

# Le diagnostic médical : Analyse de signaux dans le domaine de la santé (physique)

## Séquence n° 1 : L'électrocardiogramme (ECG) :

### Document :

Historique : *Inspiré de « Lecture accélérée de l'ECG » par DALE DUBIN aux éditions MALOINE.*

« C'est en disséquant des grenouilles vivantes vers 1855, que le physiologiste\* Müller (1801-1858-Allemand) et son élève Kölliker (1817-1905- Suisse), ont découvert que la mise en contact d'un nerf moteur de patte de grenouille avec un cœur isolé entraînait une contraction de la patte à chaque battement cardiaque.

Il était donc logique pour eux de supposer que la contraction cardiaque était due à une décharge rythmée d'excitations électriques.

Au cours de l'année 1880 Ludwig (1816-1895) et Waller (1856-1922), physiologistes respectivement allemand et britannique, montrèrent que les excitations électriques du rythme cardiaque pouvaient être suivies à partir de la peau. Leur système était constitué d'électrodes de détection placées au contact même de la peau et relié à un tube capillaire placé dans un champ électrique. Le niveau du liquide du tube capillaire se déplaçait synchroniquement avec les battements cardiaques du sujet. Ils baptisèrent ce système « l'électromètre capillaire ».

*\*Le physiologiste étudie le rôle, le fonctionnement et l'organisation mécanique, physique et biochimique des organismes vivants et de leurs composants (organes, tissus, cellules et organites cellulaires).*

Ce système était trop peu sophistiqué pour une application clinique mais il ouvrait la voie à la surveillance de l'activité électrique du cœur au travers de la peau.

Willem Einthoven (1850-1927), physiologiste néerlandais, prix Nobel de médecine en 1924, améliore le système et permet la naissance vers 1901 d'un électrocardiographe pouvant enregistrer l'activité électrique cardiaque anormale et la comparer à une activité normale. »

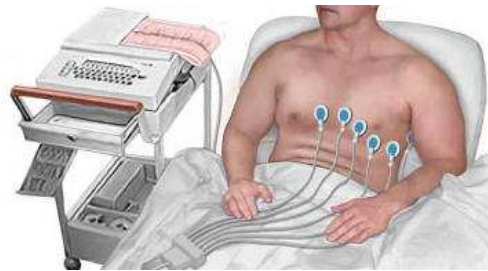


*Einthoven*

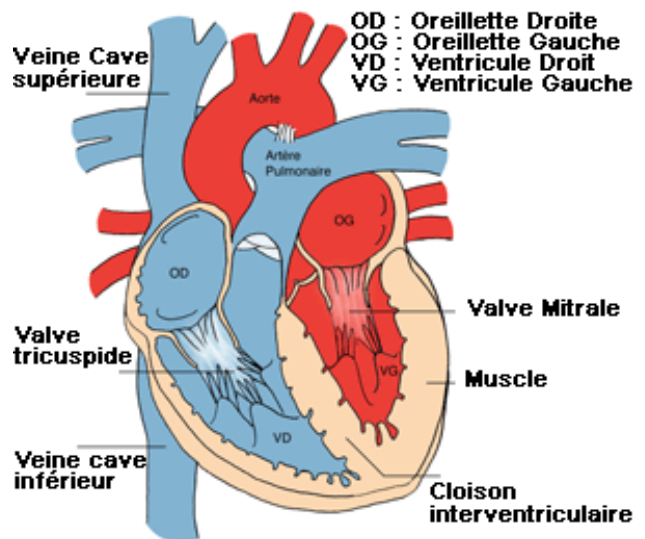
## Principe de l'électrocardiogramme:

L'analyse par un médecin des signaux obtenus lors d'un électrocardiogramme ou d'un électroencéphalogramme permet d'établir un diagnostic.

L'électrocardiographie est la technique d'examen la plus couramment utilisée pour suivre l'activité cardiaque. Trois électrodes sont placées au niveau des deux poignets et de la cheville gauche. Désormais ces électrodes sont placées sur le thorax, autour de l'emplacement du cœur.



Des variations de tension apparaissent entre ces électrodes, prises deux à deux, et constituent des électrocardiogrammes. Ils sont le reflet de l'activité électrique du myocarde\* dans les trois axes : bras droit-jambe gauche, bras gauche-jambe gauche, et bras droit-bras gauche. (\*Le **myocarde** est le tissu musculaire du cœur ((*myo-*, muscle) –(*carde, cœur*)). Il est aussi possible de faire des enregistrements sur plusieurs jours ou durant des exercices physiques.



Ces enregistrements montrent entre autre la révolution cardiaque (durée d'un battement) appelée aussi période. On peut ainsi déterminer la fréquence cardiaque (nombre de battements du cœur par unité de temps, souvent la minute. C'est aussi le nombre de systoles (=contractions du cœur par unité de temps).

# Le diagnostic médical : Analyse de signaux dans le domaine de la santé (physique)

## Séquence n° 1 : L'électrocardiogramme (ECG) :

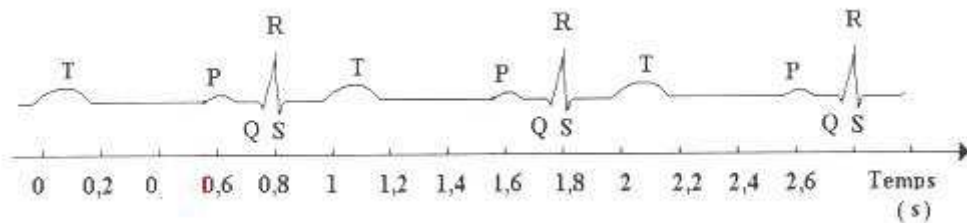
Après lecture du document

Qu'appelle-t-on révolution cardiaque :

Qu'appelle-t-on **fréquence cardiaque** :

Déterminer votre fréquence cardiaque :

Dans l'enregistrement suivant on peut déterminer la durée d'une révolution : comment ?



Ici période cardiaque  $T =$

Définition générale de la **période T d'un signal** :

Exemples :

Définition générale de la **fréquence  $f$  d'un signal** :

Exemples :

Un signal sonore « Bip » retentit toutes les 10 secondes. Que représente cette durée de 10 secondes ?

Quelle est la fréquence de ce signal ? (en nombres de bips par minutes puis en nombre de bips par secondes).

Quelle relation existe-t-il entre sa période et sa fréquence

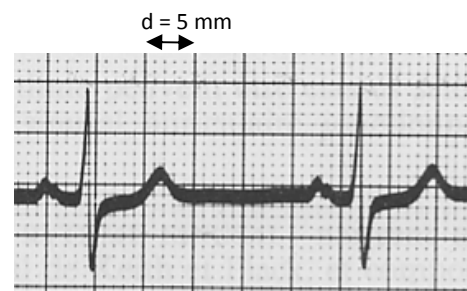
En conclusion à retenir :

**Application :**

**Mesure d'un rythme cardiaque normal sur un E.C.G. normal**

La vitesse de déroulement du papier est  $v = 25 \text{ mm/s}$

Verticalement 10 mm correspondent à 1 mV.



- a) Donner l'expression de la vitesse  $v$  de déroulement du papier en fonction de la distance  $d$  parcourue par le papier et du temps  $t$  mis pour parcourir cette distance. La convertir en m/s puis km/h.

b) Donner la définition de la période. La tracer. Calculez la période des battements du cœur notée T.

c) En déduire à quelle fréquence f bat le cœur humain. Exprimer le résultat en hertz ( $1\text{Hz} = 1\text{ s}^{-1}$ ) puis en battements par minute.

e) Dans certains cas, on peut être amené à modifier la vitesse de déroulement du papier. Quel intérêt peut-on trouver à cette modification ?

- dans le cas où on augmente la vitesse de déroulement ;

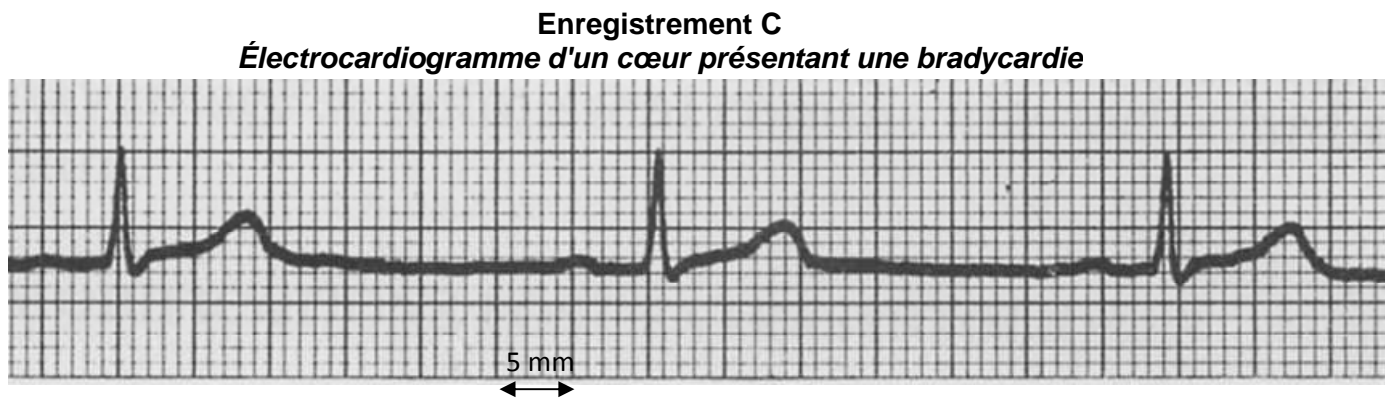
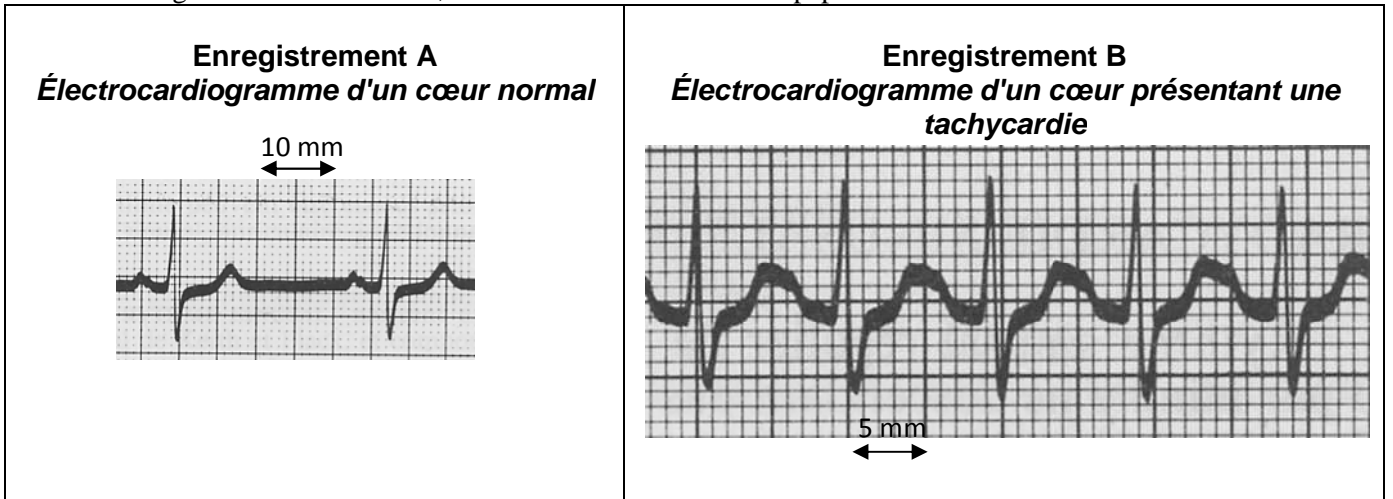
- dans le cas où on diminue la vitesse de déroulement.

f) Un enregistrement standard s'effectue à 10 mm (1 division dans cet exemple) pour 1 mV (millivolt) : soit 1 mV/Div.

Comment faudrait-il modifier l'échelle verticale en mV/Div si les amplitudes enregistrées dans les conditions normales sont trop petites et que l'on souhaite les voir plus grandes (et donc avec plus de précisions)?

**Les troubles du rythme cardiaque :**

Pour les enregistrements ci-dessous, la vitesse de déroulement du papier est  $v = 25 \text{ mm/s}$ .



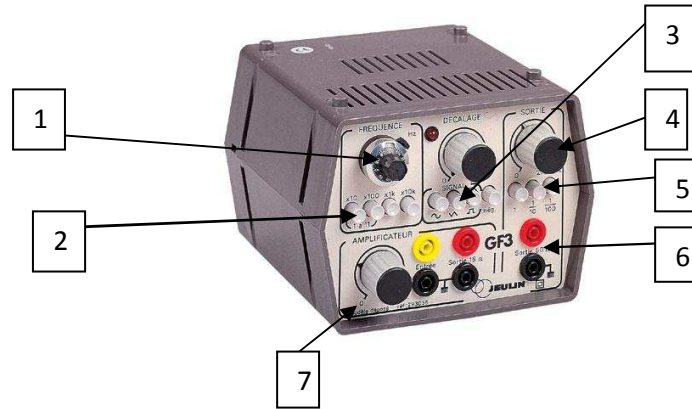
- a) Déterminer la période puis la fréquence de battements de chacun des cœurs correspondants aux ECG ci-dessus. Les résultats seront exprimés en battements par minutes.

Enregistrement A	Enregistrement B	Enregistrement C

- b) À partir des réponses précédentes, proposer une définition des termes « bradycardie » et « tachycardie ».

**Similitudes avec un oscilloscope :**

Un **G.B.F.** est un **Générateur Basse Fréquences** capable de délivrer des tensions variables (= dont la valeur n'est pas constante). Repérer sur cette photo le rôle de chaque bouton sur ce G.B.F.



Visualiser les différentes tensions fournies par le G.B.F. l'aide d'un oscilloscope. Repérer les rôles des différents boutons de cet oscilloscope.

