




# BIOPHYSIQUE DE LA CIRCULATION COURS 3:

Totoone

SIGN IN

START

MENU



# SOMMAIRE

1/Mesure des pressions

2/Applications cliniques en santé

3/Applications à l'imagerie médicale

# MESURE DES PRESSIONS

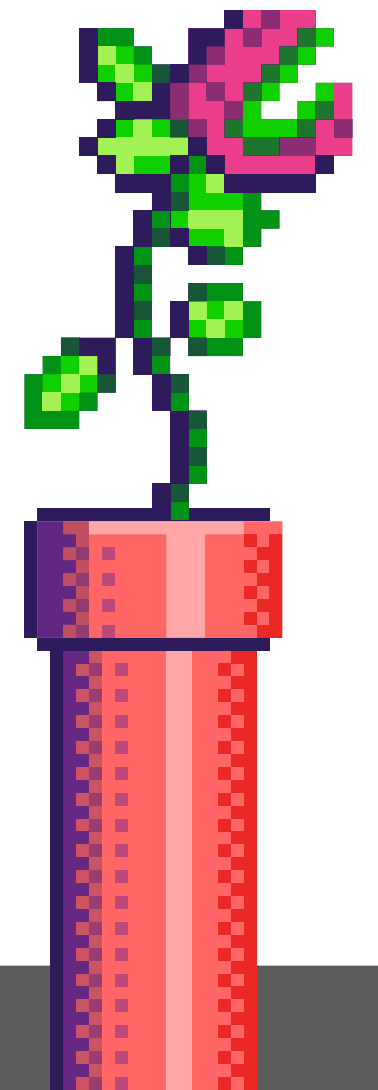
## A) Mode de mesure et Unités :

- Millimètre de **mercure** (mmHg) -> Pression Artérielle (PA)

1 mmHg = **133 Pa**

- Centimètre d'**eau** (cmH<sub>2</sub>O) -> Pression Veineuse Centrale (PVC)

1 cmH<sub>2</sub>O = **100 Pa**

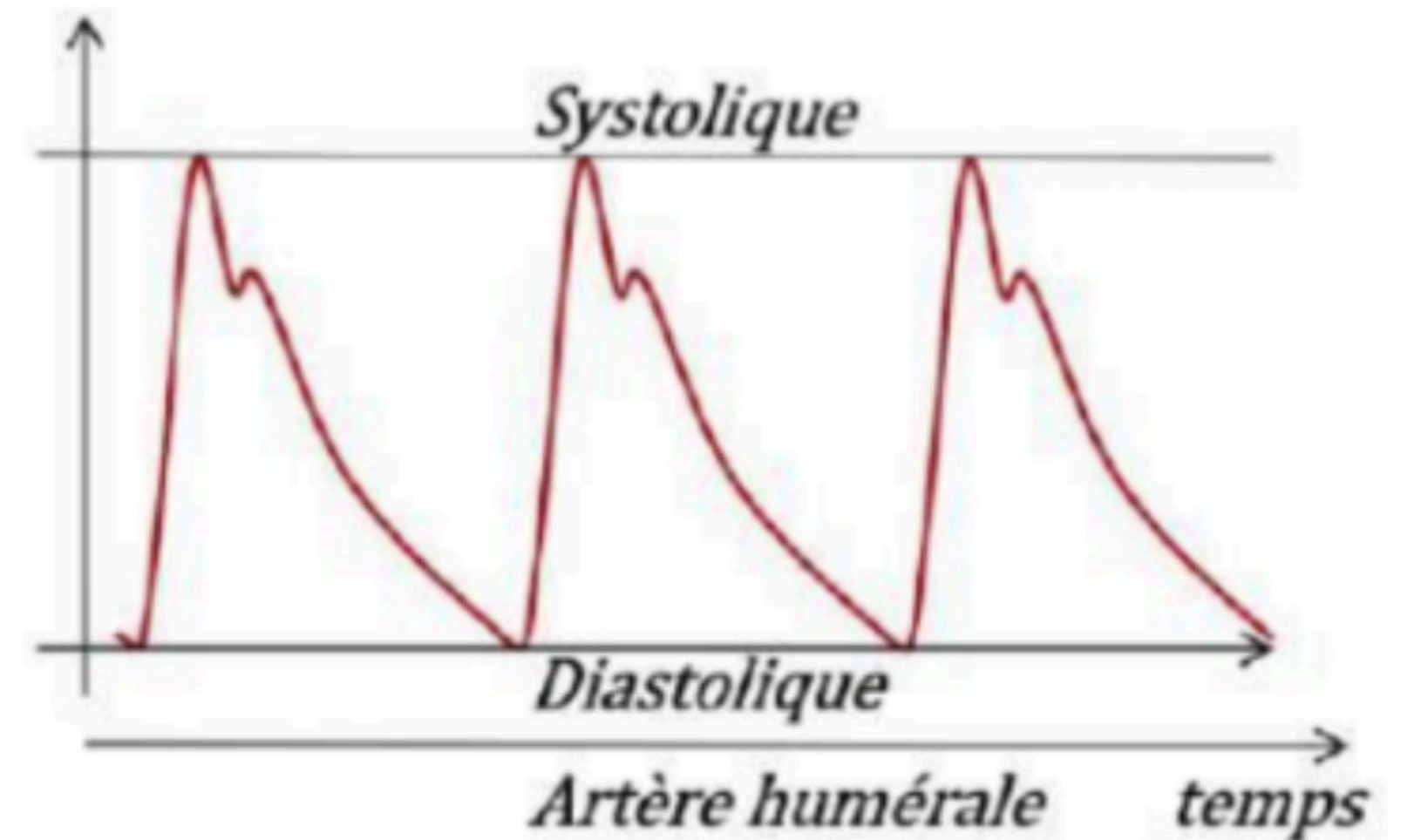


# MESURE DES PRESSIONS

## Pression Artérielle :

La pression artérielle moyenne est égale à **98 mmHg** soit **13 kPa++**

Elle évolue entre un **minimum diastolique** et un **maximum systolique**.



# MESURE DES PRESSIONS

## Conditions de mesure :

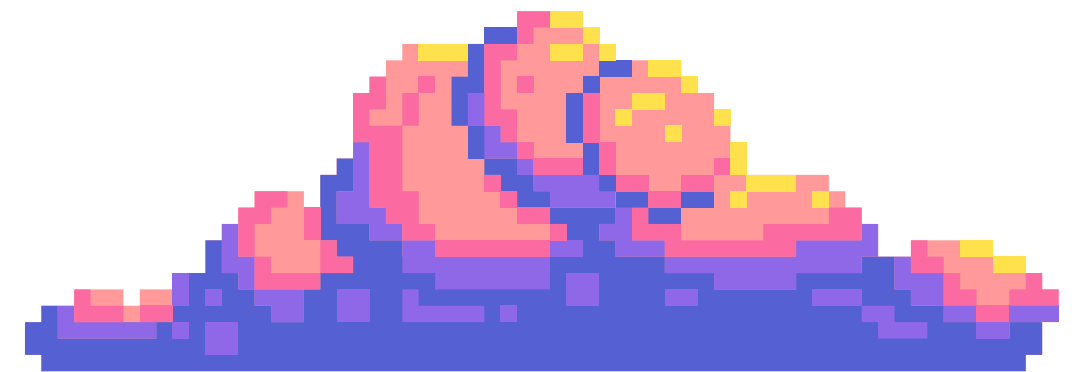
On utilise l'équation de **Bernoulli**.

→ Valeur de référence **PA** au niveau du **coeur**

→ On prend **PA(0) = 96 mmHg = 13 kPa**

→ Et on soustrait à la PA (0)  $\rho gh$ , ce qui nous donne **PA = 13 kPa -  $\rho gh$**

→ Pour  $\rho$  on considère que le sang a une masse volumique égale à celle de l'eau donc  **$10^3 \text{kg/m}^3$**



# MESURE DES PRESSIONS

## Mesure debout:

- Mesure en position debout : on considère une situation statique

$$\rho gh + \frac{1}{2}\rho v^2 + PA = \rho gh + PA = 13 \text{ kPa}$$

$$PA = 13 \cdot 10^3 - \rho gh$$

$$\rho_{\text{sang}} = \rho_{\text{eau}} = 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

La valeur mesurée de la PA dépend du niveau de la mesure

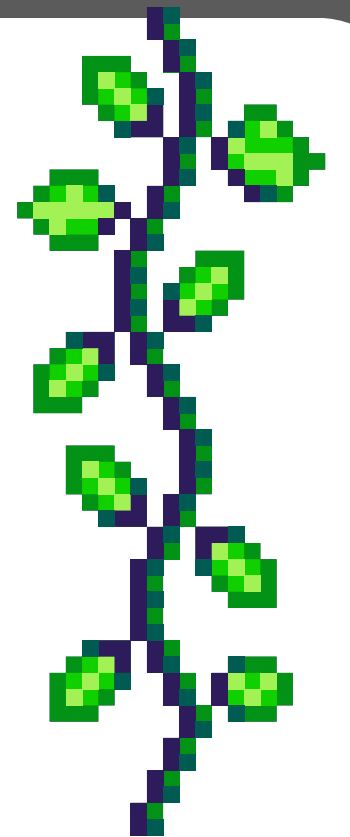
# MESURE DES PRESSIONS

Mesure allongé :

$$\rho gh + \frac{1}{2} \rho v^2 + PA = 13 \text{ kPa}$$

$$h = 0 \text{ et } v = 0 \Rightarrow PA = 13 \text{ kPa}$$

quelle que soit la position de mesure



**La valeur de PA sera la même quel que soit le niveau de mesure**

# MESURE DES PRESSIONS

## La pression veineuse centrale (PVC)

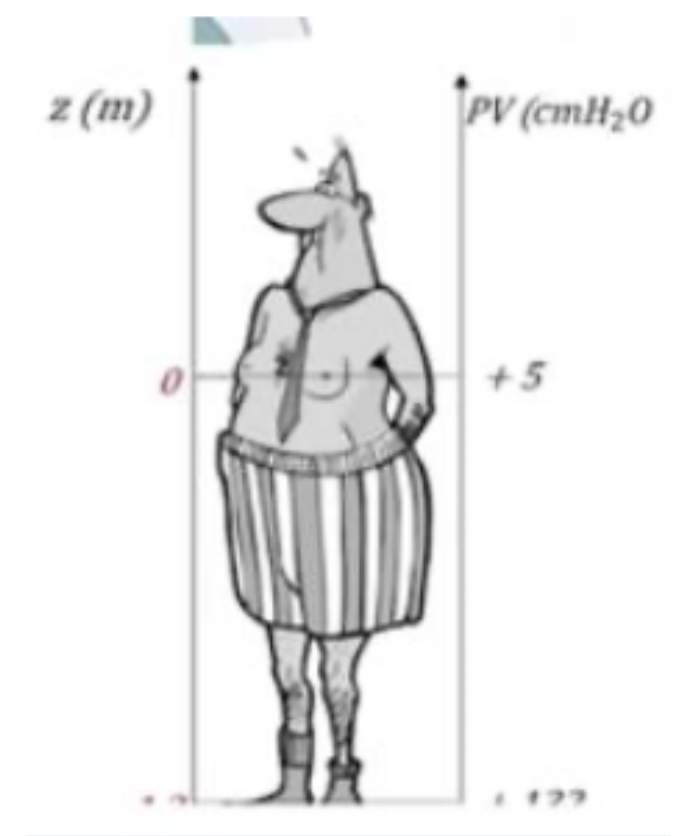
On prend pour valeur de référence la pression veineuse au niveau du cœur PVC(0). On prend **PVC(0) = 5 cmH<sub>2</sub>O = 500 Pa**

→ En position **debout**, la valeur de la PV **dépend de la distance au cœur.**

Au niveau des pieds on a :

$$PV(h) = PV(0) - \rho gh \Rightarrow PV(-1,3) =$$

$$500 + (10^3 \times 9,8 \times 1,3) = 13240 \text{ Pa} = 132 \text{ cmH}_2\text{O}$$



## II. APPLICATIONS CLINIQUES EN SANTÉ

### Auscultation cardiovasculaire

Écoulement **turbulent** si  $Re > 10\ 000$ .

$d \downarrow \rightarrow v \uparrow$ .

Théoriquement,  $Re \downarrow$  si  $d$  seul **varie**,

Mais en pratique  $v \uparrow$  **fortement**  $\rightarrow$  **risque de turbulence**  $\uparrow$ .

A débit constant,  $Q = Sv$  ; avec une section circulaire :  $Q = \frac{\pi d^2 v}{4} \Rightarrow d \cdot v = \frac{4Q}{\pi \cdot d}$

$$Re = \frac{\rho \cdot d \cdot v}{\eta} = \frac{\rho \cdot 4Q}{\eta \cdot \pi \cdot d}$$

**Ainsi, lorsque  $d$  diminue, le risque de turbulence augmente.**

**ATTENTION +++ Ceci ne s'applique que si le diamètre varie de manière isolée**

## II. APPLICATIONS CLINIQUES EN SANTÉ

### Auscultation cardiovasculaire

Causes LÉSIONNELLES	$d \downarrow$ ✓ Souffle <u>vasculaire</u> : sténose vasculaire ✓ Souffle <u>cardiaque</u> : sténose ou fuite valvulaire cardiaque
Causes FONCTIONNELLES	$Q \uparrow$ $\eta \downarrow$ ✓ Souffle <u>d'effort</u> ✓ Souffle lié à l'anémie (anémie: $n \downarrow$ et $Q \uparrow$ )

Athérosclérose



## II. APPLICATIONS CLINIQUES EN SANTÉ

### Mesure auscultatoire de la PA

**1 -  $P_{\text{brassard}} > PA_{\text{systole}}$  : aucun bruit**

⇒ On gonfle le brassard jusqu'à contrer la PA : cela collabe l'artère

On n'entend rien car le sang ne circule pas !

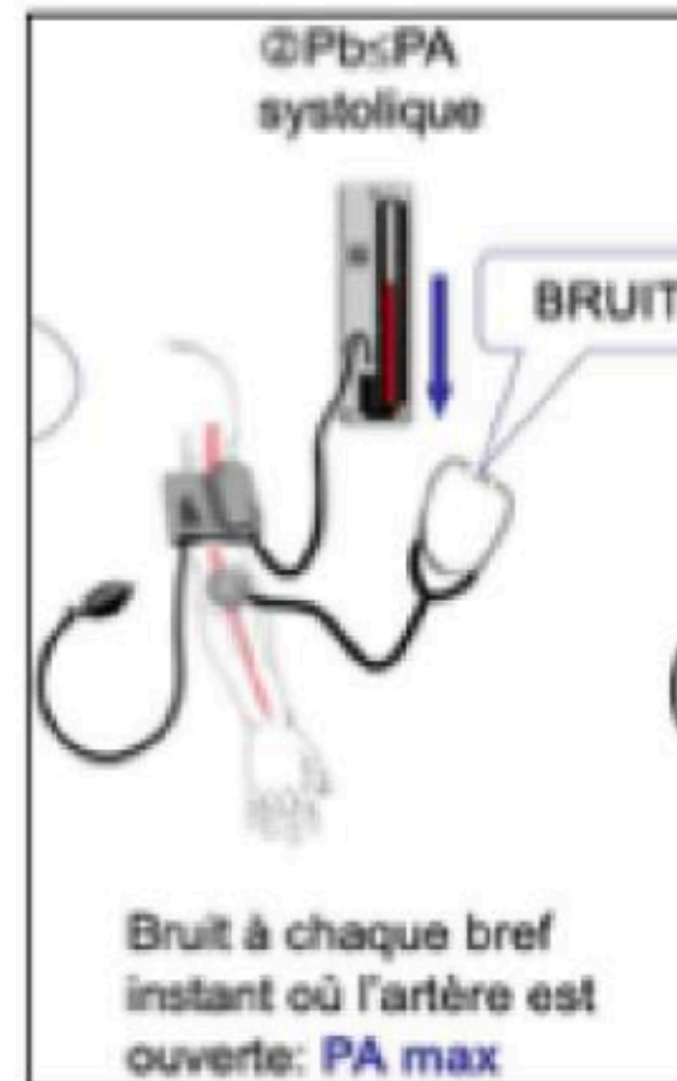
⊖  $P_{\text{b}} > PA_{\text{systolique}}$



## II. APPLICATIONS CLINIQUES EN SANTÉ

### 2 - $P_{\text{brassard}} \leq P_{A_{\text{systole}}}$ : Bruit sec intermittent

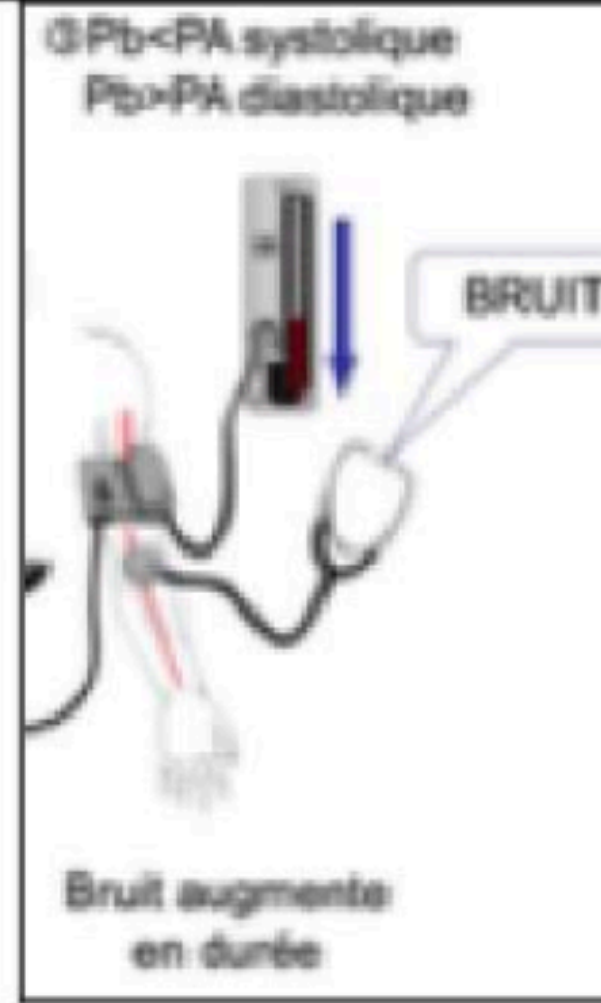
- ⇒ Peu à peu on diminue la pression du brassard jusqu'à passer en dessous de la PA maximale =  $P_{\text{systole}}$
- ⇒ Bruit bref audible à chaque moment où l'artère est perméable (ouverte) sous l'effet de la pression artérielle
  - ⇒ On entend un bruit dû à l'écoulement turbulent en systole.
  - ⇒ **Apparition du 1er bruit sec: c'est la PA maximale soit la PA systolique**



## II. APPLICATIONS CLINIQUES EN SANTÉ

**3 -  $PA_{diastole} < Pb < PA_{systole}$  :**  
**Bruit qui s'allonge et qui persiste**

- ⇒ On continue à diminuer la pression du brassard, on entend alors un **bruit qui augmente en durée et change de timbre**
- ⇒ En systole, la circulation est redevenue laminaire, mais est turbulente en diastole



## II. APPLICATIONS CLINIQUES EN SANTÉ

### 4 - $P_b < P_{A_{diastole}}$ Disparition de tout bruit

奈 On diminue toujours la pression du brassard jusqu'à ne plus rien entendre le sang circule à nouveau de manière **laminaire** en **diastole** et en **systole**, l'artère n'est plus compressée.

On obtient donc la **PA minimale = PA diastolique ++**

④  $P_b < P_{A_{diastolique}}$



Disparition de tout bruit:  
**PA min**

## II. APPLICATIONS CLINIQUES EN SANTÉ

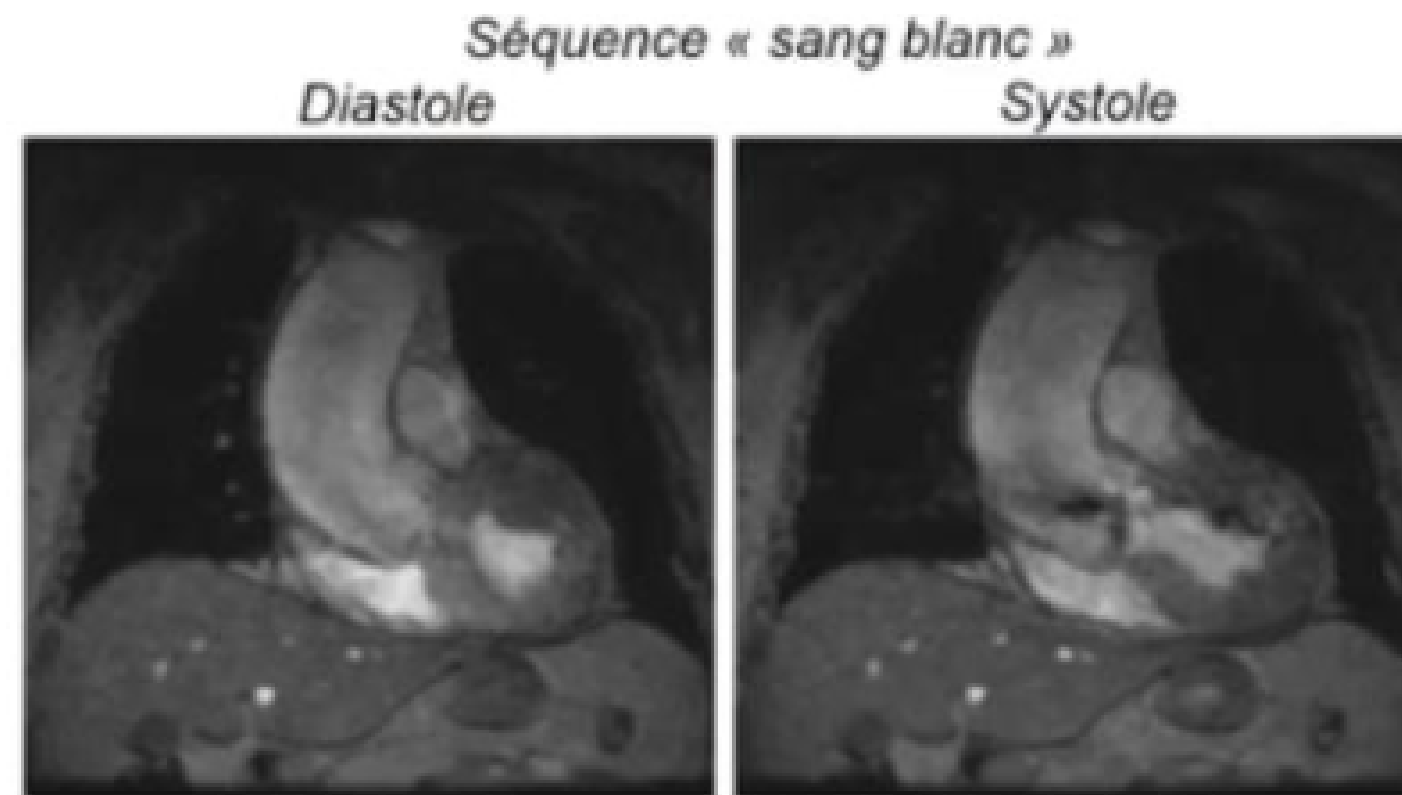
### Mesure auscultatoire de la PA

La **pression maximale** est **exactement égale** à la pression artérielle **systolique**;  
mais la **PA minimale surestime** la pression **diastolique**,  
**PAmin = PAdiast + 2 mmHg.**

$$P_{Amoy} = \frac{P_{Asys} + 2P_{Adiast}}{3} = 13 \text{ kPa (98 mmHg)}$$

# III. APPLICATIONS À L'IMAGERIE MÉDICALE

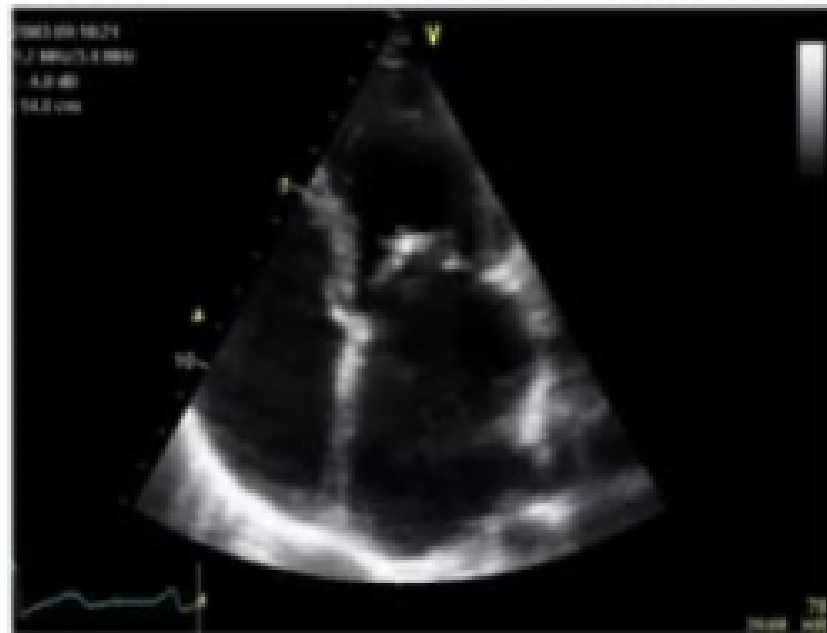
## L'IRM cardiaque



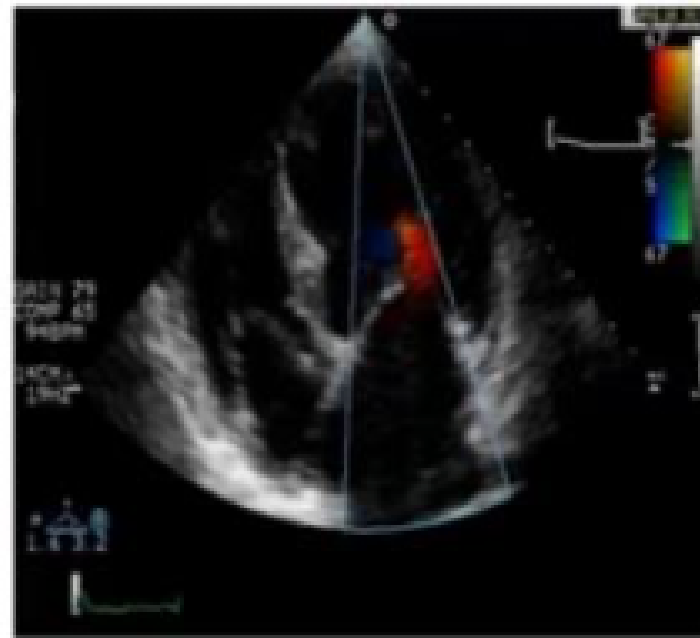
# III. APPLICATIONS À L'IMAGERIE MÉDICALE

## L'échographie cardiaque

Echographie anatomique



Echographie Doppler



- L'**échographie simple** (2D) → étudier les **structures anatomiques**
- L'**échographie Doppler** → mesurer les **vitesse**s locales d'écoulement

### III. APPLICATIONS À L'IMAGERIE MÉDICALE

#### L'effet Doppler :

C'est la variation de fréquence d'une onde sonore perçue par rapport à la fréquence émise lorsque la distance entre la source et le récepteur change.

#### La fréquence :

- Augmente quand l'émetteur se rapproche.
- Diminue quand l'émetteur s'éloigne.

Un code couleur nous indique la vitesse du sang et son sens de circulation:

- Si  $f_r > f_o$  alors  $v > 0$  : la cible **se rapproche**, codage en **rouge**.
- Si  $f_r < f_o$  alors  $v < 0$  : la cible **s'éloigne**, codage en **bleu**.

**Si l'écoulement du sang est turbulent on obtient une mosaïque.**

