

# Monitoring hemodynamic

---

# Motivation

---

La pandémie actuelle : afflux massif de personne vers les lits de réanimation

Monitoring hémodynamique : outil est très utilisé dans ce domaine.

Ebauche de recherche :

- Possible de rétrécir l'outil et/ou ses coups ?
- Soigner certains patients à domicile et désengorger les hôpitaux ?

# Ancrage du sujet au thème

---

Le cœur :

- Organes nécessaires à la vie
- Régit l'hémodynamique (la dynamique du sang)

En cas de choc physique (maladie, accident, trouble):

- Nécessaire de monitorer une multitude de donnée issue de l'hémodynamique
- Surveiller ou prévenir d'éventuelle rechute ou problème

# Positionnement thématique et mots-clés

---

## Thématique :

- Science de l'ingénieur (traitement du signal)
- Physique (mécanique des fluides)

## Mots-clés (en français)

- Sang
- Hémodynamique
- Débit cardiaque
- Thermodilution transpulmonaire
- Onde de pouls

## Mots-clés (en anglais)

- Blood
- Hemodynamics
- Cardiac flow
- Transpulmonary thermodilution
- Arterial pulse

# Bibliographie commentée

---

Le monitoring hémodynamique :

- signifie « dynamique du sang »
- Toujours nécessaire pour détecter et prévenir les incidents et accidents.
- Utilisé en anesthésie pour s'assurer que, malgré les modifications physiologiques liées à l'anesthésie et/ou à la chirurgie, les apports correspondent toujours aux besoins
- Utilisé en réanimation pour détecter et aider au traitement des défaillances d'organe

# Bibliographie commentée

---

Il existe deux types de mesure :

1. L'analyse du contour de l'onde de pouls artériel :
  - Le principe fait l'objet de publications dès 1899 (Effet Windkessel, décrit par le physiologiste Otto Frank).
  - L'idée consiste à analyser le signal de la pression artérielle en continu afin d'obtenir davantage de données qu'avec les valeurs systolique, diastolique et moyenne.

# Bibliographie commentée

---

Il existe deux types de mesure :

## 2. La thermodilution pulmonaire :

- Un bolus prédéfini est injecté via un cathéter → traverse le cœur droit, le poumon et le cœur gauche
- Est détecté par un cathéter placé dans une artère centrale,
- L'injection de bolus est généralement répétée trois fois.
- Les résultats obtenus sont statiques ; correspondent qu'au moment de l'injection du bolus → Ils doivent être répétés en cas de modification de l'état du patient ou de la thérapie

# Bibliographie commentée

---

Il existe deux types de mesure :

## 2. La thermodilution pulmonaire :

- S'appuie sur le principe de de Steward et Hamilton : le débit cardiaque s'obtient en divisant la quantité injectée en amont du cœur d'un indicateur (colorant, thermique ou isotopique) par la surface de la courbe de première circulation de cet indicateur.



# Bibliographie commentée

---

Le but de ses deux techniques est donc de déterminer le débit cardiaque à l'aide des valeurs mesurées et d'en déduire par le calcul d'autres valeurs thermodynamiques.

# Bibliographie commentée

---

## Thermodilution pulmonaire:

- on détermine le débit cardiaque à l'aide de la température et le volume du bolus injecté.
- Par un jeu de formule et de calcul avec le débit cardiaque comme facteur commun → on a au moins une 5 valeurs qui permettent de prévenir différents problèmes cardiaques ou pulmonaires. (Annexe 1)

# Bibliographie commentée

---

Analyse du contour de l'onde de pouls artériel,

- Analyse de l'aire de la courbe de pression artérielle sous la systole, de la fréquence cardiaque et la compliance artérielle\*.
- Formule pour déterminer le débit cardiaque varie selon les technologies utilisées (PiCCO ou Vigiléo (Annexe 2)) ; reste assez similaire malgré tout (Annexe 3)

[2] [5]

\*La compliance artérielle est donc la possibilité de distension de la paroi artérielle en fonction de la pression sanguine




# Problématique retenue

---

Quelle méthode, entre la thermodilution transpulmonaire et l'analyse de l'onde de pouls est la plus précise, la plus fiable, la plus économique et la plus pratique pour en déterminer d'autres paramètres hémodynamiques ?

# Objectifs du travaux

---

- Simuler un cœur:
  - Simuler du sang 
  - Faire un montage 
- Modéliser un cœur (sur Matlab) 
- Mesurer des valeurs grâce à des capteurs et les analysées
- Faire des calculs avec les valeurs obtenues pour obtenir d'autre valeur hémodynamique

# Références bibliographiques

---

[1] PIERRE-GILDAS GUITARD, CCA DPT D'ANESTHÉSIE-RÉANIMATION CHU CHARLES NICOLLE ROUEN : Monitoring Hémodynamique

[https://sofia.medicalistes.fr/spip/IMG/pdf/Monitorage\\_hemodynamique\\_Dr\\_Guitard-CHU\\_Rouen\\_.pdf](https://sofia.medicalistes.fr/spip/IMG/pdf/Monitorage_hemodynamique_Dr_Guitard-CHU_Rouen_.pdf)

[2] GETINGE GROUP : Technologie PiCCO

[https://www.getinge.com/dam/hospital/documents/french/brochure\\_technologie\\_picco\\_pub-2016-0025-a\\_fr-french-europe.pdf](https://www.getinge.com/dam/hospital/documents/french/brochure_technologie_picco_pub-2016-0025-a_fr-french-europe.pdf)

[3] Ferron Fred : Prise en charge spécifique et monitoring

[http://ferronfred.eu/onewebmedia/Monitorage%20he%CC%81modynamique\\_PiCCO\\_2016.pdf](http://ferronfred.eu/onewebmedia/Monitorage%20he%CC%81modynamique_PiCCO_2016.pdf)

[4] Dictionnaire médical de l'Académie de Médecine : Principe de Stewart et Hamilton

<https://dictionnaire.academie-medecine.fr/index.php?q=Stewart%20et%20Hamilton%20%28principe%20de%29>

[5] EDWARD LIFESCIENCES : Technologie ClearSight et Flotrac.pptx

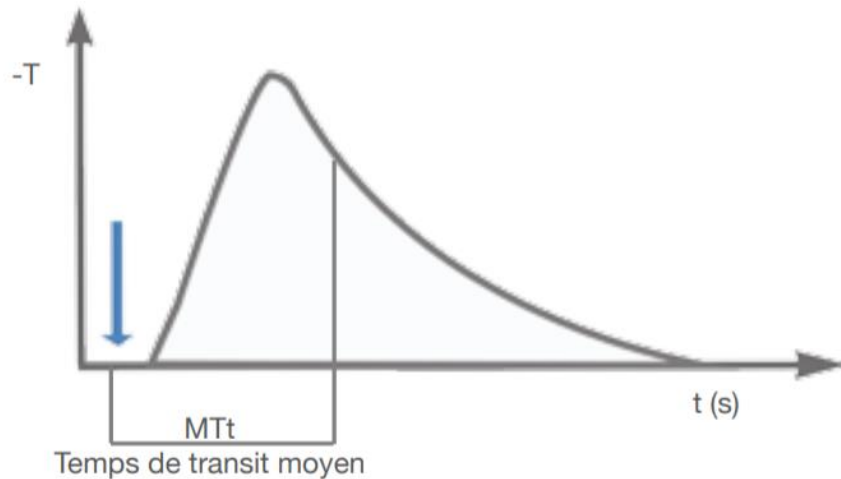
Aucun lien disponible, informations obtenues par Mme Delphine PLAN , Responsable régionale des ventes Critical Care du laboratoire EDWARD LIFESCIENCES

**Merci de votre  
écoute**

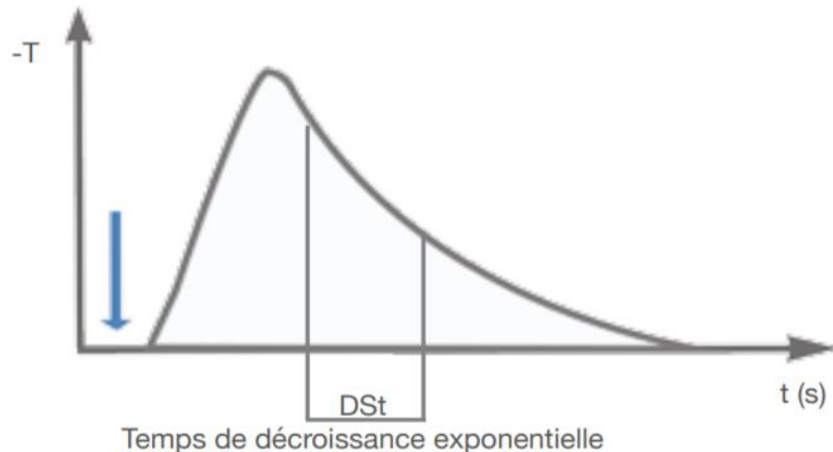
---

# Annexe 1 : Valeurs supplémentaires obtenues

---



**Temps de transit moyen (MTt) :** Temps après lequel la moitié de l'indicateur a passé le site de détection (artère centrale)



**Temps de décroissance exponentielle (DSt) :** fonction d'élimination de l'indicateur (déterminé à partir de la partie descendante de la courbe de thermodilution)



# Annexe 1 : Valeurs supplémentaires obtenues

## Quantification de l'œdème pulmonaire



Volume thermique intrathoracique  
 $VTIT = DC_{TD} \times MTt$

-



Volume sanguin intrathoracique (VSIT)  
 $VSIT = VTDG \times 1,25$

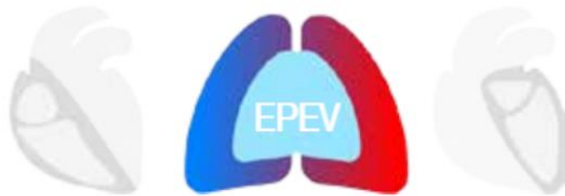
=



Eau pulmonaire extravasculaire (EPEV)

Volume thermique pulmonaire

$$VTP = DC_{TD} \times DSt$$



## Volume Thermique Intrathoracique

$$VTIT = DC_{TD} \times MTt$$

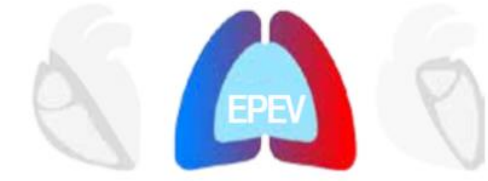


## Volume télédiastolique global



Volume thermique intrathoracique  
 $VTIT = DC_{TD} \times MTt$

-



Volume thermique pulmonaire  
 $VTP = DC_{TD} \times DSt$

=



Volume télédiastolique global (VTDG)

# Annexe 2 : Technologie de monitoring hémodynamique

---

## Technologie PiCCO

Laboratoire GETINGE GROUP



## Technologie Vigiléo

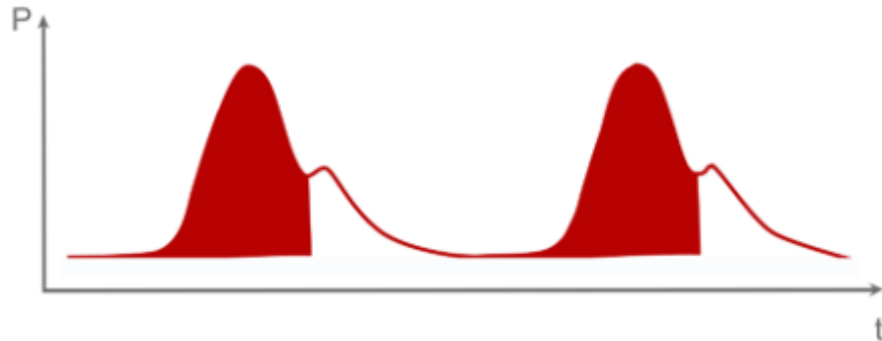
Laboratoire EDWARD LIFESCIENCES



# Annexe 3 : Formule de détermination du débit cardiaque par analyse d'onde de pouls des technologies PiCCO et Vigileo

## Technologie PiCCO

Laboratoire GETINGE GROUP



$$DCPC = \underbrace{cal}_{\text{Facteur d'étalonnage}} \times \underbrace{FC}_{\text{Fréquence cardiaque}} \times \underbrace{\int_{\text{systole}} \left( \frac{P(t)}{RVS} + C(p) \times \frac{dP}{dt} \right) dt}_{\text{Aire sous la courbe de pression}}$$

Facteur d'étalonnage individuel du patient (déterminé par thermodilution)

Fréquence cardiaque

Aire sous la courbe de pression

Compliance

Forme de la courbe de pression

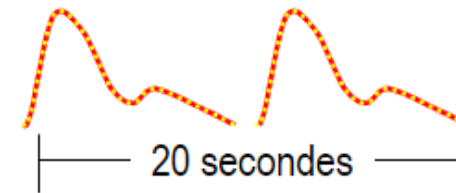
## Technologie Vigileo

Laboratoire EDWARD LIFESCIENCES

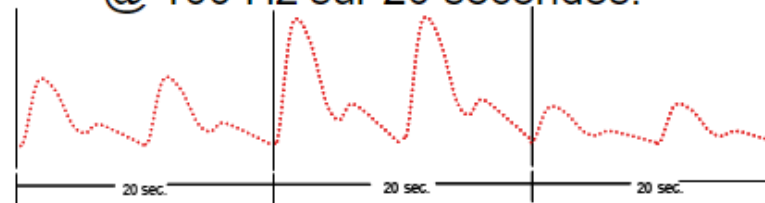
$$DC = FC * VES$$

où

$$VES = \chi * \sigma_{BP}$$



Les données de pression artérielle sont échantillonnées @ 100 Hz sur 20 secondes.



SV : PP :  $\sigma_{AP}$

SV↑ : PP↑ :  $\sigma_{AP}$ ↑

SV↓ : PP↓ :  $\sigma_{AP}$ ↓

L'écart type de la pression artérielle ( $\sigma_{BP}$ ) se calcule au moyen des données échantillonnées.

Lorsque la valeur VES augmente, la valeur  $\sigma_{BP}$  augmente proportionnellement et inversement