

Chapitre 2 : Mesures des signaux physiologiques

2.1) Définition

Les signaux physiologiques sont des indicateurs, par leur analyse, sur l'état de santé de l'humain. Comme précédemment évoqué, dans le chapitre 1, les divers signaux biomédicaux nécessitent une acquisition par une carte d'acquisition pour subir un éventuel traitement. La partie purement acquisition de cette chaîne se traduit par le schéma simplifié qui suit :

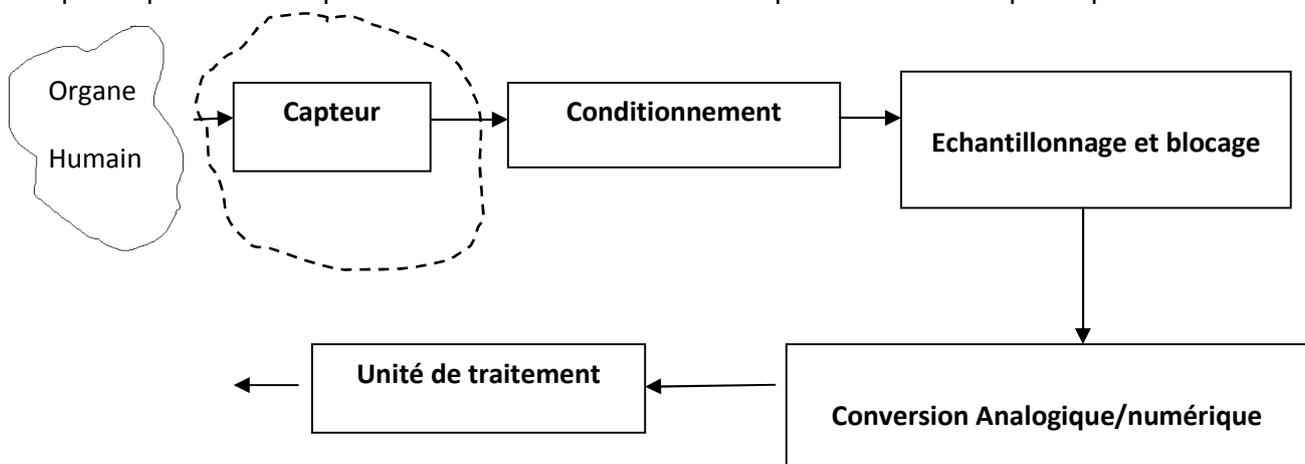


Fig. 2.1. Schéma synoptique simplifié d'une chaîne d'acquisition

Dans ce chapitre, nous allons, se préoccuper en premier lieu des différents types de capteurs liés aux divers signaux physiologiques (ECG, EMG, EEG, PCG...).

L'un des paramètres d'acquisition, le plus exigé à être respecté, est la fréquence d'échantillonnage f_e (ou inversement son équivalence temporelle : la période d'échantillonnage $T_e = \frac{1}{f_e}$). Donc, un signal analogique $x(t)$ est échantillonné correctement pour avoir un signal échantillonné $x(n.T_e)$, si :

$$f_e \geq 2 \cdot f_{max}$$

Où f_{max} est la fréquence maximale du signal physiologique à acquérir. En réalité, la fréquence d'échantillonnage f_e est, usuellement, prise $\gg 2 \cdot f_{max}$.

2.2) Capteurs pour l'Electrocardiogramme (ECG)

Le signal Electrocardiogramme dont l'abréviation est (ECG), est peut-être ,de loin, le signal le plus investis et le plus utilisé pour informer sur l'état de santé cardiaque. Le modèle historique de l'acquisition des signaux ECG se schématise selon le modèle d'EINTHOVEN.

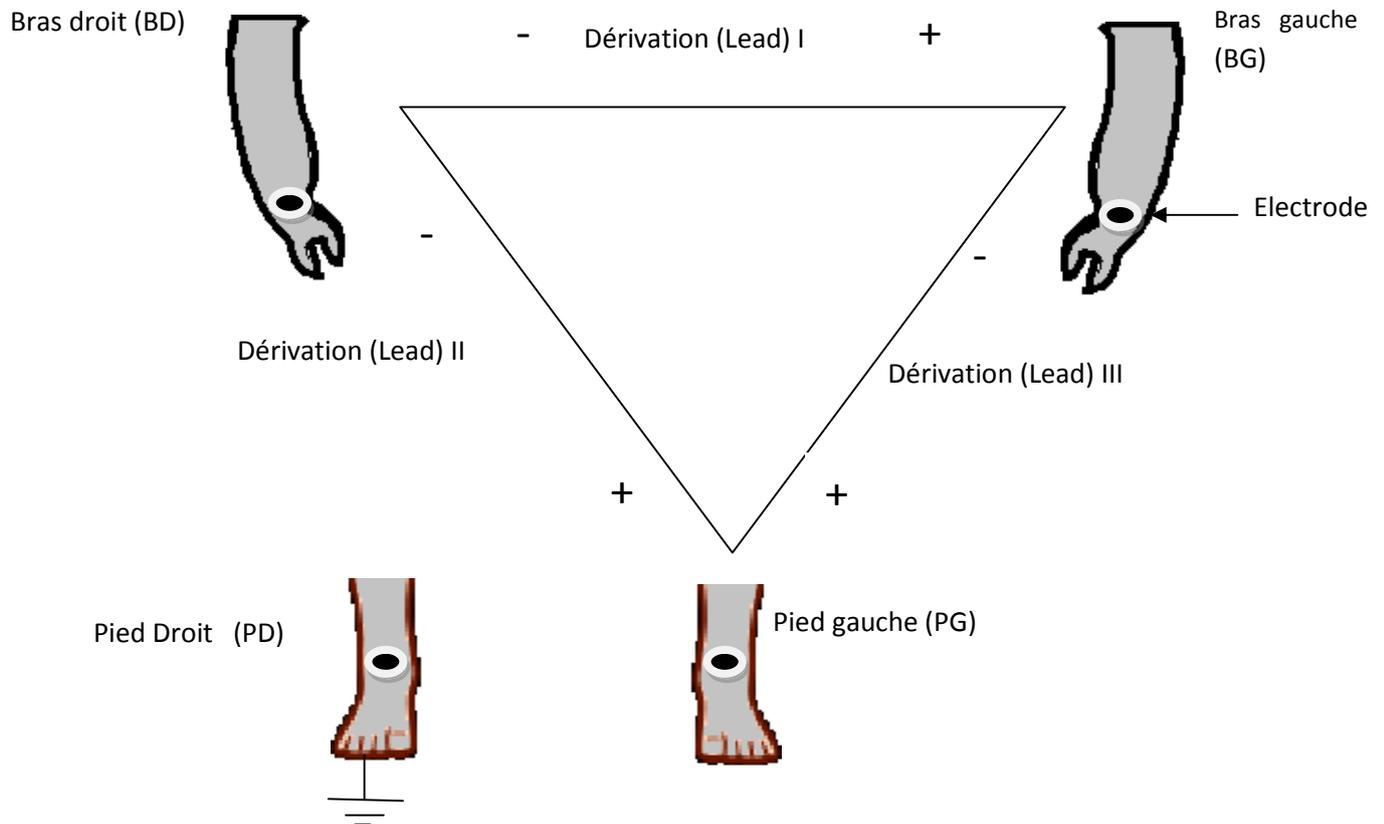


Fig. 2.2. Le triangle d'EINTHOVEN pour le branchement des 3 dérivations ECG

Un exemple d'acquisition de la célèbre dérivation II (Lead II) est illustré par le schéma simplifié qui suit. Il s'agit d'un amplificateur d'acquisition selon la figure de dessous :

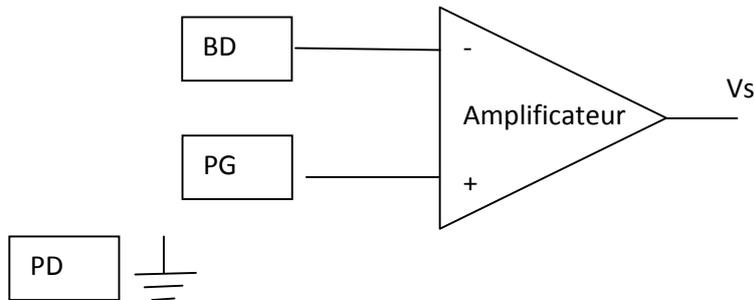


Fig. 2.3. Branchement pour la dérivation II (Lead II) d'un ECG

Remarque : L'amplificateur ici est un schéma synoptique d'un amplificateur autour d'un Ampli-Op ou plus.

Il est à noter que les capteurs utilisés sont des électrodes (usuellement de type Ag /AgCl):



Fig. 2.4. Exemple d'Électrode pré-gélifiée jetable Ag /AgCl

Un exemple pratique d'acquisition des signaux ECG, est la célèbre base de données **ARRYTHMIA MIT-BIH** (<https://archive.physionet.org/physiobank/database/mitdb/>). Ses signaux bi-canaux, sont acquis avec une fréquence d'échantillonnage $f_e = 360 \text{ Hz}$ qui est largement

supérieure à $2 \cdot f_{max}$. La résolution de la conversion analogique numérique est de 11 bits/échantillon.

2.3) Capteurs pour l'EMG

Concernant le signal électromyogramme (EMG), comme précédemment évoqué, il traduit l'activité électrique d'un muscle.

Nous utilisons trois électrodes, deux électrodes liées aux entrées différentielles de l'amplificateur et une électrode utilisée comme référence.

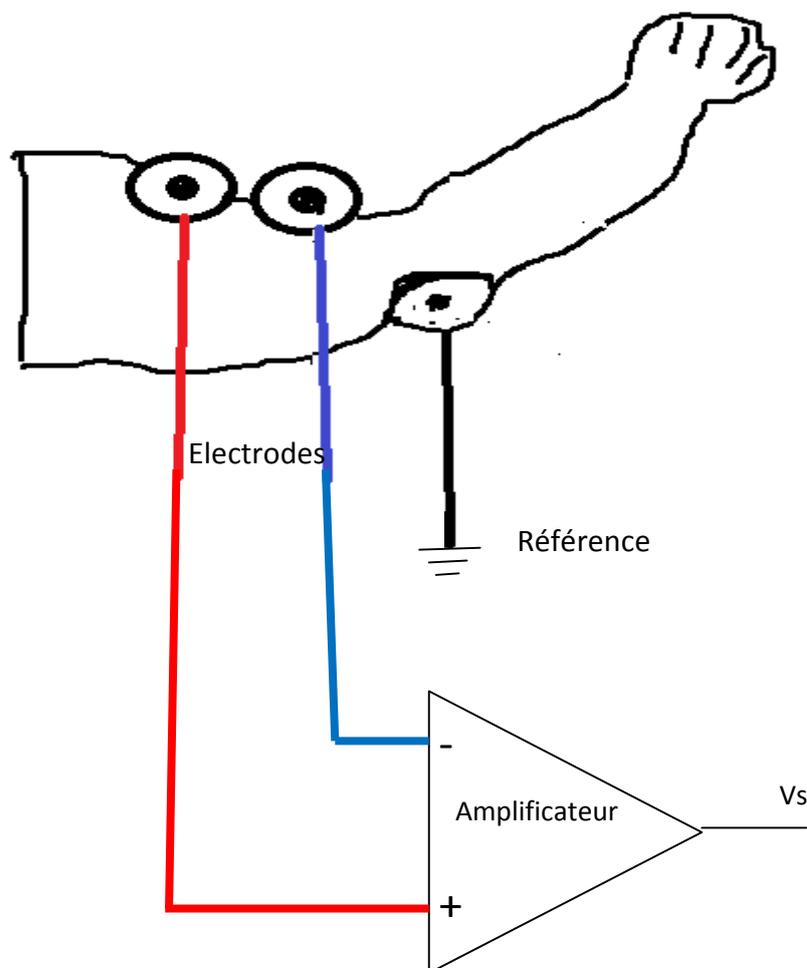


Fig. 2.5. Montage électrique simplifié pour acquérir un signal EMG d'un muscle

En fait, dans le cas d'acquisition, des signaux ECG et EMG déjà évoqués, nous utilisons, souvent, un amplificateur très célèbre en instrumentation biomédicale appelé amplificateur d'instrumentation.

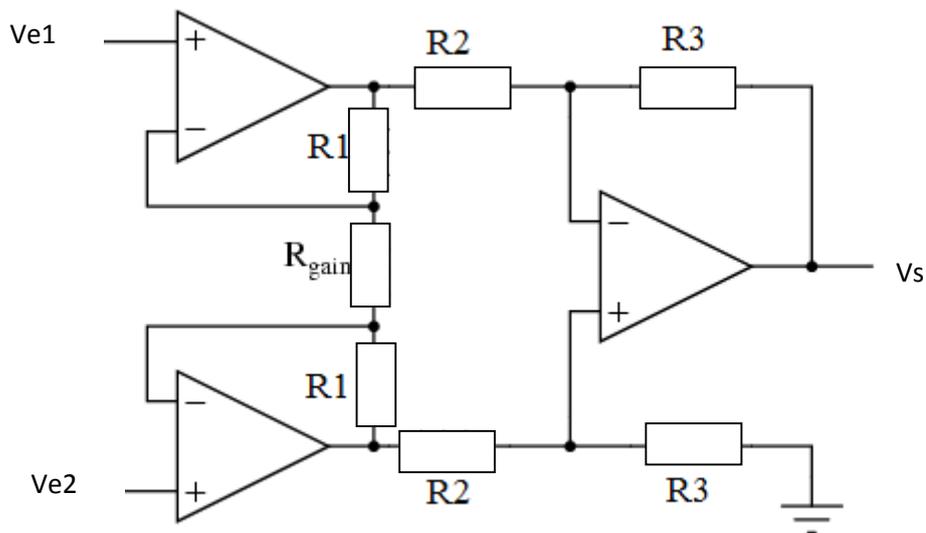


Fig. 2.6. Amplificateur d'instrumentation pour acquérir un signal EMG d'un muscle

2.4) Capteurs pour le EEG

La capture des signaux électroencéphalogrammes (EEG) multicanaux est plus complexe. Le positionnement se fait selon une norme illustrée dans la figure qui suit :

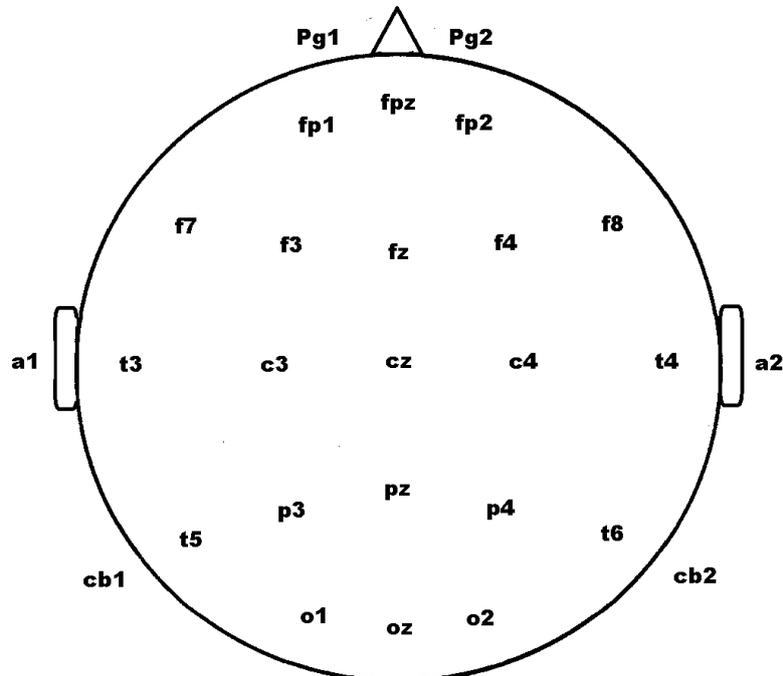


Fig. 2.7. Système de placement des électrodes pour la collecte des signaux EEG

Dans la pratique un casque, où les électrodes sont placées selon le standard de placement, se trouve en version de 7, 16, 21, 32, 128 et même 256 canaux.

Il est à noter que chacun des signaux collectés peut présenter un ou plusieurs rythmes évoqués, antérieurement, dans le chapitre 1.

2.5) Capteurs pour le PCG

L'activité de nature audible du signal phonocardiogramme (**PCG**), peut être captée par le biais d'un microphone. Le principe de la capture par microphone est exposé dans la figure qui suit :

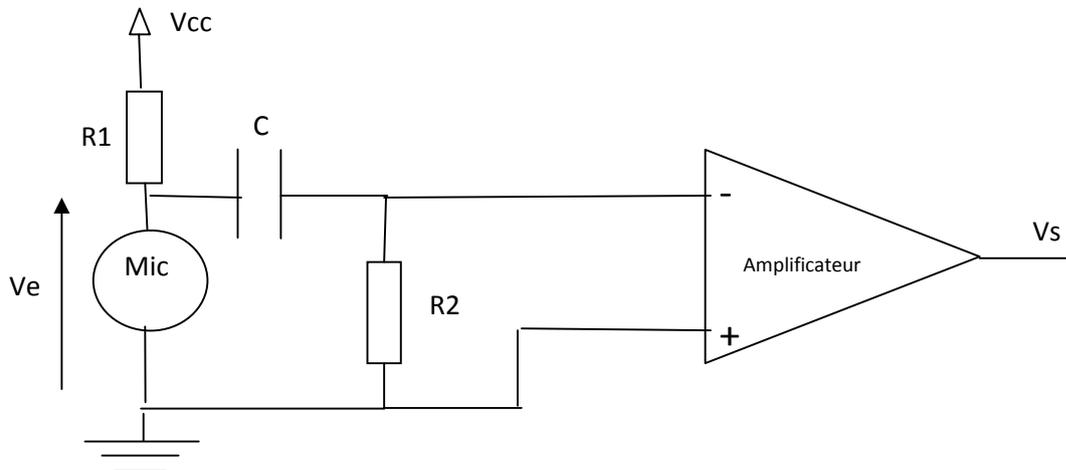


Fig. 2.8. Utilisation d'un microphone pour acquérir un signal PCG.

En réalité le microphone à usage général peut capter toute la gamme audible (allant jusqu'à 22KHz), cependant, le signal PCG est un signal audible de basses-fréquences dont la fréquence maximale peut aller jusqu'à 500 Hz d'où la nécessité d'un filtre passe-bande.