

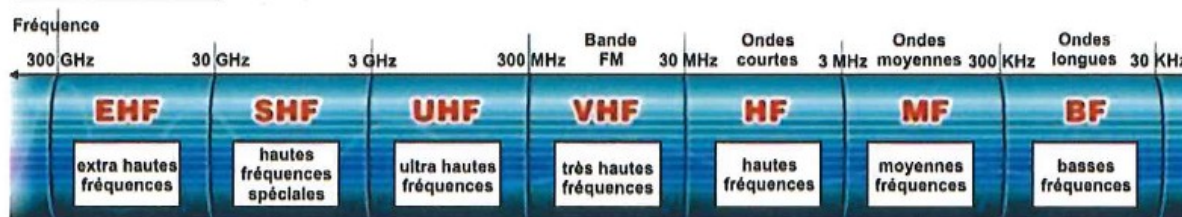
Exercice N°1

Les radiocommunications

La Fédération Internationale de l'Automobile (FIA) a décidé de limiter les conversations radiophoniques entre les écuries et leurs pilotes au strict minimum : « Le pilote doit conduire seul et sans aide ».

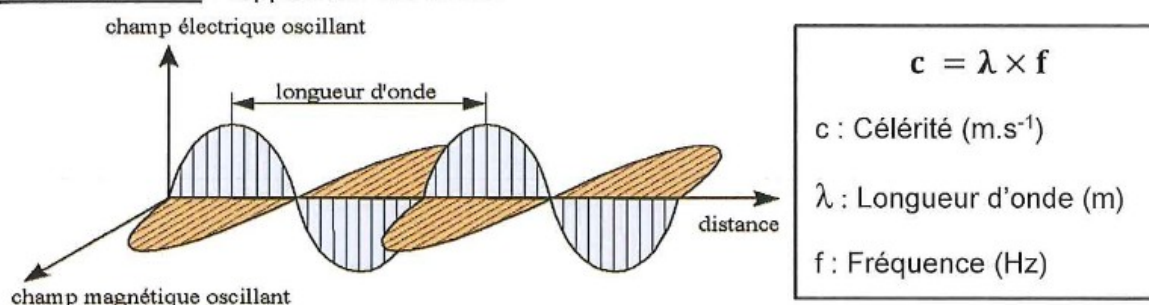
- 1 Supposons que l'onde radiophonique ait une fréquence de $1,00 \times 10^{10}$ Hz. À l'aide du document 11 de la page 16, préciser à quel domaine, allant des BF aux EHF, elle appartient.
- 2 Les radioamateurs fans de Formule 1 peuvent utiliser comme récepteur une antenne « quart d'onde » pour intercepter les communications entre les coureurs et les stands. À partir du document 12 de la page 16 et du document 13 de la page 17, montrer que la dimension de l'antenne, ℓ , est alors de 7,5 mm.

Document D11 : ondes radio



ANNEXES DE LA PARTIE C

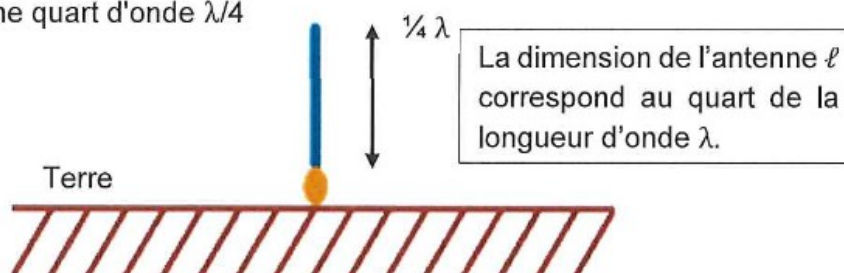
Document D12 : rappels sur les ondes



Vitesse d'une onde sonore dans l'air : $c_1 = 340 \text{ m.s}^{-1}$

Vitesse d'une onde électromagnétique dans l'air : $c_2 = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Document D13 : antenne quart d'onde $\lambda/4$



Annexe A4 : seuils limites d'exposition à court terme pour différentes ondes électromagnétiques

Bande de fréquences	Seuil limite d'exposition fixé par le décret de mai 2002
Services de radiodiffusion et de télédiffusion (100 kHz – 830 MHz)	28 V.m ⁻¹
GSM 900 à trafic maximal (880 – 960 MHz)	41 V.m ⁻¹
Radars, DAB (960 – 1710 MHz)	43 V.m ⁻¹
GSM 1800 à trafic maximal (1710 – 1880 MHz)	58 V.m ⁻¹
DECT (1880 – 1900 MHz)	60 V.m ⁻¹
UMTS à trafic maximal (1900 – 2200 MHz)	61 V.m ⁻¹
Radars, BLR, FH (2200 – 3000 MHz)	61 V.m ⁻¹

Annexe A5 : extrait fiche « Antennes-relais » du site <http://www.radiofrequences.gouv.fr> (12 décembre 2011)

Il est établi qu'une exposition aiguë de forte intensité aux champs électromagnétiques radiofréquences peut provoquer des effets thermiques, c'est-à-dire une augmentation de la température des tissus. C'est pour empêcher l'apparition de ces effets thermiques que des valeurs limites d'exposition ont été élaborées.

En l'état actuel des connaissances scientifiques, l'expertise nationale et internationale n'a pas identifié d'effets sanitaires à court ou à long terme, dus aux champs électromagnétiques émis par les antennes relais.

[...] Peut-on être hypersensible aux champs électromagnétiques ?

Ce terme est utilisé pour définir un ensemble de symptômes variés et non spécifiques à une pathologie particulière (maux de tête, nausées, rougeurs, picotements...) que certaines personnes attribuent à une exposition aux champs électromagnétiques. Toutefois, l'ANSES indique qu'en l'état actuel des connaissances, « aucune preuve scientifique d'une relation de causalité entre l'exposition aux radiofréquences et l'hypersensibilité électromagnétique n'a pu être apportée jusqu'à présent ».

Annexe A6 : extrait de la résolution 1815 du Conseil de l'Europe (texte adopté par la Commission permanente, agissant au nom de l'Assemblée, le 27 mai 2011)

5. Concernant les normes ou les seuils relatifs aux émissions des champs électromagnétiques de tout type et de toute fréquence, l'Assemblée préconise l'application du principe «ALARA» (*as low as reasonably achievable*), c'est-à-dire du niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre, prenant en compte non seulement les effets dits thermiques, mais aussi les effets athermiques ou biologiques des émissions ou rayonnements de champs électromagnétiques. De plus, le principe de précaution devrait s'appliquer lorsque l'évaluation scientifique ne permet pas de déterminer le risque avec suffisamment de certitude.

[...] l'Assemblée recommande aux États membres du Conseil de l'Europe :

[...] 8.2.1. de fixer un seuil de prévention pour les niveaux d'exposition à long terme aux micro-ondes en intérieur, conformément au principe de précaution, ne dépassant pas 0,6 volt par mètre, et de le ramener à moyen terme à 0,2 volt par mètre.

Les annexes A1 à A6 sont à utiliser pour cette partie.

Sur le toit, immédiatement au-dessus du quatrième et dernier étage, se trouve une antenne relais de téléphonie mobile constituée de trois modules émetteurs comme indiqué ci-contre.

Pour prévenir un débat sur l'installation de cette antenne, le chef d'établissement a demandé à l'opérateur de téléphonie mobile, propriétaire de cette station de base, de faire effectuer un relevé des niveaux de champs électromagnétiques sur le site.

L'opérateur a alors mandaté un organisme accrédité pour le contrôle afin d'effectuer des mesures suivant la méthodologie définie dans le protocole de l'Agence Nationale des FRéquences (ANFR).



<http://voisinage.comprendrechoisir.com/astuce/voir/137651/une-antenne-relais-trop-proche-est-elle-un-trouble-du-voisinage>

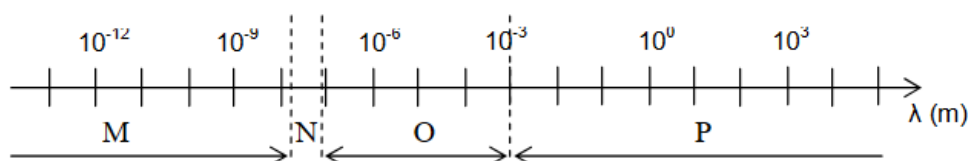
Les emplacements des points de mesure, P_1 , P_2 et P_3 sont représentés sur l'annexe A1 et les mesures réalisées rassemblées dans l'annexe A2.

A.1. Quelques questions sur les ondes électromagnétiques.

A.1.1. Quelle est la structure d'une onde électromagnétique ?

A.1.2. En téléphonie mobile, les ondes UMTS se propagent-elles dans l'air plus rapidement que les ondes GSM ? Justifiez votre réponse.

A.1.3. Sur l'échelle des longueurs d'onde donnée ci-dessous, dans quel domaine (M, N, O ou P) peut-on situer les ondes utilisées pour la communication, dont les fréquences extrêmes sont données dans l'annexe A2 ? Vous justifierez votre choix, sachant que la vitesse des ondes électromagnétiques dans le vide vaut $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.



A.2. Pour analyser les données, Pierre a besoin d'informations complémentaires.

A.2.1. Compte tenu de l'unité des valeurs du tableau de l'annexe A2, à quel champ correspondent les mesures relevées par le technicien de l'organisme de contrôle pour évaluer le niveau d'exposition aux ondes ?

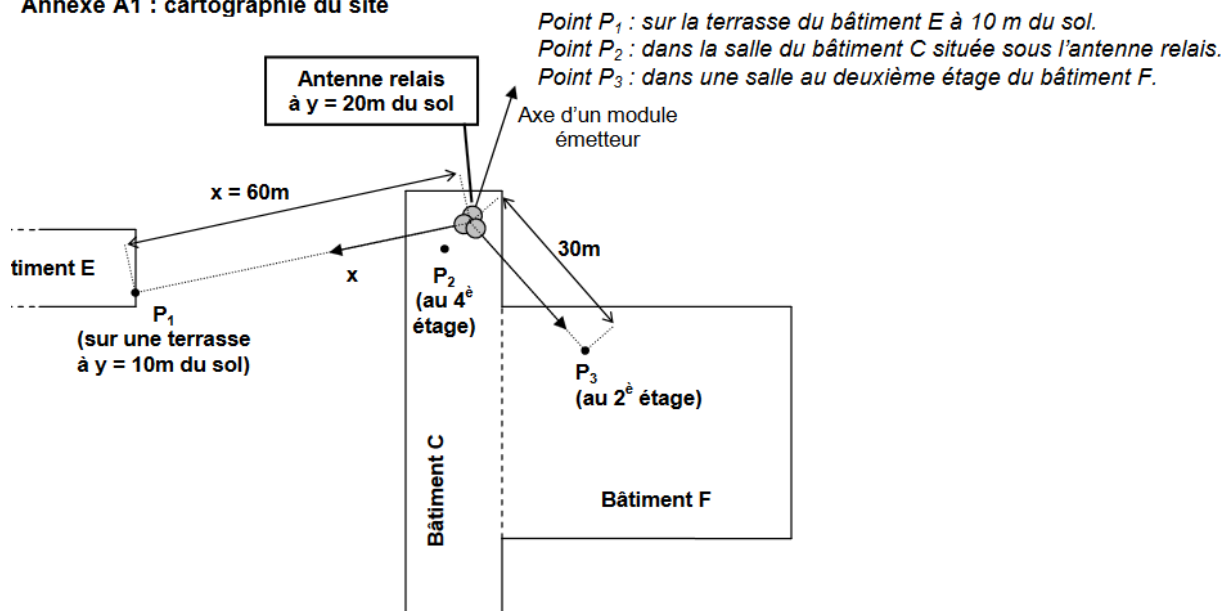
A.2.2. Les trois modules de l'antenne relais, orientés à 120° les uns des autres, émettent dans les directions indiquées par des flèches sur le schéma de l'annexe A1. Chaque module rayonne comme indiqué dans l'annexe A3.

À partir de ces deux annexes, déterminer la valeur approximative du champ au point P_1 . On supposera que le rayonnement reçu en P_1 provient d'un seul module émetteur. Justifiez votre réponse à l'aide du **document réponse DR1 à rendre avec la copie**.

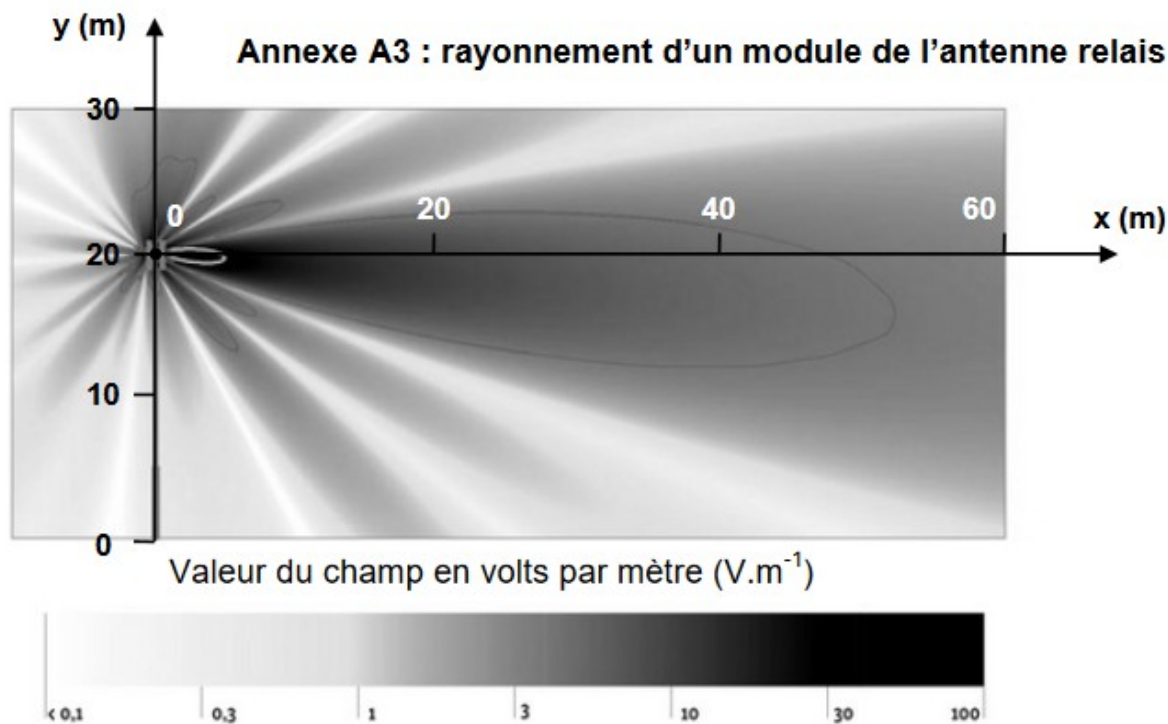
Ce résultat est-il en accord avec la mesure donnée en annexe A2 ? Justifier votre réponse.

Annexes A

Annexe A1 : cartographie du site



Annexe A3 : rayonnement d'un module de l'antenne relais



Annexe A2 : mesure de l'intensité du champ créé par une antenne relais en différents points

Résultats des mesures réalisées par une sonde isotropique large bande (la sonde isotropique large bande permet d'évaluer dans la bande de fréquence de l'appareil le niveau de champ sur le lieu de la mesure).

La bande de fréquence analysée est 100 kHz - 3 GHz. Dans cette bande sont comprises les principales émissions terrestres d'ondes électromagnétiques dues à l'activité humaine.

	Niveau de champ mesuré sur la bande de fréquences 100 kHz – 3 GHz
Au point P ₁	3,00 V.m ⁻¹
Au point P ₂	0,30 V.m ⁻¹
Au point P ₃	0,10 V.m ⁻¹

Annexe A4 : seuils limites d'exposition à court terme pour différentes ondes électromagnétiques

Bande de fréquences	Seuil limite d'exposition fixé par le décret de mai 2002
Services de radiodiffusion et de télédiffusion (100 kHz – 830 MHz)	28 V.m ⁻¹
GSM 900 à trafic maximal (880 – 960 MHz)	41 V.m ⁻¹
Radars, DAB (960 – 1710 MHz)	43 V.m ⁻¹
GSM 1800 à trafic maximal (1710 – 1880 MHz)	58 V.m ⁻¹
DECT (1880 – 1900 MHz)	60 V.m ⁻¹
UMTS à trafic maximal (1900 – 2200 MHz)	61 V.m ⁻¹
Radars, BLR, FH (2200 – 3000 MHz)	61 V.m ⁻¹

Annexe A5 : extrait fiche « Antennes-relais » du site <http://www.radiofrequences.gouv.fr> (12 décembre 2011)

Il est établi qu'une exposition aiguë de forte intensité aux champs électromagnétiques radiofréquences peut provoquer des effets thermiques, c'est-à-dire une augmentation de la température des tissus. C'est pour empêcher l'apparition de ces effets thermiques que des valeurs limites d'exposition ont été élaborées.

En l'état actuel des connaissances scientifiques, l'expertise nationale et internationale n'a pas identifié d'effets sanitaires à court ou à long terme, dus aux champs électromagnétiques émis par les antennes relais.

[...] Peut-on être hypersensible aux champs électromagnétiques ?

Ce terme est utilisé pour définir un ensemble de symptômes variés et non spécifiques à une pathologie particulière (maux de tête, nausées, rougeurs, picotements...) que certaines personnes attribuent à une exposition aux champs électromagnétiques. Toutefois, l'ANSES indique qu'en l'état actuel des connaissances, « aucune preuve scientifique d'une relation de causalité entre l'exposition aux radiofréquences et l'hypersensibilité électromagnétique n'a pu être apportée jusqu'à présent ».

Annexe A6 : extrait de la résolution 1815 du Conseil de l'Europe (texte adopté par la Commission permanente, agissant au nom de l'Assemblée, le 27 mai 2011)

5. Concernant les normes ou les seuils relatifs aux émissions des champs électromagnétiques de tout type et de toute fréquence, l'Assemblée préconise l'application du principe «ALARA» (*as low as reasonably achievable*), c'est-à-dire du niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre, prenant en compte non seulement les effets dits thermiques, mais aussi les effets athermiques ou biologiques des émissions ou rayonnements de champs électromagnétiques. De plus, le principe de précaution devrait s'appliquer lorsque l'évaluation scientifique ne permet pas de déterminer le risque avec suffisamment de certitude.

[...] l'Assemblée recommande aux Etats membres du Conseil de l'Europe :

[...] 6.2.1. de fixer un seuil de prévention pour les niveaux d'exposition à long terme aux micro-ondes en intérieur, conformément au principe de précaution, ne dépassant pas 0,6 volt par mètre, et de le ramener à moyen terme à 0,2 volt par mètre.