

La télémédecine

La télémédecine constitue l'ensemble des pratiques médicales exercées à distance. Ces pratiques ont pu se développer notamment grâce aux progrès réalisés dans le domaine des télécommunications.

En 2014, 80 % de la population mondiale n'avait pas accès à un médecin proche, principalement dans des pays en développement comme l'Inde par exemple. En France, le nombre de personnes vivant dans un désert médical (accès difficile à un médecin) s'accroît (8,6 % en 2015).

1. Lorsque les mesures ou les images ont été réalisées, il faut ensuite les envoyer vers le centre où le médecin se trouve afin qu'il puisse les analyser et donner son diagnostic.
 - a. Quels sont les champs qui modélisent une onde électromagnétique ?
 - b. À l'aide de l'annexe 1, présenter les avantages et l'inconvénient de la technologie (GSM).

On considère une antenne (GSM) 1800 avec les propriétés suivantes :

- puissance d'émission : 20 W
- constante liée à l'antenne $\alpha = 1280 \Omega$

On se positionne à une distance $d = 250$ m de l'émetteur.

- c. À l'aide des données précédentes et des annexes 2 et 3, vérifier que la législation concernant la santé des utilisateurs est respectée.

La limite de réception du signal est de $2,0 \text{ mV}\cdot\text{m}^{-1}$ en admettant que le terrain soit sans obstacle.

- d. À quelle distance maximum de l'antenne la station de télémédecine peut-elle se trouver ?
2. Pour aider le médecin dans son diagnostic, on peut automatiser certains traitements. Nous allons voir un exemple simple sur l'électrocardiogramme (ECG) reçu après transfert.
 - a. D'après l'annexe 4, le signal reçu par le médecin est-il analogique ou numérique ?
 - b. Quelle est la différence entre ces deux types de signaux ?

Pour calculer la fréquence cardiaque de manière automatique, on peut tracer le spectre des fréquences présentes dans le signal de l'ECG.

- c. Parmi les spectres présentés dans l'annexe B5, lequel correspond à l'ECG de l'annexe 4 ? Justifier la réponse.

L'annexe 4 présente l'électrocardiogramme d'un patient

- d. Ce patient présente-t-il un trouble cardiaque ? Justifier la réponse.

DOCUMENTS ANNEXES

Annexe 1 – Tableau comparatif de différentes technologies de communication

Technologie	Informations techniques
(GSM)	<ul style="list-style-type: none">- Le signal est limité aux zones possédant une antenne relais.- Abonnement annuel : 240 €- Coût du matériel : moyen- Bande de fréquence : autour de 900 MHz et 1800 MHz.
Satellite	<ul style="list-style-type: none">- Utilise un réseau satellite.- Abonnement annuel : 700 €- Coût du matériel : élevé.- Signal disponible partout (désert, océans...)
Bluetooth	<ul style="list-style-type: none">- Portée : de 10 à 100 m.- Pas d'abonnement nécessaire.- Coût du matériel : moyen.- Bande de fréquence : 2,4 GHz

(D'après : http://fr.wikipedia.org/wiki/Global_System_for_Mobile_Communications
www.ariase.com/fr/comparatifs/satellite.html
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>)

Annexe 2 – Onde électromagnétique et santé

Pour les radiofréquences, les applications les plus courantes sont celles de la téléphonie mobile. Il faut ici différencier les stations de base et le téléphone mobile.

Pour une station de base de téléphonie mobile, l'ensemble du corps est exposé. Le paramètre de mesure est le niveau du champ électrique. Les valeurs limites à ne pas dépasser sont :

- Pour une antenne GSM 900 : 41 V.m⁻¹
- Pour une antenne GSM 1800 : 58 V.m⁻¹
- Pour une antenne UMTS : 61 V.m⁻¹
- Pour le wifi et les fours micro-ondes : 61 V.m⁻¹
- Pour la radio FM : 28 V.m⁻¹

(D'après : http://www.ineris.fr/ondes-info/content/valeurs_limites_exposition)

Annexe 3 – Calcul de la valeur du champ électrique

Loin de la source d'émission, on peut calculer le champ électrique avec la relation :

$$E = \frac{\sqrt{\alpha \cdot P}}{d}$$

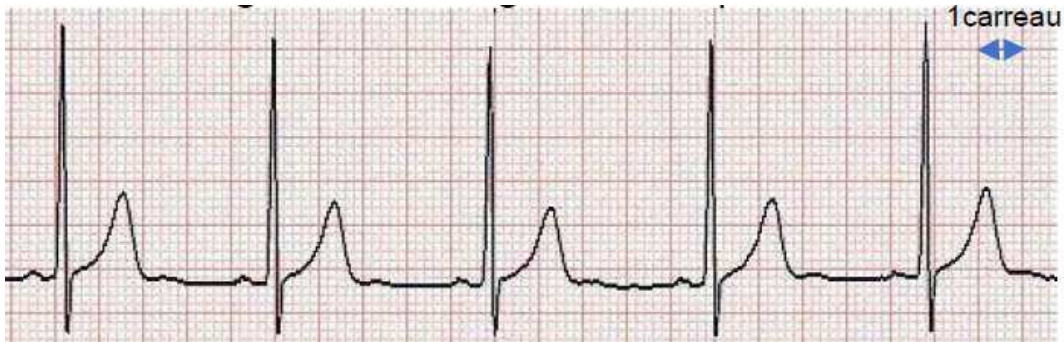
- E l'intensité du champ électrique (V.m⁻¹)
- P la puissance de l'antenne (W)
- d distance de la source (m)
- α constante liée à l'antenne (Ω)

Annexe 4 – Electrocardiogramme et santé

L'enregistrement de l'activité électrique du cœur s'appelle un électrocardiogramme (ECG). Le signal issu des capteurs piézoélectriques est ensuite numérisé pour être envoyé au médecin. On peut en déduire la fréquence cardiaque du patient en battement par minute.

Si cette dernière est supérieure à 110 battements par minute au repos, le patient est atteint de tachycardie. En dessous de 60 battements par minute au repos on parle de bradycardie (sauf chez le sportif entraîné).

Exemple d'électrocardiogramme enregistré au repos :

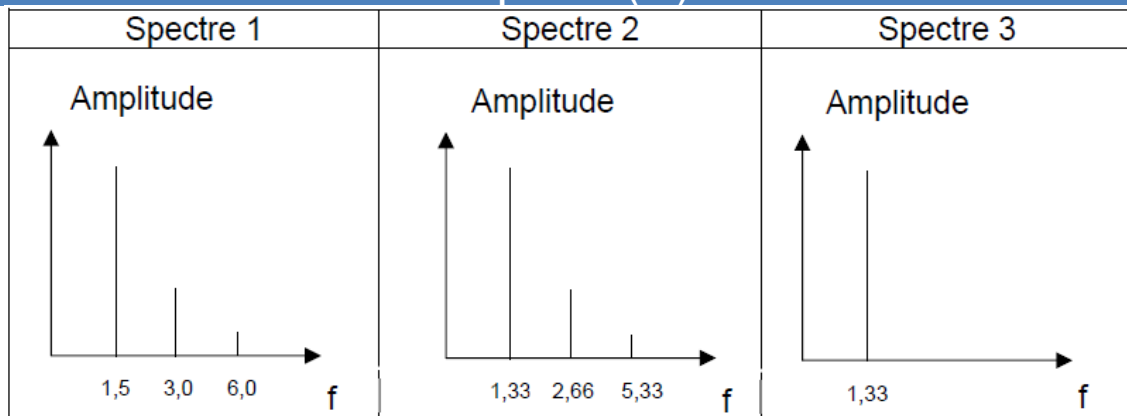


Sensibilité verticale : 1 carreau pour 50 μ V.

Sensibilité horizontale : 1 carreau pour 150 ms.

(D'après : <http://campus.cerimes.fr/semiologie-cardiologique/enseignement/electrocardiogramme/site/html/cas1.html>)

Annexe 5 – Différents spectres : amplitude en fonction de la fréquence f (Hz).



1.
 - a. Une onde électromagnétique est composée d'un champ électrique et d'un champ magnétique.
 - b. La technologie GSM :
 - avantages : un coût moyen en matériel et un abonnement annuel plus faible.
 Inconvénients : il faut une antenne relais
 - c. Pour une antenne de 20 W avec $\alpha = 1280 \Omega$ à une distance $d = 250 \text{ m}$: on a une intensité $E = \frac{\sqrt{\alpha P}}{d} = \frac{\sqrt{1280 \times 20}}{250} = 0,64 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$
 Cette valeur est très inférieure aux valeurs limites de $41 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$ et $58 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$ des antenne GSM 900 et GSM 1800.
 - d. Pour avoir une valeur supérieure à $2,0 \text{ mV}\cdot\text{m}^{-1} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$, il faut être à une distance maximale $d = \frac{\sqrt{\alpha P}}{E} = \frac{\sqrt{1280 \times 20}}{2,0 \cdot 10^{-3}} = 8,0 \cdot 10^4 \text{ m} = 80 \text{ km}$

2.
 - a. On "devine" un signal en "marches d'escaliers" : le signal est donc numérique.
 - b. Le signal numérique ne peut prendre que certaines valeurs alors que le signal analogique peut prendre toutes les valeurs comprises entre un minimum et un maximum.
 - c. D'après le document B4 :



On a 4T occupent environ 20 carreaux.
 Et 1 carreau correspond à 150 ms.

$$\text{Donc } T = \frac{150 \times 20}{4} = 750 \text{ ms} = 0,750 \text{ s}$$

$$\text{Donc une fréquence } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,750} = 1,33 \text{ Hz} .$$

Le spectre n°1 ne convient pas car il a un fondamental à 1,5 Hz en non 1,33 Hz.

Le spectre n°3 ne convient pas car il est celui d'un signal sinusoïdal pur, or l'ECG n'est pas une sinusoïde.

Le spectre est donc le n°2.

- d. La fréquence cardiaque est de 1,33 Hz, donc 1,33 battement par seconde, donc $1,33 \times 60 = 80$ battements par minute. Cette valeur est comprise entre 60 et 110 battements par minute, le patient ne présente pas de trouble cardiaque.