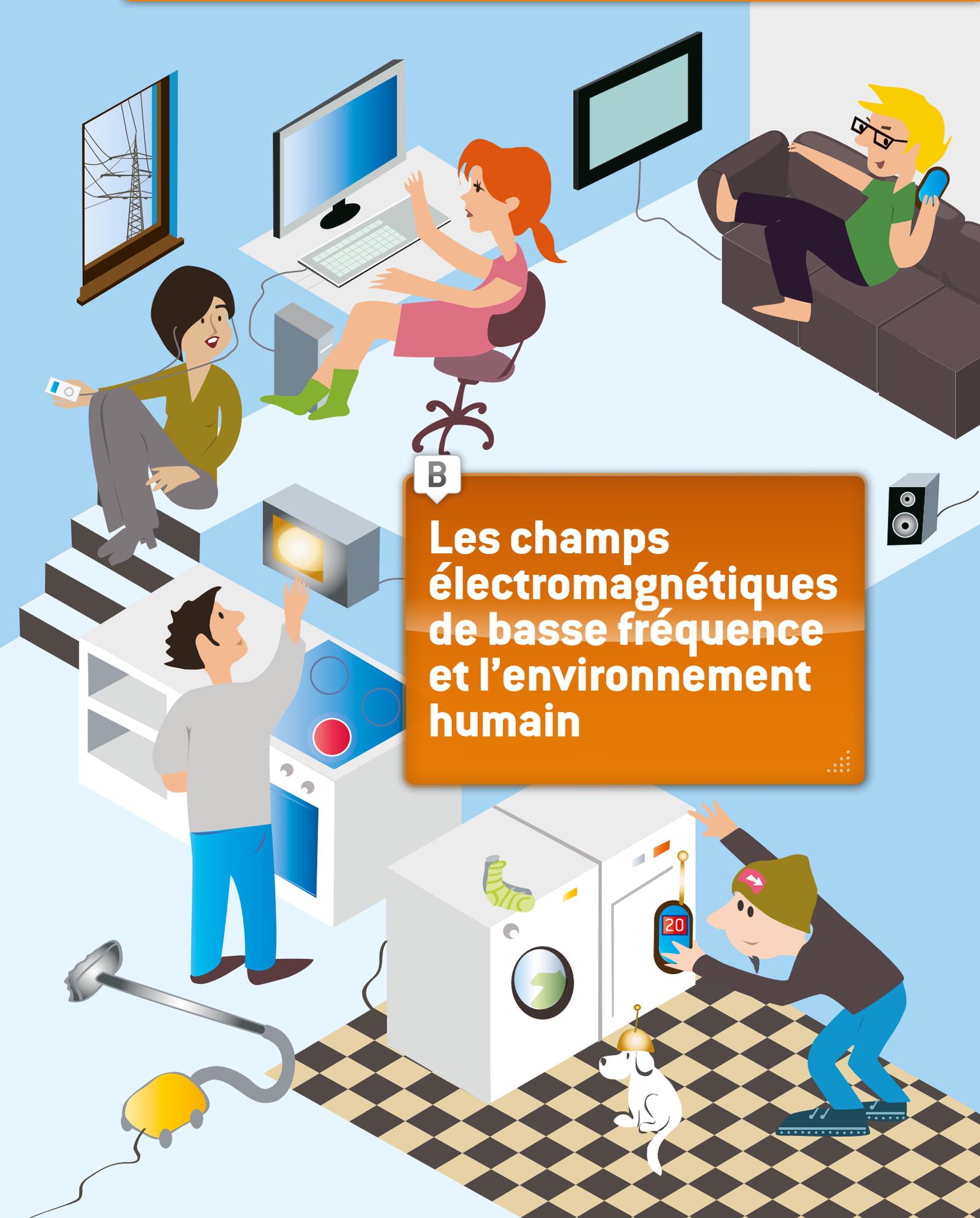


B

# Les champs électromagnétiques de basse fréquence et l'environnement humain





## INTRODUCTION

Les champs électromagnétiques (CEM) sont très répandus dans la nature. Les champs électriques et magnétiques naturels entourent la terre, son atmosphère ainsi que l'espace autour de la terre. L'être humain génère lui aussi des champs électromagnétiques de différentes fréquences. Les champs électromagnétiques peuvent également être d'origine artificielle ; on les soupçonne alors de ne pas être sans effet sur le corps humain. L'objectif de ce cours est de faire prendre conscience aux étudiants de l'omniprésence des CEM dans notre environnement.

*N.B. : En l'état des connaissances scientifiques actuelles, le rayonnement électromagnétique, par nature de faible intensité, peut être considéré comme sans conséquence sur le corps humain par rapport aux émissions électromagnétiques intenses provenant des rayons X et de l'IRM. Ceci dit, la pollution électromagnétique, comme celle émanant des téléphones portables, continue d'être un sujet qui intéresse l'opinion publique.*

### Concepts clés

Physics (magnets and electromagnets; Generator; Faraday's law; Maxwell's law; electromagnetic fields; radiation spectrum); Mathematics (Equation graphs); Environment (Environmental pollution)

### Classe d'âges

Le cours s'adresse à des étudiants âgés de 12 à 19 ans.

- ▮ Entre 12 et 14 ans – étude, mesures de l'induction du champ magnétique et analyse qualitative.
- ▮ Entre 15 et 19 ans – étude, mesures de l'induction du champ magnétique, analyse quantitative, représentation graphique.

## RESSOURCES

Tous les graphiques et tous les textes (questionnaires) peuvent être créés dans des tableurs comme Microsoft Excel ou Open Office.

Les questionnaires peuvent être préparés avec des outils en ligne comme par exemple Google Documents (modèles de documents et de feuilles de calcul).

Les mesures peuvent être effectuées à l'aide d'un smartphone ou d'un PDA (assistant électronique de poche) avec capacités de mesure des champs électromagnétiques. Il ya plusieurs applications disponibles gratuitement.

## CONTENU

Certains instruments médicaux destinés au diagnostic et au traitement des maladies peuvent générer des champs électromagnétiques : appareils à rayons X, les tomodiagraphes, les résonateurs magnétiques, les appareils de magnétothérapie et de stimulation magnétique, les appareils de diathermie.

Les CEM non naturels sont générés par les câbles électriques, les stations radio et TV, les instruments de navigation et de localisation par ondes radio, les téléphones portables et tous les appareils électriques utilisés dans l'environnement domestique. Tous ces CEM forment ce que l'on appelle l'électro-smog ou brouillard électromagnétique.

De façon à proposer un diagnostic du niveau moyen de connaissances d'un utilisateur de ces appareils sur le sujet des CEM basses fréquences, une étude fut réalisée sur un échantillon de 1.000 élèves. Les résultats sont alarmants. Seuls 14 % des personnes interrogées connaissent la notion de brouillard électromagnétique et 5 % d'entre elles sont capables de la définir correctement. A la question «Pouvez-vous citer quelques-unes des sources de rayonnement électromagnétique que vous connaissez ?», 36 % de l'échantillon d'étude est incapable de donner une réponse tandis que les personnes restant reprennent les appareils mentionnés dans le formulaire.

Sur la base des questionnaires, il nous a été possible d'établir un classement de nocivité ressentie de ces appareils. Pour confronter ces résultats avec la réalité, il suffit de mesurer les champs électromagnétiques produits par les différents appareils mentionnés ; nous avons donc utilisé un appareil de mesure de CEM dans un smartphone et un PDA. Les résultats de nos mesures ont démontré que le classement établi par les étudiants n'était pas exact.

### Objectif

L'objectif principal est d'analyser les champs électromagnétiques qui nous entourent et de sensibiliser davantage encore les élèves à ce thème.

Les adolescents remplissent un questionnaire sur un ordinateur. Pour simplifier la collecte des données, vous pouvez utiliser un outil en ligne gratuit. Cette application vous permettra d'établir un formulaire qui présentera l'avantage d'être accessible en ligne via son lien internet et donc de pouvoir être rempli directement par les élèves. Toutes les données collectées seront copiées dans un tableau que



Mesures de la répartition des champs magnétiques sur un plan (isolignes). ② ③

**Analyse**

L'élève utilisera les données collectées lors de l'étude et des mesures pour créer des graphiques. Les graphiques seront ensuite étudiés et analysés.

Ainsi à la question «Pouvez-vous citer quelques-unes des sources de rayonnement électromagnétique que vous connaissez ?», les réponses possibles seront «Je connais ...» – «Je ne connais pas ...». Les résultats seront transcrits sous forme de graphique en courbe.

vous pourrez ensuite télécharger au format désiré. Vous pourrez alors transcrire immédiatement les résultats de l'enquête en pourcentages et sous forme de graphiques dans un tableur (programme de feuille de calcul).

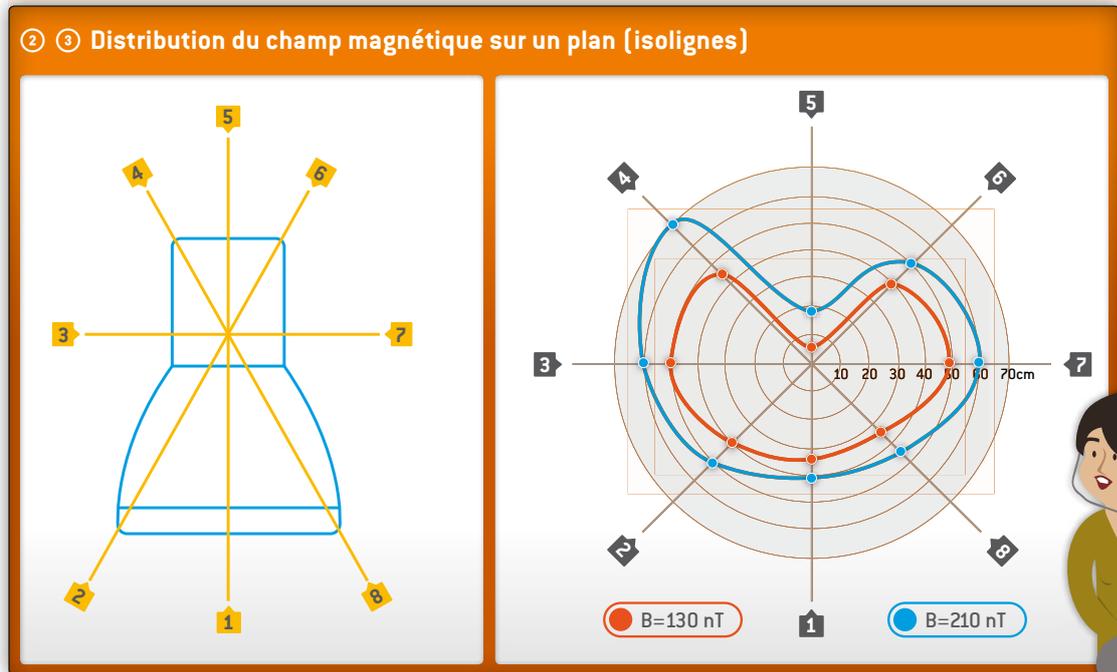
Dans un deuxième temps, les adolescents mesureront les champs magnétiques de différents appareils du type de ceux que l'on trouve dans tous les ménages (mesures linéaires et tridimensionnelles). Ils utiliseront pour cela l'application de géométrie disponible sur les smartphones ou sur les PDA.

Ils mesureront enfin l'induction magnétique tous les 10 cm ④ et entrерont les résultats dans le tableau prévu à cet effet. Le tableur affichera le graphique principal.

La question «Avez-vous déjà entendu parler d'électro-smog ?» admet plusieurs réponses, ce qui permet de passer à un graphique à barres.

A la question «Quels appareils ont, selon vous, un impact négatif sur la santé ?», on peut envisager de représenter les résultats dans un graphique du type  $y(x)$  (avec  $x$  = le nom de l'appareil et  $y$  = le nombre de personnes).

Les élèves soumettront ensuite leurs mesures à des calculs mathématiques (une certaine imprécision dans les mesures peut être due aux facteurs suivants : des instruments de mesure imprécis, une imprécision des facteurs humains comme la vue). Ces mesures seront ensuite compilées dans un tableur. Exemple : «Ampleur de l'induction magnétique  $B$  [nT] des appareils électriques



4 Comparaison de la grandeur du champ magnétique induit par certains équipements électriques

Distance to the source (cm) >	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
<b>Vacuum cleaner «Philips»</b>	19,755	5,695	2,560	1,200	754	461	331	247	187	162	136	109	103
<b>Computer monitor</b>	666	225	109	63	50	41	30						
<b>Hair dryer «Braun»</b>	3,940	1,043	464	206	133	85	69	51					
<b>Shaver «Privileg»</b>	19,980	9,450	3,320	1,432	844	500	341	232	180	127	102	78	67

sélectionnés (d'après les mesures réalisées par les élèves) par rapport à la distance active marquée par une couleur». ④ ⑤

Enfin et pour conclure l'analyse, ils pourront comparer l'intensité du champ magnétique engendré par l'appareil et le temps d'exposition (par exemple graphique y(x) :

x – l'induction du champ magnétique B [nT] et la durée d'exposition t[h] – par semaine ;y – le nom de l'appareil.).

Résultat

La valeur de l'induction du champ magnétique produite par les appareils (valeur généralement indiquée par les fabricants) ainsi que la durée d'exposition sont des données très importantes lorsqu'il s'agit d'analyser le problème de l'influence des CEM sur l'organisme humain. Il est également important de connaître la partie du corps la plus exposée aux radiations. On peut envisager d'entamer une discussion entre les élèves sur les résultats de l'analyse, de leur faire faire des posters destinés aux autres élèves et de par-

tager les résultats avec les autres classes ou avec les écoles voisines. Pour ce faire, il serait possible d'utiliser une page wiki commune ou de faire circuler l'information par le biais de questionnaires en ligne.

Le logiciel de simulation de l'action de l'IRM disponible sur [phet.colorado.edu/en/simulation/mri](http://phet.colorado.edu/en/simulation/mri) peut être utile pour comprendre l'importance de l'impact des champs magnétiques l'organisme humain.

CONCLUSION

Les champs électromagnétiques pilotent de nombreux processus biologiques et psychologiques du corps humain. Ils agissent notamment sur la structure des composants protéiques des canaux des membranes et sur la répartition des ions ;ils impactent également sur les cristaux liquides contenus dans le corps et plus particulièrement sur les composants à cristaux liquides présentant des propriétés de membranes biologiques.

L'influence présumée des champs électromagnétiques de basse fréquence sur l'homme et son cadre de vie reste un sujet de réflexion d'importance majeure, même si malheureusement (comme le prouve le questionnaire) il reste encore largement ignoré. Il convient donc dans un premier temps d'initier l'utilisateur d'objets électriques au sujet. Il ne s'agit ni d'avoir peur des champs électromagnétiques, ni, non plus de les ignorer ;il s'agit tout simplement de les connaître et de les comprendre de façon à développer une attitude responsable (par exemple savoir qu'il ne faut pas utiliser plusieurs appareils électriques comme un poste de télévision, un ordinateur, des équipements audios en même temps ou savoir qu'il faut éviter de passer trop de temps devant son ordinateur ou devant un téléviseur, savoir qu'il est préférable d'arrêter son Wi-Fi...).

5 Relation entre l'induction magnétique et la distance de la source

