

## Extrait du Chapitre 1 de l'étude d'impact du Projet Celtic Interconnector<sup>1</sup>

### 1.1.1 CHAMPS ELECTRO-MAGNETIQUES

#### 1.1.1.1 Phase de construction

En phase travaux, aucune émission de champs électromagnétiques n'aura lieu.

#### 1.1.1.2 Phase exploitation

##### 1.1.1.2.1 Champs magnétiques statiques : généralités

Il existe un champ magnétique statique permanent présent partout : c'est le champ magnétique terrestre, créé par le noyau métallique de la Terre. Il varie à la surface du globe entre 30  $\mu\text{T}$  (microTesla<sup>2</sup>) à l'équateur et 70  $\mu\text{T}$  au niveau des pôles magnétiques. En France, sa valeur est d'environ 50  $\mu\text{T}$ . C'est ce champ magnétique terrestre qui oriente l'aiguille aimantée des boussoles.

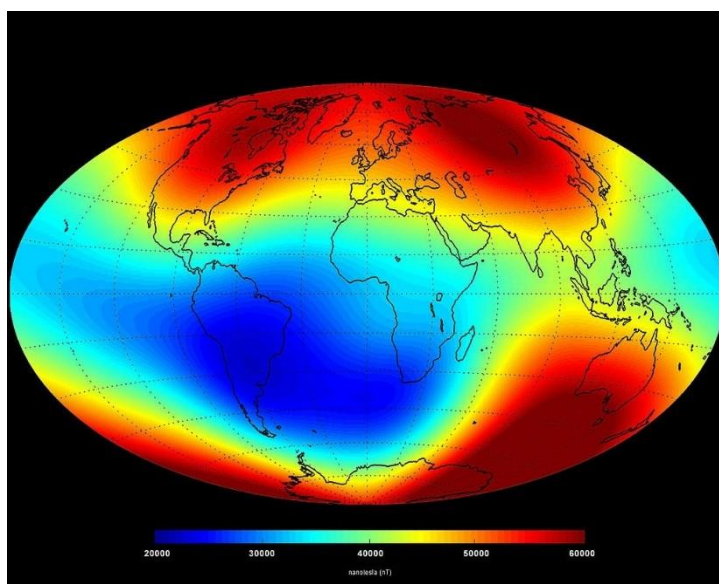


Figure 1 : cartographie du champ magnétique terrestre

Les aimants permanents engendrent également des champs magnétiques statiques et notre environnement résidentiel et tertiaire contient une multitude de petits aimants permanents servant à fixer/attacher/fermer, qui engendrent localement des champs statiques dépassant 500  $\mu\text{T}$ <sup>3</sup>. De nombreux appareils domestiques contiennent également des aimants, comme par exemple de nombreux moteurs électriques ou encore les haut-parleurs.

Certains dispositifs utilisant le courant continu sont aussi une autre source de champs électriques et magnétiques statiques. C'est par exemple le cas des écrans de télévision et d'ordinateurs muni de tubes cathodiques, mais également celui des équipements (motrices

<sup>1</sup> L'étude d'impact complète du projet Celtic Interconnector sera mise à la disposition du public lors de l'enquête publique prévue fin 2021

<sup>2</sup> 1 microtesla = 1 millionième de Tesla, unité d'induction électromagnétique

<sup>3</sup> Source ICNIRP : <https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPstatqdl.pdf>

et alimentations) de traction ferroviaire électrique à courant continu telles que le métro parisien (alimenté en 1500 V DC).

Les plus forts champs magnétiques statiques sont rencontrés dans les applications industrielles utilisant le courant continu (électrochimie, électroaimants, fabrication d'aimants) et de recherche (confinement magnétique, accélérateurs de particules).

Les plus fortes expositions humaines sont cependant médicales : en effet, certaines applications telles que l'IRM (Imagerie par Résonance Magnétique) engendrent des champs magnétiques statiques intenses dépassant couramment le Tesla.

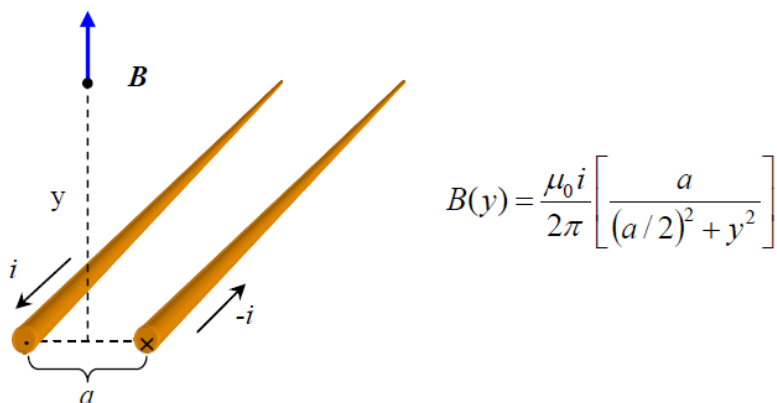
#### • **Champs générés par les liaisons à courant continu**

Qu'elle soit à courant alternatif ou continu, une liaison souterraine n'émet pas de champ électrique du fait de l'écran métallique du câble. Le seul champ émis est donc un champ magnétique statique.

Le champ magnétique statique est maximal à l'aplomb de l'ouvrage, et décroît ensuite comme l'inverse du carré de la distance. L'amplitude du champ au voisinage de l'ouvrage dépend :

- De l'intensité du courant transporté dans l'ouvrage ;
- Des paramètres de pose (profondeur d'enfouissement, géométrie de pose des câbles, et notamment l'écartement entre les deux câbles d'un bipôle<sup>4</sup>). Ces paramètres peuvent varier le long du tracé de l'ouvrage de manière à s'adapter à la configuration du terrain.

On peut facilement calculer le champ magnétique (B) dans l'axe vertical (y) au-dessus d'une liaison bipolaire (considérée comme un système de deux conducteurs rectilignes parallèles parcourus par des courants égaux circulant en sens opposés) :



Quand les câbles sont associés en bundle (c'est-à-dire posé côte à côte), la valeur du paramètre « a » (l'écartement entre câbles) est de l'ordre de 10 à 20 cm et quand on s'éloigne un peu du câble (c'est-à-dire quand y devient grand devant a, typiquement y > 1 m) la formule peut se simplifier en :

$$B(y) = \frac{\mu_0 i}{2\pi} \left[ \frac{a}{y^2} \right] = 0,2 \frac{a \cdot i}{y^2}$$

<sup>4</sup> Avec le courant continu, RTE fait appel à des liaisons bipolaires. Un bipôle est constitué de 2 câbles parallèles transitant des courants de sens opposé (un câble « aller » et un câble « retour »).

Dans des conditions de pose défavorables, les dispositions constructives peuvent conduire à écarter les deux câbles des bipôles, ce qui a pour conséquence une augmentation du champ magnétique résultant. Il en est de même au niveau des jonctions.

#### • **Champ magnétique produit par les postes électriques et les stations de conversion**

L'évolution du champ magnétique 50 Hz (CM50) dans la zone de voisinage d'un poste électrique aérien est essentiellement liée au CM50 produit par les liaisons qui se raccordent au poste. Réciproquement, dans les parties extérieures du poste qui ne sont traversées par aucun ouvrage de raccordement, le CM50 lié au seul poste peut être considéré comme négligeable. En effet, les sources de champ internes au poste (jeux de barres et appareillage du poste) sont toujours à distance suffisante de l'enceinte extérieure pour que le CM50 qu'elles engendrent à l'extérieur soit très faible.

Le même raisonnement et la même conclusion s'appliquent au champ magnétique statique : le champ statique produit par un poste HVDC est négligeable en périphérie de celui-ci, et ce d'autant plus que le « bruit de fond » est de l'ordre de 50  $\mu$ T (champ magnétique terrestre au niveau de la France). Le seul endroit de la périphérie où un champ statique supérieur au bruit de fond pourra être mesuré est la zone en surplomb de la liaison souterraine.

Note : Les selfs à air situées en sortie des bâtiments « redresseurs » constituent des sources de champ magnétique particulières. Il s'agit néanmoins de sources localisées et le champ magnétique qu'elles produisent décroît très rapidement (en  $1/d^3$ ) et n'est donc pas sensible à l'extérieur du poste.

#### • **Valeurs limites d'exposition**

Les valeurs limites d'exposition applicables au champ magnétique statique sont les suivantes :

- 40 000  $\mu$ T : limites applicables au public proposées par la Recommandation européenne 1999/519/CE, basée sur les recommandations de l'ICNIRP publiées en 1998. Cette valeur n'a pas été transposée dans la législation française.
- 2 T (tête) et 8 T (ensemble du corps) : limites d'exposition pour les travailleurs, définies par la directive européenne 2013/35/UE transposée en droit français par le décret 2016-1074.

Note 1 : la législation « travailleurs » a également intégré des seuils d'attention (appelés en l'occurrence des VDA « valeurs Déclenchant l'action ») pour tenir compte d'éventuels effets indirects pour les porteurs d'implants médicaux (VDA de 500  $\mu$ T) ou pour tenir compte des risques de projection d'objets métalliques dans les zones de fort champ (VDA de 3000  $\mu$ T).

Note 2 : l'ICNIRP a réactualisé ses recommandations sanitaires sur les champs électriques et magnétiques statiques par un nouveau document publié en 2009. C'est ce document qui a servi de base scientifique à la Directive européenne 2013/35/UE.

Les niveaux atteints par le champ magnétique des liaisons à courant continu sont nettement inférieurs aux limites réglementaires pour le public, et même nettement inférieures aux VDA pour les effets indirects. Il n'existe donc aucune contrainte réglementaire pour les personnes qui seraient amenées à circuler ou à travailler à proximité d'une liaison à courant continu.

• **Valeurs des champs électriques et magnétiques émis par le présent projet**

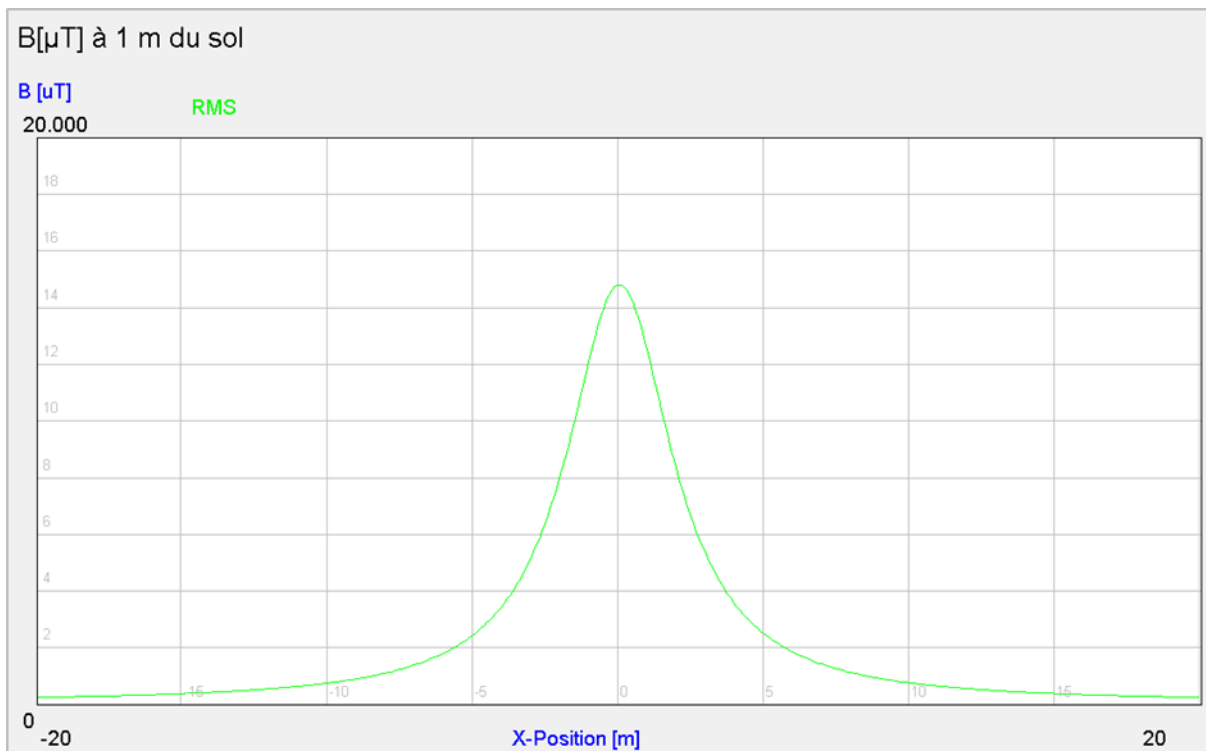
Le tableau suivant donne les valeurs de champs magnétiques modélisées pour la liaison souterraine en courant continu du projet Celtic Interconnector, soit une ligne à 1 circuit ayant une capacité de transit maximale de 1200 A, les valeurs modélisées correspondent aux valeurs à 1 m au-dessus du sol ou du fond marin.

Tension <b>320 000 volts</b>	Type de pose	Champ magnétique (en $\mu\text{T}$ )				
		Au-dessus de la liaison	A 5 m de l'axe de la liaison	A 10 m de l'axe de la liaison	A 15 m de l'axe de la liaison	A 100 m de l'axe de la liaison
<b>Valeurs maximales</b>	<b>A terre</b>					
	Pose courante : Profondeur : 1,3 m Entraxe : 0,3 m	<b>14,8</b>	<b>2,4</b>	<b>0,7</b>	<b>0,3</b>	<b>0,01</b>
	<b>En mer</b>					
	Ensuillage : Profondeur : 0,5 m Entraxe : 0,2 m	<b>21,2</b>	<b>1,8</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	<b>0,01</b>
	Enrochement : Hauteur de recouvrement <sup>5</sup> : 1 m Entraxe : 0,2 m	<b>12</b>	<b>1,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	<b>0,01</b>

Les valeurs modélisées correspondent au fonctionnement des deux câbles de puissance composant la liaison électrique à courant continu, en partie terrestre et en partie sous-marine, à leur capacité maximale.

La figure suivante illustre la courbe modélisée pour le mode de pose courant à terre (profondeur de 1,3 m et un entraxe de 0,3 m).

<sup>5</sup> Dans le cas de la modélisation pour l'enrochement, la modélisation est basée sur une hauteur de mesure de 1 m par rapport au sommet du talus rocheux installé aussi appelé « Hauteur de recouvrement ».



**Figure 38 : Modélisation d'émission de champ magnétique pour la liaison souterraine en courant continu du projet Celtic Interconnector (cas de la pose courante)**

Compte tenu de sa capacité de transit faible (au maximum 1 A), la télé-alimentation de la liaison à fibre optique n'a pas d'impact sur les valeurs modélisées pour la liaison électrique à courant continu en milieu terrestre et sous-marin.

#### **1.1.1.2 Cas de la liaison à courant alternatif**

##### **• CEM et Santé – Etat des connaissances**

De nombreuses expertises ont été réalisées ces 40 dernières années concernant l'effet éventuel des champs électriques et magnétiques sur la santé, par des organismes officiels tels que l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer), et au niveau français l'ANSES. L'ensemble de ces expertises conclut d'une part, à l'absence de preuve d'un effet significatif sur la santé, et s'accorde, d'autre part, à reconnaître que les champs électriques et magnétiques ne constituent pas un problème de santé publique.

Ces expertises ont permis à des instances internationales telles que la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) d'établir des recommandations sanitaires (« *Health Guidelines* ») relatives à l'exposition du public aux champs électriques et magnétiques. Ces recommandations sanitaires<sup>6</sup> constituent la base de la réglementation, et notamment la Recommandation européenne de 1999.

<sup>6</sup> En novembre 2010, l'ICNIRP a publié de nouvelles recommandations applicables aux champs magnétiques et électriques de basse fréquence (1 Hz à 100 kHz) qui élèvent le niveau de référence pour le champ magnétique à 50 Hz, qui passe ainsi de 100  $\mu$ T à 200  $\mu$ T.

### • **Réglementation en vigueur**

En juillet 1999, le Conseil des Ministres de la Santé de l'Union Européenne a adopté une recommandation<sup>7</sup> sur l'exposition du public aux CEM. La recommandation, qui couvre toute la gamme des rayonnements non ionisants (de 0 à 300 GHz), a pour objectif d'apporter aux populations « *un niveau élevé de protection de la santé contre les expositions aux CEM* ». A noter que les limites préconisées dans la recommandation sont des valeurs instantanées applicables aux endroits où « *la durée d'exposition est significative* ».

	<b>Champ électrique</b>	<b>Champ magnétique</b>
Unité de mesure	Volt par mètre (V/m)	micro Tesla ( $\mu\text{T}$ )
Recommandation Européenne Niveaux de référence mesurables pour les champs à 50 Hz	<b>5 000 V/m</b>	<b>100 <math>\mu\text{T}</math></b>

La France applique cette recommandation européenne : tous les nouveaux ouvrages électriques doivent ainsi respecter un ensemble de conditions techniques définies par un arrêté interministériel. Celui en vigueur, l'arrêté technique du 17 mai 2001, reprend (article 12 bis) les limites de 5 000 V/m et de 100  $\mu\text{T}$ , issues de la Recommandation européenne.

Le dispositif des plans de contrôle et de surveillance des CEM, mis en place par le décret n° 2011-1697 du 1er décembre 2011, étend la limite de 100  $\mu\text{T}$  à l'ensemble du réseau et permet de vérifier par des mesures directes et indépendantes que ces valeurs sont également respectées dans les zones fréquentées régulièrement par le public.

### • **Valeurs des champs électriques et magnétiques émis par le présent projet**

Du fait même de ses dispositions constructives (présence d'un écran métallique coaxial extérieur, relié à la terre), la liaison souterraine n'émet pas de champ électrique.

Le tableau suivant donne les valeurs de champs magnétiques mesurables à proximité d'une liaison souterraine de mêmes caractéristiques que la liaison souterraine en courant alternatif entre le poste de LA MARTYRE et la future station de conversion, soit une ligne à 1 circuit, avec des câbles de 2500 mm<sup>2</sup> de section, posés en trèfle et ayant une capacité de transit de 1230 A.

---

<sup>7</sup> 1999/519/CE: Recommandation du Conseil du 12/07/1999 relative à la limitation de l'exposition du public aux CEM de 0 à 300 GHz

		<b>Champ magnétique (en <math>\mu\text{T}</math>)</b>				
<b>Tension</b> <b>400 000 volts</b>	<b>Type de pose</b>	Au-dessus de la liaison	à 5 m de l'axe de la liaison	à 10 m de l'axe de la liaison	à 15 m de l'axe de la liaison	à 100 m de l'axe de la liaison
<b>Valeurs maximales</b>	Fourreaux non jointifs	<b>16,2</b>	<b>2,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,5</b>	<b>&lt;0,01</b>

Conformément aux normes de mesures<sup>8</sup>, on donne les valeurs de champs magnétiques à 1 mètre du sol.

• **Conclusion**

Les ouvrages de RTE sont conformes à l'arrêté technique du 17 mai 2001 qui reprend en droit français les limites issues de la Recommandation Européenne du 12 juillet 1999 pour tous les nouveaux ouvrages et dans les conditions de fonctionnement en régime de service permanent.

**RTE est particulièrement soucieux de la qualité et de la transparence des informations donnés au public et a notamment passé un accord avec l'Association des Maires de France pour répondre à toute demande en ce sens. RTE a créé un site dédié aux champs électriques et magnétiques : [www.clefdeschamps.info](http://www.clefdeschamps.info)**

<sup>8</sup> Normes CEI 61786, CEI 62110 et UTE C99-132