

Prénom – NOM :

Problématique n°1 : « Comment faire du sport en toute sécurité »

Activité 1 → Mesure et calcul de la fréquence cardiaque

1 Analyse du fonctionnement du cœur

1.1 Principes de la circulation sanguine

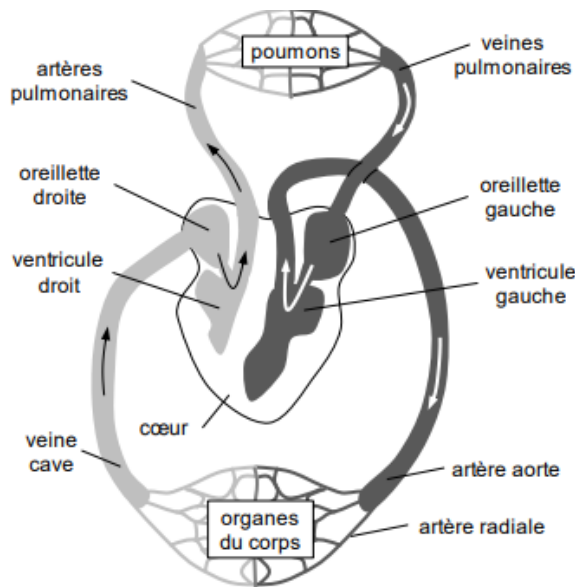
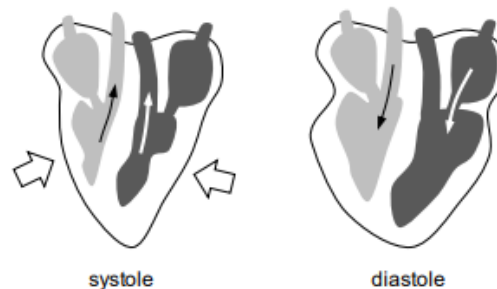


Figure 1 : schéma de principe de la circulation sanguine

Figure 2 : systole et diastole du cœur



Le cœur est un muscle creux rempli de sang. Ses contractions régulières font circuler le sang toujours en sens unique par deux circuits distincts (figure 1) :

- **Le circuit pulmonaire :**
 - o Le sang désoxygéné du cœur (en clair figure 1) circule vers les poumons par l'artère pulmonaire.
 - o Puis le sang oxygéné des poumons (en foncé figure 1) circule vers le cœur par la veine pulmonaire.
- **La circulation générale :**
 - o Le sang oxygéné du cœur circule vers les organes par l'aorte (principale artère du corps) qui se divise en plusieurs artères, dont l'artère radiale, qui passe dans le poignet pour amener le sang dans la main.
 - o Puis le sang désoxygéné des organes circule vers le cœur par la **veine cave**.

Le cœur étant séparé en deux parties, le sang oxygéné et le sang désoxygéné ne peuvent pas se mélanger. Les différents organes du corps humain reçoivent l'oxygène via des vaisseaux sanguins : les capillaires.

Q°1 : Donner la différence entre une veine et une artère.

Q°2 : Quel est le rôle des poumons ?

Q°3 : A quoi correspond la phase systolique par rapport au cœur et comment évolue la pression dans les artères (figure 1) ?

Q°4 : A quoi correspond la phase diastolique par rapport au cœur et comment évolue la pression dans les veines (figure 1) ?

2 Mesure et calcul de la fréquence cardiaque

On peut calculer la fréquence cardiaque (en bpm ou battements par minute) avec deux examens : ECG et PPG

♦ **Un électrocardiogramme (ECG)** est un examen qui mesure la tension électrique entre plusieurs électrodes placées sur la peau, afin d'enregistrer l'activité électrique du cœur au cours de ses contractions et de ses relâchements.



Figure 2 : Tension électrique entre deux électrodes en fonction du temps

♦ **La photopléthysmographie (PPG)** est un examen qui permet d'observer les variations du flux sanguin dans la peau à l'aide d'une lumière et d'un capteur optique.

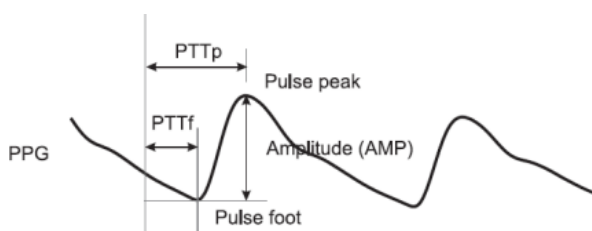
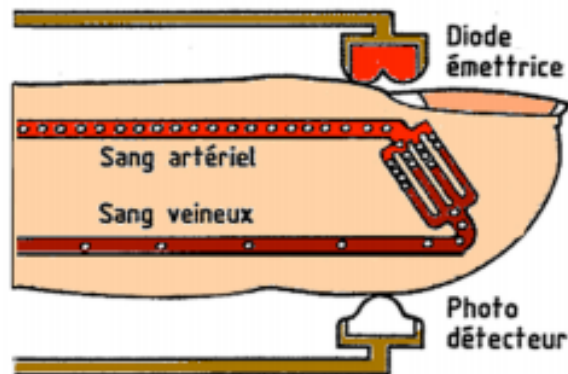


Figure 2 : Variations du flux sanguin en fonction du temps

2.1 Mesure par PPG

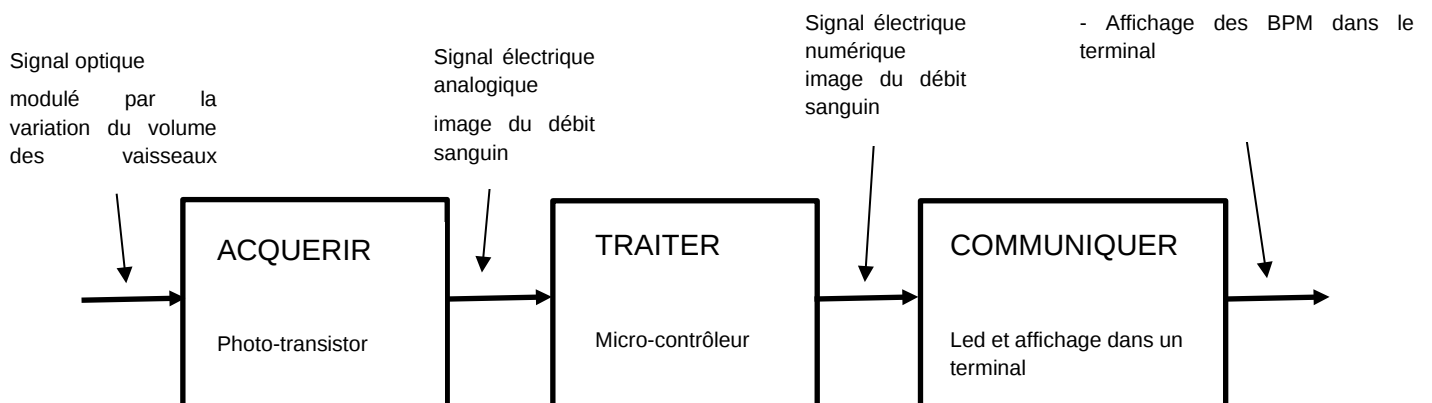
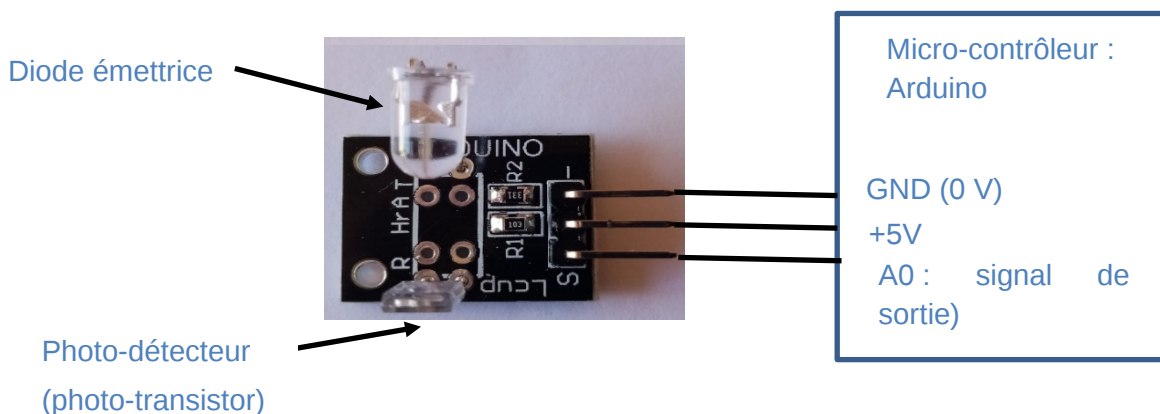
On propose dans un premier temps d'étudier une solution par PPG.

En posant les doigts sur la poignée, le système optique associé à un système électronique va être sensible aux variations de volume des vaisseaux sanguins



On propose un montage illustrant ce principe avec :

- une diode émettrice
- un photo-transistor
- une carte Arduino

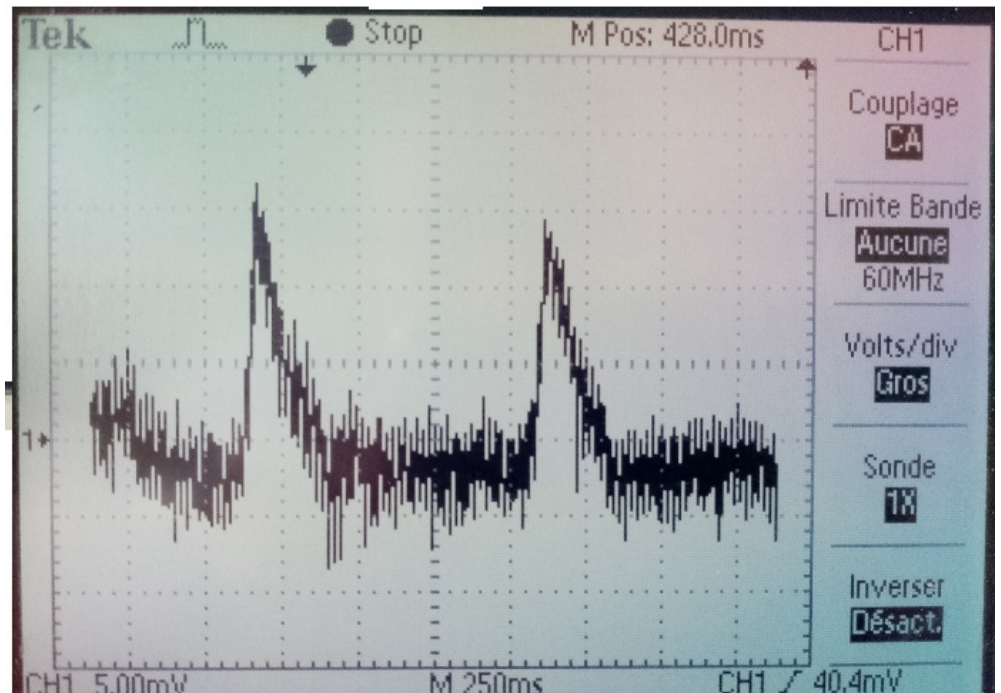


- Mesure et calcul de la fréquence cardiaque

Avec un oscilloscope en **position AC** (courant alternatif), on observe le signal A0, image du débit sanguin, ci-dessous.

1 carreau correspond à 5mV

1 carreau correspond à 250ms



Q°5 : Tracer la durée entre deux maximums.

Q°6 : Evaluer la fréquence cardiaque f_c en (bpm)

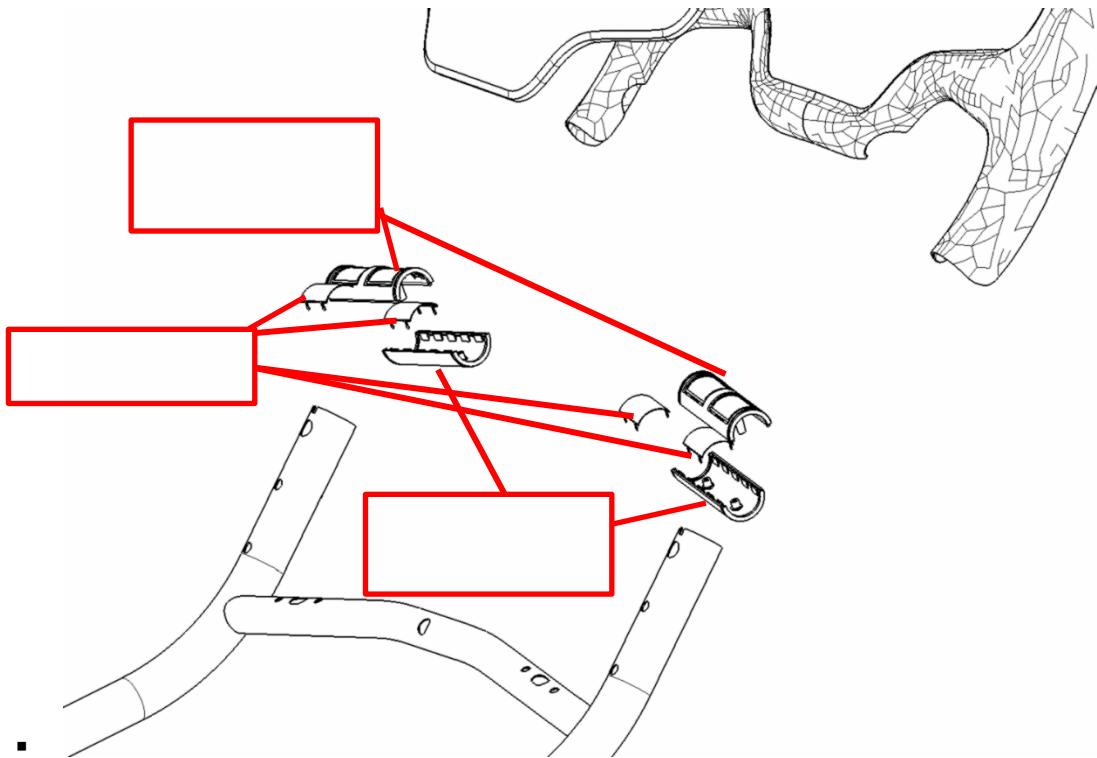
2.2 Mesure par ECG

La solution retenue sur le tapis de course est l'électrocardiogramme. Des électrodes sont intégrées directement dans chaque poignée.

Elles permettent de mesurer la tension électrique (très faible) entre les deux mains, créée par les battements cardiaques, ce qui permet ensuite de calculer la fréquence cardiaque.



Q°7 : Identifier sur la vue en éclaté ci-dessous les électrodes et leurs supports inférieurs et supérieurs.



Q°8 : D'après l'annexe 1, citer les caractéristiques, sans les quantifier, que doit satisfaire le matériau de l'électrode et de son support pour satisfaire l'acquisition de l'information.

Q°9 : Mesurer avec un multimètre, la valeur de la résistance entre le point de connexion du fil et l'extrémité opposée comme dans l'image ci-après.



On considère que pour ne pas perturber la mesure la résistance de l'électrode doit être inférieure à 1Ω (ohms).

Q°10 : Conclure quant au choix du matériau de l'électrode.

ANNEXE 1

