Optimisation Hémodynamique cérébrale
Etude de l'autorégulation dynamique

- Historiquement : Leg Cuff Test / Valsalva / compression carotidienne …
- Étude des variations de l'hémodynamique cérébrale avec les variations de l'hémodynamique systémique
- Principal déterminant du DSC
- Avenir : PRX ?

PRX (Pressure Reactivity Index)

Indice d'autorégulation étudiant les modifications de la vasomotricité cérébrale en fonction de la variation de la PAM.

Valeurs moyennes de PIC et PAM et forme des courbes de façon intermittente (10sec) sur 5min, en l'absence de stimulation.

FR indépendant mortalité et séquelles fonctionnelles post TC

Czosnyka, Neurosurgery 1997, Fraser, J Appl Physio 2013, Sorentino et al, Neurocrit care 2012

PRX (Pressure Reactivity Index)

Coefficient de corrélation linéaire (-1/1)

- Si PRX =1, chaque modif PAM entraine modif PIC dans le même sens = perte autorégulation
- PRX neg ou nul : autoreg préservée, plateau
  - Si PRX neg/nul augmente (>0,3) : borne inférieure du plateau ? *Brady et al, Stroke 2010*

- ➢ Obj : meilleure PPC possible *Steiner et al, Crit Care Med 2002*
- ➢ Faisabilité ? Monitorage continu *Lang et al, J Neurosurg 2015*
- ➢ Limites :
  - en l'absence d'évènement HD majeur, quelle valeur ? (moyenner 30min?)

Czonyska et al, Acta Neurochir 2017

En Résumé

- Autorégulation : mécanisme maintien DSC face variations systémiques

- But : protéger encéphale

- Comment : via vasomotricité
  - Artères piales et cérébrales ++ / autorégulation dynamique myogène
  - Rôle du CO2 : relation linéaire / adaptation rapide
  - Facteurs métaboliques / neurogéniques

Monitorage de la perfusion cérébrale par DTC

Dopplers transcraniens

- Principes
- Rappels vascularisation cérébrale
- Mesures
- HTIC
- Vasospasme

Principes US

- US = ondes mécaniques longitudinales créant des variations de pression le long d'un axe en fonction des propriétés élastiques du milieu.

- Doppler spectral :
  - Mesure de la vitesse et du sens du flux à partir d'un décalage de fréquence lié au déplacement d'un élément mobile (Delta F = Fe- Fr)

$$\Delta F = 2 F_e V \cos\theta / c$$

Theta = angle entre axe flux élément mobile et axe US
V : vitesse circulatoire élément mobile
C : celérité/ vitesse de propagation US dans tissu mou (1540m/sec)

Cos 90° = 0 / Cos 0° = 1 ---------- angle insonation / sous estimation des vitesses

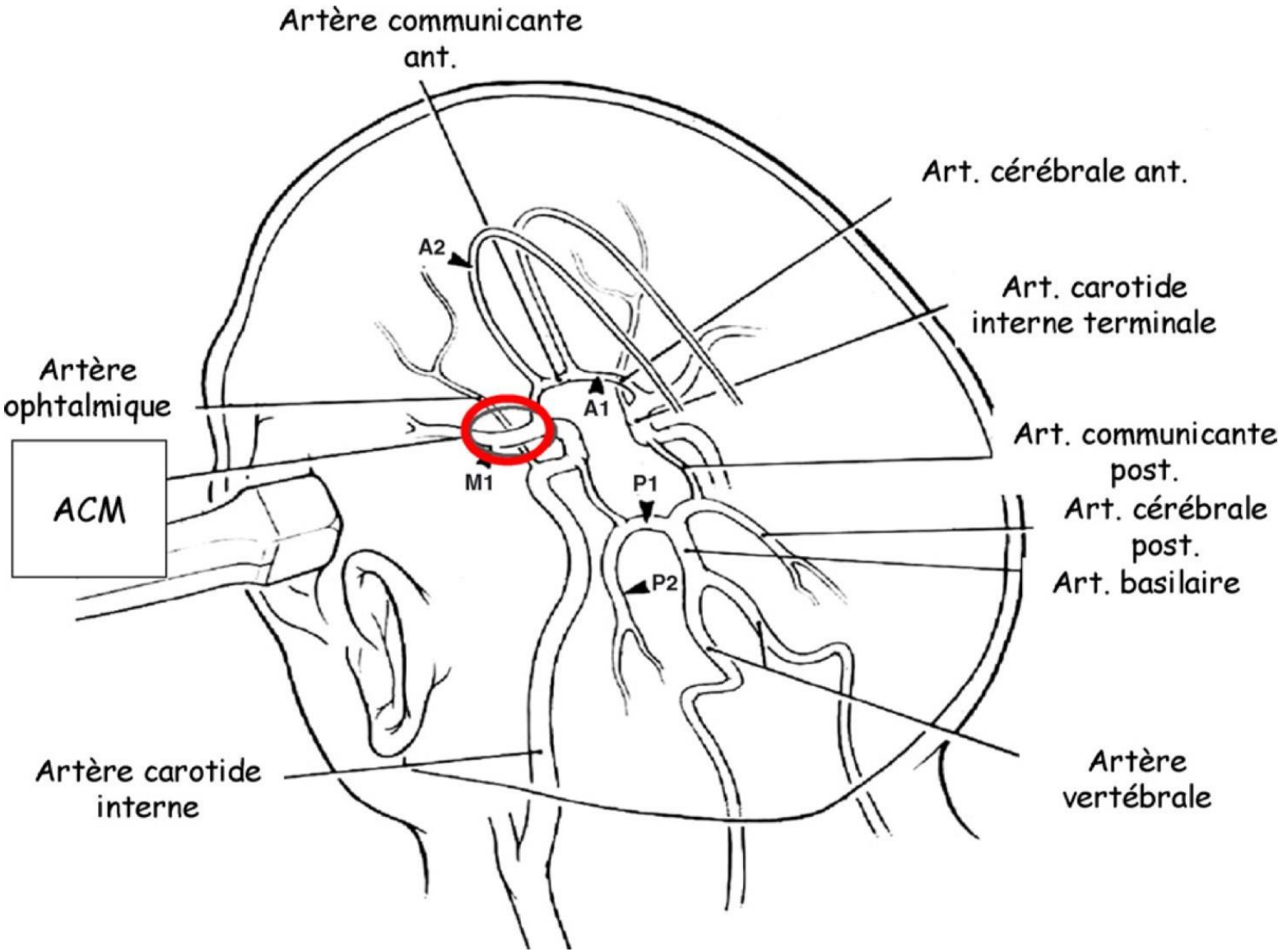
Polygone de Willis

- Circulation antérieure :
  - Artères carotides internes
  - Artères cérébrales : moyenne et antérieure

- Circulation postérieure :
  - Artères vertébrales -> artère Basilaire
  - Artères cérébrales postérieures

- Réseau de suppléance : Communicantes
  - Antérieure : entre Cérébrales Antérieures
  - Postérieures : entre ACI et ACP

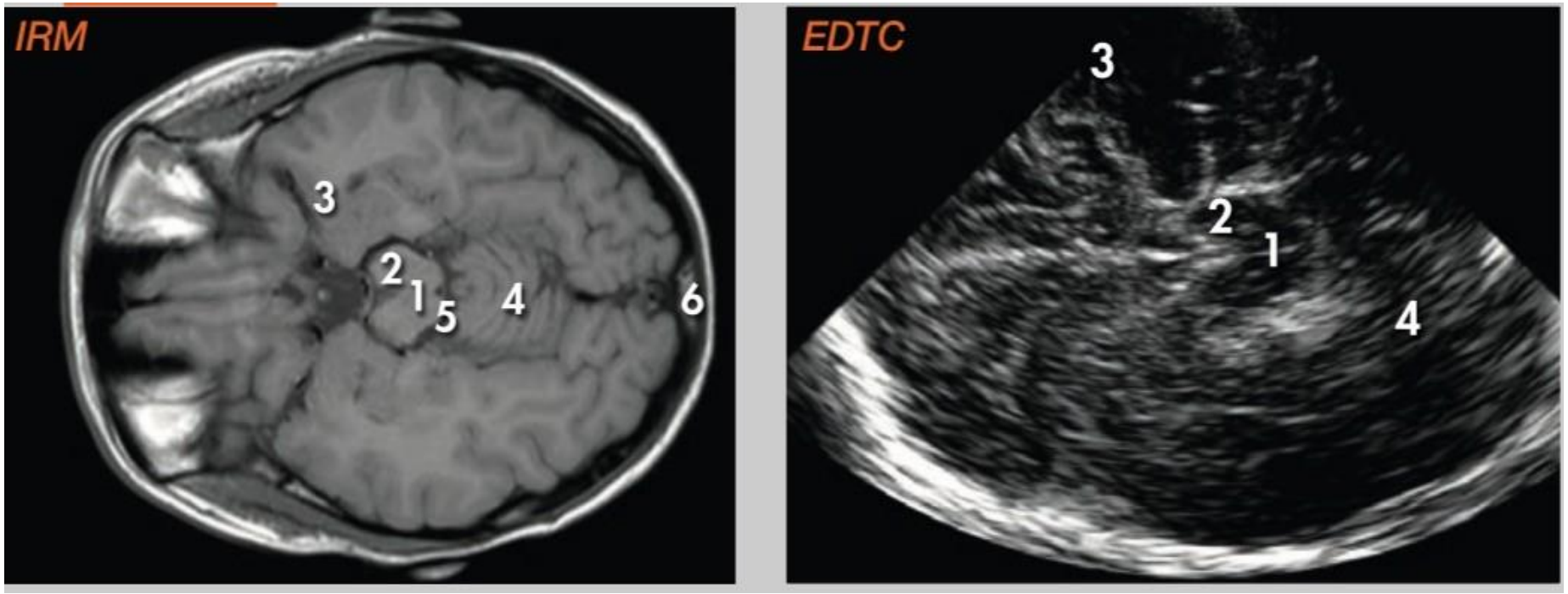
Vascularisation cérébrale

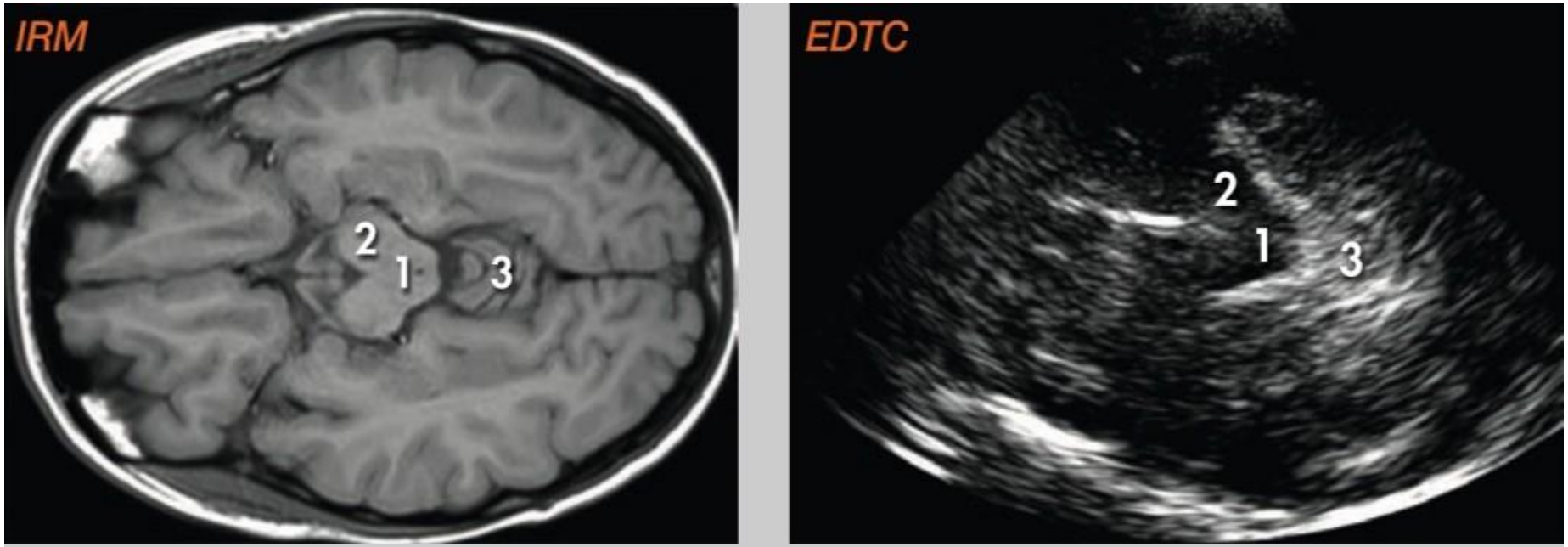


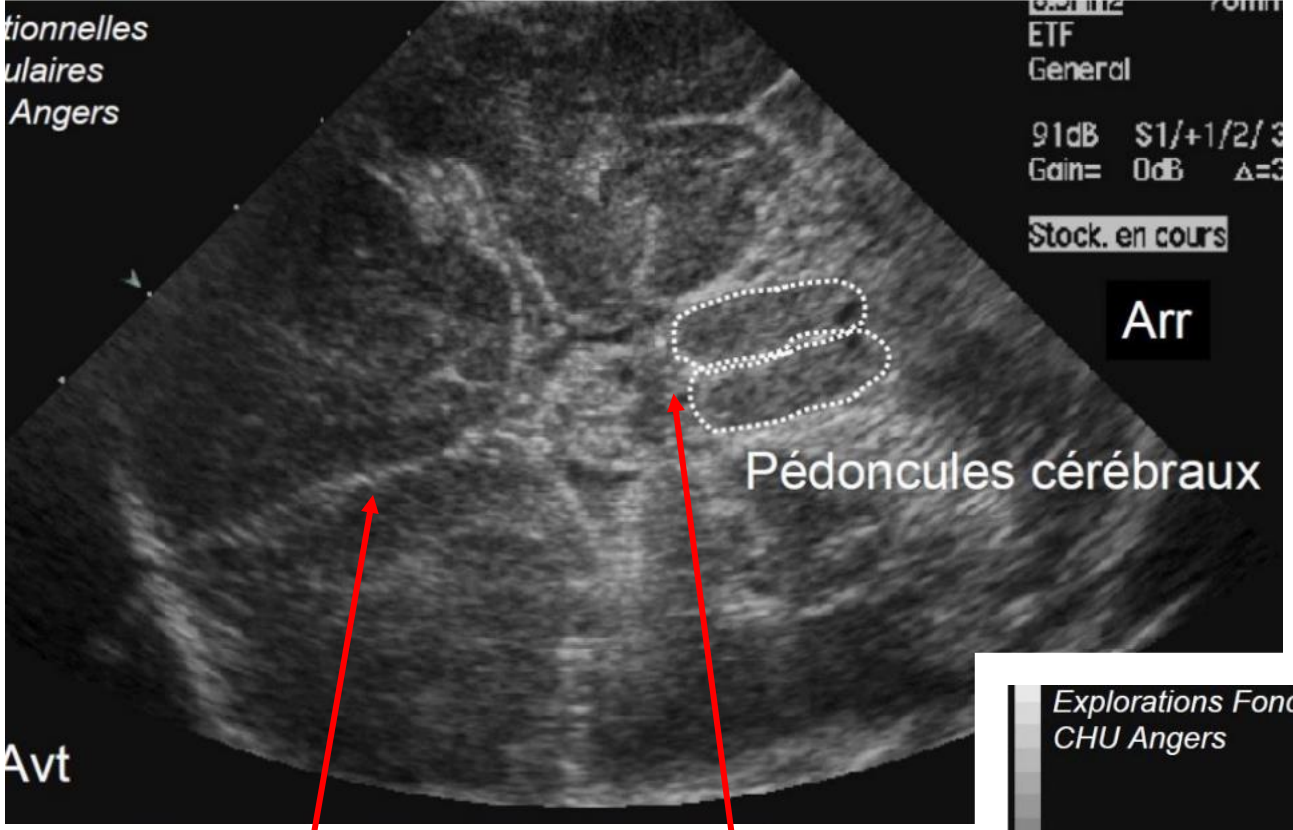
Sono Anatomie

- Fenêtre *temporale* : ligne reliant le tragus au canthus externe, au dessus de l'apophyse zygomatique
- Sonde perpendiculaire au plan cutané + angulation vers le haut (5-10°) + curseur vers le canthus externe
- Disparition de la fenêtre avec âge (F>H), épaisseur de la diploé (>5mm)

- Fenêtre orbitaire
- Fenêtre sous occipitale (foraminale) : exploration Art vertébrales et basilaire


IRM
3
2
1
5
4
6
EDTC
3
2
1
4

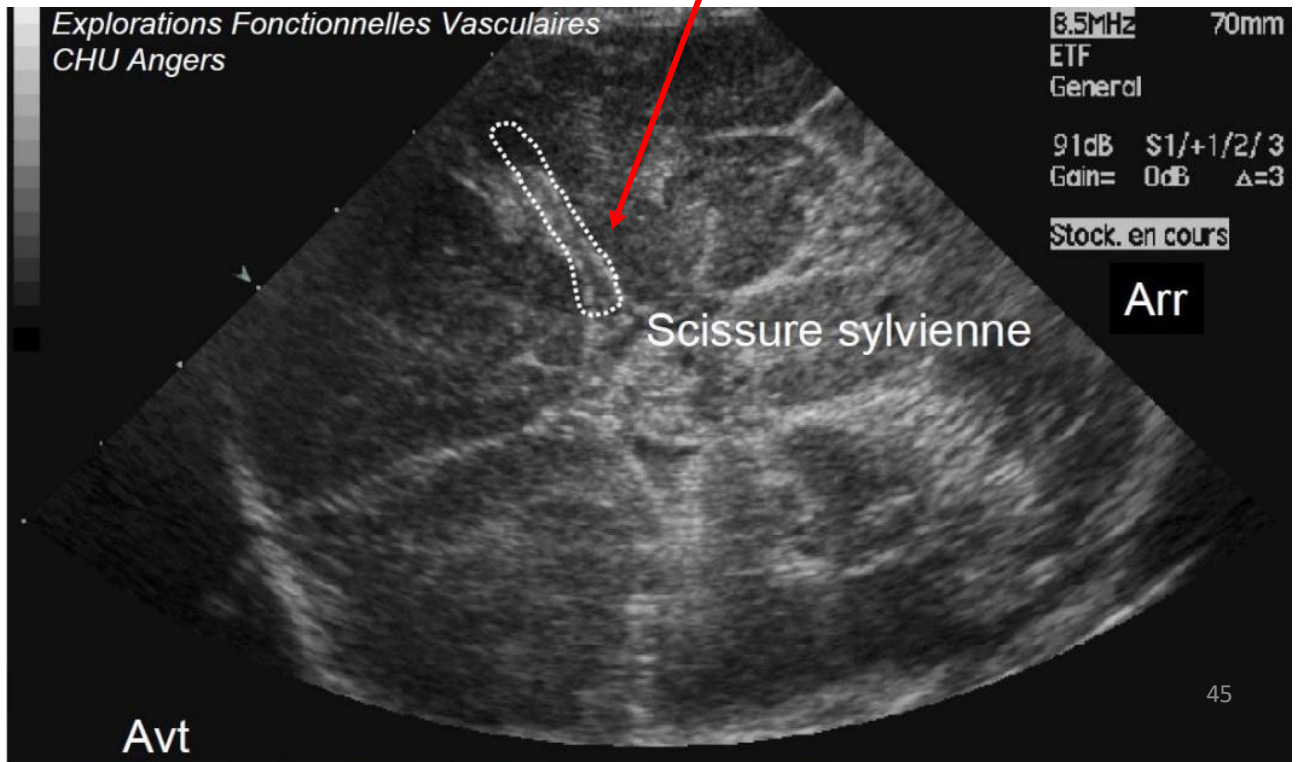

IRM
2
1
3
EDTC
2
1
3



ACM

Faux du cerveau

Tronc basilaire



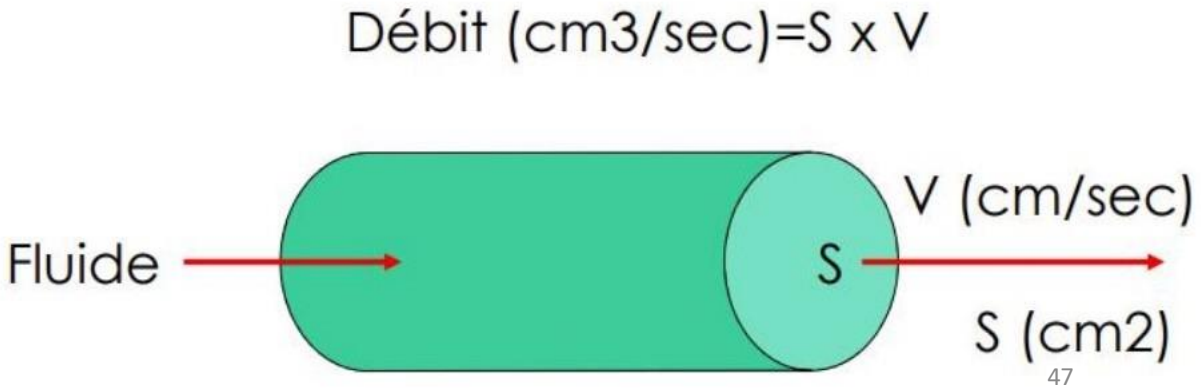
En pratique

Sonde basse fréquence, petite surface de contact (type sonde ETT)
Fenêtre temporale
Repérage en 2D
Angulation (max 10°) pour repérer branche de division (ACM)
Doppler couleur (flux centrifuge et centripète)
Doppler pulsé (angle insonation <30°)
Mesure sur ACM (profondeur 35-45mm)
Segment M1 horizontal puis division (bi ou trifurcation) en M2 horizontal

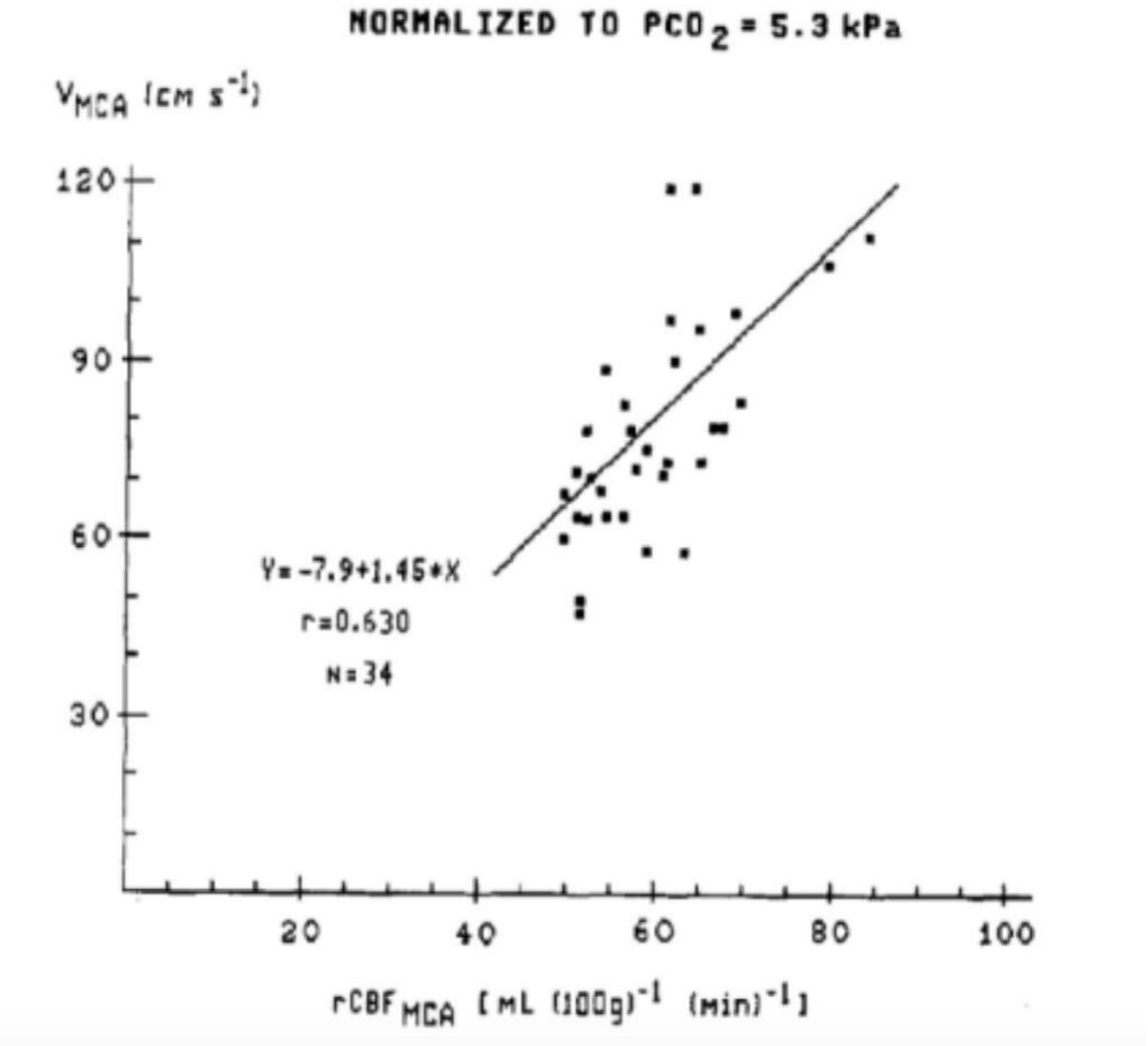
Mesure du DSC par DTC

- Mesure des vitesses corrélée au débit sanguin cérébral
  - Vitesses systoliques : propriétés cinétiques d'amont (PA, Qc)
  - Vitesses diastoliques : PIC / CO2 / Résistances d'aval

- Risque de sous estimer vitesses (s'affranchir de l'angle d'insonation) :
  - Mesure de l'index de pulsatilité (IP)
  - IP = Vsyst – Vdiast / Vmoy
  - Reflet de la compliance cérébrale



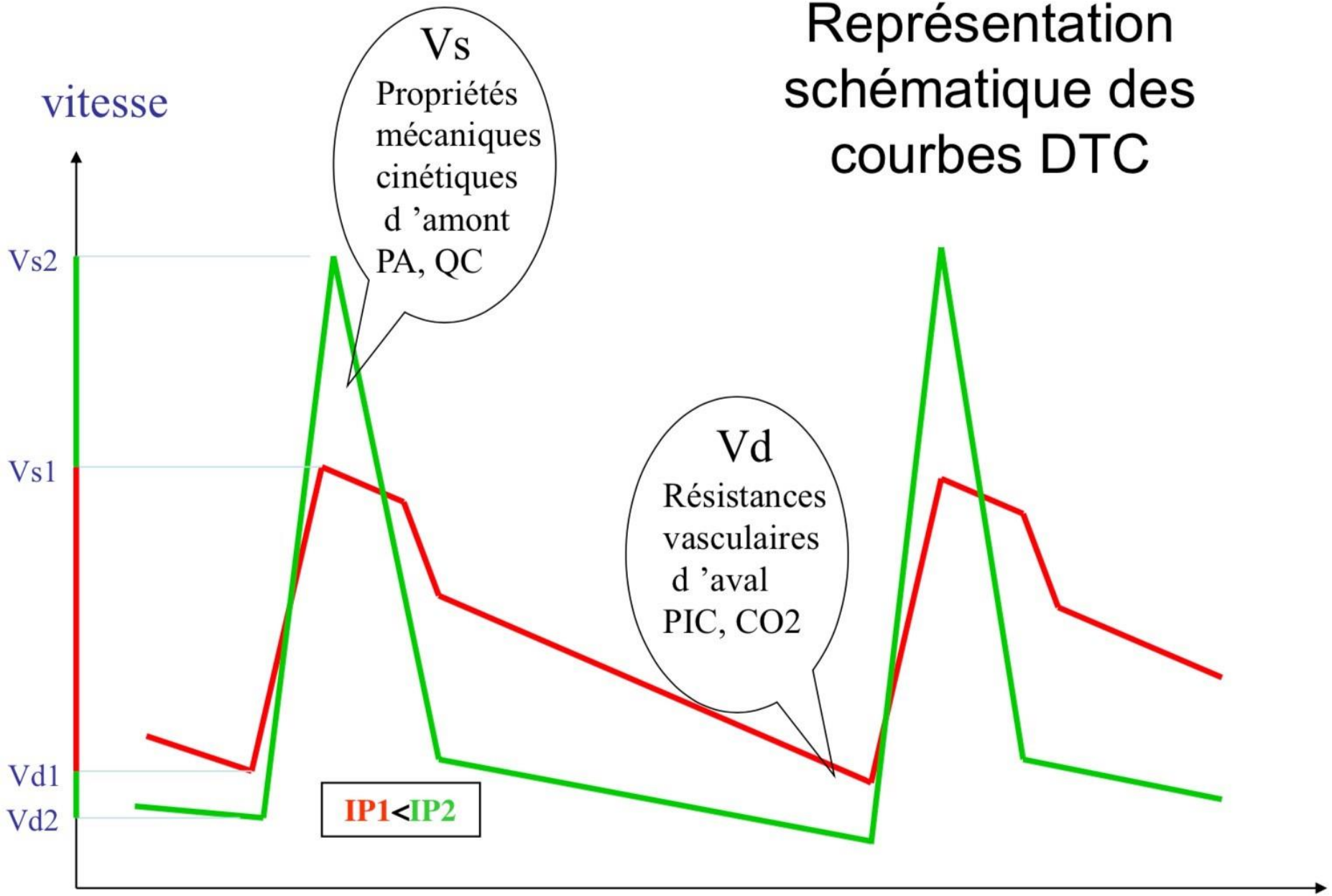
Corrélation Vitesses ACM / DSC



A débit constant, la vitesse circulatoire augmente proportionnellement à la diminution du diamètre du vaisseau

Sorteberg et al, Acta Neurochir 1989

Représentation schématique des courbes DTC



D'après P Bouzat

Mesure du DSC par DTC

Intérêt en situation pathologique :

- Pré hospitalier et en réanimation/USC
- Adapter nos thérapeutiques
- Recherche du plateau d'autorégulation « optimal »
- Dépister une olighémie cérébrale
- Diagnostic positif du vasospasme dans HSA anévrismale

A interpréter en fonction des déterminants du DSC :

- CO2 / PAM / FC (bradycardie augmente temps diastolique)

Hypertension intra crânienne

- Pression intra crânienne > 20 mmHg pendant 15min

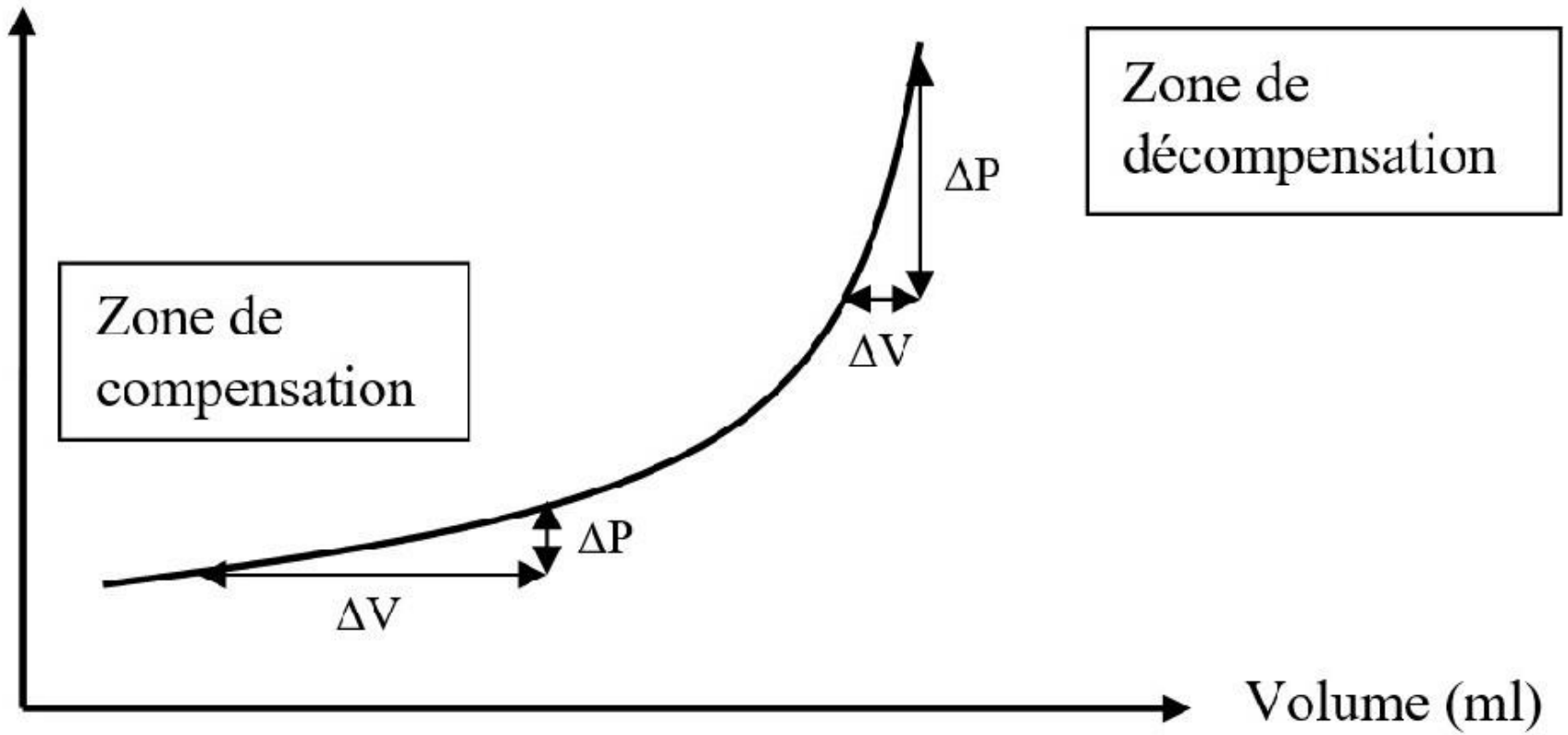
- Loi de Monroe-Kellie : le volume intra cérébral est constant, contenu dans la boite crânienne, 3 compartiments
  - 80% parenchyme / LCR 10-15% / volume sanguin 5-10%

- L'augmentation de l'un doit entrainer la diminution d'un/des autres en compensation pour maintenir la PIC à l'équilibre.

Courbe P/V de Langfitt

- Dépassement mécanismes adaptatifs
- l'augmentation de la PIC va diminuer le DSC (et ses propres complications), risque engagement cérébral et décès.

URGENCE THERAPEUTIQUE

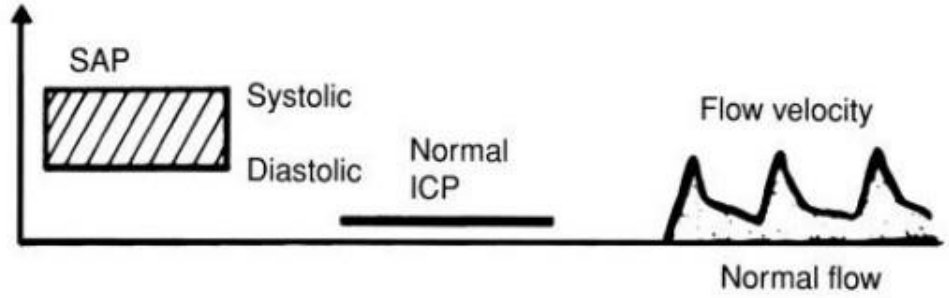


HTIC au DTC

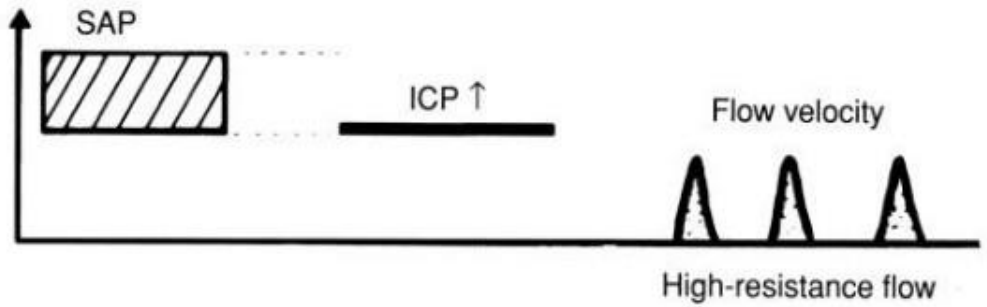
- IP > 1,4 (>1,2 : trouble de la compliance)
- VTD < 20 cm/sec
- PTM augmentée = augmentation RVC : diminution DSC
  - D'abord sur basses pressions (VD) puis si PIC très élevée : arrêt circulatoire total

- si VTD basses :
  - bradycardie ? Temps diastolique augmenté
  - Olighémie systémique ? VSM basses et IP normal (Résistances vasculaires cérébrales normales)

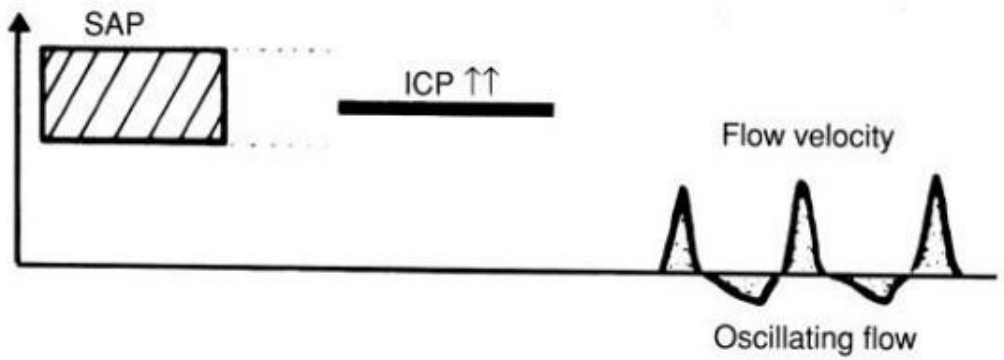
- IP augmentés chez patient HTA chronique



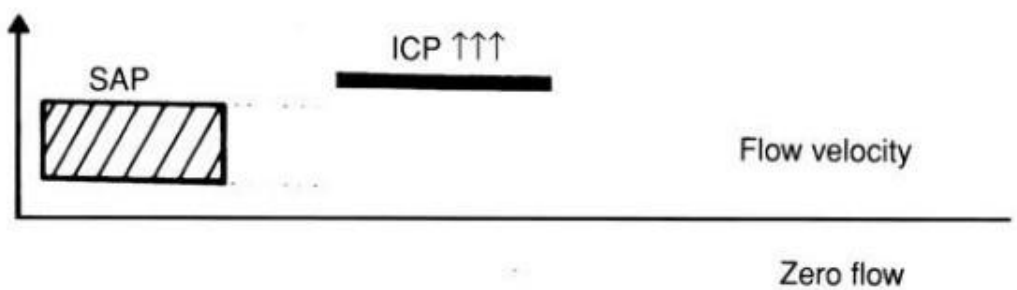
PIC < Pperfu diasto



PIC = Pperfu diasto

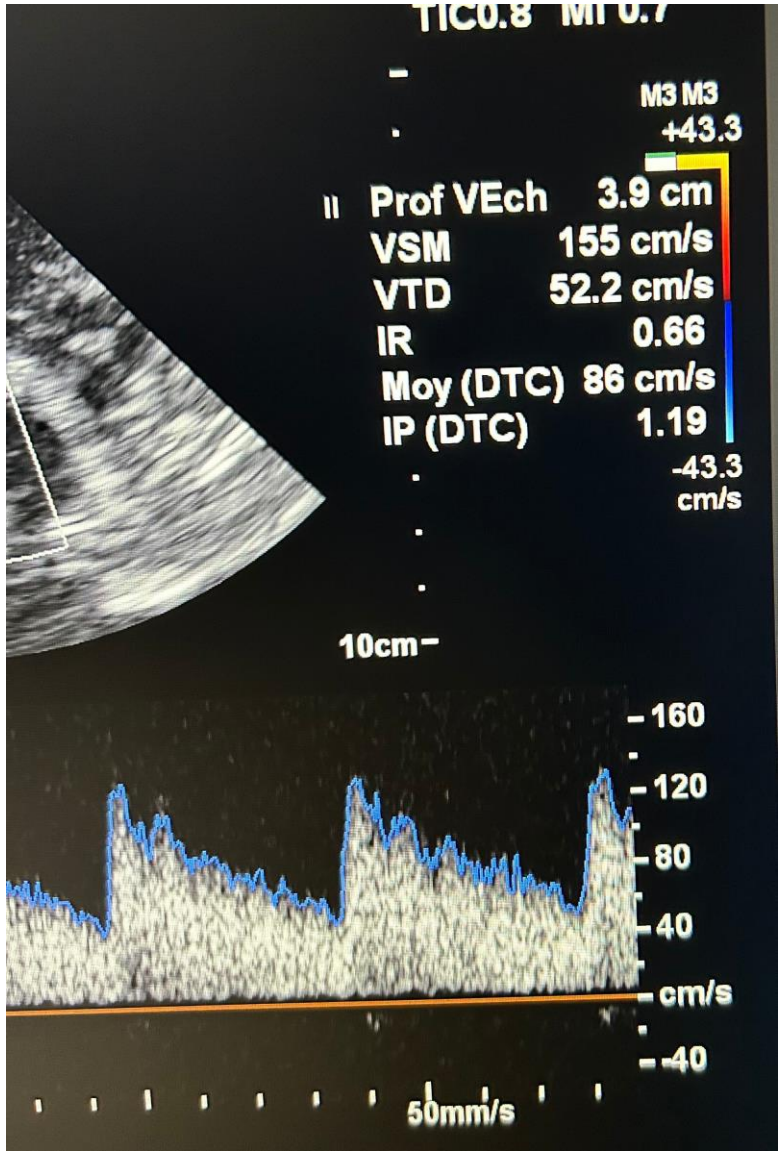


PIC > Pperfu diasto
Flux pendulaire

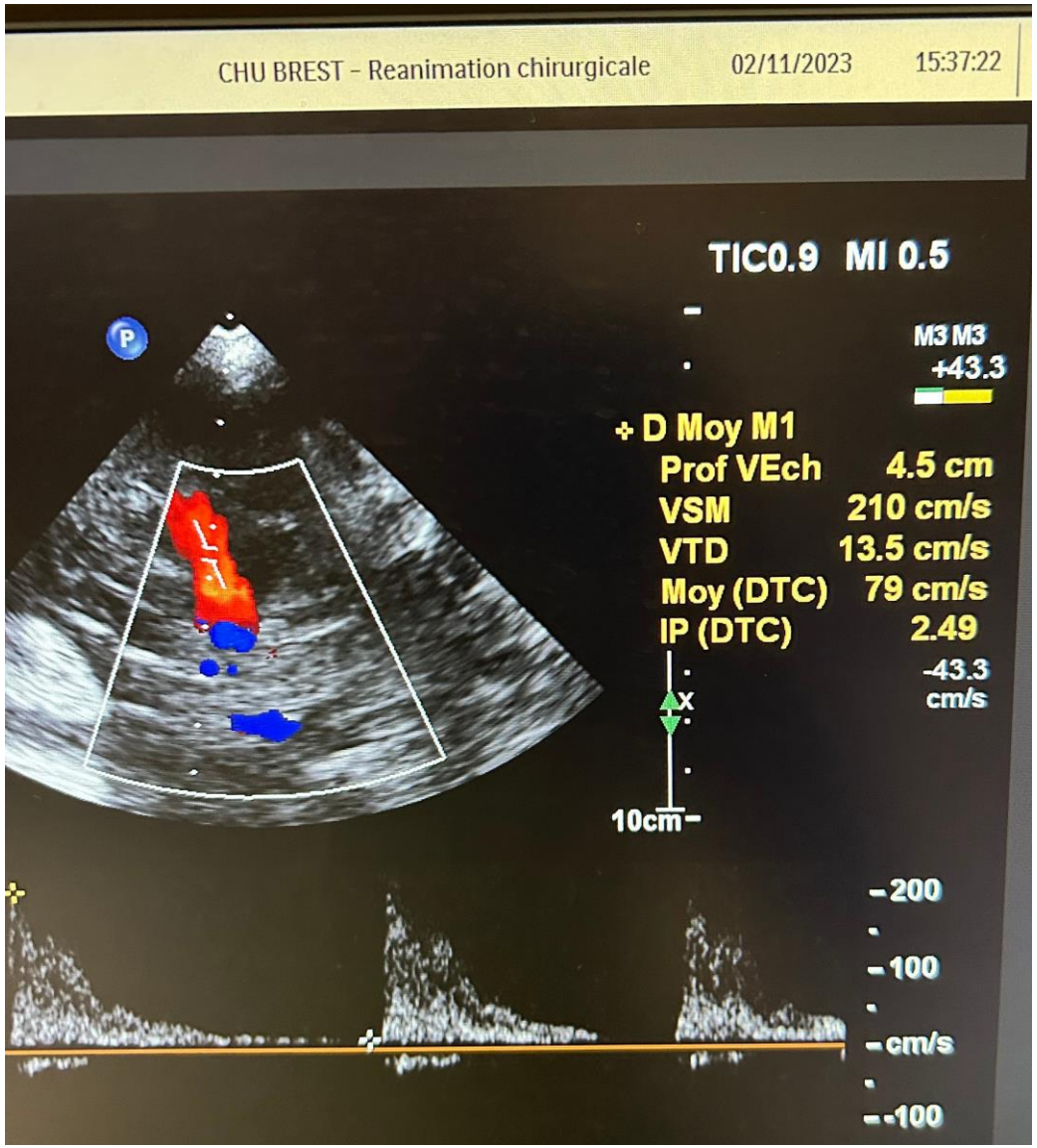


PIC > Pperfu systo
Arrêt circulatoire

Exemple 1 : DVE bouchée HIV / HTIC PIC + DTC



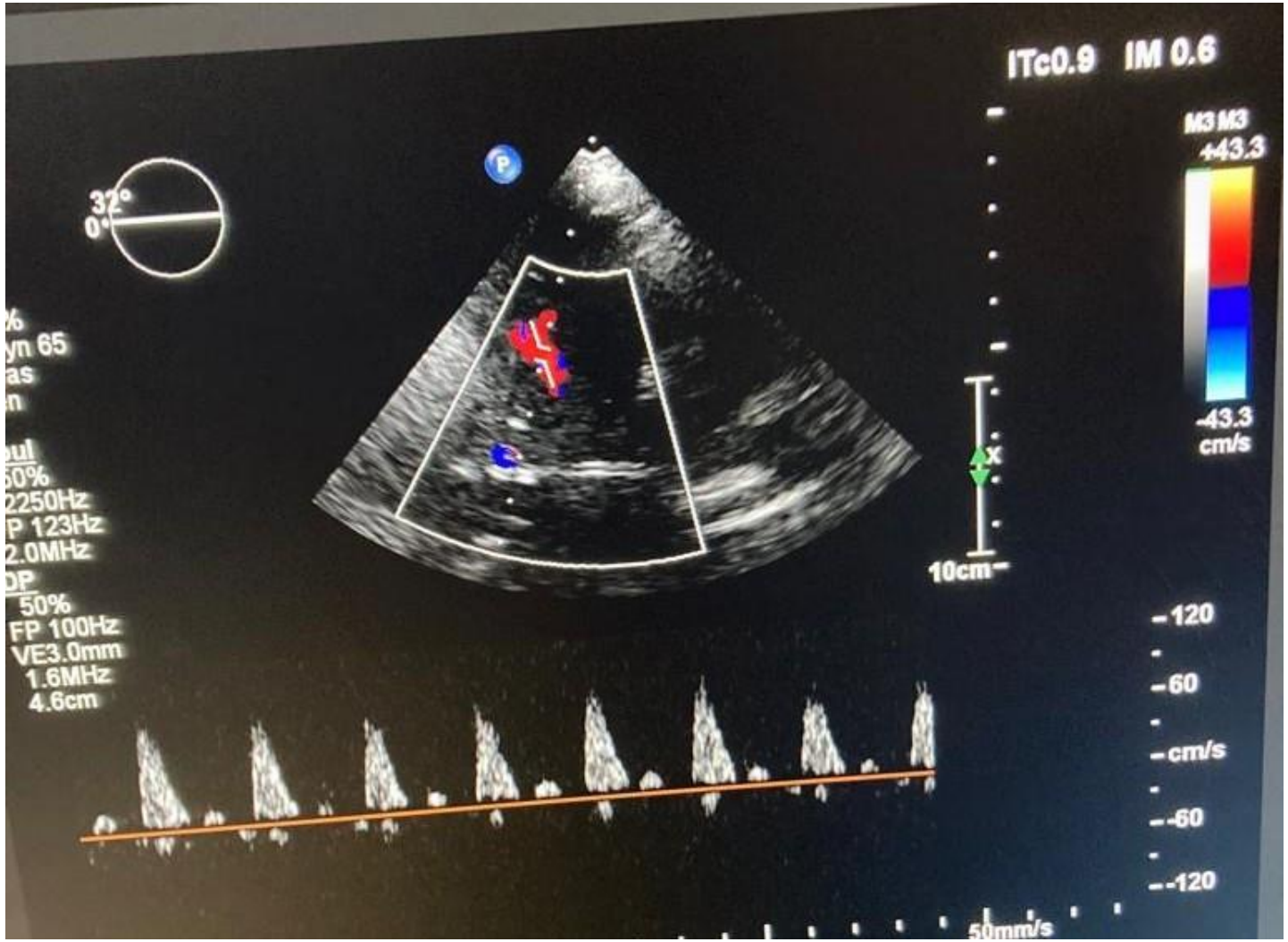
Actilyse



1h Après Actilyse

Exemple 2

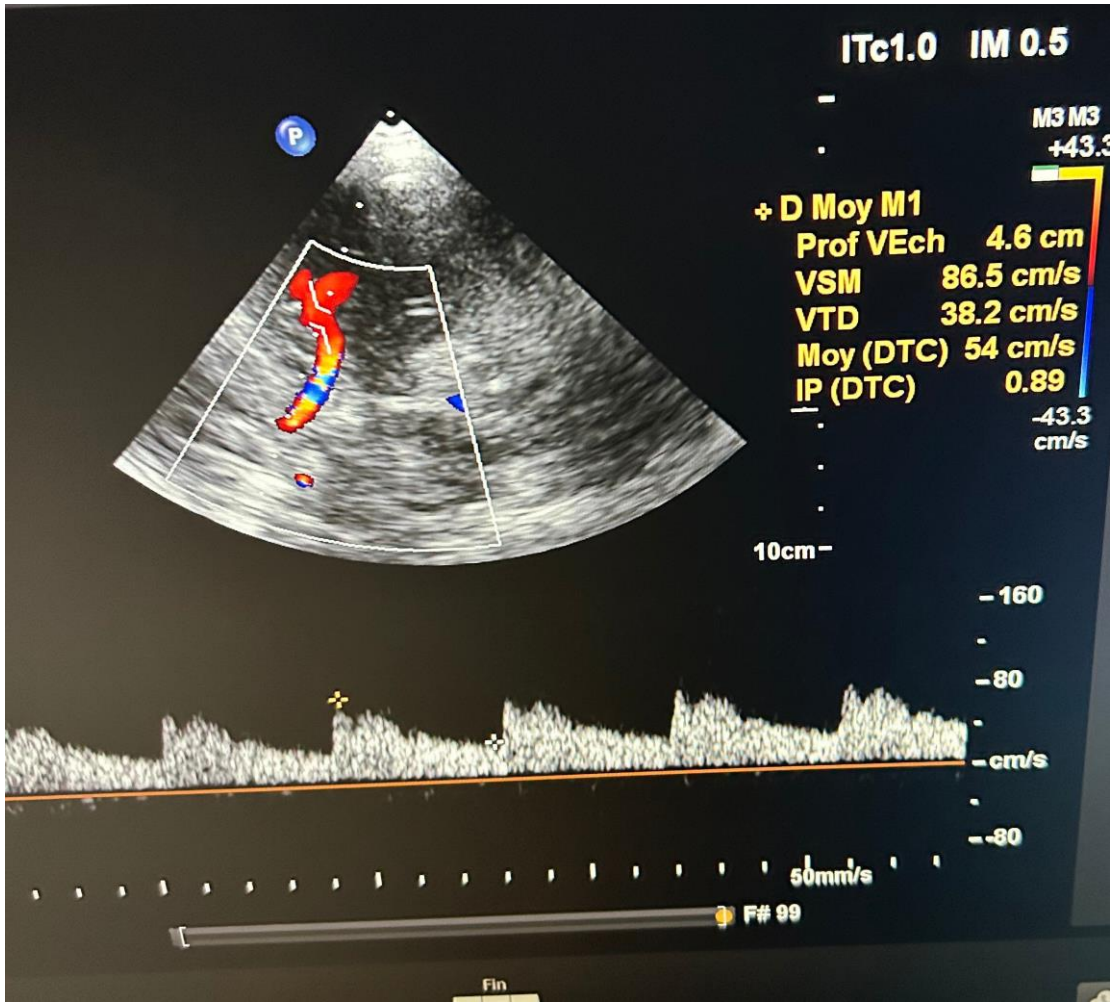
- Homme 38 ans TCG / HTIC réfractaire sous neurosédation max/DVE/CCT 33°C
- PIC 18



PAM 100
PPC préservée
PaCO2 35mmHg

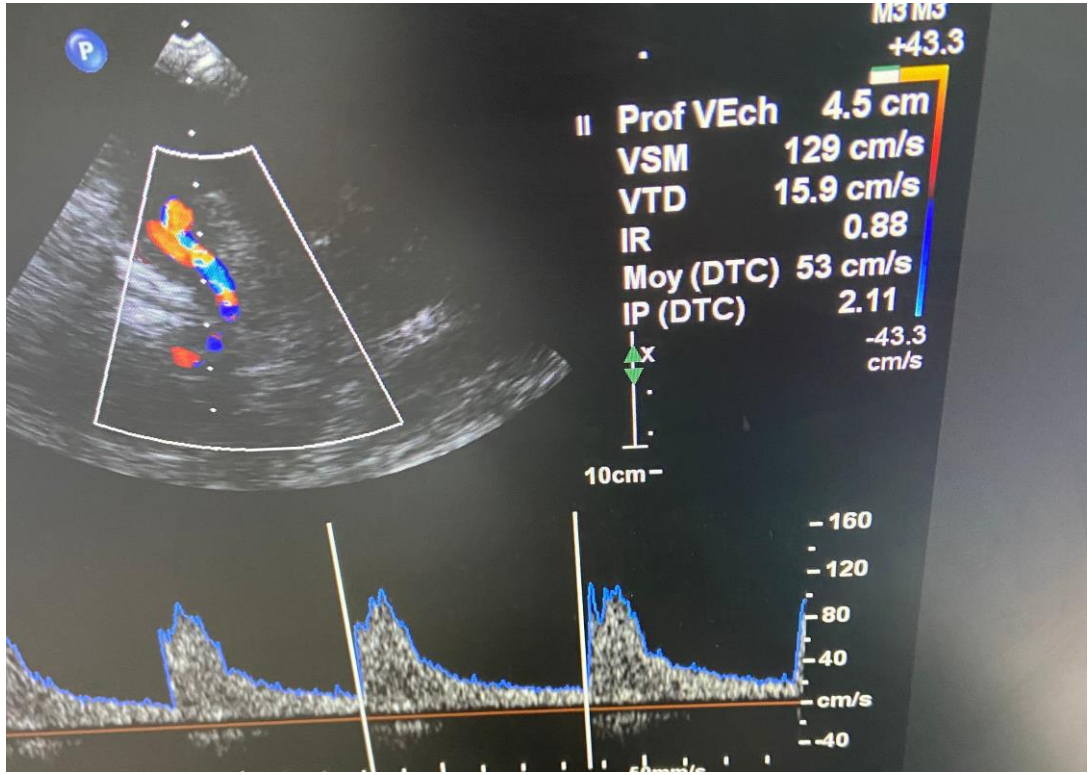
Discordance DTC et PIC

PIC extra parenchymateuse



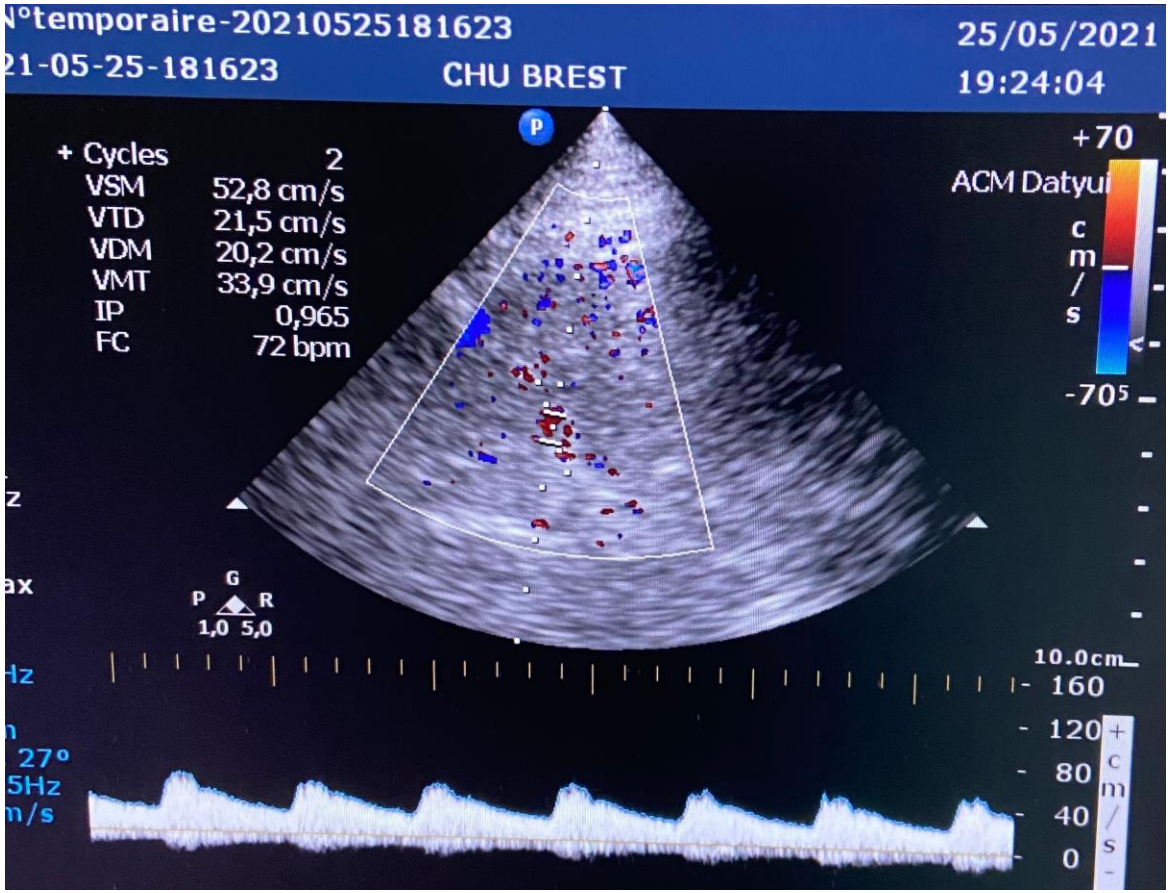
PIC/DVE 60mmHg à la pose

Autres cas…



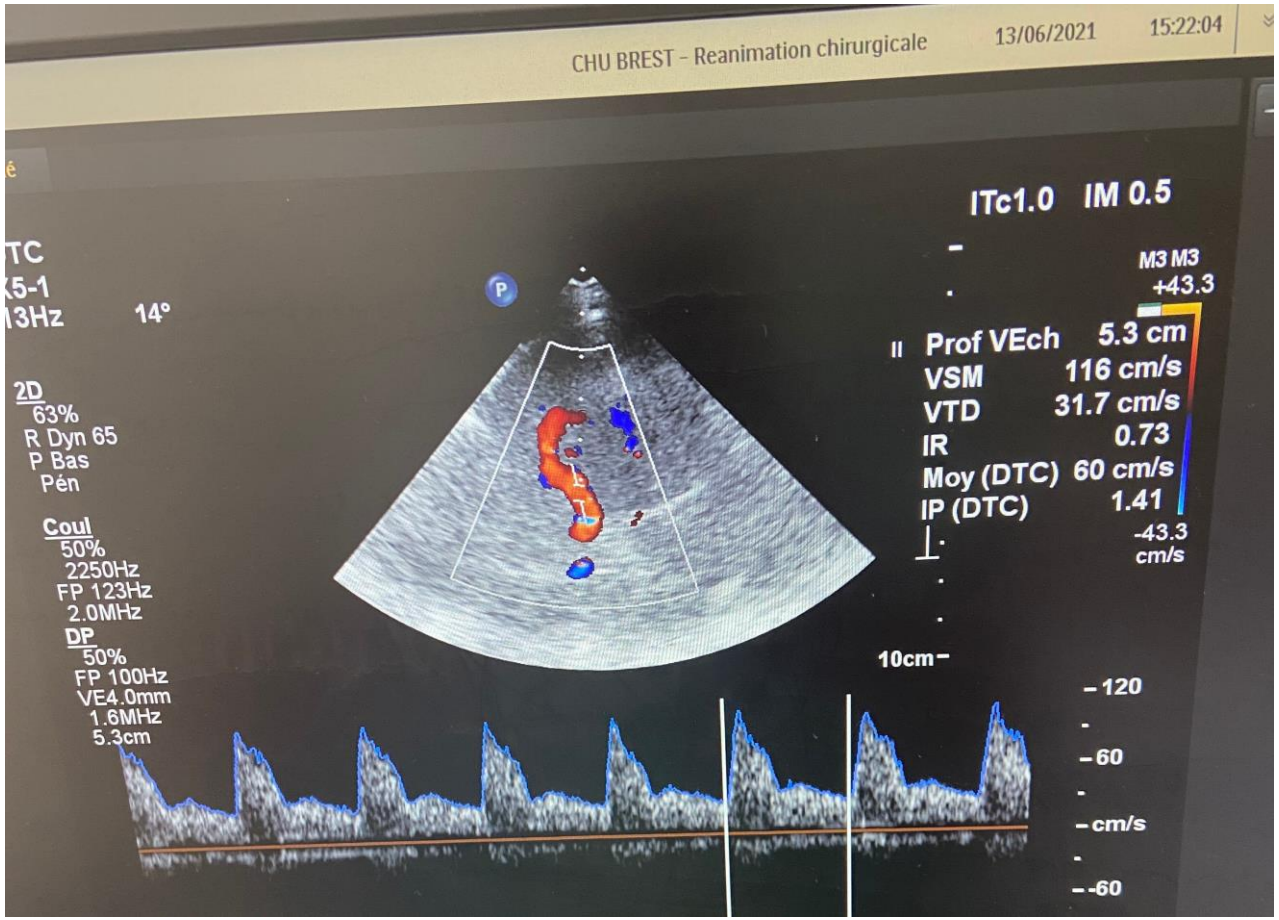
VTD < 20
VSM maintenues
IP > 1,4

HTIC

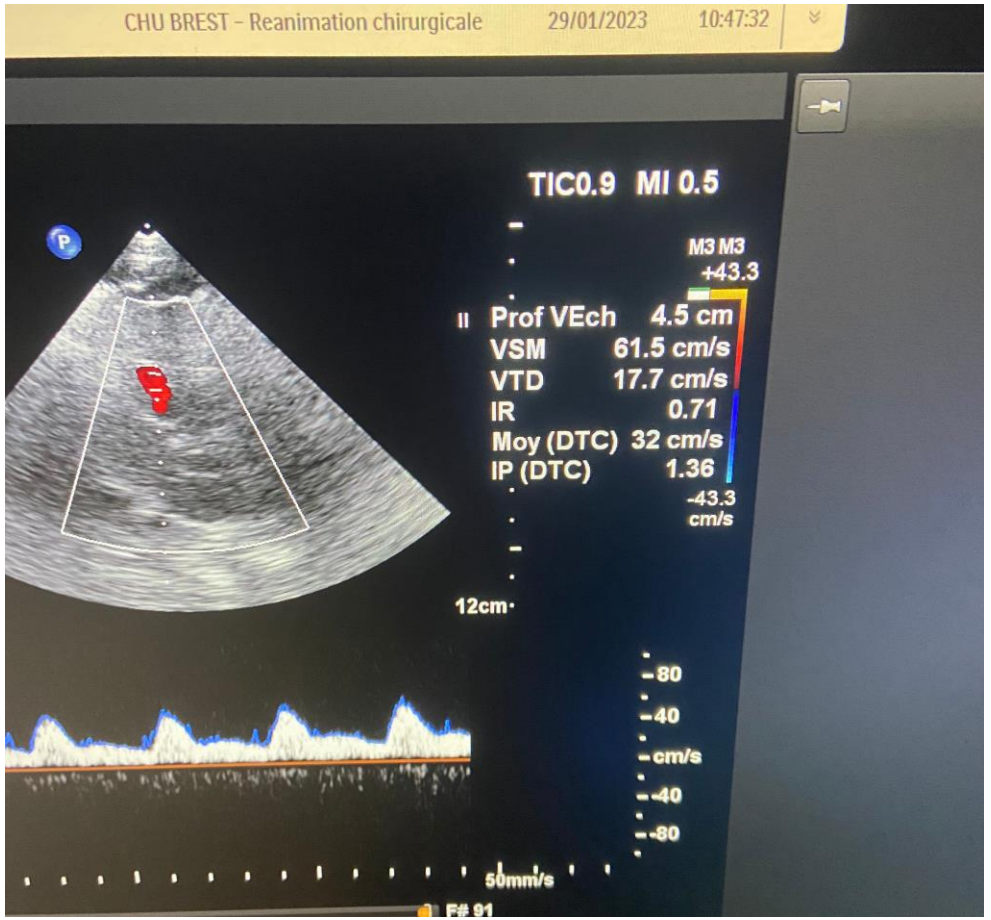


VTD abaissées
VSM basses
IP normal

Oligohémie systémique

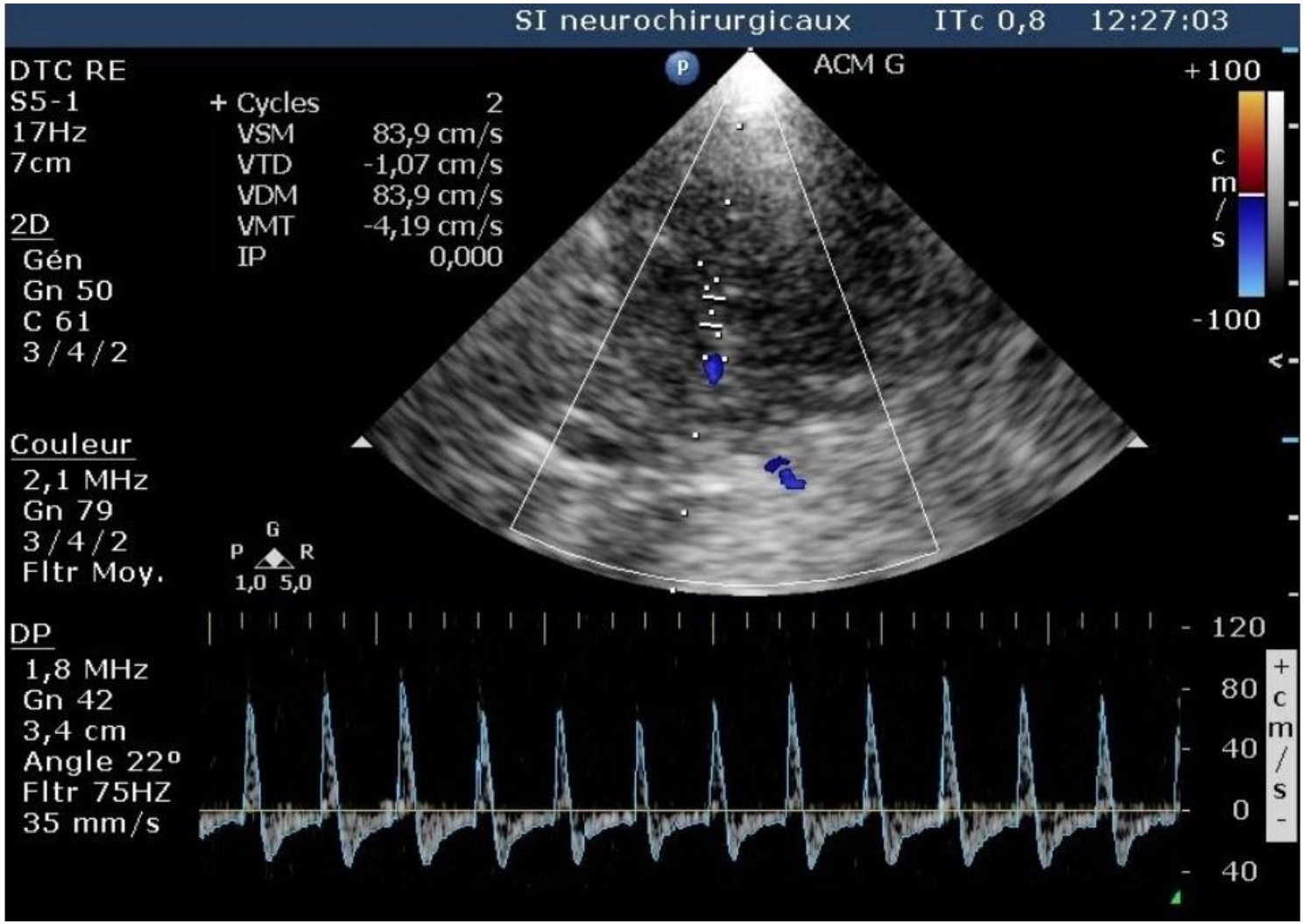


Trouble de compliance



Olighémie cérébrale
VTD < 20cm/sec

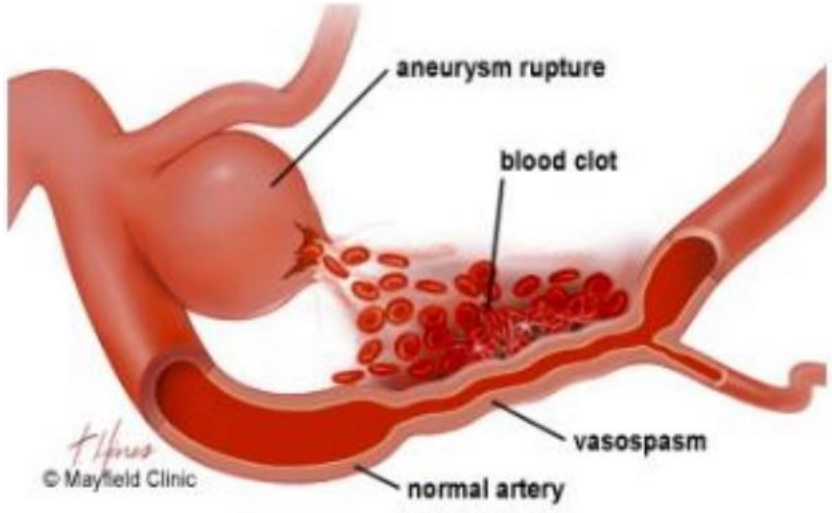
Backflow


SI neurochirurgicaux
ITc 0,8
12:27:03
DTC RE
S5-1
17Hz
7cm
2D
Gén
Gn 50
C 61
3/4/2
Couleur
2,1 MHz
Gn 79
3/4/2
Fltr Moy.
DP
1,8 MHz
Gn 42
3,4 cm
Angle 22°
Fltr 75HZ
35 mm/s
+ Cycles 2
VSM 83,9 cm/s
VTD -1,07 cm/s
VDM 83,9 cm/s
VMT -4,19 cm/s
IP 0,000
ACM G
+100
cm/s
-100
G
P
R
1,0 5,0
120
80
40
0
40
+ cm/s -

Vasospasme cérébral

- Terrain : HSA anévrismale (++), corrélé échelle Ficher (scannographique)
- Risque : ischémie cérébrale retardée (80%) / conséquences fonctionnelles
- Physiopath méconnue
- Traitement possible ! (Angioplastie mécanique ou chimique / Milrinone IVSE ?)

- HSA :
  - 14-60% séquelles cognitives (mémoire)
  - 6-40% arrêt maladie / pas de retour au travail
  - altération qualité de vie
  - mortalité à 1 mois : 42%



Vasospasme cérébral

Critères diagnostiques **Cliniques** :

- déficit moteur
- troubles vigilance/conscience
- hyperthermie
- HTA réactionnelle

Critères scannographiques :

- Réduction du calibre artériel : spasme léger (<25%) modéré ou sévère (>50%)

Vasospasme cérébral

- Critères diagnostiques échographiques (Patient sédaté ++)

➢ Augmentation des Vitesses moyennes (cm/sec)

- Vm > 120 cm/sec : léger
- 120 < Vm < 200 cm/sec : modéré
- Vm > 200 cm/sec : sévère

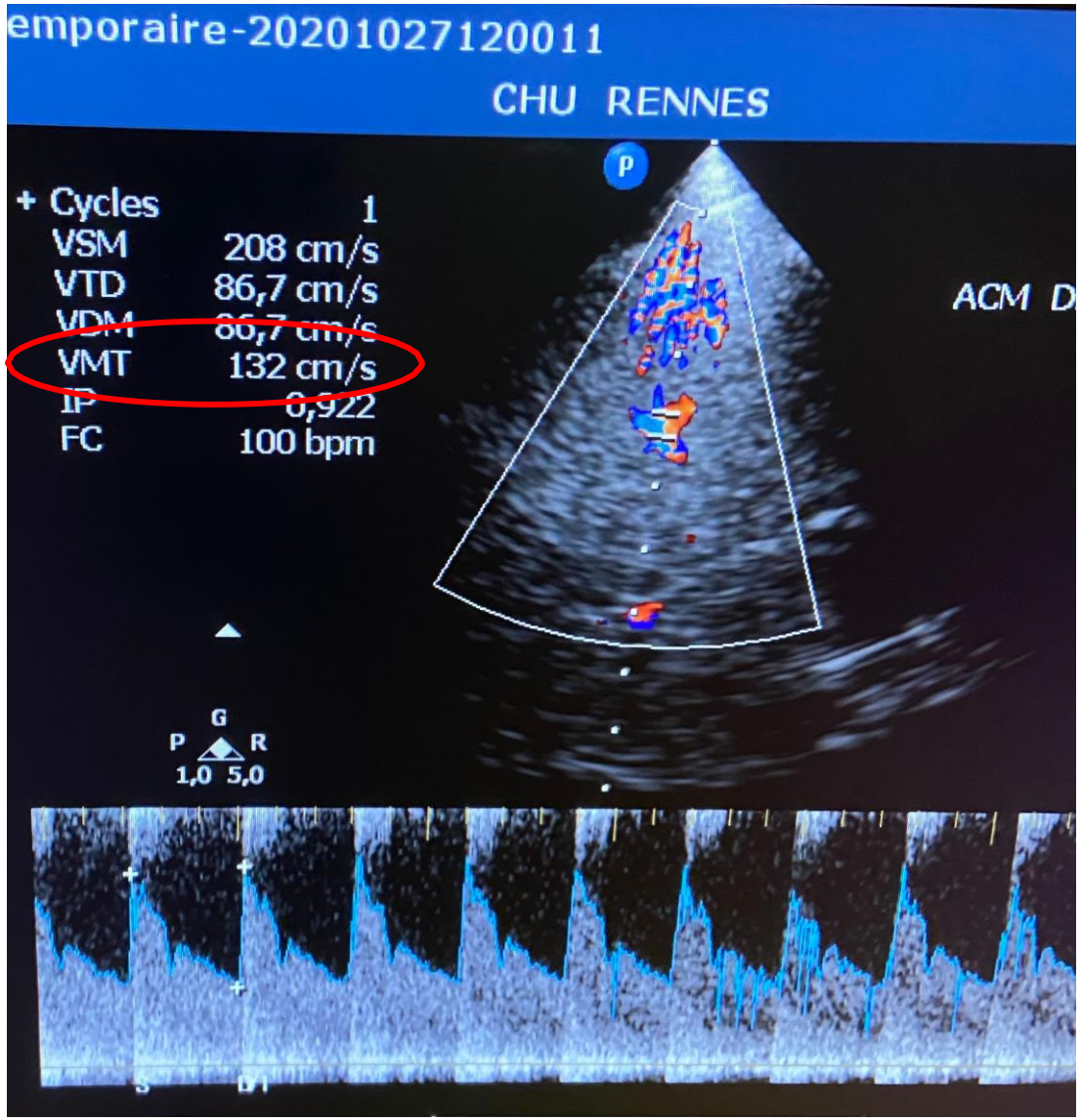
Aaslid, R Neurosurgery 1984

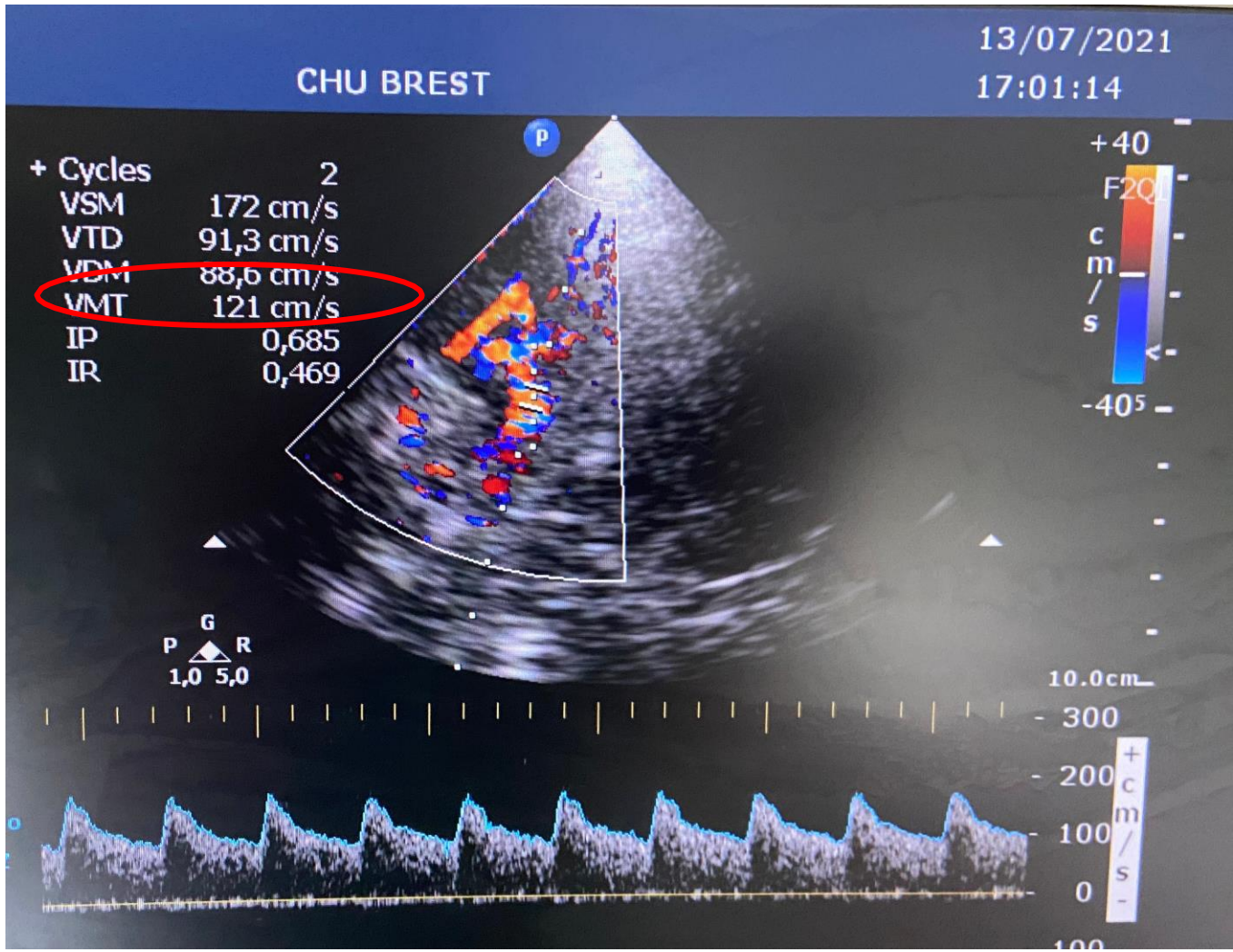
- Augmentation des Vm > 50% en 24h
- Majoration de Vm >50cm/sec/j : facteur de risque

Grosset 1992

➢ Index de Lindegaard : Vmoy (ACM)/ Vmoy (ACI) >3 (>6 sévère)

Lindegaard, Acta Neurochir 1989

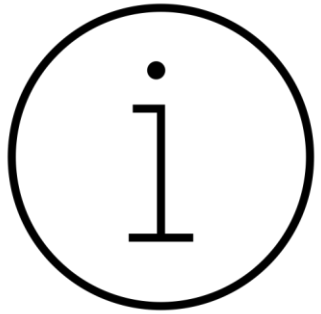




A débit constant, une augmentation des vitesses témoigne d'une vasoconstriction

Conclusion

- Altération de l'autorégulation cérébrale chez le neurolésé
  - Courbe déviée vers la droite (bornes) / plateau plus étroit voire absent
- Déterminants principaux : Macrocirculation (PAM/PPC) et Microcirculation (CO_2++)
- Nécessité d'un monitorage multimodal pour déterminer la meilleure adéquation Débit/Métabolisme
  - PIC / DTC / PRX (?)
- DTC diagnostiques dans HTIC / vasospasme avec solution thérapeutique



Merci de votre attention

tony.belleville@chu-brest.fr