

Dispositifs Médicaux de Mesure des signaux physiologiques

Pr. Norbert Noury



7 Capteurs optiques

Photoplethysmographie, Oxymétrie, mesure indirecte de la pression artérielle

La détermination de la quantité de gaz dans le sang, principalement l'oxygène, peut fournir des informations importantes sur l'efficacité des échanges pulmonaires, la ventilation alvéolaire et l'oxygénation des tissus.

L'oxygène (O₂) est présent dans le sang sous 2 formes :

- forme combinée à l'hémoglobine : HbO₂
- forme dissoute : PaO₂ (PaO₂ << HbO₂)

Le contenu artériel en oxygène (CaO₂) = somme pondérée des quantités d'O₂ dissous et d'O₂ combiné à l'hémoglobine soit :

$$CaO_2 = ((1,39.Hb). SaO_2) + (0,003.PaO_2) \quad (\text{typ. } 500 \text{ mL/mn/m}^2)$$

Quantité O₂ délivré aux tissus par minute = transport en O₂ (TO₂) qui est fonction du CaO₂ et du débit cardiaque (DC) :

$$TO_2 = CaO_2 \times DC$$

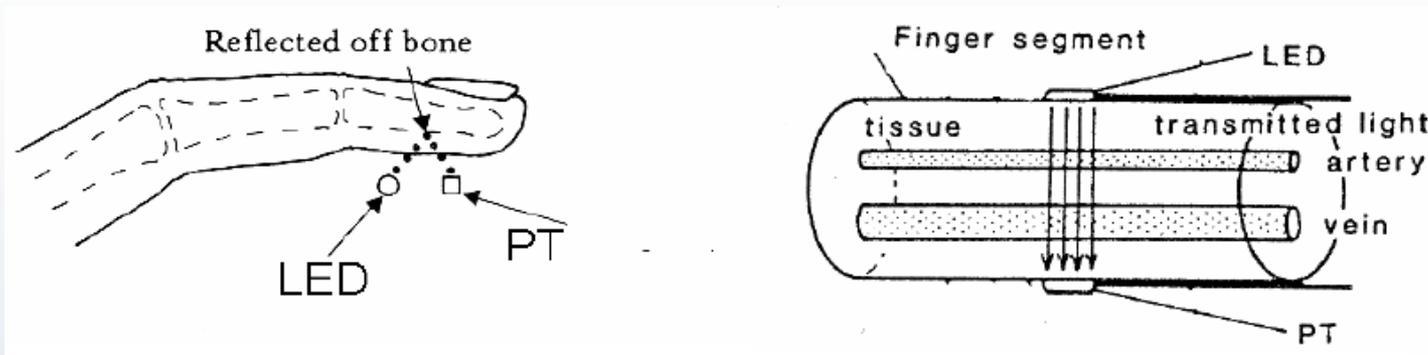
Si on néglige l'O₂ dissout: $TO_2 = 1,34 Hb \times SaO_2 \times DC$

Consommation O₂ (Débit artériel – débit veineux O₂): $VO_2 = (CaO_2 - CvO_2). DC$
(typ. 250 mL/min)

Photoplethysmographie

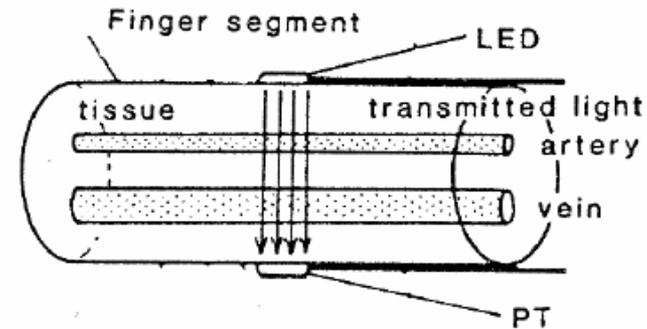
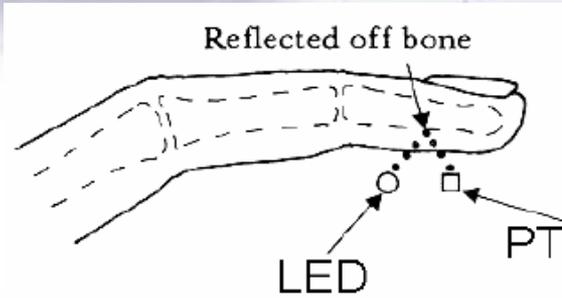
La photopléthysmographie (PPG) est une méthode électro-optique pour la mesure de la pulsation artérielle. Les pulsations artérielles engendrent des variations périodiques du volume sanguin que l'on va mesurer par les changements de l'absorption optique (opacité) qu'elles engendrent.

Une source lumineuse (infra-rouge) émet de la lumière à travers des tissus et un détecteur mesure la lumière réfléchie ou transmise à travers les tissus.

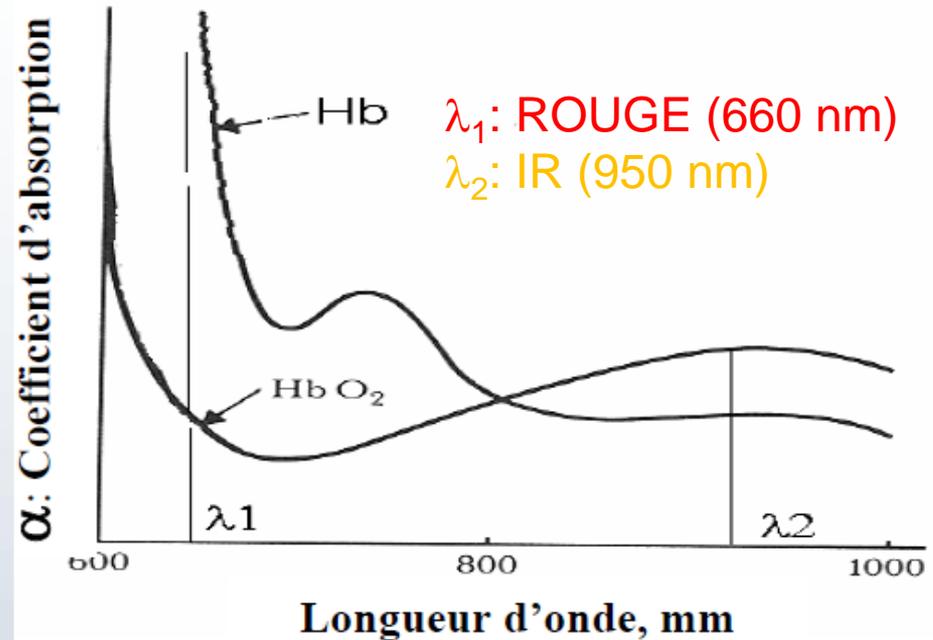


$$SaO_2 = \frac{HbO_2}{RHb + HbO_2} \cdot 100\%$$

Photoplethysmographie



Le coefficient d'absorption du sang pour la lumière infra-rouge est relativement plus élevé que pour les autres tissus. Le changement du volume sanguin dû à une pulsation artérielle engendre de faibles variations (1-2%) de l'intensité reçue.





$$R = \frac{\frac{Red_{AC}}{Red_{DC}}}{\frac{IR_{AC}}{IR_{DC}}}$$

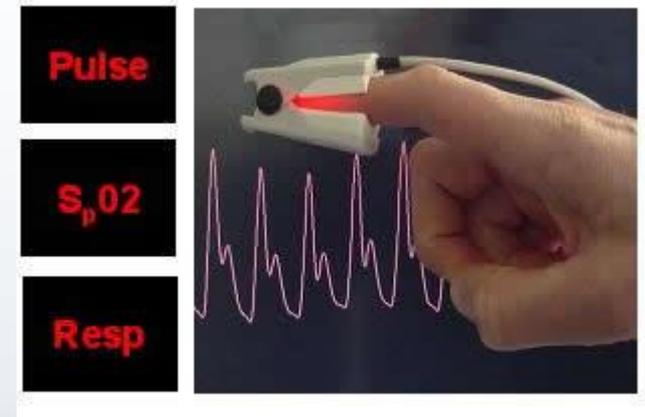
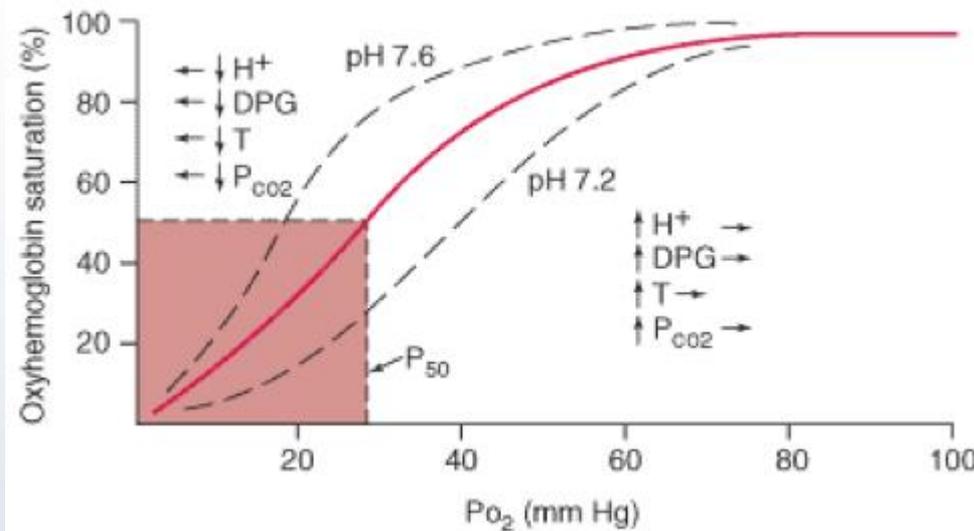
$$SPO2 = 106,5 - 4,1 \cdot R - 17 \cdot R^2$$

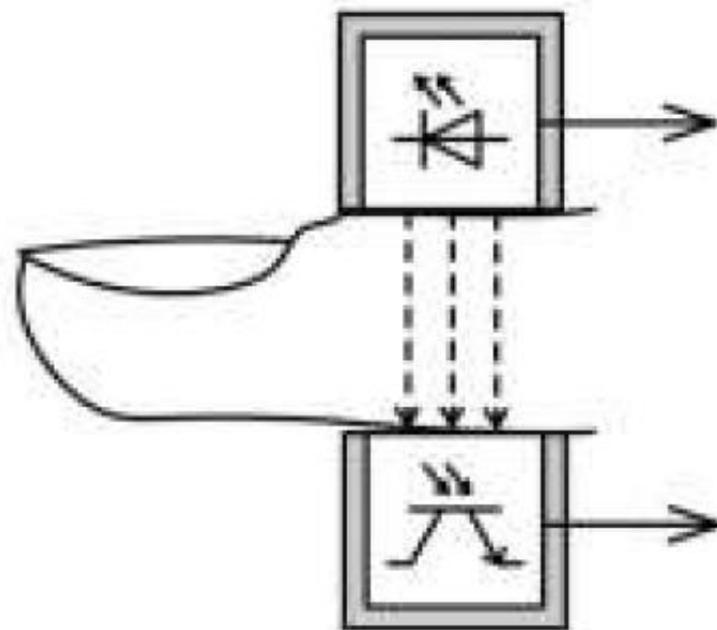
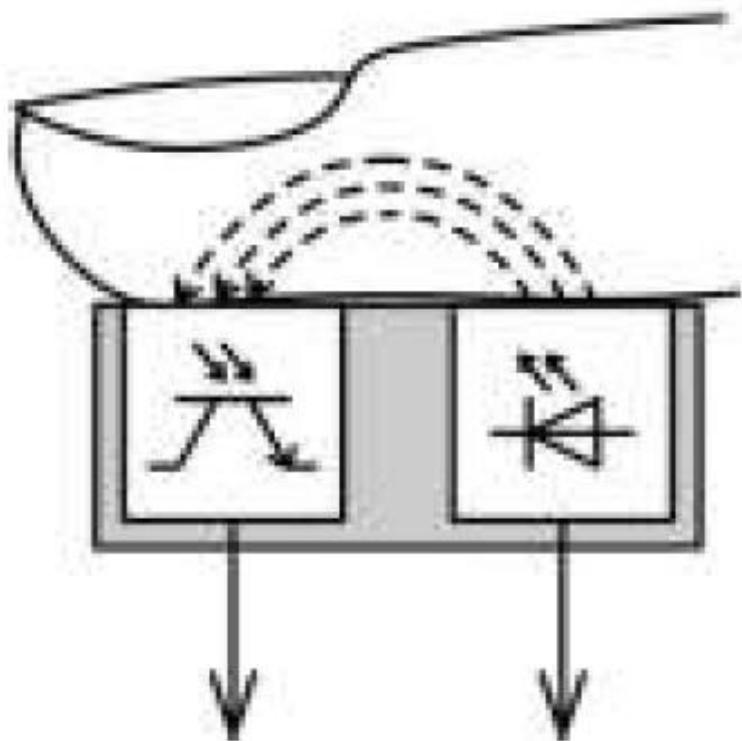
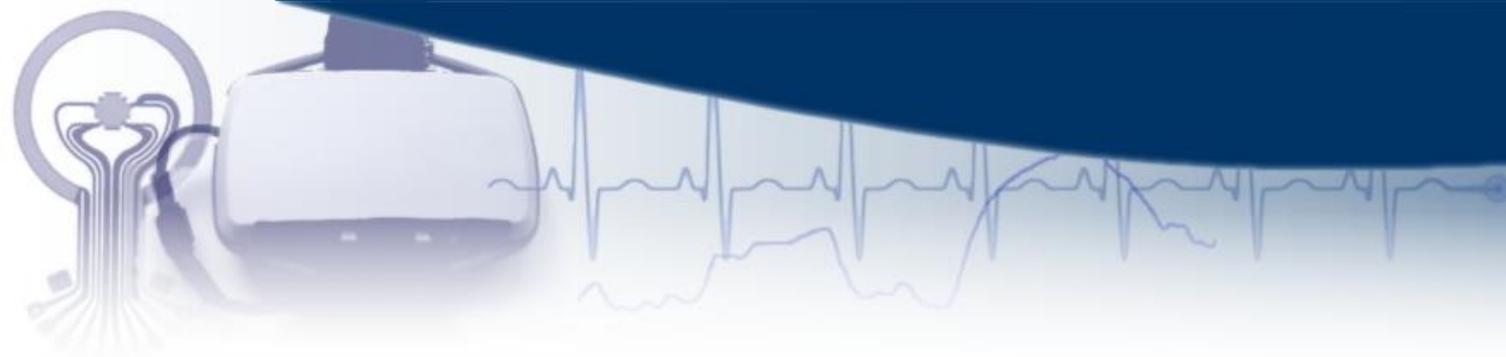
Oxymétrie pulsée (SpO₂)

On mesure la fraction oxygénée de l'hémoglobine par oxymétrie de transmission (absorbance) couplée à une photopléthysmographie.

Basée sur une mesure optique à deux longueurs d'onde, c'est une saturation fonctionnelle in vivo (première réalisation en 1942).

La saturation mesurée par l'oxymètre de pouls (SpO₂) est le plus souvent différente de celle donnée in vitro (SaO₂) par prélèvement de sang artériel.





Capteurs réutilisables



Dénomination : Pince de doigt - 2010

Spécifications :

- Poids patient > 40kg
- Précision SpO2 = 2 %

Longueur du câble : 0,90 m

Capteurs « patient unique »



Dénomination : Capteur patient unique Pédiatrique - 3312

Spécifications :

- Poids patient : 10 à 50 kg
- Précision SpO2 = 2 %

Longueur du câble : 0,45 m



Dénomination : Capteur patient unique Enfant - 3313

Spécifications :

- Poids patient : 3 à 20 kg
- Précision SpO2 = 2 %

Longueur du câble : 0,90 m

Capteurs réutilisables



Dénomination : Capteur multi-site réutilisable en Y - 2220

Spécifications :

- Poids patient > 30kg
- Précision SpO2 = 2 %

Longueur du câble : 0,90 m

Capteurs « patient unique »



Dénomination : Capteur patient unique Adulte/Pédiatrique - 2321

Spécifications :

- Poids patient > 30kg
- Précision SpO2 = 2 %

Longueur du câble : 0,60 m



Dénomination : Capteur patient unique Enfant/Neonat - 2323

Spécifications :

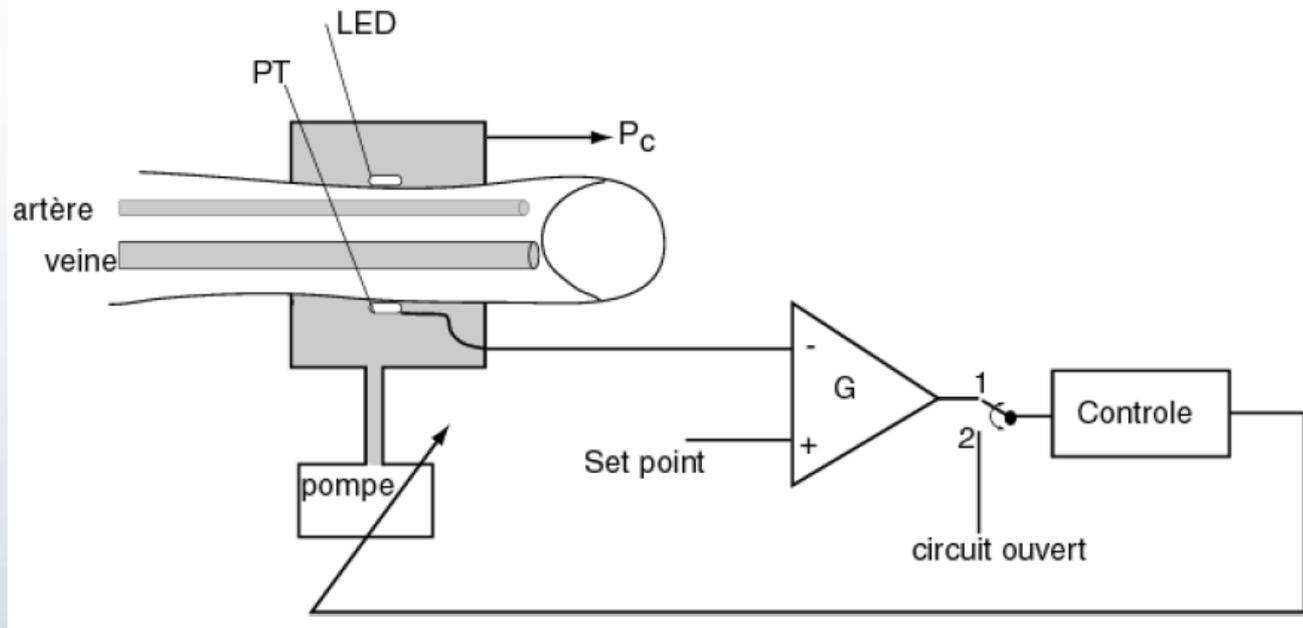
- Poids patient : 3 à 20kg
- Précision SpO2 = 2 %

Longueur du câble : 0,60 m

Mesure indirecte de la pression artérielle par la PPG

Une nouvelle méthode pour mesurer la pression (« Volume Clamp Method », Penaz, 1973) par la PPG est basée sur la mesure de la pression artérielle en maintenant constant le volume de l'artère au niveau du doigt.

Si la pression exercée de l'extérieur (pression de cuff) sur l'artère est égale à la pression artérielle, l'artère ne subit aucune augmentation de volume. Le volume de l'artère est mesuré par la PPG. Le signal de la PPG contrôle ensuite la pression de cuff de manière à empêcher toute variation du volume sanguin. La pression du cuff, mesurée à l'aide d'un capteur de pression, permet de déterminer la pression artérielle.



Thermomètre tympanique

Les radiations infrarouges émises par la membrane tympanique sont captées par le transducteur et converties en température (effet pyroélectrique).

Ce capteur a une plage de fonctionnement très large (120°C), qui concourt à la précision de la mesure.

Peak Select System : 32 lectures sont effectuées en deux secondes.

La température la plus élevée est retenue.

