

# Dispositifs Médicaux de Mesure des signaux physiologiques

*Pr. Norbert Noury*



Université Claude Bernard



Lyon 1





5b

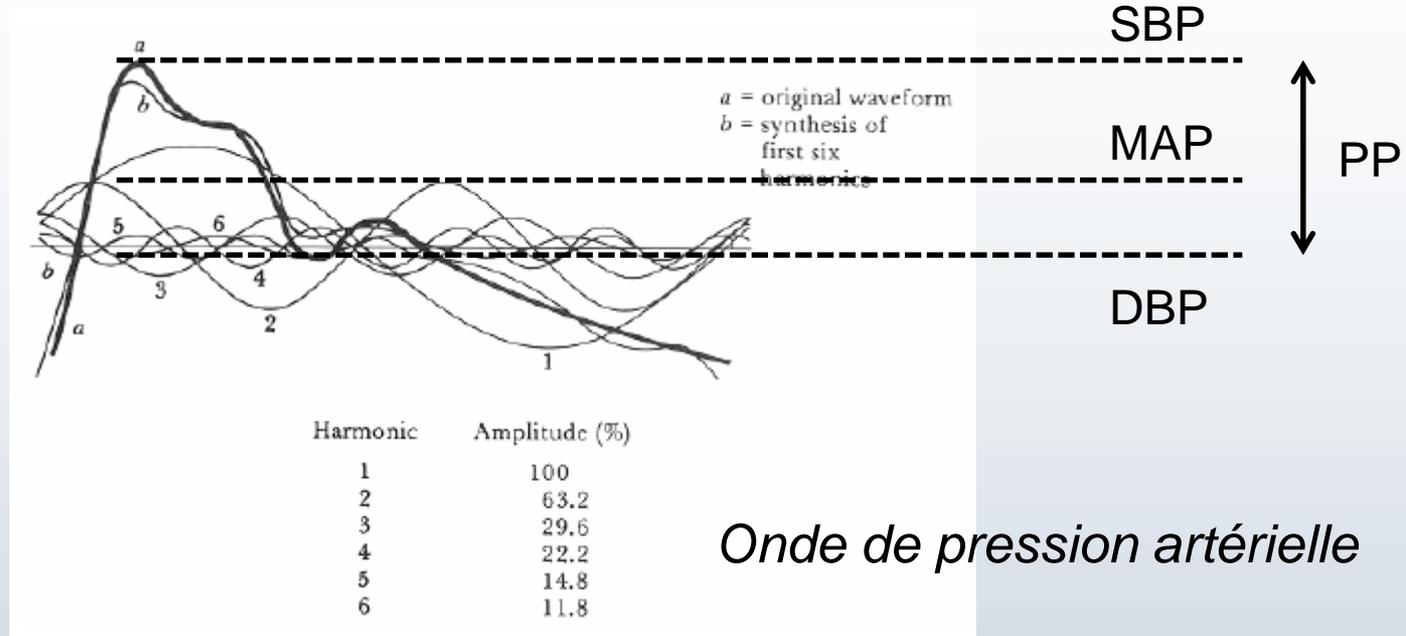
# Capteurs résistifs applications mesure Pression Artérielle

*Bruits Korotkof; méthode oscillométrique;  
tonométrie; volume clamp method; PWV*

# Mesure de la pression artérielle

La pression artérielle chez l'homme est un signal qui se compose d'une fondamentale à la même fréquence que le rythme cardiaque et d'harmoniques. La bande passante s'étale de 0 à 50 Hz.

Le pic maximum correspond à la pression **systolique** (SBP) et le minimum correspond à la pression **diastolique** (DBP), la **pression de pouls** (PP) est la différence SBP-DBP, et la pression **moyenne** (MAP) est voisine de  $MAP = DBP + 1/3 \cdot PP$

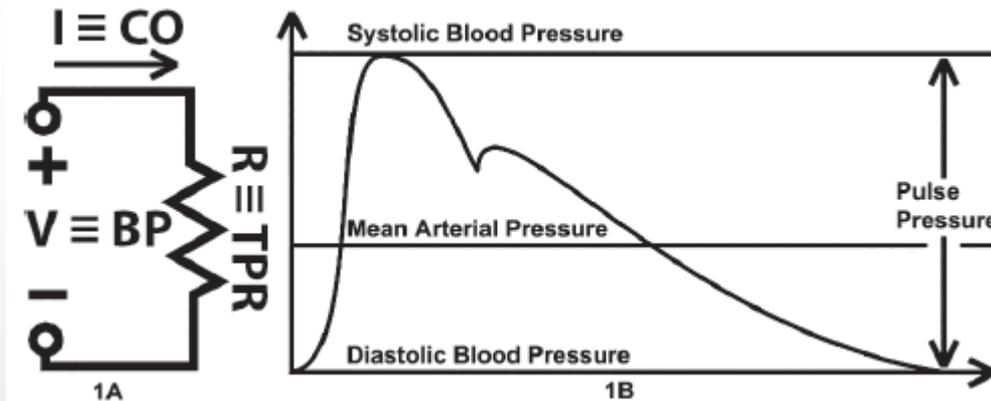


*Onde de pression artérielle*

# Circulation de la pression artérielle

La pression artérielle (BP – Blood Pressure) est fonction du volume de sang éjecté (CO – Cardiac Output) et de la résistance à son écoulement (TPR- Total Peripheral Resistance) :

$$BP = TPR \times CO$$

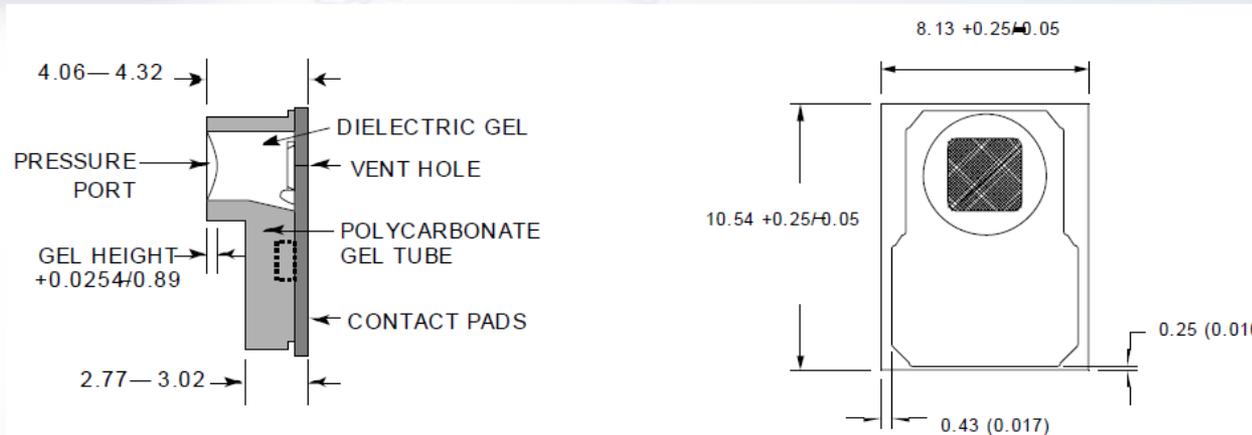


**cardiac output.** The volume of blood pumped per minute by each ventricle of the heart. **Cardiac output** is equal to the stroke volume (the amount of blood pumped from a ventricle in a single heartbeat) times the heart rate.

Fig. 1. 1A. Analogy between Ohm's Law and the circulation. [Blood pressure (BP), cardiac output (CO), and total peripheral resistance (TPR) are analogues to voltage (V), current (I), and resistance (R) respectively]. 1B. Blood pressure curve of a normal young human, showing the relation of systolic BP, diastolic BP, pulse pressure and mean arterial pressure.

**Analogie avec loi d'Ohm :  $BP=V$ ,  $CO=I$ ,  $TPR=R$**

# Mesure directe de la pression artérielle intravasculaire

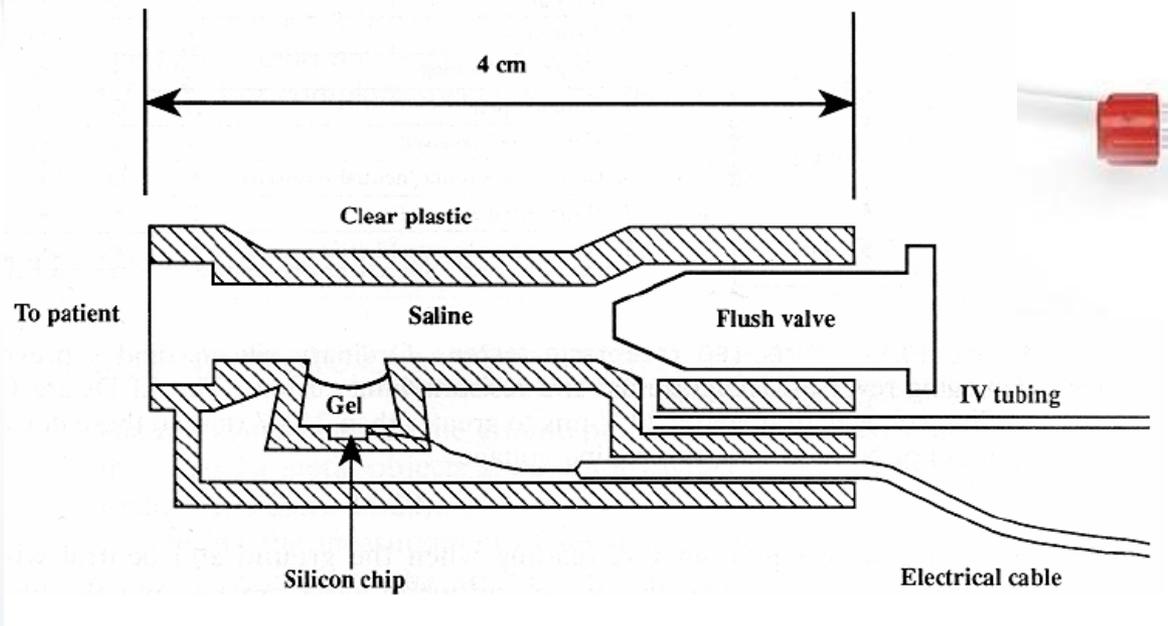


## *Capteur de pression intravasculaire Lucas (jetable)*

Capteur intravasculaire: "Catheter-tip sensors", le capteur est situé directement à l'extrémité du cathéter (par. ex. en contact avec le sang). Le temps de réponse de ce genre de capteurs est court.



# Mesure directe de la pression artérielle extravasculaire (méthodes invasives)



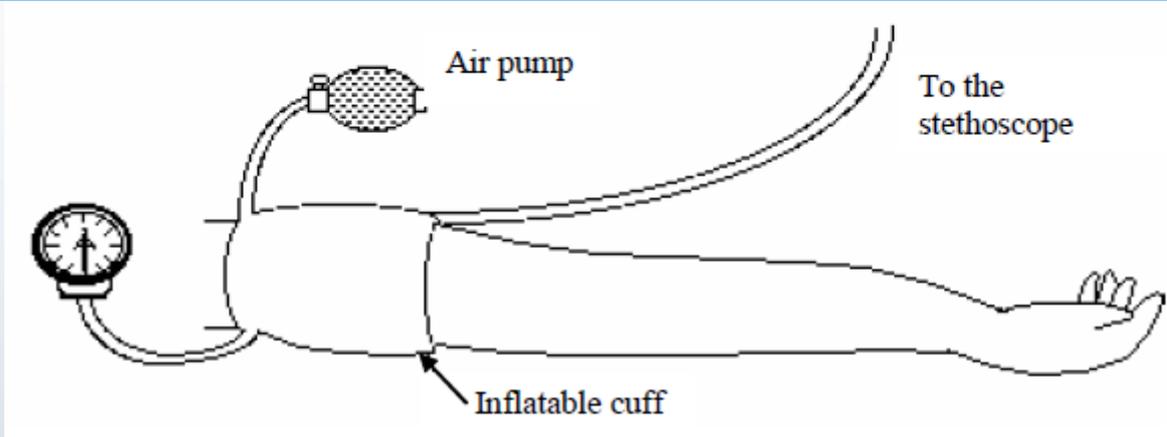
*Capteur de pression extravasculaire réalisé à l'aide de jauges semi-conducteurs (jetable)*

Capteur extravasculaire : la pression vasculaire est couplée via un cathéter (rempli d'un liquide) à un capteur de pression situé à l'extérieur du corps. La réponse en fréquence du capteur est limitée en raison de l'inertie hydraulique du cathéter.

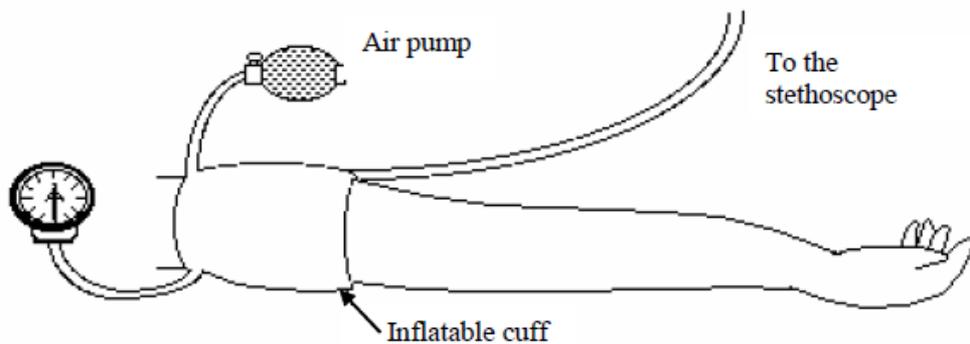
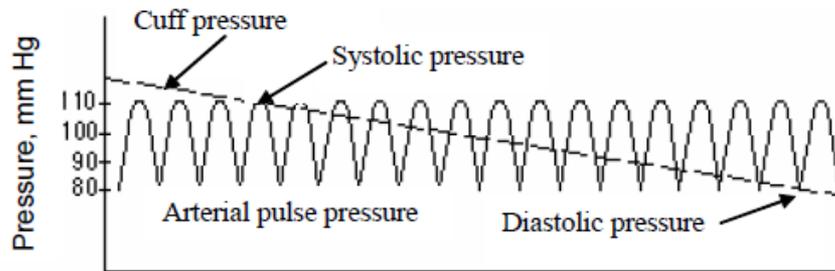
# Mesure indirecte de la pression artérielle : méthode Auscultatoire

La méthode auscultatoire utilise le sphygmomanomètre :

- Un brassard gonflable (cuff) est fixé autour du bras.
- Une pompe manuelle ou électrique (air pump) permet de gonfler le brassard.
- Un capteur à jauge mesure la pression qu'exerce le brassard sur le bras (Cuff pressure).
- Une vanne permet de relâcher lentement la pression du brassard, en dessous duquel un stéthoscope est placé



# Mesure indirecte de la pression artérielle : méthode Auscultatoire



## Détection des « bruits de Korotkoff »

La pression du brassard est montée bien au-dessus de la pression systolique (par exemple à 180mmHg). L'artère est ainsi complètement bouchée empêchant toute circulation sanguine (occlusion).

Ensuite la pression du brassard est diminuée à un taux de 2-3mmHg/s .

Lorsque le pic systolique est plus grand que la pression occlusive, le sang commence à passer et crée une turbulence. Un son audible (Korotkoff) est alors généré par le flux du sang et les vibrations des parois artérielles. Il peut être entendu par un stéthoscope. La valeur de la pression correspondant au premier son représente la pression systolique

La pression du brassard continue de décroître, et le son Korotkoff change d'intensité pour s'assourdir et disparaître. A ce moment, l'artère est entièrement ouverte et la valeur de la pression est égale à la pression diastolique

Par rapport à la mesure directe qui est considérée comme le "gold standard", la méthode Korotkoff sous-estime la pression systolique de 1 à 13 mmHg et surestime la pression diastolique de 8 à 18 mmHg.

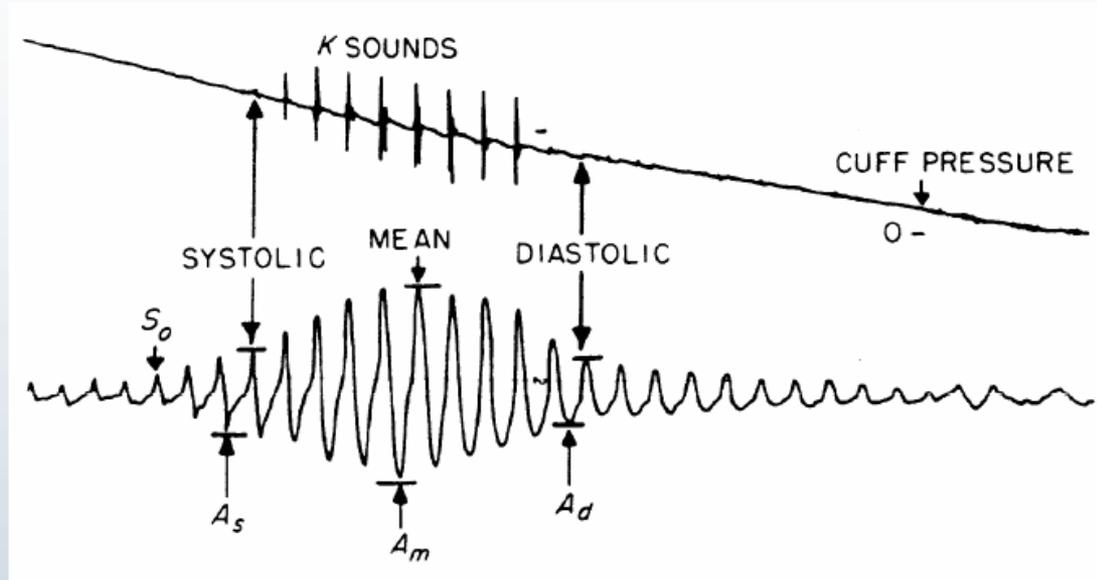
# Mesure indirecte de la pression artérielle : méthode oscillométrique

Dans la **méthode oscillométrique** la mesure des pressions systolique et diastolique se fait directement par la lecture de la pression du brassard (sans stéthoscope).

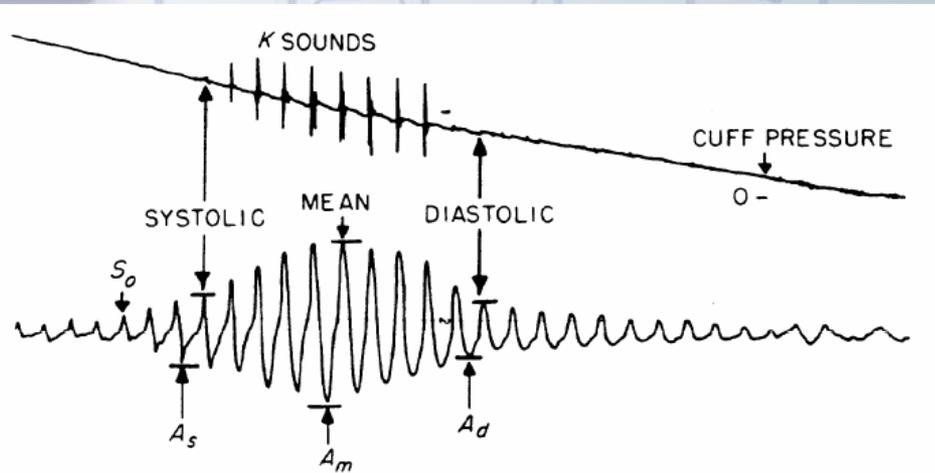
A chaque pulsation cardiaque, l'artère change de volume sous le brassard, ce qui change le volume d'air à l'intérieur du brassard et modifie sa pression. Pendant la diminution de la pression du brassard, nous observons entre les pressions systolique et diastolique, de faibles pulsations de pressions superposées à la pression du brassard.

En effet:

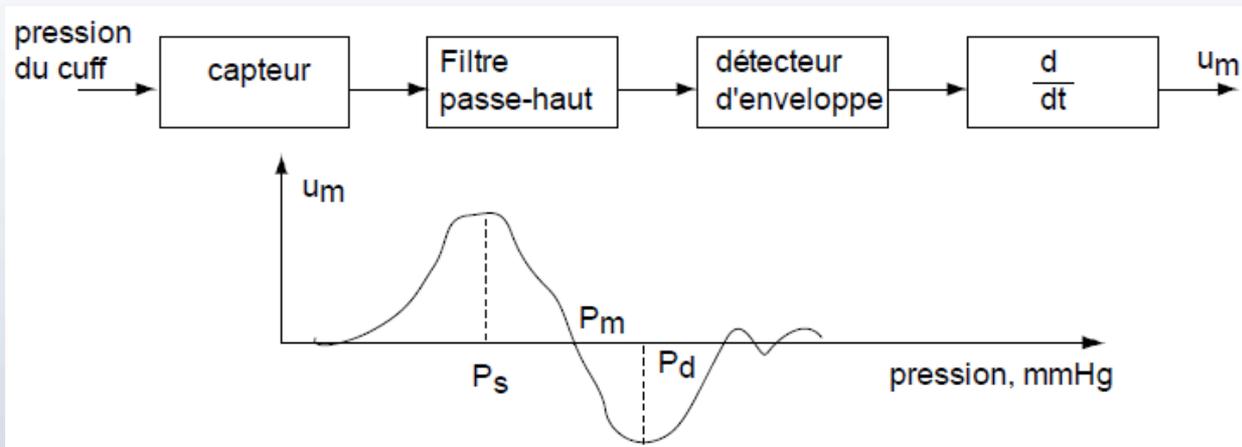
- à  $S_0$  la pression du brassard commence à croître
- $A_s$  correspond à l'amplitude de la pression systolique estimée ( $P_s$ )
- $A_d$  correspond à l'amplitude de la pression diastolique estimée ( $P_d$ )
- $A_m$  est l'amplitude maximum des oscillations correspondant à la pression moyenne ( $P_m$ )



# Mesure indirecte de la pression artérielle : méthode oscillométrique



En filtrant passe haut la pression du cuff, nous pouvons détecter les pressions systolique et diastolique.  
La méthode oscillométrique est celle qui est généralement utilisée par les **appareils ambulatoires et grand public**.

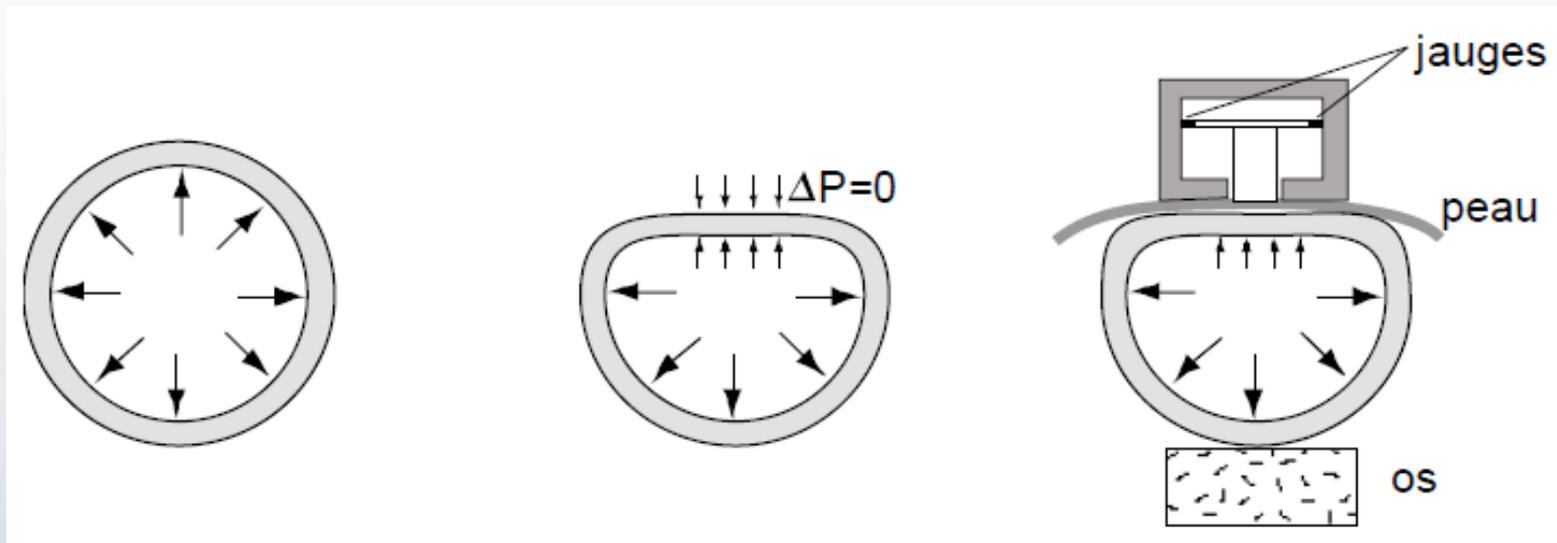


# Mesure indirecte de la pression artérielle : tonométrie

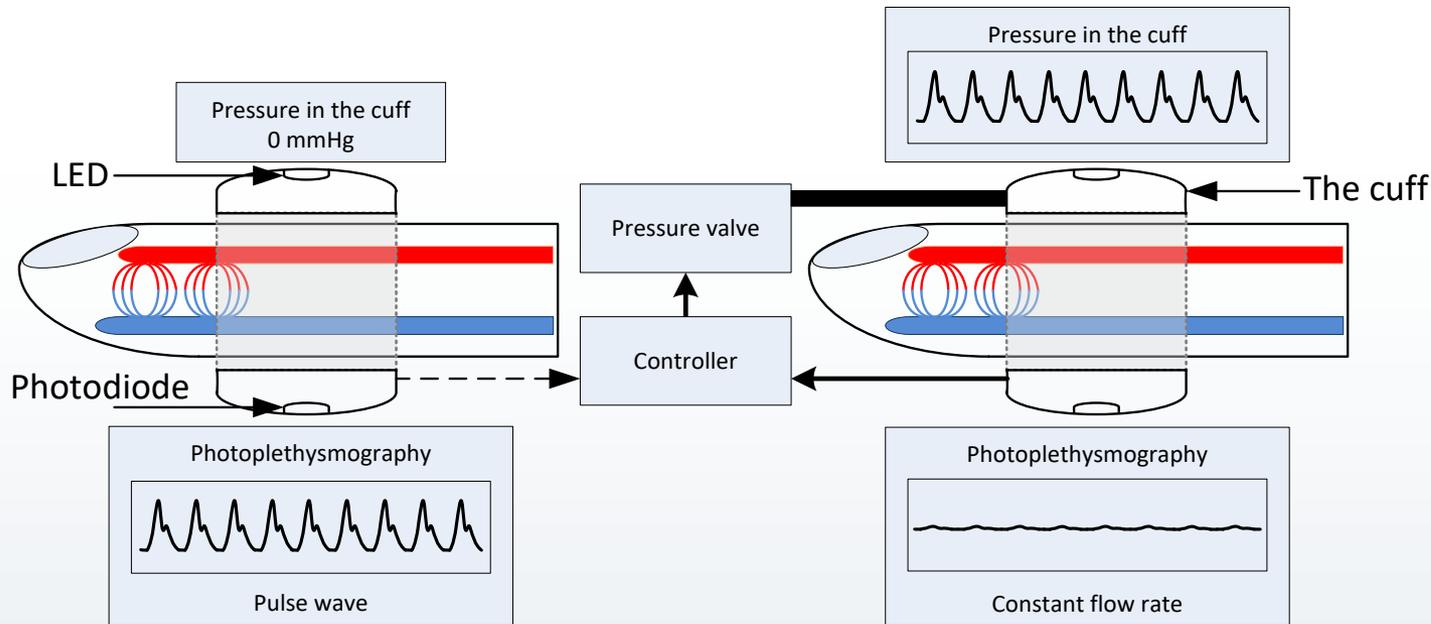
La **méthode tonométrique** exploite le fait que lorsque la paroi d'un vaisseau sous pression est partiellement aplatie sous l'effet d'une force extérieure, le gradient de pression s'annule à travers la partie aplatie de la paroi.

La pression mesurée à l'extérieur du vaisseau est alors égale à la pression artérielle.

La tonométrie est souvent utilisée pour le calcul du rythme cardiaque. Elle est également utilisée pour la mesure de la pression oculaire.



## Volume Clamp Method (Dr Jan Peñáz in 1969)

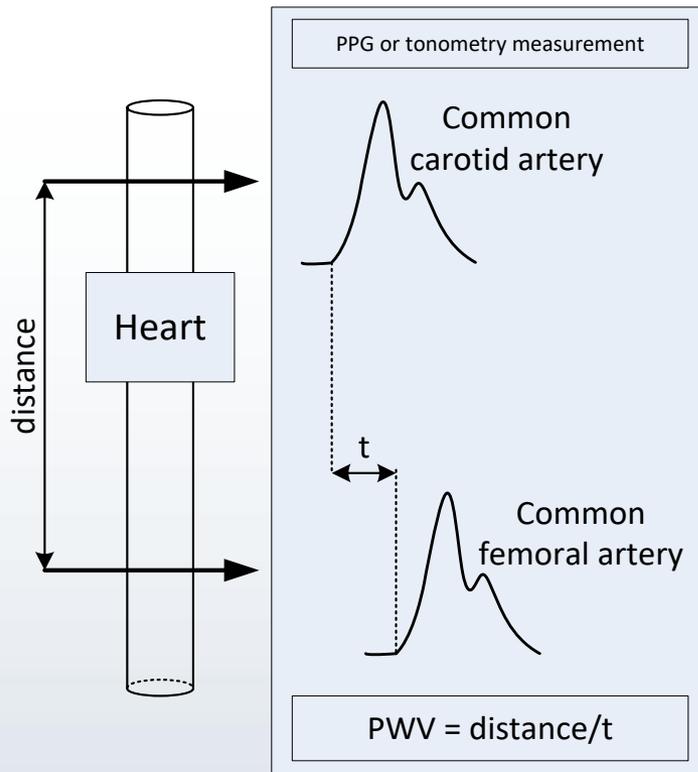


A small cuff around the finger to maintain constant the flow of blood under this cuff during each heartbeat :

- With low cuff pressure, the PPG wave is fully visible.
- When the cuff pressure balances the pressure of blood volume in vessel under the cuff, the PPG wave turns to constant.

The Finapres (Medical Systems, Amsterdam, Netherlands) was the first commercially available device based on volume clamp.

## Pulse Wave Velocity



Velocity of the pressure pulses which are generated during left ventricular ejection, after opening of the aortic valve

Velocity of pulse pressure waves propagating along the arterial tree depends on the value of blood pressure

The best site for measuring PWV is located in the aorta because relationship to blood pressure is only exploitable in central elastic arteries.

Measurement of PWV is the gold standard for investigating arterial stiffness

## Non invasive blood pressure measurement methods

Method	Medical's criteria		Patient's criteria			
	Periodicity	Accuracy	Occlusion	Supervision	Long time monitoring	Comfort on long time
Auscultatory	discrete time	gold standard for standard control	Total	yes	Yes	No
Oscillometric	discrete time	gold standard for pressure Holter	Total	no	Yes	No
Tonometry	beat-to-beat, continuous	controversial	Partly	No	Yes	No
Volume clamp	continuous	controversial	Partly	No	Yes	no
Pulse wave velocity	beat-to-beat	controversial	No	Yes	YES	YES