

Champs électriques et magnétiques

Des phénomènes omniprésents



Table des matières

- 3 Introduction
- 4 Qu'entend-on par champs électriques et magnétiques?
- 6 Comment se présentent les champs des lignes à très haute tension?
- 7 Les champs électriques et magnétiques et la santé
- 8 Une des réglementations les plus strictes au monde en termes de valeurs limites
- 10 Vous avez des questions – nous vous donnons les réponses
- 11 Informations complémentaires

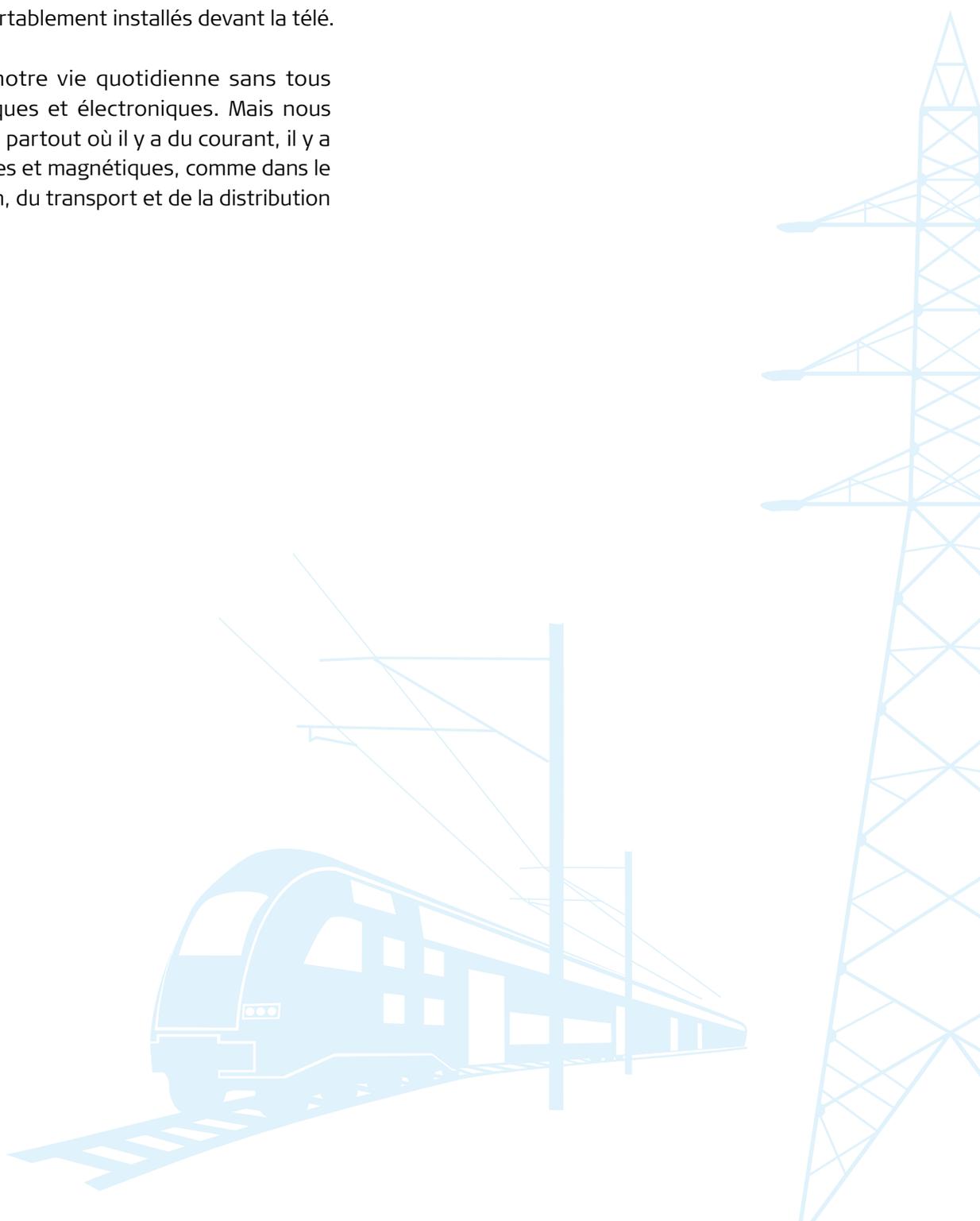


Introduction

Le matin, le réveil de notre téléphone portable nous arrache de notre sommeil; nous allumons la lumière en hâte pour sortir du lit, écoutons les nouvelles à la radio avant de nous préparer un café. Après avoir pris notre douche, nous nous séchons les cheveux. Il est ensuite temps d'aller prendre le train, qui nous amène en toute sécurité et avec fiabilité jusqu'à notre lieu de travail où notre ordinateur nous attend. A midi, nous réchauffons notre repas au four à micro-ondes et, le soir, nous terminons la journée confortablement installés devant la télé.

Difficile d'imaginer notre vie quotidienne sans tous ces appareils électriques et électroniques. Mais nous oublions souvent que partout où il y a du courant, il y a des champs électriques et magnétiques, comme dans le cadre de la production, du transport et de la distribution d'énergie électrique.

Nous ne pouvons ni voir ni sentir les champs électriques et magnétiques. Nous pouvons uniquement mesurer leur intensité – un fait qui inquiète de nombreuses personnes. Avec cette brochure, nous souhaitons lancer un débat objectif, supprimer tout malentendu, fournir des explications sur les champs électriques et magnétiques et sur leur impact éventuels sur notre santé, ainsi que parler des mesures préventives appropriées.



Qu'entend-on par champs électriques et magnétiques?

Dès qu'un appareil est branché à une prise électrique, il est sous tension. Même si l'appareil reste éteint et qu'il ne passe pas de courant, un champ électrique se forme. Une tension est générée autour d'une charge électrique au repos et cette tension influence les particules chargées dans l'environnement. Cette zone d'influence est appelée «champ». La force du champ électrique se mesure en volts par mètre (V/m).

En plus du champ électrique, un champ magnétique est généré lorsque du courant passe. Le champ magnétique dépend la quantité de courant transportée sur la ligne. Sa force se mesure en microtesla (μT), soit un millionième de Tesla.



Une machine à café est branchée à une source de courant mais n'est pas en marche. Un champ électrique se forme.



La machine à café est maintenant allumée. Il se forme donc, en plus du champ électrique, un champ magnétique.

Spectre électromagnétique

Etant donné que le champ électrique et le champ magnétique changent de direction 50 fois par seconde, il se forme des champs alternatifs à proximité de lignes électriques. Ces champs font partie de la catégorie

«basse fréquence». A contrario, il se forme, à partir de 30 000 hertz, des champs à haute fréquence qui peuvent changer de direction des millions, voire même des milliards de fois par seconde.

Rayonnement

Fréquence

0 Hz

Basse fréquence de 0 Hz à 30 kHz

Haute fréquence de 30 kHz à 300 GHz

16 2/3 Hz

50 Hz

Champ magnétique terrestre



Train



Alimentation électrique



Rayonnement non ionisant

Radiofréquence

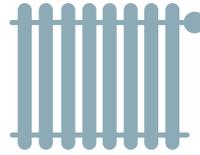


Fréquence micro-ondes



Lois physiques

- » Plus la tension est élevée, plus le champ électrique est fort.
- » Plus la quantité de courant est importante, plus le champ magnétique est fort.
- » Plus la distance par rapport au conducteur chargé ou traversé par le courant croît, plus les deux champs faiblissent (rapport inversement proportionnel environ au carré de la distance).



Ces phénomènes s'expliquent aisément à l'exemple d'un radiateur: plus le thermostat est réglé sur une température élevée, plus la chaleur est intense. Plus on s'éloigne du radiateur, moins on sent la chaleur qui rayonne du radiateur.

Champs magnétiques d'appareils électroménagers en microteslas (µT)

| Appareil | Distance depuis la source | | |
|--------------------|---------------------------|----------|-------------|
| | 3 cm | 30 cm | 100 cm |
| Sèche-cheveux | 6 - 2000 | 0.01 - 7 | 0.01 - 0.3 |
| Micro-ondes | 40 - 200 | 4 - 8 | 0.25 - 0.6 |
| Aspirateur | 200 - 800 | 2 - 20 | 0.1 - 2 |
| Mixeur | 60 - 700 | 0.6 - 10 | 0.02 - 0.35 |
| Radio-réveil | 3 - 60 | 0.1 - 1 | 0.01 - 0.02 |
| Télévision | 2.5 - 50 | 0.04 - 2 | 0.01 - 0.15 |
| Ecran d'ordinateur | n. a. | 0.2 | n. a. |

Source: Office fédéral de l'environnement (OFEV).



Ligne aérienne de 380 kV: on mesure une valeur de 100 µT jusqu'à une distance de 4 mètres environ des conducteurs, mais aucune personne ne devrait séjourner dans cette zone. A une distance de 60 mètres environ, le champ magnétique est < 1 µT.

Rayonnement ionisant

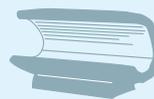
Infrarouge > 300 GHz

Lumière visible

Rayons UV

Rayons X

Rayons gamma



Rayons infrarouges



Légende

| | | | | |
|-------|--------------|------------------|--------------------|----------|
| 1 kHz | Un kilohertz | 1000 Hz | 10 ³ Hz | Mille |
| 1 MHz | Un mégahertz | 1 000 000 Hz | 10 ⁶ Hz | Million |
| 1 GHz | Un gigahertz | 1 000 000 000 Hz | 10 ⁹ Hz | Milliard |

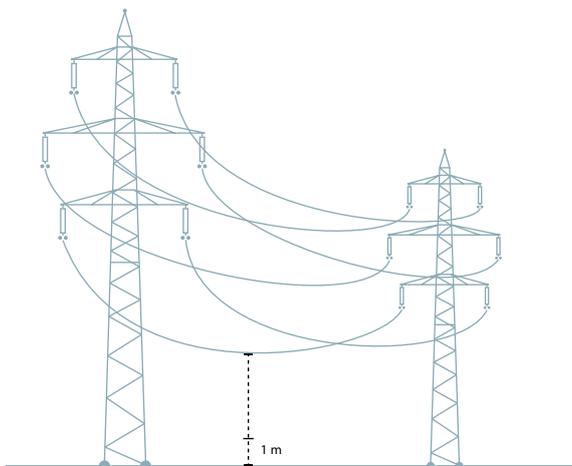
Comment se présentent les champs des lignes à très haute tension?

Les champs électriques

L'intensité d'un champ électrique est déterminée par la tension et la distance par rapport à la ligne. Tout comme la chaleur diminue à mesure que l'on s'éloigne d'un radiateur, le champ s'affaiblit à mesure que l'on s'éloigne de la source électrique. La valeur maximale admissible d'un champ électrique est de 5 kilovolts par mètre.

Champs électriques des lignes aériennes

La valeur maximale admissible d'un champ électrique se mesure à une hauteur d'un mètre au-dessus du sol, là où les conducteurs sont suspendus le plus bas. Peu importe que la tension s'élève à 220 ou à 380 kilovolts. Plus la tension est élevée, plus la hauteur de suspension des conducteurs au-dessus du sol doit être grande pour que la valeur limite soit respectée.



Lorsque la distance par rapport à la ligne augmente, le champ électrique diminue considérablement. En outre, on peut affaiblir le champ, ou même y faire écran, avec des bâtiments ou des arbres.

Champs électriques des lignes enterrées

Du moment qu'il y a des tensions électriques, il y a des champs électriques: c'est aussi le cas avec les lignes enterrées. Le champ électrique est cependant entièrement comprimé dans le câble, de sorte que hors du câble aucun champ électrique n'est plus perceptible.

L'isolation des câbles et la terre réduisent les champs électriques. Cependant, ces derniers peuvent toujours être perçus à la surface du sol.

Les champs magnétiques

Le champ magnétique d'une ligne est déterminé par la quantité de courant transportée sur la ligne. La quantité maximale de courant pouvant passer dépend pour sa part de la section du conducteur. Plus la distance par rapport à la ligne croît, plus le champ magnétique faiblit (rapport inversement proportionnel environ au carré de la distance).

La valeur limite d'immissions, c'est-à-dire la valeur maximale autorisée d'un champ magnétique, est en Suisse de 100 microteslas. Elle doit être respectée aux endroits où des personnes peuvent séjourner, donc partout, y compris juste en dessous d'une ligne aérienne ou juste au-dessus d'une ligne enterrée. A titre de prévention, une valeur limite de 1 microtesla est imposée pour les nouvelles installations (valeur limite de l'installation).

Comme le champ magnétique est indépendant de la tension, une ligne à très haute tension ne génère pas forcément un champ magnétique plus intense qu'une ligne à basse tension. Mais une ligne à basse tension transporte généralement des quantités de courant moins importantes.

Champs magnétiques des lignes aériennes

Dans le cas d'une ligne aérienne, le champ magnétique est déterminé par la quantité de courant transportée, l'ordre des phases et la hauteur de la ligne au-dessus du sol.

Champs magnétiques des lignes enterrées

Dans le cas d'une ligne enterrée, le champ magnétique est déterminé par la quantité de courant transportée, l'ordre des phases et la distance séparant les différents câbles. Le champ magnétique d'une ligne enterrée est, juste au-dessus de la ligne, plus élevé que celui mesuré juste en dessous d'une ligne aérienne. Mais étant donné qu'avec un câblage souterrain les phases peuvent être plus rapprochées les unes des autres, le champ magnétique faiblit plus que la moyenne à mesure que l'on s'éloigne de la ligne enterrée.

Emissions et immissions

Le but de la protection de la population est d'éviter le plus possible les émissions nuisibles afin de protéger les personnes contre les immissions.

Les champs électriques et magnétiques et la santé

Un sujet au cœur de nombreux débats

Depuis l'existence de l'électricité, les impacts des champs électriques et notamment des champs magnétiques sur l'être humain et l'environnement font l'objet de nombreux débats. Et bien qu'il nous soit aujourd'hui quasiment impossible d'imaginer notre vie quotidienne sans courant électrique, nous devons prendre au sérieux les conséquences éventuelles de ces champs pour l'être humain et l'environnement et en tenir compte dans le cadre de l'utilisation de cette technologie.

Au XIXe siècle déjà, les répercussions sur la santé des lignes à haute tension, des trains et des stations de radio suscitaient de vifs débats. Depuis la fin des années 1970, l'effet potentiel des champs électriques et magnétiques sur la santé a fait l'objet de recherches poussées.

Des résultats avérés

Lors de l'évaluation des impacts sur la santé des champs électriques et magnétiques, il convient de distinguer entre les champs à haute tension et les champs à basse tension, de même qu'entre les effets immédiats et les conséquences à long terme.

Certaines études scientifiques affirment que les lignes à très haute tension pourraient avoir des conséquences négatives sur la santé, mais elles n'en ont pas apporté la preuve jusqu'ici. En effet, dans notre environnement de vie et de travail, il n'est pas possible d'attribuer avec une certitude absolue certains effets à une cause spécifique.

Lorsque des maladies sont diagnostiquées, il est difficile de prouver statistiquement les causes qui en sont à l'origine.

Recherche

Pour cette raison, la recherche se penche actuellement sur les conséquences à long terme. C'est dans cette perspective que l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a lancé en 1996 l'«International EMF Project» dont l'objectif est l'analyse statistique de l'impact éventuel des champs électriques et magnétiques sur la santé de l'être humain.

Les nouveaux résultats de la recherche sont pris en considération dans la définition des valeurs limites recommandées par la Commission internationale sur la radioprotection non ionisante (ICNIRP). L'ICNIRP est une organisation non gouvernementale indépendante et reconnue par l'OMS. Les études menées jusqu'ici montrent en particulier qu'une exposition à des champs électriques et magnétiques inférieurs aux valeurs limites recommandées n'a pas de répercussion connue sur la santé.

Valeurs limites et prévention

Les premières valeurs limites publiées par l'ICNIRP datent de 1998. Ces valeurs font office d'exigence minimale dans le monde entier. Elles s'élèvent, pour les champs électriques, à 5 kilovolts par mètre et, pour les champs magnétiques, à 100 microteslas. Entre-temps, l'ICNIRP a cependant élevé la valeur limite de 100 à 200 microteslas.

Valeurs limites en Suisse

| | | |
|---------------------------------|--|-------------|
| Valeur limite d'immissions | Doit être respectée partout où des personnes peuvent séjourner. Les lignes doivent être conçues de manière à ce que la valeur limite soit toujours respectée. | 100 μ T |
| Valeur limite de l'installation | Doit être respectée sur les lieux à utilisation sensible: <ul style="list-style-type: none"> » Locaux dans lesquels des personnes séjournent régulièrement durant une période prolongée (salle de séjour, chambre à coucher) » Lieux dans lesquels des enfants séjournent régulièrement (salles de classe, places de jeux) » Surfaces non construites se situant en zone à construire | 1 μ T |

Une des réglementations les plus strictes au monde en termes de valeurs limites

Les valeurs limites en Suisse

La Suisse est soumise à l'une des ordonnances les plus strictes au monde en matière de protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI). Dans cette ordonnance, entrée en vigueur en 2000, la Suisse a confirmé les valeurs limites définies par l'ICNIRP. Elle stipule que ces valeurs doivent impérativement être respectées, sous peine d'interdiction de construire de nouvelles installations et d'exploiter des installations existantes.

Contrairement à l'ICNIRP, la Suisse n'a pas relevé la valeur limite applicable aux champs magnétiques. Les valeurs limites d'immissions sont donc à ce jour de 5 kilovolts par mètre et de 100 microteslas.

La Suisse va même plus loin. Puisque les impacts négatifs en cas d'exposition durable à des champs électriques et magnétiques n'ont pu être ni prouvés ni réfutés, la Suisse a introduit une valeur limite encore plus sévère. La valeur appelée valeur limite de l'installation est de 1 microtesla et s'applique aux lieux à utilisation sensible (LUS). Cette valeur limite de l'installation est valable aux endroits où une exposition prolongée peut avoir lieu, comme les locaux situés à l'intérieur d'un bâtiment dans lesquels des personnes séjournent ou dorment, les places de travail, les salles de classe dans les écoles ou les places de jeux pour enfants. Depuis 2000, les communes ne sont plus autorisées à exclure des zones à utilisation sensible dans de tels lieux.

Calcul des valeurs limites

Le calcul de la valeur limite d'immissions en Suisse se base sur la quantité de courant maximale admise, dans la configuration la plus défavorable, avec laquelle une ligne peut être exploitée. La ligne doit être conçue de manière à ce que cette valeur limite soit toujours respectée. Néanmoins, il est rare en réalité qu'une ligne soit exploitée avec la quantité de courant maximale possible et il est donc tout aussi rare que les valeurs limites soient atteintes.

En comparaison: les valeurs limites en Europe

Il suffit de comparer les dispositions légales en vigueur en Suisse et à l'étranger pour s'apercevoir combien les règles helvétiques sont strictes.

En Allemagne, par exemple, la valeur limite d'immissions de 100 microteslas en vigueur en Suisse s'applique en tous lieux, y compris ceux où des personnes sont exposées de façon durable à des champs.

Aux Pays-Bas, la valeur limite d'immissions est de 100 microteslas. Le calcul de la valeur limite de l'installation, qui s'élève là-bas à 0,4 microtesla, se base cependant sur la charge moyenne annuelle et non pas sur la charge maximale comme en Suisse. Dans la réalité, le résultat est donc pratiquement identique.

Comparaison internationale

| | | Champs électriques | Champs magnétiques | |
|---|----|--------------------|----------------------------|---------------------------------|
| | | | Valeur limite d'immissions | Valeur limite de l'installation |
| ICNIRP | | 5 kV/m | 200 μ T | - |
|  | CH | 5 kV/m | 100 μ T | 1 μ T |
|  | D | 5 kV/m | 100 μ T | - |
|  | NL | 5 kV/m | 100 μ T | 0.4 μ T* |

* Calcul différent de la Suisse (voir ci-dessus).

Respect des valeurs

Swissgrid est tenue de remettre les calculs effectués pour les champs électriques et magnétiques à l'Inspection fédérale des installations à courant fort (ESTI) qui est l'autorité compétente en la matière. L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) vérifie ensuite ces calculs. Des mesures ne sont réalisées que si elles ont été exigées de manière explicite. L'ESTI surveille le respect des valeurs limites et est autorisée à effectuer ou ordonner des mesures ou calculs à des fins de contrôle.

Limitation des champs magnétiques

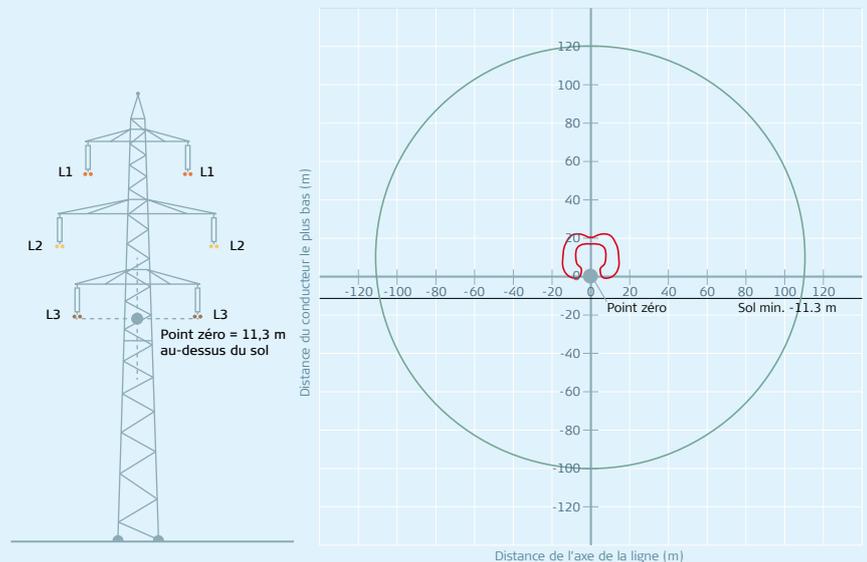
Contrairement aux champs électriques, les champs magnétiques ne peuvent pratiquement pas faire l'objet de mesures de blindage. En veillant à un ordre favorable des conducteurs, opération appelée « optimisation des phases », il est néanmoins possible de limiter l'étendue de ces champs.

Pour cela, on dispose d'une part les conducteurs sur le pylône de manière asymétrique et on essaie d'autre part de rapprocher ces conducteurs le plus possible les uns des autres.

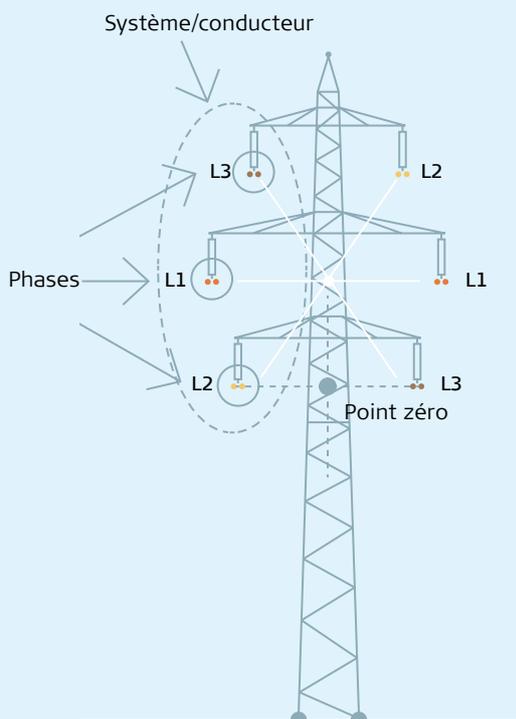
Optimisation du champ magnétique pour les lignes aériennes

Comme l'illustre les graphiques ci-contre, un ordre des phases optimisé permet de fortement limiter l'étendue du champ magnétique.

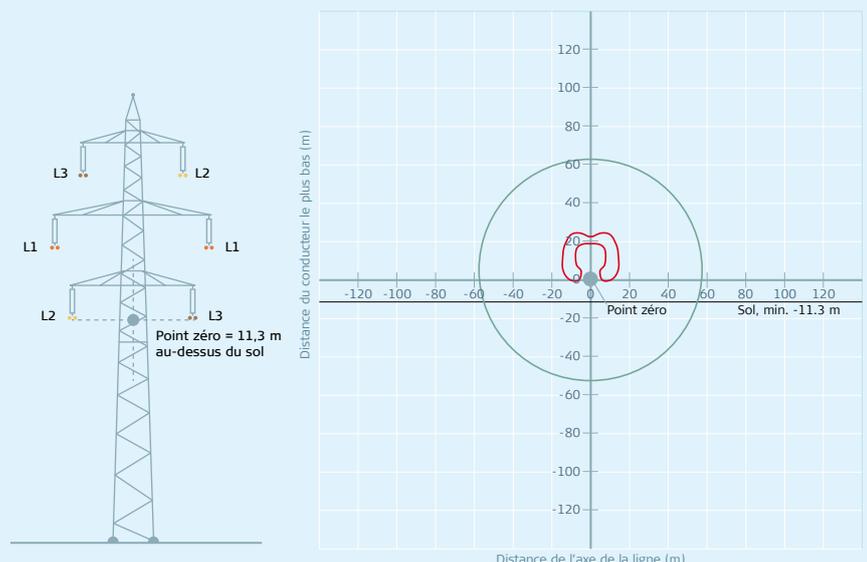
Les deux graphiques mettent en évidence que la valeur de 100 μT est uniquement rencontrée dans les lieux où, de toute manière, aucune personne ne séjourne. Si l'ordre des conducteurs a été optimisé, la valeur mesurée passe en dessous de la valeur limite de l'installation de 1 μT à partir d'une distance de 60 mètres environ de la ligne.



Silhouette d'un pylône avec position symétrique des conducteurs.



Silhouette d'un pylône avec position asymétrique des conducteurs.



Silhouette d'un pylône avec position asymétrique des conducteurs.

— Ligne de 1 μT (valeur limite de l'installation)
 — Ligne de 100 μT (valeur limite d'immissions)

Nos réponses à vos questions

Où rencontre-t-on des champs électriques et magnétiques?

Il y a des champs électriques partout où des appareils sont branchés au réseau électrique. Et dès que ces appareils sont mis sous tension, il se forme également un champ magnétique.

Les champs électriques et magnétiques générés par les lignes à très haute tension sont-ils forts?

Les champs magnétiques générés par les lignes à très haute tension ont une basse fréquence. Ils sont moins forts que les champs à haute fréquence tels que ceux des fours à micro-ondes, téléphones mobiles, radios et appareils radiographiques.

Les sources les plus fréquentes sont les appareils électroménagers et les appareils utilisés sur le lieu de travail. Les installations d'approvisionnement en électricité génèrent de très forts champs électriques. Ces derniers sont moins problématiques que les champs magnétiques, car il est possible d'y faire écran avec efficacité au moyen d'arbres et de murs.

Les champs électriques et magnétiques sont-ils dangereux?

Etant donné qu'il ne peut être ni prouvé ni réfuté que les champs à basse fréquence peuvent avoir des impacts à long terme, la Commission internationale sur la radioprotection non ionisante (ICNIRP) a publié en 1998 des valeurs limites. Les nouveaux résultats de la recherche obtenus dans le cadre d'un projet de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) lancé en 1996 sont intégrés en permanence à ces recommandations.

Qu'entreprend la Suisse contre les nuisances dues aux champs électriques et magnétiques?

L'Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI) en vigueur depuis l'an 2000 prescrit les valeurs limites qui ont été définies en 1998 par l'ICNIRP.

Elle fixe les valeurs limites devant impérativement être respectées et qui s'élèvent, pour les champs électriques, à 5 kilovolts par mètre et, pour les champs magnétiques, à 100 microteslas. En outre, la valeur limite de l'installation plus stricte de 1 microtesla s'applique en Suisse aux lieux à utilisation sensible. La Suisse a ainsi la réglementation la plus sévère du monde, puisque l'ICNIRP exige désormais le respect d'une valeur limite de 200 microteslas et n'a pas défini de valeur limite de l'installation.

Comment sont calculées les valeurs limites?

Le calcul de la valeur limite d'immissions en Suisse repose sur la quantité de courant maximale, dans la configuration la plus défavorable, avec laquelle une ligne peut être exploitée. La ligne doit être conçue de manière à ce que cette valeur limite soit toujours respectée. Néanmoins, il est rare en réalité qu'une ligne soit exploitée avec la quantité de courant maximale possible et il est donc tout aussi rare que les valeurs limites soient atteintes.

Les champs électriques et magnétiques sont-ils cancérigènes?

Jusqu'à aujourd'hui, aucune étude dans le monde ne prouve que les champs électriques et magnétiques soient à l'origine de cancers. La recherche actuelle examine si ces champs peuvent accélérer l'évolution d'un cancer déjà diagnostiqué. Il est par ailleurs difficile d'établir des rapports directs entre un effet et une cause spécifique, car un effet peut avoir plusieurs causes.

Comment peut-on se protéger des champs électriques et magnétiques?

On peut se protéger des champs électriques en débranchant la prise des appareils pour qu'ils ne soient plus connectés au réseau électrique. Il est possible de réduire les champs magnétiques en débranchant les appareils électroménagers. Toutefois, dès qu'un appareil est en mode veille, il génère des champs magnétiques.

Informations complémentaires

| | |
|---|--|
| Swissgrid | www.swissgrid.ch |
| Office fédéral de l'énergie (OFEN) | www.ofen.admin.ch |
| Office fédéral de la santé publique (OFSP) | www.ofsp.admin.ch |
| Office fédéral de l'environnement (OFEV) | www.ofev.admin.ch/elektrosmog |
| Organisation mondiale de la Santé (OMS) | www.who.int/peh-emf |
| Commission internationale sur la radioprotection non ionisante (ICNIRP) | www.icnirp.de |
| Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI) | www.admin.ch (Recherche selon: RS 814.710) |
| Fondation de recherche sur la communication mobile | www.emf-info.ch |
| Autres liens | www.e-smog.ch www.funkstrahlung.ch |

Swissgrid SA

Dammstrasse 3
Case postale 22
CH-5070 Frick

Werkstrasse 12
CH-5080 Laufenburg

Route des Flumeaux 41
CH-1008 Prilly

Téléphone +41 58 580 21 11
Fax +41 58 580 21 21

info@swissgrid.ch
www.swissgrid.ch