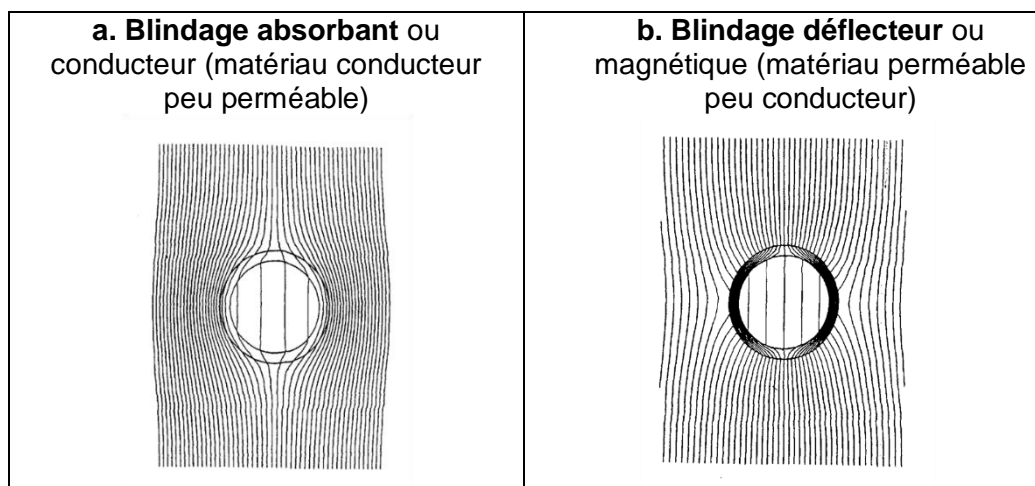


Figure 3 – Atténuation du champ magnétique en fonction du type de blindage

→ **Le blindage absorbant** utilise les principes énoncés par les lois de Faraday et de Lenz: lorsqu'un matériau conducteur est placé dans un champ magnétique variable, il apparaît dans celui-ci un champ électrique qui génère à son tour des courants induits circulaires, appelés "courants de Foucault". Les courants induits génèrent à leur tour un champ magnétique qui s'oppose aux modifications de flux qui leur ont donné naissance.

Ce type de blindage nécessite d'utiliser des matériaux conducteurs comme l'aluminium ou le cuivre, d'une épaisseur suffisante.

En raison de la distribution des courants induits dans le matériau, ce blindage sera le plus efficace pour atténuer les champs perpendiculaires.

→ **Le blindage déflecteur** utilise les propriétés magnétiques des matériaux ferromagnétiques. Un matériau ferromagnétique est un matériau qui a la capacité de s'aimanter lorsqu'il est placé dans un champ magnétique. On parle de perméabilité magnétique de ce matériau. Les matériaux à haute perméabilité magnétique (*en particulier le permalloy mieux connu sous le nom commercial de Mumétal ou l'acier au silicium à grain orienté utilisé pour réaliser les tôles de transformateur*) sont des candidats potentiels pour ce type de blindage.

Le champ est canalisé à l'intérieur du matériau. Ce type de blindage sera plus efficace en présence d'un champ tangentiel.

De façon générale, surtout en ce qui concerne le blindage déflecteur, pour être efficace, il est souvent nécessaire de recourir à un blindage fermé qui entoure complètement, soit la source de champ, soit la zone à protéger. La qualité des contacts entre les différentes parties du blindage est aussi essentielle et il sera parfois utile de combiner les techniques de blindage absorbant et déflecteur (Figure 2).

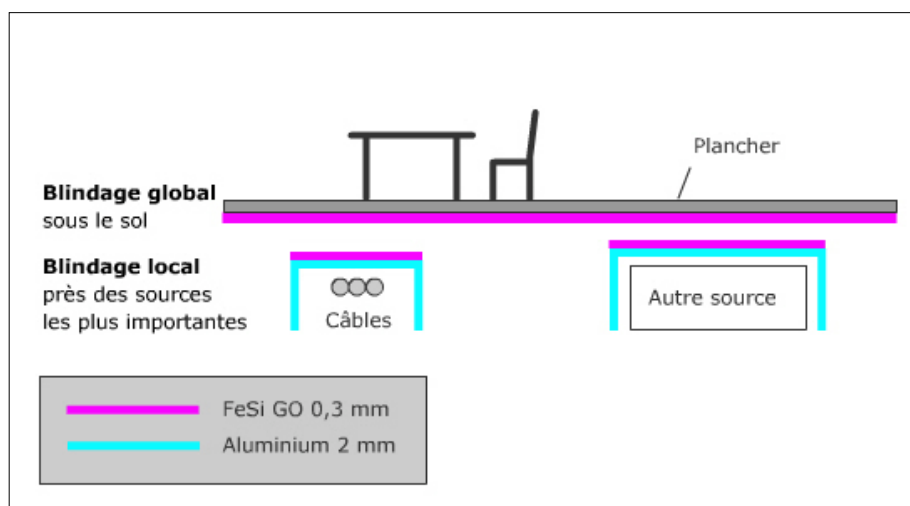


Figure 4 - Schéma d'un blindage alliant les propriétés absorbante et déflectrice afin d'atténuer les champs magnétiques liés à une source placée dans le sous-sol d'une habitation

Techniquement des solutions existent, mais il faut savoir qu'en pratique, elles nécessitent une mise en œuvre très rigoureuse et ne sont pas nécessairement très efficaces. Des études sur des produits dédiés disponibles dans le commerce ont même montré que si le champ magnétique 50 Hz était un peu réduit, le champ électrique 50 Hz, quant à lui, était parfois renforcé (Leitgeb & Cech, 2007).

Par ailleurs, ces matériaux sont généralement coûteux ou nécessitent une mise en œuvre coûteuse (soudage de l'aluminium par des techniques spéciales).

En conclusion...

Ces mesures sont préventives car, dans la majorité des situations quotidiennes, les valeurs de champs sont faibles. Lors d'une campagne de mesures menées par notre groupe de recherche entre 2001 et 2009, les chercheurs ont montré que plus de 95% des enfants testés étaient exposés à des valeurs inférieures à 0,4 μ T.

Une mesure est souvent utile pour quantifier le champ magnétique. Dans le doute, la solution la plus efficace est d'éloigner la source ou de s'éloigner de la source.

Références

Leitgeb N, Cech R. (2007). Electromagnetic shielding mats: facts and fiction. *Radiat Prot Dosimetry*. 123(4):450-6. Epub 2006 Dec 6.

Leitgeb N, Cech R. (2005). Unwirksamkeit von Elektrosmog- Abschirmmatten. Teil 1: Niederfrequenzbereich [Inefficiency of electrical pollution-shielding mats. 1: low frequency range]. *Biomed Tech (Berl)*. 0(6):181-7.